

تعمیل سائزہ ۱
۱۳۹۶ - ۹۷

تعمیل سائزہ ۱

دکتر تقی خان

@aut_passgah

پایان ترم هفتمی نسبت حل تمرین تا ۲۰ لغزه پایان ترم ۱۲ لغزه میان ترم ۸ لغزه

Elementary structure analysis ، تحلیل سازه طاقونی ، تحلیل سازه نورسن : کتاب مرجع
by Norris 1977

structure analysis by Mr. Cormac 2007 ، structure analysis by Mibblere 198

عبارت

سازه : مجموعه ای از اجسام صلب است که برای تحمل و انتقال نیرو به طاقی رود

تحلیل سازه : تعیین پایداری و ناپایداری ، تعیین وانش های تکیه گاهی ، تعیین نیروهای داخلی هم داخل عضو هم بین

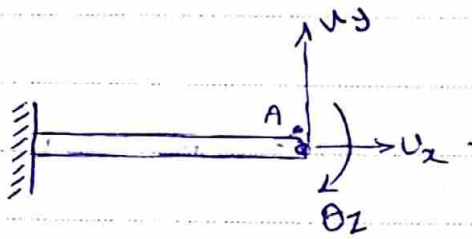
عبارت است که محل نیروها را روی مجموعه سازه بررسی می کنیم عبارت رینر با نیروخواه انتقال نیروهای مؤثر به سازه

توسط اجزای سازه به تکیه گاه هدایت می گردد

@aut_passgah
مراحل تحلیل سازه : ۱- بررسی پایداری سازه ها ۲- تعیین وانش های تکیه گاهی ۳- تعیین نیروهای داخلی

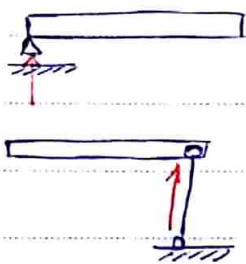
۴- تعیین تعیین شکل

انواع عمل های تکیه ها :

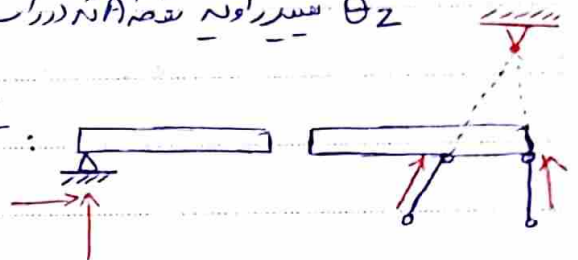


U_y, U_x تغییر شکل سازه در راستای y و x
 U_z تغییر زاویه نقطه A که در راستای z است

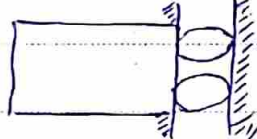
تکیه غلظتی :



تکیه مفاصلی :



تکیه لغزنده :



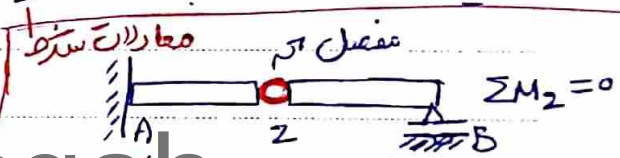
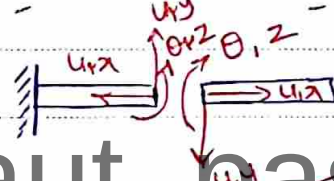
تکیه تکیه دار :



در تکیه های لغزنده از جهت حرکت در یک بعد جلوگیری شده و از انتقال و نیز چرخش سازه است.

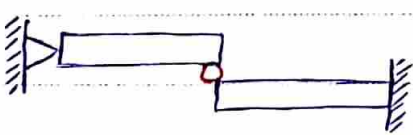
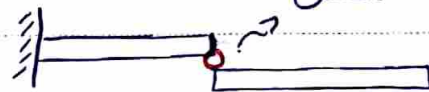


تکیه

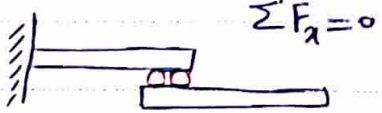


@aut_passgah

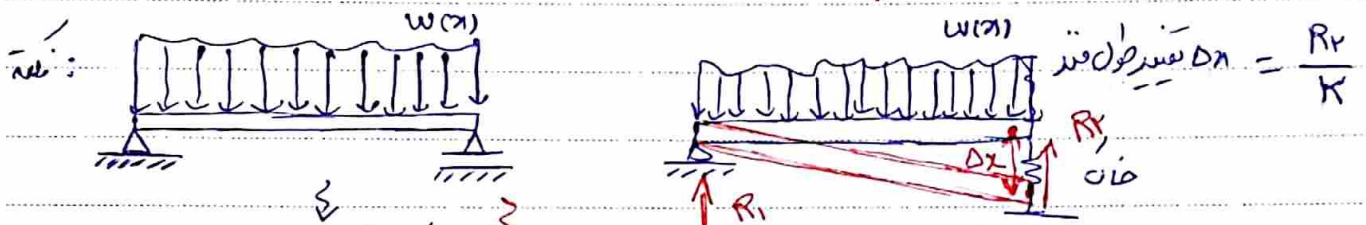
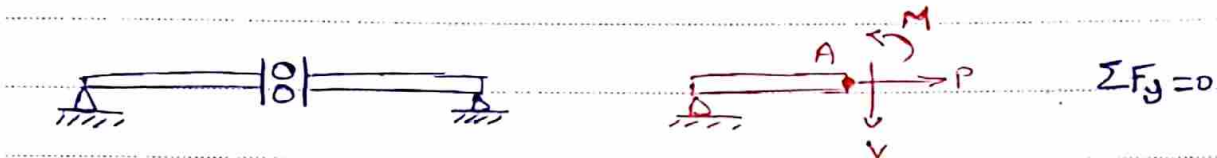
معارضت سازه
 معارضت در مفصل $\sum M = 0$ است در محل خود مفصل که باعث کم شدن یک درجه از معین
 خواهد شد به صورتی اگر n عضو متصل به مفصل داشته باشیم
 در این صورت $n-1$ درجه از معین سازه کم می شود.
 $\sum M = 0$ $\sum F_x = 0$ مفصل



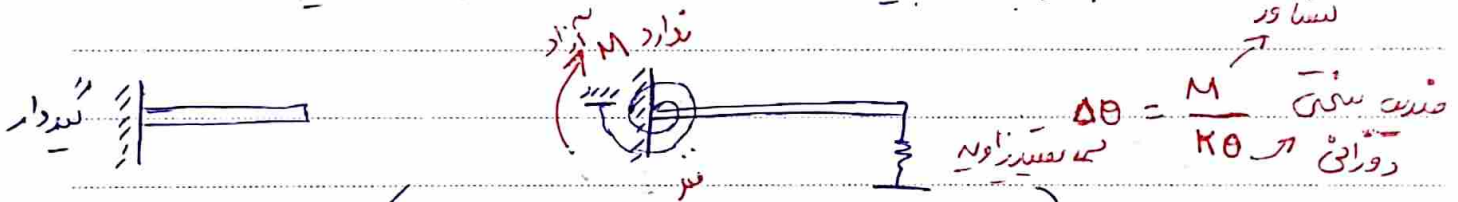
برای حل این سازه باید از درن و التمس های تکیه ها هم فرمول
 را هم است که به آن $\sum M_2 = 0, \sum F_y = 0, \sum F_x = 0$ است
 و دو تکیه دیگر $\sum M_2 = 0, \sum F_x = 0$ حول غلظ است.



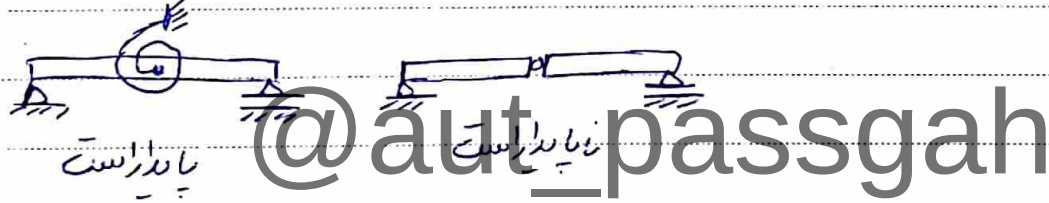
در این تکه گاه نیروی برشی صفر است پس $\sum F_y = 0$ است. **تکه محاسبه می شود**



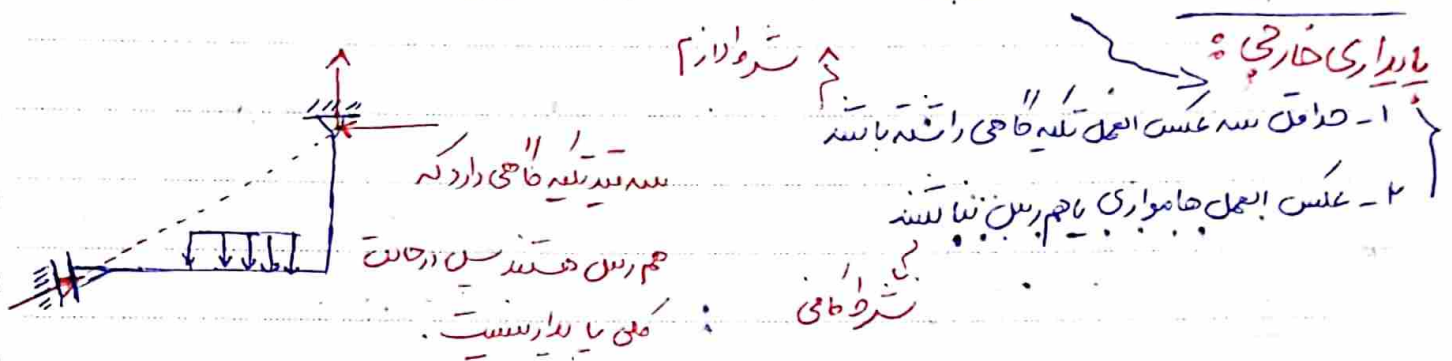
در صورتی که خاک دستی نباشد و طبیعی باشد خاک را
قاب توجه دارد که باید آن را قوی در نظر گرفت
می توان به صورت تکه گاه غلطی در نظر گرفت.



در این شکل دوران آزاد است و عکس العمل ندارد ولی این مقدار تکه گاه مفصلی محل می بندد و عکس العمل نیروی دارد.

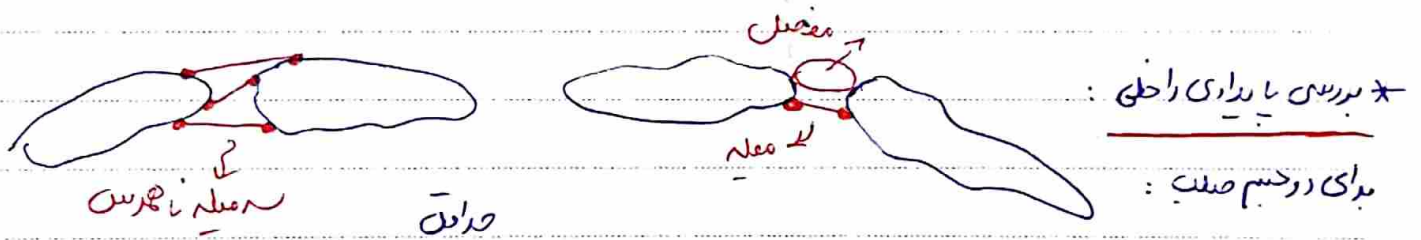


بررسی پایداری: معوقه باشد (پایداری خارجی)، صلب باشد (پایداری داخلی، هندسی)



مقاومت پایداری با تقارن: پایداری برای تحلیل و طراحی سازه در حالت کلی است ولی در تمارین برای سبب حالت خاص پایداری

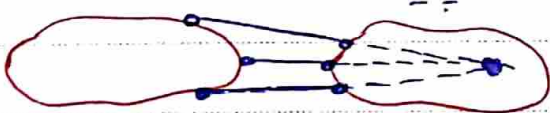
برای سازه در تفرقی ندریم یعنی تقارن حالت کفای از پایداری در حالت کلی است.



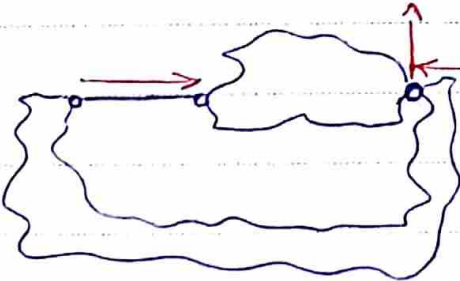
اگر برای انتقال روح صلب اتصالات بین آن ها قوی در تقارن ندریم سه نیروی غنیمواری و غنیمواری با شد

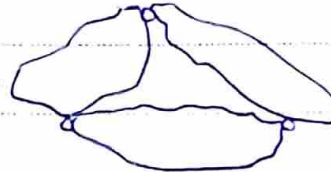
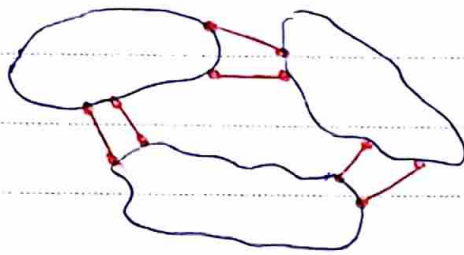
@aut_passgah

اتصال بین روح صلب نیز باید خواهد ماند.



اگر سه مفصل رانشه باشیم نه هر سه تا آن ها





پایزای داخلی برای سازه جسم صلب :

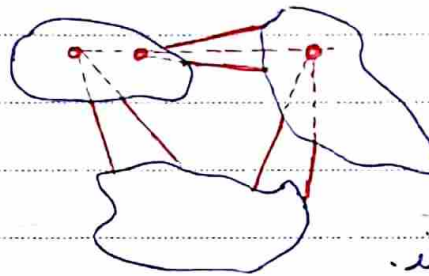
خوبای مثلثی سازه در همه حالات پایزای داخلی دارد (صلب است)

برای پایزای داخلی سه جسم صلب حداقل باید بین هر دو جسم صلب باید دو قید داشته باشیم

نمایزای



نمایزای داخلی



نمایزای داخلی است

زیرا هر دو وصله بین مفصل

تکلیف می دهند که سه مفصل

ایجاد شده در یک راستا قرار دارند

معنی و نام معنی سازه ها : زمانی معنا دارد که سازه از هر تعداد پایزای داشته باشد. اگر سازه نمایزای داشته باشد معنی ندارد

درجه

درجه نام معنی

برش و دید

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

نیزوهای داخلی

دو نوع نام معنی داریم : ۱- نام معنی خارجی که در اثر اضافه شدن عکس العمل

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

سیستم مثل اضافه شدن عکس العمل طبقه ای باشد مثل شغل مقابل :

۲- نام معنی داخلی که برای پیدا کردن نیزوهای داخلی پس از ۳ نیزوی داخلی

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

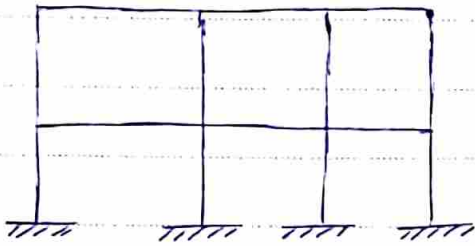
چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است

چون داشته باشیم که در این صورت نام معنی است



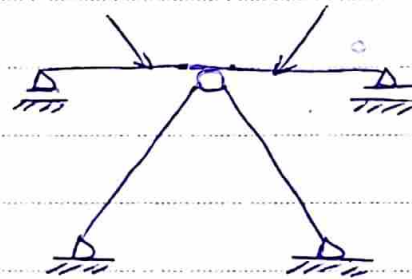
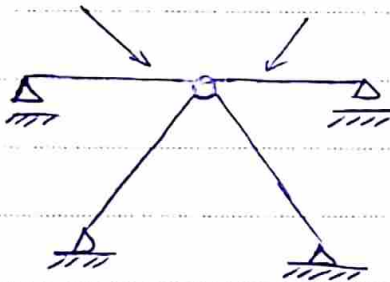
$$\text{معدن خارجی} = 4 \times 3 - 3 = 9$$

$$\text{درجه نامعدن} = 18$$

$$\text{معدن داخلی} = 3 \times 2 = 6$$

هر طبقه ۳ درجه نامعدن دارد
۳ تعداد طبقات

در شکل هر مفصل به قدری دهم ۴ در آن جا صاف خواهد شد، یک معادله شدنی به معادلات دیگر اضافه می کنند.



از نظر خارجی ۳ درجه نامعدن دارد و از نظر داخلی معدن

از نظر خارجی ۳ درجه نامعدن دارد و از نظر داخلی

است ۴ عضو متصل به مفصل داریم نه $4 - 1 = 3$

معدن است و ۲ عضو متصل به مفصل داریم نه

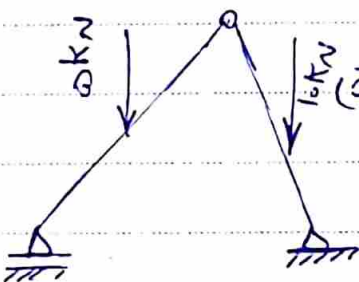
درجه از نامعدن آن کم می کنند پس معدن است نه داخلی

باعث می شود $1 = 2 - 1$ درجه از نامعدن آن کم

شود پس نامعدن از درجه ۲ است

@aut_passgah

ممکن است یک سیستم را شده باشیم نه ملک نباشد و می بایای در عکس العمل افتادی آن را معین و یا باید از خارجی می کنیم

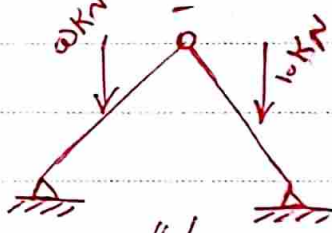


نسبت (زاید است)

نسبت رو به و از نظر خارجی زاید است و از نظر داخلی صلب

یعنی اگر اجزای آن را جدا کنیم شکل هندسی آن به هم می ریزد پس زاید است

حال اگر بابت یک غلطی به مفصلی باعث می شویم بایای در قید اضافی سیستم زاید است



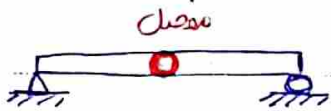
معدن

۱۰ کN

۱۰ کN

۴ مجهول مجهول

۳ + ۱ معادله استاتیکی + شدنی

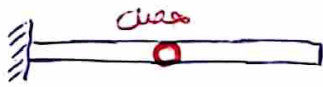


چند پایداری سیرها: همه تیرهای نشان داده شده در ابتدا پایداری

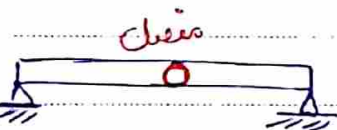
هستند ولی با افزودن مفصل بین آن‌ها داریم:

همه با افزودن مفصل نا پایداری می شوند و

باید در سیر اضافی خواصم راست است:

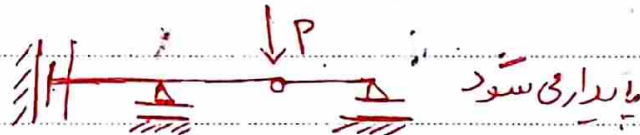


پایداری می شود



پایداری می شود

ولی اگر غلظت راست است مفصل قرار دهیم نا پایداری است

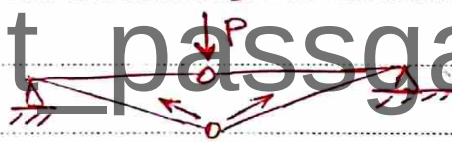


پایداری می شود

اگر غلظت راست است چپ مفصل نیز قرار دهیم باز پایداری خواهد ماند زیرا با همان نیروم مفصل در نقطه ۵ غلظتی

ما این عدم تساوی در سمت راست تیر می شود که باعث پایداری ماندن قسمت چپ تیر می شود.

@aut_passgah



نا پایداری است زیرا سه مفصل

در امتداد یک ردیف هستند

$$\begin{cases} r = \text{عوامل تحمل کننده} \\ c = \text{معارضات شرط} \\ 3 = \text{معارضات استاتیکی} \end{cases}$$

شرط لازم

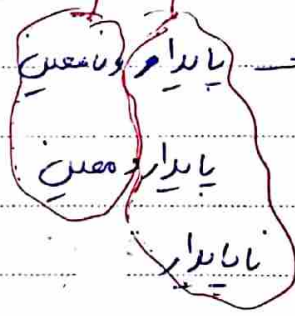
شرط کافی

شرط لازم برای پایداری سیرها:

$$r - c - 3$$

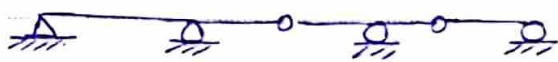
درجه نامعین

$$r > c + 3 \rightarrow$$



$$r = c + 3 \rightarrow$$

$$r < c + 3 \rightarrow$$



یادار - معین



یادار - نامعین از درجه یک



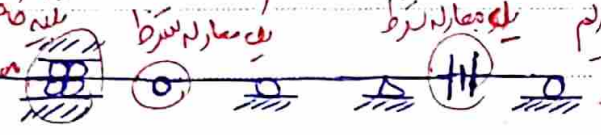
یادار است



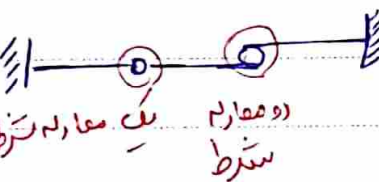
یادار است



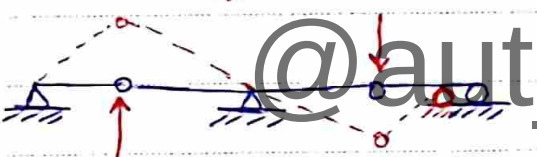
یادار است



یادار است و یک درجه نامعین است زیرا از معیار داریم و ۲ معیار داریم



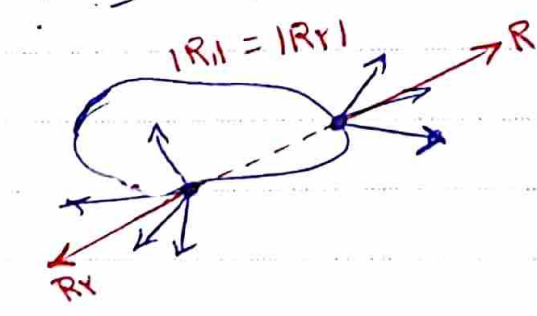
در غایت تحلیل باید طایفه (معین) داریم و ۳ معیار شرط داریم پس یادار و معین است



سیستم نامادار است. اگر یک طایفه معین نیز بود نامادار است.

ضرایبها:

عضود و نیروی عضو است که در دو نقطه اثر و نیرو به آن اعمال شده و شرط تعادل آن هم راستا و عمود بر هم است



بودن این دو نیرو است و این نیروها از نظر مقدار مساوی هستند

عکس العمل

تعداد مجهولات

$r + m = 5$ (تعداد مجهولات اجبار شده)

شرط لازم برای پایداری ضرایب: $m + r < 2j$ ناپایدار

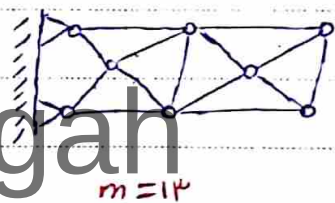
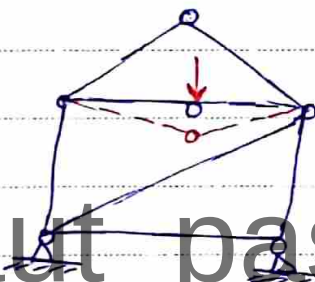
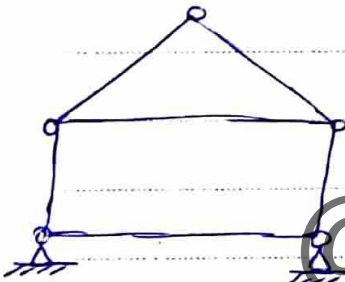
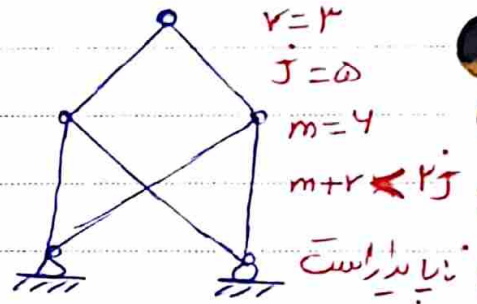
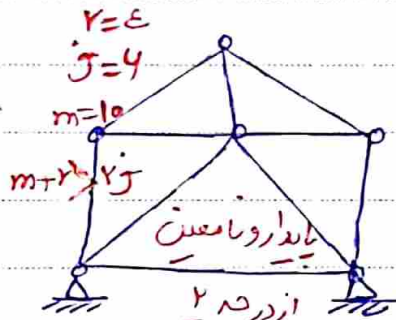
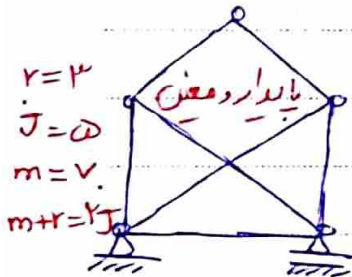
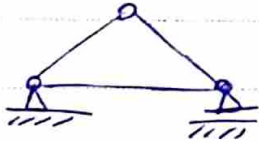
$m + r = 2j$

$m + r > 2j$

$2j =$ تعداد معادلات موجود

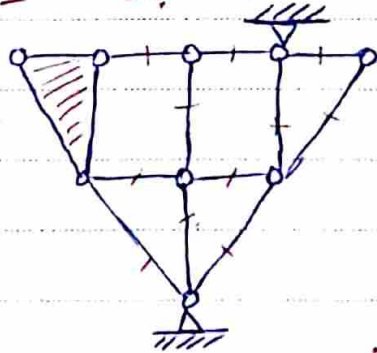
کم مفصل

شرط لازم
پایدار و معین
پایدار و نامعین
کم مفصل



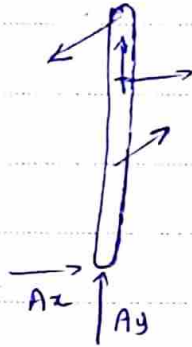
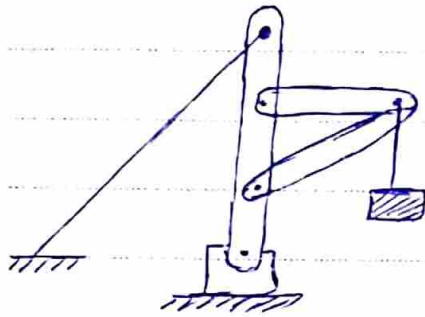
$m = 4$ $m + r = 7$
 $r = 4$ $j = 5$
ناپایدار است ولی
برای بار افقی معین است

$m = 8$ $m + r = 12$
 $r = 4$ $j = 5$
پایدار است
ولی برای بار افقی معین است



$m = 13$
 $j = 9$
 $r = 4$
 $m + r = 17$
 $2j = 18$

ناپایدار
مقاومت به تغییرات گاهی غیرموزنی و غیرهم‌بسته
از نظر داخلی صلب نیز نیست



پایداری قاب‌ها:

شرط لازم برای پایداری قاب‌ها:

$$\text{تعداد مجهولات} = r + 3m$$

تعداد اعضاء $\rightarrow$ که تعداد عکس العمل‌ها

$$r + 3m < 3j + c$$

تعداد معادلات بیشتر $>$ از تعداد نگره‌ها

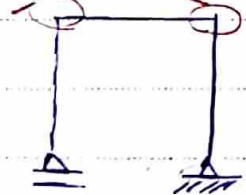
$$r + 3m < 3j + c \rightarrow \text{شرط لازم} \rightarrow \text{پایدار}$$

$$r + 3m = 3j + c \rightarrow \text{شرط کافی} \rightarrow \text{پایدار و معین}$$

$$r + 3m > 3j + c \rightarrow \text{شرط لازم} \rightarrow \text{پایدار و نامعین}$$

@aut_passgah

افعال جوش
تعداد

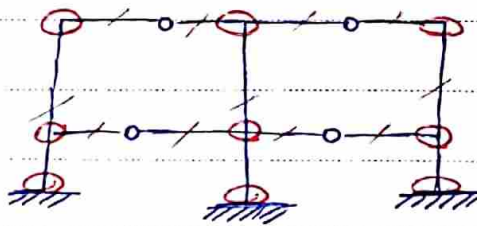


$$r = 2 \quad m = 2$$

$$j = 4 \quad c = 0$$

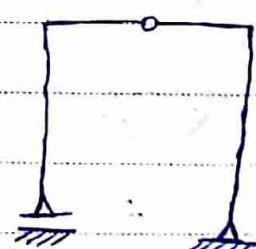
$$\rightarrow r + 3m = 3j + c$$

پایدار و معین



$$r = 9 \quad m = 10 \quad j = 9 \quad c = 6$$

وقت کمتری از درجه‌های اعضاء مفصل
آن این جسم حساب کنیم باید دیده بودن آن
مفصل درجه‌های آن و صرف نظر کنیم باید عکس



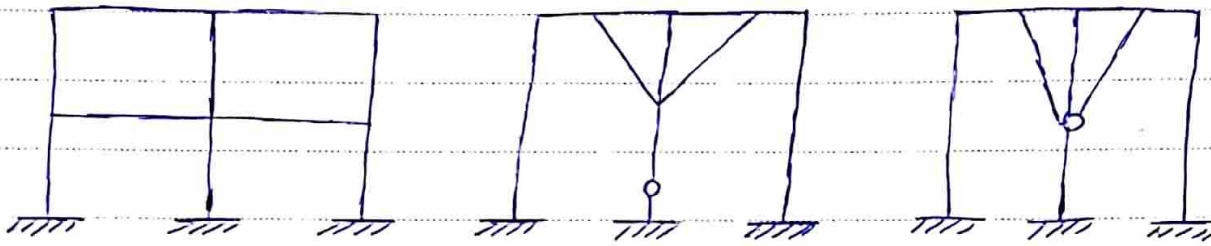
$$m = 2 \quad r = 2$$

$$j = 5 \quad c = 1$$

$$r + 3m < 3j + c$$

پایدار است

Subject
Date



$$m=11 \quad r=9$$

$$m=10 \quad r=9$$

$$C=10 \quad J=1$$

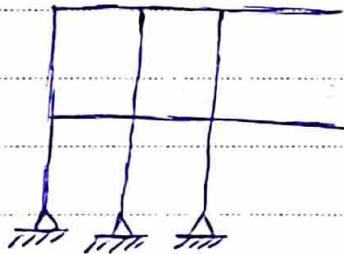
$$J=9 \quad C=3$$

نامعین - پایدار
واقع است

پایدار - نامعین از درجه 9
پایدار - نامعین از درجه 11

$$3m+r > 3J+C$$

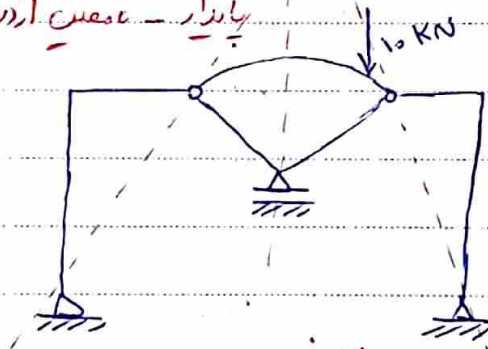
$$3m+r > 3J+C$$



$$m=10 \quad r=4$$

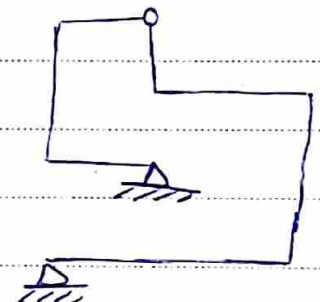
$$J=9 \quad C=0$$

پایدار - نامعین از درجه 11



$$m=7 \quad r=0 \quad J=7 \quad C=6$$

$$3m+r > 3J+C$$



$$m=2 \quad r=7$$

$$J=8 \quad C=1$$

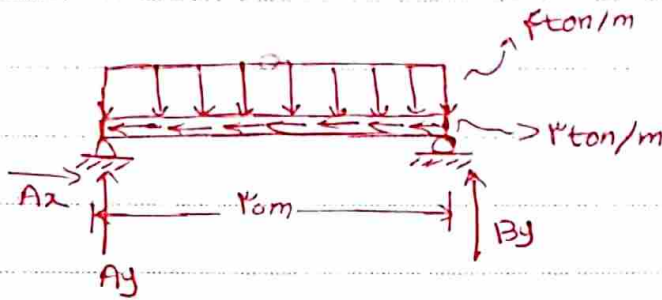
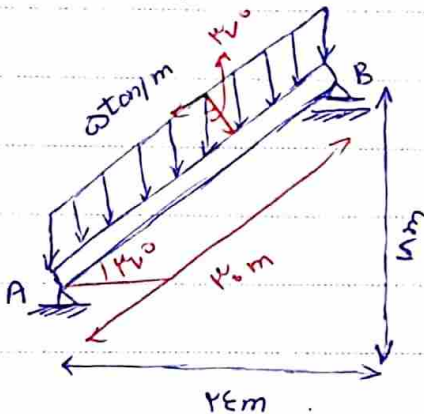
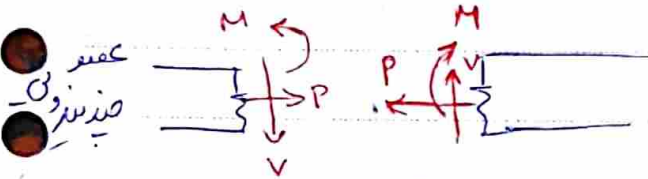
از نظر انی عین محکم ها هم بررسی
پایدار است

@aut_passgah

معبر دو سر

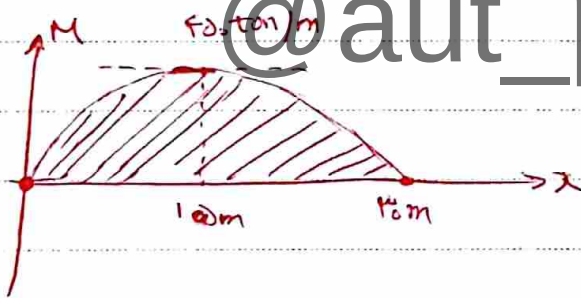
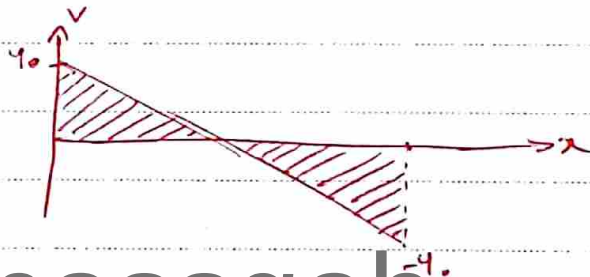
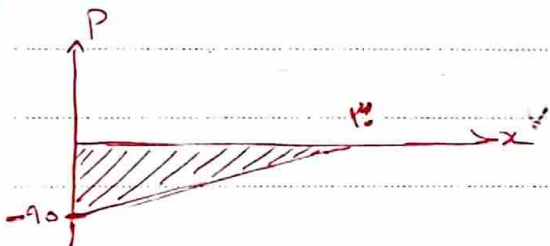


یافتن عکس العمل های تکیه ها می :



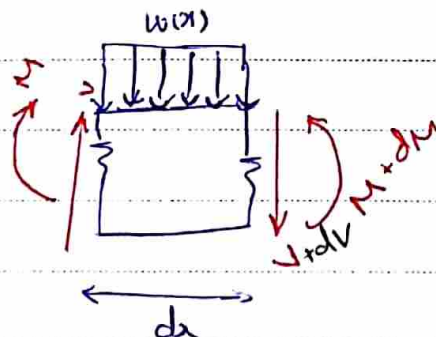
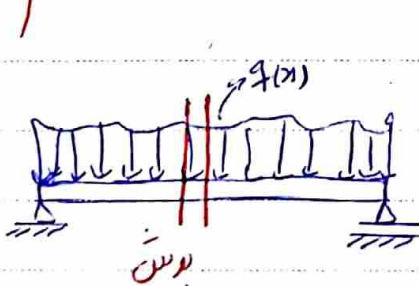
در است
استاده تکیه

$$A_x = 90 \text{ ton} \quad A_y + B_y = 140 \text{ ton} \quad A_y = B_y = 70 \text{ ton}$$



$$M_{\max} = \frac{qL^2}{8} = \frac{5 \times 900}{8} = 562.5 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

فوق باشد



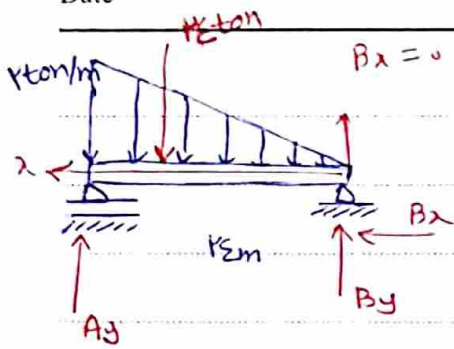
$$\frac{dv}{dx} = -w(x)$$

$$\frac{dM}{dx} = v(x)$$

$$-w(x) = \frac{dv}{dx} = \frac{d^2M}{dx^2}$$

$$V_2 - V_1 = \int w(x) dx$$

$$M_2 - M_1 = \int v(x) dx$$



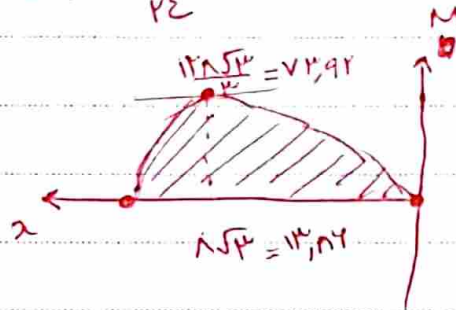
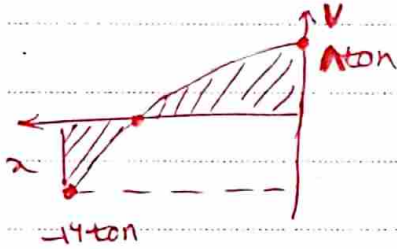
$$B_x = 0$$

$$12 \times \frac{1}{2} \times 12 - A_y \times 12 = 0$$

$$A_y = 12 \quad B_y = 12$$

$$q(x) = \frac{-1}{12}x$$

$$V(x) = \frac{-x^2}{24} + 12 \rightarrow M(x) = \frac{-x^3}{72} + 12x$$



$$V(x) = 0$$

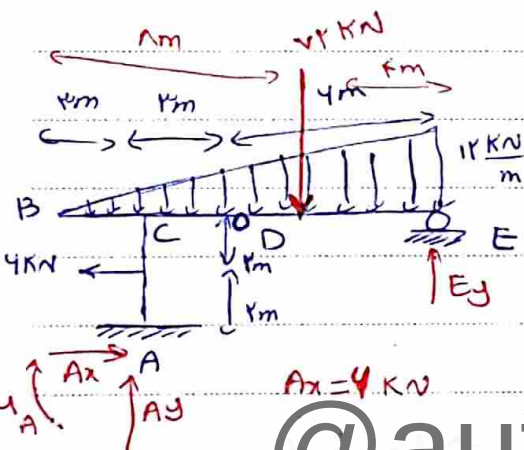
↓

$$\frac{-x^2}{24} = -12 \quad x = \sqrt{288} = 16.97$$

$$M(16.97) = \frac{-16.97^3}{72} + 12 \times 16.97$$

$$M(16.97) = \frac{-48}{12} \sqrt{3} + 48 \sqrt{3}$$

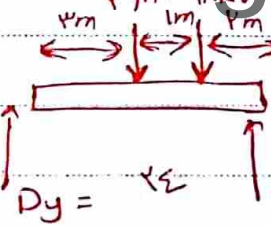
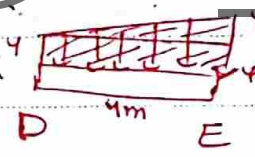
$$\frac{48}{12} \sqrt{3} = 12 \sqrt{3}$$



$$A_x = 4 \text{ kN}$$

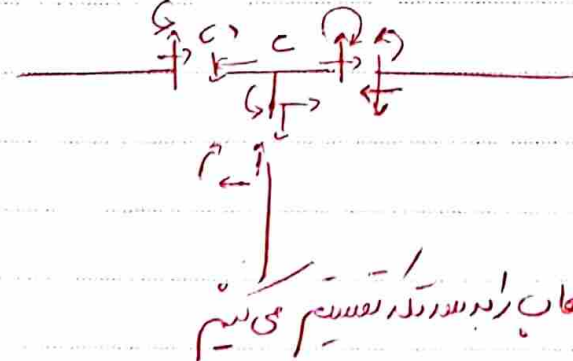
$$m = 3 \quad r = 2 \quad C = 1 \quad D = 2$$

@aut_passgah



$$D_y = 12 \quad E_y = 12$$

$$\sum M_E = 0 \rightarrow 12 \times 4 + 12 \times 4 - D_y \times 4 = 0 \quad D_y = 12$$



$$\Rightarrow V_{cb} = 0 \quad P_{cb} = -12 \text{ kN}$$

$$P_{cr} = 0$$

$$M_{cr} = -92.1$$

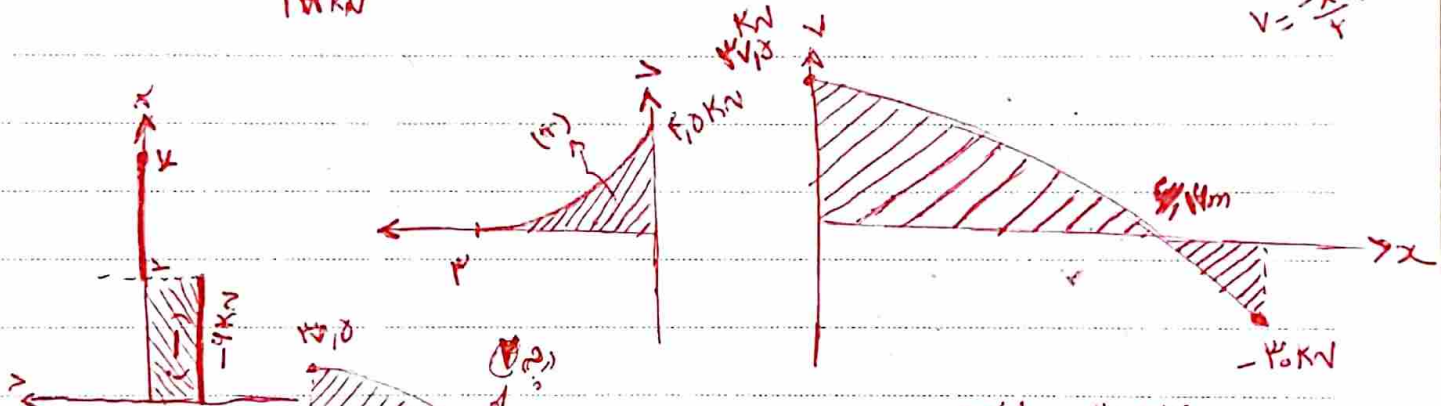
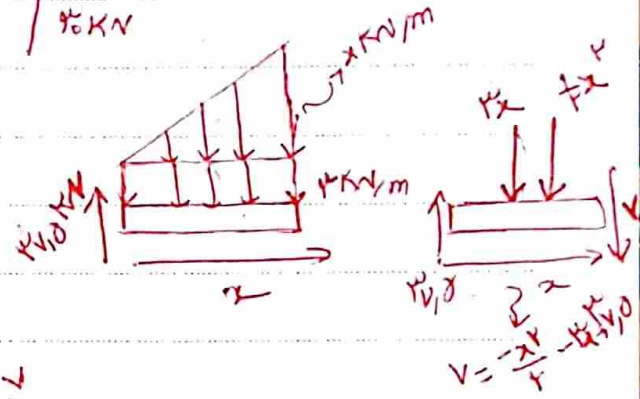
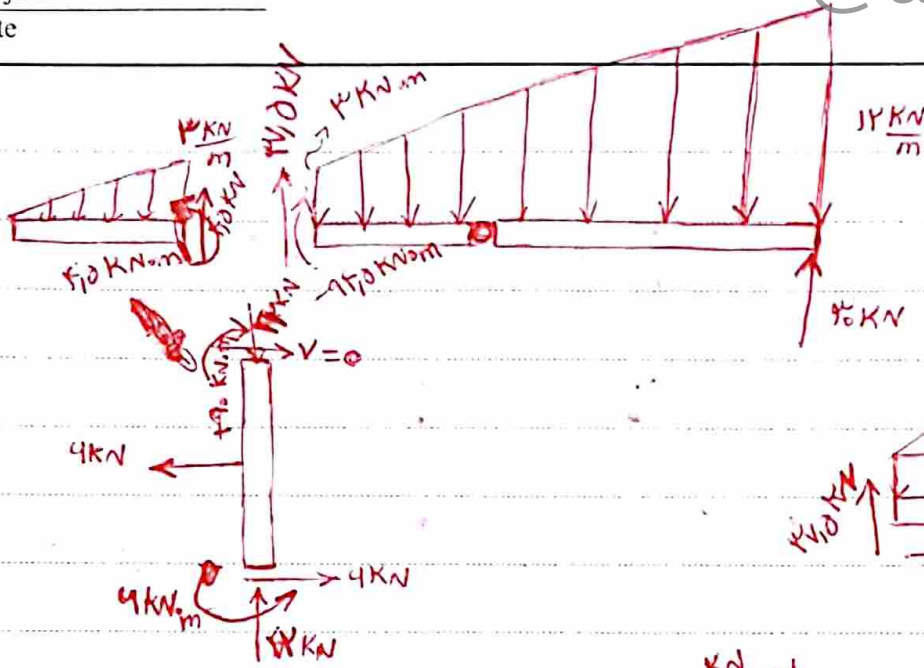
$$V_{cb} = -9.0 \text{ kN/m}$$

$$V_{cr} = 4.5 \text{ kN}$$

$$V_{cl} = -9.0 \text{ kN}$$

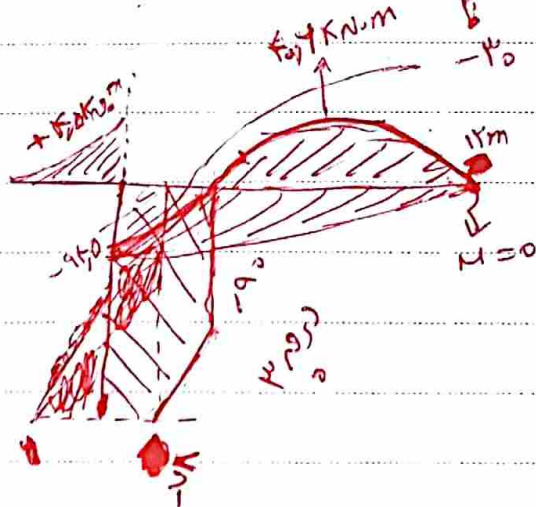
$$P_{cl} = 0$$

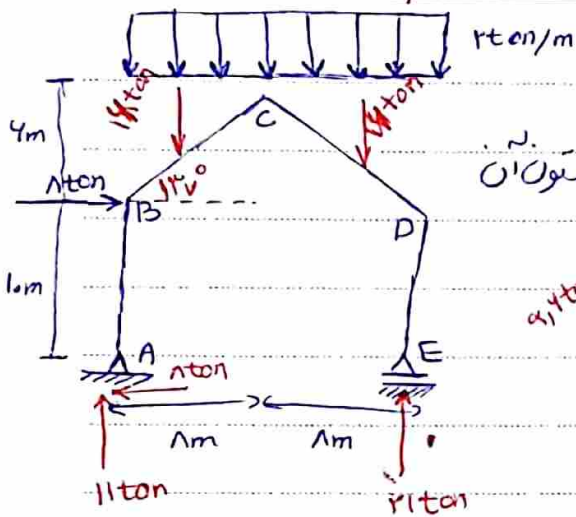
$$M_{cl} = -9.0 \text{ kN/m}$$



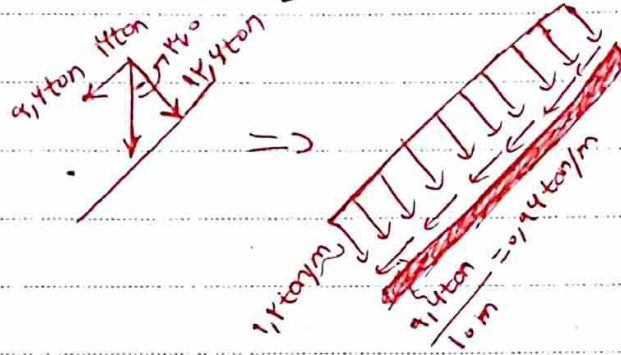
نمودارهای نیروهای داخلی (Shear Force and Bending Moment Diagrams) برای یک عضو تحت بارهای مختلف.
موقع زدن در اتصال ها در طراحی جان اتصال ها
کاربرد دارد و برای رسم نمودارهای داخلی نیز استفاده می شود.

تغییرات در موقعیت عضو

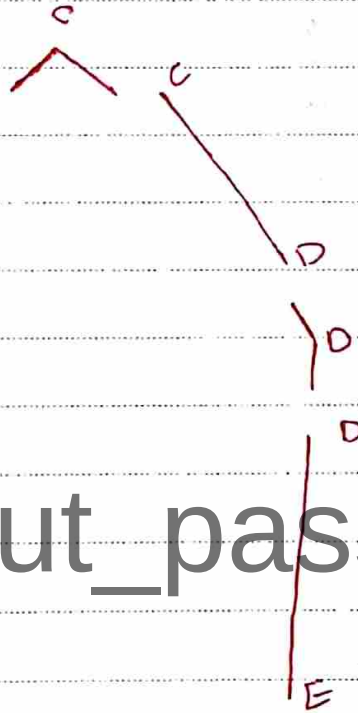
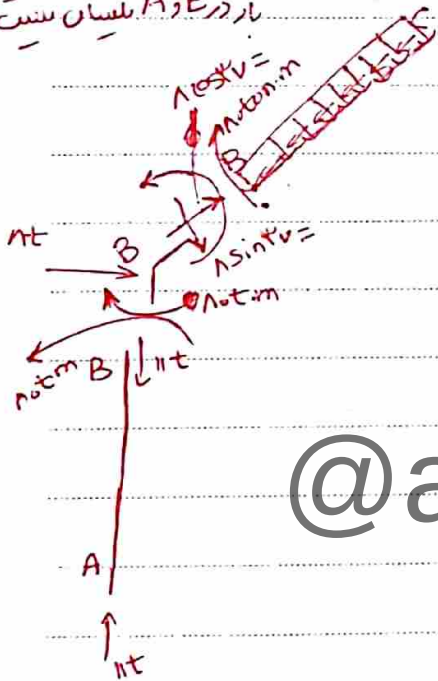




قوت های سوله ای
دهانه بسیار بزرگ دارد و سقف قابل راه رفتن ندارد زیرا سستش شده و تیر ستون آن
لین تواند گریل کند.



که به علت وجود 11 ton تراز
بار در E و A بسیار نیست

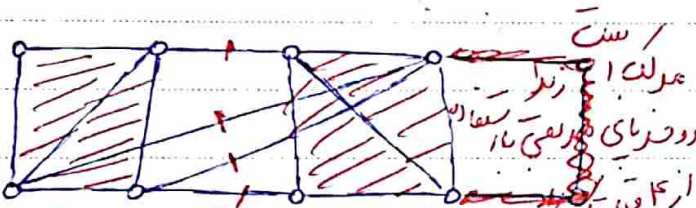
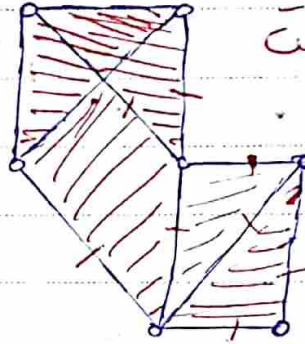
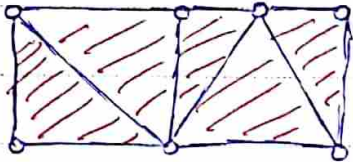


@aut_passgah

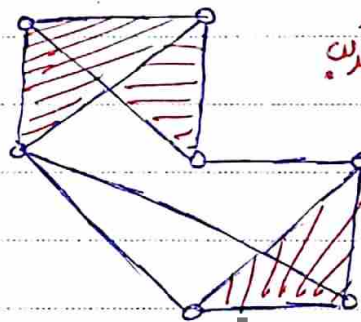
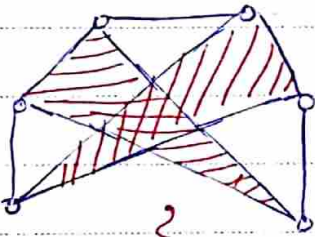
نوع خرابیها: انواع خرابیها: ^{ساده} مرکز: خرابی است نه از سبیل دو یا چند خرابی ساده تشکیل شده است.

پیچیده (تفکیک): خرابی که نه ساده است نه مرکز. ^{نوعی از انواع مختلف است}

مقدار زیر را به ازای یک معین در



از ۴ عدد یک (۱) دو عدد یک (۲) یک (۱) یک (۱) یک (۱) است



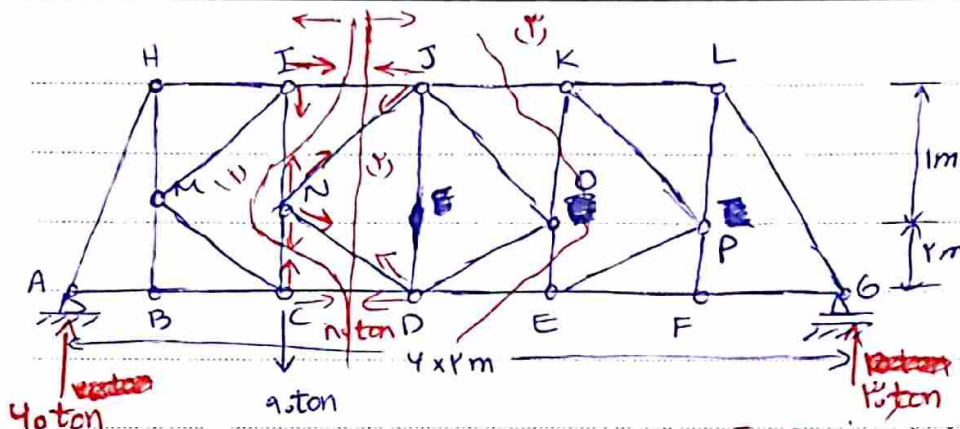
رو عین و مرکز است نه توسط سه ضلع
به هم وصل شده اند پس مرکز است

@aut_passgah

Subject

Date

Aoton



$$y_0 = \frac{90 \times 2 \times 2}{12} = 30$$

در صورت یاباری معین است که مدونی نسبی یاباری است $m+r=42=2j$ $m=29$ $j=12$ $r=3$

(1)

$$\sum M_I = 0 \rightarrow F_{CD} \times 2 - 40 \times 2 = 0 \quad F_{CD} = 10 \text{ ton}$$

$$\sum M_C = 0 \rightarrow -F_{IJ} \times 2 - 40 \times 2 = 0 \quad F_{IJ} = -10 \text{ ton}$$

رابطه

$$\sum M_J = 0 \rightarrow -10 \times 2 - F_{ND} \times \frac{12}{5} \times 2 + 30 \times 4 = 0$$

$$N \text{ و } D \text{ : } \sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0$$

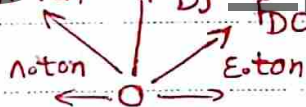
$$-21,3$$

$$F_{NG} \times \sin 41,3^\circ + F_{DN} \sin 48^\circ = 0 \rightarrow F_{DN} = 22,1 \text{ ton}$$

$$\sum M_K = 0 \rightarrow 40 \times 12 + F_{ED} \times 3 + 90 \times 2 = 0 \rightarrow F_{ED} = -50 \text{ ton}$$

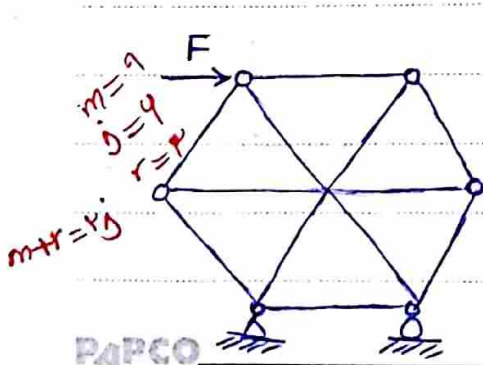
برای مینت است

برای مفصل D:

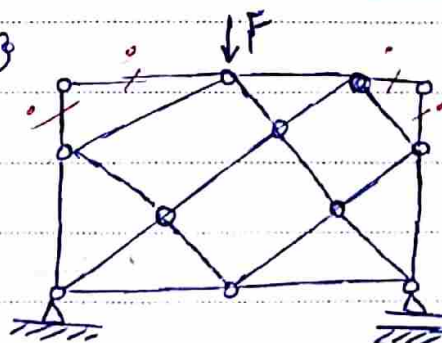


$$\sum F_x = 0 \rightarrow -10 + 20 + 21,3 \cos 48^\circ + F_{DO} \cos 48^\circ = 0 \rightarrow F_{DO} = 21,3 \text{ ton}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow F_{DJ} + 21,3 \sin 48^\circ - 21,3 \sin 48^\circ = 0 \quad F_{DJ} = 0$$



در صورت یاباری



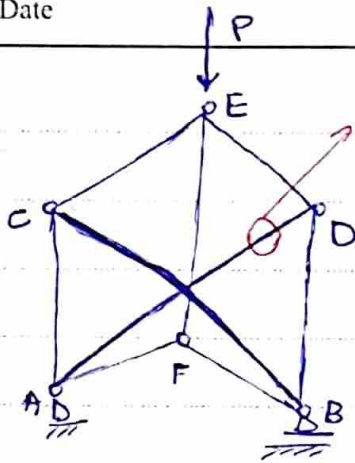
در صورت یاباری:

$$m=21$$

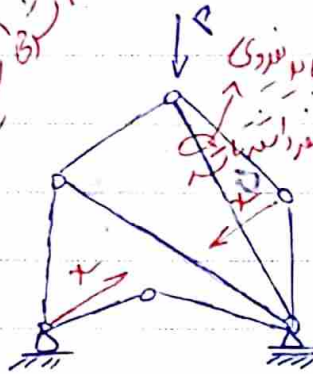
$$j=12$$

$$r=3$$

$$m+r=36$$

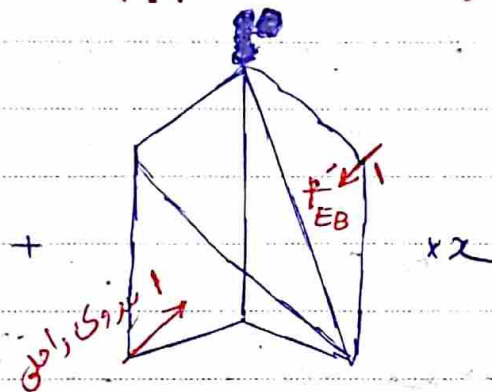
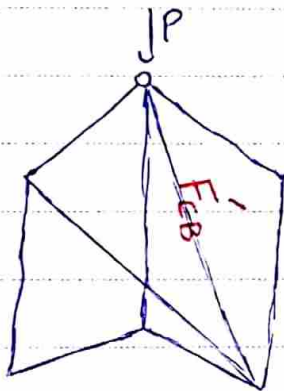


محور نیرو داریم
در حدی که می توانیم
نشان می دهیم با علامت مثبت



روش هنبرگ: Heneberg

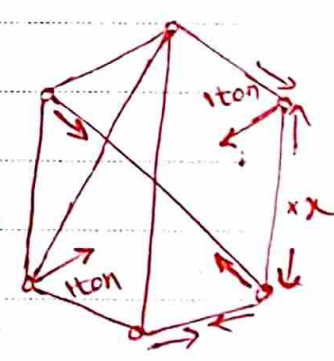
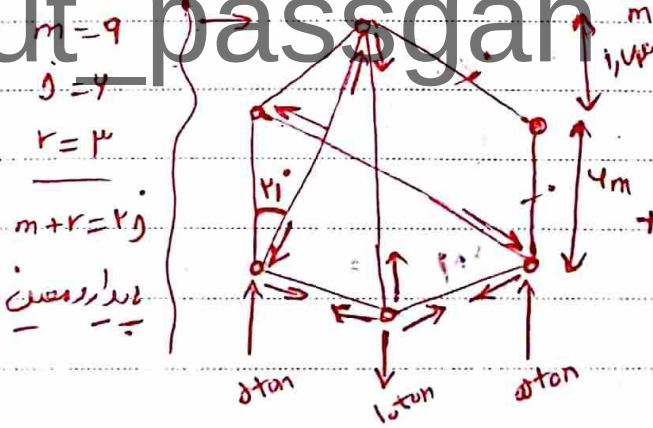
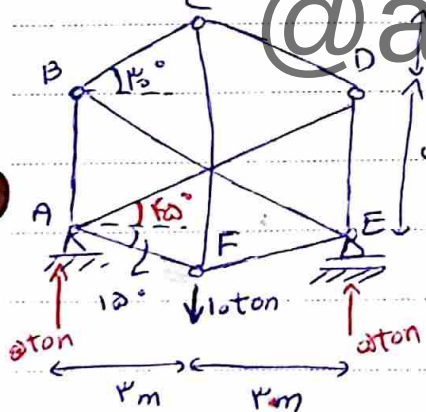
در این روش نیازی نیست که برای آن نیروی داخلی موجود در عضو را به جابجایی صفر باشد.



$$F'_{EB} \times 2 + F_{EB} = 0$$

$$2 = - \frac{F_{EB}}{F'_{EB}}$$

این ضرایب "F_{EB}" مندرج شده در این صورت $\lambda = \infty$ است که نوعی ناپایداری جدید در تیرهای بفرنج بر روی آن است.



$$\begin{cases} F_{BE} \sin 10^\circ = F_{EF} \cos 10^\circ \Rightarrow F_{BE} = +10.1 \text{ ton} \\ 10 = F_{BE} \sin 10^\circ + F_{EF} \sin 10^\circ \Rightarrow F_{EF} = 10.9 \text{ ton} \end{cases} \quad \begin{cases} F_{EF} = F_{AF} = 10.1 \text{ ton} \\ F_{10} \sin 10^\circ + F_{CF} = 10 \end{cases}$$

$$F_{10} \cos 10^\circ = F_{AC} \sin 10^\circ \rightarrow F_{AC} = 10.9 \text{ ton}$$

در فرمای روت: $1 \sin 45 = F_{CD} \cos 30 \rightarrow F_{CD} = 1,22 \text{ ton}$ $1,22 \sin 30 + 1 \sin 45 = F_{DE}$

$F_{DE} = 1,22 \text{ ton} \rightarrow$ ~~نمایش~~ $F_{EF} = -0,91$ $F_{CF} = -0,91$

$= F_{AF}$

$F_{AC} = 0,425 \text{ ton}$

نشی

$0,425 \times 2 - 0,9 = 0 \rightarrow F_{AD} = 2,82 \text{ ton}$

حال برای یافتن نیروی هر یک از اعضا

DE: متاعصو

$F_{AF} = 1,08 - 0,91 \times 2$

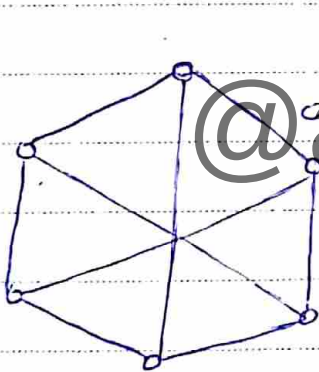
باید نیروی داخلی در فرمای اول را به علاوه
x برابر نیروی داخلی در فرمای دوم کرد.

$F_{DE} = 0 + 2 \times 1,1 = 2,2 \text{ ton}$

$F_{AF} = -1,72$
فشاری

برای کنترل ضرایب اجهاد و تنش هر یک از اعضا باید ضرایب تنش را با ضرایب اجهاد مقایسه کرد.

نیروی محصور داخلی حذف شده قرار داده و جمع کرد تا ضرایب اجهاد اضافه شود.



$a_1x_1 + b_1x_2 + \dots + n_1x_n = 0$

$a_2x_1 + b_2x_2 + \dots + n_2x_n = 0$

$a_3x_1 + b_3x_2 + \dots + n_3x_n = 0$

$a_4x_1 + b_4x_2 + \dots + n_4x_n = 0$

$a_5x_1 + b_5x_2 + \dots + n_5x_n = 0$

$a_6x_1 + b_6x_2 + \dots + n_6x_n = 0$

$a_7x_1 + b_7x_2 + \dots + n_7x_n = 0$

$a_8x_1 + b_8x_2 + \dots + n_8x_n = 0$

$a_9x_1 + b_9x_2 + \dots + n_9x_n = 0$

$a_{10}x_1 + b_{10}x_2 + \dots + n_{10}x_n = 0$

$a_{11}x_1 + b_{11}x_2 + \dots + n_{11}x_n = 0$

$a_{12}x_1 + b_{12}x_2 + \dots + n_{12}x_n = 0$

$a_{13}x_1 + b_{13}x_2 + \dots + n_{13}x_n = 0$

$a_{14}x_1 + b_{14}x_2 + \dots + n_{14}x_n = 0$

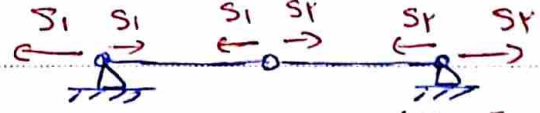
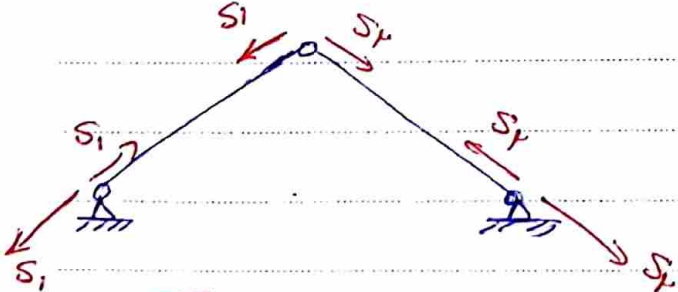
$a_{15}x_1 + b_{15}x_2 + \dots + n_{15}x_n = 0$

$a_{16}x_1 + b_{16}x_2 + \dots + n_{16}x_n = 0$

$a_{17}x_1 + b_{17}x_2 + \dots + n_{17}x_n = 0$

اولاً روش را به ماتریس ضرایب تبدیل کرد
ضرایب در دستگاه جواب ندارد که باید برای ضرایب از این روش
و نوعی جدیدی از ضرایب را برای خارجی را ارائه می دهد.

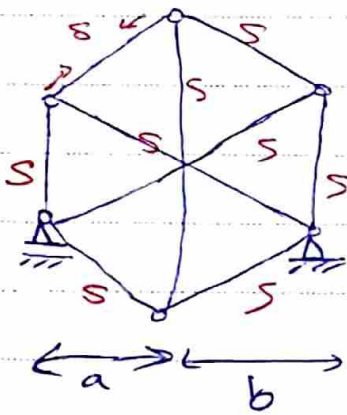
روش از ماتریس بارها استفاده



هر مقدار می توانوا تته $S_1 = S_2$

با نیروی داخلی را نمی که هند است.

نتیجه گیری می اید است که نوعی جدید است.



الگوسیت صلی منقسم باشد در این صورت نیروی داخلی همه اعضا

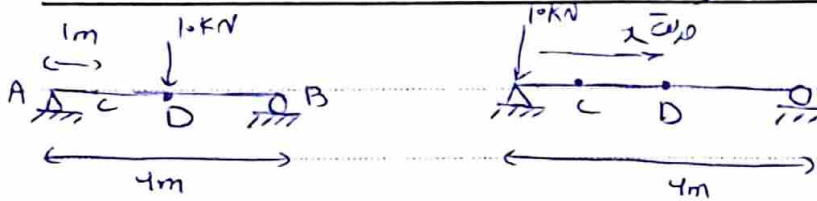
برابر یک مقدار و درین به نام S خواهند شد و انش های نیروی داخلی نیز به

دلیل عدم وجود بار خارجی نیز منقسم است و این نوعی ناپایداری است

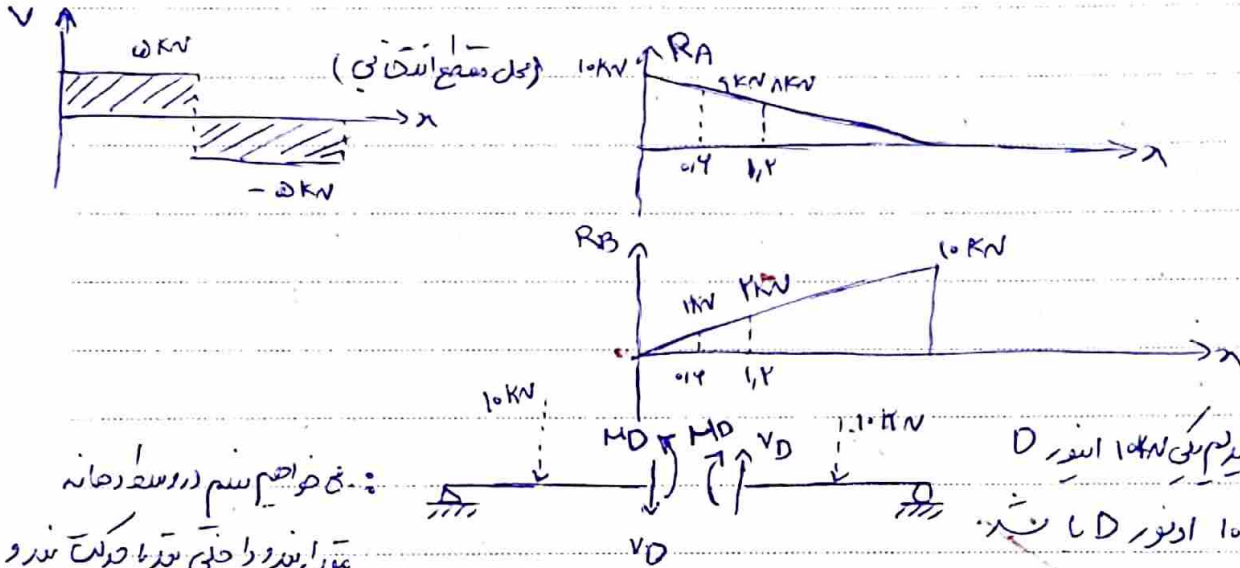
اگر ابعادها برابر باشند $a=b$ خواهند شد و ناپایداری است ولی اگر

شکل منقسم نباشد $a \neq b$ است و پایداری است

@aut_passgah



۱-۶-۲
صفحه ۱۲



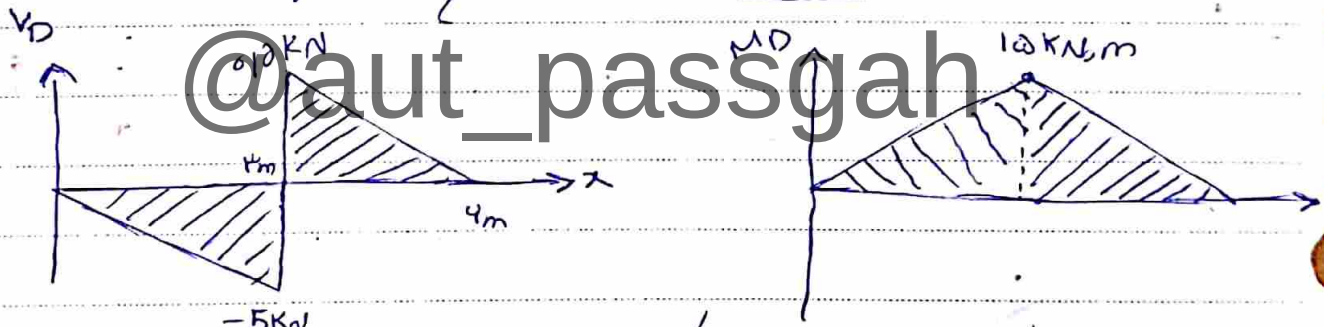
نی خواهم رسم در وسط دهان
مقدار نیرو را حتی تیر با حرکت نبرو
چگونه تغییر می نبرو

اوجالت در تقریبی تیر ۱۰kN است
با شدونی ۱۰kN از نور ۱۰kN شد

$$\begin{cases} R_A - V_D - 10 = 0 \rightarrow V_D = R_A - 10 \\ R_B + V_D = 0 \rightarrow R_B = +V_D \end{cases}$$

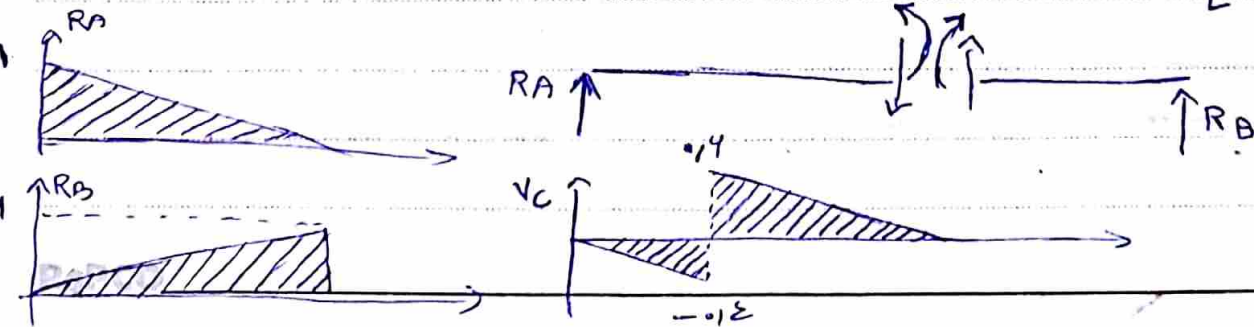
$$M_D = 2 R_B$$

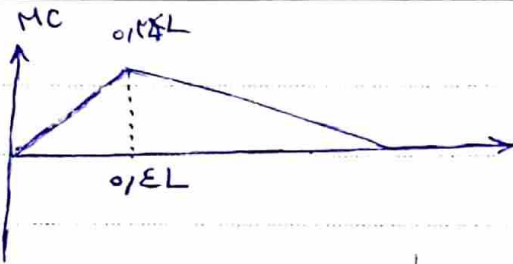
$$\begin{cases} R_A - V_D = 0 \rightarrow R_A = V_D \\ M_D = 2 R_A \end{cases}$$



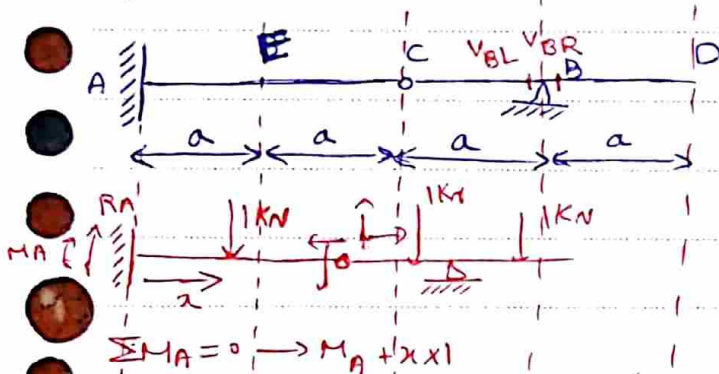
نی خواهم رسم در این صورت
نی بار فزونی واحد را روی تیر تقریبی تیر در این صورت

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0 &\rightarrow R_A L - 1 \times (L-1) = 0 \rightarrow R_A = 1 - \frac{1}{L} \\ \sum F_y = 0 &\rightarrow R_A + R_B = 1 \rightarrow R_B = \frac{1}{L} \end{aligned}$$





مثال: خطوط تاثیر و انشعاب های مقیاسی، برش در نقاط E و C



در این مثال به B و C و E و A و B و E، اثر رسم کنید

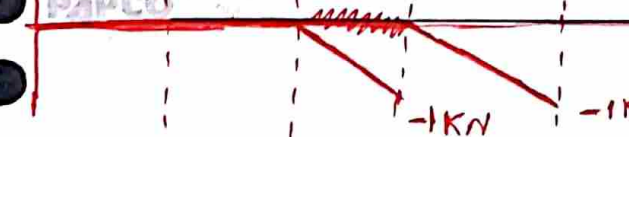
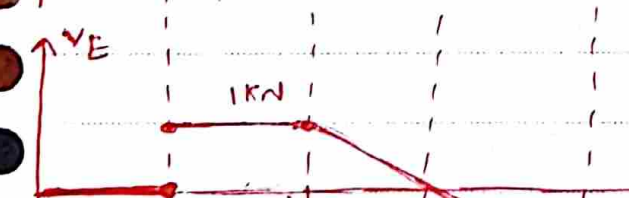
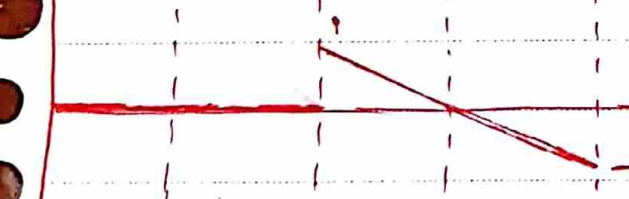
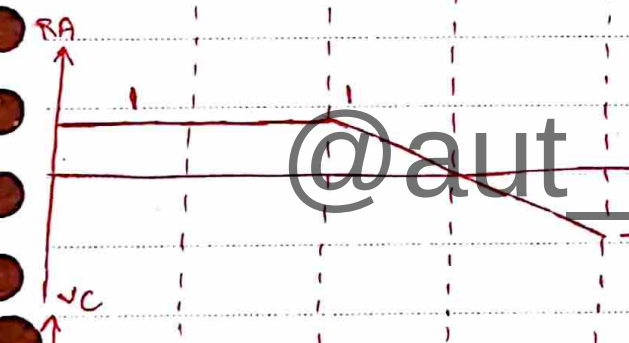
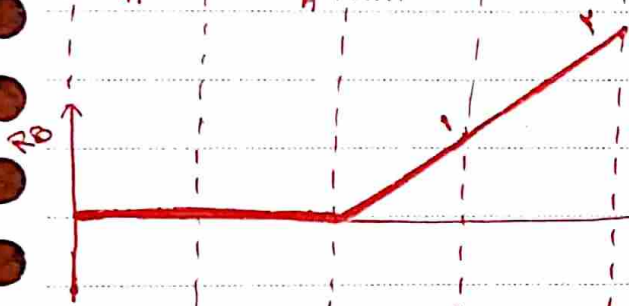
$\sum M_C = 0$

برای R_A : $\sum F_y = 0$

$R_B = \frac{1}{4}$

$$\rightarrow R_A + R_B = 1 \rightarrow R_A = 1 - R_B$$

برای جابجایی از خن MA باید $\sum F_y = 0$ در نظر بگیریم.



برش در نقطه E: $V_C = -R_B$

برش در نقطه C: $V_C = R_A$

برش در نقطه B: $V_B = 0$

برش در نقطه A: $V_A = 1$

برش در نقطه E: $V_E = -R_B$

برش در نقطه C: $V_C = R_A$

برش در نقطه B: $V_B = 0$

برش در نقطه A: $V_A = 1$

برش در نقطه E: $V_E = -R_B$

برش در نقطه C: $V_C = R_A$

برش در نقطه B: $V_B = 0$

برش در نقطه A: $V_A = 1$

برش در نقطه E: $V_E = -R_B$

برش در نقطه C: $V_C = R_A$

برش در نقطه B: $V_B = 0$

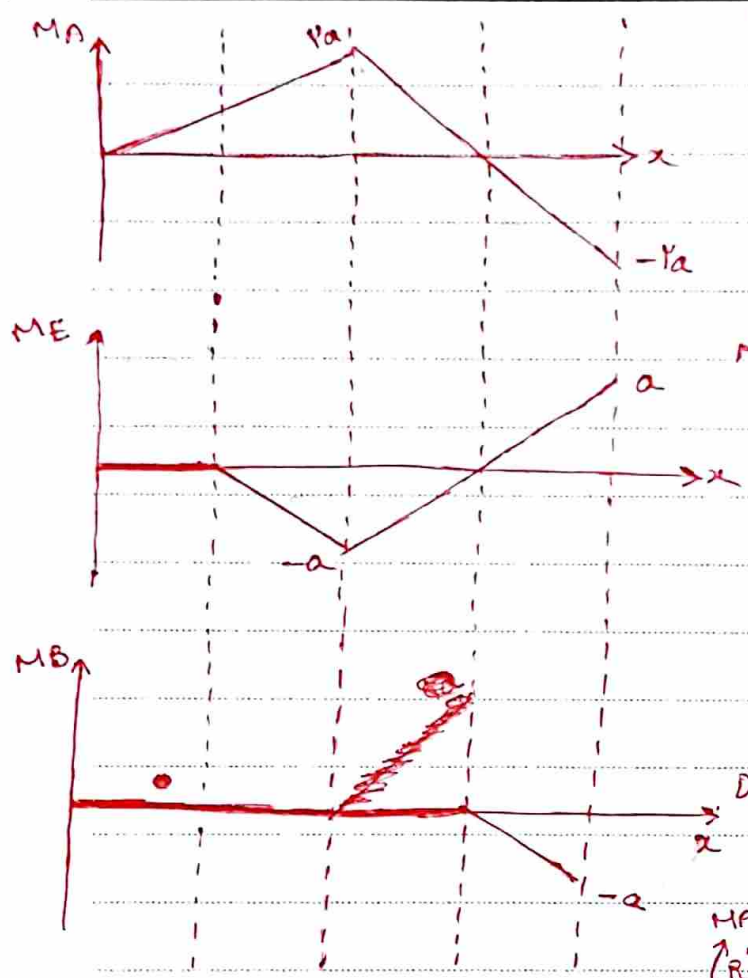
برش در نقطه A: $V_A = 1$

برش در نقطه E: $V_E = -R_B$

برش در نقطه C: $V_C = R_A$

برش در نقطه B: $V_B = 0$

برش در نقطه A: $V_A = 1$



$\sum M = 0$
 محاسبه
 $M = R_A \times \left(\frac{L}{2}\right) = Y_a R_A$
 $M = R_A \times \frac{L}{2} - 1 \left(\frac{L}{2} - x\right) = x$

$\sum M = 0$
 محاسبه
 $M_E = -V_E a$
 $-M_E - V_E a + (a - x) = 0$
 $M_E = -a V_E + a - x$
 $M_E = -x$

$\sum M = 0$
 محاسبه
 $M_E = -V_E a$
 $-a V_E + a - x = 0$
 $M_E = -x$

@aut_passgah

$M_B = R_B \times a = \left(\frac{x}{a} + 1\right) \times a = x + a$

$\sum U = \sum F \cdot r$
 $\sum U = \sum r \cdot F$

روش ضا تا سید برای کار مجازی و استاتیست فراهم مطالعه شود

اصل کار مجازی اجسام صلب اگر جسم صلب در حال تعادل باشد کار مجازی نیروهای خارجی وارد بر آن برای هر

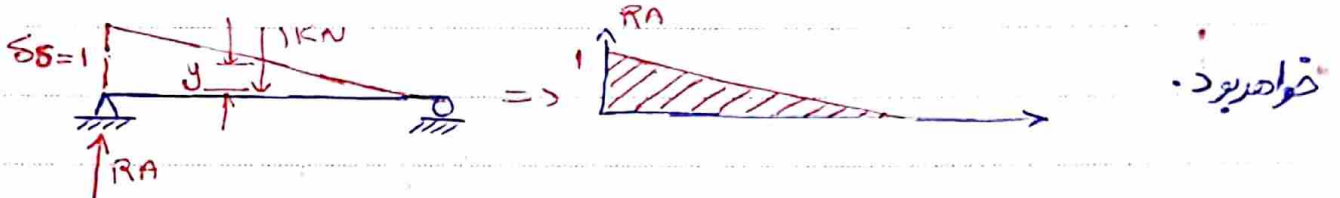


جاب جایی مجازی جسم صلب است.

رسم ضا تا سید برای کار مجازی:

برای رسم خط تاثیر عیسی العمل باید طایفی طایفی است که در نقطه را برداشته و در جهت مثبت و العیسی یک تغییر طایفی

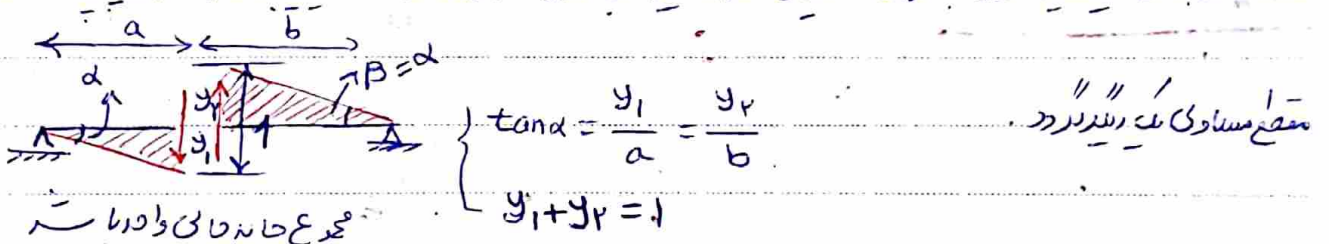
به مقدار واحد در آن نقطه از تیر ثابت نگه داشتن سایر مقیور کار را باید نیز تغییر شکل یافته خط تاثیر را نشان دهد طایفی مربوطه



$$RA \times 1 - 1 \times y = 0 \rightarrow RA = y$$

برای رسم خط تاثیر برش در هر مقطع باید تیر را در همان نقطه برش داده و در جهات مثبت و منفی برش جهت چپ و راست مقطع را

اندازه واحد بردوی یک تغییر تقریبی به طوری که طایفی ضرورت دیگر ثابت نگه داشته شوند و زاویه ای که در جهت چپ و راست

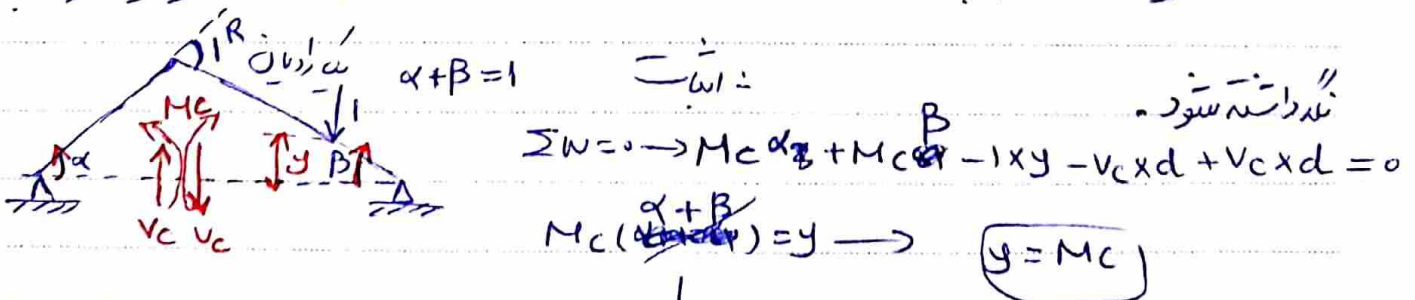


$$\sum W = 0 \rightarrow M_c \alpha + M_c \beta - 1 \times y - V_c \times d + V_c \times d = 0$$

$$M_c (\alpha + \beta) = y \rightarrow y = M_c$$

برای رسم خط تاثیر عیسی العمل باید طایفی طایفی است که در نقطه را برداشته و در جهت مثبت و العیسی یک تغییر طایفی

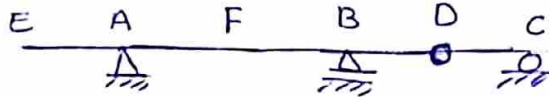
مقدار واحد در آن نقطه از تیر ثابت نگه داشتن سایر مقیور کار را باید نیز تغییر شکل یافته خط تاثیر را نشان دهد طایفی مربوطه



Subject

Date

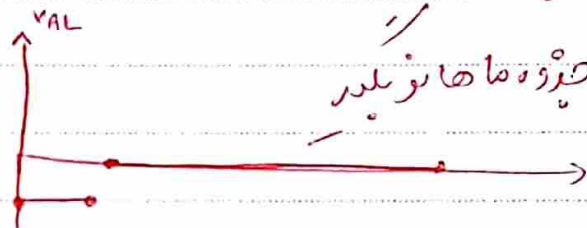
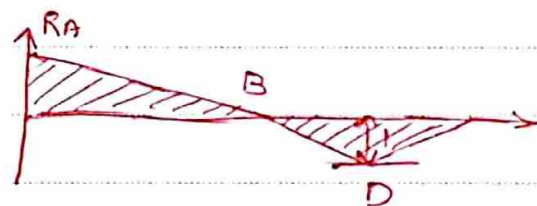
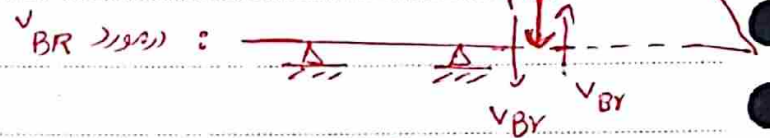
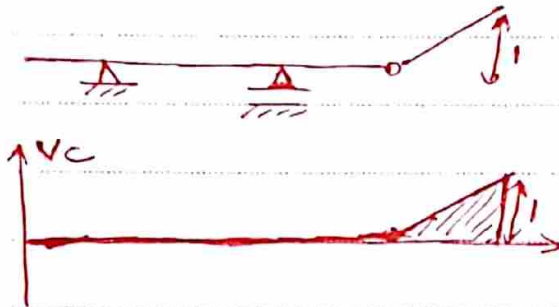
$$\frac{0.8}{\pi} = \frac{D}{\pi \times 10}$$



شکل: نمودار نیروی بردشی و گشتاور خندشی های زیردارم کنید

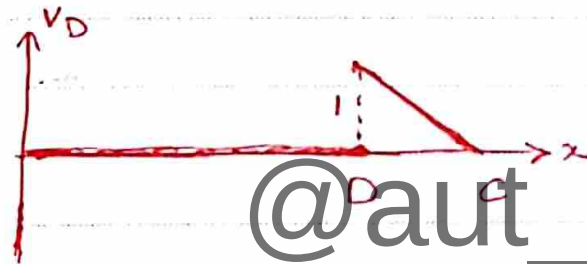
$R_A, R_B, R_C, V_D, V_f, V_{Bf}, V_{BL}, V_{AR}, V_{AL}$

این سمت خوانده است زیرا در این سمت از این سمت

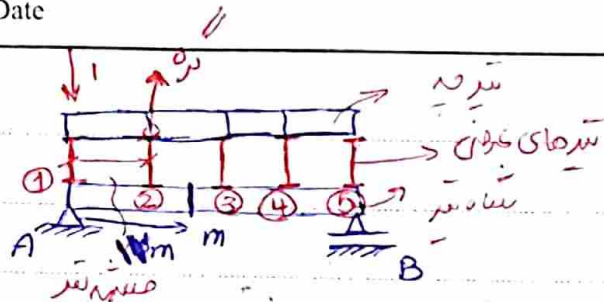


فردا ما ها نو بکیر

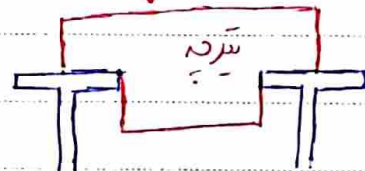
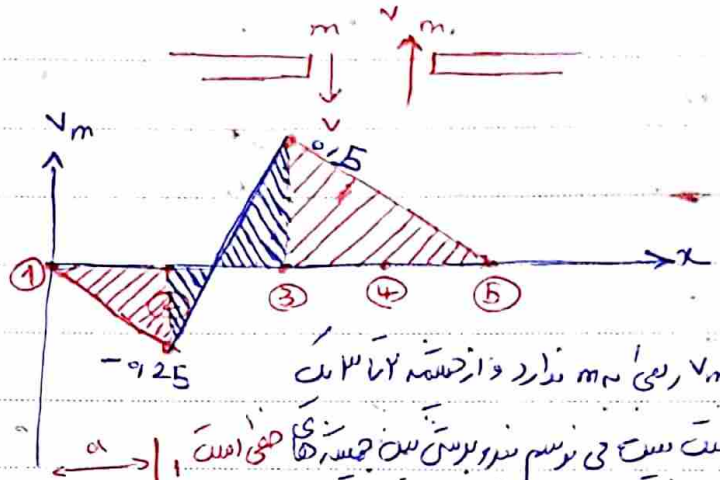
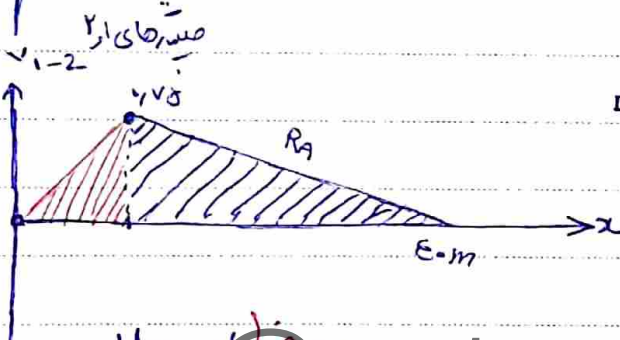
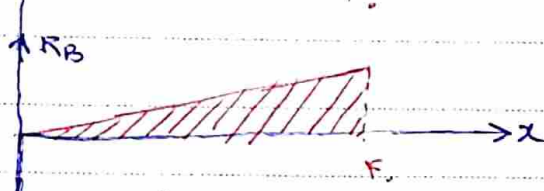
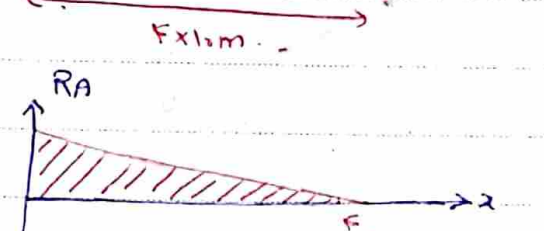
نکته: در مبدل در مبدل چون جسمه $M=0$ است در روش کارهای مهم نیست α ها برابر باشند و فقط با بدج تغییر شکل ها یک شود



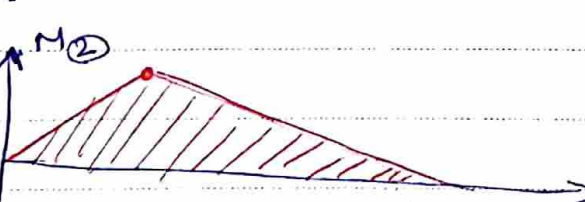
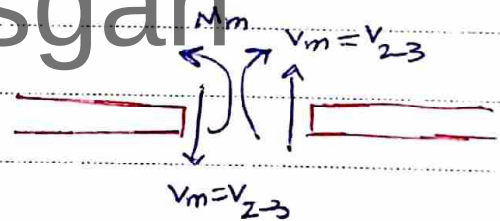
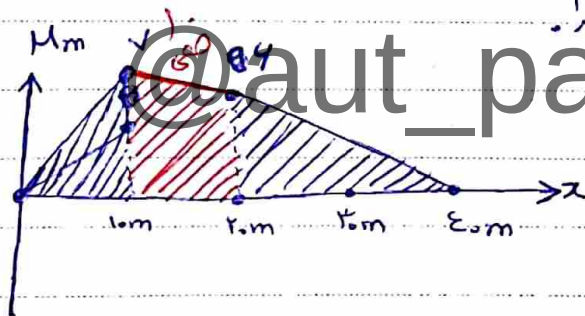
@aut_passgah



ضراحی یک:



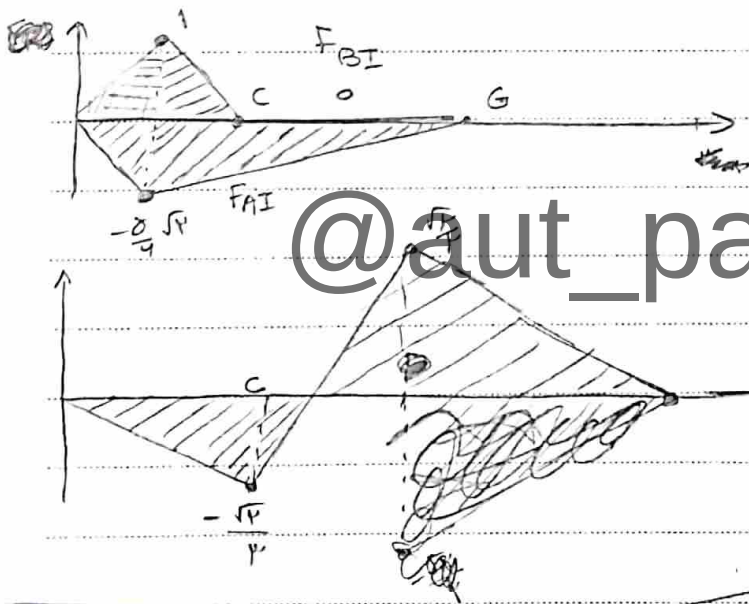
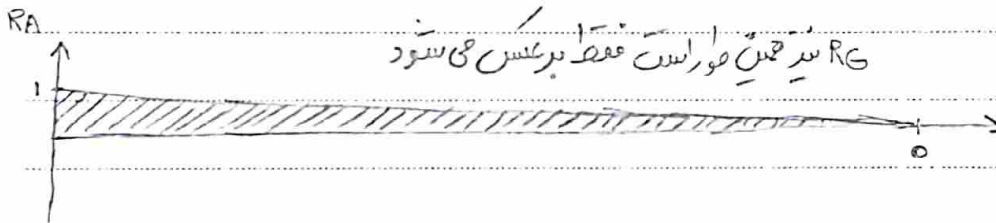
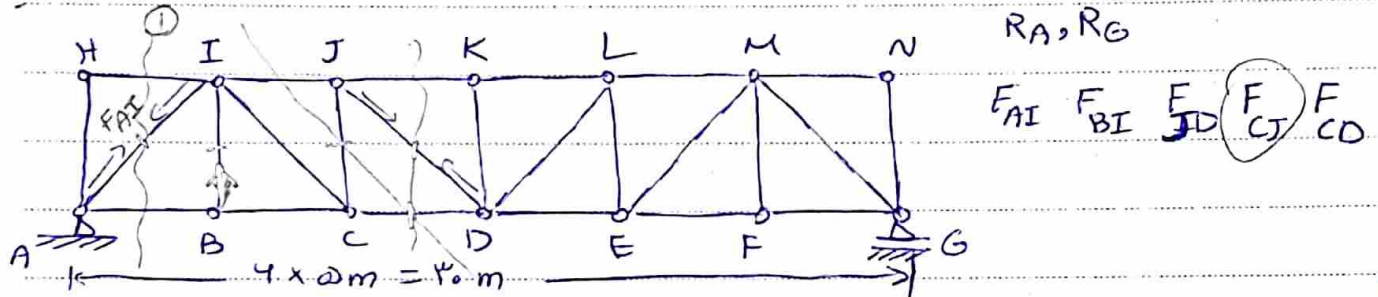
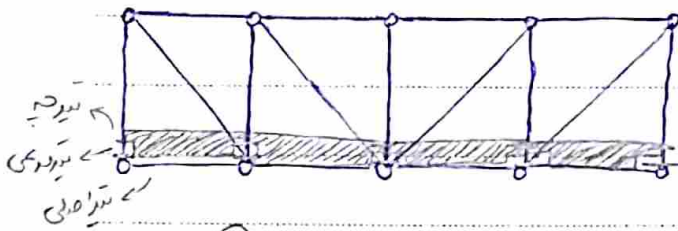
برای رسم نیروها در یک خود نقشه را داشته باشیم نه خطه آن را



$$① \leq x \leq ② \rightarrow -M_m + R_B \times 2 = 0 \quad M_m = 2 R_B$$

$$③ \leq x \leq ④ \rightarrow M_m - R_A \times 2 = 0 \quad M_m = 2 R_A$$

نقشه را با حالت آوردن رسم نمودار این است و تفاوتی ندارد



بر F_{AI} برش می زنیم

اگر بر A باشد F_{AI} منفی است
اگر x بر B باشد F_{AI} مثبت است

$$F_{AI} \cos 60^\circ + R_A = 0$$

$$F_{AI} = -\sqrt{3} R_A$$

$$F_{JD} \cos 60^\circ + R_G = 0 \rightarrow F_{JD} = \sqrt{3} R_G$$

F_{JD} برای $C \bar{A}i$

$$-F_{JD} \cos 60^\circ + R_A = 0 \rightarrow$$

$$F_{JD} = \sqrt{3} R_A$$

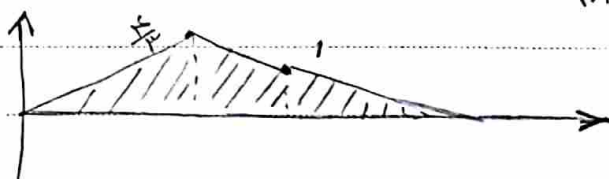
F_{CD} عنوانی در برش است

$$F_{CJ} = R_G : C \bar{A}i$$

$$F_{CJ} = -R_A : G \bar{D}i$$

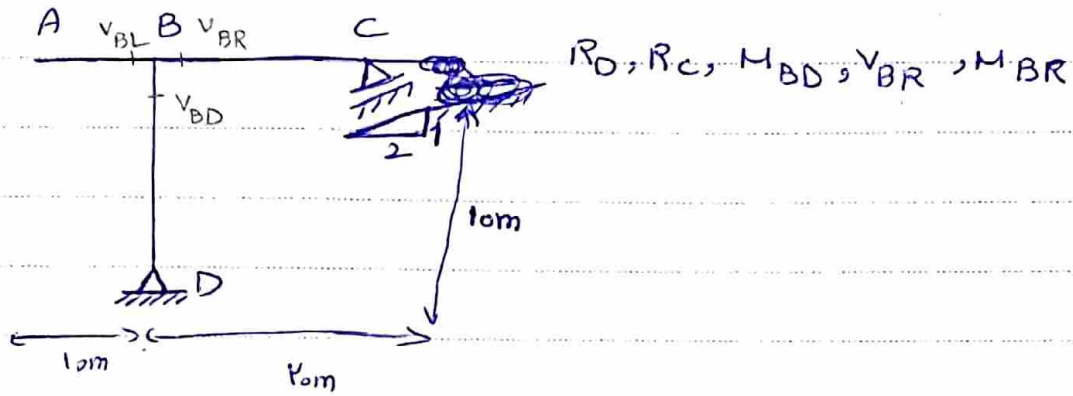
$$C \bar{A}i : -F_{CD} \times a + R_G \times 2a = 0 \rightarrow F_{CD} = R_G$$

$$G \bar{D}i : 2a F_{CD} - 1.0 R_A = 0 \rightarrow F_{CD} = \frac{1}{2} R_A$$

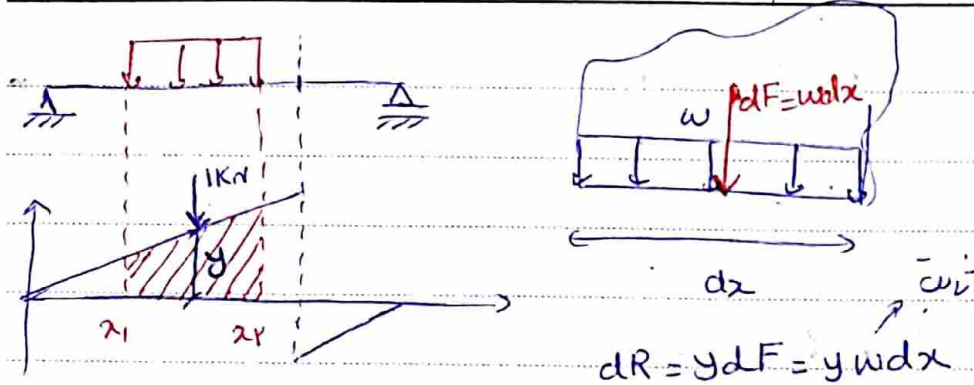


Subject

Date



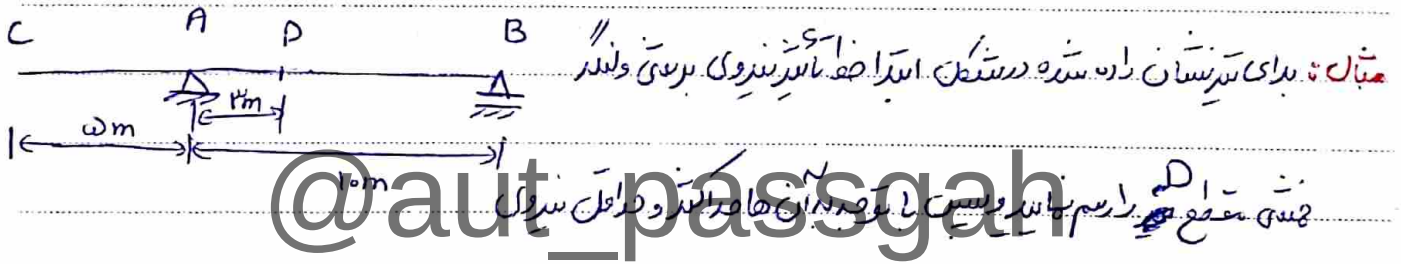
@aut_passgah



$$R = \int_{x_1}^{x_2} w y dx = w \int_{x_1}^{x_2} y dx$$

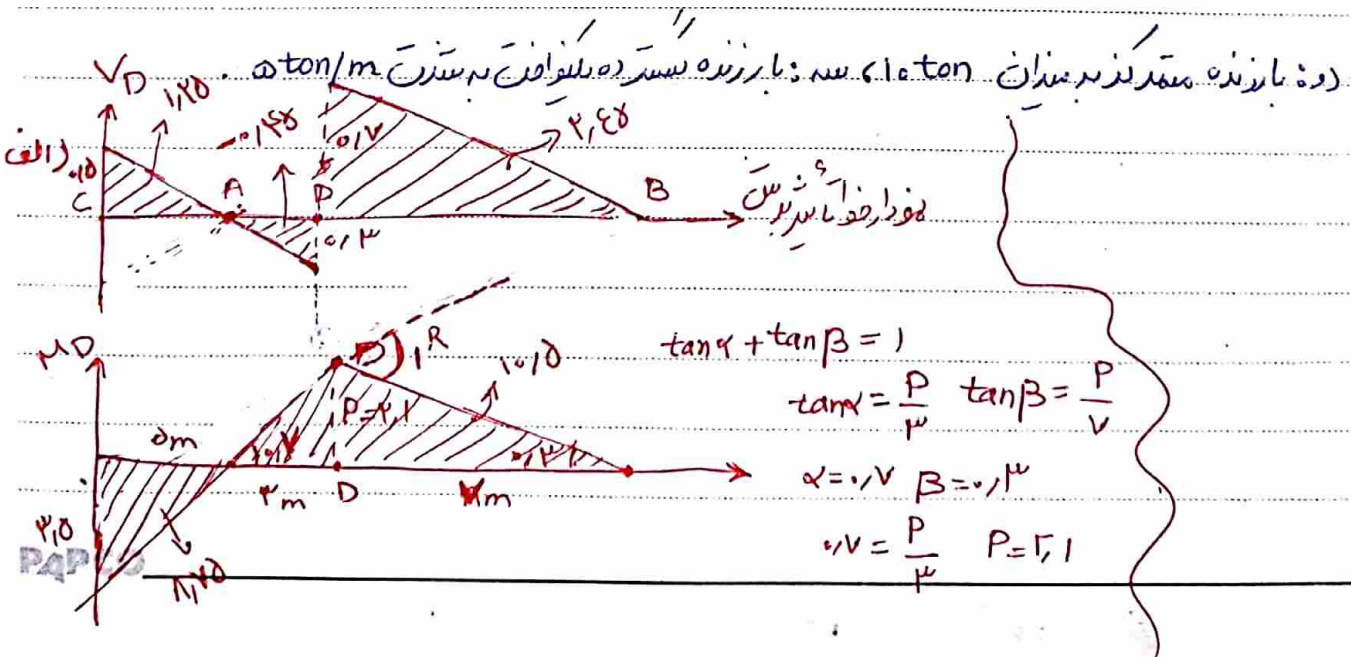
تایید می‌شود
V, M, R

همان‌طور که از شکل و برداشتن دلتا به درم می‌آید، بیشترین است از نقاط زیر بارها تا آنجا که زیادتر باشد و در نهایت
و در نهایت در مکان بیشترین خورده خواهد بود. $\max$ نیست.



نشی مقطع را رسم می‌کنیم تا بتوانیم این‌ها را پیدا کنیم و در نظر بگیریم.

بررسی و نوشتن محاسبه مقطع D را در بارهای زیر تعیین می‌کنیم. یک بار متمرکز نسبت به مفاصل به شرت 1 ton/m در هر طرف.



مورد یک: در یک فضا شناخت $V_D = (2,45 - 0,45 + 1,45) = 3,45 \text{ ton}$ بار شناختی

$M_D = (10,8 - 8,75) = 1,75 \text{ ton.m}$ بار ممان شناختی

مورد دو: مقدار بار شناختی $V_D = (1,45 + 2,45) = 3,9 \text{ ton}$

و نقطه max خود را است

برای نیروی کششی و فشارهای $M_D = (10,8) = 10,8 \text{ ton.m}$ در انتهای راست

مورد دو: بیش در خود نقطه max است و برابر $0,7 \times 10 = 7$ است و بیش در انتهای چپ برابر $2,5 \times 10 = 25$ است

تغییر شکل

روش های تعیین تغییر شکل: انتگرال گیری مضاعف، روش نمودار سطح، روش کار حقیقی، روش کار مجازی، روش تیر مزدوج، روش کاستیلینو

اجتماع عبارت است از میزان تغییرات طولی و عرضی و زاویه می باشد

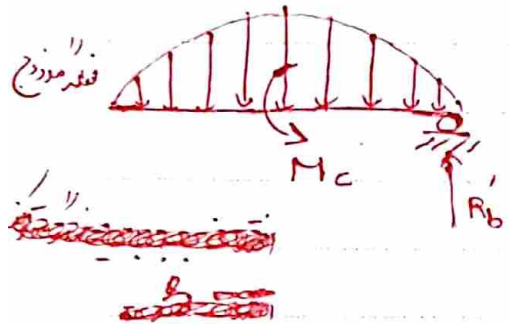
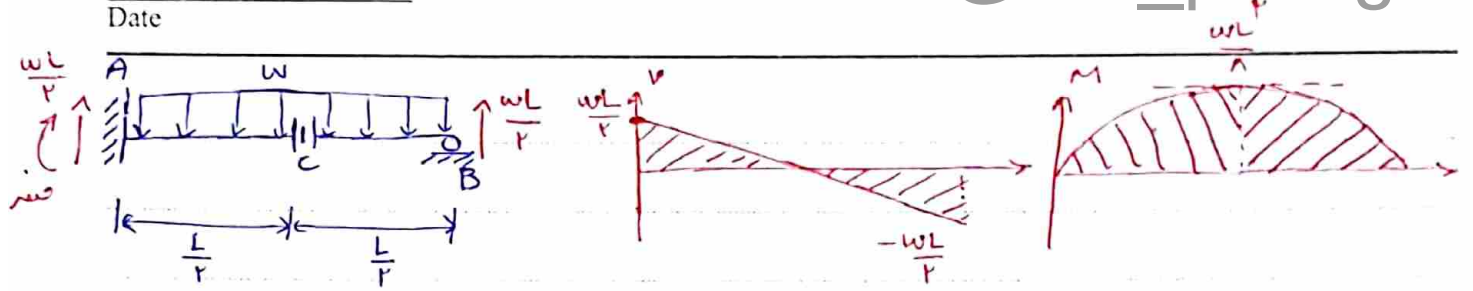
معادله اولیه - برنولی $V(x) = \frac{M}{EI}$ رابطه مقاومت مصالح یا $\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI} \rightarrow \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M}{EI}$

تغییر مکان بند لوجی است. مصالح تیر کجایی بار فشار خفی است. تنها عامل تغییر شکل در این معادله تغییر شکل خمشی است.

مقاطع تیر مستوی است.

شرایط مرزی برای موارد معمول عبارت است از: تکیه ساده و یا غلقی تغییر مکان قائم برابر صفر است. در تکیه ساده تیردار

در آن تیر و تغییر مکان آن صفر است. در انتهای آزاد تیر ضربه نیروی بیش و تغییر خمشی مساوی صفر است.



$$\sum M_b = 0$$

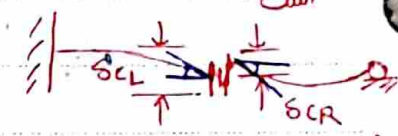
$$M'_c = -\frac{wL^2}{2} \times \frac{1}{3} \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{2} = -\frac{wL^3}{12EI}$$

$$\delta_{cR} - \delta_{cL} = -\frac{wL^3}{12EI}$$

$$V'_c = 0_c = \frac{1}{3} \times \frac{wL^2}{2EI} \times \frac{L}{2} = \frac{wL^3}{12EI}$$

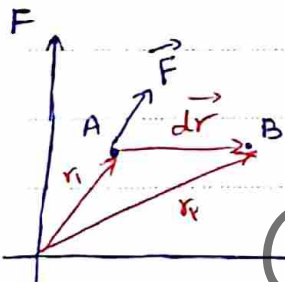
اضافه جابجایی
جابجایی مثبت

سمت چپ بردار است
است

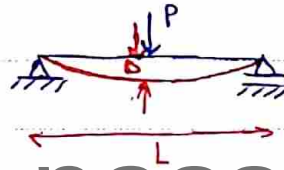


انحراف ای

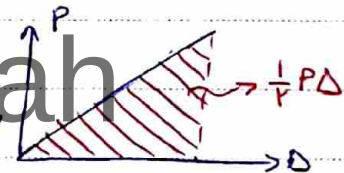
همین ی - غیر قابل: روش های انرژی: ب، جابی روش کابلیسالیو (22)



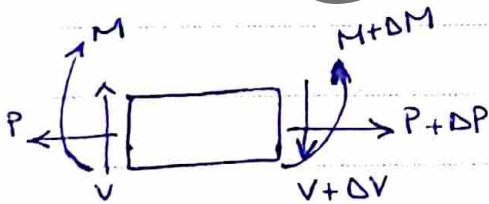
$$du = F \cdot dr$$



$$u_{\text{External}} = \frac{1}{2} P \Delta$$

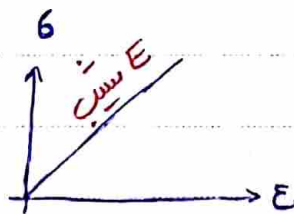
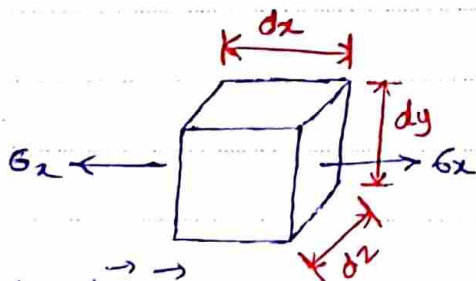


نی ب، د، ری آن حاصل است



طبع قانون پاستکی انرژی باید انرژی خارجی ایمان بر جسم باید با انرژی داخلی

اضافه شده بر آن نسیان باشند

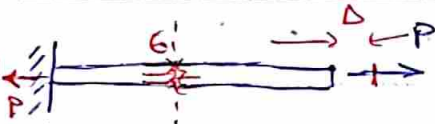


انرژی کرنش داخلی در آن تنش زرفان

$$du = \frac{1}{2} P dr = \frac{1}{2} (6x dy dz) \cdot (E dx) \rightarrow du = \frac{1}{2} 6x E dx dy dz$$

$$du = \frac{1}{2} 6x E dx dv = \frac{1}{2} \frac{6x^2}{E} dv = \frac{1}{2} E x^2 dv$$

$$u = \int \frac{1}{2} \frac{6x^2}{E} dv$$



$$u_{in} = \int_V \frac{1}{YE} \left(\frac{P}{A} \right)^2 dv = \frac{1}{YE} \frac{P^2}{A^2} \times AL = \frac{P^2}{YE A} L$$

برای b، دایره و مربع

$$u_E = u_{in} \rightarrow \frac{1}{Y} P \Delta = \frac{P^2}{YE A} L$$

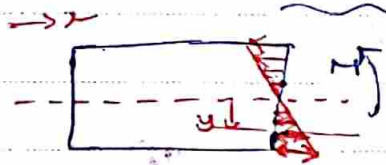
$$\Delta = \frac{PL}{EA}$$

جدیداً در مقاومت مصالح اثبات بود و با استفاده از روش نیروی در این جا با استفاده از کار اثبات شد

$$\frac{1}{Y} P \Delta = \sum_{i=1}^n \frac{P_i^2 l_i}{YE_i A_i}$$

در ضربا ها P_i نیرو
دایره در هر کف است

ب، دایره ناش از نیروی



$$\sigma_x = \frac{My}{I}$$



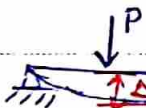
ب، دایره ناش از تنش

$$u = \int \frac{1}{YE} \frac{\sigma_x^2}{I} dv = \int \frac{1}{YE} \frac{M^2 y^2}{I^2} dv = \frac{1}{YE} \int \int \frac{M^2 y^2}{I^2} dx \cdot dA$$

$$u = \frac{1}{YE} \int_0^L \frac{M^2(x)}{I^2} dx \left(\int_A y^2 dA = I \right) = \int_0^L \frac{M^2}{YE I} dx$$

انرژی دایره ناش از تنش

$$u = \int_0^L \frac{P^2}{YE A} dx$$



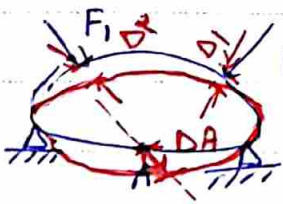
$$dw_I = \frac{1}{Y} M d\theta = \frac{1}{Y} M \frac{M}{EI} dx$$

$$w_I = \int \frac{M^2}{YE I} dx$$

$$w_E = \frac{1}{Y} P \Delta$$



$$w_I = \int_0^L \frac{(-Px)^2}{YE I} dx = \frac{P^2 L^3}{4YE I} \quad w_E = \frac{1}{Y} P \Delta_B \rightarrow \Delta_B = \frac{PL^3}{4YE I}$$



روش کار مجازی: خواهیم بینیم نقطه A در راستای نشان دارد به مقدار

$$w_E = \frac{1}{Y} P_1 \Delta_1 + \frac{1}{Y} P_2 \Delta_2$$

$$w_I = \sum \frac{1}{Y} F \Delta L$$

$$w_E = \frac{1}{Y} (1) \delta_A \quad w_I = \sum f \delta_L$$

$$+ \sum \frac{1}{Y} f \delta_L$$

$$+ \sum f \cdot \delta_L$$

$$\left[\frac{1}{Y} P_1 \Delta_1 + \frac{1}{Y} P_2 \Delta_2 + 1 \Delta_A \right] + \frac{1}{Y} \times 1 \times \delta_A = w_E \quad w_I = \sum \frac{1}{Y} F \Delta L$$

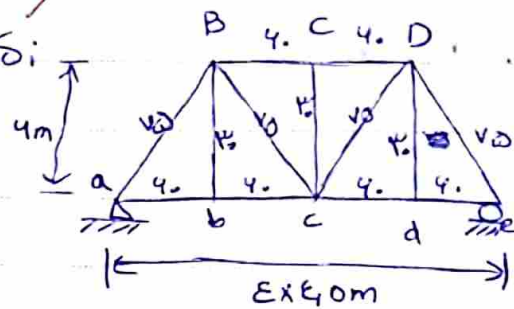
$$1 \times \Delta_A = \sum f \cdot \delta_L$$

دانشگاه صنعتی امیرکبیر
Subject
Date

نمودار دایمی از نیروی وارده

$$u_R + 1.0 = \sum f_i \delta_i$$

طایفه های خاص
طایفه های خاص



اعداد نوشته شده روی اعضا مساحت مقطع است.

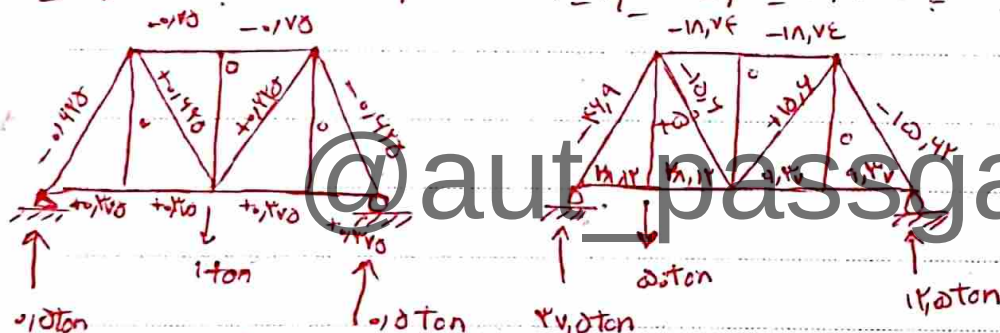
$$E = 2.1 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$$

درست کردن: (الف) مولفه قائم بر محور افقی الاستیک گره C در نتیجه بارهای وارده B و D. درجه حرارت ثابت و دمای پایه ها

داری نیست نیست. (ب) مولفه قائم بر محور افقی الاستیک گره C در نتیجه تغییر دما. درجه حرارت در اعضای زیرین دمای پایه ها

۲۸ صواب نیست. $\delta_i = \frac{P_i L_i}{E_i A_i}$ در فرض ثابت داریم $\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$ ضریب انقباض حرارتی

برای گره C باید نیروی دایره ای و عمودی در آن در نظر بگیریم. در این صورت یک بار برای بار وارد و یک بار خارجی کلید کرده و جمع می کنیم. $u_R = 0$ است نه Δ بدست می آید. چون طایفه های قائم می خواهیم باید بار 1 ton قائم وارد شود و گره C ثابت است.



$u_R = 0 \rightarrow$ در این صورت

عضو	L_i	A_i	$\frac{L_i}{A_i}$	f_i	P_i	$P_i \cdot \frac{P_i L_i}{A_i}$
ab					۲۸,۱۲	+۷۹
bc	۴.۰	۴.۰	۷,۵	+۰,۲۷۵	۲۸,۱۲	+۷۹
cd					۹,۳۷	+۲۴,۵
de					۹,۳۷	+۲۴,۵
BC	۴.۰	۴.۰	۷,۵	-۰,۲۷۵	-۱۸,۷۴	-۱۵۵,۹
CD					۱۱	-۱۵۵,۲
aB				-۰,۴۲۵	-۴۴,۹	+۲۶,۳
cB	۷.۵	۷.۵	۱.۰	+۰,۲۷۵	-۱۵,۴۲	-۲۷,۴
cD	۷.۵	۷.۵	۱.۰	+۰,۲۷۵	+۱۵,۴۲	+۲۷,۴
De				-۰,۴۲۵	-۱۵,۴۲	+۲۷,۴
Bb				۰	۰	۰
Cc	۷.۵	۳.۰	۲.۵	۰	۰	۰
Dd						۰
Σ	-	-	-	-	-	+۱۱۲,۴

$$\Rightarrow u_R + 1.0 = \sum f_i \frac{P_i L_i}{A_i E_i}$$

$$0 + 1.0 = \frac{112.4}{2.1 \times 10^4} \text{ Kg/cm}^2$$

$$\Delta = \frac{112.4}{2.1 \times 10^4} = +0.00535 \text{ cm}$$

راستی قائم به جهت راست است.

C به اندازه ۰,۰۰۵۳۵ سانتی متر

در مثال قبل در تیر ۶۰ تن داشتیم حال حالا ۱۰۰ تن داریم و ۲م و ۳م نشستند لذا در این صورت:

$$u_R = -0.5 \text{ ton} \times 2 \text{ cm} - 0.5 \text{ ton} \times 3 \text{ cm} \rightarrow \Delta C = 0.81 + 0.5 \times 3 + 0.5 \times 2 = 2.91 \text{ cm}$$

لکه وقتی برای این تیر طاق ۱ تن است.

حال می توانیم ببینیم که در اثر نشست تیر ۶۰ تن ها چون دستگیر است ۰.۵ تنی مقدار بین می آید به اضافه ۰.۴۱ تن همان ۲.۹۱ cm می شود.

پس در این نسبت تیر ۵۰ تن داریم فقط باید تیری موجود در کنار را به تغییر دما را ببینیم:

کلیتیت بار ۱۰۰ تن را می رانیم پس فقط نسبت تغییر دما می ماند.

$$\Delta_i = L_i \alpha_i \Delta T_i$$

عضا	ΔT_i	α_i	$L_i \Delta T_i$	$\rho_i L_i \Delta T_i$	L_i
ab					
bc	-28°	1.2×10^{-5}	?	-18728	۴۵۰
cd					
de					
BC					
CD	۰	۰	۰	۰	۴۵۰
aB					
cB	۰	۰	۰	۰	۷۵۰
cD					
eD					
bB					
cC	۰	۰	۰	۰	۷۵۰
dD					
Σ				-18900	

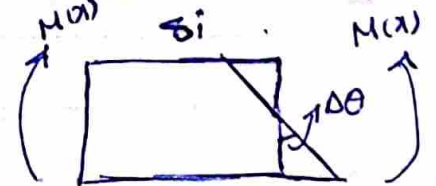
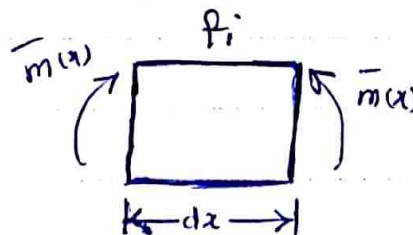
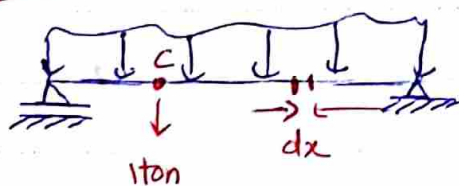
$$\rightarrow -18900 \times 1.2 \times 10^{-5}$$

$$= -0.227 \text{ تن}$$

نسبت بار را در ۱۰۰ تن به نسبت با این بود.

$$\Delta = +0.227 \text{ cm}$$

* برای تیرهای اصلی باید به بارگذاری خارجی نسبت به بار فزون ۱۰۰ تنی راجع انجام داد. که اثرش

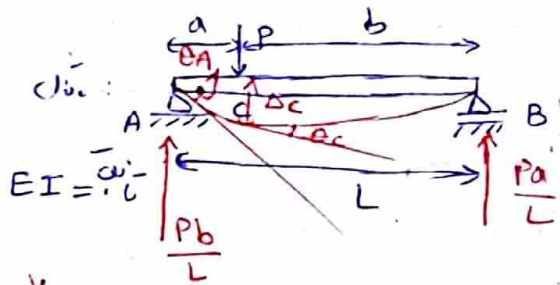


$$u_R + 1 \times \Delta_A = \int m(x) dx$$

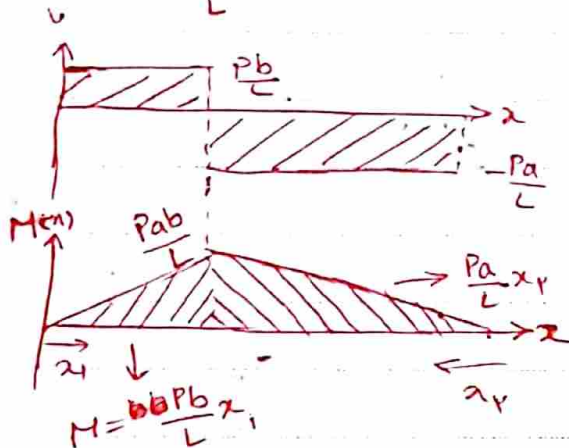
$$\theta(x) = \frac{dy}{dx} = \int \frac{M}{EI} dx$$

نسبت بار را در ۱۰۰ تنی راجع

$$\int_0^L \bar{m}(x) \frac{M(x)}{EI} dx \longrightarrow u_R + \Delta = \int \frac{\bar{m}(x) M(x)}{EI} dx$$



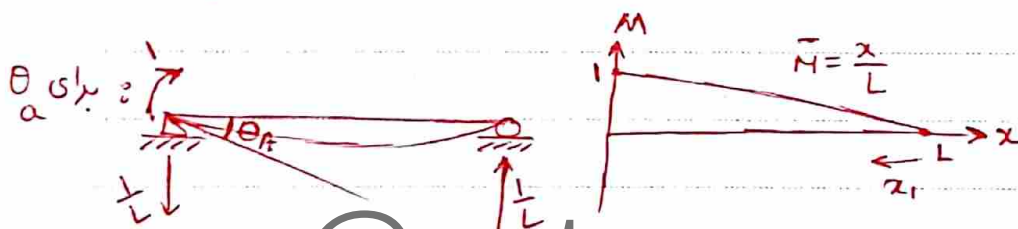
مقادیر Δ_c , θ_c , θ_A از پدیده بارگذاری بستند را تعیین نمایند.



$$u_R = 0 \quad 0 + \Delta = \int_0^a \frac{b x_1 \frac{Pb}{L}}{EI} dx_1 + \int_0^b \frac{a x_2 \frac{Pa}{L}}{EI} dx_2$$

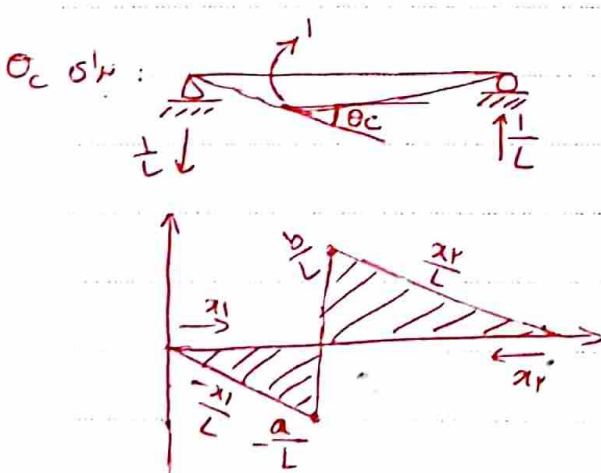
$$\Delta = \frac{Pb^2}{L^2 EI} \int_0^a x_1^2 dx_1 + \frac{Pa^2}{L^2 EI} \int_0^b x_2^2 dx_2$$

$$\Delta = \frac{Pa^2 b^2}{3L^2 EI} (a+b) = \frac{Pa^2 b^2}{3LEI}$$



$M(x) \rightarrow$ مقدار

$$\theta_A + \Delta = \int_0^b \frac{x}{L} \times \frac{Pa}{L} x dx + \int_0^a \frac{(x - \frac{x}{L}) \frac{Pb}{L} x}{EI} dx = \frac{Pab(L+b)}{4LEI}$$

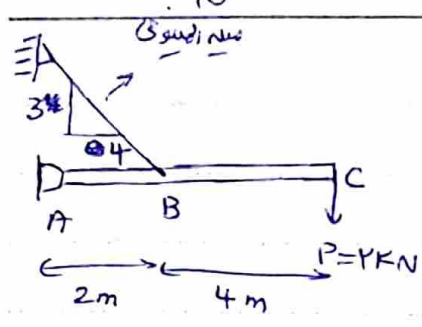


$$\theta_B + \Delta = \int_0^a \frac{-x_1}{L} \frac{Pb}{L} x_1}{EI} dx_1 + \int_0^b \frac{x_2}{L} \times \frac{Pa}{L} x_2}{EI} dx_2$$

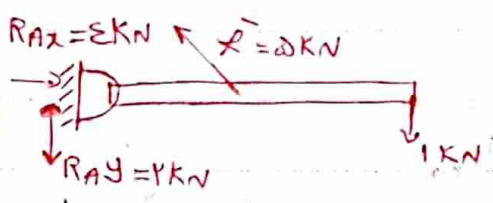
$$\Delta = \frac{Pab}{3LEI} (b-a)$$

Subject

Date



$$u_R + 1 \cdot \Delta = \sum F_i \delta_i + \int \frac{\bar{m} M}{EI} dz = \sum f_i \frac{P_i L_i}{EA} + \int \frac{\bar{m} M}{EI} dz$$



مطلوب است تغییر مکان قائم نقطه C در باره نشان داده شده از تغییر مکان ناشی از برداشتن صورت تغییر شکل های مجازی و صرف نظر کنید.

$$E = 0.17 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2 \quad A_{AL} = 50 \text{ cm}^2 \quad A_{AB} = 50 \text{ cm}^2$$

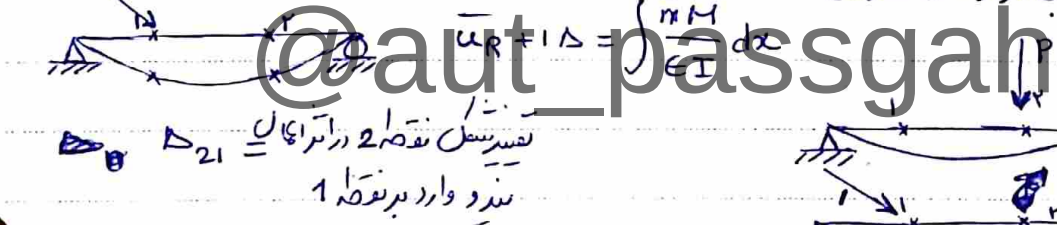
$$I_{\text{مید}} = 9 \times 10^4 \text{ cm}^4$$

$$\Delta_1 = \frac{5 \times 10 \times 2 \times 5 \times 10}{0.17 \times 10^4 \times 5} + \frac{(-2)(-1) \times 2 \times 10}{0.17 \times 10^4 \times 50}$$

$$\Delta_1 = \int_0^2 \frac{(-2x_1)(-2x_1)}{EI} dx_1 + \int_0^4 \frac{(-x_2)(-2x_2)}{EI} dx_2$$

$$\Delta_1 = 1.523 \text{ cm} \quad \Delta_2 = 0.375 \text{ cm} \rightarrow \Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = ?$$

تأثیرات جانبی گاهی متقابل مؤثر است: (فلاسول)



$$u_R + 1 \cdot \Delta = \int \frac{\bar{m}'(x) M'(x)}{EI} dx$$

$$\Delta_{12} = \int \frac{\bar{m}'(x) M(x)}{EI} dx$$

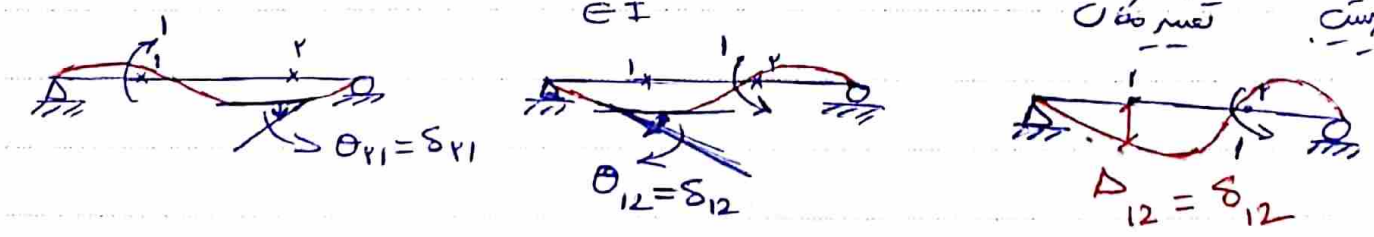
$$\Delta_{21} = \int \frac{1}{P} M'(x) P \bar{m}'(x) dx = \Delta_{12}$$

$\Delta_{12} = \Delta_{21}$

تغییر مکان

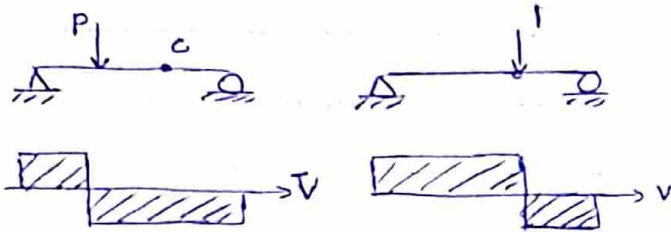
$\delta_{12} = \delta_{21}$

تغییر شیب

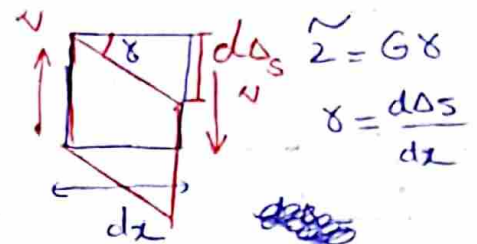


$$I \times \Delta = \sum \bar{f} \cdot \Delta L$$

تغییر شکل ناشی از برش :



المان می بینیم :



$\Delta_s = \Delta \text{ shear}$

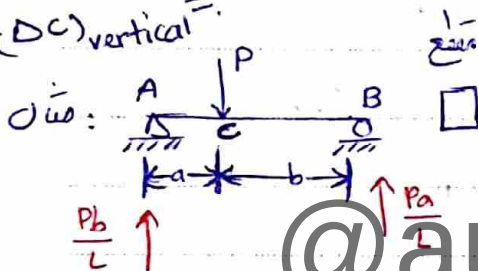
موقع
 $\alpha = 1.0$: رابته
 $\alpha = 1.2$: مستطیل

المان توزیع برش در مقطع بیضی است : $\gamma = \frac{V}{AG}$ و $\Delta = \frac{V}{A}$
 المان توزیع برش در مقطع بیضی است : $\gamma = \alpha \frac{V}{AG}$ و $\Delta = \alpha \frac{V}{A}$

شکل هندسی است به Shape factor هندسی

$$\Rightarrow I \times \Delta_s = \sum \alpha \frac{V}{AG} dx \rightarrow I \times \Delta_s = \int_0^L \alpha \frac{V}{AG} dx$$

(DC) vertical = ?



مستطیل

متناسب است با رابطه برش : $I \times \Delta_m = \int_0^L \frac{mM}{EI} dx$

$$\Delta_C = \int_0^L \frac{\alpha V}{AG} dx = \int_0^a \frac{\alpha \frac{Pb}{L} \times \frac{b}{L}}{AG} dx + \int_a^L \frac{\alpha (-\frac{Pa}{L}) (-\frac{a}{L})}{AG} dx = \frac{\alpha}{AG} \times \frac{Pab}{L}$$

$$\Delta_C = \frac{Pa^2b^2}{4EIL}$$

مستطیل اوردم

$$\Delta_C = \Delta_C_s + \Delta_C_m \rightarrow$$

به دلیل تغییر طول DC نسبت به DC_m
 از DC صرف نظری شود معمولا.

در تیرهای کوتاه برش اهمیت پیدا می کند.

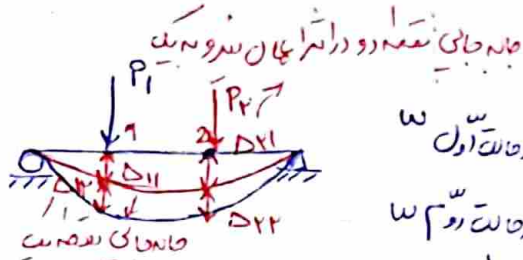


قانون هکسول: $P_1 = P_2 \rightarrow \Delta_{11} = \Delta_{12}$

$$\delta_{12} = \delta_{21}$$

کارایی جایی ناشی از نیروی وارد

قانون بیتی:

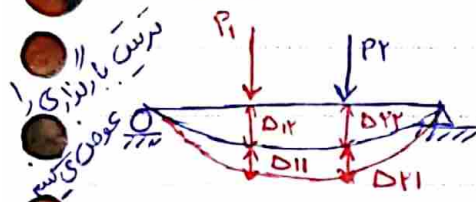


$$W_{\text{در حالت اول}} = \frac{1}{2} P_1 \Delta_{11}$$

$$W_{\text{در حالت دوم}} = W_{12} = \frac{1}{2} P_1 \Delta_{11} + P_1 \Delta_{12} + \frac{1}{2} P_2 \Delta_{22}$$

کارایی نه در نقطه دو

در ابتدا P_1 سبب P_2 می شود
مجموع بارهای P_2 نه بعداً وارد می شود

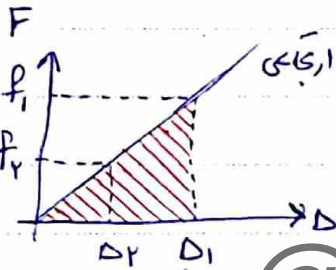


$$W_{\text{کارایی این می شود}} = \frac{1}{2} P_1 (P_1 \delta_{11}) + P_1 (P_2 \delta_{12}) + \frac{1}{2} P_2 (P_2 \delta_{22})$$

در ابتدا P_2 سبب P_1

$$W_{21} = \frac{1}{2} P_2 \Delta_{22} + P_2 \Delta_{21} + \frac{1}{2} P_1 \Delta_{11}$$

$$W_{\text{کارایی این می شود}} = \frac{1}{2} P_2 (P_2 \delta_{22}) + P_2 (P_1 \delta_{21}) + \frac{1}{2} P_1 (P_1 \delta_{11})$$



$$W_{21} = W_{12} \rightarrow \delta_{12} = \delta_{21} \quad \text{و} \quad P_1 \Delta_{11} = P_2 \Delta_{12}$$

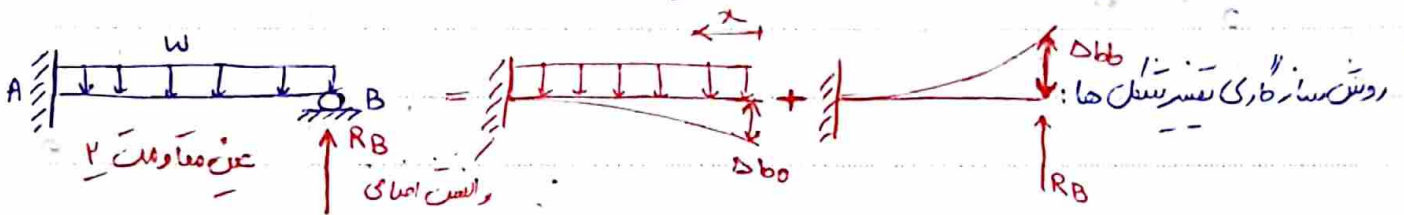
اگر $P_1 = P_2$ باشد در این صورت $\Delta_{21} = \Delta_{12}$ خواهد بود



نشیست های نامساوی، تغییر درجه حرارت، انقباض و منبساط

نشیست های نامساوی و نیروهای داخلی در سازه های نامعین نه تنها به شکل سازه بلکه به مشخصاتی مثل طول و لایه ها، عرض مقطع، جان اندازی، مساحت مقطع و ... دارد.

انواع روش های تحلیل سازه های نامعین: روش نری (روش نیرو) روش سختی (طاب جایی) روش شیفت دافنت
روش تغییر شکل ها: روش تغییر شکل ها با سازه های تغییر شکل پذیر روش تغییر شکل ها با سازه های تغییر شکل پذیر



$$\Delta_b = \Delta_{b0} + \Delta_{bb} = 0 \rightarrow 0 = \Delta_{b0} + \delta_{bb} \times R_B \quad R_B = \frac{-\Delta_{b0}}{\delta_{bb}}$$

$$\Delta_{b0} = \int_0^L \frac{Mm}{EI} dx = \delta_{bb} = \int_0^L \frac{mm}{EI} dx$$

$M(x) = \frac{wx^2}{2}$ $m = x$

$$\Delta_{b0} = \int_0^L \frac{(-wx^2)(x)}{2EI} dx = \frac{-wL^4}{8EI} \quad \delta_{bb} = \int_0^L \frac{x \times x}{EI} dx = \frac{L^3}{3EI}$$

$$R_B = -\frac{\frac{-wL^4}{8EI}}{\frac{L^3}{3EI}} = \frac{3wL}{8}$$

$$R_B = \frac{-\Delta_b}{\delta_{bb}} = \frac{-\frac{3EI\Delta_b}{L^3}}{\frac{L^3}{3EI}}$$

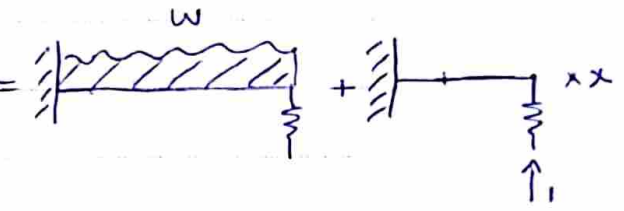
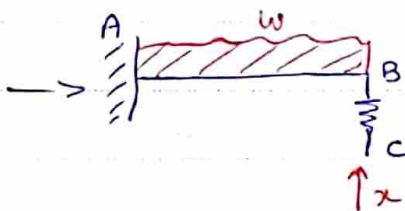
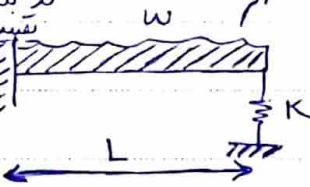
تکانه متری:

در مثال قبل در نسبت را بنویسیم: $0 + \delta_{bb} x = \Delta \rightarrow x = \frac{\Delta}{\delta_{bb}}$



$-\Delta + \delta_{bb} x = 0$

بجای قشری توان مسئله دو معادله نوشت
نکته: نسبت نه می توان
تغییر طول
راشده باشد



$\Delta_c = \Delta_{oc} + x \delta_{cc}$

از مسئله یا از جدول موجود بود: $\Delta_{oc} = \int \frac{mM}{EI} dx = \frac{-wL^4}{8EI}$

$\delta_{cc} = \int \frac{m^2}{EI} dx + \frac{F}{K} = \frac{L^3}{6EI} + \frac{1}{K}$

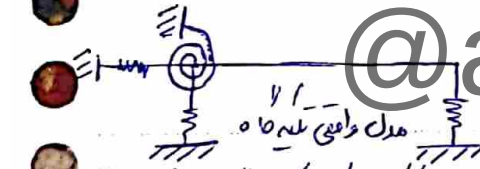
در محاسبات همیشه مثبت است
البته

$0 = \frac{-wL^4}{8EI} + \left(\frac{L^3}{6EI} + \frac{1}{K} \right) x = 0 \rightarrow x = \frac{\frac{wL^4}{8EI}}{\frac{L^3}{6EI} + \frac{1}{K}}$

اگر $K = \infty \rightarrow x = \frac{3}{8} wL \rightarrow$ همانند تیر پایه غلظی نمی کند

تیر را می خوانند

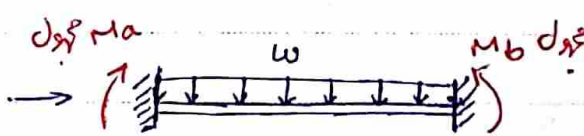
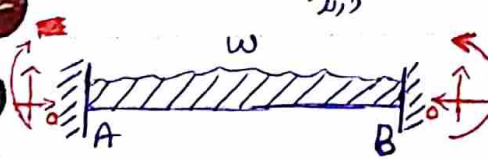
@aut_passgah



برای مسئله: $u_R + \Delta = \int \frac{mM}{EI} dx + \sum \frac{P_i P_i L_i}{E_i A_i}$

تیر دارم هر کدام قشرها نسبت یا افزایش طول دارند

برای قشرها: $u_R + \Delta = \sum + \sum$



$\theta_a = 0$
 $\theta_b = 0$

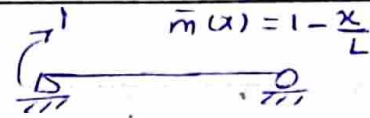
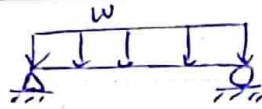


$\theta_a = 0 \rightarrow \theta_{ao} + x_a \theta_{aa} + x_b \theta_{ab}$
 $\theta_b = 0 \rightarrow \theta_{bo} + x_a \theta_{ba} + x_b \theta_{bb}$

مثال: $\theta_{ab} =$ در تیر تیر و در ب

$$M(x) = \frac{wL}{2}x - \frac{wx^2}{2}$$

$$\theta_{ao} = \int \frac{mM}{EI} dx$$



$$\theta_{ao} = \int \frac{(1 - \frac{x}{L})(\frac{wL}{2}x - \frac{wx^2}{2})}{EI} dx = \frac{wL^3}{6EI} \rightarrow \theta_{bo} = \frac{wL^3}{6EI}$$

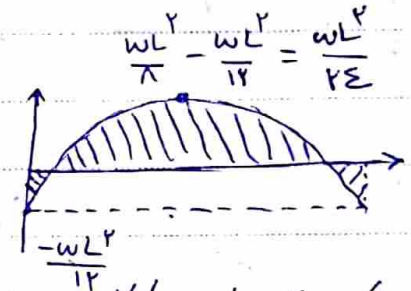
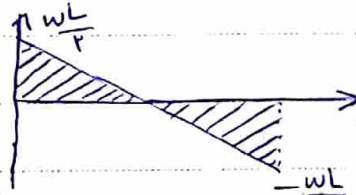
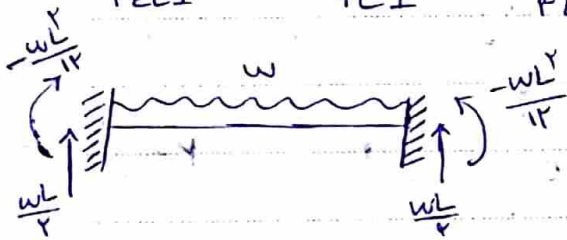
$$\theta_{aa} = \int \frac{(1 - \frac{x}{L})^2}{EI} dx = \frac{L}{6EI}$$

$$\theta_{ab} = \int \frac{Mm}{EI} dx = \int \frac{\frac{x}{L} \times (1 - \frac{x}{L})}{EI} dx = \frac{L}{4EI}$$

$$\theta_{ab} = \theta_{ba} \rightarrow \theta_{ba} = \frac{L}{4EI} \quad \theta_{bb} = \frac{L}{6EI}$$

$$\begin{cases} \frac{wL^3}{6EI} + x_a \frac{L}{6EI} + x_b \frac{L}{4EI} = 0 \\ \frac{wL^3}{6EI} + x_a \frac{L}{4EI} + x_b \frac{L}{6EI} = 0 \end{cases}$$

$$\rightarrow x_a = x_b = M_a = M_b = -\frac{wL^2}{12}$$



دقت کنید با لیدر کردن تیرها به هم

@aut_passgah

تفسیر مکان (درجه آزادی) نقطه اتصال بار و در نقطه (درجه آزادی) و

تفسیر مکان (درجه آزادی) نقطه اتصال بار و در نقطه (درجه آزادی) و

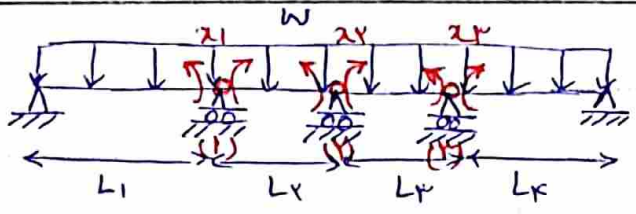
با دو مهارت به دست آمده در بالا

تفسیر مکان (درجه آزادی) نقطه اتصال بار و در نقطه (درجه آزادی) و

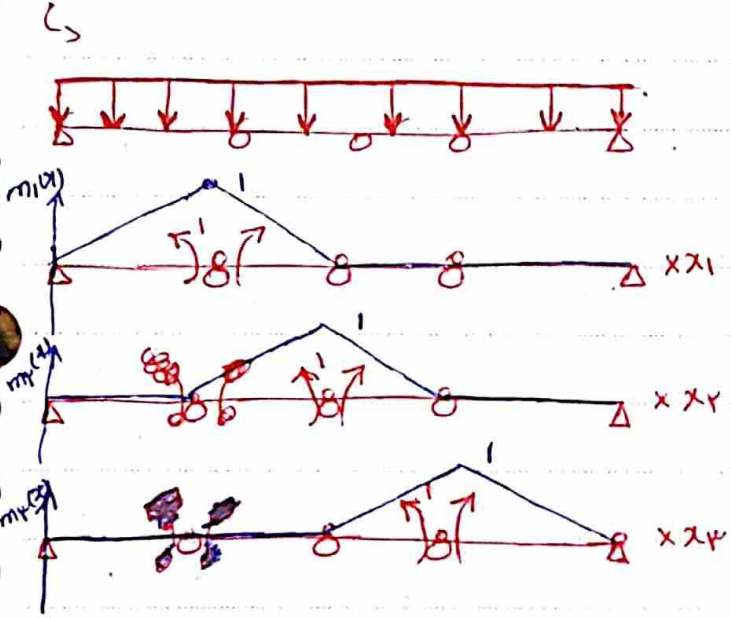
$$\begin{cases} b_{o1} + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n = 0 \\ b_{o2} + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n = 0 \\ \vdots \\ b_{on} + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + a_{n3}x_3 + \dots + a_{nn}x_n = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow AX + B = 0$$

اناهیت دورانی



$$\begin{cases} b_{01} + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = 0 \\ b_{02} + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = 0 \\ b_{03} + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = 0 \end{cases}$$

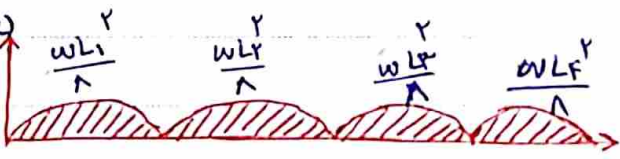


$$b_{0i} = \int_{\text{طول}} \frac{M(x) m_i(x)}{EI} dx$$

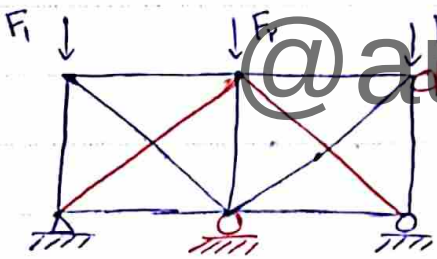
$$a_{ir} = \int_{\text{طول}} \frac{m_i(x) m_r(x)}{EI} dx$$

$$a_{ir} = \int_{\text{طول}} \frac{m_i(x) m_r(x)}{EI} dx$$

مادرین صفاران
طریق فقهیه ماسول



$$\begin{cases} \frac{w(L_1^3 + L_2^3)}{24EI} + \frac{L_1 + L_2}{3EI}x_1 + \frac{L_2}{4EI}x_2 + 0 = 0 \\ \frac{w(L_2^3 + L_3^3)}{24EI} + \frac{L_2^2}{4EI}x_1 + \frac{L_2 + L_3}{3EI}x_2 + \frac{L_3}{4EI}x_3 = 0 \\ \frac{w(L_3^3 + L_4^3)}{24EI} + 0 + \frac{L_3}{4EI}x_2 + \frac{L_3 + L_4}{3EI}x_3 = 0 \end{cases}$$



مادرین صفاران
طریق فقهیه ماسول

$m+r-2j = 0$ درجه نامعین $\rightarrow$ درجه نامعین $\rightarrow$ برای نامعین $\rightarrow m+r-2j > 0$

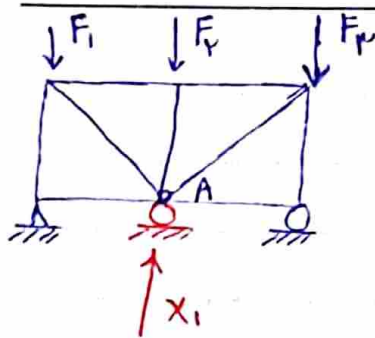
$m=4, r=3, j=4 \rightarrow m+r-2j=0$ سیستم نامعین

$\rightarrow m+r-2j=2$ شش نامعین

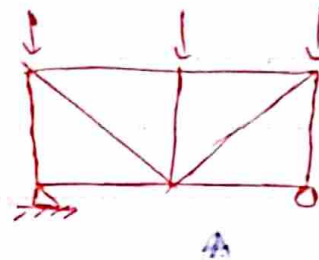
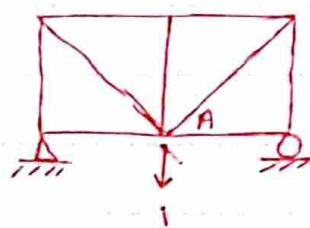
تعداد عکس العمل افقی است. نامعین خارجی

$\rightarrow m+r-2j=2$ ابطه را بکار

نامعین شده است
نامعین داخلی



$$a_{11}x + b_{10} = 0$$

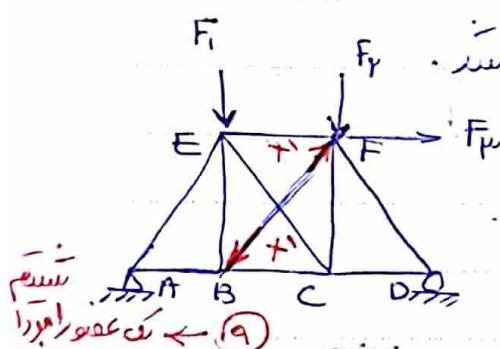


در این مثال
ناقصی خارجی است

$$b_{10} = \sum \bar{F}_i \delta_i = \sum f_i \frac{P_i L}{EA}$$

$$a_{11} = \sum f_i \frac{f_i L}{EA} = \sum \frac{f_i^2 L}{EA}$$

$$x_1 = \frac{-b_{10}}{a_{11}}$$



در این مثال برای حل مسئله باید از روش انرژی استفاده کرد.

$$r=3, m=10, n=4, m+r-n=1$$

Δfb = 0 → ضابطه کلی سست

مجموع بارهای داخلی در نقطه سست

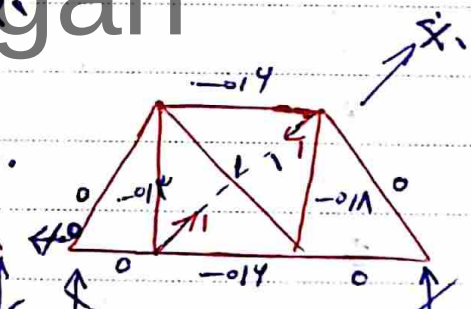
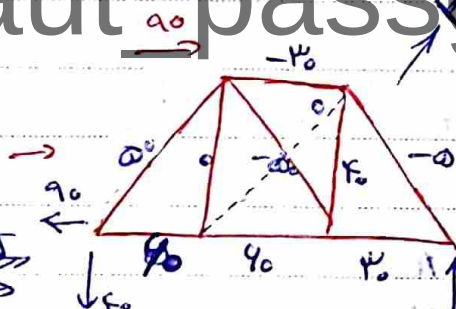
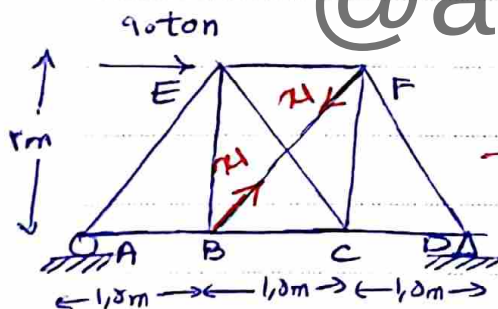
$$b_{10} + x_1 a_{11} + x_1 \times \frac{LBF}{ABFE_{BF}} = 0$$

$$b_{10} = \sum_{i=1}^n f_i \frac{P_i L_i}{EA_i}$$

$$a_{11} = \sum_{i=1}^n \frac{f_i^2 L_i}{EA_i}$$

$$b_{10} = \sum_{i=1}^{10} \frac{f_i P_i L_i}{EA_i} \quad a_{11} = \sum_{i=1}^{10} \frac{f_i^2 L_i}{EA_i} \quad F_{10} = 1$$

@aut_passgah



عضو	Ai (cm ²)	Ei (kg/cm ²)	Li (cm)	Pi	Fi	FPL/EA	F̄L/EA
AB			100	40	0	0	0
BC			100	40	-0.4	-0.4E00	0.2
CD			100	40	0	0	0
AE	100	100	100	40	-0.4	0.4E00	0
EF	100	100	100	-40	-0.4	0	0.2
FD	100	100	100	-40	-0.4	0	0.2
eb	100	100	100	40	-0.4	-0.4E00	0.2
Fc	100	100	100	-40	-0.4	-0.4E00	0.2
ec	100	100	100	40	-0.4	-0.4E00	0.2
xx(FB)							

$$x_1 = \frac{b_{10}}{a_{11}}$$

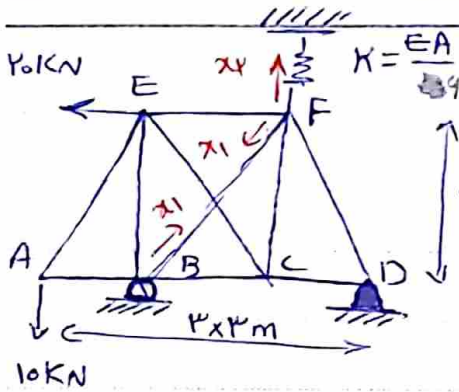
$$a_{11} = \frac{14E}{AE}$$

$$b_{10} = \frac{-11400}{EA}$$

$$x_1 = 120 \text{ ton}$$

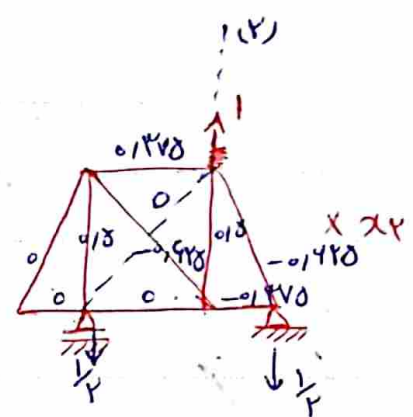
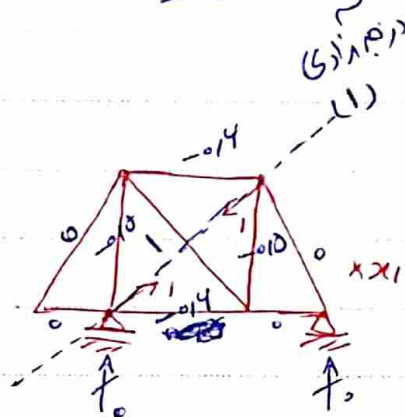
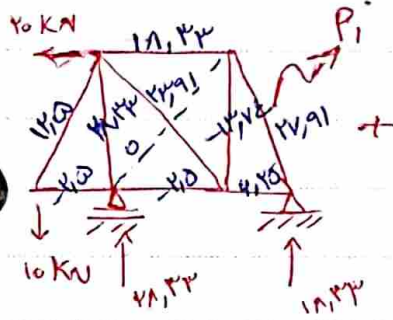
$$F_i = P_i + x_1 f_i$$

نمودار داخلی
هر یک از اعضا



$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + b_{10} = 0 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + b_{20} = 0 \end{cases}$$

درجه آزادی: راستای جسم می تواند در راستای آن حرکت نماید و در جهت دیگر نه.



$$a_{11} = \sum \frac{f_i f_i L}{EA}$$

$$a_{12} = \sum \frac{f_i f_r L}{EA}$$

$$a_{22} = \sum \frac{f_r f_r L}{EA}$$

$$b_{01} = \sum f_i \frac{PL}{EA}$$

$$b_{02} = \sum f_r \frac{PL}{EA}$$

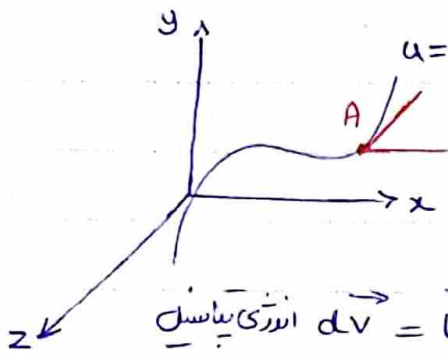
در راستای

$$x_1 = -13.58 \text{ kN}$$

$$x_2 = 0.152 \text{ kN}$$

@aut_passgah

عضو	L	Pi	f _i	f _r
AB	3	0	0	0
BC	3	0	-0.18	0
CD	3	0	0	-0.1375
EF	3.4	11.33	-0.18	+0.1375
AE	3.4	11.33	0	0
EB	3.4	-11.33	-0.18	0.18
EC	3.4	11.33	1	-0.1375
FC	3	-11.33	-0.18	0.18
FD	3	11.33	0	0.1375
FB	3	0	1	0
FD	3	0	0	1



در مکانی دو راسیم: $u = f(x, y, z)$

قضیه کاستیلیانو:

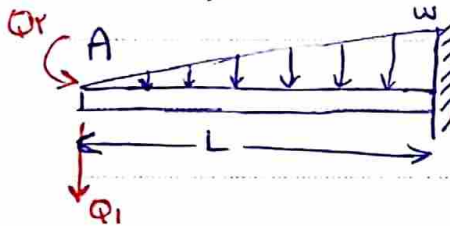
$$du = \frac{\partial F}{\partial x} dx + \frac{\partial F}{\partial y} dy + \frac{\partial F}{\partial z} dz$$

$$d\vec{v} = \frac{\partial v}{\partial x_1} dx_1 + \frac{\partial v}{\partial x_2} dx_2 + \dots + \frac{\partial v}{\partial x_n} dx_n = 0$$

تفسیر اول کاستیلیانو: مشتق جزئی اول انرژی کرنشی کل دینیه شده در یک سازه نسبت به هر کمیت جانبی برابر است با نیروی بار وارده در مقدار آن جانبی.

تفسیر دوم کاستیلیانو: مشتق جزئی اول انرژی کرنشی کل دینیه شده در یک سازه نسبت به هر کمیت بار برابر است با جانبی در نقطه دامنه اثر آن بار.

مثال: برای تیرکشیون نشان داده شده جانبی قائم و دورانی در انتهای آزاد تیر را به دست آورید.



$$u = \int \frac{Q^2}{2EI} dx$$

$$u = \int \frac{M^2}{2EI} dx$$

$$u = \int \frac{2}{EI} dx$$

$$u = K \int \frac{v^2}{2GA} dx$$

$$\Delta_A = ? \quad \theta_A = ?$$

$$Q_1 = Q_2 = 0$$

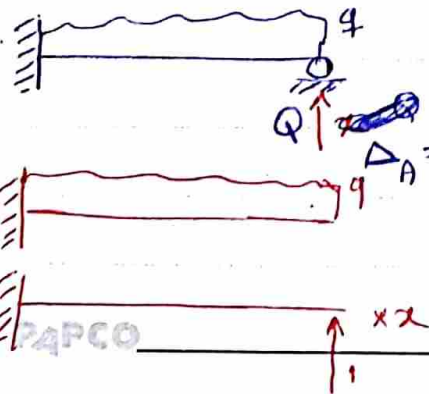
$$du = \int \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial Q_1} dQ_1 + \int \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial Q_2} dQ_2$$

$$M(x) = -Q_1 x - \frac{w}{L} x \times \frac{x \times 8x}{2 \times \frac{1}{3}}$$

$$M(x) = -\frac{wx^3}{4L}$$

$$\Delta_A = \int \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial Q_1} dx = \int \frac{-wx^3}{4L} (-x) dx = \frac{wL^4}{30EI}$$

$$\theta_A = \int \frac{-wx^3}{4L} (-1) dx = \frac{wL^4}{12EI}$$



تفسیر کاستیلیانو در سیستم های نامعین: $\Delta_A = b_{01} + a_{11}x = 0$

$$\Delta_A = du = \int \frac{M}{EI} \frac{\partial M}{\partial Q} dx$$

$$M = Qx - \frac{wx^2}{2}$$

$$\frac{\partial M}{\partial Q} = x$$

$$\Delta_A = \int \frac{(Qx - \frac{wx^2}{2})x}{EI} dx = 0$$

Subject
Date

$$Q \int \frac{x \cdot x}{EI} dx - \int \frac{wx^2}{EI} x dx = 0 \quad \xrightarrow{\text{انرژی (معمولی)}} \quad Q \int \frac{\bar{m} \bar{m}}{EI} - \int \frac{M \bar{m}}{EI} dx = 0$$

$$Q \cdot \delta_{11} + b_{01} = 0 \quad \rightarrow \quad \frac{Q}{EI} L^3 - \frac{w}{EI} L^3 = 0 \quad Q = \frac{\frac{w}{EI} L^3}{\frac{L^3}{EI}} = \frac{wL}{1} \checkmark$$

$$\Delta = \sum \bar{f}_i \cdot \delta_i = \sum \bar{f}_i \frac{P_i L_i}{EI A_i} \rightarrow du = \sum \frac{P_i L}{EA} = \Delta \quad \text{برای ضرایب:}$$

$$\Delta = du = \frac{\partial u}{\partial Q} \delta Q = \sum \frac{P L}{EA} \frac{\partial P}{\partial Q} = \sum \frac{P L}{EA} \frac{\partial P}{\partial Q}$$

@aut_passgah