سلسلة تمارين حول توازن جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت

تمرين رقم 1:

أجب بصحيح أو بخطأ على ما يلي :

أ) عندما يتحقق الشرط $\Sigma\vec{F}=\vec{0}$ ولا يتحقق الشرط $\Sigma M_{\Delta}\vec{F}=0$ يكون الجسم في حركة.

ب) يعتبر الشرطان $\Sigma\vec{F}=\vec{0}$ و $\Sigma M_{\Delta}\vec{F}=0$ لازمين لتحقيق توازن جسيم صلب .

الإجابة

أ) صحيح عندما يتحقق الشرط $\Sigma\vec{F}=\vec{0}$ ولا يتحقق الشرط $\Sigma M_{\Delta}\vec{F}=0$ يكون الجسم في حركة دوران إذا كان قابلا للدوران حول محور ثابت.

ت) صحيح ، يعتبر الشرطان $\Sigma\vec{F}=\vec{0}$ و $\Sigma M_{\Delta}\vec{F}=0$ لازمين لتحقيق توازن جسيم صلب .

تمرين رقم: 2

أجب عن التساؤلات التالية :

أ) لماذا يوضع مقبض الباب أو النافذة بعيدا عن المحور المار من المفصلات ؟

ب) لماذا يجب فتح المقص حتى أقصاه لقطع ورق مقوى ؟

الإجابة

أ)يوضع مقبض الباب أو النافذة بعيدا عن المحور المار من المفصلات لأنه كلما كانت المسافة كبيرة كلما كان عزم القوة كبيرا.

ب) يجب فتح المقص حتى أقصاه لقطع ورق مقوى لتغيير اتجاه القوة المطبقة من طرف الأصابع على المقص لأن عزم قوة لا يتوقف على شدة هذه القوة فقط بل على اتجاهها أيضا وكلما تم فتح المقص كلما تغير اتجاه القوة و ازداد عزمها.

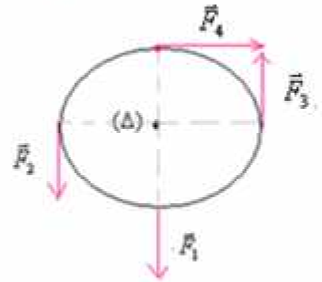
تمرين رقم 3:

نطبق على قرص شعاعه $R=20cm$ وقابل للدوران حول محور أفقي ثابت (Δ) يمر من مركزه ،أربع قوى $\vec{F}_1$، $\vec{F}_3$، $\vec{F}_2$ و $\vec{F}_4$ في نفس المستوى الرأسي مع القرص حيث $F_1=F_2=F_3=5N$ و $F_4=10N$.

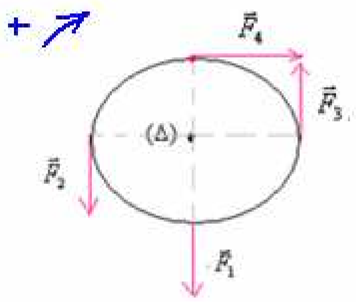
1- أحسب عزم كل قوة بالنسبة للمحور (Δ).

2- أحسب المجموع الجبري لعزوم القوى المطبقة على القرص .

3- هل القرص في توازن ؟ علل جوابك.



الإجابة



1 - نختار منحى موجبا للدوران وهو منحى دوران عقارب الساعة .

$M_{F/\Delta}=0$ لأن خط تأثيرها يتقاطع مع محور الدوران.

$M_{F_2/\Delta}=-F_2.R=-5N\times 0,2m=-1\ N.m$.

$M_{F_3/\Delta}=-F_3.R=-5N\times 0,2m=-1\ N.m$.

$M_{F_1/\Delta}=+F_4.R=+10N\times 0,2m=+2\ N.m$.

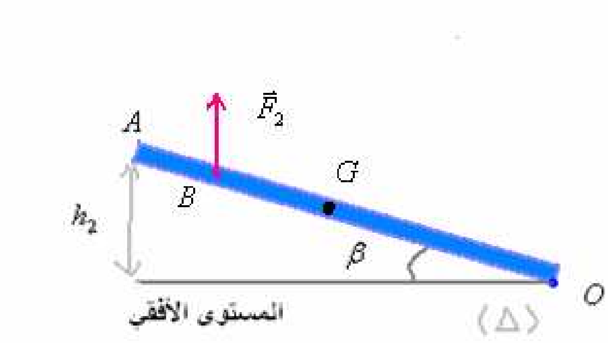
2- المجموع الجبري لعزوم القوى المطبقة على القرص :

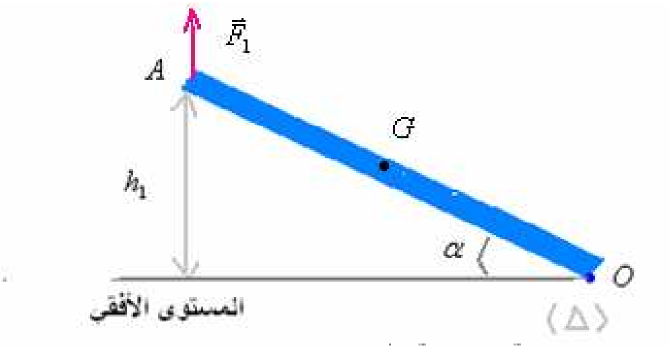
$\Sigma M_{\Delta}\vec{F}=M_{\Delta}\vec{F}_1+M_{\Delta}\vec{F}_2+M_{\Delta}\vec{F}_3+M_{\Delta}\vec{F}_4=0-1-1+2=0$ القرص في حالة توازن لأن المجموع الجبري لعزوم القوى المطبقة عليه منعدم.

تمرين رقم: 4

لرفع طرف عارضة متجانسة OA كتلتها m وطولها $OA=L$ عن سطح الأرض ،يطبق عامل في محاولة أولى قوة $\vec{F}_1$ عند الطرف A للعارضة فيرتفع الطرف إلى مسافة $h_1=60cm$ عن سطح الأرض وتكون العارضة عند التوازن زاوية $\alpha=60°$ مع المستوى الأفقي لسطح الأرض . (شكل1) .وفي محاولة ثانية يطبق العامل القوة $\vec{F}_2$ عند نقطة B من العارضة توجد على المسافة $OB=\frac{3}{4}OA$ من نقطة الارتكاز O فيرتفع الطرف A بعلو h_2 عن سطح الأرض (شكل2) ، وتكون بذلك العارضة OA زاوية $\beta=30°$ مع المستوى الأفقي .

karbali imad Gmail:karbaliimad@gmail.com





1- بالنسبة للمحاولة الأولى :

1-1- أجرد القوى المطبقة على العارضة OA عند التوازن .صنف هذه القوى إلى قوى تماس وقوى عن بعد.

1-2- أعط تعابير عزوم هذه القوى بالنسبة لمحور (Δ) أفقي يمر من نقطة الارتكاز O.

1-3- أثبت العلاقة $F_1 = \frac{P}{2}$ حيث P شدة وزن العارضة .ماذا تستنتج ؟

2- بالنسبة للمحاولة الثانية :

2-1- بتطبيق مبرهنة العزوم أوجد العلاقة بين F_2 و P .ماذا تستنتج.

2-2- احسب قيمة الارتفاع h_2.

الإجابة

1-بالنسبة للمحاولة الأولى :

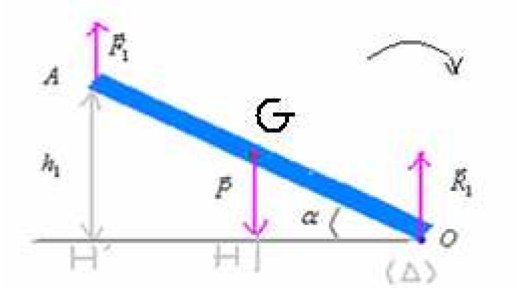
1-1- القوى المطبقة على العارضة OA عند التوازن :

$\vec{P}$: وزن العارضة . وهي قوة عن بعد.

$\vec{F}_1$: القوة المطبقة من طرف العامل على العارضة في النقطة A . وهي قوة تماس.

$\vec{R}_1$: القوة المطبقة من طرف الأرض على العارضة في النقطة O. وهي قوة تماس.

انظر الشكل :



1-2: تعابير عزوم هذه القوى بالنسبة للمحور (Δ) الأفقي الذي يمر من نقطة الارتكاز O.

$M_\Delta \vec{R}_1 = 0$ لأن خط تأثيرها يتقاطع مع محور الدوران.

$M_\Delta \vec{P} = -P.OH = -P.\frac{L}{2}\cos\alpha$ لأن : $\cos\alpha = \frac{OH}{OG}$ مع $OG = \frac{L}{2}$

$M_\Delta \vec{F}_1 = +F_1.OH' = +F_1.L.\cos\alpha$ لأن : $\cos\alpha = \frac{OH'}{OA}$ مع $OA = L$

1-3-- بما أن العارضة في توازن عند ما يصبح الطرف A في الارتفاع h_1. فإن المجموع الجبري لعزوم القوى منعدم .

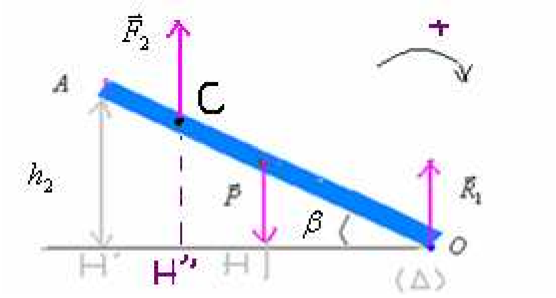
أي : $M_\Delta \vec{P} + M_\Delta \vec{R}_1 + M_\Delta \vec{F}_1 = 0$

أي : $-P.\frac{L}{2}\cos\alpha + 0 + F_1.L.\cos\alpha = 0$ أي : $F_1.L.\cos\alpha = P.\frac{L}{2}\cos\alpha \Leftarrow F_1. = \frac{P}{2}$

نستنتج أنه عندما تصبح شدة القوة مساوية لنصف وزن العارضة يتحقق التوازن.

3- بالنسبة للمحاولة الثانية :

2 يطبق العامل القوة $\vec{F}_2$ عند نقطة B من العارضة توجد على المسافة $OB = \frac{3}{4}OA$ من نقطة الارتكاز O . والشكل الموافق هو كما يلي :



$M_\Delta \vec{R}_1 = 0$ لأن خط تأثيرها يتقاطع مع محور الدوران.

$M_\Delta \vec{P} = -P.OH = -P.\frac{L}{2}\cos\beta$ لأن : $\cos\beta = \frac{OH}{OG}$ مع $OG = \frac{L}{2}$

$M_\Delta \vec{F}_2 = +F_2.OH'' = +F_2.\frac{3}{4}.L..\cos\beta$ لأن : $\cos\beta = \frac{OH''}{OC}$ مع $OC = \frac{3}{4}L$ $\Leftarrow OH' = \frac{3}{4}L.\cos\beta$

1-3- بما ان العارضة في توازن عند ما يصبح الطرف A في الارتفاع h_1 .فإن المجموع الجبري لعزوم القوى منعدم .

أي : $M_\Delta \vec{P} + M_\Delta \vec{R}_1 + M_\Delta \vec{F}_2 = 0$

$$-P.\frac{L}{2}\cos\beta + 0 + F_2.\frac{3}{4}.L..\cos\beta + 0 \Rightarrow F_2.\frac{3}{4}.L..\cos\beta = P.\frac{L}{2}\cos\beta \Rightarrow F_2 = \frac{2P}{3}$$

كلما اقتربنا من محور الدوران كلما ازدادت شدة القوة التي يجب أن يطبقها العامل.

2-3- لدينا : $\sin\alpha = \frac{h_1}{L}$ $\Leftarrow$ $L = \frac{h_1}{\sin\alpha}$

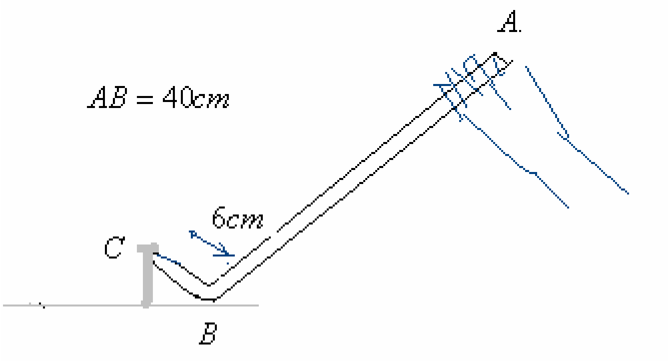
$\sin\beta = \frac{h_2}{L}$ $\Leftarrow$ $h_2 = L.\sin\beta = \frac{h_1.\sin\beta}{\sin\alpha} = \frac{60.\sin 30}{\sin 60} \approx 34;6cm$

تمرين رقم 5

لخلع مسمار منغرز في قطعة خشبة ، يطبق العامل قوة $\vec{F}$ شدتها $10N$ في نقطة A من ذرع عتلة مكوعة ب $90°$ (ملقط) حيث يرتكز الجزء المكوع على سطح القطعة في نقطة B تسمى نقطة الارتكاز ، وتمثل C نقطة تأثير العتلة على المسمار .(نهمل وزن العتلة) .

1- اجرد القوى المطبقة على العتلة .

2- بتطبيق الشرط الثاني لتوازن جسم صلب ، احسب شدة القوة $\vec{F}_{C/L}$ المقرونة بتأثير المسمار على العتلة.



الإجابة

1- جرد القوى المطبقة على العتلة .

$\vec{F}_{C/L}$: القوة المقرونة بتأثير المسمار على العتلة.

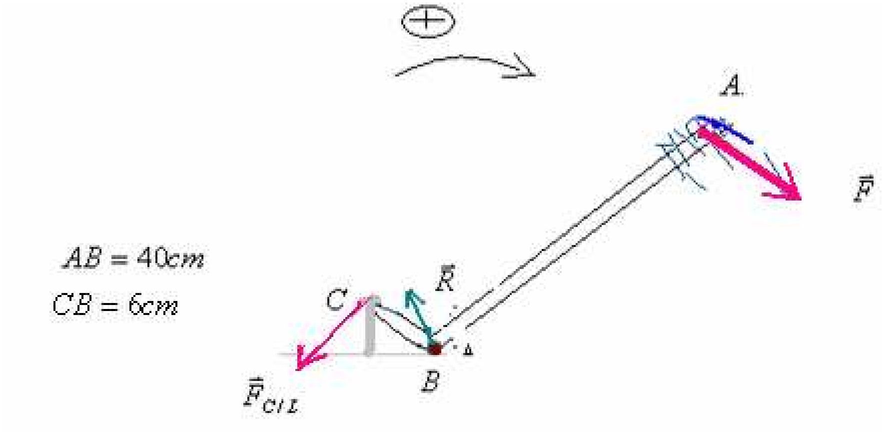
$\vec{F}$: القوة المطبقة من طرف العامل على العتلة.

$\vec{R}$: القوة المطبقة من طرف الطاولة علة العتلة في نقطة الارتكاز. انظر الشكل .

....

2- العتلة في توازن $\Leftarrow$ $\Sigma M_\Delta \vec{F} = 0$

$$M_\Delta F_{C/L} + M_{\Delta +} F + M_\Delta R = 0$$



$$M_\Delta \vec{R} = 0$$

$$M_\Delta \vec{F} = +F.AB$$

$$M\vec{F}_{C/L} = -F_{C/L}.CB$$

العلاقة $M_\Delta \vec{F}_{C/L} + M_{\Delta +}\vec{F} + M_\Delta \vec{R} = 0$ تصبح :

$$F.AB + 0 = F_{C/L}.CB \Leftarrow \quad -F_{C/L}.CB + F.AB + 0 = 0$$

ومنه : $F_{C/L} = \dfrac{F.AB}{CB} = \dfrac{10N.0,40m}{0,06m} \approx 66,7N$

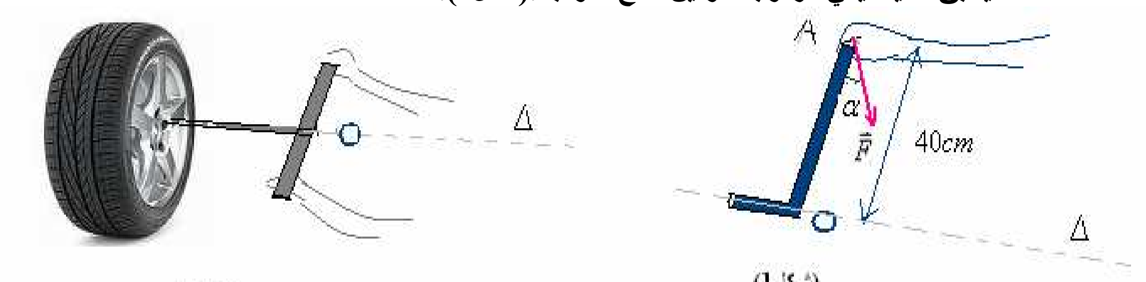
تمرين رقم: 6

لفتح لولب عجلة سيارة يستعمل الميكانيكي أحد المفتاحين التاليين :

- **مفتاح في شكل عارضة متينة OA كتلتها مهملة مكوعة ب $90°$ (شكل1).**

ويكفي أن يطبق الميكانيكي قوة $\vec{F}$ في النقطة A من يد المفتاح ليدور اللولب .

- **مفتاح في شكل ذراعين متطابقين croisé كتلته مهملة . وفي**
- **هذه الحالة يطبق الميكانيكي مزدوجة قوتين لفتح اللولب .(شكل2).**



(شكل2). (شكل1)

1- في حالة استعمال المفتاح الأول (شكل 1).

1-1: اجرد القوى المطبقة على المفتاح.

1-2: احسب عزم القوة $\vec{F}$ بالنسبة لمحور دوران اللولب (Δ) عند توازن المفتاح (يعتبر P مهملا أمام F) حيث $F = 1250N$ و $\alpha = 30°$.

1-3: عندما يطبق الميكانيكي القوة $\vec{F}$ ، يطبق المفتاح بدوره مزدوجة قوتين شدتها المشتركة $2.10^4\ N$ ، احسب عزم مزدوجة القوتين المطبقتين على لولب قطره $d = 2,5cm$.

2- في حالة استعمال المفتاح الثاني (شكل2) .

2-1 : اجرد القوى المطبقة على المفتاح.

2-2: أعط تعبير M_Δ عزم مزدوجة القوتين $(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$ المطبقتين على الذراع AB للمفتاح (نضع $AB = d$)بالنسبة للمحور Δ

2-3- عند توازن المفتاح ، أوجد شدة القوة $\vec{F}$ المشتركة لقوتي المزدوجة $(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$ في حالة $M_\Delta = 12.10^3\ N.m$

الإجابة

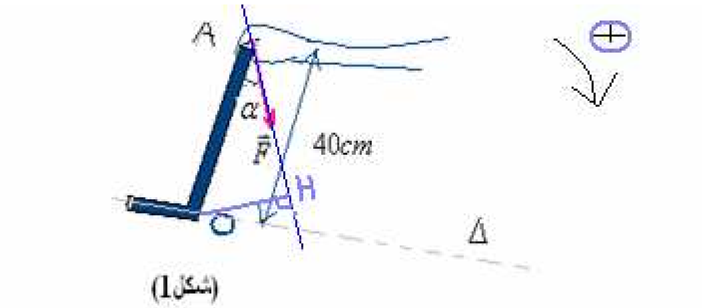
1– في حالة استعمال المفتاح الأول (شكل 1).

1-1: جرد القوى المطبقة على المفتاح:

$\vec{F}$: القوة المطبقة من طرف الميكانيكي فقط لأن (ي P مهملا أمام F)

$(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$ مزدوجة القوتين المطبقة من طرف المفتاح. مقاومة.

$\vec{R}$: تأثير محور الدوران على المفتاح . عزمها منعدم .

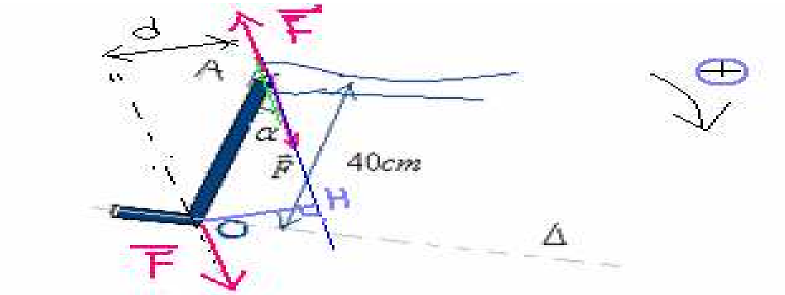


(شكل1)

2-1: عزم القوة $\vec{F}$ بالنسبة لمحور دوران اللولب (Δ) عند توازن المفتاح

$$M\vec{F} = +F.OH = +F.OA.\sin\alpha = +1250N.0,4m.\sin 30 = 250N.m$$

3-1: عزم مزدوجة القوتين المطبقتين على لولب قطره $d = 2,5cm$.



$$M_{\Delta} = -F.d = -F.OA.\sin\alpha = -2.10^{4}N.m.2,5.10^{-2}m.0,5 = -250N.m$$

2- في حالة استعمال المفتاح الثاني (شكل2) .

2-1 : القوى المطبقة على المفتاح.

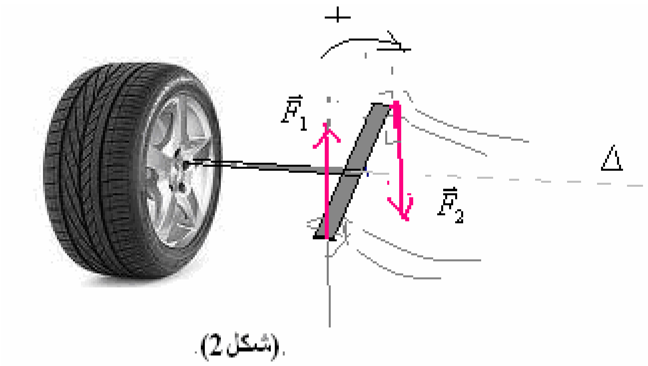
-المزدوجة $(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$ المطبقة من طرف الميكانيكي.

$\vec{R}$: تأثير محور الدوران على المفتاح . عزمها منعدم .

2-2: تعبير M_{Δ} عزم مزدوجة القوتين $(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$ المطبقتين على الذراع AB للمفتاح (نضع $AB = d$)بالنسبة للمحور Δ

$$M\vec{F} = +F.d = +F.d$$

2-3- عند توازن المفتاح ، شدة القوة $\vec{F}$ المشتركة لقوتي المزدوجة $(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$ في حالة $M_{\Delta} = 12.10^{3}N.m$



(شكل2).

$$M_{\Delta} = F.d = 12.10^{3}N.m$$

$$F = \frac{M_{\Delta}}{d} = \frac{12.10^{3}Nm}{2,5.10^{-2}m} = 48.10^{4}N$$

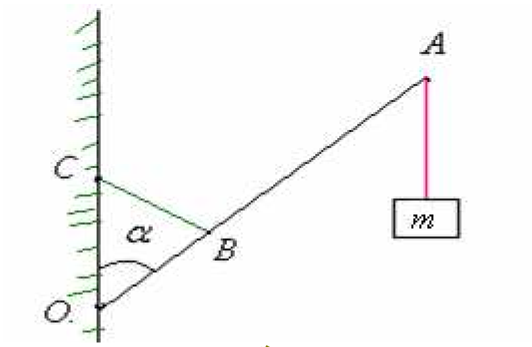
....

تمرين رقم 7:

نعتبر عارضة متجانسة (OA) طولها $L = 1,20m$ وكتلتها $M = 2Kg$ قابلة للدوران حول محور (Δ) أفقي يمر من طرفها O.نعلق بواسطة خيط كتلته مهملة في النقطة A جسما صلبا (S) كتلته $m = 3Kg$ ، ونثبت في نقطة B توجد على مسافة $OB = \frac{L}{4}$ من الطرف O للعارضة حبلا حديديا (BC) ثبت طرفه الثاني بجدار رأسي حيث يبقى عموديا على العارضة . نعطي $g = 10N/Kg$ توجد العارضة والحبل الحديدي والخيط عند التوازن في نفس المستوى الرأسي ، حيث $\alpha = 30°$.

1- أجرد القوى المطبقة على العارضة (OA).

2- بتطبيق مبرهنة العزوم ، أوجد شدة القوة $\vec{F}$ المطبقة من طرف الحبل (BC) على العارضة (OA).



الإجابة

1-جرد القوى المطبقة على العارضة (OA).

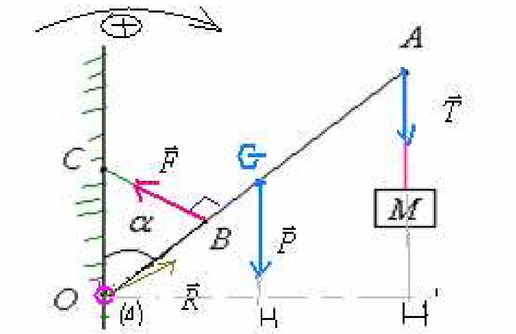
$\vec{T}$: القوة المطبقة من طرف الخيط في النقطة A . (من خلال شرط توازن الجسم المعلق : $T = P = m.g$).

$\vec{P}$: وزن العارضة .

$\vec{F}$: القوة المطبقة من طرف الحبل الحديدي .

$\vec{R}$: تاثير محور الدوران في النقطة O.

2- مبرهنة العزوم : بما أن العارضة في حالة توازن : $\Sigma M_{\Delta}\vec{F} = 0$ أي : $M_{\Delta}\vec{F} + M_{\Delta}\vec{P} + M_{\Delta}\vec{T} + M_{\Delta}\vec{R} = 0$ (1)



مع $T = m.g$ ووزن العارضة : $P = M.g$ $\Leftarrow$

$$\begin{cases} M_{\Delta}\vec{F} = -F.OB = -F.\dfrac{L}{4} \\ M_{\Delta}\vec{P} = +P.OH = +P.\dfrac{L}{2}\sin\alpha = +M.g.\dfrac{L}{2}\sin\alpha \\ M_{\Delta}\vec{T} = +T.OH' = +T.L.\sin\alpha = +m.gL.\sin\alpha \\ M_{\Delta}\vec{R} = 0 \end{cases}$$

إذن العلاقة (1) تصبح :

$$-F.\frac{L}{4} + +M.g.\frac{L}{2}\sin\alpha + m.g.L.\sin\alpha + 0 = 0$$

أي : $\dfrac{F}{4} = .\dfrac{M.g}{2}\sin\alpha + m.g..\sin\alpha$

$$F = 4(.\frac{M.g}{2}\sin\alpha + m.g..\sin\alpha) = g\sin\alpha(.2.M + 4m)$$

$$F = g\sin\alpha(.2.M + 4m)$$

ت.ع: $F = 10N/Kg.\sin 30(4+12) = 80N$

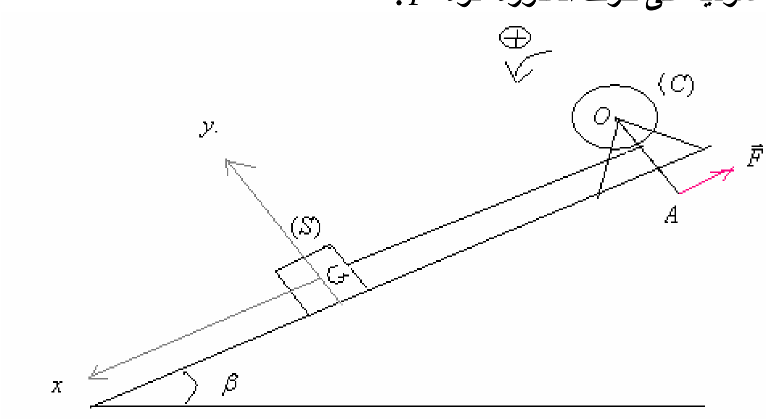
تمرين رقم: 8

يمثل الشكل التالي مجموعة مكونة من :

- جسم صلب متجانس (S) كتلته $m = 0,5Kg$ (موضوع فوق مستوى مائل بزاوية $\beta = 30°$ بالنسبة للمستوى الأفقي .

- ملفاف يتكون من أسطوانة (C) كتلتها M وشعاعها $r = 8cm$ قابلة للدوران بدون احتكاك حول محور أفقي يمر من النقطة O، ومدورة كتلتها مهملة وطولها $50cm$ OA L.

خيط ربط كتلته مهملة وغير قابل للامتداد وموازٍ للمستوى المائل .
لتحقيق توازن المجموعة نطبق عموديا على طرف المدورة قوة $\vec{F}$.



نعتبر ان التماس بين (S) والمستوى المائل يتم بدون احتكاك .

1- اجرد القوى المطبقة على الجسم (S).

2- اجرد القوى المطبقة على الملفاف.

3- حدد على التوالي شروط توازن كل من الجسم (S) والملفاف.

4- باستعمال الطريقة التحليلية (استعن بالمعلم الممنظم $(\overrightarrow{Gx},\overrightarrow{Gy})$).

4-1- أوجد صيغة T شدة توتر الخيط بدلالة β ، g و m .

4-2- أوجد صيغة R شدة القوة المطبقة من طرف المستوى المائل على (S) . احسب قيمة R .

5- بتطبيق الشرط الثاني للتوازن على المجموعة (الملفاف +المدورة)أثبت العلاقة التالية : $F = \dfrac{m.g.r.\sin\beta}{L}$.

احسب قيمة F .

الإجابة

1-القوى المطبقة على الجسم (S).

$\vec{P}$: وزن الجسم (S)

$\vec{R}$: تأثير سطح التماس.

$\vec{T}$: توتر الخيط.

....

2-القوى المطبقة على الملفاف.

$\vec{F}$: القوة المطبقة على الدولاب .

$\vec{T}'$: توتر الخيط.

$\vec{P}'$: وزن الدولاب.

$\vec{R}'$: تأثير محور الدوران.

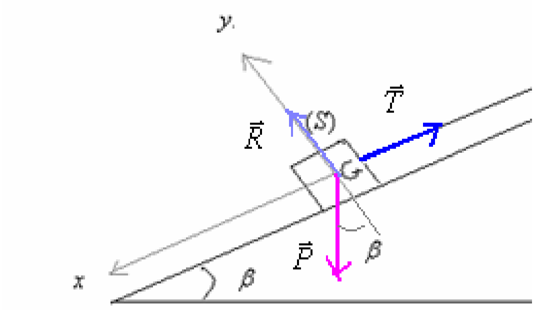
....

3- شرط توازن الدولاب : $\Sigma M_{\Delta}\vec{F} = 0$

شرط توازن الجسم (S): $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$.

....

4- 4-1-من خلال شرط توازن الجسم (S): $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$.



أي : شرط توازن الجسم (S): $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$.

بالاسقاط على المحور (o,x) : $+P\sin\beta + 0 - T = 0$ $\Leftarrow$ $T = mg\sin\beta$

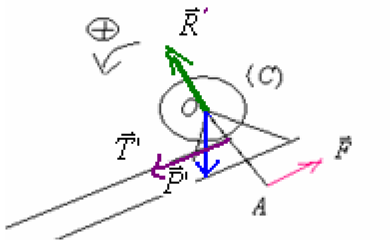
ت ع $T = 0,5kg.10N/Kg.\sin 30 = 2,5N$

2-4- باسقاط العلاقة السابقة على المحور ر (o,y)

$$R = m.g\cos\beta \quad \Leftarrow \quad -P\cos\beta + R + 0 = 0$$

ت.ع. $R = 0{,}5kg.10N/Kg\cos 30 \approx 4{,}3N$

5- بتطبيق الشرط الثاني للتوازن على المجموعة (الملفاف+ المدورة): $\Sigma M_{\Delta}\vec{F} = 0$



أي : $M_{\Delta}\vec{P}' + M_{\Delta}\vec{T}' + M_{\Delta}\vec{R}' + M_{\Delta}\vec{F} = 0$ (أ)

$$\begin{cases} M_{\Delta}\vec{P}' = 0 \\ M_{\Delta}\vec{T} = -T.r \\ M_{\Delta}\vec{R}' = 0 \\ M_{\Delta}\vec{F} = +F.L \end{cases}$$

العلاقة (أ) تصبح : $0 - Tr + 0 + F.L = 0 \quad \Leftarrow \quad F.L = Tr \quad \Leftarrow \quad F = \dfrac{T.r}{L}$ مع $T = mg\sin\beta$

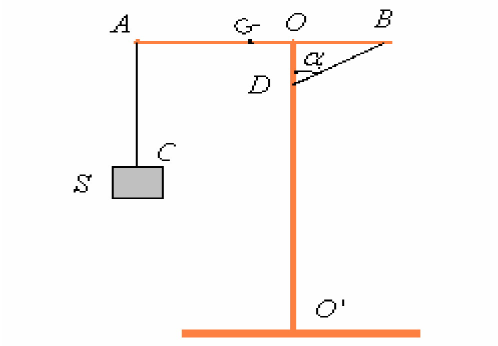
$$\Leftarrow \quad F = \frac{m.g.r.\sin\beta}{L}$$

ت ع: $F = \dfrac{0{,}5kg.10N/kg.0{,}08m.\sin 30}{0{,}5m} = 0{,}4N$

تمرين رقم: 9

يمثل الشكل جانبه تبيانة مبسطة لرافعة في حالة توازن تتكون من:

- عارضة متجانسة AB طولها L ، كتلتها $M = 103Kg$ ، قابلة للدوران حول المحور (Δ) المار من النقطة O ، والمتعامد مع AB .
- عمود متجانس OO' حيث : $OB = OD = \dfrac{L}{3}$.
- جسم S صلب كتلته $m = 200Kg$ معلق بواسطة حبل متين كتلته مهملة.



1- اجرد القوى المطبقة على العارضة AB .

2- بتطبيق الشرط الثاني للتوازن ، بين أن شدة توتر الحبل BD تكتب على الشكل التالي : $T' = \dfrac{g}{\cos\alpha}(2m + \dfrac{M}{2})$. ثم احسب T' .

نعطي $10N/Kg$ g .

-3 مثل الخط المضلعي للقوى المطبقة على AB ، ثم استنتج مبيانيا مميزات القوة $\vec{R}$ المطبقة من طرف العمود OO' على العارضة AB.

السلم : $1cm \rightarrow 2.10^{3} N$

الإجابة

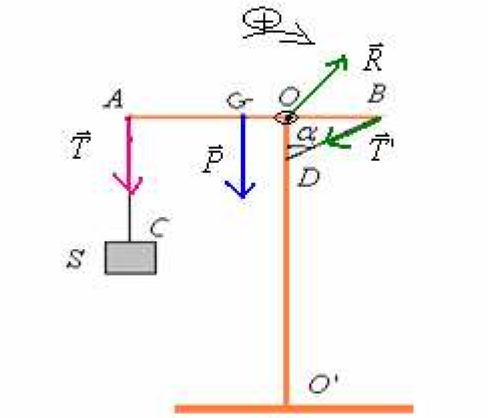
-1 القوى المطبقة على العارضة AB.

$\vec{T}$: توتر الخيط AC.

$\vec{T}'$: توتر الحبل BD.

$\vec{P}$: وزن العارضة AB .

$\vec{R}$: تأثير محور الدوران في النقطة O.



....

-2 بتطبيق الشرط الثاني للتوازن على العارضة AB : $\Sigma M_{\Delta}\vec{F} = 0$

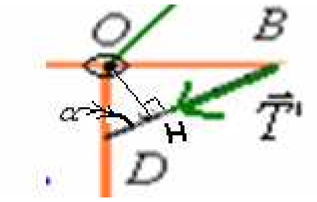
(ب) $M_{\Delta}\vec{P} + M_{\Delta}\vec{T} + M_{\Delta}\vec{T}' + M_{\Delta}\vec{R} = 0$

$$M_{\Delta}\vec{P}' = +P.OG = -P.\frac{L}{6}$$

$$M_{\Delta}\vec{T} = -T..OA = -T.\frac{2L}{3}$$

$$M_{\Delta}\vec{R} = 0$$

$$M_{\Delta}\vec{T}' = +T'.OH = +T'.\frac{L}{3}.\sin\alpha$$



$OH = OD.\cos\alpha = \frac{L}{3}\cos\alpha \Leftarrow \cos\alpha = \frac{OH}{OD}$

العلاقة (ب) تصبح كما يلي :

$-P.\frac{L}{6} - T.\frac{2L}{3} + T'.\frac{L}{3}.\cos\alpha + 0 = 0$ نختزل ب $\frac{L}{3}$ $\Leftarrow -P.\frac{1}{2} - 2.T. + T'..\cos\alpha = 0$

ولدينا : $T = m.g$ من خلال شرط توازن الجسم S $\quad -Mg.\frac{1}{2} - 2.mg. + T'..\cos\alpha = 0 \quad \Leftarrow$

ومنه $T'.\cos\alpha = 2.mg. + \frac{Mg}{2}$: $\boxed{T' = \frac{g}{\cos\alpha}(2.m. + \frac{M}{2})}$

$tg\alpha = \frac{OB}{OD} = 1$ لأن : $OB = OD = \frac{L}{3} \quad \Leftarrow \quad \alpha = 45°$

ت ع : $T' = \frac{g}{\cos\alpha}(2.m. + \frac{M}{2}) = \frac{10N/Kg}{\cos 45}(400 + 500) \approx 12728N$

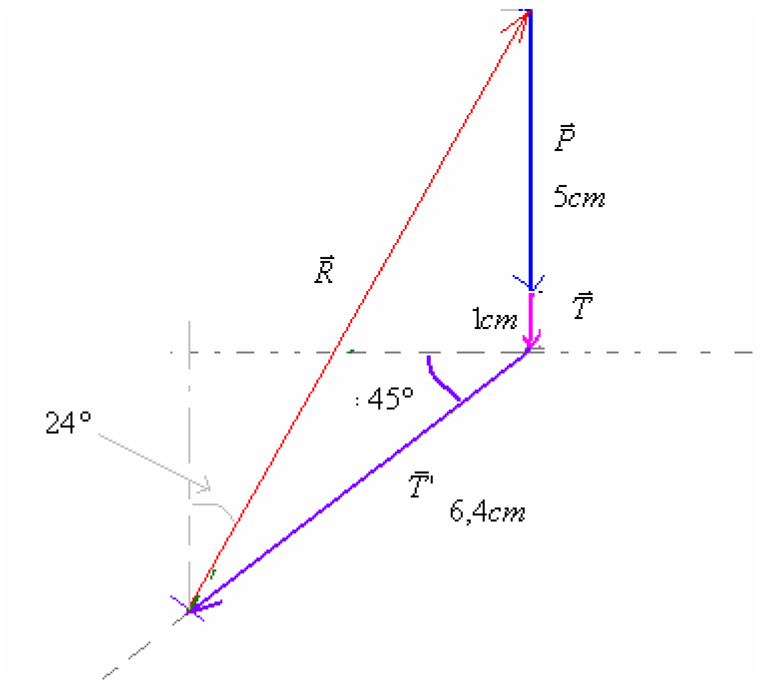
....

-2 لدينا : $T' = 12728N$

$P = 10^{4} N$

$T = 2.10^{3} N \qquad 45$ باستعمال السلم $1cm \rightarrow 2.10^{3} N$ وبرسم الخط المضلعي :

$\vec{P} \leftarrow 5cm$ ، $\vec{T}' \leftarrow 6{,}4cm$ ، $\vec{T} \leftarrow 1cm$



نحصل على طول المتجهة $\vec{R}$ ، $\approx 114cm$ **وباعتبار السلم فإن شدة القوة** $\vec{R}$ **هي :** $R \approx 22800N$ **وتكون زاوية** $24°$ **مع الأفقي.**
وباستعمال الطريقة التحليلية نحصل على $R \approx 22847N$