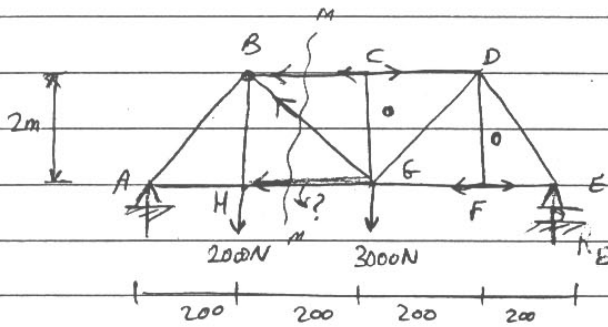


$$\sum F_y = 0 \rightarrow -W + F_{EC} \cos 60^\circ + W \cos 60^\circ = 0$$

$$F_{EC} = W$$

مثال ۱) $F_{GH} = ?$



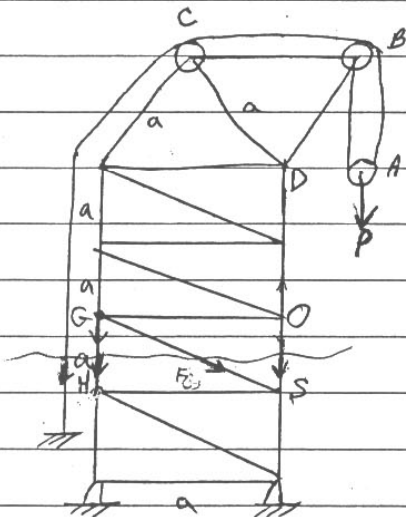
$$F_{DF} = F_{CG} = 0$$

این تیرها را جدا کنیم و متوجه شویم که تیرها را می‌توانیم جدا کنیم

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow -R_E(8) + 3000(4) + 2000(2) = 0 \Rightarrow R_E = \checkmark$$

$$F_{GH} = 3000N \leftarrow \sum M_B = 0$$

مثال ۲) نیروهای داخلی در عضو G-S را پیدا کنید

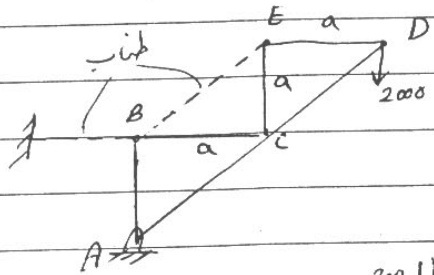


برای این تیرها را جدا کنیم و متوجه شویم که تیرها را می‌توانیم جدا کنیم

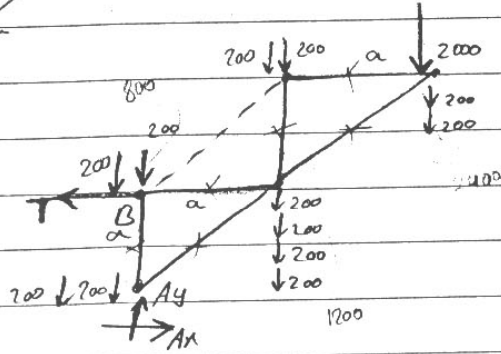
$$\sum F_x = 0 \quad F_{GS} = 0$$

$$0 + F_{GS} \cos 45^\circ + 0 + 0 = 0$$

مسئله ۲
 (وزن بیرونی 400N است)
 عکس العمل A کدام است؟



حل: وزن به ضلع منتقل می شود تا عکس در نظر گرفته شود



کتاب را جدا کنید
 200 N وزن هر ضلع 200 N باشد
 هر کدام که خودی همان وزن هستند

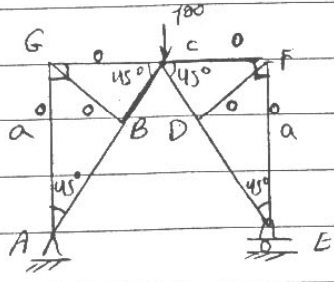
$$\sum F_y = 0 \quad -2400 - 1200 - 400 - 400 + A_y = 0$$

$A_y \rightarrow$ کاسه

$$\sum M_B = 0 \quad -A_x \cdot a + 1200(a) + 2400(2a) = 0 \rightarrow A_x$$

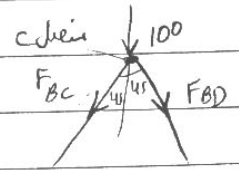
$$A = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

$F_{BC} = ?$ و $F_{CF} = ?$



عکس العمل را نمی توانیم در اینجا پیدا کنیم!

$$F_{CF} = F_{BC} = F_{CB} = F_{BD} = F_{DC} = F_{CA} = 0$$



$$\sum F_x = 0 \rightarrow F_{BC} = F_{BD}$$

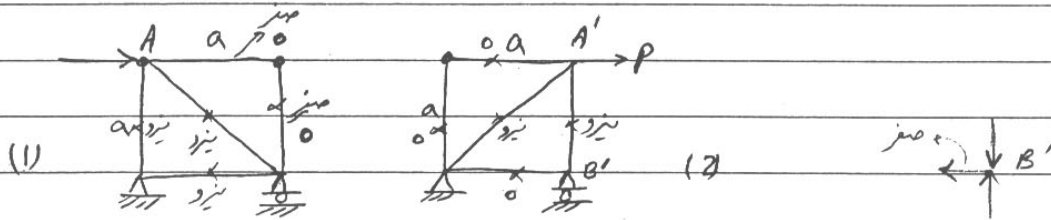
$$\sum F_y = 0 \rightarrow -100 - 2 F_{BC} \cos 45^\circ = 0$$

$$\rightarrow F_{BC} = 0 \text{ کاسه}$$

در حالت متحرک عکس عمل نیواند
 عکس عمل

مسئله 3: تغییر مکان A نسبت به A' ؟

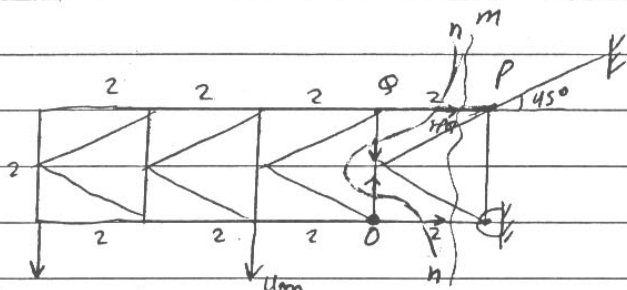
تنگه: تغییر مکان نقاط در خرابی نسبت به اثری که مقدار نیروها و درجه انحراف



ابعاد سطح مقطع و نیروها در (1) و (2) یکسان باشند.

$$W_{(1)} > W_{(2)}$$

تغییر مکان A' > تغییر مکان A



مسئله 4: $F_{PQ} = ?$

مقطع 4 mm تحول در درین مقطع نسبت
در اثر تنش 3 تا 4 اینها اینک نظر بر گذشت
مناسب بود.

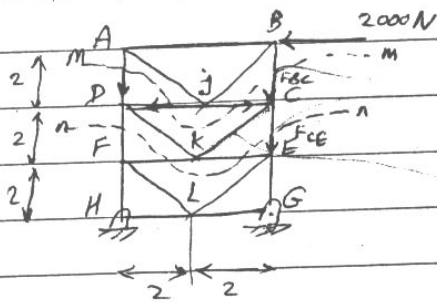
بسی خرابی در این مقطع استقیم ابتدا مقطع مستقیم در یک طرف تا محور است m مناسبت اولی اگر تنش 4 تا 4 اگر تنش این 2000 است
گشت از آن توان و در در غیر این صورت بعد از مقطع دیگری استفاده کنیم
از روش مقاطع استفاده می کنیم در مقاطع.

مقطع mm خواهد گشت. لذا مقطع m انتخاب شود. (مقاطع سه، دو، یک، صاف)
نقطه سمت راست، و کنار گذشت.

$$\sum M_0 = 0$$

$$F_{PQ}(4) - 2000(6) - (4000)2 = 0$$

$$F_{PQ} \rightarrow 2000$$



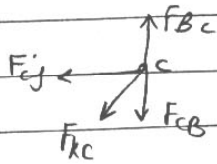
$F_{CK} = ?$ (الف)

این نیروها را
مقطع کرده ایم

دل وسطی را برد

سازه که سه جویند: در این مقطع و مقطع بالا جدول را بنویس
مشکل ندارد. در تمام سازه ها عضوها که از این مقطع شروع
حل می شوند.

در تمام آزاد
نقطه



مانند مثال قبل F_{BC} از مقطع mm و F_{CE} از مقطع nn بدست می آید.

BC و CE از این دو مقطع جدا می شوند

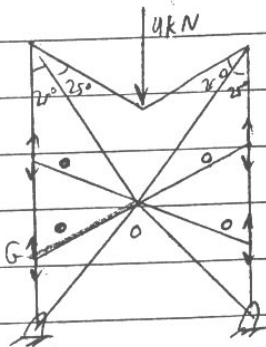
$\sum M_D = 0 \Rightarrow F_{BC}(4) - 2000(2) = 0 \Rightarrow F_{BC}$ کاسه \leftarrow مقطع mm

$\sum M_F = 0 \Rightarrow F_{CE}(4) - 2000(4) = 0 \Rightarrow F_{CE}$ کاسه : مقطع nn

CE از این دو مقطع جدا می شوند

$\sum F_y = 0 \Rightarrow F_{CK} = \dots$ حالت در سازه آزاد $C = 0$

* اعضای سازه که از این مقطع شروع می شوند و از این مقطع هم جدا می شوند در این مقطع قرار می گیرند.

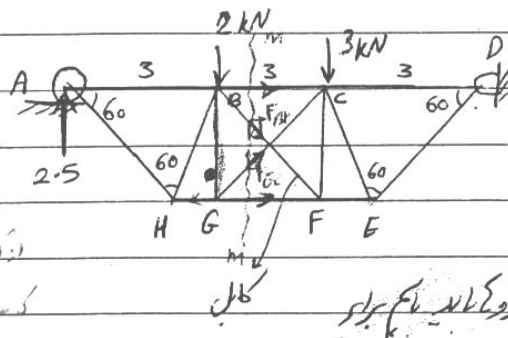


(ب) مثال

$F_{OG} = ?$

$\dots = 0$

مثال دوم



نقطه کا پورا پورا این است که هندسه قطعی را ثابت نگه دارد.
 کاها نیویں فاره را می توانند تحمل کنند چنانچه
 کاها نیویں و باید کشش باشند. همچنین در کاها نیویں و کاها نیویں یک نام برابر باشند

بسیار است
 و ن باید پائین
 از این که هندسه را ثابت نگه دارد
 که هندسه را ثابت نگه دارد
 باید در جهت کشش که چون در هر دو جهت
 کارکنی را هم باید
 باید نیروها از عنصر خارج شوند
 که CG به سمت بالا و BF به سمت پائین است. بنابراین
 BF در جهت کشش و CG در جهت فشار است

جواب: $BG = 0$ است زیرا:

مقطع mm انتخاب شده. قسمت ادیت نشان داده شده شود.

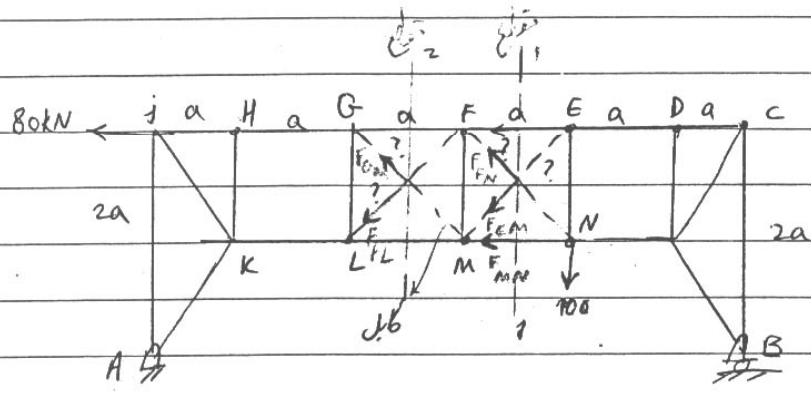
$$\sum M_D = 0 \rightarrow A_y(9) - 2(6) - 3(3) = 0 \quad A_y = 2.5 \text{ kN}$$

$F_{GC} = 0$

$2.5 - 2 = 0.5$

کوتاه ترین نیروی کشش را این نیرو است
 * F_{BF} و F_{GC} هر دو با هم برابرند و یکین صفراوات. پس این نیروی کشش 0.5 می باشد F_{BF} کشش
 و F_{GC} و F_{BG} صفراوات است تا F_{GC} صفراوات شود.

* کاها هموار شدن کشش می آید و یا اینکه یکی از کاها نیروی صفراوات است



- سوال
- $F_{FN} = ?$
 - $F_{GM} = ?$
 - $F_{EM} = ?$
 - $F_{FL} = ?$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow B_y(6a) - 100(4a) + 80(2a) = 0 \Rightarrow B_y = 40 \text{ kN}$$

$F_{EM} = 0$

مقطع 1-1: کت چید را نشان داده شده

$$\sum F_y = 0 \rightarrow 40 - 100 + F_{FN} \cdot \sin 45^\circ = 0 \rightarrow F_{FN} = 84.85 \text{ kN}$$

$F_{FL} = 0$

در مقطع 2 :

$\sum F_y = 0 \rightarrow 40 - 100 + \frac{F \sin 45^\circ}{G_m} = 0 \quad F_{GM} = 84.85 \text{ kN}$

$\sum M_F = 0$

محاسبه F در مقطع 1 :

$\rightarrow F_{MN} \times a + 100a - 40(3a) = 0$

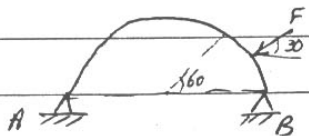
$F_{MN} = 20 \text{ kN}$

* در کابلها یا دوقوسها پس بدان داریم و این از نیروهای کشش صاف است.

تئوری خمیده :

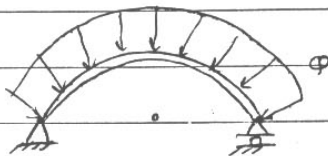
۳ نوع مسئله مطرح است.

مسئله نوع 1 : عکس العمل که در این نیروهای داخلی مورد سوال است.



بار متمرکز

مثلاً در $\theta = 60^\circ$ نیروهای داخلی را می‌خواهیم



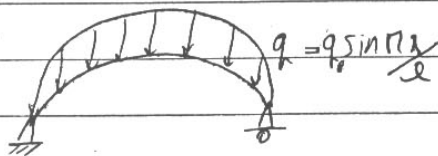
بار یکنواخت و از مرکز می‌گذرد

مسئله نوع 2 : عکس العمل که محمول است.

(روند برقرار است)

در مثال نوع 2 بارها از مرکز عبور کنند.

مسئله نوع 3 :

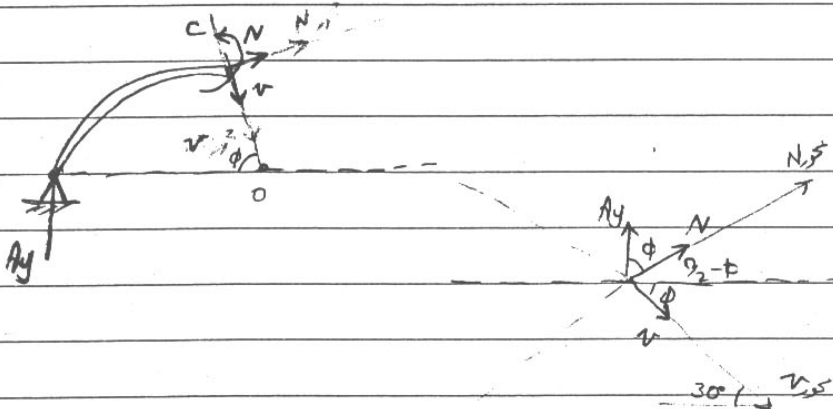


در اینجا توزیع بار غیر یکنواخت و q عمود است.

مثلاً اولاً على العدل في حتميات و ثانياً نيوتن في الداخل $\alpha = 30^\circ$, $\phi = 60^\circ$ كما سبقت



كاسية من العدل: $\Sigma F_y = 0 \rightarrow Ay + By = F$
 $\Sigma M_B = 0 \rightarrow Ay(2R) - F(R + R \cos 60^\circ) = 0 \quad Ay = \frac{3}{4}F, By = \frac{1}{4}F$



N (حتمية): $N + \frac{3}{4}F \cos \phi = 0 \Rightarrow N = -\frac{3}{4}F \cos \phi \quad \phi = 30^\circ$

V (حتمية): $V - \frac{3}{4}F \sin \phi = 0 \Rightarrow V = \frac{3}{4}F \sin \phi$

$\Sigma M_C = 0 \rightarrow \frac{3}{4}F(R - R \cos \phi) - M = 0$

$M = \frac{3}{4}(1 - \cos \phi)FR$

* انخاب مجموعها رافقت كره

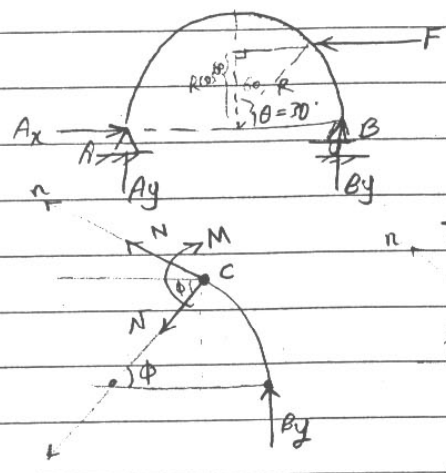
تذكر ان التوزيع من جهة تحت الى متحرك نيوتن في الداخل (الاشارة) \sin و توزيع نيوتن في الخارج (الاشارة) \cos است.

(?)

سؤال) عكس العمل A و B حقیقتاً؟

مکان لاجل و نیروی بیشتر در $\theta = 60^\circ$ حقیقتاً؟

حل جواب:



$$\sum M_A = 0 \rightarrow B_y \times 2R + F_x \times R \cos 60 = 0$$

$$B_y = -\frac{F}{4}$$

$$A_y + B_y = 0 \rightarrow A_y = -B_y = \frac{F}{4}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow A_x = F \quad A = \sqrt{F^2 + \frac{F^2}{16}}$$

$$\sum F_n = 0 \rightarrow N - B_y \cos \phi = 0$$

$$N = B_y \cos \phi$$

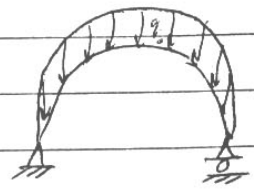
توزیع کسینوسی

$$\sum F_v = 0 \rightarrow V + B_y \sin \phi = 0 \rightarrow V = -B_y \sin \phi$$

توزیع سینوسی

$$\sum M_C = 0 \rightarrow M = B_y (R - R \cos \phi)$$

سؤال) عكس العمل A و B حقیقتاً؟

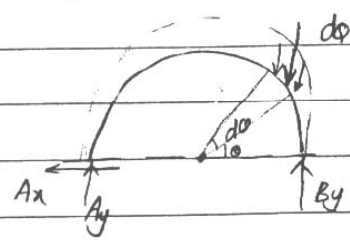


$$q(\theta) = q \sin \theta$$

در این تیر بار عموداً عمل می‌کند

سؤال می‌کنند

امکان آید این تیر بار عموداً عمل کند



$$dQ = q(\theta) R d\theta \rightarrow \text{الان در طول عنصر در یک قوس اندازد } d\theta$$

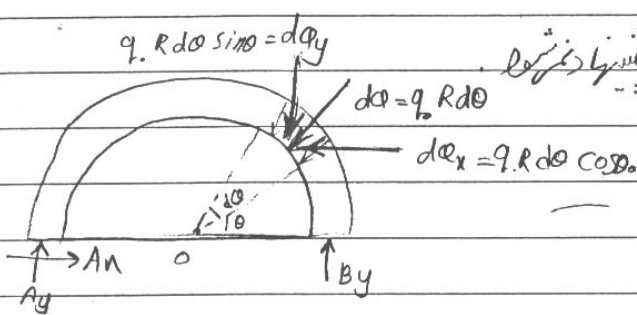
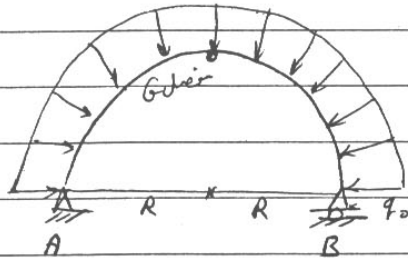
$$\sum F_y = 0 \rightarrow A_y + B_y = \int_0^\pi dQ = \int_0^\pi q(\theta) R d\theta$$

$$A_y = B_y \quad \sum M_A = 0 \Rightarrow B_y (2R) - \int_0^\pi dQ (R + R \cos \theta)$$

By ←

درم مثال) عکس العمل‌ها در A و B و مفصل BG را رسم کنید

مسئله نوع دوم:



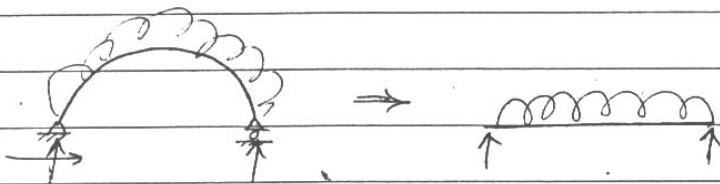
روش 1) روش مستقیم انتگرال گیری همیشه یاد گرفته شد

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow A_x - \int d\alpha_x = 0$$

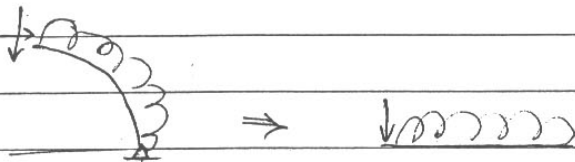
$$\sum F_y = 0 \Rightarrow A_y + B_y = \int d\alpha_y$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow -B_y(2R) - \int d\alpha_x \cdot R \sin \theta + \int d\alpha_y (R + R \cos \theta) d\theta = 0$$

روش تستی: (روش تصویر)

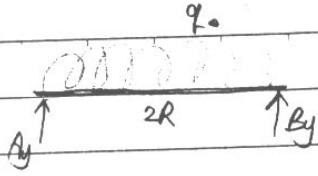


تیر مجیدت بار یکپارچه است:
تیر مجید را رسم کنیم عکس العمل‌ها که در راستای تیر است از این مورد استفاده



اگر در راستای بار را رسم کنیم
فردی از این مورد استفاده می‌کنیم
را رسم کنیم پس روی قائم از این مورد

۲۳

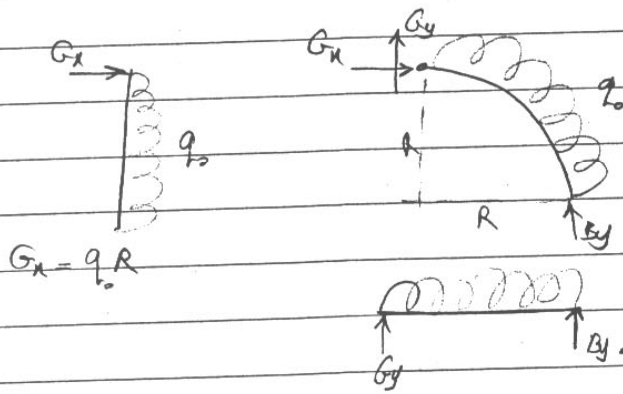


$$\sum F_x = 0$$

$$A_x = 0$$

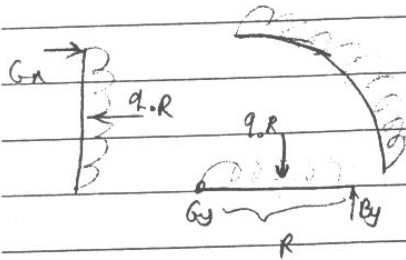
روش تصویر

$$A_y = B_y = \frac{q_0 \cdot 2R}{2} = Rq_0$$



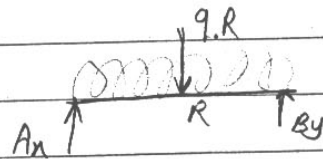
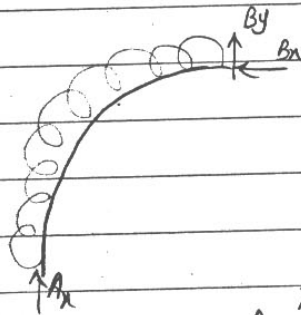
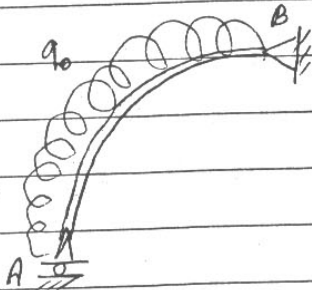
چون نقطه G لولایت همان دایره در آن قرار میگیرد

اگر همان نسبت به G را خواهم بیرون بدهم

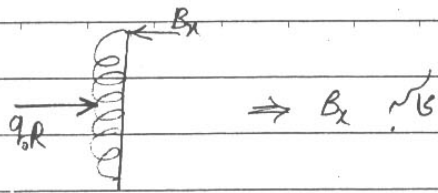


$$\sum M_G = q_0 R \cdot \frac{R}{2} + q_0 R \cdot \frac{R}{2} + B_y \cdot R$$

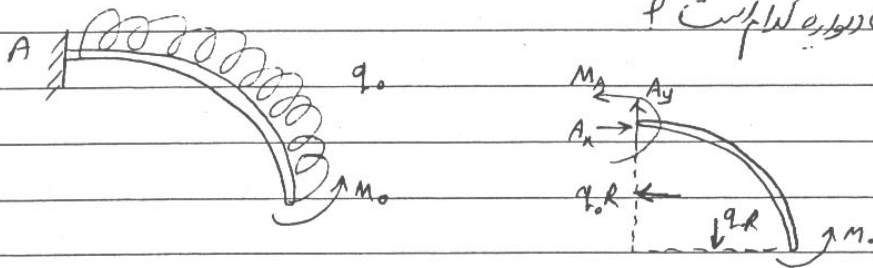
عندئذ عکس العمل A کدام است؟



$$A_y = B_y = q_0 \frac{R}{2}$$



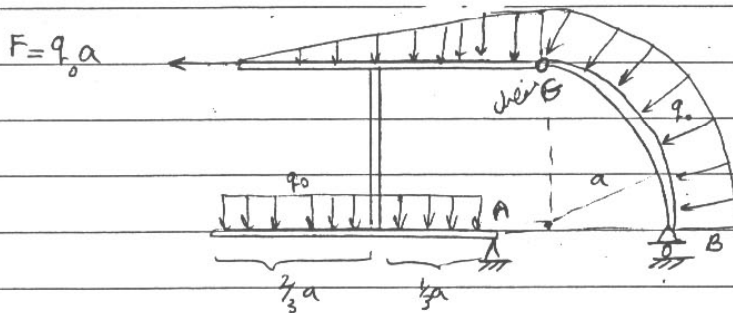
مثال: عكس العمل على دويره كالمست؟



$$\sum M_A = 0 \Rightarrow -M_0 - M_A + q_0 R \cdot \frac{R}{2} + q_0 R \cdot \frac{R}{2} = 0$$

$\rightarrow M_A$ عكس

مثال: كمام صحاحات؟



$$G_y = -\frac{15}{8} q_0 a \quad (1)$$

$$A_x = \frac{1}{8} q_0 a \quad (2)$$

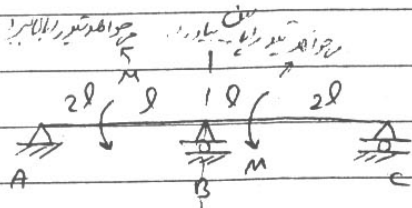
$$G_x = \frac{7}{8} q_0 a \quad (3)$$

$$A_y = \frac{27}{8} q_0 a \quad (4)$$

$$B_y = 0 \quad (5)$$

مسائل عمومی :

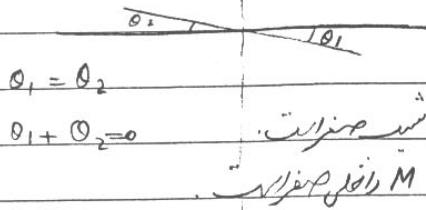
ماشین آلات، اجزاء معدنی و غیره - محاسبات



مثال) عکس العمل A^y چقدر است؟

حل) مسائل نامعین (در استاتیکی یا انرژی) است اینتان.

برعکس تقارن کیه چقدر است.

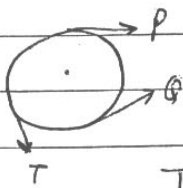


$$\sum M_B = 0 \Rightarrow A_y (3l) = M$$

$$A_y = \frac{M \cdot l}{3}$$

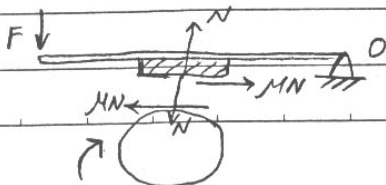
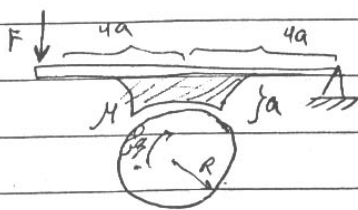
مثال) گشتاور مطلق چقدر است؟

در مسائل استاتیکی گشتاور مطلق برای استواری است.



$$T_p = P \cdot R - QR + TR$$

مثال) گشتاور مطلق؟



$$T_p = MNR$$

$$\sum M_0 = 0 \Rightarrow -F(8a) + N \cdot 4a - MNa = 0$$

درست است N_2 و T_2

کاسه N_1

مثال) برای ایجاد حرکتی که کمترین صحت است ϕ (در مثال قبل) خود است

~~$M \times 4$~~ (1)

~~$M \times 2$~~ (2)

~~$M \times 1$~~ (3)

$M \times 3$ (4)

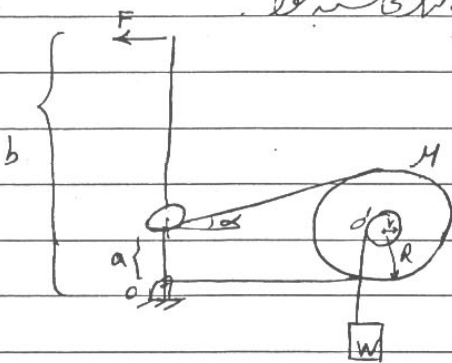
بر حرکتی به ازای نیروی عمود ϕ صغیر است ϕ در مثال قبل

$$-F(6a) + 4Na - MNa = 0$$

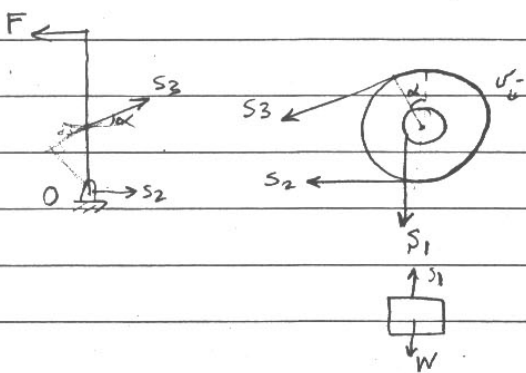
$M = 4$

$F = 0$ یعنی

مثال) نیروی عمود F بر این اندک ϕ W و سرعت ثابت حرکت کند کاسه شود



$$F = \frac{a}{b} \cdot \frac{r}{R} \cdot \frac{M\alpha}{(\pi + 2)M} \quad W = \frac{e - 1}{e}$$



فرض است ϕ که ϕ کنیم در حالت حرکتی ϕ در این

$$\sum M_0 = 0 \rightarrow F \cdot b = S_3 \cdot a \cdot \sin(\alpha_0 + \alpha)$$

$$F = \frac{a}{b} S_3 \cos \alpha \quad (1)$$

۲۵

$$S_1 = W$$

باید از این استفاده کرد؟

$$\sum M_{O'} = 0 \rightarrow -S_3 R + S_2 R - S_1 r = 0 \rightarrow$$

$$S_2 R = S_3 R + S_1 r \quad (1)$$

$$S_2 / S_3 \rightarrow$$

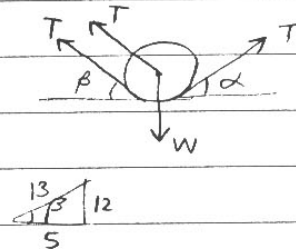
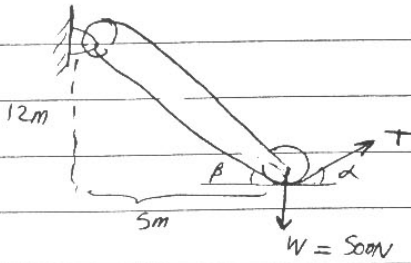
$$S_2 = S_3 e^{\mu(\alpha + \pi)}$$

$$S_3 e^{(\alpha + \pi)\mu} R = S_3 R + W r$$

برای 2 قرار داده

$$S_3 = \frac{r}{R} \frac{1}{e^{\mu(\alpha + \pi)} - 1} W \quad (1) \text{ قرار داده}$$

فصل) نیروهای کشش T و زاویه α و β را بیابید! (از شکل موازی بردارید)



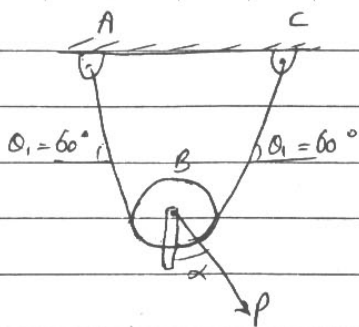
$$\cos \beta = \frac{5}{13} \quad \sin \beta = \frac{12}{13}$$

$$\sum F_x = 0 \rightarrow T \cos \alpha = 2T \cos \beta$$

$$\cos \alpha = \frac{10}{3} \rightarrow \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \rightarrow \sin \alpha = \frac{4\sqrt{6}}{13}$$

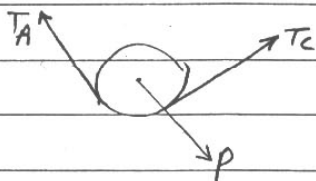
$$\sum F_y = 0 \rightarrow T \sin \alpha + 2T \sin \beta = W$$

$$T = \frac{W}{\sin \alpha + 2 \sin \beta}$$



مثال ۱) مقدار کشش در کابل را پ

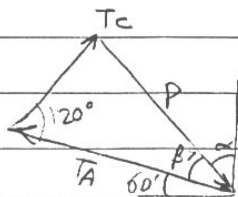
زاویه کشش کابل
 $\beta = \frac{2\mu}{3}$ $\mu = 0.3$



کشش در کابل $\sum F_x = 0$ متوجه می شویم که $T_A > T_C$ است.

$$T_A = T_C e^{\mu \beta} = T_C e^{\frac{2}{3} \times 0.3}$$

$$T_A = 1.875 T_C \quad (1)$$



$$\alpha = 90 - \beta' - 60$$

از زاویه alpha، می نویسیم:

$$\frac{T_C}{\sin \beta'} = \frac{P}{\sin 120} \quad (2)$$

$$P^2 = T_C^2 + T_A^2 - 2 T_C T_A \cos 120$$

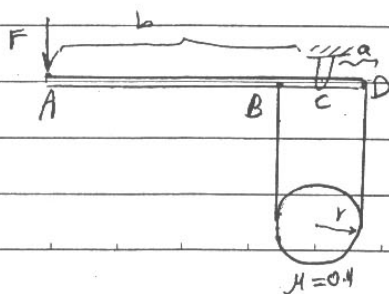
$$P^2 = T_C^2 + (1.8 T_C)^2 - 2 T_C (1.8) \cos(120)$$

$$P = \frac{2}{528} T_C \quad (3)$$

$$\beta' = 20^\circ \rightarrow \alpha = 90 - 20 - 60 = 10^\circ$$

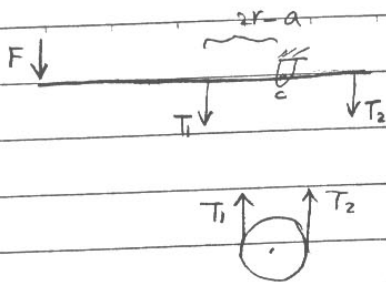
در رابطه (2) مقدار کشش را می توانیم پیدا کنیم.

مثال ۲) حداقل مقدار نیروی خود کششی لازم است تا بار P



$$\frac{a}{r} = \frac{1}{557}$$

۲۴



$$\sum M_C = 0 \rightarrow -Fb - T_1(2r - a) + T_2 a = 0$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{a}{2r - a} \quad (4)$$

$$T_2 = T_1 e^{\mu \times 0.4}$$

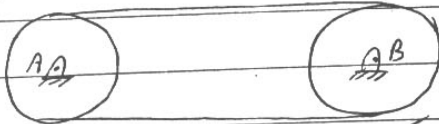
$$T_2 = \frac{513}{3} T_1 \rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{513} \quad (5)$$

$$\frac{3}{513} = \frac{a}{2r - a} \Rightarrow \frac{a}{r} = \frac{1}{557}$$

(میل)

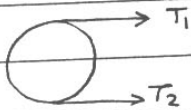
$\mu = 0.2$
 $R = 3''$

$R = 0.3''$ $\mu = 0.2$



از تنش انواع مسئله داریم

تخمین بر روی انتقال طناب چسبی از قوز A به B با 800 lb. حاصل است
گشتاور چسب که منتقل می شود چقدر است و مقدار بزرگساز که گشتاور است 800 lb است



چون $T_1 > T_2$

$$T_1 = T_2 e^{\mu \times 0.2}$$

$$T_1 = 1.0875 T_2$$

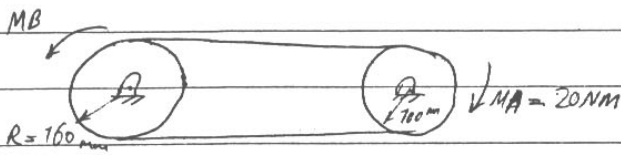
$$T_P = (T_1 - T_2) R$$

$$T_1 = 800 \text{ lb}$$

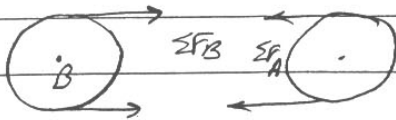
$$T_2 = 427 \text{ lb}$$

$$T_P = (800 - 427) \times 3$$

$$T_P = 93.3 \text{ lb ft}$$



سوال) ضرب اصطکاک چرخ و کمتر 0.4 است. حداکثر گشتاور M_A که بر چرخ اعمال می شود بدون اینکه لغزش ایجاد گردد کدام است؟
 20 Nm است. گزین صحیح کدام است؟



$$\sum F_B = \frac{M_B}{R_B}$$

$$\sum F_A = \frac{M_A}{R_A}$$

$$\sum F_A = \sum F_B$$

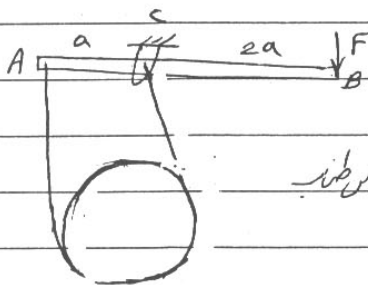
$$\frac{M_A}{R_A} = \frac{M_B}{R_B}$$

$$M_B = 32 \text{ Nm} \rightarrow \text{گزینه 1 صحیح است}$$

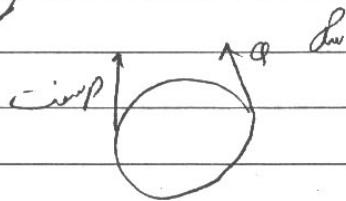
$$\tan \phi = \mu = 0.4 \rightarrow \phi = 23^\circ \text{ پس گزینه 2 صحیح است}$$

- 1) گشتاور مقاوم تنوخ B برابر 32 Nm است.
- 2) زاویه اصطکاک چرخ نسبت به سطح 45° است.
- 3) در صورت ایجاد لغزش، لغزش از تنوخ A شروع می شود.
- 4) ...

سوال) گشتاور نیروی کدام است؟



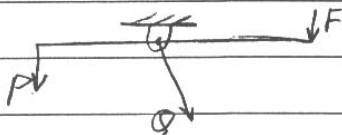
$$\alpha = \frac{5}{4}\pi \quad \mu = 0.6$$



$$M = (p - q)R \quad (1)$$

$$p = q e^{\frac{5}{4}\pi \times 0.5}$$

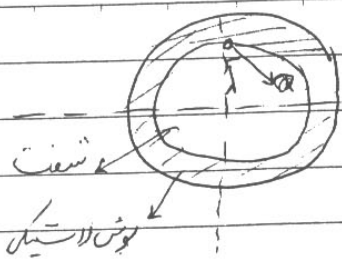
$$M = (p - p e^{-\frac{5}{4}\pi \times 0.5}) R \quad (2)$$



$$\sum M_C = 0 \rightarrow F \cdot 2a = p \cdot a \rightarrow p = 2F$$

$$M = 2F(1 - e^{-\frac{5}{4}\pi \times 0.5}) R$$

$$M = 1.72FR$$

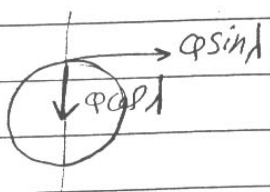


سؤال: جنرل اسطیجک شامه ووش μ از دور ϕ است. حاصل مقدار λ برابر با شامه داخل بوش کی چند کلام است؟

- (1) $\lambda = \phi$
- (2) $\lambda = \frac{1}{2}\phi$
- (3) $\lambda = \frac{1}{4}\phi$

حل: به اینگونه شفت تولید داخل بوش کی چند باید:

گشتاور نیروها $T_H > T_F$ گشتاور نیروی حرکت



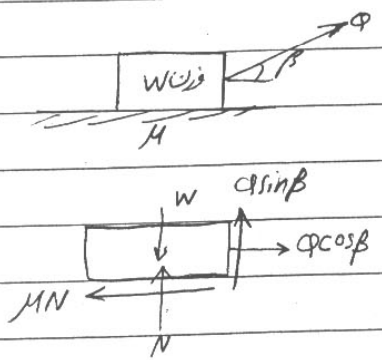
$$Q \sin \lambda \cdot R \geq \mu Q \cos \lambda \cdot R$$

$$\tan \lambda = \mu = \tan \phi \quad \boxed{\lambda = \phi}$$

تذکره: در استاتیکی اگر صحبت از ماکزیم یا مینیمم یک پارامتر باشد، برای حل باید از استریمین روش استفاده شود.

سؤال: زاویه β حقیقت تا با مینیم ϕ حرکت کند؟ همچنین $Q_{min} = ?$

جواب: $\beta = \arctan \mu$



$$Q_{min} = \frac{\mu W}{\sqrt{1 + \mu^2}}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$MN = Q \cos \beta$$

$$Q = \frac{\mu}{\cos \beta} N \quad \text{①}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-W + N + Q \sin \beta = 0$$

$$N = W - Q \sin \beta \quad \text{در ① قرار دانه}$$