# الوحدة التعلمية الثالثة : الطاقات الكامنة.

**الكفاءات المستهدفة:**

- يعبر و يحسب الطاقة الكامنة لجسم صلب في تأثير متبادل مع الأرض و / أو نابض
- يستعمل مبدأ انحفاظ الطاقة لتحديـــد ارتفاع جسم صلب و / أو تشوه نابـض

## تصميم الدرس

- الدرس
- أسئلة التصحيح الذاتي
- أجوبة اللتصحيح الذاتي

# الدرس

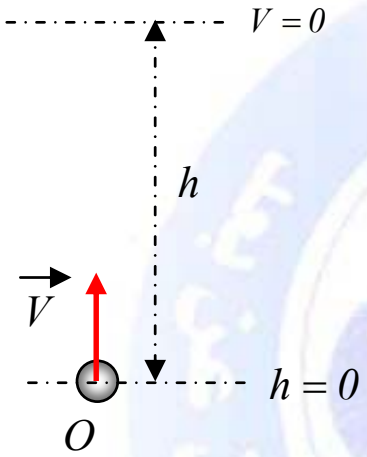
**– الطاقة الكامنة الثقلية لجسم صلب في تأثير متبادل مع الأرض**

**نشاط**

**دراسة حركة قذيفة في حالة إهمال الاحتكاكات مع الهواء**

**الهدف:**

الوصول إلى عبارة الطاقة الكامنة الثقلية: $Epp = m.g.h$

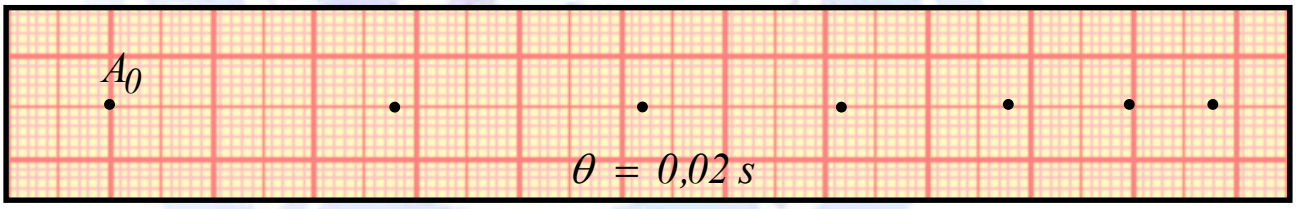



**مبدأ التجربة:**

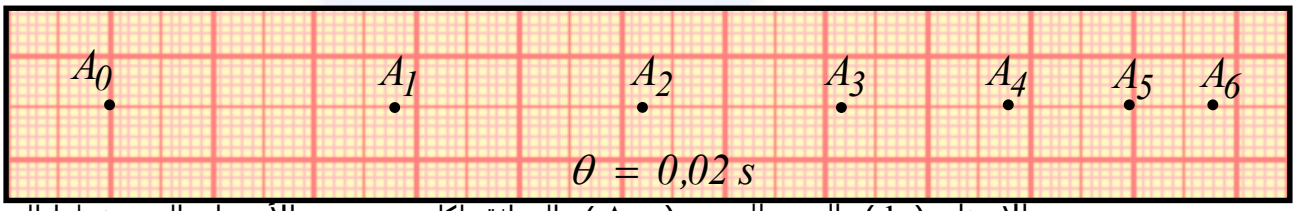
– نقذف جسما من وضع ( O ) بسرعة ابتدائية قيمتها V .

– نعتبر مبدأ قياس الارتفاعات الوضع الذي قذف منه الجسم

– نسجل مختلف الأوضاع التي يشغلها الجسم أثناء حركته فنحصل على الوثيقة التالية:




نرقم مختلف الأوضاع التي شغلها المتحرك كما هو مبين على الوثيقة



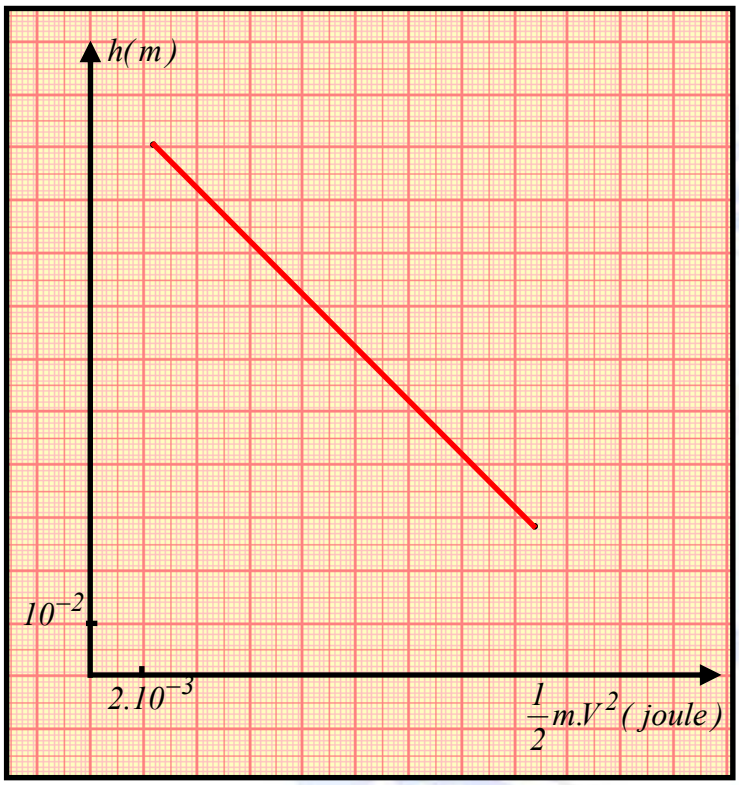

– نعين الارتفاع ( h ) بالنسبة للوضع ( $A_O$ ) الموافق لكل وضع من الأوضاع التي شغلها الجسم أثناء صعوده.

– نعين السرعة الموافقة لكل وضع.

– نقوم بحساب الطاقة الحركية الموافقة لكل وضع من الأوضاع التي شغلها المتحرك.

نتائج القياس نلخصها في الجدول التالي:

| $A_i$ | $A_0$ | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ | $A_5$ | $A_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $h_i$ (m).$10^{-2}$ | 0 | 2,8 | 5,2 | 7,2 | 8,8 | 10 | 10,8 |
| $V_i$ ( m/ s ) | / | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | / |
| $\frac{1}{2}m.V^2(joule).10^{-3}$ | / | 16,9 | 12,1 | 8,1 | 4,9 | 2,5 | / |




**المطلوب:**

1 – أرسم البيان $h = f(\frac{1}{2}m.V^2)$ .

2 – أكتب أحسب قيمة المقدار:

$a = \frac{\Delta h}{\Delta Ec}$ . ماذا تلاحـ ـ ـ ـظ؟.

3 – بتطبيق قانون مبدأ انحفاظ الطاقة،

استنتج عبارة الطاقة الكامنة الثقلية

**الإجـ ـ ـ ـابة عن أسئلة التحليل**

1 – رسم البيان.

2 – حساب قيمة المقدار ( a ).

$$a = \frac{\Delta h}{\Delta(\frac{1}{2}m.V^2)} = -5$$

نعلم أن كتلة الجسم في هذه التجربة هي $m = 20\ g$ وأن قيمة الجاذبية $g = 10\ u.I$ .

نلاحظ أن مقلوب الجداء ( m. g ) يساوي ( - a ): $\frac{1}{m.g} = \frac{1}{0,02 \times 10} = 5$

إذن، يمكن كتابة: $$a = \frac{\Delta h}{\Delta(\frac{1}{2}m.V^2)} = -\frac{1}{m.g}$$

و منه يمكن استنتاج العبارة التالية: $$\Delta(\frac{1}{2}m.V^2) = -m.g.\Delta h$$

و التي يمكن كتابتها على الشكل التالي:

$$\Delta(\frac{1}{2}m.V^2) = -(m.g.h_2 - m.g.h_1) \quad \text{.....(1)}$$

3 – عبارة الطاقة الكامنة الثقلية:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \Delta Ec + \Delta Ep + \Delta Ei = Wm + Q + Er + We$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \Delta Ec + \Delta Ep + 0 = 0 + 0 + 0 + 0$$

$$\Delta Ec = -\Delta Ep \Rightarrow Ec_2 - Ec_1 = -(Epp_1 - Epp_2)$$

.....(2)

بمقارنة العبارتين ( 1) و ( 2 ) نلاحظ ما يلي :

الطاقة الكامنة في الوضع ( 1 ) هي ( $Epp_1 = m.g.h_1$ )

الطاقة الكامنة في الوضع ( 2 ) هي ( $Epp_2 = m.g.h_2$ )

نلاحظ أن هذا المقدار يتعلق بـ ـ

– كتلة الجسم ( m )

– وضع الجسم ( h ) بالنسبة لمستوي مرجعي لقياس الإرتفاعات.

النتيجة التي يمكن استخلاصها هي:

الطاقة الكامنة الثقلية تتعلق بكتلة الجسم ( m ) و بوضعه ( h ) بانسبة لمستوي مرجعي لقياس الإرتفاعات. تحسب بالقانون $Epp_1 = m.g.h$ ، حيث ( m ) بـ kg ، ( g ) بـ N/ kg و ( h ) بـ m

## II – الطاقة الكامنة المرونية لنابض حلزوني

**نشـ ـاط: دراسة حركة جسم صلب مدفوع بنابض معاير مسبقا**

**الهدف:**

الوصول إلى العلاقة $E_{pe} = \frac{1}{2} kx^2$

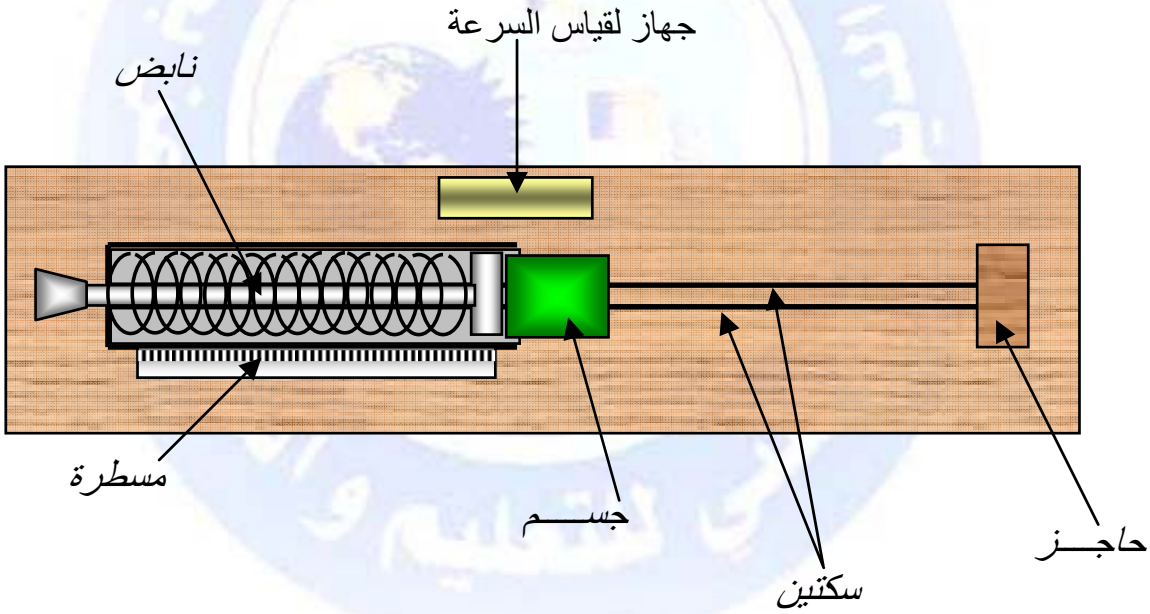
**الأدوات المستعملة:**

الشكل -1- يمثل الأدوات المستعملة في هذه التجربة.

نشير إلى أن الجسم ينسحب على السكتين بدون احتكاك.

كتلة الجسم المستعمل هي $m = 200\ g$ .

النابض معاير مسبقا و ثابت مرونته $k = 20\ N / m$ .



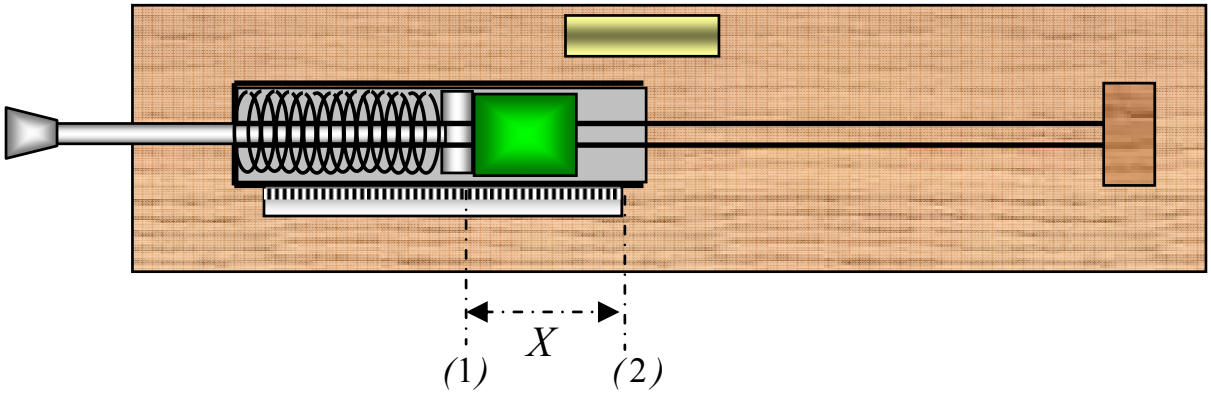

**مبدأ التجربة:**

– نجعل النابض يتقلص بمقدار X

– نقرأ قيمة X على المسطرة المدرجة

– نحرر النابض فيدفع الجسم و هو عائـد إلى وضعه الطبيعي. عندما يصبح النابض في وضعه بدون أي تقلص، يسجل الجهاز سرعة الجسم.

– نكرر التجربة من أجل عدة قيم لـ ـ التقلص ( X ).




نتائج التجربة نلخصها في الجدول التالي:

| X ( m ) | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,025 | 0,030 |
|---|---|---|---|---|---|
| V ( m/ s ) | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 |
| $\frac{1}{2}m.v^2$ ( joule ) | $10^{-3}$ | $2{,}25.10^{-3}$ | $4.10^{-3}$ | $6{,}25.10^{-3}$ | $9.10^{-3}$ |
| $X^2$ ( $m^2$ ) | $10^{-4}$ | $2{,}25.10^{-4}$ | $4.10^{-4}$ | $6{,}25.10^{-4}$ | $9.10^{-4}$ |

**العمل المطلوب:**

1 – رسم البيان $X^2 = f(Ec)$ .

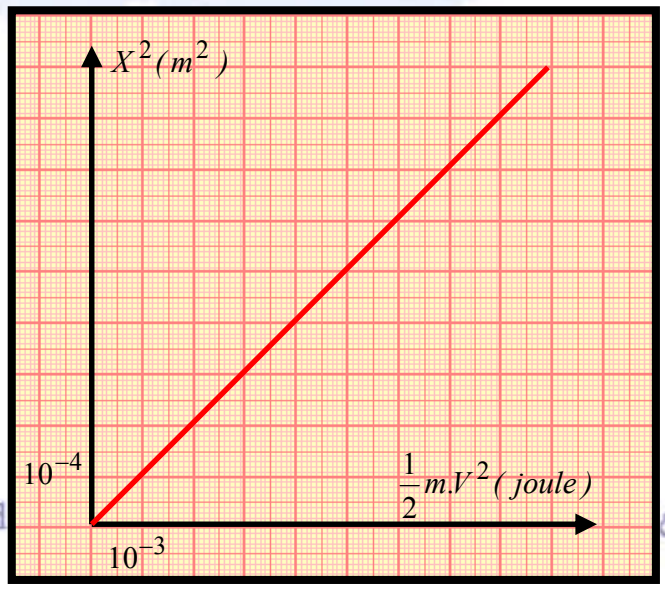
2 – استنتاج العلاقة التي تربط $X^2$ مع Ec .

3 – استنتاج عبارة الطاقة الكامنة المرونية.

**النتائج:**

1 – البيان $X^2 = f(Ec)$ مبين على الشكل التالي

نلاحظ أن هذا البيان هو عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ. معادلة البيان تكون:



حيث a هو معامل توجيه المستقيم و قيمته هـ ـي:

$$a = \frac{(9 - 1).10^{-4}}{(9 - 1).10^{-3}} = 0,1$$

يمكن ملاحظة أن قيمة a ما هي إلى $\frac{2}{K}$ إذن

العلاقة التي تربط $X^2$ مع $(\frac{1}{2} m .V^2)$ هي:

$$X^2 = \frac{2}{K}.(\frac{1}{2} m .V^2)$$

**استنتاج عبارة الطاقة الكامنة المرونية:**

نطبق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة ( نابض + جسم ).

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \Delta Ec + \Delta Epp + \Delta Epe + \Delta Ei = Wm + We + Q + Er = 0$$

$$\Delta Ec = -\Delta Epe \Rightarrow Ec_2 - Ec_1 = Epe_1 - Epe_2$$

– الطاقة الحركية $Ec_1 = 0$ لأن الجسم عندما يكون في الوضع ( 1 ) تكون سرعته منعدمة.

– الطاقة الكامنة المرونية $Epe_2 = 0$ لأن النابض عندما ينفتح و يصبح في الوضع ( 2 ) يكون تقلصه منعدما و بالتالي طاقته الكامنة المرونية تكون منعدمة.

و بالتالي يكون لدينا $Ec_2 = Epe_1$

يمكن كتابة العبارة $X^2 = \frac{2}{K}.(\frac{1}{2} m .V^2)$ على الشكل:

$$\frac{1}{2} m .V^2 = \frac{1}{2} K .X^2$$

بمقارنة العبارة $Ec_2 = Epe_1$ مع العبارة $\frac{1}{2} m .V^2 = \frac{1}{2} K .X^2$

نستنتج ما يلي:

الطاقة الكامنة المرونية للنابض لما كان في الوضع ( 1 ) هـ ـي

$$Epe_1 = \frac{1}{2} K .X^2$$

النتيجة التي يمكن استخلاصها من هذه الدراسة هي:

عندما يكون نابض في حالة تقلص ( أو استطالة ) فإنه يملك طاقة كامنة مرونية Epe تقاس بالجول و تعطى بالعلاقة التالية:

$$Epe = \frac{1}{2} K . X^2$$

حيث X هو تقلص ( أو استطالة ) النابض مقدرا بالمتر و K هو ثابت مرونة النابض مقدرا بـ: N / m.

# أسئلة التصحيح الذاتي

**التمرين 1:**

نأخذ $g = 10\ N/Kg$ . أحسب الطاقة الكامنة لجملة ( شخص + أرض ) لما يكون شخص يتسلق الجبل و يكون على ارتفاع $h = 1000\ m$ ثم على ارتفاع $h = 800m$ من أسفل الجبل و هذا بأخذ مبدأ قياس الارتفاع ( $h = 0$ ) عند:

أ / قمة الجبل الذي ارتفاعه $1600\ m$

ب / $h = 800\ m$

**تمرين 2:**

جسم صلب كتلته $m = 1,5\ kg$ موجود في الوضع ( A ) كما هو مبين على الشكل.

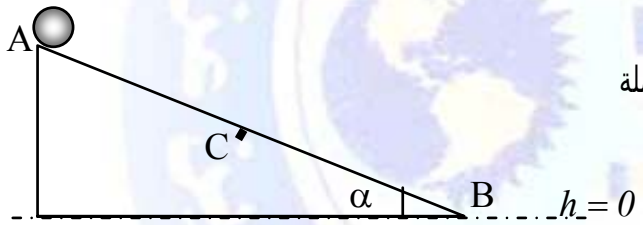
علما أن $AB = 2\ m$ ، $AC = \frac{1}{2}AB$ ،

$g = 10\ N/kg$ . أحسب الطاقة الكامنة للجملة

( جسم+ أرض ) لما يكون الجسم :

1 – في الوضع ( A )

2 – في الوضع ( C ).

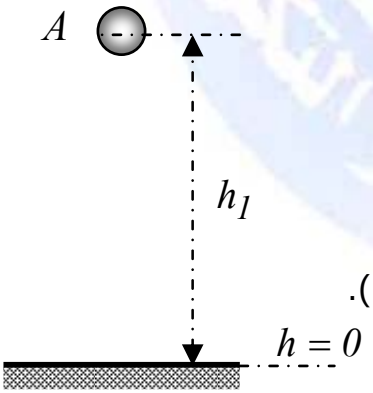



**تمرين 3:**

جسم ( S ) ، كتلته $m = 200g$ يوجد على ارتفاع $h_1 = 2\ m$ من سطح الأرض كما هو مبين على الشكل. نأخذ $g = 10\ N/kg$ .

1 – أحسب الطاقة الكامنة للجسم ( S ) عندما يكون في الوضع ( A ).

2 – بتطبيق قانون مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة ( S + أرض ) أوجد سرعة الجسم ( S ) لما يصل إلى سطح الأرض علما أن الجملة ( جسم + أرض ) معزولة طاقويا و ميكانيكيا

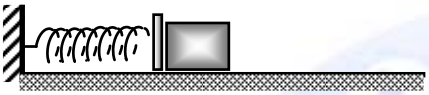



**تمرين 4:**

نابض مرن، ثابت مرونته $K = 50\ N/m$ ، طوله و هو بدون انضغاط $L_0 = 10\ cm$. نضغط عليه حتى يصبح طوله $L = 8\ cm$ .


1 – استنتج مقدار إنضغاط النابض.

2 – أحسب الطاقة الكامنة المرونية التي تكون قد خزنت في الجملة نابض.



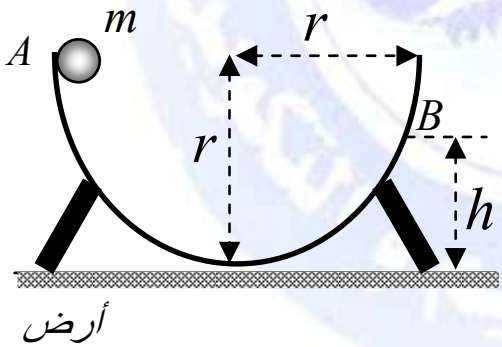
3 – نسند على هذا النابض و هو منضغط جسما كتلته $m = 20\ g$ ثم نحرره بدون سرعة ابتدائية، فيعود النابض إلى طوله الأصلـ ـ ـي دافعا معه الجسم المستند عليه.

أ / بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة ( جسم + نابض )، أوجد علاقة تربط بين الطاقة الكامنة التي تكون مخزنة في النابض لما يكون منضغطا و الطاقة الحركية التي يكتسبها الجسم لما يصبح النابض بدون أي انضغاط

ب / استنتج السرعة التي يكتسبها هذا الجسم في اللحظة التي يغادر فيها النابض.

**تمرين 5:**

يمثل الشكل المقابل كرة مملوءة، كتلتها $m = 1\ kg$ تتحرك بداخل أسطوانة نصف قطرها $r = 2\ m$ نعتبر أن الحركة تكون انسحابـ ـية و تتم بدون إحتكاك.




1 – أحسب التغير في الطاقة الكامنة للجملة ( m + أرض ) لما يتغير موضع الكتلة من الوضع ( A ) إلى الوضع ( B ).

حيث $h = 1,5\ m$ و $g = 10\ N/kg$ .

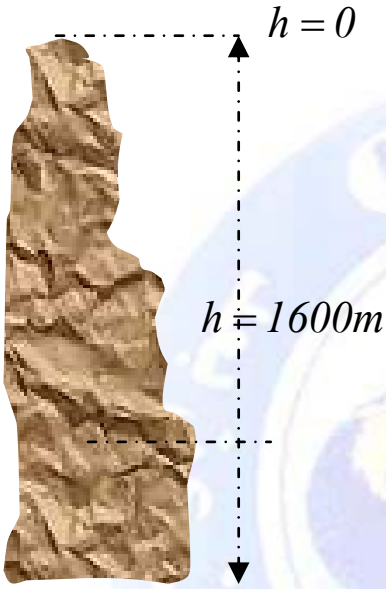
2 – بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة على الجملة ( m + أرض )

أوجد سرعة الكتلة ( m ) لما تصل إلى الوضع ( B )، علما أن المستوي المرجعي لقياس الارتفاع ( $h = 0$ ) يكون عند سطح الأرض.

# أجوبة التصحيح الذاتي

**تمرين 1:**

**1 – h = 0 عند قمة الجبل.**




**أ / لما يكون على ارتفاع h = 1000 m من أسفل الجبل**

$$Epp = m.g.h = 80 \times 10 \times (-600)$$

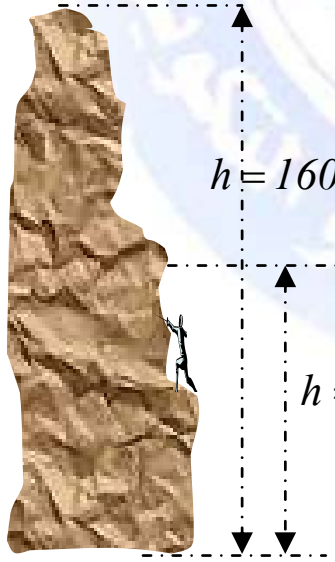
$$Epp = -480\,Kj$$

ب / لما يكون على ارتفاع h = 800 m من أسفل الجبل

$$Epp = m.g.h = 80 \times 10 \times (-800)$$

$$Epp = -640\,Kj$$

**2 – h = 0 عند الارتفاع h = 800 m .**




**أ / لما يكون على ارتفاع h = 1000 m من أسفل الجبل**

$$Epp = m.g.h = 80 \times 10 \times 200$$

$$Epp = 160\,Kj$$

ب / لما يكون على ارتفاع h = 800 m من أسفل الجبل

$$Epp = m.g.h = 80 \times 10 \times 0$$

$$Epp = 0\ joule$$

**تمرين 2:**

**1 – الطاقة الكامنة لما يكون الجسم في الوضع ( A ).**

$$Epp_A = m.g.h = m.g.AB.\sin\alpha$$

$$Epp_A = 1,5 \times 10 \times 2 \times 0,5$$

$$Epp_A = 15\ joule$$

**2 – الطاقة الكامنة لما يكون في الوضع ( C ).**

$$Epp_C = m.g.h = m.g.AC.\sin\alpha = m.g.\frac{1}{2}AB.\sin\alpha$$

$$Epp_C = 1,5 \times 10 \times \frac{1}{2} \times 2 \times 0,5$$

$$Epp_C = 7,5\ joule$$

**<u>تمرين 3:</u>**

**1 – الطاقة الكامنة للجسم ( S ) لما يكون في الوضع (A ).**

$$Epp = m.g.h \Rightarrow Epp = 0,2 \times 10 \times 2 \Rightarrow Epp = 4\ joule$$

**2 – ايجاد سرعة الجسم لما يصل إلى سطح الأرض**

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \Delta Ec + \Delta Ep + \Delta Ei = Wm + Q + Er + We$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \Delta Ec + \Delta Ep + 0 = 0 + 0 + 0 + 0$$

$$\Delta Ec = -\Delta Ep \Rightarrow Ec_2 - Ec_1 = -(Epp_2 - Epp_1)$$

$$\Delta Ec = -\Delta Ep \Rightarrow Ec_2 - Ec_1 = -(Epp_2 - Epp_1) \Rightarrow$$
$$Ec_2 = Epp_1$$

$$\frac{1}{2}m.V^2 = Epp_1 \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2\,Epp_1}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 4}{0,2}} \Rightarrow$$
$$V = 6,32\ m/s$$

**تمرين 4:**

**1 – مقدار انضغاط النابض:**

$$X = (L_0 - L) = 10 - 8 \Rightarrow X = 2cm$$

**2 – الطاقة الكامنة المرونية المخزنة في الجملة نابض:**

$$Epe = \frac{1}{2} K.X^2 \Rightarrow Epe = \frac{1}{2} \times 50 \times (0,02)^2 \Rightarrow$$

$$Epe = 0,01\ joule$$

**3 – أ / العلاقة التي تربط الطاقة الكامنة المرونية بالطاقة الحركية للجسم:**

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \Delta Ec + \Delta Ep + \Delta Ei = Wm + Q + Er + We$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \Delta Ec + \Delta Epe + 0 = 0 + 0 + 0 + 0$$

$$\Delta Ec = -\Delta Epe \Rightarrow Ec_2 - Ec_1 = -(Epe_2 - Epe_1)$$

$$\Delta Ec = -\Delta Epe \Rightarrow Ec_2 - 0 = -(0 - Epe_1) \Rightarrow$$

$$Ec_2 = Epe_1$$

**ب / قيمة السرعة التي يكتسبها الجـــــــــسم.**

$$Ec_2 = Epe_1 \Rightarrow \frac{1}{2} m.V^2 = Epe \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2.Epe}{m}}$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \times 0,01}{0,02}} \Rightarrow V = 1m/s$$

**تمرين 5:**

**1 – حساب الطاقة الكامنة.**

$$\Delta Epp = Epp_B - Epp_A = m.g.h - m.g.r = m.g.(h - r)$$

$$\Delta Epp = 1 \times 10 \times (1,5 - 2) \Rightarrow$$

$$\Delta Epp = -5\ joule$$

**2 – إيجاد سرعة الكتلة ( m ) عند الوضع ( B )**

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \Delta Ec + \Delta Ep + \Delta Ei = Wm + Q + Er + We$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = \Delta Ec + \Delta Ep + 0 = 0 + 0 + 0 + 0$$

$$\Delta Ec = -\Delta Ep \Rightarrow Ec_B - Ec_A = -\Delta Epp \Rightarrow \frac{1}{2} m.V_B{}^2 - 0 = -\Delta Epp$$

$$V_B = \sqrt{\frac{-2.\Delta Epp}{m}} = \sqrt{\frac{-2 \times (-5)}{1}} \Rightarrow$$

$$V_B = 3{,}16\, m/s$$