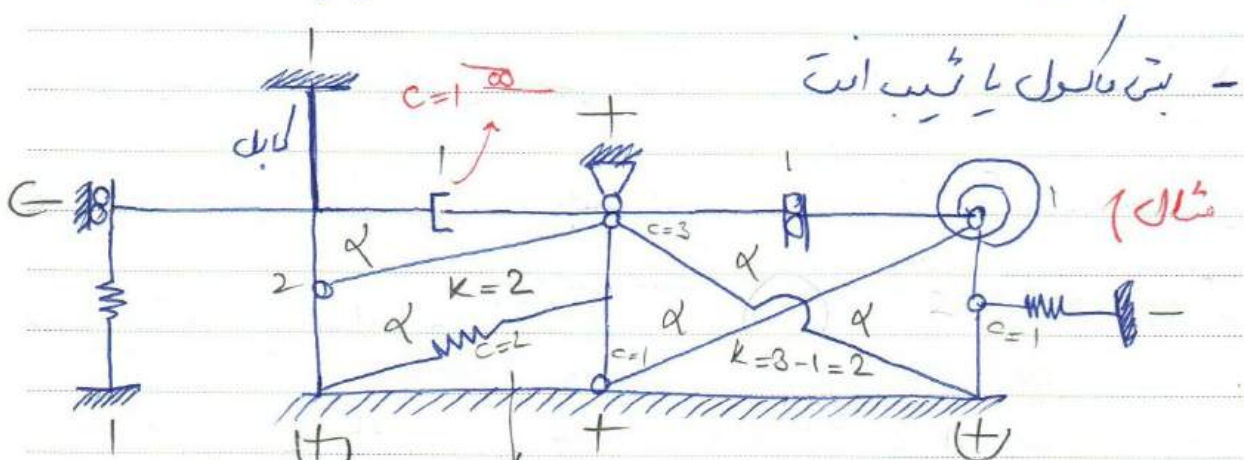


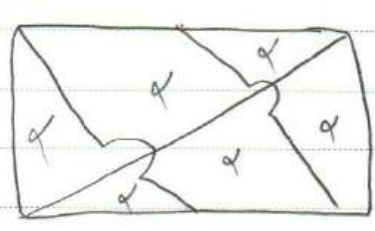
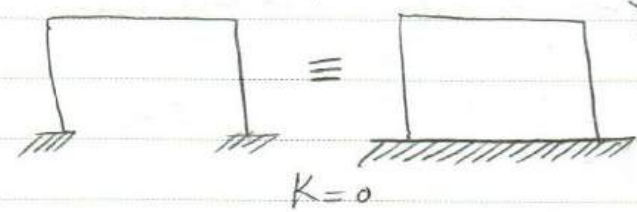
- معین و نامعین سازه {
- پایداری سازه {
- روش سطح گنتر
- روش تخت و سازه های
- کار مجازی
- استاتیک قریوقاب
- خطا تأثیر (معین/نامعین)
- روابط حفظی
- روش تیر منبوج
- انرژی - استیلایلو



باز من عضای بسته محسوب نمی شود.

$$n = 3K + r - (c + 3)$$

↓ 4



تعداد گره های مجازی - تعداد عضای داخلی بسته = K
 با فرض جوش

$$6 - 2 = 4$$

منبر لختی یک سرویس دارد و دو عضو به هم به نحوی متصل می‌باشد که لنگر منبسط
515

بقیه عضو اندازی به یک مفصل متصل اند.



$$n = 3K + r - (C + 3) = 13$$

$\begin{matrix} 4 & 17 & 13 \\ \uparrow & \uparrow & \uparrow \end{matrix}$

سازه صغیری قبل

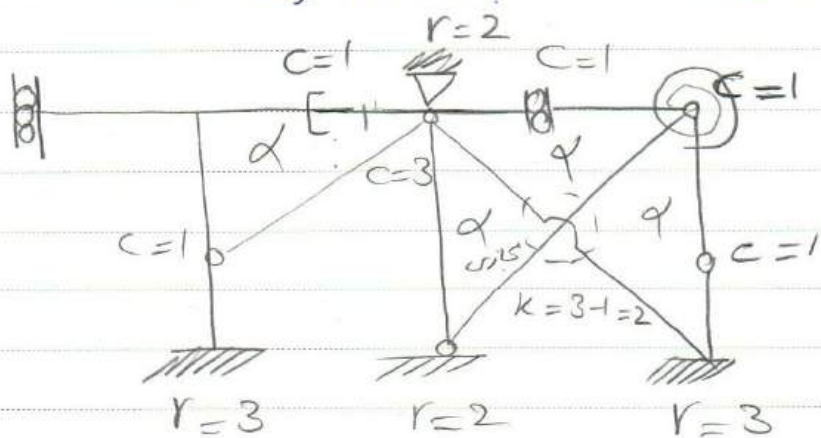
همواره می‌توان در محاسبی درجه‌بی نامعین سازه، کابل و فنر استاتی داخلی و یا تکیه‌گاه‌ها و

هم چنین فنر دوران تکیه‌گاه‌ها را حذف نمود و سپس به ازای هر فنر یا کابل حذف شده یکی
به درجات نامعین اضافه نمود. ^{میرانند} بعد از حذف فنر و یا کابل دو سازه باقی مانده از هم جدا شوند.

$$n = 3K + r - (C + 3) + 4 = 13 \checkmark$$

$\begin{matrix} 3 & 12 & 9 \\ \uparrow & \uparrow & \uparrow \end{matrix}$

اعضای حذف شده برای سازه باقی‌مانده

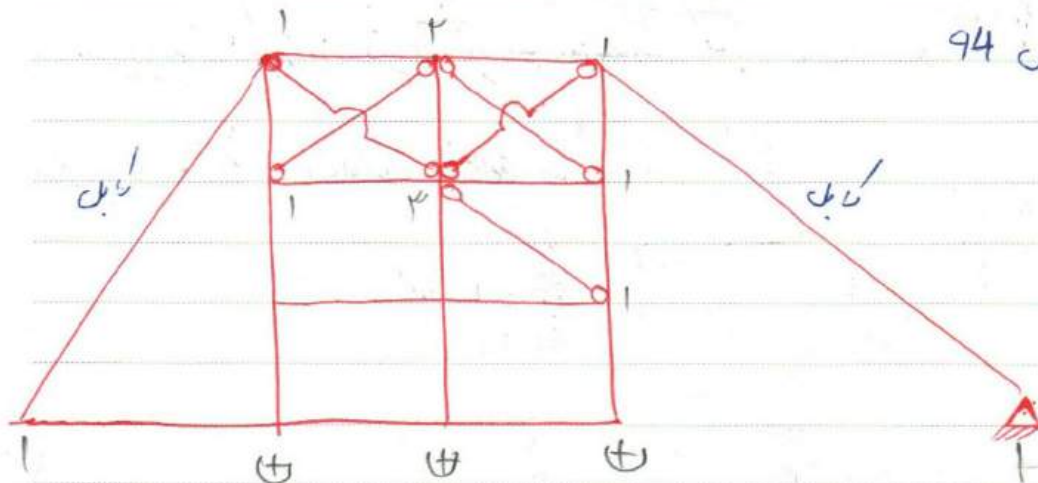


Subject :

Year . Month . Date . ()

۱۳ د. ۱۶ ۲۸ قیامی مانوگار مشر

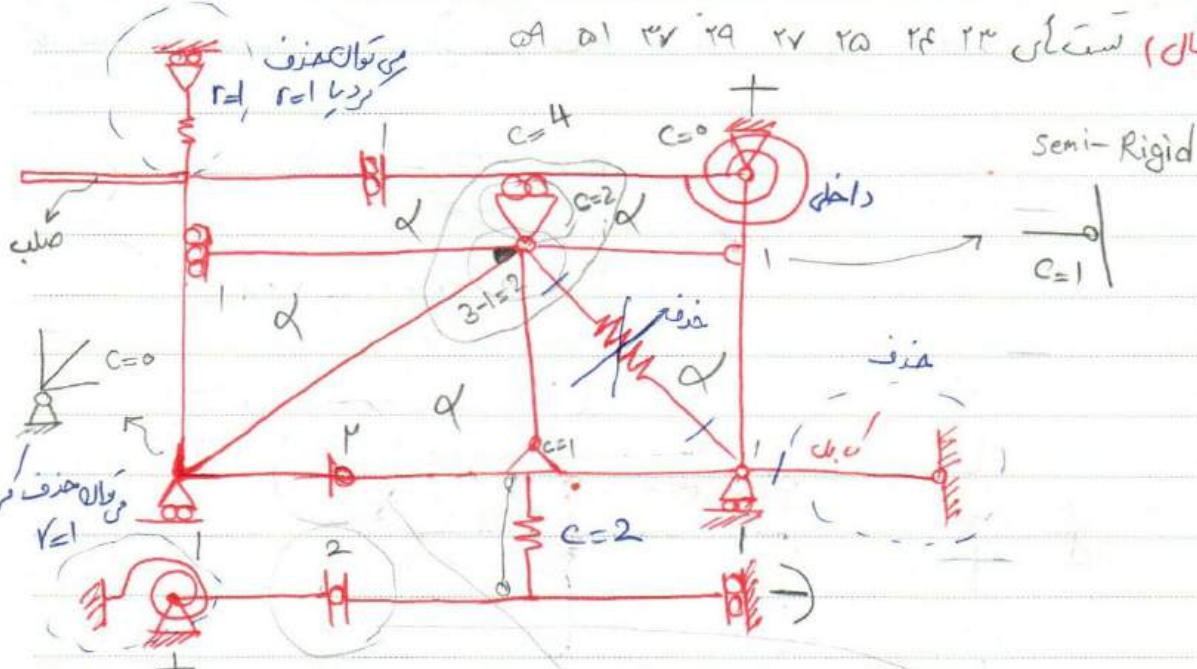
مسائل درکتن ۹۴



$$n = 3K + r - (c + 3) = 25$$

↓ ↓ ↓
9 11 10

مسائل تست کن ۲۳ ۲۴ ۲۵ ۲۶ ۲۷ ۲۸ ۲۹ ۳۰ ۳۱ ۳۲ ۳۳ ۳۴ ۳۵ ۳۶ ۳۷ ۳۸ ۳۹ ۴۰ ۴۱ ۴۲ ۴۳ ۴۴ ۴۵ ۴۶ ۴۷ ۴۸ ۴۹ ۵۰ ۵۱ ۵۲ ۵۳ ۵۴ ۵۵ ۵۶ ۵۷ ۵۸ ۵۹ ۶۰ ۶۱ ۶۲ ۶۳ ۶۴ ۶۵ ۶۶ ۶۷ ۶۸ ۶۹ ۷۰ ۷۱ ۷۲ ۷۳ ۷۴ ۷۵ 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



$$n = 3K + r - (c + 3) = 9$$

↓ ↓ ↓
5 10 15

خرشده هستند



Subject:

Year:

Month:

Date:

چون خرابیت از روی هم عبور کرده اند.

۲۸ و ۲۸

$r=2$

مثال (درجه بی نامعین را

برای خرابی مقابله بدست آورید.

$r=10$

$$n = m + r - 2j$$

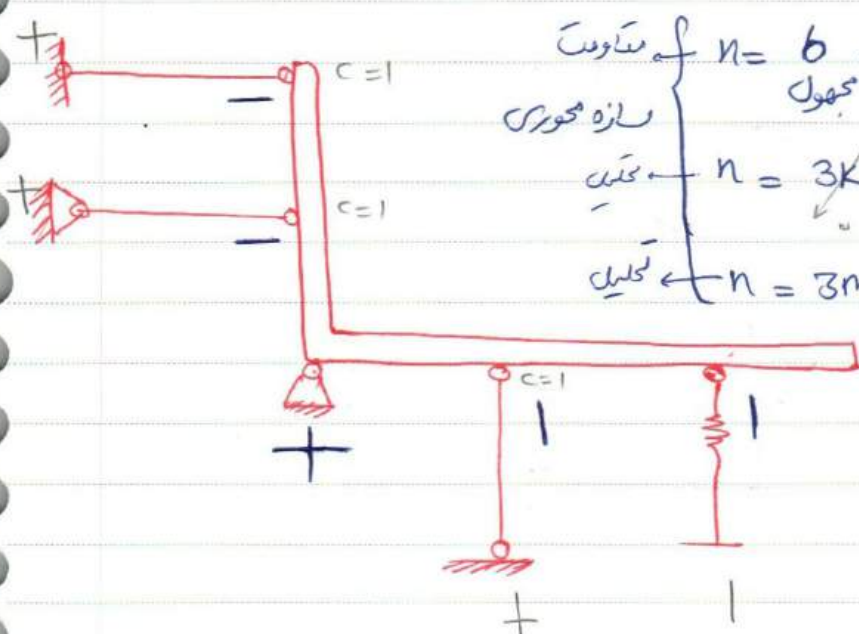
12

9

7

اگر تکیه A را از حالت غلج به بردار تبدیل کنیم

تکیه باقی یک عدد اضافه می گردد اما عضو AB صفر نیروی می برد پس باید زیاد و m می کنیم



مثال (مستقیم)

$$n = 6 - 3 = 3$$

هسته مجهول

نامعین

$$n = 3k + r - (c + 3) = 6$$

9 - (3 + 3)

تکلیف

$$n = 3m + r - (c + 3j)$$

$$n = 3 \times 4 + 9 - (3 + 3 \times 5) = 3$$

$$n = 3 \times 8 + 9 - (3 + 3 \times 9) = 3$$

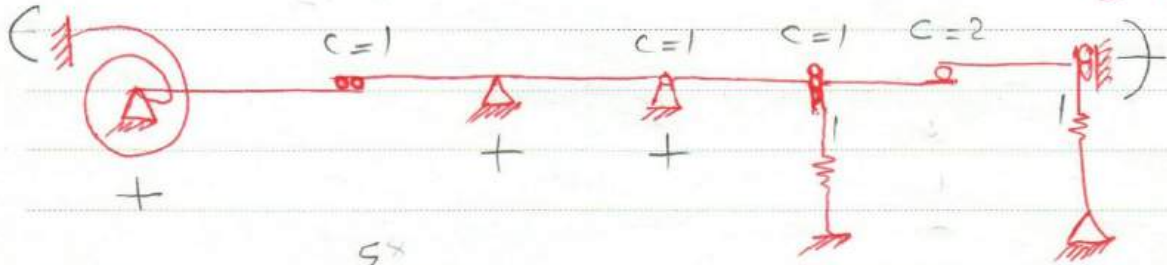
عضو صلب را می توان بیشتر بشمارد و از طرف دیگر تکیه ها را می توان کمتر

می شوند.

به موارد زیر توجه کنید :

- ۱- تکیه ماهی
- ۲- اسرهای آزاد اعضا
- ۳- محل تقاطع اسرهای تمام اعضا

مثال (تیر)



$$n = 3 - (C + 3) = 11 - 8 = 3 \quad (?)$$

$$n' = r' - (C' + 2) = 7 - (3 + 2) = 2 \quad \checkmark$$

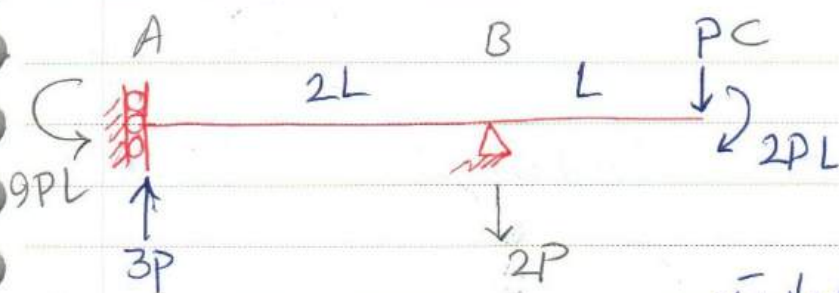
به جزوالتشکیلی محوری و سطوح

محوری

نکته: در تیرها هر دو فرمول فوق صحیح است ولی بستگی به نوع بارگذاری دارد اگر بار محوری

دارد با فرمول بالایی ملاک است و اگر بار قائم باشد فرمول پایینی ملاک است.

تست آن با این اعضا ۱ ۳ ۴ ۲ ۷



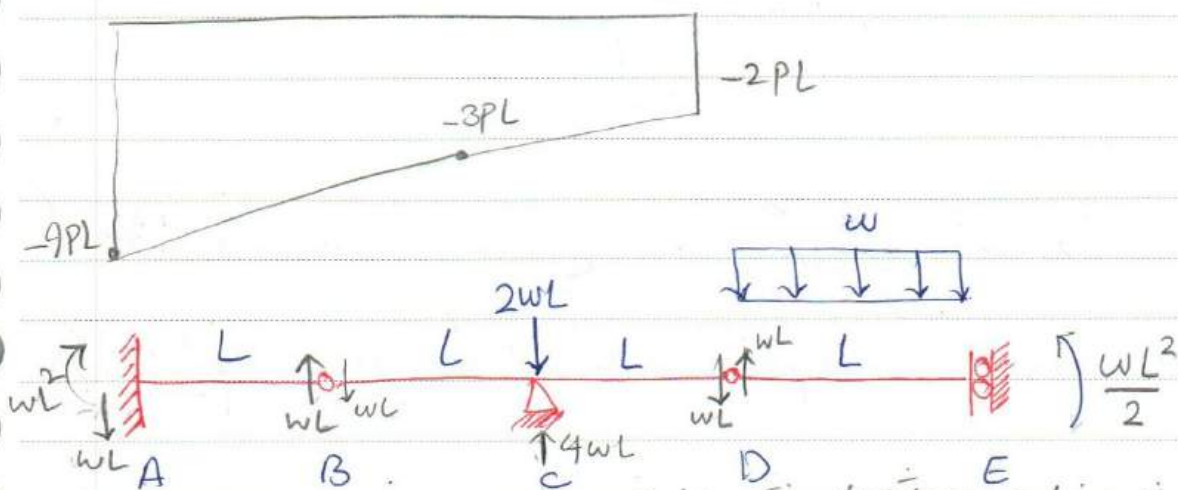
استاتی

چون بار محورین نداریم $n' = 1$ ملاک است.

$$n' = r' - (c' + 2) = 0$$

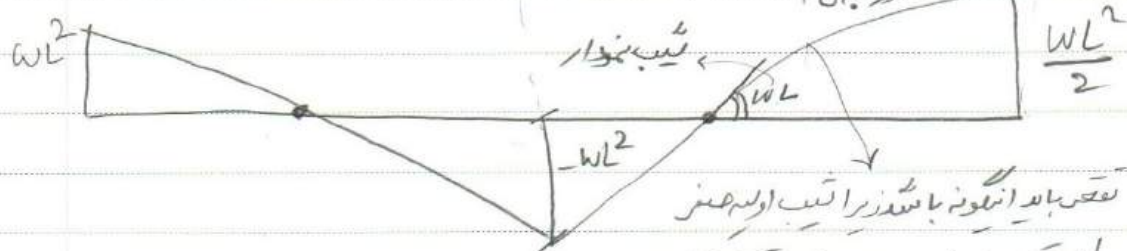
$\downarrow$ $\downarrow$
 2 صفر

$$\sum F_y = 0 \rightarrow R_B = 2P \downarrow$$



شیب تغییرات چون برش در این نقطه صفر است.

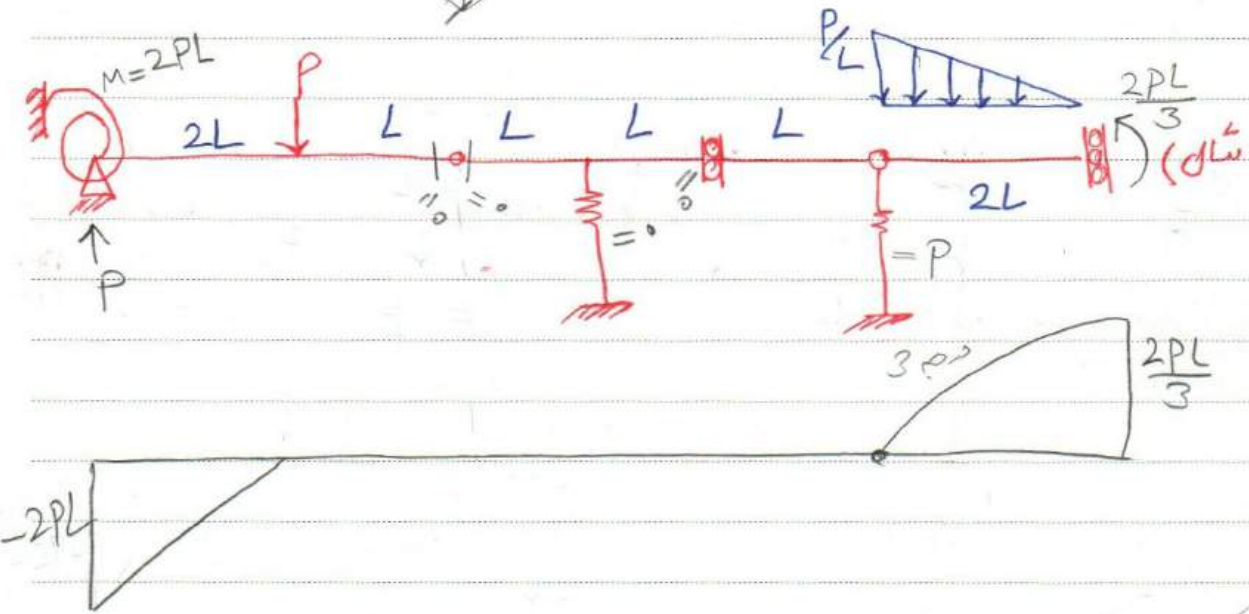
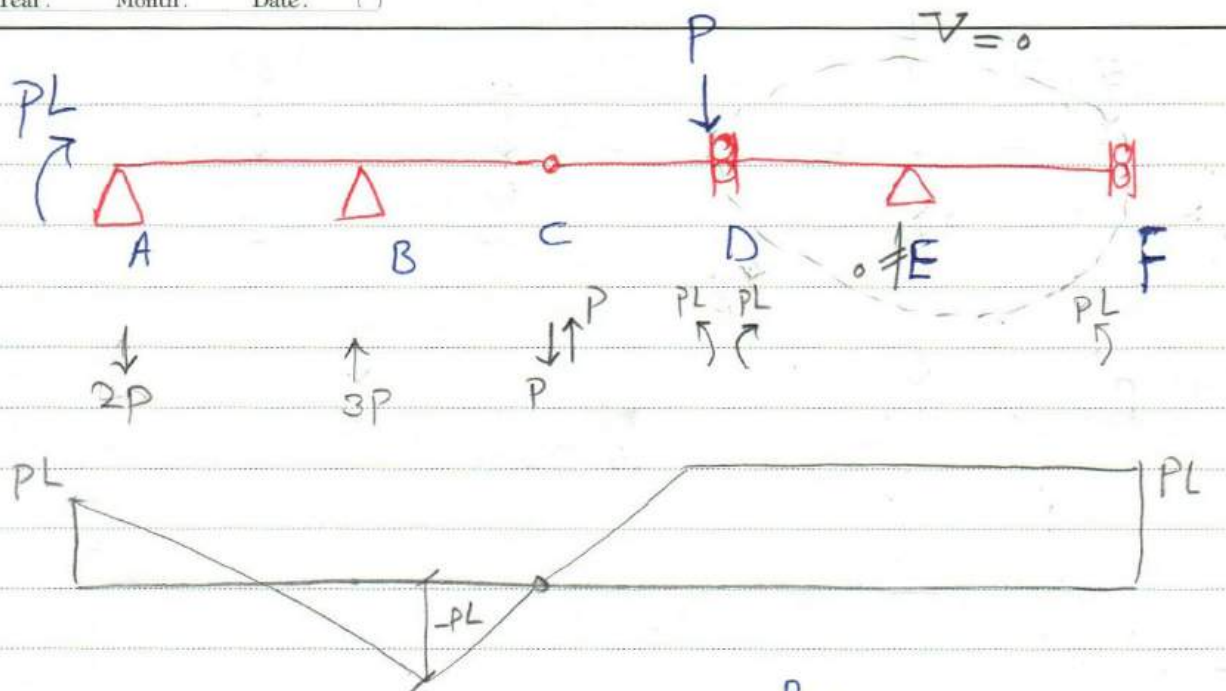
در جبهه ۲



تغییر باید اینگونه باشد زیرا شیب اول منفی است و چهارمین نوع تغییر ندارد.

Subject: _____

Year. _____ Month. _____ Date. ()

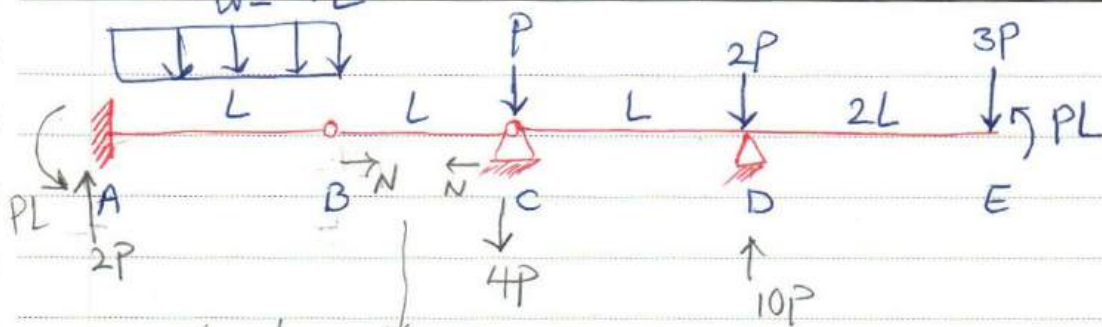


Subject:

Year:

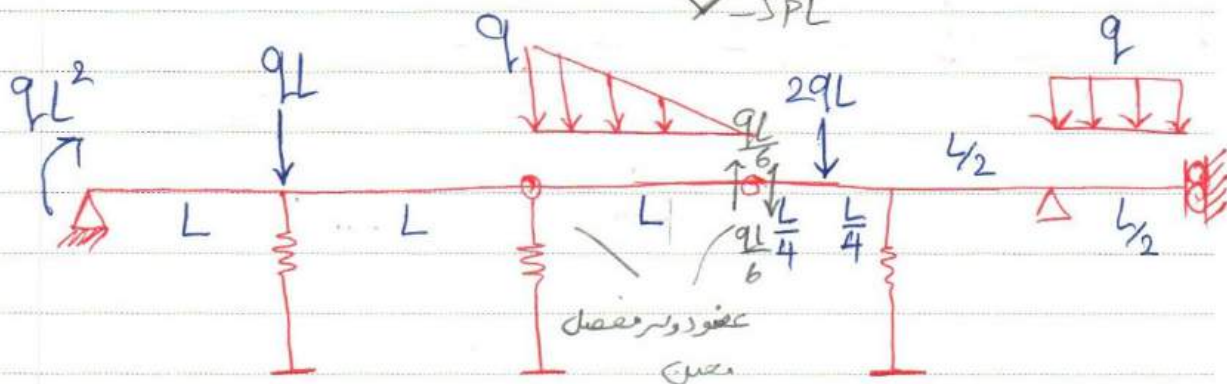
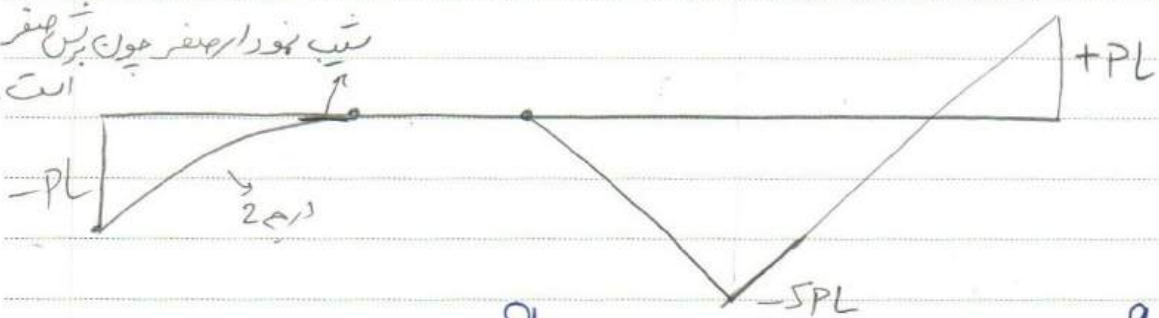
Month:

Page/L



عضود و سرفصلی بی روی آن بار نیست.

شیب نمودار صفر چون بیش صفر است.



عضود و سرفصل
معین

$$n' = 6 - \underbrace{(2+2)}_{\text{تقابل}} = 2$$

$$M_E = \frac{29L}{4} \times \frac{L}{4} + \frac{L}{2} \times \frac{9L}{6} = \frac{7}{12} 9L$$

$$M_E = \frac{29L}{4} \times \frac{L}{4} + \frac{L}{2} \times \frac{9L}{6} = \frac{7}{12} 9L$$

هیچ مجهولی را نمی توان بدست آورد. $\rightarrow$ پس نامعین
برخی مجهولات را می توان بدست آورد و برخی $\rightarrow$ جزئی
و این می توان بدست آورد.

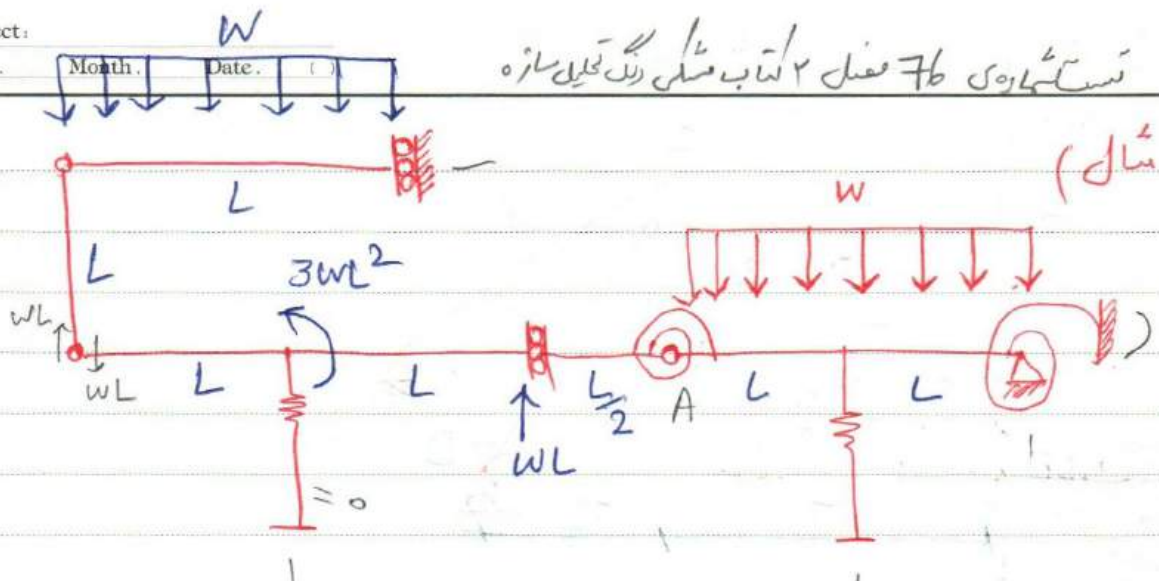
Subject:

Year:

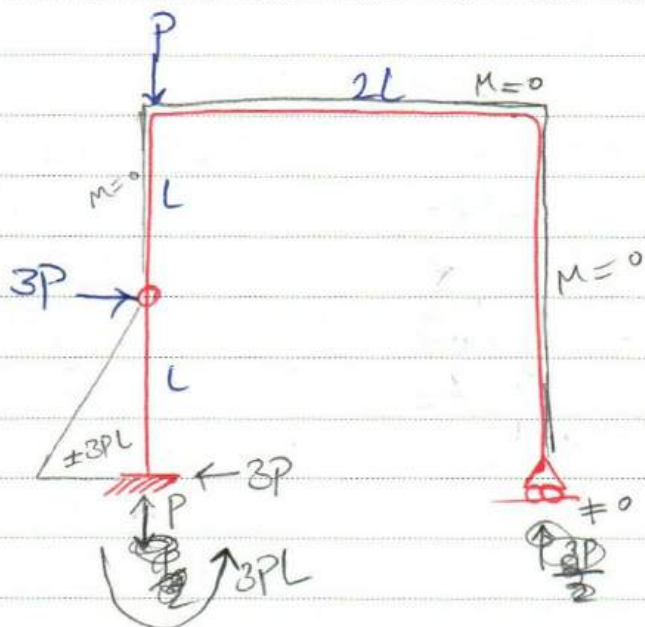
Month:

Date:

تست شماره 76 فصل 2 کتاب مشق درک تحلیل سازه



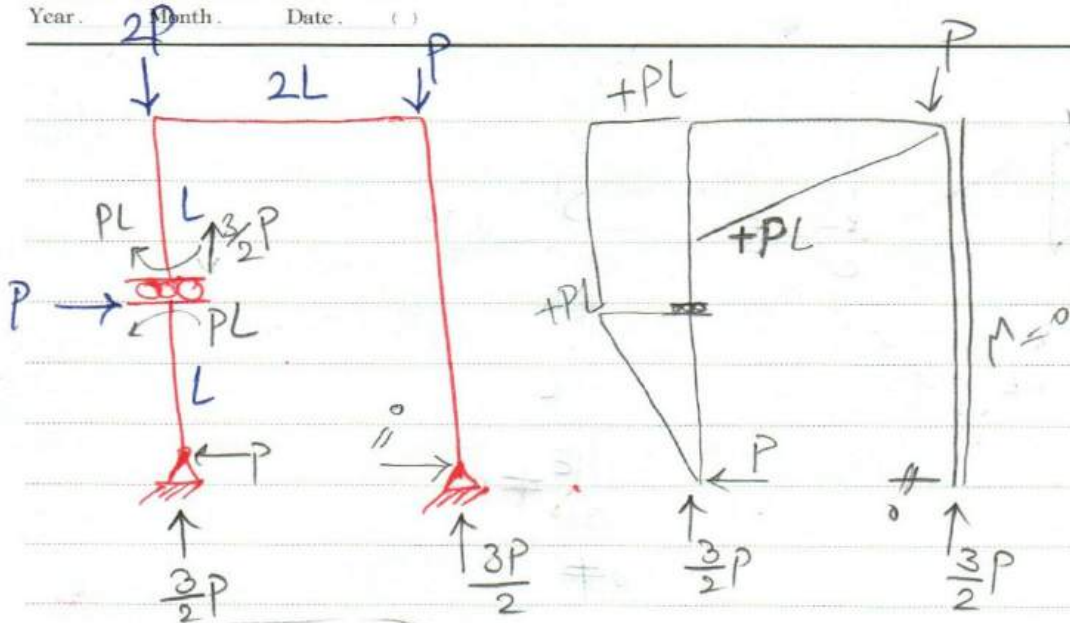
$$WL \times \frac{5}{2}L + 3WL^2 - \frac{WL^2}{2} = \frac{5+6-1}{2} = 5WL^2$$



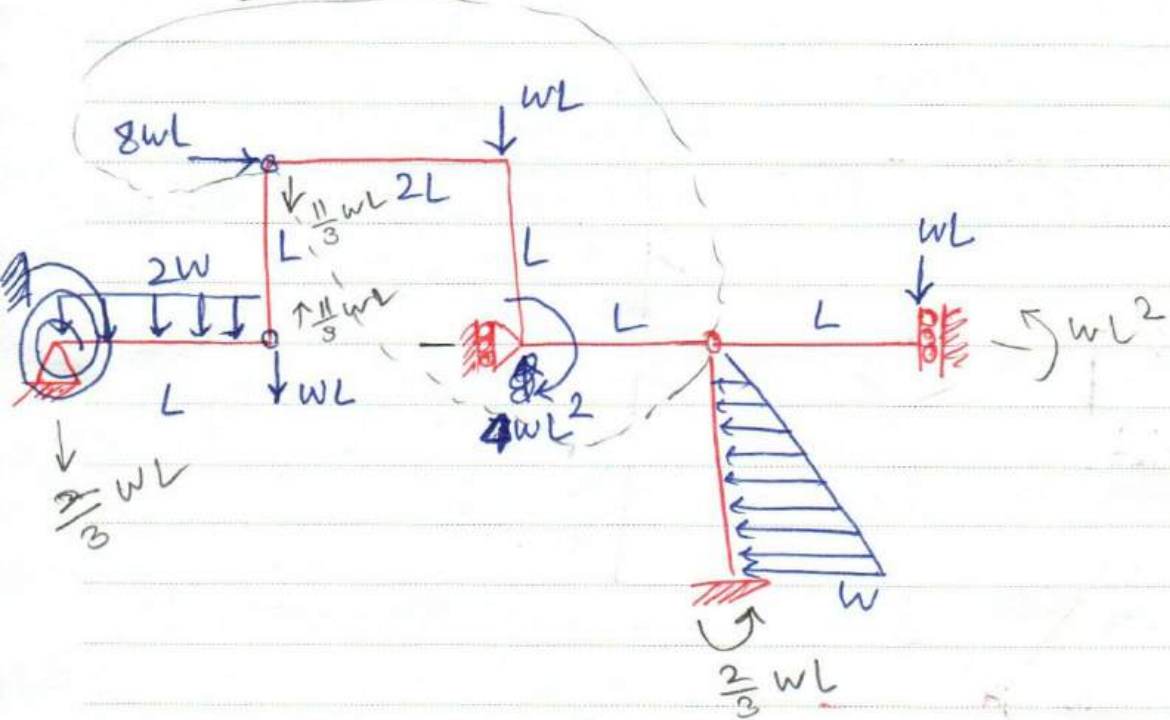


Subject :

Year : Month : Date : ()



مسألة 1

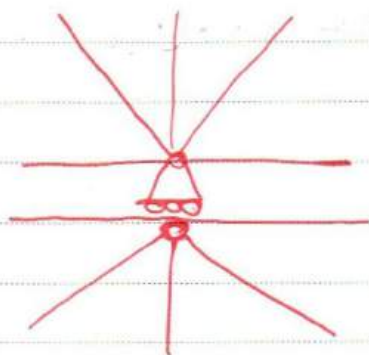
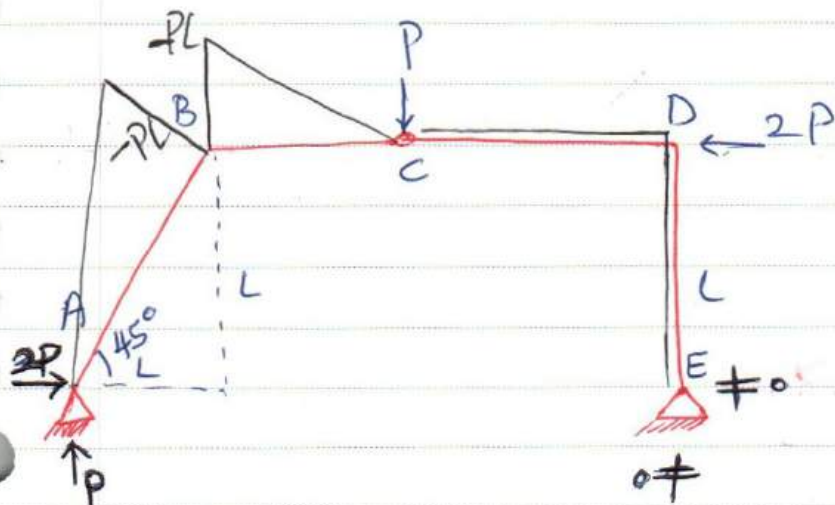


مسألة 2

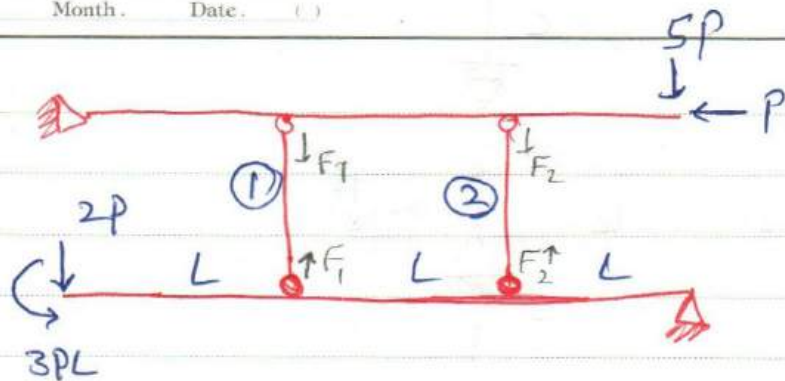
Subject:

Year. Month. Date. ()

12



$$C=7$$



مثال ۱

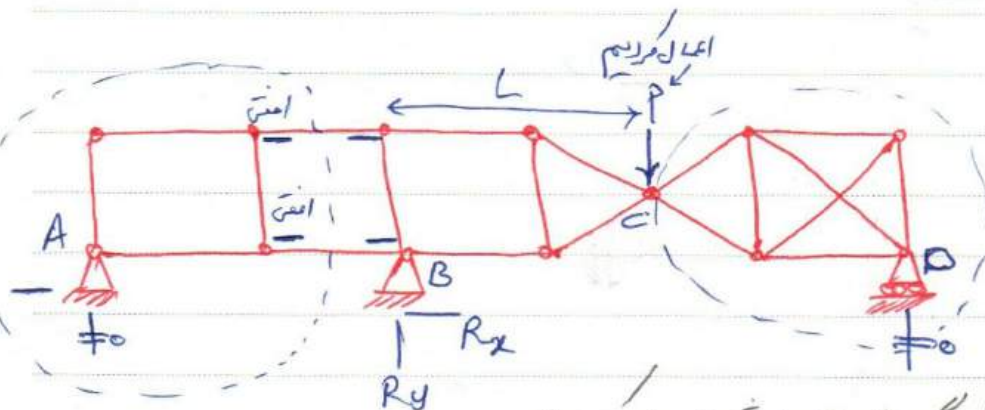
مثال ۲

۴, ۱۱, ۱۲, ۱۵, ۱۶, ۱۷, ۲۳, ۲۴

$$F_1 \times 2L + F_2 \times L = 9PL$$

$$F_1 \times L + F_2 \times 2L = -15PL$$

$$-3F_1 - 33PL \rightarrow F_1 = 11P$$



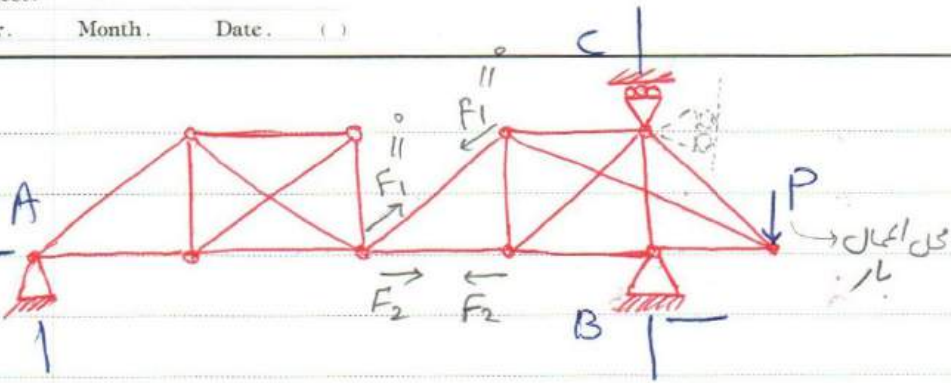
مثال ۱

چون مؤلفی قائم به L و A و D هستند برای L سازه

$$\sum M_B = 0 \text{ می شود و برابر } PL \text{ است.}$$

در سوال قبل اگر تکیه ماه غلظی D به تکیه ماه مفصلی تبدیل شود سازه L و A و D هستند برای L سازه - است (چرا؟)

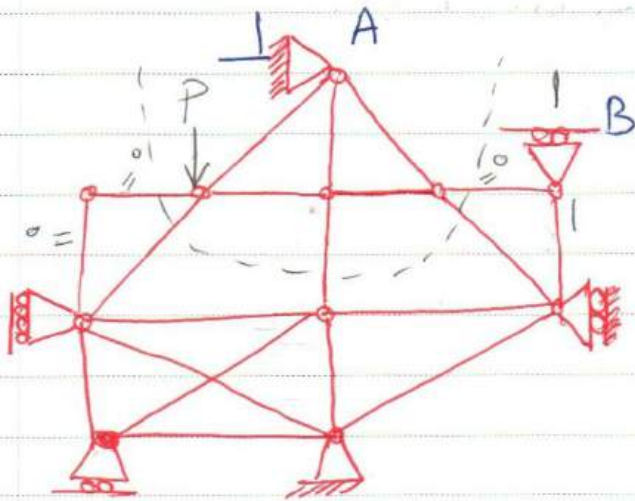
مثال



نیامی‌دار $\sum M_B = P \times L \neq 0$ سازد نیست

در سازه‌ی قبل اگر تکیه‌گاه غلظتی 45° دوران کند، آن نگاه سازه‌ی زیر نیامی‌دار است.

مثال

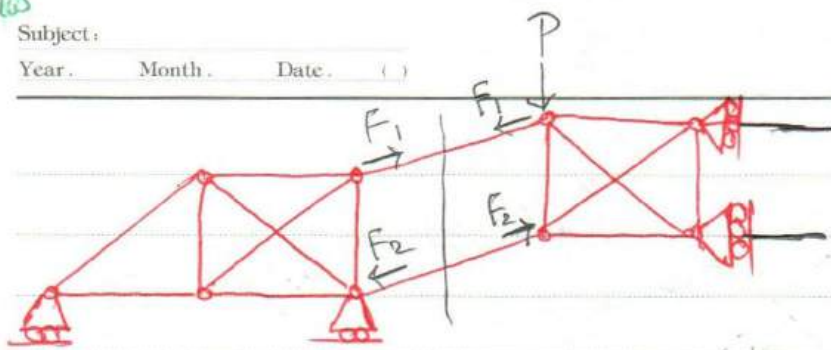


$\sum M_A \neq 0 \rightarrow$ نیامی‌دار است

در سوال قبل اگر تکیه‌گاه غلظتی B مفصلی شود، آن نگاه سازه‌ی جدید نیامی‌دار است. (چرا؟)

Subject :

Year . Month . Date . ()

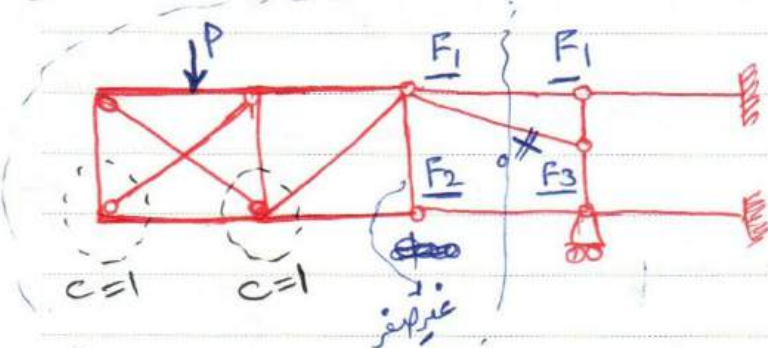


سوال 1

برعکس هم اند F_1 و F_2 $\rightarrow \sum F_x = 0$ سازه ی چپ و هم اندازه هفتند.

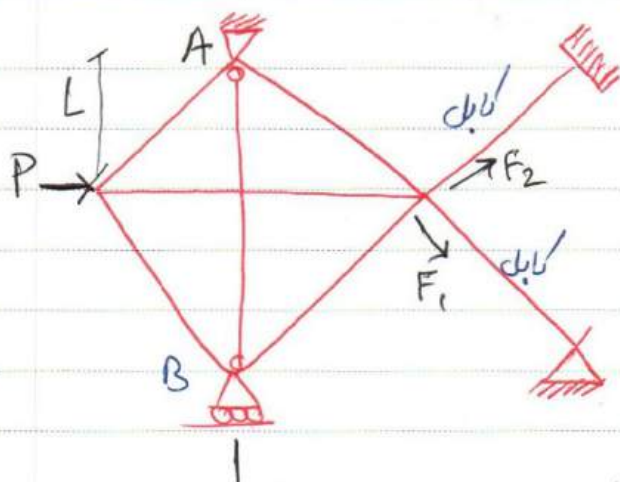
سازه ناپایدار است. $\rightarrow \sum F_y = P \neq 0$ سازه ی سمت راست

در سوال قبل اگر یک از تکیه گاه های تعلقی مفصلی شود، آنگاه سازه ی جدید ناپایدار است. (چرا؟)



سوال 1

ناپایدار $\sum F_y = P \neq 0$ سمت چپ سازه پایدار نیست



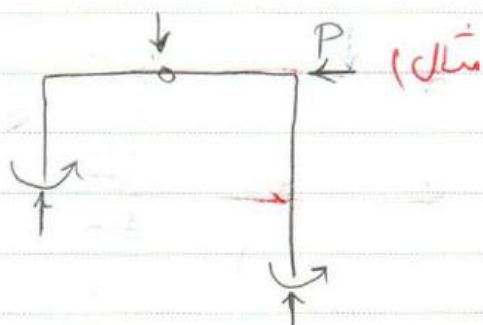
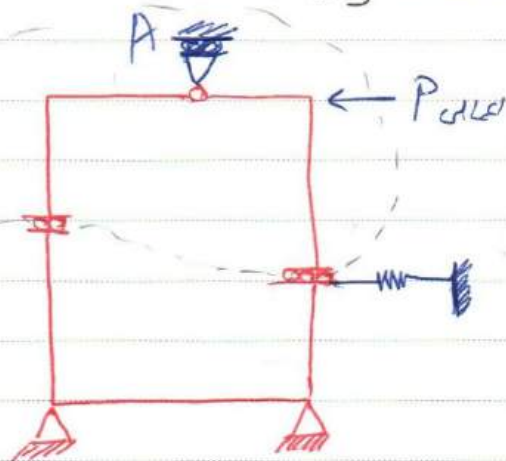
سازه می‌تواند پایدار است. (چرا؟)
در صورتی که قابل نباشد.

قابل عضو در مفضل است که فعلاً کشش

تحلیل می‌کند. با اعمال بار P روی سازه

نیروی F_2 فشاری باید باشد تا گسترده شدن کشش و نیروی فشاری آن صفر است. $\sum M_A = PL \neq 0$

در سازه قبل اگر تکیه‌گاه B مفضل شود سازه بی پایدار است.



$$\sum F_x = P \neq 0 \rightarrow \text{بی پایدار}$$

اگر در سوال قبل تکیه‌گاه مفضل A به تکیه‌گاه مفضل تبدیل شود، سازه جدید پایدار است (چرا؟)

IV

Subject:

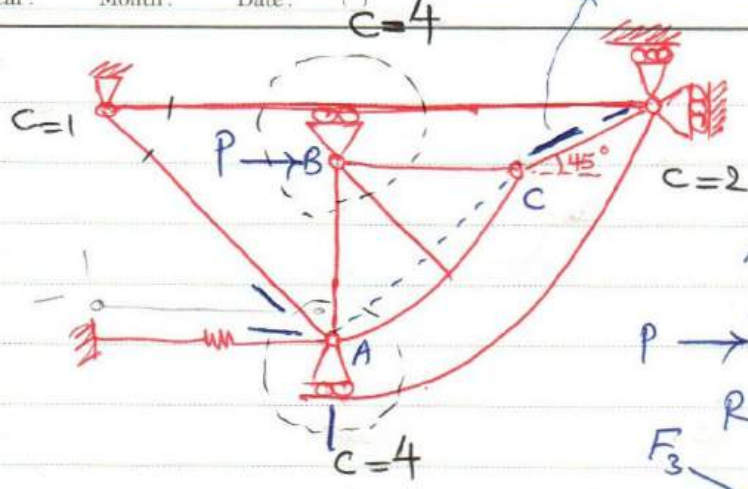
Year:

Month:

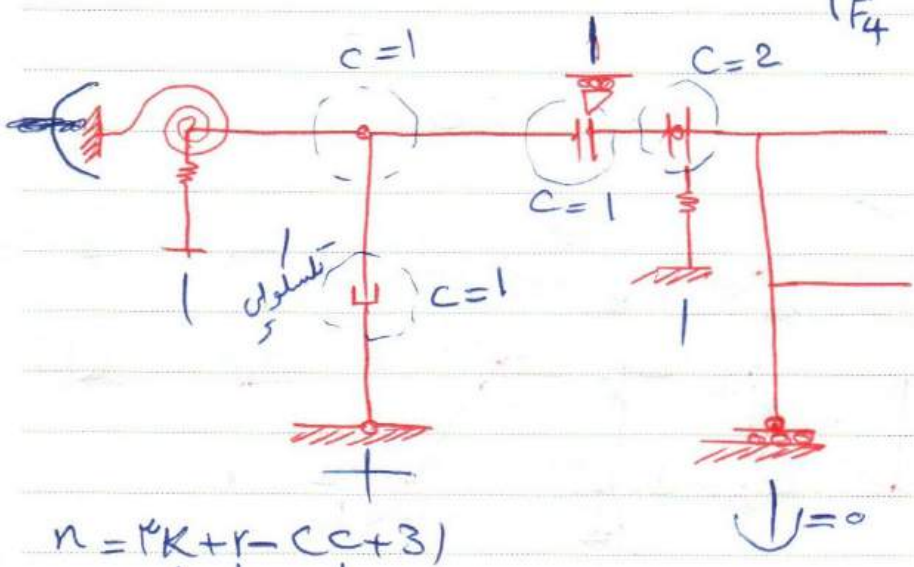
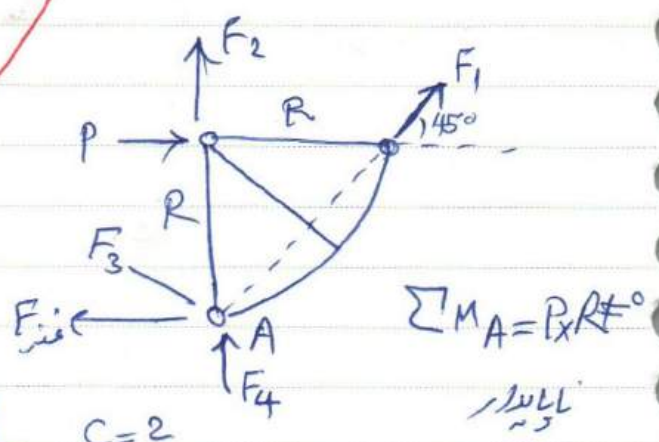
Date:

رأسی آن از A می گذرد

C=4



مسئله



مسئله

ال، و ۷ و ۳ و ۴
↓
مقدار

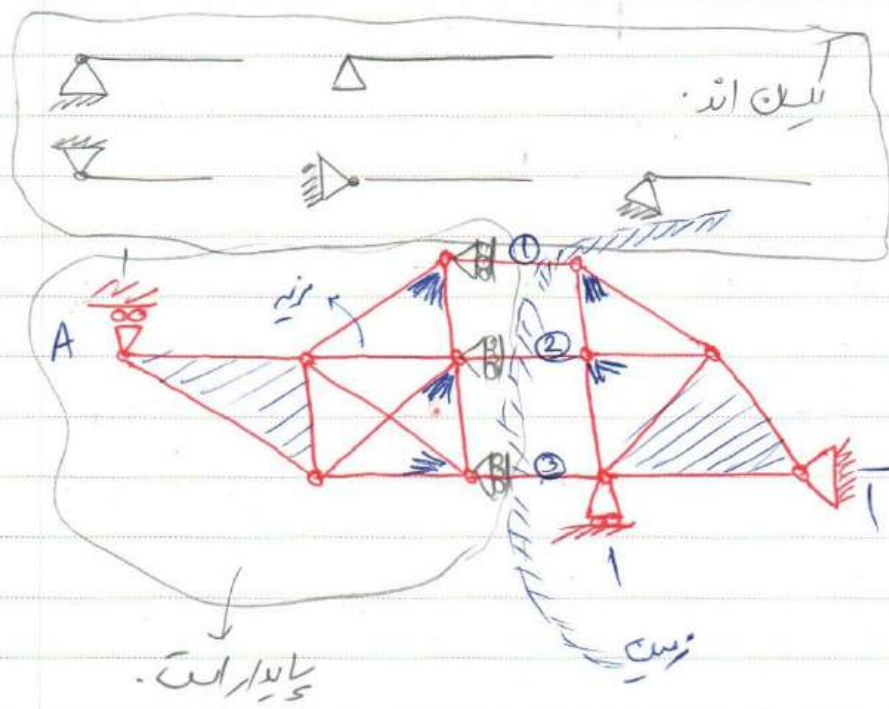
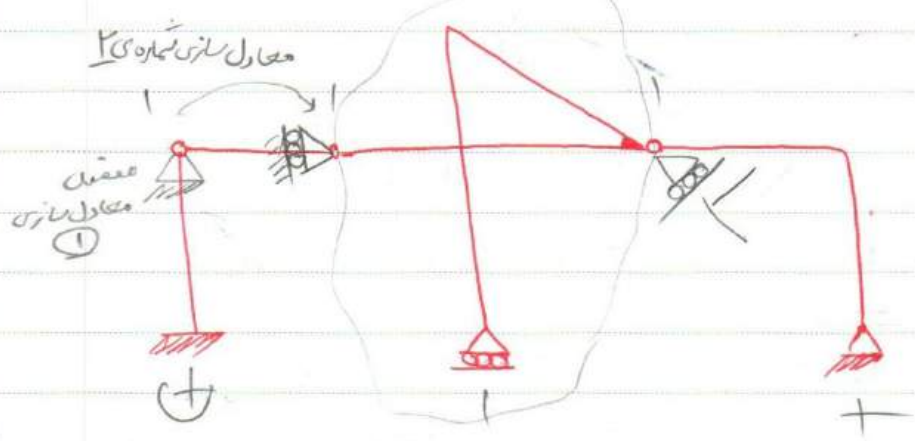
$$n = 2K + r - (C + 3)$$

$\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$
 0 7 5

$$\downarrow = 0$$

این سازه‌ی پایدار (تکلیف ما هم برین نیست)

مثال



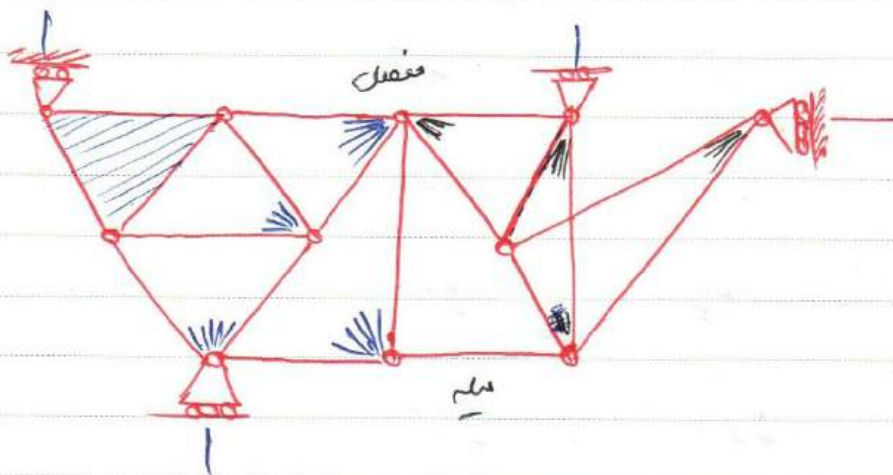
مثال

اگر در سوال قبلی میله‌ی ۱ حذف شود، سازه‌ی جدید پایدار است.

اگر در سوال قبلی میله‌ی ۱ و ۲ را حذف کنیم و شکلی به شکل A را مفضل کنیم سازه‌ی

جدید پایدار است.

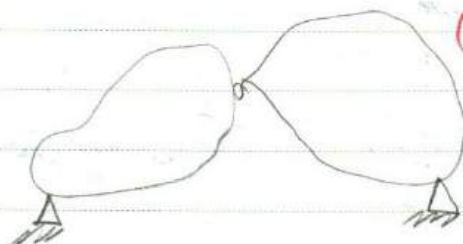
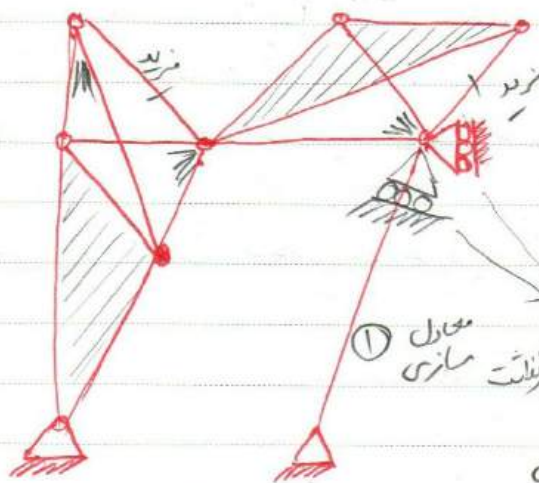
اگر در سوال قبل میله ۱ و ۳ را حذف کنیم غلتک A را از غلتک به مفصل تبدیل کنیم سازه جدید



نا بایدار است.

مثال

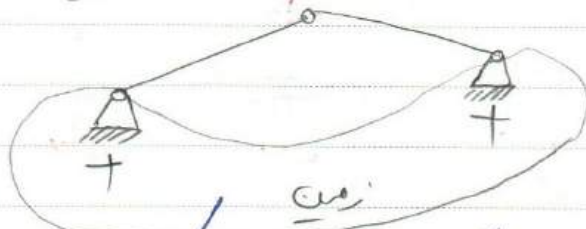
خارجی بایدار
داخلی بایدار



مثال

داخلی نا بایدار
خارجی نا بایدار
می توان یک
میله و یک تکیه
را حذف کرد
معادل
سازه

↓ سازه سازه



اگر در سوال قبل میله ۱ را حذف کنیم، سازه جدید نا بایدار است

۱۰۰ کیلو نیوتن

نا بایدار

نا بایدار

$$n = m + r - 2j = -1$$

2 3 3

سازه داخلی خارجی

① بایدار بایدار بایدار

② نیابیدار نیابیدار نیابیدار

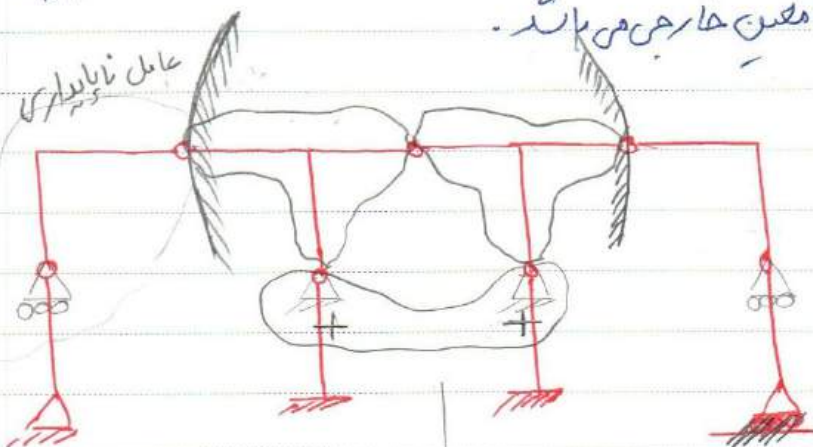
③ نیابیدار بایدار نیابیدار

④ بایدار/بمعین نیست نیابیدار نیابیدار

⑤ بایدار/بمعین نیست ؟ نیاز به بررسی دارد که سیم بایدار یا نیابیدار باشد.

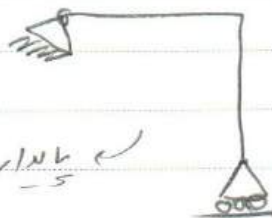
سازه ای از نظر خارجی معین می باشد یعنی عکس العمل تکیه هاها داشته باشد و اگر عکس العمل تکیه هاها داشته باشد، نامعین خارجی می باشد.

عامل نیابیداری

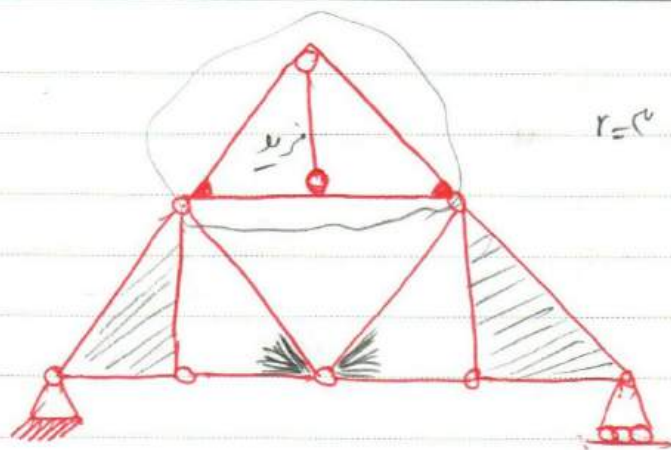


مثال

این بخش بایدار است.



بایدار است - نیابیدار است -

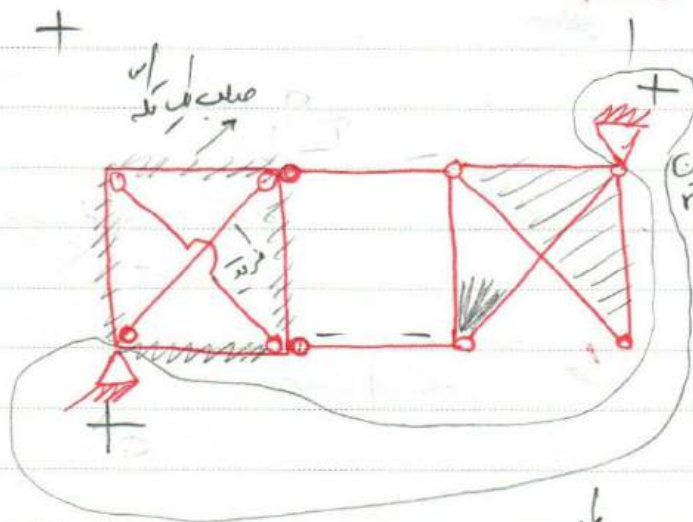


مثال ۱

خارجی پایداری - معین $r=3$

داخلی پایداری

سازه کلاً پایداری است.



مثال ۲

خارجی پایداری - نامعین $r=4$ داخلی پایداری - معین $r=8$

اتصال ۳ حجم است

← پایداری و ۲ مفصل

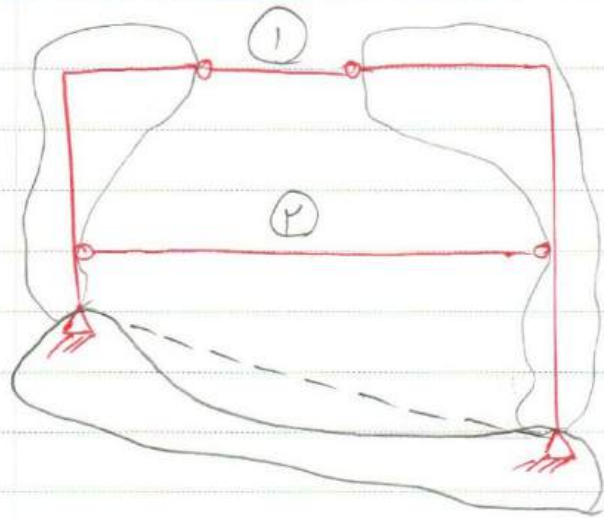
۱- هر مفصل حداقل ۲ میله است

یا هم در یک راستا نیستند

سازه قطعاً پایداری است

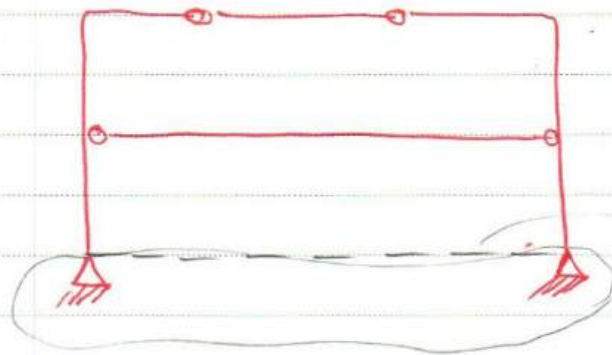
Subject :

Year . Month . Date . ()



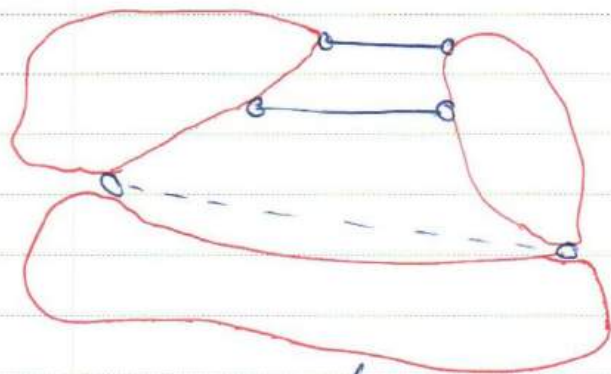
اتصال ۳ هم ۲ دو مفصل و ۲ میله

باید است



استداد دو مفصل با میله موازی است.

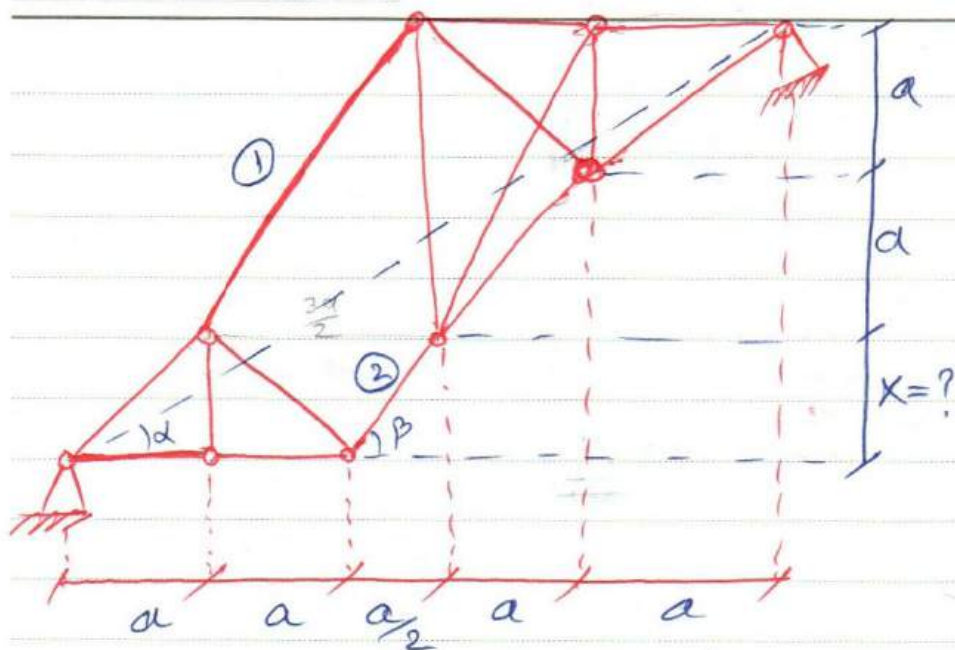
ناباید



اتصال ۳ هم با دو میله موازی و ۲ مفصل در صورتی باید است که استداد دو مفصل موازی

نباشد.

با استداد دو میله



خ مقدار ی باشد تا سازه پایداری باشد ؟

$$\frac{\frac{3a}{2}}{2a} = \frac{\frac{4}{5}a}{x}$$

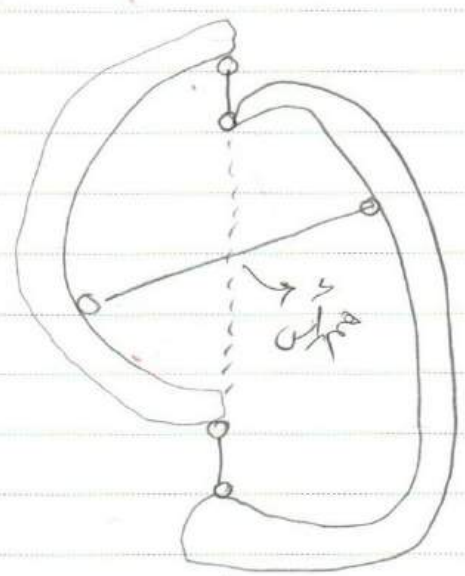
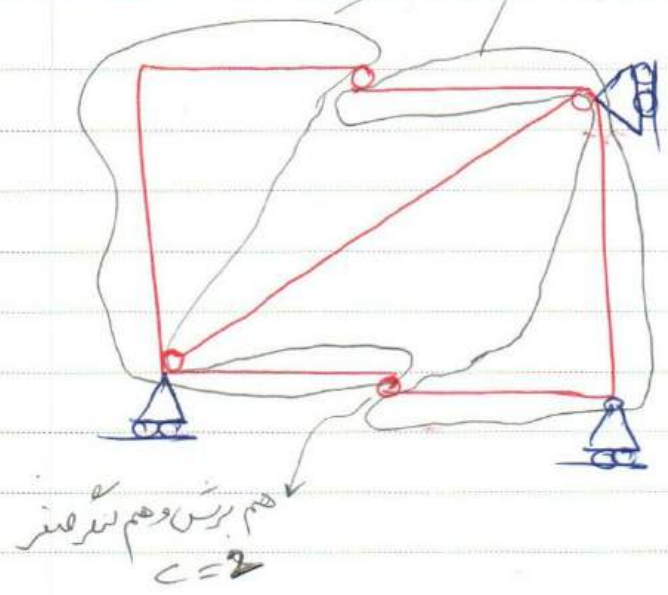
$$x = 4$$

همیشه پایداری - همیشه ناپایداری - برای $\alpha = \frac{1}{4}$ ناپایداری
 برای $\alpha \neq \frac{1}{4}$ پایداری ✓

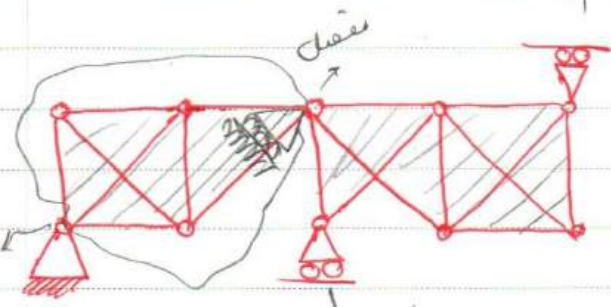
$$\tan \alpha = \tan \beta$$

$$\frac{2a+x}{(\frac{9}{2})a} = \frac{x}{a/2} \rightarrow x = \frac{1}{4}$$

۲- حجم



خارجی - یار - مفصل - $n=3$
داخلی - یار - مفصل - (۳ مفصل هم برش)



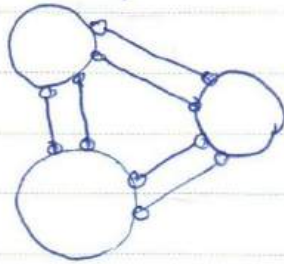
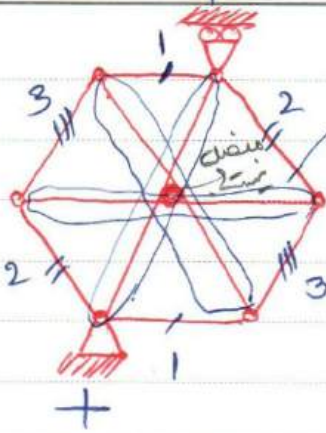
علت این زمین نمی شود

یار

مثال

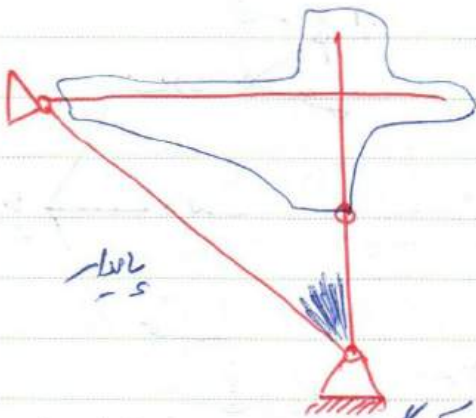
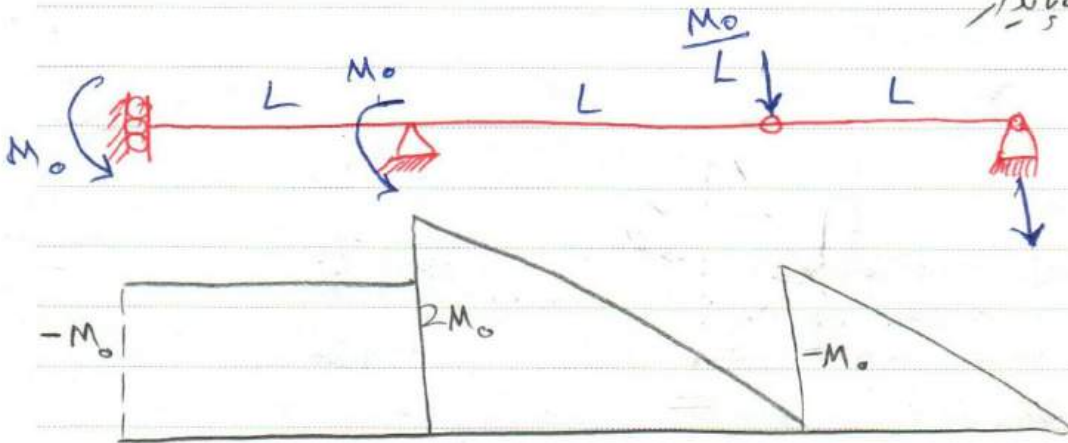
۴ ضلعی منظم

①



ارتباط ۳ به ۳ صلب با ۲ سبکی
دوبه دو محوری

خارجی معین و پایدار
داخلی ناپایدار

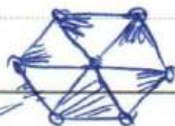


خارجی پایدار

داخلی پایدار

در سوال بالایی صفحه اگر ۴ ضلعی منظم شود آنگاه ما فرقی جدید پیدا می‌کند.

در سوال بالایی صفحه اگر در محل تقاطع بیله یک مفصل قرار دهیم خراب پیدا می‌کند.



پایدار

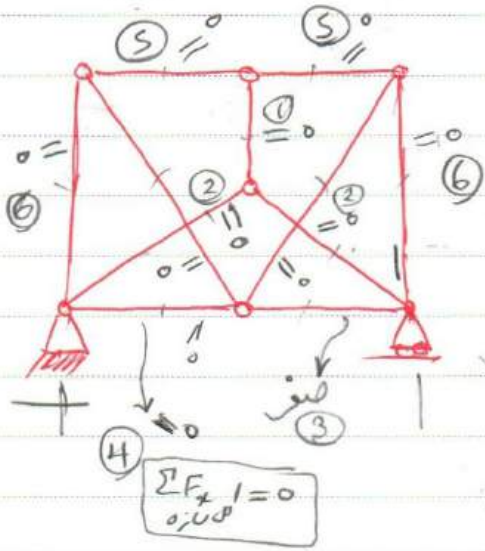
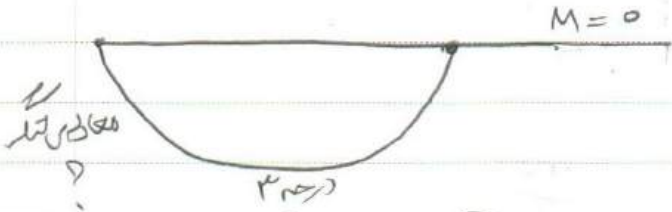
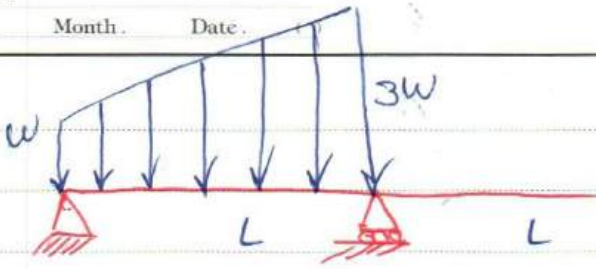
نبرد

Subject :

Year .

Month .

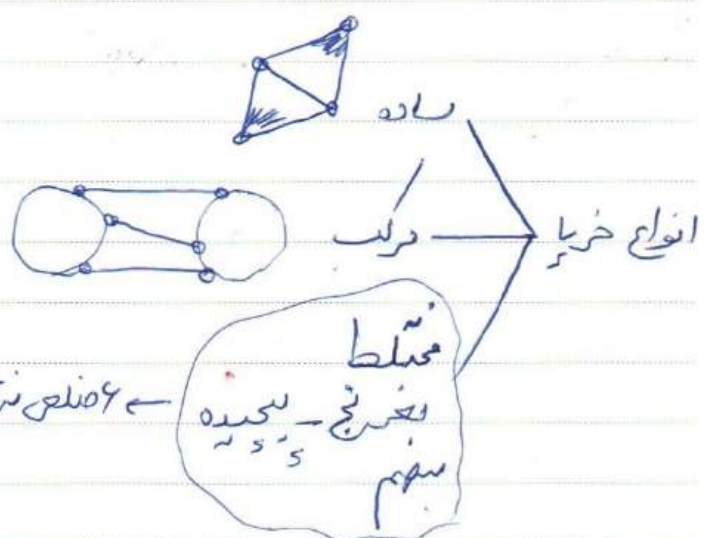
Date .



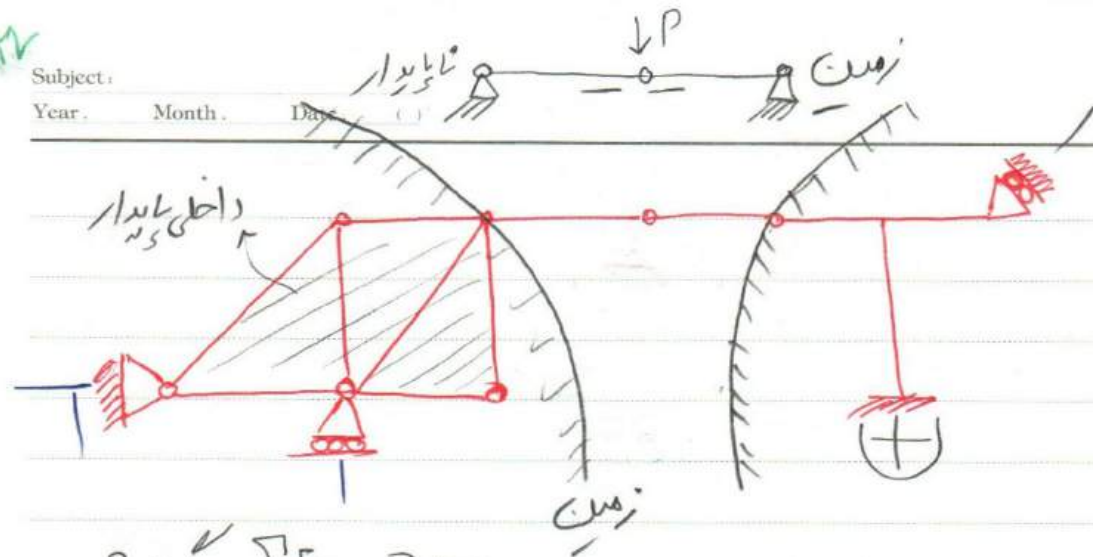
$$n = m + r - 2j$$

$$11 + 3 - 2 \times 7 = 0 \rightarrow \text{مستقر}$$

بدون اتصال خارجی



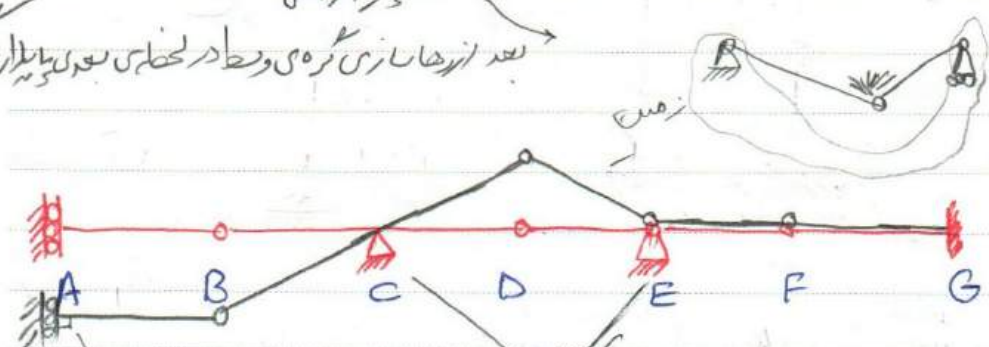
۶ ضلعی منتظم صفحه قبل



گره B $\sum F_y = P \neq 0$

نیایداری آنی

بعد از برش از هر دو طرف و خط میانی بعد از برش



تکانه‌ها در جابجایی‌ها هستند

نیایداری

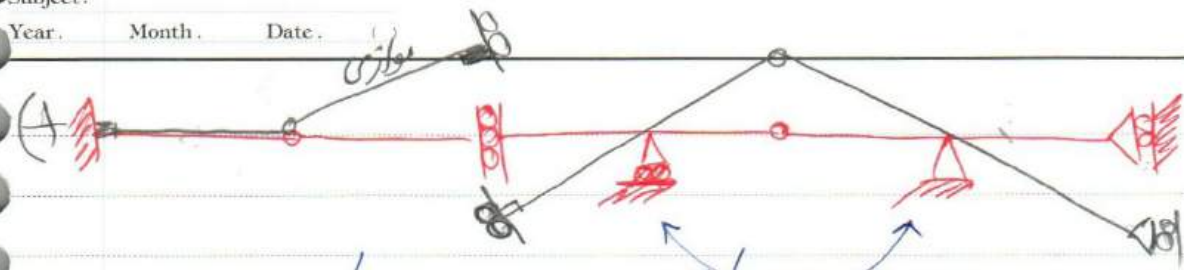
شیب در غلظت برش صفر است

مکانیسم ۲ نکته دارد:

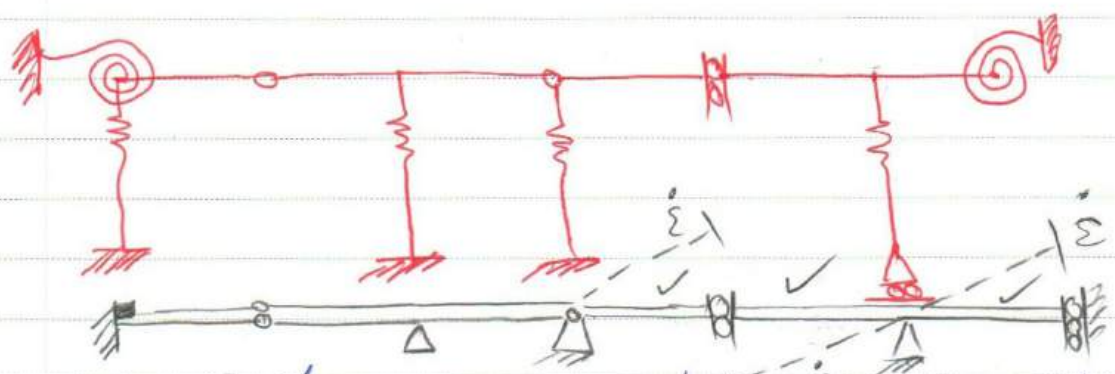
- ۱- نمودار مکانیسم همواره خطی می‌باشد.
- ۲- تکانه‌های غیر چرخنده در مکانیسم جابجایی نباید بشود.
- ۳- شیب در تکانه گیردار و غلظت برش صفر باید باشد.
- ۴- فقط و فقط در محل مفصل خمشی می‌توان اختلاف زاویه داشت. (تکانه)
- ۵- در محل مفصل برش می‌توان اختلاف تغییر مکان داشتیم. به طور کلی به طور کلی مفصل برش با هم موازی باشند.

Subject :

Year . Month . Date .



در تیرهای تکیه ماه درخدا و غیره خدا را با هم می‌کنند چون نیروی محوری در تیر مهم نیست.



تکیه ۲ می‌کنیم : برای رسم نمودار خطی می‌توانیم به جای فنرها از تکیه‌گاه معادل آن استفاده

نمودار. یعنی به عبارت دیگر کنت فنر را به بی نهایت میل داد

چون نمی‌توانیم که فنر را رسم نمود پس سازه را بدایر است .

$$\delta = \frac{F}{K} = 0$$

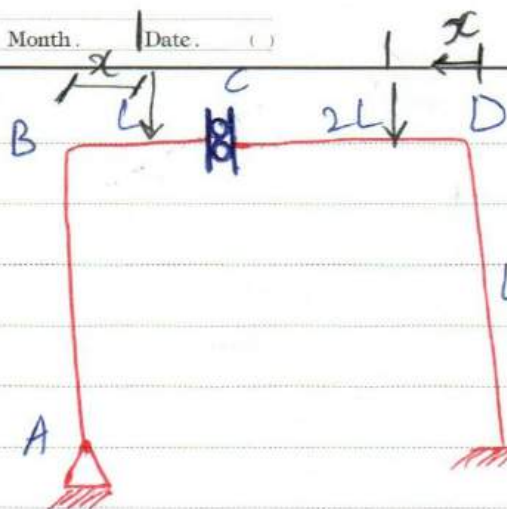
$$\theta = \frac{M}{K} = 0$$

$K \rightarrow \infty$

۲۰ ۳۰ ۵ ۵۲ ۶۰ → نت ؟
له معاد !

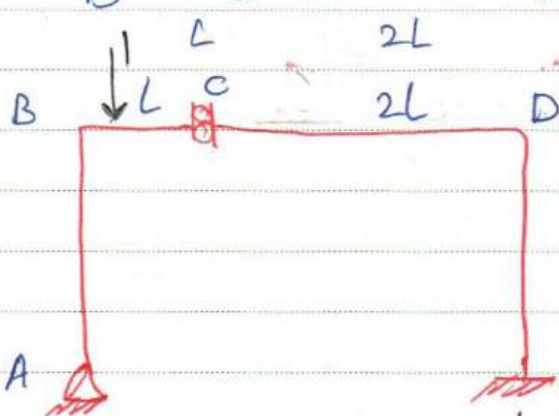
خطا تأثیر قاب

شکل قاب نامعلوم

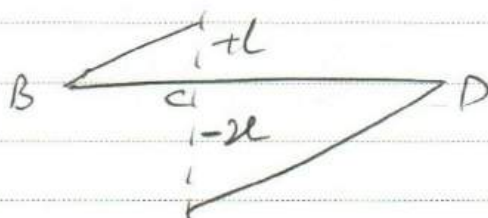


بار در جهت BCD حرکت می کند. مطلوبیت

خطا تأثیر عکس العمل قائم به سطح را به سیردار؟

رسم نمودار لنگر به سیردار
خطا تأثیر

$$\begin{aligned}
 BC \rightarrow (\sum M_A = 0) &\rightarrow M = 1 \times x \begin{cases} x=0 \\ x=L \end{cases} \\
 DC \rightarrow (\sum M_E = 0) &\rightarrow M = 1 \times x \begin{cases} x=0 \\ x=2L \end{cases}
 \end{aligned}$$

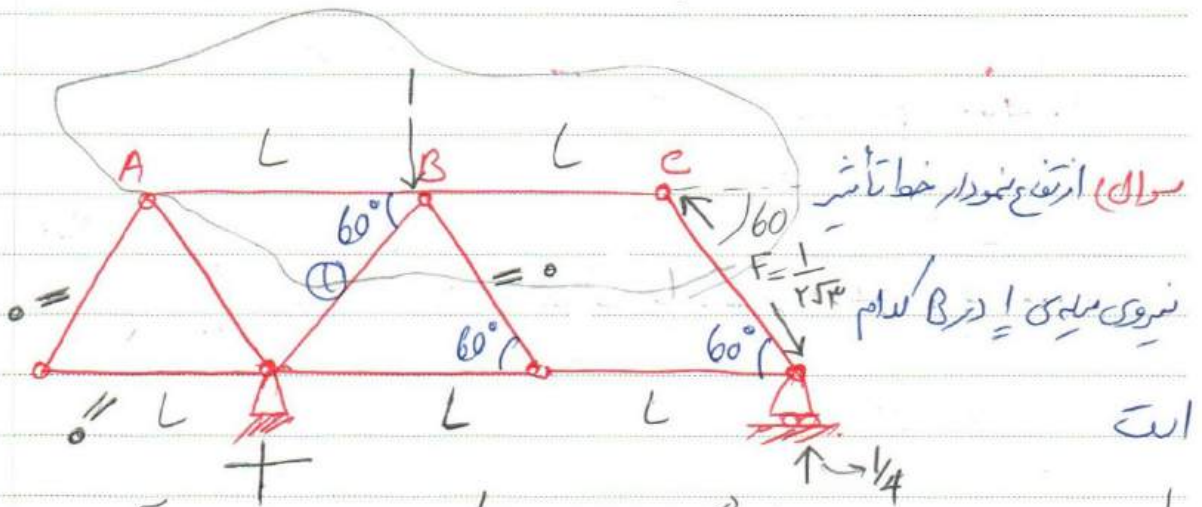


Subject:

Year: Month: Date: ()

خط تائش
 R_A
 A_x

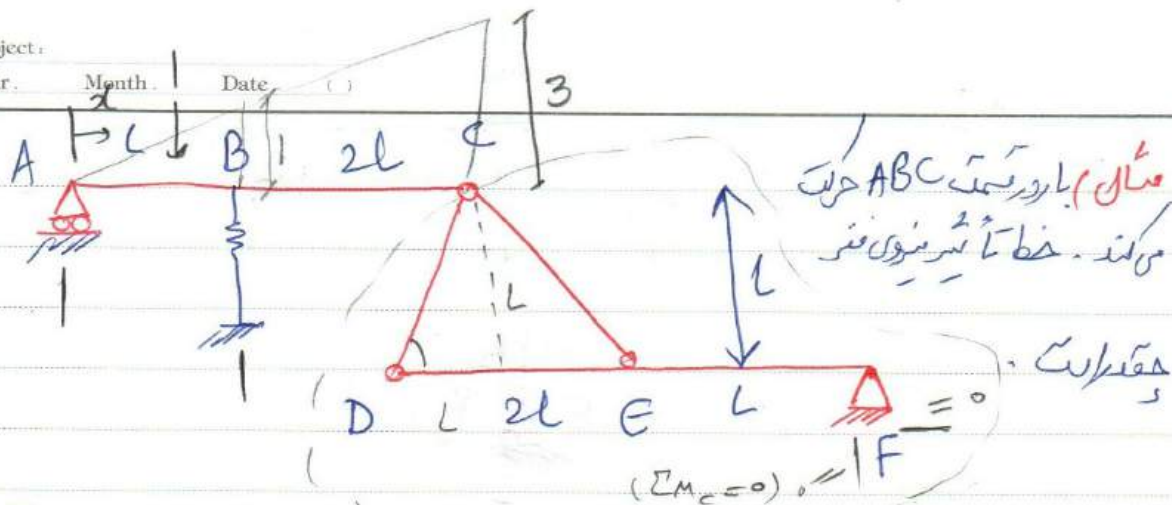
نیم



یعنی بار ایروی B باشد بخارزه یعنی استاتیکی نیروی عضو را بدست آورید.

$$\sum M_A = 0 \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \times \sin 60 \times 2L + F_1 \times \sin 60 \times L = 1 \times L$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow F \times \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1}{2} \rightarrow F = \frac{\sqrt{3}}{3} \checkmark$$

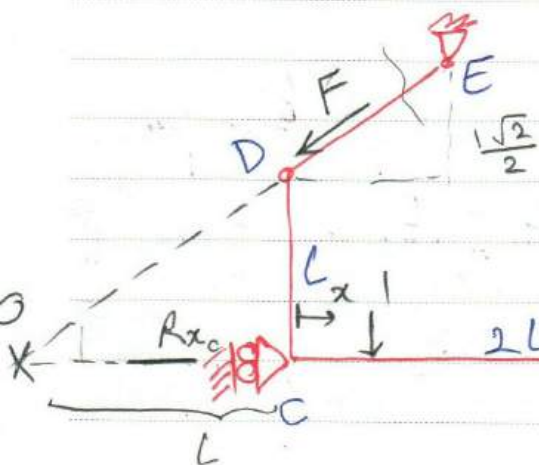


$$\sum F_x = 0 \quad R_{Fx} = 0$$

$$\sum M_C = 0 \quad R_{Fy} = 0$$

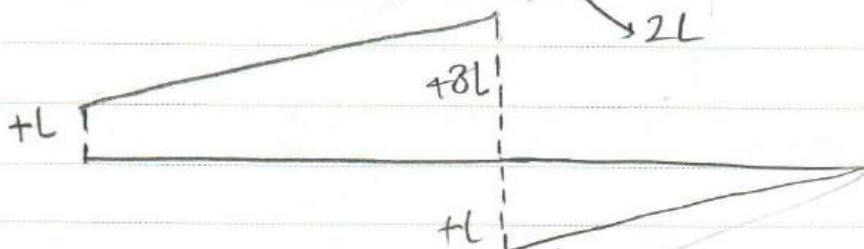
$$\sum M_A = 0 \rightarrow F \sin \alpha \times L = 1 \times x \rightarrow F \sin \alpha = \frac{x}{L}$$

$\begin{cases} x=0 \\ x=L \\ x=3L \end{cases}$



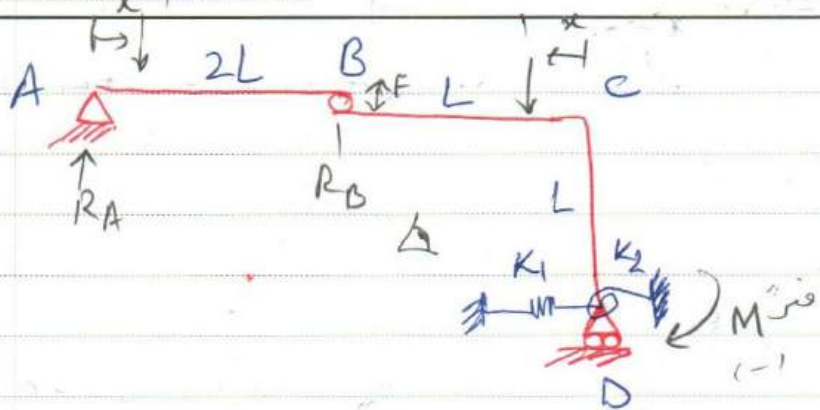
مثال بار و حرکت ABC حرکت می کند. خط تأثیر نیروی F

$$\sum M_O = 0 \rightarrow M_{\text{فر}} = 1 \times (x + L)$$



$$\sum M_O = 0 \rightarrow M_{\text{فر}} + 1 \times (3L + x) = 1 \times 4L \rightarrow M = L - x$$

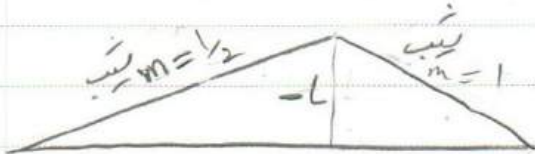
$\begin{cases} x=0 \\ x=L \end{cases}$



مسألة لتكرار
قوة بار ABC

$$R_B \times 2L = 1 \times x \rightarrow R_B = \frac{x}{2L} \rightarrow M_D = \frac{x}{2} \angle 2L$$

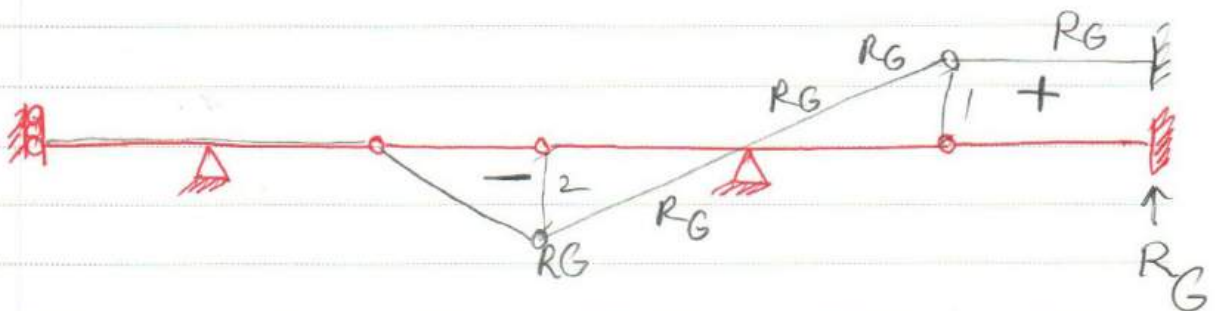
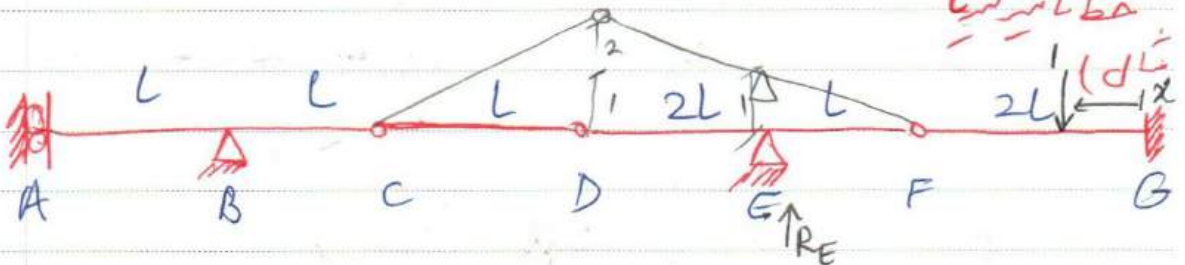
$$1 \times x = M_{\text{فر}} \quad M_{\text{فر}} = x \angle 0$$

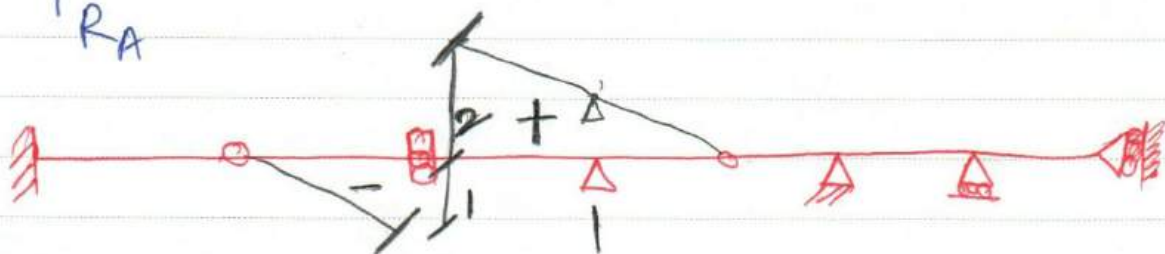
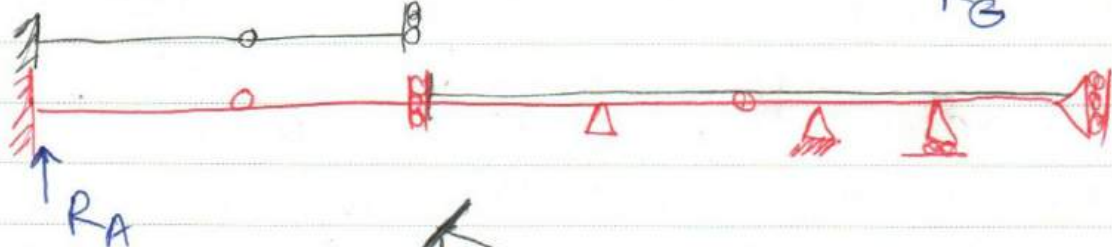
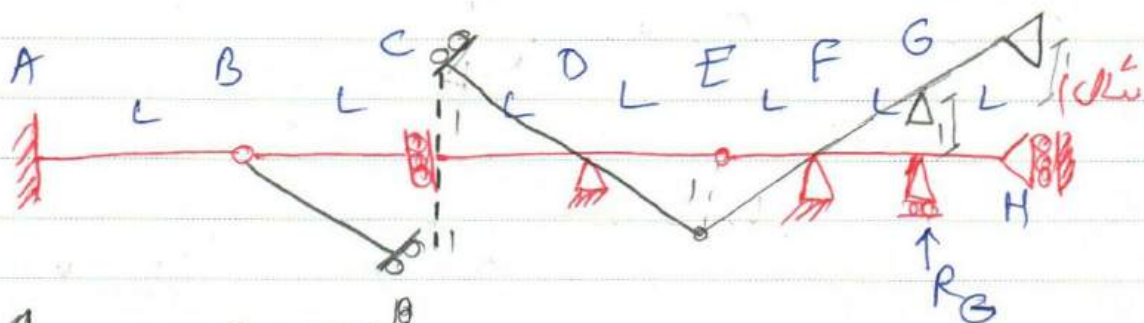
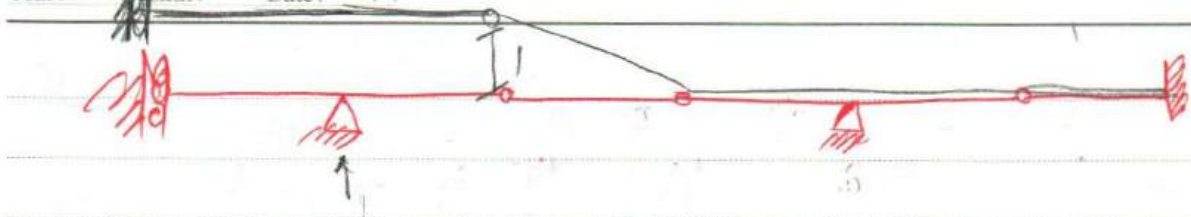


2L

4 فصل 1A 0V 2r 2r 1r 1r

خطات تدریج



Year. 79 Month. 12 Date. 10 ()

Subject:

Year:

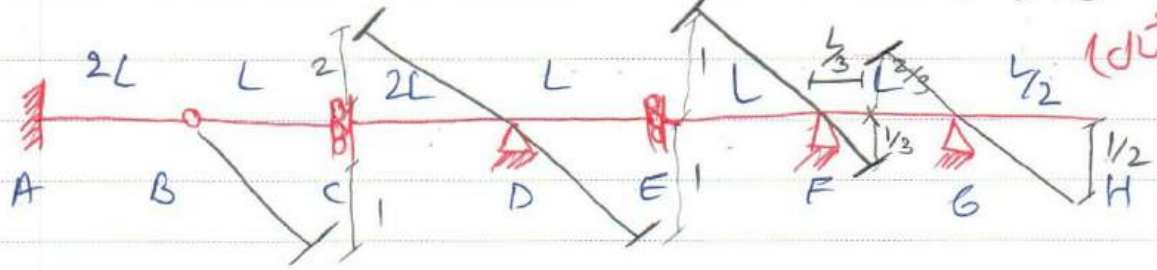
Month:

Date:

()

۳ از F برش داخل می‌گردد

مسئله



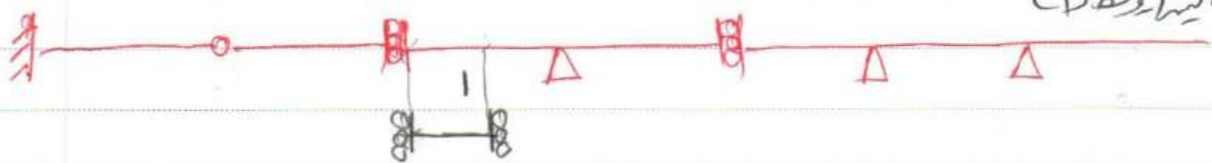
برش در ۱/۳ از تکیه‌گاه

برش در E

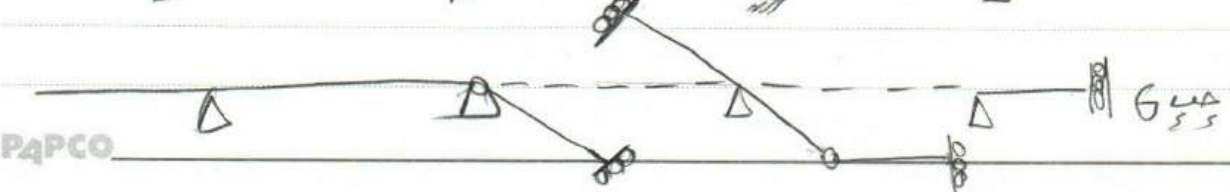
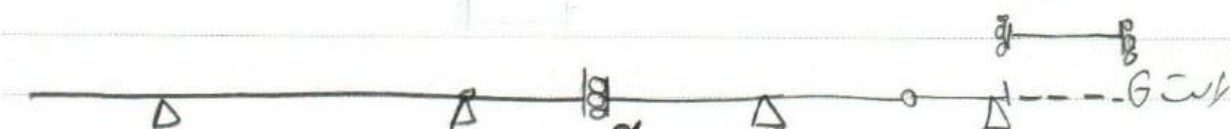
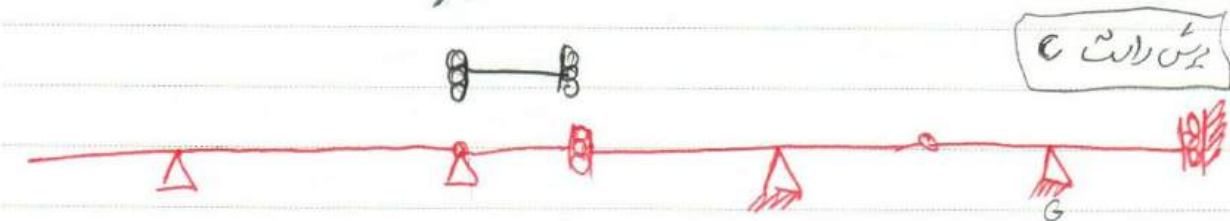
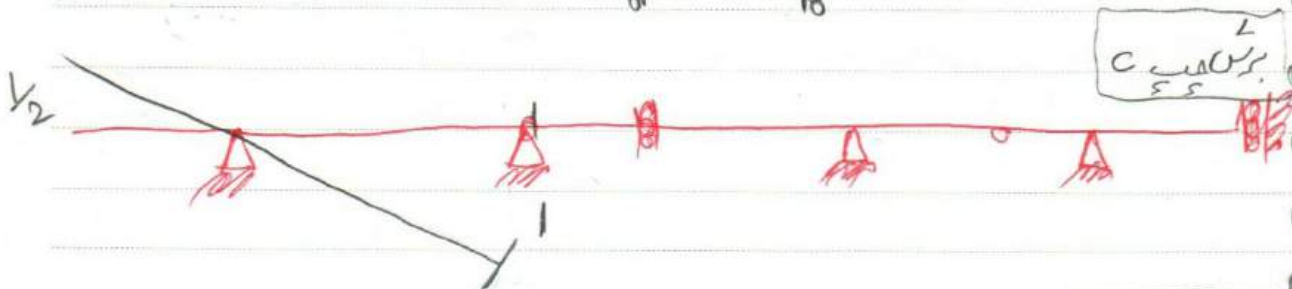
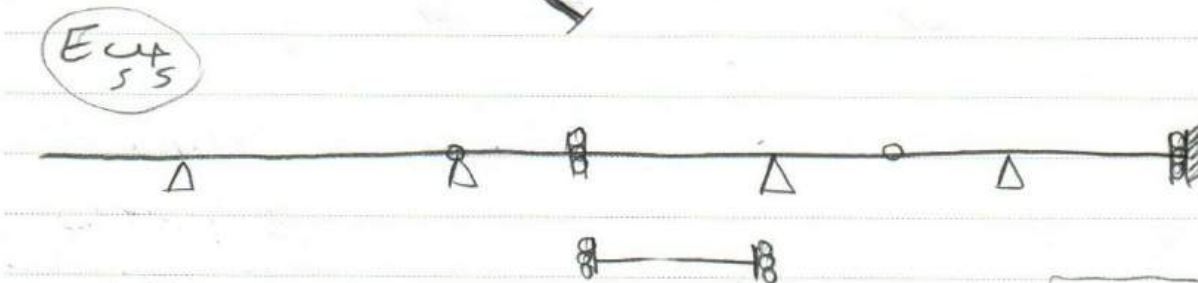
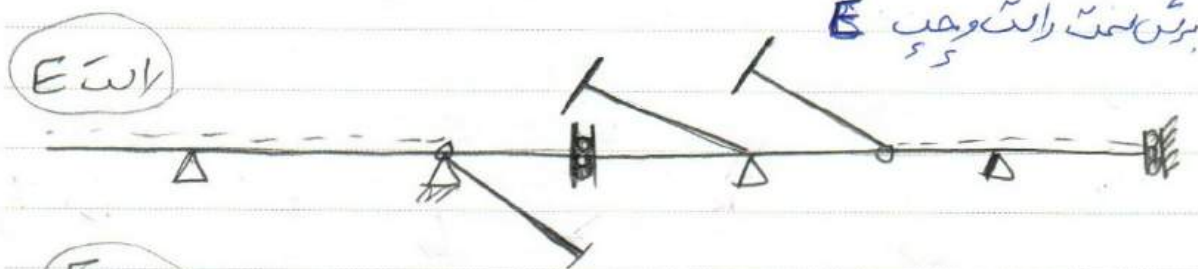
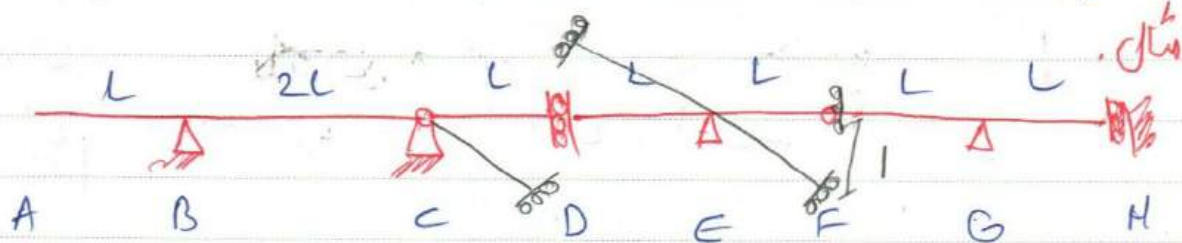


$V_C = V_E = V_H = 0 \rightarrow$ خط تأثیر برش در این نقاط همیشه صفر می‌گردد

خط تأثیر و ربط CD



در ربط C, D یک واحد پائین آوردیم

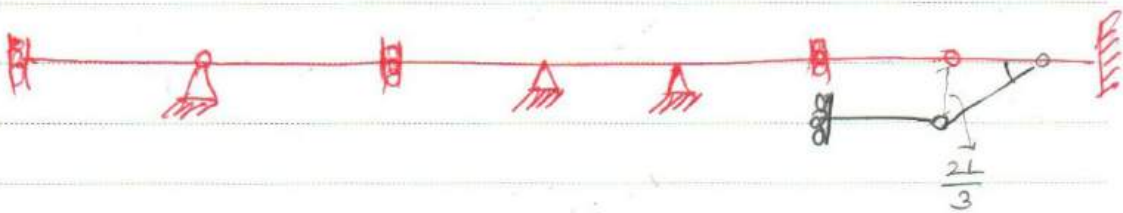
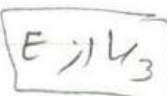


Year.

Month .

Date .

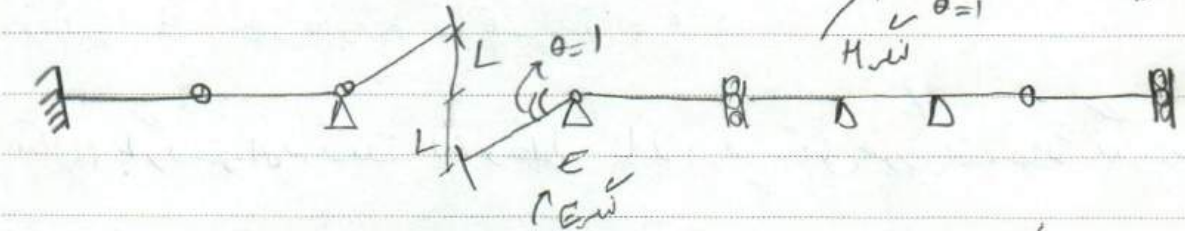
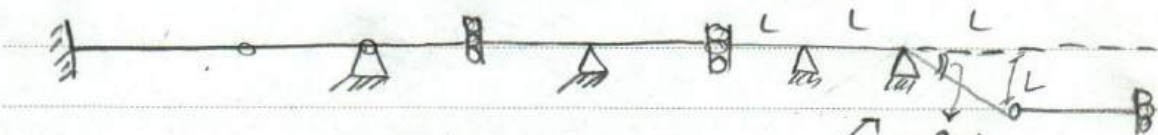
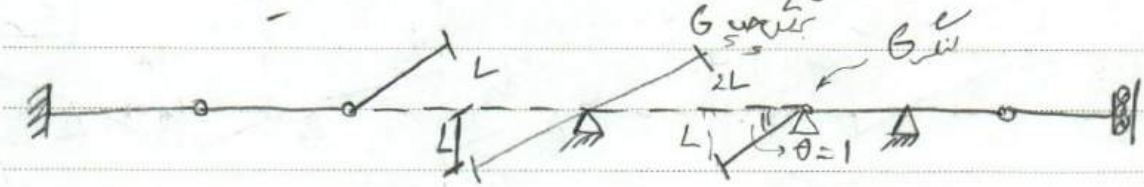
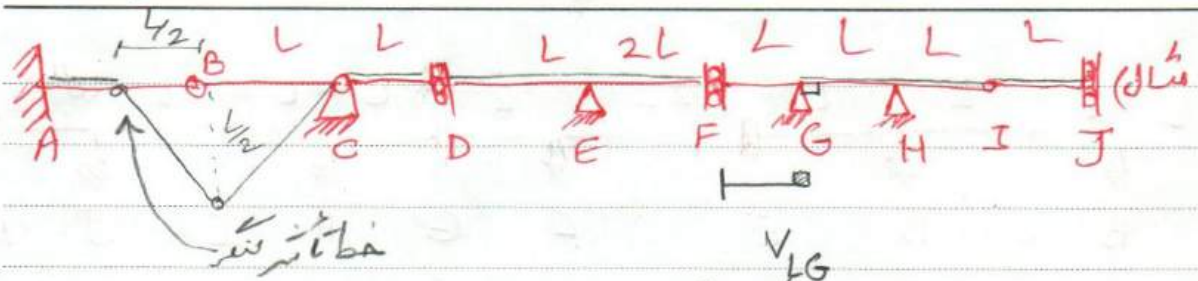
()



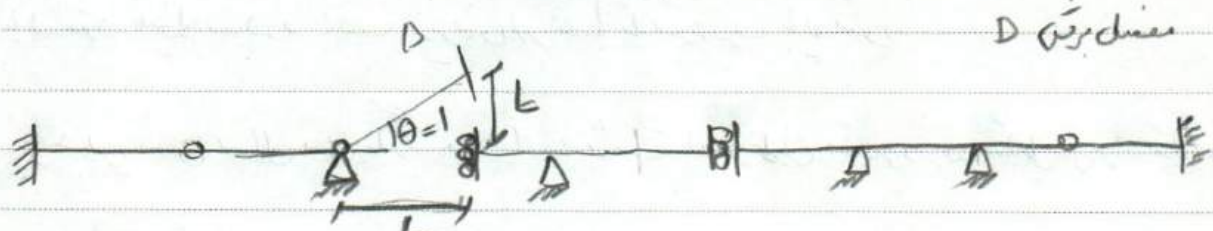
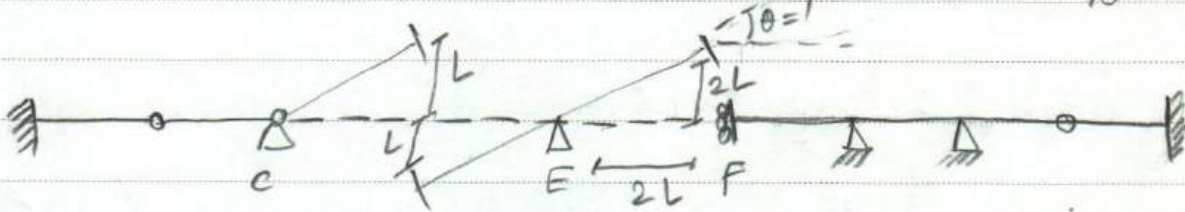
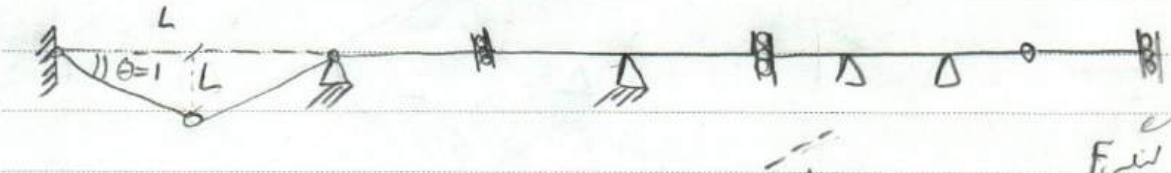
خطا شمر از این مورد

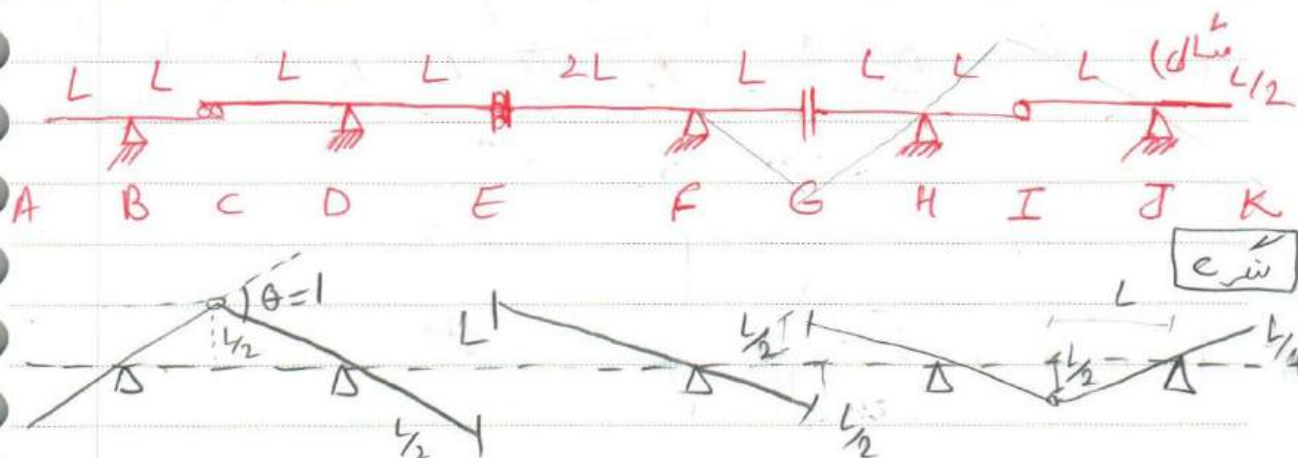
Subject:

Year: Month: Date: ()



خطا لایق نقاب I, B, C مفراست و خط مستقیم باشد.

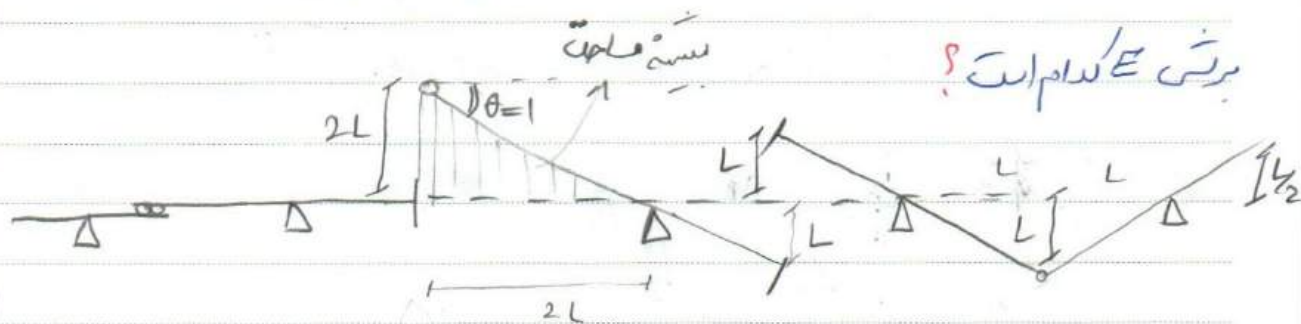




در نقاط A و I و K تگر منفردات و خط تأثیر آن منفردات .

در نقاط A و E و G و K خط تأثیر برش منفردات .

مثال) بار گسترده ای به شدت w و طول $2L$ در تیر متناهی عبور می کند، حداکثر تگر در بعضی

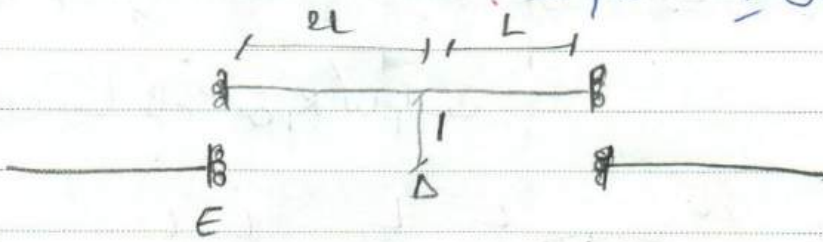


$$\text{حداکثر تگر} = 2L^2 \times w = 2wL^2$$

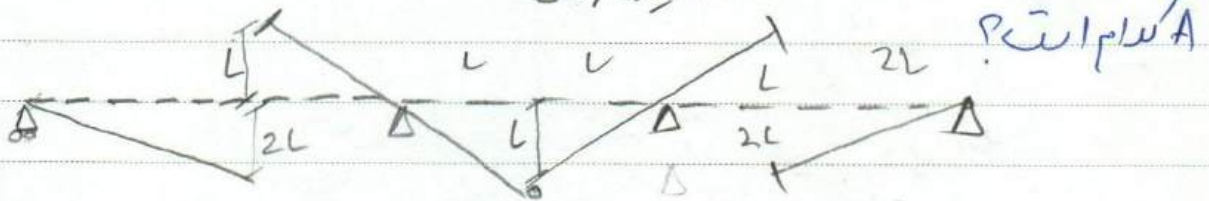
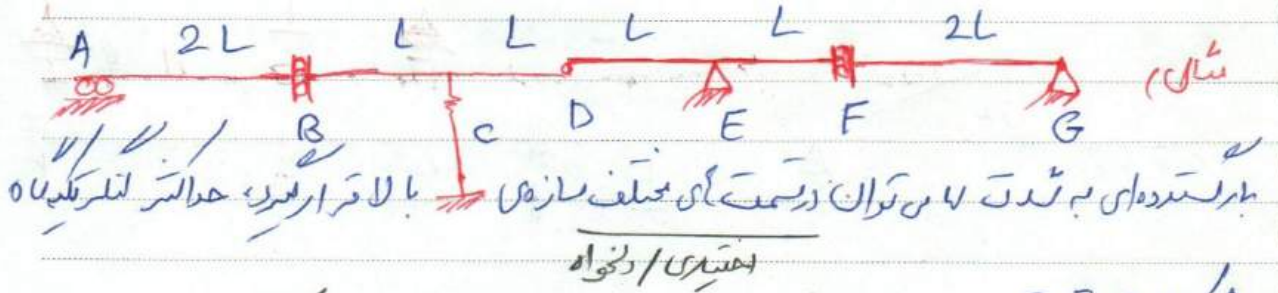
بار گسترده که باعث در مساحت زیر نمودار خط تأثیر ضرب باید شود.

چرا جوابی؟ در سوال متغیر بار گسترده ای به شدت w و طول متغیر در تیر متناهی می تواند قرار گیرد.

عبارت شکل اصل را برعکس کنید. کدام است؟



$$M_{max} = 3wL$$



$$+ \text{تنش} = w \left(\frac{L^2}{2} + \frac{L^2}{2} \right) = L^2 w$$

$$- \text{تنش} = \frac{2L \times 2L}{2} + \frac{2L \times L}{2} + \frac{2L \times 2L}{2} = 5L^2 w$$

Subject:

Year:

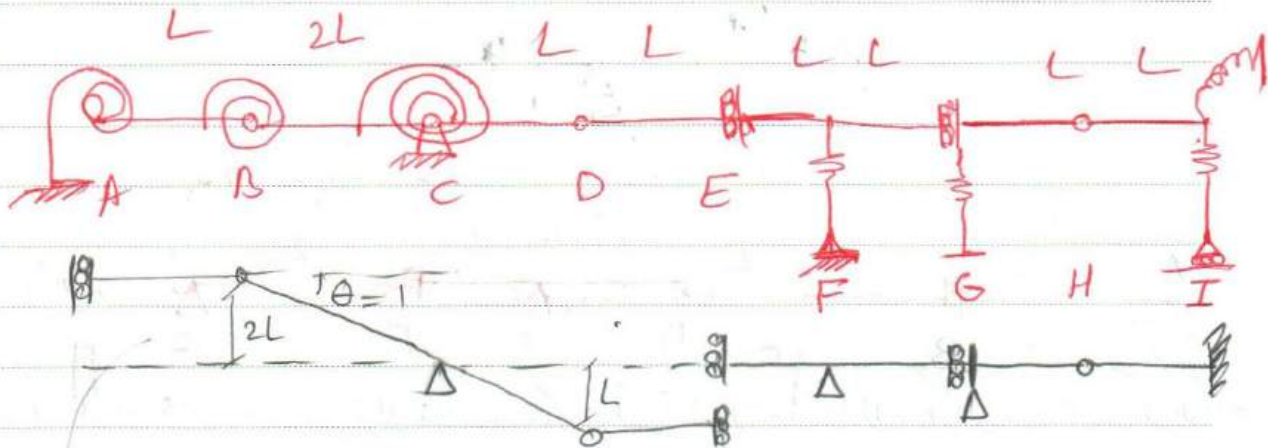
Month:

Date:

()

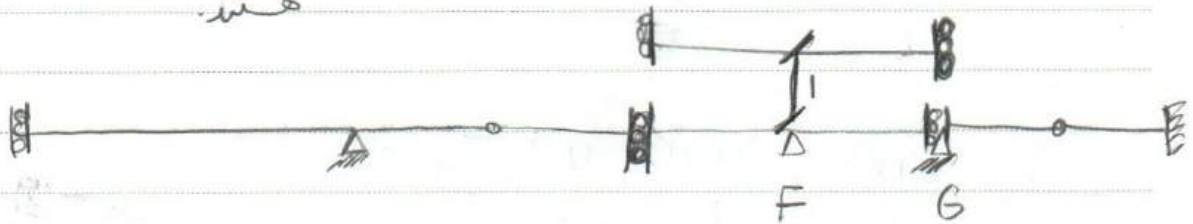
آزمون ۲ حداکت و تحلیل سازه

دو نیروی همگرا P به فاصله ثابت $\frac{L}{3}$ و یک نیروی همگرا $4P$ روی تیرهای ثابت حرکت می کنند، حد اکثر دوران فقط B به سمت K_1 کدام است

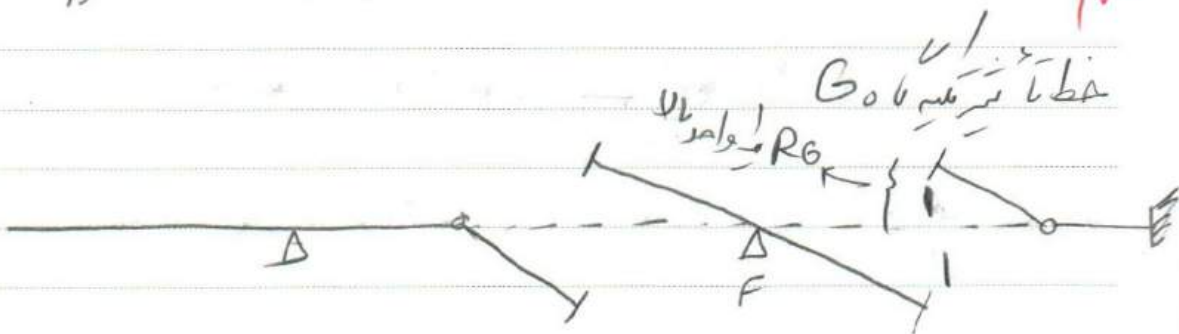


$$\theta = \frac{M_{max}}{K} = \frac{12P}{K_1}$$

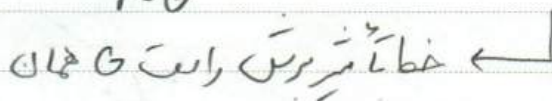
همین نیرو را در این فاصله حرکت



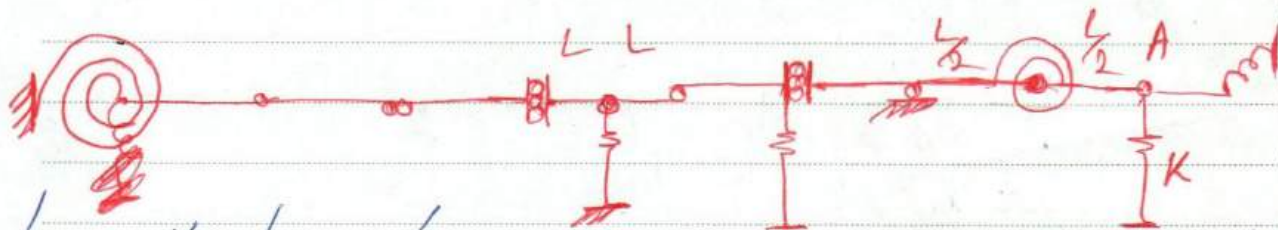
$$F_{fixed} = 1 \times P + 1 \times P + 1 \times 4P = 6P$$



بریں است $\frac{1}{S} \rightarrow G^0$ ← صفر است .

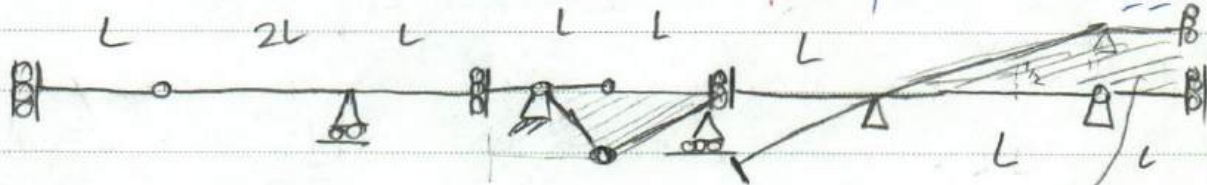


15 1A 6A 7A 8 9 10 11 12 13 14 15 16



بارگشته ده‌ای به شدت w و طول $2L$ در تیر مقابل عبور کند / اثر می‌کند / می‌گذرد، حد اکثر

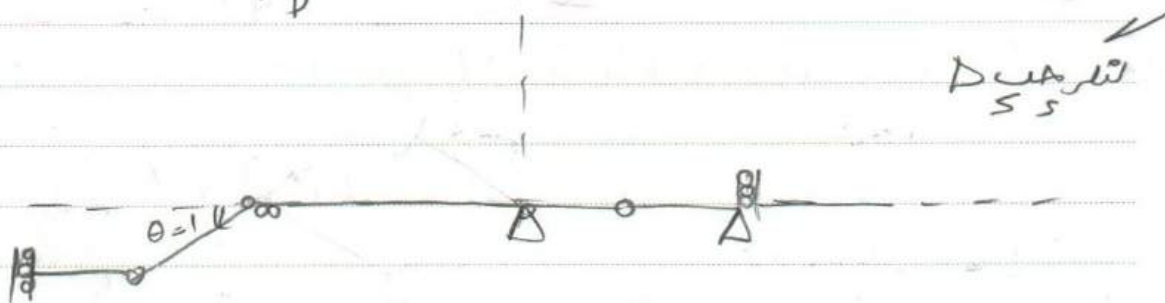
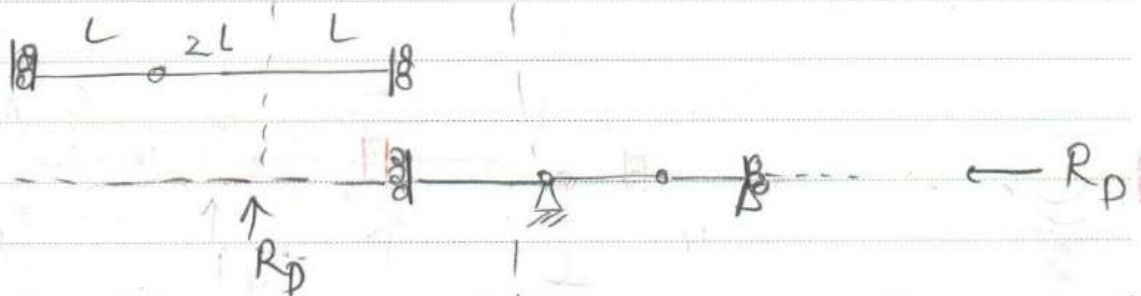
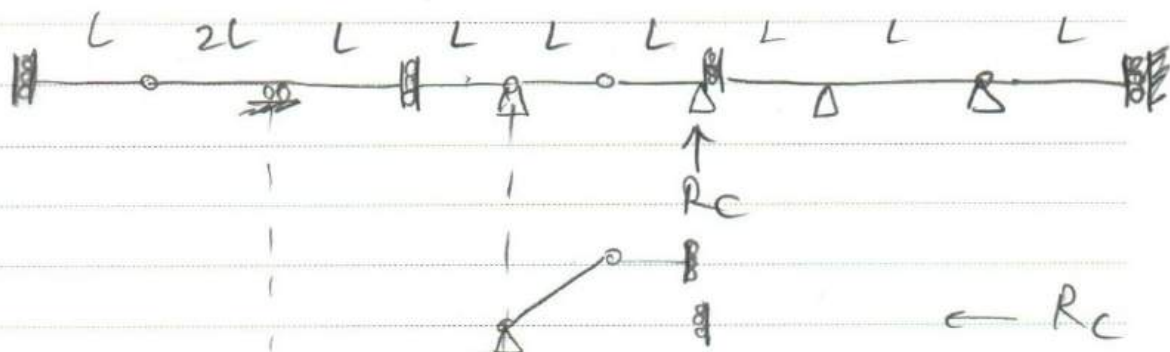
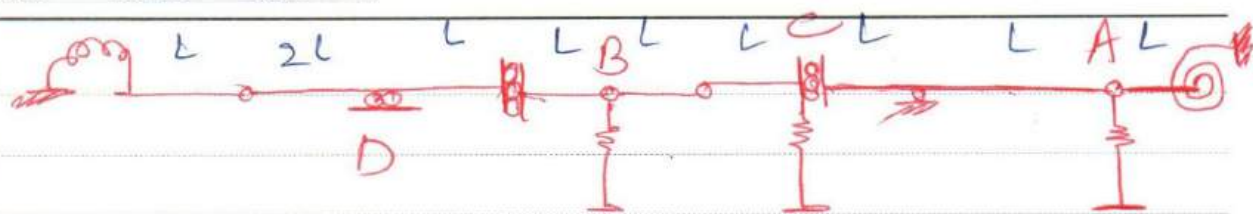
تغیرات و فترت کدام است ؟



$$wL + \frac{wLx1}{2} = \frac{3}{2} wL$$

Subject :

Year . Month . Date . ()



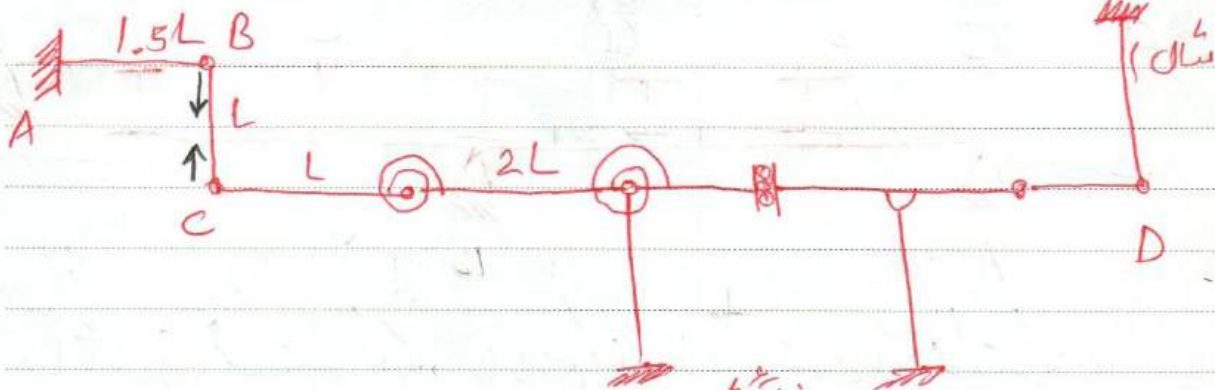
تغییرات در س

خط تأثیر نیرو خود را در س D ← استاتیکی راحت تر است.

تمام سوالات حل شده در مبحث خط تأثیر را از روش استاتیکی مجدداً مشاهده نمایید.

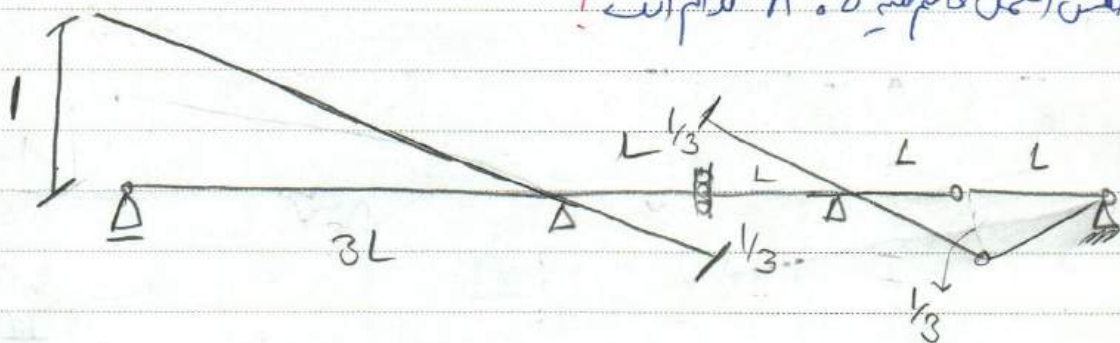
Subject:

Year. Month. Date. ()



بر مبرده به شدت $2w$ و بارزنده به شدت w در قسمت CD می تواند قرار گیرد و حد اکثر

عکس العمل قائم طبقه A کدام است؟

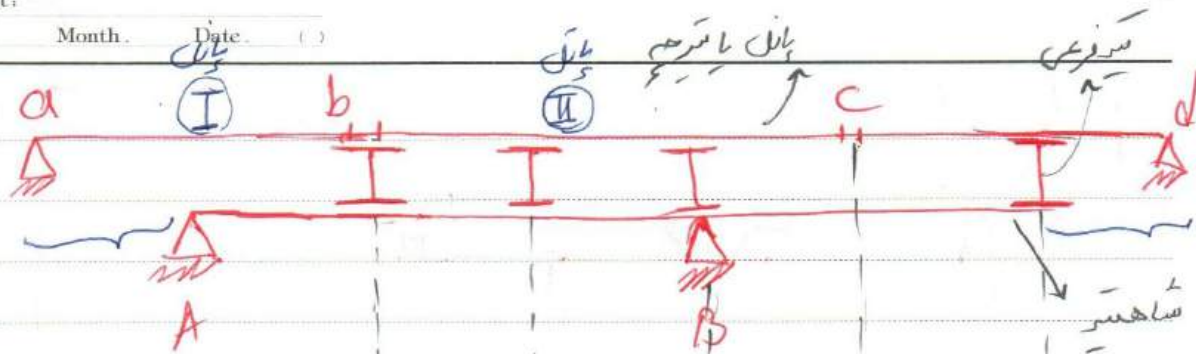


خط تأثیر اثر طبقه C همان خط تأثیر A است. (از استاتیک)

بار مبرده روی یک تیر است - بارزنده روی قسمت AB + قرار می گیرد در مقطع است

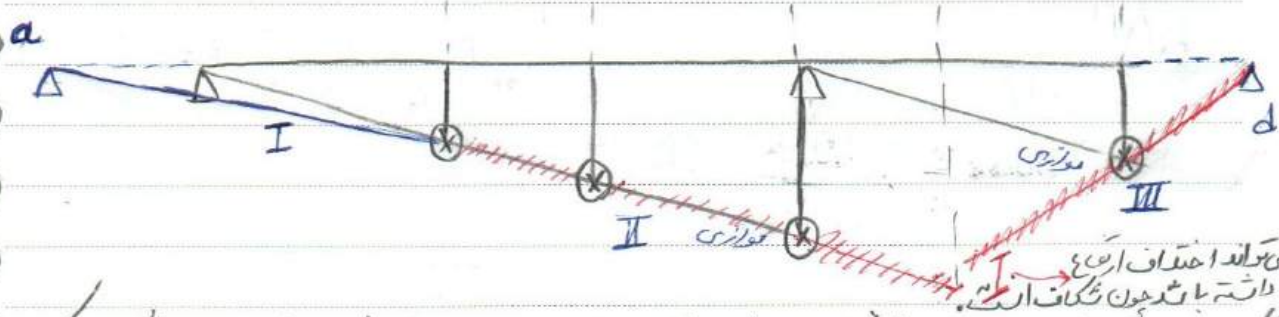
$$R_A^{\max} = R_C^{\max} = 2wL \left[\frac{3 \times L \times 1}{2} - \frac{2 \times L \times \frac{1}{3}}{2} \right] + wL \left[\frac{3 \times L \times 1}{2} + \frac{L \times \frac{1}{3}}{2} \right]$$

$$= 4wL$$



خط انشایی است جهت تکلیف آه B را رسم کنید. (بار حسی روی پانزده حرکت در کند)

نام اول : خط شایسته پیش یا کنگره خطی مورد نظر از سر اصلی (شاهسید) و رسم من کنیم بدون توجه
به پانزده رسم من کنیم.

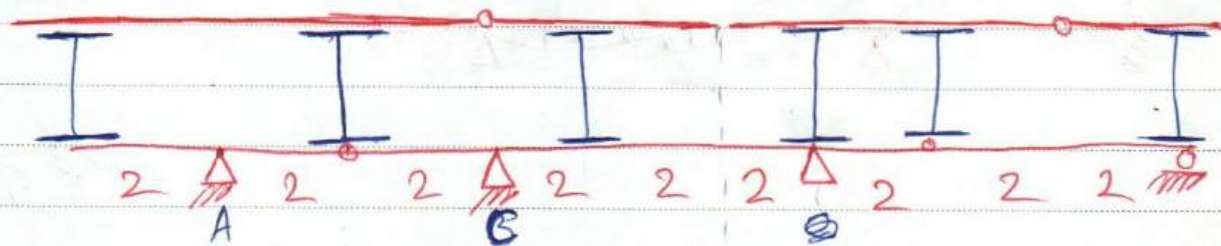


نام دوم: ارتفاع نمودار خطا تاثیر رسم شده در تمام قبیل و محل مربوط به سراسری فرعی مشخص می کنیم

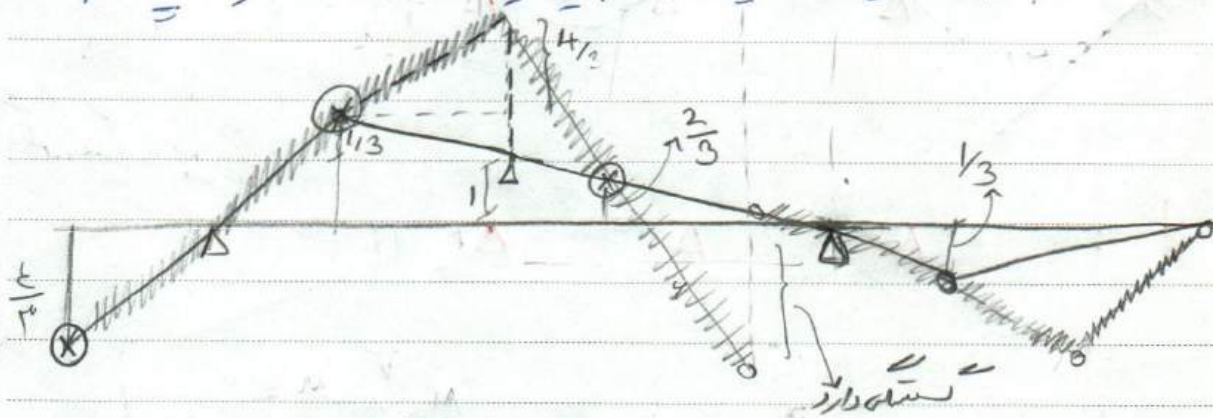
نام سوم، نمودار خطا مشرب است آمده را به گونه ای اصلاح می کنیم که اولاً ارتفاع مشخص شده در کل

تبرای فرم حفظ کردن و آسان پازل فقط و فقط در محل های مجاز بشسته. (a, b, c, d)

مثال ۱



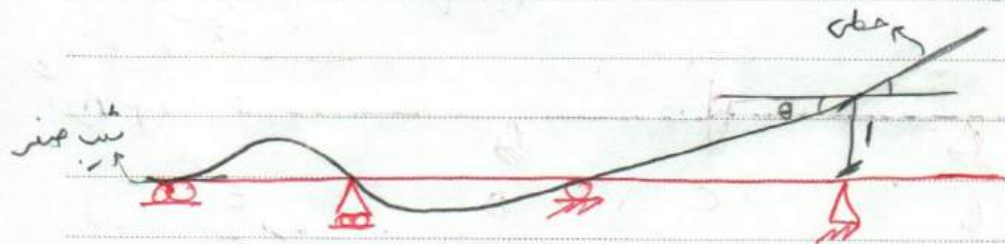
در صورت عبور بار 500 kg روی تیر فوقانی، بیشترین مقدار عکس العمل تکیهگاه C کدام است؟



$$R_C = 500 \times \frac{8}{3} = \frac{4000}{3}$$

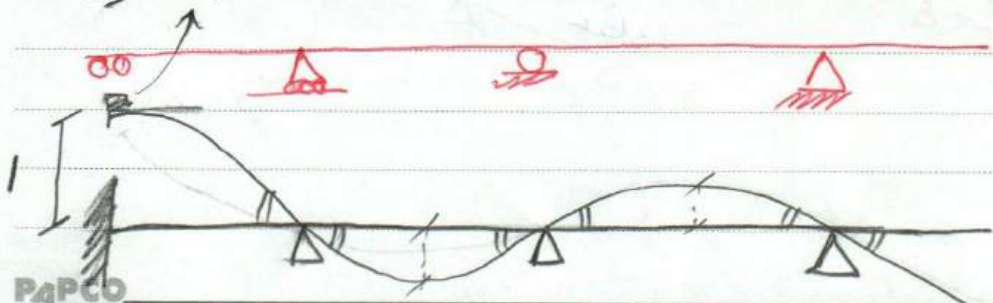
تک کی ۱۵ و ۴

خطای تیر کی انجین



خطای تیر کی R_A

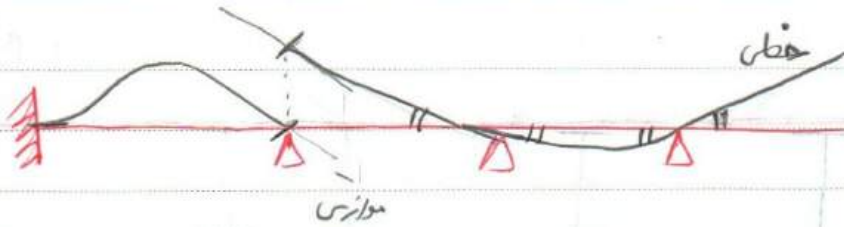
این قسمت شبیه فرانت



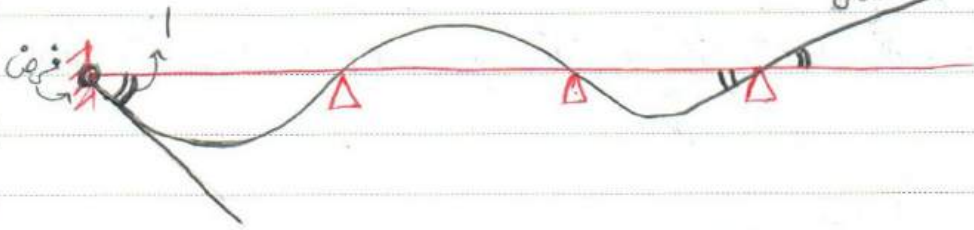
هر چه به راست حرکت می کنیم ارتفاع کمتر و کمتر می شود چون R_A است.

Subject:

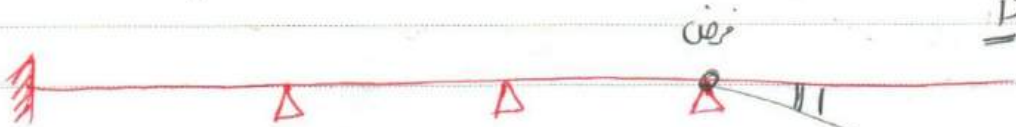
Year. Month. Date. ()



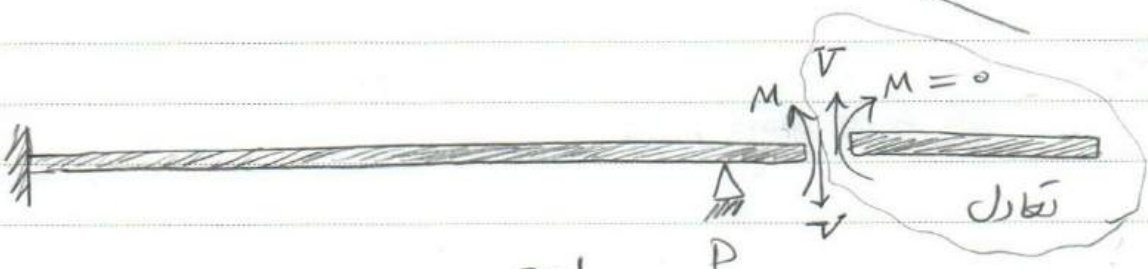
بیشکست B =



لنگر یک به یک و سه

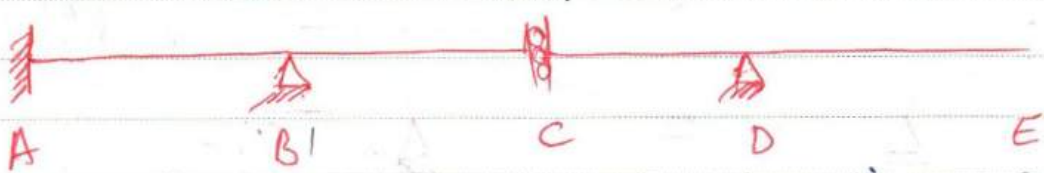


لنگر یک به یک و D

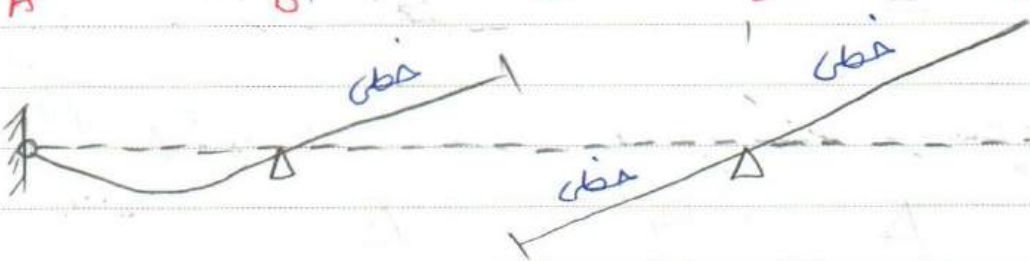


تقابل

$c=1$



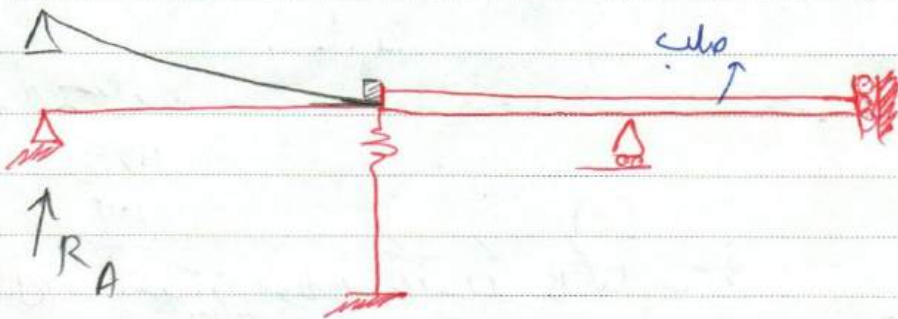
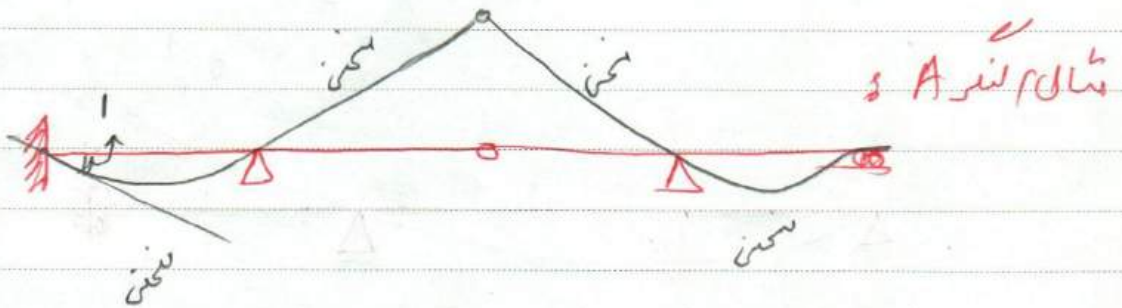
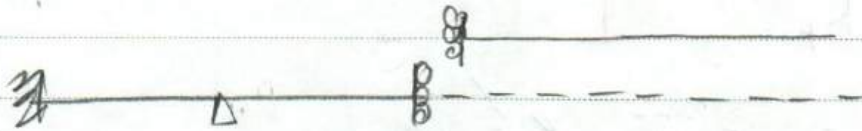
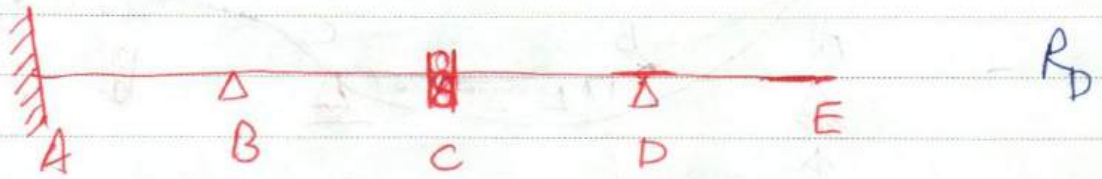
لنگر



27

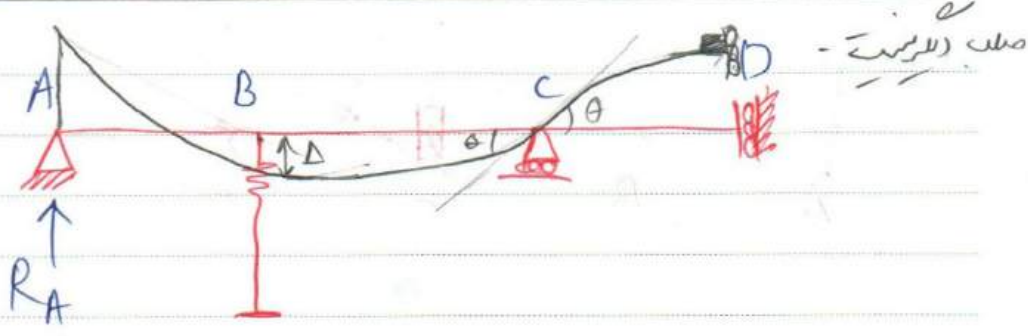
Subject:

Year. Month. Date. ()

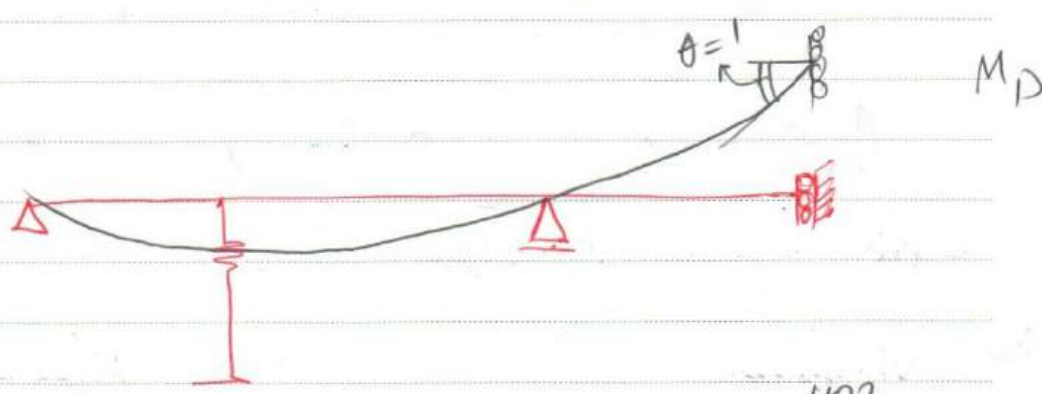


$M_A = 0$ و خط تأثیر نیرو در A صفر است.

خط تأثیر نیروی غرض صفر است زیرا هر جا که نیرویی بگذاریم $\delta = 0$ است پس نیروی آن صفر است.

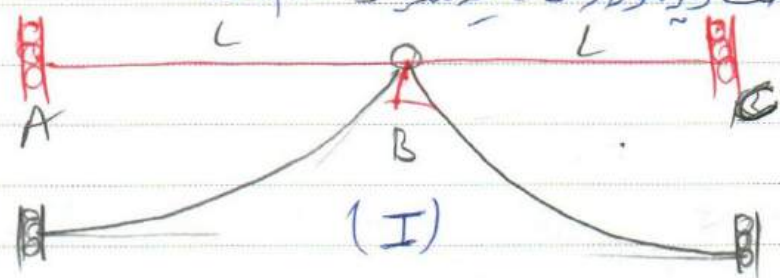


هرگز نمی توان در سازه های نامعین به جای فنر از تکیه ها معادل استفاده نمود.



- 492 ص 4
- 495 ص 4
- 496 ص 5

مثال: ساعت زیر نمودار خط تأثیر لنتر B کدام است؟



ساعت خط تأثیر نمودار خط تأثیر M_B در سازه (I) = مقدار لنتر گروی B در سازه II

$$= \frac{wL^2}{3} = \frac{L^2}{3} \checkmark$$

به دست آوردن خط تأثیر بار واحد نیست به همین دلیل از لنتر در سازه بار سازه واحد صفحه ی بعدی استفاده می کنیم.

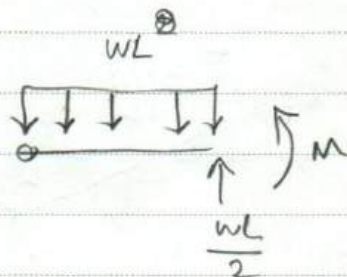


B رانندگی (سلام) -



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

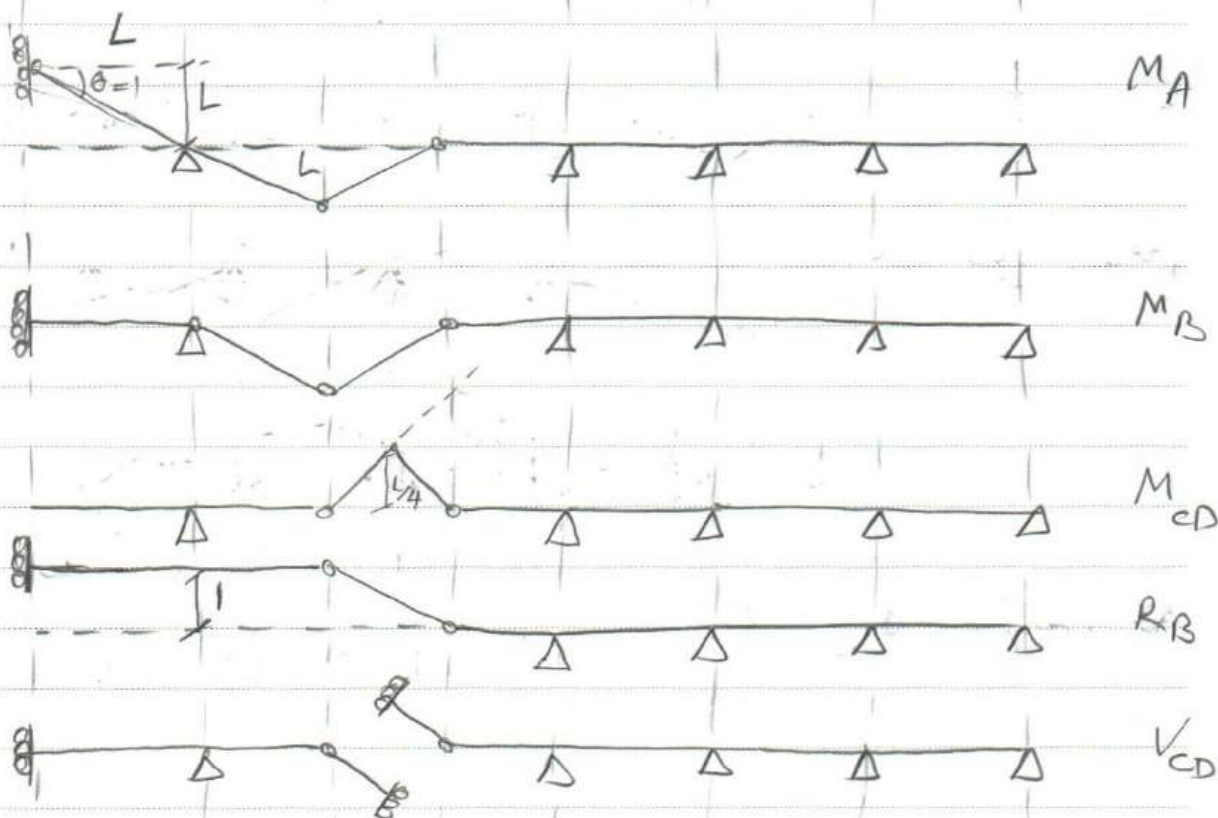
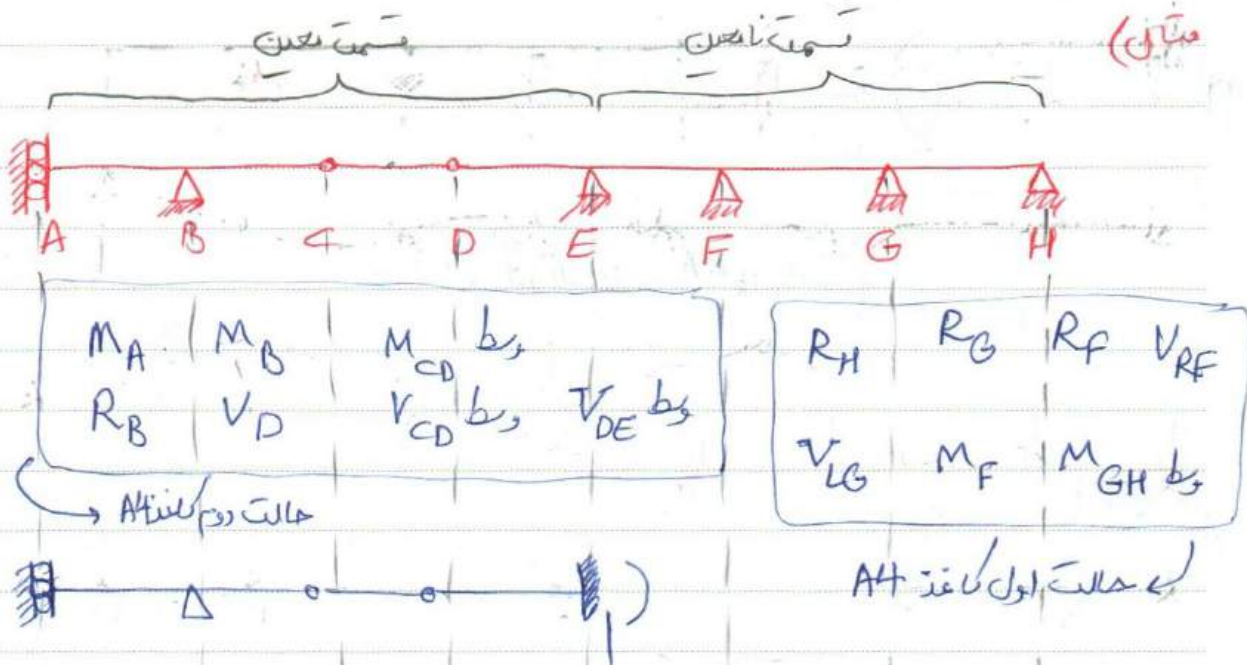
MA
I go, Uu



Subject:

Year: Month: Date: ()

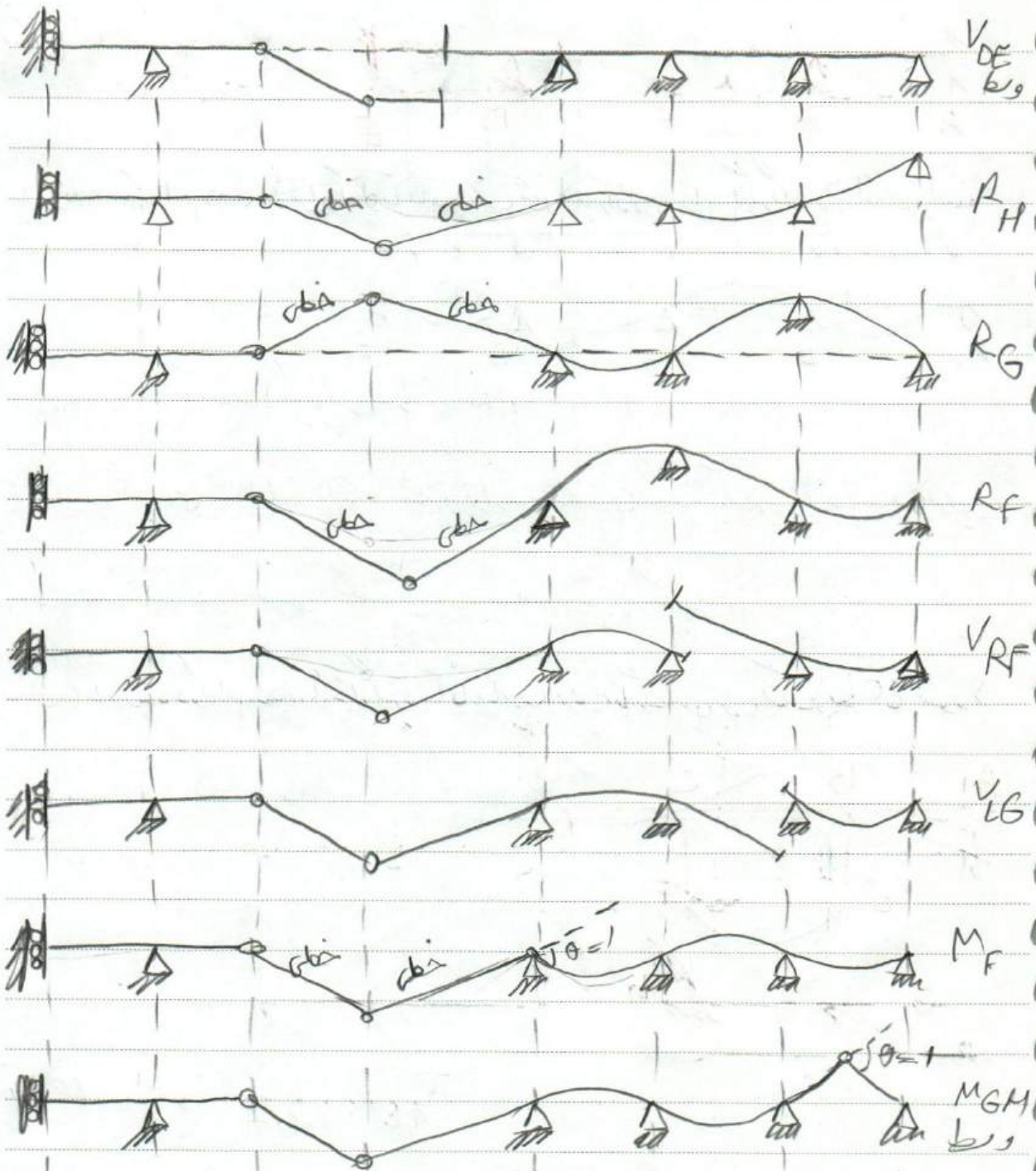
9/1/2020



51

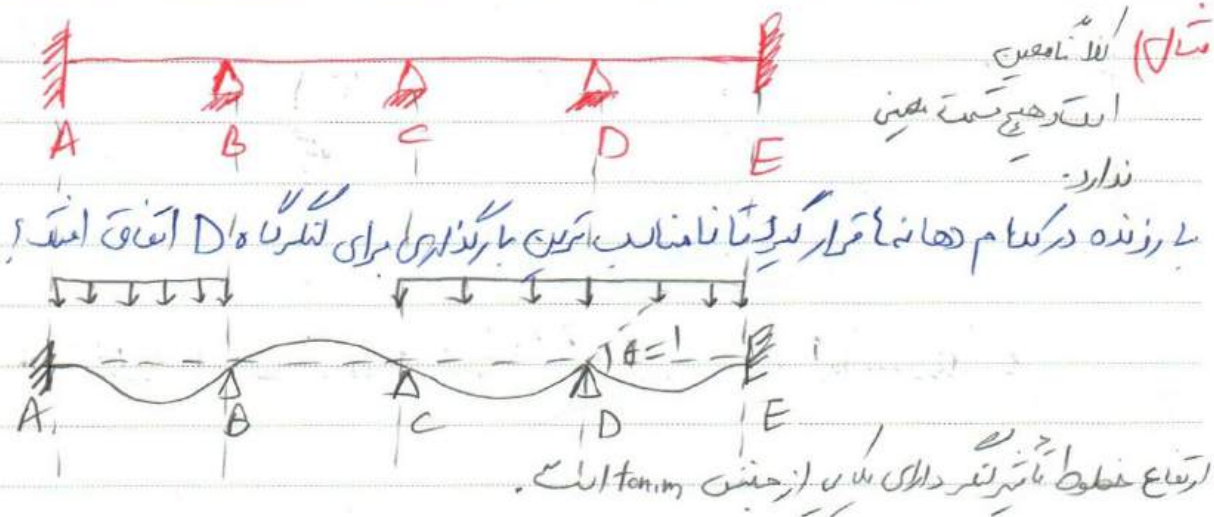
Subject:

Year. Month. Date. ()



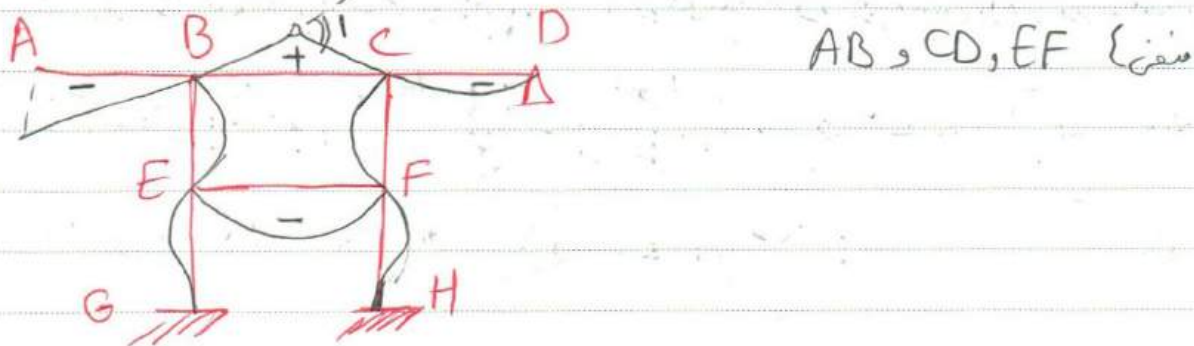
Subject:

Year, Month, Date, ()



بار را در دهانه های AB و CD و DE قرار گیرد تا بدترین حالت بارگذاری باشد. مناسب ترین حالت معینی ندارد زیرا در هر سه حالت هیچ باری نباید روی تیر قرار گیرد.

مثال / بار رزنده در کدام دهانه قرار گیرد تا نامناسب ترین بارگذاری برای تیر و ربط BC شود؟



تیرین M_G و V_{BC} و V_{AB}

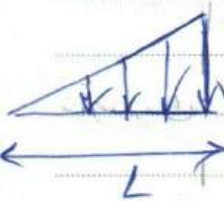
نسبت های ۱ و ۳
= =

افزایش در سیستم تأثیر دارد

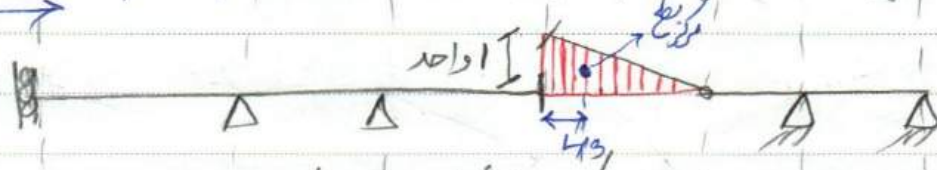


خط تأثیر برای بار غلظت بارش

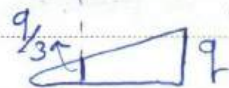
سازه تأثیر را به وسیله خط تأثیر ندارد. (مثلاً از اضافه کردن ح)



سوال) حداکثر بارش در D برابر بار نشان داده شده کدام است ؟



چون بارش در سمت چپ سازه است خط تأثیر منبسط می شود



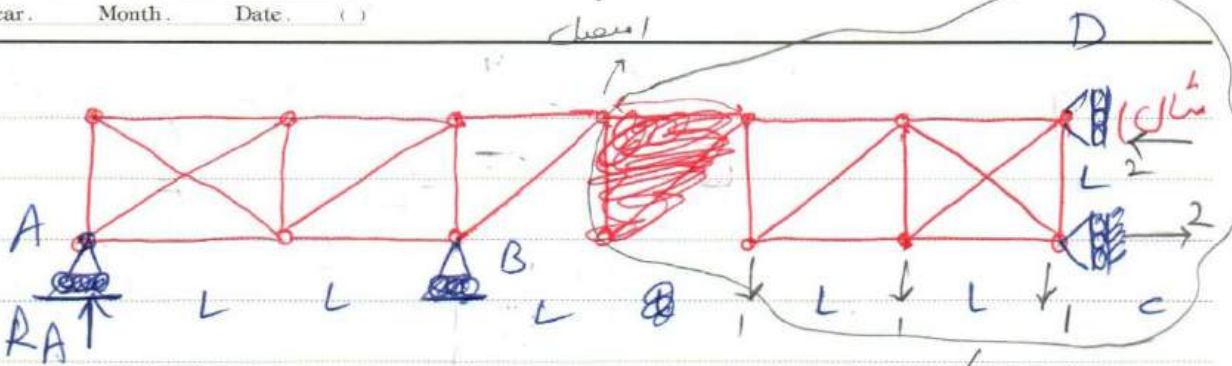
در مرکز سطح خط تأثیر بار q را می خوانیم می شود $\frac{q}{3}$ یعنی آن را در مساحت زیر خود

$$V_D = \frac{q}{3} \times \left[\frac{L \times 1}{2} \right] = \frac{qL}{6}$$

خط تأثیر ضرب می کنیم. ۲۳ ۳۰ ۴۵ ۵۰ ۵۷ ۵۸ ← فصل ۴ تحلیل

Subject:

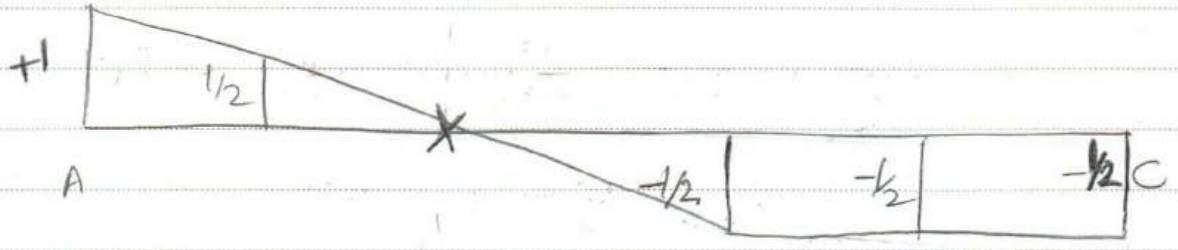
Year. Month. Date. ()



$n = m + r - 2j = 2$

اتصال ۳ جیم باید مفصل و ۴ میل

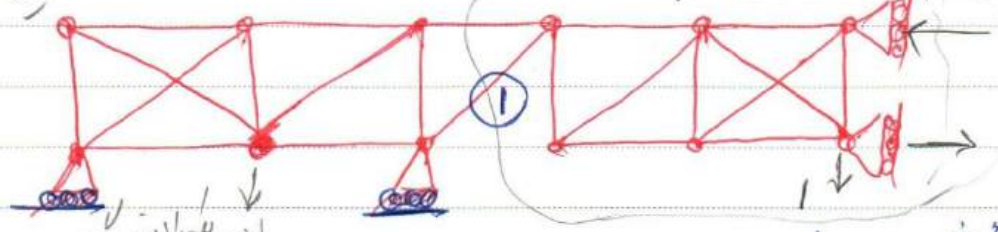
بار در این سازه در تار کشانی حرکت می کند. علت این حرکت ص ۵۵ A



بار یک را در روی هر کدام از مقاطع یا سینی قرار داده و R_A را در هر حالت بدست می آوریم

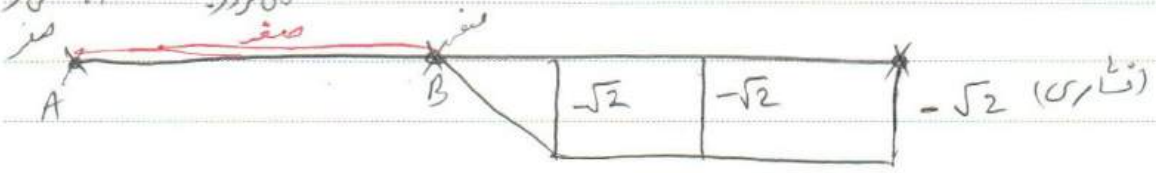
در ΣF_x توزیع نیروی عمودی را بدست می آوریم

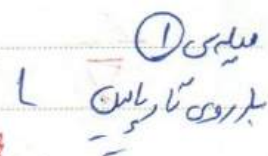
در سینی همگرا با هم خطی وصل می کنیم



این یک راستای سازه را هم در سینی راست سازه F_x خنثی و صفر می گردد

بار کشانی خطی تا سینی ۱





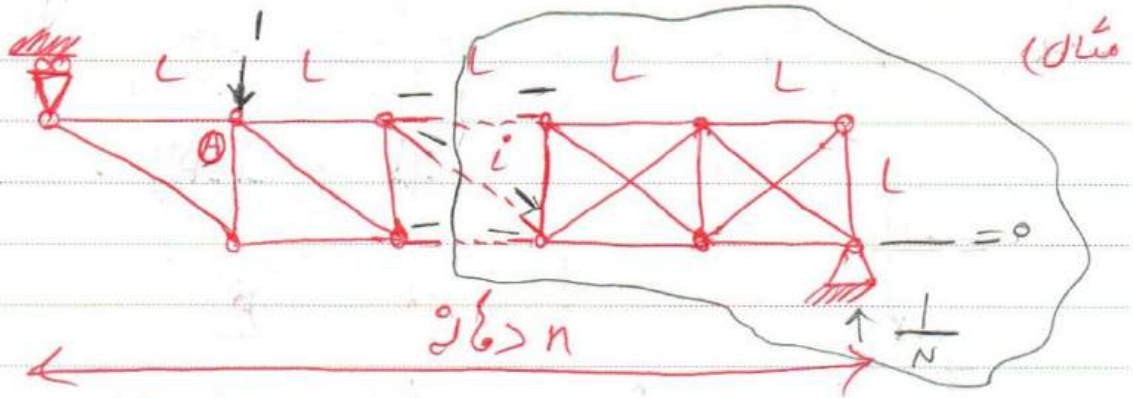
سازهی بالای خاطر قصه‌ی یک فصل و دو سه پایدار است.

شاری - کشی +



وینا روی گروه A قرار دهیم ابتدا اعضای $GF(2^m)$ را می بینیم و سپس به راحتی می توانیم

5 die 18 12 11 10 ✓ 1 8 9 10 11

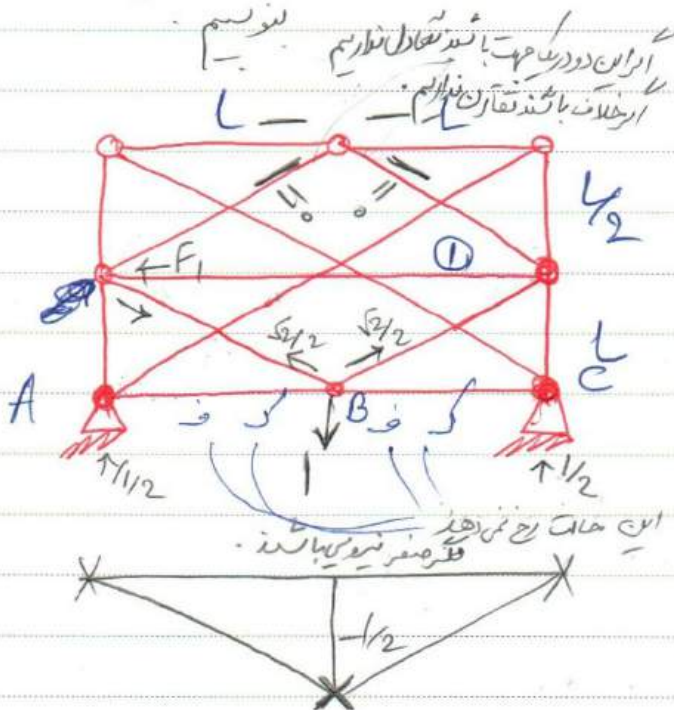


بار در تار فوقانی خراب حرکت می کند، ارتفاع تودار خط تا نیروی میله ای دهانی هم در A

مربع

کدام است ؟ از $F_{ni} = \frac{\sqrt{2}}{n}$ بدست آورده ایم.

از راست قیاس من در نیم (۱۰ دهانه) معادله ای F_y برای سمت راست



مثالی بار در تار تحکیم خراب حرکت می کند، خط تا نیروی میله ای کدام است ؟

سازه دارای تقارن در بارندگی هستند است.

کلاً سازه دارای تقارن تا عضو صفر نیرویی است.

در سوال قبل اگر تکیه گاه C غلغله شود آنگاه نمودار خط تأثیر: تغییر می کند و تمام حالت

قبل است. برای کل سازه $\sum F_x = 0$

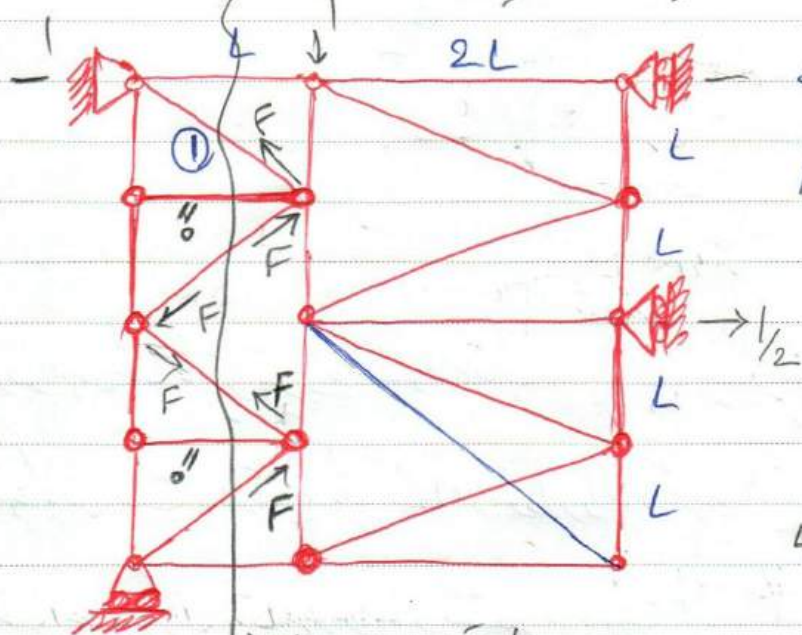
با غلغله شدن تکیه گاه C تحت بار یک در وسط (گره B) سازه چند عضو صفر نیروی دارد.

فقط در آن صفر نیروی دارد. زیرا اعضای باقی (در صفر نیروی هستند).

مثال) بار در تار فوقانی حرکت

می کند خط تأثیر نیروی مبدی

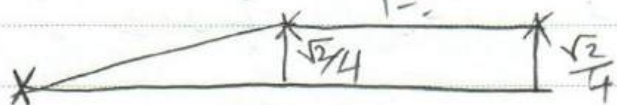
کدام است.



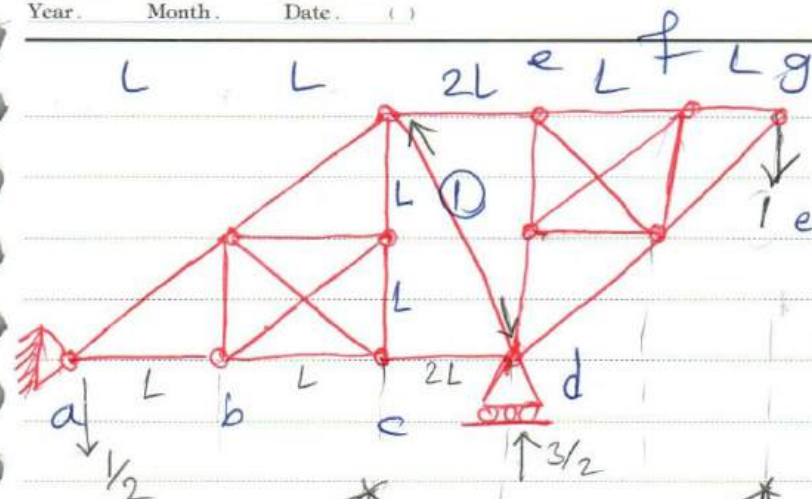
$$4F_x \cos 45 = 1$$

$$F = \frac{\sqrt{2}}{4}$$

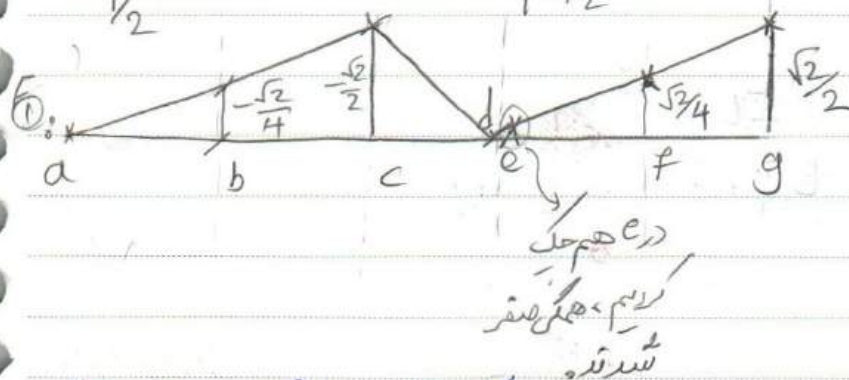
تکیه راست $\sum F_y = 0$ بنویسیم.



همین را برای تکیه راست بالای سازه در نظر بگیریم باز هم $F = \frac{\sqrt{2}}{4}$ می شود.



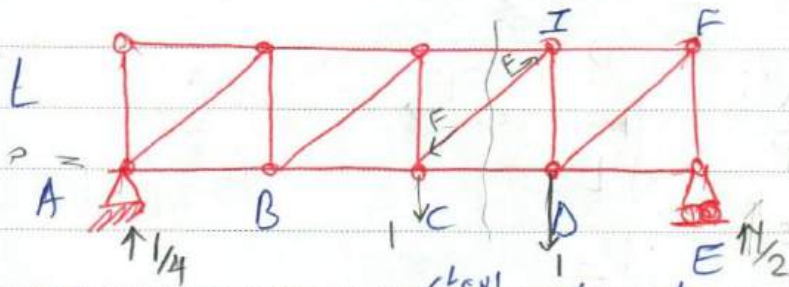
خط تأثیر میله ①



در روابط خط تأثیر نیرو به عضوهای قاب و خرپا چنانچه در زیرهای خط تأثیر داده شده باشد تنها کافی است ارتفاع یک نقطه از نمودار را که در زیرها متفاوت می باشد کنترل نمایم.
(بار واحد را در آن نقطه قرار داده و مسئله را به صورت استاتیکی حل کرد)

چرا جوابی نداد اگر در مثال قبل میله ۱ قابل شود نمودار خط تأثیر

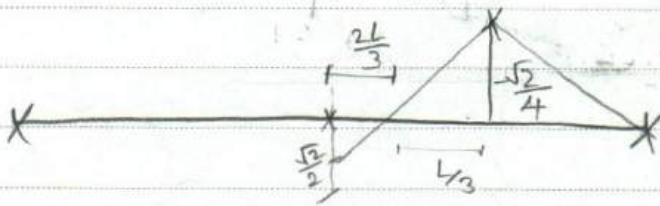
(۱) صفر (۲) هیچ نیروی نمی کشد / قابل فشار تحمل نمی کند پس سازه نمایا می شود.



سوال ۱۱۴۴

برای سست کردن P روی قاعده این خرابی حرکت می کند، اگر چه فاصله ای بین C و D قرار بگیرد تا نیروی

عقبو CI مندرود.



سست کی اینها فیض ه است

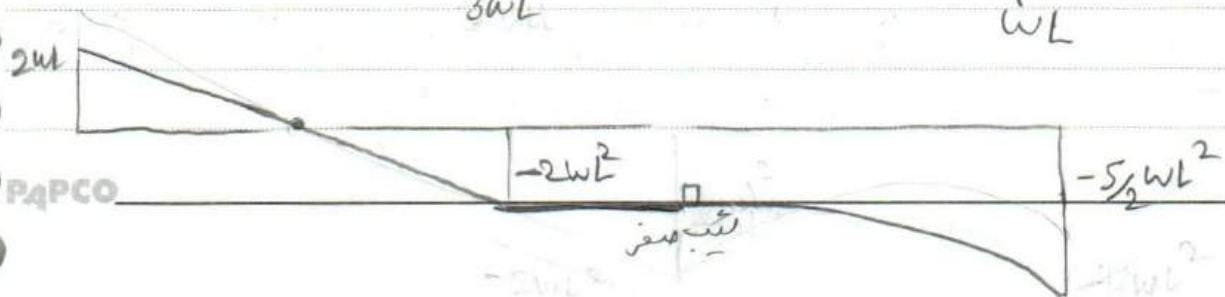
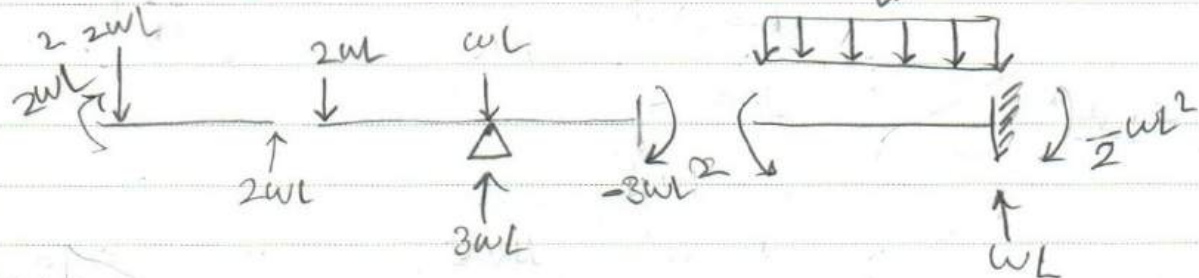
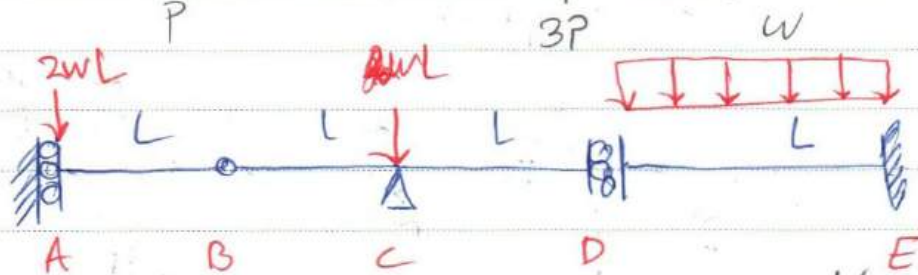
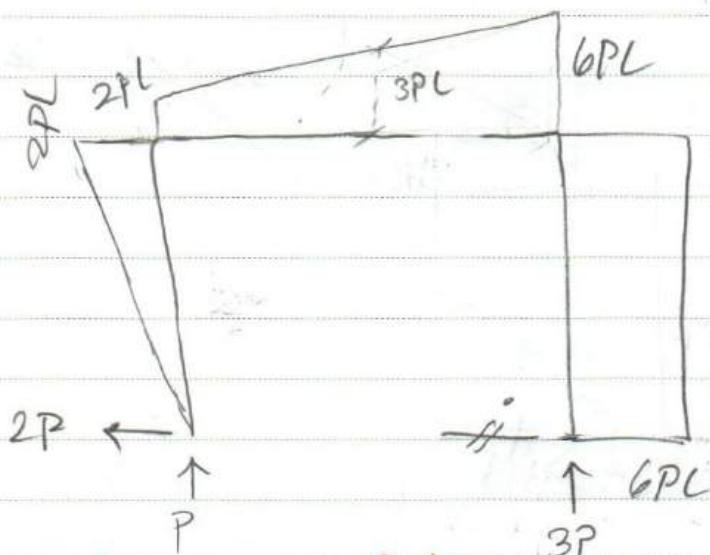
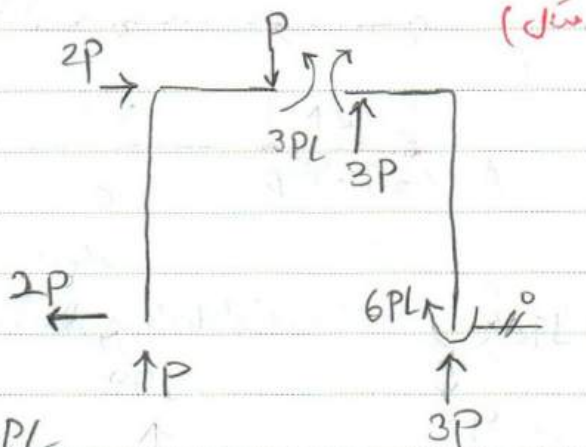
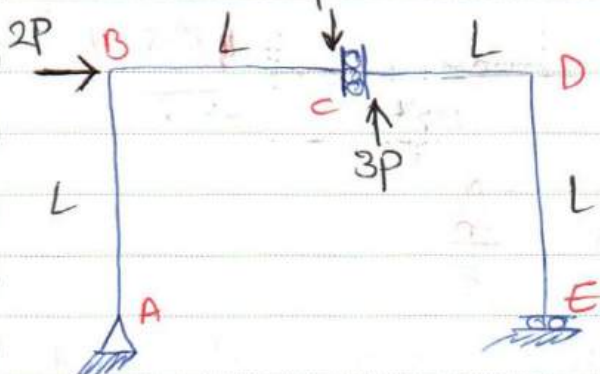
۴، ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ و ۱۳ و ۱۹ و ۲۲ و ۳۰ و ۴۲ و ۴۳ فیض ۳ است ب تکلیف

Subject:

Year: Month: Date: ()

۹۴، ۴۲۱، ۴۲۴

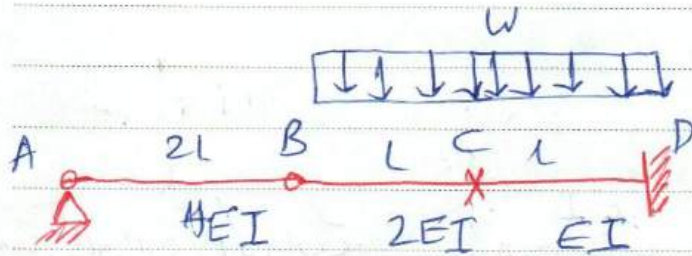
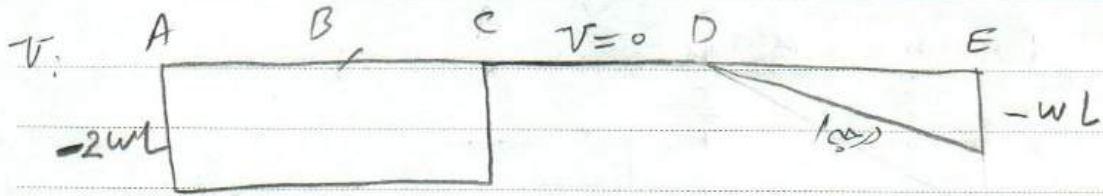
۴۰



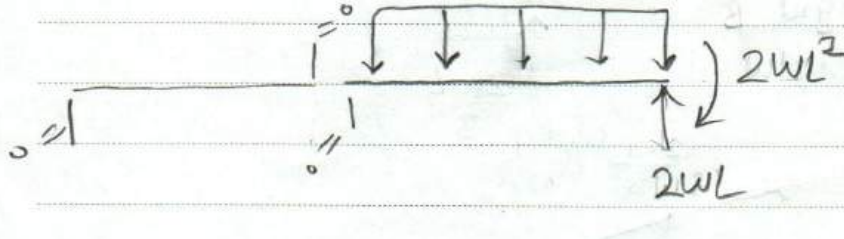
41

Subject:

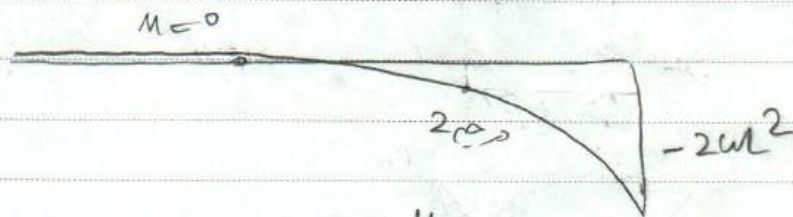
Year: Month: Date: ()



سوال 1 (دوران نسبت به A کدام)

نسبت θ_A ؟

$$\frac{wx^2}{2}$$

 θ_{RB} (مربع)

$$\theta_A = \frac{\delta_B}{2L} = \frac{\frac{31}{16} \frac{wL^4}{EI}}{2L} = \frac{31}{32} \frac{wL^3}{EI}$$

$$\delta_B = \delta_{B/D} = \int_A^B \frac{M(x) dx}{2EI} + \int_B^D \frac{M(x) dx}{EI}$$

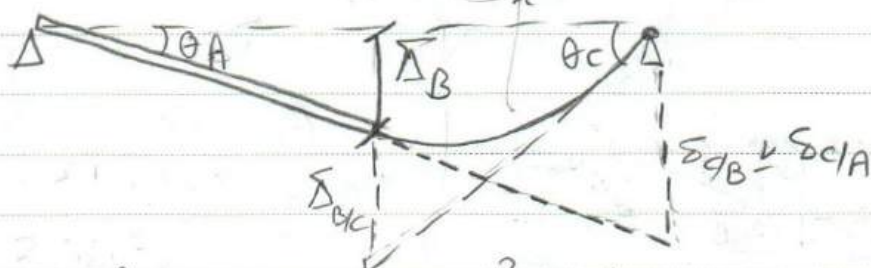
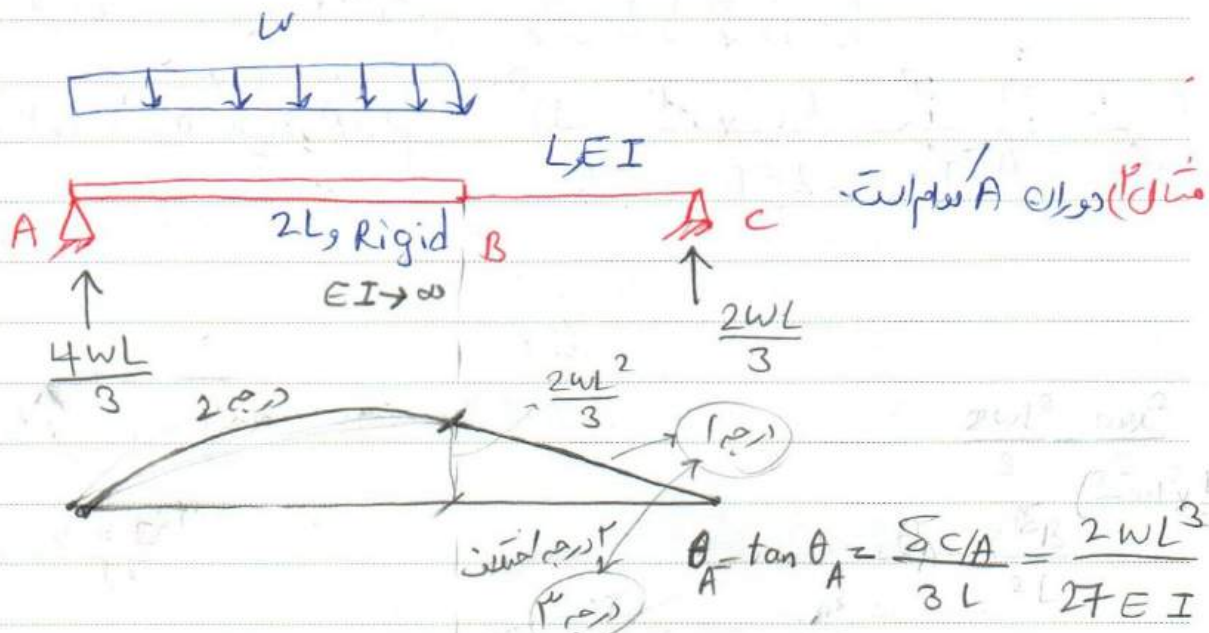
$$\frac{1}{2EI} \int_0^L \left(\frac{wx^2}{2} + \frac{1}{EI} \right) \frac{wx^3}{2} dx = \frac{1}{EI} \left(\frac{1}{16} wL^4 + \frac{1}{8} (16L^4 - L^4) \right)$$

$$= \frac{1}{EI} \left(\frac{31}{16} wL^4 \right)$$

Subject:

Year: Month: Date: 12/

$$\theta_{RB} = \int_0^L \frac{M(x) dx}{2EI} + \int_L^{2L} \frac{M(x) dx}{EI}$$

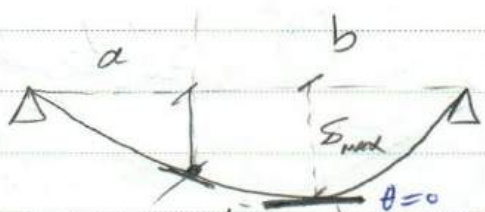
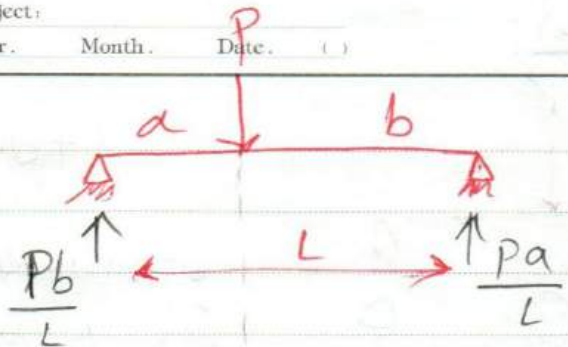


$$\delta_{C/A} = \frac{A_M}{EI} \times \bar{x} = \frac{\left(\frac{2WL^2}{3} \times L \times \frac{1}{2}\right)}{EI} \times \frac{2}{3}L = \frac{2}{9} \frac{WL^4}{EI}$$

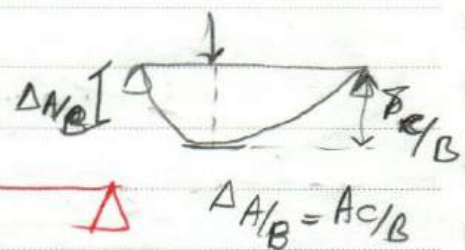
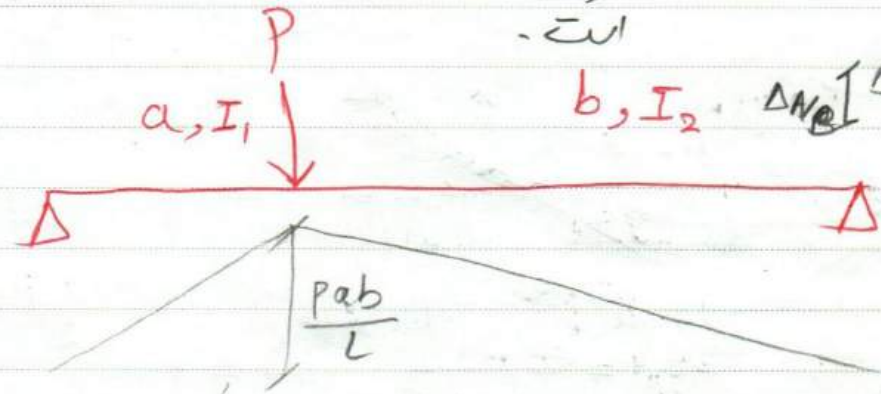
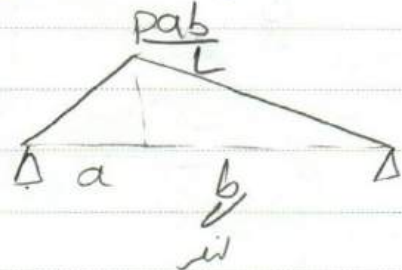
فاصله تا نقطه A /
حداقل $\delta_{C/A}$ و $\delta_{C/B}$ برابر است زیرا ماسخ رسم شده از A و B مثل هم رفتار می کنند.

مثال ۳) نسبت I_1 به I_2 چقدر باشد؟

تغییر مکان حداکثر زیر بار P اتفاق بیفتد؟



تغییر مکان حداکثر
جای آن که تغییرات
است.



$$\frac{\frac{Pab}{L} \times \frac{a}{2} \times \frac{2}{3}a}{EI_1} = 1$$

$$\frac{\frac{Pab}{L} \times \frac{b}{2} \times \frac{2}{3}b}{EI_2}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{b^2}{a^2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{a^2}{b^2}$$

Subject:

Year:

Month:

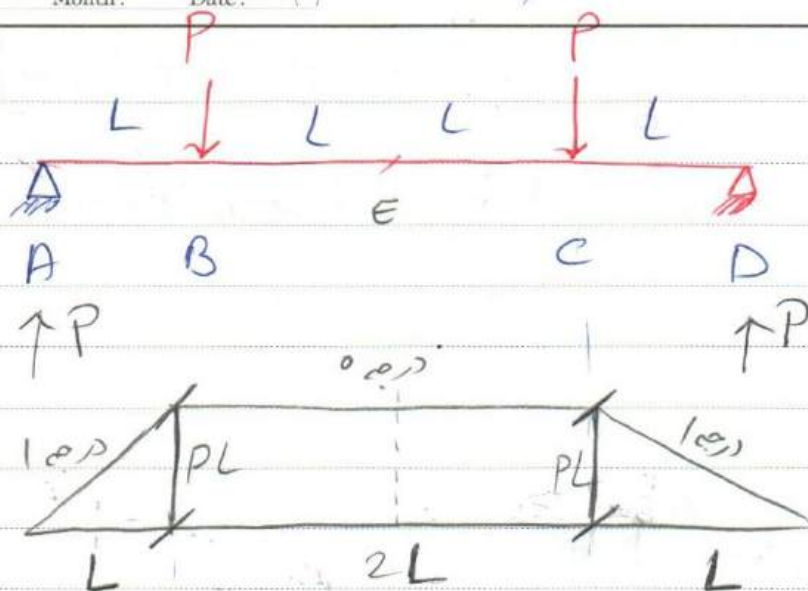
Date:

()

 $2L$ (EI)

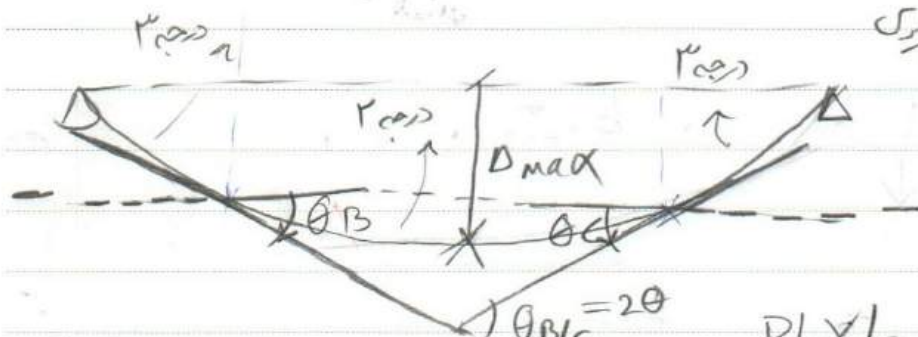
۲۲

مسئله (4)



اختلاف دوران در
نقاط B، C در
محور مختار شکل کدام
است؟

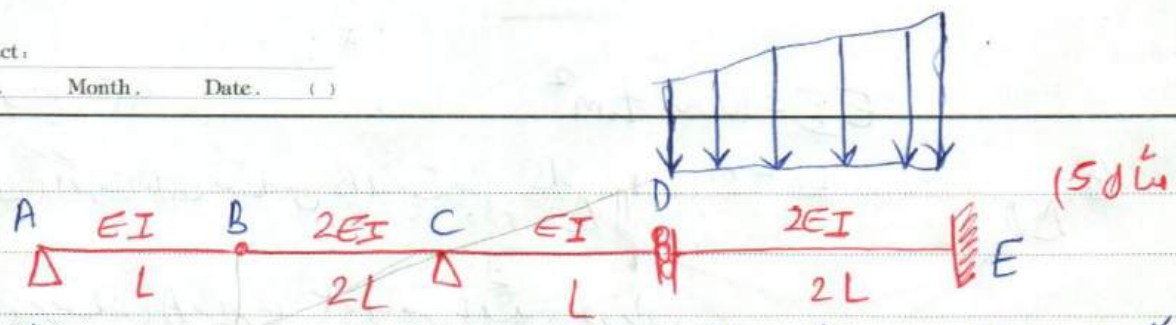
θ_B و θ_C را محاسبه کنید
با استفاده از



$$\Delta\theta_{B,C} = \theta_B - \theta_C = 2\theta_B = 2 \times \frac{PL \times L}{EI} = 2 \frac{PL^2}{EI}$$

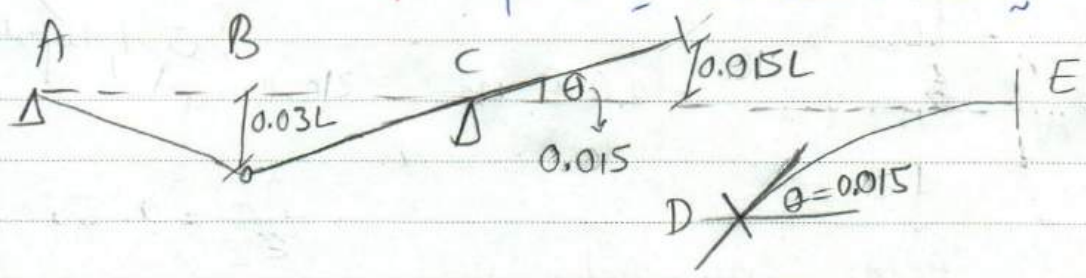
$$\theta_{B/E} = \theta_B$$

مسئله ۲۲-۱۱-۶



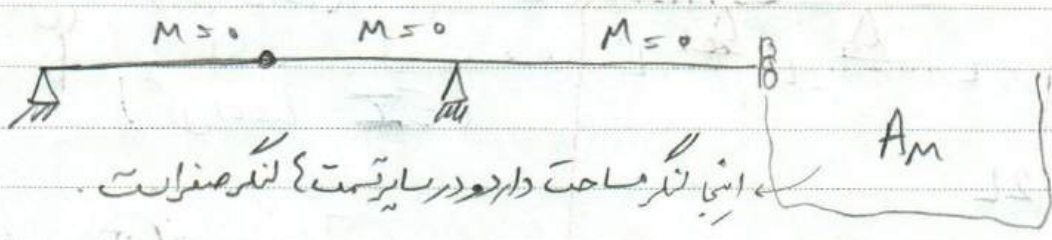
اگر تحت بارگذاری نامشخص نشان داده شده، دوران A برابر ۰.۳۱۰۳ و ادیان باشد، نشان

مساحت زیر نمودار لنگر خمشی در طول تیر مقابله کدام است ؟



$$\theta_D = \theta_D = \frac{A_m}{2EI} = 0.15 \rightarrow A_m = 0.03 EI \quad \checkmark$$

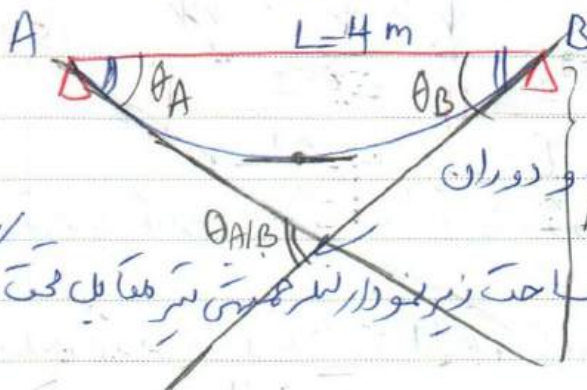
دائره لنگر



اینجا لنگر مساحت دارد در سایر قسمت؟ لنگر صفر است

$EI = 1000 \text{ t.m}^2$

سراسری ۴۳



مثال اگر فاصله نقطه B نسبت به

محال بر نقطه A برابر با ۰.۰۵ متر باشد دوران

گره B ۰.۰۵ رادیان باشد، آنگاه فاصله از مرکز ثقل تا مرکز ثقل باشد

نامعلوم کدام است؟

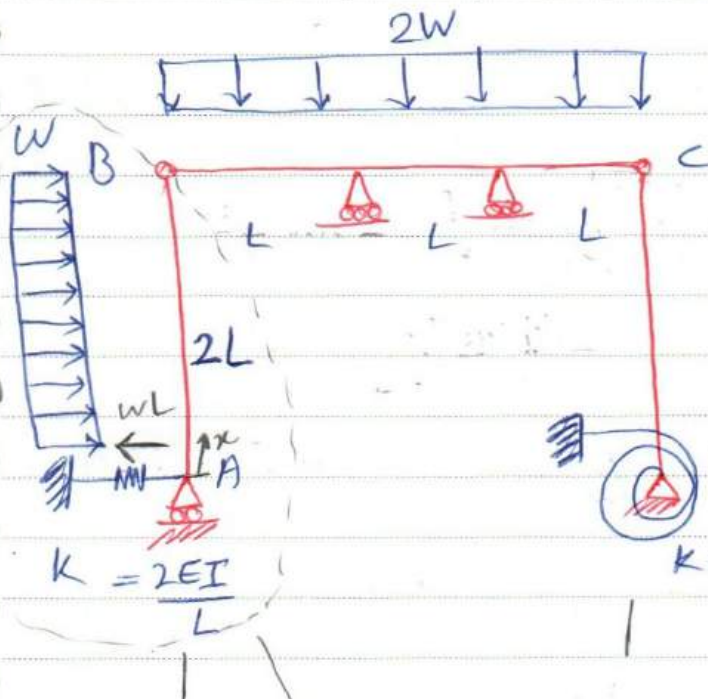
$$\theta_{A/B} = \theta_A + \theta_B = 0.055 \text{ rad}$$

$$\frac{\delta_{B/A}}{L} = \frac{0.02}{4} = 0.005$$

$$\Rightarrow \frac{A_m}{EI} = 0.055$$

$$A_m = 55 \text{ t.m}^2$$

فاصله از مرکز ثقل



مثال ۲ درجه نامعین

(کلیه اعضا EI)

$$\sum F_x = 0 \quad (2)$$

دوران نقطه D

$$\sum M_B = 0 \quad R_{x_A} \times 2L = w \times 2L \times L \quad (1)$$

$$R_{x_A} = wL$$

$$\theta_D = \theta_{\text{فزر}} = \frac{M_{\text{فزر}}}{K_{\text{فزر}}} = \frac{2WL^2}{2EI} = \frac{WL^3}{EI} \quad \checkmark$$

$$\delta_A = \delta_{\text{فزر}} = \frac{F_{\text{فزر}}}{K_{\text{فزر}}} = \frac{WL}{\frac{2EI}{L}} = \frac{1}{2} \frac{WL^2}{EI} \quad \checkmark$$

سازه ابرجی نامعین است ولی قسمتی از آن قابل تحلیل است و می توان موارد خواسته شده را بدست آورد

$$M(x) = WLx - \frac{wx^2}{2} \quad \int \frac{M(x) \cdot x dx}{EI} = \delta_{A/B} \quad (ب)$$

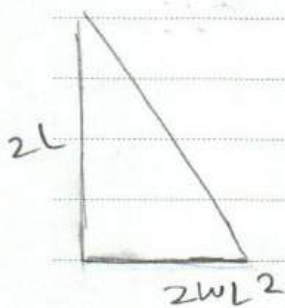
$$\int_0^{2L} \left(WLx - \frac{wx^2}{2} \right) x dx = \frac{WLx^3}{3} - \frac{wx^4}{8} \Big|_0^{2L} = \frac{WL(8L^3)}{3} - \frac{w(16L^4)}{8} = \frac{2}{3} WL^4$$

$$M(x) = WLx - 2WL^2$$

$$\int \frac{M(x) \cdot x}{EI} = \left(\frac{WLx^3}{3} - 2WL^2 \frac{x^2}{2} \right) \Big|_0^{2L} = \frac{WL(8L^3)}{3} - 2WL \frac{24L}{2} = \frac{4WL^4}{3} \quad \checkmark$$

$\delta_{D/C} \quad (ع)$

$$\delta_{D/C} = \frac{A_m}{EI} \times \bar{x} \quad \leftarrow \text{میان از فرمول}$$



$$A_m = 2WL^2 \times 2L \times \frac{1}{2} = 2WL^3$$

$$\bar{x} = \frac{1}{3}(2L) = \frac{2L}{3}$$

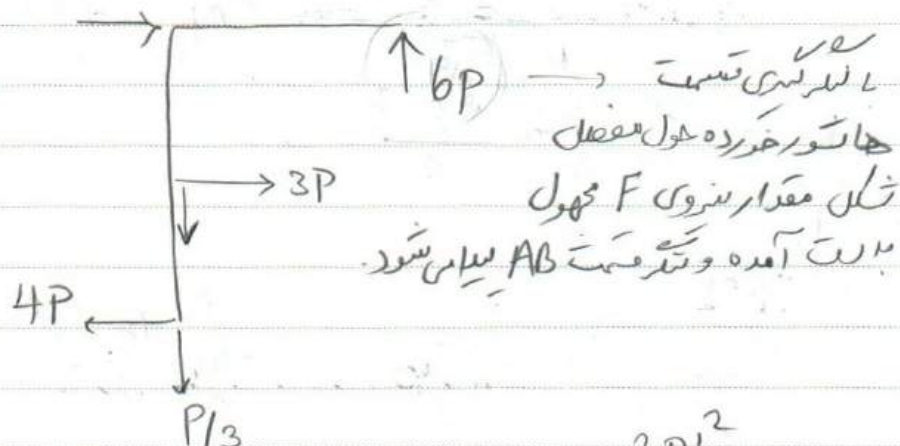
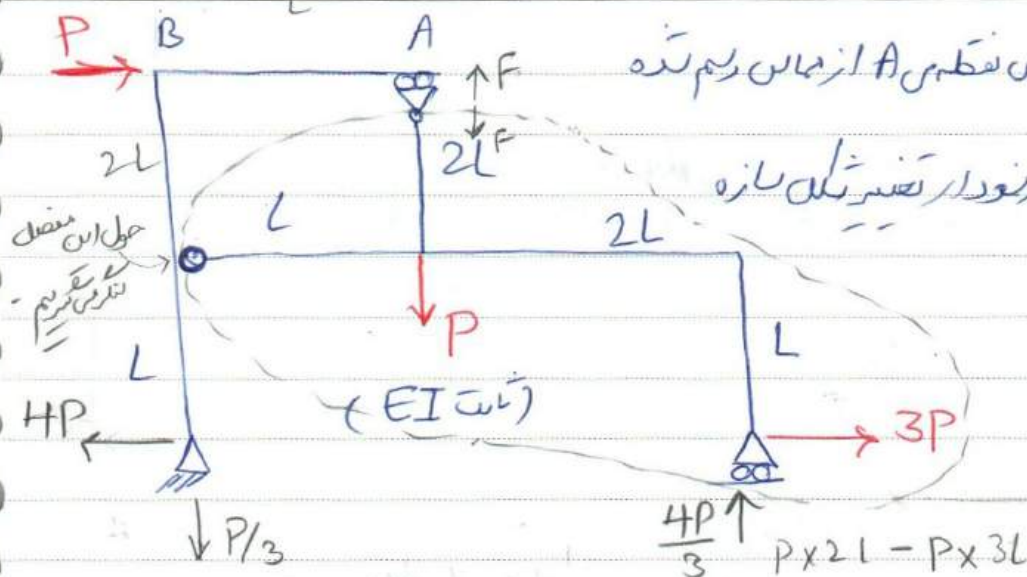
$$\frac{2WL^3 \times \frac{2}{3}L}{EI} = \frac{4}{3} \frac{WL^4}{EI} \quad \checkmark$$

$$A_M = 6PL \times L \times \frac{1}{2} = 3PL^2$$

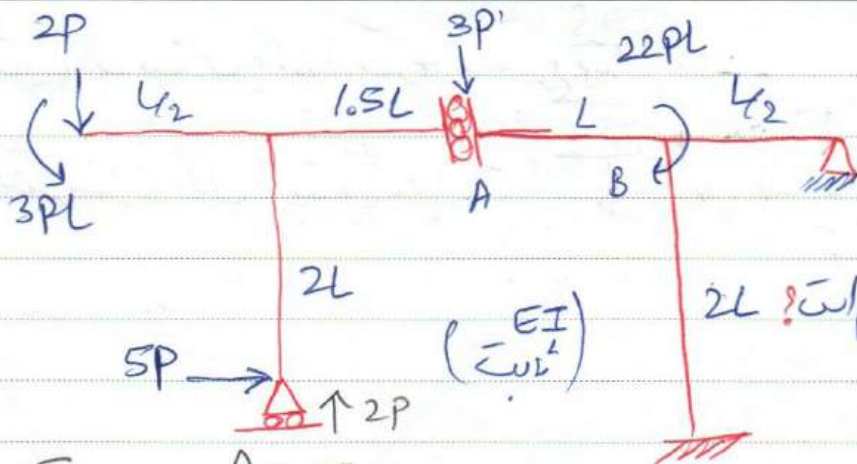
مثال) فاصلی نقطه A از ماس رسم شده

بر نقطه B در نمودار تغییر شکل ناز

کدام است؟



$$\delta_{A/B} = \frac{A_M}{EI} \bar{x} = \frac{3PL^2}{EI} \times \frac{2}{3}L = \frac{2PL^3}{EI}$$



مثال ۱ انحراف نقطہ A

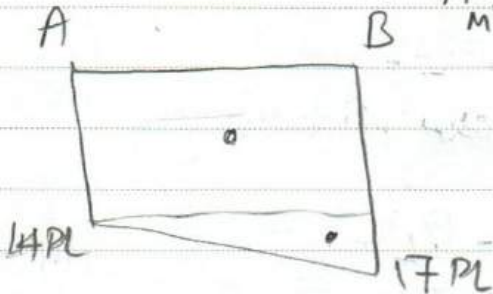
در نقطہ B تغییر شکل

از جملات رسم شده بر B کدام است؟ 2L

$$\delta_{A/B} = \frac{A_m \cdot \bar{x}}{EI}$$

$$A_m \cdot \bar{x} = \frac{3}{2} \times \frac{2}{3} L \times PL^2 + \frac{14PL^2}{2} \times \frac{L}{2}$$

$$= \frac{8PL^3}{EI} \quad \checkmark$$



تعدادی ۱۱، ۱۰، ۹، ۷، ۶

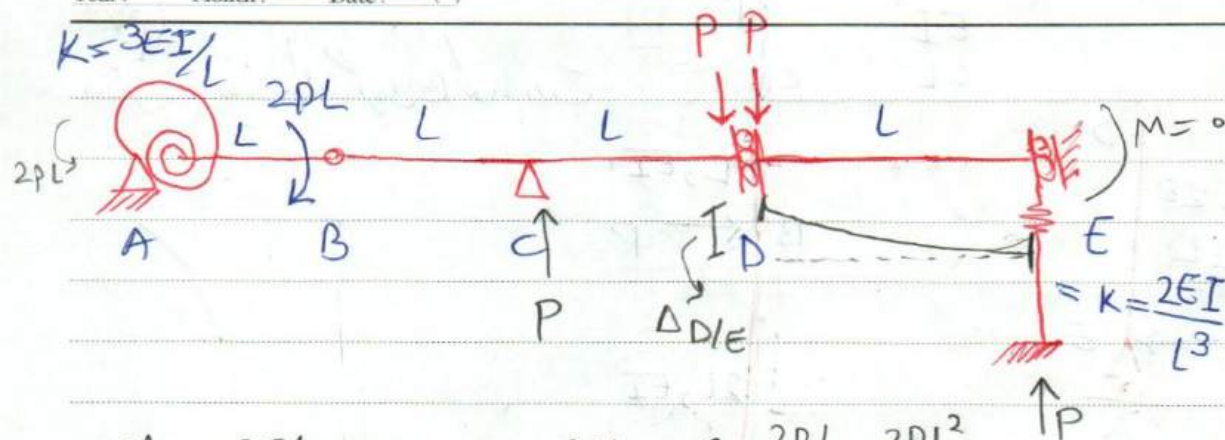


VI

Subject:

Year. Month. Date. ()

9C, Q, Y4



$$M_A - 2PL = 0 \rightarrow M_A = 2PL \quad \theta_A = \frac{2PL}{\frac{3EI}{L}} = \frac{2PL^2}{3EI}$$

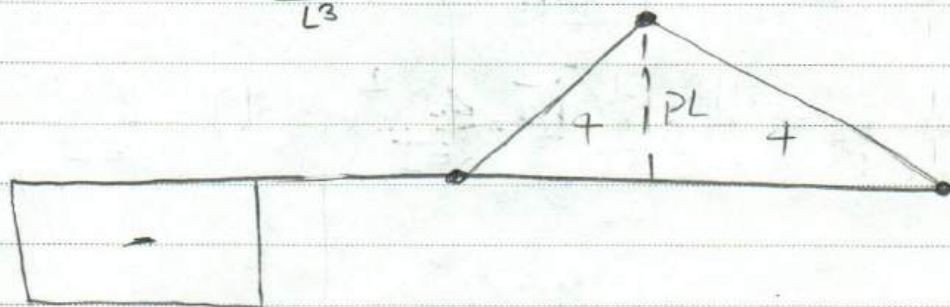
$$\Delta_E = \frac{F}{k} = \frac{P}{\frac{2EI}{L^3}} = \frac{-PL^3}{2EI} \quad (\text{down})$$

$$\theta_{D/E} = ?$$

$$\theta_{A/B} = ?$$

$$\theta_{B/D} = ?$$

$$\theta_{RD} = ?$$



$$\Delta_{DR/E} = \frac{1}{2} PL^2 \frac{L}{EI} \times \frac{1}{3} L = \frac{PL^3}{6EI} = \Delta_{DR} - \Delta_E \rightarrow \Delta_{DR} = \frac{-1}{3} \frac{PL^3}{EI}$$

$$\theta_{D/E} = \frac{Am}{EI} = \frac{(PL \times L)/2}{EI} = \frac{1}{2} \frac{PL^2}{EI}$$

$$\theta_{A/B} = \frac{Am}{EI} \bar{x} = \frac{(2PL \times L)}{EI} \left(\frac{L}{2}\right) = \frac{PL^3}{EI}$$

$$\theta_{B/D} = \frac{Am}{EI} \bar{x} = \frac{5}{6} \frac{PL^3}{EI}$$

$$\theta_{RD} = \frac{1}{2} \frac{PL^3}{EI} - \frac{(PL \times L)/2}{EI} \times \left(\frac{L}{3}\right) \rightarrow \Delta_{RD} = \frac{1}{3} \frac{PL^3}{EI}$$

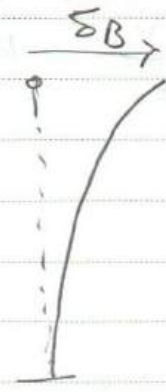
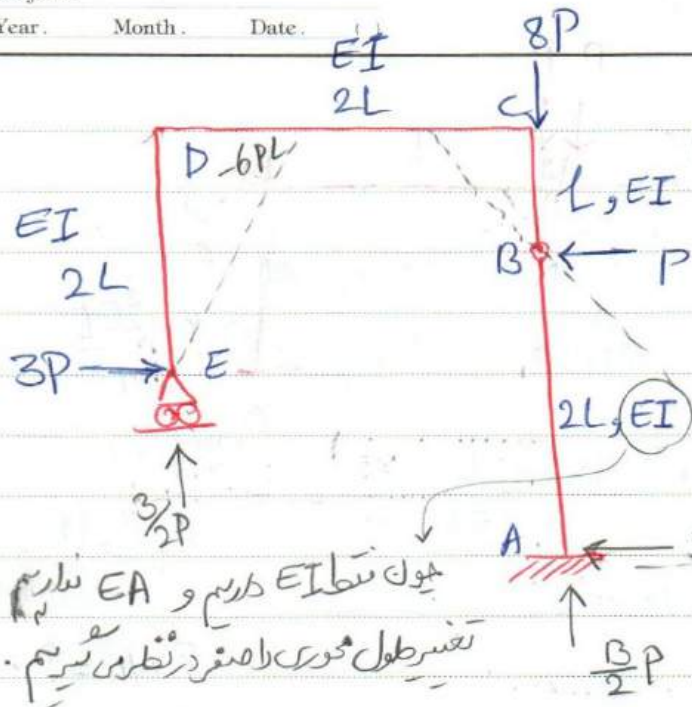
Subject:

Year:

Month:

Date:

مثال (مهم)
تغییر مکان روی کدام است



چون مقطع EI داریم و EA نداریم
تغییر طول محور را منفرد در نظر می گیریم.

$$\delta_{B/A} = \delta_B - \delta_A^1 = \frac{(4PL \times 2L/2) \times \frac{1}{2}}{EI} - \frac{4PL^2}{EI} \times \left(\frac{2}{3} \times 2L\right) = \frac{16PL^3}{3EI}$$

$\delta_E =$ جداگانه با مجازی حل شود.

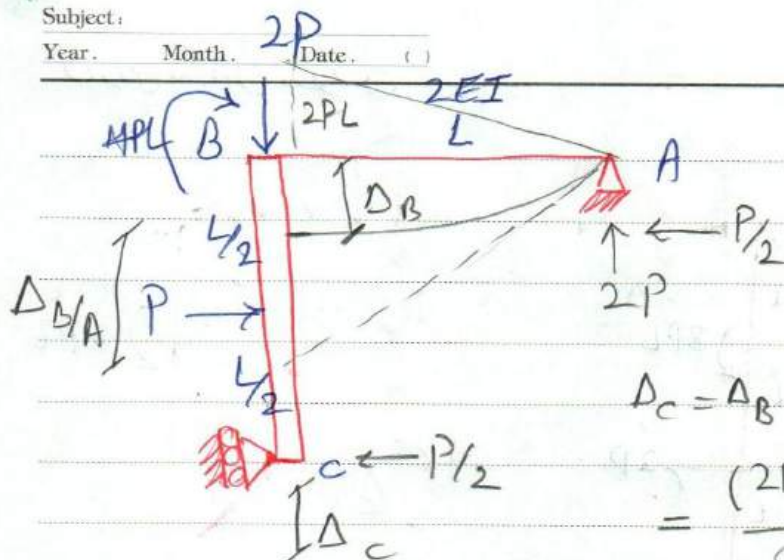
✓

Subject:

Year:

Month:

Date:

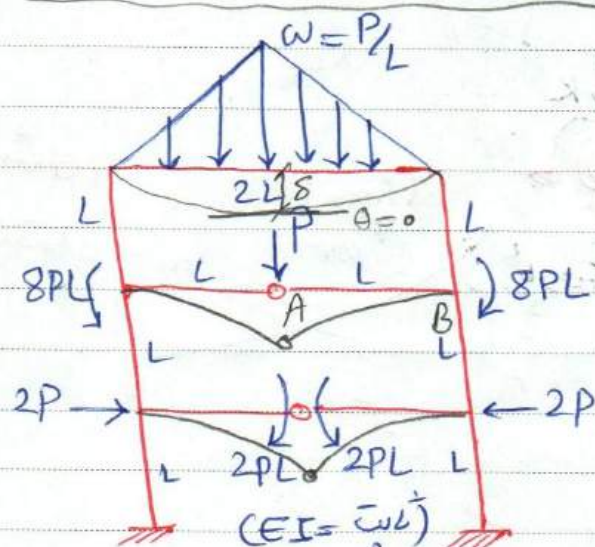


(سؤال)

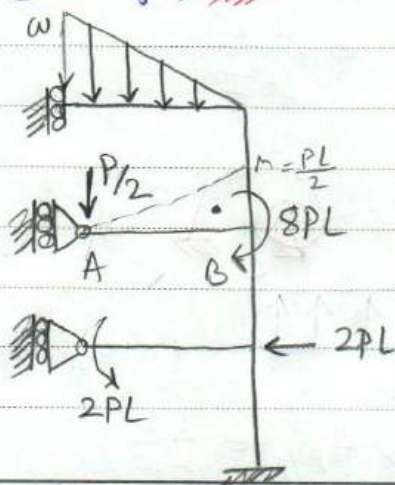
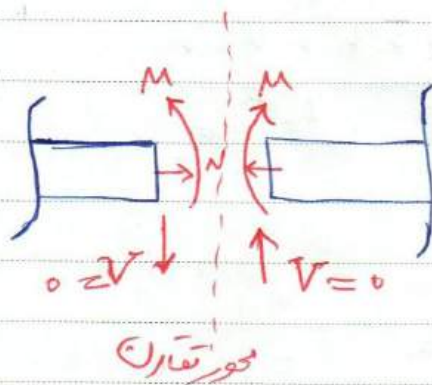
$$\Delta_C = \Delta_B = \Delta_{A/B} = \frac{A_M}{EI} \bar{x}$$

$$= \frac{(2PL \times L \times \frac{1}{2})}{(2EI)} \times (\frac{2}{3}L) = \frac{2}{3} \frac{PL^3}{EI}$$

$$\theta_{A/B} = \theta_A - \theta_B = \frac{A_M}{EI} = \frac{\Delta_B + \Delta_{B/A}}{L}$$

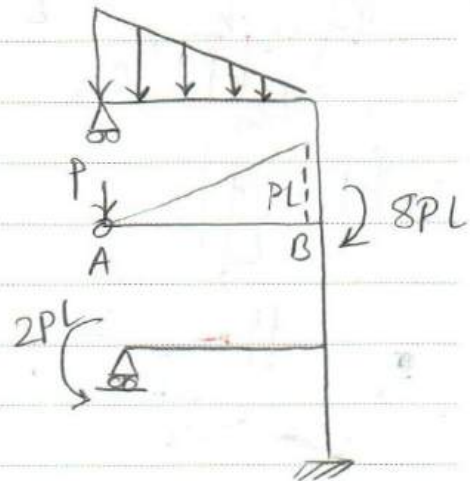
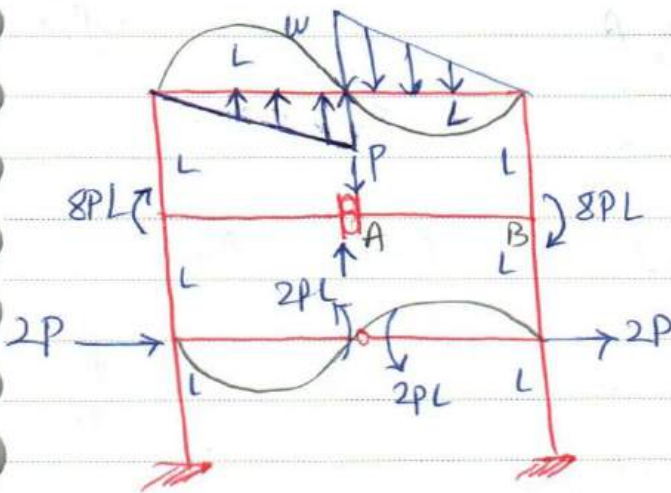


? = $\delta_{A/B}$ (سؤال)

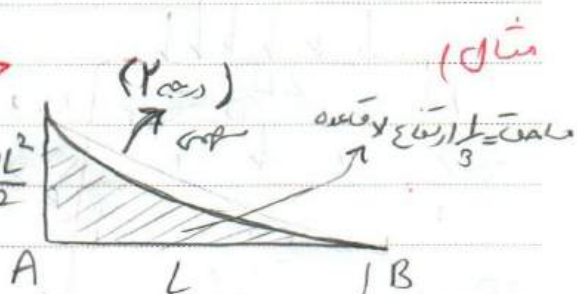
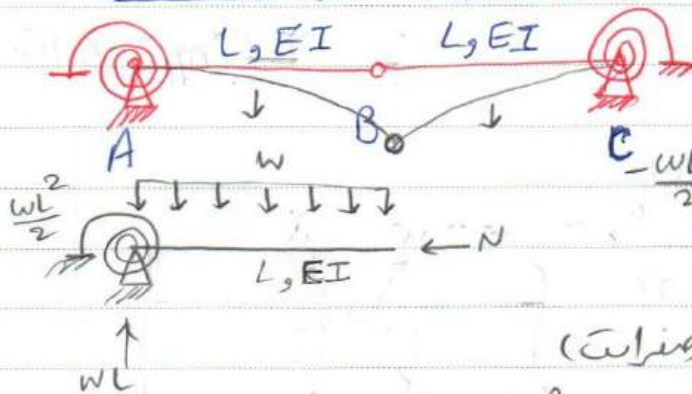
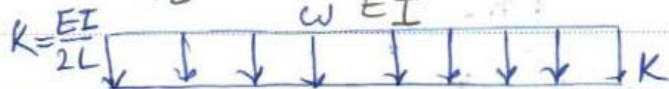


$$\delta_{A/B} = \frac{(\frac{P}{2} \times L \times \frac{1}{2})}{EI} \times \frac{2}{3}L$$

$$= \frac{PL^3}{6EI}$$

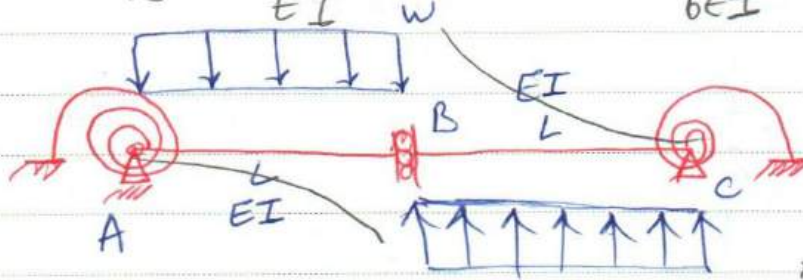


$$\delta_{A/B} = \frac{(PL \times L \times \frac{1}{2})}{wEI} \times (\frac{2}{3} \times L) = \frac{PL^3}{3EI}$$



پیش صغرات (تثبت نمود صغرات)

$$\theta_{A/B} = \frac{A_m}{EI} = \frac{(\frac{1}{3} \times \frac{WL^2}{2} \times L)}{EI} = \frac{WL^3}{6EI}$$



مسئله سازه های مسکونی و صنعتی است ولی مشابه حالت قبل نمودار کشود و به صورت زیر است

$$\theta_{A/B} = \frac{WL^3}{6EI}$$

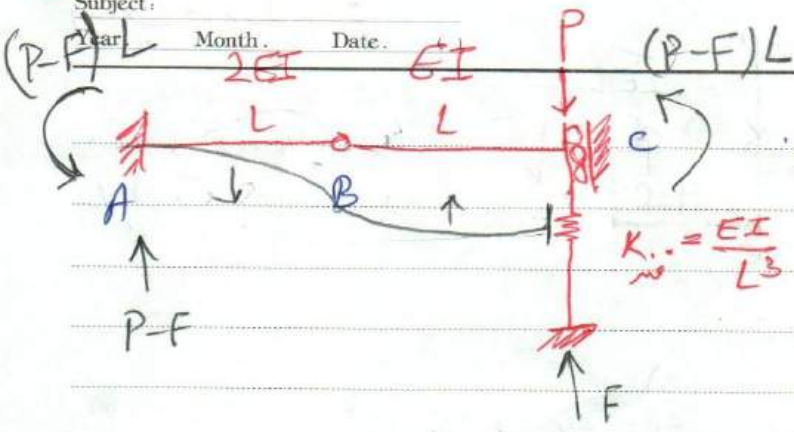
V5

Subject:

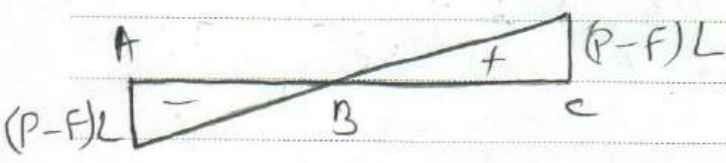
Year

Month

Date



مثال نیروی فنر را بدست آورید.



$$\delta_{B/A} + \delta_{B/C} = \delta_c$$

$$\frac{\frac{(P-F) \times L \times L}{2}}{2EI} \times \left(\frac{2}{3}L\right) + \frac{\frac{(P-F) \times L \times L}{2}}{EI} \times \frac{2L}{3}$$

$$= \delta_c = \frac{F}{K_c} = \frac{F}{\frac{EI}{L^3}}$$

$$\rightarrow F = \frac{1}{3}P$$

6 قسم 5 ست 24، 24، 24، 24، 24، 24، 24، 24

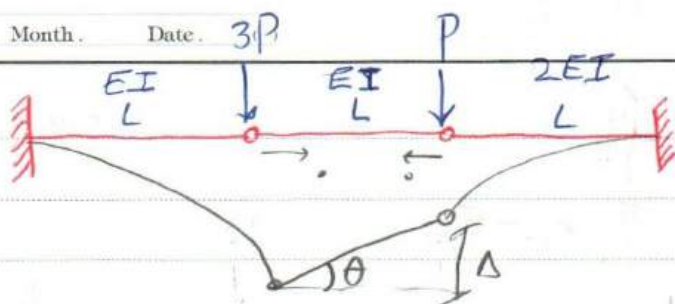
Subject:

Year:

Month:

Date:

۷۴ روابط محظری

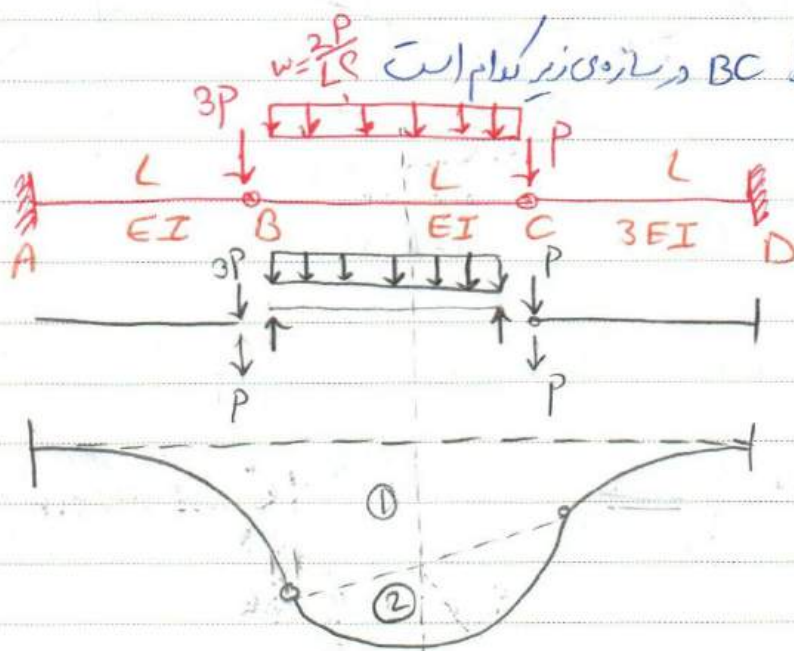


مثال (دوران باری BC
اندازه است؟)

$$\delta_B = \frac{(3P)L^3}{3(EI)}$$

$$\delta_A = \frac{PL^3}{3(2EI)}$$

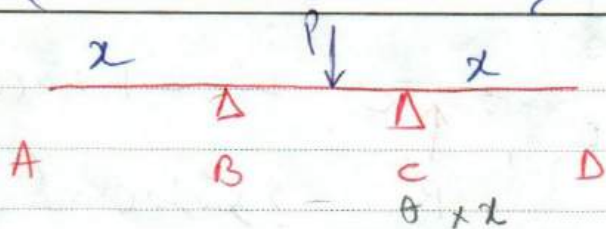
$$\theta = \frac{\delta_B - \delta_C}{L} = \frac{5}{6} \frac{PL^2}{EI}$$



$$\delta_B = \frac{(4P)L^3}{2(EI)}$$

$$\delta_C = \frac{(2P)L^3}{3(2EI)}$$

$$\begin{aligned} \delta_{BC} &= \frac{\delta_B + \delta_C}{2} + \frac{5wL^4}{384EI} \\ &= \frac{165}{192} \frac{PL^3}{EI} \end{aligned}$$



مثال: مقدار x چقدر باشد تا

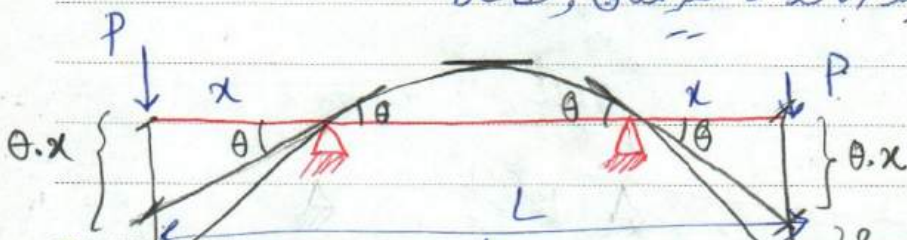
تغییر مکان و ب BC با تغییر مکان

نمای A و D برابر شود.

$$\frac{P(L-2x)^3}{48EI} = \frac{P(L-2x)^2}{16EI} \times x$$

$$L-2x = 3x \quad L = 5x \quad x = \frac{1}{5}L$$

پاسخ: مقدار x چقدر باشد تا تغییر مکان و ب BC



نکته: همواره می توان نسبت از سازه را حذف نمود به شرطی که تمام نیروها و تغییرات مربوط به نسبت

حذف شده به سازه های باقی مانده انتقال یابند (نکته: حذف و انتقال) (هر حذف باید انتقال و

$$\delta_{BC} = \delta_D \Rightarrow$$

هر انتقالی با حذف همراه است

$$\frac{(P \cdot x)(L-2x)^2}{8EI} =$$

$$\delta_D = \theta \cdot x + \frac{Px^3}{3EI}$$

$$= \frac{(P \cdot x)(L-2x)}{2EI} + \frac{Px^3}{3EI}$$

$$x(L-2x)^2 = 4x(L-2x) + \frac{8}{3}x^3$$

$$28x^2 - 24Lx + 3L^2 = 0$$

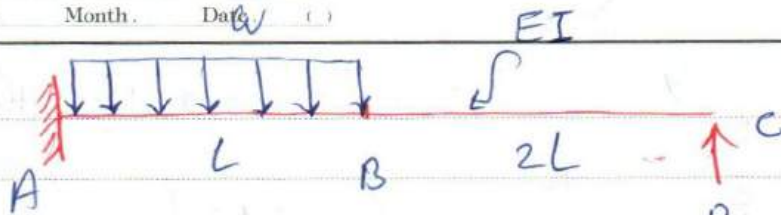
Subject:

Year:

Month:

Date:

۷۸



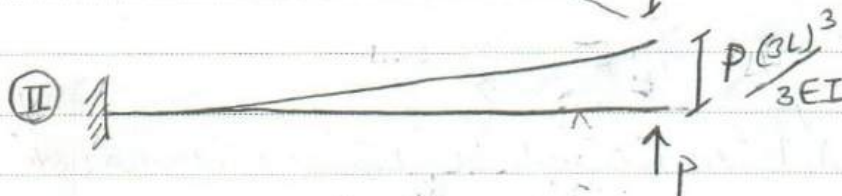
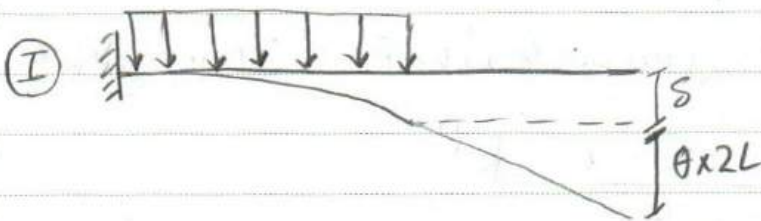
مثال) مقدار P چقدر باشد

تغییر مکان C صفر شود؟

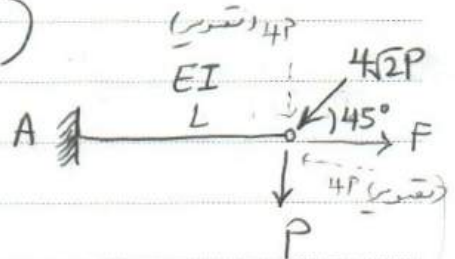
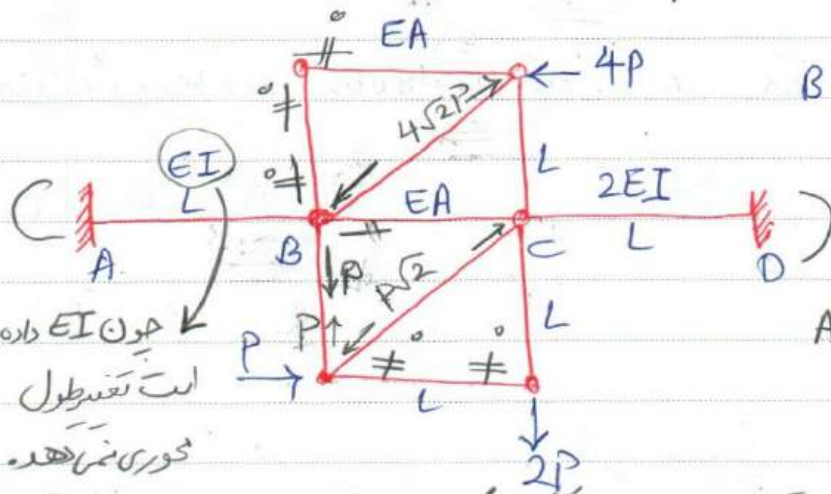
$$\frac{wL^4}{8EI} + \frac{wL^3}{6EI} \times 2L = \frac{P(3L)^3}{3(EI)}$$

$$\frac{11wL^4}{24} = \frac{9PL^3}{1}$$

$$P = \frac{11}{24 \times 9} wL$$

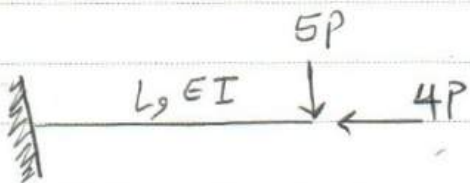


مثال) تغییر مکان نقطه B



چون EI داده است تغییر مکان خوری نمی دهد.

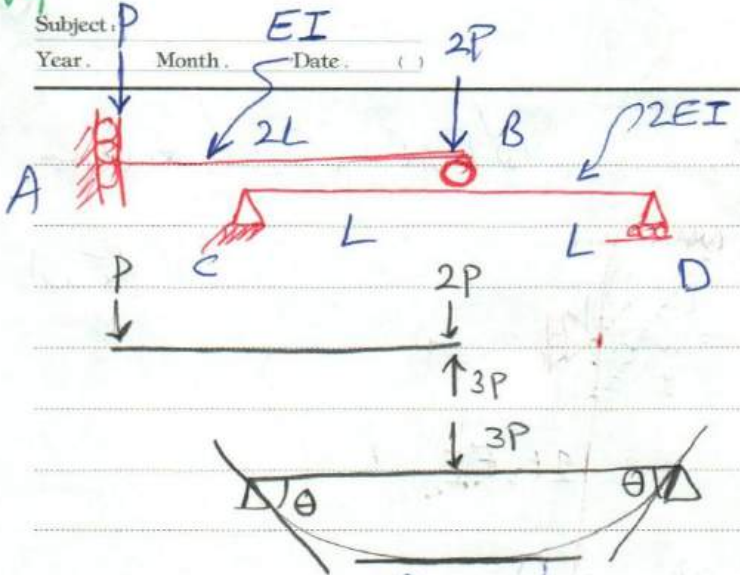
نیروی F در محل این سوال اهمیتی ندارد ولی چون بره کمی B و C به جهت و راست نمی روند.



$$F = 0 \text{ است. } \frac{FL}{EA}$$

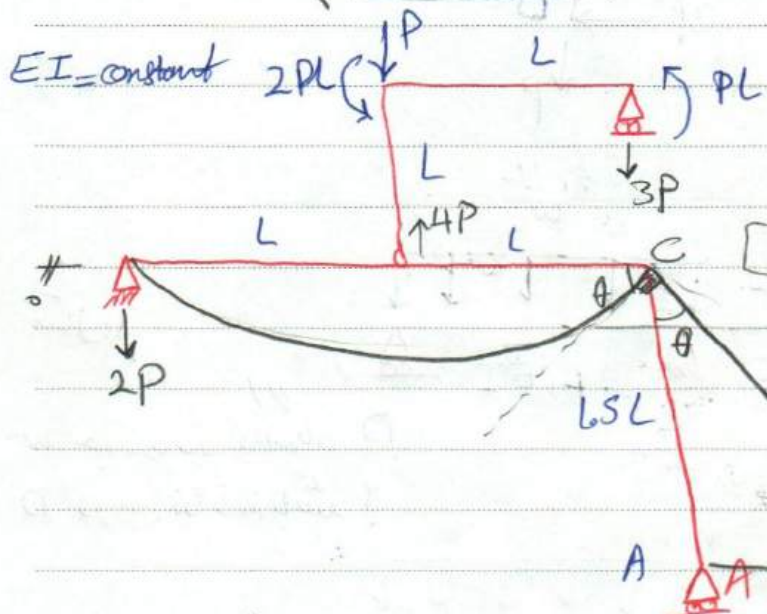
V9

Subject: P
Year: Month: Date: ()



(شال)

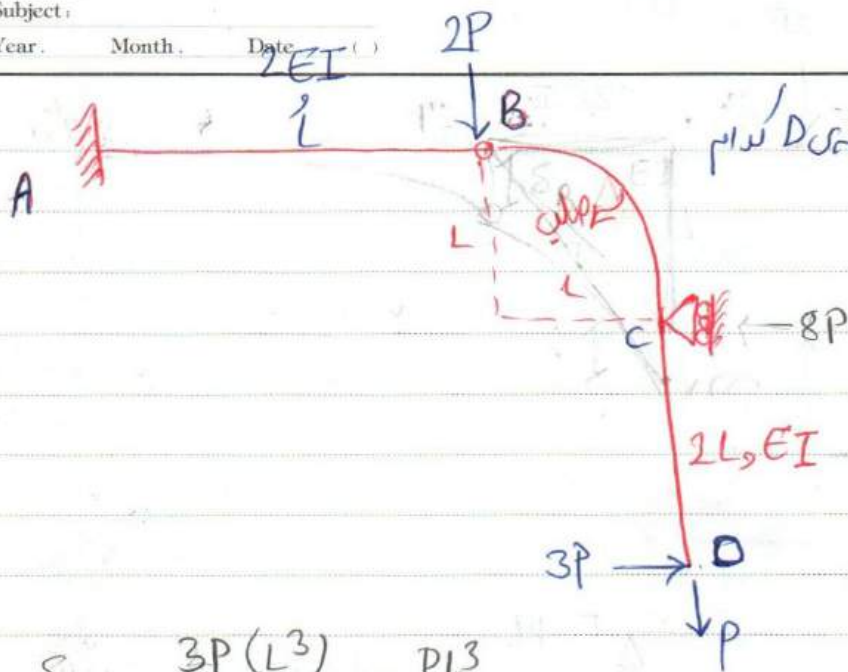
$$\theta = \frac{(3P)(2L)^2}{16(2EI)} = \frac{3}{8} \frac{PL^3}{EI}$$



(شال) تغییرات بزرگی

$$\theta = \frac{(4P)(2L)^2}{16EI} = \frac{PL^2}{EI}$$

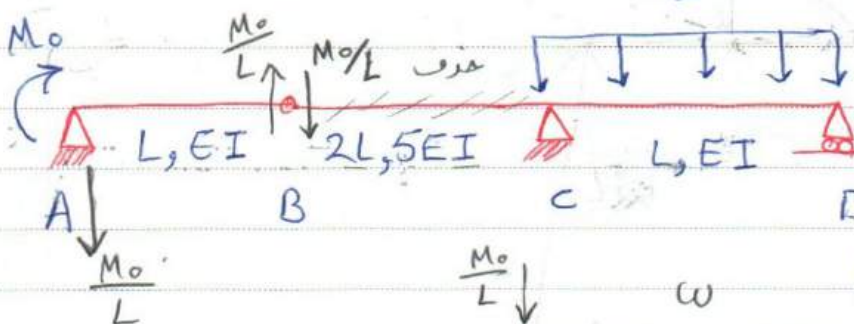
$$\delta_A = \frac{PL^3}{EI} \frac{3}{2}$$



مثال (تغییر مکان قائم نقطه D کدام است؟)

است؟

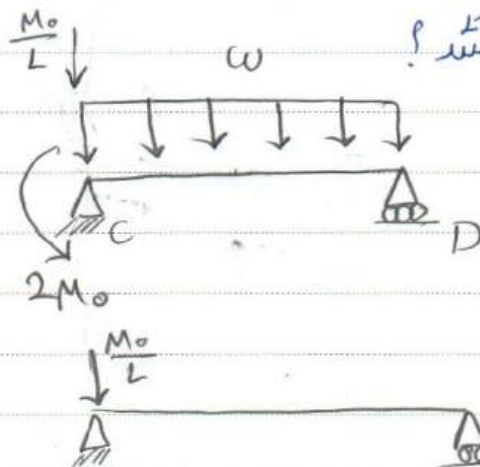
$$\delta_B = \frac{3P(L^3)}{3(2EI)} = \frac{PL^3}{3EI}$$



مثال

و جهت باشد یا شکاف D
D دورانی نداشته باشد؟

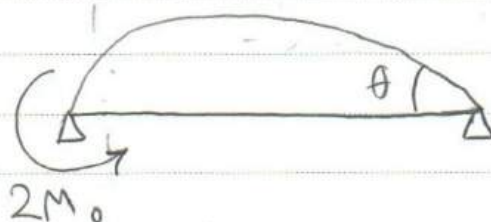
تبدیل ۲ بار زود می شود



$$\delta = 0$$

$$\theta = 0$$

$$\theta = \frac{(2M_0) \times L}{6EI}$$

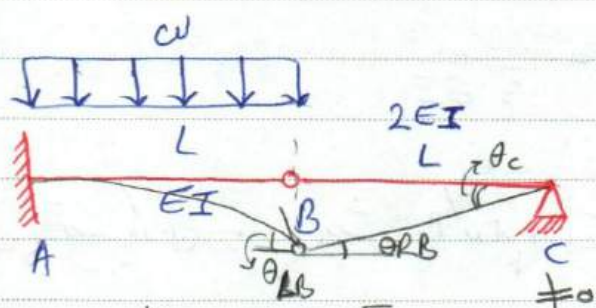


محل 10 سب کلیل 82 65 58 54 27 26 23

$$\theta = \frac{w L^3}{24 EI}$$

$$w = \frac{8 M_0}{L^2}$$

$$\frac{2 M_0 \times L}{6 EI} = \frac{w L^3}{24 EI}$$



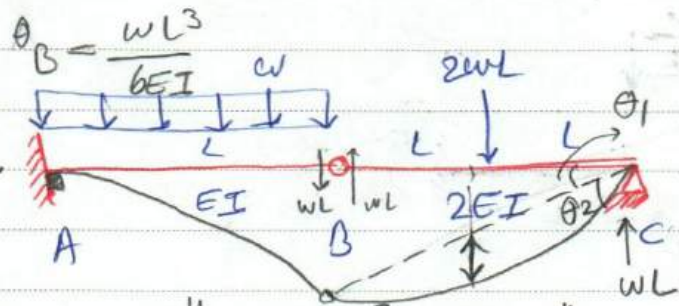
محل 10, 11, 12

$$\theta_c = ? \quad \Delta \theta_B = ? \quad (\text{محل 10})$$

$$\Delta_B = \frac{w L^4}{8 EI}$$

$$\theta_c = \frac{\Delta_B}{L} = \frac{w L^3}{8 EI}$$

$$\Delta \theta_B = \theta_{LB} + \theta_{RB} = \frac{11}{48} \frac{w L^3}{EI}$$

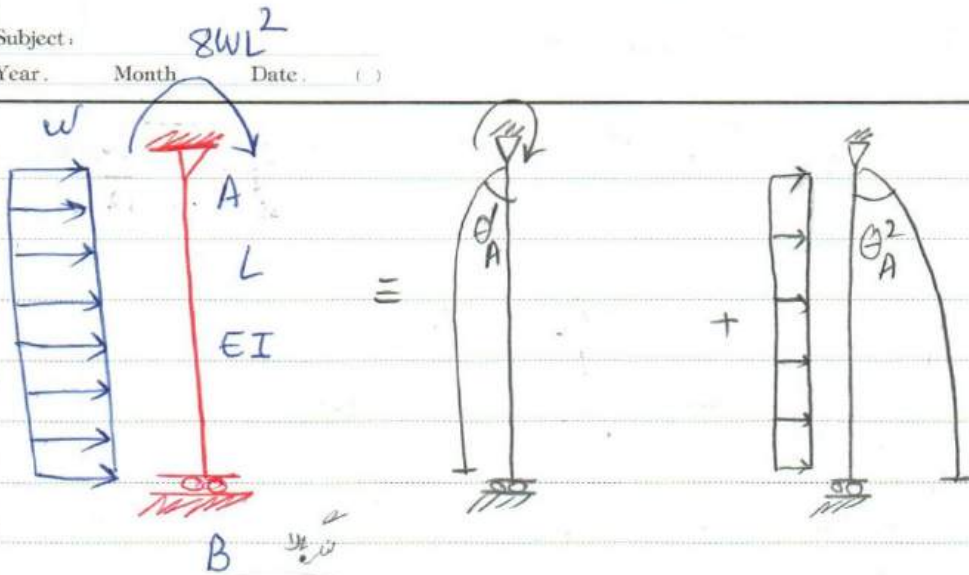


$$\delta_B = ? \quad \delta_{BCB} = ? \quad \theta_c = ?$$

$$\delta_B = \frac{w L^4}{8 EI} + \frac{(w L) L^3}{3 EI} = \frac{11}{24} \frac{w L^4}{EI}$$

$$\delta_{BCB} = \frac{\delta_B}{2} + \frac{(2 w L) (2 L)^3}{48 (2 EI)} = \frac{19}{48} \frac{w L^4}{EI}$$

$$\theta_c = \theta_1 + \theta_2 = \frac{\delta_B}{2 L} + \frac{(2 w L) (2 L)^2}{16 (2 EI)} = \frac{23}{48} \frac{w L^3}{EI}$$

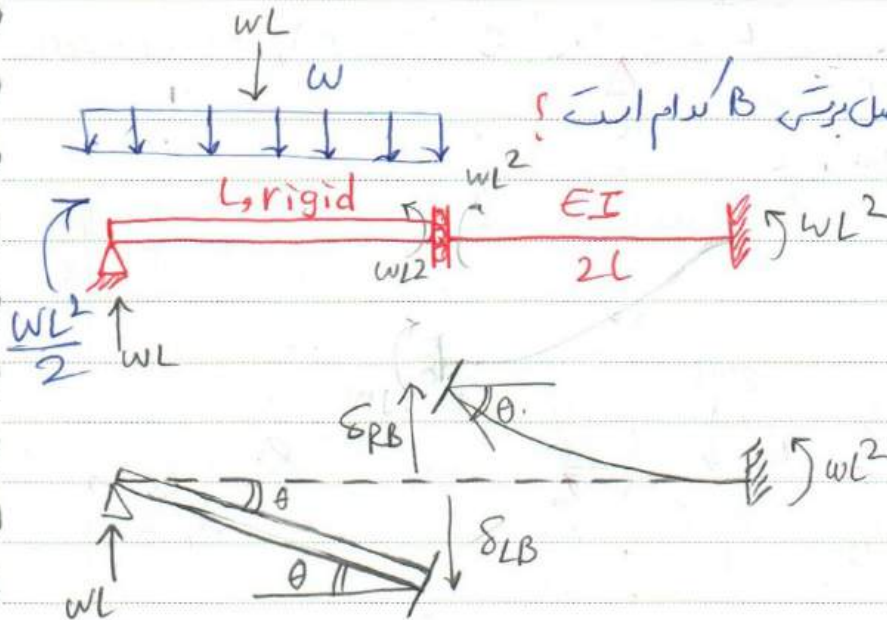


$$\theta_A = ? \text{ (مسئله)}$$

$$\theta_A = \theta_A^1 - \theta_A^2$$

↑ زبریل ۱
↑ زبریل ۲

$$\theta_A = \frac{(8WL^2) \times L}{EI} - \frac{w \times L^3}{3EI} = \frac{23}{3} \frac{wL^3}{EI}$$



$$\theta = \frac{(wL^2)(2L)}{EI}$$

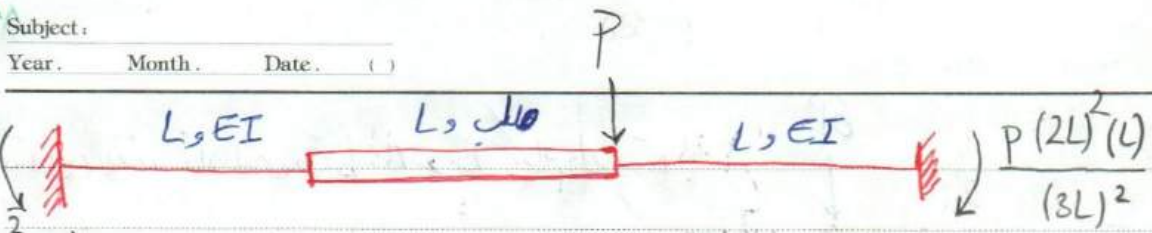
$$\delta_{RB} = \frac{(wL^2)L^2}{2EI}$$

$$\delta_{LB} = \theta \times L = \frac{2wL^4}{EI}$$

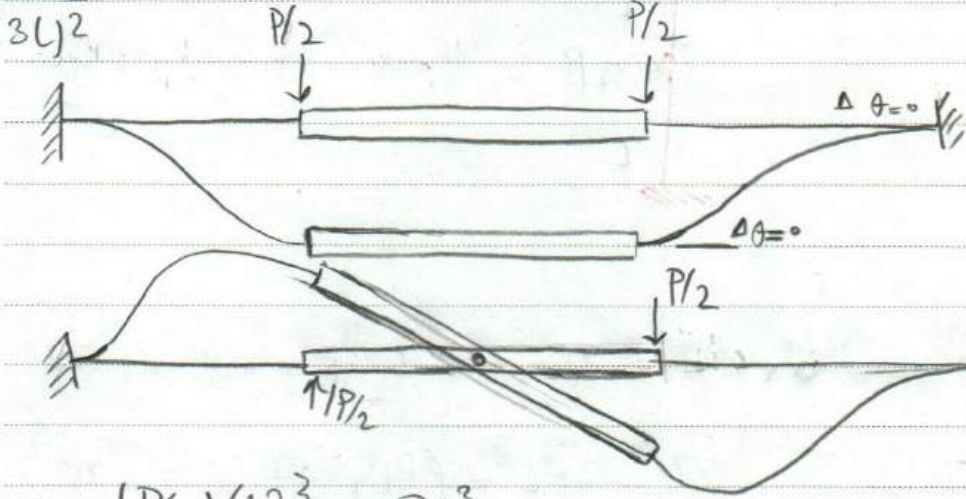
$$\Delta \delta_B = \delta_L + \delta_R = \frac{4wL^4}{EI}$$

Subject:

Year. Month. Date. ()



$$\frac{PL^2(2L)}{(3L)^2}$$

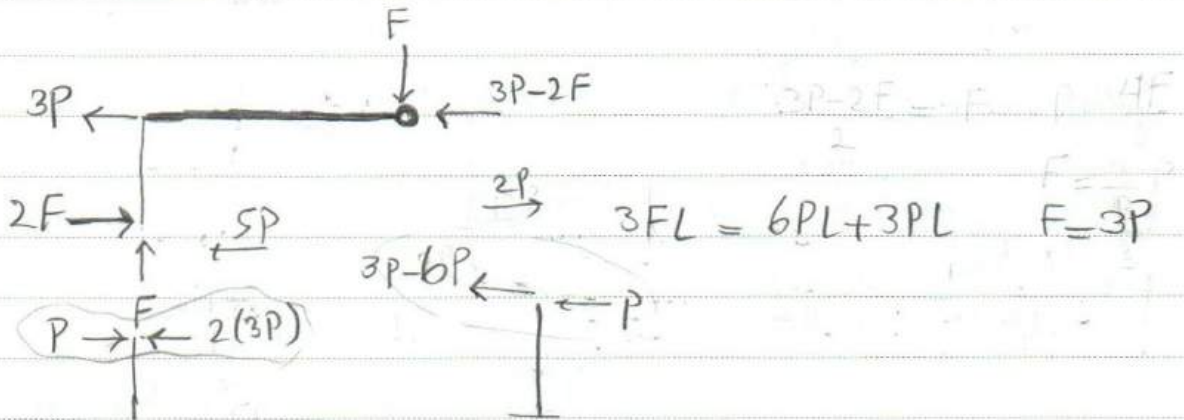
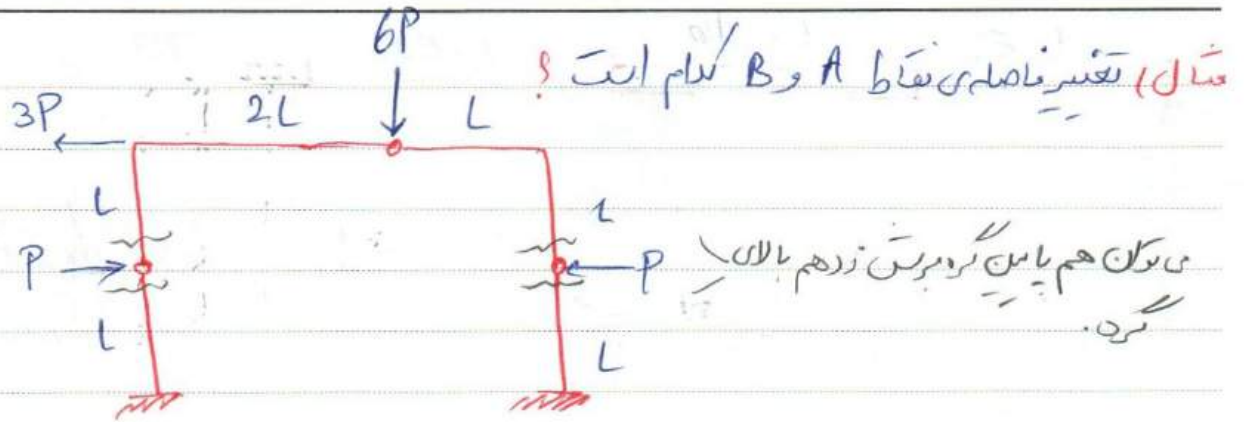


تغییر مکان و
شیب

$$\delta = \frac{(P/2)(L)^3}{12EI} = \frac{PL^3}{24EI}$$

فرمول 15

تیر δ_B ؟

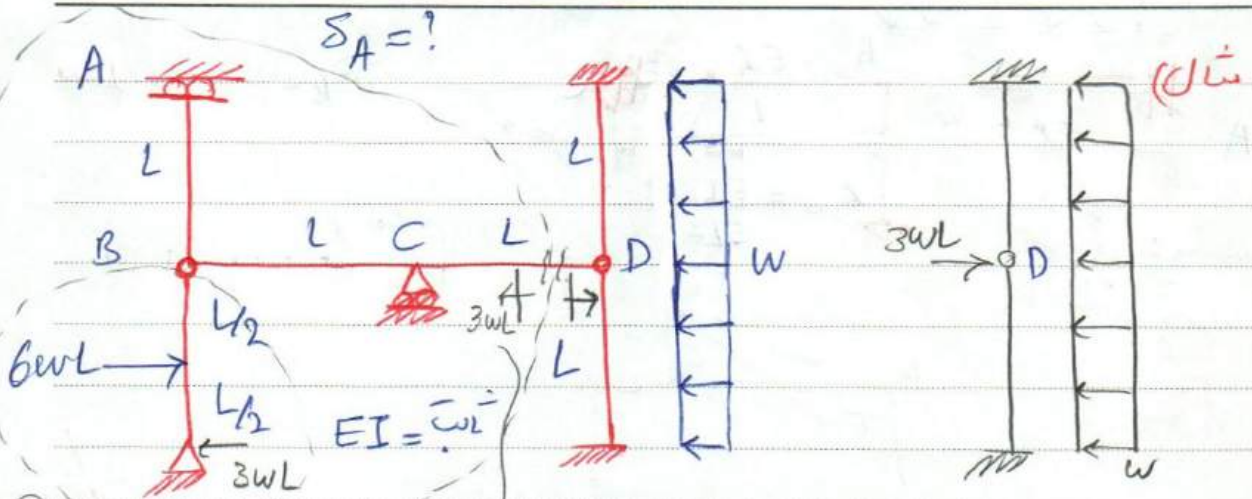


$$\frac{(5P)L^3}{3EI} + \frac{(2P)L^3}{3EI} = \frac{7PL^3}{3EI} = \frac{7}{3} \frac{PL^3}{EI} \quad (\text{دو برابر شدند})$$

40 39 38 36 32 24 22 19

Subject :

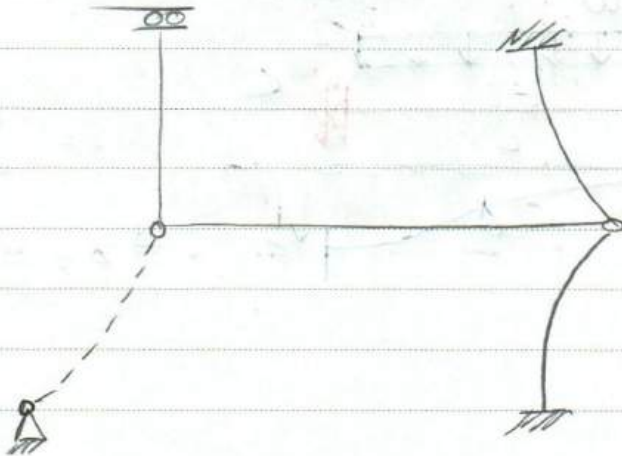
Year . Month . Date . ()

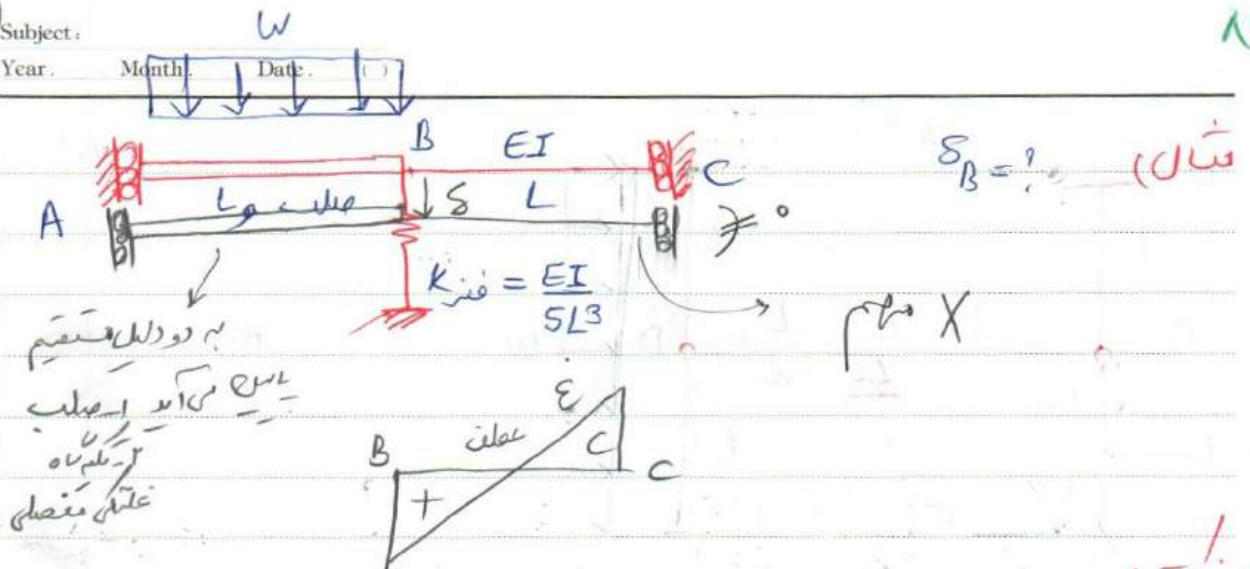


$$\sum F_x = 0 \rightarrow 3wL$$

$$|\delta_D| = |\delta_A| = \left| \frac{wL^4}{8EI} - \frac{(3wL/2) \times L^3}{3EI} \right| = \frac{3wL^4}{8EI}$$

برای حرکت می کند.

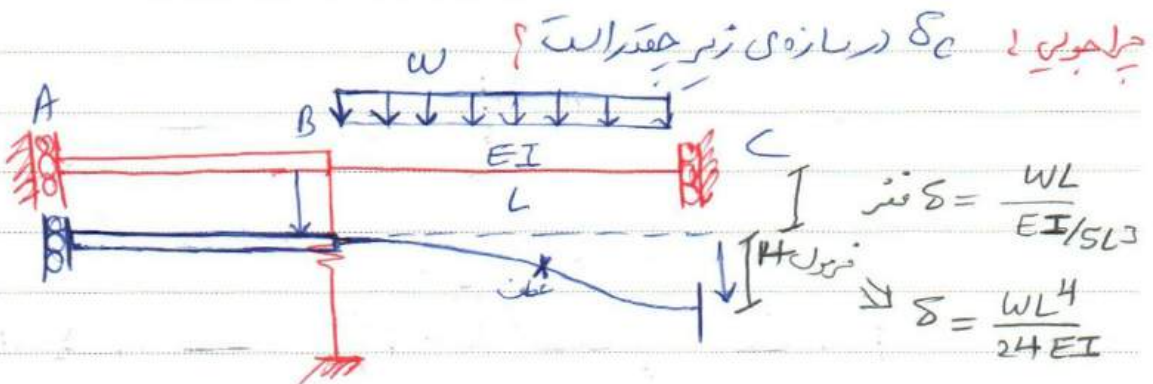




(نکته)

چنانچه در این سوال اگر مقطعی BC هم نباشد، حتماً نقطه عطفی در آن ایجاد می شود و چنین چیزی امکان ندارد. زیرا در نقطه عطف گشتاور صفر بوده و این با توجه به نکته ۳ غلطی برش C که فقط گشتاور دارد، هیچگاه گشتاور طول BC صفر نخواهد شد.

چنانچه در سازه‌ی زیر چه اتفاقی می افتد؟

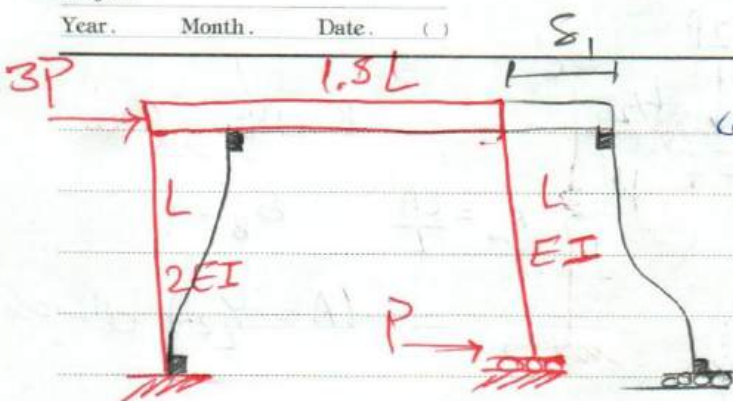


$$\delta_{w/c} = \frac{121 wL^4}{24 EI}$$



Subject:

Year. Month. Date. ()



مثال تغییر مکان تیر به علت بارش

$$\frac{PL^3}{12EI}$$

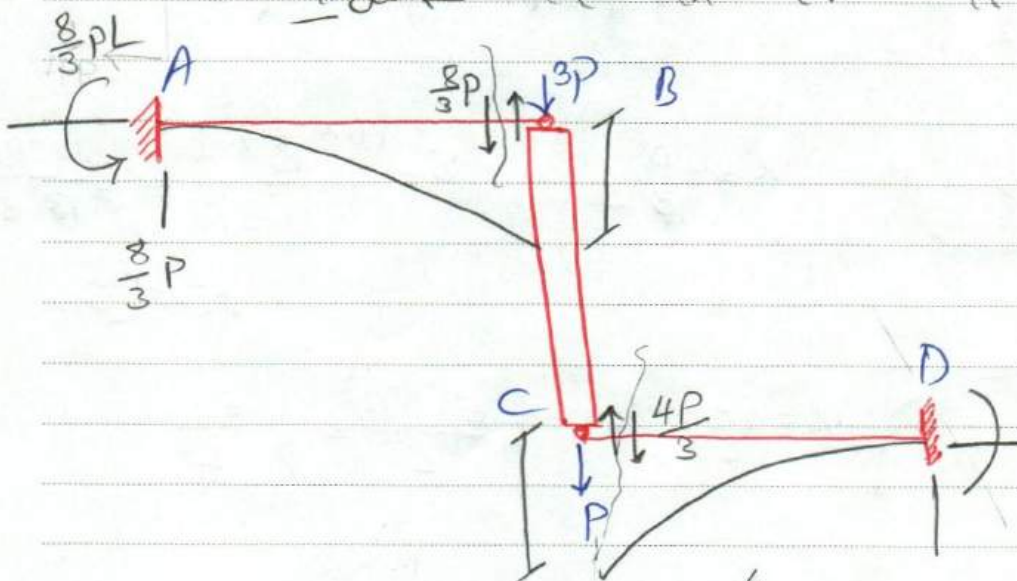
(2EI)

$$\delta_1 = \frac{(4P)L^3}{12(2EI)} = \frac{PL^3}{6EI}$$

$$\delta_2 = \frac{PL^3}{12EI}$$

$$\delta_1 + \delta_2 = \frac{1}{4} \frac{PL^3}{EI}$$

6A 6A 6V 6C 6T



$$(\delta_B = \delta_C) \xrightarrow{\text{شیر}} F_{\text{①}} = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \times 4P \rightarrow F_1 = \frac{8}{3}P$$

$$K_1 = \frac{3(2EI)}{L^3}$$

$$K_2 = \frac{3(EI)}{L^3}$$

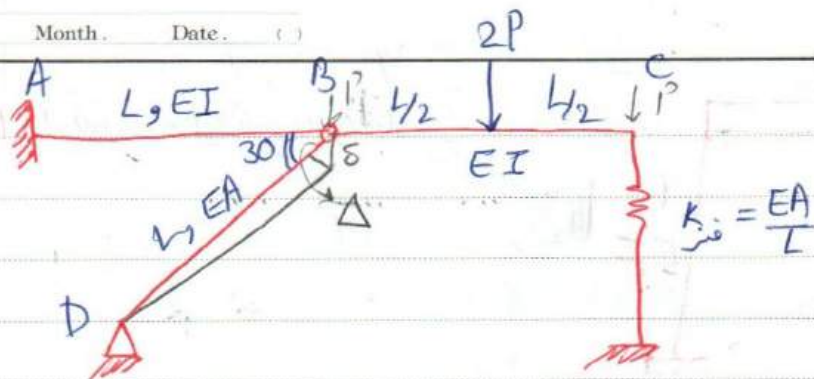
$$\delta_B = \delta_C = \delta = \frac{4P}{\sum K} = \frac{4}{9} \frac{PL^3}{EI}$$

$$K_1 + K_2 = 9$$

Subject:

Year. Month. Date. ()

M



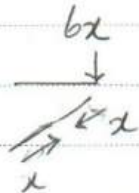
مثال - تفسیر مکان B

$$\delta_B = ?$$

در این سوال $(A = I/2)$

$$\Delta_{BD} = \delta \cos 60$$

$$\delta = \frac{PL^3}{3EI}$$



$$\frac{PL^3}{3EI} \times \frac{1}{2} = \frac{FL}{E(I/2)}$$

$$\rightarrow P = 6F$$

$$\sum F_y = 0 \quad \left[6x + x \times \frac{1}{\sin 30} = P \right]$$

$$x = \frac{2P}{13}$$

$$\delta = \frac{(6 \times \frac{2P}{13}) L^3}{3EI} = \frac{4}{13} \frac{PL^3}{EI}$$

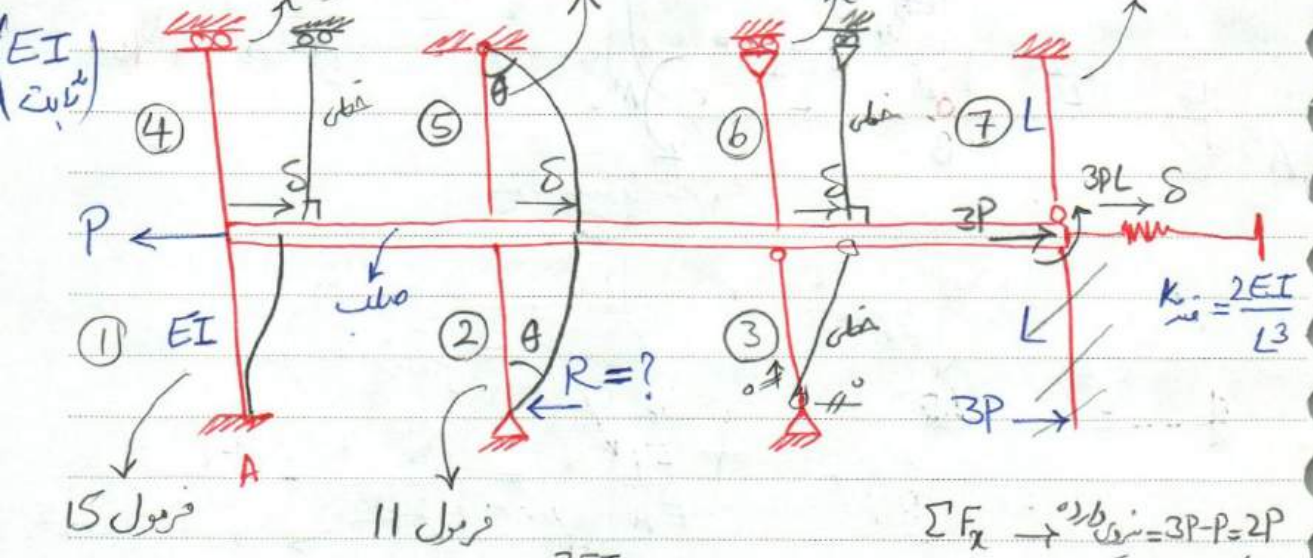
روش کنتی



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

$$K = \frac{EA}{L} \cos^2 60 = \frac{1}{4} \frac{E(I/2)}{L} = \frac{1}{4} \frac{EI}{L^3}$$

$$\delta_B = \frac{P}{K_{\text{متر}} + K_{\text{متر}}} = \frac{P}{\frac{1}{4} \frac{EI}{L^3} + \frac{3EI}{L^3}} = \frac{4}{13} \frac{PL^3}{EI}$$



$$\sum F_x \rightarrow \text{نیروی وارد} = 3P - P = 2P$$

$$R = \frac{K_2 \rightarrow \frac{3EI}{L^3}}{K_7 + K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6 + K_7} \times 2P = \frac{6}{23} P$$

$\frac{2EI}{L^3}$ $\frac{12EI}{L^3}$ $\frac{3EI}{L^3}$ $\frac{3EI}{L^3}$

چون غلط هستند و انعطاف ندارد

$$F_{\text{قشر}} = \frac{2}{2 + 12 + 3 \times 2 + 3} \times 2P = \frac{4P}{23}$$

$$\delta_{\text{قشر}} = \frac{F_{\text{قشر}}}{K_{\text{قشر}}} = \frac{\frac{4P}{23}}{\frac{2EI}{L^3}} = \frac{2PL^3}{23EI}$$

Subject:

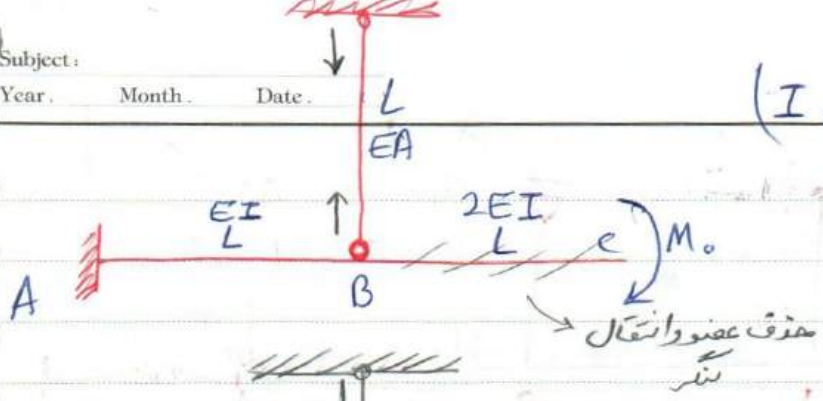
Year:

Month:

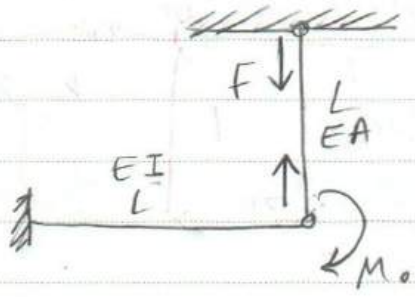
Date:

$$(I = 2AL^2)$$

مثال نیروی مابین



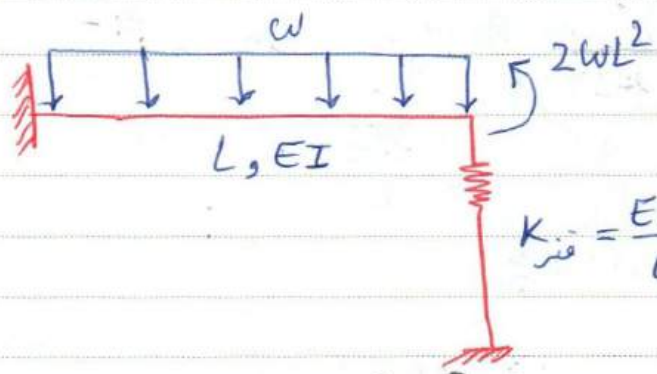
مختلاف عضو انتقال نیرو



(δ انتهای تیر = δ مفصل)

$$\frac{FL}{EA} = \frac{M_o L^2}{2EI} - \frac{FL^3}{3EI} \rightarrow \frac{FL}{EA} = \frac{M_o L^2}{2EI} - \frac{FL^3}{3EI}$$

$$\frac{M_o}{4} = \frac{FL}{6} + \frac{FL}{6} = \frac{7FL}{6} \rightarrow F = \frac{6}{28} \frac{M_o}{L} = \frac{3}{14} \frac{M_o}{L}$$



مثال

↓ فنر
↑ فنر (کشش)

$$K_{\text{فنر}} = \frac{EI}{L^3}$$

$$-F_{\text{فنر}} = \frac{wL^4}{8EI} - \frac{M_o L^2}{2EI} + \frac{FL^3}{3EI}$$

$$-\frac{4}{3} F \frac{L^3}{EI} = \frac{7}{8} \frac{wL^4}{EI} \rightarrow F = \frac{21}{32} wL$$

فنر کشش

91

Subject:

Year. Month. Date. ()

حصہ ۲، ۴، ۹۴



- ① سارا کے لئے
- ② δ_B
- ③ $\Delta\theta_B$

$$\Rightarrow F_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2} \times P \rightarrow F_1 = \frac{P}{3}$$

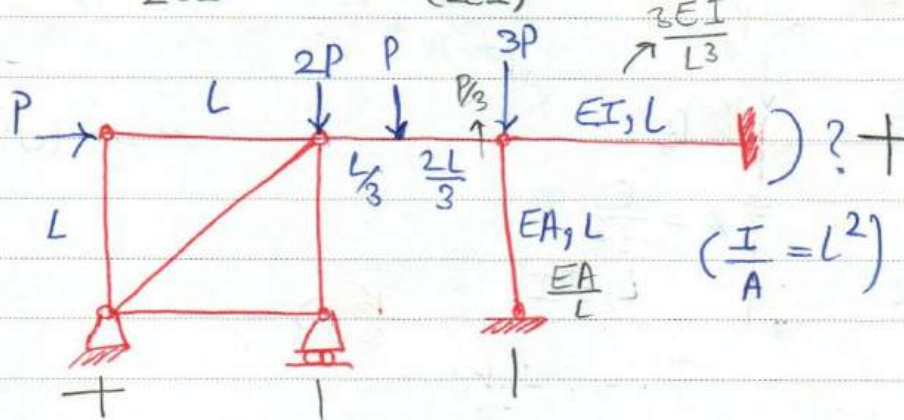
$$k_1 = \frac{3EI}{L^3} \quad k_2 = \frac{3(2EI)}{L^3} \rightarrow F_2 = \frac{2P}{3}$$

$$\delta_B = \frac{P}{\frac{3EI}{L^3} + \frac{3(2EI)}{L^3}} = \frac{PL^3}{9EI}$$

$$\theta_L = \frac{F_1 L^2}{2EI}$$

$$\theta_R = \frac{F_2 L^2}{2(2EI)}$$

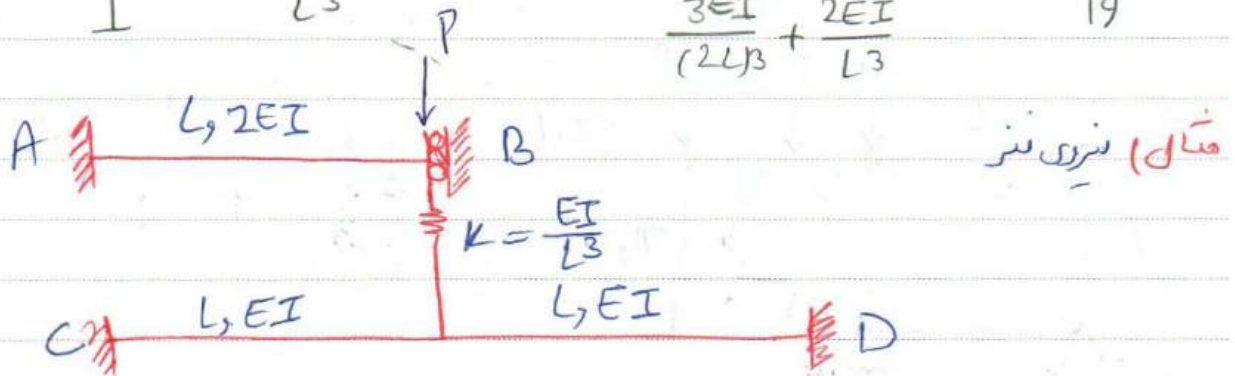
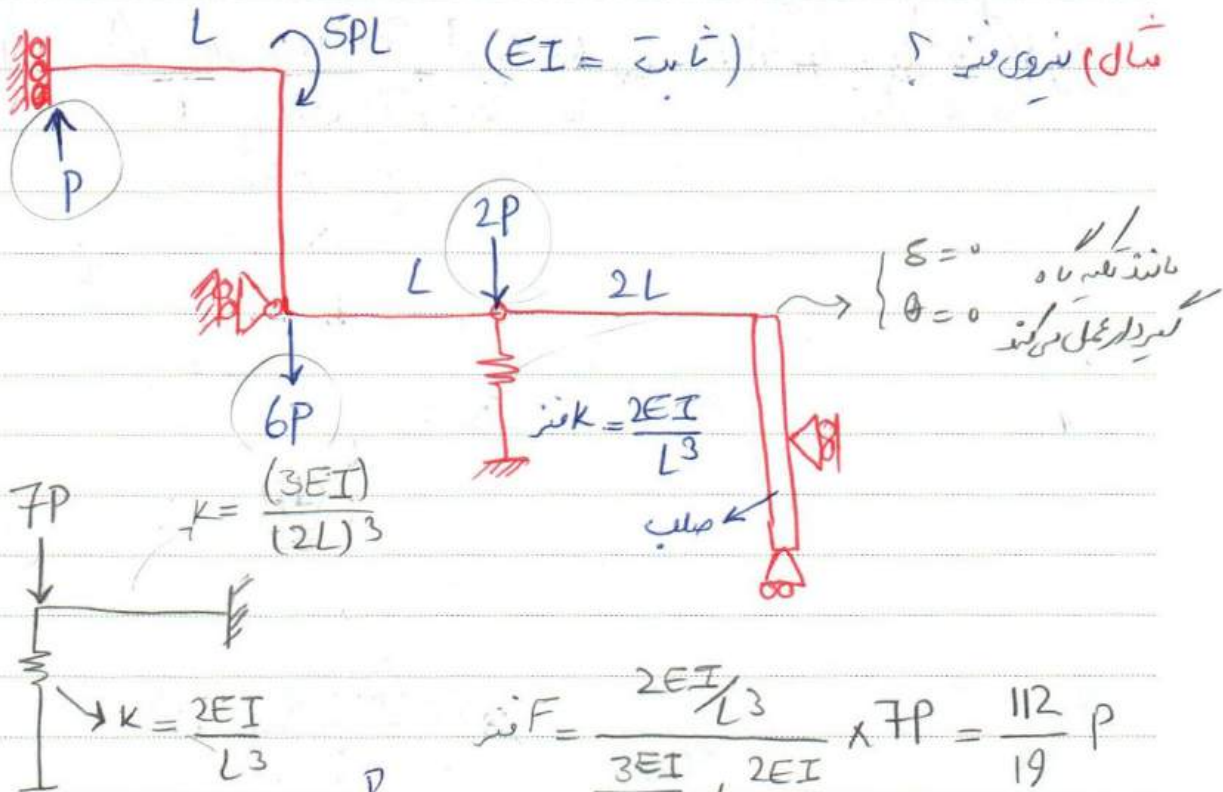
$$\Delta\theta = \theta_L + \theta_R = \frac{PL^2}{3EI}$$



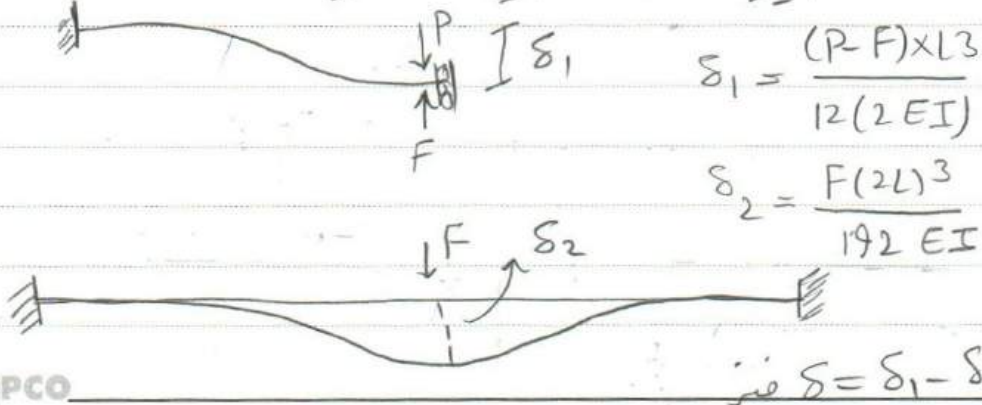
$$F = \frac{P/3 + 3P}{\frac{EA}{L} + \frac{3EI}{L^3}} \times \left(\frac{3EI}{L^3}\right) = \frac{5}{2}P$$

$$M_A = \frac{5}{2}PL$$

$$\frac{k}{k_1 + k_2} \times \frac{F}{L}$$



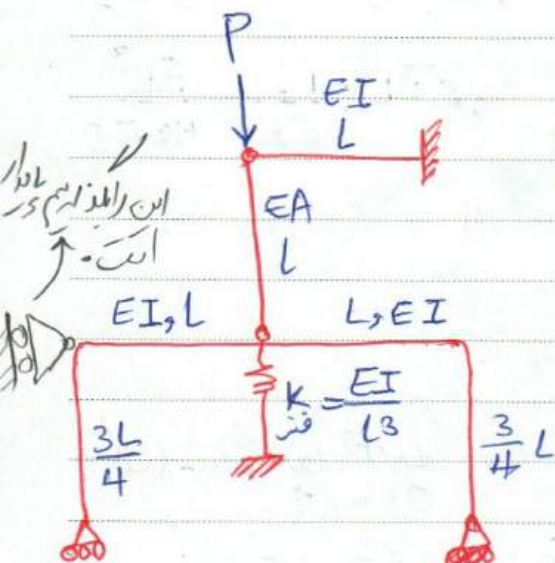
نیروی فنر را کشتی فنر کرده و سنجیدیم تا مقایسه کنیم بر روی خود



Subject:

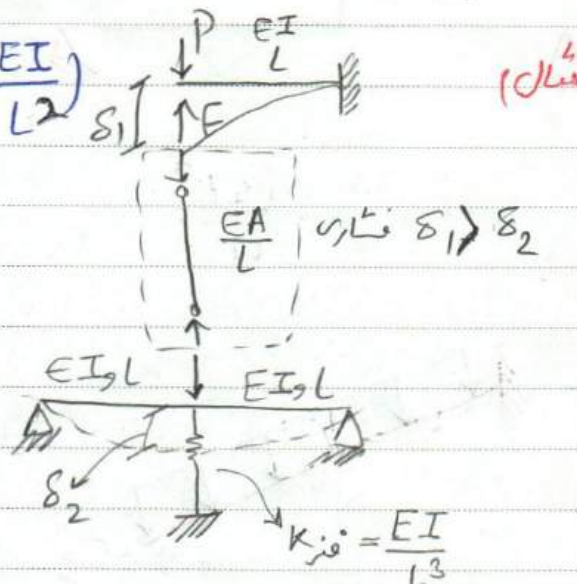
Year. Month. Date. ()

$$\frac{F}{\text{قصر}} = \delta = \delta_1 - \delta_2 = \frac{(P-F)L^3}{12(2EI)} - \frac{F(2L)^3}{192EI} = \frac{FL^3}{EI}$$



$$P - F - F = 24F \rightarrow F = \frac{L}{26}P \checkmark$$

$$(EA = \frac{EI}{L^2})$$



$$\delta_1 = \frac{(P-F)L^3}{3EI}$$

$$\delta_2 = \frac{F}{\frac{EI}{L^3} + k_{cp}} = \frac{FL^3}{7EI}$$

$$\delta = \frac{FL}{EA} = \delta_1 - \delta_2$$

$$\frac{EI}{L^3} \leftarrow \frac{48EI}{(2L)^3}$$

delta عضو کوری

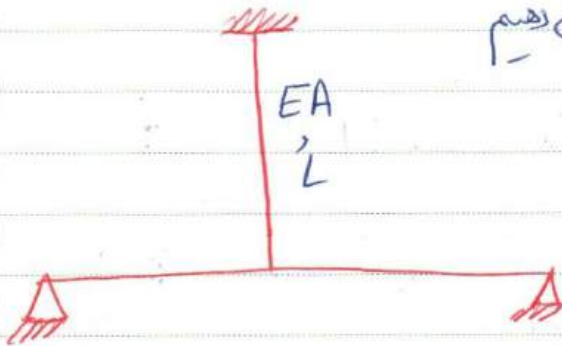
$$\frac{(P-F)L^3}{3EI} - \frac{FL^3}{7EI} = \left(\frac{7P-7F-3F}{21} \right) L^3 = \frac{FL^3}{EI}$$

$$7P - 10F = 21F \quad F = \frac{7}{31}P$$

$$F = \frac{\frac{EI}{L^3}}{\frac{EI}{L^3} + \frac{48EI}{(2L)^3}} \times \frac{7P}{31} = \frac{L}{31}P$$

مثال ۱) اگر می‌دانیم که ΔT باشد، چقدر نیرو داریم؟

نیروی ایجاد شده در این تیر چقدر است؟



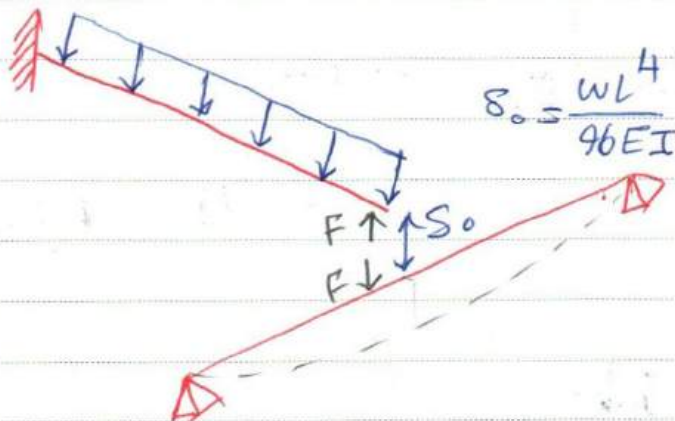
$$\alpha \Delta T L - \frac{FL}{EA} = \frac{F(2L)^3}{48EI}$$

$$\alpha \Delta T = \frac{FL}{EA} \left(1 + \frac{1}{12}\right)$$

$$F = \frac{12}{13} \frac{\alpha \Delta T EA}{L}$$

مثال ۲) مقدار نیروی F است

و عضو چقدر است؟



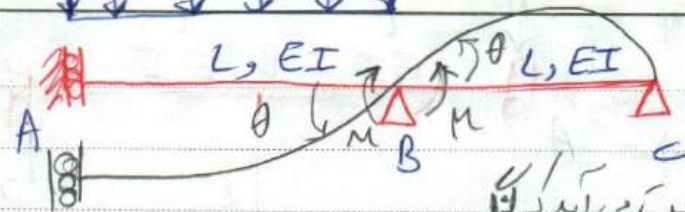
$$\delta_o = \frac{WL^4}{96EI}$$

$$\frac{w_1 L^4}{8EI} = \frac{WL^4}{96EI} \quad w_1 = \frac{8}{96} w = \frac{w}{12} \rightarrow \text{از زمان تماس } \frac{11w}{12} \text{ تأثیر گذار است.}$$

$$\frac{\left(\frac{11}{12} w\right) L^4}{8EI} - \frac{FL^3}{3EI} = \frac{FL^3}{48EI}$$

$$11WL - 32F = 2F$$

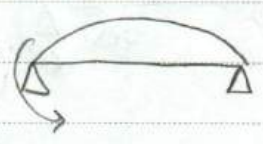
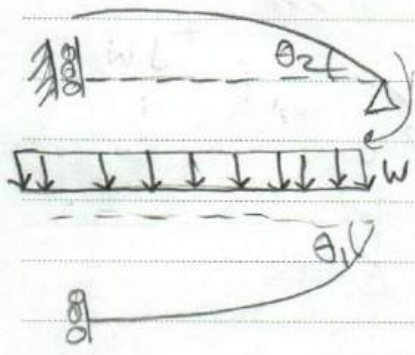
$$F = \frac{11WL}{34}$$



مثال 8 $M_B = ?$

جهت گزینش جهت راست سازه بدست می آید که

به سازه زده است. از برابر θ دو طرف استفاده می گردد.

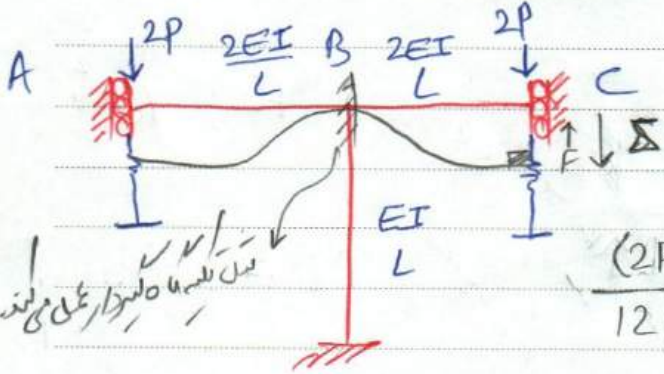


$$\theta_1 - \theta_2 = \frac{ML}{3EI} \rightarrow M = \frac{wL^2}{4}$$

$$\theta_1 = \frac{wL^3}{3EI} \quad (\text{فرمول 11})$$

$$\theta_2 = \frac{MxL}{EI} \quad (\text{فرمول 12})$$

فصل 12 2 3 5 7 8 10 11 12 13



مثال نیروی فنر کدام است ؟

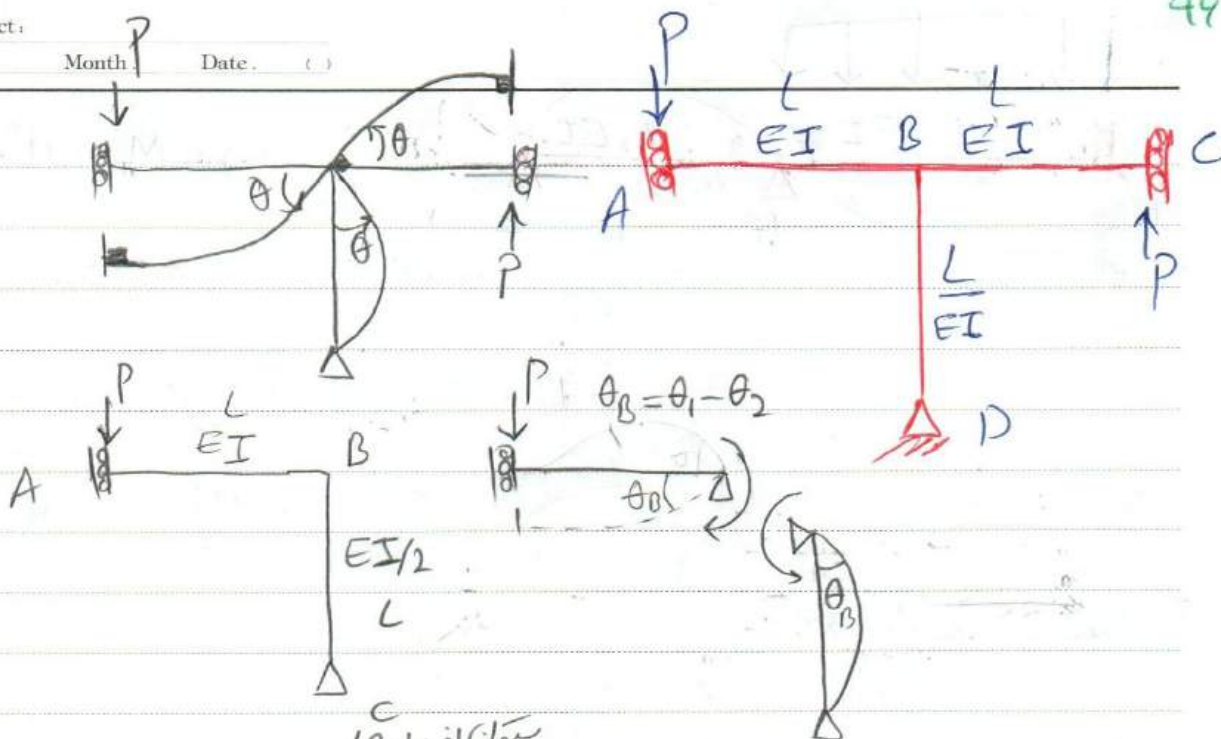
$$\frac{(2P-F)L^3}{12(2EI)} = \frac{F}{2EI/L^3} \quad F = \frac{2P}{13}$$

Subject:

Year:

Month:

Date:

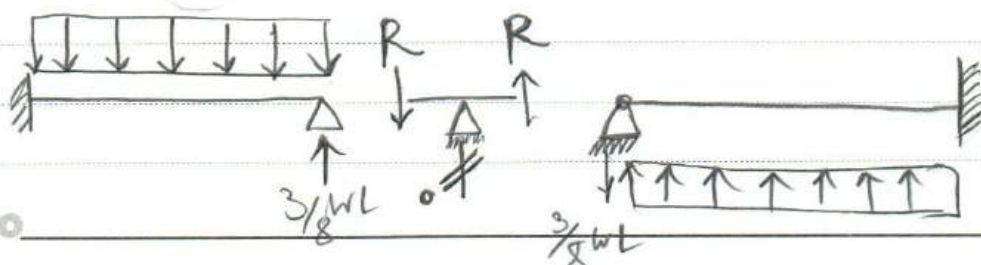
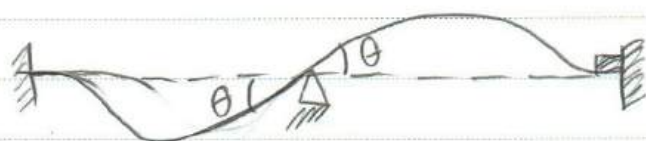
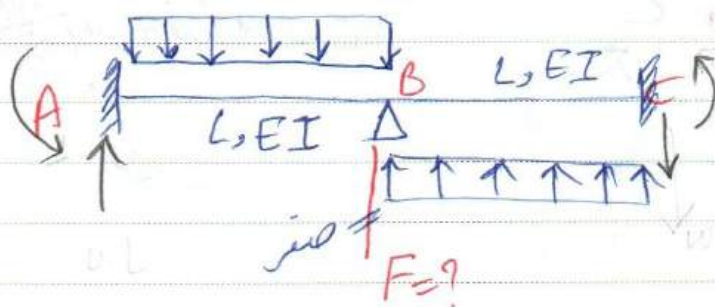


سوال انفریبل 19

$$\frac{PL^2}{2EI} - \frac{ML}{EI} = \frac{ML}{3(EI/2)} \quad \frac{10}{3} \frac{M}{L} = P$$

$$\theta_B = \frac{(\frac{10}{3} PL) L}{3(EI/2)} = \frac{PL^2}{5EI}$$

F=? (سوال 2)



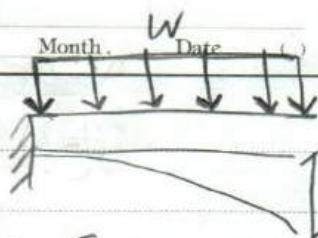
9v

Subject:

Year:

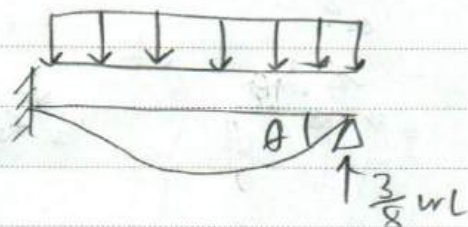
Month:

Date:



$$(\delta, \theta; L) \quad \delta_B = 0$$

$$\frac{WL^4}{8EI} = \frac{RL^3}{3EI} \rightarrow R = \frac{3}{8} WL$$



$$\theta = \frac{WL^3}{48EI}$$

14 15 27 30 31 34 32

R class

Subject:

Year:

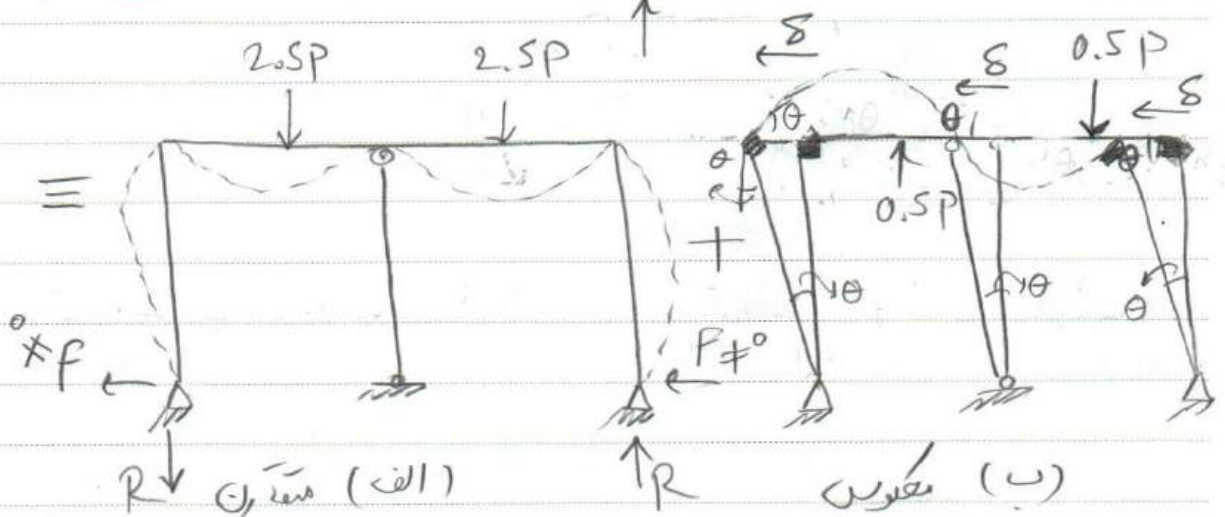
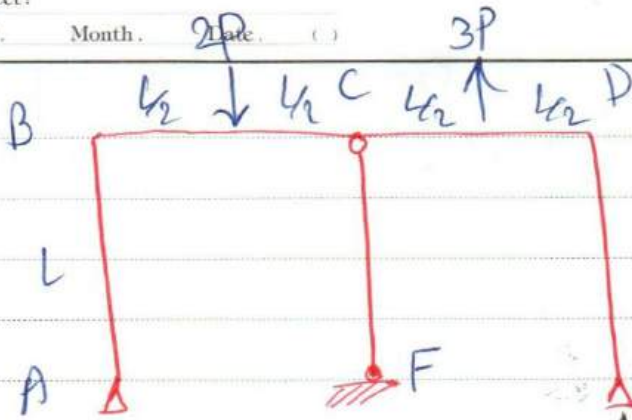
Month:

Date:

()

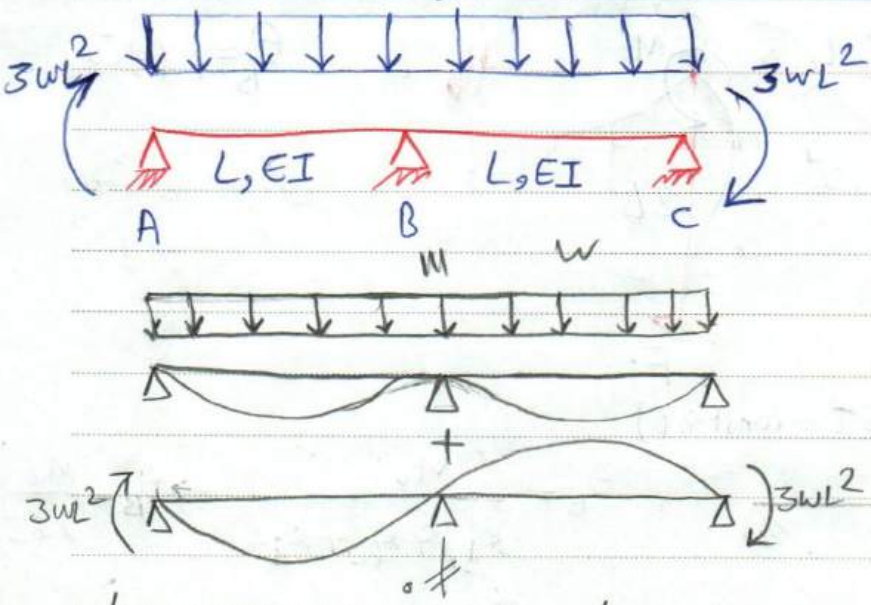
9A

9A

 $\theta_c = ?$ (مثال)

$$\theta = \frac{FL^2}{16EI} = \frac{(0.5P)L^2}{16EI} = \frac{PL^2}{32EI}$$

21 فصل 17
41 فصل 10

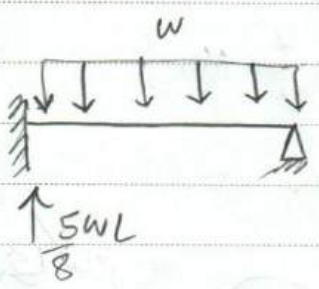


$R_B = ?$ (مثال)

من توان از ترتیب نیروها استفاده کرد و ارزش یکبار در میان راه عنوان یک بار دیگر

از پایین در نظر گرفته ✓

راه دیگر استفاده از فرمول 21

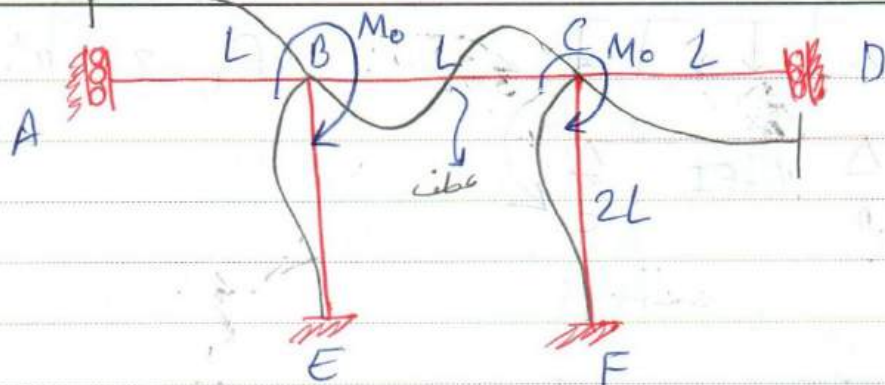


$$R_B = 2 \times \left(\frac{5}{8} wL \right) = \frac{5}{4} wL \quad \checkmark$$

Subject:

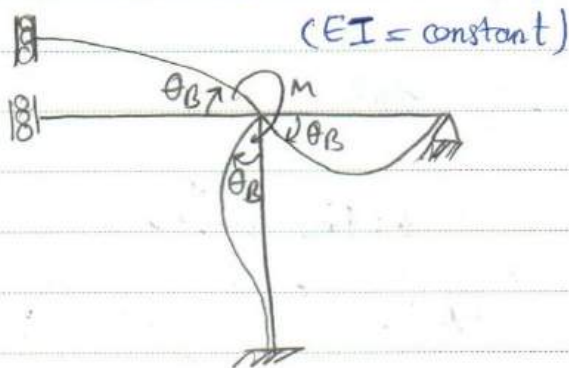
Year. Month. Date. ()

۱۰۰٪ تکمیل شد



مثال: $\theta_B = ?$

مقاومت معکوس
(ب-ا)

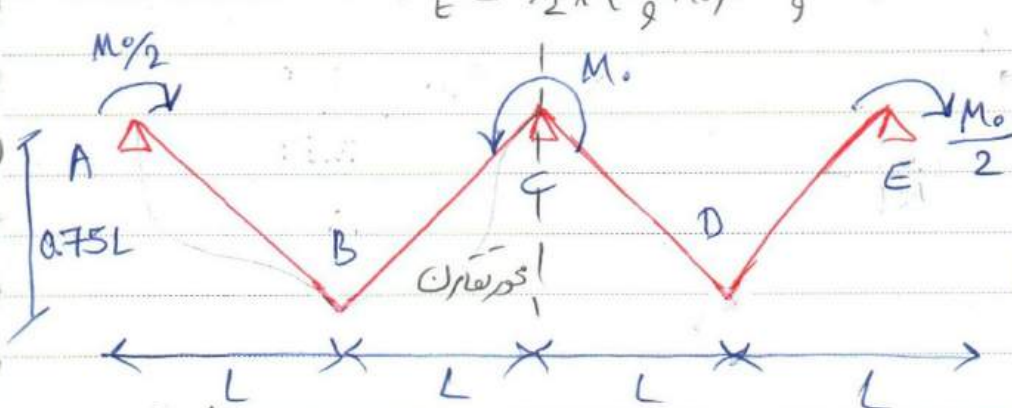


$$\theta_B = \frac{M_o}{k_{BA} + k_{BO} + k_{BE}} \rightarrow \theta_B = \frac{ML}{9EI}$$

$\downarrow$ $\downarrow$ $\downarrow$
 $\frac{EI}{L}$ $\frac{3EI}{(L/2)}$ $\frac{4EI}{(2L)}$

$M_E = ?$ $M_{BE} = \frac{k_{BE}}{\sum k} \times M_o = \frac{2}{9} M_o$

$M_E = \frac{1}{2} \times \left(\frac{2}{9} M_o \right) = \frac{1}{9} M_o$

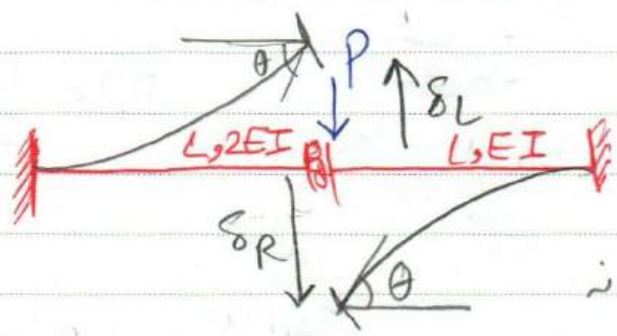
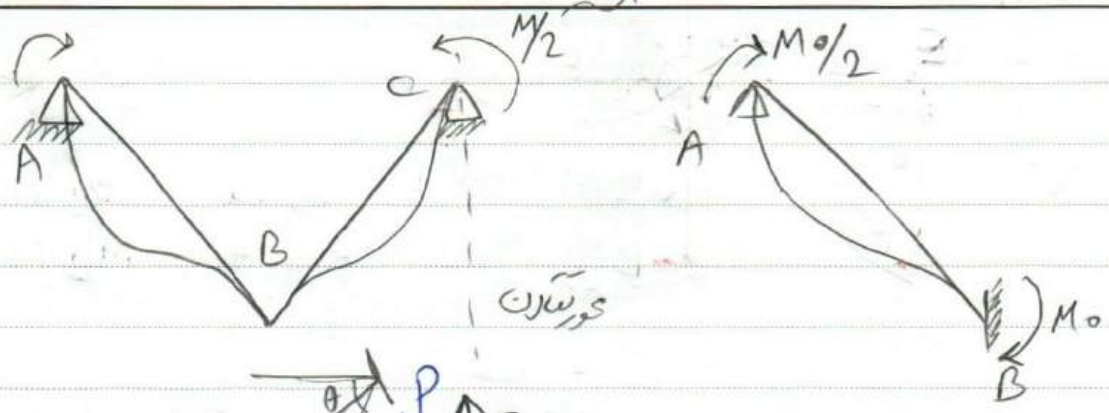


کدام است؟
مثال

برای از سازه های ۸ و ۱۰ و از سازه های معکوس است و یکی سازه نیز معکوس است.

* گروه های B و D در راستای قائم جابجایی می شوند EA نیز ثابت است.

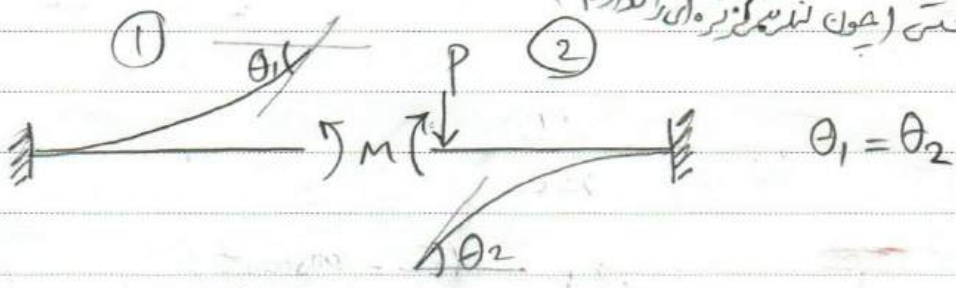
اوی محوریان فدر نصفی کرد



مثال ۱

فقط از روش سازگاری می توان رفت نه

از روش سختی (چون تغییرات در این روش)



$$\theta_1 = \frac{ML}{2EI}$$

$$\theta_2 = \frac{PL^2}{2EI} - \frac{ML}{EI}$$

$$\frac{3}{2} \frac{ML}{EI} = \frac{PL^2}{2EI}$$

$$\frac{1}{3} PL = M$$

Subject:

Year: Month: Date: ()

(14)

جلس 4, 5, 9

102

(حل تمرين)

$$(EI = GL)$$

$$V_D (3)$$

$$\theta_B (1)$$

$$R_{YA} (4)$$

$$M_D (2)$$

$$\theta_A (5)$$

$$\theta_B = \frac{M_o}{\left[\frac{4EI}{L} \times 2 + \frac{3EI}{L} + \frac{3EI}{(2L)} \right]} = \frac{2}{25} \frac{ML}{EI}$$

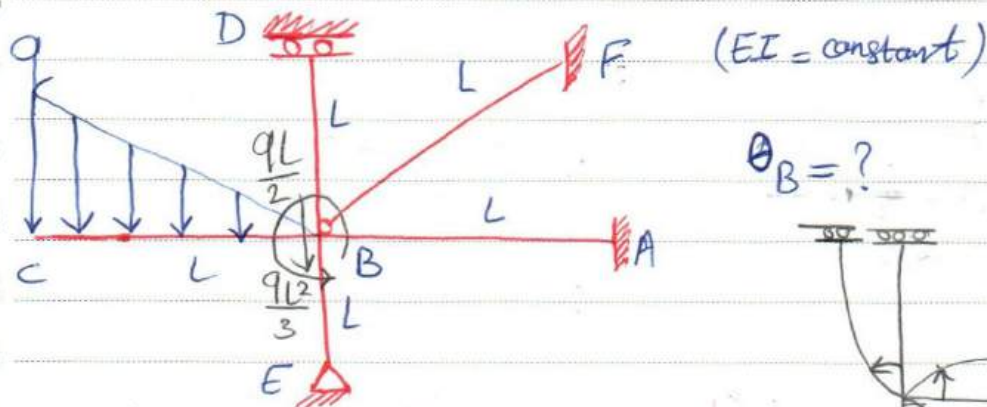
$$= \frac{25}{2} \frac{EI}{L}$$

$$M_{BD} = \frac{K_{BD}}{K_{BD} + K_{DB}} \times M_o = \frac{8}{25} M_o$$

$$V = \frac{M_{DB} + M_{BD}}{L} = \frac{12}{25} \frac{M_o}{L}$$

$$R_{YA} = \frac{M_{BA} + M_{AB}}{L} = \frac{6}{25} \frac{M_o}{L}$$

$$\theta_A = \frac{1}{2} \theta_B = \frac{1}{2} \times \frac{2}{25} \frac{ML}{EI} = \frac{ML}{25EI}$$

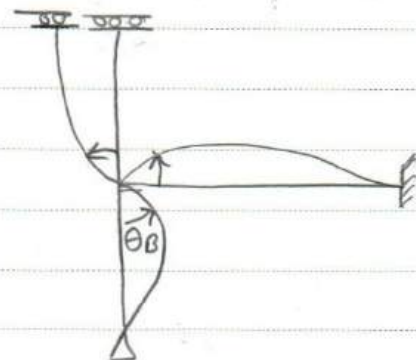


(EI = constant)

(مسألة)

$$\theta_B = ?$$

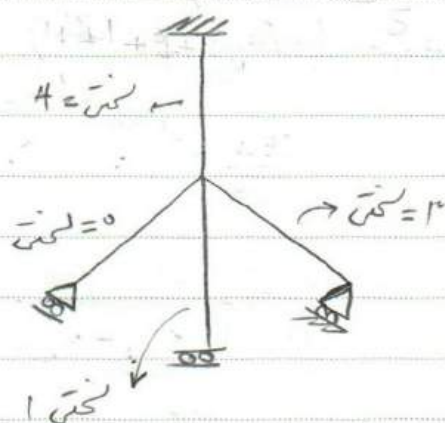
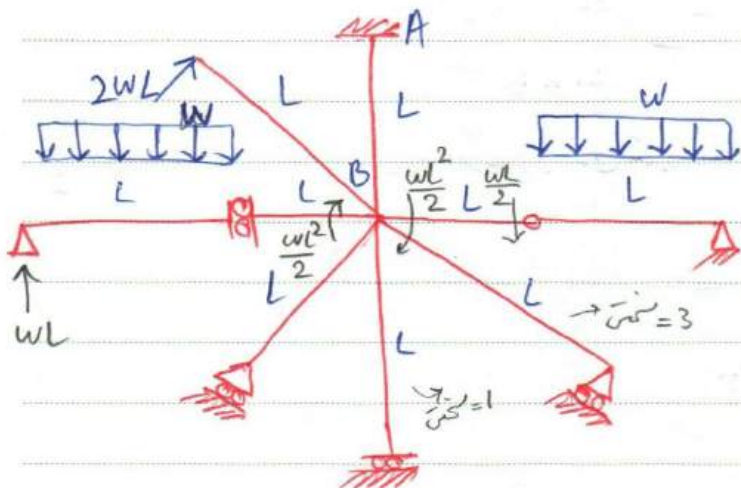
$$\theta_B = \frac{(qL^3/3)}{k_{BA} + k_{BD} + k_{BE}} = \frac{qL^3}{24EI}$$



چرا جوابی نداریم؟ اگر عضو BF صلب شود، θ_B محدود می شود؟ θ_B همان θ_B می باشد.

اگر عضو BF صلب باشد و اتصال آن نیز مفصل نباشد، آنگاه θ_B کدام است؟ $\theta = \frac{M}{\sum k} = 0$

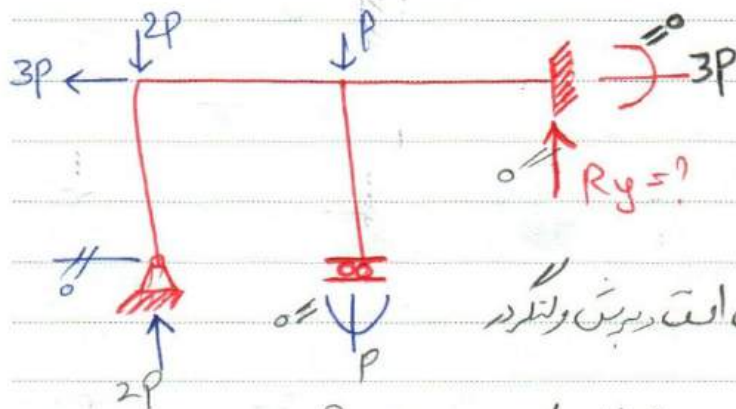
مثال 1: گسترش ده سیم دار A



$$M_{BA} = \frac{k_{BA}}{k_{\text{total}}} \times M_{\text{nodal}}$$

$$= \frac{4}{4+3+1+0} \times \frac{3wL^2}{2} = \frac{3}{2} wL^2$$

$$M_A = \frac{1}{2} M_{BA} = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} wL^2 = \frac{3}{4} wL^2$$

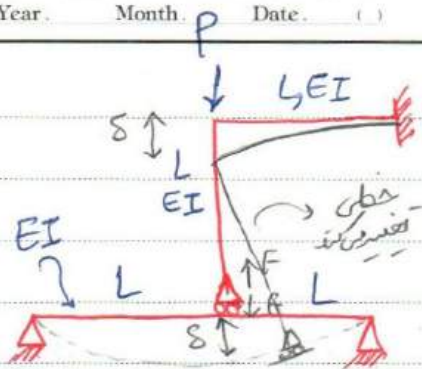


مثال 2: $R_y = ?$

با استفاده از نکته ی هفتم، رابطه ی مقابل

عملکرد خرابی در هر یک از اعضا مفصل است در بیش و کم

نکته ی نهم: نداریم و فقط نیروی در محوری در اعضاء داریم. $R_y = 0$



$$\frac{FL^3}{48EI} = \frac{(P-F)L^3}{3EI}$$

مثال ۱

$$F = 2P - 2F \quad F = \frac{2}{3}P$$

$$\delta = \frac{(\frac{2}{3}P) \times L^3}{6 \times 48EI} = \frac{1}{9} \frac{PL^3}{EI}$$

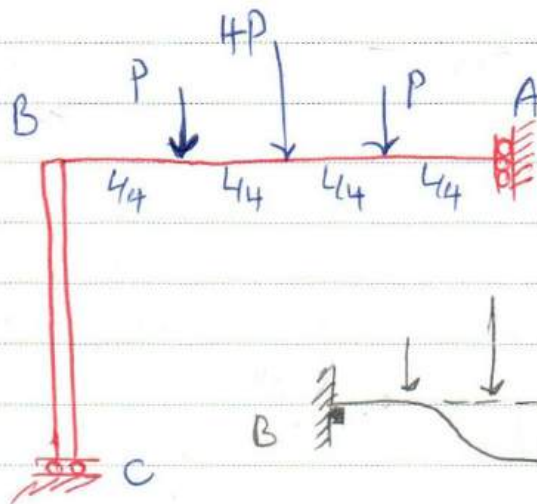
این سوال در منزل از روش سازگاری حل شود.

روش سختی: $\delta_{VD} = \frac{P}{k_{BA} + k_{CE}} = \frac{PL^3}{9EI}$

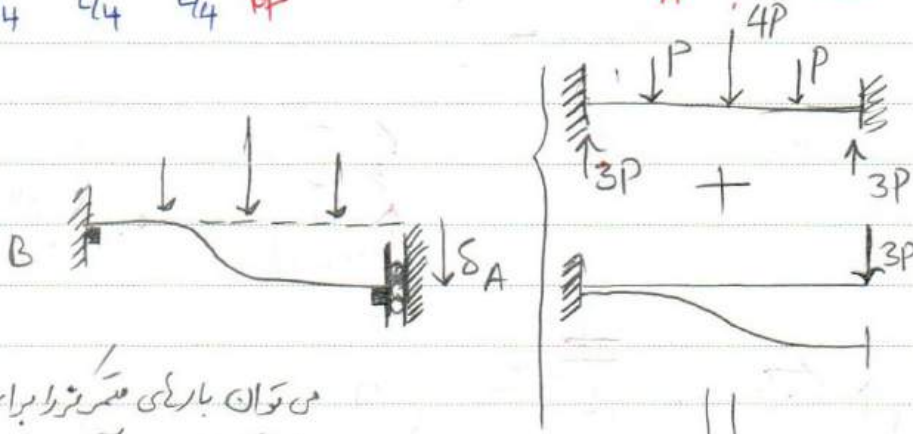
$\frac{3EI}{L^3} \leftarrow k_{BA} \quad \frac{48EI}{L^3} \leftarrow k_{CE}$

$$F = \frac{k_{CE}}{k_{BA} + k_{CE}} \times P = \frac{2}{3}P$$

$$\delta_{HD} = \theta \times L = \frac{PL^3}{6EI} \times \frac{(P/3) \times L^2}{2EI}$$



مثال ۲: $\delta_A = ?$



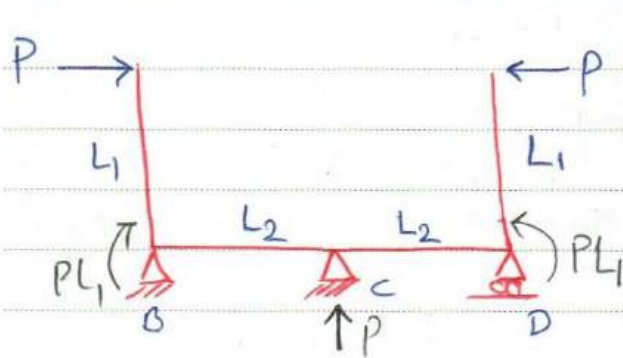
می توان بارهای معکوس را برای محاسبه δ در گره های صورت بارگسترده در آورد.

$$\delta_A = \frac{(3P)L^3}{12EI} = \frac{PL^3}{4EI}$$

Subject:

Year: Month: Date: ()

$$24 L_1 = L_2$$



مثال: $\frac{L_1}{L_2} = ?$ تا عکس العمل یکسان باشد

برابر با P باشد؟

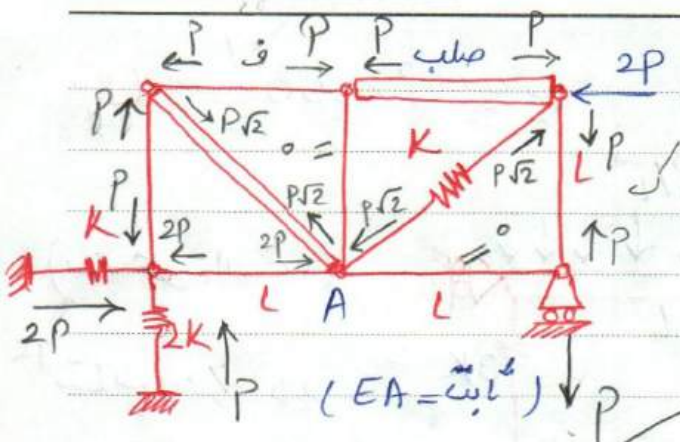
$$\frac{(PL_1)(2L_2)^2}{8EI} = \frac{P(2L_2)^3}{48EI}$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{3} \checkmark$$

پاسخ: (برابر) فقط A و E مقدار هم نزدیک می شوند؟

Subject :

Year . Month . Date . ()



مثال) تغییر مکان قائم A کدام است؟

$$n = m + r - 2J = 0$$

معین

صلب
 $EA = \infty$

$$1 \times \Delta_{VA} = \sum n \frac{NL}{EA} + \sum f_x \frac{f}{k}$$

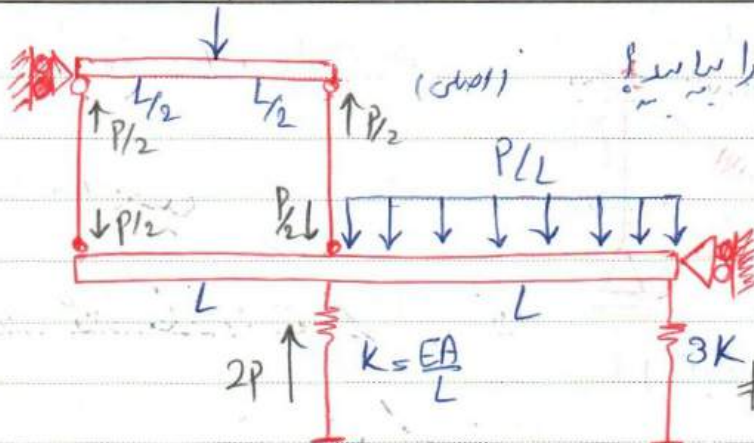
سازه واحد

↑ مثبت، ↓ منفی

اگر جهت تنش را بدین باشد حاصل ضرب + می شود.

$$1 \times \Delta_{VA} = \left(\frac{(-1/2)(-P) \times L}{EA} \times 2 + \frac{(-1/2)(+P)(L)}{EA} \right) + \left(\frac{(1/2)P}{2k} \times \frac{(+\sqrt{2}/2)(-\sqrt{2}P)}{k} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \frac{PL}{EA} - \frac{3}{4} \frac{P}{k}$$

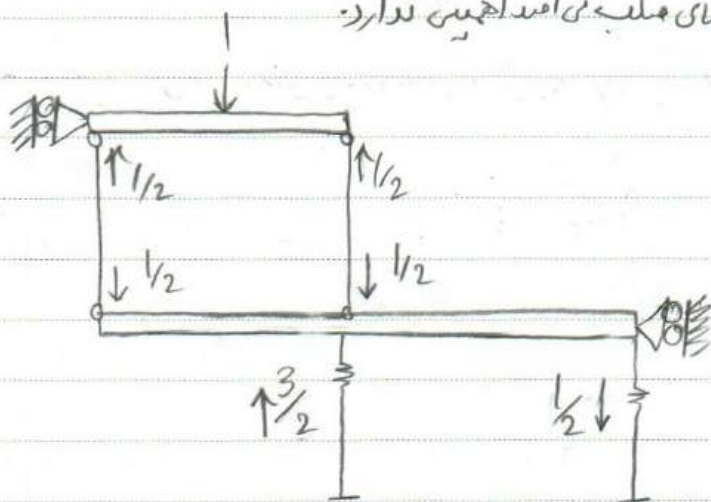


مثال) تخمین مکان زیر بار P را بیابید!

(بندہ محروم است.)

فقط نیروی محرکی دارد.

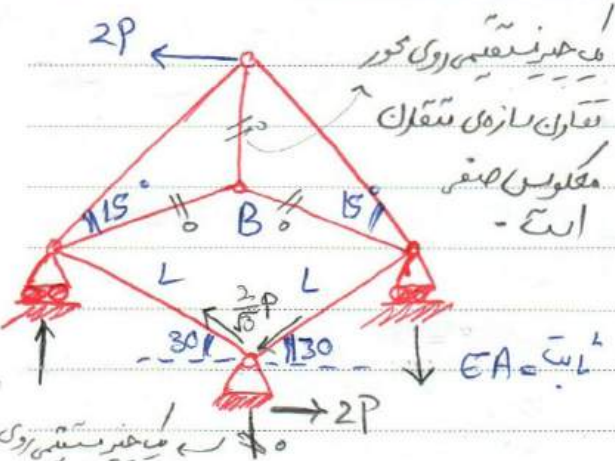
برش داریم ولی چون برش در اعضای مملکتی نیستی ندارد.



$$1 \times \Delta V = 2 \times \left(\frac{1}{2} \frac{P_2 L}{EA} \right) + \frac{3}{2} \times \frac{2P}{EA/L} = \frac{7}{2} \frac{PL}{EA}$$

مثال ۱ تغییر مکان امضای نیرو B کدام است؟

$(n=1)$ معین



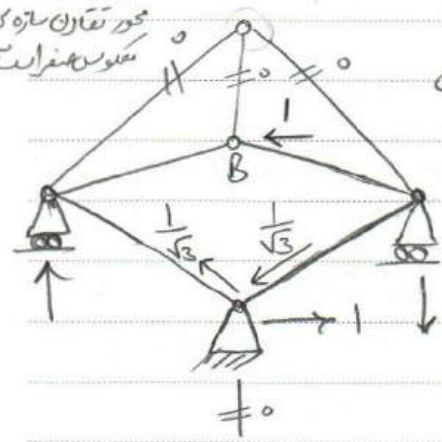
سازه دارای بارگذاری مگسوس است. در سازه می تقارن

مگسوس تمام وانش کی تکیه گاه می تقارن مگسوس است.

تمامی اعضا به جز دو عضو پایینی صفر $\times$ می شوند

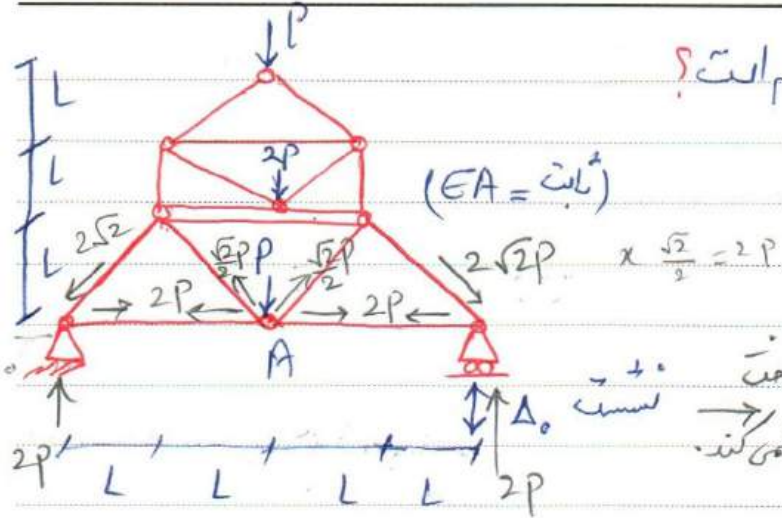
$$\Delta_{HB} = \frac{4}{3} \frac{PL}{EA}$$

صفرند

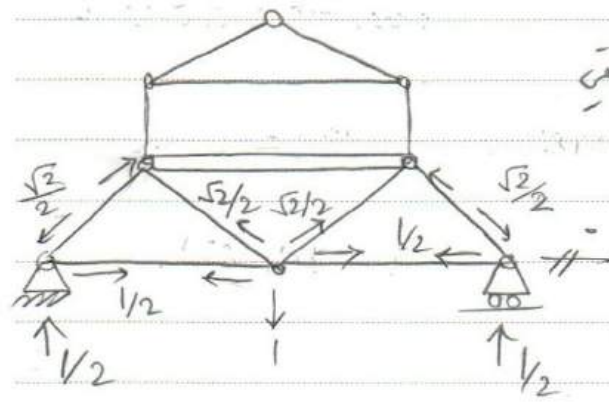


مثال ۱

مثال: تفسیر مکان قائم گروی A کدام است؟



سازه معین است. نشست و غلطی باعث
هیچ نشی در سازه ای معین ایجاد نمی کند.



نسبت از سازه ای
نسبت از سازه ای
نسبت از سازه ای

$$W_R = -\frac{1}{2} \times \Delta_0$$

$$W_R + 1 \times \Delta V_A = 2 \times \left(\frac{1}{2} \times \frac{2P(2L)}{EA} \right) + 2 \times \left(\frac{2\sqrt{2}P \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{L\sqrt{2}}{EA} \right) + 2 \times \left(\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}P \times \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{L\sqrt{2}}{EA} \right)$$

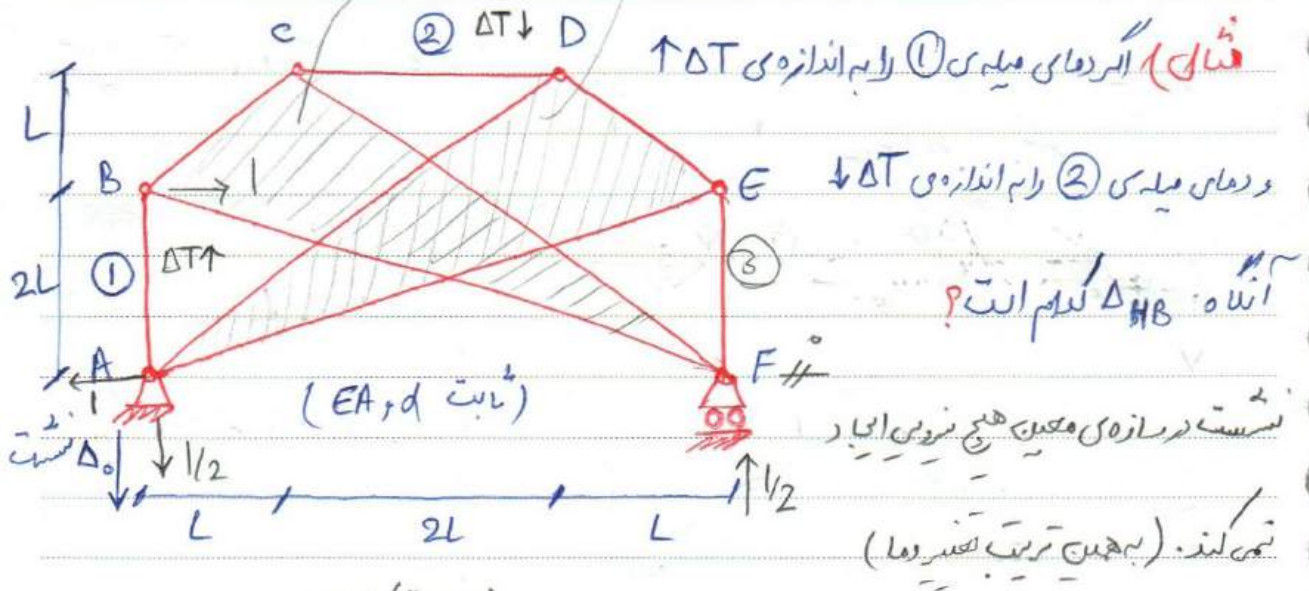
$$= (4 + 4\sqrt{2} + \sqrt{2}) = (4 + 5\sqrt{2}) \frac{PL}{EA}$$

$$\Delta V_A = (4 + 5\sqrt{2}) \frac{PL}{EA} + \frac{1}{2} \times \Delta_0$$

Subject:

Year: Month: Date: ()

اتصال دو جسم صلب با ۳ میله غیر هم‌راستا و یکدیگر را احاطه می‌کند.

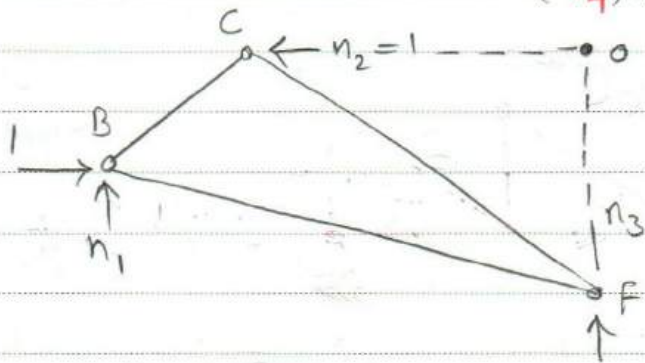


$(n=0)$ معین

$$W_R + 1 \times \Delta_{HB} + W_R = \sum \frac{n(NL)}{EA} + \sum n \alpha \Delta T L \quad W_R = \frac{1}{2} \times \Delta_0$$

لذا صفر است.

$$\left(-\frac{1}{4}\right) \alpha \Delta T (2L) + (-1) \alpha (-\Delta T) (2L)$$



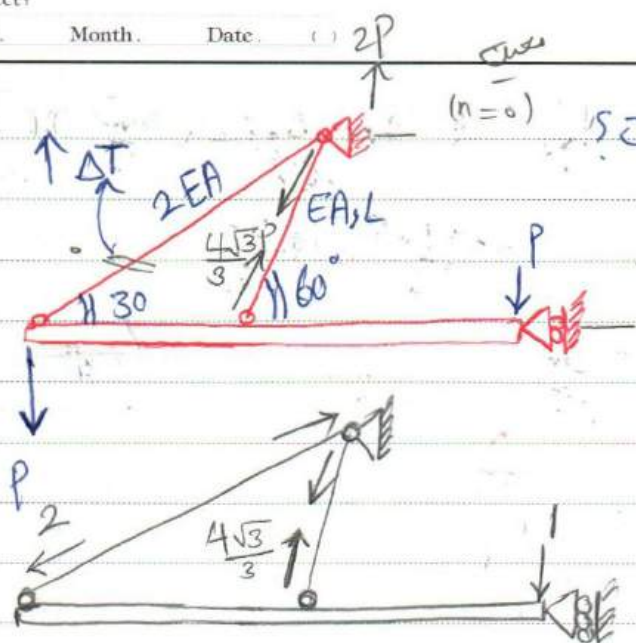
$$n_2: \sum F_x = 0 \rightarrow n_2 = 1 \text{ (فشاری)}$$

$$n_1: \sum M_0 = 0 \rightarrow n_1 = \frac{1}{4} \text{ (کششی)}$$

$$\frac{1}{2} \Delta_0 + 1 \times \Delta_{HB} = +\frac{3}{2} \alpha \Delta T L \rightarrow \Delta_{HB} = \frac{3}{2} \alpha \Delta T L - \frac{\Delta_0}{2}$$

Subject:

Year: Month: Date: ()



معین
(n=0)

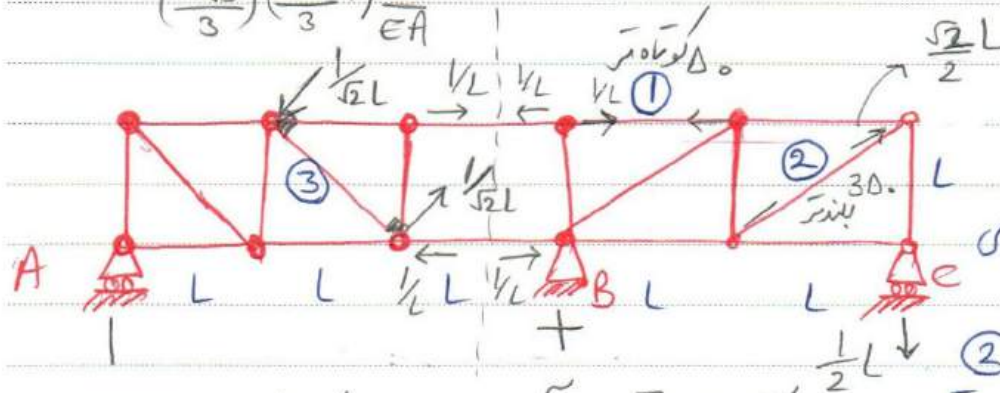
مثال) تغییر مکان کلیه نواحی غلظی کدام است؟

چون معین است و حرارت نیرو ایجاد نمی کند

$$\frac{\sqrt{3}}{2} F = 2P \rightarrow F = \frac{4\sqrt{3}P}{3}$$

$$\Delta_{غلظی} = \sum \frac{nNL}{EA} + n\alpha \Delta T (\sqrt{3}L) = \frac{16PL}{3EA} - 2\sqrt{3}\alpha \Delta T L$$

$$\left(\frac{4\sqrt{3}}{3}\right) \left(\frac{4\sqrt{3}P}{3}\right) \frac{L}{EA}$$



مثال ۲

اگر مبدی ① به اندازه ی

Δ کوتاه تر و مبدی ②

به اندازه ی ۳Δ بلندتر

ساخته شده باشد (مؤثر

شده باشد) (نصف شده باشد)

در آن مبدی ۳ کدام است؟

معین/باید

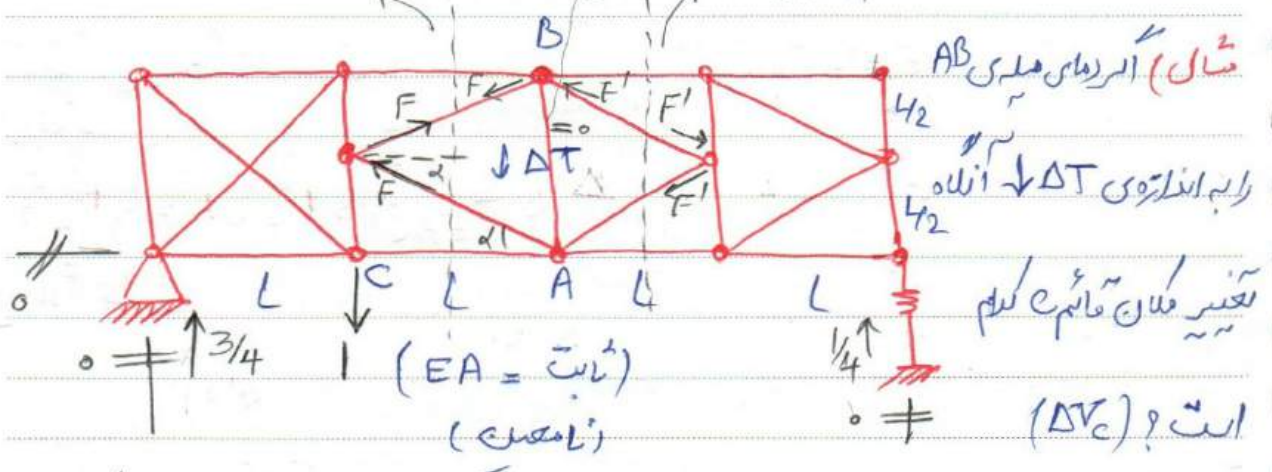
از یک جهت نیروی عمودی بر عضو وارد می کنیم

۲- مقدار نیروی وارده ۱/L است.

$$1 \times \theta_{(3)} = \sum n \times \Delta \Rightarrow \theta_{(3)} = \left(\frac{+1}{L} \right) \times (-\Delta_0) + \left(\frac{-\sqrt{2}}{2L} \right) (3\Delta_0) \\ = -\left(\frac{3\sqrt{3}}{2} + 1 \right) \frac{\Delta_0}{L}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow F = \frac{1}{8 \sin \alpha} \quad F = F' \quad F' = \frac{1}{8 \sin \alpha}$$

۱۹، ۱۲

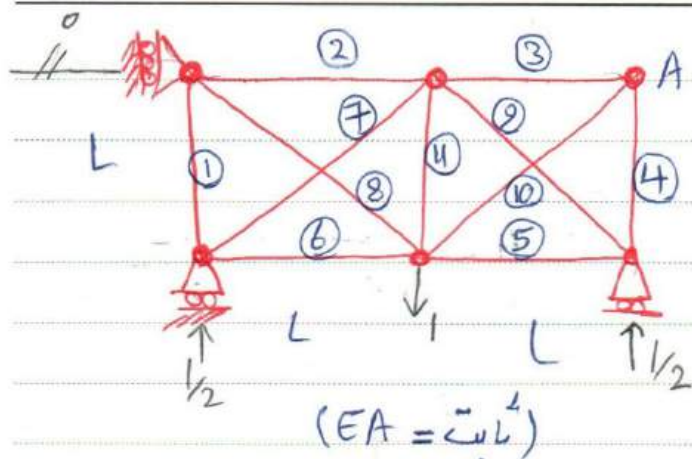


* در خرابی نامعین داده شده، تغییر درجه حرارت میل به AB باعث ایجاد عکس العمل می شود

و نیروهای داخلی اعضا تغییر می شود (چرا؟) ← تک سازه ای است.

$$1 \times \Delta V_c = n d (-\Delta T) L = 0 \rightarrow \Delta V_c = 0 \quad \checkmark$$

تغییر مکان قائم تری A را حساب کنید.



اگر در ضربی مقابل به تحت بار گذاری

نا مشخص قرار دارد نیروی ایجاد شده

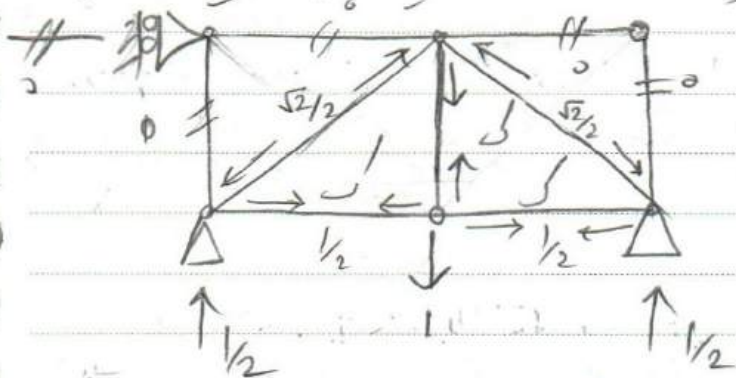
در اعضا F_i باشد. آنگاه تغییر مکان

قائم نیروی B کدام است ؟

$$\Delta V_B = \frac{L}{EA} [\alpha_1 F_5 + \alpha_2 F_6 + \alpha_3 F_7 + \alpha_4 F_9 + \alpha_5 F_{11}]$$

آنگاه انداختن به گزینه Δ مشخص می دهیم کدام مقدار سازه ی واحد صفر نیروی است ، آنهارا

حذف کرده (دو تا) تا معین گردد پس به کمک سازه ی معین جدید ضربی به راحتی بدست



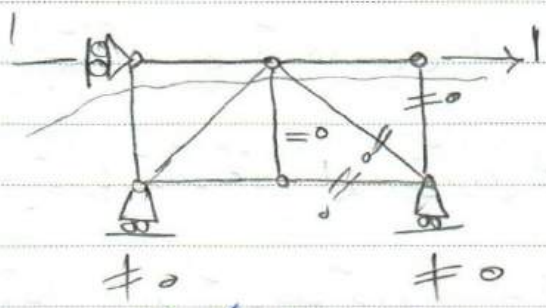
می آید

نکته ۲ برای محاسبه ی تغییر مکان و یا دوران در یک سازه ی نامعین (تیر، قاب، خرپا)

چنانچه یکی از دو سازه ی اصلی و یا واحد تحلیل شده باشد، آنگاه می توان سازه ی دیگر

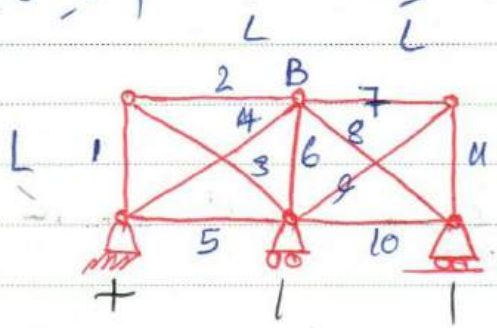
را به دلخواه به گونه ای معین نمود که سازه ی باقی مانده ، پیاده ار باشد.

جوابی: 1- تغییر مکان افقی گرهی A کدام است؟ هر دو عضو داخلی را می توان حذف کرد



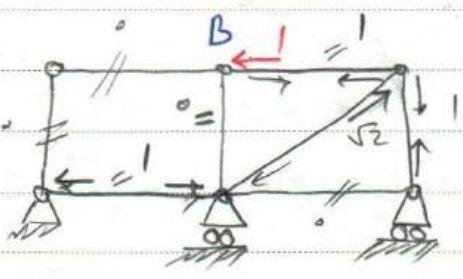
$$1 \times \Delta H_A = \frac{1 \times F_2 \times L}{EA} + \frac{1 \times F_3 \times L}{EA}$$
$$= \frac{L}{EA} [F_2 + F_3]$$

مثال: 1- تغییر مکان افقی گرهی B، تحت بارگذاری نمایش داده نشده، کدام گزینه می باشد؟



نابت: EA (نیروی اصلی) (N_i) سازه اصلی

$$\Delta_{HB} = \frac{L}{EA} [(-1)N_5 + (+1)N_7 + (-\sqrt{2})N_9 + (+1)N_{11}]$$



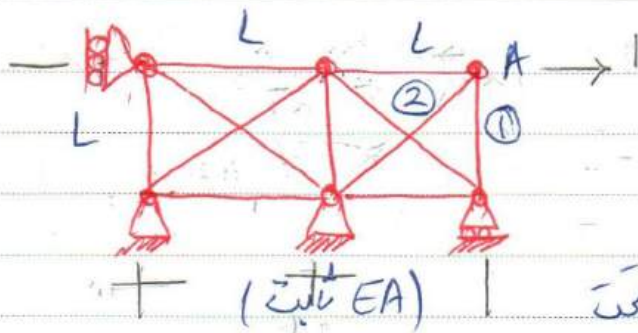
* به طولها دقت گردد قطر $\sqrt{2}L$ هستند

کشش + فشار -

$$= \frac{1}{EA} [(-1)N_5 \times L + (+1)N_7 \times L + (-\sqrt{2})N_9 \times L\sqrt{2} + (+1)N_{11} \times L]$$

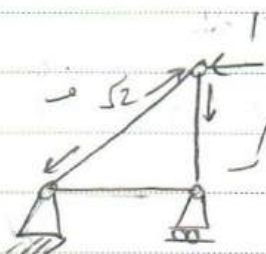
اگر بار واحد را از چپ به راست وارد کنیم، تمامی علامتهای قرینه می گردد که در این گزینه وجود ندارد.

نسبت سراسری (۹۳)



نسبت نیروی ایجاد شده در مایل ۱ به ۲

چقدر باشد تا تغییر مکان افقی تیر A یک

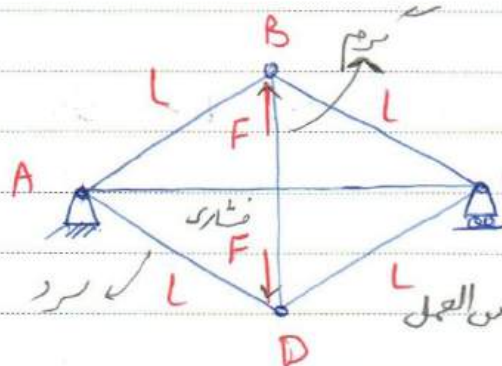


بارگذاری داده نشده صفر گردد؟

$$1 \times \Delta / H_A = \frac{(-1) N_1 \times L}{EA} + \frac{(+\sqrt{2}) N_2 \times L \sqrt{2}}{EA} \rightarrow \frac{N_1}{N_2} = 2 \checkmark$$

۹۴، ۹۵، ۱۸
تیر ۴ ص ۱۶

حل تمرین (اگر دمای عضو BD به اندازه ΔT گرم و عضو AD به اندازه ΔT سرد



سرد گردد. آنگاه $F_{BD} = ?$ ثابت EA

دقت شود که این خراب نامعین بوده و در نتیجه

تغییر درجه حرارت اعضا می تواند باعث ایجاد نیرو و عکس العمل

در سازه شود ولی اگر این سازه محکم می بود، تغییر درجه حرارت اعضا نیز نیروی در اعضا ایجاد

نمی کند.

Subject:

Year: Month: Date: ()

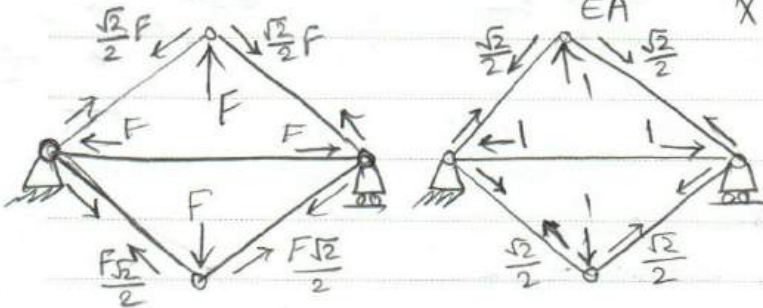
این سوال با روش انرژی حل شود

در $U; L$: $\Delta_{BD} = \Delta_{BD}^{\text{خارجی}}$ → از روش انرژی → $1 \times \Delta_{BD} = \frac{\sum n N L}{EA} + n \alpha \Delta T L$

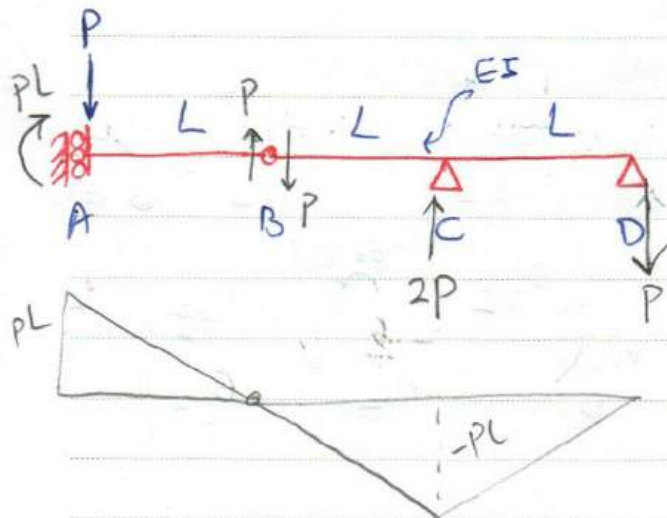
$\Delta_{BD}^{\text{داخلی}} = \alpha (\sqrt{2} \Delta T) L \sqrt{2} - \frac{F \times L \sqrt{2}}{EA}$

$4 \times \frac{(\frac{\sqrt{2}}{2}) (\frac{\sqrt{2}}{2} F) L}{EA} + \frac{(1)(F)(\sqrt{2}L)}{EA}$

$(\frac{\sqrt{2}}{2}) \alpha (-2\sqrt{2} \Delta T) \times L$



$(2+2\sqrt{2}) \alpha \Delta T L = (2+2\sqrt{2}) \frac{FL}{EA} \rightarrow F = \frac{2}{1+\sqrt{2}} EA \alpha \Delta T$



$\delta_A = ?$

سؤال

$\frac{2}{3} L \times (-\frac{PL^2}{2} \times \frac{1}{EI}) + \frac{1}{3} L (\frac{PL^2}{2} \times \frac{1}{EI})$

$= -\frac{1}{6}$

از این مجازی در منزل حل شود

Subject:

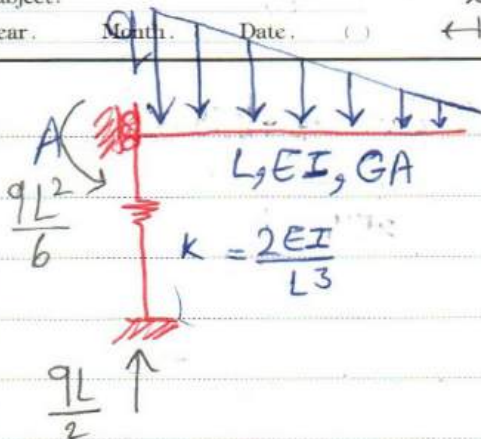
Year:

Month:

Date:

$$M(x) = -\frac{q}{L} \frac{x^2}{2} \times \frac{x}{3} = -\frac{qx^3}{6L}$$

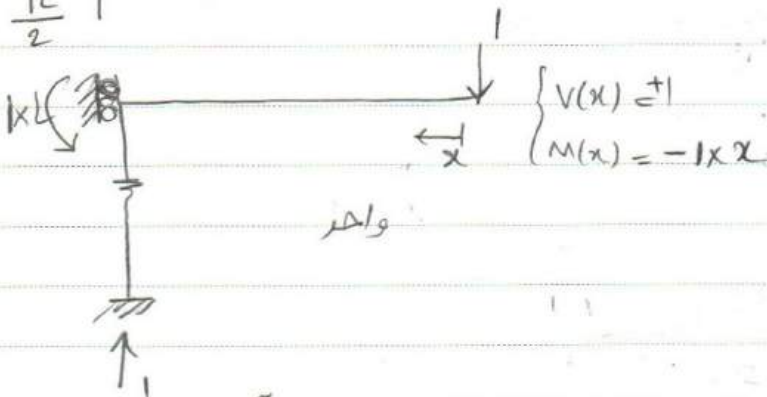
11A



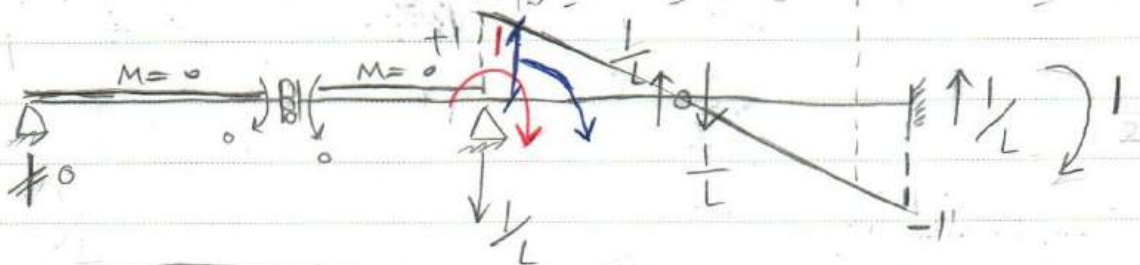
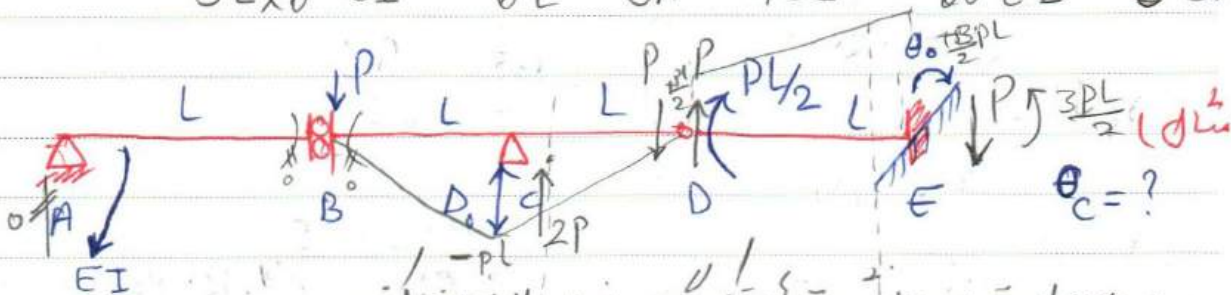
$$V(x) = \frac{q}{L} \frac{x^2}{2}$$

$$\delta_B = ?$$

$$1 \times \delta_B = \int_0^L \frac{mM}{EI} dx + \int_0^L \frac{f_s V}{GA} dx + \frac{f \cdot f}{k} = \frac{qL}{2} \times \frac{2EI}{L^3}$$



$$1 \times \delta_B = \frac{qL}{5L \times 6} \times \frac{1}{EI} + \frac{qL^3}{6L} \times \frac{1}{GA} + \frac{qL}{4EI} = \frac{17qL^4}{60EI} + \frac{qL^2}{6GA}$$



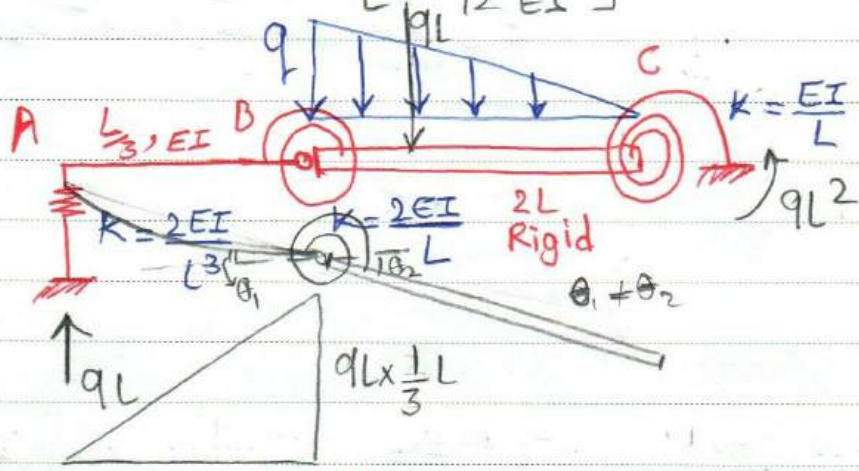
$$\int \frac{mM}{EI} dx = \frac{A_m \cdot \bar{m}}{EI} = \frac{A_m \cdot \bar{M}}{EI}$$

$$(1 \times \theta_0) + (\frac{1}{L} \times \theta_0)$$

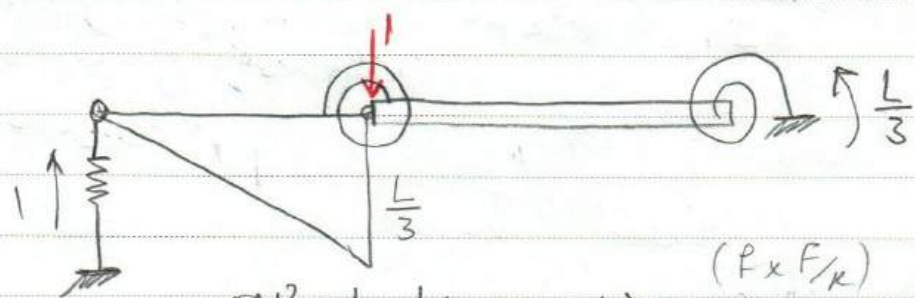
$$\frac{\Delta A_m \cdot \bar{M}}{EI} = \frac{\left[\frac{(-PL)(L)}{2} \right]}{EI} \times \left(\frac{+2}{3} \right) + \frac{\left[\frac{(-1)(L)}{2} \right]}{EI} \times \bar{M} = 1 \times \theta_c + W_R$$

$$\left(\frac{PL}{2} + \frac{2}{3} PL \right)$$

$$\theta_c = - \left[\theta_0 + \frac{\delta_0}{L} + \frac{11}{12} \frac{PL^3}{EI} \right]$$



سؤال
 تغییر مکان نقطه
 کدام است؟



$$1 \times \delta_B = \frac{\left(\frac{qL^2}{3} \times \frac{L}{3} \times \frac{1}{2} \right) \times \left(\frac{2}{3} \times \frac{L}{3} \right)}{EI} + \frac{(F \times F/k)}{(2EI/L^3)} + \left[\frac{\left(\frac{L}{3} \right) \times \left(\frac{qL^2}{3} \right)}{\frac{2EI}{L}} + \frac{\frac{L}{3} \times qL}{\frac{EI}{L}} \right]$$

$$\frac{qL^4}{81EI}$$

$$\delta_B = \frac{73}{81} \frac{qL^4}{EI}$$

؟ = δ_c (تقریب)

از اثر نیروی محوری (فشار طول محوری) منتظر شده #°

EI

EA

EI

6
(مسائل)

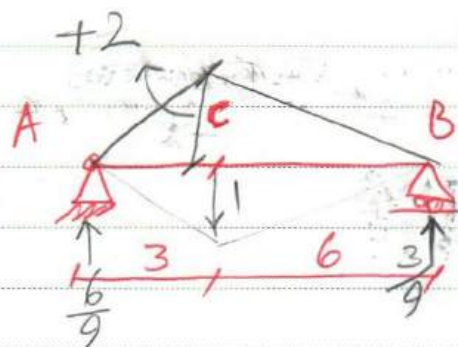
از اثر نیروی محوری در قطعه‌ای

CD صرف نظر شده است

مطلوبہ محاسبہ می ٹرنس میلان قائم کردہ ہے

$$\Delta_E = \frac{+ (PL) \times (-L) \times (L/2)}{EI} + \frac{-P \times L \times L}{EA}$$

منفی درآمد یعنی چون واحد
را از بین رفتیم و منفی درآمد یعنی
بلا می رود.



9 dia

 V_0

TV

14

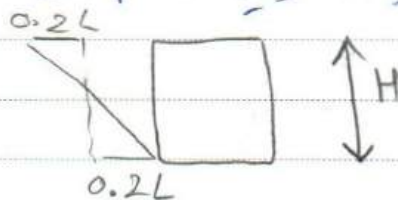
49

4
(مال)

اگر تارالای تسمیاً مل به اندازہ می

20٪ کی ہیش طول و شمار پر اسن سر بہ اندازہ فی 120

انوارش طول میدا کند تخمیر یکان قائم کرده و کدام است؟ ارتفاع مقطع تری H فرض شود؟



Subject:

Year. Month. Date. ()

$$I \times \delta_{VC} = \int \frac{m M dx}{EI}$$

 $d\theta \rightarrow \text{curvature}$

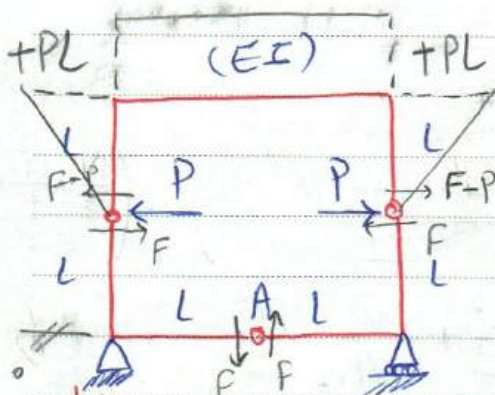
$$\theta = \frac{0.2L + 0.2L}{h} = \frac{0.4L}{h}$$

$$d\theta = \frac{0.4 dx}{h}$$

$$I \times \delta_{VC} = \int m \times \frac{0.4 dx}{h} = \frac{0.4}{h} \int m dx = 3.6/h$$

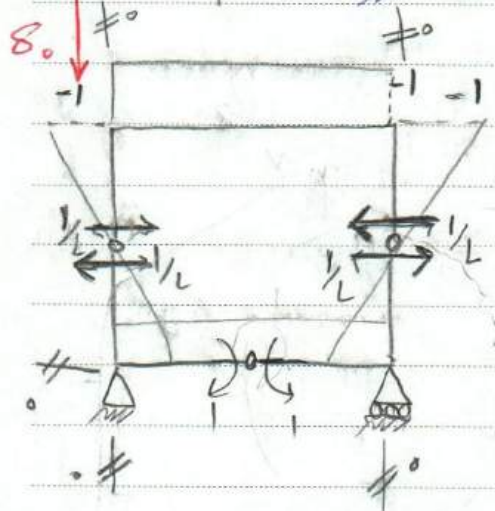
$$\text{مساحت زیر بار} = \frac{2 \times 9}{2} = 9$$

سوال 8 صفحه 545



مثال ۱ اختلاف دوران در مفصل A کدام است؟

برای اختلاف دوران را می خواهد باید در دو طرف A نگر
واحد وارد کنیم اگر فقط راست بود دوران راست تراز
می شد.



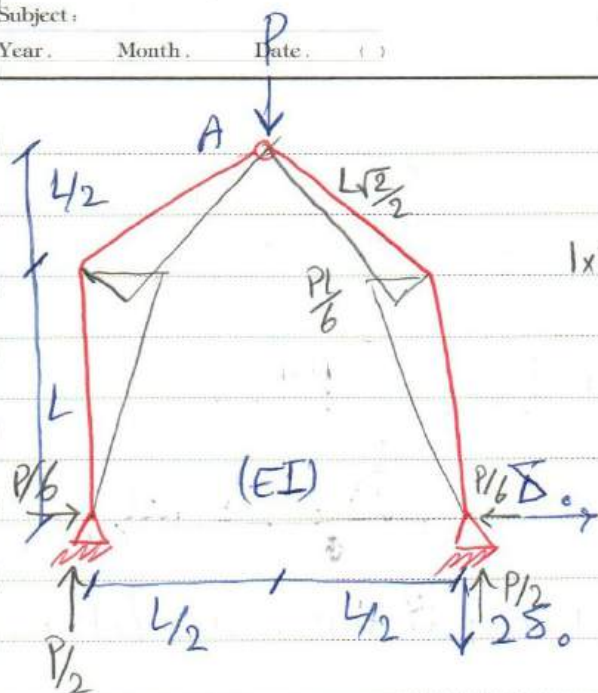
$$I \times \theta_A =$$

$$\frac{(PL \times 2L)(-1)}{EI} + \frac{(PL \times L/2) \times (-2/3)}{EI} \times 2$$

$$\Delta \theta_A = -\frac{8}{3} \frac{PL^2}{EI}$$

$$\frac{I}{E} \pm x \times \frac{3}{2}$$

مثال) تغییر مکان قائم A کدام است.

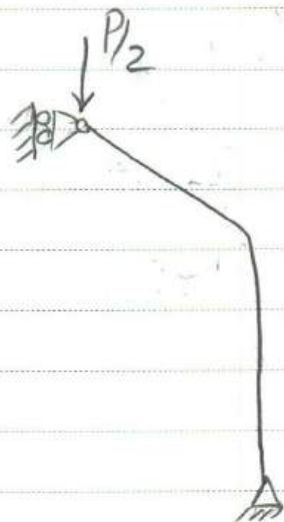
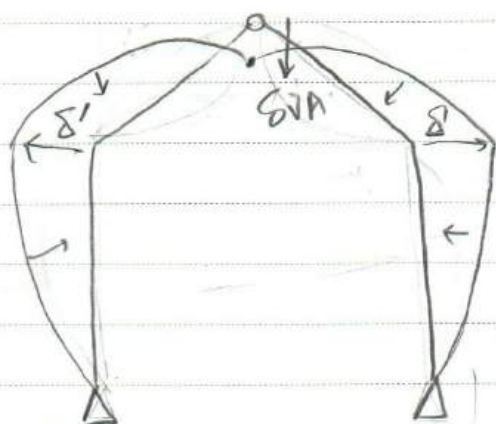


$$1 \times \delta_{VA} + w_R = \sum \frac{m m}{EI}$$

$$\delta_{VA} + \left(\frac{1}{6}x - \delta_0\right) + \left(\frac{1}{2}x - 2\delta_0\right) = 2 \times \left(\frac{\left(\frac{PL}{6} \times L \times \frac{1}{2}\right) \times \left(\frac{1}{9}\right)}{EI} \right) + 2 \left(\frac{\left(\frac{PL}{6} \times \frac{L\sqrt{2}}{2} \times \frac{1}{2}\right)}{EI} \right)$$

$$= \frac{1}{54} \frac{PL^2}{EI} + \frac{\sqrt{2}}{54 \times 2} \frac{PL^2}{EI}$$

$$\delta_{VA} = \left(\frac{2+\sqrt{2}}{54 \times 2} \right) \frac{PL^3}{EI} + \frac{7}{6} \delta_0$$

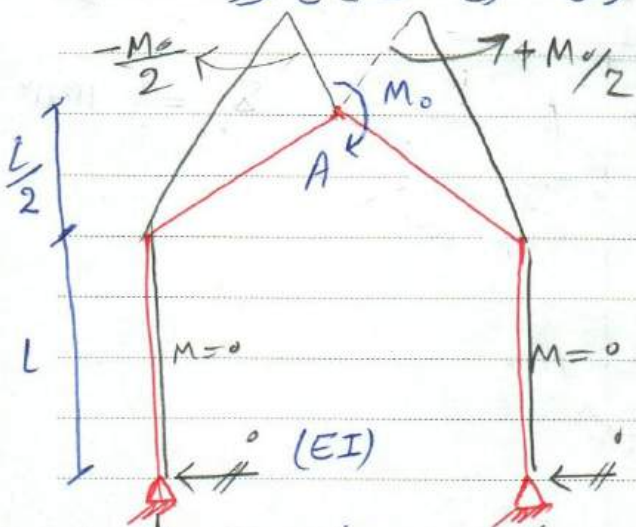


حتماً به عنوان تمرین تغییر مکان قائم A را از طریق سازه‌ی اصلی نصف شده مجدداً بدست

آورده و به جواب بدست آمده از روش نصف نکردن برسید؟

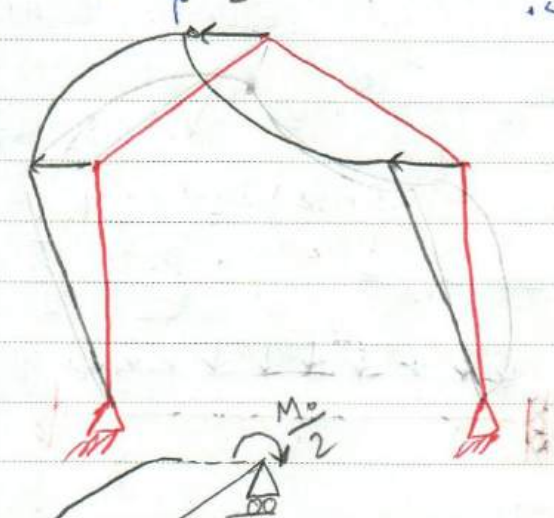
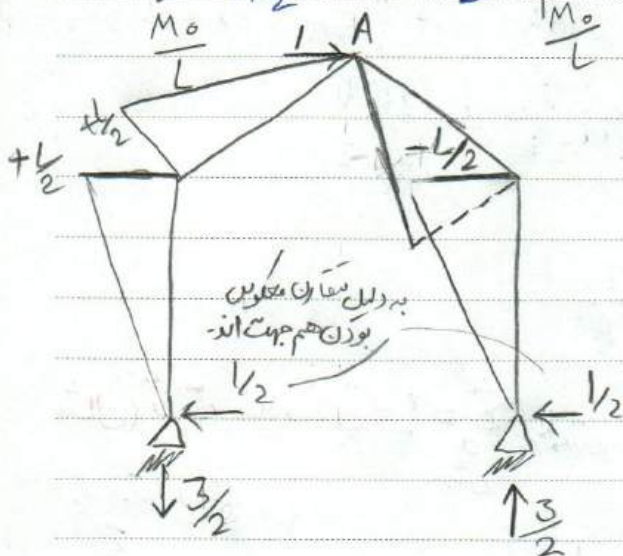
نشیب من گیریم که در برخی موارد نصف کردن سازه میفقارن گشت تر می شود.

مثال ۱ تغییر مکان افقی A کدام است؟



$$\begin{aligned} \Delta_{HA} &= \int \frac{Am}{EI} \times \bar{m} \\ &= 2 \times \frac{(L/2) \times (\frac{\sqrt{2}}{2} L) / 2 \times (-M_0)}{EI} \\ &= -\frac{\sqrt{2}}{24} \frac{M_0 L^2}{EI} \end{aligned}$$

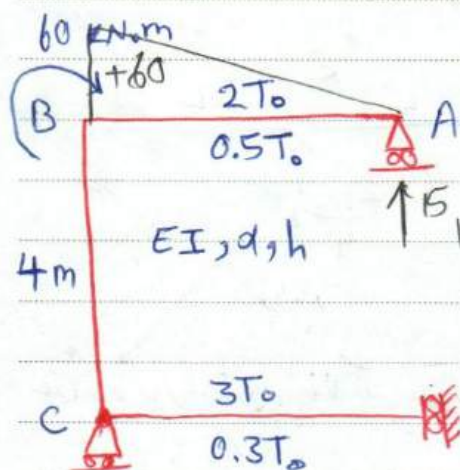
در نقطه وسط کمر در نقطه وسط است.



تمرین: در شکل همای سازه میفقارن نصف شده و اهل کرده و به جواب میسان برسد؟

در سازه های متعارف معمولاً تغییر شکل های خمشی به مراتب از تغییر شکل های برشی و سایر تغییر شکل ها بزرگتر می باشد به طوریکه از سایر تغییر شکل ها در مقایسه تغییر شکل خمشی صرف نظر می شود.

تست های ۴۲ و ۴۳ و ۴۴ و ۴۵

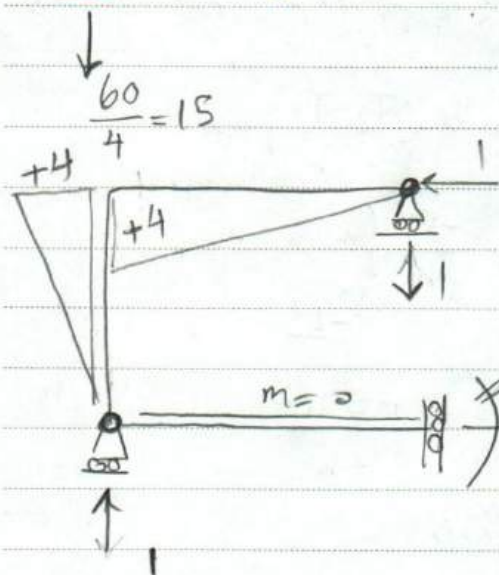


$$\frac{(60 \times 4) \times \frac{1}{2} \times \left(\frac{2}{3} \times 4\right)}{EI} \delta_A = ? \quad \text{سوال ۱} \quad 1394$$

$$\uparrow \delta_A = \frac{\sum A_m \cdot \bar{m}}{EI} + \int \underbrace{nd \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - T_0 \right)}_{\Delta T} d \underbrace{\frac{1}{2}}_{\Delta T} + \int \underbrace{md \left(\frac{T_2 - T_1}{h} \right)}_{\Delta T} dx$$

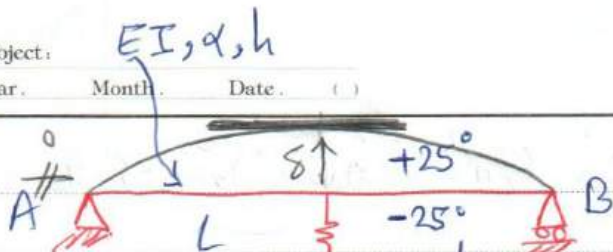
$$(-1) \alpha \left(\frac{2.5T_0}{2} - T_0 \right) \times 4$$

$$\alpha \left(\frac{0.5T_0 - 2T_0}{h} \right) \int m dx \quad \underbrace{\quad}_{8}$$



$$\delta_A = \frac{320}{EI} + (-12) \frac{\alpha T_0}{h}$$

طراح سوال کنکور از جای وسط صرف نظر کرده است.



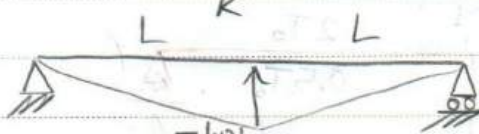
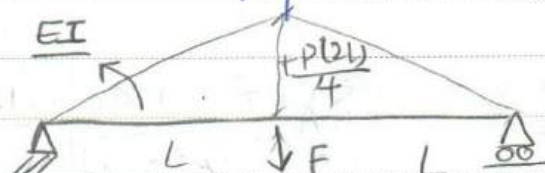
مثال

$$k = \frac{L}{F}$$

فنا

کارهای

فنا = (والتی) = $\frac{\delta}{\frac{F}{k}}$ روش دیگری



اصلی

واحد

همینا باید با واحد رویه بالا بگیریم چون delta را

رویه بالا فرض کردیم باید هم جهت بگیریم

$$\frac{-F(2L)^3}{48EI}$$

$$1 \times \delta_{\text{والتی}} = \int \frac{m M dx}{EI} + \int n \alpha \Delta T dx + \int m \alpha \left(\frac{T_2 - T_1}{h} \right) dx$$

$$\frac{F}{(3EI/L^3)} = \frac{\left(\frac{F(2L)}{4} \times 2L \times \frac{1}{4} \right) \left(\frac{-1 \times 2L}{4} \right)}{EI} + \frac{-50}{h} \int m dx$$

$$+ \frac{50L^2}{2h}$$

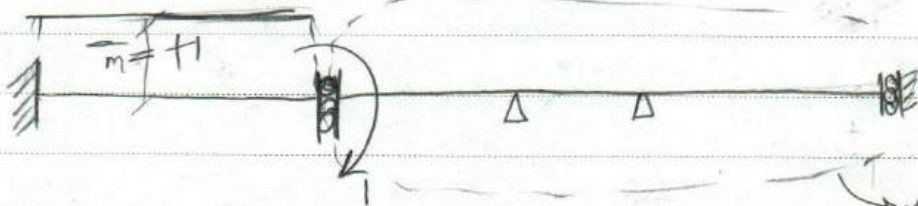
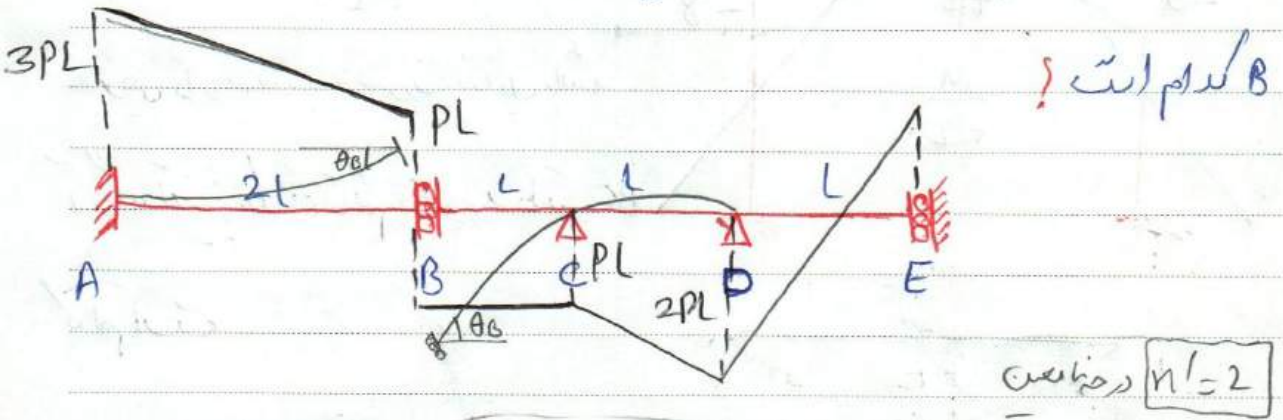
علاقه است چون (والتی) است باید مثلث را در نظر بگیریم و

ساخته حرکت را مقدر بر مقدار مرکز سطح است در سازه واحد کنیم

راه دیگر آن است که برای این جمله از فرمول حفظی $\frac{PL^3}{48EI}$ بگیریم

$$\frac{FL^3}{3EI} = \frac{-F(2L)^3}{48EI} + \frac{50L^2}{2h} \rightarrow F = 50 \frac{EI \cdot \alpha}{h \cdot L}$$

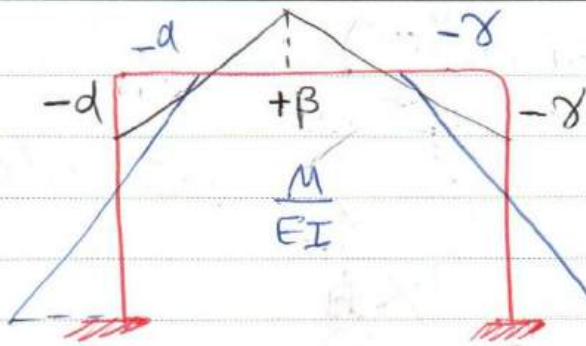
نمودار گشتی تر معادل تحت بارگذاری نامعین داده شده است دوران مفصل برش داخلی



$$\theta_B = \left[\frac{(3PL + PL)}{2} \times 2L \times \frac{1}{EI} \right] \times (1)$$

$$\theta_B = \frac{4PL^2}{EI}$$

این سمت را حذف کنیم
نویس که سازه ی باقی مانده همین و بار بردار گردد

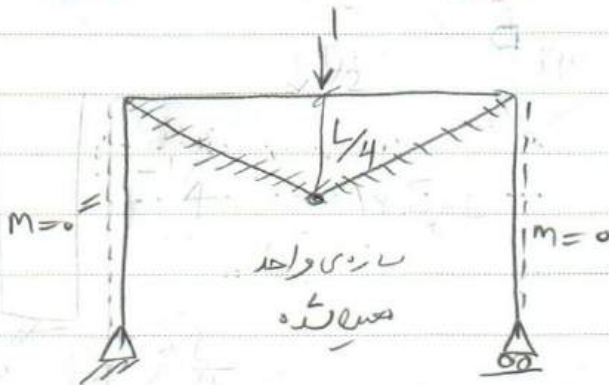


مسئله) اگر دایرام $\frac{M}{EI}$ باشد از بارگذاری

خارجی داریم قاب به صورت مقابل باشد

آنها تغییر مکان قائم E در وسط تیر BC

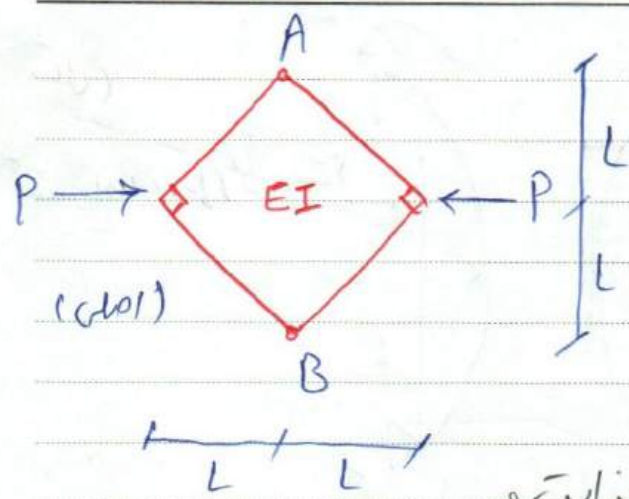
کدام است



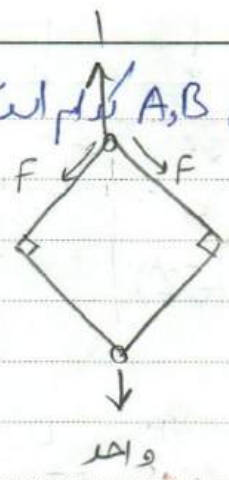
$$\Delta_{VE} = \sum \frac{A_m}{EI} \cdot \bar{m} = \frac{L}{6EI} \left[2(-d)(0) + 2(\beta)\left(\frac{L}{4}\right) + (-d)\left(\frac{L}{4}\right) + (\beta)(0) \right] + \frac{L}{6EI} \left[2(+\beta)\left(\frac{L}{4}\right) + 2(-\gamma)(0) + (\beta)(0) + (-\gamma)\left(\frac{L}{4}\right) \right]$$

$$= \frac{L^2}{48} (-d + 4\beta - \gamma)$$

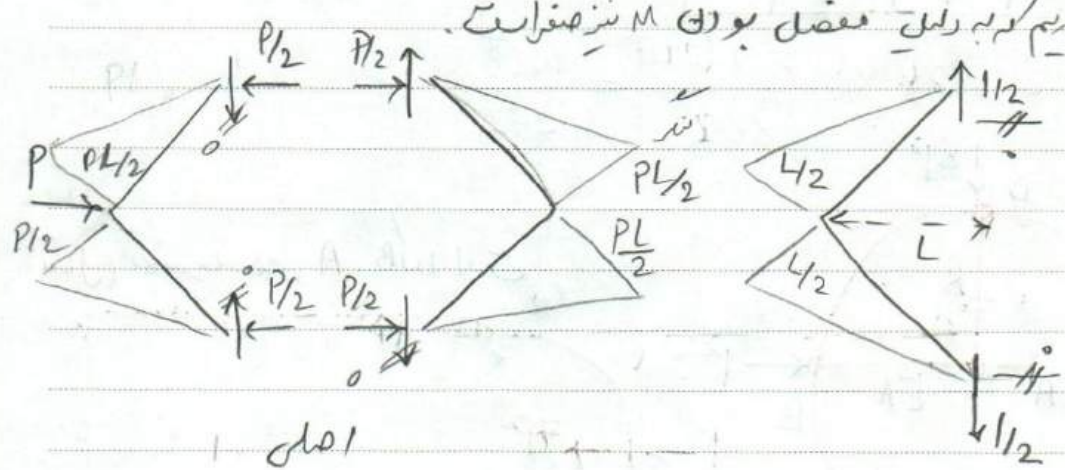
۱۲ ص ۵۳ ۲۴ فصل ۹



مثال ۱: تغییر فاصله ی A, B کدام است؟



لازمه های مایل متقابل درون محور تقارن قائم صغریه و
 N, M داریم که به دلیل مفصل بودن M نیز صغریه است.



$$1 \times \delta_{A,B} = \frac{\sum A_m}{EI} \cdot \bar{m} \rightarrow \left[\frac{\left(\frac{PL}{2}\right) \sqrt{2} \times \frac{1}{2} \times \left(\frac{2}{3} \times \frac{L}{2}\right)}{EI} \right] \times 4 = \frac{\sqrt{2}}{3} \frac{PL^3}{EI}$$

Subject:

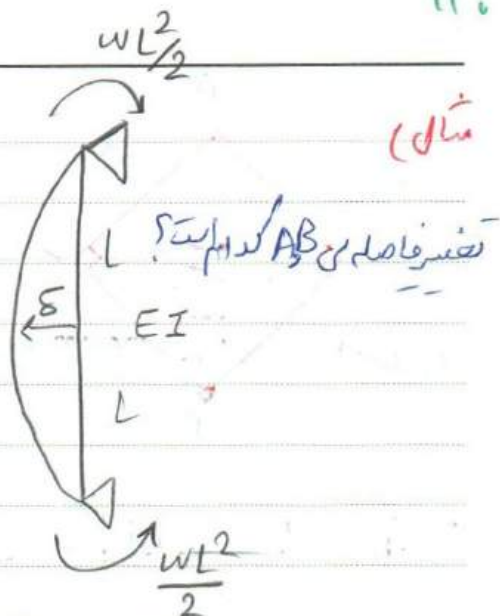
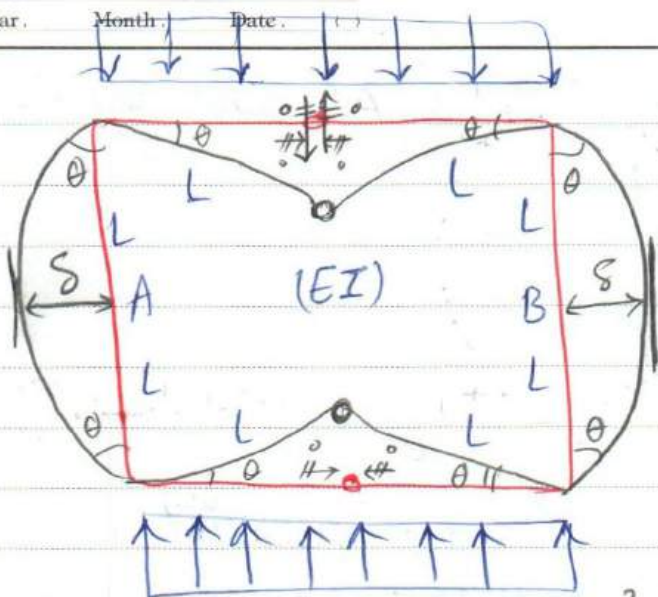
Year:

Month:

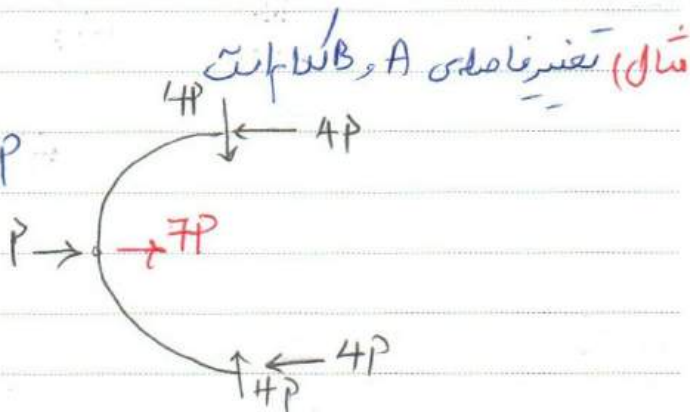
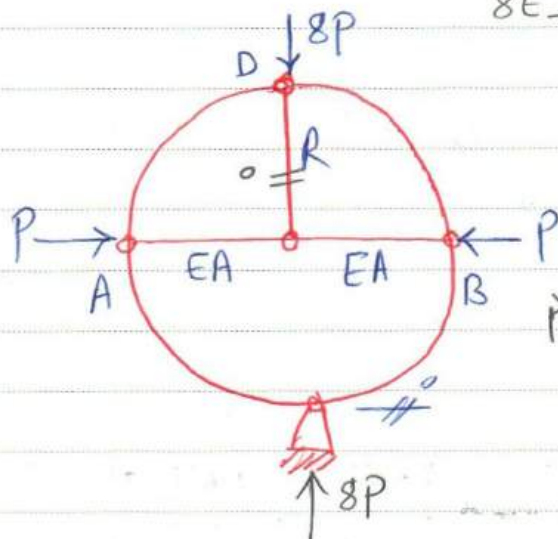
Date:

W:

۱۳۰

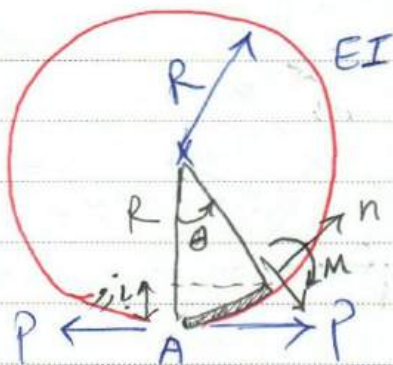


$$\delta_{AB} = 2S = 2 \times \frac{(WL/2)(2L)^2}{8EI} = \frac{WL^4}{2EI}$$



$$\delta_{AB} = \frac{(7P)(2R)}{EA}$$

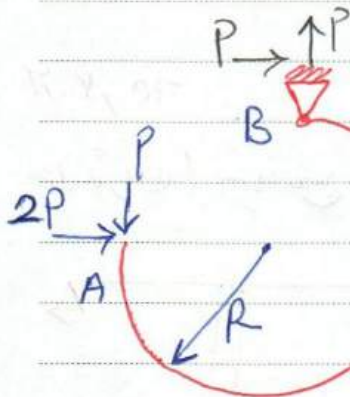
مثال ۱



مثال ۱ مقدار باز شدن A کدام است؟

order ۳ است

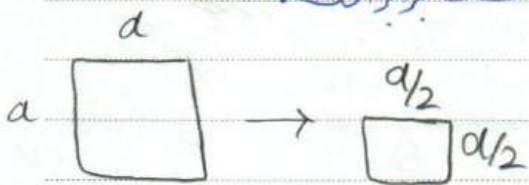
$$\Delta_A = \int \frac{mM}{EI} ds = 2 \times \frac{PR^3}{EI} \int_0^{\pi/2} (1 - \cos\theta)^2 d\theta = 3\pi \frac{PR^3}{EI}$$



مثال ۱۳۹۳ اگر ابعاد مقطع مربعی میلی CD

را ۵۰٪ کاهش و شعاع علقه را ۱۰۰٪ افزایش دهیم، آنگاه طول

میلای CD را چند برابر کنیم تا تغییر مکان قائم کرده A، هست برابر است.



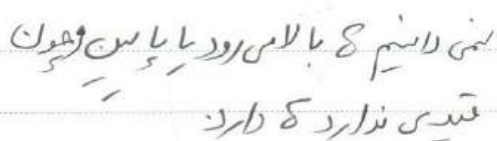
$$\Delta_{VA} = \int \frac{mM}{EI} ds + \frac{nN(L)}{EA} \rightarrow ?$$

برابر ۸
خودش

۱/۴ برابر

۸ برابر شود چون M با R تغییر می کند R دو برابر گردد M=8M می شود

طول باید دو برابر گردد تا این جمله ۸ برابر گردد



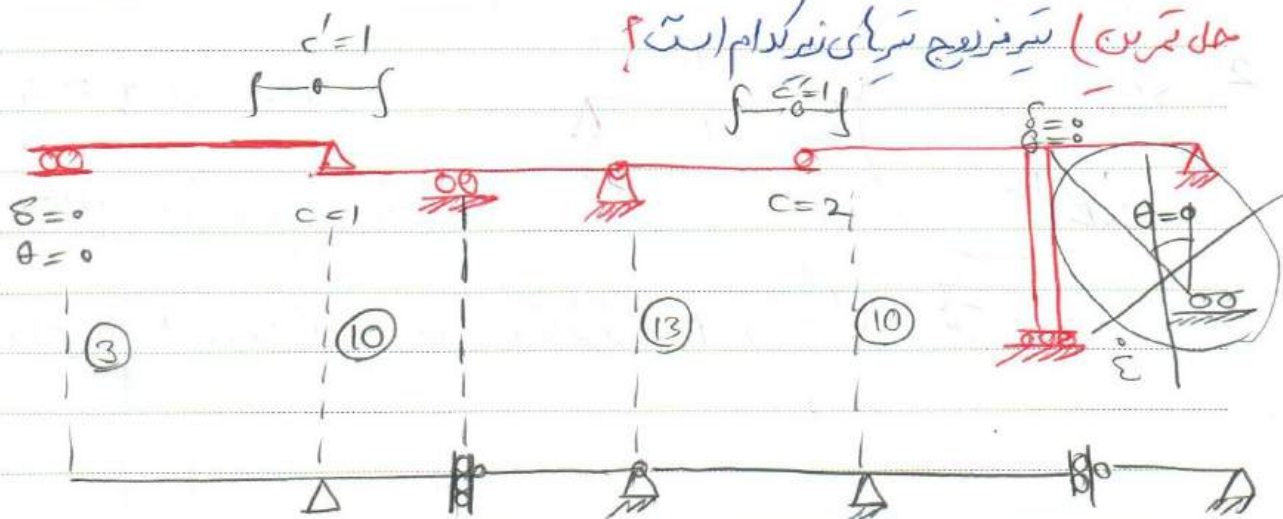
برش فزودج $\rightarrow (+)$ در جهت مثبت است.



$$\theta = \frac{m}{k}$$

Ad, v 9

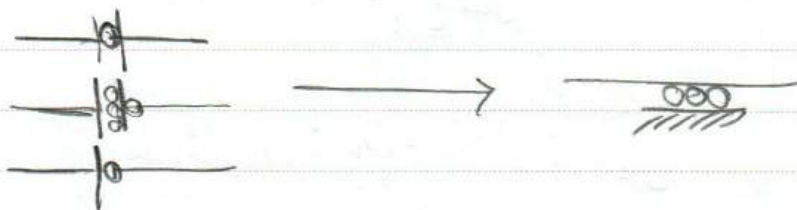
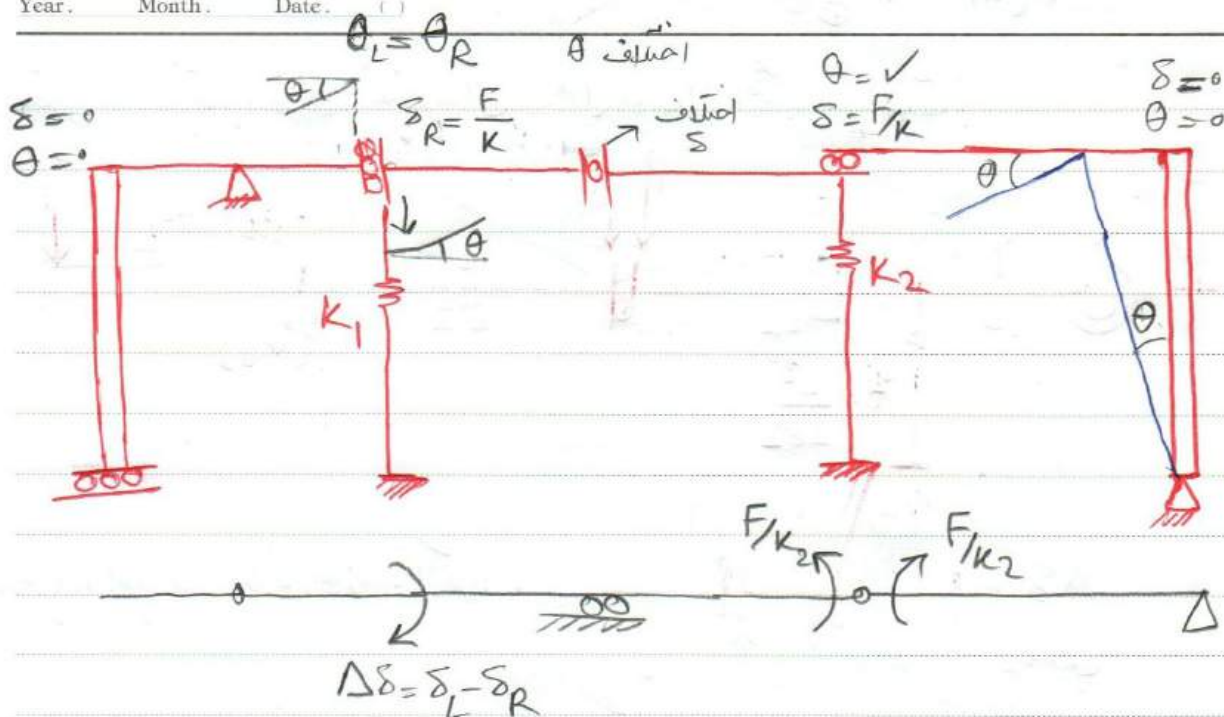
حل تمرین ۱) سرمایه‌های زیر کدام است؟



13/3

Subject:

Year: Month: Date: ()



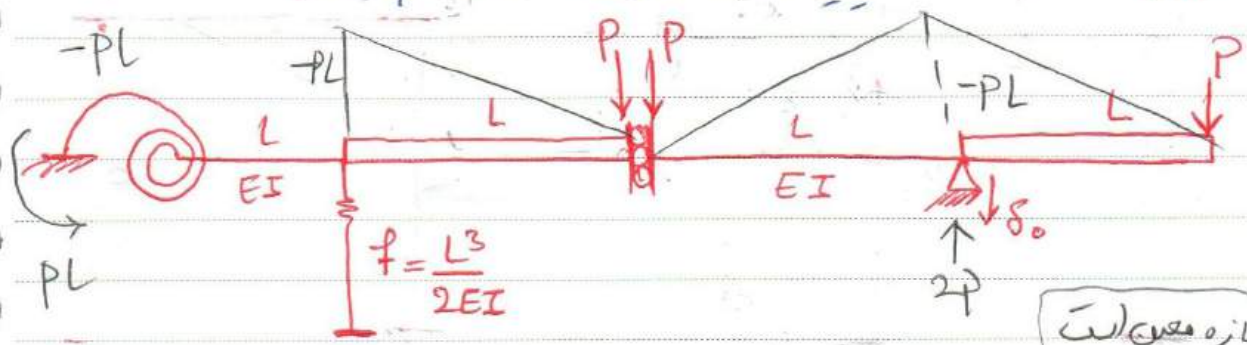
Subject:

Year: Month: Date:

موضوع = θ اصلی

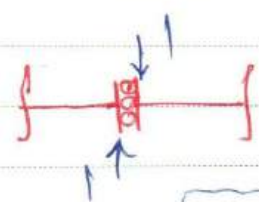
موضوع = M' اصلی δ

مثال (اختلاف تغییر مکان در محل اتصال کدام است؟)



سازه معین است

$\Delta \delta = ?$



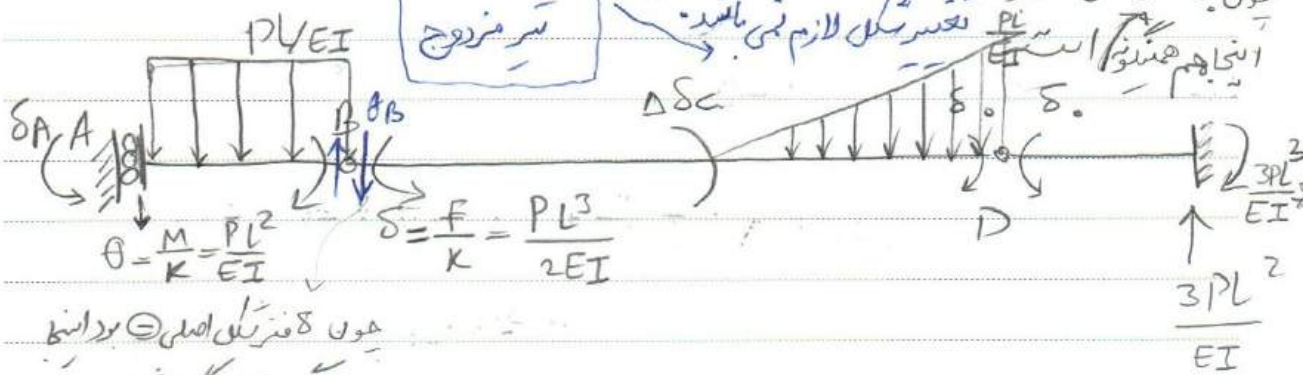
تقریب (این سوال با کارهای حل گردد)

تغییر شکل
سازه
معین

سطح کمر
فرمول حفظی
کارهای
تیر موزون

تغییر شکل

حول شکل اصل مقفول
اینجا هم هست
تغییر شکل لازم نیست باشد



$$\theta = \frac{M}{K} = \frac{PL^2}{EI}$$

$$\delta = \frac{F}{K} = \frac{PL^3}{2EI}$$

حول δ تغییر شکل اصلی θ برداشته
تغییر و انتقال داشت

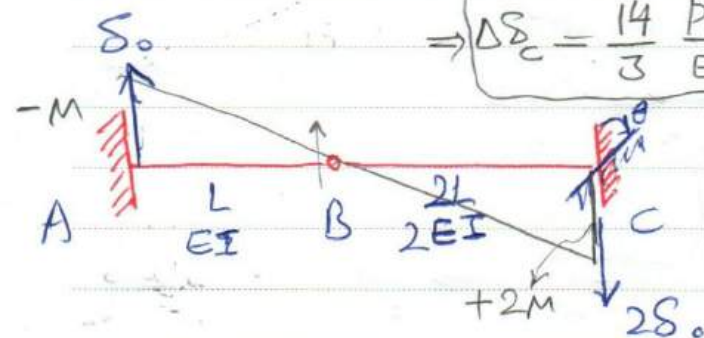
$$M_{RD} = \frac{PL^2}{2EI} \times \frac{2}{3}L + \frac{3PL^3}{EI} - \frac{3PL^2}{EI} \times 2L =$$

$$\theta_B = \frac{PL^2}{EI} + \frac{PL^2}{EI} = \frac{2PL^2}{EI}$$

θ_A

$$\text{BCD } \sum M'_D = 0 \Rightarrow \frac{PL^3}{2EI} + \theta_B \times 2L + \frac{PL^2}{2EI} \times \frac{L}{3} = \Delta\delta_C + \delta_0$$

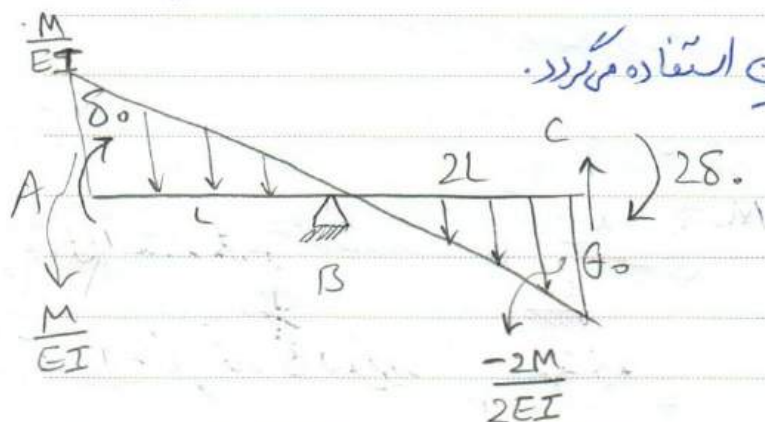
$$\Rightarrow \Delta\delta_C = \frac{14}{3} \frac{PL^2}{EI} - \delta_0 \quad \checkmark$$



مثال: عکس العمل های تکیه ها را بدست آورید.

نشیست در تیرها معین معمولاً از روش تیر فرایند استفاده می شود ← چون تغییر شکل نمی آید

و کار مجازی بسیر برای سازه های معین استفاده می گردد.



$$\sum M_B = 0 \rightarrow \frac{ML}{2EI} \times \frac{2}{3}L + \frac{ML}{EI} \times \frac{4}{3}L + \theta_B \times 2L = 3\delta_0$$

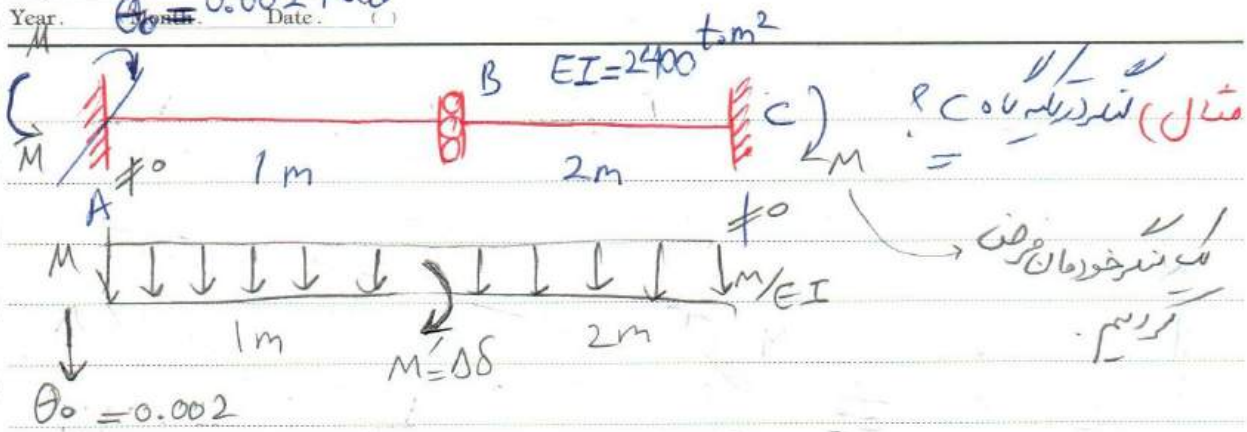
$$\Rightarrow M = \frac{3}{5} \frac{EI}{L} (3\delta_0 - 2\theta_B L)$$

* اختلاف دوران در مفصل B کدام است؟ و انشعاب تیر B در تیر فرایند

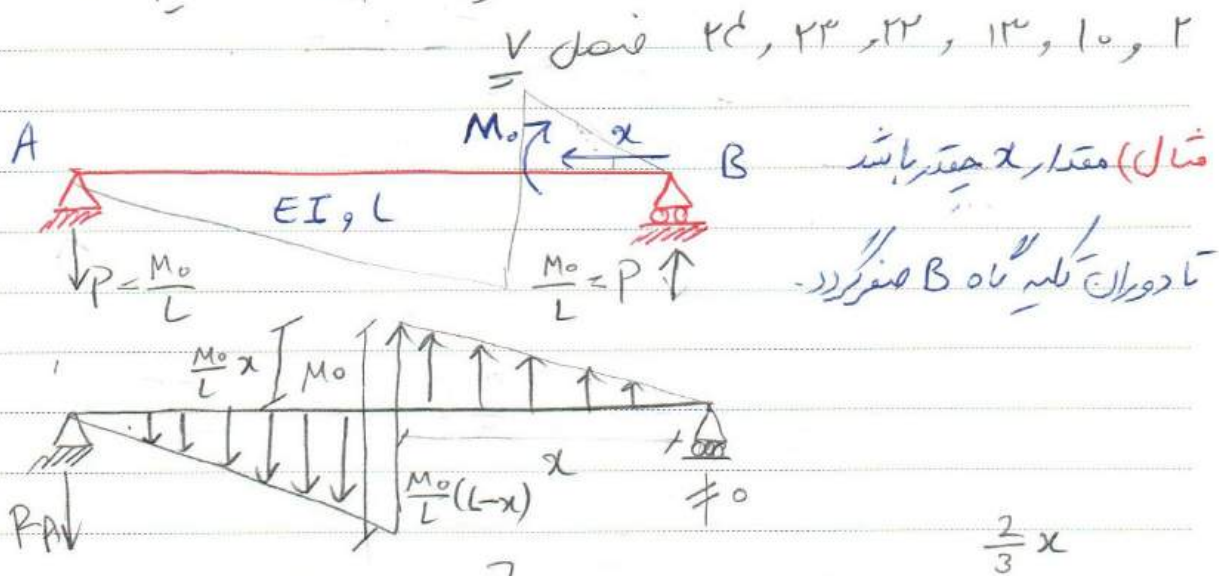
Subject:

Year:

تست هاست
 $\theta_0 = 0.002 \text{ rad}$
 Date: ()



در این خلاف جهت می باشد
 پس برش در تیر موجب منفی است
 $\sum F_y = 0 \rightarrow \frac{M}{EI} \times 3 + \theta_0 = 0$
 $\theta_0 = -\frac{3M}{EI}$ ✓
 یعنی باید تیر را $\oplus$ فرض می کردیم و عکس غیره فرض کردیم در آمد



$$\sum M_A = 0 \quad \left[\frac{M}{L} \frac{(L-x)^2}{2} \right] \times \frac{2}{3} (L-x) = \frac{Mx^2}{2L} \left(L-x + \frac{1}{3}x \right)$$

$$(L-x)^3 \times \frac{1}{3} = \frac{x^2}{2} \times (L - \frac{2}{3}x)$$

$$L^3 - 3L^2x + 3Lx^2 - x^3 = -\frac{3}{2}x^2 \times \frac{2}{3}x + \frac{3x^2L}{2} \rightarrow x = (1 - \frac{\sqrt{3}}{3})L$$

$$-\frac{1}{2}x^2L + 3L^2x + L^3 = 0$$

Subject:

Year: Month: Date: ()

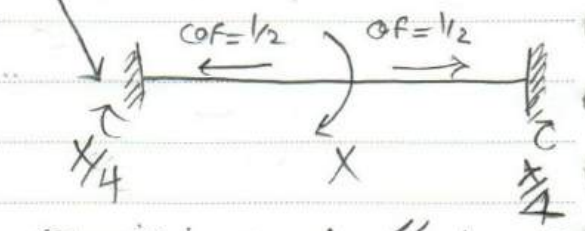
2

محل ۷ کتاب

۵ و ۴ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۵ و ۱۷

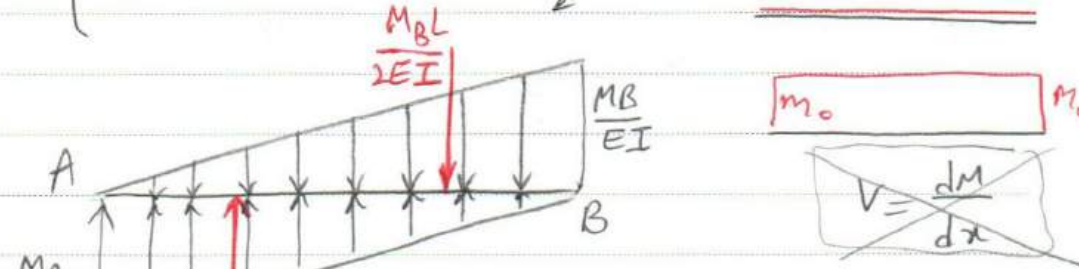
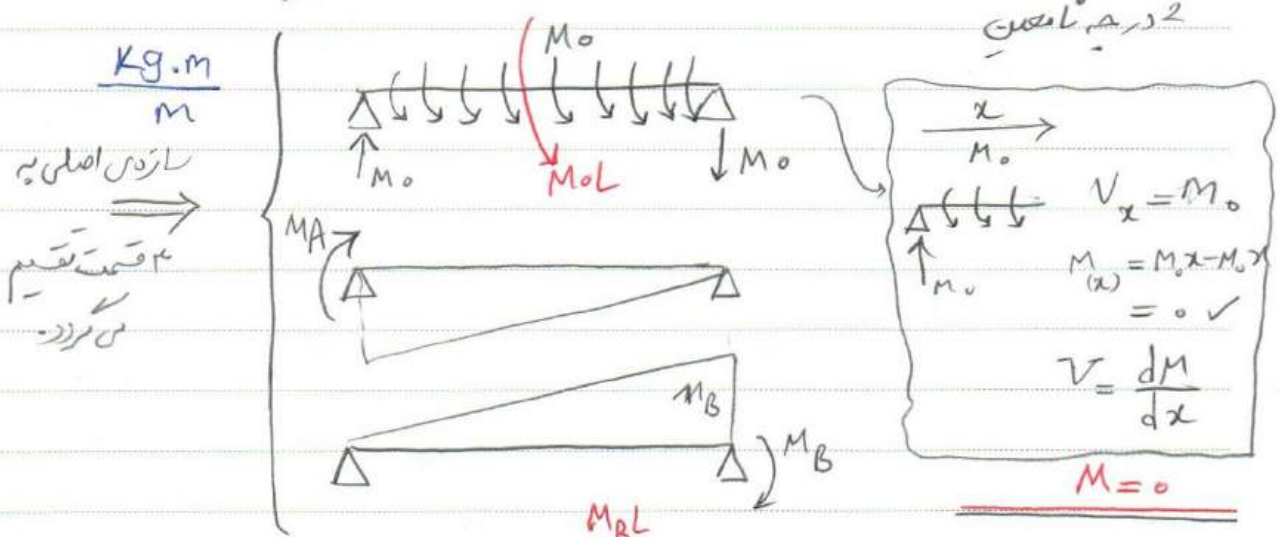
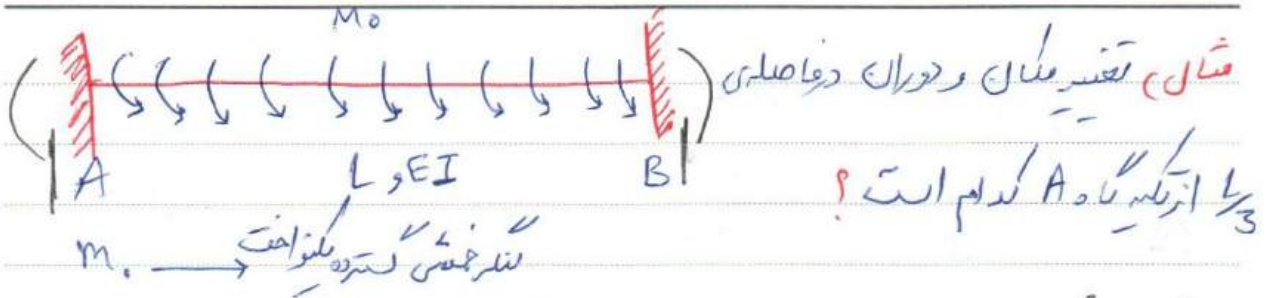
مثال) مقدار گسترش X چقدر باشد

برش A در تیر مودج صفر گردد



اگر بتوانیم گره A دوران نداشته باشد

$$\frac{X}{4} = \frac{wL^2}{12} \rightarrow X = \frac{wL^2}{3}$$



به تناقض من خود را این نتیجه است.

توازن

$\sum F'_y = 0 \rightarrow M_A = M_B$
 $\sum M'_A = 0 \rightarrow M_A = 2M_B$

در تیر دوسری در نیز ما تیر دوسری مفصل نمودار را نیز خواهیم داشت ولی نمودار نیروی برشی داریم.

Subject:

Year:

Month:

Date:

نمودار تغییرات سطح درونی نوسانی است

λ

A



B



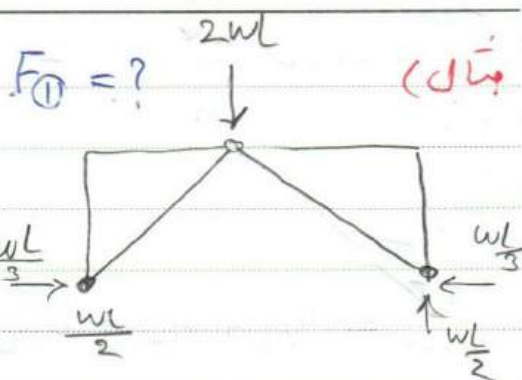
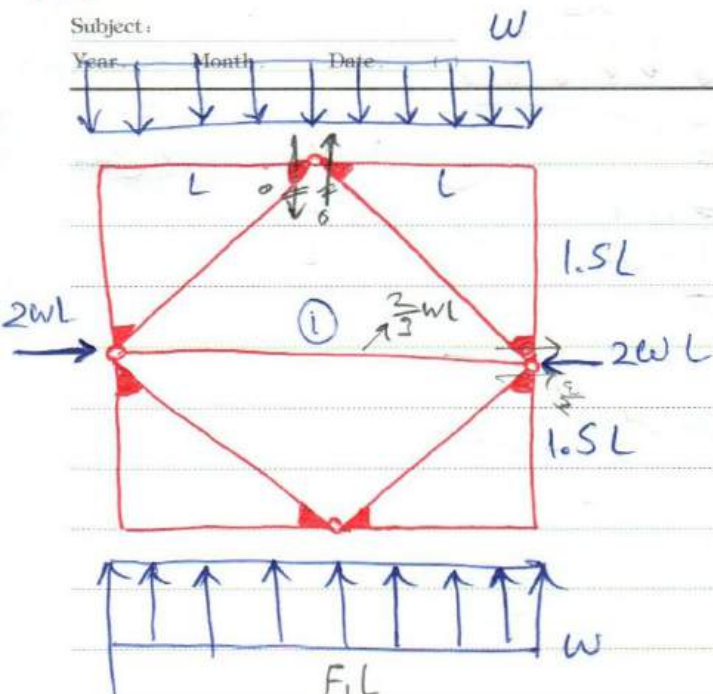
مزدوج

تغییرات
دران

$$\begin{aligned} \delta_i &= M_i' = 0 \\ \theta_i &= V_i' = 0 \end{aligned}$$

Subject: _____

Year. _____ Month. _____ Date. _____ ()



$$F_1 = 2 - 2 \times \frac{wL}{3} = \frac{4wL}{3} \checkmark$$

نشاری

$$U_1 = \frac{1}{2} F \Delta = \frac{F_1 L}{2EA} = \frac{(F_1)^2 (2L)}{2EA} = \frac{16}{9} \frac{w^2 L^3}{EA}$$

انرژی مبدی (۱) کدام است؟

* در سوال قبل برش داخلی روی محور تقارن افقی صفر نیست.

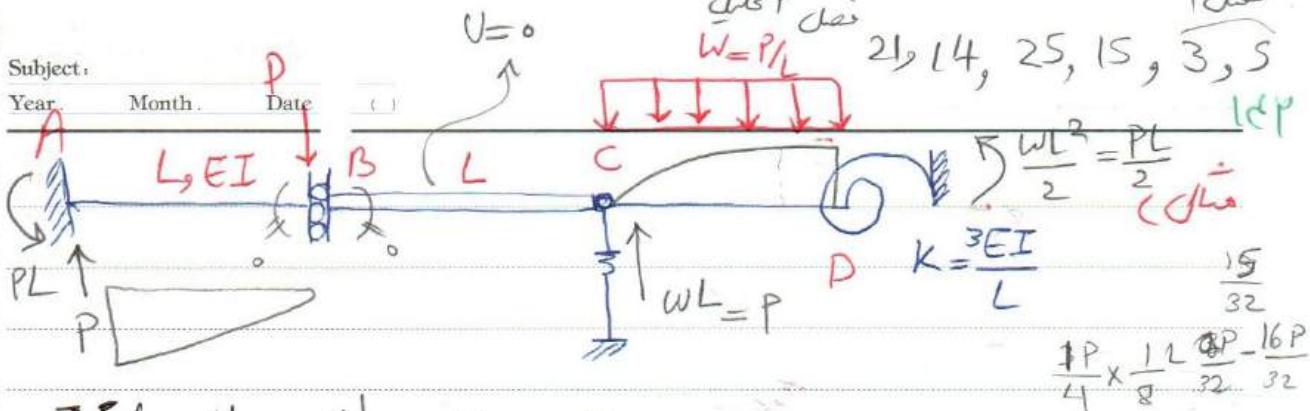
* در سوال قبل برش داخلی روی محور تقارن قائم صفر است.

Subject:

Year:

Month:

Date:



$$U = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} + U_{DE}$$

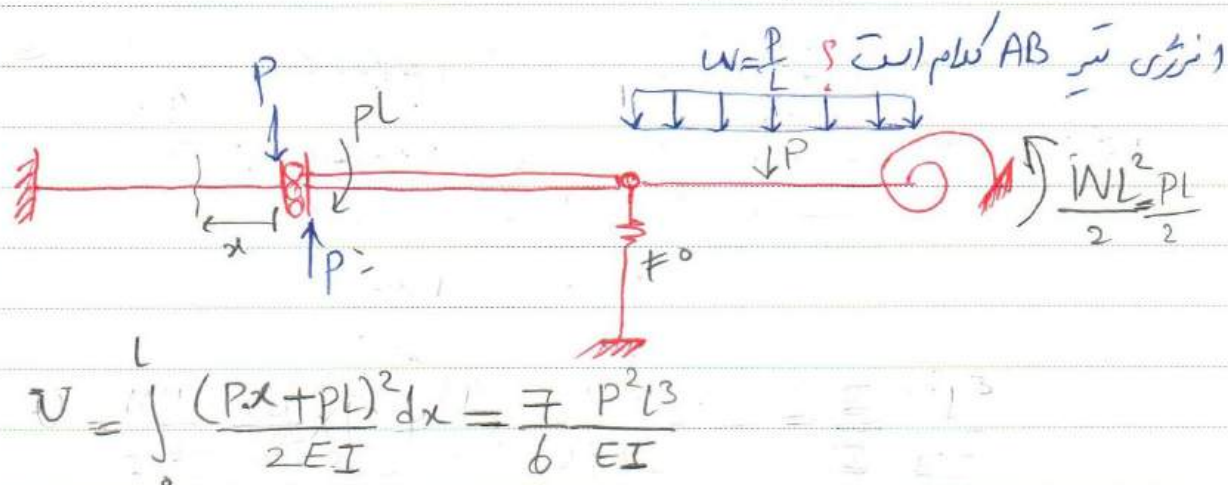
$$U_{AB} = \int_0^L \frac{(-Px)^2}{2EI} dx = \frac{P^2 L^3}{6EI}$$

$$U_{BC} = \int_0^L \frac{(\frac{PL}{2} - \frac{P}{2L}x^2)^2}{2EI} dx = \frac{1}{15} \frac{P^2 L^3}{EI}$$

$$U_{CD} = \frac{(P)^2}{2 \left(\frac{2EI}{L^3} \right)} = \frac{1}{4} \frac{P^2 L^3}{EI}$$

$$U_{DE} = \frac{(\frac{PL}{2})^2}{2 \left(\frac{3EI}{L} \right)} = \frac{1}{24} \frac{P^2 L^3}{EI}$$

$$U = \frac{1}{6} + \frac{1}{15} + \frac{1}{4} + \frac{1}{24} = \frac{63}{120} \frac{P^2 L^3}{EI}$$



$$U = \int_0^L \frac{(Px + PL)^2}{2EI} dx = \frac{7}{6} \frac{P^2 L^3}{EI}$$

۱۴۳۳

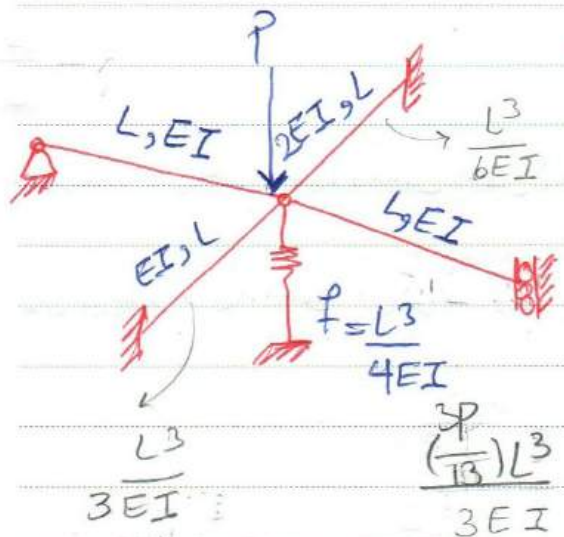
* همواره وقتی رفتار مصالح خطری باشد (قانون هوک) می توان برای محاسبه ی عکس العمل

تکیه بانه، نیروهای داخلی اعضا، تغییر مکان، دوران، کشش، کرنش و انحناء و

تثبیت انحناء) را از جمع اثر قوای superposition استفاده نمود، ولی برای محاسبه ی

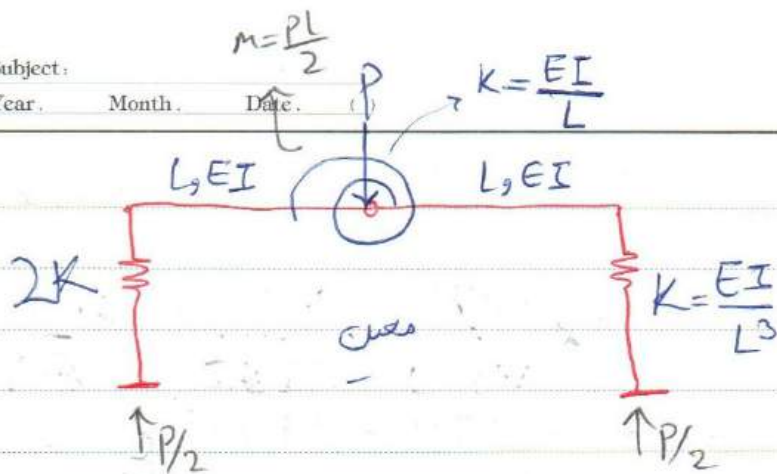
افزونی، هرگز نمی توان بین بارهای خارجی جمع اثر قوا را استفاده کرد.

مثال) انرژی سازوی شبکه ای معادل کدام است؟



$$\begin{aligned}
 & \frac{(\frac{3P}{13})L^3}{3EI} \times \frac{1}{2} \times \frac{3P}{13} + \frac{(\frac{6P}{13})L^3}{6EI} \times \frac{1}{2} \times \frac{6P}{13} \\
 & + \frac{4P}{13} \times \frac{1}{2} \times \frac{4}{13} \times \frac{L^3}{4EI} \\
 & = \frac{1}{13^2} \left(\frac{3}{2} + 3 + 2 \right) = \frac{1}{26} \\
 & \quad \quad \quad \frac{3+6+4}{2}
 \end{aligned}$$

$$U = \frac{1}{2} P_{\Delta} \times \Delta = \frac{1}{2} \times \left(\frac{3P}{13} \right) \times P = \frac{1}{26} \frac{P^2 L^3}{EI}$$



به کمک کار مجزی Δ ایجاد شده را از برابر P بدست می آوریم: $U = \frac{1}{2} P \Delta$

* در سازه های معین نیرو و عکس العمل های تکیه گاه ها هیچ رابطه به سختی اعضا و فنرها ندارد.
ولی در سازه های نامعین می تواند ربط داشته باشد.

$$1 \times \delta_B = \frac{\sum A_m \cdot \bar{m}}{EI} + \sum \frac{F \cdot F}{K} + \frac{mM}{K'}$$

$$= \left[\frac{(\frac{PL}{2} \times \frac{L}{2})}{EI} \times \frac{2}{3} \times \frac{L}{2} \right] \times 2 + \frac{(\frac{1}{2} \frac{P}{2})}{K} + \frac{(\frac{1}{2})(\frac{P}{2})}{2K}$$

$$= \frac{19}{24} \frac{PL^3}{EI}$$

$$U = \frac{1}{2} P \times \frac{19}{24} \frac{PL^3}{EI} = \frac{19}{48} \frac{P^2 L^3}{EI}$$

سوال فوق را از فرمول انرژی مبدأ حل کرده و به جواب ثابت برسید.

$$U = \sum \int \frac{m^2 dx}{2EI} + \sum \frac{F^2}{2K} + \frac{M^2}{2K'}$$

915

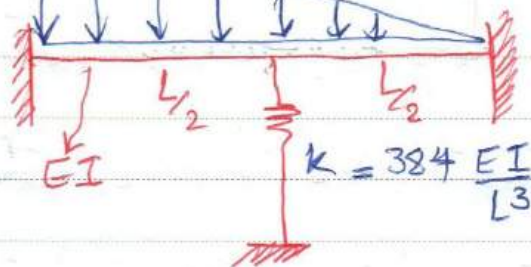
Subject:

Year:

Month:

Date:

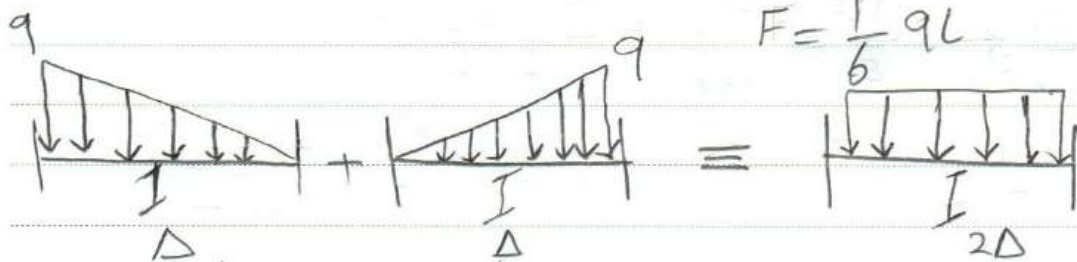
مسئله) انرژی پتانسیل آوری



$$\frac{1}{2} \times \frac{(q)L^4}{384 EI} = \frac{F L^3}{192 EI} = \frac{F L^3}{384 EI}$$

$$\frac{qL}{2} = 2F + F = 3F$$

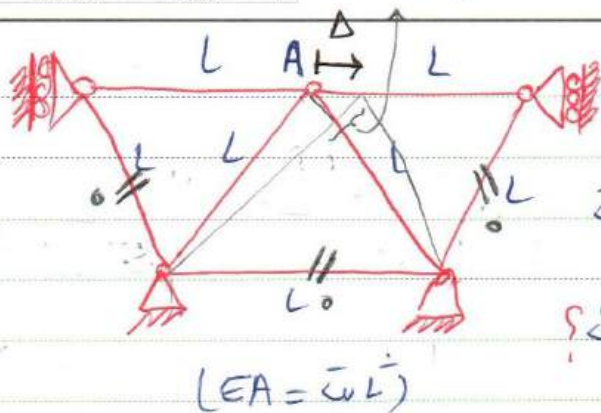
$$F = \frac{1}{6} qL$$



نقطه Δ در هر دو آنها با هم برابر است.

$$U = \frac{1}{2} \frac{F^2}{k} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{36} \times \frac{q^2 L^2 \times L^3}{384 EI} =$$

$\Delta \cos 60$



مثال) اگر در خرابای مقابل تغییر مکانی

افقی نیروی A به اندازه Δ به سمت راست

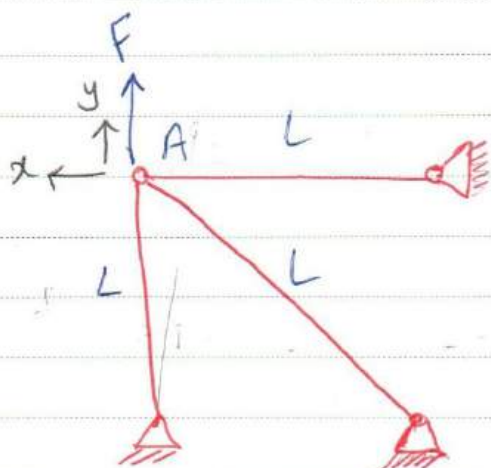
باشد، آنگاه انرژی این خرابی کدام است؟

(ثابت EA)

$$U = \sum \frac{1}{2} F \cdot \Delta = \sum \frac{F^2 L}{2EA} = \sum \frac{1}{2} \frac{EI}{L} \Delta^2$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{EI}{L} [(\Delta)^2 + (\Delta)^2 + 2 \times (\Delta \cos 60)^2] = \frac{5}{4} \frac{EI \Delta^2}{L}$$

۴، ۵، ۸، ۱۲ و ۱۴ فصل ۱۳



کامپلیتاتو

مثال) اگر نیروی ۹۰ تغییر مکانی

$$U = \frac{EA}{4L} (3x^2 + 2xy + 3y^2)$$

اگر x و y تغییر مکان افقی و قائم نیروی A باشد، آنگاه نیروی F کدام است؟

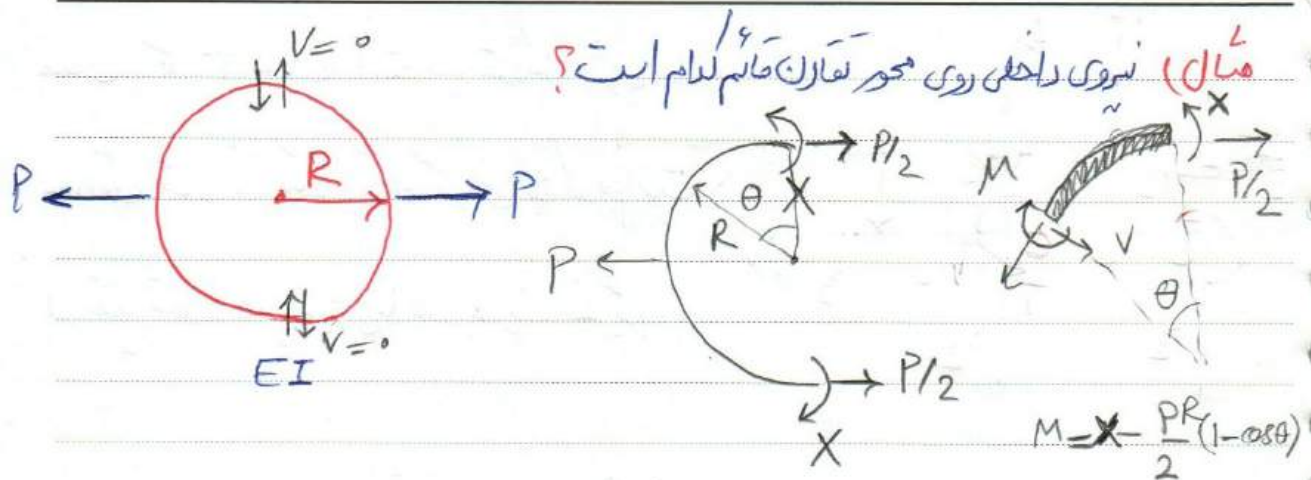
$$\frac{\partial U}{\partial x} = 0 \Rightarrow \frac{EA}{4L} (6x + 2y) = 0 \Rightarrow y = -3x$$

$$\frac{\partial U}{\partial y} = F \Rightarrow \frac{EA}{4L} (2x + 6y) = F \xrightarrow{y = -3x} F = -4 \frac{EA}{L} x$$

$$F = \frac{4}{3} \frac{EA}{L} y$$

Subject:

Year: Month: Date: ()

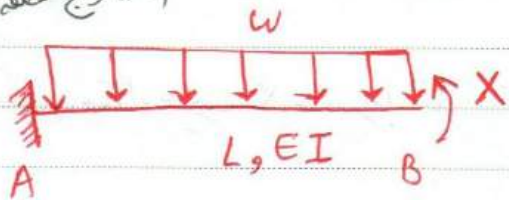


$$U = \int \frac{M^2 ds}{2EI}$$

$$\frac{\partial U}{\partial X} = 4 \times \frac{M \frac{\partial M}{\partial X} ds}{EI} = \frac{4R}{EI} \int_0^{\pi/2} \left(X - \frac{PR}{2}(1 - \cos \theta) \right) d\theta$$

$$X = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \right) PR$$

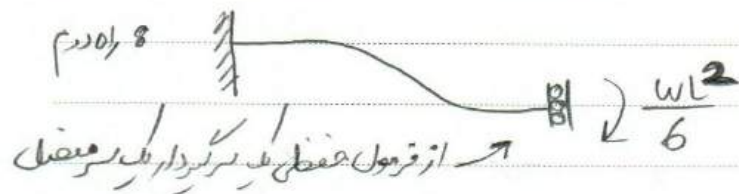
4 ربع حلقه داریم



نمای

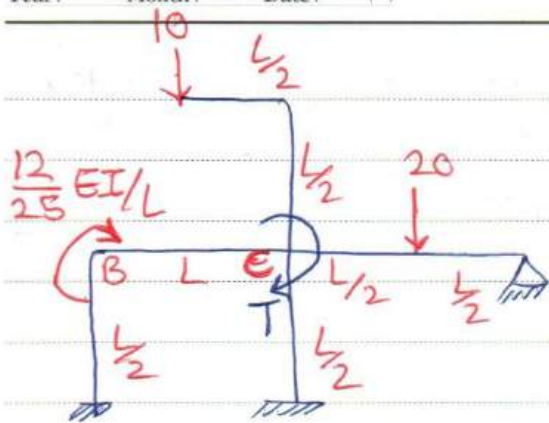
را اول

$$\frac{\partial u}{\partial x} = 0 \rightarrow \theta_B = 0 \rightarrow \frac{wL^3}{6EI} = \frac{ML}{EI} \rightarrow M = \frac{1}{6} wL^2$$



را دوم :

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \int \frac{M(\partial M / \partial x)}{EI} dx$$



مثال) اگر T چنان انتخاب شود که انرژی مازده

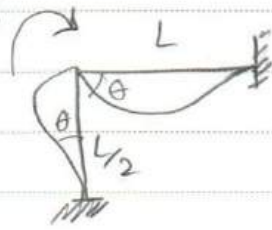
حداقل شود. آنگاه دوران گرهی B کدام است؟

از تغییر شکل مابین انرژی ما صفر صرف نظر کرد.

چون EA نواره است. $\delta_c = 0$

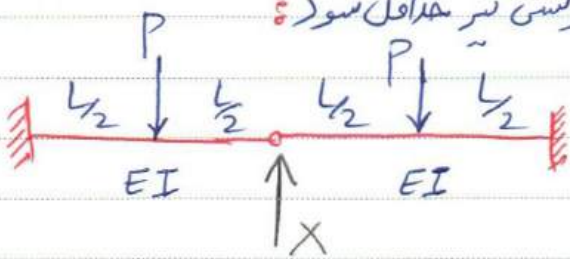
$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial T} &= 0 \\ \frac{\partial u}{\partial T} &= \theta \end{aligned} \right\} \theta_c = 0$$

$$\frac{12}{25}$$

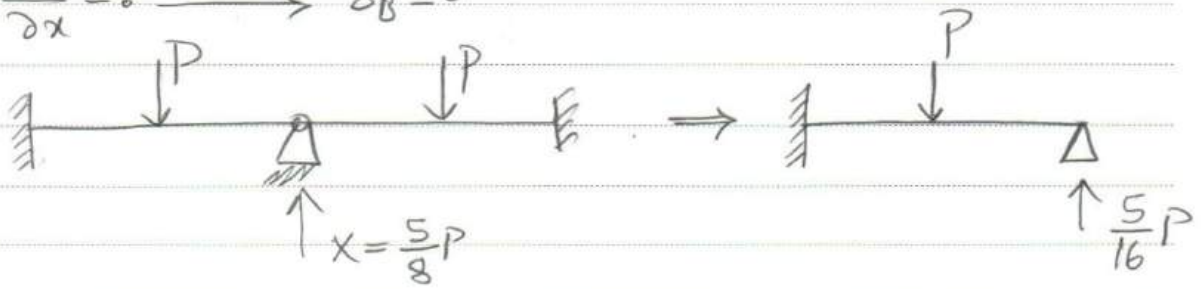


$$\theta_B = \frac{\frac{12}{25} \frac{EI}{L}}{k_{BA} + k_{BC}} = \frac{1}{25}$$

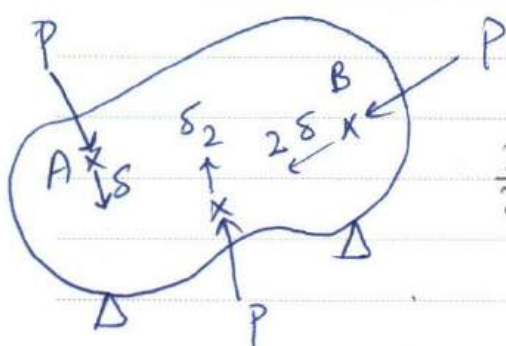
مثال) مقدار نیروی X قدری باشد تا انرژی کرنشی تیر حداقل شود:



$$\frac{\partial u}{\partial x} = 0 \rightarrow \delta_B = 0$$

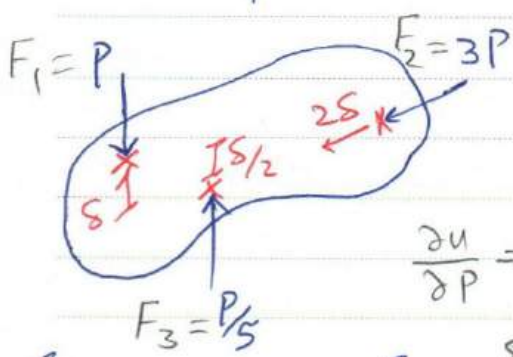


از روابط استاتیکی استفاده می شود و بدست می آید.



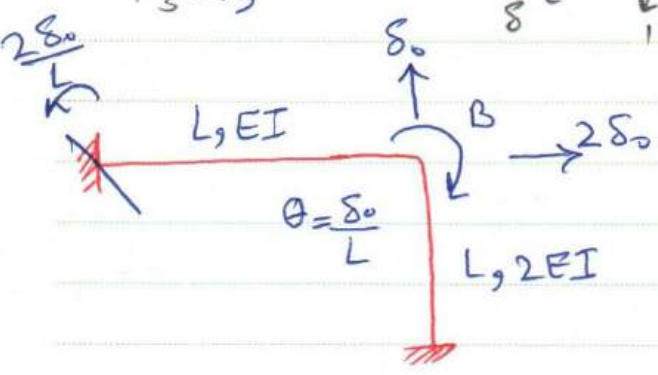
مثال ۱
 $\frac{\partial u}{\partial P} = ?$

$$\frac{\partial u}{\partial P} = \delta + 2\delta + \frac{\delta}{2} = \frac{7}{2}\delta$$



$$\frac{\partial u}{\partial P} = \sum \frac{\partial u}{\partial F_i} \times \frac{\partial F_i}{\partial P}$$

$$\frac{\partial u}{\partial P} = \frac{\partial u}{\partial F_1} \times \frac{\partial F_1}{\partial P} + \frac{\partial u}{\partial F_2} \times \frac{\partial F_2}{\partial P} + \frac{\partial u}{\partial F_3} \times \frac{\partial F_3}{\partial P} = 7.1\delta$$



مثال ۲

$$U_{AB} = \frac{2EI}{L} \left(\left(-\frac{2\delta_0}{L} \right)^2 + \left(-\frac{2\delta_0}{L} \right) \left(\frac{\delta_0}{L} \right) + \left(\frac{\delta_0}{L} \right)^2 \right) - \frac{6EI}{L} \left(-\delta_0 \right) \left(\frac{\delta_0}{L} - \frac{2\delta_0}{L} \right) + \frac{6EI}{L} \left(-\delta_0 \right)^2 = 6 \frac{EI}{L^3} \delta_0^2$$

$$U_{BC} = \frac{2(2EI)}{L} \left(\frac{\delta_0}{L} \right)^2 - 6 \frac{(2EI)}{L} \left(2\delta_0 \right) \left(\frac{\delta_0}{L} \right) + \frac{6(2EI)}{L^3} \left(2\delta_0 \right)^2 = 28 \frac{EI}{L^3} \delta_0^2$$

$$U_{AB} + U_{BC} = 34 \frac{EI}{L^3} \delta_0^2$$

Subject :

15.

Year . Month . Date . ()