

سلاسل المنجد - دروس و تمارين



السلسلة 1-04-2

الطاقة الكامنة

عرض نظري و تمارين محلولة

يمكن تحميل السلسلة بصيغة pdf من موقع المنجد :
www.sites.google.com/site/faresfergani

للمزيد (عرض نظري مفصل - تمارين - فيديوهات)
يرجى زيارتنا على صفحة الوحدة في نفس الموقع الإلكتروني .

لكي يصلك جديد موقع المنجد تابع صفحة الفيسبوك
التالية :

facebook.com/elmoundjidff

الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نابت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
fares_fergani@yahoo.fr
0771998109

الإصدار : نوفمبر/2022

مراجعة



العلاقة الكامنة

إعداد الأستاذ فرقاني فارس
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم - الخروب - قسنطينة
www.sites.google.com/site/faresfergani

السلسلة 2 – 04 – 01

عرض نظري و تمارين

1- الطاقة الكامنة الثقالية

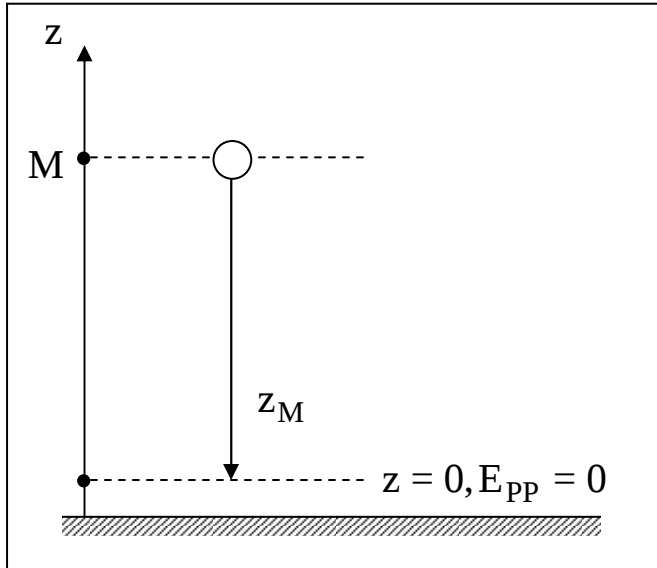
• عبارة الطاقة الكامنة الثقالية للجملة (جسم + أرض) :

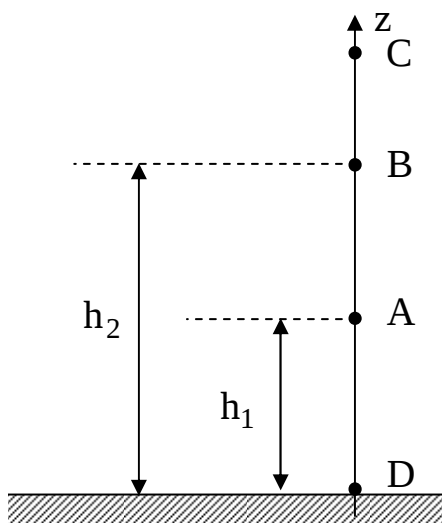
- نقول عن جملة مرنة أنها قابلة للتشوه ، إذا تغيرت المسافة بين مختلف أجزائها ، و بتشوه الجملة تكتسب هذه الأخيرة طاقة تدعى طاقة كامنة يرمز لها ب E_p و وحدتها الجول (J) .
- تتشوه الجملة (جسم + أرض) إذا تغير البعد بين الجسم والأرض .

- الطاقة الكامنة الثقالية للجملة (جسم + أرض) هي مقدار موجب ، لكننا نتعامل معها كمقدار جبري ، فهي تقاس بالنسبة لمستوي مرجعي نعتبر عنده الطاقة الكامنة الثقالية معدومة . علما أن التغير في الطاقة الكامنة لا يتغير بتغير المستوي المرجعي .

- عندما يكون جسم (S) على ارتفاع z من المستوي المرجعي فإن الجملة (جسم S + أرض) تمتلك طاقة كامنة ثقالية يعبر عنها بالعلاقة :

$$E_{pp} = m.g.z$$



التمرين (1) : (التمرين : 001 في بنك التمارين على الموقع) (*)

من موضع A يقع على ارتفاع $h_1 = 1.2 \text{ m}$ من سطح الأرض ، يقذف طفل كرة كتلتها $m = 400 \text{ g}$ شاقولياً نحو الأعلى بسرعة v_A ، تمر بالموضع B الذي يرتفع عن سطح الأرض بمقدار $h_2 = 1.5 \text{ m}$ ، ثم تواصل حركتها بعد ذلك حتى تبلغ الموضع C أين تغير جهة حركتها لتعود باتجاه سطح الأرض حيث تصطدم به عند الموضع D .
يعطى : $g = 10 \text{ m/s}^2$.

● أحسب الطاقة الكامنة الثقالية للجملة (كرة + أرض) عند المواضع A ، B ، D في الحالتين التاليتين :

1- المستوي المرجعي لحساب الطاقة الكامنة الثقالية منطبق على سطح الأرض .

2- المستوي المرجعي لحساب الطاقة الكامنة الثقالية مار من النقطة A .

الأجابة :

- حساب الطاقة الكامنة :

1- المستوي المرجعي لحساب الطاقة الكامنة يكون منطبق على سطح الأرض (مار من D) :

- $E_{ppA} = m g z_A = m g h_1 = 0.4 \cdot 10 \cdot 1.2 = 4.8 \text{ J}$
- $E_{ppB} = m g z_B = m g h_2 = 0.4 \cdot 10 \cdot 1.5 = 6 \text{ J}$
- $E_{ppD} = m g z_D = 0$ (المستوى المرجعي)

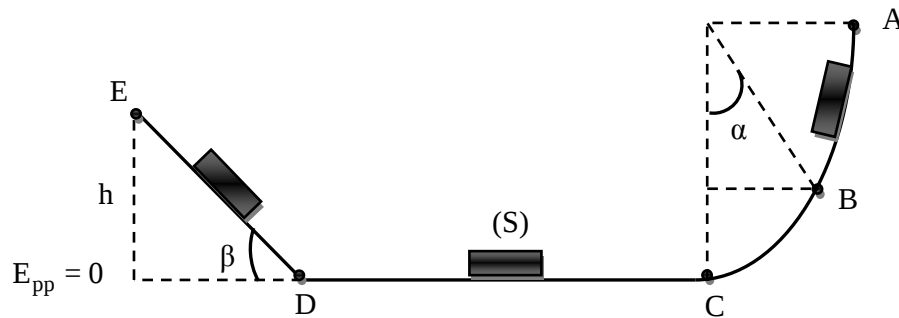
2- المستوي المرجعي لحساب الطاقة الكامنة يكون مار من A :

- $E_{ppA} = m g z_A = 0$ (المستوي المرجعي)
- $E_{ppB} = m g z_B = m g (h_2 - h_1) = 0.4 \cdot 10 \cdot (1.5 - 1.2) = 1.2 \text{ J}$
- $E_{ppD} = m g z_D = m g (-h_1) = 0.4 \cdot 10 \cdot (-1.2) = -4.8 \text{ J}$

التمرين (2) : (التمرين : 025 في بنك التمارين على الموقع) (**)

جسم صلب (S) كتلته $m = 300 \text{ g}$ ، يتحرك على المسار ACDEF الموضح في الشكل و المتكون من :

- AC : ربع دائرة مركزها O نصف قطرها $R = 80 \text{ cm}$.
- CD : مستوي أفقي .
- DE : مستوي مائل طوله $DE = 60 \text{ cm}$ و يميل على الأفق بزاوية $\alpha = 60^\circ$.

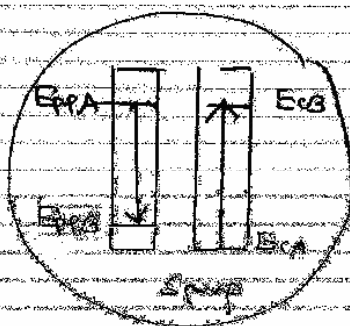


يخضع الجسم (S) على المستويين الأفقي و المائل إلى قوة احتكاك $\vec{f}$ شدتها ثابتة $f = 1 \text{ N}$ بينما على المستوى الدائري لا يخضع إلى هذه القوة ، نعتبر المستوي الأفقي المار من C و D مرجعاً لحساب الطاقة الكامنة الثقالية . يتحرك الجسم (S) على المستوى الدائري من الموضع A بدون سرعة ابتدائية . (يعطى $g = 10 \text{ m/s}^2$) .

- ## الأجوبة :

-
- Diagram illustrating the forces on a quarter-circle gate ABC of radius R . The gate is hinged at point C. A horizontal force P is applied at point B. The center of gravity G is at a distance h' from C. The reaction force R acts at point A. The diagram shows the geometry for calculating the horizontal reaction at C.

- القوى الخارجية المؤثرة : $\vec{P}$ ، $\vec{R}$



- تنطبق مبدأ انحفاظ الطاقو بين A و B و بالاعتماد على مخطط الحصيلة الطاقوية :

$$E_{ppA} = E_{CB} + E_{ppB}$$

- مما سبق :

$$E_{ppA} = E_{CB} + E_{ppB}$$

$$mgz_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + m.g.z_B$$

$$gz_A = \frac{1}{2}v_B^2 + g.z_B$$

$$2gz_A = v_B^2 + 2g.z_B$$

من الشكل :

$$z_A = R$$

$$z_B = R - h' = R - R\cos\alpha = R(1 - \cos\alpha)$$

يصبح لدينا :

$$2gR = v_B^2 + 2gR(1 - \cos\alpha)$$

$$2g.R = v_B^2 + 2gR - 2gR\cos\alpha$$

$$v_B^2 - 2gR\cos\alpha = 0$$

$$v_B^2 = 2gR\cos\alpha \rightarrow v_B^2 = \sqrt{2gR\cos\alpha}$$

$$v_B^2 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot \cos 60^\circ} = 2,82 \text{ m/s}$$

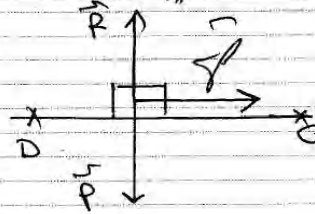
- السرعة عند C :

بنفس الطريقة السابقة مع أخذ $\alpha = 0$ نجد :

$$v_C^2 = \sqrt{2gR\cos 0} \rightarrow v_C^2 = \sqrt{2gR}$$

$$v_C^2 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8} = 4 \text{ m/s}$$

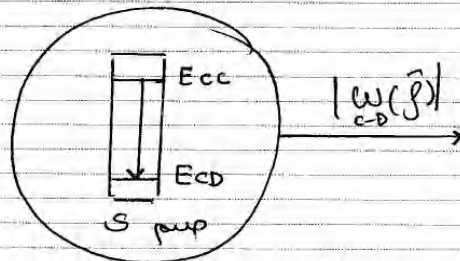
4- أ- مخطط الحويلة الطاقوية بين C و D :



- الجملة المدروسة : جسم (S).

- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي.

- القوى الخارجية : $\vec{f}$ ، $\vec{R}$ ، $\vec{P}$.



- معادلة انحفاظ الطاقة :

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين C و D و بالاعتماد على مخطط الحويلة الطاقوية :

$$E_C + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_D$$

$$E_{CC} - |W_{CD}(\vec{f})| = E_{CD}$$

ب- المسافة CD :
مما سبق :

$$E_{CC} - |W_{CD}(\vec{f})| = E_{CD}$$

$$\frac{1}{2}mv_C^2 - |-f \cdot CD| = \frac{1}{2}mv_D^2$$

$$\frac{1}{2}mv_C^2 - f \cdot CD = \frac{1}{2}mv_D^2$$

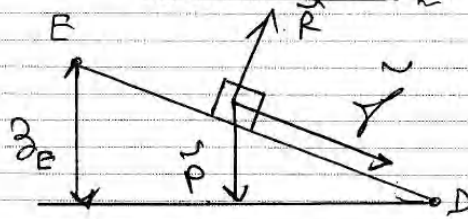
$$mv_C^2 - 2f \cdot CD = mv_D^2$$

$$mv_C^2 - mv_D^2 = 2f \cdot CD$$

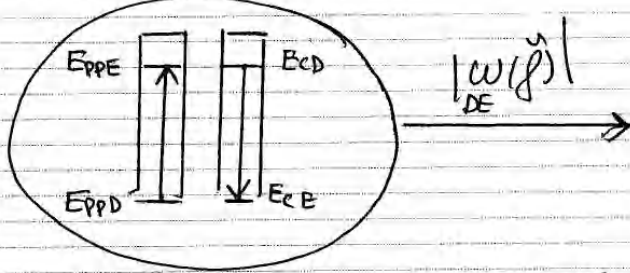
$$m(v_C^2 - v_D^2) = 2f \cdot CD \rightarrow CD = \frac{m(v_C^2 - v_D^2)}{2f}$$

$$CD = \frac{0,3(4^2 - 3^2)}{2f} = 1,05 \text{ m}$$

5- أ- مخطط الحصىلة الطاقوية :



- الجملة المدروسة : (جسم S + أرض) .
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .
- القوى الخارجية : $\vec{f}$ ، $\vec{R}$.



- معادلة انحفاظ الطاقة :

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين D و E و بالاعتماد على مخطط الحصىلة الطاقوية :

$$E_D + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_E$$

$$E_D + E_{ppD} - |W_{DE}(\vec{f})| = E_{CE} + E_{ppE}$$

$$E_D - |W_{DE}(\vec{f})| = E_{ppE}$$

ب- الزاوية β :
مما سابقا :

$$E_D - |W_{DE}(\vec{f})| = E_{ppE}$$

$$\frac{1}{2}mv_D^2 - | - f.DE | = mgz_E$$

$$\frac{1}{2}mv_D^2 - f.DE = mgz_E$$

من الشكل :

$$\sin\beta = \frac{z_E}{DE} \rightarrow z_E = DE.\sin\beta$$

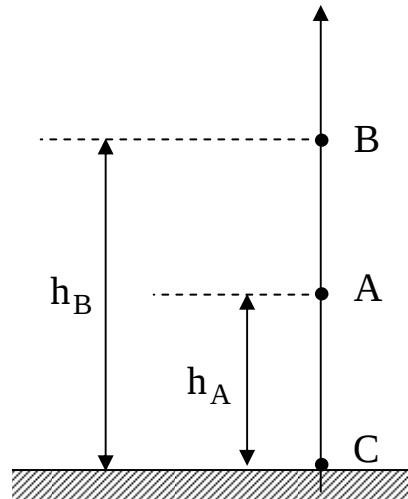
يصبح :

$$\frac{1}{2}mv_D^2 - f.DE = mg.DE.\sin\beta \rightarrow \sin\beta = \frac{\frac{1}{2}mv_D^2 - f.DE}{mg.DE}$$

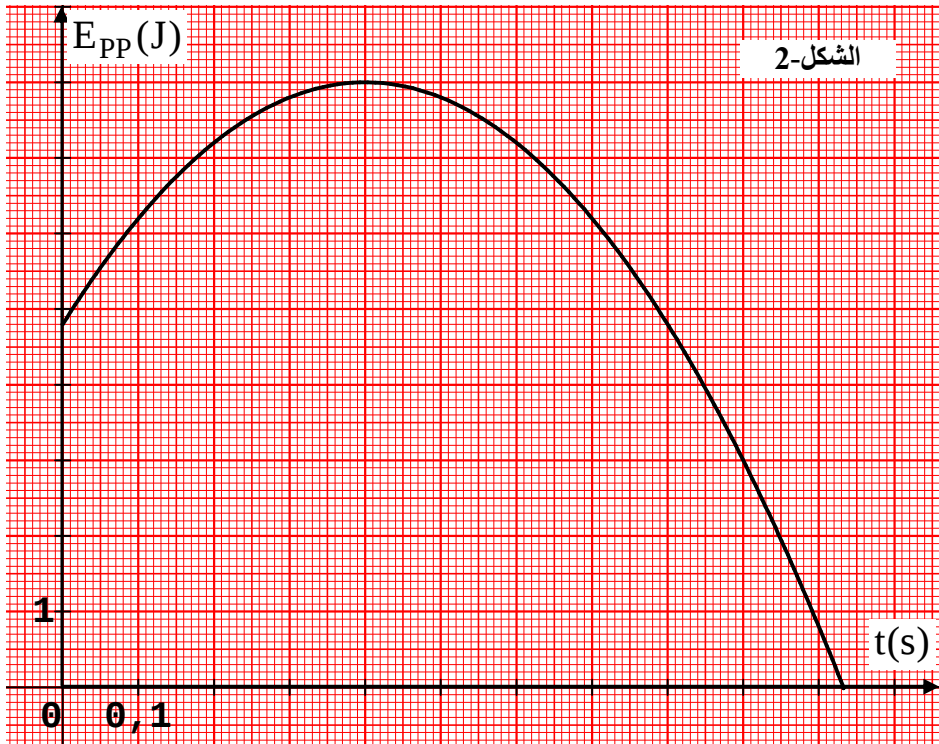
$$\sin\beta = \frac{\frac{1}{2}.0,3.3^2 - 1.0,6}{0,3.10.0,6} = 0,147 \rightarrow \alpha = 24,6^\circ$$

التمرين (3) : (التمرين : 012 في بنك التمارين على الموقع) (**))

نعتبر قيمة الجاذبية الأرضية $g = 10 \text{ N/kg}$ و قوى الاحتكاك مهملة .
 يقذف طفل عند اللحظة $t = 0$ ، كرة كتلتها $m = 400 \text{ g}$ شاقوليا نحو الأعلى من موضع A ارتفاعه h_A عن سطح الأرض بسرعة v_A ، فترتفع حتى تبلغ الموضع B ارتفاعه h_B و هو أقصى ارتفاع تبلغه الكرة ، بعدها تسقط الكرة في الموضع C الواقع على سطح الأرض (الشكل-1) .



يمثل البيان المرفق في (الشكل-2) تغيرات الطاقة الكامنة الثقالية للجoule (كرة + أرض) بدلالة الزمن باعتبار سطح الأرض مرجعا لحساب الطاقات الكامنة الثقالية .



- 1- اعتمادا على البيان أوجد :
 - أ- أوجد ارتفاع الموضع A (h_A) عن سطح الأرض .
 - ب- أقصى ارتفاع h_B تبلغه الكرة .
- 2- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (كرة + أرض) بين A و B ثم أوجد :
 - أ- سرعة قذف الكرة v_A .
 - ب- سرعة سقوط الكرة v_C لحظة اصطدامها بالأرض .
- 3- عين من البيان لحظة انعدام الطاقة الحركية للكرة و لحظة سقوط الكرة على الأرض عند الموضع C .
- 4- على نفس البيان السابق ارسم منحنى تغير الطاقة الحركية للكرة بدلالة الزمن $E_C = f(t)$.

الاجوبة :

1- أ- ارتفاع الموضع A عن سطح الأرض :
 الكرة تكون في الموضع A عند اللحظة $t=0$ وبلا سقوط في
 البيان نجد : $E_{ppA} = 4,8J$
 ولدنياً :

$$E_{ppA} = mgh_A \rightarrow h_A = \frac{E_{ppA}}{mg}$$

$$h_A = \frac{4,8}{0,4 \times 10} = 1,2m$$

ب- أقصى ارتفاع h_B :

الموضع B هو أقصى ارتفاع تبلغه الكرة (الذروة) وعند ها
 تكون الطاقة الكامنة الثقالية اعظمية $E_{pp} = E_{ppmax}$ ومن
 المنحنى $E_{ppmax} = 8J$

ولدينا :

$$E_{ppmax} = mgh_0 \rightarrow h_0 = \frac{E_{ppmax}}{m \cdot g}$$

$$h_0 = \frac{8}{0,4 \times 10} = 2 \text{ m.}$$

- سرعة القذف v_A :

- الحملة المدروسة : (كرة + أرض)

- القوى الخارجية : لا توجد

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين A و B :

$$E_A + \overset{\text{مكتسبة}}{E} - \overset{\text{مقدمة}}{E} = E_B$$

$$E_{CA} + E_{ppA} = \cancel{E_{CB}^0} + E_{ppB}$$

$$\frac{1}{2} m v_A^2 + E_{ppA} = E_{ppB}$$

$$m v_A^2 = 2 (E_{ppB} - E_{ppA})$$

$$v_A = \sqrt{\frac{2 (E_{ppB} - E_{ppA})}{m}}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{2 (8 - 4,8)}{0,4}} = 4 \text{ m/s}$$

ب- سرعة سقوط الكرة على الأرض عند C :

- الحملة المدروسة : (كرة + أرض)

- القوى الخارجية : لا توجد

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين A و C :

$$E_A + \overset{\text{مكتسبة}}{E} - \overset{\text{مقدمة}}{E} = E_C$$

$$E_{CA} + E_{ppA} = E_{Cc} + \cancel{E_{ppC}^0}$$

$$E_{ppA} = \frac{1}{2} m v_C^2$$

$$2 E_{ppA} = m v_C^2 \rightarrow v_C = \sqrt{\frac{2 E_{ppA}}{m}}$$

$$v_C = \sqrt{\frac{2 \times 8}{0,4}} = 6,32 \text{ m/s}$$

3- لحظة انعدام الطاقة الحركية :

تَنعَدَم الطاقة الحركية عِنْدَ بُلُوغِ اقْتَصَبِ ارْتِفَاعِ (الذروة B)
 أَمَّا تَكُونُ الطاقة الكامنة التَّعَالِيَّةُ اعْظَمِيَّةً وَمَسَاوِيَّةً $E_{pp} = 8 \text{ J}$
 أَمَّا لَحْظَةُ انْعَدَامِ الطاقة الحركية هِيَ اللَّحْظَةُ الَّتِي يَكُونُ فِيهَا $E_{ppB} = 8 \text{ J}$
 بِالاسْقَاطِ فِي الْبَيَانِ نَجِدُ $t_B = 0,4 \text{ s}$

- لحظة سقوط الكرة على الأرض في C :

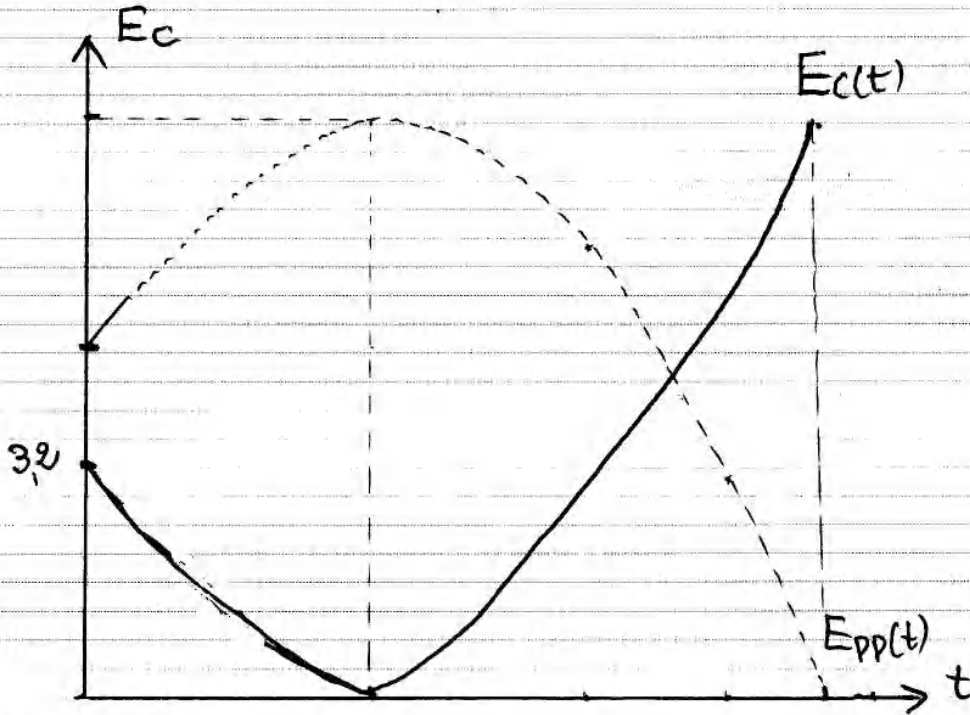
لَحْظَةُ سَقُوطِ الْكَرَّةِ عَلَى الْأَرْضِ فِي (C) تَكُونُ الطاقة الكامنة
 التَّعَالِيَّةُ مَعْدُومَةً بِالاسْقَاطِ فِي الْبَيَانِ نَجِدُ $t_C = 1,033 \text{ s}$

المنحنى $E_c = f(t)$

$$E_{cA} = \frac{1}{2} m v_A^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,4 (4)^2 = 3,2 \text{ J}$$

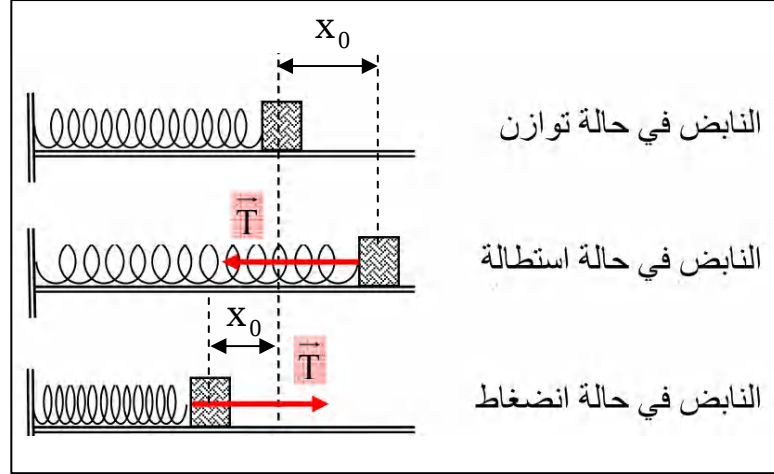
$$E_{cB} = 0 \quad (v_B = 0)$$

$$E_{cC} = \frac{1}{2} m v_C^2 = \frac{1}{2} \cdot 0,4 (6,32)^2 = 8 \text{ J}$$



2- الطاقة الكامنة المرونية

• القوة المرونية للناض:

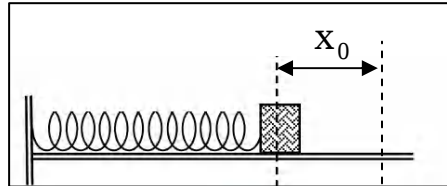


- عندما يستطيل نابض مرّن ثابت مرونته K أو ينضغط بمقدار x ، يؤثر على الجسم المرتبط به بقوة توتر $\vec{T}$ حاملها موازي للناض و جهتها متعلقة بحالة النابض (انضغاط أو استطالة) كما مبين في الشكل المقابل و شدتها يعبر عنها بالعلاقة :

$$T = K x$$

ثابت مرونة النابض K هو ثابت يميز النابض وحدته النيوتن على المتر (N/m)

• عبارة الطاقة الكامنة المرونية



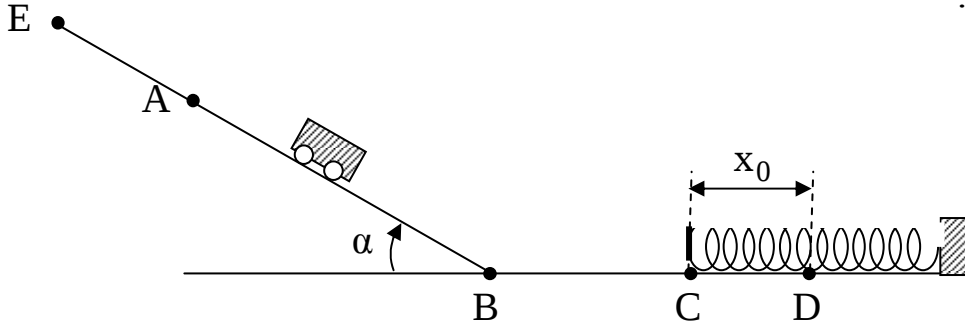
- عندما يكون النابض مستطيل أو منضغط بمقدار x (الشكل) ، فإن الجملة (جسم + نابض) تمتلك طاقة كامنة مرونية يعبر عنها بالعلاقة التالية :

$$E_{pe} = \frac{1}{2} K x^2$$

حيث K هو ثابت مرونة النابض وحدته N/m .

التمرين (4) : (التمرين : 003 في بنك التمارين على الموقع) (*)

ندفع بسرعة ابتدائية $v_A = 2 \text{ m/s}$ عربة صغيرة كتلتها $m = 1 \text{ Kg}$ من أعلى مستوي مائل أملس يصنع زاوية $\alpha = 30^\circ$ مع المستوي الأفقي . بعد قطعها المسافة $AB = 50 \text{ cm}$ على هذا المستوي تواصل حركتها على مستوي أفقي أملس BCD ، و عند بلوغها الموضع C تصطدم بنابض مرن حلقاته غير متلاصقة ثابت مرونته $K = 100 \text{ N/m}$ فتضغطه بمقدار x_0 ، عندها تتوقف في الموضع D (الشكل) .
يعطى : $g = 10 \text{ m/s}^2$.



1- باختيار الجملة (عربة + أرض) :

أ- أحسب سرعة العربة عن B .

ب- استنتج سرعتها عند ملاستها للنابض (الموضع C) .

2- باختيار الجملة (عربة + نابض) :

أ- مثل كل القوى المؤثرة على العربة في موضع بين (C) و (D) ثم صنف هذه القوى إلى داخلية أو خارجية .

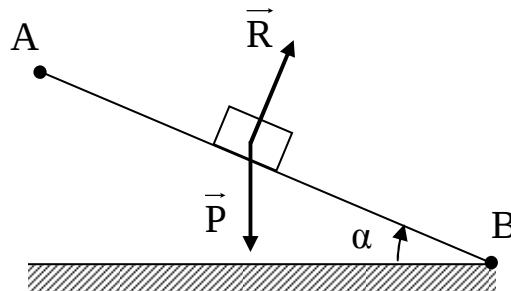
ب- أوجد مقدار الإنضغاط الأعظمي x_0 الذي يعانيه النابض .

ج- أوجد شدة القوة التي يطبقها النابض على العربة في الموضع (D) .

3- بعد بلوغ العربة الموضع D أين يبلغ النابض أقصى انضغاط له ، تعود العربة باتجاه المستوي المائل AB فتتوقف في موضع E من هذا المستوي . بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (عربة + نابض + أرض) بين D و E أوجد المسافة BE .

الأجوبة :

1- أ- السرعة v_B عند B :



- الجملة المدروسة : (عربة + أرض) .

- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .

- القوى الخارجية المؤثرة : قوة رد الفعل $\vec{R}$ ، حيث : $W_{A-B}(\vec{R}) = 0$ لأن $(\vec{R} \perp \vec{AB})$.

- نعتبر المستوي الأفقي المار من B مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية .

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B :

$$E_A + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_B$$

$$E_{CA} + E_{PPA} = E_{CB} + E_{PPB}$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + mgz_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + 0$$

$$\frac{1}{2}v_A^2 + gz_A = \frac{1}{2}v_B^2 \rightarrow v_A^2 + 2gz_A = v_B^2$$

من الشكل :

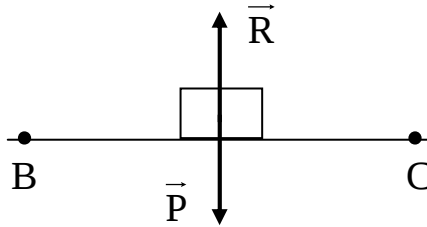
$$\sin\alpha = \frac{z_A}{AB} \rightarrow z_A = AB.\sin\alpha$$

و منه :

$$v_A^2 + 2gAB\sin\alpha = v_B^2 \rightarrow v_B = \sqrt{v_A^2 + 2gAB\sin\alpha}$$

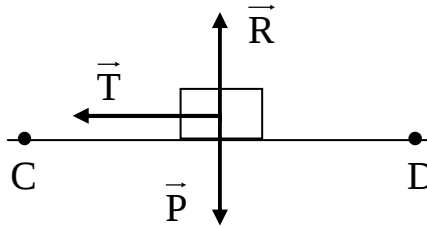
$$v_B = \sqrt{(2)^2 + (2 \cdot 10 \cdot 0.5 \cdot 0.5)} = 3 \text{ m/s}$$

ب- سرعة العربة عند C :



بما أنه لا توجد قوة تعيق حركة العربة أو تدفعها أثناء انتقالها من C ، D تحافظ العربة على سرعتها التي اكتسبتها عند الموضع C (مبدأ العطالة) و منه يكون : $v_C = v_B = 3 \text{ m/s}$.

2-أ- تمثيل القوى بين C و D :



تصنيف القوى إلى داخلية و خارجية :

الجملة (عربة - نابض)	
القوة	داخلية أم خارجية
الثقل $\vec{P}$	خارجية
رد الفعل $\vec{R}$	خارجية
توتر النابض $\vec{T}$	داخلية

ب- أقصى انضغاط يعانیه النابض :

- الجملة المدروسة : (عربة - نابض) .

- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .

- القوة الخارجية المؤثرة : الثقل $\vec{P}$ ، قوة رد الفعل $\vec{R}$.

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين C و D .

$$E_C + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_D$$

$$E_{CC} + E_{PeC} = E_{CD} + E_{PeD}$$

$$\frac{1}{2}mv_C^2 + 0 = 0 + \frac{1}{2}kx_0^2 \rightarrow \frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2}kx_0^2$$

$$mv_C^2 = kx_0^2 \rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{m v_C^2}{K}}$$

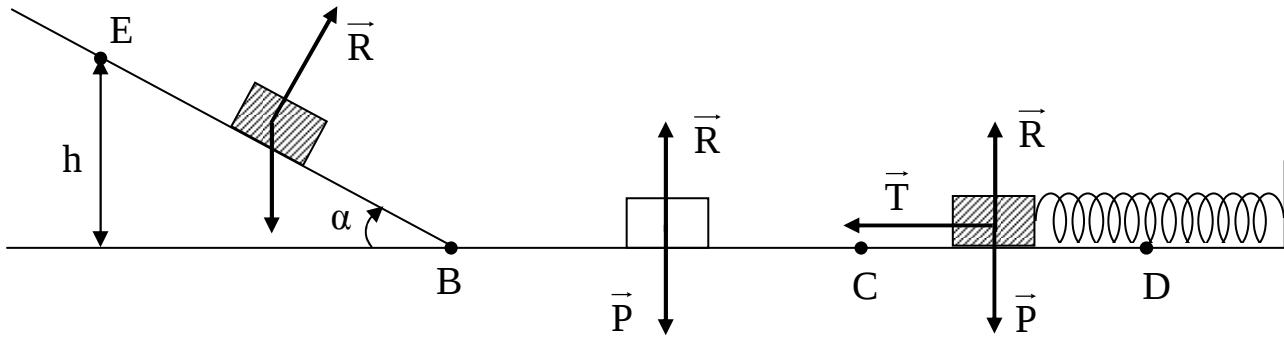
$$x_0 = \sqrt{\frac{1 \cdot (3)^2}{100}} = 0.3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

ج- شدة القوة التي يطبقها نابض عند الموضع D :

$$T = K x_0$$

$$T = 100 \cdot 0.3 = 30 \text{ N}$$

3- المسافة BC :



- الجملة المدروسة : (عربة + نابض + أرض)
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .
- القوة الخارجية المؤثرة : قوة رد الفعل $\vec{R}$.

- نعتبر المستوي BCD مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية .

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين E و D .

$$E_D + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_E$$

$$E_{CD} + E_{PPD} + E_{PeD} = E_{CE} + E_{PPE}$$

$$0 + 0 + \frac{1}{2}Kx_0^2 = 0 + mgz_E$$

$$\frac{1}{2}Kx_0^2 = mgz_E \rightarrow Kx_0^2 = 2mgz_E$$

من الشكل :

$$\sin \alpha = \frac{z_E}{BE} \rightarrow z_E = BE \cdot \sin \alpha$$

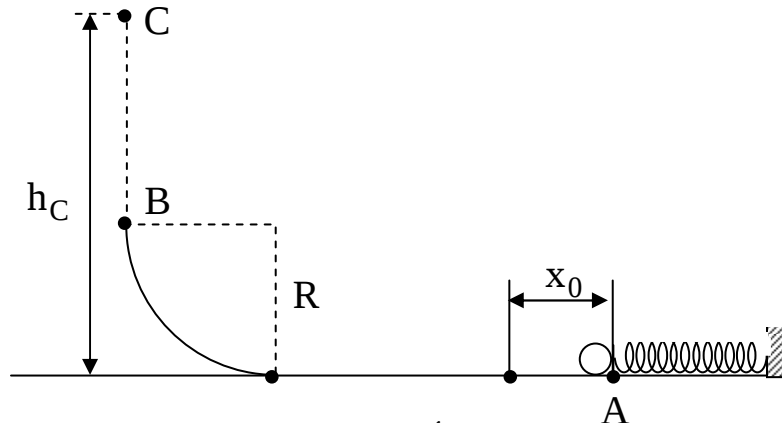
يصبح لدينا :

$$K x_0^2 = 2m g BE \sin \alpha \rightarrow BE = \frac{K x_0^2}{2m g \sin \alpha}$$

$$BE = \frac{100 (0.3)^2}{2 \cdot 1 \cdot 10 \cdot \sin 30^\circ} = 0.90 \text{ m} = 90 \text{ cm}$$

التمرين (5): (التمرين : 006 في بنك التمارين على الموقع) (**)

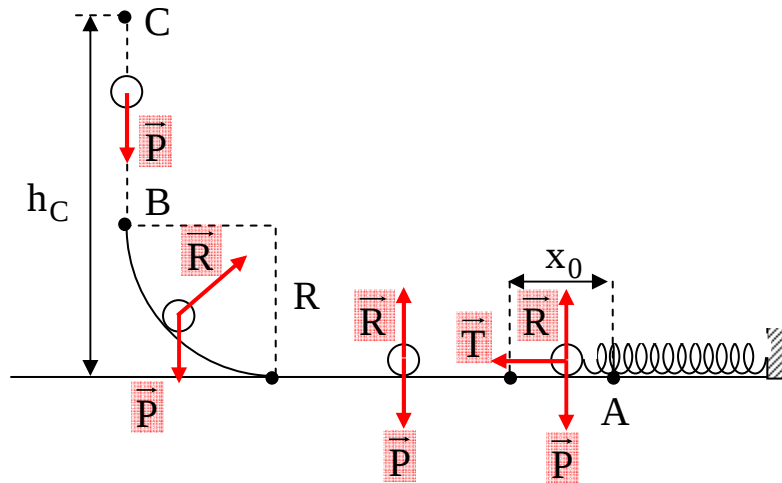
نابض مرن أفقي ثابت مرونته $K = 240 \text{ N/m}$ ، أحد طرفيه مثبت و طرفه الآخر حر ، بواسطة جسم صلب نعتبره نقطي كتلته $m = 500 \text{ g}$ نضغط على هذا النابض بمقدار X_0 ثم نتركه حرا لحاله دون سرعة ابتدائية فينطلق الجسم (S) من الموضع A وفق مسار مستقيم ثم مسار دائري نصف قطره $R = 1 \text{ m}$ و عند بلوغه الموضع B أعلى المسار الدائري يواصل حركته في الهواء باتجاه الموضع C الموافق لأقصى ارتفاع يبلغه الجسم (S) (الذروة) كما مبين في الشكل الآتي ، تهمل كل قوى الاحتكاك و يعطى : $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- 1- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم S + أرض + نابض) بين الموضعين A و B أوجد المقدار X_0 الذي يجب أن يضغط به النابض حتى يبلغ الموضع B بسرعة $v_B = 10 \text{ m/s}$.
- 2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على نفس الجملة السابقة (جسم S + أرض + نابض) بين الموضعين A و C أوجد أقصى ارتفاع يبلغه الجسم S بالنسبة للأرض .

الأجوبة :

1- مقدار الإنضغاط X_0 :



- الجملة المدروسة : (جسم S + أرض + نابض)
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .
- القوى الخارجية المؤثرة : قوة رد الفعل $\vec{R}$.

- نعتبر المستوي الأفقي المار من A مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية .
- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B :

$$E_A + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_B$$

$$E_{CA} + E_{PPA} + E_{PeA} = E_{CB} + E_{PPB} + E_{PeB}$$

$$0 + 0 + \frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgz_B + 0$$

$$\frac{1}{2}kx_0^2 = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgz_B \rightarrow kx_0^2 = mv_B^2 + 2mgz_B$$

من الشكل $z_B = R$ و منه :

$$kx_0^2 = mv_B^2 + 2mgR \rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{mv_B^2 + 2mgR}{k}}$$

$$x_0 = \sqrt{\frac{(0,5(10))^2 + (2 \cdot 0,5 \cdot 10 \cdot 1)}{240}} = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

2- أقصى ارتفاع يبلغه الجسم (S) بالنسبة لسطح الأرض :

- الجملة المدروسة : (جسم S + أرض + نابض)

- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .

- القوى الخارجية المؤثرة : قوة رد الفعل $\vec{R}$ أثناء وجوده على المسار AB ، حيث : $W_{AB}(\vec{R}) = 0$.

- نعتبر المستوي الأفقي المار من A مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية .

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و C :

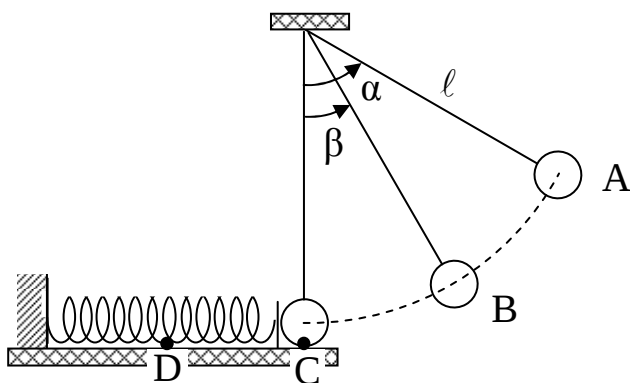
$$E_A + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_C$$

$$E_{CA} + E_{PPA} + E_{PeA} = E_{CB} + E_{PPB} + E_{PeB}$$

$$0 + 0 + \frac{1}{2}kx_0^2 = 0 + m \cdot g \cdot h_C + 0 \rightarrow kx_0^2 = 2m \cdot g \cdot h_C \rightarrow h_C = \frac{kx_0^2}{2m \cdot g}$$

$$h_C = \frac{240 \cdot (0,5)^2}{2 \cdot (0,5) \cdot 10} = 6 \text{ m}$$

التمرين (6) : (التمرين : 013 في بنك التمارين على الموقع) (**)



جسم نقطي (S) كتلته $m = 400 \text{ g}$ معلق بخيط مهمل الكتلة و عديم الامتطاط طوله $l = 40 \text{ cm}$. نزيح الجسم عن وضع توازنه بزاوية $\alpha = 60^\circ$ عند الموضع A ثم نتركه بدون سرعة ابتدائية ليمر بالموضع B حيث يصنع زاوية $\beta = 30^\circ$ مع الشاقول (الشكل). يعطى : $g = 10 \text{ N/kg}$ و تهمل كل قوى الاحتكاك .

1- مثل القوى المطبقة على الجسم في الموضع A .

2- مثل الحصلة الطاقوية للجملة (جسم S) بين الموضعين A و B ، و بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين هذين الموضعين ،

أوجد سرعة الجسم (S) عند الموضع B .

3- استنتج سرعة الجسم (S) عند الموضع C .

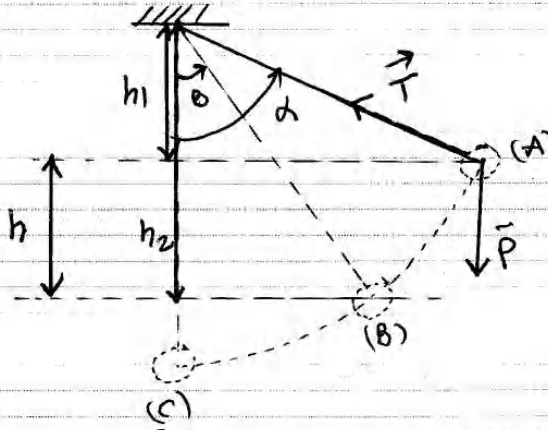
4- عندما يبلغ الجسم (S) الموضع C ينقطع الحبل فيواصل الجسم (S) بعدها حركته على مستوي أفقي ضاغطا نابضا مرنا حلقاته غير متلاصقة ثابت مرونته $K = 10 \text{ N/m}$ ، ليتوقف في النهاية في الموضع D و يكون النابض عندها عان انضغاط قدره x_0 .

أ- مثل القوى المؤثرة على الجسم (S) في موضع كفي بين C و D .

ب- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم S + نابض) ، أحسب مقدار انضغاط النابض x_0 عندما يبلغ الجسم (S) الموضع D .

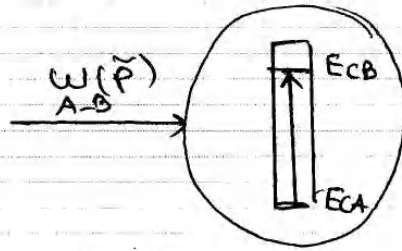
الأجوبة :

1- تمثيل القوى المطبقة على الجسم في الموضع A :



في الحصيلة الطاقوية للجملة جسم (S) بين A و B :

القوى الخارجية : $\vec{P}$ ، $\vec{T}$ حيث : $W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) > 0$ ، $W_{A \rightarrow B}(\vec{T}) = 0$



السرعة عند B :

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين A و B وبإعتماد على الحصيلة الطاقوية السابقة :

$$E_A + E_{\text{مكتبنة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_B$$

$$E_{CA} + W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = E_{CB}$$

$$mgh = \frac{1}{2} m v_B^2$$

$$2mgh = m v_B^2$$

من الشكل :

$$\begin{cases} h = h_2 - h_1 \\ \cos \theta = \frac{h_2}{l} \rightarrow h_2 = l \cos \theta \\ \cos \alpha = \frac{h_1}{l} \rightarrow h_1 = l \cos \alpha \end{cases}$$

$$h = l \cos \theta - l \cos \alpha = l (\cos \theta - \cos \alpha) \quad \text{ومنه 2}$$

يصبح لدينا :

$$2mgl (\cos \theta - \cos \alpha) = m v_B^2$$

$$v_B = \sqrt{2gl (\cos \theta - \cos \alpha)}$$

$$v_B = \sqrt{2 \times 10 \times 0,4 (\cos 30^\circ - \cos 60^\circ)} = 1,71 \text{ m/s}$$

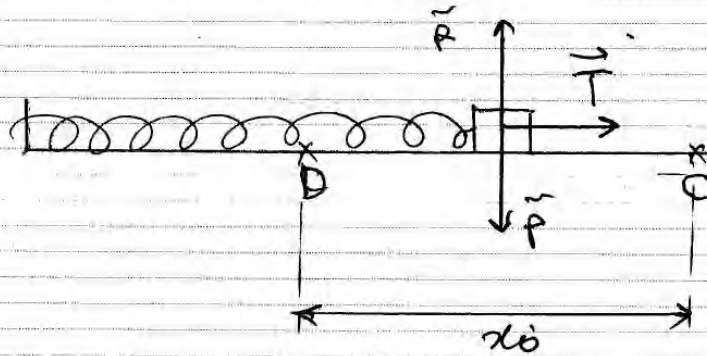
3- السرعة عند C :-

عند الموضع C يكون : $(\theta = 0 \rightarrow \cos \theta = 1)$
 بالتعويض في عبارة السرعة السابقة نجد :

$$v_C = \sqrt{2gl (1 - \cos \alpha)}$$

$$v_C = \sqrt{2 \times 10 \times 0,4 (1 - \cos 60^\circ)} = 2 \text{ m/s}$$

4- P- تمثيل القوى المؤثرة على (S) بين C و D :



ب- مقدار الانضغاط x_0 :

- الجملة (جسم + نابض)

- القوى الخارجية المؤثرة : الثقل $\vec{P}$ ، قوة رد الفعل $\vec{R}$

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين C و D :

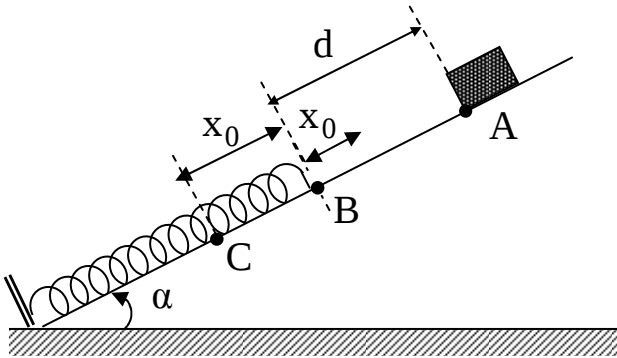
$$E_C + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_D$$

$$E_{CC} + E_{\text{مكتسبة}}^0 = E_{CD} + E_{\text{مقدمة}}^0$$

$$\frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2}Kx_0^2 \rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{mv_C^2}{K}}$$

$$x_0 = \sqrt{\frac{0.4 \times (2)^2}{10}} = 0.4 \text{ m.}$$

التمرين (7) : (التمرين : 007 في بنك التمارين على الموقع) (**) :



من موضع A أعلى مستوي مائل يميل على الأفق بزاوية $\alpha = 30^\circ$ نترك بدون سرعة ابتدائية جسم نقطي (S) كتلته $m = 200 \text{ g}$ يتحرك على المستوي المائل دون أي احتكاك ، و عند بلوغه الموضع B يصطدم بنابض مرن حلقاته غير متلاصقة ثابت مرونته K ، فينضغط هذا النابض بمقدار $x_0 = 20 \text{ cm}$ ليتوقف عندها الجسم (S) في الموضع C (الشكل).

تُهمل كل قوى الاحتكاك و يعطى : $g = 10 \text{ m/s}^2$ ،

$AB = d = 0.4 \text{ m}$

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة جد :

- 1- سرعة اصطدام الجسم (S) بالنابض باعتبار الجملة (جسم + أرض) .
- 2- ثابت مرونة النابض باعتبار الجملة (جسم + نابض) .

الأجوبة :

1- سرعة اصطدام (S) بالنابض :

- الجملة المدروسة : (جسم S + أرض) .

- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .

- القوة الخارجية المؤثرة : قوة رد الفعل $\vec{R}$ ، حيث : $W_{A-B}(\vec{R}) = 0$

- نعتبر المستوي الأفقي المار من B مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية .

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B :

$$E_A + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_B$$

$$E_{CA} + E_{PPA} = E_{CB} + E_{PPB}$$

$$0 + mgz_A = \frac{1}{2}mv_B^2 + 0$$

$$mgz_A = \frac{1}{2}mv_B^2 \rightarrow gz_A = \frac{1}{2}v_B^2 \rightarrow 2gz_A = v_B^2$$

من الشكل :

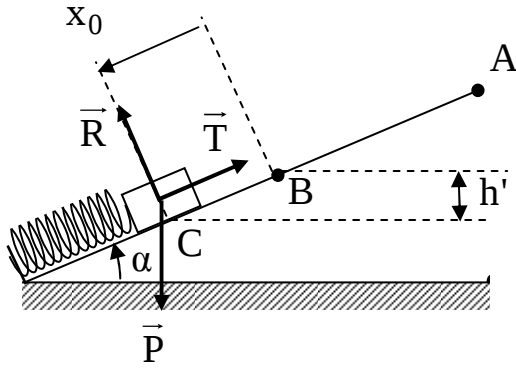
$$\sin\alpha = \frac{z_A}{AB} = \frac{z_A}{d} \rightarrow z_A = d.\sin\alpha$$

و منه يصبح :

$$2 g d \sin\alpha = v_B^2 \rightarrow v_B = \sqrt{2 g d \sin\alpha}$$

$$v_B = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.4 \cdot 0.5} = 2 \text{ m/s}$$

2- ثابت مرونة النابض :



- الجملة المدروسة : (جسم S + نابض) .

- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .

- القوة الخارجية المؤثرة : قوة رد الفعل $\vec{R}$ ، قوة الثقل $\vec{P}$.

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين B و C :

$$E_B + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_C$$

$$E_{CB} + E_{\text{PeB}} + W_{B-C}(\vec{P}) = E_{CC} + E_{\text{PeC}}$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 + 0 + mgh = 0 + \frac{1}{2} k x_0^2$$

$$\frac{1}{2} m v_B^2 + mgh = \frac{1}{2} k x_0^2 \rightarrow m v_B^2 + 2mgh = k x_0^2$$

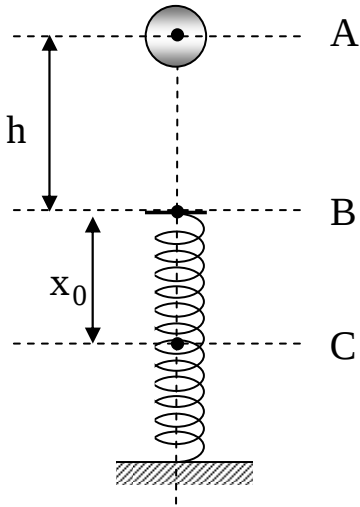
من الشكل :

$$\sin\alpha = \frac{h}{x_0} \rightarrow h = x_0 \cdot \sin\alpha$$

و منه يصبح :

$$m v_B^2 + 2 m g x_0 \sin\alpha = K x_0^2 \rightarrow K = \frac{m v_B^2 + 2 m g x_0 \sin\alpha}{x_0^2}$$

$$K = \frac{(0.2 \cdot (2)^2) + (2 \cdot 0.2 \cdot 10 \cdot 0.2 \cdot 0.5)}{(0.2)^2} = 30 \text{ N/m}$$

التمرين (8) : (التمرين : 009 في بنك التمارين على الموقع) (**) 

نترك جسماً (S) نعتبره نقطي كتله $m = 120 \text{ g}$ يسقط من موضع A يوجد على ارتفاع $h = 30 \text{ cm}$ من النقطة B طرف نابض شاقولي ثابت مرونته $K = 142 \text{ N/m}$ (الشكل).

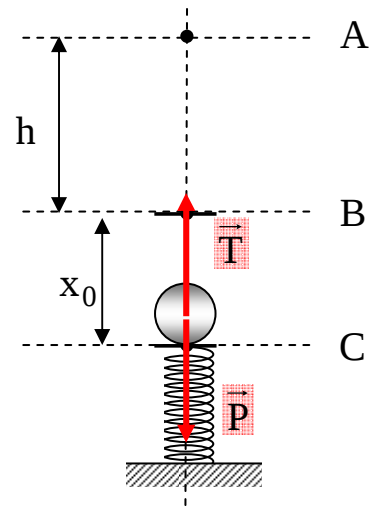
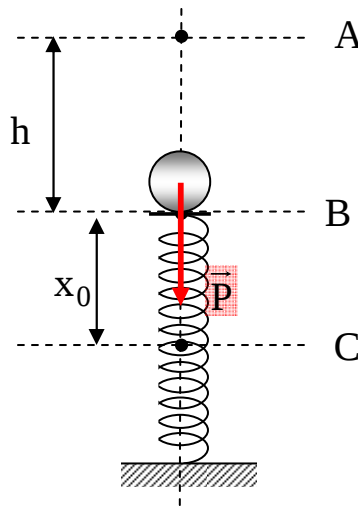
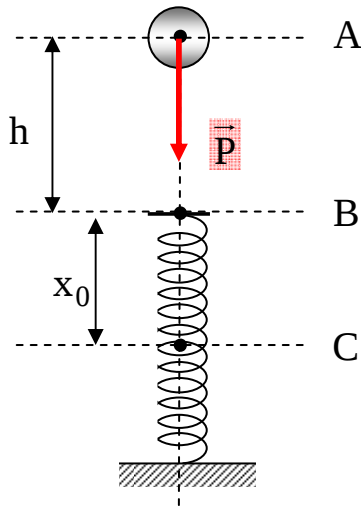
باعتبار الجملة (جسم S + أرض + نابض) و بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و C باعتبار المستوي الأفقي المار من الموضع B مرجعاً لحساب الطاقة الكامنة الثقالية.

1- أوجد الإنضغاط الأعظمي X_0 للنابض .

2- شدة القوة المرونية (قوة التوتر) عندما يكون الجسم (S) في الموضع C .
نعتبر $g = 10 \text{ m/s}^2$.

الأجوبة :

1- الإنضغاط الأعظمي X_0 للنابض :



- الجملة المدروسة : (جسم S + أرض + نابض)

- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره غاليلي .

- القوى الخارجية المؤثرة : لا توجد .

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و C :

$$E_A + E_{\text{مكتسبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_C$$

$$E_{CA} + E_{PpA} + E_{PeA} = E_{CC} + E_{PPC} + E_{PeC}$$

$$0 + mgz_A + 0 = 0 + mgz_C + \frac{1}{2}kx_0^2$$

$$mgz_A = mgz_C + \frac{1}{2}kx_0^2$$

$$mgh = mg(-x_0) + \frac{1}{2}kx_0^2$$

$$m.g.h = -m.g.X_0 + \frac{1}{2}kX_0^2 \rightarrow \frac{1}{2}kX_0^2 - m.g.X_0 - m.g.h = 0$$

اعتماداً على الشكل :

$$\left(\frac{1}{2} \cdot 142\right) X_0^2 - (0,12 \cdot 10) X_0 - (0,12 \cdot 10 \cdot 0,3) = 0$$

$$71 X_0^2 - 1,2 X_0 - 0,36 = 0$$

$$\Delta = (-1,2)^2 - (4)(71)(-0,36) = 103,68 \rightarrow \sqrt{\Delta} = 10,18$$

$$X_1 = \frac{1,2 - 10,18}{2 \cdot 71} = -0,063 \text{ m} \quad (\text{مرفوض})$$

$$X_2 = \frac{1,2 + 10,18}{2 \cdot 71} = 0,08 \text{ m} \quad (\text{مقبول})$$

إذن مقدار الانضغاط الإجمالي هو : $X_0 = 0,08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$

2- شدة القوة المرونية عندما يكون (S) عند وضع الموضع C :

$$T = k x$$

في الموضع (C) يكون النابض مستطالا أعظميا أي يكون $x = X_0$ و منه :

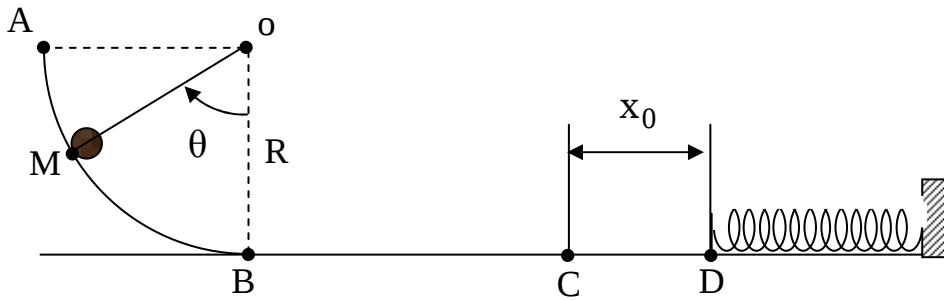
$$T = kX_0$$

$$T = 142 \cdot 0,08 = 11,36 \text{ N}$$

التمرين (9) : (التمرين : 011 في بنك التمارين على الموقع) (**)

يتألف طريق من جزئين حيث :

الجزء AB : ربع دائرة شاقوليا أملس (الاحتكاكات مهملة) نصف قطرها R و مركزها O .
الجزء BC : طريق أفقي خشن (الاحتكاكات تكافئ قوة $\vec{f}$ ثابتة في الشدة و معاكسة لاتجاه الحركة ، طوله $BC = 1 \text{ m}$.
عند اللحظة $t = 0$ نترك كرية بدون سرعة ابتدائية كتلتها $m = 500 \text{ g}$ انطلاقا من النقطة M من المسار AB ، حيث يشكل شعاع موضعها $\overline{OM}$ زاوية قدرها θ مع شاقول النقطة O كما في الشكل-1 .



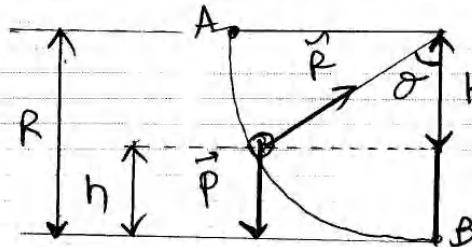
الجزء الأول:

- 1- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرية في الجزء MB .
- 2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (كرية) بين الموضعين M و B أوجد عبارة v_B^2 بدلالة g و R و θ .
- 3- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرية في الجزء BC و استنتج طبيعة الحركة مبررا جوابك .
- 4- بين أن عبارة v_C^2 بدلالة θ تكتب على الشكل : $v_C^2 = A \cos \theta + B$ ، حيث A و B ثابتين يطلب تحديد عبارتهما .

ب- شدة قوة الاحتكاك f .

الأجوبة :

1- تمثيل القوى الخارجية بين A و B



۲- در یک مدار R و g موازی 20^2 ولت

الجملة المدروسة: كريمة

مرجع الدراسة : سطح أرضي تحتة غايبي

القوى الخارجية : قوى التصلب ، قوى الرد الفعل

يُطَبَّقُ مبدأ الحفظ الطاقة بين M و B .

$$E_A + E_{\text{desorção}} - E_{\text{adsorção}} = E_0$$

$$\cancel{E_{cm}} + \omega(\tilde{P})_{M-B} = E_{CB}$$

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

$$2gh = v_B^2$$

$$2gh = R - h'$$

$$\cos\theta = \frac{h'}{R} \rightarrow h' = R \cos\theta$$

$$h = R - R \cos\theta = R(1 - \cos\theta)$$

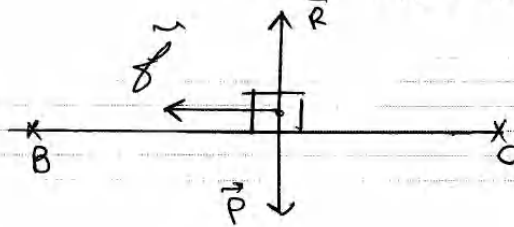
$$2gR(1 - \cos\theta) = v_B^2$$

$$v_B^2 = 2gR(1 - \cos\theta)$$

من الشكل :

يصبح ،

3- تمثيل القوى الخارجية بين B و C :



طبيعة الحركة 2

الحركة تخضع إلى تأثير قوة واحدة ثابتة تعيق حركتها. تمثل قوة الاحتكاك وعليه الحركة مستقيمة متباطئة بالنظام.

4- اثبات $v_C^2 = A \cos\theta + B$

نكتب عبارة v_B^2 بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين B و C :

$$E_B + E_{\text{مكتبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_C$$

$$E_{CB} - |W(f)_{B \rightarrow C}| = E_{CC}$$

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - |-f \cdot BC| = \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - f \cdot BC = \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$mv_B^2 - 2f \cdot BC = mv_C^2$$

$$mv_B^2 = mv_C^2 + 2 \cdot f \cdot BC$$

بقسمة الطرفين على m ،

$$v_B^2 = \frac{mv_C^2}{m} + \frac{2f \cdot BC}{m}$$

$$v_B^2 = v_C^2 + \frac{2 \cdot f \cdot BC}{m} \quad \dots (1)$$

وبالمثل

$$v_B^2 = 2gR(1 - \cos \theta) \quad \dots (2)$$

من (1) و (2)

$$v_C^2 + \frac{2f \cdot BC}{m} = 2gR(1 - \cos \theta)$$

$$v_C^2 + \frac{2f \cdot BC}{m} = 2gR - 2gR \cos \theta$$

$$v_C^2 = 2gR - 2gR \cos \theta - \frac{2f \cdot BC}{m}$$

$$v_C^2 = -2gR \cos \theta - \frac{2f \cdot BC}{m} + 2gR$$

بالمقارنة مع $v_C^2 = A \cos B + B$ نجد :

$$A = -2gR \quad , \quad B = -\frac{2f \cdot BC}{m} + 2gR$$

الجزء الثاني :

المعادلة الرياضية للبيان :

المنحنى $v_C^2 = f(\cos \theta)$ هو مستقيم معادلته من الشكل :

$$v_C^2 = A \cos \theta + B$$

حسب A ، B

$$A = -\frac{4,4 \times 2}{4,4 \times 0,2} = -10$$

$$B = 4,4 \times 2 = 8,8 \rightarrow \boxed{v_C^2 = -10 \cos \theta + 8,8}$$

2- قيمة R مما سبق

$$A = -2gR \rightarrow R = -\frac{A}{2g}$$

$$= -\frac{(-10)}{2 \times 10} = 0,5 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

ننتهي

مما تسبب أيضا :

$$B = -\frac{2fBC}{m} + 2gR$$

$$\frac{2fBC}{m} = 2gR - B \rightarrow f = \frac{m(2gR - B)}{2BC}$$

$$f = \frac{0,5(2 \cdot 10 \cdot 0,5 - 8,8)}{2 \times 1} = 0,3 \text{ N}$$

الجزء الثالث :

1- قيمة v_c :
وحدنا سابقا :

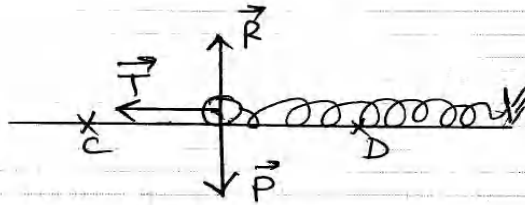
$$v_c^2 = -10 \cos \theta + 8,8$$

$$v_c = \sqrt{-10 \cos \theta + 8,8}$$

عندما نترك الكرة من A يكون $\theta = 90^\circ$ و صده
تكون سرعتها عند C كما يلي :

$$v_c = \sqrt{-10 \cos(90) + 8,8} = 2,97 \text{ m/s}$$

في تمثيل القوى المؤثرة على الكرة بين C و D :



القوة المسؤولة على توقف الكرة هي قوة التوتر الناتجة $\vec{T}$

3- قيمة v_D :

الجملة المدروسة : (كرة + نابض)

مدرج الدراسة : سطحي أرضي نعتبره خالي

القوى الخارجية : $\vec{R}$ ، $\vec{P}$ ، $\vec{T}$

- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين C و D :

$$E_c + E_{\text{مكتبة}} - E_{\text{مقدمة}} = E_D$$

$$E_{cc} + E_{pec} = E_{cd} + E_{ped}$$

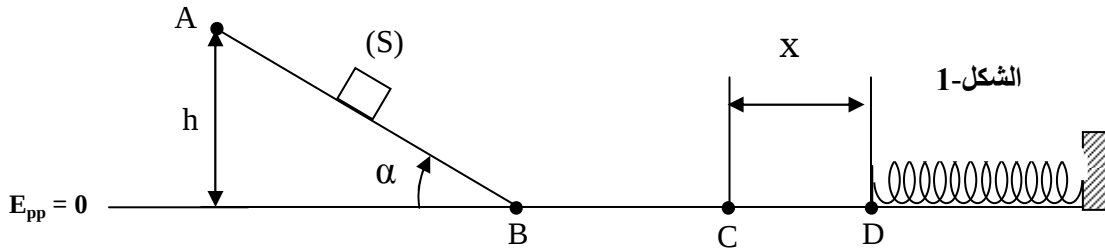
$$\frac{1}{2} m v_c^2 = \frac{1}{2} K x_0^2$$

$$m v_c^2 = K x_0^2 \rightarrow x_0 = \sqrt{\frac{m v_c^2}{K}}$$

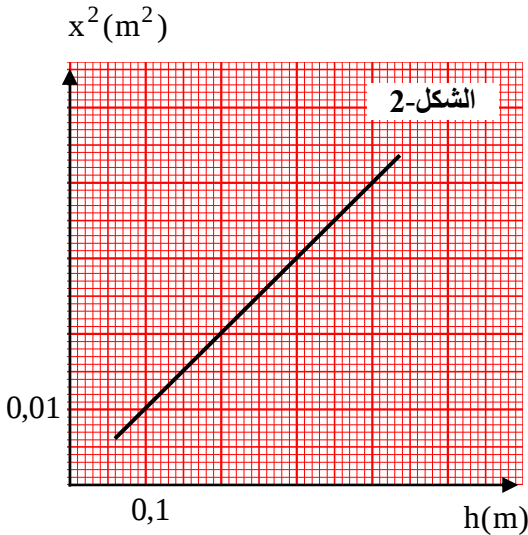
$$x_0 = \sqrt{\frac{0,5 \cdot (2,97)^2}{200}} = 2,21 \cdot 10^{-2} \text{ m} \approx 2,2 \text{ cm}.$$

التمرين (10) : (التمرين : 028 في بنك التمارين على الموقع) (**)

نعتبر جسما (S) كتلته $m = 400 \text{ g}$ يتحرك على مسار ABCD حيث AB جزء مستقيم مائل بزاوية $\alpha = 30^\circ$ أين يخضع الجسم إلى قوة احتكاك شدتها $f = 1 \text{ N}$ و معاكسة لجهة الحركة و الجزء BCD أفقي أملس (الشكل-1) .
1- نترك الجسم (S) من النقطة A بدون سرعة ابتدائية و التي تقع على إرتفاع h من سطح الأرض BCD الذي نعتبره مرجع لقياس الطاقة الكامنة الثقالية فيصدم نابض عند النقطة C ليضغطه بمقدار x و يتوقف عند الموضع D .



نكرر هذه التجربة في كل مرة بتغيير قيمة الارتفاع h ثم نقيس مقدار الانضغاط x للنابض ثم نرسم بيان الشكل-2 الذي يمثل تغيرات x^2 بدلالة الارتفاع h .



1- أ- مثل القوى المؤثرة على الجسم (S) أثناء انتقاله من A إلى B ثم بين أن طبيعة حركته مستقيمة متسارعة بانتظام .

ب- مثل مخطط الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم + أرض) بين الموضعين A و B ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة أثناء هذا الانتقال .

ج- باعتبار المستوي الأفقي المار من الموضع B مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية ، بين أن عبارة مربع السرعة V_B^2 عند الموضع B تكتب على الشكل $V_B^2 = a h$ ، حيث a ثابت يطلب كتابته .

2- أ- مثل القوى المؤثرة على الجسم (S) أثناء انتقاله من B إلى C ثم استنتج طبيعة حركته .

3- أ- مثل القوى المؤثرة على الجسم (S) أثناء انتقاله من C إلى D .

ب- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم S + نابض) بين الموضعين C و D ، ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة أثناء هذا الانتقال .

ج- بين أن عبارة مربع مقدار الانضغاط x^2 عند الموضع D يكتب على الشكل : $x^2 = b v_C^2$ حيث b ثابت يطلب كتابته .

4- استنتج مما سبق أن : $x^2 = \frac{2}{K} (m.g - \frac{f}{\sin \alpha})h$.

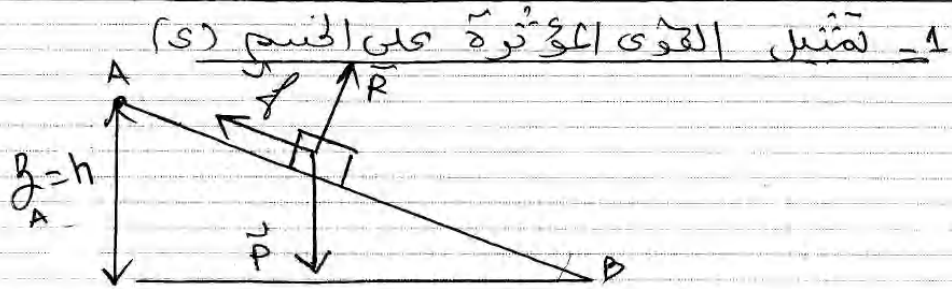
5- أكتب المعادلة الرياضية للمنحنى .

6- استنتج كل من :

أ- ثابت مرونة النابض k .

ب- شدة توتر النابض T عندما يكون : $AB = 0,8 \text{ m}$. يعطى : $g = 10 \text{ N/kg}$.

الأجوبة :

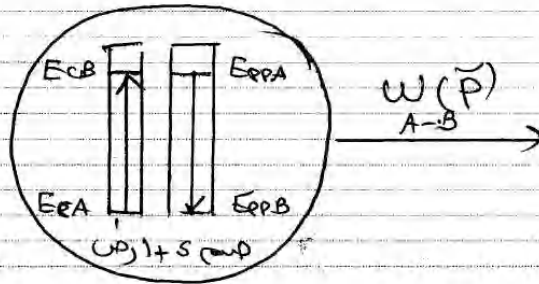


صيغة الحركة :

الجسم (S) انطلق من السكون وبلغ سرعة بعد ذلك، وكون أن القوى المؤثرة ثابتة، تكون الحركة مستقيمة متسارعة .

ب- مخطط الطاقة الميكانيكية :

- الجملة المدروسة : (جسم (S) + أرض)
- مرجع الدراسة : سطحي أرضي نعتبره ثابتاً
- القوى الخارجية المؤثرة : $\vec{P}$ ، $\vec{R}$ ، $\vec{f}$.



معادلة انحفاظ الطاقة :

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين A و B وبإقتماد على مخطط الطاقة الميكانيكية :

$$E_A + E_{\text{ميكانيكية}} - E_{\text{مقدمة}} = E_B$$

$$E_{CA} + E_{PPA} - |W(\vec{P})_{A-B}| = E_{CB} + E_{PPB}$$

$$E_{PPA} - |W(\vec{P})_{A-B}| = E_{CB}$$

ج- عبارة $\frac{1}{2}mv_B^2$
وحدنا سابقاً

$$E_{pA} - |W(f)| = E_{cB}$$

$$mgz_A - |f \cdot AB| = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$mgz_A - f \cdot AB = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$2mgz_A - 2f \cdot AB = mv_B^2$$

من التثعل

$$\bullet z_A = h$$

$$\bullet \sin \alpha = \frac{h}{AB} \rightarrow AB = \frac{h}{\sin \alpha}$$

يصبح

$$2mgh - 2f \cdot h = mv_B^2$$

$$\frac{2mgh}{m} = \frac{2fh}{m \cdot \sin \alpha} = v_B^2$$

$$v_B^2 = \left(2gh - \frac{2f}{m \cdot \sin \alpha} \right) h$$

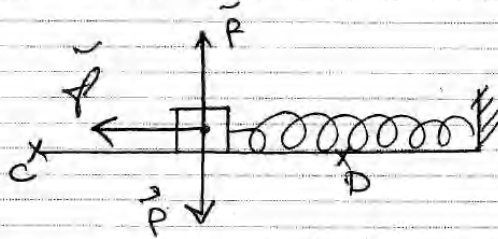
السرعة من التثعل $v_B^2 = 2h$ حيث

$$2 = 2gh - \frac{2f}{m \cdot \sin \alpha}$$

طبيعة الحركة

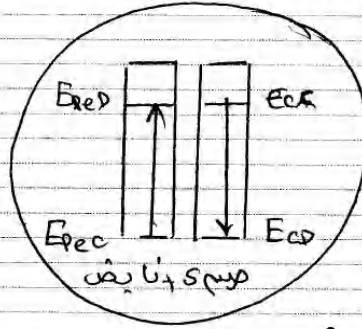
لا يخصص الجسم إلى قوة تعيق حركته أثناء الانتقال من A إلى B وبالتالي يحافظ على سرعته التي اكتسبها عند B، وعليه فحركته منتظمة.

3- P- القوى المؤثرة على الجسم (ي) أثناء انتقاله من إلى



ج- مخطط الصيلة الطولية

- الجملة المدروسة: جسم (S) نابض
- مرجع الارتفاع: سطح أرضي لا يتحرك عملياً
- القوى الخارجية المؤثرة: $\vec{P}$, $\vec{f}$, $\vec{R}$



معادلة الحفظ الطاقة
تطبيق مبدأ الحفظ الطاقة بين A و D :

$$E_{ec} + E_{\text{مكتبة}} - E_{\text{مكتبة}} = E_{peD}$$

$$E_{ec} + E_{\text{مكتبة}} = E_{\text{مكتبة}} + E_{peD}$$

$$E_{ec} = E_{peD}$$

ح. عبارة $\frac{1}{2} K x^2$
وجدنا سابقاً
ومن ثم

$$E_{ec} = E_{peD}$$

$$\frac{1}{2} m v_c^2 = \frac{1}{2} K x^2$$

$$m v_c^2 = K x^2$$

$$x^2 = \frac{m v_c^2}{K} \rightarrow \boxed{x^2 = \frac{m}{K} v_c^2}$$

هي من الشكل $x^2 = b v_c^2$ حيث $b = \frac{m}{K}$
اثبات أن $x^2 = \frac{2}{K} (mg - \frac{f}{\sin \alpha}) h$

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

$$v_c^2 = \left(2g - \frac{2f}{m \sin \alpha} \right) h^2 \quad (1)$$

$$x^2 = \frac{m}{K} v_c^2 \quad (2)$$

$$x^2 = \frac{m}{K} \left(2g - \frac{2f}{m \sin \alpha} \right) h$$

$$x^2 = \frac{1}{K} \left(2mg - \frac{2mf}{\sin \alpha} \right) h$$

$$\alpha^2 = \frac{2}{K} \left(mg - \frac{f}{\sin \alpha} \right) h$$

5- المعادلة الرياضية للمنحنى :
 المنحنى $\alpha^2 = f(h)$ هو مستقيم يمر من المبدأ صفارته
 من الشكل :
 من البيان :

$$\alpha^2 = \theta' h$$

$$\theta' = \frac{0,101}{0,1} = 0,1$$

$$\alpha^2 = 0,1 h$$

اذن :

$$\alpha^2 = \theta' h$$

$$\alpha^2 = \frac{2}{K} \left(mg - \frac{f}{\sin \alpha} \right) h$$

$$\frac{2}{K} \left(mg - \frac{f}{\sin \alpha} \right) = \theta$$

$$K = \frac{2 \left(mg - \frac{f}{\sin \alpha} \right)}{\theta}$$

$$K = \frac{2 \left(0,4 \times 10 - \frac{1}{\sin 30^\circ} \right)}{0,1} = 40 \text{ N/m}$$

6- قيمه K :

بيانيا :

حيث $\theta' = 0,1$
 نظريا ومما سبق :

بالطريقة :

**** الأستاذ : فرقاني فارس ****

ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم

الخروب - قسنطينة

Fares_Fergani@yahoo.Fr

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
 وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذا الملف و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ :

www.sites.google.com/site/faresfergani