

الأدوات المستعملة: خيط مطاطي ، كتلة عيارية ، مسطرة مدرجة .

1 مقارنة أولية لعبارة الطاقة الكامنة الثقالية :

نشاط - 1 : نعلق جسماً كتلته m بواسطة خيط مطاطي (الشكل - 1) .

يبين (الشكل - 1 أ) خيطاً مطاطياً في حالة راحة (غير متوتر) .

(1) أسحب الجسم باليد نحو الأسفل حتى يصبح المطاط مستطالاً كفاية ، نسمي

هذا الموضع A ونعتبره موضعاً مرجعياً لحساب الطاقة الكامنة الثقالية

(شكل - 1 ب) .

(2) حرر الجسم في لحظة ما و علم على مسطرة أقصى إرتفاع h بالنسبة للموضع

المرجعي A يبلغه هذا الجسم . نسمي هذا الموضع B (شكل - 1 ج) .

نسمي : l_0 : الطول الأصلي للمطاط (الشكل - أ) . l : طول المطاط الكلي (الشكل - ب) .

x : إستطالة المطاط أي : $x = l - l_0$ و h : أقصى إرتفاع عن الموضع المرجعي A يبلغه الجسم .

أعد التجربة من أجل قيم مختلفة للكتلة M و دَوّن نتائجك في الجدول التالي :

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

1 - أذكر أشكال الطاقة للجملة (كتلة+أرض+مطاط) في الموضع A

2 - أذكر أشكال الطاقة للجملة (كتلة+أرض+مطاط) في الموضع B

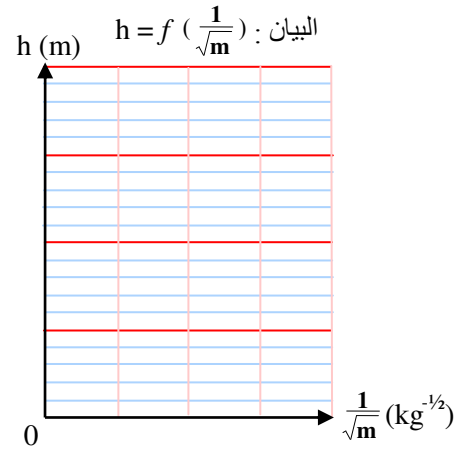
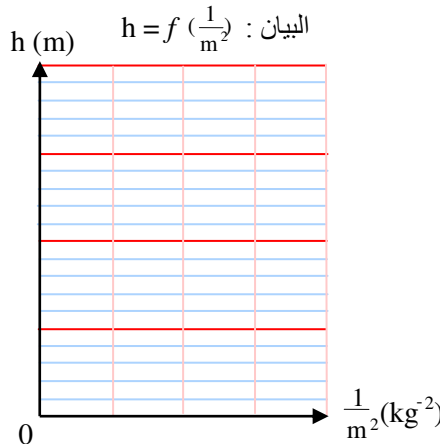
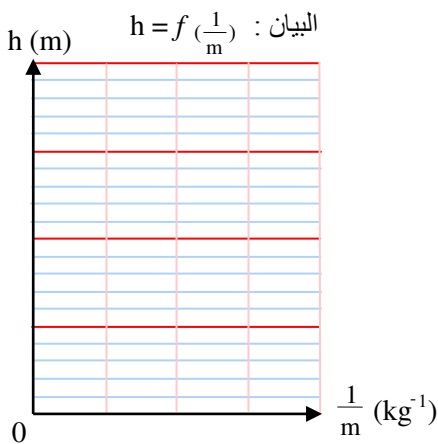
3 - مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (كتلة+أرض+مطاط) بين الموضعين A و B

4 - ما نمط التحويل الطاقوي الحادث في هذه الجملة ؟

5 - هل التحويل الطاقوي ثابت في كل التجارب المنجزة ؟ علل

6 - كيف تتغير قيمة الارتفاع h عندما تزداد الكتلة m ؟

7 - أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الارتفاع h بدلالة مقلوب الكتلة $(\frac{1}{M})$ ثم بدلالة مقلوب مربع الكتلة $(\frac{1}{M^2})$ ، ثم بدلالة جذر الكتلة $(\frac{1}{\sqrt{M}})$.



8 - استنتج من السؤال السابق العبارة من العبارات الثلاث التالية : mh^2 ، mh ، m^2h التي تتناسب التحويل الطاقوي الذي حدث في الجملة في مختلف الحالات

نتيجة: تتعلق الطاقة الكامنة الثقالية لجسم صلب ب..... و..... عن المستوى المرجعي ، كما تتناسب طردا مع المقدار.....

حيث: مقدار ثابت يمثل معامل التناسب.

وتكون عبارتها من الشكل :

بطاقة الأستاذ

المجال: الميكانيك والطاقة

الوحدة: العمل والطاقة الكامنة

الموضوع: الطاقة الكامنة الثقالية

الأدوات المستعملة: خيط مطاطي ، كتلة عيارية ، مسطرة مدرجة .

1 مقارنة أولية لعبارة الطاقة الكامنة الثقالية :

نشاط - 1 : نعلق جسماً كتلته m بواسطة خيط مطاطي (الشكل - 1) .

يبين (الشكل - 1 أ) خيطاً مطاطياً في حالة راحة (غير متوتر) .

(1) أسحب الجسم باليد نحو الأسفل حتى يصبح المطاط مستطالاً كفاية ، نسمي

هذا الموضع **A** ونعتبره موضعاً مرجعياً لحساب الطاقة الكامنة الثقالية

(شكل - 1 ب) .

(2) حرّر الجسم في لحظة ما و علّم على مسطرة أقصى إرتفاع h بالنسبة للموضع

المرجعي **A** يبلغه هذا الجسم . نسمي هذا الموضع **B** (شكل - 1 ج) .

نسمي : l_0 : الطول الأصلي للمطاط (الشكل - أ) . l : طول المطاط الكلي (الشكل - ب) .

x : إستطالة المطاط أي : $x = l - l_0$ و h : أقصى إرتفاع عن الموضع المرجعي **A** يبلغه الجسم .

أعد التجربة من أجل قيم مختلفة للكتلة M و دَوّن نتائجك في الجدول التالي :

$m(Kg)$	$h(m)$	$\frac{1}{m}$	$\frac{1}{m^2}$	$\frac{1}{m^{1/2}}$
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 - أذكر أشكال الطاقة للجسملة (كتلة+أرض+مطاط) في الموضع **A** طاقة كامنة مرونية E_{pe}

2 - أذكر أشكال الطاقة للجسملة (كتلة+أرض+مطاط) في الموضع **B** طاقة كامنة ثقالية E_{pp}

3 - مثل الحصيلة الطاقوية للجسملة (كتلة+أرض+مطاط) بين الموضعين **A** و **B**

4 - ما نمط التحويل الطاقوي الحادث في هذه الجسملة ؟ نمط تحويل ميكانيكي W_m

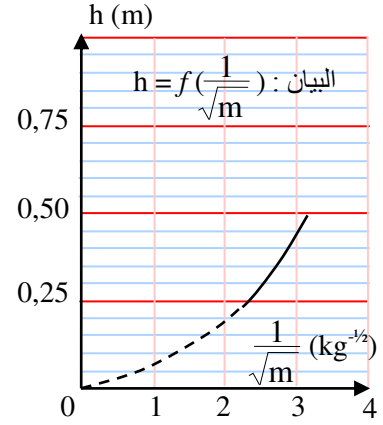
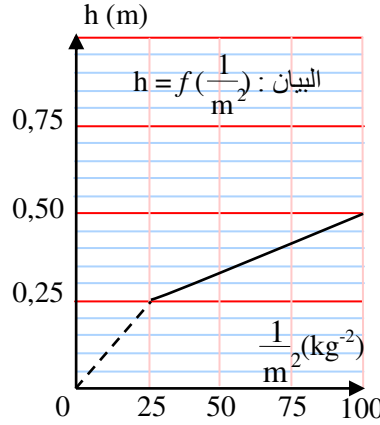
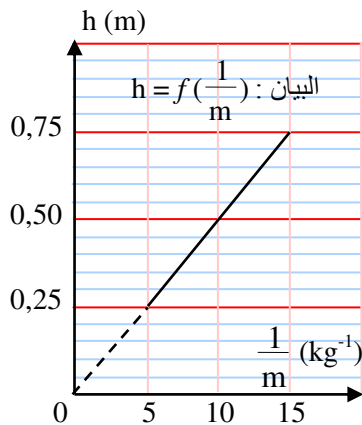
5 - هل التحويل الطاقوي ثابت في كل التجارب المنجزة ؟ علل

نعم التحويل الطاقوي ثابت في كل التجارب لأننا إستعملنا نفس النابض ونفس الإستطالة

6 - كيف تتغير قيمة الارتفاع h عندما تزداد الكتلة m ؟

الارتفاع h يتناسب عكساً مع الكتلة m .

7 - أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الارتفاع h بدلالة مقلوب الكتلة $(\frac{1}{m})$ ثم بدلالة مقلوب مربع الكتلة $(\frac{1}{m^2})$ ، ثم بدلالة جذر الكتلة $(\frac{1}{\sqrt{m}})$.



8 - استنتج من السؤال السابق العبارة من العبارات الثلاث التالية : mh^2 ، mh ، m^2h التي تناسب التحويل الطاقوي الذي حدث في الجسملة في مختلف الحالات

– مما سبق يتضح أن هناك علاقة خطية بين الارتفاع h و مقلوب الكتلة $(1/m)$ من الشكل $h = C^{te} \cdot (1/m)$ حيث : C^{te} ثابت يمثل الميل " معامل التوجيه " للمستقيم المائل المار من المبدأ

– $h = C^{te} \cdot (1/m)$ بالتالي $mh = C^{te}$ والعبارة المناسبة للتحويل الطاقوي الحادث في الجسملة في مختلف الحالات هي العبارة : ثابت $mh = C^{te}$.

نتيجة: تتعلق الطاقة الكامنة الثقالية لجسم صلب بـ...كتلته و...إرتفاعه.... عن المستوى المرجعي ، كما تتناسب طرذا مع المقدار mh

حيث: مقدار ثابت يمثل معامل التناسب.

$$E_{pp} = K_{pp} \cdot m \cdot h$$

وتكون عبارتها من الشكل :

M_0 ●

M_1 ●

M_2 ●

M_3 ●

M_4 ●

2cm

$E_{pp}=0$ M_5 ●

الأدوات المستعملة: كتلة (كرة) m ، كاميرا فيديو ، مسطرة مدرجة ، جهاز كمبيوتر ، برمجية AvisTep

نشاط - 2 : نترك كرة كتلتها $m = 50g$ لتسقط دون سرعة ابتدائية من على ارتفاع h من سطح الأرض فنحصل على تسجيل مواضع حركة الكرة بفواصل زمني $T=0.04(s)$ كما هو موضح في التجربة المنجزة (فيديو) ، المسافات على شريط التسجيل مقاسة بـ cm :

الموضع	السرعة $V(m/s)$	الإرتفاع $h(m)$	$E_c(j) . 10^{-3}$	$mh (kg.m) . 10^{-3}$
M_0	V_0			
M_1	V_1			
M_2	V_2			
M_3	V_3			
M_4	V_4			

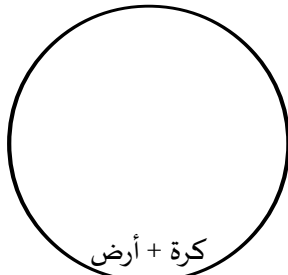
1 - املأ الجدول

2 - مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (كرة + أرض) من M_0 إلى موضع كفي وأكتب معادلة انحفاظ

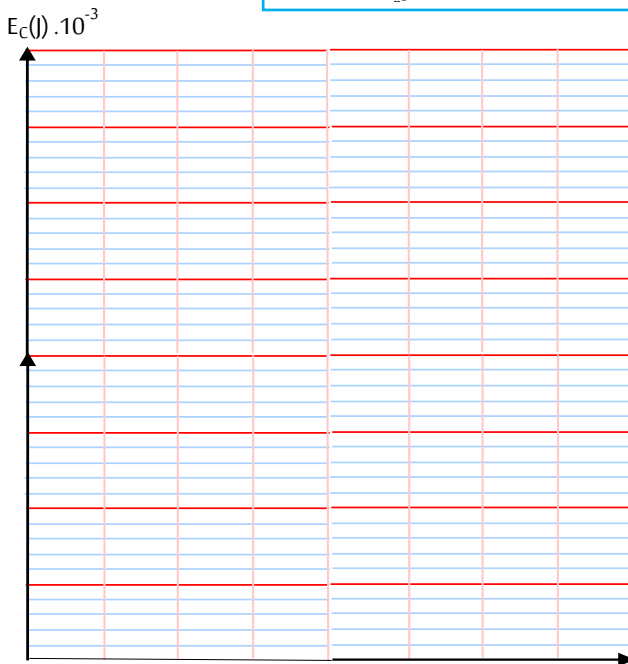
معادلة انحفاظ الطاقة:

3 - أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الطاقة الحركية للجملة E_c بدلالة h .

4 - أكتب معادلة هذا المنحنى



الحصيلة الطاقوية



5 - بالإعتماد على السؤالين 2 و 3 والعلاقة التي توصلنا إليها في النشاط السابق $(E_{pp}=K_{pp} . m . h)$ إستنتج قيمة الثابت k_{pp} وعبارة الطاقة الكامنة الثقالية

عبارة الطاقة الكامنة الثقالية:

بطاقة الأستاذ

الموضوع: إيجاد الثابت k_{pp}

الوحدة: العمل و الطاقة الكامنة

المجال: الميكانيك والطاقة

M_0 •

M_1 •

M_2 •

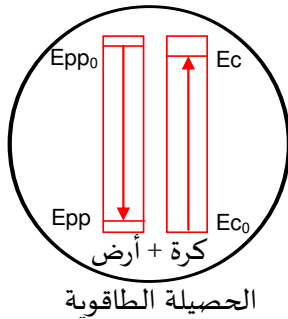
M_3 •

M_4 •

الأدوات المستعملة: كتلة (كرة) m ، كاميرا فيديو ، مسطرة مدرجة ، جهاز كمبيوتر ، برمجية AvisTep
نشاط - 2 : نترك كرة كتلتها $m = 50g$ لتسقط دون سرعة ابتدائية من على ارتفاع h من سطح الأرض فنحصل على تسجيل مواضع حركة الكرة بفواصل زمني $\tau = 0.04(s)$ كما هو موضح في التجربة المنجزة (فيديو) ، المسافات على شريط التسجيل مقاسة بـ cm :
1 - املأ الجدول

الموضع	السرعة $V(m/s)$	الإرتفاع $h(m)$	$E_c(l) \cdot 10^{-3}$	$mh (kg.m) \cdot 10^{-3}$
M_0	V_0	0	0	10.2
M_1	V_1	0.4	4	9.6
M_2	V_2	0.8	16	8.6
M_3	V_3	1.2	34	6.4
M_4	V_4	1.6	64	3.8

2 - مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (كرة + أرض) من M_0 إلى موضع كفي وأكتب معادلة انحفاظ



معادلة انحفاظ الطاقة: $E_c + E_{pp} = E_{pp0} \rightarrow E_c = E_{pp0} - E_{pp}$

3 - أرسم المنحني الممثل لتغيرات الطاقة الحركية للجملة E_c بدلالة $m.h$

4 - أكتب معادلة هذا المنحني

المنحني عبارة عن جزء من مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته من الشكل :

$$E_c = b + a \cdot m.h$$

$$b = 0.1$$

حيث b نقطة التقاطع مع محور الترتيب

$$a = \frac{64-4}{3.8-9.6} = 10.3$$

a هو معامل توجيه المستقيم

معادلة المنحني: $E_c = 0.1 + 10.3 \cdot m.h$

بالمطابقة مع معادلة إنحفاظ الطاقة نجد أن: $E_{pp0} = 0.1J$ و $E_{pp} = 10.3 \cdot m.h$

5 - بالإعتماد على السؤالين 2 و 3 والعلاقة التي توصلنا إليها في النشاط السابق $(E_{pp} = K_{pp} \cdot m.h)$ إستنتج قيمة الثابت k_{pp} وعبارة الطاقة الكامنة الثقيلة

عبارة الطاقة الكامنة الثقيلة: $E_{pp} = m \cdot g \cdot h$

ملاحظة: E_{pp} تتعلق بالموضع أما عمل الثقل فيتعلق بتغير الارتفاع ويعطى بالعلاقة $W_{AB}(\vec{P}) = -p \cdot \Delta h$

التحليل البعدي : إثبات أن معامل توجيه المنحني (مقدار رياضي) يمثل تسارع الجاذبية (مقدار فيزيائي)

$$E_{pp} = K_{pp} m h \Leftrightarrow K_{pp} = \frac{E_{pp}}{m h} \quad [K_{pp}] = \frac{J}{kg \cdot m}$$

$$[K_{pp}] = \frac{N \cdot m}{kg \cdot m} \Leftrightarrow [K_{pp}] = N / kg \quad / \quad J = N \cdot m$$

ومنه المقدار الفيزيائي الذي وحدته (N/kg) هو تسارع الجاذبية . حيث: $g \approx 10 (N/kg)$

تقويم الوحدة : تمرين 7, 8, 9, 10 صفحة 88,87

- 1- مقدمة: عرف الأقدمون استعمال القوس في الصيد وفي الحروب ، حيث كلما كان تشوه القوس كبيرا زادت سرعة السهم ومداه، فأين يكمن السرفي ذلك؟
- 2- الوسائل المستعملة: نابض أو خيط مطاطي، كتل مختلفة.
- 3- خطوات العمل :

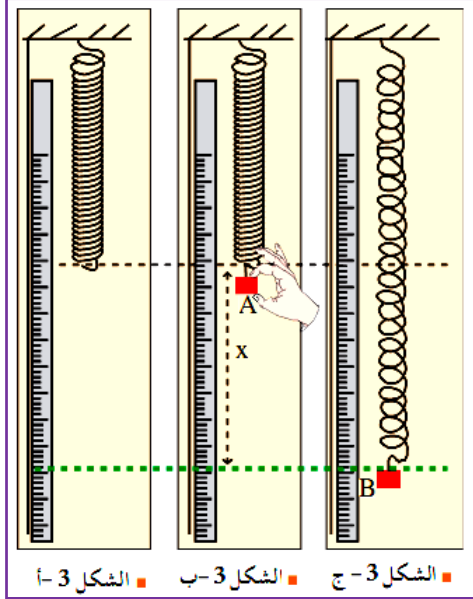
نشاط 1 : مقارنة أولية لعبارة الطاقة الكامنة المرونية:

نربط جسما كتلته m إلى أحد طرفي نابض طويل ثم نتركه لحاله من الموضع A دون سرعة ابتدائية فيستطيل النابض حتى الموضع B أين تتعدم سرعة الجسم ويستطيل النابض بالمقدار x (الشكل 3ج).

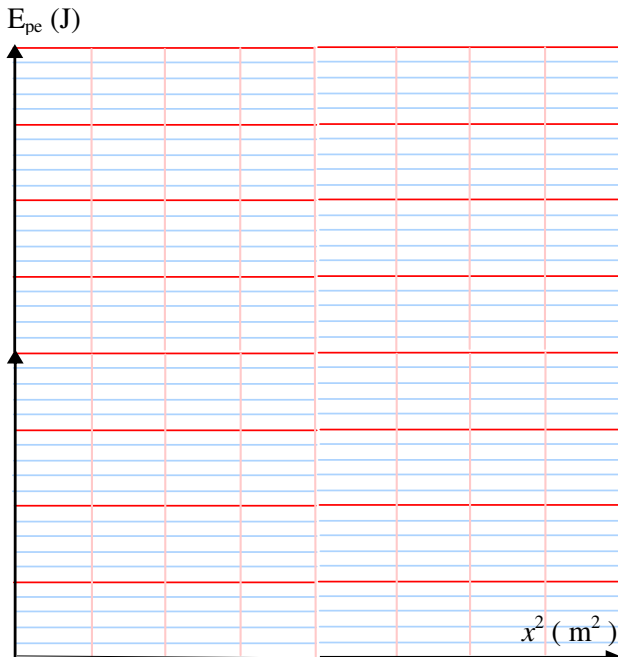
1- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (النابض + جسم + أرض) بين الموضعين A و B



2- إستنتج من معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B المعادلة التالية: $E_{pe} = -\Delta E_{pp}$ حيث E_{pe} هي الطاقة الكامنة المرونية للنابض وأثبت أنها تكتب بالشكل: $E_{pe} = m.g.x$.



3- كرر التجربة من أجل قيم مختلفة للكتلة m وقس في كل مرة استطالة النابض. دوّن النتائج في الجدول التالي:



$m(kg)$	$x(m)$	$E_{pe} = mgx$	$x^2(m^2)$

4- أرسم المنحنى الممثل لتغيرات $E_{pe} = m.g.x$ بدلالة المقدار x^2 . اكتب معادلته. ماذا تلاحظ ؟

5- احسب معامل توجيه المنحنى واستنتج أن عبارة الطاقة الكامنة المرونية تكتب على الشكل: $E_{pe} = K_e x^2$.

بطاقة الأستاذ

المجال: الميكانيك والطاقة

الموضوع: الطاقة الكامنة المرونية

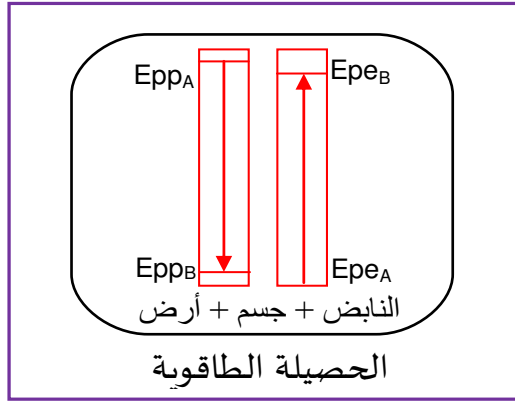
الوحدة: العمل والطاقة الكامنة

- 1- مقدمة: عرف الأقدمون استعمال القوس في الصيد وفي الحروب ، حيث كلما كان تشوه القوس كبيرا زادت سرعة السهم ومداه، فأين يكمن السرفي ذلك؟
- 2- الوسائل المستعملة: نابض أو خيط مطاطي، كتل مختلفة.
- 3- خطوات العمل:

نشاط 1: مقارنة أولية لعبارة الطاقة الكامنة المرونية:

نربط جسما كتلته m إلى أحد طرفي نابض طويل ثم نتركه لحاله من الموضع A دون سرعة ابتدائية فيستطيل النابض حتى الموضع B أين تتعدم سرعة الجسم ويستطيل النابض بالمقدار x (الشكل 3ج).

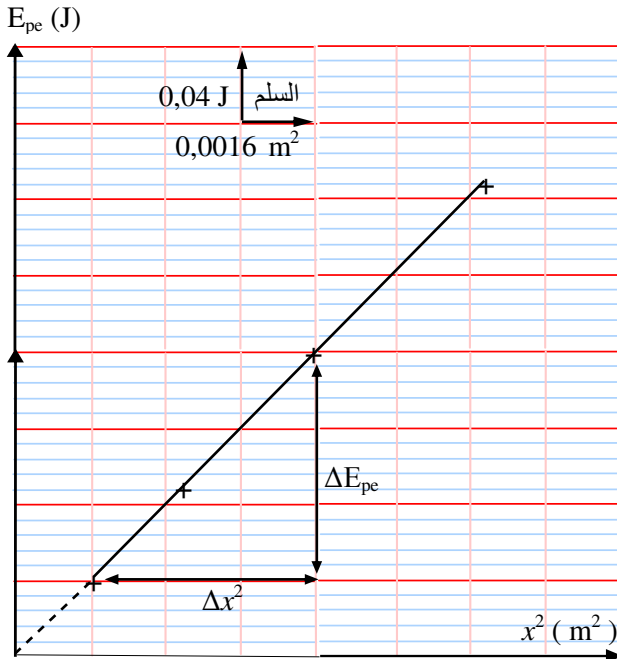
1- مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (النابض + جسم + أرض) بين الموضعين A و B .



2- إستنتج من معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B المعادلة التالية: $E_{pe} = -\Delta E_{pp}$ حيث E_{pe} هي الطاقة الكامنة المرونية للنابض وأثبت أنها تكتب بالشكل: $E_{pe} = m.g.x$.

$$E_{ppA} + E_{peA} = E_{ppB} + E_{peB} \rightarrow E_{peB} = E_{ppA} - E_{ppB} = -\Delta E_{pp}$$

3- كرر التجربة من أجل قيم مختلفة للكتلة m وقس في كل مرة استطالة النابض. دوّن النتائج في الجدول التالي:



$m(kg)$	$x(m)$	$E_{pe} = mgx$	$x^2(m^2)$
0,100	0,04	0,04	0,0016
0,150	0,06	0,09	0,0036
0,200	0,08	0,16	0,0064
0,250	0,10	0,25	0,0100

4- أرسم المنحنى الممثل لتغيرات $E_{pe} = m.g.x$ بدلالة المقدار x^2 . اكتب معادلته. ماذا تلاحظ؟

نلاحظ أن: البيان $E_{pe} = f(x^2)$ عبارة عن خط مستقيم مائل يمر من المبدأ معادلته من الشكل: $E_{pe} = K_e x^2$ أي أن: E_{pe} تتناسب طردياً مع x^2 ... (ثابت K_e : الميل أو معامل التوجيه).

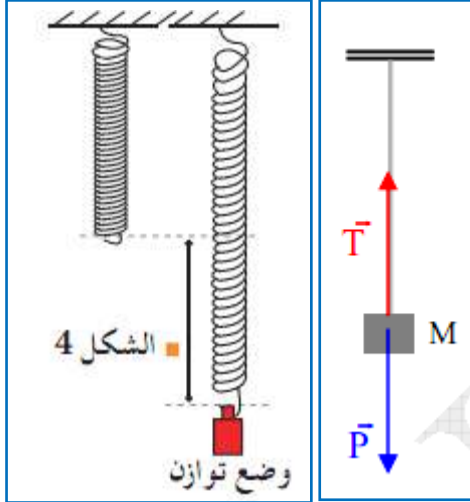
5- احسب معامل توجيه المنحنى واستنتج أن عبارة الطاقة الكامنة المرونية تكتب على الشكل: $E_{pe} = K_e x^2$. بيانياً:

$$K_e = \tan \alpha = \Delta E_{pe} / \Delta x^2 = (3 \times 0,04) / (3 \times 0,0016) = 25 \text{ u.I}$$

$$E_{pe} = K_e x^2 = 25 x^2 \Leftrightarrow K_e = 25 \text{ N/m}$$

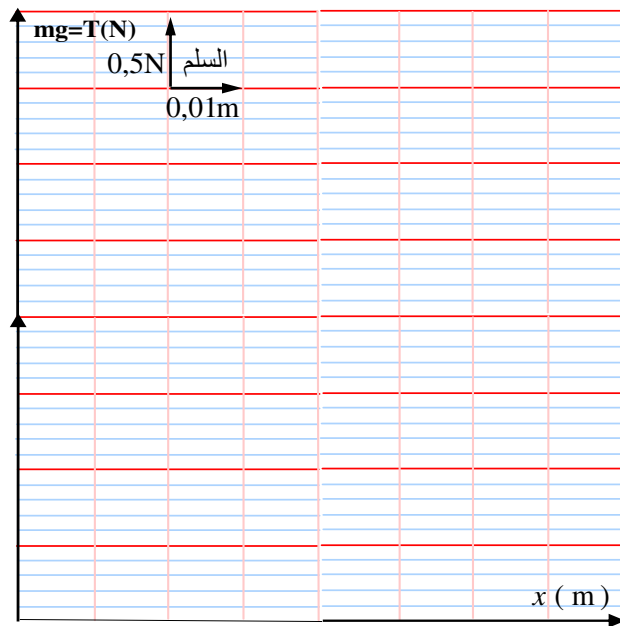
نشاط 2: تعيين الثابت K_e .

لتعيين الثابت K_e نقوم بمعايرة النابض المستعمل في التجربة السابقة.
- علّق في نهاية النابض أجساما مختلفة الكتلة وقس في كل مرة الاستطالة عند وضعية سكون الجسم.



$m(\text{kg})$				
$mg=T(\text{N})$				
$\Delta l=x(\text{cm})$				

1- أرسم منحنى المعايرة الذي يمثل تغيرات شدة القوة المطبقة على النابض بدلالة الاستطالة.



2- أحسب معامل توجيه المنحنى الذي يمثل ثابت مرونة النابض K .

3- قارن قيمة معامل التوجيه K مع قيمة K_e واكتب علاقة بينهما, ثم استنتج عبارة الطاقة الكامنة المرونية E_{pe} :

$$E_{pe} = \dots \times K \times \dots$$

على الشكل التالي: $E_{pe} = K x^2$

نتيجة : عندما يستطيل (ينضغط) نابض ثابت مرونته K بمقدار x تكتب عبارة طاقته

بطاقة الأستاذ

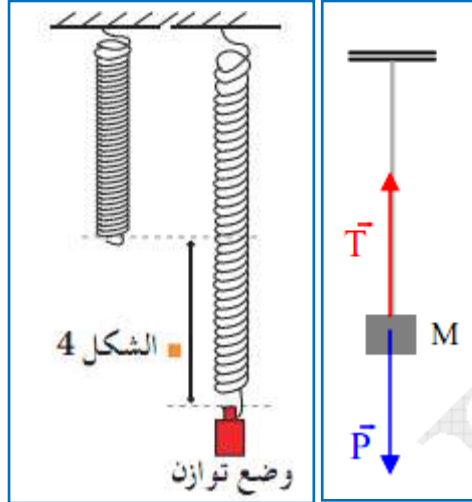
الموضوع: إيجاد الثابت k_e

الوحدة: العمل والطاقة الكامنة

المجال: الميكانيك والطاقة

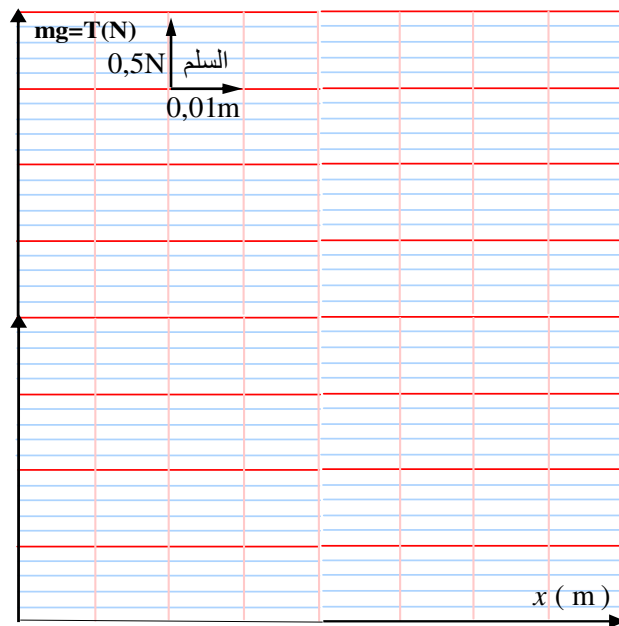
نشاط 2: تعيين الثابت K_e

لتعيين الثابت K_e نقوم بمعايرة النابض المستعمل في التجربة السابقة.
- علّق في نهاية النابض أجساما مختلفة الكتلة وقس في كل مرة الاستطالة عند وضعية سكون الجسم.



m(kg)	0,100	0,150	0,200	0,250
mg=T(N)	1.0	1.5	2.0	2.5
$\Delta l=x$ (cm)	0.02	0.03	0.04	0.05

1- أرسم منحنى المعايرة الذي يمثل تغيرات شدة القوة المطبقة على النابض بدلالة الاستطالة.



2- أحسب معامل توجيه المنحنى الذي يمثل ثابت مرونة النابض K .
- بيانياً : الميل (ثابت المرونة) :

$$K = \text{tga} = \Delta T / \Delta x = (3 \times 0,5) / (3 \times 0,01) = 50 \text{ u.I}$$

$$K = 50 \text{ N/m}$$

3- قارن قيمة معامل التوجيه K مع قيمة K_e واكتب علاقة بينهما, ثم استنتج عبارة الطاقة الكامنة المرونية E_{pe} :

- لدينا : $K_e = 25 \text{ N/m}$ (النشاط - 1)

و لدينا : $K = 50 \text{ N/m}$ (النشاط - 2)

مما سبق يتضح أن : $K_e = \frac{1}{2} K$

- عند إعادة التجريبتين السابقتين باستخدام نوابض مختلفة نجد في كل مرة نفس العلاقة بين الثابتين K و K_e أي دوماً :

بالنسبة لأي نابض : $K_e = \frac{1}{2} K$

$$E_{pe} = \frac{1}{2} \times K \times x^2$$

نتيجة :

عندما يستطيل (ينضغط) نابض ثابت مرونته K بمقدار x تكتب عبارة طاقته الكامنة المرونية على الشكل التالي : $E_{pe} = \frac{1}{2} K x^2$