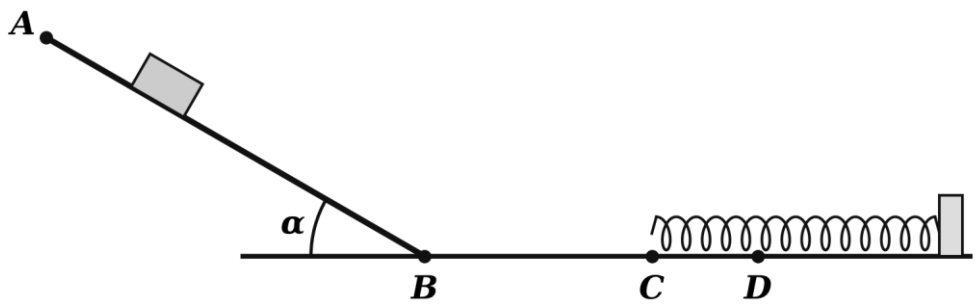
ثانوية: حمو بوتليليس – وهران	السنة الدراسية: 2026/2027
تمارين في الطاقة: مسارات ونوابض	
المستوى: السنة الثانية ثانوي (شعب علمية)	الوحدة: الطاقة الكامنة
الاسم واللقب:	القسم: .....

التمرين الأول

جسم نعتبره نقطيا كتلته $m = 0{,}5\ \text{kg}$ ندفعه من الموضع A أعلى مستو مائل بزاوية $\alpha = 30^\circ$ عن الأفق، طوله $AB = 2{,}5\ \text{m}$ ، بسرعة $v_A = 2{,}5\ \text{m/s}$ ليصل إلى الموضع B بنفس السرعة $v_B = 2{,}5\ \text{m/s}$. يخضع أثناء حركته على الجزء AB إلى قوة احتكاك $\vec{f}$ ثابتة الشدة ومعاكسة لجهة الحركة (الشكل 1). **يعطى:** $g = 10\ \text{N/kg}$.



الشكل (1)

1- مثل القوى المؤثرة على الجسم أثناء حركته على الجزء AB .

2- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم + أرض) أثناء حركته من A إلى B ، ثم اكتب معادلة انحفاظ الطاقة. نختار المستوي الأفقي المار من B مرجعا للطاقة الكامنة الثقالية.

3- استنتج شدة قوة الاحتكاك f .

4- يواصل الجسم حركته على المستوي الأفقي BD تحت تأثير نفس قوة الاحتكاك المحسوبة سابقا ليصل إلى الموضع C بسرعة $v_C = 1\ \text{m/s}$.

أ- بالاستعانة بالحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين B و C ومعادلة انحفاظ الطاقة، احسب المسافة BC .

ب- يصطدم الجسم عند الموضع C بنابض أفقي مهمل الكتلة، ثابت مرونته $K = 100\ \text{N/m}$ ، ليتوقف لحظيا عند الموضع D . احسب قيمة انضغاط النابض $x = CD$ في الحالتين:

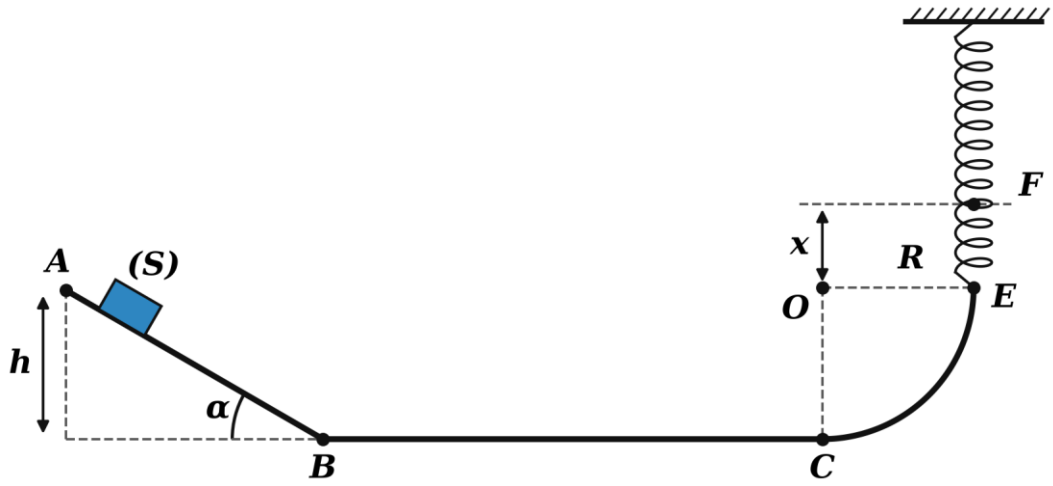
• بإهمال قوة الاحتكاك على المسار CD .

• باعتبار قوة الاحتكاك على المسار CD هي نفسها المحسوبة سابقا.

التمرين الثاني

نترك جسما (S) نعتبره نقطيا كتلته $m = 400\ \text{g}$ في النقطة A لينزل من السكون دون احتكاك على خط الميل الأعظم لمستو مائل بزاوية $\alpha = 30^\circ$ عن المستوي الأفقي المار من B .

يعطى: $AB = 1\ \text{m}$ ، $g = 10\ \text{N/kg}$ ، $\sin 30^\circ = 0{,}5$.



الشكل (2)

الحركة على الجزء AB

1- مثل كيفيا القوى الخارجية المؤثرة على الجسم.

2- احسب عمل ثقل الجسم من A إلى B ، ثم حدد طبيعته (محرك أو مقاوم).

3- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم).

4- اكتب معادلة انحفاظ الطاقة، ثم جد سرعة الجسم v_B في الموضع B .

الحركة على الجزء BC

يواصل الجسم حركته على الطريق الأفقي $BC = 1\ \text{m}$ تحت تأثير قوى احتكاك تكافئ قوة وحيدة $\vec{f}$ ثابتة الشدة ومعاكسة لجهة الحركة. عند وصول الجسم إلى الموضع C تكون طاقته الحركية $E_{cC} = 1{,}8\ \text{J}$.

1- مثل كيفيا القوى الخارجية المؤثرة على الجسم.

2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم) بين B و C ، احسب شدة قوة الاحتكاك f .

الحركة على الجزء CE

يواصل الجسم حركته على المسار الدائري (ربع دائرة مركزها O ونصف قطرها R) ليصل إلى الموضع E بسرعة $v_E = 1\ \text{m/s}$. نهمل الاحتكاك على المسار الدائري.

1- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين الموضعين C و E .

2- اكتب معادلة انحفاظ الطاقة، ثم بين أن نصف قطر المسار الدائري هو $R = 0{,}4\ \text{m}$.

الحركة على الجزء EF

لما يصل الجسم إلى الموضع E يصدم نابضا شاقوليا مهمل الكتلة، حلقاته غير متلاصقة وغير مشوه في البداية، فيضغطه بالمقدار x ويتوقف لحظيا عند الموضع F . نهمل الاحتكاكات على هذا الجزء.

1- أي جملة اخترنا حتى نتمكن من الحصول على معادلة انحفاظ الطاقة التالية: $E_{cE} - m\,g\,x = E_{peF}$ ؟

2- علل جوابك بتقديم حصيلة طاقوية بين الموضعين المحددين للدراسة.

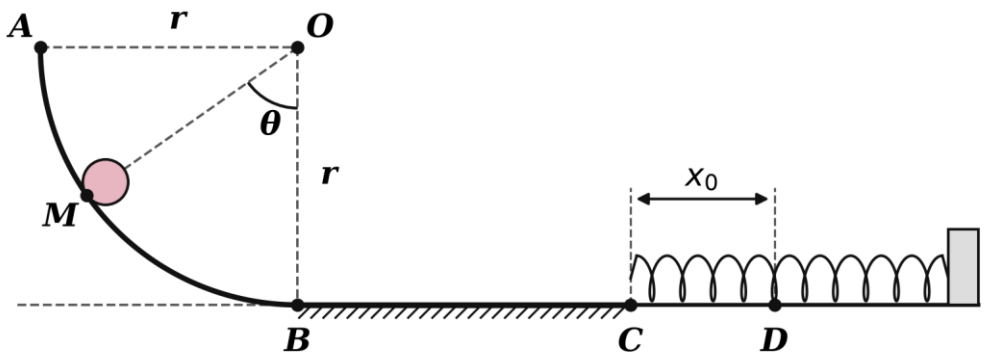
التمرين الثالث

يتألف طريق من جزأين:

• الجزء AB : ربع دائرة شاقولي أملس نصف قطرها r ومركزها O .

• الجزء BC : طريق أفقي خشن طوله $BC = 1\ \text{m}$ (الاحتكاكات تكافئ قوة وحيدة $\vec{f}$ ثابتة الشدة ومعاكسة لجهة الحركة).

نترك كرة نعتبرها نقطية كتلتها $m = 0{,}5\ \text{kg}$ بدون سرعة ابتدائية من الموضع M من الجزء AB ، بحيث يشكل شعاع موضعها $\overrightarrow{OM}$ زاوية θ مع الشاقول OB كما هو موضح في الشكل (3). **يعطى:** $g = 10\ \text{N/kg}$.



الشكل (3)

I

1- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرة في الجزء AB .

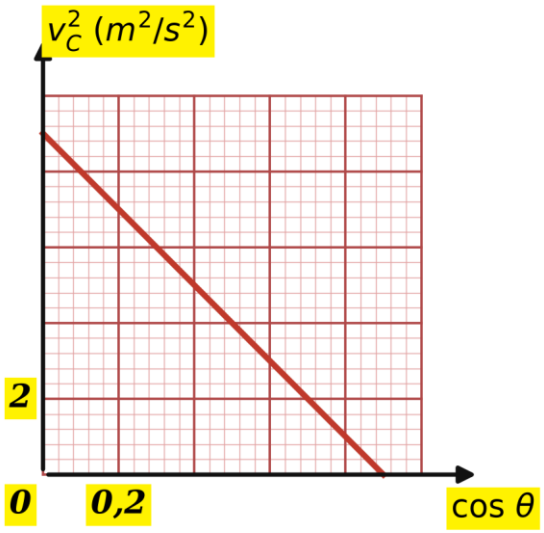
2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (جسم) بين الموضعين M و B ، جد عبارة v_B^2 بدلالة g و r و θ .

3- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرة في الجزء BC .

4- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (جسم) بين B و C ، بين أنه يمكن كتابة عبارة v_C^2 على الشكل: $v_C^2 = a\cos\theta + b$ ، حيث a و b ثابتان يطلب تحديد عبارتيهما.

II

قمنا بتغيير الزاوية θ بتغيير موضع الكرة M من الجزء AB ، وباستعمال برنامج مناسب تمكنا من تحديد سرعة وصول الكرة إلى الموضع C ، فتحصلنا على البيان $v_C^2 = f(\cos\theta)$ في الشكل (4).



الشكل (4)

1- اكتب معادلة البيان.

2- باستغلال البيان والعبارة المتحصل عليها سابقا (I-4)، جد كلا من:

أ- قيمة نصف القطر r .

ب- شدة قوة الاحتكاك f .

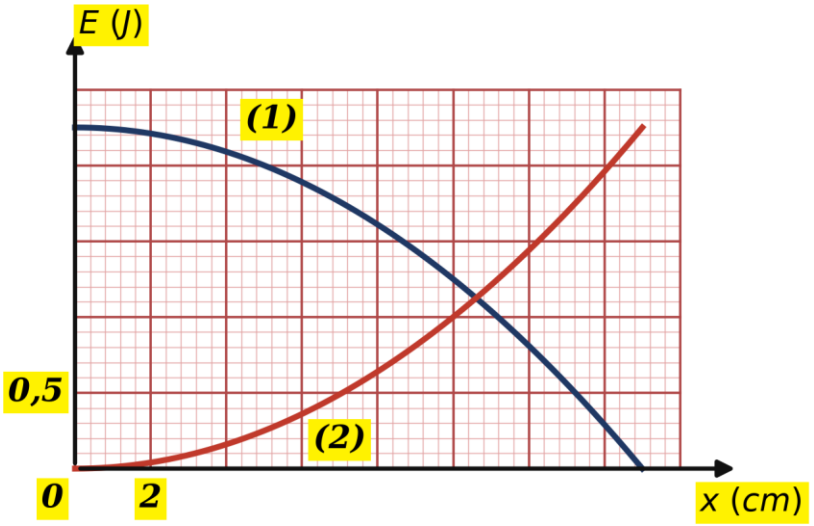
III

نترك الكرة من الموضع A دون سرعة ابتدائية لتصل إلى الموضع C فتصطدم بنابض مرن مهمل الكتلة، حلقاته غير متلاصقة، ثابت مرونته $K = 200\ \text{N/m}$ ، فتتوقف لحظيا في الموضع D بعد قطعها المسافة $x_0 = CD$. نهمل الاحتكاكات على الجزء CD ونعتبر الموضع C مبدأ للفواصل.

1- حدد السرعة التي تصل بها الكرة إلى الموضع C .

2- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الكرة خلال حركتها على الجزء CD .

3- تمثل المنحنيات (1) و(2) في الشكل (5) تغيرات الطاقة الحركية والطاقة الكامنة المرونية للجملة (كرة + نابض) بدلالة الانضغاط x للنابض.



الشكل (5)

أ- أنسب كل منحنى للطاقة الموافقة له مع التعليل.

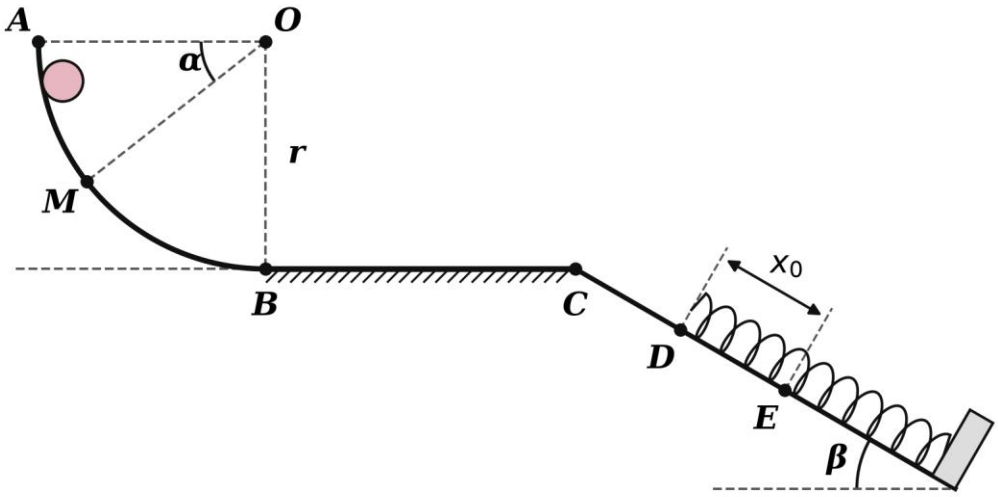
ب- باستغلال المنحنيين، حدد مقدار الانضغاط الأعظمي x_0 للنابض.

ج- استنتج شدة توتر النابض في هذه الحالة.

التمرين الرابع

I

انطلاقا من الموضع A نترك جسما (S) نعتبره نقطيا كتلته $m = 200\ \text{g}$ بدون سرعة ابتدائية ليتحرك على مسار شاقولي AB مارا بالموضع M الذي يصنع شعاع موضعه $\overrightarrow{OM}$ زاوية α مع الأفق OA . المسار AB عبارة عن ربع دائرة مركزها O ونصف قطرها r ، و M موضع متغير من هذا المسار. نهمل الاحتكاكات على هذا الجزء من المسار. **يعطى:** $g = 10\ \text{N/kg}$.



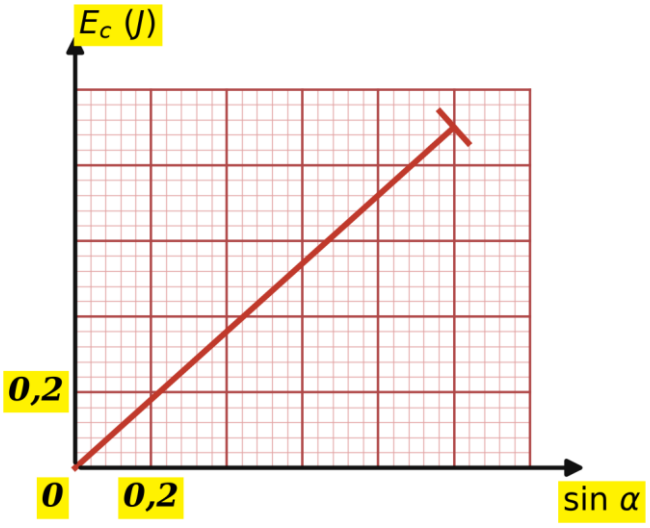
الشكل (6)

1- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الجسم خلال حركته على الجزء AB .

2- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين الموضعين A و M .

3- اكتب معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (جسم) بين الموضعين A و M ، ثم جد عبارة الطاقة الحركية E_c في الموضع M بدلالة m و g و r و α .

4- قمنا بحساب الطاقة الحركية E_c للجسم في الموضع M من أجل قيم مختلفة للزاوية α ومثلنا منحنى تغيرات الطاقة الحركية بدلالة $\sin\alpha$ في الشكل (7).



الشكل (7)

أ- اكتب معادلة البيان.

ب- باستغلال البيان، جد قيمة r نصف قطر المسار الدائري.

ج- استنتج سرعة الجسم v_B في الموضع B .

II

لما يصل الجسم (S) إلى الموضع B يواصل حركته على طريق أفقي خشن طوله $BC = 1\ \text{m}$ حيث يخضع إلى قوة احتكاك $\vec{f}$ ثابتة الشدة ومعاكسة لجهة الحركة، فتنعدم سرعته في الموضع C .

1- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين الموضعين B و C .

2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (جسم) بين الموضعين B و C ، جد شدة قوة الاحتكاك f .

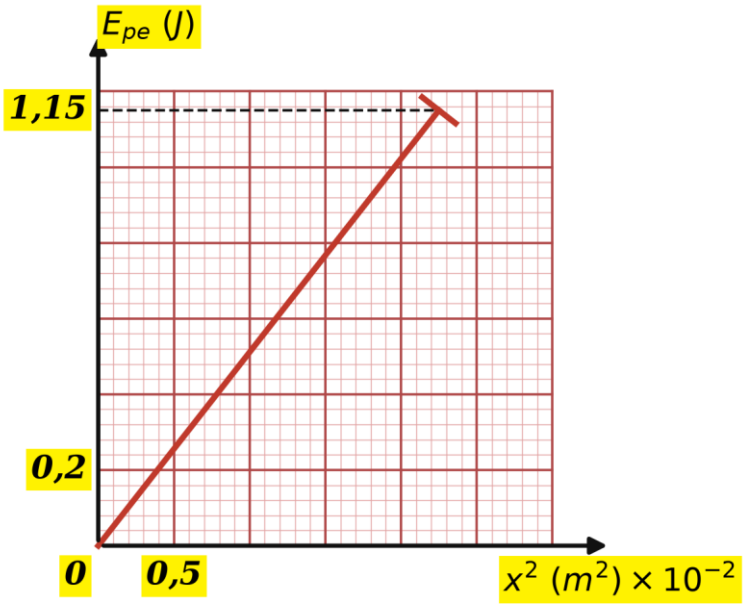
III

نترك الجسم (S) ينزلق من الموضع C بدون سرعة ابتدائية على مستو مائل خال من الاحتكاك يميل عن الأفق بزاوية $\beta = 30^\circ$ ، ليصطدم في الموضع D بنابض مرن مهمل الكتلة، حلقاته غير متلاصقة، ثابت مرونته K ، فيضغطه بالمقدار x_0 ويتوقف لحظيا في الموضع E .

1- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين الموضعين C و D .

2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة للجملة (جسم) بين الموضعين C و D ، جد سرعة اصطدام الجسم بالنابض v_D علما أن: $CD = 1\ \text{m}$.

3- يمثل الشكل (8) بيان تغيرات الطاقة الكامنة المرونية للنابض بدلالة مربع مقدار الانضغاط x^2 للنابض.



الشكل (8)

باستغلال البيان، جد:

أ- مقدار الانضغاط الأعظمي x_0 للنابض.

ب- الطاقة الكامنة المرونية E_{peE} في الموضع E .

ج- ثابت مرونة النابض K .

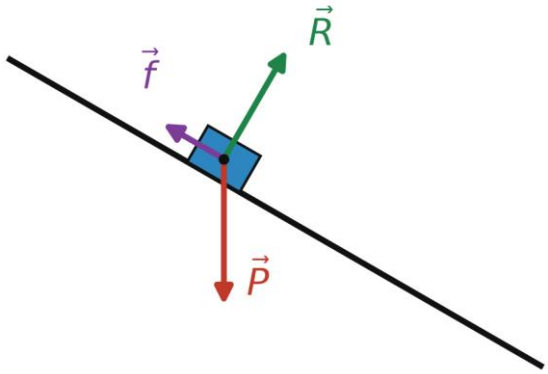
د- استنتج شدة توتر النابض في الموضع E .

بالتوفيق

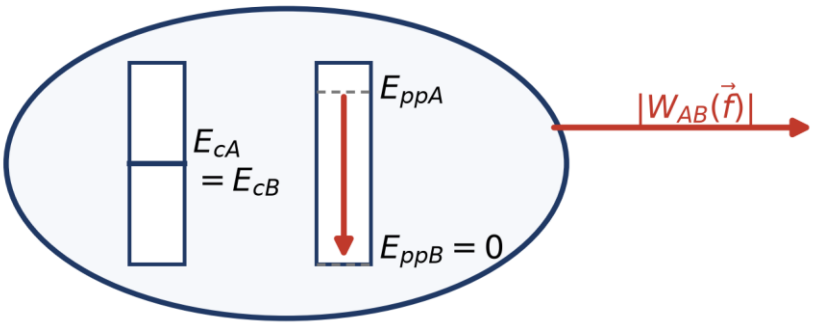
ثانوية: حمو بوتليليس – وهران	السنة الدراسية: 2026/2027
التصحيح المفصل — تمارين في الطاقة: مسارات ونوابض	
المستوى: السنة الثانية ثانوي (شعب علمية)	الوحدة: الطاقة الكامنة

تصحيح التمرين الأول

1- يخضع الجسم لثلاث قوى: ثقله $\vec{P}$ ، رد الفعل الناظمي $\vec{R}$ ، وقوة الاحتكاك $\vec{f}$ المعاكسة لجهة الحركة.



2- الثقل قوة داخلية لأن الأرض ضمن الجملة، وعمل $\vec{R}$ معدوم. تبقى الطاقة الحركية ثابتة لأن $v_A = v_B$ ، وتتناقص الطاقة الكامنة الثقالية، وتفقد الجملة طاقة بعمل قوة الاحتكاك.



الجملة (جسم + أرض)

الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم + أرض) بين A و B

معادلة انحفاظ الطاقة:

$$E_{cA} + E_{ppA} = E_{cB} + E_{ppB} + |W_{AB}(\vec{f})|$$

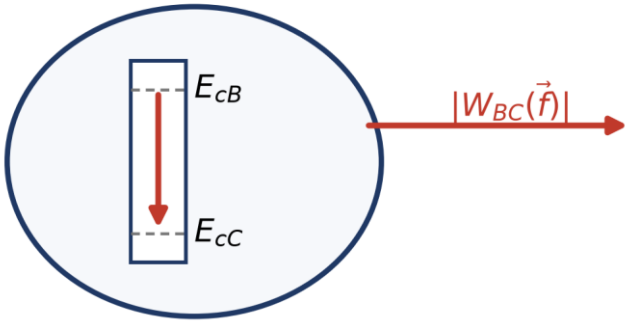
-3 لدينا $E_{cA} = E_{cB}$ و $E_{ppB} = 0$ ، و $E_{ppA} = m\,g\,AB\sin\alpha$ و $|W_{AB}(\vec{f})| = f \cdot AB$. إذن

$m\,g\,AB\sin\alpha = f \cdot AB$ ، ومنه:

$$f = m\,g\sin\alpha = 0{,}5 \times 10 \times 0{,}5 = 2{,}5\ \text{N}$$

-4

أ- عملا $\vec{P}$ و $\vec{R}$ معدومان على المسار الأفقي، وتفقد الجملة (جسم) طاقة بعمل قوة الاحتكاك.



الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين B و C

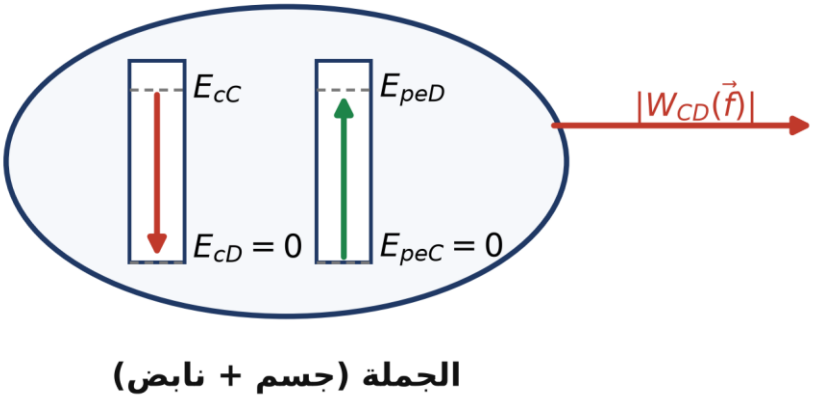
$E_{cB} - f \cdot BC = E_{cC}$ ، حيث:

$$E_{cB} = \frac{1}{2} \times 0{,}5 \times 2{,}5^2 = 1{,}5625\ \text{J}$$

$$E_{cC} = \frac{1}{2} \times 0{,}5 \times 1^2 = 0{,}25\ \text{J}$$

$$BC = \frac{E_{cB} - E_{cC}}{f} = \frac{1{,}5625 - 0{,}25}{2{,}5} = 0{,}525\ \text{m}$$

ب- نختار الجملة (جسم + نابض) بين C و D . عند D تنعدم الطاقة الحركية، وعند C النابض غير مشوه.



الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم + نابض) بين C و D في وجود الاحتكاك

الحالة الأولى، بإهمال الاحتكاك: لا يوجد عمل مقدم للخارج، إذن $E_{cC} = E_{peD}$ أي $\frac{1}{2}\,K\,x^2 = \frac{1}{2}\,m\,v_C^2$ ، ومنه:

$$x = v_C\sqrt{\frac{m}{K}} = 1 \times \sqrt{\frac{0{,}5}{100}} \approx 0{,}071\ \text{m} = 7{,}1\ \text{cm}$$

الحالة الثانية، بوجود الاحتكاك: $E_{cC} = E_{peD} + f \cdot x$ أي:

$$0{,}25 = \frac{1}{2} \times 100 \times x^2 + 2{,}5\,x$$

$$50\,x^2 + 2{,}5\,x - 0{,}25 = 0$$

$$\Delta = 2{,}5^2 + 4 \times 50 \times 0{,}25 = 56{,}25$$

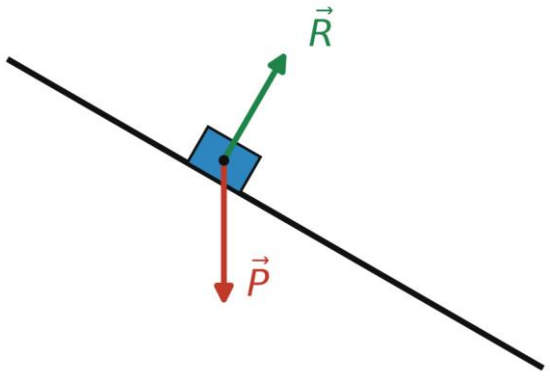
$$x = \frac{-2{,}5 + \sqrt{56{,}25}}{2 \times 50} = \frac{-2{,}5 + 7{,}5}{100} = 0{,}05\ \text{m} = 5\ \text{cm}$$

ونرفض الحل السالب لأن $x > 0$. الانضغاط أصغر من الحالة الأولى لأن جزءا من الطاقة الحركية ضاع بالاحتكاك.

تصحيح التمرين الثاني

الحركة على الجزء AB

1- يخضع الجسم لقوتين: ثقله $\vec{P}$ شاقولي نحو الأسفل، ورد فعل المستوي $\vec{R}$ عمودي على المستوي المائل لانعدام الاحتكاك.

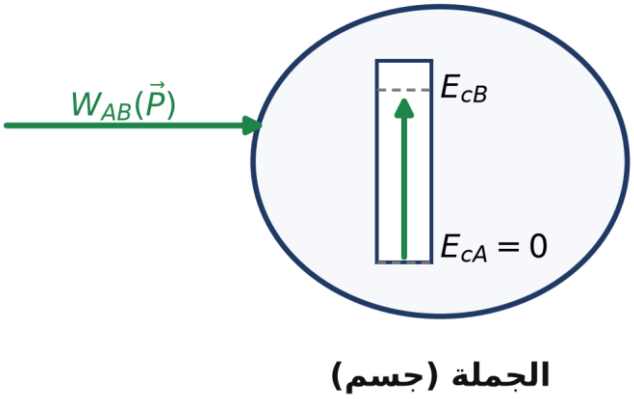


2- الارتفاع: $h = AB\sin\alpha = 1 \times 0{,}5 = 0{,}5\ \text{m}$. عمل الثقل:

$$W_{AB}(\vec{P}) = m\,g\,h = 0{,}4 \times 10 \times 0{,}5 = 2\ \text{J}$$

$W_{AB}(\vec{P}) > 0$: عمل الثقل **محرك.**

3- الجملة (جسم) تستقبل عمل الثقل، وعمل $\vec{R}$ معدوم لأنها عمودية على الانتقال.



الجملة (جسم)

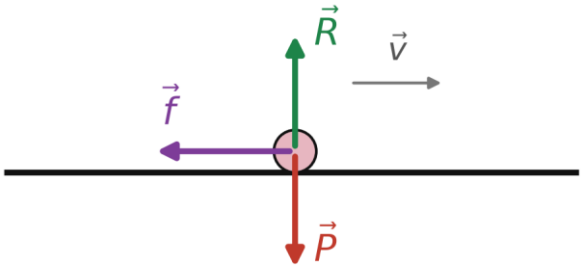
الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين A و B

4- معادلة انحفاظ الطاقة: $E_{cA} + W_{AB}(\vec{P}) = E_{cB}$ مع $E_{cA} = 0$ ، ومنه $E_{cB} = 2\,\text{J}$.

$$v_B = \sqrt{\frac{2\,E_{cB}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 2}{0{,}4}} = \sqrt{10} \approx 3{,}16\,\text{m/s}$$

الحركة على الجزء BC

1- يخضع الجسم لثلاث قوى: الثقل $\vec{P}$ ، رد الفعل الناظمي $\vec{R}$ ، وقوة الاحتكاك $\vec{f}$ المعاكسة لجهة الحركة.

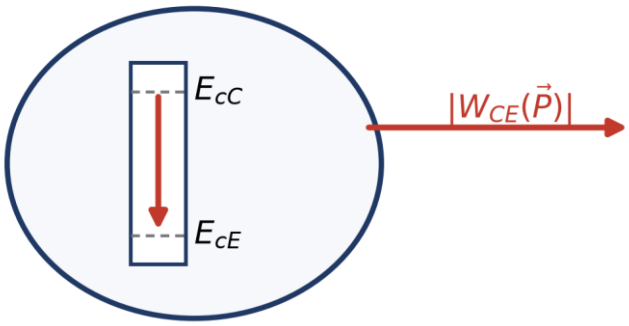


2- عملا $\vec{P}$ و $\vec{R}$ معدومان لأنهما عموديتان على الانتقال الأفقي، ومنه: $E_{cB} - f \cdot BC = E_{cC}$ ، إذن:

$$f = \frac{E_{cB} - E_{cC}}{BC} = \frac{2 - 1{,}8}{1} = 0{,}2\,\text{N}$$

الحركة على الجزء CE

1- الجملة (جسم) تفقد طاقة بعمل الثقل المقاوم لأن الجسم يصعد، وعمل $\vec{R}$ معدوم لأنها عمودية على المسار في كل لحظة.



الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين C و E

2- الموضع E يرتفع عن C بمقدار نصف القطر R ، إذن: $E_{cE} = E_{cC} - m\,g\,R$.

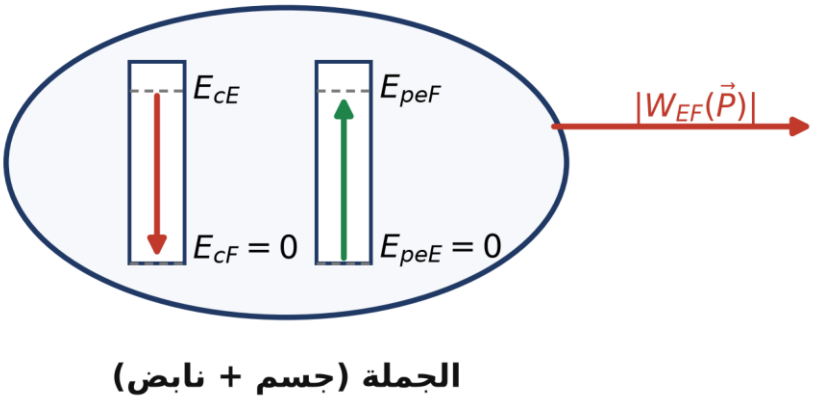
$$E_{cE} = \frac{1}{2}\,m\,v_E^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}4 \times 1^2 = 0{,}2\ \text{J}$$

$$R = \frac{E_{cC} - E_{cE}}{m\,g} = \frac{1{,}8 - 0{,}2}{0{,}4 \times 10} = 0{,}4\ \text{m}$$

الحركة على الجزء EF

1- الجملة المختارة هي **(جسم + نابض)**.

2- تحتوي هذه الجملة على خزانين: طاقة حركية (الجسم) وطاقة كامنة مرونية (النابض). الثقل قوة خارجية لأن الأرض خارج الجملة، وعمله مقاوم لأن الجسم يصعد بالمقدار x .



الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم + نابض) بين E و F

معادلة انحفاظ الطاقة: $E_{cE} + E_{peE} = E_{cF} + E_{peF} + |W_{EF}(\vec{P})|$ مع $E_{peE} = 0$ و $E_{cF} = 0$ و $|W_{EF}(\vec{P})| = m\,g\,x$ ، ومنه:

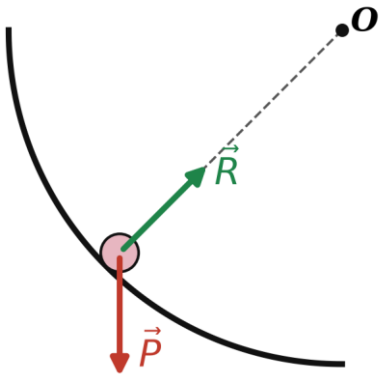
$$E_{cE} - m\,g\,x = E_{peF}$$

ملاحظة: لو أخذنا الجملة (جسم) وحده لما ظهرت E_{peF} ، ولو أضفنا الأرض إلى الجملة لظهرت طاقة كامنة ثقالية بدل الحد $m\,g\,x$.

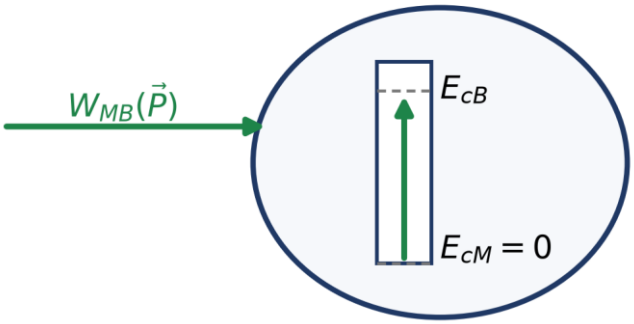
تصحيح التمرين الثالث

I

1- تخضع الكرة لقوتين: ثقلها $\vec{P}$ ، ورد الفعل $\vec{R}$ العمودي على المسار والمتجه نحو المركز O لأن المسار أملس.



2- الحصيلة الطاقوية للجملة (كرة) بين M و B :



الجملة (كرة)

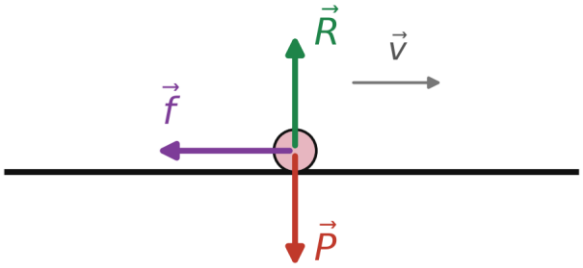
$E_{cM} + W_{MB}(\vec{P}) = E_{cB}$ مع $E_{cM} = 0$ ، والارتفاع المقطوع: $h = r - r\cos\theta = r\,(1 - \cos\theta)$.

إذن:

$$\frac{1}{2}\,m\,v_B^2 = m\,g\,r\,(1 - \cos\theta)$$

$$v_B^2 = 2\,g\,r\,(1 - \cos\theta)$$

-3 تخضع الكرة لثلاث قوى: الثقل $\vec{P}$ ، رد الفعل الناظمي $\vec{R}$ ، وقوة الاحتكاك $\vec{f}$.



-4 عملا $\vec{P}$ و $\vec{R}$ معدومان، ومنه: $E_{cB} - f \cdot BC = E_{cC}$. نقسم على $\frac{m}{2}$:

$$v_C^2 = v_B^2 - \frac{2\,f \cdot BC}{m} = 2\,g\,r\,(1 - \cos\theta) - \frac{2\,f \cdot BC}{m}$$

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

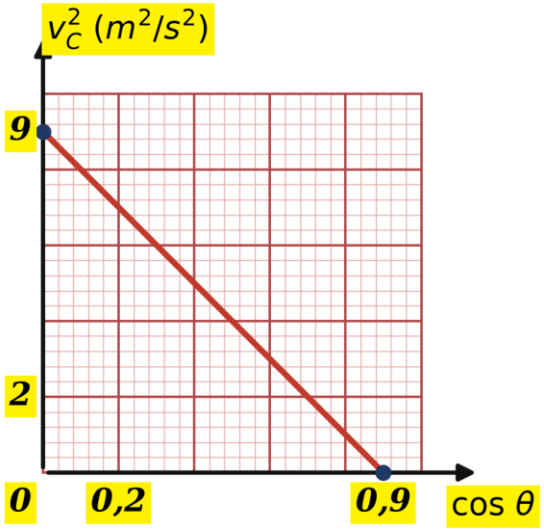
وهي من الشكل $v_C^2 = a\cos\theta + b$ حيث:

$$a = -2\,g\,r$$

$$b = 2\,g\,r - \frac{2\,f \cdot BC}{m}$$

II

-1 البيان خط مستقيم لا يمر بالمبدأ، معادلته $v_C^2 = a\cos\theta + b$. نقرأ: $b = 9\ \mathrm{m^2/s^2}$ ، وينعدم v_C^2 عند $\cos\theta = 0{,}9$.



$$a = \frac{0 - 9}{0{,}9 - 0} = -10\ \mathrm{m^2/s^2}$$

$$v_C^2 = -10\cos\theta + 9$$

-2

أ- $a = -2\,g\,r$ ومنه:

$$r = \frac{-a}{2\,g} = \frac{10}{2 \times 10} = 0{,}5\ \text{m}$$

ب- من عبارة b :

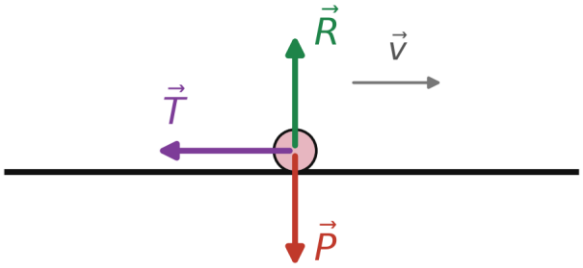
$$f = \frac{m\,(2\,g\,r - b)}{2\,BC} = \frac{0{,}5 \times (10 - 9)}{2 \times 1} = 0{,}25\ \text{N}$$

ملاحظة: من أجل $\cos\theta > 0{,}9$ تتوقف الكرة قبل الوصول إلى C ، لذلك ينتهي البيان عند $\cos\theta = 0{,}9$.

III

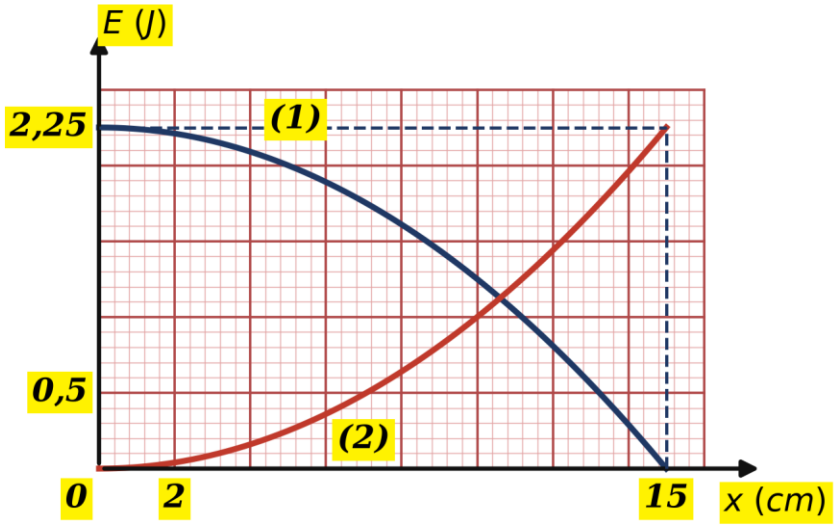
-1 من الموضع A لدينا $\theta = 90^\circ$ أي $\cos\theta = 0$ ، ومنه من البيان: $v_C^2 = 9\ \text{m}^2/\text{s}^2$ ، إذن $v_C = 3\ \text{m/s}$.

-2 تخضع الكرة لثلاث قوى: الثقل $\vec{P}$ ، رد الفعل $\vec{R}$ ، وتوتر النابض $\vec{T}$ المعاكس لجهة الحركة.



-3

أ- المنحنى (1): **الطاقة الحركية**، لأنها تتناقص مع الانضغاط حتى تنعدم عند توقف الكرة. المنحنى (2): **الطاقة الكامنة المرونية**، لأنها معدومة عند $x = 0$ وتتزايد مع x حسب $E_{pe} = \frac{1}{2}\,K\,x^2$.



ب- عند الانضغاط الأعظمي تنعدم الطاقة الحركية: يقطع المنحنى (1) محور الفواصل عند $x_0 = 15\ \text{cm}$.

تحقق: $E_{cC} = \frac{1}{2} \times 0{,}5 \times 9 = 2{,}25\ \text{J}$ ، ومنه:

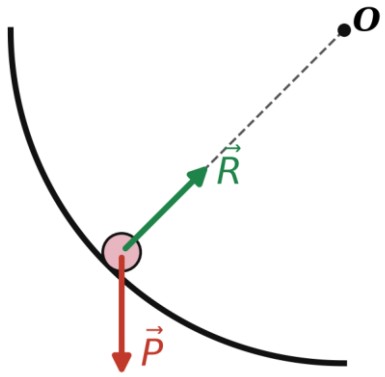
$$x_0 = \sqrt{\frac{2\,E_{cC}}{K}} = \sqrt{\frac{2 \times 2{,}25}{200}} = 0{,}15\ \text{m}$$

ج- $T = K\,x_0 = 200 \times 0{,}15 = 30\ \text{N}$

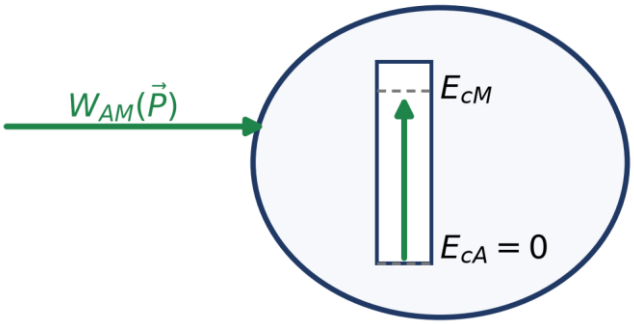
تصحيح التمرين الرابع

I

1- يخضع الجسم لقوتين: ثقله $\vec{P}$ ، ورد الفعل $\vec{R}$ العمودي على المسار والمتجه نحو المركز O .



2- الجملة (جسم) تستقبل عمل الثقل، وعمل $\vec{R}$ معدوم.



الجملة (جسم)

الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين A و M

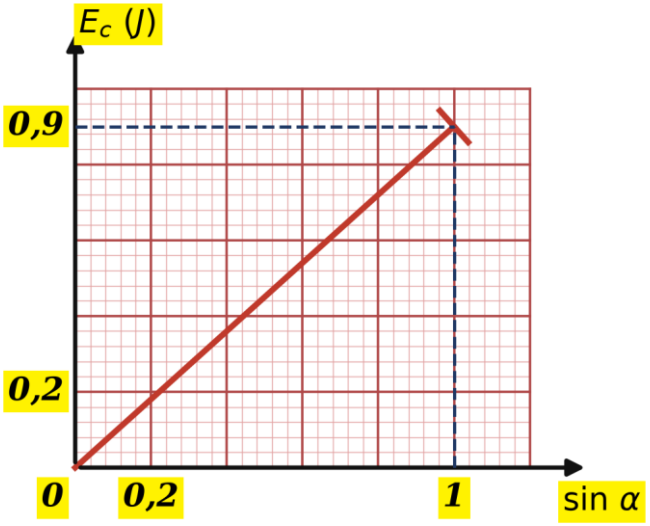
3- $E_{cA} + W_{AM}(\vec{P}) = E_{cM}$ مع $E_{cA} = 0$ ، والارتفاع المقطوع: $h = r\sin\alpha$. إذن:

$$E_c = m\,g\,r\sin\alpha$$

-4

أ- البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ، ومن النقطة ($E_c = 0{,}9$ J ; $\sin\alpha = 1$) معامل توجيهه 0,9 J :

$$E_c = 0{,}9 \sin\alpha$$



ب- بالمطابقة مع $E_c = m\,g\,r \sin\alpha$: $m\,g\,r = 0{,}9$ J ، ومنه:

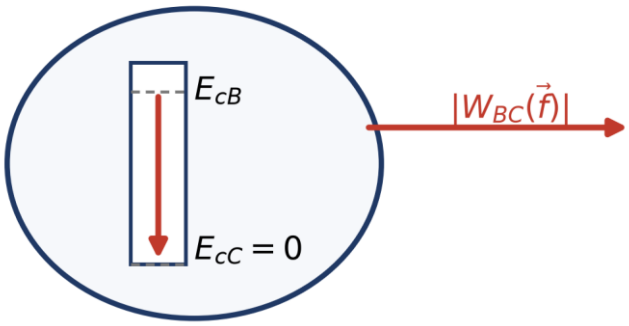
$$r = \frac{0{,}9}{0{,}2 \times 10} = 0{,}45 \text{ m}$$

ج- في الموضع B : $\alpha = 90^\circ$ أي $\sin\alpha = 1$ ، ومنه $E_{cB} = 0{,}9$ J .

$$v_B = \sqrt{\frac{2\,E_{cB}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 0{,}9}{0{,}2}} = 3 \text{ m/s}$$

II

-1 تفقد الجملة (جسم) كل طاقتها الحركية بعمل قوة الاحتكاك، وعملا $\vec{P}$ و $\vec{R}$ معدومان.



الجملة (جسم)

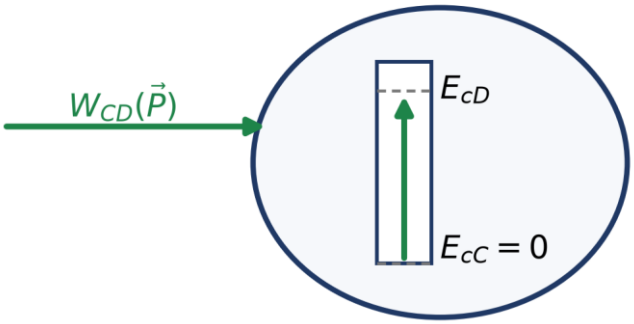
الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين B و C

-2 $E_{cB} - f \cdot BC = E_{cC}$ مع $E_{cC} = 0$:

$$f = \frac{E_{cB}}{BC} = \frac{0,9}{1} = 0,9\ \text{N}$$

III

-1 تستقبل الجملة (جسم) عمل الثقل، وعمل $\vec{R}$ معدوم لانعدام الاحتكاك.



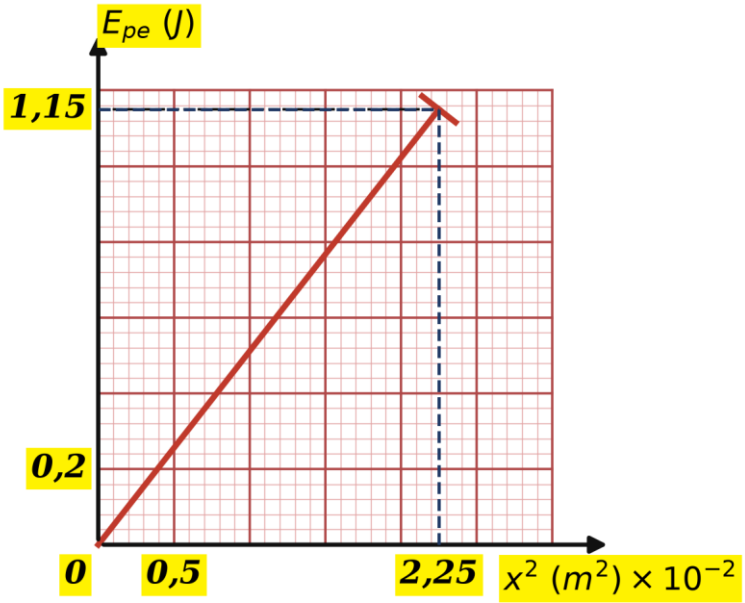
الجملة (جسم)

الحصيلة الطاقوية للجملة (جسم) بين C و D

-2 $E_{cC} + m\,g\,CD\sin\beta = E_{cD}$ مع $E_{cC} = 0$:

$$v_D = \sqrt{2\,g\,CD\sin\beta} = \sqrt{2 \times 10 \times 1 \times 0,5} = \sqrt{10} \approx 3,16\ \text{m/s}$$

-3



أ- ينتهي البيان عند $x^2 = 2,25 \times 10^{-2}\ \text{m}^2$ (الانضغاط الأعظمي)، ومنه:

$$x_0 = \sqrt{2,25 \times 10^{-2}} = 0,15\ \text{m}$$

ب- نقرأ من البيان: $E_{peE} = 1,15\ \text{J}$.

ج- $E_{pe} = \frac{1}{2} K x^2$ ، إذن البيان خط مستقيم معامل توجيهه $\frac{K}{2}$:

$$K = \frac{2\,E_{peE}}{x_0^2} = \frac{2 \times 1{,}15}{2{,}25 \times 10^{-2}} \approx 102\ \text{N/m}$$

د- $T = K x_0 \approx 102 \times 0{,}15 \approx 15{,}3\ \text{N}$

تحقق: بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم + نابض) بين D و E : $E_{peE} = E_{cD} + m g x_0 \sin\beta =$

$1 + 0{,}2 \times 10 \times 0{,}15 \times 0{,}5 = 1{,}15\ \text{J}$ ، وهي القيمة المقروءة من البيان.

ملاحظة: تقبل القيم المقروءة بيانيا في حدود دقة القراءة.