

به نام خدا

سایت گروه آموزشی آلم 

ابتدایی، راهنمایی، دبیرستان، کنکور و دانشگاه

www.g-alm.ir

www.g-alm.ir/ac

دانشگاه

www.g-alm.ir/forum

انجمن

www.g-alm.ir/azmoon آزمون های آلم

www.g-alm.ir/shop

فروشگاه

www.film.g-alm.ir

فیلم های آموزشی

۱/ تئوری سازه ها (۱) « علی اکبر گل انسانی »

سازه از مجموعه ای از اعضا (elements) تشکیل می شود.
(members)

دقتی که سازه می شود برای یک function خاص مورد استفاده قرار

می گیرد خاصیت باربری Loading دارند.

درس ما تحلیل یا تئوری سازه است. در واقع می خواهیم ببینیم نیروها و تغییرات

حالی که سازه و اعضای سازه چه هستند؟ Analysis

هدفان طراحی این اعضا است به گونه ای که محاذیم باشند پس اوّل باید

بدانیم چه نیروهای در نشان می افتد!

Loading دو بخش دارد: ۱- سازه بارنداری به ما داده می شود
درش زن خاص نمی کشد Static Loading
Live Load & Dead Load
Dynamic Loading

Static Loading مثل وزن سازه درون سازه ساختن
Dynamic Loading بار موج، بار باد، بار موج اتجار، اثر دینامیکی دارند

تغییرات نسبت به زمان خیلی زیاد می آید پس اینرسی ساختن به طور مجازی
دارد کار محاسبات ما می شود.

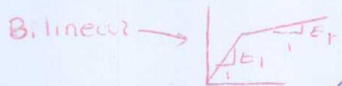
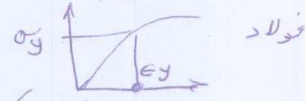
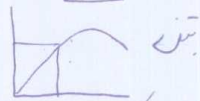
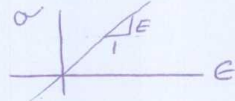
مافوق Static Loading بررسی می کنیم (درس ما در این مورد تأیید)

ما سازه ها را در تئوری می بینیم؟ آری! تئوری (تیر و پل و...) سازه دودهی ما باید

Dimension Structure
 1-D, 2-D, 3-D
 1-D: $\sqrt{2-D}$
 2-D: به دست می آوریم
 3-D: که با دست نخورده (با کامپیوتر انجام می دهیم)
 دیتا آنالیز سربوری خیلی بیشتره مثلاً: سقف بتن «plate» است و 2-D

✓ Linear vs. Nonlinear Analysis

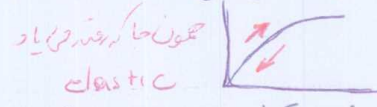
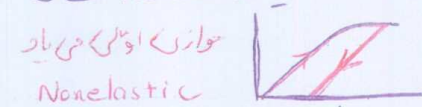
توی لیسن، Linear است خط سازه ۲ اجزا رفتار خطی داشته باشند
 دیتا بار ۲ برابر جرم E و σ ها دو برابر شوند
 رفتار مواد ما آفر خطی باشد Linear 1-1



رفتار مواد تالی که دیکر خطی نیست طاهای غیر خطی رفتار می کنند. در لیسن
 رفتار مواد خطی است ولی ما با رفتاری که با واحدی انجام می دهیم که خطی باشد پس
 قانون هوک برقرار است. $\sigma = E \epsilon$ (ماتریس)

✓ Elastic - Nonelastic

امکان داره مواد ما غیر خطی باشد ولی رفتار Elastic یا Nonelastic نشان
 بدهد. همان جا که رفتار می یاد
 ماده مان می تواند Linear باشد یا Nonlinear. همان جا می تواند Elastic رفتار
 ندهد یا Nonelastic.



غیر خطی بود نشان: ۱ سوار ۲ هندسه ی سازه (Geometry)

و ما خود دو مورد سازه های خطی در نظر می گیریم.
 آن کس که نداند و نداند نداند

در محل موب ابدال می ماند

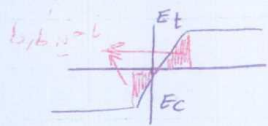
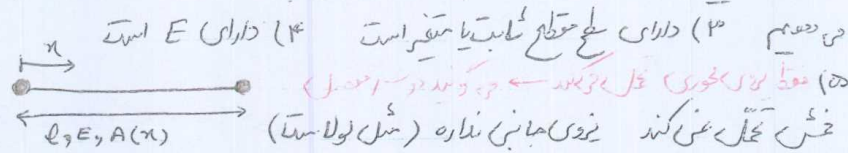
۱) صواب: ۲) رفتار Elastic ۳) هندسه ی سازه مورد دارد
 باید دقتی که در بهر فرمول لایه ای اتا داشتن غیر خطی نباید برای زحمت آفرین باشد
 تمام مسائل ما خطی هستند پس بدان هیچ چیز نباشد.
 اولین قدم طراحی آنالیز کردن است. سری تمرین ها را داده بگیر
 کتابیات جداول + استاتیک (معمولاً کابجاری و خراب) لا مورد بلیند.

۲

Truss Structure

خوابها

ساده ترین عضو (truss element : ۱) یک بزرگ است (۲) طول و بالاترین



۱) فقط axial force تحت عمل می کند
 ۲) هم کشش $E = E_t$ (کشش)
 ۳) $E \neq E_t$ (Non Linear)

از عضو خوابی خواهیم سازد (دو بعدی) در سبب کشش. بهترین مقدار: ۳ عضو



خوابی ساده (خوابی دارد، خوابی پایه) کوچکترین ساده ۳ بزرگ

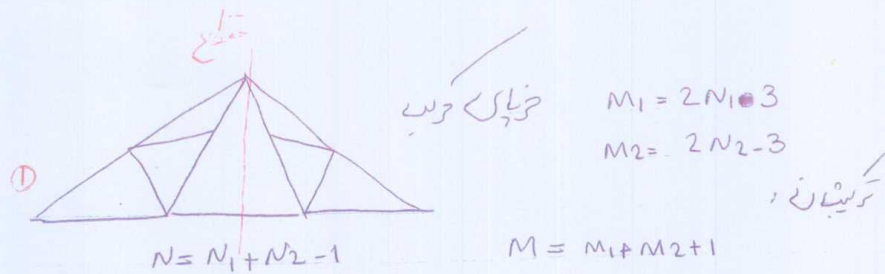
Member - Node (اتصال)

خوابی ساده: $N = 3$ $M = 3$ خوابی پایه
 نباید سه گره روی یک خط باشند
 خوابی ساده:

خوابی ساده یا simple truss. بر سبب خوابی پایه تشکیل می شود
 و با اضافه کردن یک گره به وسیله افزودن دو عضو به اتصال به گره های قبلی متصل
 شود تشکیل می شود. مهم نیست که خوابی چه باشد مهم لا محاله بای تشکیل خوابی ساده
 (*) این دو عضو باید در یک راستا قرار داشته باشند. در خوابی ساده $M = 2N - 3$
 باید بدانیم که چه راه حل استفاده کنیم. در خوابی ساده از آخرین گره
 اول گره را به کار می بریم و تا اولین گره می آیم پس راه حل ساده ای است.
 همواره می توانیم گره را تا وقتی این خوابی استفاده کرد.

خوابی مرکب

از اتصال چند خوابی ساده بهم بر روش خاصی تشکیل می شود.
 مثلاً در خوابی ساده با در یک گره ۴م متصل می کنیم به علاوه یک عضو لاستیک دیگر
 از گره نمی گذاریم و چون آن می تواند نیرو (-) بماند ایجاد کند.



$M = 2(N_1 + N_2 - 1) - 4 + 1 \rightarrow M = 2N - 3$

پس خوابی مرکب که از ادغام دو خوابی ساده در یک گره + یک عضو که حول آن نقطه
مان ایجاد می‌کند از این رابطه پیروی می‌کند. $M = 2N - 3$ ✓

دیکم غیر متعین از روی گره برای حل استفاده نکنیم

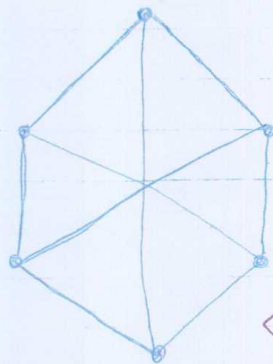
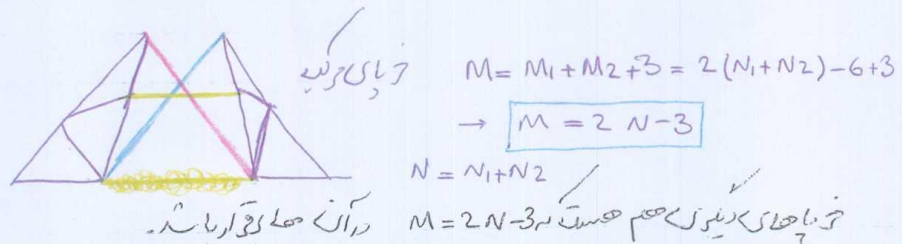
TA: رضا عنایتی

اولترین حالت خودمان را حل می‌کنیم و یاد می‌گیریم

لکه یکشنبه ۹/۷/۹۶

برای اتصال صلب دو سازه بهم باید حداقل سه نیروی بیشتن وارد شود که

۱) متعارف نباشند ۲) موازی نباشند ۳) هم‌خط نباشند



$N = 6$ $M = 9$

Complex truss

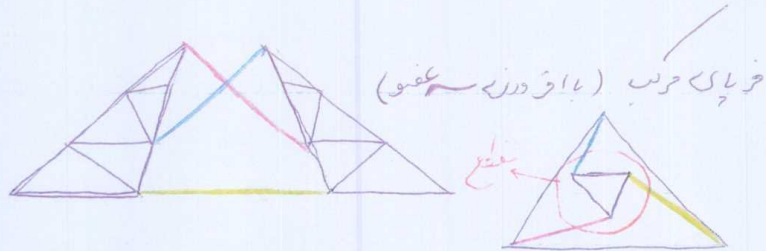
$M = 2N - 3$ ✓

اما این خوابی ساده یا خوابی مرکب نیست پس به خوابی که نه ساده
باشد و نه مرکب و $M = 2N - 3$ توش صادق باشه

می‌دیم خوابی غیرمعمول (معمولاً خوابی باید ندارند ولی
می‌تواند هم داشته باشد!)

۱) حل ۲) پایداری ۳) خطی دقت می‌خواهد

۲

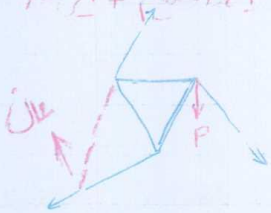


خوابی حرکت (یا آزاد در سه عضو)

مقطع

روش مقطع : از محل اختار دو خوابی ساده بزنیم، مقطع می زنیم

هر عضو که می زنیم باید یک پدیده در مقطع داشته باشیم ۳ پدیده داریم + ۱ حرکت
 ① ۳ تا پدیده بدست می آوریم



۳ معادلات تعادل : ۲ برابر تعداد گره ها

عبر العمل شکستگاه $R=3$

$$2N = \text{معادلات} \quad M+R = \text{مجموع}$$

روش گره و مقطع $M=2N-3$ اینجاست تا بتوانیم خوابی را حل کنیم $M+R=2N \rightarrow$

statically determinate structure

✓ عین زیاد حل کنند تا به احتمال میل به جواب ارزنده ای در کل گیر کنند!
 به خاطر همین است که می توانیم از فرجه تا پلازه به دور رفتی این در دستگیر بناید!
 پایدار است

$$1) M+R=2N \rightarrow \text{staticly determinate structure}$$

سازه معین استاتیکی

$$2) M+R > 2N \rightarrow \text{سازه نامعین استاتیکی}$$

n معادله غیر تعادلی $\rightarrow$ تعداد مجهول ها - تعداد معادلات = درجه نامعین n

استاتیکی نیاز داریم

(استاتیکی)

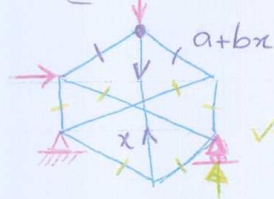
چون به تعداد n معادله ای الاستیک (تغیر شکل) بدست می آوریم.

$$3) M+R < 2N \rightarrow \text{سازه ناپایدار است}$$

حل فرماهای که نه سازه اند و نه مرکب اند به بفرج اند

روش مقطع هم کار آمد نیست. پس چکار می کنیم. نزدیک عضو هم می رسم

x دید از روش که نزدیک دو عضو داریم و بر حسب x بدست می آوریم.



به جای $\checkmark$ مجهولان بدست می آید

بدست می آوریم x

پایداری سازه ها

همه فرماهای سازه مرکب پایداری اما پایداری فرماهای بفرج نیست

است. (علم صنعت!)

۶

سُورِ سازه‌ها (۱)
 «گل انسانی»

پرسیا حسوند: عران ۱۷

TA: عزیزِ یا عزیزِ (۱)

طاس حل‌ترین: یکشنبه ساعت ۷ الی ۹

✓ ← عرین‌های خودمان هم راند پس اول (در طاس حل
 عرین‌های خودمان لاجل می‌کنیم بعد می‌رویم سرخ عرین‌های تنوّه
 کلین سازه بین بیاری از درس‌هایان است (۱)

«بیایا حل‌راندیم در سخراندیم
 شک طاسق شک کنیم و طرحی نوراندیم»

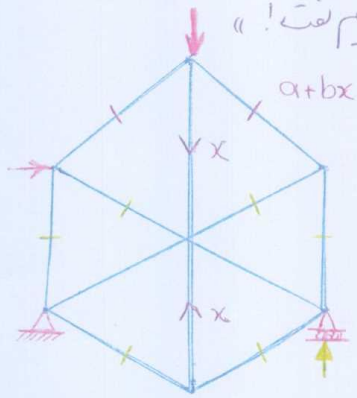
Don't be afraid we'll make it out of this mess!

It's a love story baby just say "yes".

پایدار سازها

تخمین خنایهای ساده و مرکب پایدارند اما پایدار خنایهای پیچیده نیست

است. (علم و صنعت!) «روش معنوی را جلوتر خواهیم گفت!»

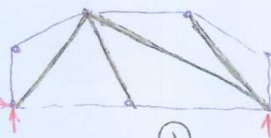


در این جا روش مقطع هم کارآمد نیست!

بدست می آید $\checkmark \rightarrow x$

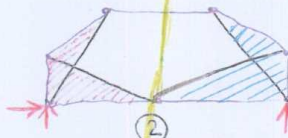
به جای $\checkmark$ مجهولان $(x=)$ بدست می آید.

این روش برای خنایهای پیچیده کارآمد نیست!



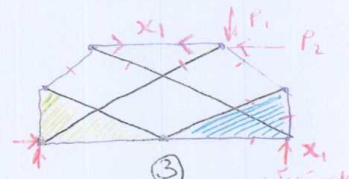
①

$$N=7 \quad 2(7)-3=11$$



②

$$11-7=4 \text{ عضو}$$



③

بدست می آید

①: خنای ساده است (کمتر و معین جدید!) برای حل از این گروهی رد می کنیم.

$\checkmark$ روش گروه حتماً تنها برای خنای ساده جواب می دهد.

پروژه: به برنامه نویسی $(2N=M+R)$ اعضا و گروه ها و تکیه ها و لایه ها و رد و رد برای پروژه ۲ معادله

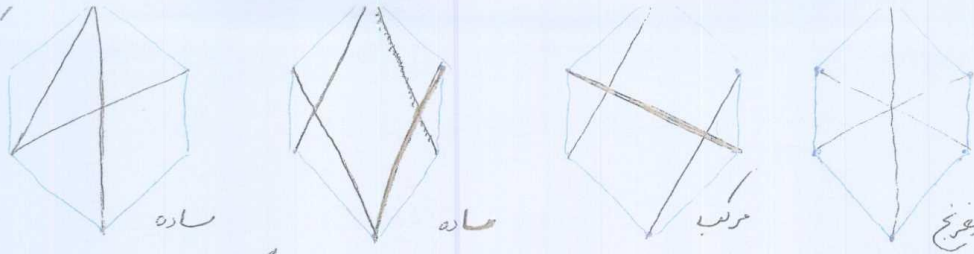
نوید $2N$ معادله $2N$ مجهول لاجل کند! M تکیه ها!

پروژه: نسبت تکیه ها را داشته باشیم! تکیه ها و رد $\checkmark$ ~~Corect Project~~

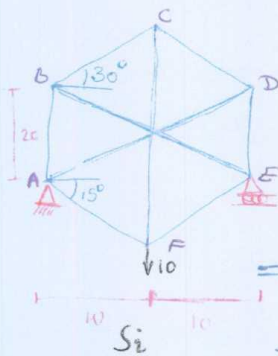
②: خنای مرکب است. روش گروه جواب می دهد $\checkmark$ روش حتماً انواع $\checkmark$ معادله و لایه ها را

تکرار عمل گروه $\checkmark$ برنامه نویسی معین بدست می آید. بعد از روش گروه استفاده می کنیم و بدست می آوریم!

③: خنای پیچیده است. ابتدا تکیه ها و لایه ها و رد و رد $\checkmark$ برنامه نویسی $\checkmark$ $2N$ معادله $2N$ مجهول داریم $\checkmark$ لایه ها و رد

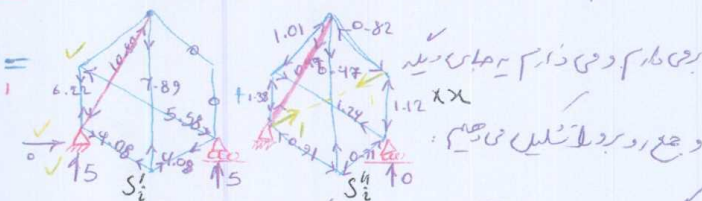


ماهی توانیم برای نوع سازه روش حل را بدست بیاوریم. خرابی را می خواهیم بارش
حقیقی حل کنیم.



روش هنرگ (Complex Truss)

خرابی را در دو لایه به خرابی ساده تبدیل می کنیم! به عضو



اگر نیرو در عضو صورتی = باشد کار با لایه ساده است (جمع) چون حالات بار دوه می بینیم
ملش های عضو (نیروهای عضو) را در هر دو لایه می بینیم. به سادگی نوشتن، رابطه قادی!

خرابی را تغییر می دهیم و خرابی ساده و دو لایه را حل می کنیم. حالا چون می خواهیم در صورتی

نیرو صاف نگه داریم به عبارتی می بینیم (S_i) نیرو در هر دو عضو خرابی اصلی: S_i نیرو در هر دو عضو در دو لایه

$$S_{AC} = S_{AC}^I + S_{AC}^H(x) = 0 \rightarrow x \checkmark \quad x = \frac{10.89}{0.47} = 23.42 \quad \text{این جا}$$

یعنی (حل دومی) $23.42 \times$ + حل اولی = حل کل خرابی یعنی اصل سازه را!

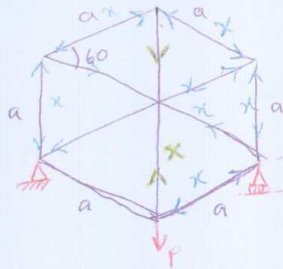
$$S_i = S_i^I + x S_i^H$$

خودمان این را به جای اصل سازه می بینیم یعنی اگر سازه را x لایه کنیم و ما

در سازه (نیم) سازه بتوانیم آن روش را در دو لایه خودمان بکار ببریم و بگویم!

از خود شروع می کنیم در هر دو لایه می بینیم دوتا x داریم به سادگی داریم!

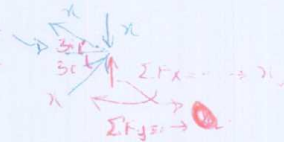
پایداری تیرهای بنفرنج



تیرهای بنفرنج خنجره جانب: تیرهای شش ضلعی منتظم

این تیرهای جانبی را می‌خواهیم حل کنیم.

تیرهای کل $\leftarrow P_2$



پس این تیرها پایدار است. یعنی این تیر خاصیت باربری ندارد یعنی $P=0$ باید باشد. تغییر مکانی ده که تواناییش از 60 و 30 خارج شوند! به روش بار موزون داریم برای چک کردن پایداری تیرها که البته این جا همچنین کافی است که به این تناقض رسیدیم. همچنین که زوایای از 60 خارج می‌شوند. تیرهای ما پایدار می‌شود. اگر نزدیک 60 باشد اگر P خیلی کوچک داشته باشیم بردها در عضوها $100P$ یا $200P$ اند! یا شاید $1000P$! ...! تیرهای بنفرنج پایداری این از چپ دیوای به دست می‌آید!

تیرهای بنفرنج به روش بار موزون

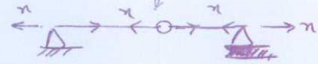
Zero load test

برای تیرهای $M=2N-3$ صحت آن را می‌توانیم در مورد تیرهای بنفرنج استفاده کنیم

✓ خلاصه: خلاصه برای تیرهای (تیرهای) استفاده می‌شود و جوابگو است.

پس از اعمال بارهای x به تیرهای بردها بدست می‌آید و به ترتیب $\leftarrow$ عمل می‌کنیم (یعنی چپانه)

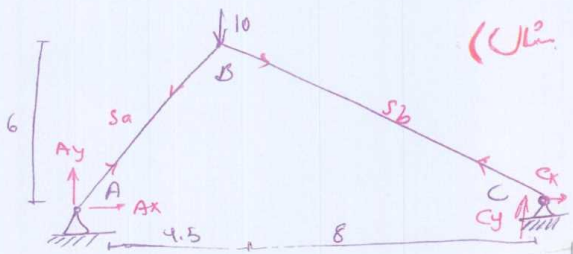
پس به خاطر بارندگی صفر بار x انتخابی خودم است و جانب انتخاب است که x می‌تواند چپ باشد (در حالت)



همچون بارهای دیگر است که سازگار است.

دلیل: استدلال نامحتمل: چون x می‌تواند چپ می‌باشد $\leftarrow$ می‌تواند ∞ باشد و ناپایدار

$$\begin{aligned} A_n + 0.6 S_a &= 0 \\ A_j + 0.8 S_b &= 0 \\ -0.6 S_a + 0.8 S_b &= 0 \\ (10 + 0.8) a + 0.6 S_b &= 0 \quad (-10) \\ 0.8 S_b + C x &= 0 \\ 0.6 S_b + C y &= 0 \end{aligned}$$



۷

بعد مارتین سطح بدست آمده داخل می کنیم. مارتین $2N \times 2N$ و $2N$ عمول داریم.

چون موقع مارتین A در میانش ضوالت!

اگر در میانش A تردید به صوهم باشد باز برای ما از تو هندی ناپاید ار است.

Substructuring یا Superposition

یرها

در فضا فقط یرها لاوتیم، اما تغییر مکان ها لا دیه حساب می کردیم. یرهای داخلی

چون در مورد فضا آن روش قدیمی بود. در تیر سه مجهول داریم M (محبت)

این یرها محبت اند (یرهای داخلی اند و محبت عمل و عمل العمل اند) کشش لا محبت بگیرد.

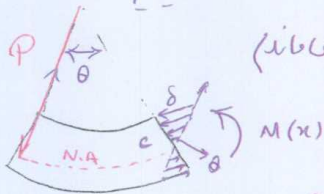
اگر تیر را خرد این جوری می خرد $(M+5)$ عشا و پائینی تحت کشش: عاان محبت
M محبت به در تیر با ارماتورها پائینی می نذاریم (اگر $M+5$ باشد).

یرهای خارجی (تغییر مکانها داخلی - خارجی) $\leftarrow$ این ها محبت اند (خارجی)

خلاصه ای از شکایات جامدات

اگر تیری داشته باشیم تحت اثر بارگذاری، این تیر آرمه به شدت لا بگیریم dx در تیر

کنیم. عشا و بلات، پائینی کشش (میخورد فضا بر می ماند)



برای این یرها $M(x) =$ عاان ماست.

سطح خطی عاان $\theta = \frac{\delta}{c}$ وقتی تغییر مکان ها لا و جدا باشد.

3- قانون هوب صااق است.

$$\theta = \frac{\delta}{c} = \frac{dx}{\rho}$$

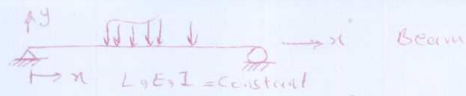
$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{Mc}{EI}$$

$$\frac{\delta}{dx} = \epsilon = \frac{c}{\rho} = \frac{Mc}{EI}$$

$$k = \frac{1}{\rho} = \frac{d^2y/dx^2}{[1 + (dy/dx)^2]^{3/2}} \approx \frac{d^2y}{dx^2} \quad (\text{Curvature})$$

$$\frac{dy}{dx} = \theta_{\text{تیر}}$$

$$c \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{Mc}{EI} \rightarrow \boxed{\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M}{EI}}$$



حساب 10, 12, 88 (برها)

برای حل این مسئله باید از معادله تعادل استفاده کرد.

برای حل این مسئله باید از معادله تعادل استفاده کرد.

رابطه بین این معادله:

$$\text{Curvature} = \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M}{EI}$$

(اگر انداز EI ثابت باشد آنگاه این ثابت است!) (برای ثابت)

$$\frac{dy}{dx} = \theta = \int \frac{M}{EI} dx + \theta_0$$

θ = ضریب لاد y_0 = ضریب لاد مثبت

$$y = \int \frac{dy}{dx} dx = \int \left(\int \frac{M}{EI} dx + \theta_0 \right) dx + y_0$$

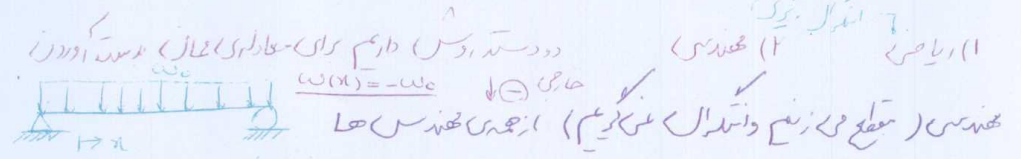
$$y = \int \int \frac{M}{EI} dx dx + \int \theta_0 dx + y_0$$

پس باید معادله من پیوسته باشد (مضرب نداشته باشیم) (شکل مضاعف)

در این روش باید از معادله تعادل استفاده کرد.

Deflection of Beam - Double Integration Method

معادله Moment



با سواد کردن (مهندس ها) (مهندس ها) (مهندس ها)

$$M(x) = \frac{w_0}{2} (L-x)^2 - \frac{w_0}{2} x^2$$

در این روش باید از معادله تعادل استفاده کرد.

در این روش باید از معادله تعادل استفاده کرد.

معادله برش (شکل بار)

$$V = \int w dx + V_0$$

اگر $\frac{dM}{dx} = V(x)$ و $\frac{dV}{dx} = w(x)$

معادله = شکل برش = شکل مضاعف

$$M = \int V dx + M_0 = \int \left(\int w dx + V_0 \right) dx + M_0$$

7/

$\frac{M}{EI} = w \leftarrow$ معادله طالع = معادله جابجایی $\rightarrow$ متغیرهای شوند

غیر، همان بارالاستیک همان تغییر مکان است. $y = (y)$ تغییر مکان

elastic loadlines

روش تیر مزدوج

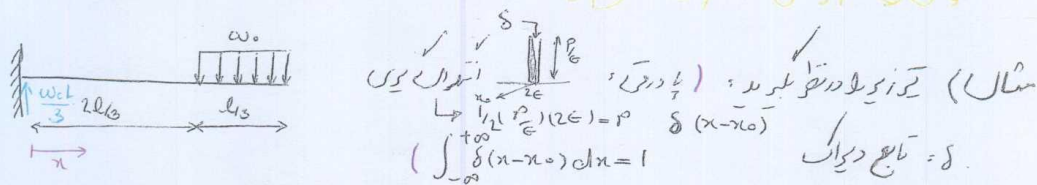
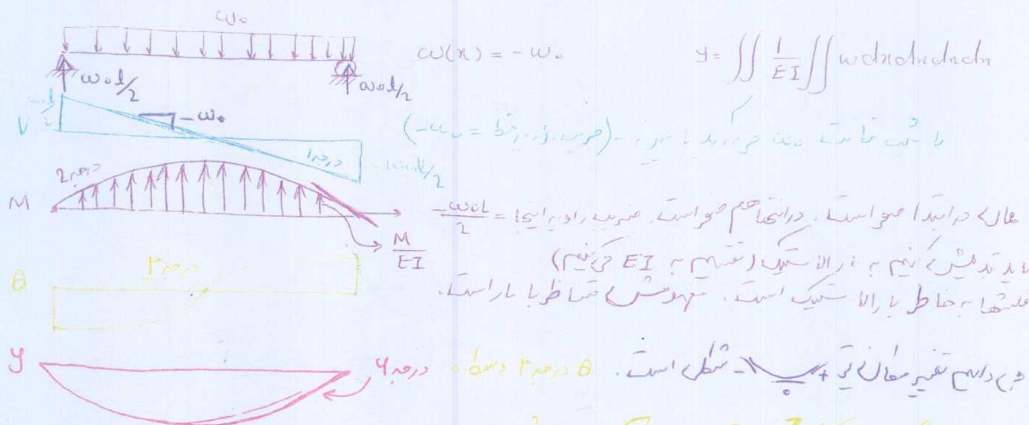
برش بارالاستیک θ

θ و y بدون استفاده از انتگرال گیری از روش محدودیت بدست می آید. بارالاستیک

بگذارم. باید شرایط مرزی اش را هم در نظر بگیرم. $\leftarrow$ دوتا constant مان لب بدست می آوریم.

* همان بارالاستیک = تغییر مکان * برش بارالاستیک = ضریب بادیه

شرایط اولیه (زمان) $\leftarrow$ initial condition شرایط مرزی (مکان و عدد) $\leftarrow$ boundary condition



$$\frac{2l}{3} \leq x \leq \frac{2l}{3} \quad \frac{M}{EI} = \frac{w_0 l}{3EI} x \quad \frac{M}{EI} = \frac{w_0 l}{3EI} x$$

$$\theta = \frac{1}{EI} \left(\frac{w_0 l}{3} \frac{x^2}{2} + -\frac{w_0}{2} \frac{(x-2l/3)^3}{3} \right) + \theta'$$

$$\theta = \frac{1}{EI} \left(\frac{w_0 l}{3} \frac{x^2}{2} \right) + \theta_0$$

این حالت آغوش ششم $\theta = 0$ است. این بارالاستیک شرایط مرزی در این جا $\theta = 0$ و $y = 0$

پس برای ما کافی است طالع می کند که ضریب بادیه همین است. توی شکل می بینیم!

« انجاة في الصدق » بدت ماشه در خات در دست و در ستاره و لاستیک است. جلدی ماه
 ۱۰ ایم سده اسلحه خلافت ثابت به. طوطی مان لا عوض کرده اند که این حرف می خندیم.

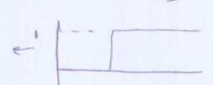
حالا بدست آوردن در مثال قبلی (حالی ۱) $y = \frac{1}{EI} \left(\frac{\omega c l}{3} \frac{x^3}{6} \right) + \theta_0 x + y_0$

و در این صورت هم که اینطور $y = \frac{1}{EI} \left(\frac{\omega c l}{3} \frac{x^3}{6} - \frac{\omega c}{2} \left(\frac{(x-2l/3)^4}{12} \right) \right) + \theta_0 x + y_0$

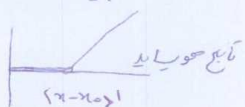
اولی در نقطه $x = 2l/3$ (نقطه بار) $x = 2l/3$ برابر

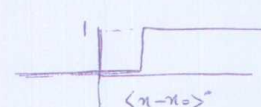
در $x = 2l/3$ ضریب را در و تغییر حال میسر است. وقتی حالتی می بینیم این جا به $\theta = 0$ می شود.

هو باید سری تابع singular لا تعریف کرده است هر چند ~~unit step function~~ ها هستند.
 در گلی می بیند به پیدا کردن جواب برابر کرد.

unit step function 

$$\langle x - x_0 \rangle^n = \begin{cases} (x - x_0)^n & x > x_0 \\ 0 & x < x_0 \end{cases}$$

تابع هو باید 

$$\langle x - x_0 \rangle^n = \begin{cases} 1 & x \geq x_0 \\ 0 & x < x_0 \end{cases}$$


حین تابع ما $\frac{d}{dx} \langle x - x_0 \rangle^n = \frac{n}{x} \langle x - x_0 \rangle^{n-1}$

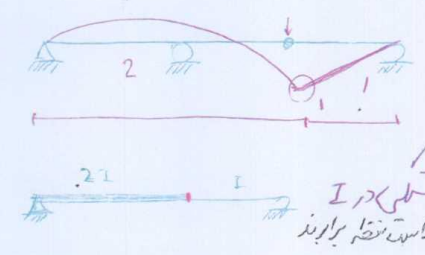
چشم بندی $\frac{M}{EI} = \frac{1}{EI} \left(\frac{\omega c l}{3} x - \frac{\omega c}{2} \langle x - \frac{2l}{3} \rangle^2 \right)$

استاد از تابع هو باید $\theta = \frac{1}{EI} \left(\frac{\omega c l}{6} x^2 - \frac{\omega c}{6} \langle x - \frac{2l}{3} \rangle^3 \right) + \theta_0$

دایره و آن است $y = \frac{1}{EI} \left(\frac{\omega c l}{18} x^3 - \frac{\omega c}{24} \langle x - \frac{2l}{3} \rangle^4 \right) + y_0$

لکه حاد مورد استرال مضاعف

حاصل چهارشنبه ۱۸، ۱۷، ۱۶



۴ تا ثابت باید پیدا کنیم. یعنی تو کنیم در این جا برای
 ط تابع داخل بر تابع نویسیم. (عدک پوستر)
 ۱) عدک پوستر در
 ۲) عدک پوستر در I
 و در ۷ جبهه و است نقطه برابرند

۵/



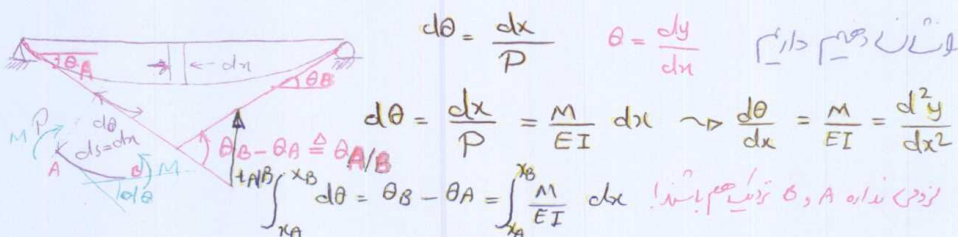
$$w(x) = w_0 - \left\langle x - l/2 \right\rangle w_0$$

$$\frac{M}{EI} = \frac{d^2y}{dx^2} \rightarrow \text{Elastic load} = \frac{M}{EI}$$

Moment Area Method

روش تگر سطح

پیرامون محاسبه بارگذاری بر تغییر سطحی پیدا می کنند اگر به تدریج سطح را بگیریم \$dx\$ و آن \$d\theta\$



از ضربی لایه \$B\$ به \$A\$ می رویم \$(\theta_B/A)\$ سطح زیرین بار الاستیک از نقطه \$A\$ تا \$B\$

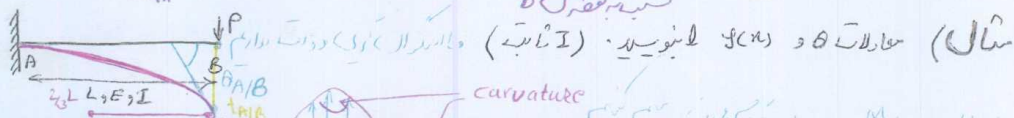
قانون اول تگر سطح: اختلاف ضربی لایه \$B\$ نسبت به \$A\$ برابر است با سطح زیرین بار

$$\theta_B - \theta_A = \theta_{A/B} = \int_{x_A}^{x_B} \frac{M}{EI} dx$$

$$t_{A/B} = \int_{x_A}^{x_B} (x_B - x) d\theta = (x_B - x) \frac{M}{EI} dx$$

$$t_{A/B} = \int_{x_A}^{x_B} (x_B - x) \frac{M}{EI} dx$$

$$t_{A/B} = \int_{x_A}^{x_B} (x_B - x) \frac{M}{EI} dx$$



$$\theta_A = 0, \theta_B = ? \quad \delta_A = 0, \delta_B = ?$$

$$\theta_{A/B} = \theta_B - \theta_A = -\frac{PL}{EI} \cdot \frac{L}{2} = -\frac{PL^2}{2EI} \rightarrow \theta_B = -\frac{PL^2}{2EI}$$

$$t_{A/B} = -\frac{PL^2}{2EI} \left(\frac{2L}{3} \right) = -\frac{PL^3}{3EI} = \delta_B \rightarrow \delta_B = -\frac{PL^3}{3EI}$$

در دایره هندسی این جوری عمل می کنند سوارش (تدریجاً) و از این جایی که میزنند و حرکتش را از فلش شما

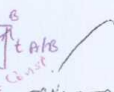
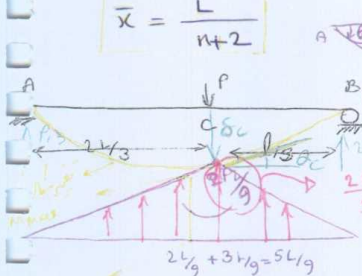


$$A = \frac{PL}{n+1}$$

$$\bar{x} = \frac{L}{n+2}$$

(الگوی بارهای A: محاسبه بر مبنای بار)

محاسبه بر مبنای بار از هر سمتی که



مثال (۱) دایره‌های همان ← دایره‌های بارهای استیک لایحه‌های



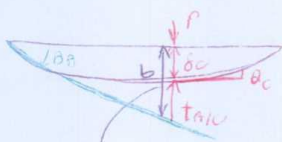
delta_C و delta_C و delta_A

$$\theta_{A/C} = \theta_C - \theta_A = \gamma \quad \text{آنها: } \frac{-t_{A/B}}{L} = \theta_A$$

$$\theta_A = \frac{-t_{A/B}}{L} \Rightarrow t_{A/B} = \frac{2PL}{9EI} \left(\frac{L}{3} \times \frac{5L}{9} \right) + \frac{2PL}{9EI} \left(\frac{L}{6} \times \frac{2L}{9} \right) = \frac{4}{81} \frac{PL^3}{EI}$$

$$\theta_A = \frac{-4}{81} \frac{PL^2}{EI} \quad \theta_C = \theta_{A/C} + \theta_A \quad ; \quad \theta_{A/C} = \frac{2PL}{9EI} \cdot \frac{L}{3} = \frac{2PL^2}{27EI}$$

$$\rightarrow \theta_C = \frac{6PL^2}{81EI} - \frac{4PL^2}{81EI} = \frac{2PL^2}{81EI}$$



حالا delta_C و delta_C و delta_A محاسبه کنیم؟ delta_C را چه جایی بدست می‌آوریم؟

$$t_{A/C} = \frac{2PL}{9EI} \times \frac{L}{3} \times \frac{2L}{9} = \frac{4PL^3}{243EI}$$

$$\theta_A \cdot \frac{2L}{3} = \frac{4PL^2}{81EI} \cdot \frac{2L}{3} = \frac{8PL^3}{243EI} \quad \delta_C = \left| \frac{8PL^3}{243EI} - \frac{4PL^3}{243EI} \right| = \frac{4PL^3}{243EI}$$

(۱) دایره‌های همان ← دایره‌های بارهای استیک لایحه‌های

(۲) شکل تغییر مکان را در رسم می‌کنیم

(۳) روابط مورد نیاز را بدست می‌آوریم (محدود)

آخری که delta_max و x_max بدست می‌آوریم چه جایی که؟ (۱) بدست می‌آوریم C است یا راست C است یا چپ

$$\delta_{x_{max}} = 0 \quad \theta_{A/C_{max}} = \theta_{C_{max}} - \theta_A \quad \leftarrow \text{به محاسبه بدست می‌آید} \quad \delta_{x_{max}} \checkmark$$

$$\frac{x_{max}}{2L/3} = \frac{M_{max}}{\frac{2PL}{9EI}} \quad \rightarrow \quad M_{max} = f(x_{max}) \checkmark$$

(۱) نسبت به جایی که بارها را رسم و تغییر مکان را در رسم می‌آوریم.

(۲) delta_max و x_max (در صورتی که نسبت به جایی که بارها را رسم می‌آوریم).

اوشے آبرو دوج

$$\frac{d^2 M}{dx^2} = w$$

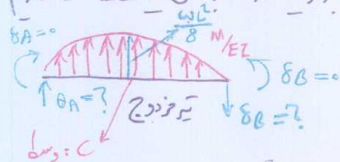
$$m = \int v dx = \iint w c b dx$$

حقیقت است -

کوش در مزدوج = ضرب بلاویہ بر عصبی

باران سنگ. روسی تری که شعله خروزی بر فرا ارض میگذرد. ضرب زووم در ابتدای هر ~~ساز~~ سازم

سب سے پہلے یہ یقین رکھنا ہے کہ یہ نیا کام کون سے شعبہ یا ادارہ کرے گا۔



$$\sum M_B = 0 \rightarrow L\theta A + \frac{2}{3} \frac{\omega L^2}{EI} \times L \times \frac{L}{2} = 0$$

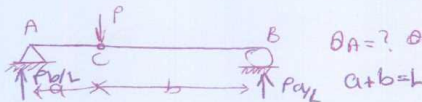
$$\rightarrow \theta_A = \frac{-wL^3}{24EI}$$

$$\theta_B = \frac{\omega L^3}{24EI}$$

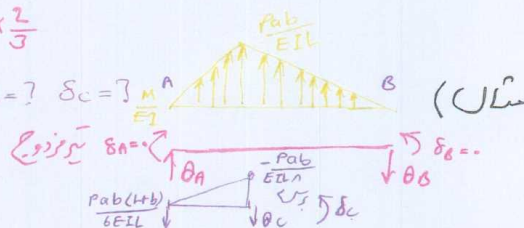
$$\sum F_y = 0 \rightarrow \frac{-\omega L^3}{24EI} + \frac{\omega L^2}{8EI} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{2}{3} - \theta_c = 0 \rightarrow \underline{\underline{\theta_c = 0}}$$

$$\sum M_C = 0$$

$$\delta_C = \frac{\omega L^2}{8EI} \times \frac{L}{2} \times \frac{2}{3}$$

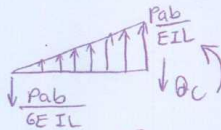


$$\theta_A = ? \quad \theta_B = ? \quad \theta_C = ? \quad \delta_C = ?$$



$$\sum M_B = 0 \rightarrow L \cdot A + \frac{P_{ab}}{EIL} \times \frac{a}{2} \times \left(b + \frac{a}{3} \right) + \frac{P_{ab}}{EIL} \times \frac{b}{2} \times \left(\frac{2}{3}a \right) = 0 \rightarrow \theta A = \frac{-P_{ab}(L+b)}{6EIL}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow \theta_A + \frac{Pab}{EI L} \frac{L}{2} - \theta_B = 0 \rightarrow \theta_B = \frac{Pab(L+a)}{6EI L}$$



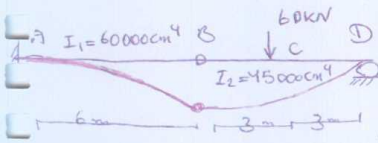
$$\sum F_y = 0 \rightarrow \frac{Pab(L+b)}{6EI} + \theta_C - \frac{Pab}{EI} \frac{a}{2} = 0 \rightarrow \theta_C = -\frac{Pab(b-a)}{3EI}$$

$$\sum M_C = 0 \rightarrow \delta_C + \frac{Pab(L+b)}{6EI} a - \frac{Pab}{EI} \frac{a}{2} \frac{a}{3} = 0 \rightarrow \delta_C = -\frac{Pa^2b^2}{3EI} \downarrow$$

زمانی که تیر خوردگی نسبت به یک سطح یا برای حل تیر می‌توانیم به هم گسیل و معادلاتش را بدست آوریم.
استدلال تیری هم نداریم که طرفین خیلی سریعتر پیش می‌رود.



تیر خورده سطح را می‌زنیم یا نه.



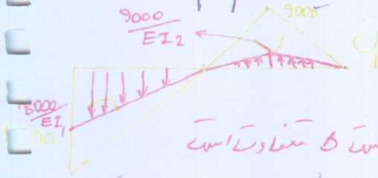
$$\theta_B^+ = \theta_B^- = \theta_B \quad \delta_B^+ = \delta_B^- = \delta_B$$

$$E = 20000 \text{ KN/cm}^2$$

سوال

سازه معین است یا نیست. اگر معین است، از معین بودن آن استفاده کنید.

معین است. همان در این نظر خواست. می‌توانیم شکل طیفی را هم این‌طور رسم کنیم.



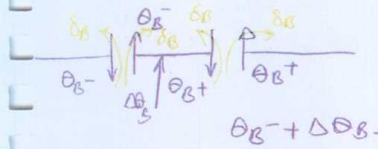
$$\delta_A = 0 \quad \delta_D = 0$$

$$\theta_A = 0 \quad \theta_D = 0$$

$\Delta\theta_B$ می‌داریم چون به خاطر بار در میان بخش در تیر خورده و همان در چپ و راست می‌تواند باشد.

چون باید $\Delta\theta_B$ بگذاریم. اگر بگذاریم، شکل این است که در وسط خورده می‌شود. می‌توانیم در این نقطه را مشخص کنیم.

آزمون میانگین گرم سازه (I) ۸۹، ۲، ۲۳ (۲۳ اردیبهشت به پنجشنبه)



δ_B به دو طرف است. تغییر شکل می‌دهد و لاستیک را می‌زنیم.

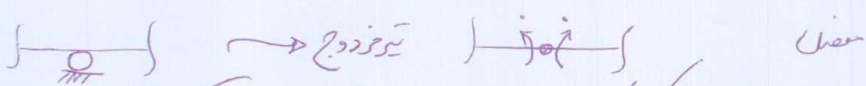
$$\theta_B^- + \Delta\theta_B - \theta_B^+ = 0 \rightarrow \Delta\theta_B = \theta_B^+ - \theta_B^-$$

تیر خورده یا نه (تک‌محور یا شش‌محور) به جای که معین شکل می‌دهیم.

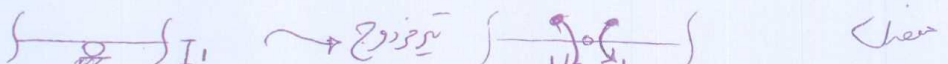
ضرب در دو طرف چپ و راست برای نشان تغییر شکل ها ساده نیست. شکل: تک‌محور یا شش‌محور.

$$\delta_B^- - \Delta\delta - \delta_B^+ = 0 \rightarrow \Delta\delta = \delta_B^- - \delta_B^+$$

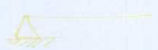
به جای دیگر. اگر به هم چنین کنیم، می‌توانیم (در داخل نه در خارج) می‌توانیم شکل می‌دهیم؟



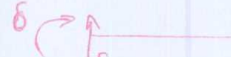
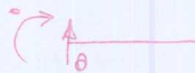
اگر همان مسئله به نسبت کنیم، خاص داشته باشیم این شکل مدتی می‌ماند.



19



تیر خردوج



θ_A = نسبت گشتاور به جرم

با داشتن اصل کلی

(1) تیر خردوج - کشش خردوج

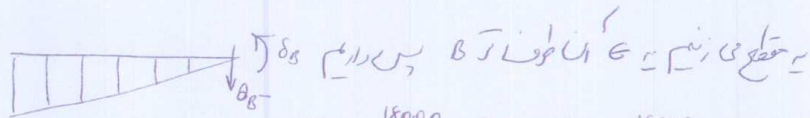
(2) تیر خردوج - تان در خردوج

این حالت را می توانیم به صورتی دیگر

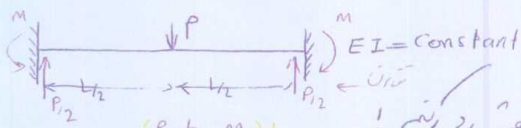
اگرچه حل سؤال: $\sum M_B = 0 \rightarrow \frac{18000}{EI_1} \times 300 \times 400 + \frac{9000}{EI_2} \times 300 \times 300 - 600 \times \theta_D = 0$

$\theta_D = 0$

(در صورتی که درستی دارد)



$\theta_B = \frac{18000}{EI_1} \times 300 \quad \theta_B = -\frac{18000}{EI_1} \times 300 \times 400$



سؤال: تان حاله در این!

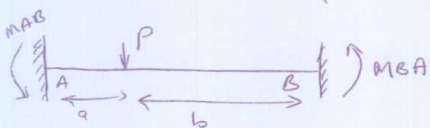
"قبل از عالی بودن متغیر باشد" خواص می بینم!



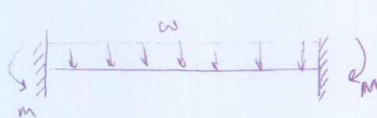
برای حل این مسئله، برای رسم تان، مقدار به هم وصل داریم:

$\sum F_y = 0 \rightarrow M = \frac{PL}{8} \quad \frac{PL}{4} - M = M \rightarrow M = \frac{PL}{8}$

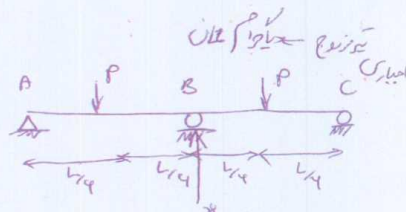
برای حل این مسئله، برای رسم تان، مقدار به هم وصل داریم (نیاز به سؤال ندارد)

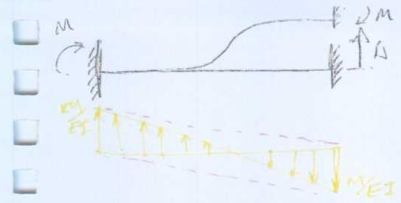


حل سؤال: $M_{AB} = \frac{Pa^2b^2}{L^2} \quad M_{BA} = -\frac{Pa^2b^2}{L^2}$



$M = \frac{wL^2}{12}$

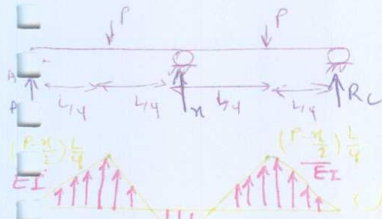




تیر زوج Δ

$$\sum M_B = 0 \quad \Delta = \frac{M}{EI} \left(\frac{L}{2} \cdot \frac{L}{3} - \frac{L}{2} \cdot \frac{L}{3} \right) = \frac{ML^2}{6EI}$$

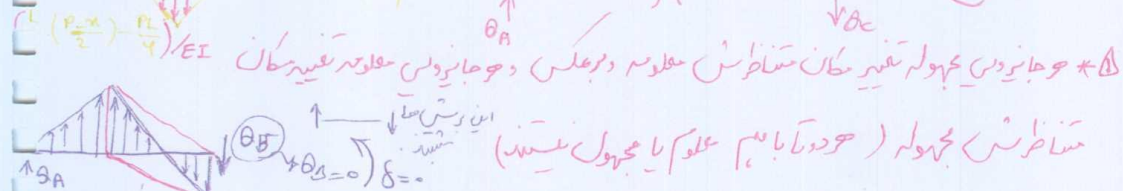
$$M = \frac{6EI}{L^2} \Delta$$



سؤال

$$R_A = R_C \quad 2R_A + \chi = 2P \Rightarrow \chi = 2P - 2R_A$$

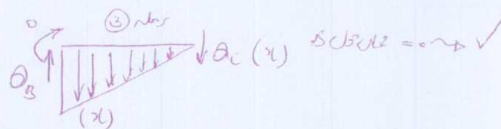
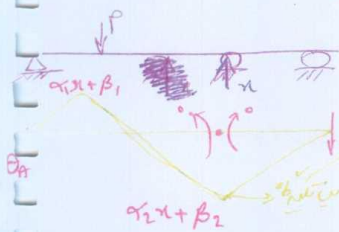
$$\text{or } R_A = P - \frac{\chi}{2}$$



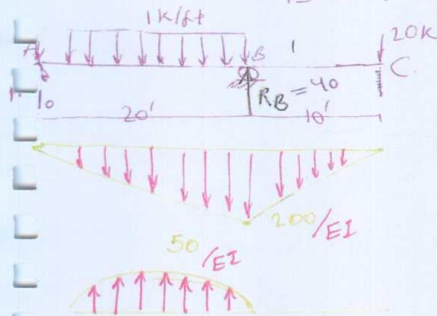
مستطین مجهول (محدود با هم معلوم یا مجهول نیستند)

در این تیر $\theta_B^+ = \theta_B^- = \theta_B$ (در حالت تعادل) در این تیر $\theta_B^+ = \theta_B^- = \theta_B$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow \left(P - \frac{\chi}{2} \right) \frac{L}{4} \times \frac{L}{4} \times \frac{L}{4} - \left[\left(P - \frac{\chi}{2} \right) \frac{L}{2} - \frac{PL}{4} \right] \times \frac{L}{8} \times \frac{5L}{12} = 0 \rightarrow \chi = P$$



θ در جزو شرایط داخلی نیست؛ جزو شرایط مرزی نیست (پس) مجهول با هم معلوم یا مجهول نیستند



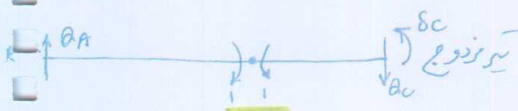
سؤال

$$E = 30,000 \text{ ksi} \quad I = 864 \text{ in}^4 \quad \Delta_B = 1 \text{ in}$$

خواسته ها: $\theta_C = ?$ $\delta_C = ?$ $\theta_C = ?$ $\delta_C = ?$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow 1 \times 20 \times 10 + 20 \times 30 - 20 R_B = 0 \rightarrow R_B = 40$$

رایجاً مغان لا مقصد مقصد می کشیم! (این سادگی اند)



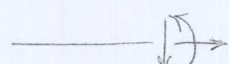
$\theta_B = \frac{1}{240} + \frac{1000}{EI}$
 $AB: \sum M_A = 0 \rightarrow \frac{-50}{EI} \left(\frac{2}{3} \times 20 \right) \times 10 + \frac{200}{EI} \left(10 \times \frac{40}{3} \right) + 1 + 2.0 \theta_B = 0$

$EI = 30000 \frac{k}{in^2} \times 864 in^4 \times \left(\frac{1 ft}{12 in} \right)^2 = \frac{30000 \times 864}{144} = 180000 k \cdot ft^2$

$\rightarrow \theta_B = 0.00972 \text{ Rad} \quad \sum F_y \quad Q_C = -0.01528 \text{ Rad} \quad \delta_C = -0.217 ft \downarrow$

۱- از روش تیر خرد درج تمام مسائل قابل حل اند.

۲- به مطلب قبلی حالب ($M+R=2N$ ← معادلات استاتیکی برای معین استاتیکی یا از معین استاتیکی برای معین استاتیکی)
 اثبات حاصل از یکبار نیم معین اند یا غیر معین. روشی خواهم گفت قابل گسترش است. حتماً به روش اول

مان برش (در یک محور) در ده. 
 قاب است (چون است) ← به معنای

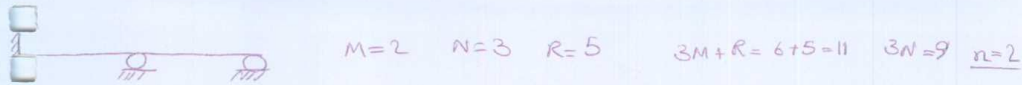
گزینه آخری بود ← ۲ معادله چون که همان خردشان صورت می گیرد.

تیر معین $R=3 \quad M=4 \rightarrow R+3M=6 \quad N=2 \rightarrow 3N=6$
 تیر معین $N=3 \quad M=2 \quad R=3 \rightarrow 3M+R=9=3N$

حوض خرد یا بر خرد کل می اند چه در صفحه در فضا پس برای خرد یا فضایی برای حوض خرد یا بر خرد کل
 بیشتر داریم R = مجهولات گنجه حاضر $M+R$ = معادلات $3N$ → N مجهولات
 (ماحصله) برای دو معین $3N=M+R$ معین $3N=M+R$: خرد یا فضایی

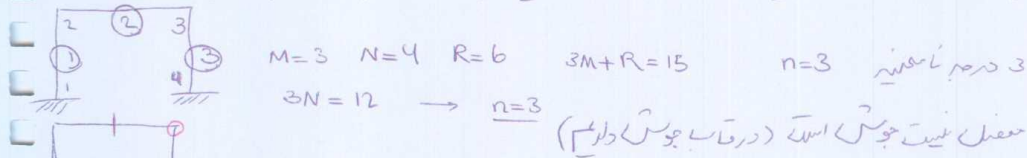
$3M+R=3 \times 2 + 4 = 10 \quad N=3 \rightarrow 3N=9 \quad n=1$

خرد یا فضایی لازم توانیم بگیریم؟ خیر. اگر R_1 بگیریم از مجموع خرد هار (تو) مساوی صفر
 درج می آید پس به محو می لایه Δ بگیریم که اگر حذف کنیم سازه نامدار است. یا اگر Δ
 بگیریم سازه اک سوز معین. درجه نامعین: اون حال حذف کنی ← سازه نامدار یا سازه معین
 پدیدار

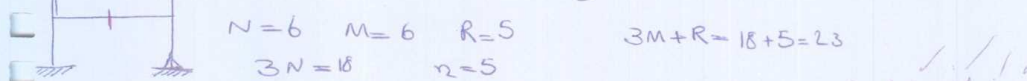


2 درجه نامعین دارد. اگر چنانچه بدوین؟ روتا کنیم که به دوین داریم سوزنی شمعین

(دراپیدار) ← 2 درجه نامعین سازه حول! این را به نظر بیاور و به دوین هم ملاحظه!

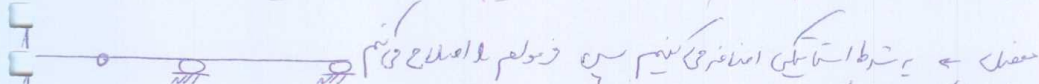


معین نیست چون است (در قیاس جوش داریم)

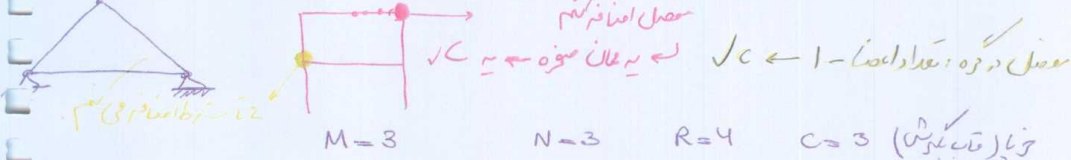


و از این دو معادله قطع کنیم چون کدام از سازه ها باید از دوین اند ← تا آنجهول حذف کرده ایم

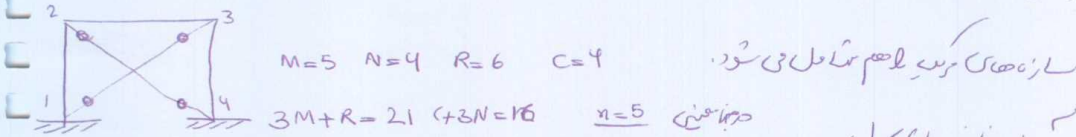
اگر به هم اضافه کرده ایم ← پس 5 تا جهول داریم ← 5 درجه نامعین



معین ← به شرط استاتیکی استاتیکی کنیم پس فرموله را اصلاح کنیم
 (شرایط را خودمان استاتیکی کنیم) Condition
 کمتر ← تا پایدار

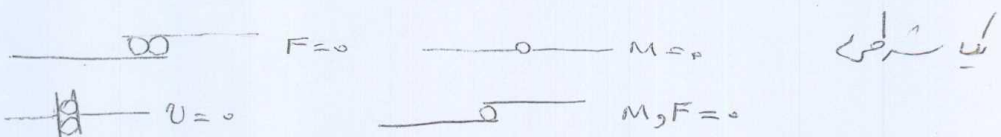


فرمان یکبار به دوین و سازه ها ← $n=1$ ✓

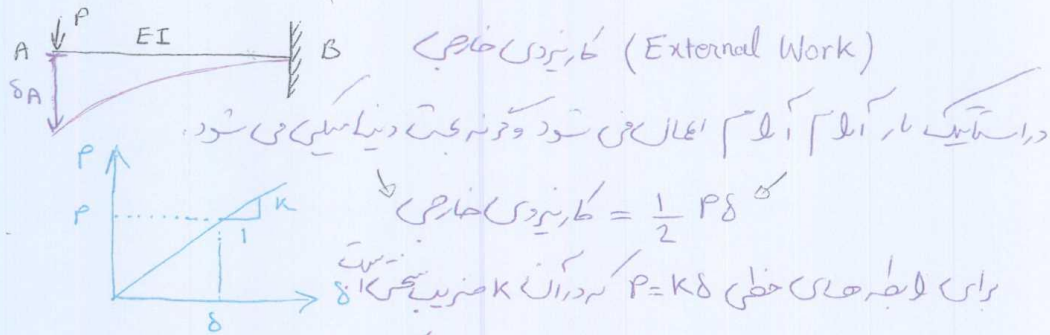
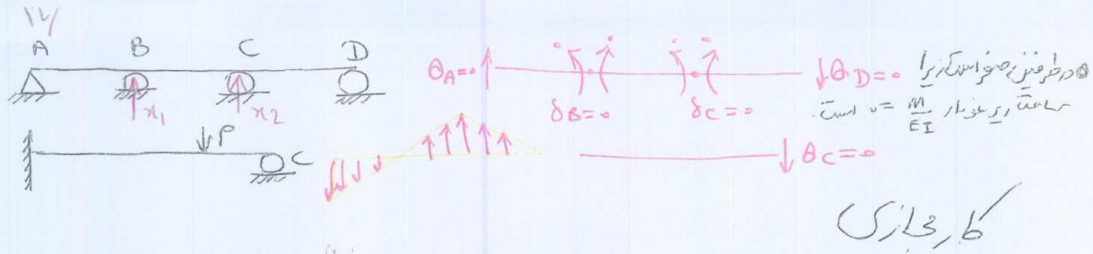


سازه ها که به هم متصل می شود.

که اگر از آن دردی!



(بسیار مهم) * تیر مزدوج بر روی تیرهای معین و نامعین به طریقی برود.



این کار در سه صورت بیان می شود: ذخیره می شود، در دو نقطه داخلی نیز به صورت

Internal Work = $\frac{1}{2} \int_0^l M(x) d\theta$ → (میان مثلث کار انجام می شود)

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M(x)}{EI} = \frac{d}{dx} \left(\frac{dy}{dx} \right) = \frac{d\theta}{dx} \rightarrow d\theta = \frac{M(x)}{EI} dx$$

$$\text{Internal work} = \frac{1}{2} \int_0^l \frac{M^2(x)}{EI} dx \quad M(x) = -Px \rightarrow = \frac{1}{2} \int_0^l \frac{P^2 x^2}{EI} dx = \frac{P^2}{2EI} \frac{l^3}{3}$$

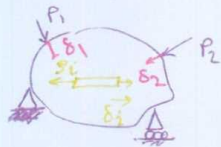
$$\text{Internal work} = \text{External work} \rightarrow \frac{P \delta_A}{2} = \frac{P^2}{2EI} \frac{l^3}{3} \rightarrow \delta_A = \frac{Pl^3}{3EI}$$

$$\text{External work} = \frac{1}{2} P \delta \quad \text{Internal work} = \frac{1}{2} \int_0^l \frac{M(x)}{EI} dx$$

* در تیرها بیشترین انرژی به صورت **خارجی** و در **خوابگاه** به صورت **ذخیره می شود**

$$W_I = \frac{1}{2} \int M(x) dx$$

روش به کار رفته تنها برای یک بار اعمال شده و برای ده ها بار نیز به کار می رود

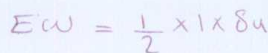


$$EW = \frac{1}{2} P_1 \delta_1 + \frac{1}{2} P_2 \delta_2$$

معموداً داخلی فرض می شود

$$IW = \sum \frac{1}{2} s_i \delta_i$$

$$IW = \frac{1}{2} \int \frac{M^2}{EI} dx$$



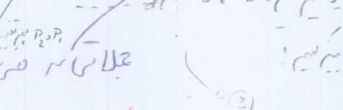
$$I\omega = \sum \frac{1}{2} \omega_i \delta u_i$$

سیرتہ کی داخلہ اس وقت

(دوسری)

$$EW = \frac{1}{2} \times 1 \times \delta + \frac{1}{2} \times 19 \delta_1 + \frac{1}{2} \times 19 \delta_2 + 1 \times \delta$$

$$I\omega = \sum \frac{1}{2} u_i \delta u_i + \sum \frac{1}{2} s_i \delta s_i + \sum u_i \delta i$$



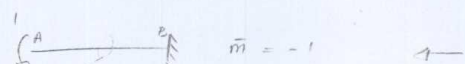
P_1, P_2, P_3 are the three points on the line.

از: ...

$\sum_i \bar{u}_i \times \delta_i = \sum_i \bar{u}_i \delta_i$

P_2, P_1 etc

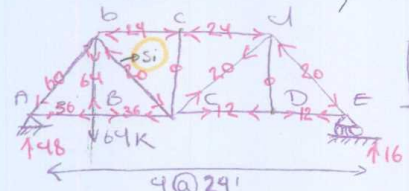
در بعضی از خوده شده و در طی سازه غرافیه.



$$I_{\text{ext}} = \int_0^L \bar{m} \frac{L}{\bar{E}} dx$$

$$\rightarrow \theta_p = \int_0^L - \left(\frac{P x}{EI} \right) dx = \frac{PL^2}{2EI}$$

Truss Deflection



find ΔB_V ?
 vertical $L(ft) = 1 - E = 30000 \text{ k/in}^2$
 $A(in)^2 = 32$
 $\Delta B = ? \downarrow$

$$\Delta B = \sum \frac{u_i \Delta L_i}{E A_i} = \frac{1}{E} \sum \frac{u_i L_i}{A_i}$$

where $u_i = \frac{\Delta B}{L_i}$ for vertical members and $u_i = \frac{\Delta B}{L_i} \cos \theta$ for diagonal members.

$$\Delta B = \frac{1}{E} \sum \frac{u_i L_i}{A_i} = \frac{1}{E} \sum \frac{(\Delta B / L_i) L_i}{A_i} = \frac{\Delta B}{E} \sum \frac{L_i}{A_i}$$

$$\Delta B = \frac{1}{E} \sum \frac{L_i}{A_i} = \frac{202}{E} = 0.00673 \text{ ft}$$

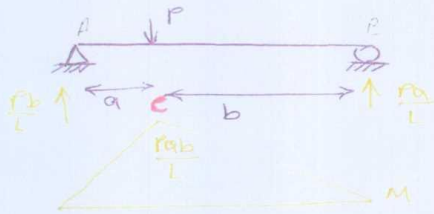
for horizontal deflection ΔB_H :
 $\Delta B_H = \frac{1}{E} \sum \frac{u_i L_i}{A_i} = \frac{1}{E} \sum \frac{(\Delta B_H / L_i) L_i}{A_i} = \frac{\Delta B_H}{E} \sum \frac{L_i}{A_i}$

for rotation θ :
 $\theta = \frac{\Delta C - \Delta B}{24} = \frac{80}{24E} = \frac{1}{4000} \text{ rad}$

for deflection ΔB_V with temperature change:
 $\Delta B_V = \sum \frac{u_i \Delta L_i}{E A_i} + \alpha \Delta T \sum L_i$

for deflection ΔA under a distributed load:
 $\Delta A = \int_0^L \frac{m(x)}{EI} dx = \frac{wL^4}{8EI}$

$$\theta_A = ? \quad \Delta C = \int_0^L (-1) \frac{w x^2}{2EI} dx = \frac{w}{2EI} \int_0^L x^2 dx = \frac{w L^3}{6EI}$$

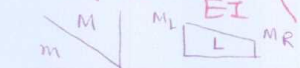


$$a+b=L \quad \theta_A = ? \quad \theta_C = ? \quad \Delta C = ?$$

$$P \Delta C = \int_0^L \frac{M m}{EI} dx$$

$$\Delta C = \int_0^L \frac{M m}{EI} dx = \frac{1}{EI} \int_0^L m M dx$$

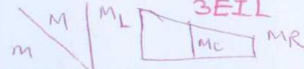
$$\rightarrow \Delta C = \frac{1}{EI} \left(\int_0^a m M dx + \int_a^L m M dx \right)$$



$$\frac{L}{6} (2m_L M_L + 2m_R M_R + m_L M_R + m_R M_L) = \int_0^L m M dx$$

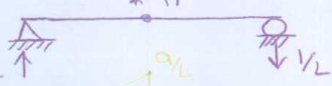
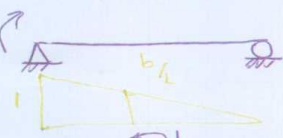
$$EI \Delta C = \frac{a}{6} \left[2 \frac{P a^2 b^2}{L^2} \right] + \frac{b}{6} \left[2 \frac{P a^2 b^2}{L^2} \right] = \frac{P a^2 b^2}{3L^2} (a+b) = \frac{P a^2 b^2}{3L}$$

$$\rightarrow \Delta C = \frac{P a^2 b^2}{3EIL}$$



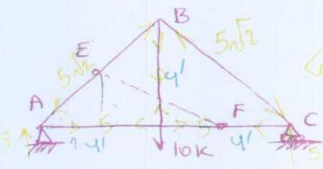
$$\frac{L}{6} [m_L (2M_C + M_L) + m_R (2M_C + M_R)]$$

$$EI \theta_A = \int m \frac{M}{EI} dx = \frac{a}{6} \left[2 \times \frac{b}{L} \times \frac{P a b}{L} + \frac{P a b}{L} \right] + \frac{b}{6} \left[2 \times \frac{b}{L} \times \frac{P a b}{L} \right]$$



$$EI \Delta C = \frac{a}{6} \left[2 \times \frac{a}{L} \times \frac{P a b}{L} \right] - \frac{b}{6} \left[2 \times \frac{b}{L} \times \frac{P a b}{L} \right] = \frac{P a b}{3L^2} [a^2 - b^2] = \frac{P a b (a-b)}{3L}$$

$$\begin{cases} \text{if } a < b \rightarrow \Delta C < 0 \\ \text{if } a > b \rightarrow \Delta C > 0 \end{cases}$$



(استعاره) دو نقطه E و F نسبت به هم حرکت

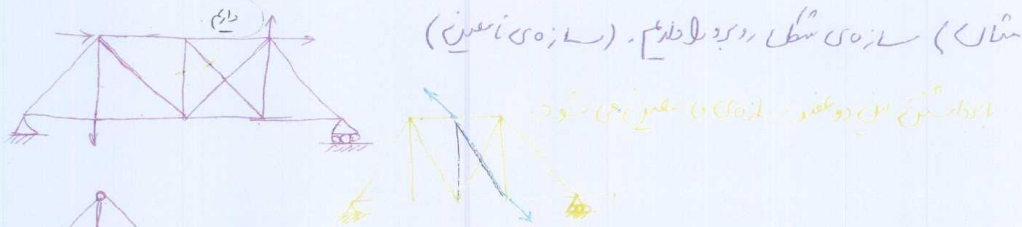
$$\Delta EF = ? \quad EA = 30000K$$

177

$$\delta_{EF} = \sum u_i \frac{s_i l_i}{EA} = \frac{1}{EA} \left(\sum u_i s_i l_i \right) = \frac{1}{EA} \left((-0.447)(-5\sqrt{2})(2\sqrt{2}) + (0.158)(-5\sqrt{2})(2\sqrt{2}) + \dots \right)$$

$$= \frac{1}{EA} (26.82) = \frac{26.82}{30000} \times 12 = 0.0111 \text{ (در جهت مثبت)}$$

چون در این عضو نیروی قائم عمود بر طول عضو است پس باید آن نیرو را در جهت عمود بر طول عضو ضرب کنیم.



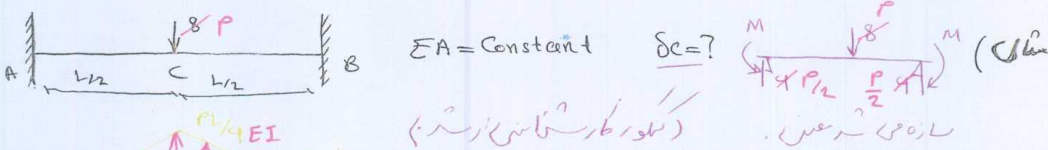
$$N=4 \quad M=5 \quad R=3 \quad M+R=8 \quad 2N=8$$

$$N=6 \quad M=9 \quad R=3 \quad M+R=9+3=12 \quad 2N=12$$

* نیروی قائم در محاصل کار انجام می‌دهد اما در جهت اعضا کار انجام نمی‌دهد پس می‌توانیم به

محاصل آن نیروی افقی که آن کار انجام می‌دهد.

+ در سازه‌های ناعین به سبب اعضا لا محض می‌کنیم و به سبب لوله‌های حلقه‌ای کنیم تا سازه‌ها را عین شود به تغییر طول عضو حذف شده و از روش شکل قبلی بدست می‌آوریم.

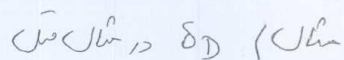


توضیح این لحاظ شد که در این سازه نیروی عمودی است.

$$\bar{u} \times \Delta = \sum \bar{u} \frac{SL}{EA}$$

$$\bar{u} \times \delta_c = \int \frac{M}{EI} dx \rightarrow P \times \delta_c = \int \frac{M^2}{EI} dx = 4 \times \frac{L/4}{6} \left[2 \left(\frac{PL}{8} \right)^2 \right] = \frac{PL^3}{8 \times 2 \times EI}$$

$$\delta_c = \frac{PL^3}{16 \times EI}$$



* تقریباً ۱۳ سال قبل (۱۳۸۵) در تهران متولد شدم، پدرم (مهندس) و مادرم (معلم) هستند. من و برادرم (۱۳ ساله) در تهران زندگی می‌کنیم. من و برادرم در تهران متولد شدیم و در تهران بزرگ شدیم. من و برادرم در تهران زندگی می‌کنیم. من و برادرم در تهران زندگی می‌کنیم.

9. $d\theta = 0$

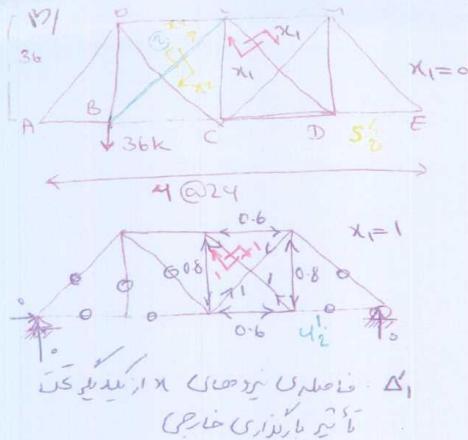
The diagram shows a horizontal beam of total length $2L$. A hinge is located at the left end. A vertical load P is applied downwards at a distance a from the hinge. A roller support is located at the right end, which is at a distance $2L$ from the hinge. The distance from the roller support to the point of application of the load is b . The beam is divided into two segments: one of length a from the hinge to the load, and another of length b from the load to the roller support.

$$RA = \frac{b}{L} \checkmark$$



$$\delta_B R_B + \delta_B M_B = \int \frac{m}{EI} M(x) dx$$





مثال (تک درجه ای) (n=1)

معمولی که حذف می شود از معین و بیابانده!

x1=0 → primary structure اولیه

تغییر مکان در لحاظ x1 از اولیه تحت تأثیر بار خارجی Δ1

$$\Delta_1 = \sum_{i=1}^M u_i \frac{S_i L_i}{E_i A_i} \quad \text{primary structure اولیه}$$

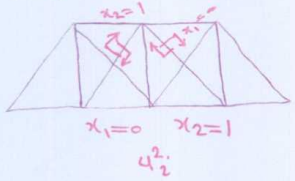
$$\Delta_1 = \sum_{i=1}^M u_i \frac{S_i L_i}{E_i A_i} \quad \text{تغییر مکان در لحاظ x1 تحت اثر بار واحد}$$

$$\Delta_1 = \sum_{i=1}^M u_i \frac{S_i L_i}{E_i A_i} \quad \text{تغییر مکان در لحاظ x1 تحت اثر بار واحد}$$

Consistent Displacement Method روش تغییر مکان سازگار

2) از معادلات الاستیک لازم داریم. از معادلات باید با حذف نیرو و عضو مورد معین و بیابانده.

مثلاً با حذفش با حذف می کنیم. 1) x1=x2=0 2) x1=0 x2=1 3) x1=1 x2=0



$$\begin{cases} \delta_{11} x_1 + \delta_{12} x_2 + \Delta_1 = \Delta_1 \\ \delta_{21} x_1 + \delta_{22} x_2 + \Delta_2 = \Delta_2 \end{cases}$$

Δi = تغییر مکان در لحاظ از اولیه تغییر مکان زیر اثر ازاس نیروی

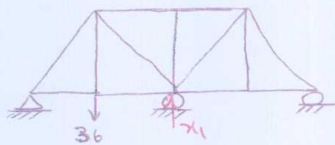
$$\Delta_1 = \sum (u_i^2) \left(\frac{L}{EA} \right)_i \quad \text{displacement @ D.O.F. i due to unit load}$$

$$\Delta_{22} = \sum u_i^2 \left(\frac{u_i^2 L}{EA} \right)$$

$$\Delta_{12} = \Delta_{21} = \sum u_i u_j^2 \left(\frac{L}{EA} \right)_i \quad \sum_i \delta_{ji} x_i + \Delta_j = \Delta_j \quad j=1, n$$

$$\delta_{ij} = \delta_{ji}$$

معادله الاستیک



$$\delta u(x_1) + \delta u_1 = \Delta_1 = 0$$

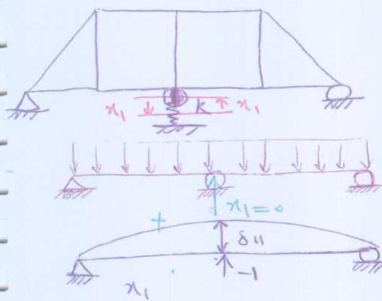
(شکل)

اگر تغییرات کوچک در بارها داشته باشیم

$$\delta u(x_1) + \delta u_1 = \Delta_1 = 0$$

$\Delta_1 =$ تغییر طول ناشی از تغییر دما

اگر عضو انتخاب شده تغییر دما داشته باشد



$$\Delta_1 = -\frac{x_1}{k}$$

(شکل)



$$\delta u_1 + \delta u(x_1) = \Delta_1 = 0$$

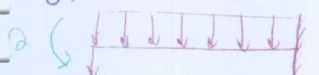
استخوان میان رزم فولاد ۱۰ درصدیست

تغییرات کوچک در بارها داشته باشیم (بر حالت دینامیک بارگذاری است)

Castigliano

$$\frac{\partial W}{\partial P} = \delta P$$

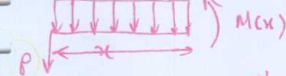
اگر انرژی سیستم را داشته باشیم انرژی داخلی



$$W(P, w, E, I) = ? \quad \frac{\partial W}{\partial P} = ?$$

$$W = \int_0^L \frac{1}{2} M(x) dx = \int_0^L \frac{1}{2} M(x) \left(\frac{M(x)}{EI} dx \right) = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{M^2(x)}{EI} dx = W$$

$$\frac{\partial W}{\partial P} = \frac{1}{2} \int_0^L 2 \frac{\partial M}{\partial P} \frac{M(x)}{EI} dx = \int_0^L \left(\frac{\partial M}{\partial P} \frac{M}{EI} \right) dx = \delta P = \frac{PL^2}{3EI}$$



$$M(x) = -Px - w \frac{x^2}{2}$$

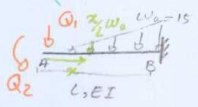
پلاستیک نداشته ایم

$$\delta P = \int_0^L (-x) \left(-\frac{Px + w \frac{x^2}{2}}{EI} \right) dx = \int_0^L x \frac{w \frac{x^2}{2}}{EI} dx$$

$$\rightarrow \delta P = \frac{w}{2EI} \int_0^L x^3 dx = \frac{wL^4}{8EI}$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = m$$

$$M(P, Q, w, x) \rightarrow \delta Q = \int_0^L \frac{\partial M}{\partial Q} \left(\frac{M}{EI} dx \right)$$

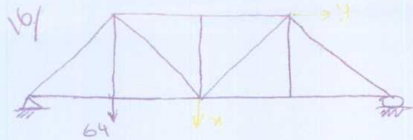


$L = 5m$
 $E = 20,000 \text{ kN/cm}^2$
 $I = 12,000 \text{ cm}^4$
Find $\delta A, \theta A$?

$$\delta A = \frac{\partial W}{\partial Q_1} = \int_0^L \frac{\partial M}{\partial Q_1} \frac{M}{EI} dx$$

$$\frac{\partial M}{\partial Q_1} = -x, \quad \frac{\partial M}{\partial Q_2} = -1$$

$$\delta H(x) = \dots$$

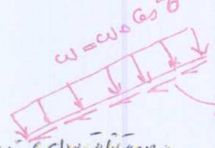
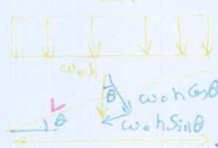


$$w = \sum_i \frac{1}{2} (S)_i \left(\frac{S L}{EA} \right)_i \quad \text{مثال}$$

$$\delta x = \frac{\partial w}{\partial x} \sum_i \frac{1}{2} x \frac{\partial S}{\partial x} \frac{\partial L}{EA}$$

حقیقت اینست که تغییرات طولی را می توان به صورت (دری) نوشت

* نیروی داخلی در ی=1 با 2 و تغییرات نیروها متغیر است



$$\frac{w_0 h \cos \theta}{L} = \frac{w_0 L \cos^2 \theta}{L} = w_0 \cos^2 \theta$$

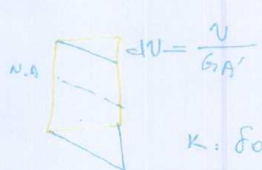
$$\frac{w_0 h \sin \theta}{L} = \frac{w_0 L \cos \theta \sin \theta}{L} = w_0 \sin \theta \cos \theta$$

$$\frac{\partial w}{\partial x} = \int_0^L \frac{\partial S}{\partial x} \left(\frac{S L}{EA} \right) dx = \frac{\partial S}{\partial x} \frac{S L}{EA}$$

$$w = \int_0^L \frac{M^2}{2EI} dx + \frac{1}{2} \int_0^L \frac{S^2}{EA} dx + \frac{1}{2} \int_0^L \frac{V^2}{GA'} dx + \frac{1}{2} \int_0^L \frac{T^2}{GJ} dx$$

این روابط را می توان به صورت زیر نوشت: $\frac{\partial w}{\partial P} = \int_0^L \frac{\partial M}{\partial P} \frac{M}{EI} dx + \int_0^L \frac{\partial S}{\partial P} \frac{S}{EA} dx + \int_0^L \frac{\partial V}{\partial P} \frac{V}{GA'} dx + \int_0^L \frac{\partial T}{\partial P} \frac{T}{GJ} dx$

$$\frac{\partial w}{\partial P} = \int_0^L \frac{\partial M}{\partial P} \frac{M}{EI} dx + \int_0^L \frac{\partial S}{\partial P} \frac{S}{EA} dx + \int_0^L \frac{\partial V}{\partial P} \frac{V}{GA'} dx + \int_0^L \frac{\partial T}{\partial P} \frac{T}{GJ} dx$$



$$\frac{V}{A} = \frac{V}{A'}$$

K: Form factor

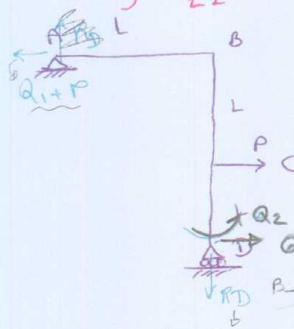
$$K = \frac{A'}{A} = \frac{5}{6}$$

$$K = \frac{9}{10}$$

$$A' = KA$$

$$\int_0^L \frac{M}{EI} dx + \int_0^L \frac{S}{EA} dx + \int_0^L \frac{V}{GA'} dx + \int_0^L \frac{T}{GJ} dx \rightarrow \text{مثال}$$

در این مثال: $\delta P = ?$ $\delta Q_1 = ?$ $\delta Q_2 = ?$



$$2LQ_1 + PL + Q_2 - RD L = 0 \quad \delta Q_1 = \frac{\partial w}{\partial Q_1}$$

$$RD = 2Q_1 + P + Q_2/L \quad M = (2Q_1 + P + Q_2/L)x$$

$$S = Q_1 + P \quad V = 2Q_1 + P + Q_2/L$$

$$\frac{\partial M}{\partial Q_1} = 2x \quad \frac{\partial M}{\partial Q_2} = \frac{x}{L} \quad \frac{\partial S}{\partial Q_1} = 1 \quad \frac{\partial S}{\partial Q_2} = 0 \quad \frac{\partial V}{\partial Q_1} = 2 \quad \frac{\partial V}{\partial Q_2} = \frac{1}{L}$$

$$\delta C: \begin{cases} S = P + 2Q_1 + Q_2/L \\ V = Q_1 - Q_2 \\ M = -Q_1 x - Q_2 \end{cases}$$

$$\frac{\partial M}{\partial Q_1} = -x, \quad \frac{\partial M}{\partial Q_2} = -1, \quad \frac{\partial V}{\partial Q_1} = 1, \quad \frac{\partial V}{\partial Q_2} = 0$$

BC: $x \downarrow$ $M(x) = (2Q_1) + PL + Q_2 - (Q_1 + P)x \leftarrow ? \checkmark$

$$\frac{\partial M}{\partial Q_1} = 2L - x \quad \frac{\partial M}{\partial Q_2} = 1$$

$$S = 2Q_1 + P + \frac{Q_2}{L} \quad \frac{\partial S}{\partial Q_1} = 2 \quad \frac{\partial S}{\partial Q_2} = \frac{1}{L}$$

$$V = -Q_1 - P \quad \frac{\partial V}{\partial Q_1} = -1 \quad \frac{\partial V}{\partial Q_2} = 0$$

DC: $M(x) = -Q_2 - xQ_1 \quad \frac{\partial M}{\partial Q_1} = -x \quad \frac{\partial M}{\partial Q_2} = -1$

$$S = 2Q_1 + P + Q_2/L \quad \frac{\partial S}{\partial Q_1} = 2 \quad \frac{\partial S}{\partial Q_2} = \frac{1}{L}$$

$$V = -Q_1 \quad \frac{\partial V}{\partial Q_1} = -1 \quad \frac{\partial V}{\partial Q_2} = 0$$

$$\delta_D = \int (px)(2x) dx, \quad \theta_D = \int (px)(x/L) dx$$

$$\delta Q_1 = \frac{\partial W}{\partial Q_1} = \sum \int \frac{\partial M}{\partial Q_1} \frac{M}{EI} dx = \int_0^L \frac{2x(Px)}{EI} dx + \dots$$

$$\rightarrow EI \delta Q_1 = \int_0^L (2x)(Px) dx + \int_0^L (2L-x)(L-x)P dx + \int_0^L 0(-)(-) dx$$

$$\rightarrow EI \delta Q_1 = \frac{2PL^3}{3} + \rightarrow \delta Q_1 = \frac{3}{2} \frac{PL^3}{EI} \checkmark$$

$$\delta Q_2 = \frac{\partial W}{\partial Q_2} = \sum \int \frac{\partial V}{\partial Q_2} \frac{V}{GA'} dx \rightarrow GA' \delta Q_2 = \sum \int \frac{\partial V}{\partial Q_2} V dx$$

$$\rightarrow GA' \delta Q_2 = \frac{1}{L} x P x L + 0 + 0 = P \rightarrow \delta Q_2 = \frac{P}{GA'} \checkmark$$

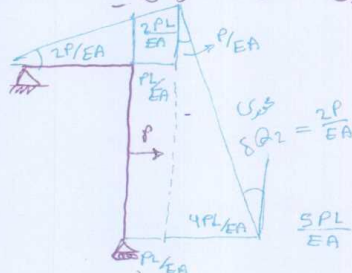
$$GA' \delta Q_1 = 2PL + PL + 0 \rightarrow \delta Q_1 = \frac{3PL}{GA'} \checkmark$$

$$EA \delta Q_1 = PL + 2PL + 2PL = 5PL \rightarrow \delta Q_1 = \frac{5PL}{EA} \checkmark$$

$$\delta Q_1 = \frac{5PL}{EA} + \frac{3PL}{GA'} + \frac{3}{2} \frac{PL^3}{EI} \checkmark$$

از باب دعامه بار و دشت با سطح نو!

با سطح نو $\leftarrow$ نسبت به دشت و تغییرات و تغییرات اصول در دشت (بر) $\leftarrow$ خوردگی است.



Pure axial

از دشت $Q_1 = \Delta$ $\leftarrow$ Δ $\leftarrow$ Δ

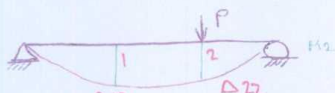
تغییرات در دشت Q_1 نسبت به دشت و تغییرات و تغییرات اصول در دشت (بر) $\leftarrow$ خوردگی است.

تغییرات در دشت Q_1 نسبت به دشت و تغییرات و تغییرات اصول در دشت (بر) $\leftarrow$ خوردگی است.

۱۷

Maxwell's Law

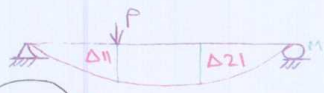
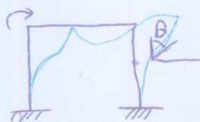
قانون ماکسول



Δ_{12} = displ. @ 1 due to load P @ 2

$$\Delta_{12} = \int \frac{M_1}{P} \frac{M_2}{EI} dx$$

$M=Q$



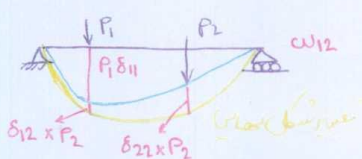
unit load $\rightarrow \delta_{ij}$

$$\Delta_{21} = \int \frac{M_2}{P} \frac{M_1}{EI} dx \rightarrow \Delta_{12} = \Delta_{21}$$

اینها:

قانون ماکسول این طوریه:

$$Q=M, \theta=\theta!$$



قانون بی: P_1 روی سیستم حسیت تغییر شکل می دهد ω_{12}

عبارت P_2 روی سیستم می نذاریم.



چون شکل خطی است خود تغییر شکل اینی برابر در تغییر انرژی ω_{21} ذخیره شده در خود سیستم در انتهای کار با هم برابر اند.

ω_{12} = external work done by P_1 when P_2 is applied

ω_{21} = external work done by P_2 when P_1 is applied

$$\omega_{12} = \omega_{21} \rightarrow \text{قانون بی}$$

$$\omega_{12} = P_1 (\delta_{12} P_2)$$

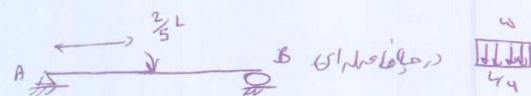
$$\omega_{21} = P_2 (\delta_{21} P_1) \rightarrow \delta_{12} = \delta_{21} \text{ باید}$$

$$\text{Ext Work: } \frac{1}{2} P_1 (\delta_{11} P_1) + \frac{1}{2} P_2 (\delta_{22} P_2) + P_1 (\delta_{12} P_2) = \frac{1}{2} P_2 (\delta_{22} P_2) + \frac{1}{2} P_1 (\delta_{11} P_1) + P_2 (\delta_{21} P_1)$$

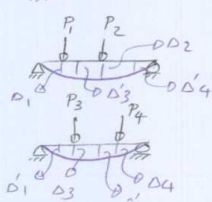
$$\rightarrow P_1 (\delta_{12} P_2) = P_2 (\delta_{21} P_1) \rightarrow \delta_{12} = \delta_{21} \text{ قانون ماکسول}$$

« قانون بی » $\subseteq$ قانون ماکسول

چرا جابجایی!!



قانون بی برای تعادل ω_{12} و ω_{21} در حالت تعادل ای

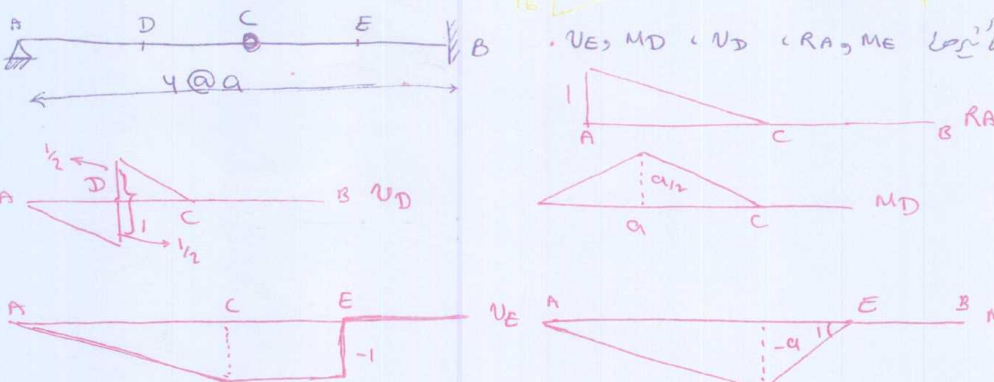
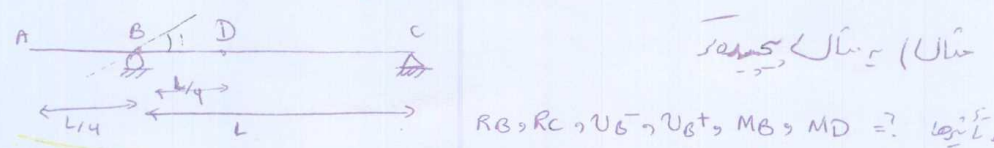
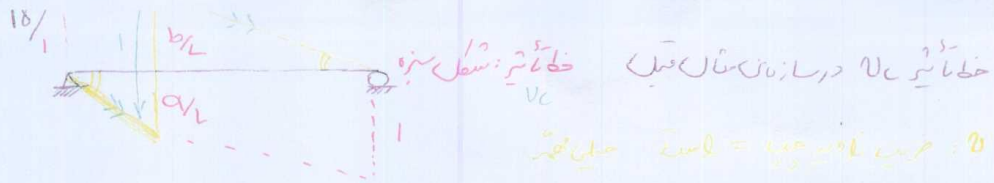


$$-(P_1 \delta'_1 + P_2 \delta'_2) = (P_3 \delta'_3 + P_4 \delta'_4)$$

از یک نگاه A در آنجا قرار می گیرد

امتحان میانترم ۱۹، ۲۱، ۳۰ آذر ماه ساعت ۹ صبح
 امتحان پایانترم ۱۰ فروردار ۱۹

خط تأثیر برای سازه‌های عین (بسیار مهم)
 عین الفول و بی Max می شود (x = ?)
 $RA(x) = \frac{(l-x)x}{2}$ (بسیار مهم)
 $RB(x) = 1 - \frac{x}{l}$
 خط تأثیر نقطه B
 عین الفول فقط B
 خط تأثیر نقطه B
 $RB(x) = \frac{x}{l}$
 $RB(1) + 1(-\frac{x}{l}) = 0 \rightarrow RB(x) = \frac{x}{l}$
 خط تأثیر سازه است (برای نقطه مورد نظر) برای A ← A در بی داریم و ...
 $RB = \int_{x_1}^{x_1+l} RB(x) w dx$
 $RB = \int_{x_1}^{x_2} RB(x) P(x) dx$
 $a+b=l$
 $x \leq a$ $M(x) = \frac{bx}{l}$
 $x > a$ $M(x) = (1 - \frac{x}{l})a$
 $MC(1) + VC(\frac{ab}{l} - \frac{ab}{l}) - 1 \times y(x) = 0$
 $y(x) = MC$
 $M_c(x) = \int w(x) M_c(x) dx$



باید طراحی طوری باشد که جابجایی‌ها و چرخش‌ها برای سازه‌ها نداشته باشیم. مثال دوم صفحه ۱۵

بعد از بدترین نوع طراحی است زیرا خستگی اتصالاتی است که می‌کند. + بار دینامیکی نیز ایجاد می‌شود که ظاهر آن زود شکسته شدن و پاره شدن است و در واقع سازه می‌شکند.

($\Gamma_0, \Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \Gamma_4, \Gamma_5, \Gamma_6, \Gamma_7, \Gamma_8, \Gamma_9, \Gamma_{10}, \Gamma_{11}, \Gamma_{12}, \Gamma_{13}, \Gamma_{14}, \Gamma_{15}, \Gamma_{16}, \Gamma_{17}, \Gamma_{18}, \Gamma_{19}, \Gamma_{20}, \Gamma_{21}, \Gamma_{22}, \Gamma_{23}, \Gamma_{24}, \Gamma_{25}, \Gamma_{26}, \Gamma_{27}, \Gamma_{28}, \Gamma_{29}, \Gamma_{30}, \Gamma_{31}, \Gamma_{32}, \Gamma_{33}, \Gamma_{34}, \Gamma_{35}, \Gamma_{36}, \Gamma_{37}, \Gamma_{38}, \Gamma_{39}, \Gamma_{40}, \Gamma_{41}, \Gamma_{42}, \Gamma_{43}, \Gamma_{44}, \Gamma_{45}, \Gamma_{46}, \Gamma_{47}, \Gamma_{48}, \Gamma_{49}, \Gamma_{50}, \Gamma_{51}, \Gamma_{52}, \Gamma_{53}, \Gamma_{54}, \Gamma_{55}, \Gamma_{56}, \Gamma_{57}, \Gamma_{58}, \Gamma_{59}, \Gamma_{60}, \Gamma_{61}, \Gamma_{62}, \Gamma_{63}, \Gamma_{64}, \Gamma_{65}, \Gamma_{66}, \Gamma_{67}, \Gamma_{68}, \Gamma_{69}, \Gamma_{70}, \Gamma_{71}, \Gamma_{72}, \Gamma_{73}, \Gamma_{74}, \Gamma_{75}, \Gamma_{76}, \Gamma_{77}, \Gamma_{78}, \Gamma_{79}, \Gamma_{80}, \Gamma_{81}, \Gamma_{82}, \Gamma_{83}, \Gamma_{84}, \Gamma_{85}, \Gamma_{86}, \Gamma_{87}, \Gamma_{88}, \Gamma_{89}, \Gamma_{90}, \Gamma_{91}, \Gamma_{92}, \Gamma_{93}, \Gamma_{94}, \Gamma_{95}, \Gamma_{96}, \Gamma_{97}, \Gamma_{98}, \Gamma_{99}$)

(v₁₋₂) 1-2 درجه

بہشت اور جہنم (خطائیں)

خواب ۱۲ ص

معدلات اثر سطح دریاهاست پس دریا:

(بواسی داراسی ورق)

برش در دهی ۰-۱ (هوای از دهی)

اختیار است که به تیرهای شکم سیم نقطه های ورق ها را بچیم ← حلقه های روی ورق ها نیست!

وہ خواص لبرے خلتا شیر شاہ تیرے ہم سے اولاد ...)

$\therefore \omega_{H_2} = 12, 106, 76$

M2

width =

حسن بن علی بن ابی طالب (ع)

 $R_a, S_{aB}, S_{Bb}, U_{cd}$

$\cancel{V_{cd}} \quad \cancel{A_{Vcd}} \quad a-c, V_{cd} = -K_g$
 $g-d, V_{cd} = R_{\theta} \quad c-d$

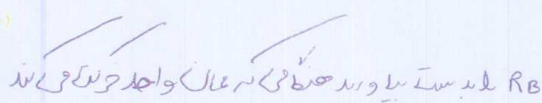
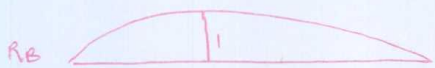
$$S_{AB} = \sqrt{2} R_a$$

الی برای نظایر
Ra بار واعدوی باشد

$-5/6 \sqrt{1}$

Ra

Зав.



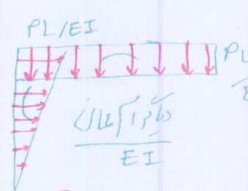
سازہ کا خدو ج (ادش) ابکاری

بالا کست ۱ و ۹۵ درجه ای حمام ← عدد بر صغیر

(ما قاتول) دستے لاسے ہی چھاغم

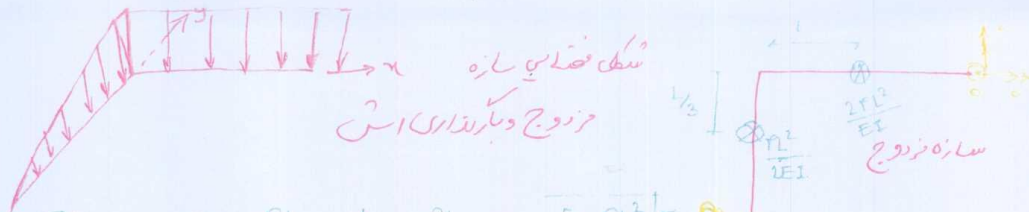
	U
	M

$Const = EI \leftarrow$ از غیر متغیرهای برشی و گوری صرف نظر



مسازہ خردوید

نکته: دست راست را در A قرار می دهیم $\leftarrow$ $\text{Curvature} = \frac{1}{\text{radius}}$ $\leftarrow$ $\text{Curvature} = \frac{1}{\text{radius}}$

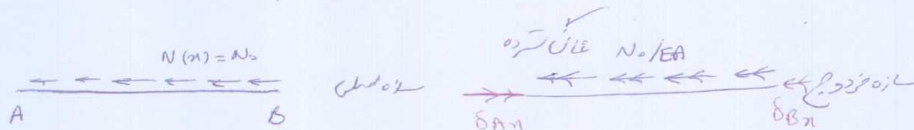
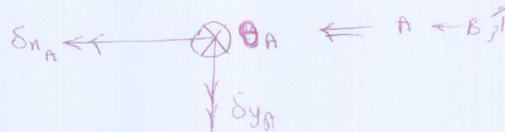


$$\sum F_z = 0 \rightarrow \theta_A = \frac{PL}{EI} \times \frac{L}{2} + \frac{PL}{EI} \times 2L = \frac{5}{2} \frac{PL^2}{EI}$$

$$(C) A: \sum M_A = 0 \rightarrow \delta_{xA} - \frac{PL^2}{2EI} \times \frac{2L}{3} - \frac{2PL^2}{EI} \times L = 0 \rightarrow \delta_{xA} = \frac{8}{3} \frac{PL^3}{EI}$$

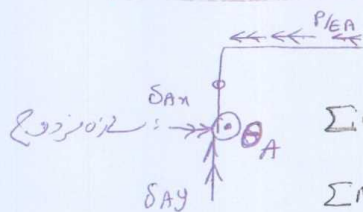
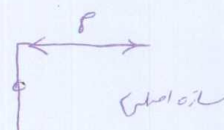
$$\sum M_{yA} = 0 \rightarrow \delta_{yA} + \frac{2PL^2}{EI} \times L \rightarrow \delta_{yA} = -\frac{2PL^3}{EI}$$

و فرم = فرم



$$\delta_{Ax} - N_0 L / EA - \delta_{Bx} = 0$$

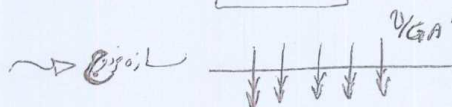
$$\delta_{Ax} - \delta_{Bx} = \frac{N_0 L}{EA}$$



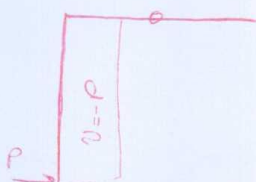
$$\sum F_z = 0 \rightarrow \theta_A = 0$$

$$\sum M_x = 0 \rightarrow \delta_{Ax} - \frac{P}{EA} \times 2L = 0 \rightarrow \delta_{Ax} = \frac{2PL}{EA}$$

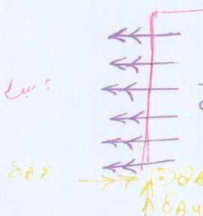
$$\sum M_y = 0 \rightarrow \delta_{Ay} = 0$$



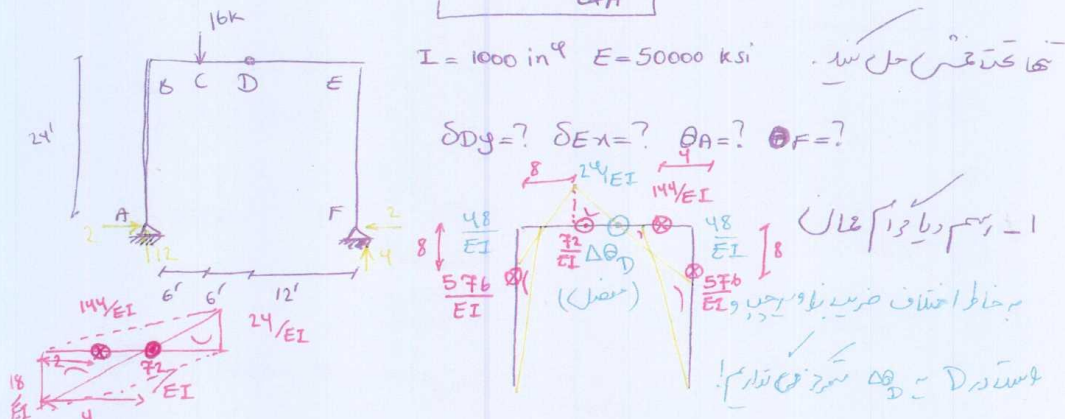
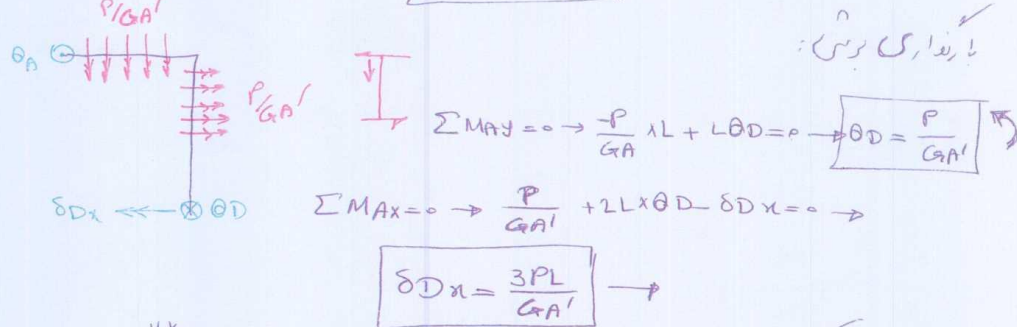
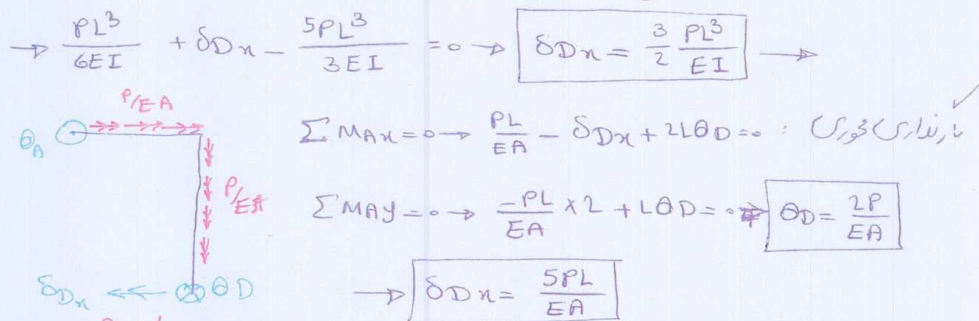
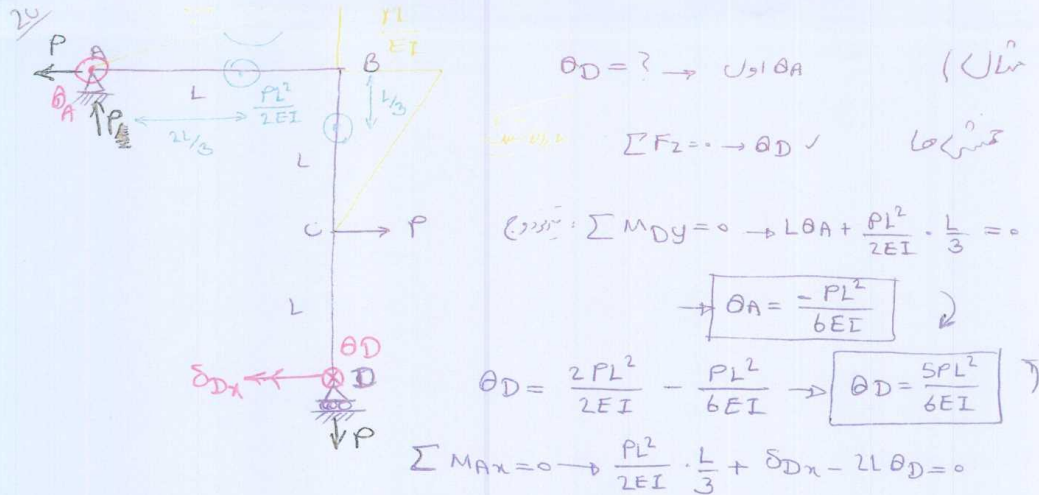
$$\delta_{Ay} = \theta_A = 0$$

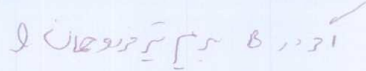


ساز، فرم



$$\delta_{Ax} = \frac{P}{GA'} L$$



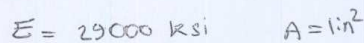


مان فی کس ← دو محالہ و دو محمول ← $\theta_F, \theta_A \sqrt{\theta_F}, \theta_F \otimes \theta_F$

$$\rightarrow \Delta\theta D = \frac{1056}{EI} \rightarrow \sum M_{EF} = 0 \rightarrow OA \checkmark$$

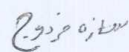
$$\Sigma F_2 = 0 \rightarrow \text{O.F.V} \quad \underline{\underline{6}} \quad \Sigma M_{AB} = 0 \rightarrow \text{O.F.V}$$

$$\Sigma M_F x = 0 \rightarrow \delta E x \checkmark$$



$$I = 1440 \text{ in}^4 \quad \delta F_x \quad \delta F_y \quad \delta D_y$$

$$\delta_{XF}=? \quad \delta_{YD}=? \quad \delta_{YF}=?$$



(3) آسازہ عزروج

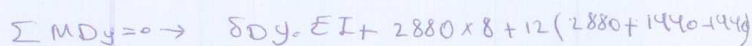
$$\Sigma M_E y = 0 \rightarrow 24(0A + 1440 + 2880) - 12 \times 5760 = 0$$

$$\rightarrow Q_A = -1440/EI$$

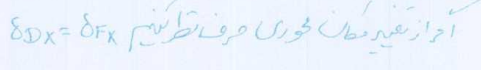
$$\checkmark \sum M_F = - \overset{EI_x}{\rightarrow} \delta F_y + 36(1440 - 1440 - 2880 + 24 \times 5760 + 8 \times 1440 = 0$$

$$\rightarrow \delta F_y = \frac{-46080}{EI} = -1.893 \text{ in} \downarrow$$

$$\rightarrow \delta F_x = \frac{-5760}{EI} = -0.230 \text{ in} \leftarrow$$



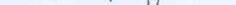
$$\rightarrow \delta_{Dy} = \frac{-57600}{EI} = -2.304 \text{ in} \quad \text{or } \downarrow$$



$$\Sigma M_{DX} = 0 \rightarrow \delta_{DX} - \delta_{FX} = 0 \rightarrow \boxed{\delta_{DX} = \delta_{FX}} \quad \checkmark$$

طایفه! ← → علی خواجه! علی بن ابی طالب علیه السلام

lin حسب

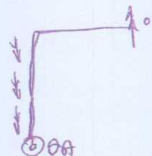

 $\frac{1}{12} P = \delta E y$

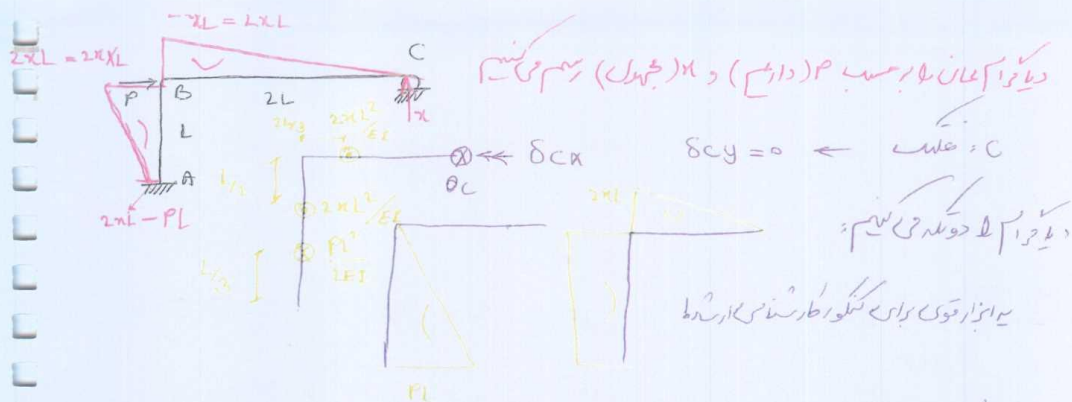
* برای تغیر مکان احوال بخوری اعلان در همان سائزگی حناں قتل دارم



(مان نسره ای به میزان $\epsilon = \frac{40}{EA}$)

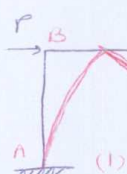
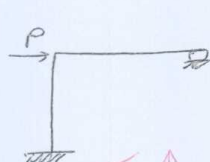
$$\theta_A \times 24 - \frac{40}{EA} \times 24 = 0 \rightarrow \theta_A = \frac{40}{EA}$$





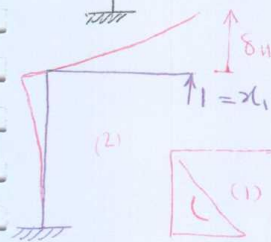
HOOKRAY!

$$\sum M_{Cy} = 0 \rightarrow \frac{PL^2}{2EI} \times 2L - \frac{2xL^2}{EI} \times 2L - \frac{2xL^2}{EI} \times \frac{4L}{3} = 0 \rightarrow x = \frac{3P}{20} \checkmark$$



primary structure

این بار افقی



$$\Delta'_1 + \delta_H x_1 = 0 \rightarrow x_1 \checkmark$$

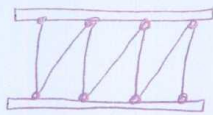
$$\Delta'_1 = \frac{L}{EI} \left(-2PL \times 2L - PL \times 2L \right) \Rightarrow \Delta'_1 = -\frac{PL^3}{EI}$$

$$\delta_H = L \times \frac{(2L)^2}{EI} + \frac{2L}{6EI} (2 \times (2L)^2) = \frac{40}{6} \frac{L^3}{EI}$$

$$\rightarrow x_1 = \frac{3P}{20} \checkmark$$

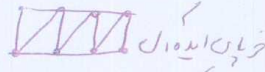
در این مثال، ما می‌خواهیم از روش انرژی استفاده کنیم تا بتوانیم از بار افقی x و بار عمودی P به دست آوریم.

1



خوابش غلطی

در محل چنین چیزی داریم



حل ترین تحلیل سازه

خوابش ایده آل

حداقل سه مولفه میله ما هم غیر صفریم پس برای تعادل خارجی خوابش لازم داریم.

درجه بندی نامعینی 1 سازه

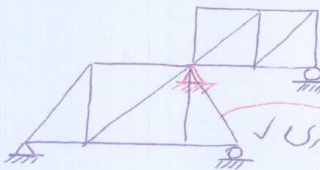
$$2j = m + r \quad (\text{درجه نامعینی})$$

$$m = \text{تعداد اعضا یا ردی مجهول}$$

$$j = \text{joint (مفاصل) (تعدادش)}$$

$$r = \text{علی العمل های میله ما هم}$$

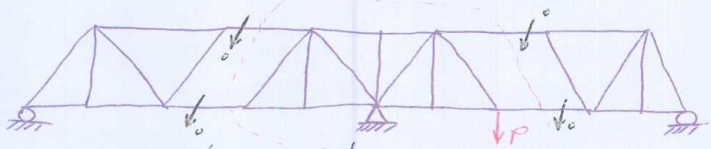
بررسی پایداری



فصل میله ها مثل لوله ای که در آنجا پایداری

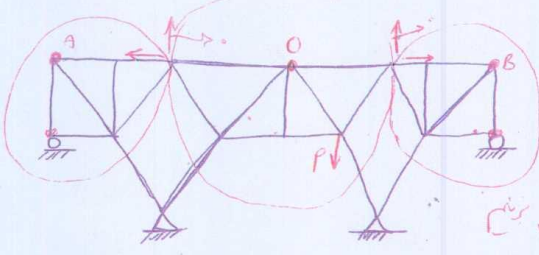
(۱) بررسی چسب

(۲) اطمینان از ردی سازه برای بررسی پایداری



که پایداری مثل سازه: ناپایدار

نسبت به جوخه شان می بینیم



حالا باید بارها بگذاریم تا ببینیم

پایداره یا نه؟ این سازه ناپایداره!

اگر حول این میله ها دو مصلی قطع کنیم

و بعد حول A و B همان لرم علی العمل حول مفاصل = ۰ می شود ← سازه ناپایداره

(۳) روش مازوف

بعد از اون می خواهیم در کتاب درک داده توضیح داده شده است!

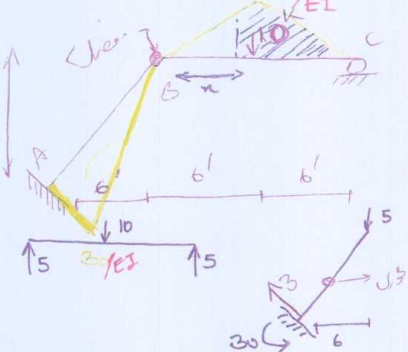
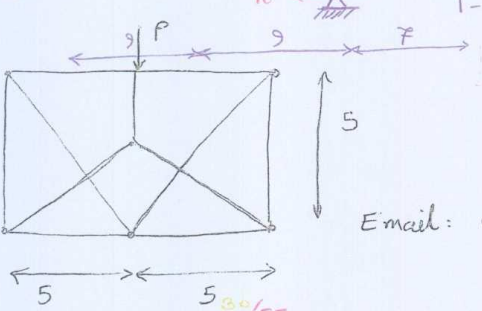
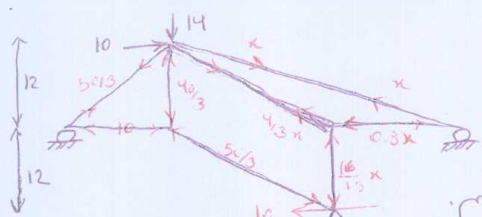
سوال (سیانورم دوساں ہیں طے کرتے)

یہی از اعضاء لایہ رخاوا الا حق کریم

بعد توں قید صحابی سلمہ طاعی راسی قتل میں ہو گیا۔

مسائل (عربی تحوطی)

Email: andalib.reza @ yahoo . Com



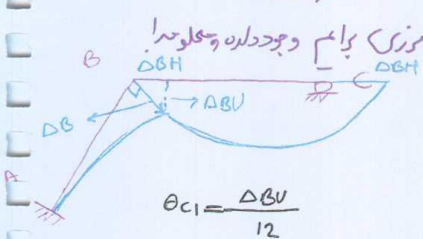
مسئله (جواب ها را با EI بنویسید)

از تغییر مکان خودی صرف خودی تغییر مکان Max

نقیرہ جات $\max$ ہے BC ، وقلی ان کے B لایا ہے

حالا باید شکل تغییر مکان این سازه را بکشیم. از سه جایی که سه ایستگاه مریزی داریم و مجدداً در آنجا وصل می‌شود.

چون غفره حاکم محوری نداریم ← عورت بر عفتو (مثل دولان) حاکم دارند.



$$\theta_{C1} = \frac{\Delta BV}{12}$$

$$Q_{C2} = \frac{t_{C1B}}{12}$$

$$\theta_c = \theta_{c1} + \theta_{c2} = \frac{\Delta BV + t_{c1} B}{12}$$

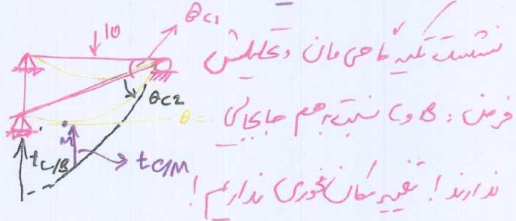
$$\theta_{MIC} = \theta_c - \cancel{\theta_m} = \theta_c$$

$$\Delta B = t_{A/B} = \frac{30}{EI} \cdot \frac{10}{2} \cdot \frac{20}{3} \quad \text{من المثلثات} \quad \Delta BH, \Delta BV \text{ من المثلثات}$$

$$\rightarrow \Delta B = \frac{1000}{EI} \rightarrow \Delta B_H = 0.8 \Delta B = \frac{800}{EI}, \quad \Delta B_V = 0.6 \Delta B = \frac{600}{EI}$$

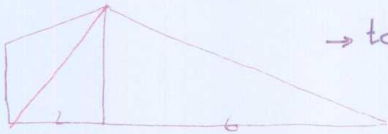
$$t_{c/B} = \frac{30}{EI} \times 6 \times 6 = \frac{1080}{EI}$$

$$\theta_c = \frac{1080 + 600}{EI} \times \frac{1}{12} = \frac{140}{EI}$$



L

$$\theta_{MIC} = \frac{30}{EI} \times 6 - \frac{5x^2}{2EI} \rightarrow 180 - \frac{5}{2}x^2 = 140 \rightarrow x=4$$



$$\rightarrow t_{C/M} = \frac{413.3}{EI}$$

$$\delta_M = \frac{140}{EI} \times 8 - \frac{413.3}{EI} = \frac{706.7}{EI} \downarrow$$

استفاده از روش تغییرات برای محاسبه تغییرات در طول و تغییرات در مساحت مقطع (تغییرات در مساحت مقطع)

۱- فرمول لاریت در دست آورده ایم. ۲- جواب لاریت در دست می آوریم (توجه داشته باشید که این فرمول)

در خارج کتاب جواب غلطی که در دست آورده ایم! قانون خواندن روش تغییرات. روش تغییرات در خارج

مادر کتاب طراحی لاریت صورت مسئله فرضیات، تئوری، فرمول ها، حل، نتایج، حل های

استاد (معماری) استاد (معماری) designer (معماری) حل می کنند و می approve می کنند

initial می کنند و approved برای حل می کنند. بعد به تغییرات می کنند. اگر کار دارد.

این calculation است که در ابتدا اول و ثانوی و بعد در روشی که مادرش می کنند.

تغییرات (معماری) Material Take off (معماری) حل می کنند.

Material Take Off



26,6 / 2

Castiglione (2,3) : 2

26,6 / 2

26,6 / 2

26,6 / 2

26,6 / 2