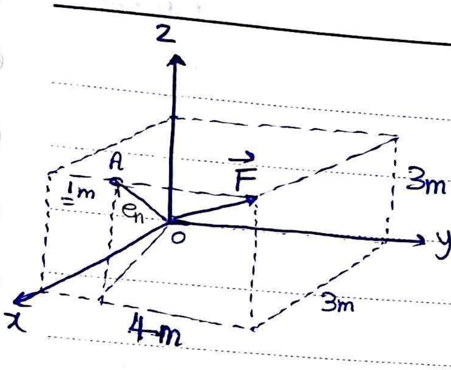
Date



$\vec{F} = 12.862\,\vec{i} + 17.150\,\vec{j} + 12.862\,\hat{k}$ (kN)

$oA = d = \sqrt{3^2 + 1^2 + 3^2} = 4.359$ m

$\vec{e}_n = .6882\vec{i} + .2294\vec{j} + .6882\vec{k}$

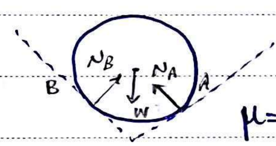
$\vec{F}_n = \vec{F}.\vec{e}_n = 21.63$ kN

* تمرین : 2.63, 2.64, 2.65, 2.66 + 2.73, 2.75, 2.34, 2.93

پایان جلسه ۶

chapter3 : statics of particles

Free body diagram

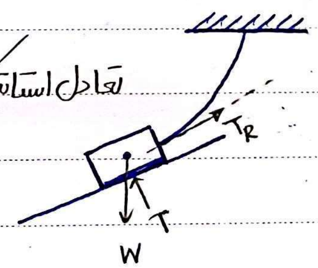


مدل

* چون نیروها همرس هستند، می توان ابعاد آن را در نظر نگیریم، و ذره ای بررسی کنیم.

statically Deternate system.

تعادل استاتیکی



(2D) $\vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_y = \vec{R}_n + \vec{R}_t = \dots$

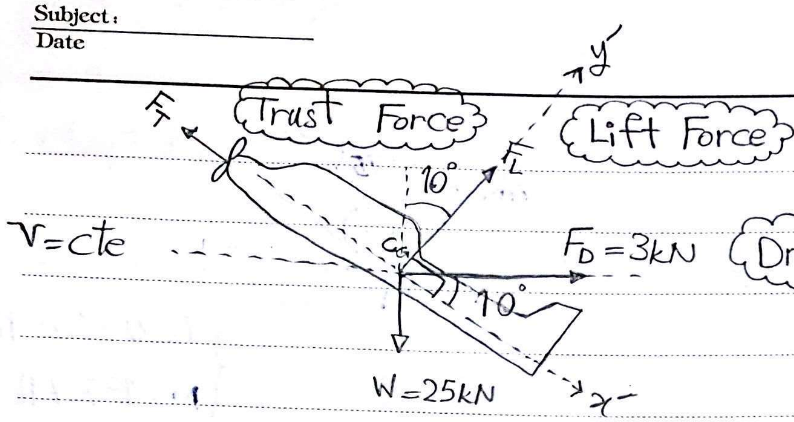
$\vec{R} = 0 : \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases}$

اگر شکل دو بعدی باشد، دو معادله روبه رو باید حل شود.

(3-D) $\vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_y + \vec{R}_z = \dots \xrightarrow{\vec{R}=0} \begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \\ \Sigma F_z = 0 \end{cases}$

PAPCO

Subject:
Date



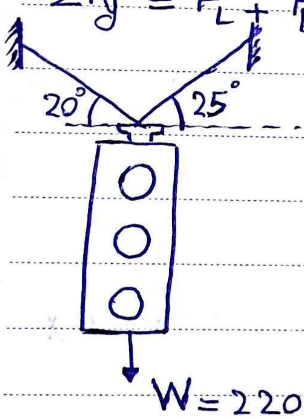
*هواپیما:

*تمرین: چرا توپ گلف سوراخ هایی روی بدنه ی خود دارد.

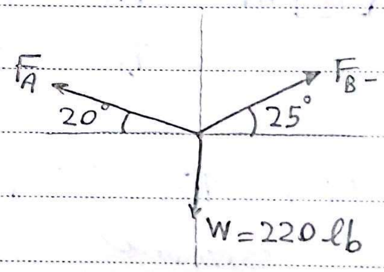
$$\Sigma F_{x'} = -F_T + F_D \cos 10° + W \cos 80° = 0 \Rightarrow F_T = 7.296 kN$$

$$\Sigma F_{y'} = F_L + F_D \sin 10° - W \cos 10° = 0 \Rightarrow F_L = 24.099 kN$$

*مثال:



F.B.D



$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_B \cos 25° - F_A \cos 20° = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_B \sin 25° + F_A \sin 20° - W = 0$$

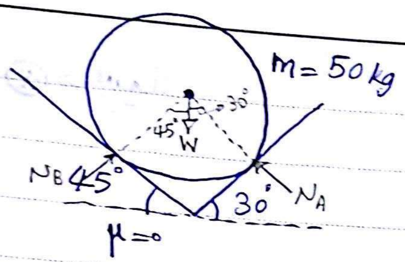
$$\Rightarrow \begin{cases} F_A = 281.981 \text{ lb} \\ F_B = 292.361 \text{ lb} \end{cases}$$

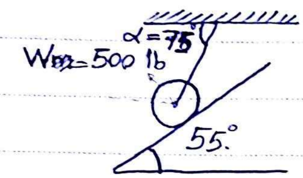
*تمرین: برنامه نویسی برای تمرین قبل، θ را از ۰° تا ۹۰° تغییر دهید. چه تغییری در

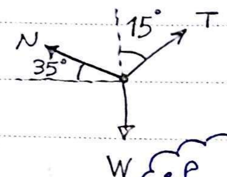
اندازه ی نیروی طناب ها ایجاد می شود.

PAPCO

Subject:
Date



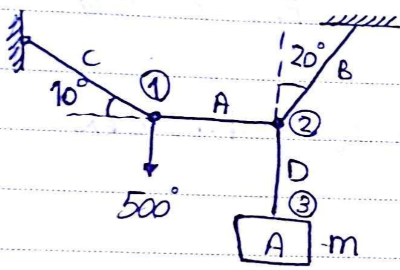




$T = 436.0\ lb$
$N = 137.7\ lb$

ب) if: N=T
α=?

تمرین



T_A و T_B و T_C , T_D, m = ?

$T_C = 2879 N$

$T_A = 2835 N$

* تمرین: 3.3 , 3.4 , 3.6 , 3.14 , 3.15 , 3.23 , 3.35

سه‌بعدی ← 3.23 ، جالب ← 3.35

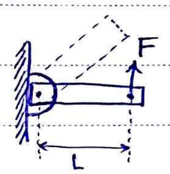
Date

Chapter 4

Rigid Bodies: Equivalent force/moment Systems.

essential: لازم
sufficiant: کافی

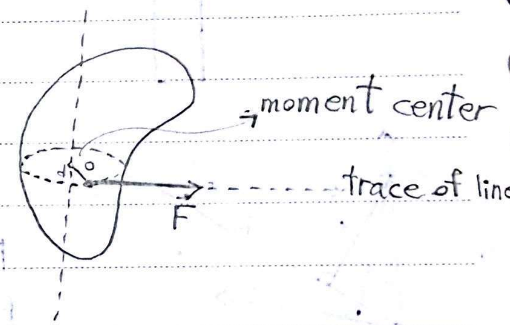
Moment (گشتاور - ممان): تمایل نیرو برای چرخاندن یک جسم حول یک نقطه یا محور



$M = F\ell$

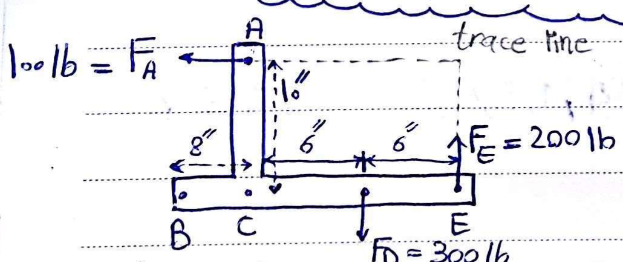
trace of line: خط اثر

moment arm: بازوی ممان (d)



* تمرین: سرعت حرکت انتقالی زمین به دور خورشید چقدر است؟

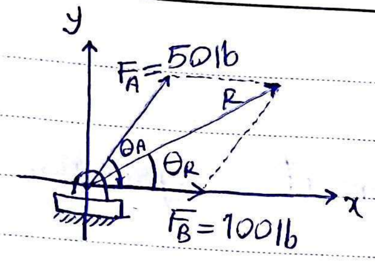
* مثال:

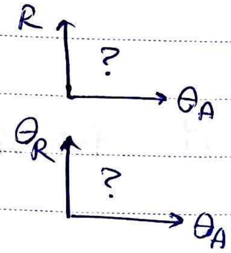


F_A on E: $\underset{F_A @ E}{M} = 10 * 100 = 1000$ in.lb (+)

F_D on B: $\underset{F_D @ B}{M} = (8'' + 6'') * 300 = 4200$ in.lb

Subject:
Date





* پروژه کامپیوتری:

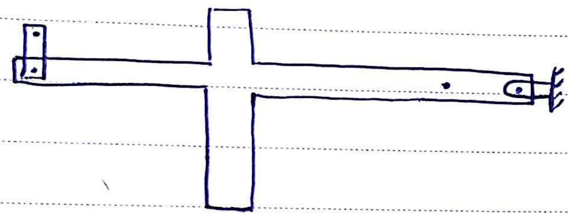
$R = F_B \times \cos\theta_R$

R

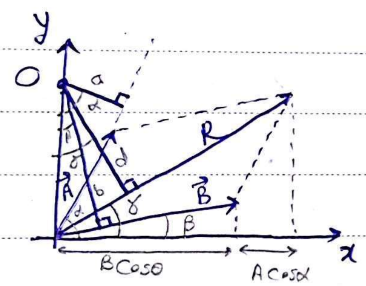
Varignon Theorem (قضیه ی وارینون)   * مثال ۲:

principle of moments

ممان برآیند، برابر است با برآیند ممان ها.



شکل از تخته به سرعت پاک شد!



* مثال ۳:

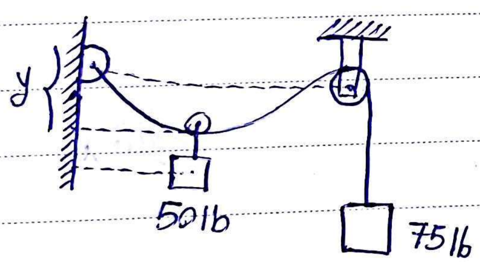
$M_A = Aa = A(h\cos\alpha)$

$M_B = Bb = B(h\cos\beta)$

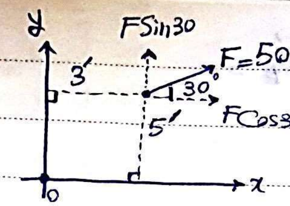
$M_R = Rd = R(h\cos\gamma)$

* $h \times R\cos\gamma = h \times B\cos\beta + h \times A\cos\alpha$

$\Rightarrow M_R = M_B + M_A$



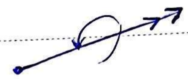
$y = ?$ + {4, 1, 3, 5}   * تمرین:



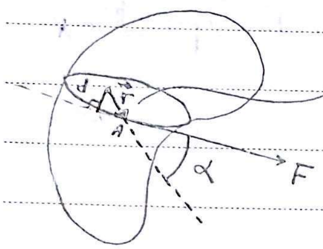
$\circlearrowleft + \; M_o = -F\cos 30^\circ \times 5 + F\sin 30^\circ \times 3 = -1415 \text{ ft.lb}$

* تمرین : 4.18, 21, 23, 28, 30

⊛Vector presentation of Moment



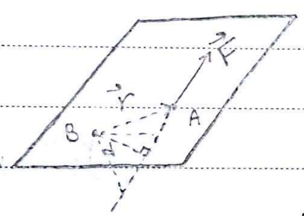
Moment vector



$\vec{M}_o = \vec{r} \times \vec{F} = |\vec{r}| \times |\vec{F}| \times \sin\alpha \, \vec{e} =$

$= |\vec{M}_o| \times \vec{e} \; ; \; |\vec{r}| \times \sin\alpha = d$

$\vec{M}_o = \vec{M}_{ox} + \vec{M}_{oy} + \vec{M}_{oz}$

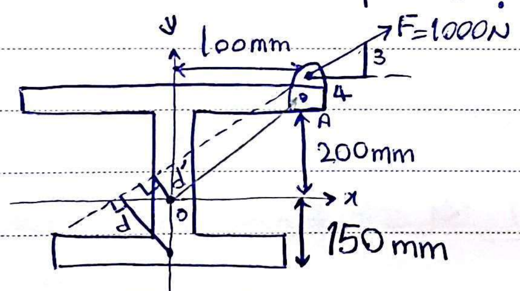


$\vec{r} = \vec{r}_A - \vec{r}_B = (x_A - x_B)\hat{i} + (y_A - y_B)\hat{j} + (z_A - z_B)\hat{k}$

unique: منحصر بفرد

$M_o = ?$

$d = ?$



$\vec{F} = 1000\left(\frac{4}{5}\hat{i} + \frac{3}{5}\hat{j}\right) \; (N)$

$\vec{r} = ۰٫۱\,\hat{i} + ۰٫۲\,\hat{j}$

$\vec{M}_o = \begin{Vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ ۰٫۱ & ۰٫۲ & ۰ \\ ۸۰۰ & ۶۰۰ & ۰ \end{Vmatrix} = -100\,\hat{k} \quad (N.m)$

$\theta_x = \cos^{-1}\frac{M_{ox}}{M_o} \; ; \; M_o = \sqrt{M_{ox}^2 + M_{oy}^2 + M_{oz}^2}$

$\theta_y = \cos^{-1}\frac{M_{oy}}{M_o}$

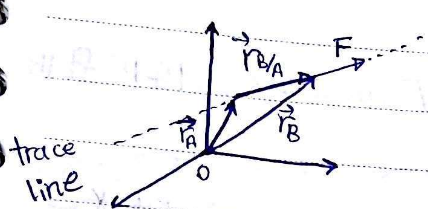
$\theta_z = \cos^{-1}\frac{M_{oz}}{M_o}$

$d' = \frac{100}{1000} = ۰٫۱ \; (m)$

* تمرین : 4.36, 40, 42, 43

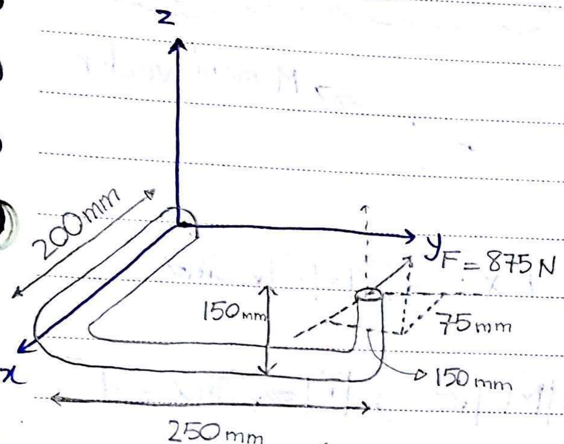
در ابتدای هر مسئله محورها رو مشخص کن و علامت ها رو تا آخر مسئله طبق اون مشخص کن.

Subject:
Date



$$M_o = \vec{r}_B \times \vec{F} = (\vec{r}_A + \vec{r}_{B/A}) \times \vec{F} =$$
$$= \vec{r}_A \times \vec{F} + \vec{r}_{B/A} \times \vec{F} = \vec{r}_A \times \vec{F}$$

* مثال مهم و قشنگ:



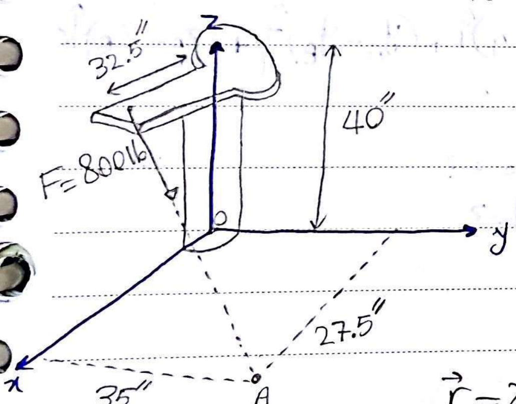
$$\vec{F} = 875 \times \left(\frac{75\hat{i} + 150\hat{j} + 140\hat{k}}{\sqrt{75^2 + 150^2 + 140^2}} \right) \quad N$$

$$\vec{r} = 0.2\hat{i} + 0.25\hat{j} + 0.15\hat{k} \quad m$$

$$\Rightarrow \vec{M}_o = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0.2 & 0.25 & 0.15 \\ 300.4 & 600.8 & 560.7 \end{vmatrix} = +50.06\hat{i} - 67.08\hat{j} + 45.06\hat{k} \quad N.m$$

پادساعتگرد — ساعتگرد

* مثال ۲:



$$\vec{F} = 800 \times \left[\frac{(-5)\hat{i} + (35)\hat{j} + (-40)\hat{k}}{(5^2 + 35^2 + 40^2)^{\frac{1}{2}}} \right] =$$

$$= -74.93\hat{i} + 524.5\hat{j} - 599.4\hat{k} \quad (lb)$$

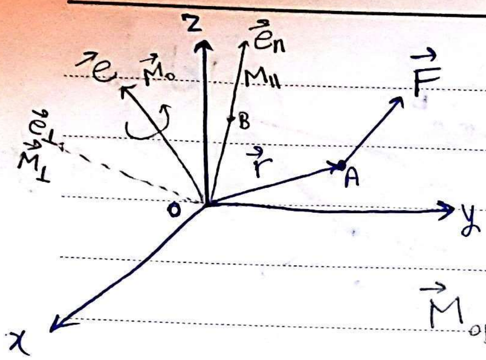
$$\vec{r} = 27.5\hat{i} + 35\hat{j} \; (in) \Rightarrow \vec{M}_o = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 27.5 & 35 & 0 \\ -74.93 & 524.5 & -599.4 \end{vmatrix} =$$

$$= -20979\hat{i} + 16484\hat{j} + 17046\hat{k} \quad (in.lb)$$

$$\Rightarrow d = \frac{M_o}{F} = \checkmark \quad (in)$$

PAPCO

Subject:
Date



اول : cross

بعد : dot

$$\vec{M}_o = (\vec{r} \times \vec{F})$$

$$\vec{M}_{oB} = \vec{M}_{\parallel} = (\vec{M}_o \cdot \vec{e}_n)\vec{e}_n =$$

$$= \underbrace{((\vec{r} \times \vec{F}) \cdot \vec{e}_n)}_{M_{oB}}\vec{e}_n = |M_{oB}| \times \vec{e}_n \Rightarrow M_{oB} = (\vec{r} \times \vec{F}) \cdot \vec{e}_n = \begin{vmatrix} e_{nx} & e_{ny} & e_{nz} \\ r_x & r_y & r_z \\ F_x & F_y & F_z \end{vmatrix}$$

triple product

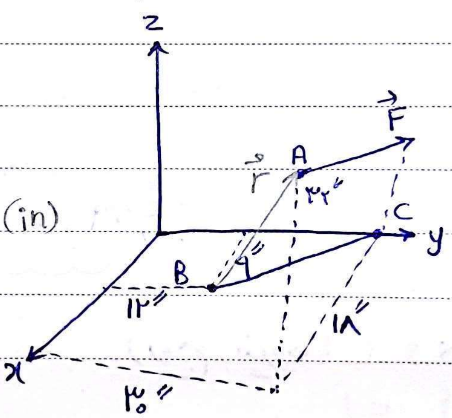
$$\vec{M}_\perp = \vec{M}_o - \vec{M}_{\parallel}$$

تمرین : 4.50, 55, 56, 58

$\vec{M}_{BC} = ?$

بعداز عید

* مثال :



$$\vec{F} = ۶۰\vec{i} + ۱۰۰\vec{j} + ۱۲۰\hat{k} \quad (lb)$$

$$\vec{r} = (۱۸-۹)\vec{i} + (۳۰-۱۲)\vec{j} + ۳۲\hat{k} \quad (in)$$

$$\vec{M}_B = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \hat{k} \\ ۹ & ۱۸ & ۳۲ \\ ۶۰ & ۱۰۰ & ۱۲۰ \end{vmatrix} =$$

$$= -۱۰۴۰\vec{i} + ۸۴۰\vec{j} - ۱۸۰\hat{k} \quad (in.lb)$$

$$\Rightarrow \vec{e}_{BC} = \frac{-۹\vec{i} + (۳۰-۱۲)\vec{j}}{\sqrt{(-۹)^۲ + (۱۸)^۲}} = -۰{,}۴۴۷۲\vec{i} + ۰{,}۸۹۴۴\vec{j}$$ (واحد ندارد)

مهم $M_{BC} = \vec{M}_B \cdot \vec{e}_{BC} = ۱۲۱۶{,}۳۸ \quad (in.lb)$

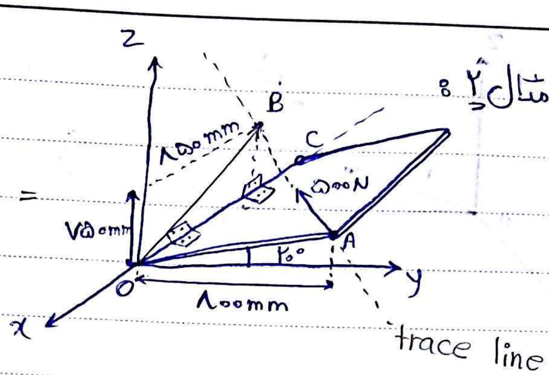
$$\Rightarrow \vec{M}_{BC} = M_{BC}\,\vec{e}_{BC} = -۵۴۳{,}۹۷\vec{i} + ۱۰۸۷{,}۹۳\vec{j} \quad (in.lb)$$

PAPCO

Subject :
Date

$\vec{M}_{oc} = ?$ $\quad \vec{M}_o = ?$

* مثال ۲ :



$$\vec{F} = \frac{(-850)\vec{i} + (-800)\vec{j} + (750-800\,tg20^\circ)\hat{k}}{\sqrt{(-850)^2 + (-800)^2 + (750-800\,tg20^\circ)^2}} \times 500 =$$

$$= -338.86\,\vec{i} - 318.93\,\vec{j} + 182.91\,\hat{k}$$

$$\vec{r} = -0.850\,\vec{i} + 0.750\,\hat{k} \quad (m)$$

برای این OB را حساب کردیم که چون روی trace line قرار دارد محاسبه‌ی OA و OB فرقی نمی‌کند

$$\Rightarrow \begin{cases} \vec{M}_o = \vec{r}\times\vec{F} = 239.2\,\vec{i} - 98.67\,\vec{j} + 271.09\,\hat{k} \quad (N.m) \\ \vec{e}_{oc} = -\vec{i} \end{cases}$$

$$\Rightarrow M_{oc} = \vec{M}_o \cdot \vec{e}_{oc} = -239.2 \quad N.m$$

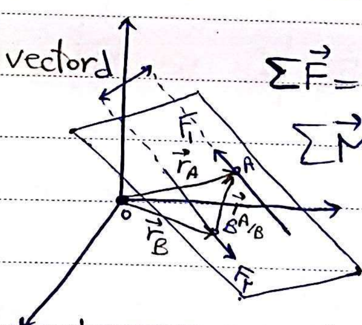
مهم

$$\Rightarrow \vec{M}_{oc} = M_{oc}\,\vec{e}_{oc} = (-239.2)(-\vec{i}) = +239.2\,\vec{i}$$

* تمرین : ۴، ۶۹، ۷۱، ۷۴، ۷۷

⊛ Couples : (زوج نیروها)

free vector



$\Sigma\vec{F} = 0$

$\Sigma\vec{M} = \vec{C}$

$M_A = F_2 \times d = Fd$

$M_B = F_1 \times d = Fd$

$$\vec{M}_o = \vec{r}_A \times \vec{F}_1 + \vec{r}_B \times \vec{F}_2 = \vec{r}_A \times \vec{F} + \vec{r}_B \times (-\vec{F}) =$$

$$= (\vec{r}_A - \vec{r}_B)\times\vec{F} = \vec{r}_{A/B}\times\vec{F} =$$

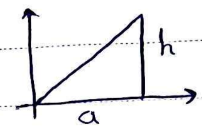
شرط : مختلف الجهت و هم اندازه

$$= |\vec{r}_{A/B}| \times |\vec{F}| \times \sin\alpha \times \vec{e} = Fd\,\vec{e} = \vec{C}_o$$ (کوپل)

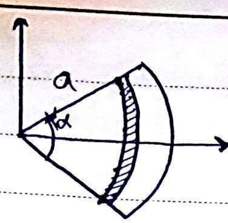
Subject:
Date

حل تمرین

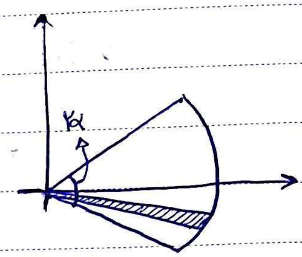
(۱) $\int da = ?$



(۲) $\int da = ?$

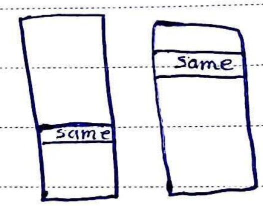


(۳) $\int da = ?$



(۴) نمودار با درجه ی دلخواه من داره یا نه؟

(۵) مثل هم ها را پیدا کنه.



(۶) $\boxed{\text{لغت}}$ بره جایی که من میخوام

Hyper

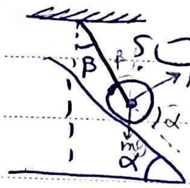
(۷) $\boxed{\text{لغت}}$ بره صفحه ی اینترنت

google.com

Subject:
Date

حل تمرین استاتیک

* سؤال ۱: نیروی کابل و نیروی تماس بین کره و سطح شیب دار چقدر است؟

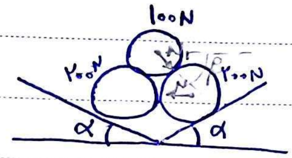


$T\cos\beta = mg \longrightarrow T = \dfrac{mg}{\cos\beta}$

$T\sin\beta = N\sin\alpha \Longrightarrow N = \dfrac{mg}{\cos\beta} \times \sin\beta \times \dfrac{1}{\sin\alpha}$

غ
حل شد

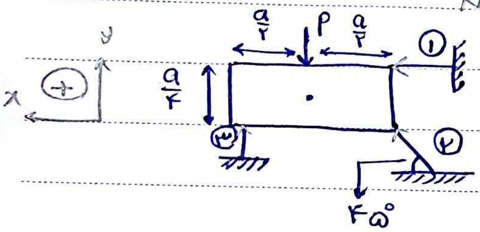
* سؤال ۲:



$\alpha_{min} = \alpha$

$N = N_1\cos\beta$ (شرط)

* سؤال ۳: N_1 و N_2 و N_3 ؟



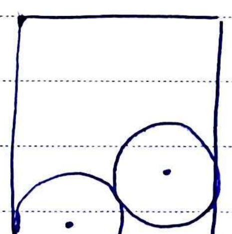
$\Sigma F_x = 0$

$\Sigma F_y = 0$

$\Sigma M_{@} = 0$

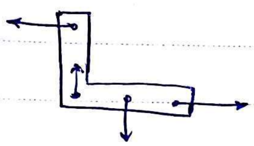
* نکته: برآیند ممان ها را همیشه در نقطه ای بنویسید که مجهولات بیشتری را دارد.

* سؤال ۴: نیروی Q چقدر باشد که ظرف واژگون نشود؟



Subject :
Date

شکل های دیگر کوپل : (برای مثال)



* مثال فیزیکی :

$$\vec{C} = \sum \vec{C}_x + \sum \vec{C}_y + \sum \vec{C}_z =$$

$$= \sum C_x \vec{i} + \sum C_y \vec{j} + \sum C_z \hat{k} \Rightarrow |\vec{C}| = \sqrt{(\sum C_x)^۲ + (\sum C_y)^۲ + (\sum C_z)^۲}$$

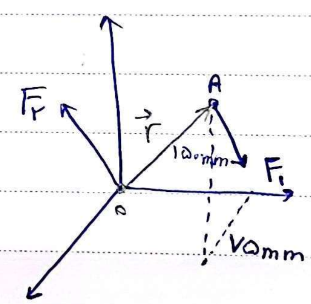
$$\Rightarrow \vec{e} = \cos\theta_x \vec{i} + \cos\theta_y \vec{j} + \cos\theta_z \hat{k}$$

$$\theta_x = \cos^{-1} \frac{\sum C_x}{|\vec{C}|} , \theta_y = \cos^{-1} \frac{\sum C_y}{|\vec{C}|} , \theta_z = \cos^{-1} \frac{\sum C_z}{|\vec{C}|}$$

* مثال :

$$\vec{C} = ?$$

$$F = -۷۵\vec{i} + ۱۰۰\vec{j} - ۲۰۰\hat{k}$$



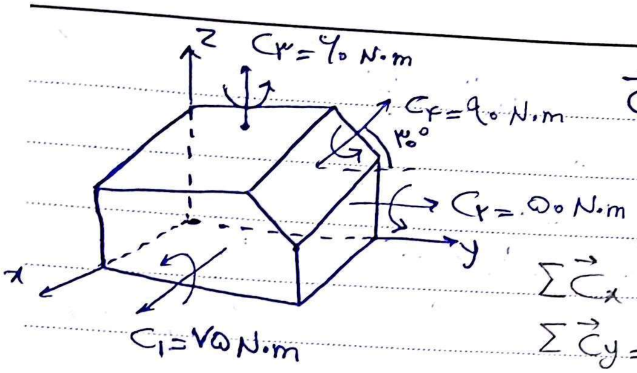
$$\Rightarrow \vec{r} = ۰/۰۷۵\vec{i} + ۰/۹۰\vec{j} + ۰/۱۵۰\hat{k} \quad (m)$$

$$\Rightarrow \vec{C} = \vec{M}_o = \vec{r} \times \vec{F} = -۳۳\vec{i} + ۳/۷۵\vec{j} + ۱۴/۲۵\hat{k} \quad (N.m)$$

$$\Rightarrow |\vec{C}| = |\vec{M}_o| = ۳۶/۱۴ \; N.m \xrightarrow{\text{اضافی}} d = \frac{C}{F} = \frac{M_o}{F}$$

PAPCO

* مثال:



$\vec{C} = ?$

$$\vec{C} = \sum \vec{C}_x + \sum \vec{C}_y + \sum \vec{C}_z$$

$$\sum \vec{C}_x = ۷۵\ N.m$$

$$\sum \vec{C}_y = ۵۰ + ۹۰ \cos ۳۰° = ۱۲۷/۹\ N.m$$

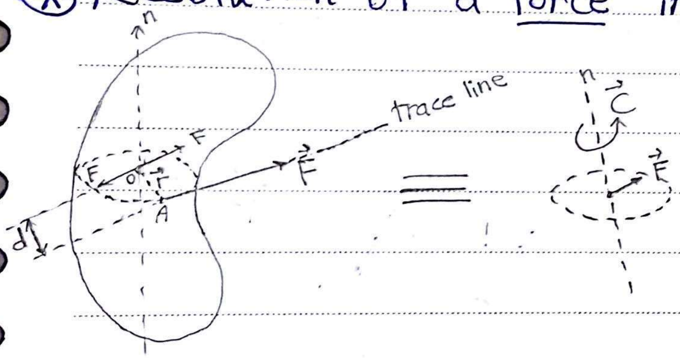
$$\sum \vec{C}_z = ۶۰ + ۹۰ \sin ۳۰° = ۱۰۵\ N.m$$

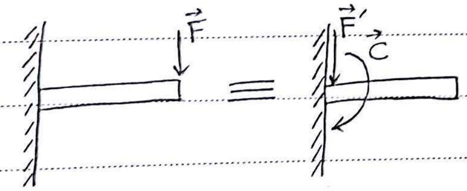
$$\Rightarrow \vec{C} = ۷۵\vec{i} + ۱۲۷/۹\vec{j} + ۱۰۵\hat{k} \rightarrow C = \dots \rightarrow \theta_x, \theta_y, \theta_z = \dots$$

* تمرین: ۴,۸۱, ۸۳, ۸۷, ۸۸, ۹۱, ۹۴, ۹۵

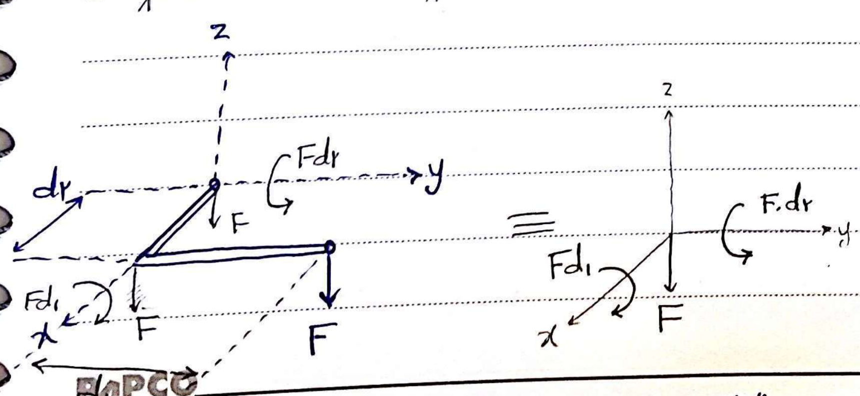
$\underbrace{۸۷, ۸۸}$ $\rightarrow \sum F = 0 \longrightarrow$ لازم هست جاش را مشخص کنیم

⊛ Resolution of a force into a force and a couple:



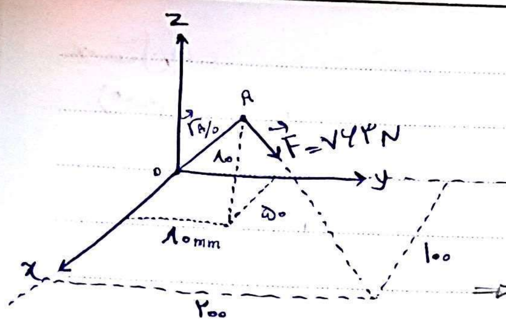


* مثال ۲:



Subject:
Date

* مثال ۳:



$$\vec{F}=\frac{(+\quad)\vec{i}+(+\quad)\vec{j}+(-\quad)\hat{k}}{\sqrt{(\quad)^2+(\quad)^2+(\quad)^2}}\times ۷۶۲ \Rightarrow \dots$$

$$\Rightarrow \vec{F}=۲۵۰\vec{i}+۶۰۰\vec{j}-۴۰۰\hat{k} \quad (N)$$

$$\vec{r}_{A/O}=۰/۰۵\vec{i}+۰/۰۸\vec{j}+۰/۰۸\hat{k} \quad (m) \Rightarrow \vec{M}_O=\vec{C}=\vec{r}\times\vec{F}=-۸۰\vec{i}+۴۰\vec{j}+۱۰\hat{k} \ (N.m)$$

$$\Rightarrow |\vec{C}|=۹۰ \quad (N.m) \rightarrow \theta_x, \theta_y, \theta_z=\dots$$

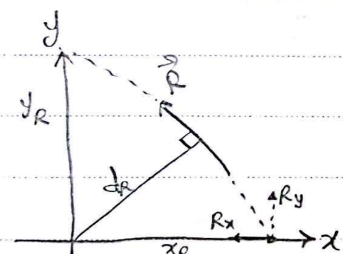
$$\Rightarrow \begin{cases} \theta_x=\cos^{-1}\frac{|\vec{C}_x|}{|\vec{C}|}=۱۵۲/۷^\circ \\ \theta_y=۶۳/۶^\circ \\ \theta_z=۸۱/۶^\circ \end{cases}$$

* تمرین: ۴،۹۷، ۹۸، ۱۰۲، ۱۰۵، ۱۱۲

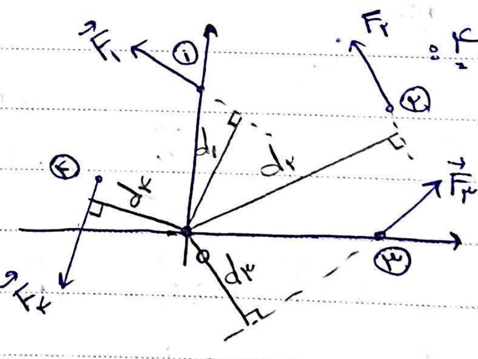
شیوه جواب دادنم درسته؟

⊛ Simplification of a force system (Resultant):

A Coplanar force system:
هم صفحه



* مثال ۴:

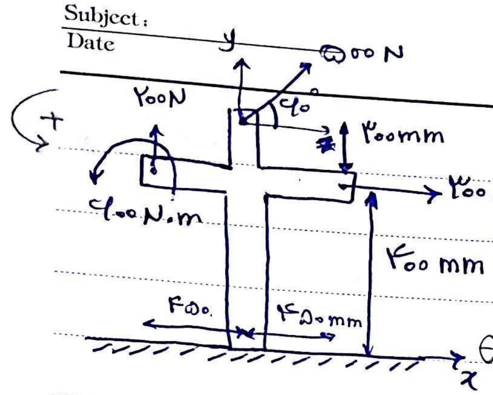


$$\vec{R}=\vec{F}_1+\vec{F}_2+\dots+\vec{F}_n$$

$$\vec{C}=\vec{R}\cdot d_R=\vec{F}_1 d_1+\vec{F}_2 d_2+\dots+\vec{F}_n d_n$$

$$x_R=\frac{Rd_R}{R_y}\ \text{,}\ y_R=\frac{Rd_R}{R_x} \quad (Rd_R=x_R\times R_y+\cancel{R_x\times(0)}=x_R\times R_y)$$

Subject:
Date



* مثال ۵ : (مهم)

$$R_x = ۳۰۰ + ۵۰۰ \cos ۶۰° = ۵۵۰ N$$

$$R_y = ۲۰۰ + ۵۰۰ \sin ۶۰° = ۶۳۳ N$$

$$\Longrightarrow R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = ۸۳۸٫۶ \ N$$

$$\theta_x = \cos^{-1}\frac{R_x}{R} = \cos^{-1}\frac{۵۵۰}{۸۳۸٫۶} = ۴۹°$$

مهم

در نقطه O

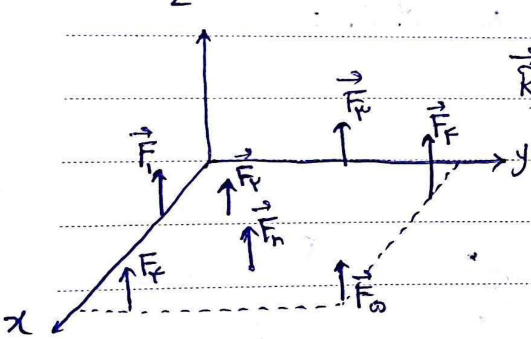
$$\Longrightarrow M_o = C = R d_R = -۲۰۰ \times ۰٫۴۵ + \underbrace{۶۰۰}_{\text{به خودش میمانه!}} - ۵۰۰ \times \cos ۶۰° \times ۰٫۷ - ۳۰۰ \times ۰٫۴ =$$

$$= +۲۱۵ \ N.m \Longrightarrow d_R = \frac{M_o}{R} = \frac{C}{R} = ۲۵۶ mm$$

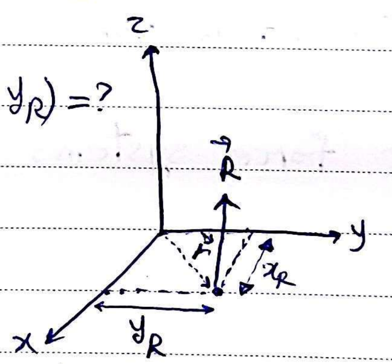
$$\Longrightarrow \begin{cases} R d_R = x_R \times R_y \longrightarrow x_R = \dots \\ R d_R = y_R \times R_x \longrightarrow y_R = \dots \end{cases}$$

* تمرین : ۴٫۱۱۳ و ۱۱۵ و ۱۲۱ و ۱۲۴

Non Coplanar, Parallel force systems:



$\vec{R}, (x_R, y_R) = ?$



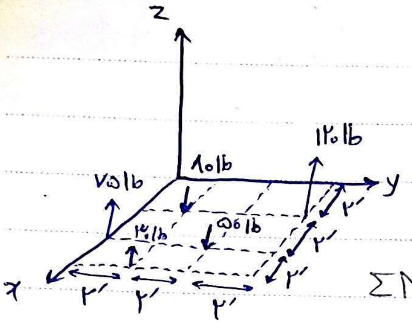
$$\vec{R} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \dots + \vec{F_n} = R\vec{k} = (\Sigma F)\vec{k}$$

$$\vec{M_o} = \vec{r} \times \vec{R} = \vec{r_1} \times \vec{F_1} + \vec{r_2} \times \vec{F_2} + \dots + \vec{r_n} \times \vec{F_n}$$

$$\begin{matrix} -M_y = \\ +M_x = \end{matrix} \begin{cases} R x_R = F_1 x_1 + F_2 x_2 + \dots + F_n x_n = -\Sigma M_y \\ R y_R = F_1 y_1 + F_2 y_2 + \dots + F_n y_n = +\Sigma M_x \end{cases}$$

PAPCO

*مثال ۱:



$$\vec{R} = \Sigma F \vec{k} = (۷۵+۳۰-۸۰-۵۰+۱۲۰)\vec{k} = ۹۵\vec{k} \ (lb)$$

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

$$\Sigma M_y = -۷۵ \times ۴ - ۳۰ \times ۶ + ۵۰ \times ۴ + ۸۰ \times ۲ - ۱۲۰ \times ۲ = -۳۶۰ \ (ft.lb)$$

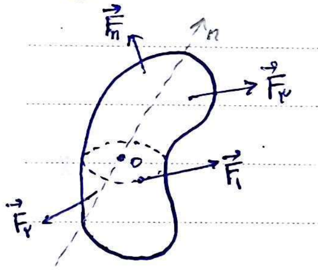
$$\Sigma M_x = ۷۵ \times ۰ + ۳۰ \times ۲ - ۸۰ \times ۲ - ۵۰ \times ۴ + ۱۲۰ \times ۶ = ۴۲۰ \ (ft.lb)$$

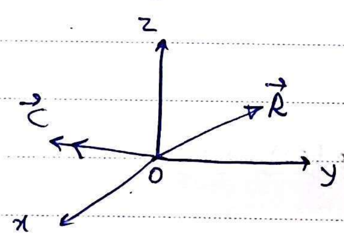
$$\rightarrow x_R = \frac{-\Sigma M_y}{R} \ , \ y_R = + \frac{\Sigma M_x}{R} \Rightarrow \dots \Rightarrow \begin{cases} x_R = ۳٫۷۹ \ ft \\ y_R = ۴٫۴۲ \ ft \end{cases}$$

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

→ sense: ?

(*) General force systems:





$$\begin{cases} \vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_y + \vec{R}_z \\ \Rightarrow R = \sqrt{(\Sigma F_x)^۲ + (\Sigma F_y)^۲ + (\Sigma F_z)^۲} \\ \theta_x = \cos^{-1} \frac{R_x}{R} \ , \ \dots\dots \end{cases}$$

$$\vec{C} = \Sigma \vec{C}_x + \Sigma \vec{C}_y + \Sigma \vec{C}_z \Rightarrow C = \sqrt{(\Sigma C_x)^۲ + (\Sigma C_y)^۲ + (\Sigma C_z)^۲}$$

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

مثال در صفحه ی بعد...