المستوى: 2 ع ت، ر، تر	2022/2021	الأستاذ: سني كريم

سلسلة تمارين الوحدة الثانية: العمل والطاقة الحركية الانسحابية

التمرين 01:

اختر العبارة الصحيحة.

1- عبارة عمل قوة هي $W_{AB}(\vec{F}) = F.AB.COS(\vec{F}, \vec{AB})$ في حالة:

- قوة متغيرة وحركة كيفية.
- قوة ثابتة وحركة كيفية.
- قوة متغيرة وحركة انسحابية.
- قوة ثابتة ومسار انسحابي.

2- الطاقة المستقبلة من طرف الجملة هي:

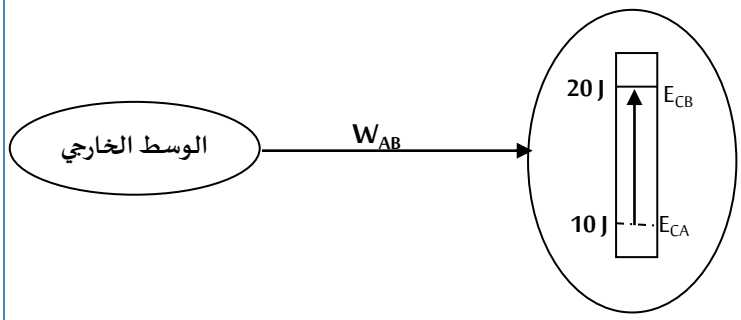
- التي تتلقاها من جسم ينتمي إلى الجملة المدروسة.
- التي تتلقاها من جسم لا ينتمي إلى الجملة المدروسة.
- التي تمنحها إلى جسم ينتمي إلى الجملة المدروسة.
- التي تمنحها إلى جسم لا ينتمي إلى الجملة المدروسة.

3- عبارة عمل الثقل $W(\vec{P}) = -m.g.h$ صحيحة:

- لجملة تسقط سقوطا حرا.
- لجملة ترتفع نحو الأعلى وفق مستوي مائل.
- لجملة تقوم بحركة مستقيمة متباطئة على مستوي أفقي.
- لجملة تقذف من سطح الأرض نحو الفضاء.

التمرين 02:

تسقط كرة كتلتها 200 g سقوطا حراً. يعطي الشكل الجانبي مخططا طاقويا أثناء مرورها بنقطتين A و B.



1- ما هي القوة التي تقوم بالعمل W_{AB} أثناء هذه الحركة؟

2- هل هذا العمل محرك أم مقاوم؟ علل.

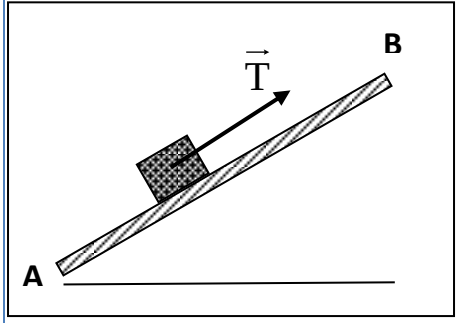
3- ماهي قيمة هذا العمل خلال الانتقال المذكور؟

4- استنتج سرعتي مرور الكرة من النقطتين A و B.

التمرين 03:

يصعد جسم صلب (S) كتلته m= 500 g بسرعة ثابتة وفق مستوي مائل خشن AB حيث AB= 3 m.

يتم جر الجسم بواسطة حبل مهمل الكتلة وعديم الامتطاط يطبق قوة شدتها T=1,94 N.



1- ماذا يعني كون المستوي خشنا؟

2- مثل القوى المطبقة على الجسم.

3- احسب أعمال القوى المعلومة أثناء الانتقال AB مع التعليل.

4- هل الجسم اكتسب طاقة أثناء انتقاله AB؟

إذا كان جوابك بنعم: اذكرها، وماهي الجملة التي قدمت له هذه الطاقة؟

5- هل الجسم فقد طاقة أثناء انتقاله AB؟

إذا كان جوابك بنعم: اذكرها، وماهي الجملة التي قدم لها هذه الطاقة؟

6- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (الجسم الصلب).

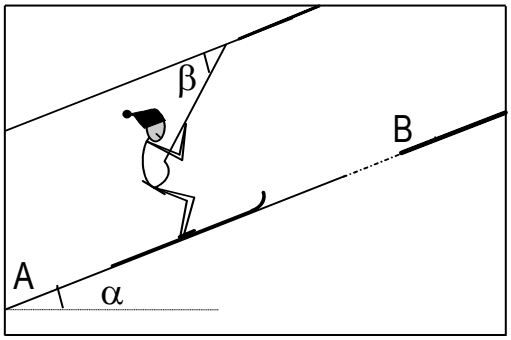
7- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة، احسب شدة قوة الاحتكاك التي يخضع لها الجسم أثناء انتقاله.

8- إذا كانت الاستطاعة المحولة من طرف الحبل هي: P = 2,328 W، استنتج سرعة الجسم.

يعطى: g = 9,8 N/Kg.

التمرين 04:

متزحلق كتلته مع زلاجاته m = 90 kg، يصعد طريقا مائلا يصنع زاوية α مع الأفق فينتقل مسافة AB طولها 125 m ويخضع خلال حركته لقوة مقاومة $\vec{f}$ لها نفس حامل شعاع السرعة وجهة معاكسة له قيمتها ثابتة تساوي f=30 N.



نعتبر الجملة الميكانيكية المدروسة هي (المتزحلق وزلاجاته) .

1- مثل القوى المطبقة على الجملة.

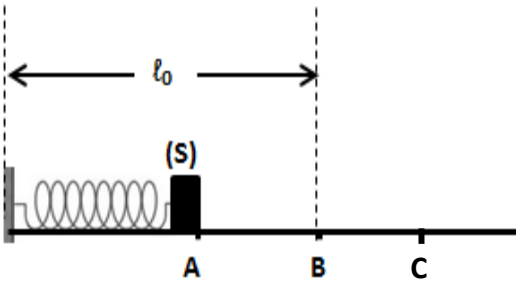
2- احسب من أجل الانتقال المعطى، أعمال مختلف القوى المطبقة على الجملة.

المعطيات: $g= 9,8\ N.kg^{-1}$ ، $\alpha = 20°$ ، $\beta = 60°$ ، توتر الحبل : 942 N.

التمرين 05:

بواسطة جسم صلب (S) كتلته m=100 g نضغط على نابض فيتقلص طوله (الشكل).

عند اللحظة t=0 s، تحرر المجموعة فيتحرك (S) على المسار ABC حيث AB=20 cm و BC=50 cm.



تتمثل القوى المعيقة للحركة على الطول ABC في قوة وحيدة شدتها ثابتة f=1,5 N.

1- مثل الحصيلة الطاقوية بين A و B للجملة (الجسم + النابض).

2- عند بلوغ (S) النقطة C تصبح سرعته مساوية نصف ما كانت عليه في B.

أ- مثل الحصيلة الطاقوية بين B و C.

ب- اكتب معادلة الانحفاظ بين هاتين النقطتين.

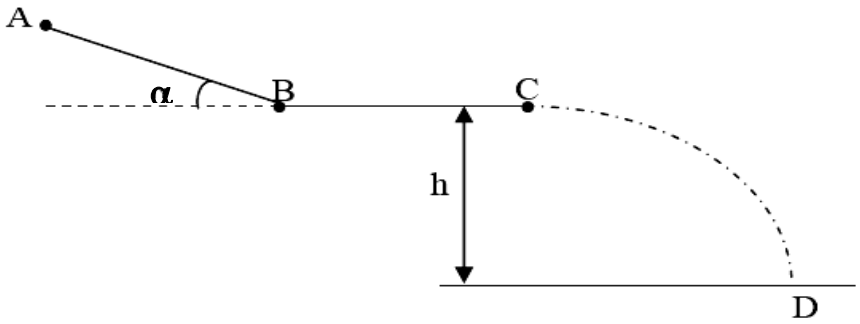
ج- جد E_{CB} ثم استنتج الطاقة الكامنة المرونية للنابض عند A.

التمرين 06:

يندفع جسم (S) كتلته m=1 kg من الموضع A بسرعة ابتدائية قدرها v_A=4 m/s ليتحرك على المسار ABCD (الشكل) حيث:

AB: مستوي مائل طوله AB=2 m ويميل عن الأفق بزاوية α=30°، الاحتكاك به مهمل.

BC: مسار مستقيم أفقي طوله BC=2 m، يخضع الجسم (S) على هذا المسار لقوة احتكاك f شدتها ثابتة.



1- احسب سرعة الجسم (S) عند الموضع B.

2- إذا علمت أن الجسم (S) يصل إلى الموضع C بسرعة قدرها 4 m/s، جد قوة الاحتكاك f.

3- عند وصول الجسم (S) إلى C التي تبعد عن سطح الأرض بمقدار h=1,65 m، يندفع الجسم في الهواء ويسقط تحت تأثير ثقله حتى يصطدم بالأرض في D، احسب سرعة الجسم (S) عند الموضع D. (تهمل كل قوى الاحتكاك ودافعة أرخميدس).

المعطيات: $g= 10\ N.kg^{-1}$.

التمرين 07:

كرية نقطية كتلتها 50 g تنزل ابتداءً من السكون، من النقطة A المبينة في الشكل دون احتكاك، و لدى وصولها إلى النقطة C يصبح المسار بعد ذلك ربع دائرة CD نصف قطرها R=3 m ومركزها O.

ترتفع النقطة A بـ 2 m بالنسبة للمستوي الأفقي.

1- مثل القوى المؤثرة على الكرية خلال انتقالها من A إلى B.

2- مثل الحصيلة الطاقوية للكرية بين الموضعين A وB، ثم اكتب معادلة انحفاظ الطاقة .

3- احسب سرعة الكرية عند النقطة B.

4- استنتج سرعة الكرية عند C مع التعليل.

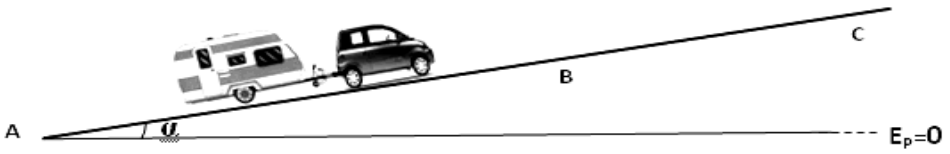
5- حدد الموضع E الذي تتوقف عنده الكرية والمعرف بالزاوية $\beta = COE$.

المعطيات: $g= 9,8\ N.kg^{-1}$.

التمرين 08:

تصعد سيارة مستوى يميل عن الأفق بزاوية α تحقق $sin\alpha = 0.06$ بسرعة ثابتة v=20 m/s على مسافة طولها AB=L=200m. تجرّ هذه السيارة مقطورة كتلتها m=500 kg .

نعتبر في هذا التمرين أن المقطورة جسم صلب في حركة انسحابية، وأن قوى الاحتكاك الموازية للطريق والمعاكسة لجهة الحركة، تكافئ قوة وحيدة ثابتة $\vec{f}$ شدتها 400 N. نأخذ : g = 10 N/kg.



1- مثّل القوى الخارجيه المؤثره على المقطوره.

2- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (مقطورة) بين A وB.

3- اعتمادا على الحصيلة الطاقوية للجملة (مقطورة)، احسب عمل قوة الجر $\vec{F}$ من أجل الانتقال AB مستنتجا شدّة القوة F.

4- عند النقطة B تهتز السيارة عند مرور إحدى عجلاتها فوق حجر فتنفصل المقطورة عن السيارة و تواصل المقطورة حركتها متباطئة على المستوى المائل وهي خاضعة دوما لقوة الاحتكاك f= 400 N .
احسب المسافة L′=BC التي تقطعها المقطورة حتى تنعدم سرعتها (تغير جهة حركتها).

التمرين 09:

انطلاقا من السكون، يدفع طفل عربة صغيرة كتلتها 200 g على طريق أفقي AB طوله 1,3 m تحت تأثير قوة $\vec{F}$ ثابتة شدتها 2 N وصولا إلى النقطة B. تتحرر العربة فتصعد طريق مائل BC لتتوقف عند النقطة C. نأخذ: g = 10 N/kg.

1- باعتبار الاحتكاكات موجودة فقط في الجزء AB وأن شدتها تكافئ 1 N وجهتها معاكسة لجهة الحركة:

أ- أعط عبارة عمل كل القوى المطبقة على العربة بعد تمثيلها في الجزء AB ثم احسب قيم هذه الأعمال.

ب-مثل الحصيلة الطاقوية للعربة بين الموضعين A وB.

ج- استنتج سرعة العربة عند النقطة B.

2- جد ارتفاع النقطة C بالنسبة للمستوي الأفقي المار بالنقطتين A وB الذي نعتبره مرجعا لقياس الارتفاعات.

3- من أجل أي قوة $\vec{F}$ يجب أن تدفع بها العربة لتصل إلى النقطة C بسرعة قدرها 4 m/s.

التمرين 09:

يتحرك جسم نقطي كتلته m = 400 g من النقطة A بدون سرعة ابتدائية على مستوى مائل طوله AB = 2 m وزاوية ميله $\alpha = 30°$ مع الأفق.

يخضع الجسم بين النقطتين A و B لقوة احتكاك $\vec{f}$ معاكسة لاتجاه الحركة شدتها $f = 0,4N$.

1- أ- مثل القوى المطبقة على الجسم عندما يتحرك بين الموضعين A وB.

ب- احسب عمل الثقل $W_{AB}(\vec{P})$ وعمل قوة الاحتكاك $W_{AB}(\vec{f})$.

2- أ- احسب الطاقة الحركية للجسم عند الموضع B.

ب- استنتج سرعة الجسم عندما يصل إلى النقطة B.

3- يغادر الجسم النقطة B ليسقط عند النقطة D (انظر الشكل).

بأخذ مرجع الطاقة الكامنة الثقالية المستوي الأفقي CD :

أ- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم + أرض) بين الموضعين B و D.

ب- اكتب معادلة انحفاظ الطاقة.

4. إذا علمت أن سرعة الجسم عند النقطة D هي $v_D = 10\ m/s$.

أ- أحسب الطاقة الكامنة الثقالية $E_{PP(B)}$ للجملة (جسم + أرض) عند B.

ب- استنتج الارتفاع $h = BC$.

المعطيات : شدة حقل الجاذبية الأرضية: $g = 9.81\ N/kg$.

التمرين 10:

تنطلق سيارة كتلتها $m = 2\ kg$ بدون سرعة ابتدائية لتتحرك على مستوي مائل طوله $AB = 12{,}1\ m$ يصنع عن الأفق زاوية $\alpha = 30°$.

1- أ- مثل القوى المؤثرة على السيارة علما ان قوى الاحتكاك مهملة.

ب- مثل الحصيلة الطاقوية للسيارة بين الموضعين A و B.

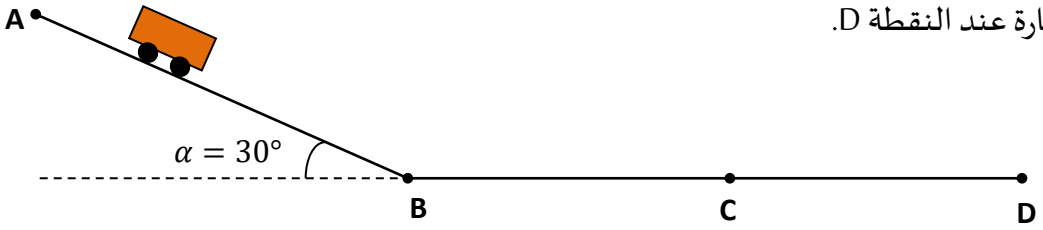
ج- اكتب معادلة انحفاظ الطاقة وبيّن أن سرعة السيارة عند الموضع B هي $v_B = 11\ m/s$.

2- تواصل السيارة بعد ذلك حركتها على مسار أفقي $BC = 20\ m$، تكافئ الاحتكاكات فيه قيمة ثابتة f.

أ- مثل الحصيلة الطاقوية للسيارة بين الوضعين B و C.

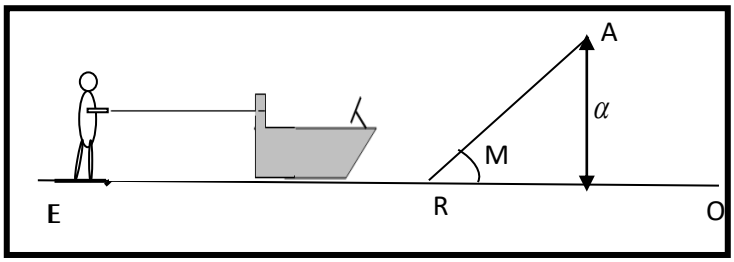
ب- استنتج شدة قوة الاحتكاك f إذا كانت سرعة العربة عند C هي $v_C = 6\ m/s$.

3- إذا واصلت السيارة حركتها على المسار الأفقي وبنفس شدة الاحتكاك، احسب المسافة BD التي توافق توقف السيارة عند النقطة D.



التمرين 12:

متزحلق كتلته مع لوح التزلج هي $m = 80\ kg$ يُسحب بواسطة حبل موصول إلى زورق (الحبل يوازي سطح الماء) كما في الشكل-1- حيث شدة قوة جذب الحبل $\vec{F}$ ثابتة. ينطلق المتزحلق من السكون عند الموضع A ليصل إلى B بسرعة $v_B = 25\ m.s^{-1}$، توجد على هذا الجزء AB الذي طوله 250 m قوى احتكاك معاكسة لجهة الحركة وثابتة، شدتها $f = 100\ N$، وعندما يصل المتزحلق إلى B يتخلى عن الحبل و يكمل مساره على صفيحة ملساء ترتفع عن سطح الماء بمقدار h ، و تميل عن الأفق بزاوية $\alpha = 30°$ ليصل الى C بسرعة $v_c = 24\ m.s^{-1}$ حيث تهمل على الصفيحة كل الاحتكاكات، يغادر المتزحلق الصفيحة عند الموضع C ليسقط في الماء عند D .



الجزء الأول : دراسة حركة المتزحلق من A إلى B:

1- مثل القوى المؤثرة على المتزحلق بين الموضعين A وB في رسم مناسب.

2-مثل الحصيلة الطاقوية للجملة(متزحلق+أرض) بين الموضعين A وB .

3- أكتب معادلة انحفاظ الطاقة، ثم استنتج شدة قوة جذب الحبل F للمتزحلق .

4- إذا علمت أن الزمن المستغرق من A الى B هو 20 ثانية، فاستنتج استطاعة محرك الزورق.

الجزء الثاني : دراسة حركة المتزحلق من B إلى C:

1- مثل القوى المؤثرة على المتزحلق بين الموضعين B وC في رسم مناسب.

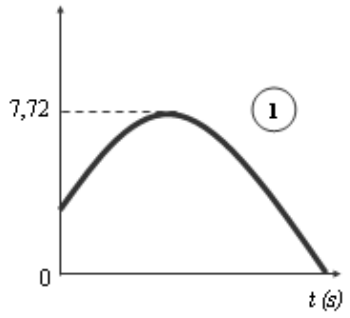
2- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة(متزحلق+أرض) بين الموضعينB وC .

3-اكتب معادلة انحفاظ الطاقة في هذه الحالة، و بيّن أن قيمة الارتفاع h تساوي 2,45m.

الجزء الثالث : دراسة حركة المتزحلق من C إلى D:

1- صف حركة المتزحلق عندما يغادر الموضع C .

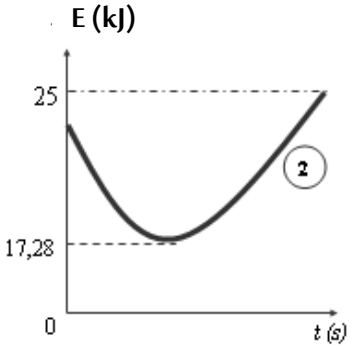
2- مكنت الدراسة الطاقوية للجملة(متزحلق+أرض) بين الموضعين C و D من رسم المنحنيين المقابلين ، حيث أحد المنحنيين يمثل تغيرات الطاقة الحركية للجملة (متزحلق+أرض) و المنحنى الآخر يمثل تغيرات طاقتها الكامنة بدلالة الزمن .



- أي المنحنيين يمثل Ec=f(t) وأيهما يمثل Epp=g(t) ؟ علل جوابك .

3- ليكن M الموضع الذي من أجله يبلغ المتزحلق أقصى إرتفاع ممكن h_{max} .

أ- جد من المنحنى قيمة الطاقة الحركية و الطاقة الكامنة للجملة (متزحلق+أرض) عند الموضع M، مع التعليل.



ب - استنتج قيمة h_{max} .

3- احسب سرعة اصطدام المتزحلق بسطح الماء (أي سرعته في الموضع D).

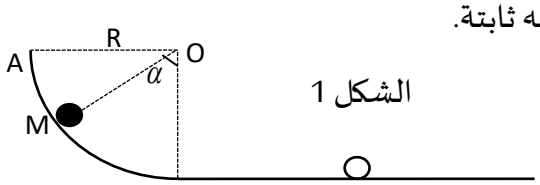
المعطيات : g= 10 N/kg.

التمرين 13:

جسم نقطي كتلته m=0,1 kg يتحرك على مسار يتكون من جزءين (الشكل 1).

AB : عبارة عن ربع دائرة شاقولي أملس نصف قطره R = 0,8 m.

BC : مسار أفقي خشن حيث قوة الاحتكاك عليه ثابتة.



الشكل 1

1- نترك الجسم يسقط دون سرعة ابتدائية من الموضع A ليتحرك على المسارين إلى أن يصل إلى الموضع C بسرعة $v_C = 2\ m/s$.

أ- مثل القوى المطبقة على الجسم النقطي بين الموضعين A وB، ثم بين الموضعين B وC.

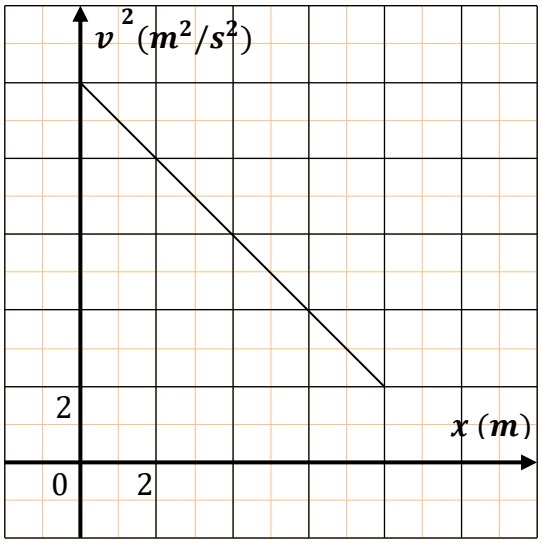
ب- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (الجسم) بين الموضعين A وM، ثم اكتب معادلة انحفاظ الطاقة.

ج- جد عبارة السرعة v_M عند الموضع M بدلالة g، R و α.

د- استنتج قيمة السرعة عند الموضع B.

2- نتابع تغيرات السرعة بدلالة المسافة المقطوعة على المسار.

يعطى المنحني البياني $v^2 = f(x)$ كما هو موضح في الشكل 2.



أ- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (الجسم) بين الموضعين B وN.

ب- اكتب معادلة انحفاظ الطاقة، ثم تأكد أن علاقة السرعة بدلالة المسافة المقطوعة BN = x تكتب على الشكل:

$v_N^2 = \lambda x + \beta$ حيث يطلب تحديد عبارة كل من λ و β.

ج- جد العبارة الرياضية للمنحنى البياني.

د- استنتج من المنحنى البياني شدة قوة الاحتكاك.

المستوى: 2 ع ت، ر، تر	2022/2021	الأستاذ: سني كريم

حل بعض تمارين سلسلة الوحدة الثانية: العمل والطاقة الحركية الانسحابية

حل التمرين 01:

اختيار العبارة الصحيحة.

1- عبارة عمل قوة هي $W_{AB}(\vec{F}) = F.AB.COS(\vec{F}, \vec{AB})$ في حالة:

- قوة متغيرة وحركة انسحابية.

2- الطاقة المستقبلة من طرف الجملة هي:

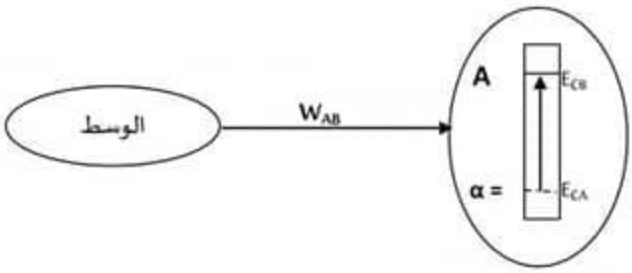
- التي تتلقاها من جسم لا ينتمي إلى الجملة المدروسة.

3- عبارة عمل الثقل $W(\vec{P}) = -m.g.h$ صحيحة:

- لجملة ترتفع نحو الأعلى وفق مستوي مائل.
- لجملة تقذف من سطح الأرض نحو الفضاء.

حل التمرين 02:

1- القوة التي تقوم بالعمل W_{AB} أثناء هذه الحركة هي قوة ثقل الكرة.



2- هذا العمل محرك لأن الطاقة الحركية تزيد والكرة تسقط أي قوة الثقل في نفس جهة الحركة.

3- قيمة هذا العمل خلال الانتقال المذكور.

حسب مبدأ انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B للجملة (كرة) يكون:

$Ec_A + W_{AB} = Ec_B$ ومنه: $W_{AB} = Ec_B - Ec_A = 20 - 10 = 10\ J$

4- استنتاج سرعتي مرور الكرة من النقطتين A و B.

$$Ec = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v^2 = \frac{2Ec}{m} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2Ec}{m}}$$

ومنه: $v_A = \sqrt{\frac{2Ec_A}{m}} = \sqrt{\frac{2\times10}{200\times10^{-3}}} = \sqrt{100} = 10m/s$ و $v_B = \sqrt{\frac{2Ec_B}{m}} = \sqrt{\frac{2\times20}{200\times10^{-3}}} = \sqrt{200} = 14.14m/s$

حل التمرين 04:

1- تمثيل القوى المطبقة على الجملة.

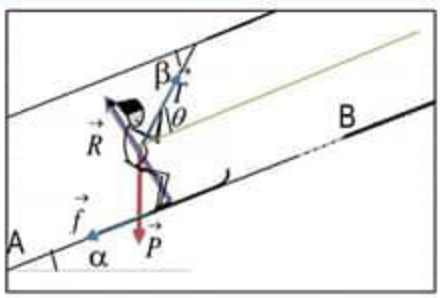
تخضع الجملة أثناء حركتها إلى تأثير 4 قوى هي:

$\vec{P}$: ثقل الجملة.

$\vec{R}$: تأثير فعل السطح على الجملة.

$\vec{T}$: قوة شد الحبل للجملة (توتر الحبل).

$\vec{f}$: قوة الاحتكاك المؤثرة على الجملة.



ملاحظة: يمكن تمثيل القوى بدءا من مركز الجملة للتبسيط.

2- حساب من أجل الإنتقال المعطى ، أعمال مختلف القوى المطبقة على الجملة .

$$W_{AB}(\vec{P}) = -mgh_A = -mgAB\sin(\alpha) = -90\times 9.8\times 125\times\sin(20°) = -37707.72J = -37.707kJ$$

$W_{AB}(\vec{R}) = 0J$ لأن شعاع القوة عمودي على الانتقال ($\vec{R} \perp \vec{AB}$) .

$$W_{AB}(\vec{f}) = f\,AB.\cos(180°) = -f\,AB = -30\times 125 = -3750J = -3.75kJ$$

$$W_{AB}(\vec{T}) = T\,AB.\cos(\theta) = T\,AB.\cos(\beta) = 942\times 125\times\cos(60°) = 58875J = 58.875kJ$$ ،

($\theta = \beta$ لأنهما زاويتان متبادلتان داخليا)

حل التمرين 06:

1- حساب سرعة الجسم (S) عند الموضع B.

بكتابة معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (الجسم (S)) بين الموضعين A وB يكون:

$$Ec_A + W_{AB}(\vec{P}) = Ec_B \text{ ومنه: } \frac{1}{2}mv_A^2 + mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2 \text{ ومنه: } v_B = \sqrt{v_A^2 + 2gh_A} = \sqrt{v_A^2 + 2gAB\sin(\alpha)}$$

$$\text{أي: } v_B = \sqrt{4^2 + 2\times 10\times 2\times\sin(30°)} = 6m/s$$

2- إيجاد شدة قوة الاحتكاك f.

بكتابة معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (الجسم (S)) بين الموضعين B وC يكون:

$$Ec_B - \left|W_{BC}(\vec{f})\right| = Ec_C \rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - \left|-f\,.BC\right| = \frac{1}{2}mv_C^2 \rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - f\,.BC = \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$\rightarrow f = \frac{\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_C^2}{BC} = \frac{\frac{1}{2}m(v_B^2 - v_C^2)}{BC} = \frac{\frac{1}{2}\times 1\times(6^2 - 4^2)}{2} = 5N$$

3- حساب سرعة الجسم (S) عند الموضع D.

بكتابة معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (الجسم (S)) بين الموضعين A وB يكون:

$$Ec_C + W_{CD}(\vec{P}) = Ec_D \rightarrow \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_D^2$$

$$\rightarrow v_D = \sqrt{v_C^2 + 2gh} = \sqrt{4^2 + 2\times 10\times 1.65} = 7m/s$$

حل التمرين 07:

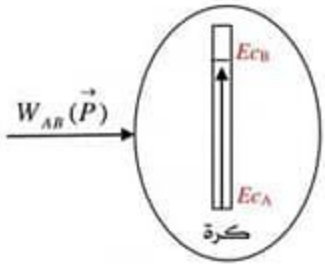
1- تمثيل القوى المؤثرة على الكرية خلال إنتقالها من A إلى B.

$\vec{P}$: ثقل الجملة.

$\vec{R}$: تأثير فعل السطح على الجملة.

2- تمثيل الحصيلة الطاقوية للكرية بين الوضعين A وB ، ثم كتابة معادلة انحفاظ الطاقة .

الحصيلة الطاقوية:



معادلة انحفاظ الطاقة:

$Ec_A + W_{AB}(\vec{P}) = Ec_B$ وبما أن $Ec_A = 0$ فإن: $W_{AB}(\vec{P}) = Ec_B$

3- حساب سرعة الكرية عند النقطة B.

$$W_{AB}(\vec{P}) = Ec_B \rightarrow mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\rightarrow v_B = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2\times 9.8\times 2} = \sqrt{39.2} = 6.26m/s$$

4- استنتاج سرعة الكرية عند C مع التعليل.

بما أن المسار أفقي ولا يوجد احتكاك فالجملة معزولة طاقويا فهي لا تتبادل طاقة مع الوسط الخارجي ويكون:

$$Ec_C = Ec_B \rightarrow v_C = v_B = 6.26m/s$$

5- تحديد الوضع E الذي تتوقف عنده الكرية والمعرف بالزاوية COE = β.

بكتابة معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (كرية) بين الموضعين C وE يكون:

$Ec_C + W_{CE}(\vec{P}) = Ec_E$ وبما أن: $v_E = 0 \rightarrow Ec_E = 0$ فإن: $Ec_C + W_{CE}(\vec{P}) = 0$

$$Ec_C + W_{CE}(\vec{P}) = 0 \rightarrow \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh_E = 0$$

$$\rightarrow h_E = \frac{v_C^2}{2g} = \frac{39.3}{2\times 9.8} = 2m$$

الوضع E هو الذي يرتفع عن المستوي الأفقي AB بـ 2 m وينتمي لربع الدائرة CD.

حل التمرين 08:

1- تمثيل القوى الخارجية المؤثرة على المقطورة.

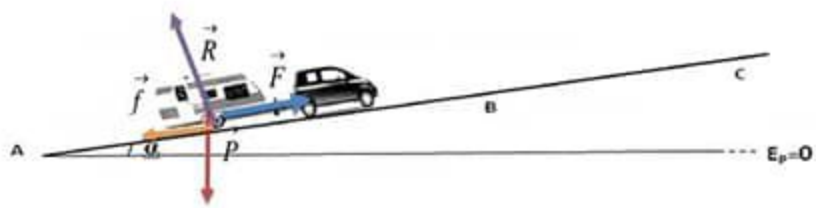
تخضع الجملة أثناء حركتها إلى تأثير 4 قوى هي:

$\vec{P}$: ثقل الجملة.

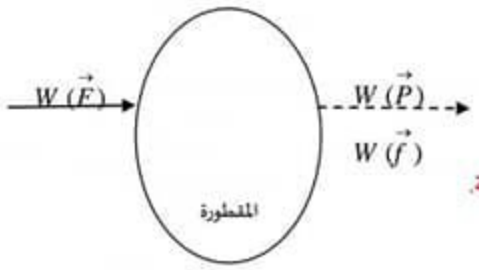
$\vec{R}$: تأثير فعل السطح على الجملة.

$\vec{F}$: قوة جر العربة للمقطورة.

$\vec{f}$: قوة الاحتكاك المؤثرة على الجملة.



2- تمثيل الحصيلة الطاقوية للجملة " مقطورة " بين A و B.



بما أن سرعة المقطورة ثابتة فطاقتها تبقى ثابتة فنمثل ففاعة فارغة.

3- حساب عمل قوة الجر $\vec{F}$ من أجل الانتقال AB مستنتجا شدّة القوة F.

من معادلة انحفاظ الطاقة:

$$E_A + W(\vec{F}) - \left|W(\vec{P})\right| - \left|W(\vec{f})\right| = E_B = E_A$$

$$\rightarrow W(\vec{F}) - \left|W(\vec{P})\right| - \left|W(\vec{f})\right| = 0$$

$$\rightarrow W(\vec{F}) = \left|W(\vec{P})\right| + \left|W(\vec{f})\right|$$

$$= \left|-mgh_B\right| + \left|-f\ AB\right|$$

$$= mgh_B + f\ AB$$

$$= mgAB\sin(\alpha) + f\ AB$$

$$= 500\times 10\times 200\times 0.06 + 400\times 200$$

$$= 140000J$$

$$= 140kJ$$

استنتاج F:

$$W(\vec{F}) = F\,AB.\cos(0°) = F\,AB$$

$$\rightarrow F = \frac{W(\vec{F})}{AB} = \frac{140000}{200} = 700N$$

4- حساب المسافة L=BC' التي تقطعها المقطورة قبل أن تنعدم سرعتها (تغير جهة حركتها).

بكتابة معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (كرية) بين الموضعين B و C' يكون:

$Ec_B - \left|W_{BC'}(\vec{f})\right| - \left|W_{BC'}(\vec{P})\right| = 0$ وبما أن $Ec_B - \left|W_{BC'}(\vec{f})\right| - \left|W_{BC'}(\vec{P})\right| = Ec_{C'}$ فإنه: $v_{C'} = 0 \rightarrow Ec_{C'} = 0$

$$Ec_B - \left|W_{BC'}(\vec{f})\right| - \left|W_{BC'}(\vec{P})\right| = 0 \rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - |-f\ BC'| - |-mgh_{C'}| = 0 \rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - f\ BC' - mgh_{C'} = 0$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - f\ BC' - mgBC'\sin(\alpha) = 0$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - BC'(f + mg\sin(\alpha)) = 0$$

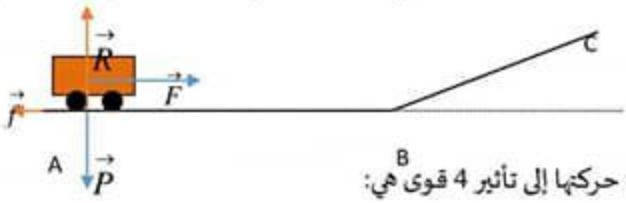
$$\rightarrow BC' = \frac{\frac{1}{2}mv_B^2}{f + mg\sin(\alpha)}$$

$$= \frac{\frac{1}{2}\times 500\times 20^2}{400 + 500\times 10\times 0.06} = 142.86m$$

حل التمرين 09:

-1

أ- إعطاء عمل كل القوى المطبقة على العربة بعد تمثيلها في الجزء AB ثم حساب قيم هذه الأعمال.



تخضع الجملة أثناء حركتها إلى تأثير 4 قوى هي:

$\vec{P}$: ثقل الجملة.

$\vec{R}$: تأثير فعل السطح على الجملة.

$\vec{F}$: قوة جر العربة للمقطورة.

$\vec{f}$: قوة الاحتكاك المؤثرة على الجملة.

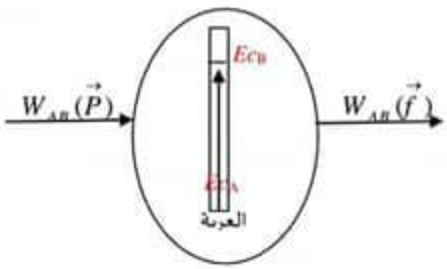
$W_{AB}(\vec{P}) = 0J$ لأن شعاع القوة عمودي على الانتقال $(\vec{P} \perp \vec{AB})$.

$W_{AB}(\vec{R}) = 0J$ لأن شعاع القوة عمودي على الانتقال $(\vec{R} \perp \vec{AB})$.

$W_{AB}(\vec{F}) = F\,AB.\cos(0°) = +F\,AB = 2\times 1.3 = 2.6J$.

$W_{AB}(\vec{f}) = f\ AB.\cos(180°) = -f\ AB = -1\times 1.3 = -1.3J$

ب- تمثيل الحصيلة الطاقوية للعربة بين الموضعين A وB.



جـ- استنتاج سرعة العربة عند النقطة B.

بكتابة معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (عربة) بين الموضعين A وB يكون:

$$W_{AB}(\vec{F})-\left|W_{AB}(\vec{f})\right|=Ec_B \quad :\text{فإنه } v_A=0\rightarrow Ec_A=0 \text{ وبما أن } Ec_A+W_{AB}(\vec{F})-\left|W_{AB}(\vec{f})\right|=Ec_B$$

$$W_{AB}(\vec{F})-\left|W_{AB}(\vec{f})\right|=Ec_B$$

$$\rightarrow Ec_B=W_{AB}(\vec{F})-\left|W_{AB}(\vec{f})\right|$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2=W_{AB}(\vec{F})-\left|W_{AB}(\vec{f})\right|$$

$$\rightarrow v_B=\sqrt{\frac{2\left(W_{AB}(\vec{F})-\left|W_{AB}(\vec{f})\right|\right)}{m}}=\sqrt{\frac{2\left(2.6-\left|-1.3\right|\right)}{200\times10^{-3}}}=\sqrt{13}=3.605m/s$$

2- إيجاد ارتفاع النقطة C بالنسبة للمستوي لأفقي المار بالنقطتين A وB الذي نعتبره مرجعا لقياس الارتفاعات .

بكتابة معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (عربة) بين الموضعين B وC يكون:

$$Ec_B-\left|W_{BC}(\vec{P})\right|=0 \quad :\text{فإنه } v_C=0\rightarrow Ec_C=0 \text{ وبما أن } Ec_B-\left|W_{BC}(\vec{P})\right|=Ec_C$$

$$Ec_B-\left|W_{BC}(\vec{P})\right|=0$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2-\left|-mgh_C\right|=0$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2-mgh_C=0$$

$$\rightarrow h_C=\frac{\frac{1}{2}v_B^2}{g}=\frac{\frac{1}{2}\left(\sqrt{13}\right)^2}{10}=0.65m$$

3- من أجل أي قوة $\vec{F}$ يجب أن تدفع بها العربة لتصل إلى النقطة C بسرعة قدرها 4 m/s.

بتغير القوة $\vec{F}$ يتغير عملها ليصبح $W'_{AB}(\vec{F})$ وتتغير بذلك السرعة عند B لتصبح v'_B أي تتغير الطاقة الحركية عند B لتصبح Ec'_B ومنه نكتب معادلة انحفاظ الطاقة الجديدة بين A وB للجملة كالتالي:

$$W_{AB}(\vec{F})=\left|W'_{AB}(\vec{f})\right|+Ec'_B$$

$$\rightarrow FAB=fAB+Ec'_B$$

$$\rightarrow F=\frac{fAB+Ec'_B}{AB} \quad :\text{ومنه } W_{AB}(\vec{F})-\left|W'_{AB}(\vec{f})\right|=Ec'_B$$

$$\rightarrow F=f+\frac{Ec'_B}{AB} \quad ...(1)$$

ولكن معادلة انحفاظ الطاقة الجديدة بين B وC للجملة تصبح: $Ec'_B-\left|W_{BC}(\vec{P})\right|=Ec'_C$ أي:

$$Ec'_B = \left|W_{BC}(\vec{P})\right| + Ec'_C$$

$$= mgh_C + \frac{1}{2}mv'^2_C$$

$$\rightarrow F = f + \frac{Ec'_B}{AB}$$

$$= f + \frac{mgh_C + \frac{1}{2}mv'^2_C}{AB}$$

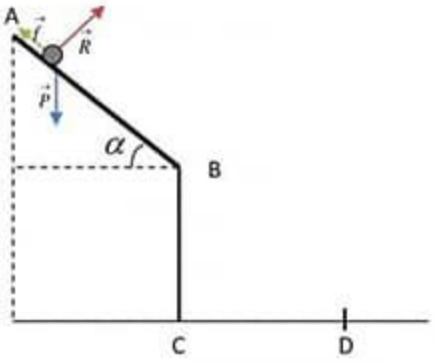
نعوض عن Ec'_B في (1) نجد:

$$= 1 + \frac{200\times10^{-3}\times10\times0.65 + \frac{1}{2}200\times10^{-3}\times4^2}{1.3}$$

$$= 3.23N$$

حل التمرين 09:

1- أ- تمثيل القوى المطبقة على الجسم عندما يتحرك بين الموضعين A و B.



تخضع الجملة أثناء حركتها إلى تأثير 3 قوى هي:

$\vec{P}$: ثقل الجملة.

$\vec{R}$: تأثير فعل السطح على الجملة.

$\vec{f}$: قوة الاحتكاك المؤثرة على الجملة.

ب- حساب عمل الثقل $W_{AB}(\vec{P})$ و عمل قوة الاحتكاك $W_{AB}(\vec{f})$.

$$W_{AB}(\vec{P}) = mgh_A = mgAB\sin(\alpha) = 400\times10^{-3}\times9.81\times2\times\sin(30) = 3.924J$$

$$W_{AB}(\vec{f}) = f\,AB.\cos(180°) = -f\,AB = -0.4\times2 = -0.8J$$

2- أ- حساب الطاقة الحركية للجسم عند الموضع B.

بكتابة معادلة انحفاظ الطاقة للجملة بين الموضعين A وB يكون:

$$W_{AB}(\vec{P}) - \left|W_{AB}(\vec{f})\right| = Ec_B$$ فإنه: $v_A = 0 \rightarrow Ec_A = 0$ وبما أن $Ec_A + W_{AB}(\vec{P}) - \left|W_{AB}(\vec{f})\right| = Ec_B$

ومنه:

$$Ec_B = W_{AB}(\vec{P}) - \left|W_{AB}(\vec{f})\right|$$

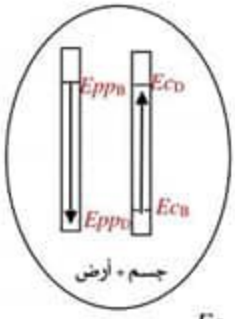
$$\rightarrow Ec_B = 3.924 - |-0.8| = 3.124J$$

ج- استنتاج سرعة الجسم عندما يصل إلى النقطة B.

$$Ec = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v^2 = \frac{2Ec}{m} \rightarrow v = \sqrt{\frac{2Ec}{m}}$$

ومنه: $v_B = \sqrt{\frac{2Ec_B}{m}} = \sqrt{\frac{2\times3.124}{400\times10^{-3}}} = 3.95m/s$

3-أ- تمثيل الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم +أرض) بين الموضعين B و D.



ب- كتابة معادلة انحفاظ الطاقة.

$Ec_B + Epp_B = Ec_D$ يكون: $Epp_D = 0$ وحيث: $Ec_B + Epp_B = Ec_D + Epp_D$

4. أ- حساب الطاقة الكامنة الثقالية $E_{PP(B)}$ للجملة (جسم + أرض) عند B.

من المعادلة: $Ec_B + Epp_B = Ec_D$ نجد:

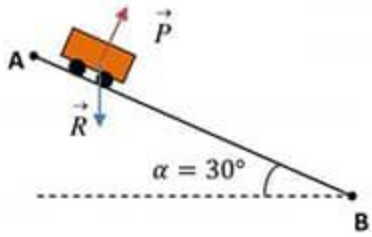
$$Epp_B = Ec_D + Ec_B = \frac{1}{2}mv_D^2 + Ec_B = \frac{1}{2}\times 400\times 10^{-3}\times 10^2 + 3.124 = 23.124J$$

ب- استنتاج الارتفاع $h = BC$.

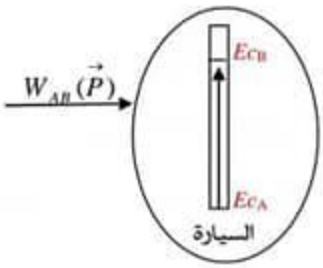
$$Epp_B = mgh \rightarrow h = \frac{Epp_B}{mg} = \frac{23.124}{400\times 10^{-3}\times 9.81} = 5.89m$$

حل التمرين 10:

1- أ - تمثيل القوى المؤثرة على السيارة علما ان قوى الاحتكاك مهملة .



ب - تمثيل الحصيلة الطاقوية للسيارة بين الوضعين A و B .



كتابة معادلة انحفاظ الطاقة:

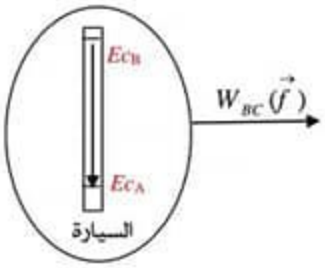
$W_{AB}(\vec{P}) = Ec_B$ فإن: $Ec_A = 0$ وبما أن $Ec_A + W_{AB}(\vec{P}) = Ec_B$

جـ - كتابة معادلة إنحفاظ الطاقة وتبيان ان سرعة السيارة عند الوضع B هي $v_B = 11$ m/s .

$$W_{AB}(\vec{P}) = Ec_B \rightarrow mgh_A = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\rightarrow v_B = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2gAB\sin(\alpha)} = \sqrt{2\times 10\times 12.1\times \sin(30°)} = 11m/s$$

2- أ- تمثيل الحصيلة الطاقوية للسيارة بين الوضعين B و C.



3- استنتاج شدة قوة الاحتكاك f.

$$Ec_B - \left|W_{BC}(\vec{f})\right| = Ec_C$$

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

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

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

$$\rightarrow f = \frac{\frac{1}{2}m\left(v_B^2 - v_C^2\right)}{BC} = \frac{\frac{1}{2}\times 2\left(11^2 - 6^2\right)}{20} = 4.25N$$

4- حساب المسافة BD التي توافق توقف السيارة عند النقطة D.

$$Ec_C - \left|W_{CD}(\vec{f})\right| = 0 \text{ وبما أن } Ec_C - \left|W_{CD}(\vec{f})\right| = Ec_D \text{ فإنه: } v_D = 0 \rightarrow Ec_D = 0$$

$$Ec_C - \left|W_{CD}(\vec{f})\right| = 0 \rightarrow \frac{1}{2}mv_C^2 - |-f.CD| = 0 \rightarrow \frac{1}{2}mv_D^2 - f.CD = 0$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_C^2 - f.CD = 0$$

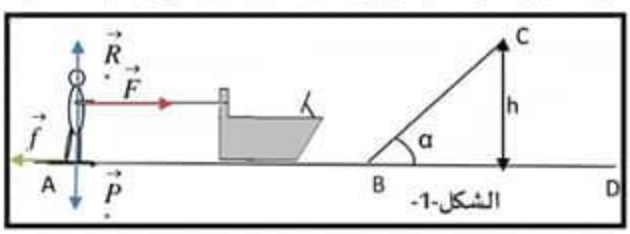
$$\rightarrow CD = \frac{\frac{1}{2}mv_C^2}{f}$$

$$= \frac{\frac{1}{2}\times 2\times 6^2}{4.25} = 8.47m$$

حل التمرين 12:

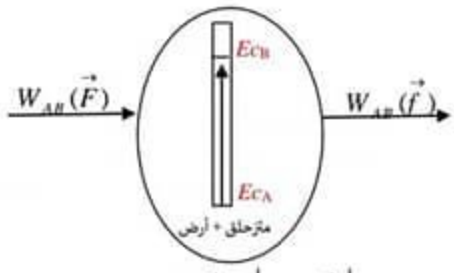
الجزء الأول : دراسة حركة المتزحلق من A الى B :

1- تمثيل القوى المؤثرة على المتزحلق بين الموضعين A وB في رسم مناسب.



الشكل-1-

2- تمثيل الحصيلة الطاقوية للجملة(متزحلق+أرض) بين الموضعين A وB .



3- كتابة معادلة إنحفاظ الطاقة

$$W_{AB}(\vec{F})-\left|W_{AB}(\vec{f})\right|=Ec_B \text{ فإن: } Ec_A=0 \text{ وبما أن } Ec_A+W_{AB}(\vec{F})-\left|W_{AB}(\vec{f})\right|=Ec_B$$

استنتاج شدة قوة جذب الحبل F للمتزحلق.

$$W(\vec{F})-\left|W_{AB}(\vec{f})\right|=Ec_B$$

$$\rightarrow W(\vec{F})=\left|W(\vec{f})\right|+Ec_B$$

$$\rightarrow F\,AB.\cos(0)=\left|-f\,AB\right|+\frac{1}{2}mv_B^2$$

$$\rightarrow F\,AB=f\,AB+\frac{1}{2}mv_B^2$$

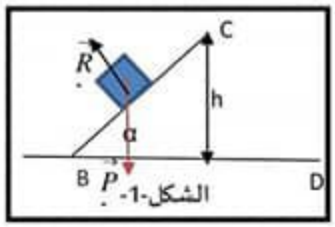
$$\rightarrow F=\frac{f\,AB+\frac{1}{2}mv_B^2}{AB}=\frac{100\times250+\frac{1}{2}\times80\times25^2}{250}=200N$$

4- استنتاج استطاعة محرك الزورق.

$$P=\frac{W_{AB}(\vec{F})}{\Delta t}=\frac{F\,AB.\cos(0)}{\Delta t}=\frac{F\,AB}{\Delta t}=\frac{200\times250}{20}=2500W$$

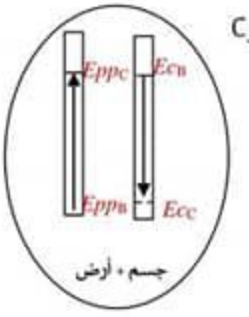
الجزء الثاني: دراسة حركة المتزحلق من B الى C :

1- تمثيل القوى المؤثرة على المتزحلق بين الموضعين B وC في رسم مناسب.



الشكل-1-

2- تمثيل الحصيلة الطاقوية للجملة(متزحلق+أرض) بين الموضعينB وC



3-أكتب معادلة إنحفاظ الطاقة في هذه الحالة، و بيّن أن قيمة الارتفاع h تساوي 2,45m.

$Ec_B + Epp_B = Ec_C + Epp_C$ وحيث: $Epp_B = 0$ يكون: $Ec_B = Ec_C + Epp_C$

نأخذ المستوي المار من AB مرجعا لقياس الطاقة الكامنة الثقالية.

$$Ec_B = Ec_C + Epp_C \rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mv_C^2 + mgh$$

$$\rightarrow h = \frac{v_B^2 - v_C^2}{2g} = \frac{25^2 - 24^2}{2\times 10} = 2.45m$$

الجزء الثالث: دراسة حركة المتزحلق من C إلى D :

1- وصف حركة المتزحلق عندما يغادر الموضع C .

المتزحلق يتحرك على شكل قذيفة حيث عند الصعود تتناقص سرعته إلى أن تبلغ أقل قيمة لها عند أقصى ارتفاع، ثم عند النزول تتزايد سرعته إلى أن تبلغ أعلى قيمة لها عند ارتطامه بسطح البحر.

2- Ec=f(t) يمثله البيان رقم (2) و Epp=g(t) يمثله البيان رقم (1) حسب الشرح السابق.

3- نسمي M الموضع الذي من أجله يبلغ المتزحلق أقصى إرتفاع ممكن h_{max} .

أ- إيجاد من المنحنى قيمة الطاقة الحركية و الطاقة الكامنة للجملة (متزحلق+أرض) عند الموضع M ، مع تبرير الاجابة .

من البيانين: $Ec_M = 17.28kJ$ ، $Epp_M = 7.72kJ$

ب - استنتاج قيمة h_{max} .

$$Epp_M = mgh_M$$

$$\rightarrow h_M = \frac{Epp_M}{mg} = \frac{7.72\times 10^3}{80\times 10} = 9.65m$$

4- حساب سرعة إصطدام المتزحلق بسطح الماء (أي سرعته في الموضع D).

$$Ec_D = \frac{1}{2}mv_D^2$$

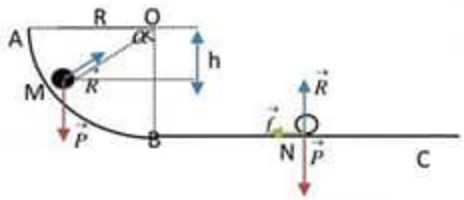
من البيان: $Ec_D = 25kJ$ ومنه:

$$\rightarrow v = \sqrt{\frac{2Ec_D}{m}} = \sqrt{\frac{2\times 25\times 10^3}{80}} = 25m/s$$

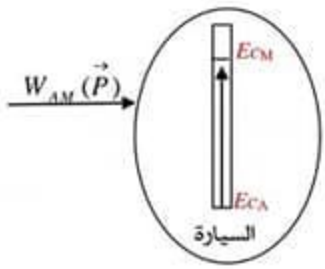
حل التمرين 13:

-1

أ- تمثيل القوى المطبقة على الجسم النقطي بين الموضعين A وB، ثم بين الموضعين B وC.



ب- تمثيل الحصيلة الطاقوية للجملة جسم بين الموقعين A وM، ثم أكتب معادلة انحفاظ الطاقة.



معادلة انحفاظ الطاقة:

$Ec_A + W_{AM}(\vec{P}) = Ec_M$ وبما أن $Ec_A = 0$ فإن: $W_{AM}(\vec{P}) = Ec_M$

ج- إيجاد عبارة السرعة v_M عند الموضع M بدلالة g، R و α .

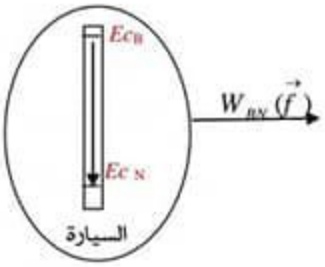
$$W_{AM}(\vec{P}) = Ec_M \rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv_M^2$$

$$\rightarrow v_B = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gR\cos(\alpha)}$$

د- استنتاج قيمة السرعة v_M عند الموضع B.

عند B يكون: $\alpha = 0$ ومنه: $\rightarrow v_B = \sqrt{2gR\cos(0)} = \sqrt{2gR} = \sqrt{2\times 10\times 0.8} = 4m/s$

2- أ- تمثيل الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين الموضعين B وN.



معادلة انحفاظ الطاقة:

$$Ec_B - \left|W_{BN}(\vec{f})\right| = Ec_N$$

أ- التأكد أن علاقة السرعة v بدلالة المسافة المقطوعة BN = x تكتب على الشكل: $v_N^2 = \lambda x + \beta$ حيث يطلب تحديد عبارة كل من λ و β .

$$Ec_B - \left|W_{BN}(\vec{f})\right| = Ec_N$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - |-f.BN| = \frac{1}{2}mv_N^2$$

$$\rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 - f.BN = \frac{1}{2}mv_N^2$$

$$\rightarrow v_N^2 = \frac{\frac{1}{2}mv_B^2 - f.BN}{\frac{1}{2}m}$$

$$\rightarrow v_N^2 = v_B^2 - 2\frac{f.BN}{m}$$

$$\rightarrow v_N^2 = v_B^2 - 2\frac{f.x}{m}$$

$$\rightarrow v_N^2 = -2\frac{f}{m}x + v_B^2$$

وبالمقارنة مع العلاقة المعطاة $v_N^2 = \lambda x + \beta$ يكون: $\beta = v_B^2$ $\lambda = -2\frac{f}{m}$

ب- إيجاد العبارة الرياضية للمنحنى البياني.

البيان خط مستقيم لايمر من المبدأ معادلته من الشكل: $v^2 = ax + b$ حيث a معامل توجيه البيان وb هو نقطة تقاطعالبيان مع محور التراتيب.

ج- استنتاج من المنحنى البياني شدة قوة الإحتكاك.

العلاقة النظرية: $v^2 = -2\frac{f}{m}x + v_B^2$

العلاقة البيانية: $v^2 = ax + b$

بالمقارنة بين العلاقتين النظرية والبيانية نجد: $-2\frac{f}{m} = a \rightarrow f = -\frac{a \times m}{2}$

وحيث أن: $a = \frac{8-4}{2-6} = -1m/s^2$ فإن: $f = -\frac{a \times m}{2} = -\frac{-1 \times 0.1}{2} = 0.05N$