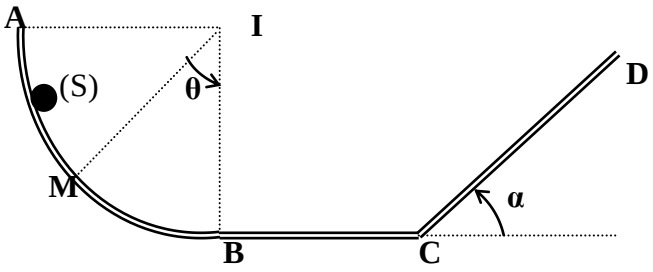
1) التمرين الأول:

ينزلق جسم صلب(S) نقطي كتلته m=50g من الموضع A بدون سرعة بدئية طول المسار ABCD ليصل إلى الموضع D بسرعة منعدمة.



- AB جزء دائري مركزه I و شعاعه r =2m .
- BC جزء مستقيمي أفقي .
- CD جزء مستقيمي مائل بزاوية α=30° بالنسبة للمستوى الأفقي.

1 نهمل الاحتكاكات على الجزء AB و على الجزء BC .

1.1 أوجد تعبير سرعة (S) لحظة مروره من الموضع M بدلالة θ و r و g .

1.2 استنتج قيمة v_B سرعة (S) عند الموضع B .

1.3 ما طبيعة حركة الجسم (S) على الجزء BC ؟

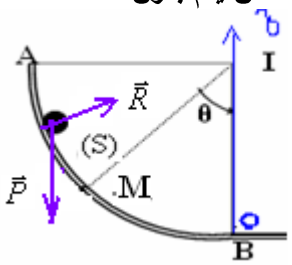
1.4 حدد المسافة BC علما أن المدة المستغرقة لقطعها هي Δt = 20s .

2 على الجزء CD , تكون قوة الاحتكاك موازية للمسار و ثابتة شدتها f=0,2N . أوجد المسافة CD .

$g = 10N/kg$

1)تصحيح التمرين الأول:

1) 1-1- بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم الصلب S بين A و M. الذي يخضع للقوى التالية :وزنه $\vec{P}$ وتأثير سطح التماس $\vec{R}$ وهذه الأخيرة عمودية على سطح التماس لأن التماس يتم بدون احتكاك.



$$\frac{1}{2}.m.v_M^{\,2} = m.g(z_A - z_M) \Leftarrow E_{cM} = \underset{A\to M}{W\vec{P}} \quad \text{إذن :} \quad E_{cM} - E_{cA} = \underset{A\to M}{W\vec{P}} + \underset{A\to M}{W\vec{R}} \quad \text{أي :} \quad \underset{A\to M}{\Delta E_C} = \underset{A\to M}{\Sigma W\vec{F}}$$

ولدينا : $z_A = r$ و: $z_M = r - r.\cos\theta \Leftarrow z_A - z_M = r.\cos\theta$ إذن : $\frac{1}{2}.m.v_M^{\,2} = m.gr\cos\theta$

ومنه : $v_M = \sqrt{2.gr\cos\theta}$.

.....

1-2- في النقطة B لدينا : $\theta = 0$ و $\cos\theta = 1$ إذن : $v_B = \sqrt{2.gr} = \sqrt{2\times10\times2} \approx 6{,}3m/s$

.....

1-3-على الجزء BC يخضع الجسم S لتاثير وزنه $\vec{P}$ وتأثير سطح التماس $\vec{R}$ وهذه الأخيرة عمودية على سطح التماس لأن التماس يتم بدون احتكاك..

بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم الصلب S بين B و C.

$$\underset{B\to C}{\Delta E_C} = \underset{B\to C}{\Sigma W\vec{F}} \quad \text{أي :} \quad E_{cC} - E_{cB} = \underset{B\to C}{W\vec{P}} + \underset{B\to C}{W\vec{R}} \Rightarrow E_{cC} - E_{cB} = 0 \quad \text{إذن :} \quad E_{cC} = E_{cB} \quad \text{إذن :} \quad v_C = v_B$$

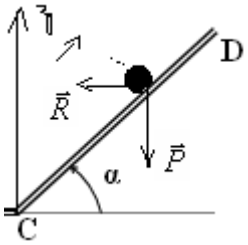
إذن طبيعة حركة الجسم S على الجزء BC : مستقيمة منتظمة.

.....

1-4- $DC = v.\Delta t = 6{,}3\times20 = 126m$

.....

2) بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم الصلب S بين C و D بحيث يخضع للقوى التالية :وزنه : $\vec{P}$ وتأثير سطح التماس $\vec{R}$.



مع : $\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{f}$

$$W\vec{R} = W_{\vec{R}n} + W\vec{f} = 0 + \vec{f}..\overrightarrow{CD}$$

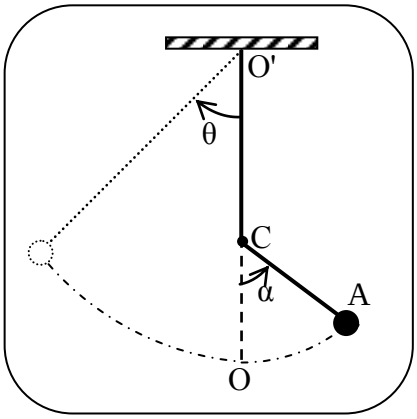
$$\underset{C\to D}{\Delta E_C} = \underset{C\to D}{\Sigma W\vec{F}} \quad \text{أي :} \quad E_{cD} - E_{cC} = \underset{C\to D}{W\vec{P}} + \underset{C\to D}{W\vec{R}} \Leftarrow Ec_D - Ec_C = m.g(z_C - z_D) + \vec{f}.\overrightarrow{CD}$$

$Ec_D = 0$ و : $z_C - z_D = 0 - CD.\sin\alpha$ إذن : $-Ec_C = -m.gCD.\sin\alpha - f.CD$ أي :

ومنه : $\frac{1}{2}m.v_c^{\,2} = CD(m.g.\sin\alpha - f.)$ إذن : $CD = \frac{m.v_c^{\,2}}{2(m.g.\sin\alpha - f)} = \frac{0{,}05\times 40}{2(0{,}05\times 10.\sin 30 - 0{,}2)} = 20m$

2) التمرين الثاني:

نعلق بطرف خيط طوله $\ell = 1m$, و كتلته مهملة و غير قابل للمد , كريةS) كتلتها $m = 100g$ و نثبت الطرف الأخر بحامل فنحصل على مجموعة تسمى نواس بسيط. المجموعة في موضع توازنها المستقر. توجد بالخط الرأسي ساقC تبعد عنO' بالمسافة $\frac{2\ell}{3}$. (نهمل جميع الاحتكاكات). $g = 10N/kg$

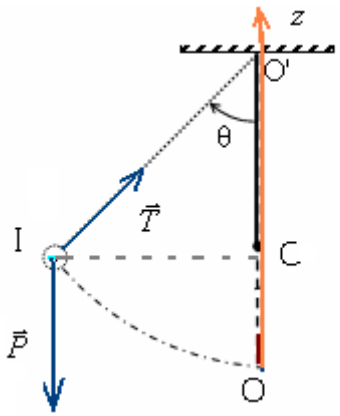


نزيح المجموعة بزاوية $\theta = 45°$ عن موضع توازنها و نحررها بدون سرعة بدئية.
(أنظر الشكل)
عند مرور النواس من موضع توازنه يلتقي بالساق العمودية على مستوى الحركةفي C فينحرف جزء منه كما يبينه الشكل .

1. أوجد تعبير سرعة الكرية V_0 عند مرورها من موضع توازنها ثم احسب قيمتها.
2. عبر عن زاوية صعود الجسم θ بدلالة α .
3 - ما الزاوية θ التي يجب أن نزيح بها النواس في البداية لكي ينجز النواس الصغير دورة كاملة.

2)تصحيح التمرين الثاني:

1) الكرية تخضع لوزنها ولتوتر الخيط : $\vec{P}$ و $\vec{T}$ انظر الشكل .
بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الكرية بين الموضع البدئي I وموضع التوازن O :



$\Delta E_{C\ I\to O} = \Sigma W\vec{F}_{I\to O}$ أي : $Ec_O - Ec_I = W\vec{P}_{I\to O} + W\vec{T}_{I\to O}$ مع : $W\vec{T}_{I\to O} = 0$ و $Ec_I = 0$ إذن : $Ec_O = W\vec{P}_{I\to O}$

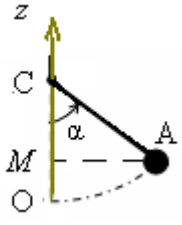
أي: $\frac{1}{2}m.v_O^{\,2} = m.g(z_I - z_O)$ مع : $z_I = OC = OO' - O'C = \ell - \ell\cos\theta$ و $z_O = 0$ إذن : $\frac{1}{2}m.v_O^{\,2} = m.g\ell(1-\cos\theta)$

ومنه : $v_O = \sqrt{2g\ell(1-\cos\theta)}$ ت.ع: $v_O = \sqrt{2\times 10\times 1(1-\cos 45)} = 2{,}42m/s$ (1)

2) بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الكرية بين الموضع البدئي O والموضع A :

$\Delta E_{C\ O\to A} = \Sigma W\vec{F}_{O\to A}$ أي : $Ec_A - Ec_O = W\vec{P}_{O\to A} + W\vec{T}_{O\to A}$ مع : $W\vec{T}_{I\to O} = 0$ و $Ec_A = 0$ إذن : $-Ec_O = W\vec{P}_{O\to A}$

أي : $-\frac{1}{2}m.v_O^{\,2} = m.g(z_O - z_A)$ ولدينا : $z_O = 0$ و: $z_A = OM = OC - CM = \frac{\ell}{3} - \frac{\ell}{3}\cos\alpha = \frac{\ell}{3}(1-\cos\alpha)$ إذن :



$O'C = \frac{2\ell}{3}$ $\Leftarrow OC = \ell - \frac{2\ell}{3} = \frac{\ell}{3}$

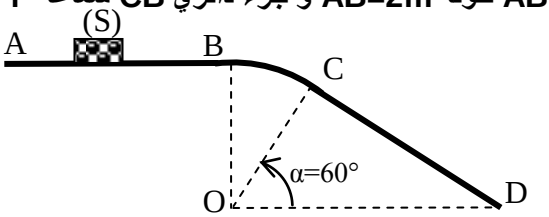
$v_O^{\,2} = 2g\ell(1-\cos\theta)$ ومن خلال (1) (2) $-\frac{1}{2}m.v_O^{\,2} = m.g\left[0 - \frac{\ell}{3}(1-\cos\alpha)\right]$ $\Leftarrow$ $v_O^{\,2} = \frac{1}{3}(1-\cos\alpha)$

إذن $2g\frac{\ell}{3}(1-\cos\alpha) = 2g\ell(1-\cos\theta)$ ومنه $(1-\cos\theta) = \frac{1}{3}(1-\cos\alpha)$ أي $3-3\cos\theta = 1-\cos\alpha$ $\Leftarrow \cos\theta = \frac{2-\cos\alpha}{3}$

3 - عندما ينجز النواس الصغير دورة كاملة: $\alpha = 2\pi$ **وبذلك :** $\cos\theta = \frac{2-\cos 2\pi}{3} = \frac{2-1}{3} = \frac{1}{3}$ $\Leftarrow \theta = \cos^{-1}\frac{1}{3} = 70{,}53°$

3) التمرين الثالث :

ينتقل جسم صلب(S) كتلته m=200g فوق سكة ABCD تتكون من جزء مستقيم AB طوله AB=2m و جزء دائري CB شعاعه r =3m و جزء مستقيم CD .



ينطلق(S) من الموضع A بسرعة $v_A=3m.s^{-1}$ فيصل إلى الموضع B بسرعة $v_B=2m.s^{-1}$.

1. ما طبيعة التماس بين(S) و الجزء AB ؟

2. علما أن قوة الاحتكاك مكافئة لقوة $\vec{f}$ ثابتة و موازية للجزء AB أوجد شدتها .

3-احسب سرعة الجسم في النقطة C. يهمال الاحتكاك على هذا الجزء. $g = 10N/kg$

3) تصحيح التمرين الثالث :

1) بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم بين الموضع البدئي A والموضع B:

$\Delta E_{c\ A\to B} = \Sigma W\vec{F}$ أي : $Ec_B - Ec_A = W\vec{P}_{A\to B} + W\vec{R}_{A\to B}$ ومنه : $W\vec{R}_{A\to B} = Ec_B - Ec_A$ أي : $W\vec{R}_{A\to B} = \frac{1}{2}m(v_B{}^2 - v_A{}^2)$

$W\vec{R}_{A\to C} = \frac{1}{2}0{,}2(2^2 - 3^2) = -0{,}5J < 0$ **التماس يتم باحتكاك.**

.....

2) $W\vec{R}_{A\to C} = -f.AB$ $\Leftarrow$ $f = \frac{-W\vec{R}_{A\to C}}{AB} = \frac{-(-0{,}5)}{2} = 0{,}25N$

.....

3) بتطبيق مبرهنة الطاقة الحركية على الجسم بين الموضع البدئي B والموضع C:

$\Delta E_{c\ B\to C} = \Sigma W\vec{F}$ أي : $Ec_C - Ec_B = W\vec{P}_{B\to C} + W\vec{R}_{B\to C}$ أي : $\frac{1}{2}m(v_C{}^2 - v_B{}^2) = W\vec{P}_{B\to C}$ $\Leftarrow \frac{1}{2}m(v_B{}^2 - v_A{}^2) = mg(z_B - z_C)$

وبالتالي : $v_C = \sqrt{v_B{}^2 + 2g.r.(1-\cos 30)}$ إذن : $v_C{}^2 - v_B{}^2 = 2g.r.(1-\cos 30)$ $z_B - z_C = r - r\cos 30$

ت.ع: $v_C = \sqrt{4 + 2\times 10\times 3.(1-\cos 30)} \approx 3{,}5m/s$

4) التمرين الرابع :

ينزلق جسم صلب S نعتبره نقطة مادية ، كتلته $m = 100g$ فوق سكة ABCD تتكون من ثلاثة أجزاء :

- الجزء AB مستقيمي ومائل بزاوية $\alpha = 30°$ بالنسبة للأفقي طوله $AB = 2m$.
- الجزء BC مستقيمي.
- الجزء CD له شكل دائري شعاعه $r = 80cm$. انظر الشكل .

1-2) نحرر الجسم (S) من النقطة A بدون سرعة بدئية ، فيصل إلى النقطة B بسرعة $V_B = 4m/s$.
أوجد معللا جوابك طبيعة التماس بين الجسم (S) والسطح المائل AB . نعطي شدة الثقالة $g = 10N/kg$.

2-2) نعتبر الاحتكاكات مهملة طول المسار BCD .
أ) أحسب سرعة الجسم S عند النقطة C .
ب) علما أن الجسم S يصل إلى النقطة D بسرعة $V_D = 2m/s$ ، أوجد الارتفاع h.
ج) استنتج قيمة الزاوية β .

4) تصحيح التمرين الرابع :

1- طبيعة التماس :

نخضع (S) أثناء إزلاقه فوق السطح المائل إلى : * $\vec{P}$: وزنه.

* $\vec{R}$: تأثير السطح المائل

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على (S) بين اللحظتين t_A و t_B :

$$\frac{1}{2}mV_B^2 - \frac{1}{2}mV_A^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$$

لتحديد طبيعة التماس نحدد قيمة الشغل $W(\vec{R})$

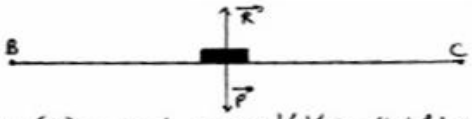
$W(\vec{R}) = \frac{1}{2}mV_B^2 - \frac{1}{2}mV_A^2 - W(\vec{P})$. مع : $W(\vec{P}) = mg.AB\sin\alpha$ و $V_A = 0$

نكتب : $W(\vec{R}) = \frac{1}{2}mV_B^2 - mg\,AB\sin\alpha$

$W(\vec{R}) = 0,5.0,1.16 - 0,1.10.2\sin 30$

$W(\vec{R}) = -0,2J < 0$ إذن يتم التماس بين (S) والسطح المائل باحتكاك

2.1 - حساب V_c :



بما أن الاحتكاكات مهملة بين (S) والسطح الأفقي B فإن $\vec{R} \perp \vec{BC}$.

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على (S) بين B و C

$$\frac{1}{2}mV_C^2 - \frac{1}{2}mV_B^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$$

مع : $\vec{R} \perp \vec{BC}$ ، $\vec{P} \perp \vec{BC}$

فحصل على : $\frac{1}{2}mV_C^2 - \frac{1}{2}mV_A^2 = 0$

أي أن : $V_C = V_B = 4\ m.s^{-1}$.

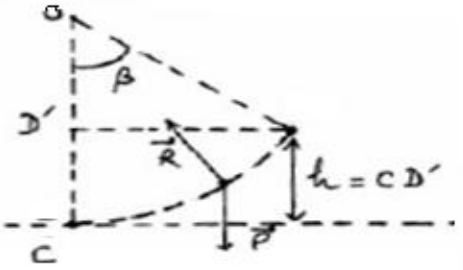
2.2) نطبق على (S) مبرهنة الطاقة الحركية بين C و D.

$$\frac{1}{2}mV_D^2 - \frac{1}{2}mV_C^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R}).$$

بما أن : $W(\vec{R}) = 0$ لأن $\vec{R} \perp \vec{V}$

$$\frac{1}{2}m(V_D^2 - V_C^2) = -mgh$$

$$h = -\left(\frac{V_D^2 - V_C^2}{2g}\right) = -\left(\frac{4-16}{2.10}\right) = 0,6\ m$$



* حساب β :

اعتماداً على الشكل : $h = r - r\cos\beta$

فحصل على $\cos\beta = 1 - \frac{h}{r} = 0,25$

$\beta = 75,5°$

SBIRO Abdelkrim Lycée agricole d'Oulad-Taima région d'Agadir royaume du Maroc

Pour toute observation contactez moi

Sbiabdou@yahoo.fr

لا تنسونا من صالح دعائكم ونسال الله لكم العون والتوفيق