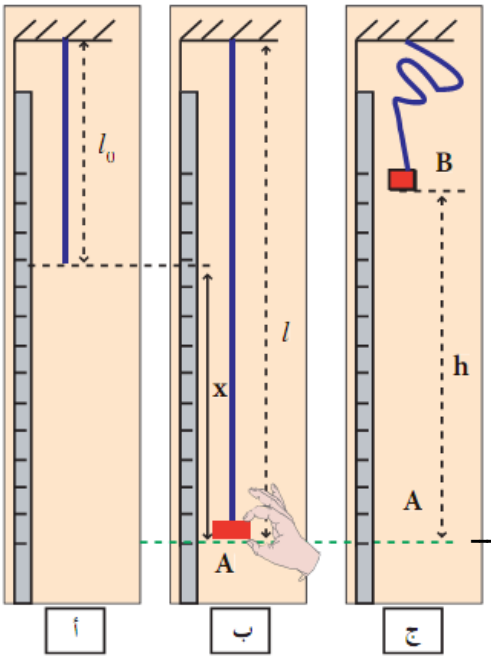
2 ـ الطاقة الكامنة الثقالية

1ـ مؤشرات الكفاءة :

- يمثل الحصيلة الطاقوية و يكتب معادلة انحفاظ الطاقة لجملة ميكانيكية .
- يستخرج العبارة الرياضية للطاقة الكامنة الثقالية .

2 ـ الوسائل المستعملة :

- نابض أو خيط مطاطي، كتل مرقمة أو قارورة ماء صغيرة، مسطرة.



3ـ خطوات العمل :

نشاط1: مقاربة أولية لعبارة الطاقة الكامنة.

- أسحب الجسم باليد نحو الأسفل حتى يصبح المطاط مستطالا كفاية.
- حرر الجسم في لحظة ما وعلّم على المسطرة أقصى ارتفاع h بالنسبة للموضع المرجعي A يبلغه هذا الجسم ، نسمي هذا الموضع B (الشكل ج).

نسمي: A المستوى المرجعي

l_0 :طول المطاط الأصلي (بدون إستطالة).

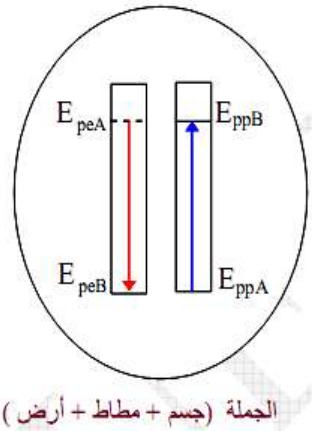
l : طول المطاط الكلي (وهو مستطال).

x : إستطالة المطاط أي $x = l - l_0$

h : أقصى ارتفاع عن الموضع المرجعي يبلغه الجسم.

1- نعيد التجربة من أجل قيم مختلفة للكتلة m:

$m\ (Kg)$	$h(m)$	$\frac{1}{m}$	$\frac{1}{m^2}$	$\frac{1}{\sqrt{m}}$
0,100	0,50	10	100	3,16
0,150	0,33	6,67	44,4	2,58
0,200	0,25	5	25	2,24



1 - مثّل الحصيلة الطاقوية للجملة (مطاط ، جسم أرض) بين الموضعين A و B ، ثم اكتب معادلة انحفاظ الطاقة.

2- ما هو شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع A؟ ... طاقة كامنة مرونية E_{pe} .

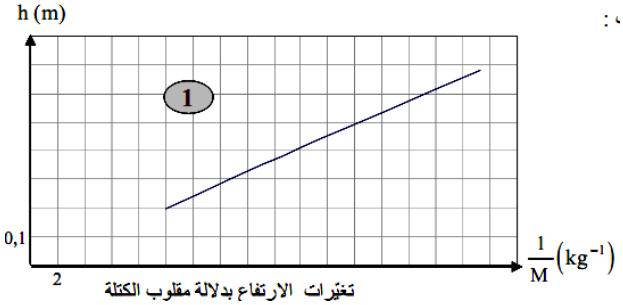
عند الموضع B ؟ ... طاقة كامنة ثقالية E_{pp} .

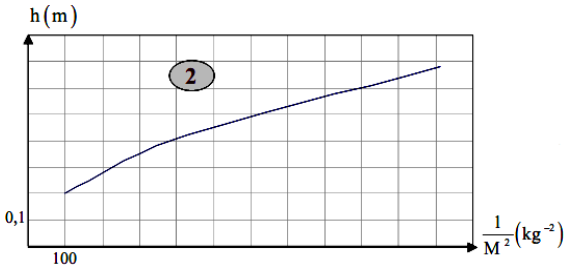
3- ما هو نمط التحويل الذي حدث في الجملة بين الموضعين A و B ؟ ... نمط تحويل ميكانيكي W_m.

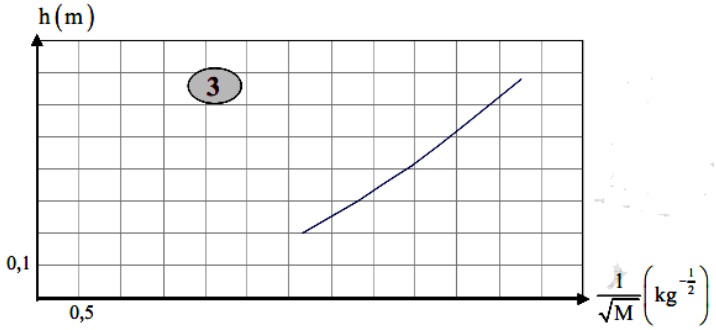
4- هل قيمة هذا التحويل هي نفسها في كل الحالات الموافقة لمختلف الكتل؟ ... نعم قيمة التحويل هي نفسها بالنسبة لكل الكتل لأنه يتعلق بمقدار استطالة المطاط وهي نفسها في جميع الحالات.

5- كيف تتغير قيمة الارتفاع عندما تزداد الكتلة؟ ... ينقص الارتفاع.

- أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الارتفاع h بدلالة $(\frac{1}{m})$ ثم بدلالة $(\frac{1}{m^2})$ ثم بدلالة $(\frac{1}{\sqrt{m}})$.







- نستنتج وجود تناسب طردي بين h و $\frac{1}{m}$ فقط .

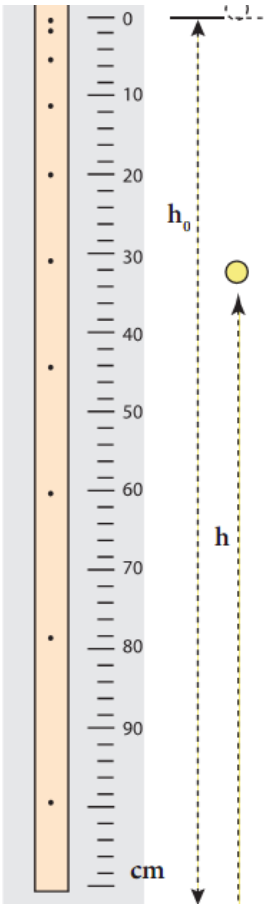
6- إستنتج من العبارات التالية: $h^2, m.h^2, m.h, m^2.h$ العبارة المناسبة للتحويل الطاقوي في الجملة.

... $h = f(\frac{1}{m})$ خط مستقيم، إذن $h.m = a = C^{te}$ ، فالعبارة المناسبة للتحويل الطاقوي في مختلف الحالات هي $h.m = C^{te}$.

7- استنتج عبارة الطاقة الكامنة الثقالية.

... الطاقة الكامنة الثقالية تتناسب مع الجداء $h.m$ وبالتالي: $E_{pp} = K_{pp}.h.m$.

استنتاج: تتعلق الطاقة الكامنة الثقالية لجسم (باعتبار الجملة: جسم + أرض) بكتلته وإرتفاعه بالنسبة للمرجع و تتناسب طردا مع المقدار $m.h$ و تكون عبارتها من الشكل $E_{pp} = K_{pp}.m.h$ حيث: K_{pp} قيمته ثابتة تمثل معامل التناسب.



نشاط 2: تحديد الثابت K_{pp} .

نترك جسم كتلته $m = 0,1\ Kg$ يسقط بدون سرعة ابتدائية من حافة طاولة على ارتفاع من سطح الأرض.

سجلت حركة الجسم باختيار الجملة (الجسم + أرض) والفاصل الزمني بين وضعين متتاليين هو $\tau = 0,05\ s$.

1 - أحسب سرعة الجسم في المواضع M_8, M_6, M_4, M_2, M_0

واملأ الجدول التالي: $v^2 = \frac{M_1M_3}{2\tau}$.

الموضع	$v(m/s)$	$h(m)$	$\frac{1}{2}mv^2(J)$	$m.h(Kg.m)$
M_0	0	1,11	0	0,111
M_2	0,90	1,07	0,04	0,107
M_4	1,97	0,90	0,19	0,090
M_6	3,03	0,66	0,46	0,066
M_8	4,02	0,32	0,80	0,032

2- أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الطاقة الحركية E_c بدلالة المقدار mh .

3- اكتب معادلة المنحنى: ... معادلة المستقيم من الشكل $y = ax + b$ حيث a معامل التوجيه $a < 0$

$$E_c = a.M.h + b$$

$$b = 1,13 \text{ ، } a = -9,80\ S.I = -g$$

$$E_c = -g\ M.h + 1,13 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حسب مبدأ انحفاظ الطاقة: $E_{c0} + E_{pp0} = E_c + E_{pp}$.

$$E_c = -E_{pp} + E_{pp0} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

بالمطابقة بين (1) و (2): $E_{pp0} = 1,13\ J$ ، $E_{pp} = g.m.h$ ، $E_{pp} = K_{pp}\ m.h$ ، مع $K_{pp} = g$

4- استنتج قيمة K_1: ... محسوب سابقا.

5- تحقق من أن معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين الموافقين للإرتفاعين h و h_0 تكتب على الشكل:

$$E_c + E_{pp} = E_{p0}$$ ، بأخذ $h = 0,7\ m$

الطاقة الكامنة في الموضع M_0 هي: $E_{pp0} = K_1 m.h_0 = 9.8 \times 0,115 = 1,127\ J$

الطاقة الكامنة عند الارتفاع h هي $E_{pp} = K_1 mh = 9,8 \times 0,07 = 0,686\ J$

$$E_{pp0} - E_{pp} = 1,127 - 0,686 = 0.441\ J$$

نلاحظ أن هذه القيمة هي تقريبا قيمة الطاقة الحركية عند نفس الارتفاع ($0,45\ J$) و بالتالي يكون قانون معادلة انحفاظ الطاقة محققا أي: $E_c + E_{pp} = E_{p0}$.

6- استنتج العلاقة بين K_1 و K_{pp} ثم عبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp} .

مما سبق لدينا: $K_{pp} = K_1 = g = 9,8\ S.I$ وبذلك تكون عبارة الطاقة الكامنة الثقالية: $E_{pp} = m.g.h$

نتيجة: عندما يكون جسم كتلته m على ارتفاع h من سطح الأرض و باختيار الجملة (جسم + أرض) تكون الطاقة الكامنة الثقالية للجملة $E_{pp} = m.g.h$.