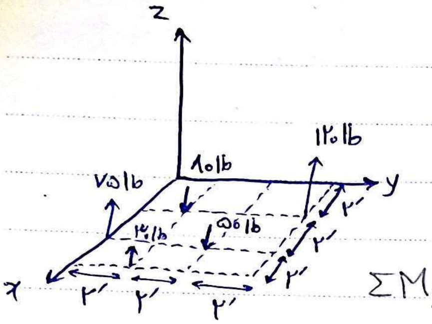
*مثال ا:



$$\vec{R} = \Sigma F \vec{k} = (75 + 30 - 80 - 50 + 120)\vec{k} = 95\vec{k} \ (lb)$$

$$x_R = \frac{-\Sigma M_y}{R} \ , \ y_R = +\frac{\Sigma M_x}{R}$$

$$\Sigma M_y = -75\times 4 - 30\times 6 + 50\times 4 + 80\times 2 - 120\times 2 = -360 \ (ft.lb)$$

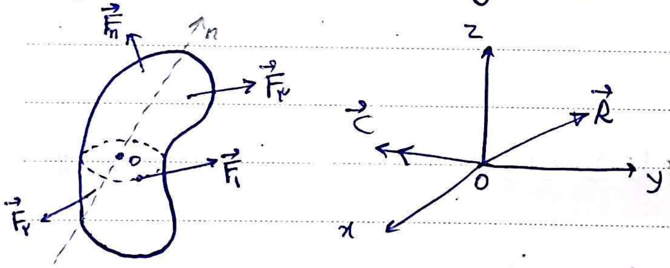
$$\Sigma M_x = 75\times 0 + 30\times 2 - 80\times 2 - 50\times 4 + 120\times 6 = 420 \ (ft.lb)$$

$$\rightarrow x_R = \frac{-\Sigma M_y}{R} \ , \ y_R = +\frac{\Sigma M_x}{R} \Rightarrow \dots \Rightarrow \begin{cases} x_R = 3.79 \ ft \\ y_R = 4.42 \ ft \end{cases}$$

*تمرین ها: ۴,۱۲۷ و ۱۲۸ و ۱۳۱ و ۱۳۳ و ۱۳۴ و ۱۳۵

→ sense:?

⊛ General force systems:



$$\vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_y + \vec{R}_z$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2 + (\Sigma F_z)^2}$$

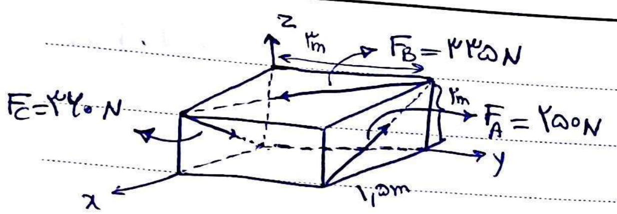
$$\theta_x = \cos^{-1}\frac{R_x}{R} \ , \ \dots$$

$$\vec{C} = \Sigma\vec{C}_x + \Sigma\vec{C}_y + \Sigma\vec{C}_z \Rightarrow C = \sqrt{(\Sigma C_x)^2 + (\Sigma C_y)^2 + (\Sigma C_z)^2}$$

$$\Rightarrow \theta_x = \cos^{-1}\frac{C_x}{C} \ , \ \theta_y = \dots \ , \ \theta_z = \dots$$

مثال در صفحه ی بعد...

Subject:
Date



$$\vec{F}_A = \frac{(\ )\vec{i} + (\ )\vec{j} + (\ )\vec{k}}{\sqrt{(\ )^۲ + (\ )^۲ + (\ )^۲}} \times (\quad) = -۱۵۰\vec{i} + ۲۰۰\vec{k} \ (N)$$

$\Rightarrow \dots \Rightarrow \vec{F}_B = ۱۵۰\vec{i} + ۲۰۰\vec{k}$ (N)

$\Rightarrow \dots \Rightarrow \vec{F}_C = ۳۰۰\vec{j} - ۲۰۰\vec{k}$ (N)

$\Rightarrow \vec{R} = ۰ \rightarrow \boxed{\vec{C} = ?} \rightarrow \vec{C} \neq \vec{0}$

$\vec{r}_{A/O} = ۱,۵\vec{i} + ۳\vec{j}$ (m)

$\vec{r}_{B/O} = ۳\vec{j} + ۲\vec{k}$ (m)

$\vec{r}_{C/O} = ۱,۵\vec{i} + ۲\vec{k}$ (m)

$$\Rightarrow \vec{M}_O = \vec{r}_{A/O} \times \vec{F}_A + \vec{r}_{B/O} \times \vec{F}_B + \vec{r}_{C/O} \times \vec{F}_C = ۶۰۰\vec{i} + ۳۰۰\vec{j} + ۴۵۰\vec{k} \ (N \cdot m)$$

$\theta_x = \dots$

$\theta_y = \dots$

$\theta_z = \dots$

*تمرین: ۱۳۹، ۱۴۱، ۱۴۴، ۱۴۷، ۱۴۹، ۱۵۱، ۱۵۳، ۱۷۱

۱۴۹ → wrench

۱۷۱ → هر نقطه روی خط، یعنی چی؟

فصل ۵: Distributed forces, center & centroid

center → physical properties (weight & mass)

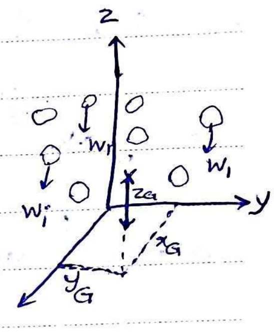
centroid → Geom. properties (line, Area, volume)

Moment: First moment of force

Subject:
Date

center and centroid:

(*) center of gravity, center of mass:



(I) $W = \sum_{i=1}^{m} w_i$ $\quad \begin{cases} w_i, x_i, y_i, z_i = \checkmark \\ W, x_G, y_G, z_G = ? \end{cases}$

(II) $\sum M_y = ? \rightarrow \sum_{i=1}^{m} w_i x_i = W x_G \rightarrow x_G = \frac{1}{W} \sum_{i=1}^{m} w_i x_i$

$\sum M_x = ? \rightarrow \sum_{i=1}^{m} w_i y_i = W \cancel{x} y_G \Rightarrow y_G = \frac{1}{W} \times \sum_{i=1}^{m} w_i y_i$

$\Rightarrow z_G = \frac{1}{W} \times \sum_{i=1}^{m} w_i z_i$

$\longrightarrow$ در سیستم‌های پیوسته: $\begin{cases} x_G = \frac{1}{W} \int x\,dw \\ y_G = \frac{1}{W} \int y\,dw \\ z_G = \frac{1}{W} \int z\,dw \end{cases}$

$$W x_G \vec{i} + W y_G \vec{j} + W z_G \vec{k} = \sum_{i=1}^{m} w_i x_i \vec{i} + \sum_{i=1}^{m} w_i y_i \vec{j} + \sum_{i=1}^{m} w_i z_i \vec{k}$$

$$W \underbrace{(x_G \vec{i} + y_G \vec{j} + z_G \vec{k})}_{\vec{r}_G} = \sum_{i=1}^{m} w_i \underbrace{(x_i \vec{i} + y_i \vec{j} + z_i \vec{k})}_{r_G}$$

$$\Rightarrow \vec{M}_o = W \vec{r}_G = W \cdot \sum_{i=1}^{m} w_i \vec{r}_i$$

* تحقیق: مرکز ثقل هواپیما چگونه بدست می‌آید. (راهنمایی: با استفاده از ۳ ترازو)

$\longrightarrow$ for continious systems: سیستم‌های پیوسته

$\vec{r}_G = \int \vec{r}\,dw$

Subject:
Date

* center of mass:

$$W=\int dW \xrightarrow{\div g} \frac{W}{g}=\frac{1}{g}\int dW \xrightarrow{\text{if } g=cte} \frac{W}{g}=\int\frac{dW}{g}$$

$$\Rightarrow m=\int dm$$

$$W x_G=\int x\,dW \Rightarrow m x_m=\int x\,dm$$

first moment of mass

$$x_G=\frac{1}{W}\int x\,dW \longrightarrow x_m=\frac{1}{m}\int x\,dm \Rightarrow \begin{cases} y_m=\frac{1}{m}\int y\,dm \\ z_m=\frac{1}{m}\int z\,dm \end{cases}$$

فیزیکی ← $\boxed{W \rightarrow m}$ $\rightarrow$ $\boxed{V \rightarrow A \rightarrow L}$ → ریاضی و هندسی

* ~~center~~ centroid of volume:

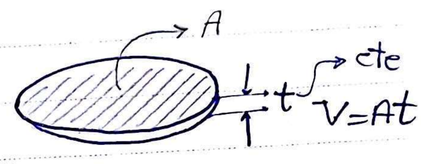
$$m=\int dm \xrightarrow{\rho=cte} \frac{m}{\rho}=\int\frac{dm}{\rho} \Rightarrow V=\int dV$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_V=\frac{1}{V}\int x\,dV \\ y_V=\frac{1}{V}\int y\,dV \\ z_V=\frac{1}{V}\int z\,dV \end{cases} \Rightarrow \text{centroid of volume}$$

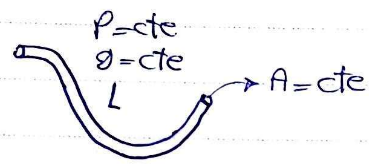
مرکز حجم (واره) تابعی از شکل هندسی است و مرکز جرم و ثقل به ارتفاع و چگالی وابسته اند.

* تمرین: ۶ و ۴ و ۲ ، ۵

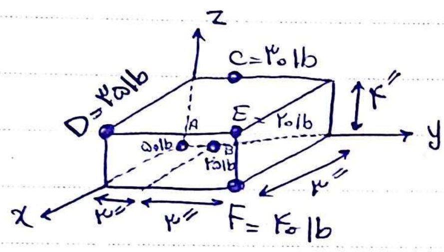
⊛ centroid of Area:



$$\begin{cases} V=\int dV \\ x_V=\frac{1}{V}\int x\,dV \\ y_V=\frac{1}{V}\int y\,dV \\ z_V=\frac{1}{V}\int z\,dV \end{cases} \xRightarrow{t=cte} \begin{cases} A=\int dA \\ x_A=\frac{1}{A}\int x\,dA \\ y_A=\frac{1}{A}\int y\,dA \\ z_A=\frac{1}{A}\int z\,dA \end{cases}$$



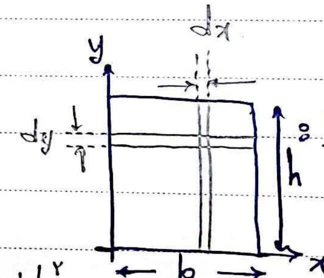
$$\begin{cases} L=\int dL \\ x_L=\frac{1}{L}\int x\,dL \\ y_L=\frac{1}{L}\int y\,dL \\ z_L=\frac{1}{L}\int z\,dL \end{cases}$$



$W x_{cg} = W_1 x_1 + W_2 x_2 + \cdots$ * مثال ۱:

centroid of Area:

* مثال ۲:



$dA = b \times dy$

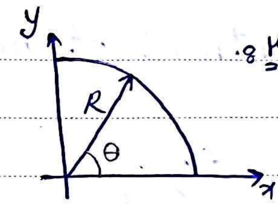
$$M_x = \underbrace{\int y\,dA}_{dM_x} = \int_0^h y \times b \times dy = b \times \left(\frac{y^2}{2}\right)\Big|_0^h = \frac{bh^2}{2}$$

$$\Rightarrow A\,y_{C.A} = M_x = \frac{bh^2}{2} \Rightarrow y_{C.A} = \left(\frac{bh^2}{2}\right) \times \frac{1}{bh} = \frac{h}{2}$$

$$M_y = \underbrace{\int x\,dA}_{dM_y} = \int_0^b x \cdot h\,dx = h \times \frac{b^2}{2} \Rightarrow A\,x_{C.A} = \frac{hb^2}{2} \Rightarrow x_{C.A} = \frac{b}{2} \checkmark$$

Subject:
Date

*مثال ۳-۸:



$$dA = r\,d\theta\,dr$$

$$M_x = \int y\,dA = \int_0^{\frac{\pi}{2}}\int_0^{R} r\sin\theta \times r\,d\theta\,dr$$

$$\Rightarrow A \times y_{C.A} = \left(\frac{r^3}{3}\right)\Big|_0^R \times (-\cos\theta)\Big|_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{R^3}{3}$$

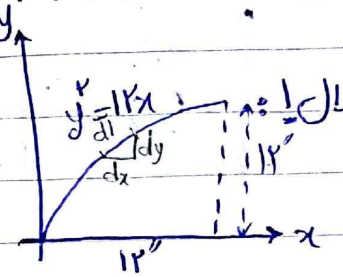
$$\Rightarrow y_{C.A} = \frac{\left(\frac{R^3}{3}\right)}{\pi R^2 \times \frac{1}{4}} = \frac{4R^3}{3\pi R^2} = \frac{4R}{3\pi}, \quad M_y = \int x\,dA = \int_0^{\frac{\pi}{2}}\int_0^{R} r^2\cos\theta\,dr\,d\theta =$$

$$= \frac{R^3}{3} \times 1 = \frac{R^3}{3} \Rightarrow x_{C.A} = \frac{\left(\frac{R^3}{3}\right)}{\pi r^2 \times \frac{1}{4}} = \frac{4R}{3\pi}$$

PAPCO

centroid of line: ?

*مثال ۱:



$$dl = \sqrt{dx^2 + dy^2} = dy \times \sqrt{\left(\frac{dx}{dy}\right)^2 + 1}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} y^2 = 12x \\ x = \frac{1}{12} y^2 \\ \frac{dx}{dy} = \frac{y}{6} \Rightarrow L = \int dl = \int \sqrt{\left(\frac{y}{6}\right)^2 + 1}\, dy = \dots = 17.767'' \end{cases}$$

$$\begin{cases} M_y = L x_c = \int x\, dl \\ M_x = L y_c = \int y\, dl \end{cases} , \quad M_x = \int y\, dl = \frac{1}{6} \int_0^{12} y \sqrt{y^2+36}\, dy = \frac{1}{6} \times \frac{1}{3} (y^2+36)^{\frac{3}{2}} \Big|_0^{12} = 123.14 \text{ in}^2$$

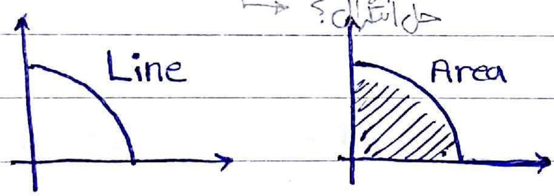
$$M_y = \int x\, dl = \frac{1}{72} \int y^2 \sqrt{y^2+36}\, dy = \dots = 87.31 \text{ in}^2$$

$$\Rightarrow x_c = \dots , y_c = \dots$$

بازه انتگرال گیری

*تمرین: ۵،۱۲ و ۱۶ و ۲۱ و ۲۵ و ۲۸ و ۳۰ → بازه کدام دسته؟

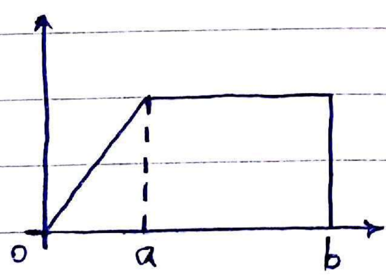
حل انتگرال؟



*توصیه‌ی استاد: گرفتن کپی از چند جدول کتاب برای امتحان

⊛ centroids of composite bodies:

*مثال ۲:

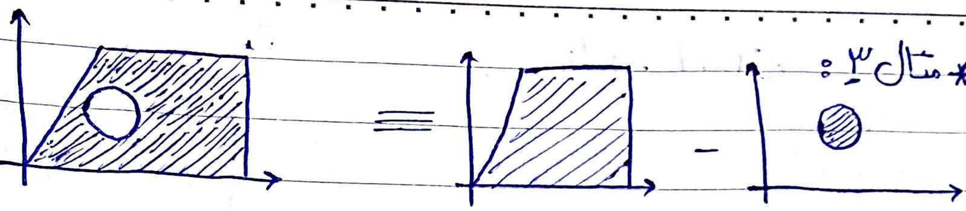


$$A = \int dA = \int_{A_{triangle}} dA + \int_{A_{Rectangle}} dA$$

$$\Rightarrow x_{C.A} * A = \int_A x\,dA = \int_{A_{tri}} x\,dA + \int_{A_{rect}} x\,dA =$$

$$= x_{C.A_{tri}} \times A_{tri} + x_{C.A_{rect}} \times A_{rect}$$

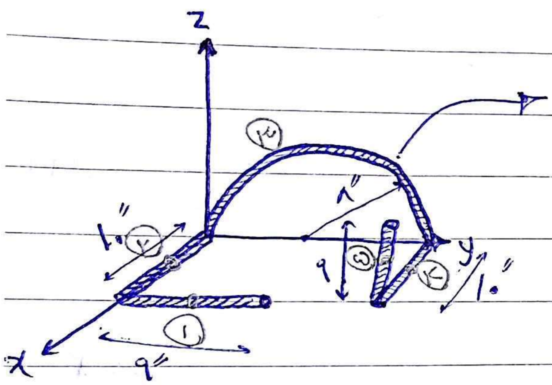
* مثال ۳ :



$$\Rightarrow (x_{C.A} * A)_{comp} = (x_{C.A} * A)_{tri} + (x_{C.A} * A)_{Rect} - (x_{C.A} * A)_{circle}$$

بدست میاد!

* مثال ۴ :



سیم part	L (in)	$x_{C.L}$ (in)	$y_{C.L}$ (in)	$z_{C.L}$ (in)
۱	۹	۱۰	۴,۵	۰
۲	۱۰	۵	۰	۰
۳	۲۵,۱۳	۰	۸	۵,۰۹۳
۴	۱۰	۵	۱۶	۰
۵	۹	۱۰	۱۶	۴,۵

$L = ۶۴,۱۳''$

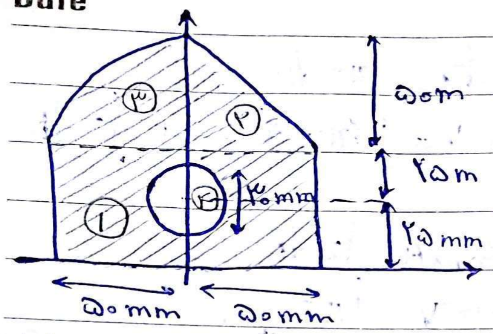
M_{yz} (in²)	M_{xz} (in²)	M_{xy} (in²)
⇒ ۹۰		

$\sum M_{yz} = ۲۸۰$ $\sum M_{xz} = ۵۴۵,۵$ $\sum M_{xy} = ۱۶۸,۵$

$$\Rightarrow \begin{cases} x_{C.L} = \dfrac{\sum M_{yz}}{L} = ۴,۴۴'' \\ y_{C.L} = \dfrac{\sum M_{xz}}{L} = ۸,۴۴'' \\ z_{C.L} = \dfrac{\sum M_{xy}}{L} = ۲,۶۷'' \end{cases}$$

بقیه در صفحه ی بعد ...

* مثال ۵ :



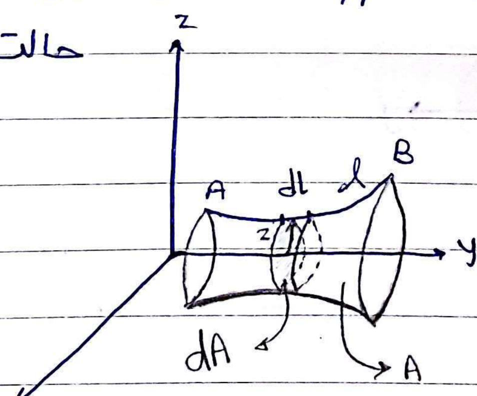
Part	$A(mm^2)$	$x_{C.A}(mm)$	$y_{C.A}(mm)$	$M_y(mm^3)$	$M_x(mm^3)$
۱	۵۰۰۰	۰	〃	۰	〃
۲	۱۲۵۰	۱۶٫۶۷	〃	۲۰۸۳۸	〃
۳	۱۹۶۳	-۲۱٫۲۲	〃	-۴۱۶۶۵	〃
۴	-۷۰۷	۰	〃	۰	〃
	$\Sigma A =$ ۷۵۰۶			$\Sigma M_y(mm^3)$ = -۲۰۸۲۷	〃

$x_{C.A} = \dfrac{\Sigma M_y}{\Sigma A} =$ -۲٫۷۷ (mm)

* تمرین (۲) : ۵، ۳۲، ۳۷، ~~۴۸~~ ۴۷، ۵۴

Theorem of Pappus & Goldins

حالت I



$dA = ۲\pi z\, dl$

$\Rightarrow A = \int dA = \int ۲\pi z\, dl = ۲\pi \int z\, dl$

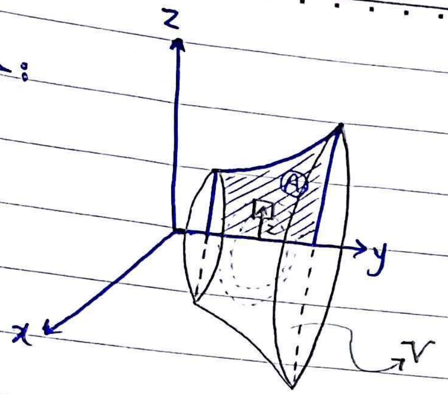
$\Rightarrow z_{C.L} \times L = \int z\, dl$

$\Rightarrow A = (۲\pi) \times (z_{C.L} \times L) \Rightarrow A = ۲\pi z_{C.L} \times L$

$\Rightarrow \boxed{A = \theta z_{C.L} L}$ $\quad ۰ \le \theta \le ۲\pi$

Subject
Date

حالت II:



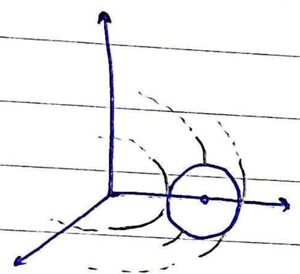
$$dV = 2\pi z\, dA$$
$$\int \Rightarrow V = \int 2\pi z\, dA = 2\pi \int z\, dA$$
$$z_{C.A} \times A = \int z\, dA$$
$$\Rightarrow V = 2\pi z_{C.A}\, A$$

$0 \le \theta \le 2\pi$

$$\Rightarrow \boxed{V = 2\pi z_{C.A} A} \Rightarrow \boxed{V = \theta z_{C.A} A}$$

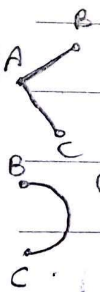
*نکته ۱: مرکز سطح و مرکز طول: یکسان نیست.

*مثال ۱:



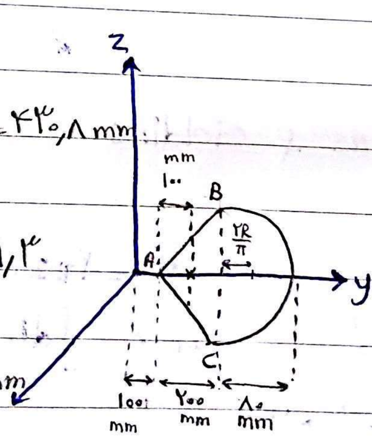
$$\begin{cases} A = 2\pi (\overset{R}{x_{C.L}}) \times (\overset{2\pi r}{L_C}) = 2\pi^2 R r \\ V = \end{cases}$$

*مثال ۲:



(I): $L_{BAC} = 2 \times \sqrt{200^2 + 80^2} = 430.8\ mm$

(II): $L_{BC} = \pi (80) = 251.3$



$$\Rightarrow (x_{C.L})_I = 100 + \frac{200}{2} = 200\ mm$$

$$\Rightarrow (x_{C.L})_{II} = 300 + \frac{2(80)}{\pi} = 350.9\ mm$$

$$\Rightarrow A^* = A^*_I + A^*_{II} = 2\pi L_I \times (x_{C.L})_I + 2\pi L_{II} \times (x_{C.L})_{II} = \dots$$

Subject

Date

* مثال ۳:

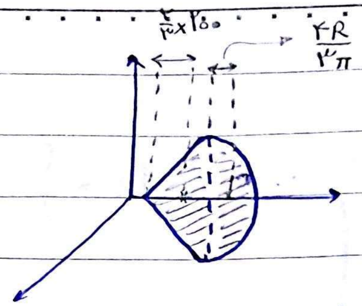
$A_I = ...$

$A_{II} = ...$

$(x_{C.A})_I = ...$

$(x_{C.A})_{II} = ...$

$V = V_I + V_{II} = ...$

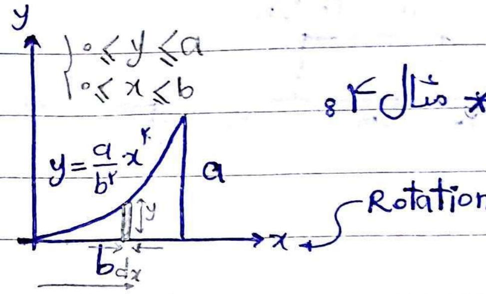


* مثال ۴:

$dA = y\,dx$

$dV = 2\pi (y_{C.A})_{dA} \times (dA) =$

$= 2\pi \times (\frac{y}{2}) \times (y\,dx) = \pi y^2 dx$

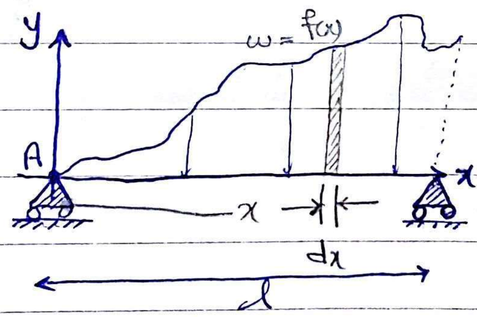


$\Rightarrow V = \int dV = \int_0^b \pi y^2 dx = \int_0^b \pi (\frac{a}{b^2} x^2)^2 dx = \frac{\pi a^2 x^5}{5 b^4} \Big|_0^b$

* تمرین: سطح پوشش منحنی بالا حول محور x + ۶/۸، ۶/۳ و ۵/۸، ۵/۵ و ۵/۲

انتگرال می‌خواد

Distributed loads on Beams:



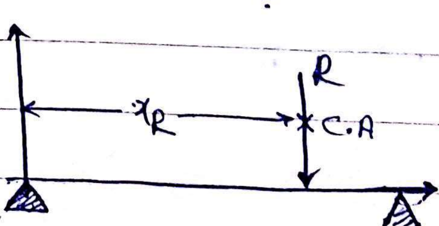
بار متمرکز

$dR = w\,dx$

$\Rightarrow R = \int w\,dx = \int_0^l f(x)\,dx$

* دومین قانون برای پیدا کردن محل فرود برآیند نیروها بر واحد سطح:

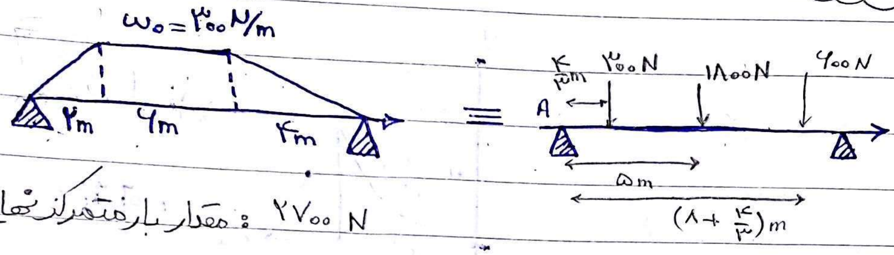
$\boxed{\Sigma M_A = R x_R}$ =



تمرین

$$dM_a = x\,dR$$
$$M_A = \int x\,dR$$
also
$$M_A = R\,x_R$$
$$\Rightarrow R\,x_R = \int x\,dR \Rightarrow x_R = \frac{1}{R}\int x\,dR$$
$$x_{C.A} = \frac{1}{A}\int x\,dA$$

*مثال ۱:

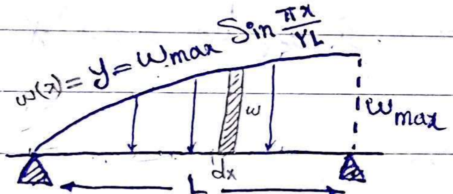


مقدار بار متمرکز نهایی: ۲۷۰۰ N

$$\curvearrowleft + \quad ۳۰۰\times\frac{۴}{۳} + ۱۸۰۰\times ۵ + ۶۰۰\times\left(۸+\frac{۴}{۳}\right) = ۴۰۰ + ۹۰۰۰ + ۴۸۰۰ + ۸۰۰ = ۱۵۰۰۰\ N.m$$

$$\Rightarrow ۱۵۰۰۰ = ۲۷۰۰\times x_R \Rightarrow x_R = ۵{,}۵۶\ m$$

*مثال ۲:



$$\Rightarrow \text{مساحت زیر نمودار} = \overset{F}{R} = \int dR = \int w\,dx = \int_0^L w_{max}\cdot\sin\frac{\pi x}{۲L}\,dx$$

$$= \frac{۲L}{\pi}\times w_{max}\times\left(-\cos\frac{\pi x}{۲L}\right)\Big|_0^L = \frac{۲L\,w_{max}}{\pi}$$

$$\sum M_A = \underbrace{\int \underbrace{x\,w\,dx}_{dR}}_{dM_A} = \int_0^L x\cdot w_{max}\cdot\sin\frac{\pi x}{۲L}\times dx = \frac{۴L^۲\,w_{max}}{\pi^۲}$$

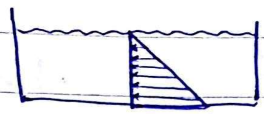
$$\Rightarrow \sum M_A = R\times \overset{d}{x_R} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{\frac{۲L\cdot w_{max}}{\pi}}{\frac{۴L^۲\,w_{max}}{\pi^۲}} \Rightarrow d = \frac{۲L}{\pi}$$

Subject

Date

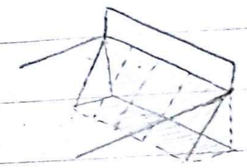
* تمرین ها : ۵۱، ~~۶۹~~ - ۷۰ - ۷۴ - ۷۷* - ۸۰

مرکز سطح در مثلث عادی و قائم الزاویه متفاوت



$$P_{absolut\ pressure} = P_{atm} + P_{gage} \rightarrow \text{زیاد مهم نیست}$$

$$P_g = \rho g x$$



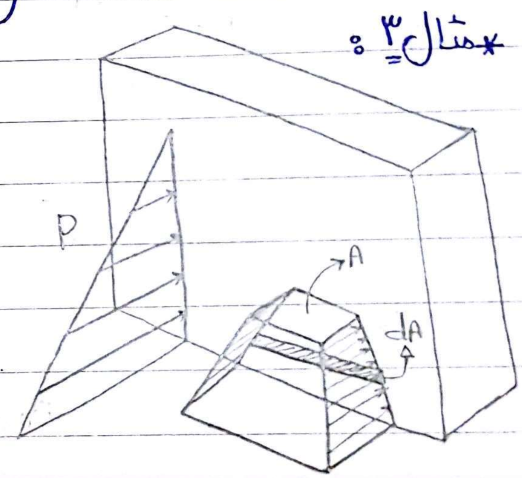
⊛ Hydrostatic pressure

gage

$$P_g = P_{abs} - P_{atm}$$

سد

* مثال ۳ :



$$P_g = \rho g d$$

$$\begin{cases} \rho = 1000 \ kg/m^3 \\ \gamma = 9810 \ N/m^3 \end{cases}$$

$$R = \int dR = \int P dA = \int dV = V \rightarrow V_x = Rx = \int x \, dR = \int x p \, dA = \int x \, dV$$

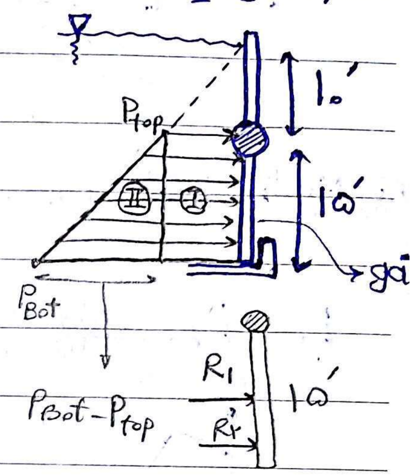
$$\rightarrow x_{CV} = \frac{1}{V} \int x \, dV = \frac{1}{R} \int x \, dR \ , \ y_{CV} = \frac{1}{R} \int y \, dR$$

Diploma

* مثال ۴ :

* مثال ۵ :

width = ۸′



γ = ۶۲٫۴ lb/ft^3

$P_{top} = \gamma d$ = ۶۲٫۴ × ۱۰ = ۶۲۴ lb/ft^2

$P_{Bot} = \gamma d_{Bot}$ = ۶۲٫۴ × ۲۵ = ۱۵۶۰ lb/ft^2

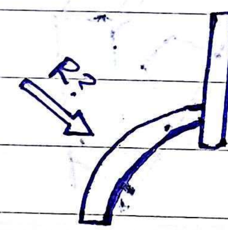
$R_1 = P_{top}$ × (۱۵×۸) = ۷۴٬۸۸۰ lb

$R_2 = \frac{1}{2} \times (P_{Bot} - P_{top})$ (۱۵×۸) = ۵۶٬۱۶۰ lb

$R = R_1 + R_2$ = ۱۳۱٬۰۴۰ lb

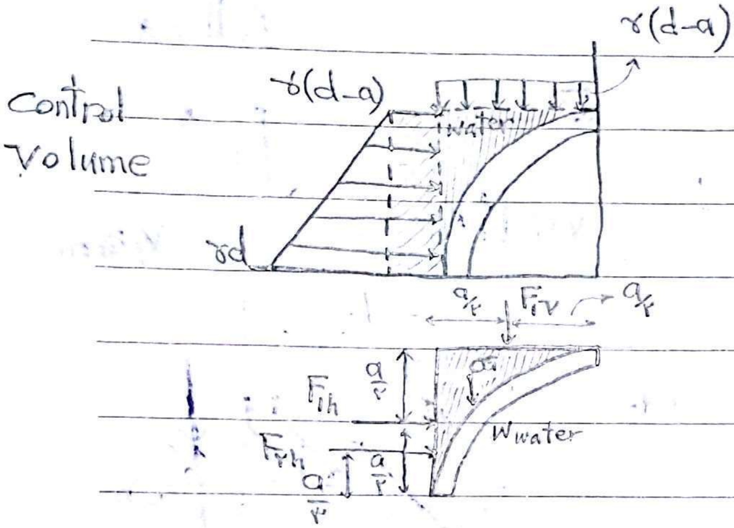
$R_1 d_1 + R_2 d_2 = R d \Rightarrow d$ = ۸٫۵۷۱′

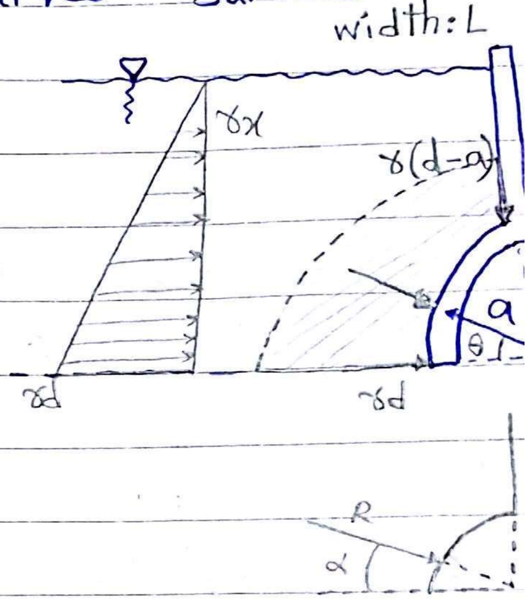
✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ?



⊛ Forces on submerged curved surface

$$P = \gamma(d - a\sin\theta) \qquad \gamma = \rho g$$





$$F_{1v} = \underbrace{[\gamma(d-a)]}_{\text{pressure}} \times \underbrace{(aL)}_{\text{Area}} = \gamma(d-a)aL$$

$$F_{1h} = \gamma(d-a)aL$$

$$F_{2h} = \underbrace{\frac{1}{2}\times[\gamma d - \gamma(d-a)]}_{\text{pressure (مثلثی)}} \times \underbrace{aL}_{\text{Area}} = \frac{1}{2}\gamma a^2 L$$

$$W = \gamma\underbrace{\left[a^2L - \frac{1}{4}\pi a^2 L\right]}_{\text{Volume}}$$

total ⇒

$$\begin{cases} F_v = F_{1v} + W = \gamma(d-a)aL + \gamma\left[a^2L - \frac{1}{4}\pi a^2L\right] \\ F_h = F_{1h} + F_{2h} = \gamma(d-a)aL + \frac{1}{2}\gamma a^2 L \end{cases}$$

$$\Rightarrow \boxed{R=\sqrt{F_V^2+F_h^2} \quad ; \quad \alpha = tg^{-1}\left(\frac{F_V}{F_h}\right)}$$

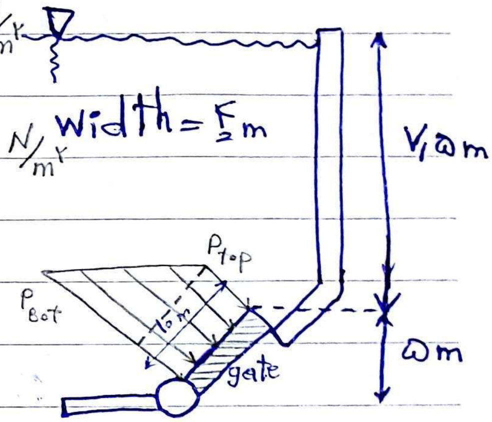
*مثال ۲:

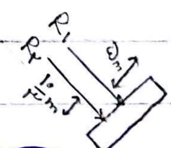
$P_T = \rho g d_T =$ ۱۰۰۰ × ۹,۸۱ × ۷,۵ = ۷۳۵۷۵ N/m^2

$P_B = \rho g d_B =$ ۱۰۰۰ × ۹,۸۱ × ۱۲,۵ = ۱۲۲۶۲۵ N/m^2

$R_1 = P_T \times A = P_T \times$ ۱۰ × ۴ = ...

$R_2 = \frac{1}{2}(P_B - P_T) \times A =$ ...





طول gate ؟

*تمرین: ۵,۸۱,۸۹,۸۶,۸۸,۹۲,۹۶

عمق و طول

زاویه‌ی ۴۵° تأثیری داره؟

C۵-۱۰۰

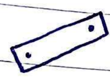
اگر قسمت‌ها مثلثی هستند چرا جواب آخرش جواب یک قسمته؟

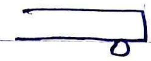
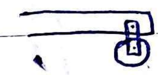
⊛ Chapter 6 : equilibrium of Rigid Bodies:

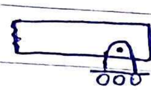
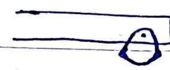
Particle : $\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \\ \Sigma F_z = 0 \end{cases}$

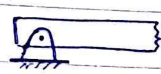
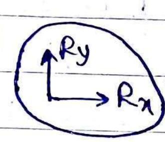
Rigid Body: $\begin{cases} \Sigma F_x , \Sigma F_y , \Sigma F_z = 0 \\ \Sigma M_x = 0 \\ \Sigma M_y = 0 \\ \Sigma M_z \end{cases}$

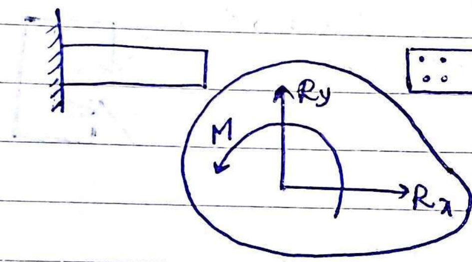
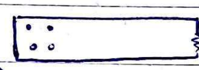
 : cable : قابلیت کشش

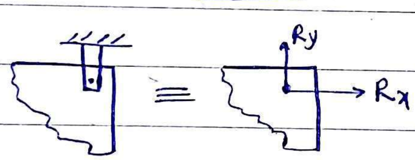
 : link : قابلیت کشش و فشرده شدن

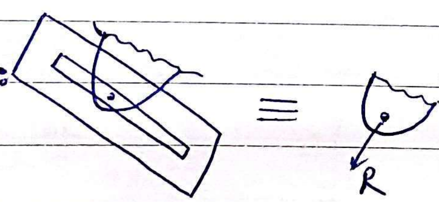
* انواع تکیه گاه : ①  OR 

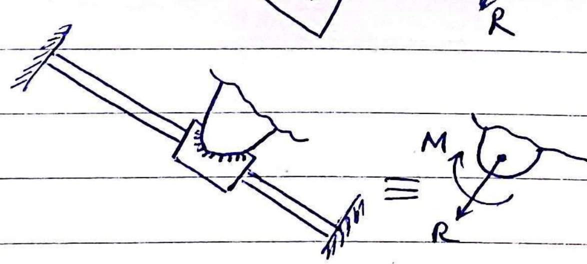
OR   OR  حرکت در راستای افقی فقط و چرخش

②   فقط چرخش می تواند داشته باشد

③  

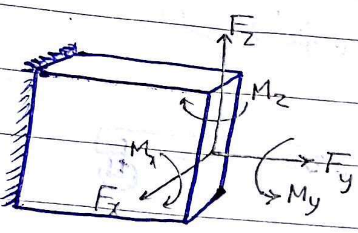
* مثال : 

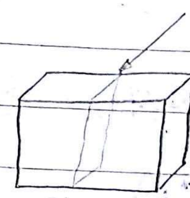
* مثال ۲ : 



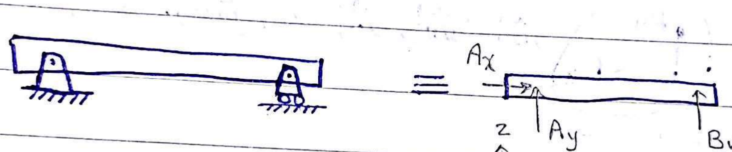
Subject

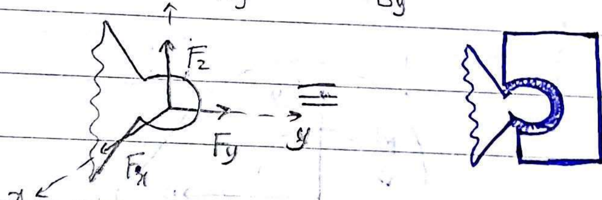
Date

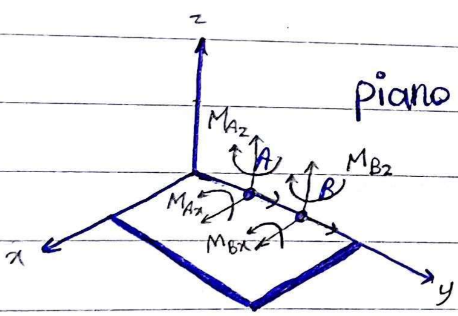




"Degrees of freedom": "Dof"



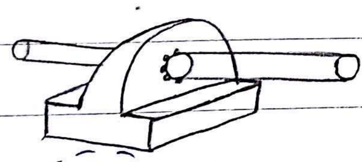


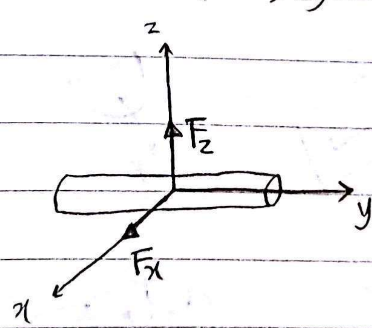


piano hinge

SKF: بهترین شرکت بلبرینگ سازی (آلمانی)

① Ball Bearing:

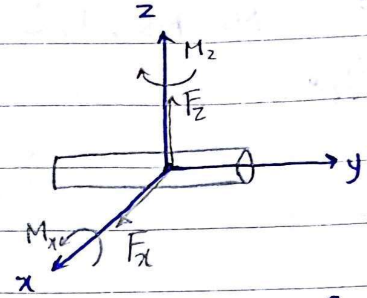


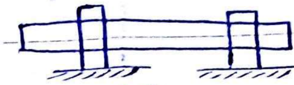


فقط دو درجه تقید

±1° at ۲۰۰ N

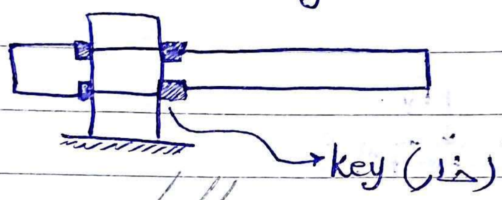
۲ Journal Bearing:

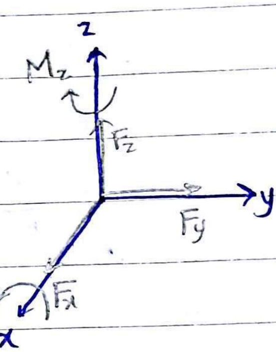


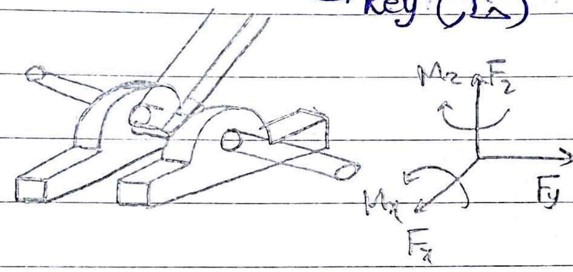


۳ Thrust Bearing:

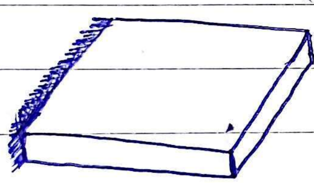
مثال ۱:

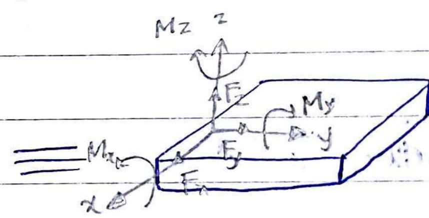




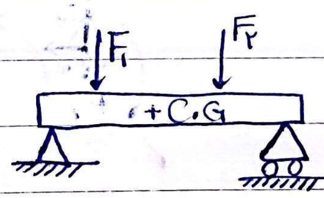


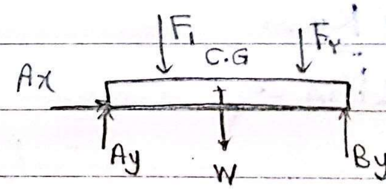
مثال ۲:





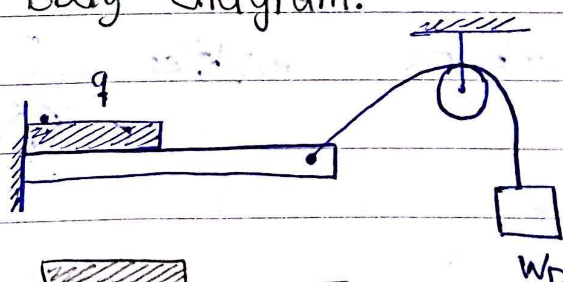
* مثال ۳: (کاربردی)

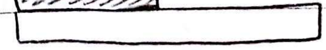


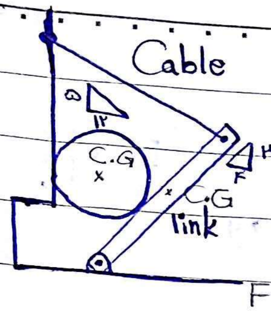


Free Body diagram.

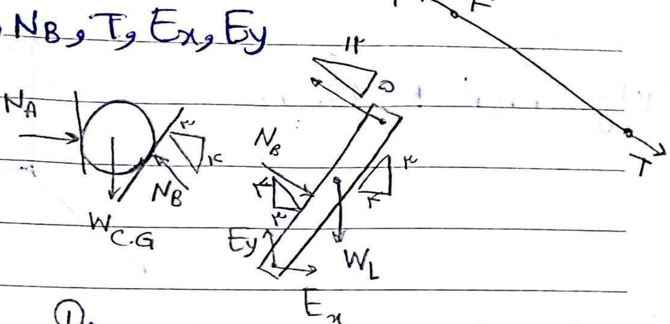
* مثال ۴:



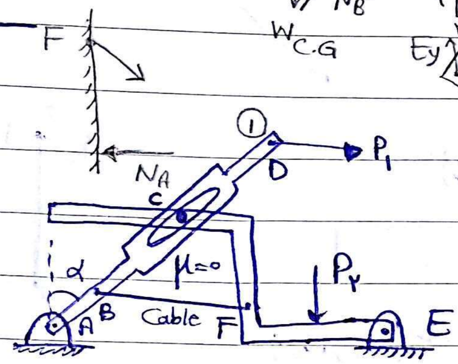


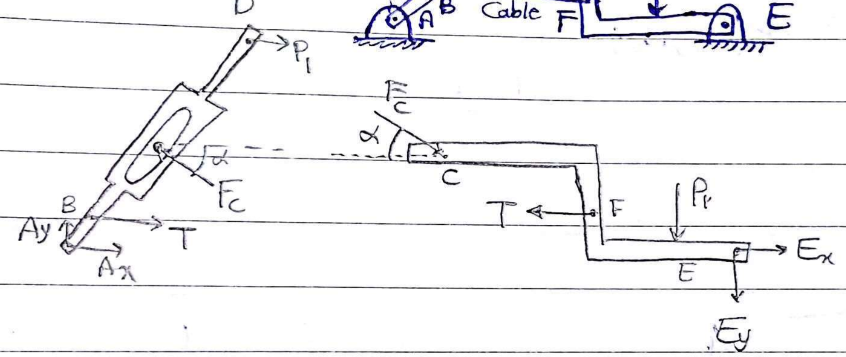


N_A، N_B، T، E_x، E_y



* مثال ۵:

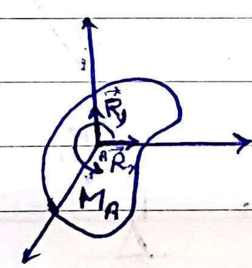




⊛ Equilibrium in 2D:

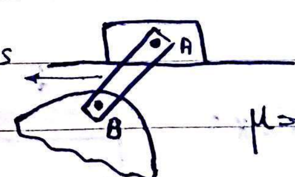
$$\begin{cases} \sum \vec{R}_x = 0 \\ \sum \vec{R}_y = 0 \\ \sum \vec{M}_A = 0 \end{cases}$$

برآیند ممان ها حول هر نقطه ای برابر با صفر است.

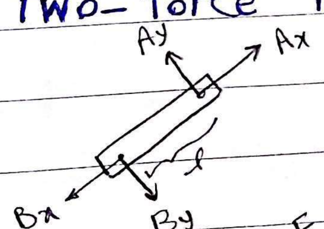


two-force member:

weightless



$\mu=0$



$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \Rightarrow A_x = B_x \\ \sum F_y = 0 \Rightarrow A_y = B_y \\ \sum M_A = 0 \Rightarrow B_y * \underbrace{l}_{\neq 0} = 0 \Rightarrow B_y = 0 \rightarrow A_y = 0 \end{cases}$$