بطاقة التلميذ :..... القسم : ..... الأستاذ :

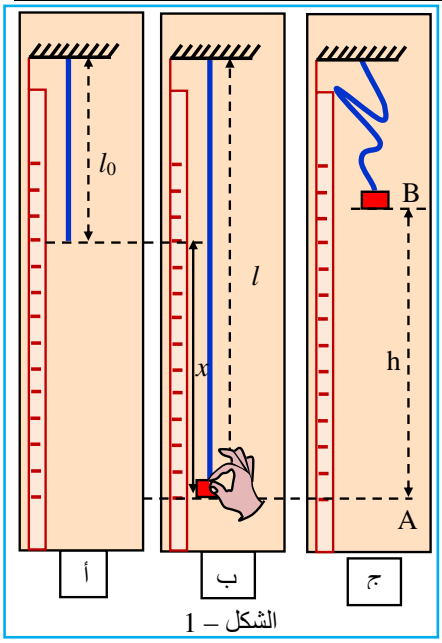
المجال: الميكانيك والطاقة	الوحدة: العمل و الطاقة الكامنة	الموضوع: الطاقة الكامنة الثقلية

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

1 مقاربة أولية لعبارة الطاقة الكامنة الثقالية :

نشاط - 1 : نعلق جسمًا كتلته **m** بواسطة خيط مطاطي ..... (الشكل – 1) .
يبين (الشكل – 1 أ) خيطًا مطاطيًا في حالة راحة (غير متوتر) .
1) أسحب الجسم باليد نحو الأسفل حتى يصبح المطاط مستطالاً كفاية ، نسمي هذا الموضع **A** و نعتبره موضعًا مرجعيًا 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 جـ) .

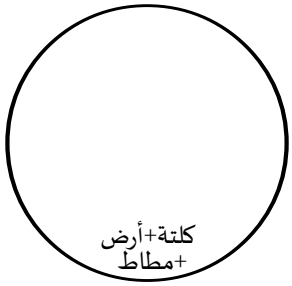
نسمي : l_0 : الطول الأصلي للمطاط (الشكل – أ). l : طول المطاط الكلي (الشكل – ب) .
x : إستطالة المطاط أي : $x = l - l_0$ و h : أقصى إرتفاع عن الموضع المرجعي **A** يبلغه الجسم .



الشكل – 1

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

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

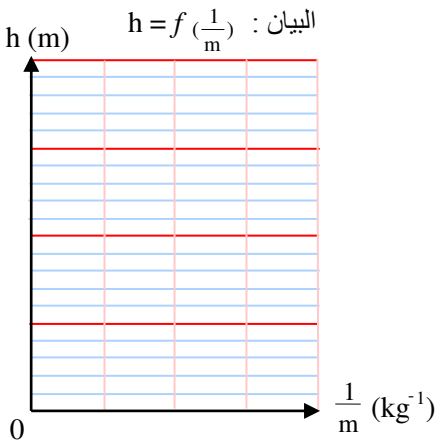


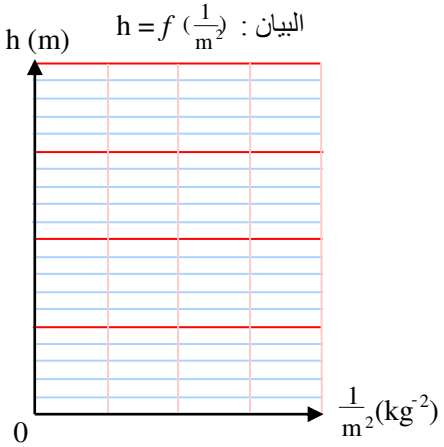
الحصيلة الطاقوية

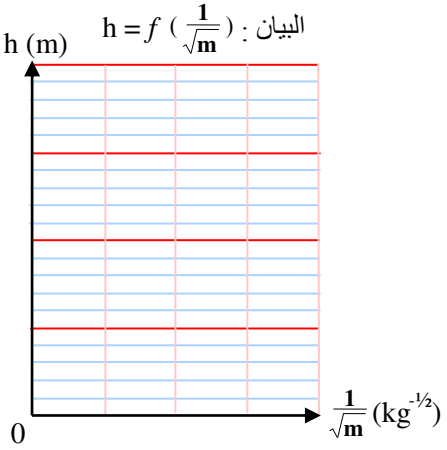
1 - أذكر أشكال الطاقة للجملة (كلتة+أرض+مطاط) في الموضع A .....
2 - أذكر أشكال الطاقة للجملة (كلتة+أرض+مطاط) في الموضع B .....
3 - مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (كلتة+أرض+مطاط) بين الموضعين A و B
4 - ما نمط التحويل الطاقوي الحادث في هذه الجملة ؟ .....
5 - هل التحويل الطاقوي ثابت في كل التجارب المنجزة؟ علل
.....

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

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







8 ـ استنتج من السؤال السابق العبارة من العبارات الثلاث التالية : $\mathbf{m^2h}$ ، $\mathbf{mh}$ ، $\mathbf{mh^2}$ التي تناسب التحويل الطاقوي الذي حدث في الجملة في مختلف الحالات
.....
.....
.....

نتيجة: تتعلق الطاقة الكامنة الثقلية لجسم صلب بـ..... و..... عن المستوى المرجعي ، كما تتناسب طردا مع المقدار.....
وتكون عبارتها من الشكل : ..... حيث: ..... مقدار ثابت يمثل معامل التناسب.

بطاقة الأستاذ

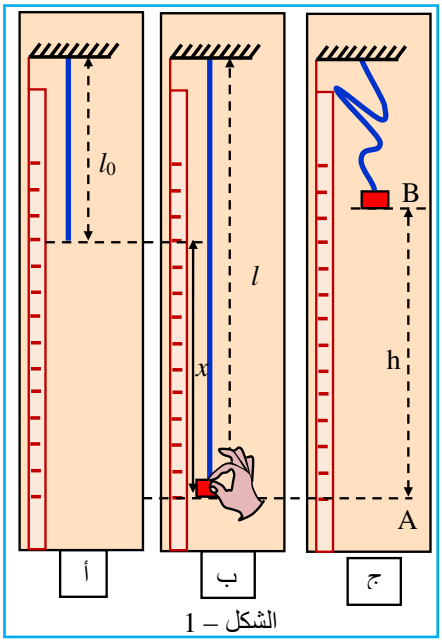
المجال: الميكانيك والطاقة	الوحدة: العمل و الطاقة الكامنة	الموضوع: الطاقة الكامنة الثقلية

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

1 مقاربة أولية لعبارة الطاقة الكامنة الثقالية :

نشاط - 1 : نعلق جسمًا كتلته **m** بواسطة خيط مطاطي ..... (الشكل – 1) .
يبين (الشكل – 1 أ) خيطًا مطاطيًا في حالة راحة (غير متوتر) .
1) أسحب الجسم باليد نحو الأسفل حتى يصبح المطاط مستطالاً كفاية ، نسمي هذا الموضع **A** و نعتبره موضعًا مرجعيًا 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 جـ) .

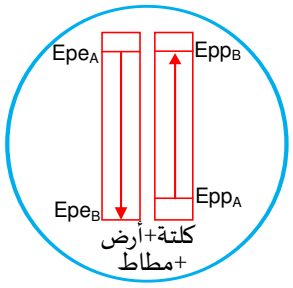
نسمي : l_0 : الطول الأصلي للمطاط (الشكل – أ). l : طول المطاط الكلي (الشكل – ب) .
x : إستطالة المطاط أي : $x = l - l_0$ و h : أقصى إرتفاع عن الموضع المرجعي **A** يبلغه الجسم .



الشكل – 1

أعد التجربة من أجل قيم مختلفة للكتلة **M** و دوّن 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

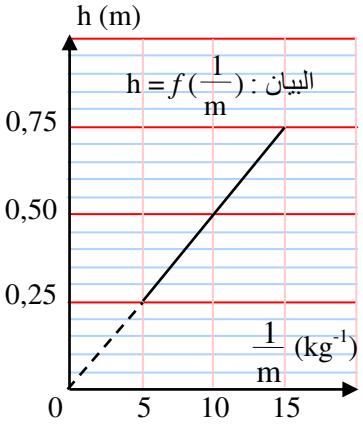


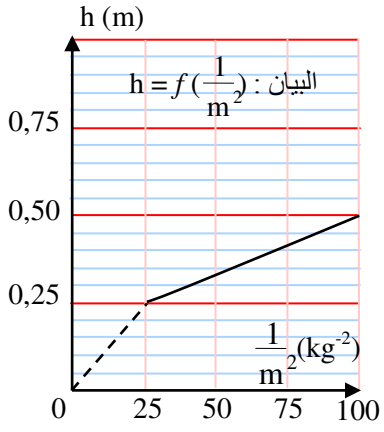
الحصيلة الطاقوية

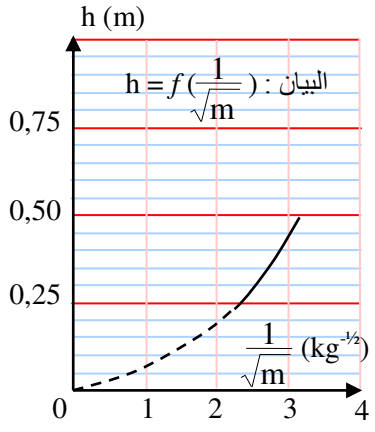
1 - أذكر أشكال الطاقة للجملة (كلتة+أرض+مطاط) في الموضع A طاقة كامنة مرونية Epe
2 - أذكر أشكال الطاقة للجملة (كلتة+أرض+مطاط) في الموضع B طافة كامنة ثقلية Epp
3 - مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (كلتة+أرض+مطاط) بين الموضعين A و B
4 - ما نمط التحويل الطاقوي الحادث في هذه الجملة ؟ نمط تحويل ميكانيكي Wm
5 - هل 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 عكسًا 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 مقلوب جذر الكتلة $(\frac{1}{\sqrt{m}})$.







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

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

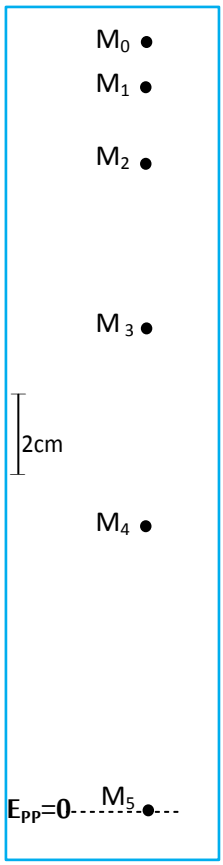
– $h = C^{te}.(1/m)$ بالتالي $mh = C^{te}$ والعبارة المناسبة للتحويل الطاقوي الحادث في الجملة في مختلف الحالات هي العبارة : **ثابت** $= mh = C^{te}$.

نتيجة: تتعلق الطاقة الكامنة الثقلية لجسم صلب بـ..كتلته.. و إرتفاعه..... عن المستوى المرجعي ، كما تتناسب طردا مع المقدار.....mh.....
وتكون عبارتها من الشكل : $E_{pp} = K_{pp}.m.h$
حيث: ..... مقدار ثابت يمثل معامل التناسب.

بطاقة التلميذ :..... ..... القسم : ..... الأستاذ :		
المجال: الميكانيك والطاقة	**الوحدة:** العمل و الطاقة الكامنة	**الموضوع:** إيجاد الثابت k_{pp}

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

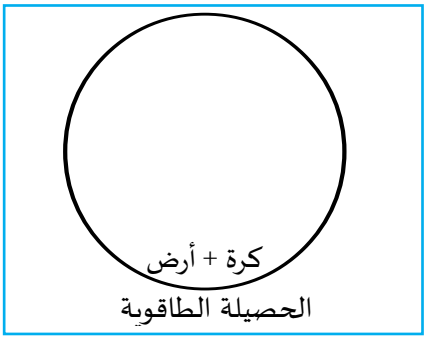
نشاط - 2 : نترك كرية كتلتها $m = 50g$ لتسقط دون سرعة ابتدائية من على ارتفاع h من سطح الأرض فنحصل على تسجيل مواضع حركة الكرية بفاصل زمني $\tau = 0.04(s)$ كما هو موضح في التجربة المنجزة (فيديو) ، المسافات على شريط التسجيل مقاسة بـ cm :



1 - املأ الجدول

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

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



معادلة انحفاظ الطاقة:

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

4 - أكتب معادلة هذا المنحنى

.....

.....

.....

.....

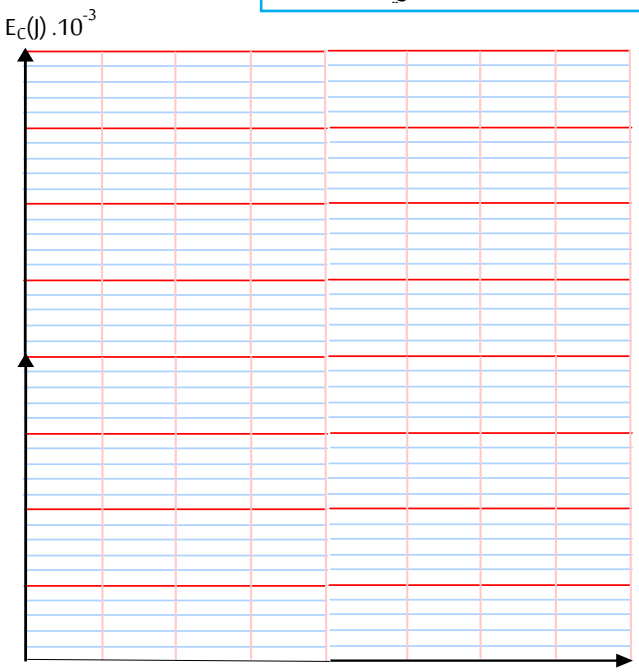
.....

.....

.....

.....

.....



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

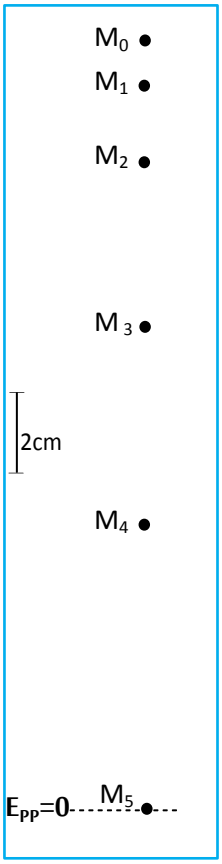
عبارة الطاقة الكامنة الثقلية:

بطاقة الأستاذ

المجال: الميكانيك والطاقة	الوحدة: العمل و الطاقة الكامنة	الموضوع: إيجاد الثابت k_{pp}

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

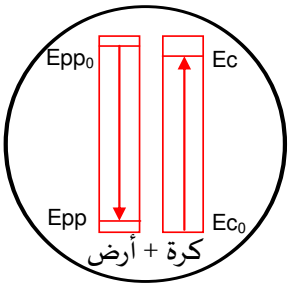
نشاط 2 : نترك كرية كتلتها m = 50g لتسقط دون سرعة ابتدائية من على ارتفاع h من سطح الأرض فنحصل على تسجيل مواضع حركة الكرية بفاصل زمني τ=0 .04(s) كما هو موضح في التجربة المنجزة (فيديو) ، المسافات على شريط التسجيل مقاسة بـ cm :



1 - املأ الجدول

الموضع	السرعة V(m/s)		الإرتفاع h(m)	E_C(J) .10^{-3}	mh (kg.m) .10^{-3}
M_0	V_0	0	0.204	0	10.2
M_1	V_1	0.4	0.192	4	9.6
M_2	V_2	0.8	0.172	16	8.6
M_3	V_3	1.2	0.128	34	6.4
M_4	V_4	1.6	0.076	64	3.8

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



الحصيلة الطاقوية

معادلة انحفاظ الطاقة: $E_C + Epp = Epp_0 \rightarrow E_C = Epp_0 - Epp$

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

4 - أكتب معادلة هذا المنحنى

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

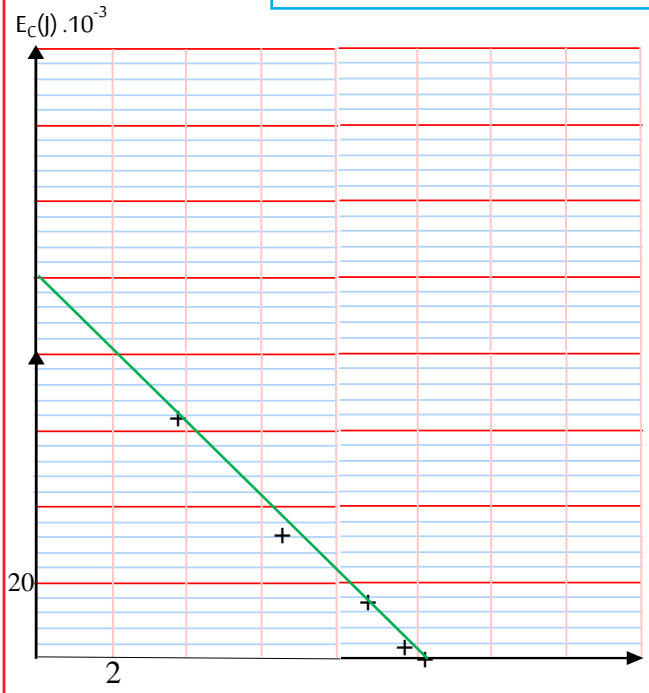
$E_C = b + a\,.mh$

حيث b نقطة التقاطع مع محور التراتيب $b=0.1$

و a هو معامل توجيه المستقيم $a = \frac{64-4}{3.8-9.6} = 10.3$

معادلة المنحنى: $E_C = 0.1 + 10.3\,.mh$

بالمطابقة مع معادلة إنحفاظ الطاقة نجد أن: $Epp = 10,3.mh$ و $Epp_0 = 0.1j$



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

عبارة الطاقة الكامنة الثقلية: $E_{PP}=m\,.g\,.h$

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

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

$$E_{PP} = K_{PP}\,mh \Leftrightarrow K_{PP} = \frac{E_{PP}}{mh} \qquad [K_{PP}] = \frac{J}{kg\,.m}$$

$$[K_{PP}] = \frac{N\,.m}{kg\;\;m} \Leftrightarrow [K_{PP}] = N/kg \qquad / \quad J=N.m$$

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

تقويم الوحدة : تمرين7, 8, 9, 10صفحة 88,87

بطاقة التلميذ :..... القسم : ..... الأستاذ :		
المجال: الميكانيك والطاقة	الوحدة: العمل و الطاقة الكامنة	الموضوع: الطاقة الكامنة المرونية

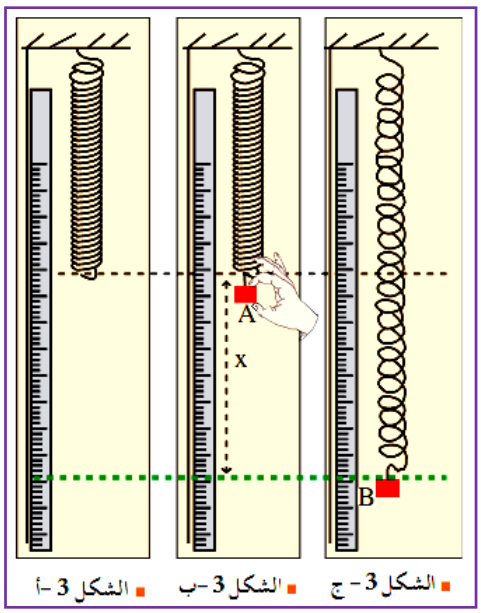
1ـ مقدمة : عرف الأقدمون استعمال القوس في الصيد وفي الحروب ، حيث كلما كان تشوه القوس كبيرا زادت سرعة السهم ومداه، فأين يكمن السر في ذلك؟

2ـ الوسائل المستعملة : نابض أو خيط مطاطي، كتل مختلفة.

3ـ خطوات العمل :

نشاط1 : مقاربة 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 تنعدم سرعة الجسم ويستطيل النابض بالمقدار x (الشكل 3ج).

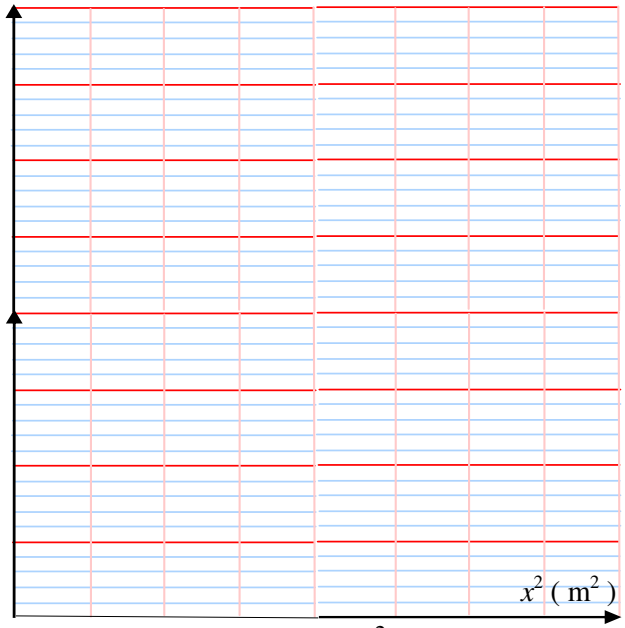


1- مثّل الحصيلة الطاقوية للجملة (النابض + جسم + أرض) بين الموضعين A و B

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	الوحدة: العمل و الطاقة الكامنة	الموضوع: الطاقة الكامنة المرونية

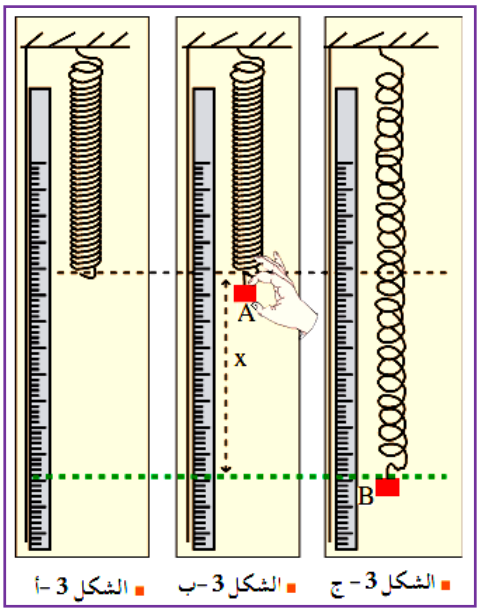
1ـ مقدمة : عرف الأقدمون استعمال القوس في الصيد وفي الحروب ، حيث كلما كان تشوه القوس كبيرا زادت سرعة السهم ومداه، فأين يكمن السر في ذلك؟

2ـ الوسائل المستعملة : نابض أو خيط مطاطي، كتل مختلفة.

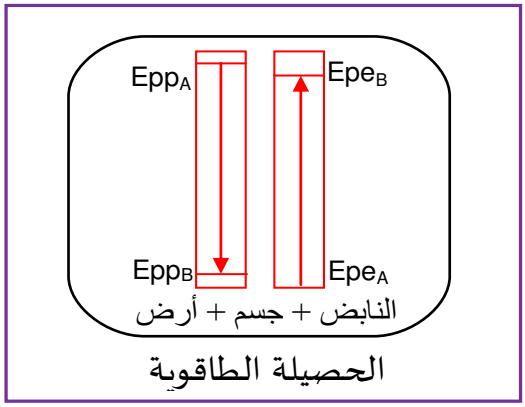
3ـ خطوات العمل :

نشاط1 : مقاربة 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 تنعدم سرعة الجسم ويستطيل النابض بالمقدار x (الشكل 3ج).



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

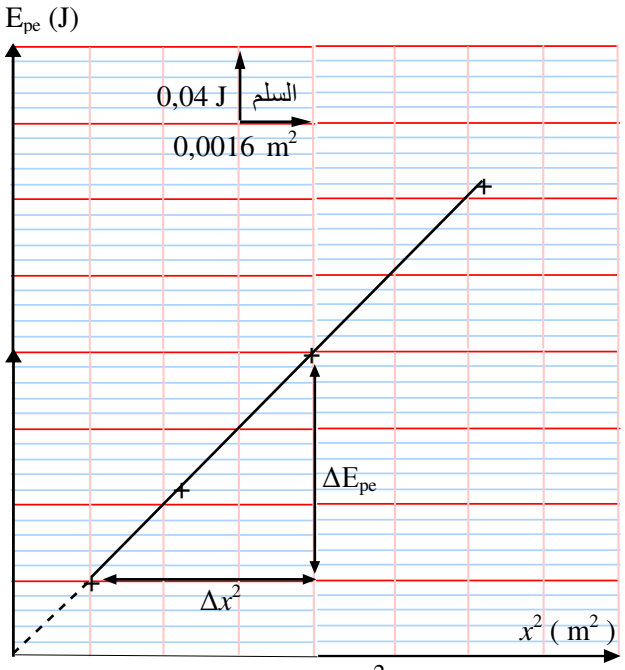


2- إستنتج من معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B المعادلة التالية: $E_{pe} = -\Delta E_{pp}$
حيث E_{pe} هي الطاقة الكامنة المرونية للنابض وأثبت أنها تكتب بالشكل: $E_{pe} = m.g.x$.

$$Epp_A + \cancel{Epe_A}^{0} = Epp_B + Epe_B \longrightarrow Epe_B = Epp_A - Epp_B = -\Delta Epp$$

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 طردًا مع x^2 ...(K_e = ثابت : الميل أو معامل التوجيه) .

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

بيانيًا :

$$K_e = tg\alpha = \Delta E_{pe}/\Delta x^2 = (3\times0,04)/(3\times0,0016) = 25\ u.I$$

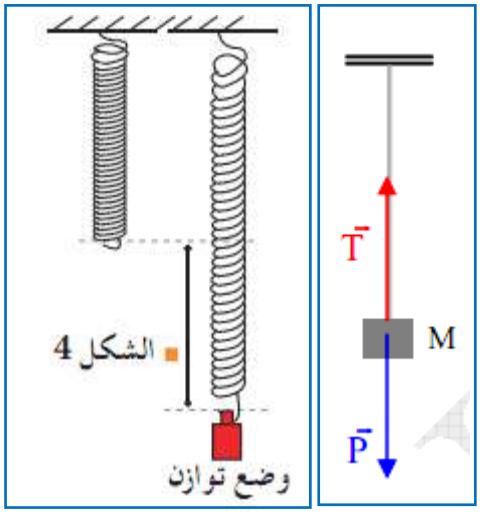
$$E_{pe} = K_e x^2 = 25\, x^2 \quad . \Leftarrow \quad K_e = 25\ N/m$$

بطاقة التلميذ :..... ..... القسم : ..... الأستاذ :		
المجال: الميكانيك والطاقة	الوحدة: العمل و الطاقة الكامنة	الموضوع: إيجاد الثابت k_e

نشاط2 :تعيين الثابت Ke.

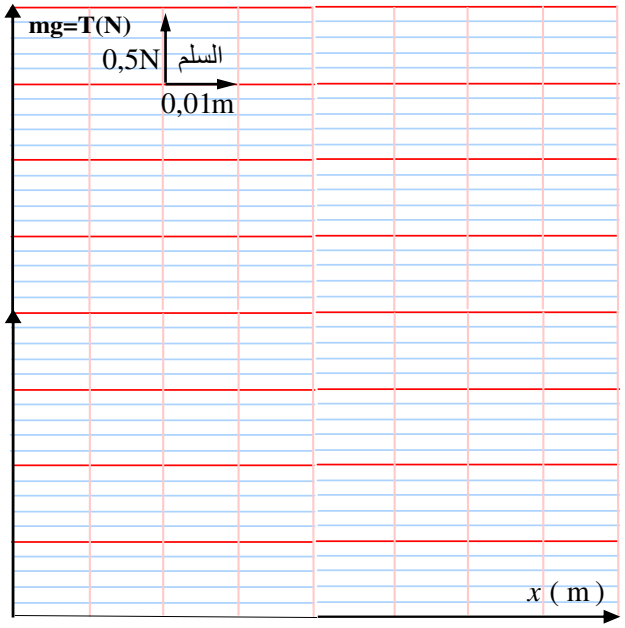
لتعيين الثابت K_e نقوم بمعايرة النابض المستعمل في التجربة السابقة.

- علّق في نهاية النابض أجساما مختلفة الكتلة وقس في كل مرة الاستطالة عند وضعية سكون الجسم.



m(kg)				
mg=T(N)				
Δl=x(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 Ke واكتب علاقة بينهما, ثم استنتج عبارة الطاقة الكامنة المرونية E_{pe} :

E_{pe}= .....× K ×.....

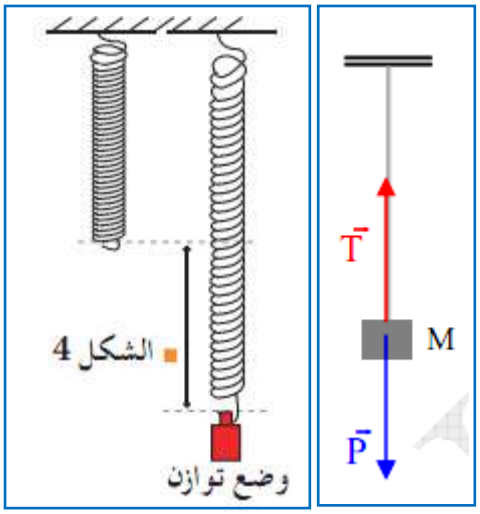
نتيجة :

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

نشاط2 :تعيين الثابت Ke.

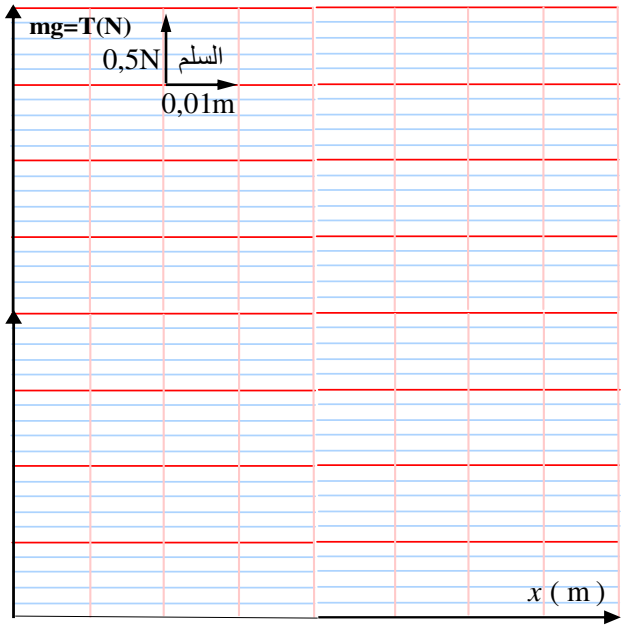
لتعيين الثابت K_e نقوم بمعايرة النابض المستعمل في التجربة السابقة.

- علِّق 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
Δl=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 .

ـ بيانياً : الميل (ثابت المرونة) :

$K = tg\alpha = \Delta T/\Delta x = (3\times0,5)/(3\times0,01) = 50$ u.I

. K = 50 N/m

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

ـ لدينا : $K_e = 25$ N/m .....(النشاط-1)

و لدينا : $K = 50$ N/m .....(النشاط-2)

مما سبق يتضح أن : $K_e = ½ K$.

ـ عند إعادة التجربتين السابقتين باستخدام نوابض مختلفة نجد في كل مرة نفس العلاقة بين الثابتين K وK_e أي دومًا :

$K_e = ½ K$ بالنسبة لأي نابض .

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

نتيجة :

عندما يستطيل (ينضغط) نابض ثابت مرونته **K** بمقدار **x** تكتب عبارة طاقته **الكامنة المرونية** على الشكل التالي : $E_{pe} = ½ K x^2$.

تقويم الوحدة : تمرين 12, 13صفحة 89,88