

## تصحيح تمارين الطاقة الميكانيكية

### تمرين 1:

أثناء حركتها تخضع الساق ل:

-  $\vec{P}$  : وزنها

-  $\vec{R}$  : تأثير محور الدوران ( $\Delta$ ).

نهمل تأثير الهواء .

لدينا  $W(\vec{R})=0$  لأن الإحتكاكات مهملة وبالتالي القوة الوحيدة التي تشتغل هي الوزن  $\vec{P}$  مما يعني أن الطاقة الميكانيكية تنحفظ.

### الحالة البدئية :

طاقة الوضع الثقالية :

$E_{pp}=mgz+C$  بما أن  $E_{pp}=0$  عند  $z=0$  فإن  $C=0$

نستنتج :  $E_{pp}=mgz$

مع  $Z=Z_G$

$$z_G = \frac{L}{2} - \frac{L}{2} \cos \theta = \frac{L}{2} (1 - \cos \theta)$$

$$E_{pp1} = mg \frac{L}{2} (1 - \cos \theta)$$

الطاقة الحركية:

$V=0$  وبالتالي  $E_{c1}=0$

### الحالة النهائية :

طاقة الوضع الثقالية :

$E_{pp2}=0$  وبالتالي  $z=0$

الطاقة الحركية :

$$E_{c2} = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2$$

مع  $\omega$  السرعة الزاوية للساق

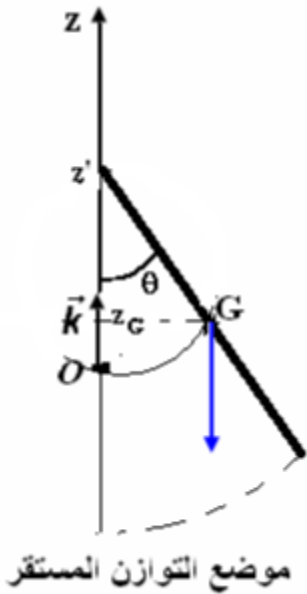
$$E_{m1} = E_{m2}$$

$$\frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2 = mg \frac{L}{2} (1 - \cos \theta)$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{3} mL^2 \omega^2 = mg \frac{L}{2} (1 - \cos \theta)$$

$$\frac{1}{3} L \omega^2 = g (1 - \cos \theta)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{3g}{L} (1 - \cos \theta)}$$



$$\omega = \sqrt{\frac{3 \times 9,8}{1}} (1 - \cos 60^\circ)$$

$$\omega = 3,83 \text{ rad/s}$$

ت.ع:

## تمرين 2:

-1 تعبير Ec(S)

$$\text{نعلم أن } Ec(S) = \frac{1}{2} m v^2$$

حسب المبيان الدالة  $v^2 = f(x)$  خطية معادلتها تكتب :  $v^2 = Kx$

$$\text{مع } K = \frac{0,6}{0,2} = 3 \text{ m/s}^2 \text{ : نكتب :}$$

$$\text{وبالتالي : } Ec(S) = \frac{1}{2} m \times 3x$$

$$Ec(S) = \frac{3}{2} mx$$

-2 تعبير Ec(P) :

$$Ec(P) = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2$$

نعلم أن :

بما أن الخيط غير مدود ولا ينزلق على مجرى البكرة فإن :  $v = r\omega$

$$v^2 = r^2 \omega^2$$

$$\omega^2 = \frac{3x}{r^2} \text{ : وبالتالي}$$

$$Ec(P) = \frac{1}{2} J_{\Delta} \frac{3x}{r^2}$$

$$Ec(P) = \frac{1}{2} J_{\Delta} \frac{x}{r^2}$$

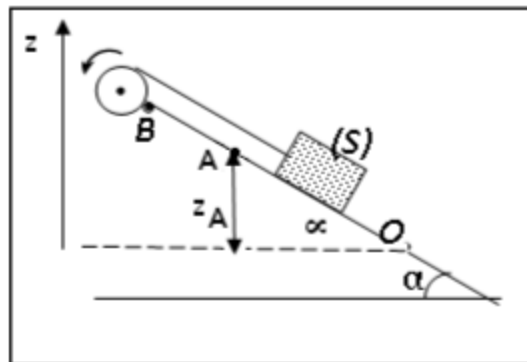
-3 حساب Em :

$$\text{لدينا } Em(A) = Ec(A) + Epp(A)$$

$$Ec(A) = \frac{1}{2} m v_A^2 = \frac{1}{2} m \cdot 3d$$

$$Ec(A) = \frac{3}{2} md$$

بما أن  $Epp = 0$  عند  $z = 0$  فإن  $Epp = mgz$



من الشكل لدينا :  $z_A = OA \cdot \sin \alpha = d \cdot \sin \alpha$

$$Epp(A) = mg \cdot d \cdot \sin \alpha$$

نستنتج :

$$Em(A) = \frac{3}{2}md + mg.d.\sin\alpha$$

$$Em(A) = m.d\left(\frac{3}{2} + g\sin\alpha\right)$$

4- تحديد قيمة الطاقة الميكانيكية في النقطة B :

خلال حركة (S) على المستوى المائل يخضع ل :

-  $\vec{P}$  : وزن الجسم .

-  $\vec{R}$  : تأثير المستوى المائل .

بما أن الاحتكاكات مهملة فإن شغل القوة  $\vec{R}$  منعدم وبالتالي الطاقة الميكانيكية

تتحفظ  $Em = cte$

ومنه :  $Em(A) = Em(B)$

$$Em(B) = Em(A) = m.d\left(\frac{3}{2} + g\sin\alpha\right)$$

ت.ع :

$$Em = 500.10^{-3} \times 1 \times \left(\frac{3}{2} + 9,8\sin 30^\circ\right)$$

$$Em = 3,2J$$

5- استنتاج AB :

لدينا  $Em(B) = Ec(B) + Epp(B)$

لدينا :  $Ec(B) = 0$  لأن الجسم يتوقف عند B .

$$Em(B) = Epp(B) = mgz_B$$

مع :  $z_B = AB\sin\alpha$

$$Em(B) = mg.AB.\sin\alpha$$

$$AB = \frac{Em(B)}{mg\sin\alpha}$$

ت.ع :

$$AB = \frac{3,2}{9,8 \times \sin 30^\circ}$$

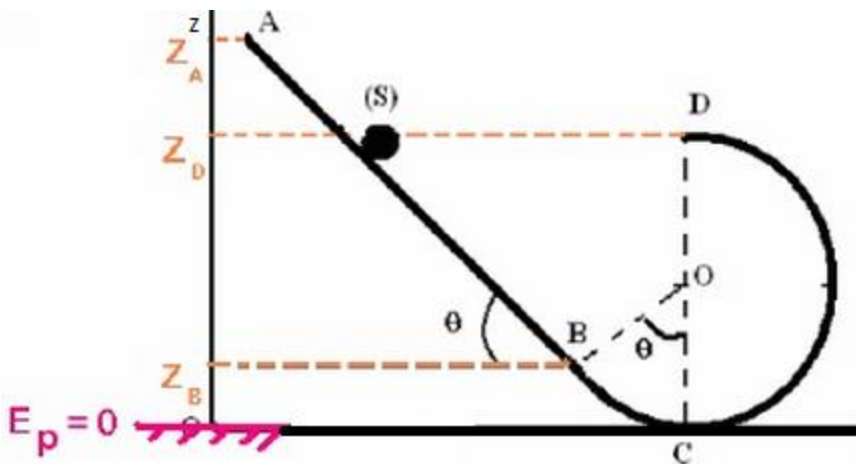
$$AB = 0,65m$$

تمرين 3 :

1- الأحتكاكات مهملة :

1-1 الطاقة الميكانيكية

عند النقطة A :



$$E_m(A) = E_c(A) + E_{pp}(A)$$

$$E_m(A) = \frac{1}{2}mv^2 + mgz_A + C$$

$E_c(A) = 0$  اذن السرعة منعدمة عند A

$C = 0$  لأن  $E_{pp} = 0$  عند  $z = 0$

$z_B = r(1 - \cos\theta)$  مع  $z_A = z_B + A \sin\theta$

$AB = 2m$  نعوض بـ

نستنتج :

$$E_m(A) = mg[r(1 - \cos\theta) + 2\sin\theta]$$

ت.ع:  $E_m(A) = 0,5 \times 10 \times (0,5(1 - \cos 60) + 2\sin 60)$

$$E_m(A) = 9,91 \text{ J}$$

2-1- الطاقة الحركية وطاقة الوضع الثقالية عند B :

$$E_{pp}(B) = mgz_B = mgr(1 - \cos\theta)$$

$$E_{pp}(B) = 0,5 \times 10 \times 0,5(1 - \cos 60)$$

$$E_{pp}(B) = 1,25 \text{ J}$$

$$E_m(B) = E_m(A) = E_c(B) + E_{pp}(B)$$

$$E_c(B) = E_m(A) - E_{pp}(B)$$

$$E_c(B) = 9,91 - 1,25$$

$$E_c(B) = 8,68 \text{ J}$$

3-1- يمكن حساب سرعة الجسم (S) عند النقطة D باستعمال مبرهنة الطاقة الحركية

أو باعتبار انحفاظ الطاقة الميكانيكية :

لدينا :

$$E_c(D) - E_c(A) = W_{A \rightarrow D}(\vec{P})$$

$$\frac{1}{2}m(v_D^2 - v_A^2) = mg(z_D - z_A)$$

$$v_A = 0$$

$$z_A = z_B + A \sin\theta \text{ و } z_D = 2r$$

$$\frac{1}{2}mv_D^2 = mg\{[r(1 - \cos\theta) + 2\sin\theta] - 2r\}$$

$$v_D^2 = 2g[2\sin\theta - r(1 + \cos\theta)]$$

$$v_D = \sqrt{2g[2\sin\theta - r(1 + \cos\theta)]}$$

ت.ع:

$$v_D = \sqrt{2 \times 10[2\sin 60 - 0,5(1 + \cos 60)]}$$

$$v_D = 4,43 \text{ m/s}$$

2-2- استنتاج f

نطبق مبرهنة الطاقة الحركية على (S) بين A و B نكتب :

$$Ec(B) - Ec(A) = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{R})$$

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = mg(z_A - z_B) + W_{A \rightarrow B}(\vec{R}_N) + W_{A \rightarrow B}(\vec{f})$$

مع :  $W_{A \rightarrow B}(\vec{R}_N) = 0$  لأن  $R_N$  عمودية على المتجهة  $\vec{AB}$

$$z_A - z_B = AB \sin \theta$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \vec{AB} = f \cdot AB \cos 180 = -f \cdot AB$$

نحصل على :

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = mgAB \sin \theta + 0 - f \cdot AB$$

$$f \cdot AB = -\frac{1}{2}mv_B^2 + mgAB \sin \theta$$

$$f = m \left( g \sin \theta - \frac{v_B^2}{2AB} \right)$$

$$f = 0,5 \left( 10 \times \sin 60 - \frac{4,43^2}{2 \times 2} \right) \text{ ت.ع.}$$

$$f = 1,88N$$

تمرين 4:

1- تعبير طاقة الوضع الثقالية :  $Epp = mgz + C$

عند  $z = 0$  ،  $Epp = 0$

نستنتج  $C = 0$  و  $Epp = mgz$

عند النقطة A :  $z_A = h_1 + h_2$

$$h_1 = AB \cdot \sin \alpha$$

$$h_2 = r - r \cos \alpha = r(1 - \cos \alpha)$$

$$z_A = AB \sin \alpha + r(1 - \cos \alpha)$$

تعبير طاقة الوضع الثقالية عند النقطة A :

$$Epp_A = mg[AB \sin \alpha + r(1 - \cos \alpha)]$$

تعبير الطاقة الميكانيكية في الموضع A :

$$Em_A = Epp_A + Ec_A$$

$$Em_A = Epp_A \text{ : إذن } Ec_A = 0$$

$$Em_A = mg[AB \sin \alpha + r(1 - \cos \alpha)]$$

ت.ع.

$$Em_A = Epp_A = 0,6 \times 9,81 \times (3 \times \sin 50^\circ + 0,80(1 - \cos 50^\circ))$$

$$Em_A = Epp_A = 15,20J$$

2- في الموضع B :  
طاقة الوضع الثقالية :

$$E_{pp_B} = mgz_B$$

$$z_B = r(1 - \cos\alpha) : \text{مع}$$

$$E_{pp_B} = mgr(1 - \cos\alpha)$$

ت.ع:

$$E_{pp_B} = 0,6 \times 9,81 \times 0,80 \times (1 - \cos 50^\circ)$$

$$E_{pp_B} = 1,68J$$

الطاقة الحركية :

باعتبار الاحتكاكات مهملة ، فان الطاقة الميكانيكية تنحفظ :  $Em_A = Em_B$

$$Em_B = E_{pp_B} + Ec_B$$

$$Ec_B = Em_B - E_{pp_B}$$

$$Ec_B = 15,20 - 1,68 : \text{ت.ع}$$

$$Ec_B = 13,52J$$

3- في الموضع C :

$E_{pp_C} = 0$  الجسم في الحالة المرجعية

تنحفظ الطاقة الميكانيكية :  $Em_C = Em_A$

$$Em_C = Ec_C$$

$$Ec_C = 15,20J : \text{نستنتج أن}$$

4- تتناقص الطاقة الميكانيكية بين النقطتين C و D بسبب الاحتكاكات :  
تغير الطاقة الميكانيكية يساوي شغل قوى الاحتكاك :

$$Em_C - Em_D = W_f$$

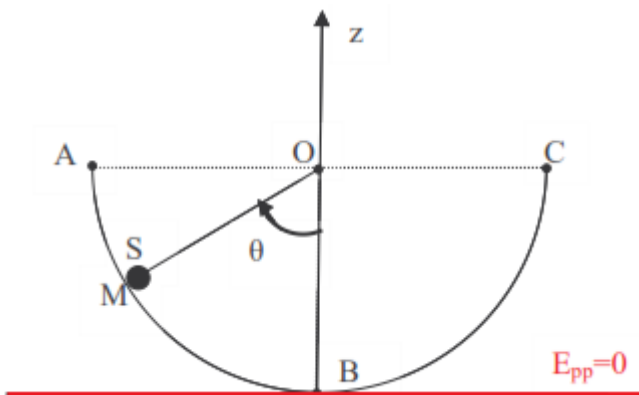
$$Em_C = 0 \text{ و } E_{pp_C} = 0 \text{ نستنتج أن} : Em_C = 0$$

$$W_f = -Em_C$$

$$W_f = -15,20J$$

كمية الحرارة الناتجة عن الاحتكاك هي  $Q = 15,20J$

تمرين 5:



1- تعبير طاقة الوضع الثقالية للجسم :

$$E_{pp} = mgz + C$$

عند  $z = -R$  لدينا  $E_{pp} = 0$

$$0 = mg(-R) + C$$

ومنه :

$$E_{pp} = mgz + mgR$$

$$E_{pp} = mg(z + R)$$

1.1- تعبير الطاقة الميكانيكية عند النقطة A :

$$Em_A = Ec_A + Epp_A$$

$$Ec_A = 0 \text{ لأن } v_A = 0$$

$$Epp_A = mgR \text{ مع } z_A = 0 \text{ ومنه } :$$

نستنتج :

$$Em_A = mgR$$

$$\text{ت.ع: } Em_A = 100.10^{-3} \times 9,8 \times 20.10^{-2}$$

$$Em_A = 0,20J$$

1.2- بما أن الحركة تتم بدون احتكاك فإن الطاقة الميكانيكية تنحفظ ،

$$\text{وبالتالي } Em_A = Em_B$$

$$\text{نستنتج : } Em_B = 0,20J$$

2- سرعة S عند النقطة B :

$$Em_B = Ec_B + Epp_B$$

$$Epp_B = 0 \text{ و } Ec_B = \frac{1}{2}mv_B^2 \text{ في الحالة المرجعية}$$

$$Em_B = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$v_B^2 = \frac{2Em_B}{m}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot Em_B}{m}}$$

$$\text{ت.ع: } v_B = \sqrt{\frac{2 \times 0,2}{100.10^{-3}}} \text{ نجد } v_B = 2m \cdot s^{-1}$$

3- بعد النقطة B يستمر S في حركته حتى التوقف عند النقطة C ، حيث انحفاظ الطاقة الميكانيكية :

$$Em_C = \frac{1}{2}mv_C^2 + mg(z_C + R)$$

$$\text{لدينا : } Em_A = Em_C \text{ و } v_C = 0$$

$$Em_C = mg(z_C + R)$$

$$mg(z_C + R) = mg(z_A + R)$$

$$z_C + R = z_A + R$$

$$z_C = z_A = 0$$

4- بما أن الطاقة الميكانيكية نحفظ فإن الجسم S ينجز حركة تذبذبية من ذهاب وإياب بين B و C .

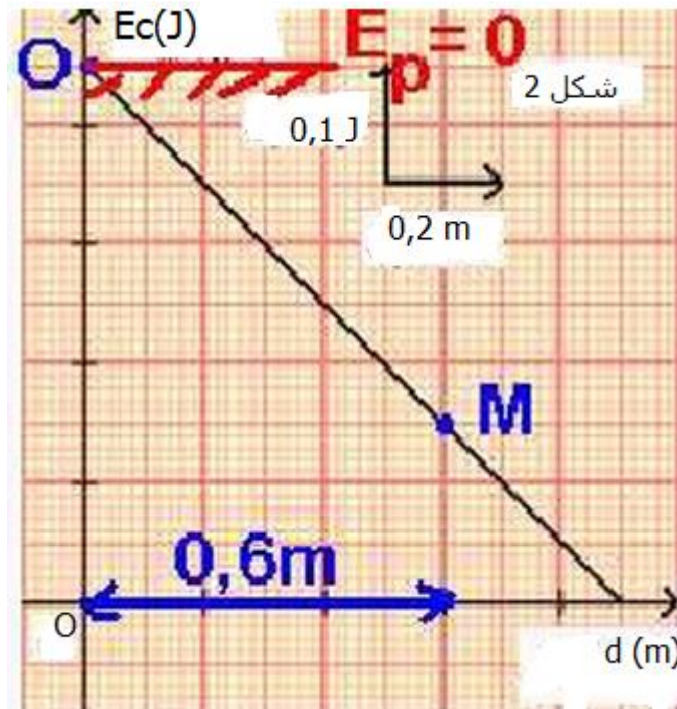
## تمرين 6 :

1- نص مبرهنة الطاقة الحكية :

يساوي تغير الطاقة الحكية لجسم صلب في إزاحة أوفي دوران حول محور ثابت ، بين لحظتين المجموع الجبري لأشغال كل القوى المطبقة على الجسم بين هاتين اللحظتين .

$$\Delta Ec = Ec_2 - Ec_1 = \sum W_{1 \rightarrow 2}(\vec{F}_i)$$

2- مبيانيا النقطة O نقطة الانطلاق نجد  $Ec(O)=0,45J$  ونقطة الوصول M نجد  $Ec(M)=0,15J$  حيث :  $OM=d=0,6m$  .



بتطبيق مبرهنة الطاقة الحكية على الجسم بين النقطتين O و M :

$$\Delta Ec = Ec(M) - Ec(O) = W_{O \rightarrow M}(\vec{P}) + W_{O \rightarrow M}(\vec{R})$$

بما أن الاحتكاكات مهملة فإن :

$$W_{O \rightarrow M}(\vec{R}) = 0$$

وبالتالي :

$$W_{O \rightarrow M}(\vec{P}) = Ec(M) - Ec(O) = 0,15 - 0,45$$

$$W_{O \rightarrow M}(\vec{P}) = -0,3J$$

3- ليكن m كتلة الجسم S :

لدينا :

$$W(\vec{P}) = -mgh \text{ مع } h=d.\sin\alpha$$

$$W(\vec{P}) = -mgd\sin\alpha$$



$$m = -\frac{W(\vec{P})}{gdsin\alpha}$$

$$W(\vec{P}) = -\frac{(-0,3)}{9,8 \times 0,6 \times \sin 30^\circ} \text{ ت.ع.}$$

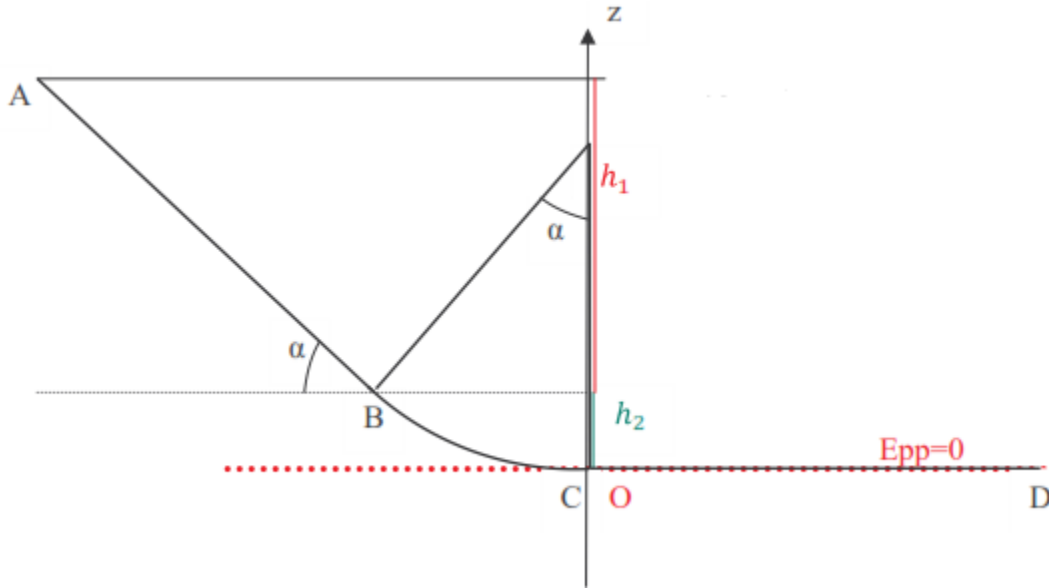
$$m = 0,1kg$$

4.1- طاقة الوضع عند النقطة O :  $E_{pp}(O)$

لدينا :  $E_{pp} = mgz + C$

بما أن المستوى الأفقي المار من A يمثل الحالة المرجعية فإن :  $E_{pp}(A) = 0$

مبانيا نجد  $d = 0,9m$  ومنه  $z_A = dsin\alpha = 0,9 \times \sin 30^\circ$



نستنتج أن :  $z_A = 0,45m$   
تحديد الثابتة C :

$$E_{pp}(A) = mgz_A + C = 0 \Rightarrow C = -mgz_A = -0,1 \times 9,8 \times 0,45 \Leftarrow$$

$$C = -0,44J$$

تعبير طاقة الوضع الثقالية :

$$E_{pp} = mgz - 0,44$$

طاقة الوضع عند النقطة O هي :

$$E_{pp}(O) = 0 - 0,45 \text{ نجد } E_{pp}(O) = -0,45J$$

4.2- التحقق من ان حفظ الطاقة الميكانيكية :

$$\left( \begin{array}{l} E_c(A) = 0 \\ E_{pp}(A) = 0 \end{array} \right) \text{ بالنسبة للنقطة A:}$$

$$\left( \begin{array}{l} E_c(O) = -0,45J \\ E_{pp}(O) = 0,45J \end{array} \right) : \text{بالنسبة للنقطة } O$$

- تحديد الطاقة الميكانيكية عند النقطة O :  
 $E_m(O) = E_c(O) + E_{pp}(O) = -0,45 + 0,45 = 0$
- تحديد الطاقة الميكانيكية عند النقطة A :  
 $E_m(A) = E_c(A) + E_{pp}(A) = 0 + 0 = 0$
- نستنتج أن الطاقة الميكانيكية تنحفظ .