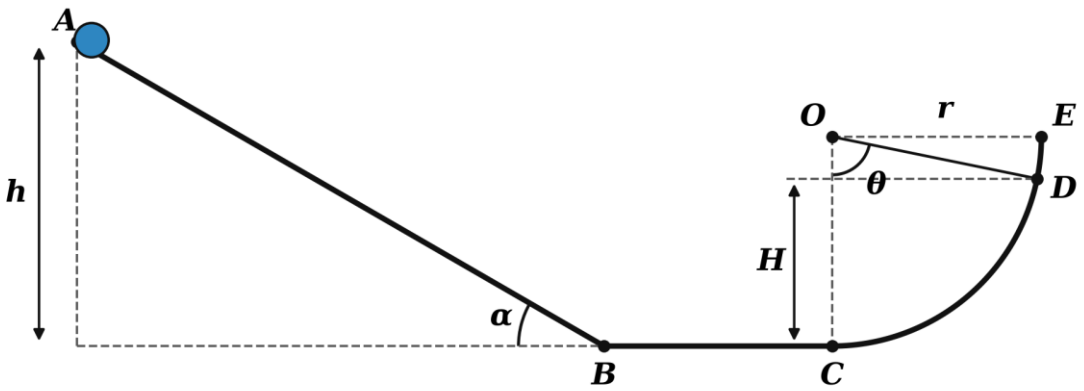
ثانوية:	السنة الدراسية: 2027/2026
تمرين في الطاقة: كرة على مستو مائل ثم مسار أفقي وربع دائرة	
المستوى: السنة الثانية ثانوي (شعب علمية)	المدة: 45 دقيقة
الاسم واللقب:	القسم: .....

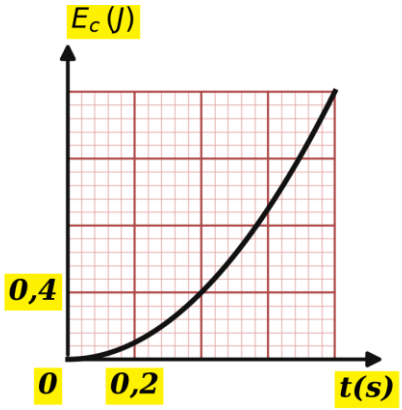
التمرين (12 نقطة)

تنزل كرة نعتبرها نقطية كتلتها $m = 0{,}2\ \text{kg}$ بدون سرعة ابتدائية من الموضع A على مستو مائل AB يصنع زاوية $\alpha = 30^\circ$ مع الأفق. نهمل الاحتكاكات على هذا الجزء، ونأخذ شدة الجاذبية الأرضية $g = 10\ \text{N/kg}$.



الجزء AB

مكنتنا تقنية خاصة من رسم المنحنى البياني $E_c = f(t)$ لتغيرات الطاقة الحركية للكرة خلال الانتقال AB (الشكل 2)، حيث توافق آخر نقطة من المنحنى وصول الكرة إلى الموضع B.



1- أعد رسم الكرة على الجزء AB ، ثم مثل كيفيا القوى المؤثرة عليها. (1 ن)

2- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (كرة) بين الموضعين A و B . (1 ن)

3- جد بيانيا الطاقة الحركية E_{cB} للكرة في الموضع B ، واستنتج سرعتها v_B . (2 ن)

4- جد عمل قوة الثقل $W_{AB}(\vec{P})$ ، واستنتج الارتفاع h . (2 ن)

الجزء BC

تواصل الكرة حركتها على المستوي الأفقي $BC = 60\ \text{cm}$ تحت تأثير قوى احتكاك نعتبرها تكافئ قوة وحيدة $\vec{f}$ ثابتة الشدة ومعاكسة لجهة الحركة.

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

2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (كرة) بين الموضعين B و C ، جد شدة قوة الاحتكاك f إذا علمت أن الطاقة الحركية للكرة في الموضع C هي $E_{cC} = 0{,}4\ \text{J}$. (1 ن)

الجزء CD

تواصل الكرة حركتها على المسار CE الذي هو ربع دائرة مركزها O ونصف قطرها $r = 25\ \text{cm}$ (نهمل جميع الاحتكاكات)، فتتوقف لحظيا عند الموضع D . نختار المستوي الأفقي المار بـ C مرجعا للطاقة الكامنة الثقالية.

1- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (كرة + أرض) بين الموضعين C و D . (1 ن)

2- بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (كرة + أرض) بين الموضعين C و D ، جد قيمة الارتفاع H . (1 ن)

3- جد قيمة الزاوية θ . (2 ن)

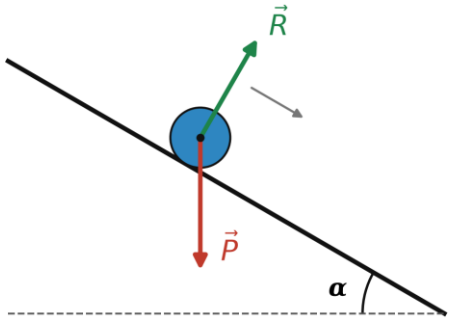
بالتوفيق

ثانوية:	السنة الدراسية: 2027/2026
التصحيح النموذجي وسلم التنقيط — تمرين في الطاقة: كرة على مستو مائل ثم مسار أفقي وربع دائرة	
المستوى: السنة الثانية ثانوي (شعب علمية)	المدة: 45 دقيقة

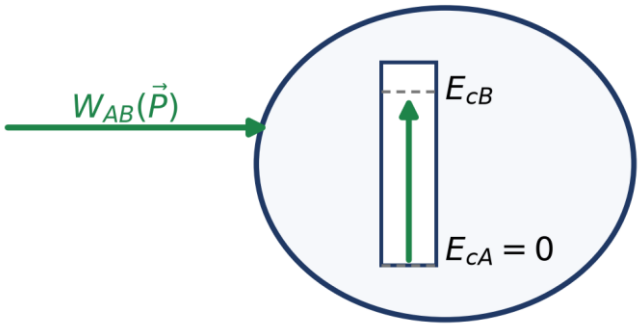
التمرين (12 نقطة)

الجزء AB

1- تخضع الكرة لقوتين: ثقلها $\vec{P}$ شاقولي نحو الأسفل (0,5 ن) ، ورد فعل المستوي $\vec{R}$ عمودي على المستوي المائل لانعدام الاحتكاك. (0,5 ن)



2- الجملة (كرة) تستقبل عمل الثقل $W_{AB}(\vec{P}) > 0$ ، وعمل $\vec{R}$ معدوم لأنها عمودية على الانتقال. الحصيلة: $E_{cA} + W_{AB}(\vec{P}) = E_{cB}$ مع $E_{cA} = 0$. (1 ن)



الجملة (كرة)

3- سلم الرسم: 1 cm → 0,2 s و 1 cm → 0,4 J . آخر نقطة من المنحنى: $t_B = 0{,}8$ s و $E_{cB} = 1{,}6$ J . (1 ن)

$4 \times 0{,}4 = 1{,}6$

ومنه: $E_{cB} = \frac{1}{2} m v_B^2$

$$v_B = \sqrt{\frac{2\,E_{cB}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}6}{0{,}2}} = 4\ \text{m/s}$$

(1 ن)

4- من الحصيلة الطاقوية: $W_{AB}(\vec{P}) = E_{cB} - E_{cA} = 1{,}6 - 0 = 1{,}6\ \text{J}$. (1 ن)

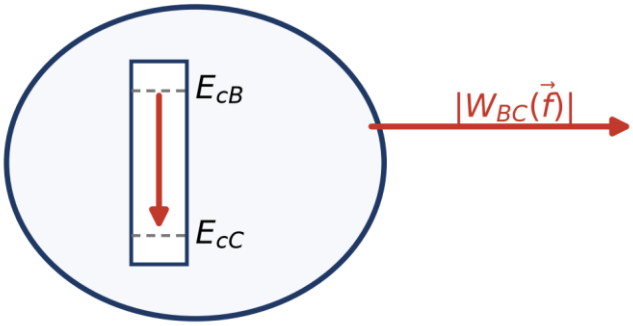
و $W_{AB}(\vec{P}) = m\,g\,h$ ومنه:

$$h = \frac{W_{AB}(\vec{P})}{m\,g} = \frac{1{,}6}{0{,}2 \times 10} = 0{,}8\ \text{m}$$

(1 ن)

الجزء BC

1- الجملة (كرة) تفقد طاقة بعمل قوة الاحتكاك $W_{BC}(\vec{f}) < 0$ ، وعملا $\vec{P}$ و $\vec{R}$ معدومان لأنهما عموديتان على الانتقال الأفقي. الحصيلة: $E_{cB} = E_{cC} + |W_{BC}(\vec{f})|$. (1 ن)



الجملة (كرة)

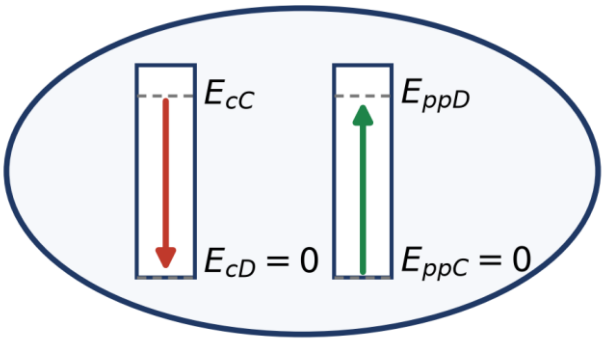
2- $E_{cB} - f \cdot BC = E_{cC}$ ومنه:

$$f = \frac{E_{cB} - E_{cC}}{BC} = \frac{1{,}6 - 0{,}4}{0{,}6} = 2\ \text{N}$$

(1 ن)

الجزء CD

1- الجملة (كرة + أرض) لا تتبادل عملا مع الوسط الخارجي (عمل $\vec{R}$ معدوم لأنها عمودية على المسار في كل لحظة)، فتتحول طاقتها الحركية إلى طاقة كامنة ثقالية: $E_{cD} + E_{ppD} = E_{cC} + E_{ppC}$ مع $E_{ppC} = 0$ و $E_{cD} = 0$. (ن 1)



الجملة (كرة + أرض)

2- $E_{cC} = E_{ppD} = m\,g\,H$ ومنه:

$$H = \frac{E_{cC}}{m\,g} = \frac{0{,}4}{0{,}2 \times 10} = 0{,}2\ \text{m} = 20\ \text{cm}$$

(ن 1)

3- من الشكل: $H = r - r\cos\theta$ (ن 0,5) ، ومنه:

$$\cos\theta = 1 - \frac{H}{r} = 1 - \frac{20}{25} = 0{,}2$$

(ن 1)

إذن $\theta \approx 78{,}5^\circ$. (ن 0,5)

سلم التنقيط المفصل

السؤال	التوزيع	المجموع
AB 1	$0{,}5 : \vec{P}$ ، $0{,}5 : \vec{R}$	1
AB 2	الحصيلة الطاقوية	1
AB 3	$1 : E_{cB}$ ، $1 : v_B$	2
AB 4	$1 : W_{AB}(\vec{P})$ ، $1 : h$	2
BC 1	الحصيلة الطاقوية	1
BC 2	f	1
CD 1	الحصيلة الطاقوية	1
CD 2	H	1
CD 3	العلاقة: 0,5 ، $1 : \cos\theta$ ، $0{,}5 : \theta$	2
المجموع		12

ملاحظة: تقبل كل طريقة حل صحيحة أخرى، وتقبل القيم المقروءة بيانيا في حدود دقة القراءة.