

البطاقة التربوية لعمل مخبري

رقم المذكرة : 1
الوحدة : الطاقة الكامنة

المستوى : 2 علوم تجريبية + رياضي + تقني رياضي
المجال : الطاقة

عنوان التجربة : تحديد عبارة الطاقة الكامنة الثقالية

مؤشرات الكفاءة :

- يحسن تمثيل الحصيلة الطاقوية وكتابة معادلة الإنحفاظ .
- يربط بين الجملة والطاقة المخزنة فيها .
- يستخرج عبارة الطاقة الكامنة الثقالية .

النشاط 1: مقارنة أولية لعبارة الطاقة الكامنة الثقالية

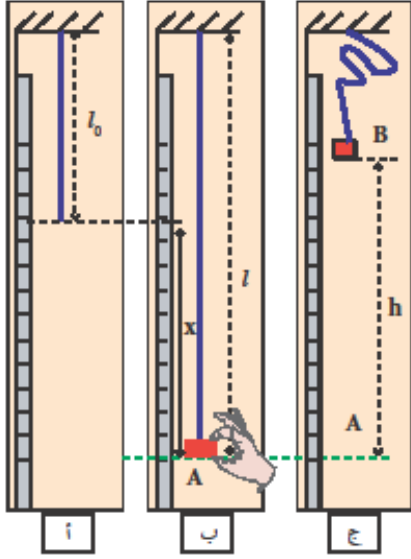
البروتوكول التجريبي

الأدوات:

خط مطاطي - جسم كتلته M - مسطرة مدرجة

طريقة العمل:

- 1- نعلق جسما كتلته M بواسطة خيط مطاطي
- 1- نسحب الجسم باليد نحو الأسفل حتى يصبح المطاط مستطالا كفاية نسمي هذا الموضع A ونعتبره مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية (الشكل ب)
- 2- نحرر الجسم ونعلم على المسطرة أقصى ارتفاع h بالنسبة لـ A يبلغه الجسم. نسمي هذا الموضع B . (الشكل ج)



l_0 : طول المطاط الأصلي (دون استطالة)

l : طول المطاط وهو مستطال

$x = l - l_0$: استطالة المطاط أي

h : أقصى ارتفاع عن الموضع A يبلغه الجسم.

نكرر التجربة عدة مرات من اجل قيم مختلفة لـ M وندون النتائج في جدول

$M(Kg)$	$h(m)$	$1/M$	$1/M^2$	$1/M^{1/2}$

المطلوب:

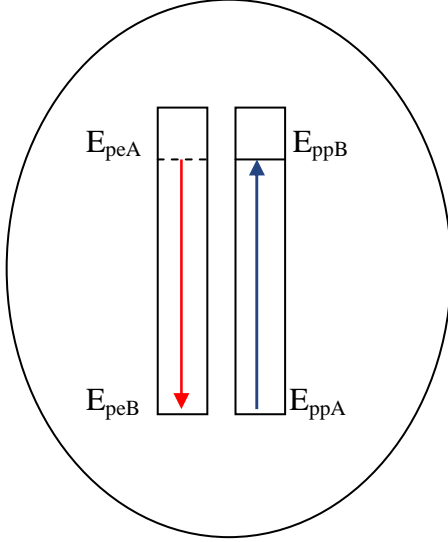
- 1- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (مطاط + جسم + أرض) بين الموضعين A و B . (نهمل الطاقة المحولة الى الوسط الخارجي بفعل الاحتكاكات).
- 2- ما هو شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع A .
- 3- ما هو شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع B .
- 4- ما هو التحول الطاقوي الذي حدث في الجملة بين الموضعين A و B .
- 5- هل قيمة هذا التحول هي نفسها في كل الحالات الموافقة لمختلف الكتل؟ علل.
- 6- كيف تتغير قيمة الارتفاع h عندما تزداد الكتلة؟
- 7- ارسم المنحنى البياني الممثل لتغيرات الارتفاع h بدلالة تغيرات مقلوب الكتلة $1/M$ ثم بدلالة مقلوب مربع الكتلة $1/M^2$ ثم بدلالة مقلوب جذر الكتلة $1/M^{1/2}$. ماذا تستنتج؟
- 8- استنتج من السؤال السابق العبارة من بين العبارات Mh^2 , Mh , M^2h التي تناسب التحويل الطاقوي الذي حدث للجملة
- 9- استنتج عبارة الطاقة الكامنة الثقالية

حل النشاط 1

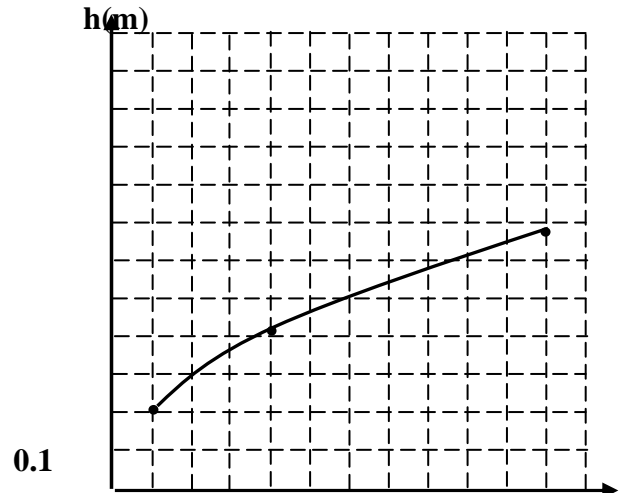
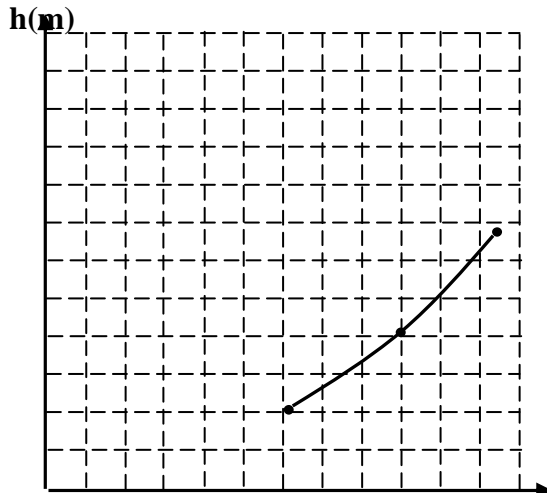
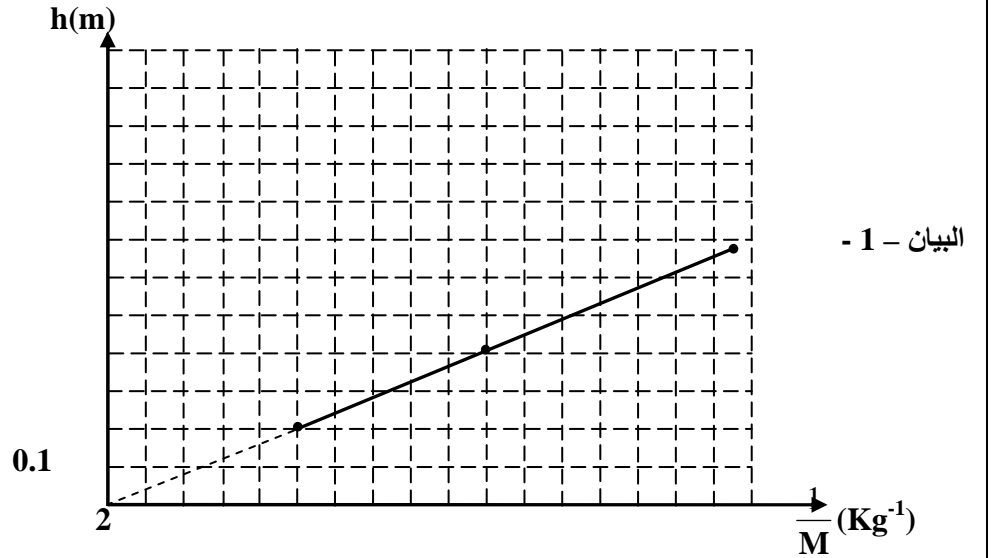
النتائج:

الجدول:

M(Kg)	h(m)	1/ M	1/M ²	1/M ^{1/2}
0,030	0,68	33,3	1111	5,77
0,050	0,41	20,0	400	4,47
0,100	0,20	10,0	100	3,16



- 1- الحصيلة الطاقوية:
- 2- الطاقة المخزنة في الجملة عند الوضع A هي طاقة كامنة مرونية .
- 3- الطاقة المخزنة في الجملة عند الوضع B هي طاقة كامنة ثقالية.
- 4- التحول الذي حدث هو تحول ميكانيكي ، حيث تحولت الطاقة الكامنة المرونية من المطاط إلى طاقة كامنة ثقالية في الجسم .
- 5- قيمة التحول هي نفسها في جميع الحالات لان الطاقة المحولة هي نفسها
- 6- من الجدول نلاحظ أنه كلما ازدادت الكتلة M نقص الارتفاع h.
- 7- المنحنيات:



$$\frac{1}{\sqrt{M}} \text{ (kg}^{-1/2}\text{) } 100$$

$$\frac{1}{M^2} \text{ (kg}^{-2}\text{)}$$

البيان - 3

البيان - 2

8- نلاحظ في البيان -1 أنه عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ من الشكل $y = ax$ أي $h = a \frac{1}{M}$ حيث a ثابت الميل

وبالتالي يكون $a = M h$ أي أن العبارة $M h$ هي التي تتناسب التحويل الطاقوي الذي حدث للجملة.

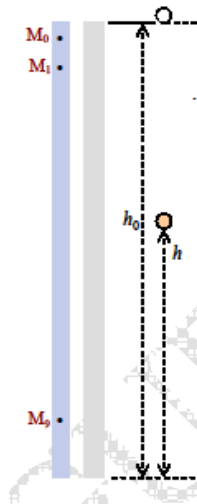
9- استنتاج عبارة الطاقة الكامنة الثقالية: بما أن الطاقة الكامنة تتناسب مع $M h$ فإن $E_{pp} = K_{pp} M h$

النشاط 2: تحديد الثابت K_{pp}

نترك كرة كتلتها $M = 26,2 \text{ g}$ لتسقط دون سرعة ابتدائية من على ارتفاع $h = 1,58 \text{ m}$ من سطح الأرض فنحصل على تسجيل مواضع حركة الكرة بفواصل زمني $\tau = 0,05 \text{ s}$ كما هو موضح في التجربة المنجزة (فيديو) المسافات على شريط التسجيل مقاسة بـ cm :

M_0M_1	M_1M_2	M_2M_3	M_3M_4	M_4M_5	M_5M_6	M_6M_7	M_7M_8	M_8M_9
0,7	2,5	4,6	7,5	10,2	13,1	16,5	19,7	23,4

1- أحسب سرعة الكرة في المواضع M_0, M_2, M_4, M_6, M_8 واملأ الجدول التالي :



الموضع	$v(\text{m/s})$	$h(\text{m})$	$1/2 Mv^2(\text{J})$	$M h (\text{kg.m})$
M_0				
M_2				
M_4				
M_6				
M_8				

2- أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الطاقة الحركية E_C بدلالة المقدار Mh

3- أكتب معادلة المنحنى وضعها على الشكل $E_C = B - K_1 U$ حيث B ثابت

4- استنتج قيمة K_1

5- تحقق أن معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين الموافقين للارتفاعين h_0 و h تكتب على الشكل $E_C + E_{pp} = E_{p0}$

حيث E_{p0} الطاقة الكامنة الثقالية عند الموضع الموافق لـ h_0 و E_{pp} و E_C هي على التوالي الطاقة الكامنة الثقالية و الطاقة الحركية عند الموضع الموافق للارتفاع h .

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

حل النشاط 2

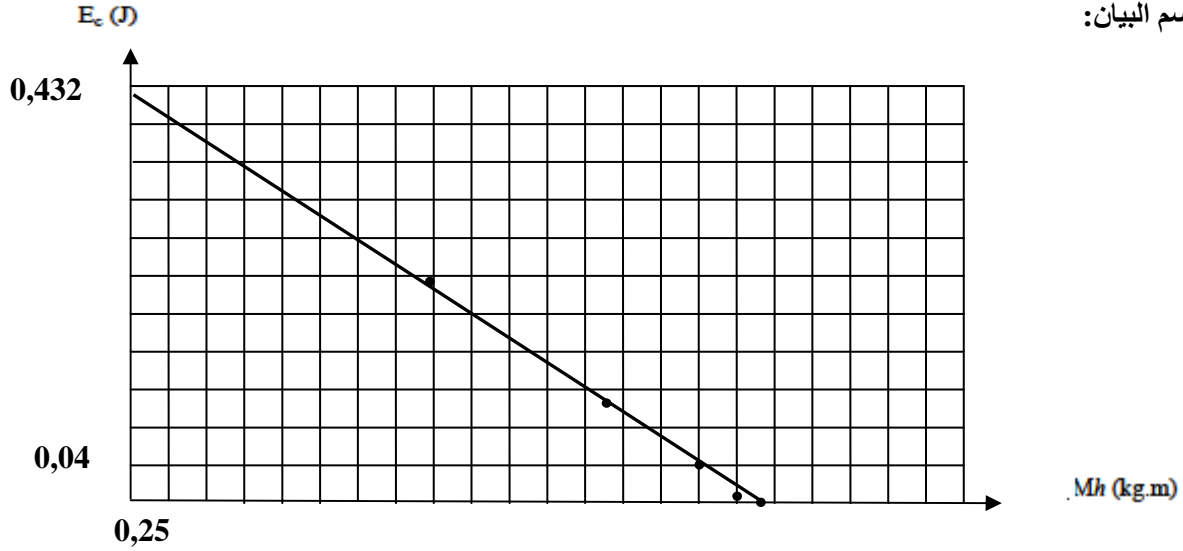
1- حساب سرعة الكرة :

$$v_2 = \frac{M_1 M_3}{2\tau} = \frac{(2,5 + 4,6) \times 10^{-2}}{2 \times 0,05} = 0,71 \text{ m/s} \quad , \quad v_4 = \frac{M_3 M_5}{2\tau} = \frac{(7,5 + 10,2) \times 10^{-2}}{2 \times 0,05} = 1,77 \text{ m/s}$$

$$v_6 = \frac{M_5 M_7}{2\tau} = \frac{(13,1 + 16,5) \times 10^{-2}}{2 \times 0,05} = 2,96 \text{ m/s} \quad , \quad v_8 = \frac{M_7 M_9}{2\tau} = \frac{(19,1 + 22,9) \times 10^{-2}}{2 \times 0,05} = 4,2 \text{ m/s}$$

الموضع	v(m/s)	h(m)	1/2 Mv ² (J)	M h (kg.m)
M ₀	0	1,58	0	4,14x10 ⁻²
M ₂	0,71	1,548	6,6x10 ⁻³	4,05x10 ⁻²
M ₄	1,77	1,427	4,1x10 ⁻²	3,74x10 ⁻²
M ₆	2,96	1,194	0,11	3,13x10 ⁻²
M ₈	4,2	0,838	0,23	2,19x10 ⁻²

2- رسم البيان :



3- نلاحظ أن البيان عبارة عن خط مستقيم لا يمر بالمبدأ معادلته من الشكل : $y = ax + b$ حيث $a < 0$ ميله و b ترتيب نقطة تقاطع البيان مع محور الترتيب. نلاحظ أن $a < 0$

نستطيع كتابة الطاقة الحركية اذن على الشكل : $E_C = B - K_1 Mh$ أي $E_C = B - K_1 U$ حساب

$$\text{من البيان } B = 0,432 \text{ و } K_1 = \frac{0,432}{4,14 \times 10^{-2}} = 10,43$$

5- التحقق من معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين الموافقين للارتفاعين h_0 و h تكتب على الشكل $E_C + E_{PP} = E_{P0}$

لنأخذ الموضع M_6 حيث الارتفاع $h = 1,194 \text{ m}$: الطاقة الكامنة عنده هي $E_{PP} = K_1 Mh = 10,43 \times 3,13 \times 10^{-2} = 0,32 \text{ J}$

عند الموضع M_0 الطاقة الكامنة عنده هي : $E_{P0} = K_1 Mh_0 = 10,43 \times 4,14 \times 10^{-2} = 0,431 \text{ J}$

نلاحظ أن هذه القيمة هي قيمة الطاقة الحركية عند الارتفاع $h (0,11 \text{ J})$ $E_{P0} - E_{PP} = 0,431 - 0,32 = 0,111 \text{ J}$

وبالتالي يكون قانون الانحفاظ محققا $E_{P0} - E_{PP} = E_C$ ومنه $E_{PP} + E_C = E_{P0}$

6- وجدنا $K_1 = 10,43 \approx g$ (في حدود أخطاء التجربة)

ومنه $K_{PP} = K_1 = g$ ومنه تصبح عبارة الطاقة الكامنة الثقالية $E_{PP} = Mgh$