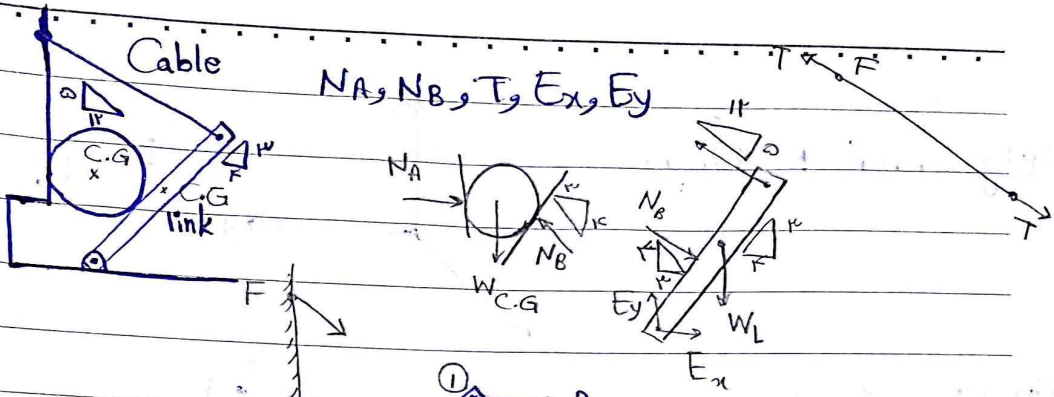
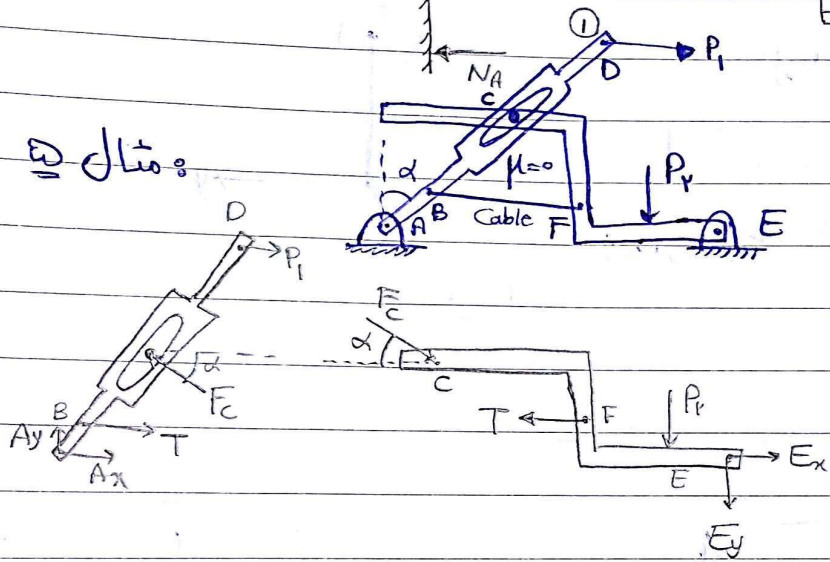


Subject

Date



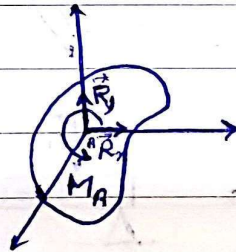
* $\omega \neq 0$:



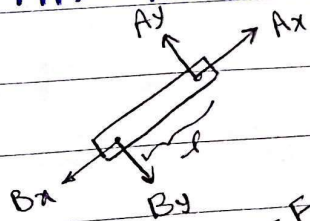
⊗ Equilibrium in 2D:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum \vec{R}_x = 0 \\ \sum \vec{R}_y = 0 \\ \sum \vec{M}_A = 0 \end{array} \right.$$

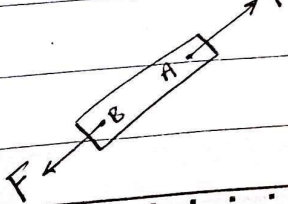
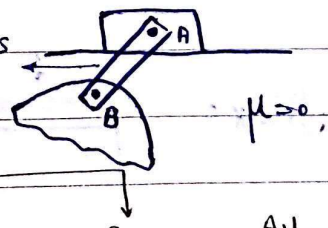
باینجهان اول و دوم در جهت x و y
برابر باشند



two-force member: weightless



$$\left\{ \begin{array}{l} \sum F_x = 0 \Rightarrow Ax = Bx \\ \sum F_y = 0 \Rightarrow Ay = By \\ \sum M_A = 0 \Rightarrow By * l = 0 \Rightarrow By = 0 \Rightarrow Ay = 0 \end{array} \right.$$

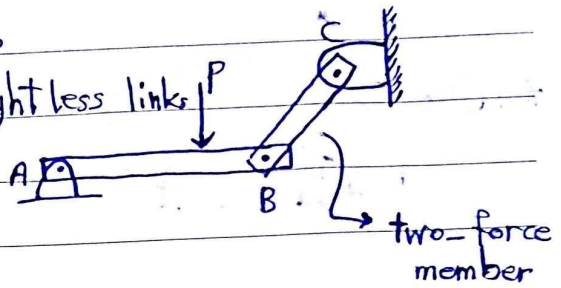
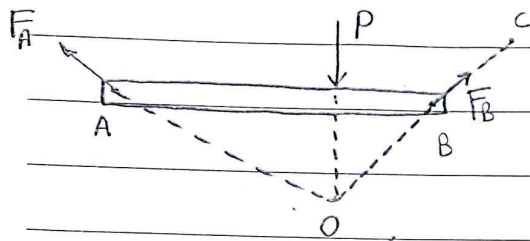


Subject

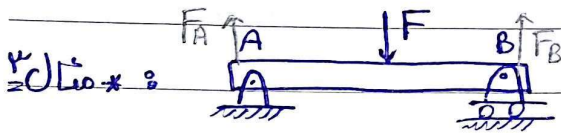
Date

* three-force member:

$\mu=0$
weightless links



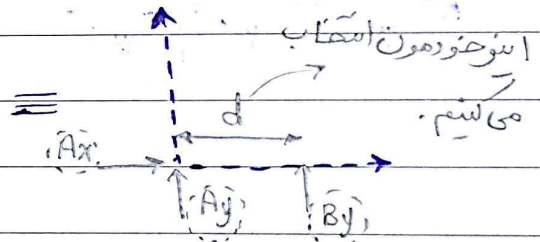
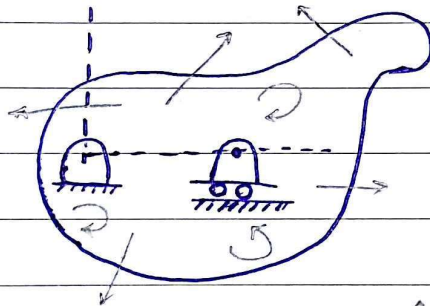
جهت F_A در جهت است که در نقطه O متعلق P و F_B است همان ایاد رنگز (تقابل استاتیکی دورجسی)



دری حالت بهم میزنند

three-force member

* مثال ۱:
(مقدارین)



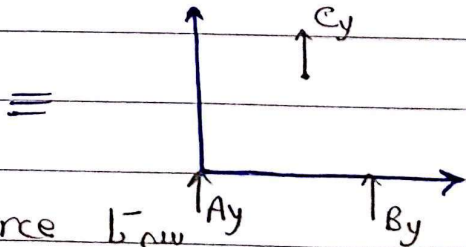
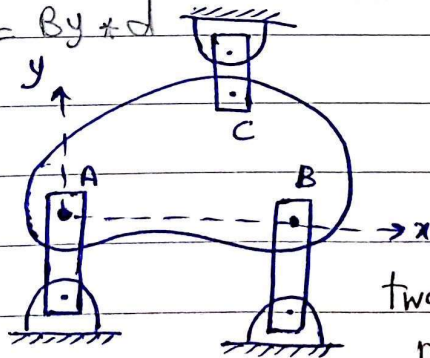
جهولات: A_x و A_y و B_y

$$\sum R_x = A_x$$

$$\sum R_y = A_y + B_y$$

$$\sum M_A = B_y \cdot d$$

* مثال ۲:



two-force member

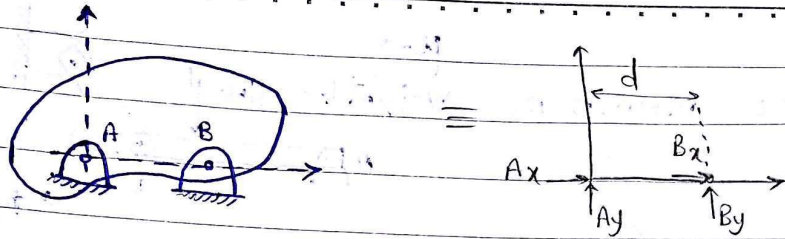
$$\left. \begin{aligned} \sum R_x &\neq 0 \\ \sum R_y &= A_y + B_y + C_y \\ \sum M_A &= 0 \text{ ok } \checkmark \end{aligned} \right\}$$

Diploma
FY

Subject

Date

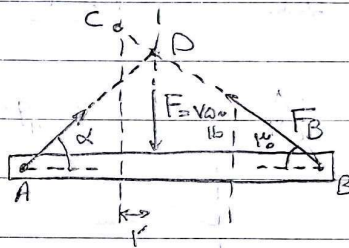
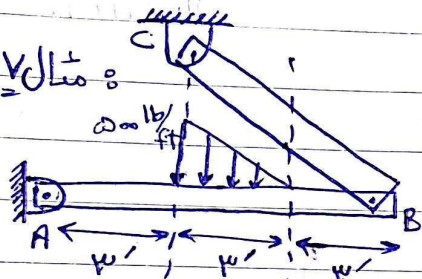
* مثال 9



قوتوں = $A_x, B_x, A_y, B_y \rightarrow$ LK

قوتوں: $\left\{ \begin{array}{l} \sum R_x = A_x + B_x \\ \sum R_y = A_y + B_y \\ \sum M = B_y \times d \end{array} \right. \rightarrow$ نکات سے مسائل حل کرنے کے لیے!

* مثال 10



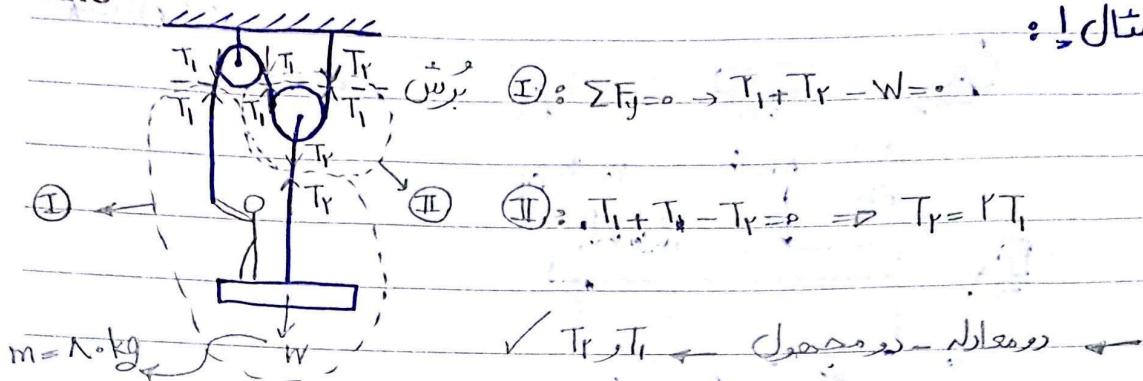
$\alpha = \tan^{-1} \frac{10 \times 9}{9} = 45^\circ$

$\sum M_A = 0 \rightarrow -100 \times F + (F_B) \sin 45^\circ \times 9 = 0$

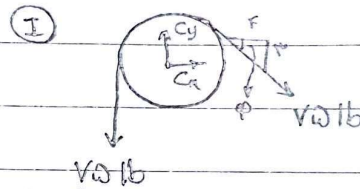
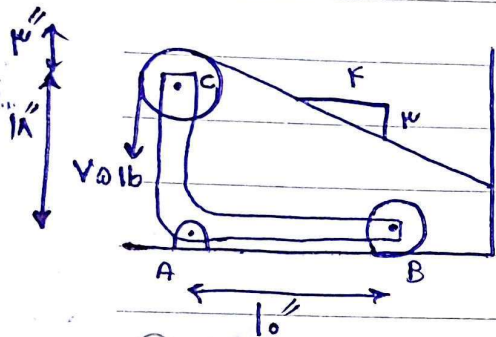
$\sum M_B = 0 \rightarrow +100 \times 9 - (F_A) \sin 45^\circ \times 9 = 0$

Date

* مثال ۱ :



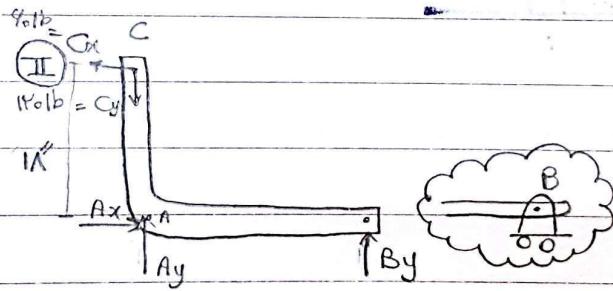
$W = 10 \times 9.81 = 98.1 \text{ N}, T_1 = 49.05 \text{ N}$



* مثال ۲ :

$\phi = \tan^{-1} \frac{4}{3} = 53.13^\circ$

$\textcircled{I} : \sum F_x = 0 \Rightarrow 100 \cos 53.13^\circ + C_x = 0 \Rightarrow C_x = -60 \text{ lb}$
 $\sum F_y = 0 \Rightarrow -100 - 100 \sin 53.13^\circ + C_y = 0 \Rightarrow C_y = 180 \text{ lb}$



$\textcircled{II} : \sum M_A = 0 \Rightarrow (100 \times 10) + B_y \times 10 = 0$
 $\sum F_x = 0 \Rightarrow 100 + A_x = 0$
 $\sum F_y = 0 \Rightarrow -100 + A_y + B_y = 0$

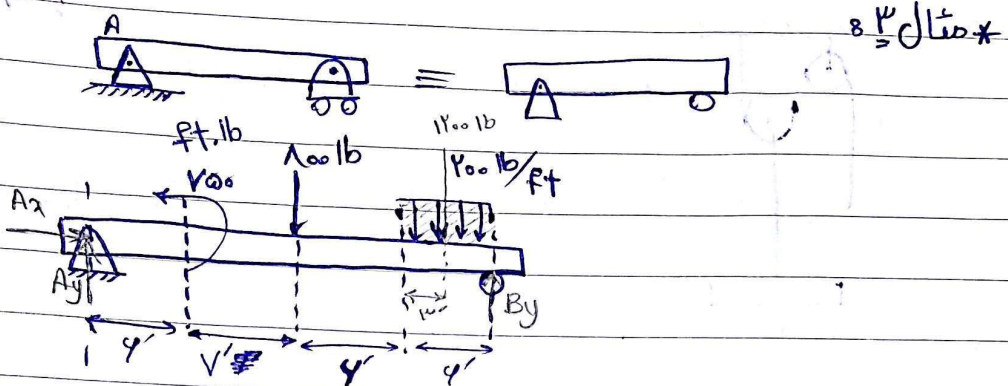
مثال در صفحی بعد ...

Diploma

FA

Subject

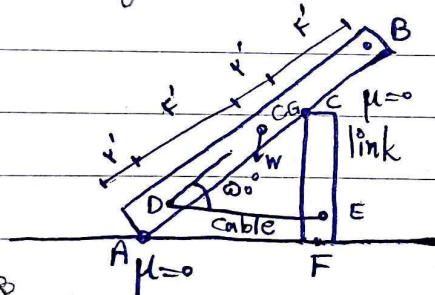
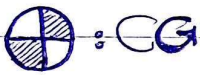
Date



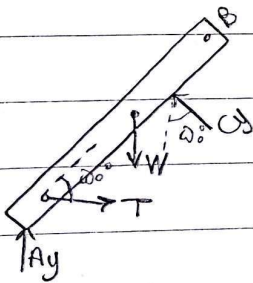
$\Sigma F_x = 0$

$$\left. \begin{aligned} \Sigma F_x = 0 &\Rightarrow A_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 &\Rightarrow A_y - 100 - 100 + B_y = 0 \\ \Sigma M_x = 0 &\Rightarrow +100 \times 4 - 100 \times 11 - 100 \times 2 + B_y \times 12 = 0 \end{aligned} \right\}$$

Note: $\Rightarrow B_y = 133.33 \text{ lb}$, $A_y = 200 \text{ lb}$



$\Sigma F_x = 0$



$$\left. \begin{aligned} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \\ \Sigma M_x = 0 \end{aligned} \right\}$$

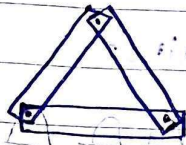
... (S, etc) *

Diploma

19

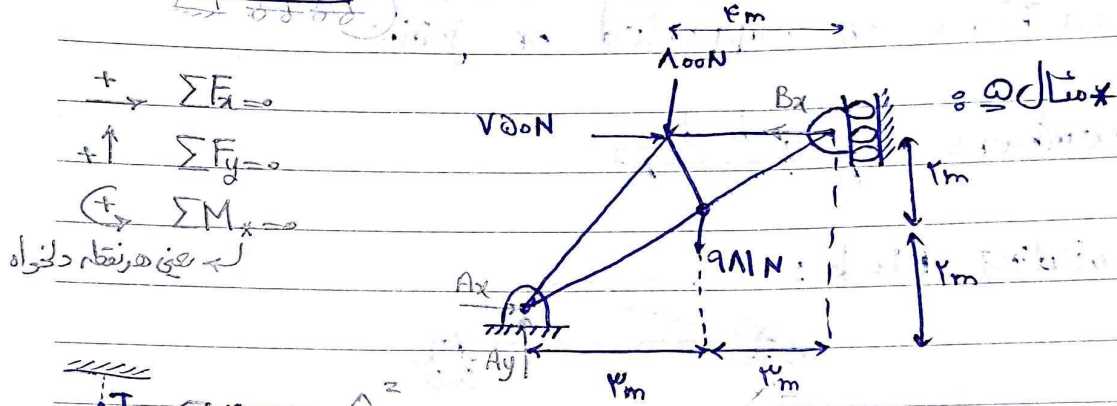
Subject

Date



Truss structure
frame structure

* مثال ۵ *

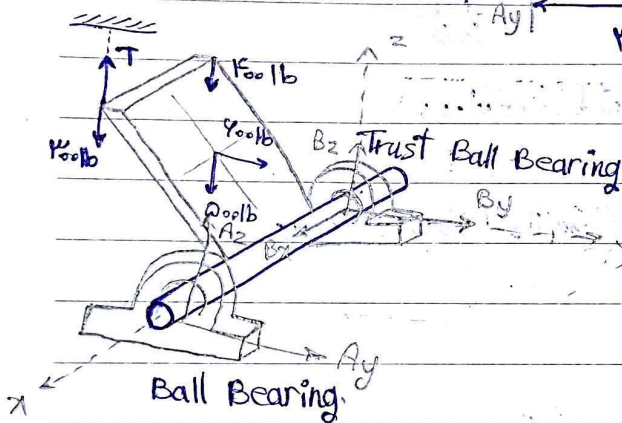


$$\rightarrow \sum F_x = 0$$

$$\uparrow \sum F_y = 0$$

$$\odot \sum M_x = 0$$

← یعنی هر نقطه دلخواه



* مثال ۶ (در سه بعد)

$\sum F$ در x و y و z و $\sum M$ در x و y و z

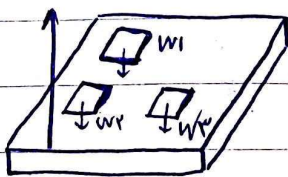
فشار و کشش و T و A_z و A_y

B_z و B_x و B_y و کشش و فشار

همچنین نسبت فشار و کشش

* حل کتاب در سه بعد (برای سه بعدی تجزیه برداری توصیه می شود.)

* تمرین ۱ : ۳ معادله \rightarrow مجهول \rightarrow ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۰، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۴، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸، ۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴، ۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰، ۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷، ۴۴۸، ۴۴۹، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۵۴، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲، ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶، ۴۷۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۳، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۸۹، ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۲، ۴۹۳، ۴۹۴، ۴۹۵، ۴۹۶، ۴۹۷، ۴۹۸، ۴۹۹، ۵۰۰، ۵۰۱، ۵۰۲، ۵۰۳، ۵۰۴، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۰۸، ۵۰۹، ۵۱۰، ۵۱۱، ۵۱۲، ۵۱۳، ۵۱۴، ۵۱۵، ۵۱۶، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۱۹، ۵۲۰، ۵۲۱، ۵۲۲، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵، ۵۲۶، ۵۲۷، ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۰، ۵۳۱، ۵۳۲، ۵۳۳، ۵۳۴، ۵۳۵، ۵۳۶، ۵۳۷، ۵۳۸، ۵۳۹، ۵۴۰، ۵۴۱، ۵۴۲، ۵۴۳، ۵۴۴، ۵۴۵، ۵۴۶، ۵۴۷، ۵۴۸، ۵۴۹، ۵۵۰، ۵۵۱، ۵۵۲، ۵۵۳، ۵۵۴، ۵۵۵، ۵۵۶، ۵۵۷، ۵۵۸، ۵۵۹، ۵۶۰، ۵۶۱، ۵۶۲، ۵۶۳، ۵۶۴، ۵۶۵، ۵۶۶، ۵۶۷، ۵۶۸، ۵۶۹، ۵۷۰، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۳، ۵۷۴، ۵۷۵، ۵۷۶، ۵۷۷، ۵۷۸، ۵۷۹، ۵۸۰، ۵۸۱، ۵۸۲، ۵۸۳، ۵۸۴، ۵۸۵، ۵۸۶، ۵۸۷، ۵۸۸، ۵۸۹، ۵۹۰، ۵۹۱، ۵۹۲، ۵۹۳، ۵۹۴، ۵۹۵، ۵۹۶، ۵۹۷، ۵۹۸، ۵۹۹، ۶۰۰، ۶۰۱، ۶۰۲، ۶۰۳، ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۰۶، ۶۰۷، ۶۰۸، ۶۰۹، ۶۱۰، ۶۱۱، ۶۱۲، ۶۱۳، ۶۱۴، ۶۱۵، ۶۱۶، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹، ۶۲۰، ۶۲۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۴، ۶۲۵، ۶۲۶، ۶۲۷، ۶۲۸، ۶۲۹، ۶۳۰، ۶۳۱، ۶۳۲، ۶۳۳، ۶۳۴، ۶۳۵، ۶۳۶، ۶۳۷، ۶۳۸، ۶۳۹، ۶۴۰، ۶۴۱، ۶۴۲، ۶۴۳، ۶۴۴، ۶۴۵، ۶۴۶، ۶۴۷، ۶۴۸، ۶۴۹، ۶۵۰، ۶۵۱، ۶۵۲، ۶۵۳، ۶۵۴، ۶۵۵، ۶۵۶، ۶۵۷، ۶۵۸، ۶۵۹، ۶۶۰، ۶۶۱، ۶۶۲، ۶۶۳، ۶۶۴، ۶۶۵، ۶۶۶، ۶۶۷، ۶۶۸، ۶۶۹، ۶۷۰، ۶۷۱، ۶۷۲، ۶۷۳، ۶۷۴، ۶۷۵، ۶۷۶، ۶۷۷، ۶۷۸، ۶۷۹، ۶۸۰، ۶۸۱، ۶۸۲، ۶۸۳، ۶۸۴، ۶۸۵، ۶۸۶، ۶۸۷، ۶۸۸، ۶۸۹، ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲، ۶۹۳، ۶۹۴، ۶۹۵، ۶۹۶، ۶۹۷، ۶۹۸، ۶۹۹، ۷۰۰، ۷۰۱، ۷۰۲، ۷۰۳، ۷۰۴، ۷۰۵، ۷۰۶، ۷۰۷، ۷۰۸، ۷۰۹، ۷۱۰، ۷۱۱، ۷۱۲، ۷۱۳، ۷۱۴، ۷۱۵، ۷۱۶، ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰، ۷۲۱، ۷۲۲، ۷۲۳، ۷۲۴، ۷۲۵، ۷۲۶، ۷۲۷، ۷۲۸، ۷۲۹، ۷۳۰، ۷۳۱، ۷۳۲، ۷۳۳، ۷۳۴، ۷۳۵، ۷۳۶، ۷۳۷، ۷۳۸، ۷۳۹، ۷۴۰، ۷۴۱، ۷۴۲، ۷۴۳، ۷۴۴، ۷۴۵، ۷۴۶، ۷۴۷، ۷۴۸، ۷۴۹، ۷۵۰، ۷۵۱، ۷۵۲، ۷۵۳، ۷۵۴، ۷۵۵، ۷۵۶، ۷۵۷، ۷۵۸، ۷۵۹، ۷۶۰، ۷۶۱، ۷۶۲، ۷۶۳، ۷۶۴، ۷۶۵، ۷۶۶، ۷۶۷، ۷۶۸، ۷۶۹، ۷۷۰، ۷۷۱، ۷۷۲، ۷۷۳، ۷۷۴، ۷۷۵، ۷۷۶، ۷۷۷، ۷۷۸، ۷۷۹، ۷۸۰، ۷۸۱، ۷۸۲، ۷۸۳، ۷۸۴، ۷۸۵، ۷۸۶، ۷۸۷، ۷۸۸، ۷۸۹، ۷۹۰، ۷۹۱، ۷۹۲، ۷۹۳، ۷۹۴، ۷۹۵، ۷۹۶، ۷۹۷، ۷۹۸، ۷۹۹، ۸۰۰، ۸۰۱، ۸۰۲، ۸۰۳، ۸۰۴، ۸۰۵، ۸۰۶، ۸۰۷، ۸۰۸، ۸۰۹، ۸۱۰، ۸۱۱، ۸۱۲، ۸۱۳، ۸۱۴، ۸۱۵، ۸۱۶، ۸۱۷، ۸۱۸، ۸۱۹، ۸۲۰، ۸۲۱، ۸۲۲، ۸۲۳، ۸۲۴، ۸۲۵، ۸۲۶، ۸۲۷، ۸۲۸، ۸۲۹، ۸۳۰، ۸۳۱، ۸۳۲، ۸۳۳، ۸۳۴، ۸۳۵، ۸۳۶، ۸۳۷، ۸۳۸، ۸۳۹، ۸۴۰، ۸۴۱، ۸۴۲، ۸۴۳، ۸۴۴، ۸۴۵، ۸۴۶، ۸۴۷، ۸۴۸، ۸۴۹، ۸۵۰، ۸۵۱، ۸۵۲، ۸۵۳، ۸۵۴، ۸۵۵، ۸۵۶، ۸۵۷، ۸۵۸، ۸۵۹، ۸۶۰، ۸۶۱، ۸۶۲، ۸۶۳، ۸۶۴، ۸۶۵، ۸۶۶، ۸۶۷، ۸۶۸، ۸۶۹، ۸۷۰، ۸۷۱، ۸۷۲، ۸۷۳، ۸۷۴، ۸۷۵، ۸۷۶، ۸۷۷، ۸۷۸، ۸۷۹، ۸۸۰، ۸۸۱، ۸۸۲، ۸۸۳، ۸۸۴، ۸۸۵، ۸۸۶، ۸۸۷، ۸۸۸، ۸۸۹، ۸۹۰، ۸۹۱، ۸۹۲، ۸۹۳، ۸۹۴، ۸۹۵، ۸۹۶، ۸۹۷، ۸۹۸، ۸۹۹، ۹۰۰، ۹۰۱، ۹۰۲، ۹۰۳، ۹۰۴، ۹۰۵، ۹۰۶، ۹۰۷، ۹۰۸، ۹۰۹، ۹۱۰، ۹۱۱، ۹۱۲، ۹۱۳، ۹۱۴، ۹۱۵، ۹۱۶، ۹۱۷، ۹۱۸، ۹۱۹، ۹۲۰، ۹۲۱، ۹۲۲، ۹۲۳، ۹۲۴، ۹۲۵، ۹۲۶، ۹۲۷، ۹۲۸، ۹۲۹، ۹۳۰، ۹۳۱، ۹۳۲، ۹۳۳، ۹۳۴، ۹۳۵، ۹۳۶، ۹۳۷، ۹۳۸، ۹۳۹، ۹۴۰، ۹۴۱، ۹۴۲، ۹۴۳، ۹۴۴، ۹۴۵، ۹۴۶، ۹۴۷، ۹۴۸، ۹۴۹، ۹۵۰، ۹۵۱، ۹۵۲، ۹۵۳، ۹۵۴، ۹۵۵، ۹۵۶، ۹۵۷، ۹۵۸، ۹۵۹، ۹۶۰، ۹۶۱، ۹۶۲، ۹۶۳، ۹۶۴، ۹۶۵، ۹۶۶، ۹۶۷، ۹۶۸، ۹۶۹، ۹۷۰، ۹۷۱، ۹۷۲، ۹۷۳، ۹۷۴، ۹۷۵، ۹۷۶، ۹۷۷، ۹۷۸، ۹۷۹، ۹۸۰، ۹۸۱، ۹۸۲، ۹۸۳، ۹۸۴، ۹۸۵، ۹۸۶، ۹۸۷، ۹۸۸، ۹۸۹، ۹۹۰، ۹۹۱، ۹۹۲، ۹۹۳، ۹۹۴، ۹۹۵، ۹۹۶، ۹۹۷، ۹۹۸، ۹۹۹، ۱۰۰۰



* مثال ۷ *

Diploma

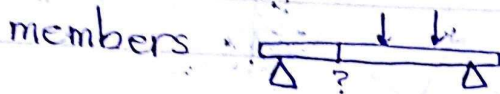
۱۵۰

Subject

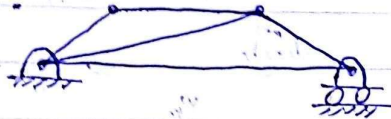
Date

Chapter 7: Trusses, frames, Machines

Reactions on supported or joints.



Building Block:

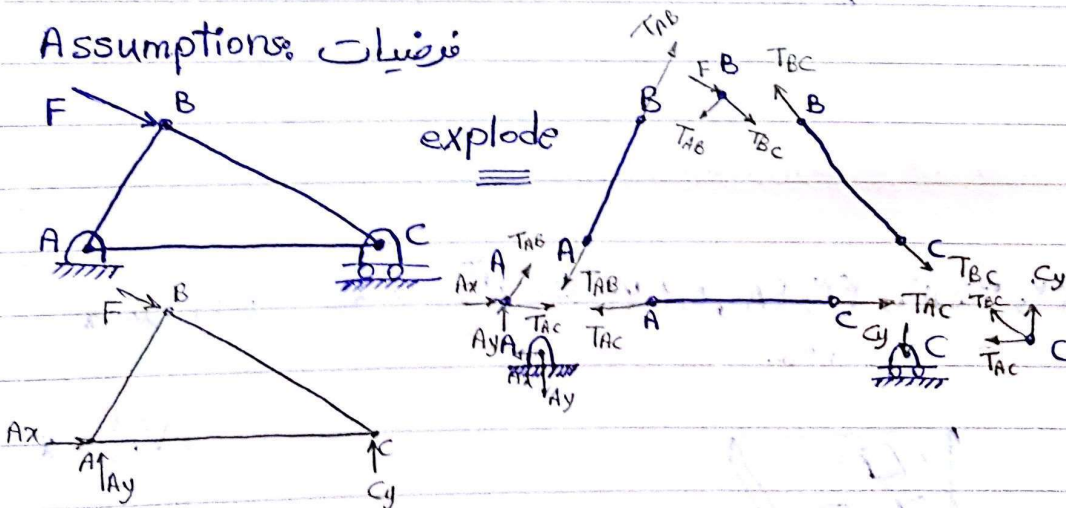


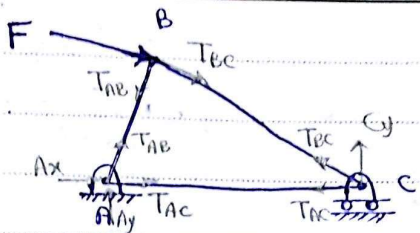
Truss st. شرایط: ① (در دو انتهای نقطه joint دارند)

② $\mu = 0$ ③ (در وسط آن ها باری اعمال نشود)

④ link is weightless

Assumptions: فرضیات





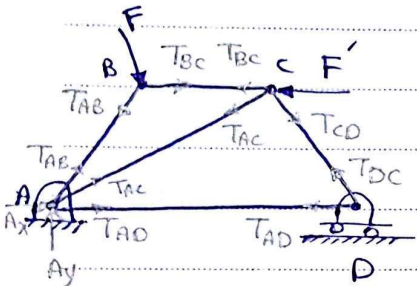
(... در صورت)

Method of joint

structures

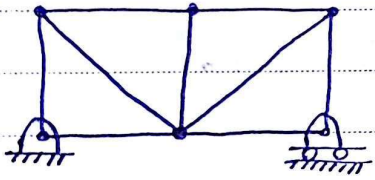
SAP: str. analysis

مقاله ۲

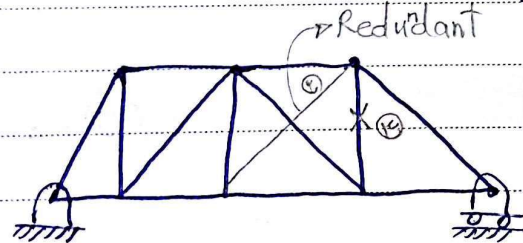


$\textcircled{2} + \textcircled{3} = \Lambda \rightarrow$ تعداد مجهولات
 \downarrow
 $\textcircled{2}$ $\textcircled{3}$
 \downarrow \downarrow
 $\textcircled{2}$ $\textcircled{3}$

$\textcircled{2} \times 2 = \Lambda \rightarrow$ تعداد معادلات
 \downarrow
 $\textcircled{2}$ $\textcircled{3}$



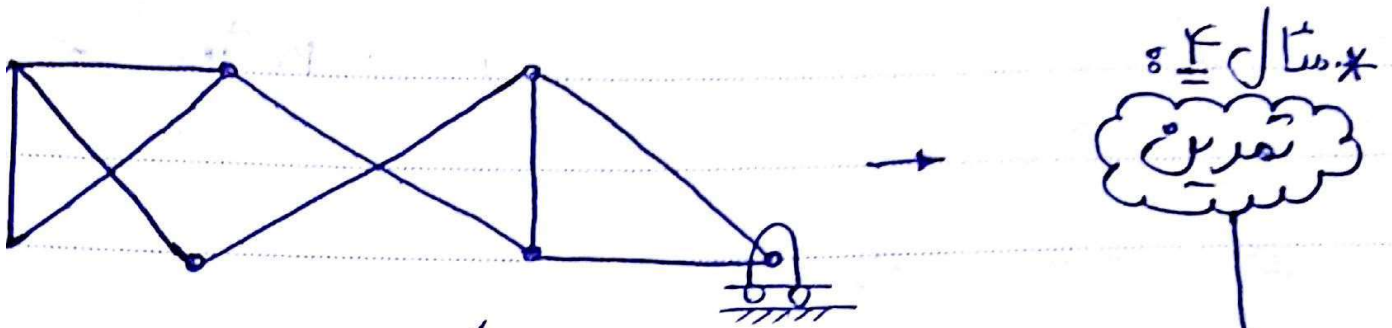
$m = \text{members} = 9$
 $J = \text{joints} = 4 \checkmark$
 $R = \text{Reaction} = 3$
 $m = 2J - R \rightarrow R$



$m = 13 \textcircled{1}$
 $\Rightarrow 13 = 2 \times 4 - 3 \checkmark$
 $J = 4$

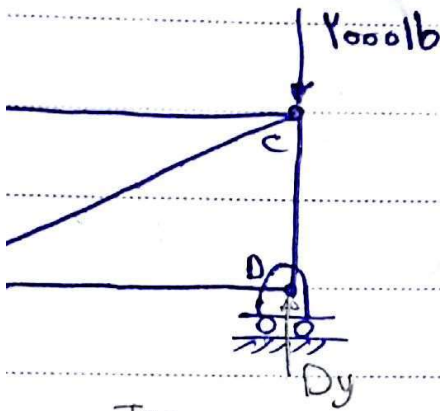
$\textcircled{2} \quad 13 > 2 \times 4 - 3 \text{ Indeterminate}$

$\textcircled{3} \quad 13 < 2 \times 4 - 3 \text{ Collapse}$



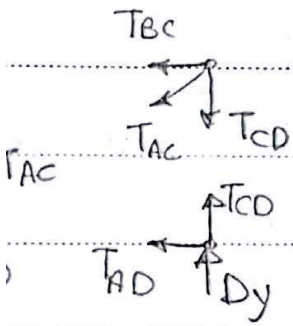
تعیین پایداری یا معین بودن استاتیکی

* تمرین: یک مکانیزم پیدا کنید که نقض کند فرمول ذکر شده را



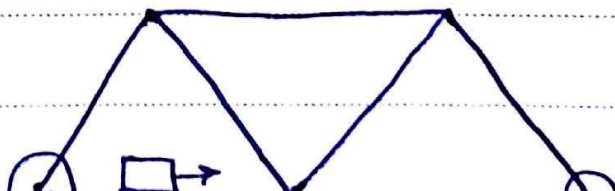
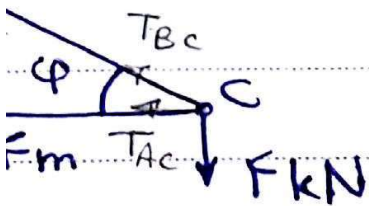
$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M_x = 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} A_x = \checkmark \\ A_y = \checkmark \\ D_y = \checkmark \end{cases}$$

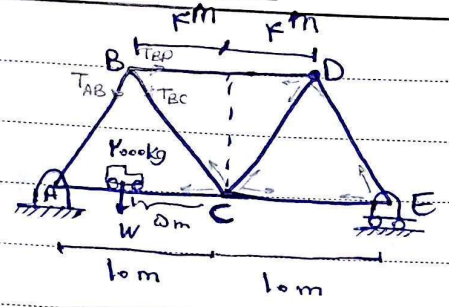
* مثال ۵:



Error propagation
استار خطا

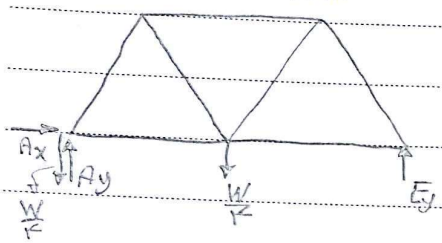
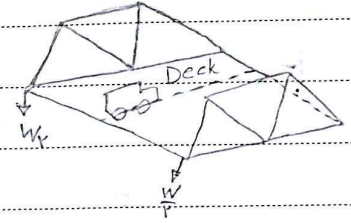
* مثال ۶:





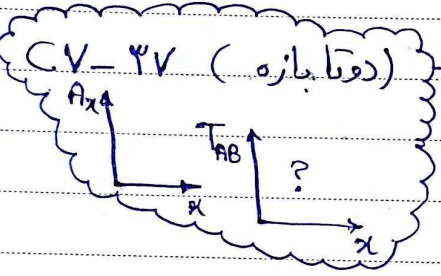
$W = 2000 \times 9.81 \text{ N}$

* مثال ۱ *



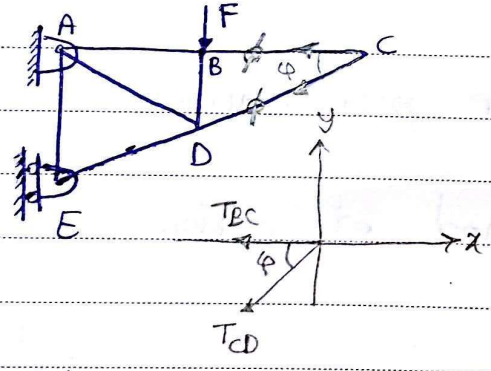
$$\left. \begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \Rightarrow A_x, A_y, E_y \\ \sum M_A &= 0 \end{aligned} \right\}$$

جابجایی
انحراف زینجر
جابجایی خنجر نسبت به زینجر



مهلت: دو هفته * تمرین *

* zero force members:



* قانون *
اگر دو member به طور غیر عمود باشند و هیچ نیروی خارجی به آن‌ها وارد نشود، نیروی داخلی آن‌ها صفر است.

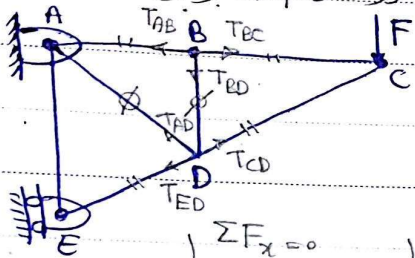
$$\left. \begin{aligned} \sum F_x &= 0 \Rightarrow -T_{BC} - T_{CD} \cos \phi = 0 \\ \sum F_y &= 0 \Rightarrow -T_{CD} \sin \phi = 0 \Rightarrow T_{CD} = 0 \end{aligned} \right\}$$

هم خط باشند - نقطه اتکانه نباشند - نیروی خارجی نباشند - شروط: قانون ۱

بقیه در صفحه بعد...

→ در نقاط همخطی است - نیرو خارجی نباشد - عضو هم بریند: قانون ۲

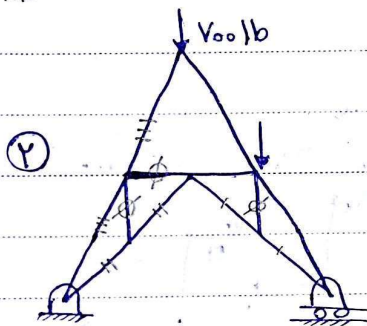
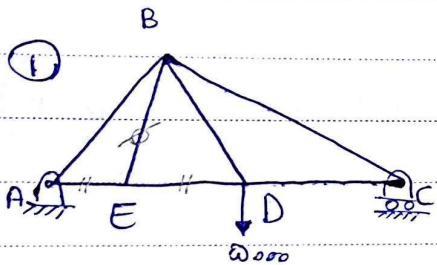
① در عضو هم خط برابرند → ⑤ همواره صاف است



* مثال ۳ *

② $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow -T_{AB} + T_{BC} = 0 \Rightarrow T_{BC} = T_{AB}$
 $\Sigma F_y = 0 \Rightarrow -T_{BD} = 0 \Rightarrow T_{BD} = 0$

④ $\Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_{CD} = T_{ED}$
 $\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T_{AD} = 0$



* مثال ۳ *

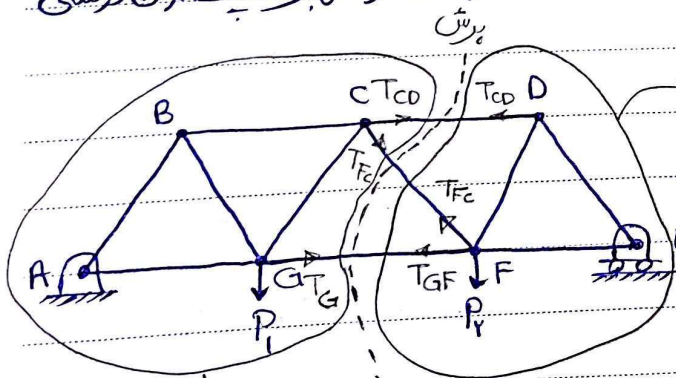
۱۳۵ - ۲۷ - ۴۰ - ۴۲

→ zero-force element?

* تعیین *

Method of joint → error propagation

Method of section → راه برای چک کردن درستی



$\Sigma F_x = 0$
 $\Sigma F_y = 0$
 $\Sigma M_x = 0$

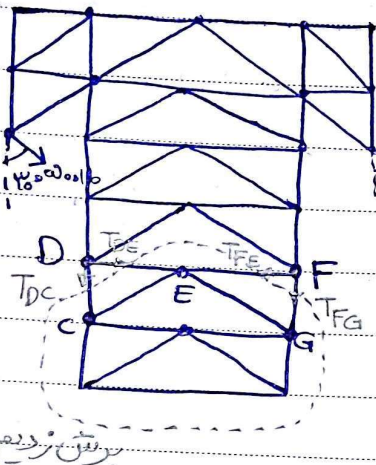
T_{CD}, T_{FC}, T_{GF} ✓
 * مثال ۳ *

شرط برش: ۳ عضو بریده شود
 چون ۳ تا معادله داریم خودم بنویسم

$\Sigma F_x = 0$
 $\Sigma F_y = 0$
 $\Sigma M_x = 0$

$\Rightarrow T_{CD}, T_{FC}, T_{GF}$ ✓

چک کردن با بالا



این حالتی است که با عضو بریده می شود

از میان استفاده می کنیم تا خواسته های سوال

$T_{CD}, T_{FG} = ?$

بدان شود

$\sum M_D = 0 \Rightarrow T_{FG}$

دو تا نیروی ۵۰۰ پوزیتی هم در نظر بگیر

$\sum M_F = 0 \Rightarrow F_D$

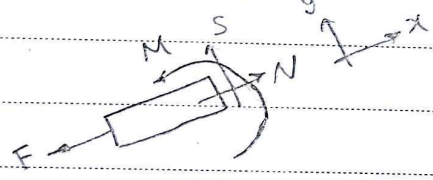
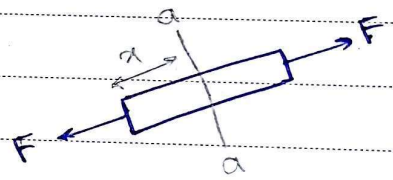
۴۰، ۲۳، ۴۷

حوالی ۱۰ در نیوم

* متن

* ~~specimens~~ straight & curved specimens:

shear force
Bending moment

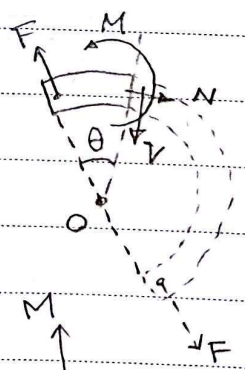
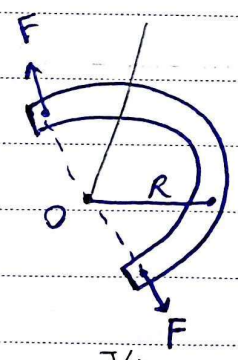


$\sum F_x = 0 \Rightarrow -F + N = 0 \Rightarrow N = F$
 $\sum F_y = 0 \Rightarrow S = 0$
 $\sum M_A = 0 \Rightarrow M = 0$

S: shear force

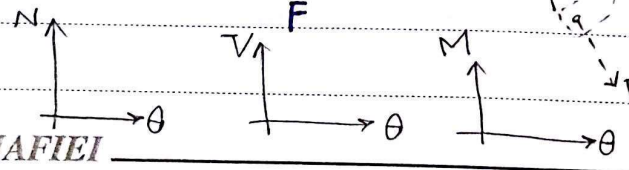
N: Normal force

M: bending Moment

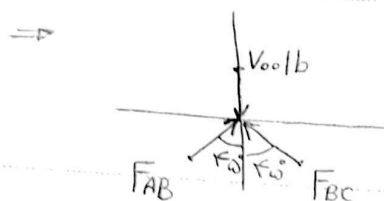
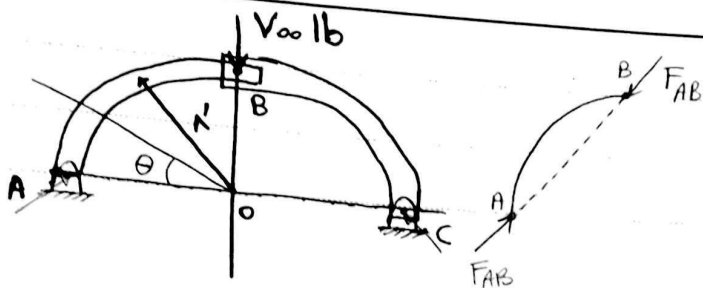


$0 \leq \theta \leq \pi$

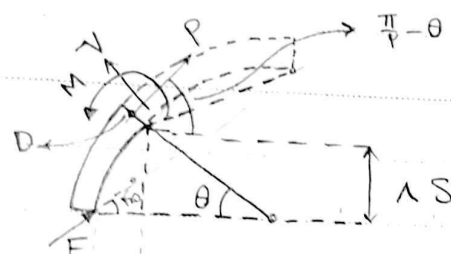
$\sum F_x = 0$
 $\sum F_y = 0$
 $\sum M_x = 0$



8 مثال *

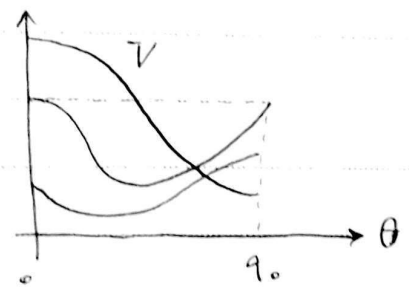


$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 &\Rightarrow F_{AB} = F_{BC} = 190 \text{ lb} \\ \sum F_y = 0 &\Rightarrow \end{aligned} \right\}$$



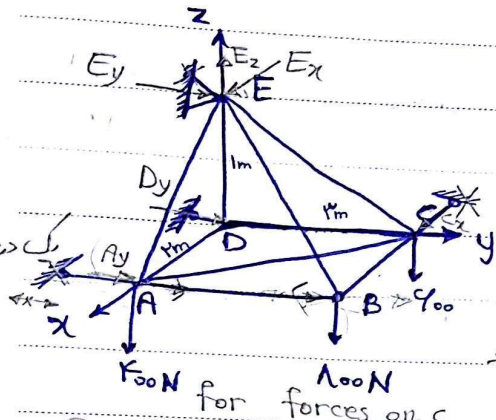
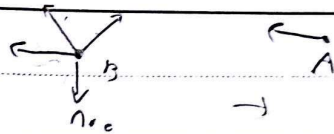
$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M_{@D} = 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \dots$$

$$\lambda(1 - \cos\theta) \Rightarrow \begin{cases} P = -190(\cos\theta + \sin\theta) \text{ lb} \\ V = 190(\cos\theta - \sin\theta) \text{ lb} \\ M = 190\lambda(1 - \sin\theta - \cos\theta) \text{ ft}\cdot\text{lb} \end{cases}$$



بقدر (تغير) ...

(*) Space Truss:



$\sum M_E = 0$ for forces on A : مثال 1

$\vec{r}_x \times \vec{F} = (\vec{r}_i - \vec{k}) \times (A\vec{j} - 4\vec{k}) +$
for forces on B

$+ (\vec{r}_i + 4\vec{j} - \vec{k}) \times (-1\vec{k}) +$
for forces on C

$+ (\vec{r}_j - \vec{k}) \times (C\vec{i} - 4\vec{k}) + (-\vec{k}) \times (D\vec{j}) =$

$= 4A\vec{k} + 1\vec{k} \times (-4\vec{k}) + A\vec{j} \times (-4\vec{k}) + 4\vec{j} \times (-1\vec{k}) - 4\vec{k} \times C\vec{i} - 1\vec{k} \times D\vec{j} = 0$

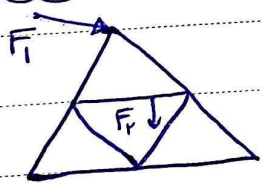
$= (\dots)\vec{i} + (\dots)\vec{j} + (\dots)\vec{k} = \vec{0} \text{ N.m}$

کاری که بالا کردیم در واقع 3 معادله در راستای x و y و z و M را یک ضرب نوشتیم.

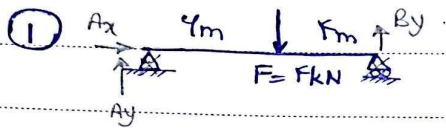
$\sum F_x = 0$	$C = 2400 \text{ N}$ ✓
$\sum F_y = 0$ ✓ = D	$A = 3900 \text{ N}$ ✓
$\sum F_z = 0$	$D = 600 \text{ N}$ ✓

* سوال: چجوری کشش فشاری

بودن طناب ها رو بفهمیم.



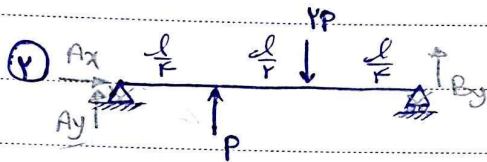
Frame structure: سازه قاب



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow Ax = 0$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow Ay + By = F$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow \dots \rightarrow \left. \begin{array}{l} Ay = 1/2 F \text{ kN} \\ By = 1/2 F \text{ kN} \end{array} \right\}$$



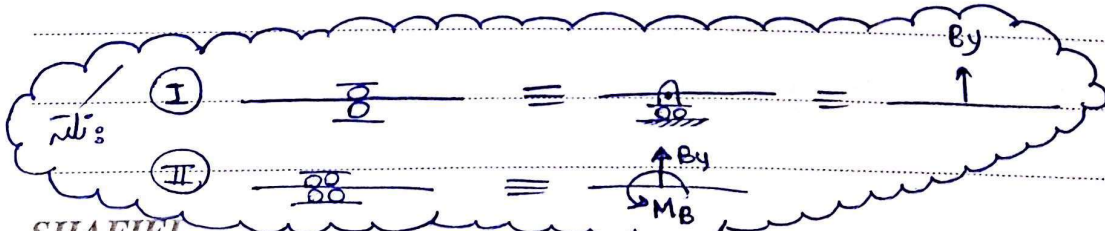
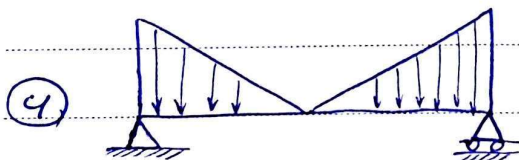
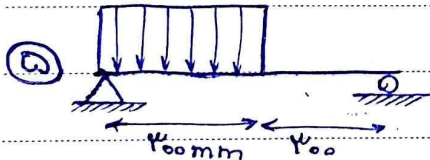
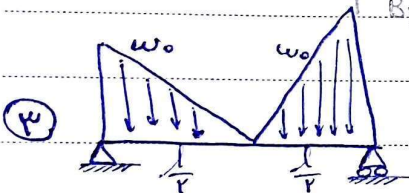
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow Ax = 0 \quad \checkmark$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow Ay + By = P$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow \left. \begin{array}{l} Ay = -\frac{P}{2} \\ By = \frac{3}{2}P \end{array} \right\}$$

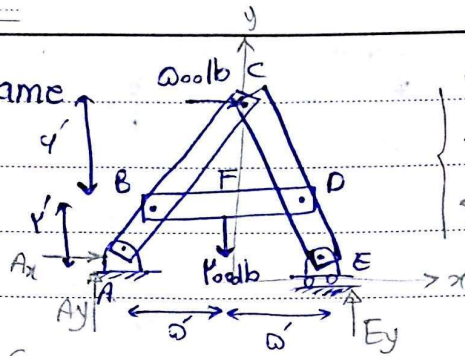
* سؤال ٥ حل تمرين: (كانال)

$$w = w_0 \sin \frac{\pi x}{l}$$



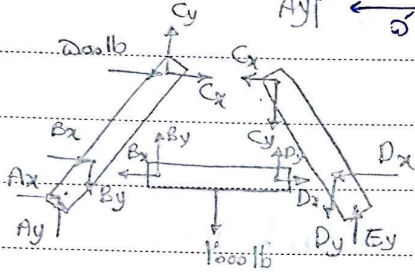
* ساز و قاب: frame

Example:



$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M_x = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} A_x &= -1000 \text{ lb} \\ A_y &= 700 \text{ lb} \\ E_y &= 1400 \text{ lb} \end{aligned}$$

قوی اینجا



Bx, By, Cx, Cy, Dx, Dy ?

Ax, Ay, Ey ✓

در صورت سوال گفته شده که نیروی

۵۰۰ پوندی را به ABC وارد می کنیم

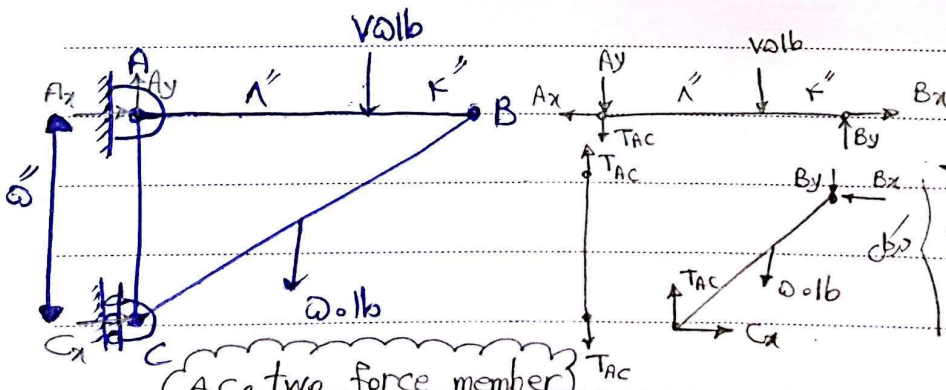
حال اگر این نیرو را به CDE وارد کنیم

$$\textcircled{BD} \left\{ \begin{aligned} \sum M_B = 0 \\ \sum M_D = 0 \end{aligned} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} D_y = \checkmark \\ B_y = \checkmark \end{aligned} \right.$$

$$\text{for } \textcircled{ABC} \left\{ \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M_{@A} = 0 \end{aligned} \right.$$

جواب هافتی می کند؟ (تقریب)

اگر این نیرو روی joint هافتی می گرفت



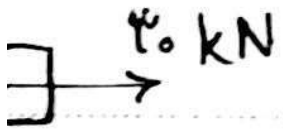
خطور ۱۵۳۵

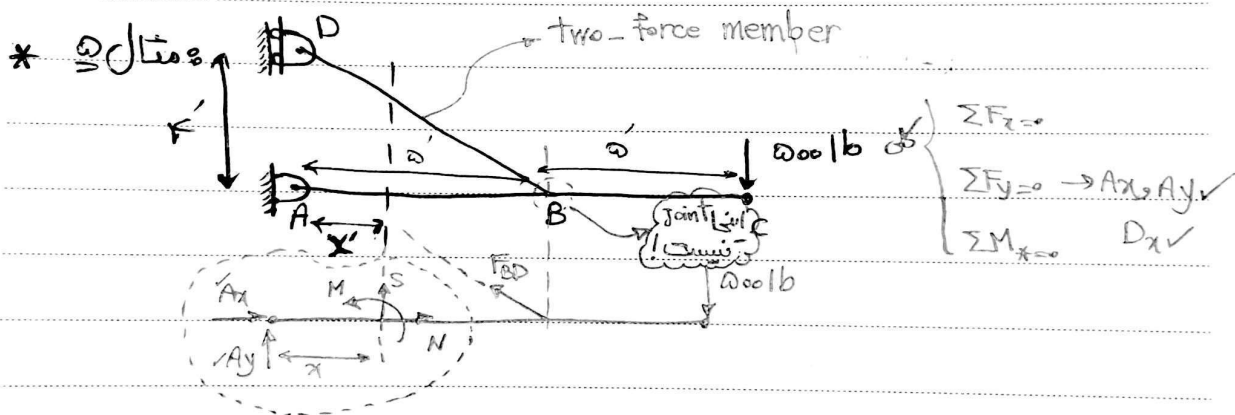
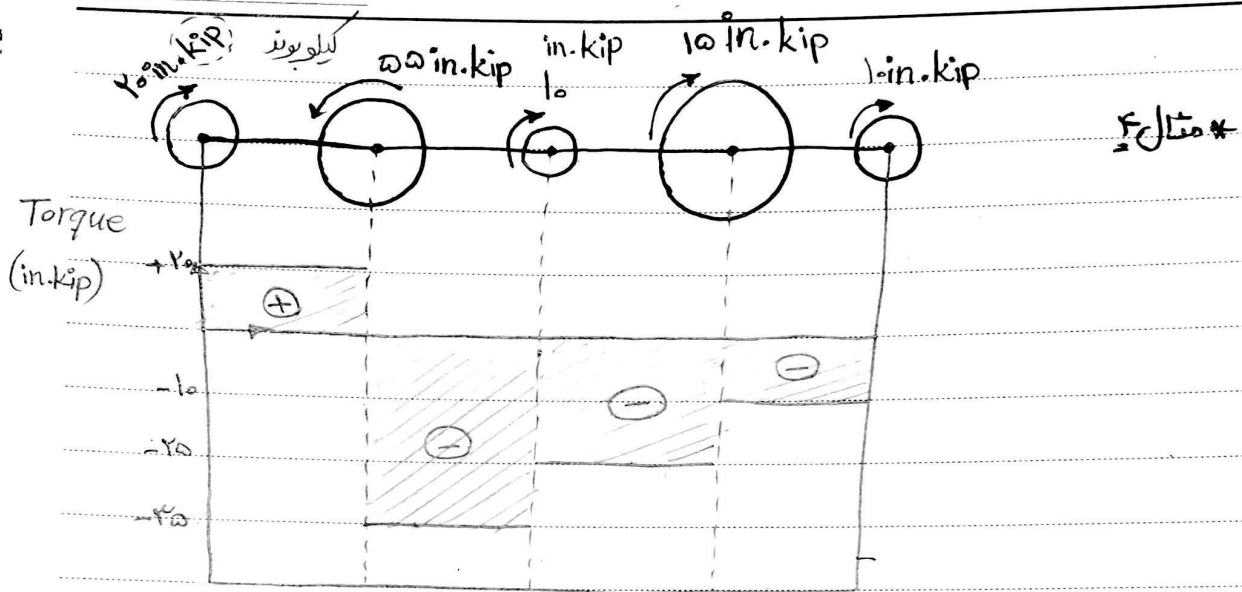
$$\left. \begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum M_x = 0 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \text{مثال ۲:} \\ A_x, A_y, \text{ و } C_x \checkmark \end{aligned}$$

A, C, two-force member

در حل سوالات فریم بایدت باشه اول بین two-force mem ها کورمان!

→ + ← =





$$\left. \begin{aligned} \Sigma F_x &= 0 \\ \Sigma F_y &= 0 \rightarrow A_x, A_y \checkmark \\ \Sigma M_x &= 0 \quad D_x \checkmark \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} \Sigma F_x &= 0 \\ \Sigma F_y &= 0 \rightarrow M, S, N \checkmark \\ \Sigma M_x &= 0 \end{aligned} \right\}$$

۱، ۱۵، ۱۷، ۲۳، ۲۹

* تمرین :

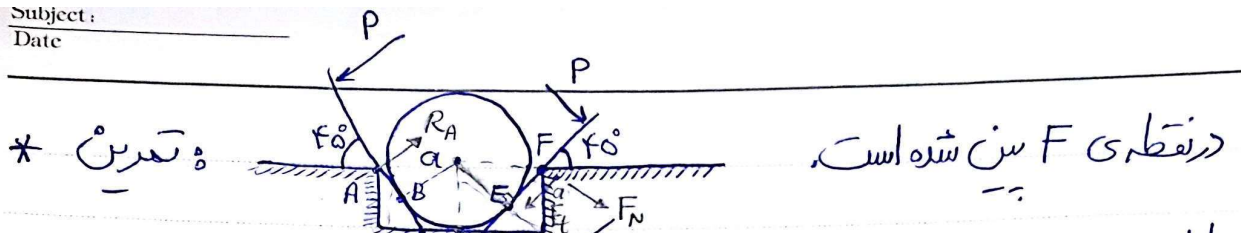
توزیع نیرو در فریم ها برسیه شود.

برسیه شود.

به جواب آخر نرسید.

۱، ۲۸

هم برسیه شود.



* تعیین

در نقطه F سن شده است.

طول هر دو میل L و نیروهای تماس و نیروهای تکیه بر F چقدر است؟

R_A, F_t, F_N B و E

$$M_F = 0 \Rightarrow -P \times \left(\frac{L}{\sqrt{2}}\right) + F_E \times d = 0 \quad ; \quad d = \frac{\sqrt{2}}{2} a \Rightarrow F_E \times \frac{\sqrt{2}}{2} a = \frac{P}{\sqrt{2}} L$$

$$\Rightarrow \frac{F_E}{L} = \frac{P}{\sqrt{2} a} \quad , \quad \frac{L}{P} = \sqrt{2} a \Rightarrow L = \sqrt{2} P a \Rightarrow F_E = 2P \rightarrow F_B = 2P$$

~~$2 \times F_N \times \cos 45^\circ$~~

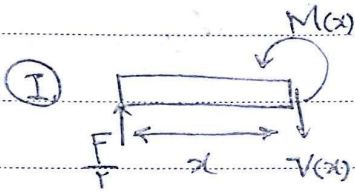
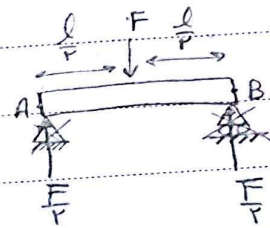
$$N + \sqrt{2} F_E = Mg$$

3 و N

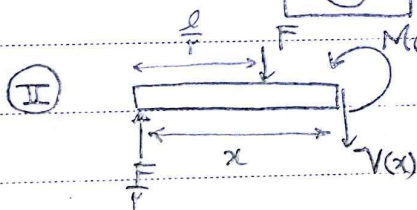
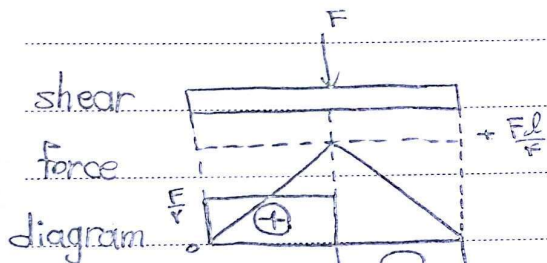
* shear force & Bending moment in Beams:

$$\left. \begin{array}{l} 0 < x < \frac{l}{2} \text{ (I)} \\ \frac{l}{2} < x < l \text{ (II)} \end{array} \right\}$$

V: shear force



$$\rightarrow \sum F_y = 0 \Rightarrow -V(x) + \frac{F}{2} = 0 \Rightarrow V(x) = \frac{F}{2} \rightarrow (\text{مقدار مثبت و یکنواخت})$$

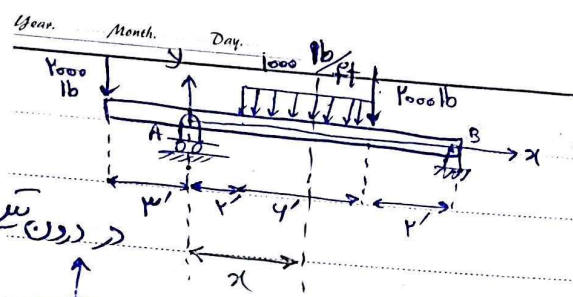


$$\sum F_y = 0 \Rightarrow +\frac{F}{2} - F - V(x) = 0 \Rightarrow V(x) = -\frac{F}{2}$$

$$\text{(I)} \quad \sum M @ A = 0 \Rightarrow -V(x) \cdot x + M(x) = 0 \Rightarrow M(x) = V(x) \cdot x = +\frac{F}{2} x$$

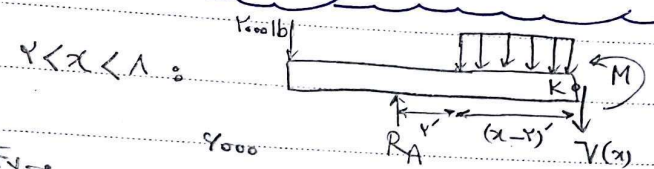
$$\text{(II)} \quad \sum M @ A = 0 \Rightarrow -F \cdot \frac{l}{2} - V(x) \cdot x + M(x) = 0 \Rightarrow M(x) = \frac{Fl}{2} - \frac{F}{2} x$$

$$\rightarrow M(x) = -\frac{F}{2} x + \frac{Fl}{2}$$



shear force & Bending moment
at: $2 < x < 10$

نقطه در تکیه‌گاه‌های (roller) به شرطی که دو تکیه‌گاه میله باشند. همان تکیه‌گاه است.

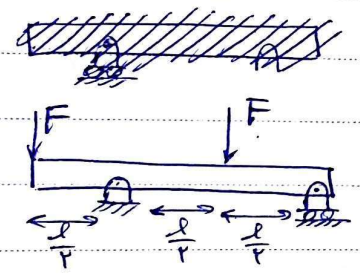


$R_A = 4000 \text{ lb}$ (در حالت کلی بررسی آمد)

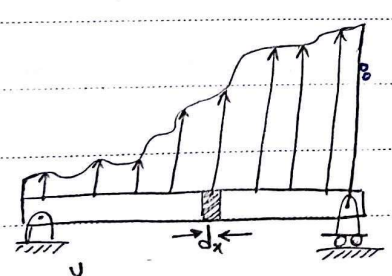
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow -4000 + (R_A) - 1000 \times (x-2) - V(x) = 0 \Rightarrow V(x) = -1000x + 4000 \text{ lb}$$

$$\sum M @ K = 0 \Rightarrow 4000 \times (2+x) - 4000x + 1000 \times (x-2) \times \frac{(x-2)}{2} + M(x) = 0$$

$$\Rightarrow M(x) = -500x^2 + 4000x - 8000 \text{ (ft. lb)}$$



بزرگترین: مقدار ممان و نیروی برشی



(*) ارتباط میان Bending moment, shear force

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow V + w dx - (V + dV) = 0$$

$$\Rightarrow dV = w dx \Rightarrow w = \frac{dV}{dx}$$

$$V = \int w dx$$

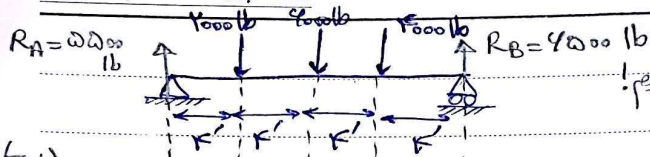
$$\sum M @ K = 0 \Rightarrow M + V dx + w dx \left(\frac{dx}{2}\right) - (M + dM) = 0$$

$$\Rightarrow dM = V dx$$

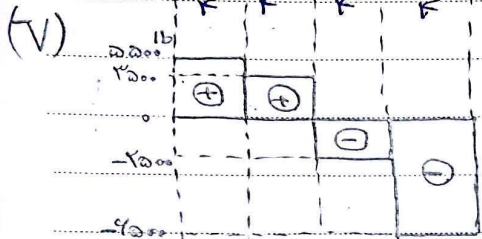
$$M = \int V dx$$

SHAFIEI

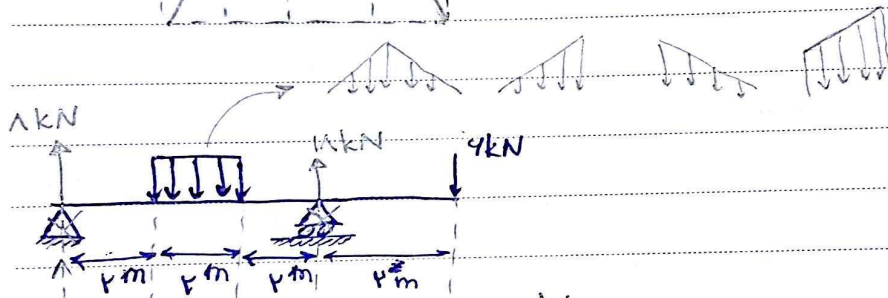
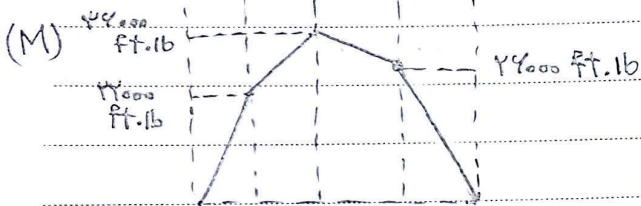
انتگرال بار خاکی ← shear force ← Bending moment انتگرال



8 مثال *

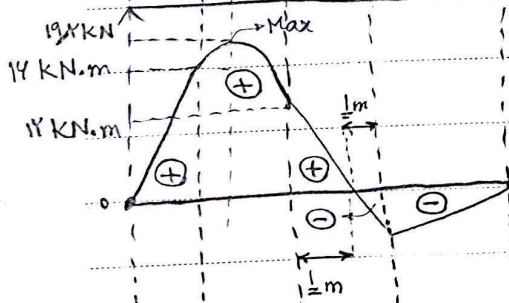
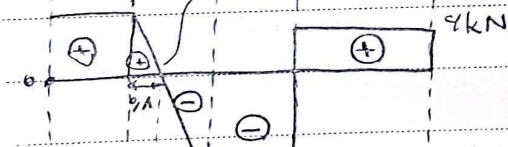


1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 مثال *

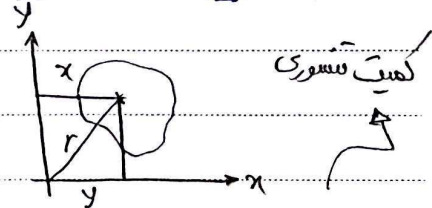


8 مثال *

$\frac{dM}{dx} = 0 \rightarrow \text{Max } \underline{\text{b}} \text{ Min}$



properties of Area
Appendix 10



کمیته نسبی

$$\begin{cases} I_x = Ay^2 \\ I_y = Ax^2 \\ J = Ar^2 \end{cases} \Rightarrow \tilde{I} = \begin{pmatrix} I_x & I_{xy} \\ I_{yx} & I_y \end{pmatrix}$$

سختی : مقاوم در برابر لغزش
سختی : مقاوم در برابر تنش

moment of inertia \neq moment of area