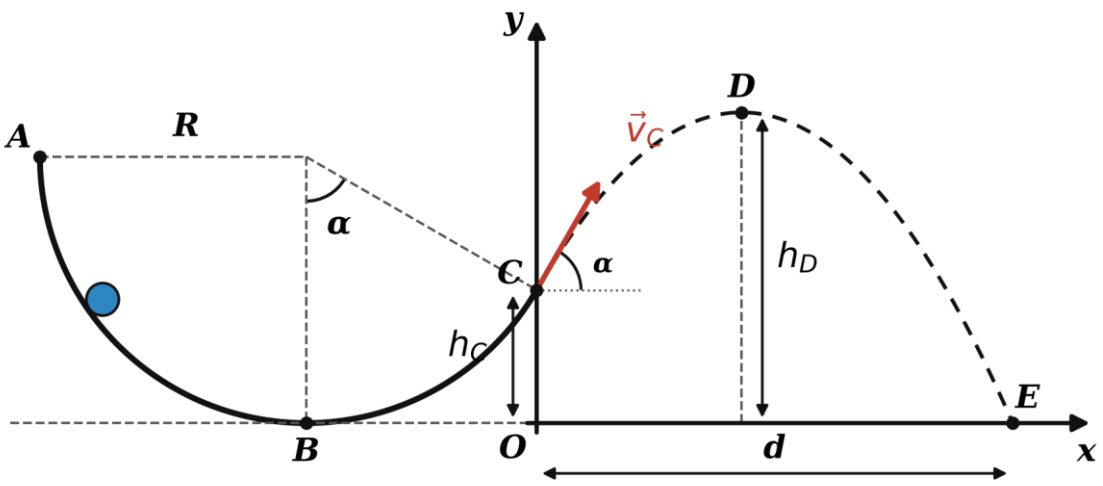
ثانوية:	السنة الدراسية: 2027/2026
تمرين في الطاقة: جسم على مسار دائري ثم حركته في الهواء	
المستوى: السنة الثانية ثانوي (شعب علمية)	المدة: 45 دقيقة
الاسم واللقب:	القسم: .....

التمرين (12 نقطة)

ينطلق جسم صلب (S) نعتبره نقطيا كتلته $m = 400\ \text{g}$ بسرعة ابتدائية v_A من الموضع A الواقع على نفس المستوي الأفقي لمركز المسار الدائري ABC الذي نصف قطره $R = 90\ \text{cm}$ ، فيمر بالموضع B بسرعة $v_B = 5\ \text{m/s}$ ثم يبلغ الموضع C بسرعة v_C (الشكل 1).

نهمل كل قوى الاحتكاك، ونعطي: $g = 10\ \text{N/kg}$ و $\alpha = 60^\circ$.



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

2- اكتب معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (جسم) بين الموضعين A و B . (1 ن)

3- استنتج سرعة الجسم (S) في الموضع A . (1 ن)

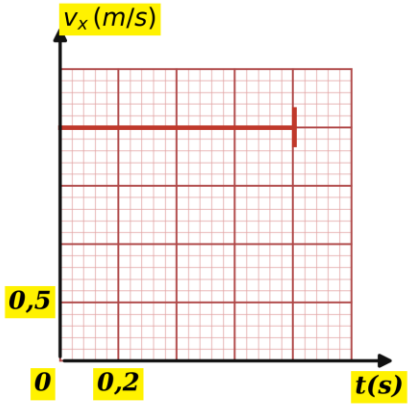
4- احسب h_C ارتفاع الموضع C عن المستوي الأفقي BE . (1 ن)

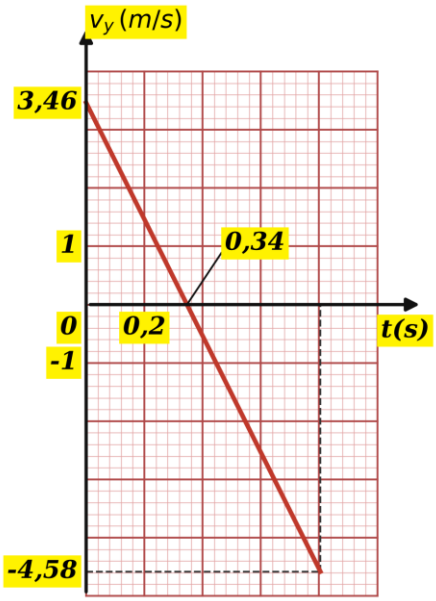
5- مثل القوى الخارجية المؤثرة على الجسم (S) خلال حركته على الجزء BC . (1 ن)

6- اكتب معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (جسم) بين الموضعين B و C ، ثم استنتج سرعة الجسم (S) في الموضع C . (1,5 ن)

7- لما يصل الجسم (S) إلى الموضع C يغادر المسار الدائري ليواصل حركته في الهواء مارا بالموضع D الموافق لأعلى ارتفاع (الذروة)، ليصطدم في النهاية بالأرض في الموضع E . نهمل احتكاك الجسم مع الهواء.

يمثل الشكلان (2) و (3) مركبتي السرعة v_x و v_y للجسم (S) وفق المحورين (Ox) و (Oy) ، ابتداء من لحظة مروره بالموضع C $(t = 0)$. باستغلال منحنيي الشكلين (2) و (3)، جد:





أ- المسافة الأفقية d . (1,5 ن)

ب- h_D أقصى ارتفاع يبلغه الجسم خلال حركته بالنسبة للمستوي الأفقي BE . (1,5 ن)

ج- v_E سرعة ارتطام الجسم بسطح الأرض في الموضع E . (1 ن)

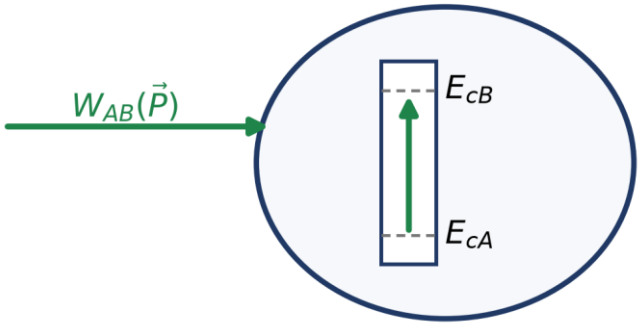
د- قيمة الطاقة الحركية للجسم في كل من الموضعين D و E . (1,5 ن)

بالتوفيق

ثانوية:	السنة الدراسية: 2027/2026
التصحيح النموذجي وسلم التنقيط — تمرين في الطاقة: جسم على مسار دائري ثم حركته في الهواء	
المستوى: السنة الثانية ثانوي (شعب علمية)	المدة: 45 دقيقة

التمرين (12 نقطة)

1- الجملة (جسم) تستقبل عمل الثقل $W_{AB}(\vec{P}) > 0$ (نزول)، وعمل $\vec{R}$ معدوم لأنها عمودية على المسار في كل لحظة. **(1 ن)**



الجملة (جسم)

2- $E_{cA} + W_{AB}(\vec{P}) = E_{cB}$ ، مع $W_{AB}(\vec{P}) = m\,g\,R$ لأن A على ارتفاع R من B : **(0,5 ن)**

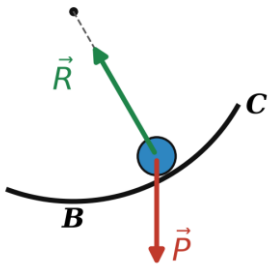
$$\frac{1}{2}\,m\,v_A^2 + m\,g\,R = \frac{1}{2}\,m\,v_B^2$$

(0,5 ن)

3- $v_A = \sqrt{v_B^2 - 2\,g\,R} = \sqrt{25 - 2 \times 10 \times 0{,}9} = \sqrt{7} \approx 2{,}65\ \text{m/s}$ **(1 ن)**

4- من الشكل: $h_C = R - R\cos\alpha$ (0,5 ن) ، ومنه: $h_C = 0{,}9\,(1 - 0{,}5) = 0{,}45\ \text{m}$. **(0,5 ن)**

5- يخضع الجسم لقوتين: ثقله $\vec{P}$ شاقولي نحو الأسفل (0,5 ن) ، ورد فعل المسار $\vec{R}$ عمودي على المسار ومتجه نحو المركز لانعدام الاحتكاك. **(0,5 ن)**



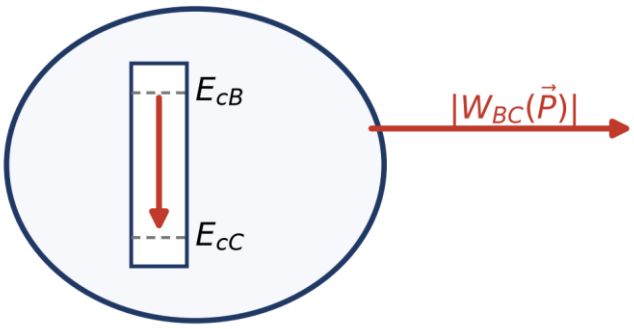
-6 الجملة (جسم) تفقد طاقة بعمل الثقل $W_{BC}(\vec{P}) = -m\,g\,h_C$ (صعود)، وعمل $\vec{R}$ معدوم: (0,5 ن)

$$\frac{1}{2}\,m\,v_B^2 - m\,g\,h_C = \frac{1}{2}\,m\,v_C^2$$

(0,5 ن)

$$v_C = \sqrt{v_B^2 - 2\,g\,h_C} = \sqrt{25 - 2 \times 10 \times 0{,}45} = \sqrt{16} = 4\ \text{m/s}$$

(0,5 ن)



الجملة (جسم)

-7 من الشكلين: $v_x = 2\ \text{m/s}$ ثابتة، و v_y تتناقص خطيا من $3{,}46\ \text{m/s}$ عند C إلى $-4{,}58\ \text{m/s}$ عند E.

تحقق: $v_x = v_C\cos\alpha = 4 \times 0{,}5 = 2\ \text{m/s}$ و $v_{y0} = v_C\sin\alpha = 4 \times 0{,}866 = 3{,}46\ \text{m/s}$.

أ- ميل المستقيم $v_y = f(t)$: $a = \frac{0 - 3{,}46}{0{,}346} = -10\ \text{m/s}^2$ ، فلحظة الوصول إلى E : $t_E = \frac{-4{,}58 - 3{,}46}{-10} \approx 0{,}80\ \text{s}$. (0,5 ن)

الحركة وفق (Ox) منتظمة:

$$d = v_x\,t_E = 2 \times 0{,}80 \approx 1{,}6\ \text{m}$$

(1 ن)

ب- عند الذروة D تنعدم v_y فتكون السرعة $v_D = v_x = 2\ \text{m/s}$. بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة (جسم) بين C و D : (0,5 ن)

$\frac{1}{2}\,m\,v_C^2 - m\,g\,(h_D - h_C) = \frac{1}{2}\,m\,v_D^2$ ومنه:

$$h_D = h_C + \frac{v_C^2 - v_D^2}{2\,g} = 0{,}45 + \frac{16 - 4}{20} = 1{,}05\ \text{m}$$

(1 ن)

(أو: الارتفاع فوق C يساوي مساحة المثلث تحت $v_y = f(t)$ بين 0 و $0{,}346\ \text{s}$: $\frac{1}{2} \times 3{,}46 \times 0{,}346 \approx 0{,}6\ \text{m}$.)

ج- $v_{yE} = -4{,}58\ \text{m/s}$ و $v_x = 2\ \text{m/s}$:

$$v_E = \sqrt{v_x^2 + v_{yE}^2} = \sqrt{4 + 21} = 5\ \text{m/s}$$

(0,5 ن)

وهي تساوي v_B ، وهذا متوقع لأن B و E على نفس المستوي الأفقي ولا توجد احتكاكات. (0,5 ن)

د- في الموضع D :

$$E_{cD} = \frac{1}{2} m v_D^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}4 \times 2^2 = 0{,}8\ \text{J}$$

(0,75 ن)

في الموضع E :

$$E_{cE} = \frac{1}{2} m v_E^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}4 \times 5^2 = 5\ \text{J}$$

(0,75 ن)

سلم التنقيط المفصل

السؤال	التوزيع	المجموع
1	الحصيلة الطاقوية	1
2	عبارة $W_{AB}(\vec{P})$: 0,5 ؛ المعادلة: 0,5	1
3	v_A	1
4	العلاقة: 0,5 ؛ h_C : 0,5	1
5	$\vec{P}$: 0,5 ؛ $\vec{R}$: 0,5	1
6	الحصيلة: 0,5 ؛ المعادلة: 0,5 ؛ v_C : 0,5	1,5
7 أ	t_E : 0,5 ؛ d : 1	1,5
7 ب	v_D : 0,5 ؛ h_D : 1	1,5
7 ج	v_E : 0,5 ؛ التعليق: 0,5	1
7 د	E_{cD} : 0,75 ؛ E_{cE} : 0,75	1,5
المجموع		12

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