

## 01

اختيار الجواب الصحيح :

• تُكتب عبارة الطاقة الكامنة الثقالية على الشكل : (أ)  $E_{pp} = Mgz$

ملاحظة مهمة جدًا : الطاقة الكامنة الثقالية تُكتب على الشكل  $E_{pp} = Mgz$  فقط لما يكون المحور  $Oz$  موجّها نحو الأعلى .

شرط كتابة هذه العبارة هو اختيار وضع مرجعي تكون عنده الطاقة الكامنة الثقالية معدومة ويوافق  $z = 0$  .

• الطاقة الكامنة الثقالية (أ) تتعلق بمرجع الدراسة ، أي باختيار مبدأ المحور  $Oz$  .

• التغيّر في الطاقة الكامنة الثقالية (ب) لا يتعلق بمرجع الدراسة ، (الارتفاع هو الفرق بين فاصلتين  $z_1$  و  $z_2$  ، أي مستقل عن المبدأ) .

• عبارة التغيّر في الطاقة الكامنة الثقالية هي (ب)  $\Delta E_{pp} = -W_{AB}(\vec{P})$

• عندما ينتقل جسم نحو الأعلى ، فإن طاقته الكامنة الثقالية (ب) تزداد (لأن الارتفاع يزداد) .

• عندما ينتقل جسم على مستو أفقي ، فإن طاقته الكامنة الثقالية (ج) تبقى ثابتة (لأن الارتفاع يبقى ثابتًا) .

## 02

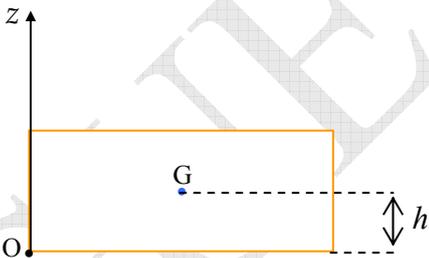
تُعني بالعبارة :  $\langle\langle$  الطاقة الكامنة الثقالية معرفة بتقريب ثابت  $\rangle\rangle$  أنه لا يُمكن حسابها إلا إذا اخترنا وضعًا مرجعيًا ، أي أن :

$$E_{pp} = Mgh + E_{pp0} \text{ ، حيث } (E_{pp0}) \text{ هو الثابت المقصود .}$$

## 03

الطاقة الكامنة الثقالية تخصّ الجملة (الجسم + الأرض) ، أي أنها ناتجة عن الفعل المتبادل بين الجسم والأرض ، لهذا لا نتكلم عن طاقة كامنة ثقالية للجملة (جسم) .

## 04



الشكل - 1

1 - فاصلة مركز ثقل الأجورة هي  $z = h = \frac{10}{2} = 5 \text{ cm}$  ، انظر للشكل - 1

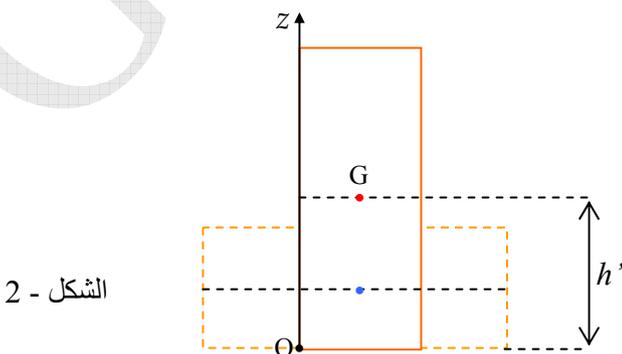
$$E_{pp} = Mgz = 2,4 \times 9,8 \times 5 \times 10^{-2} = 1,17 \text{ J}$$

2 - لدينا فاصلة مركز الثقل  $z = h' = \frac{30}{2} = 15 \text{ cm}$  ، انظر للشكل - 2

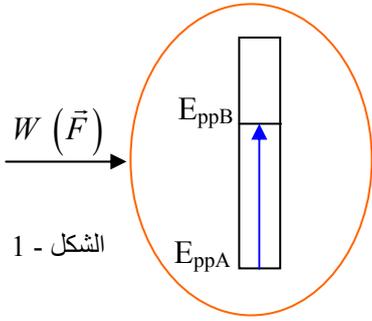
$$E'_{pp} = Mgz = 2,4 \times 9,8 \times 15 \times 10^{-2} = 3,53 \text{ J}$$

3 - التغيّر في طاقتها الكامنة  $\Delta E_{pp} = E'_{pp} - E_{pp}$

$$\Delta E_{pp} = 3,53 - 1,17 = 2,36 \text{ J}$$



الشكل - 2



الشكل - 1

1 - الحصيعة الطاقوية : (الشكل - 1) . لدينا  $E_{cA} = E_{cB} = 0$  .  
نعتبر أن المستوي AD هو الوضع المرجعي .

2 - معادلة انحفاظ الطاقة  $E_{ppA} + W(\vec{F}) = E_{ppB}$  ، حيث  $\vec{F}$  هي القوة التي يؤثر بها الحبل .

$$W_{AB}(\vec{F}) = E_{ppB} - E_{ppA} = Mg(h_B - h_A) = 500 \times 9,8 \times 6 = 2,94 \times 10^4 \text{ J} \quad - 3$$

4 - عمل القوة  $\vec{F}$  معدوم لأن شعاع القوة عمودي على الانتقال BC . (الشكل - 2)

5 - عمل القوة  $\vec{F}$  من C إلى D هو نفس عملها من A إلى B بإشارة مختلفة ، أي .

$$W'_{CD}(\vec{F}) = -W_{AB}(\vec{F}) = -2,94 \times 10^4 \text{ J}$$

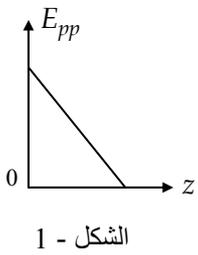
6 - عمل القوة  $\vec{F}$  من A إلى D معدوم ، أي :  $W_{AD}(\vec{F}) = 2,94 \times 10^4 + 0 - 2,94 \times 10^4 = 0$

### 06 ( هذا حل التمرين قبل تغيير بيان الطاقة الكامنة الثقالية في الكتاب المدرسي )

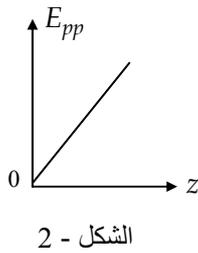
في الطبعة ما قبل الأخيرة (أوراق الكتاب خضراء) كان بيان الطاقة الكامنة الثقالية  $E_{pp} = f(z)$  كما في الشكل - 1

في الطبعة الأخيرة 2012 / 2013 (أوراق الكتاب وردية) كان بيان الطاقة الكامنة الثقالية  $E_{pp} = f(z)$

كما في الشكل - 2



الشكل - 1



الشكل - 2

1 - نعتبر الوضع المرجعي المستوي الأفقي المار من النقطة B .

في الوضع A تملك الجملة (الكريه + الأرض) طاقة كامنة ثقالية  $E_{ppA}$  ، لأنها توجد على ارتفاع  $h_0$  عن الوضع المرجعي

2 - في الوضع B تكتسب الكريه طاقة حركية  $E_{cB}$  .

3 -

إذا وصلت الكريه إلى النقطة C ، فهذا معناه أن كل طاقتها الحركية في النقطة B تتحول إلى طاقة كامنة ثقالية في النقطة C ، أي أن  $E_{ppA} = E_{ppC}$  ، وبالتالي تكون الطاقة محفوظة ، أي أن الجملة (الكريه + الأرض) معزولة طاقيًا .

تمثيل  $E_c = f(z)$  و  $E_{pp} = g(z)$  و  $E = g(z)$  من B إلى C (حيث E هي مجموع الطاقيتين) :

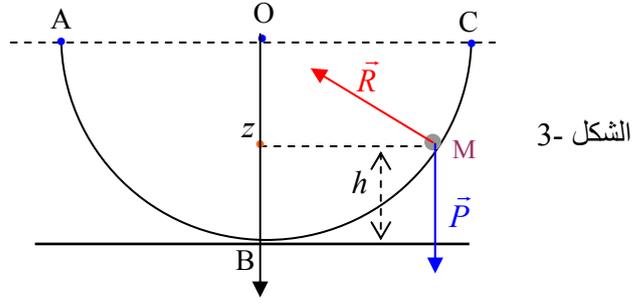
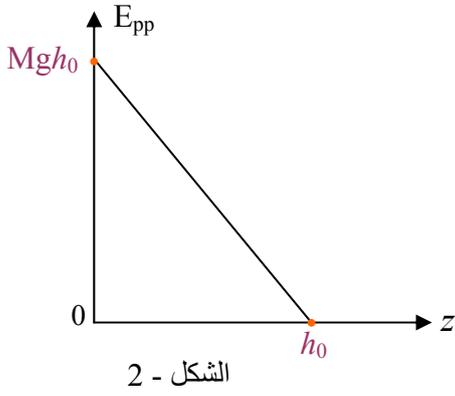
في نقطة كيفية M بين B و C عندما تصعد الكريه تكون طاقتها الكامنة الثقالية  $E_{pp} = Mgh = Mg(h_0 - z)$

هنا لم نكتب  $E_{pp} = Mgz$  لأن Oz موجه نحو الأسفل ، بل عبرنا عن الطاقة الكامنة الثقالية بدلالة المتغير z .

$$E_{pp} = -Mgz + Mgh_0 \quad \text{، وهذا من الشكل } y = ax + b \quad \text{، حيث } a < 0$$

بيان الطاقة الكامنة بدلالة الترتيب z مُمثل في الشكل - 2

بالنسبة لبيان الطاقة الحركية ، لتكن  $E_c$  هي الطاقة الحركية للكريه عند النقطة M .



القوى المؤثرة على الكرية آنذاك هي قوة ثقلها  $\vec{P}$  وقوة رد فعل الإناء على الكرية  $\vec{R}$ . (الشكل - 3)

لدينا  $W_{BM}(\vec{R}) = 0$  ، لأن  $\vec{R}$  تبقى عمودية على المماس في كل نقطة من المسار .  $W_{BM}(\vec{P}) = -Mgh$

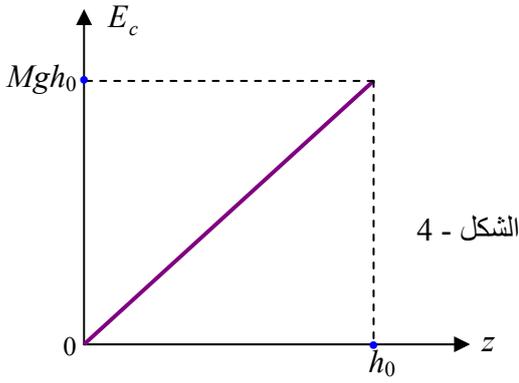
بتطبيق قانون انحفاظ الطاقة على الجملة (الجسم) ، نكتب :  $E_{cB} - W(\vec{P}) = E_c$  ، حيث أن  $E_c$  هي كل قيم الطاقة الحركية بين B و C ،

ونعلم أن  $E_{cB} = E_{ppA} = Mgh_0$  (لأن الجملة الجسم + الأرض معزولة)

وبالتالي :  $E_c = Mgh_0 - Mgh = Mgh_0 - Mg(h_0 - z)$

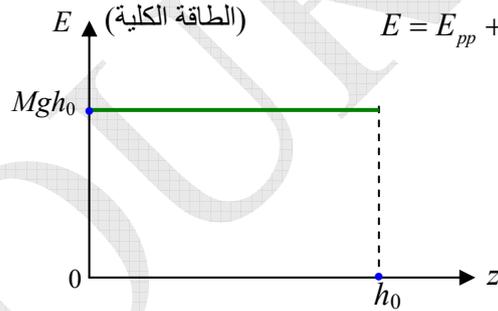
$E_c = Mgz$  ، وهو من الشكل  $y = ax$

البيان على الشكل - 4



الطاقة الكلية هي :  $E = E_{pp} + E_{cc} = Mgh_0$  (الطاقة الكلية)

البيان على الشكل - 5



### حل التمرين 06 في الطبعة الجديدة للكتاب المدرسي (2012 / 2013)

1 - في النقطة A : طاقة كامنة ثقالية ( لأن  $E_c = 0$  )

2 - في النقطة B : طاقة حركية ( لأن  $E_{pp} = 0$  بسبب  $z = 0$  ) .

3 - انحفاظ الطاقة من A إلى B :  $E_{cB} = E_{ppA} = Mgz_A$

وبما أن  $z_A = z_C$  إذن  $E_{ppA} = E_{ppC}$  ، وبالتالي  $E_{cB} = E_{ppC}$

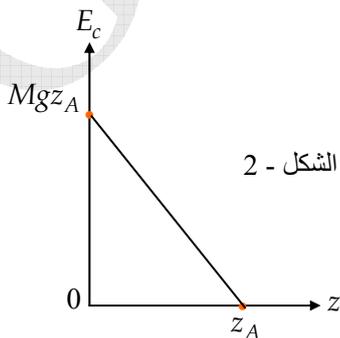
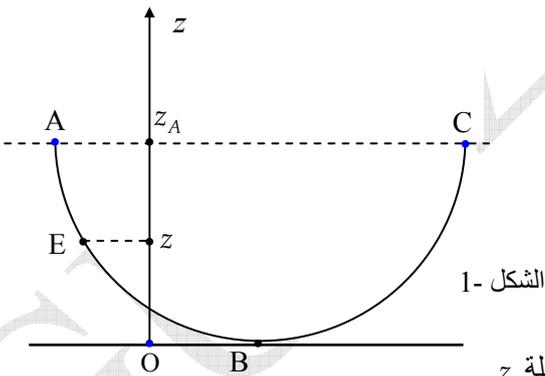
ومنه الجملة (كرة + أرض) معزولة طاقياً .

لكي نمثل البيان  $E_c = f(z)$  نحدّد أولاً العلاقة التي تجمع بين الطاقة الحركية والفاصلة  $z$  .

مبدأ انحفاظ الطاقة بين النقطة A ونقطة كيفية E :  $E_{cA} + E_{ppA} = E_{cE} + E_{ppE}$

أي  $0 + Mgz_A = E_{cE} + Mgz$  ، ومنه  $E_{cE} = -Mgz + Mgz_A$

البيان مرسوم في الشكل - 2



## 07

لكي لا نعتد الأمور ، ونتكلم عن حركة مركز ثقل المصعد ، نعتبره نقطة تحركت من A إلى B .

$$E_{pp} = Mgz \quad \text{1 - الطاقة الكامنة الثقالية للمصعد}$$

**ملاحظة 1 :** يجب أن تُعطى المعلومة (علو كل طابق يساوي 3 m) في السؤال الأول

وليس في السؤال الثاني .

**ملاحظة 2 :** لا يُمكن للمصعد أن ينطلق من الطابق الأرضي ويتحرك بسرعة ثابتة ، ولكي يبقى

التمرين قائماً نعتبر أنه انطلق من طابق تحت الأرضي ولما وصل للطابق الأرضي حافظ على سرعته .

أ) الوضع المرجعي هو الطابق الأرضي (سطح الأرض) :  $z = 9 \times 3 = 27 \text{ m}$

$$E_{ppB} = 1025 \times 9,8 \times 27 = 2,7 \times 10^5 \text{ J}$$

ب) الوضع المرجعي هو الطابق التاسع :  $z = 0$  ، وبالتالي  $E_{ppB} = 0$

ج) الوضع المرجعي هو الطابق العاشر :  $z = -3 \text{ m}$

$$E_{pp} = 1025 \times 9,8 \times (-3) = -3,0 \times 10^4 \text{ J}$$

$$W_{0 \rightarrow 9}(\vec{T}) = T \times AB \quad \text{2 - (1)}$$

بما أن سرعة المصعد ثابتة ، فإن حركته منتظمة ، وبالتالي  $\vec{T} + \vec{P} = 0$  ، ومنه

$$T = P = Mg$$

بالتعويض في العلاقة (1) نكتب :

$$W_{0 \rightarrow 9}(\vec{T}) = T \times AB = Mg \times AB = 1025 \times 9,8 \times 27 = 2,7 \times 10^5 \text{ J}$$

3 - الاستطاعة :

$$P = \frac{W(\vec{T})}{t} = \frac{T \times AB}{t} = T \times \frac{AB}{t} = T \times v = Mg \times v$$

$$P = 1025 \times 9,8 \times 1,2 = 1,2 \times 10^4 \text{ W}$$

## 08

نعتبر الجملة (الكرة + الأرض) معزولة طاقياً ، أي نهمل مقاومة الهواء .

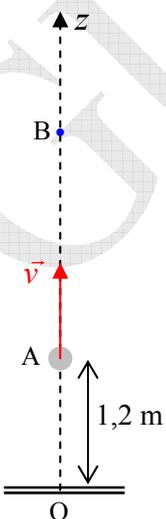
$$E_{ppA} = Mgz_A = 0,4 \times 9,8 \times 1,2 = 4,7 \text{ J} \quad \text{1 -}$$

2 - أقصى ارتفاع تبلغه الكرة هو عندما تنعدم سرعتها ، أي تنعدم طاقتها الحركية (في B مثلاً) .

حسب قانون انحفاظ الطاقة :  $E_{ppA} + E_{cA} = E_{ppB} + E_{cB}$  ، علماً أن  $E_{cB} = 0$

$$Mgz_A + \frac{1}{2}Mv_A^2 = Mgz_B$$

$$AB = 0,8 \text{ m} \text{ ، وهذا معناه أن } z_B = \frac{2gz_A + v_A^2}{2g} = \frac{2 \times 9,8 \times 1,2 + 16}{2 \times 9,8} \approx 2 \text{ m}$$



3 - لتكن سرعة الكرة عند النقطة A' عند نزولها . (النقطة A' هي نفسها النقطة A) .

$$\frac{1}{2}Mv_{A'}^2 - \frac{1}{2}Mv_A^2 = -MgAB + MgBA'$$

$$\frac{1}{2}Mv_{A'}^2 - \frac{1}{2}Mv_A^2 = 0$$

وبالتالي  $v_{A'} = v_A$

عندما تمر الكرة في النقطة A وهي نازلة تكون لها نفس السرعة التي كانت لها عندما وهي صاعدة في نفس النقطة .

- المنحى : الشاقول

- الجهة نحو الأسفل

- الطويلة  $v_{A'} = 4 \text{ m/s}$

4 - أ) الجملة (الكرة + الأرض) :  $E_{cA'} + E_{ppA'} = E_{cS} + E_{ppS}$

$$\frac{1}{2}Mv_{A'}^2 + Mgz_{A'} = \frac{1}{2}Mv_S^2 + 0$$

$$v_S = \sqrt{2gz_{A'} + v_{A'}^2} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 1,2 + 16} = 6,3 \text{ m/s}$$

ب) الجملة (الكرة) : التغير في الطاقة للكرة يساوي عمل قوة ثقلها :  $\Delta E_c = W_{A'S}(\vec{P})$

$$E_{cS} - E_{cA'} = Mgh$$

$$v_S = \sqrt{2gh + v_{A'}^2} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 1,2 + 16} = 6,3 \text{ m/s} \quad \text{، ومنه :} \quad \frac{1}{2}Mv_S^2 - \frac{1}{2}Mv_{A'}^2 = Mgh$$

09

1 - بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على حركة الكرية :  $E_{cB} - E_{cA} = Mgh_1$

$$\frac{1}{2}Mv_B^2 - \frac{1}{2}Mv_A^2 = Mgh_1$$

لدينا  $v_A = 0$  ، وبالتالي  $v_B = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,2} \approx 2 \text{ m/s}$

2 - بتطبيق نظرية الطاقة الحركية على حركة الكرية :  $E_{cC} - E_{cB} = Mgh_2$

$$E_{cC} = Mgh_2 + E_{cB} = Mgh_2 + Mgh_1 = Mg(h_2 + h_1)$$

$$\frac{1}{2}Mv_C^2 = Mg(h_2 + h_1)$$

$$v_C = \sqrt{2g(h_2 + h_1)} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 1,1} = 4,6 \text{ m/s}$$

3 - حركة الكرية على المحور  $\overline{Bx}$  منتظمة سرعتها  $v_B = 2 \text{ m/s}$  (انظر درس القوة والحركة المنحنية - جذع مشترك) .

الزمن المستغرق من B إلى C هو  $t = 0,5 \text{ s}$  ، وهو نفس الزمن المستغرق من B' إلى C .

$$B'C = v_B \times t = 2 \times 0,5 = 1 \text{ m}$$

1 - بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على حركة المتزلق : (الاحتكاك مهمل أما عمل قوة رد الفعل معدوم لأن القوة عمودية على الطريق).

$$E_{cB} - E_{cA} = Mgh$$

$$\frac{1}{2}Mv_B^2 - \frac{1}{2}Mv_A^2 = Mgh$$

$$h = AB \sin \alpha = 100 \times 0,173 = 17,3 m \quad , \quad v_A = 0 \quad \text{لدينا}$$

$$v_B = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 17,3} = 18,4 m/s \quad \text{وبالتالي}$$

$$v'_B = \frac{2}{3}v_B = \frac{2}{3} \times 18,4 = 12,3 m/s \quad -2$$

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين A و B :

$$\frac{1}{2}Mv'^2_B - \frac{1}{2}Mv^2_A = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R}) + W_{AB}(\vec{f})$$

$$f = \frac{2Mgh - Mv'^2_B}{2AB} = \frac{2 \times 85 \times 9,8 \times 17,3 - 85 \times (12,3)^2}{200} \approx 80 N \quad \text{ومنه} \quad , \quad \frac{1}{2}Mv'^2_B = Mgh - f \times AB$$

3 - تتعدم سرعة المتزلق في C معناه  $E_{cC} = 0$  ، وبتطبيق قانون انحفاظ الطاقة بين B و C نكتب :

$$E_{cB} + W_{BC}(\vec{f}) = E_{cC}$$

$$BC = \frac{Mv'^2_B}{2f} = \frac{85 \times (12,3)^2}{2 \times 80} \approx 80 m \quad \text{ومنه} \quad , \quad 0 - \frac{1}{2}Mv'^2_B = -f \times BC$$

• عبارة الطاقة الكامنة المرونية تُكتب على الشكل : (ج)  $E_{pe} = \frac{1}{2}Kx^2$

• تتعلق الطاقة الكامنة المرونية لناض بمقدار استطالته أو انضغاطه : (أ) نعم

• يُحسب مقدار الاستطالة : (ب) بالنسبة لوضع النااض في حالته الطبيعية .

• التغير في الطاقة الكامنة المرونية : (أ) لا يتعلق بمرجع الدراسة .

• عندما ينضغط نااض فإن طاقته الكامنة المرونية : (ب) تزداد .

• عندما يستطيل نااض فإن طاقته الكامنة المرونية : (ب) تزداد .

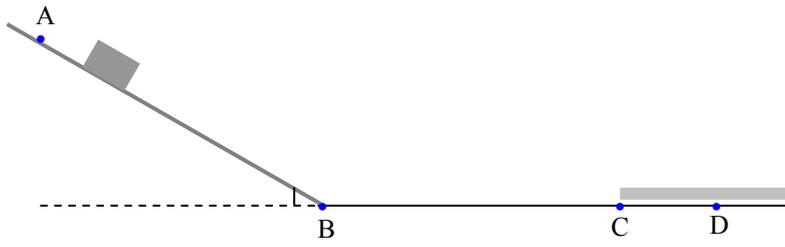
• عبارة الطاقة الكامنة لنااض الفتل تُكتب على الشكل  $E_{pe} = \frac{1}{2}C\theta^2$  (المقصود هنا نااض حلزوني)

شعبة الرياضيات  
والتقني رياضي

• عندما نفتل بزواية  $\theta$  سلك فتل فإن طاقته الكامنة المرونية : (ب) تزداد .

• عندما نضغط على نااض أو نفتل سلكا فإنه : (ب) يكتسب طاقة .

1 - نختار الجملة ( العربة + الأرض + النابض ) ، ونعتبر الوضع المرجعي للطاقة الكامنة الثقالية المستوي الأفقي المار من B .



النقطة A : طاقة كامنة ثقالية  $E_{ppA}$

النقطة B : طاقة حركية  $E_{cB}$

النقطة C : طاقة حركية  $E_{cC} = E_{cB}$

النقطة D : طاقة كامنة مرونية  $E_{peD}$

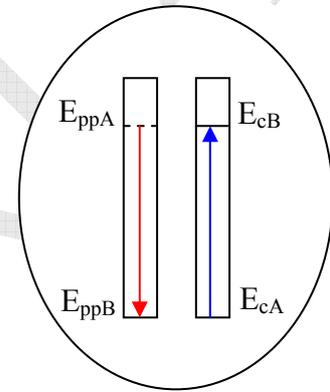
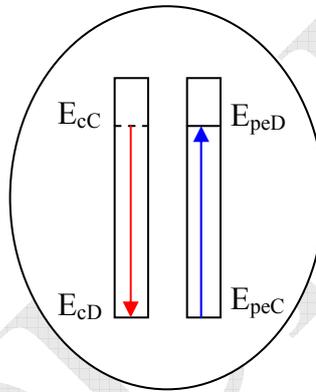
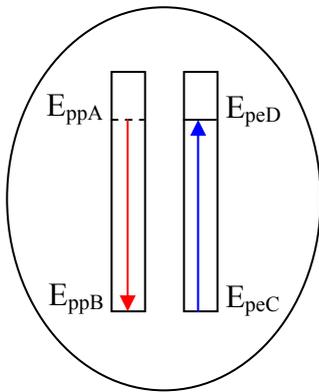
التحويلات الطاقوية :

من A إلى B : تتحول الطاقة الكامنة المرونية إلى طاقة حركية .

من B إلى C : لا يوجد تحول في الطاقة ، لأن الطاقة الحركية في B هي نفسها في C (الاحتكاك مهمل) .

من C إلى D : تتحول الطاقة الحركية للعربة إلى طاقة كامنة مرونية في النابض .

2 - الحصيلة الطاقوية :



التحول الطاقوي من  
D إلى C

التحول الطاقوي من  
B إلى A

يمكن أن نستغني عن التحويلين السابقين ونمثل التحويل مباشرة من A إلى D

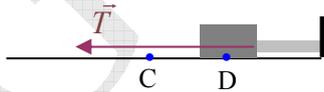
3 - معادلة انحفاظ الطاقة :  $E_{ppA} = E_{peD}$

4 - أقصى مسافة ينضغط بها النابض : لدينا ثابت المرونة  $K = 4N/cm = \frac{4}{0,01} = 400 N/m$

ونعلم أن الطاقة الكامنة الثقالية في A تحولت كلها إلى طاقة كامنة مرونية في D ، أي  $E_{ppA} = \frac{1}{2}k(CD)^2$

ولدينا  $E_{ppA} = Mgh = Mg \times AB \sin \alpha = 0,8 \times 9,8 \times 0,8 \times 0,5 = 3,1J$  وبالتالي نحسب أعظم تقلص CD

$$CD = \sqrt{\frac{2E_{ppA}}{K}} = \sqrt{\frac{2 \times 3,1}{400}} = 0,12m$$



5 - القوة التي يطبقها النابض على العربة :  $T = K \times (CD) = 400 \times 0,12 = 48 N$

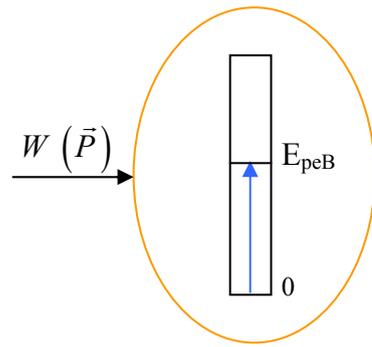
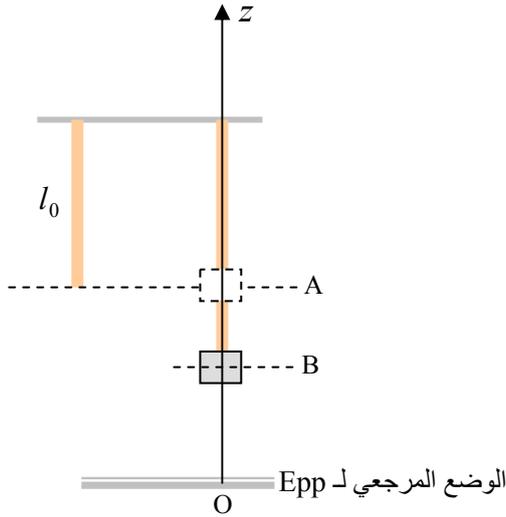
6 - تتحول الطاقة الكامنة المرونية التي يخزنها النابض في الوضع D إلى طاقة حركية في الوضع C ، وهي نفس الطاقة التي اكتسبتها

العربة في الذهاب . تحافظ العربة على هذه الطاقة حتى الوضع B ، ثم تبدأ تتناقص وتتحول إلى طاقة كامنة ثقالية ، وهذه الطاقة الحركية

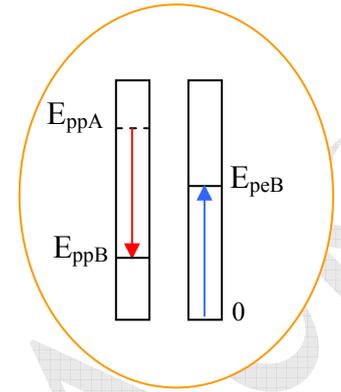
كافية لإيصال الجسم حتى النقطة A (انحفاظ الطاقة ، لأن الاحتكاك مهمل) .

7 - الحصيلة الطاقوية بين A و C هي نفس الحصيلة بين A و B في السؤال 2 .

1 - الحصيلة الطاقوية : لدينا  $E_{cA} = E_{cB} = 0$



الجملة (الجسم + النابض)



الجملة (الجسم + الأرض + النابض)

2 - معادلة انحفاظ الطاقة :

(1) حالة الجملة (الجسم + الأرض + النابض) :  $E_{ppA} = E_{ppB} + E_{peB}$

حالة الجملة (الجسم + النابض) :  $W_{AB}(\vec{P}) = E_{peB}$

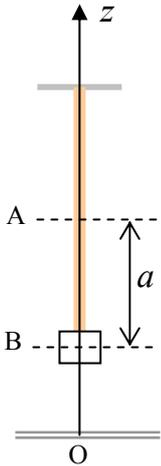
3 - أقصى استطالة (a) تحدث في النابض هي لما تنعدم الطاقة الحركية للجسم .

باستعمال علاقة الانحفاظ (1) ، نكتب :  $E_{ppA} - E_{ppB} = E_{peB}$

$$Mg(z_A - z_B) = \frac{1}{2}K(z_A - z_B)^2$$

$$a = \frac{2Mg}{K} = \frac{2 \times 0,2 \times 9,8}{10} = 0,39m$$

4 - الطاقة الكامنة المرورية للنابض في الوضع B :  $E_{peB} = \frac{1}{2}Ka^2 = 0,5 \times 10 \times (0,39)^2 = 0,76J$



14

**ملاحظة :** نفرض أن السهم يبقى متصلًا بالنابض إلى أن يصبح هذا الأخير في حالته الطبيعية ؛ أي أن طيلة المسافة  $x_0 = 3cm$  يكون السهم ملتصقًا مع النابض .

نضع  $x = x_0 = 3cm$

1 - التحولات الطاقوية :

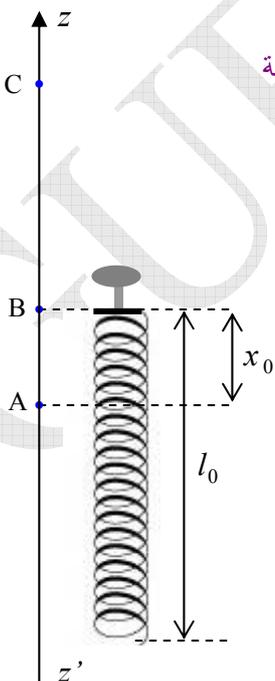
من A إلى B : تتحول الطاقة الكامنة المرورية للنابض إلى طاقة كامنة ثقالية وطاقة حركية للسهم ، أي أن الطاقة التي كان يخزنها النابض (لأنه متقلص) ، جزء منها يُعطى للجسم لكي يتحرك والجزء الآخر يرفع الطاقة الكامنة الثقالية للسهم .

من B إلى C : تتحول الطاقة الحركية التي اكتسبها السهم في B إلى طاقة كامنة ثقالية في C .

2 - من النقطة A إلى النقطة B لدينا معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (السهم + الأرض + النابض) :

$$(1) \quad E_{peA} + E_{ppA} = E_{cB} + E_{ppB}$$

من النقطة B إلى النقطة C لدينا معادلة انحفاظ الطاقة للجملة (السهم + الأرض + النابض) :



$$(2) \quad E_{cB} + E_{ppB} = E_{ppC} + E_{cC}$$

بجمع المعادلتين (1) و (2) طرفا لطرف ووضع  $E_{cC} = 0$  ، نحصل على العلاقة :

$$(3) \quad E_{peA} + E_{ppA} = E_{ppC}$$

$$z_C - z_A = h = \frac{Kx_0^2}{2Mg} = \frac{200 \times (0,03)^2}{2 \times 0,004 \times 9,8} = 2,3 \text{ m} \quad \text{ومنه} \quad \frac{1}{2}Kx_0^2 = Mg(z_C - z_A) \quad \text{لدينا (3) العلاقة}$$

**3 - للذقة فقط نعتبر أن في النقطة B يخرج السهم من المسدس .**

$$\text{من العلاقة (2) لدينا} \quad E_{cB} = E_{ppC} - E_{ppB} \quad \text{أي} \quad : \quad \frac{1}{2}Mv_B^2 = Mg(z_C - z_B) = Mg(h - 0,03) \quad \text{وبالتالي}$$

$$v_B = \sqrt{2g(h - 0,03)} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 2,27} = 6,67 \text{ m/s}$$

**4 - السؤال 1 - لا يطلب حساب أي مسافة . المقصود من السؤال هو المسافة التي يقطعها السهم منذ خروجه من فوهة المسدس إلى أن تنعدم سرعته .**

السبب الذي جعل السهم يقطع مسافة أقل هو مقاومة الهواء .

**5 - نعتبر مقاومة الهواء مستقلة عن السرعة ، أي أن الهواء يؤثر بقوة شاقولية ثابتة نحو الأسفل .**

$$h' = \frac{2,3 - 0,03}{2} = \frac{2,27}{2} = 1,13 \text{ m} \quad \text{المسافة} \quad h' \quad \text{المقطوعة هي}$$

$$E_{cB} + E_{ppB} + W_{BC}(\vec{f}) = E_{cC} + E_{ppC} \quad \text{للمجموع (سهم + أرض) :}$$

$$\frac{1}{2}Mv_B^2 + Mg z_B + W(\vec{f}) = Mg z_C$$

$$\text{ومنه} \quad \frac{1}{2}Mv_B^2 - f \times h' - Mgh' = 0$$

$$f = \frac{Mv_B^2 - 2Mgh'}{2h'} = \frac{0,004 \times (6,67)^2 - 2 \times 0,004 \times 9,8 \times 1,13}{2,26} = 3,9 \times 10^{-2} \text{ N}$$

**6 - نعتبر المجموع (السهم + الأرض + النابض) :**

$$E_{peA} = E_{cB} \quad \text{بين النقطتين A و B الطاقة الكامنة الثقالية لا تتغير ، وتكون معادلة انحفاظ الطاقة كما يلي} :$$

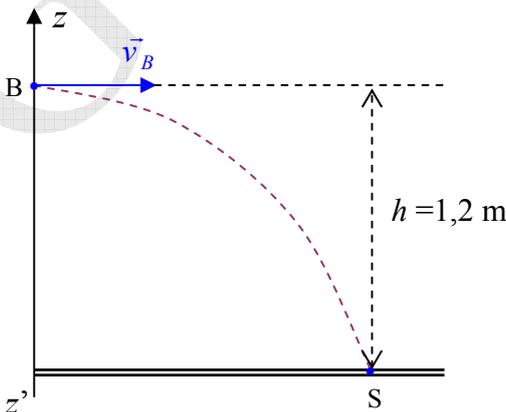
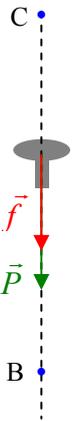
$$v_B = \sqrt{\frac{Kx_0^2}{M}} = \sqrt{\frac{200 \times (0,03)^2}{0,004}} = 6,7 \text{ m/s} \quad \text{ومنه} \quad \frac{1}{2}Mv_B^2 = \frac{1}{2}Kx_0^2$$

**7 - معادلة انحفاظ الطاقة بين B و S (سطح الأرض) :**

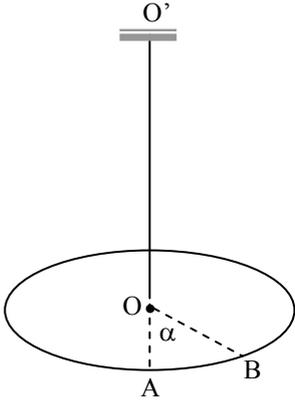
$$E_{cS} = E_{cB} - E_{ppS} + E_{ppB} \quad \text{ومنه} \quad E_{cB} + E_{ppB} = E_{cS} + E_{ppS}$$

$$\frac{1}{2}Mv_S^2 = Mg(z_B - z_S) + \frac{1}{2}Mv_B^2$$

$$v_S = \sqrt{2g(z_B - z_S) + v_B^2} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 1,2 + (6,7)^2} = 8,3 \text{ m/s}$$



15 (خاص بشعبتي الرياضيات والتقني رياضي)



$$E_{pe} = \frac{1}{2} C \alpha^2 = 0,5 \times 0,5 \times \frac{\pi^2}{16} = 0,156 J \quad - 1$$

$$|W| = \Delta E_{pe} = E_{pef} - E_{pei} = 0,156 J \quad - 2$$

3 - عند المرور بوضع التوازن تكون  $\alpha = 0$  ، وبالتالي  $E_{pe} = 0$

4 - المقصود حساب السرعة الزاوية للقرص .

بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة بين A و B :  $E_{cA} + E_{peA} = E_{cB} + E_{peB}$

حيث  $E_{cB} = 0$  ،  $E_{peB} = 0$  ، وبالتالي  $E_{cA} = 0,156 J$  ، ولدينا  $E_{cA} = \frac{1}{2} J \omega^2$  ، ومنه :

$$(1) \quad \omega = \sqrt{\frac{2E_{cA}}{J}}$$

عزم عطالة القرص بالنسبة لمحور دورانه هو  $J = \frac{1}{2} MR^2 = 0,5 \times 1,8 \times 0,01 = 9 \times 10^{-3} kg.m^2$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 \times 0,156}{9 \times 10^{-3}}} = 5,9 rd.s^{-1} \quad (1) \text{ العلاقة في العلاقة}$$

16 (خاص بشعبتي الرياضيات والتقني رياضي)

1 - عمل المزدوجة يُخزّن في النابض على شكل طاقة كامنة مرونية ، أي  $E_{pe} = W(\vec{F}) = 10 J$

$$(1) \quad C = \frac{2E_{pe}}{\alpha^2} \text{ ، ومنه } E_{pe} = \frac{1}{2} C \alpha^2 \quad - 2$$

ولدينا  $\alpha = 2\pi N = 20\pi rd$  ، حيث  $N$  هو عدد الدورات .

$$C = \frac{2 \times 10}{400 \times \pi^2} = \frac{1}{200} = 5 \times 10^{-3} N.m.rd^{-1} \quad (1) \text{ العلاقة في العلاقة}$$

3 - الجملة (سيارة + نابض) : تتحول الطاقة الكامنة المرونية من النابض إلى طاقة حركية عند السيارة .

4 - الحصيلة الطاقوية للجملة (سيارة + نابض) :

$$E_{pe1} = E_{c2} \text{ معادلة انحفاظ الطاقة}$$

5 - الطاقة الحركية :  $E_{c2} = 10 J$  ، ولدينا  $E_{c2} = \frac{1}{2} M v^2$  ، ومنه

$$v = \sqrt{\frac{2 \times E_{c2}}{M}} = \sqrt{\frac{2 \times 10}{0,1}} = 14,1 m/s$$

ملاحظة

أهمنا كتلة العجلات والجذع فقط من أجل عدم إدخال الطاقة الحركية الدورانية لهذه الأجزاء عند حساب الطاقة الحركية للسيارة .