

المستوى: 2 ع ت + 2 ت ر
الدرس رقم: 03

الوحدة 03 :
الطاقات الكامنة

المجال :
الميكانيك و الطاقة

الوحدة رقم 03 : الطاقات الكامنة

مؤشرات الكفاءة	أمثلة للنشاطات	المحتوى- المفاهيم
<p>1- يعبر ويحسب الطاقة الكامنة لجسم صلب في تأثير متبادل مع الأرض و/أو نابض.</p> <p>2- يستعمل مبدأ انخفاض الطاقة لتحديد ارتفاع جسم صلب و/أو تشوه نابض.</p>	<p>1- دراسة حركة قذيفة في حالة إهمال الاحتكاكات مع الهواء.</p> <p>2- دراسة حركة جسم صلب مجرور من طرف نابض معاير مسبقا.</p>	<p>1- الطاقة الكامنة الثقالية لجسم في تأثير متبادل مع الأرض: $E_{pp} = mgz$</p> <p>2- الطاقة الكامنة المرورية لنابض حلزوني $E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$</p>

مرجع النشاط

التدرج

المدة الزمنية

الوثيقة - ه -

- الطاقة الكامنة الثقالية
- الطاقات الكامنة المرورية

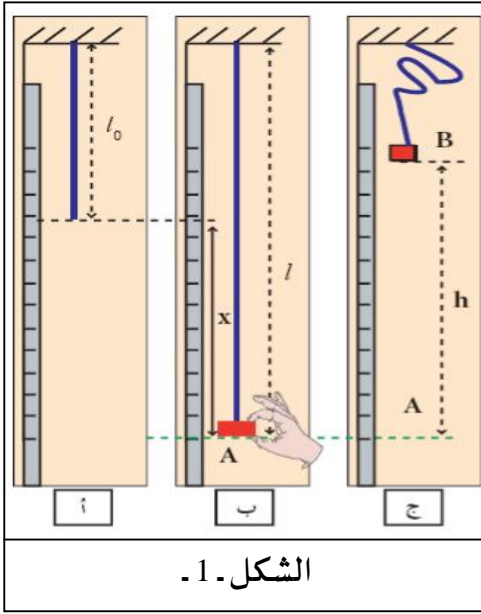
2 سا أ.م.
1 سا

الطاقات الكامنة

1. الطاقة الكامنة الثقالية لجسم في تأثير متبادل مع الأرض :

1.1 - مقارنة أولية لعبارة الطاقة الكامنة الثقالية :

* نشاط 1 ص 76 :



نعلق جسما كتلته M بواسطة خيط مطاطي ،

يبين (الشكل 1 - أ) خيطا مطاطيا في حالة راحة (غير مستطال)

1- اسحب الجسم باليد نحو الأسفل حتى يصبح المطاط مستطالا كفاية
نسمي هذا الموضع A ونعتبره موقعا مرجعيا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية
(الشكل 1 - ب)

2- حرر الجسم في لحظة ما وعلم على مسطرة أقصى ارتفاع h بالنسبة
للموضع المرجعي A يبلغه هذا الجسم . نسمي هذا الموضع B (الشكل 1 - ج)

نسمي : * l طول المطاط الأصلي (بدون استطالة)

* l : طول المطاط الكلي (وهو مستطال)

* x : استطالة المطاط أي : $x = l - l_0$

* h : أقصى ارتفاع عن الموضع المرجعي A يبلغه الجسم .

أعد التجربة من أجل قيم مختلفة للكتلة M (استعمل القارورة البلاستيكية المعيارية) ودون نتائجك في الجدول التالي :

M (gK)	h (m)	$\frac{1}{M}$ (kg ⁻¹)	$\frac{1}{M^2}$ (kg ⁻²)	$\frac{1}{\sqrt{M}}$ (kg ^{-1/2})	M^2h	Mh	Mh^2
0,02							
0,03							
0,04							
0,05							

الأسئلة :

- 1- أكمل الجدول السابق .
- 2- مثل الحوصلة الطاقوية للجملة (المطاط + الجسم + الأرض) بين الموضعين A و B .
(نمل الطاقة المحولة الى الوسط الخارجي عن طريق الاحتكاك)
- 3- ما هو شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع A ؟
- 4- ما هو شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع B ؟
- 5- ما هو التحول الطاقوي الذي حدث في الجملة بين الموضعين A و B ؟
- 6- هل قيمة هذا التحول هي نفسها في كل الحالات الموافقة لمختلف الكتل ؟ علل .
- 7- كيف تتغير قيمة الارتفاع h عندما تزداد الكتلة ؟

8- ارسم المنحنى الممثل لتغيرات الارتفاع h بدلالة تغيرات مقلوب الكتلة $\frac{1}{M}$ ثم بدلالة مقلوب مربع الكتلة $\frac{1}{M^2}$

ثم بدلالة مقلوب جذر الكتلة $\frac{1}{M^{1/2}}$. ماذا تستنتج ؟

تنتج من السؤال السابق العبارة من العبارات الثلاث التالية: Mh^2 ، Mh ، M^2h التي تناسب التحويل الطاقي الذي حدث في الجملة في مختلف الحالات ؟
10 - استنتج عبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp} .

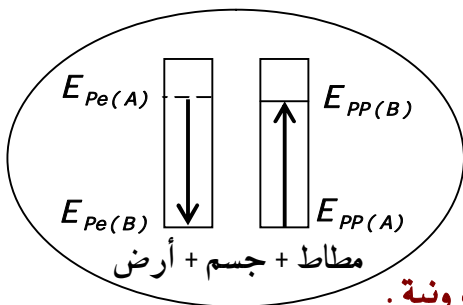
استنتج باكمال الفراغات :

تتعلق الطاقة الكامنة الثقالية لجسم (باعتبار الجملة : (الجسم + الأرض) ب و وتتناسب طرديا مع المقدار وتكون عبارتها من الشكل : $E_{pp} = K_{pp} \dots$ حيث K_{pp} قيمة ثابتة تمثل معامل التناسب.

الأجوبة :

1 - إكمال الجدول :

$M (gK)$	$h (m)$	$\frac{1}{M} (kg^{-1})$	$\frac{1}{M^2} (kg^{-2})$	$\frac{1}{\sqrt{M}} (kg^{-1/2})$	$M^2h (10^{-3})$	$Mh (10^{-3})$	$Mh^2 (10^{-3})$
0,02	0,30	50	2500	2500	0,12	6	1,8
0,03	0,20	33	1111	1111	0,18	6	1,2
0,04	0,15	25	625	625	0,24	6	0,9
0,05	0,12	20	400	400	0,30	6	0,7



2 - تمثيل الحوصلة الطاقوية للجملة

(المطاط + الجسم + الأرض) بين الموضعين A و B :

3 - شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع A : طاقة كامنة مرونية .

4 - شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع B : طاقة كامنة ثقالية .

5 - التحول الطاقي الذي حدث في الجملة بين الموضعين A و B : تحويل ميكانيكي .

6 - قيمة هذا التحول هي نفسها في كل الحالات الموافقة لمختلف الكتل لأنه في كل حالة نعطي للمطاط نفس الاستطالة

فيكتسب نفس الطاقة الكامنة المرونية التي يحولها كلها إلى طاقة كامنة ثقالية بانعدام استطالته في كل حالة .

7 - عندما تزداد الكتلة M نلاحظ نقصان في الارتفاع h

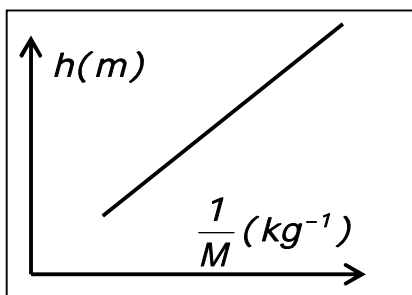
8 - أ. رسم المنحنى $h = f(\frac{1}{M})$:

البيان خط مستقيم امتداده يمر بالمبدأ معادلته من الشكل :

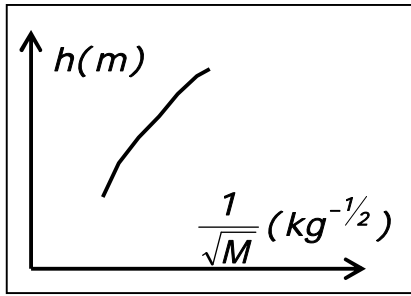
$$h = a \frac{1}{M} \Leftrightarrow Mh = a = cte$$

حيث : a : تمثل ميل المستقيم

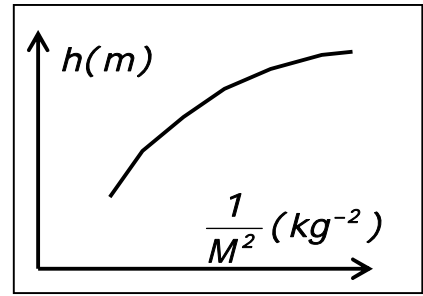
نستنتج أن الكتلة M تتناسب عكسيا مع الارتفاع h



ج. رسم المنحنى : $h = f\left(\frac{1}{\sqrt{M}}\right)$



رسم المنحنى : $h = f\left(\frac{1}{M^2}\right)$



9. العبارة التي تناسب التحويل الطاقوي الذي حدث في الجملة في مختلف الحالات هي Mh

10. استنتاج عبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp} :

من السؤال (6) وجدنا أن التحويل الطاقوي (من E_{pe} الى E_{pp}) ثابت ولا يتعلق

بالكتلة ومن السؤال (9) وجدنا أن Mh ثابت ومنه : $E_{pp} = K_{pp} Mh$

نتيجة :

تتعلق الطاقة الكامنة الثقالية لجسم (باعتبار الجملة : (الجسم + الارض) بـ **كتلته**

و **ارتفاعه عن سطح الأرض** وتتناسب طرذا مع المقدار Mh وتكون عبارة من الشكل

: $E_{pp} = K_{pp} Mh$ حيث K_{pp} قيمة ثابتة تمثل معامل التناسب.

1.2. تحديد الثابت K_{pp} :

* نشاط 2 ص 77 :

ترك جسم كتلته $M = 0,1Kg$ يسقط بدون سرعة ابتدائية من حافة طاولة

على ارتفاع h_0 من سطح الارض. يمثل (الشكل 2. -) تسجيل حركة الجسم ،

باختيار الجملة (الجسم + الارض) حيث $\tau = 0,05s$

الأسئلة :

1. احسب سرعة الجسم في المواضع M_0, M_2, M_4, M_6, M_8 واملأ الجدول التالي :

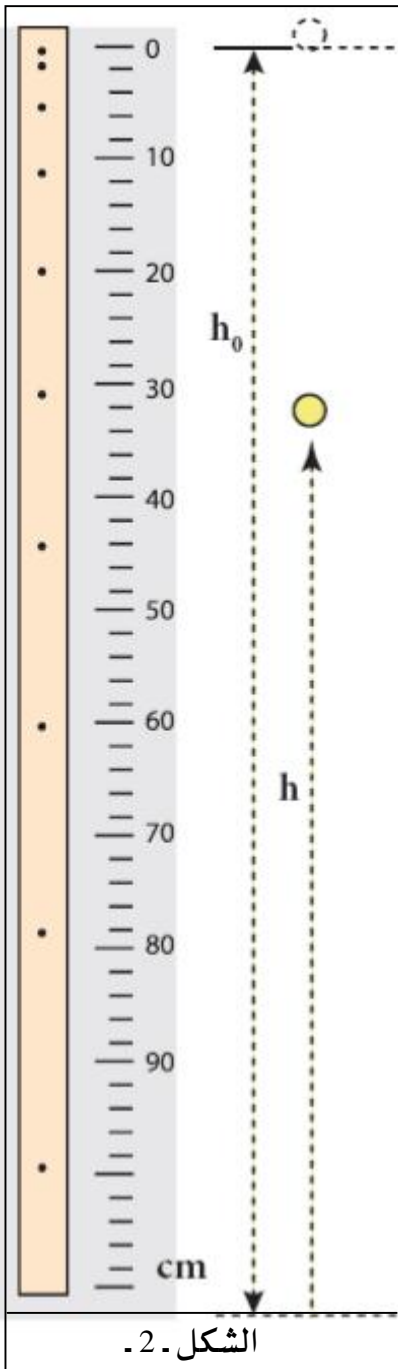
الموضع	$V (m/s)$	$h (m)$	$\frac{1}{2} Mv^2 (j)$	$M.h (Kg.m)$
M_0				
M_2				
M_4				
M_6				
M_8				

2. ارسم المنحنى الممثل لتغيرات الطاقة الحركية E_c بدلالة المقدار Mh .

3. اكتب معادلة المنحنى وضعها على الشكل : $E_c = U_0 - K_1 U$

حيث $U_0 = Mh_0$ و $U = Mh$

4. استنتج قيمة K_1 .



الشكل 2.

من الحصيلة الطاقوية بين الموضعين الموافقين لارتفاعين h و h_0
 - بين أن معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين الموافقين لارتفاعين h و h_0 تكتب على الشكل $E_C + E_{PP} = E_{PP_0}$
 حيث E_{PP_0} هي الطاقة الكامنة الثقالية عند الموضع الموافق لارتفاع h_0
 E_{PP} هي الطاقة الكامنة الثقالية عند الموضع الموافق لارتفاع h .
 E_C هي الطاقة الحركية عند الموضع الموافق لارتفاع h .

7 - استنتج العلاقة بين K_{pp} و K_1 ثم عبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp} .
استنتج باكمال الفراغات:

عندما يكون جسم كتلته M على ارتفاع h من سطح الأرض وباختيار الجملة (.....+.....) تكون الطاقة الكامنة الثقالية للجملة $E_{pp} = \dots\dots Mh$
الأجوبة:

1 - حساب سرعة الجسم في المواضع M_0, M_2, M_4, M_6, M_8 و املاء الجدول التالي:
 * تعيين مقياس الرسم:

(الواقع) 100 cm (الوثيقة) $11,9 \text{ cm}$ $\Rightarrow x = 8,40 \text{ cm}$ ومنه (الواقع) $8,40 \text{ cm}$ (الوثيقة) 1 cm
 (الواقع) x (الوثيقة) 1 cm

* الجدول المساعد:

	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
الوثيقة (cm)	0,2	0,5	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6
الواقع (cm)	1,68	4,20	6,72	9,24	11,76	14,28	16,8	19,32	21,84

$V_0 = 0 \text{ m/s}$ (تسقط دون سرعة ابتدائية)

$$V_2 = \frac{M_1M_3}{2\tau} = \frac{10,92 \times 10^{-2}}{0,1} \Leftrightarrow V_2 = 1,1 \text{ m/s}$$

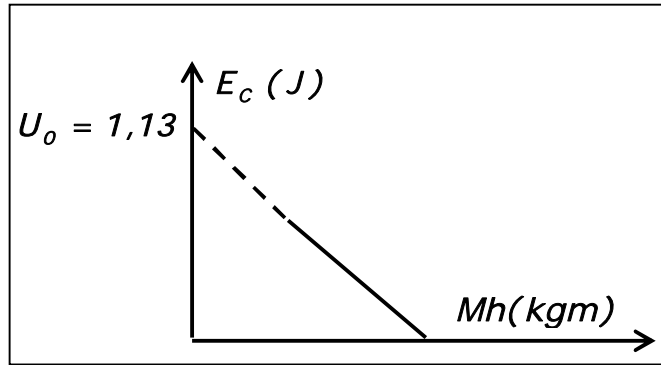
$$V_4 = \frac{M_3M_5}{2\tau} = \frac{21 \times 10^{-2}}{0,1} \Leftrightarrow V_4 = 2,1 \text{ m/s}$$

$$V_6 = \frac{M_5M_7}{2\tau} = \frac{31,08 \times 10^{-2}}{0,1} \Leftrightarrow V_6 = 3,1 \text{ m/s}$$

$$V_8 = \frac{M_7M_9}{2\tau} = \frac{41,16 \times 10^{-2}}{0,1} \Leftrightarrow V_8 = 4,1 \text{ m/s}$$

الموضع	$V (m/s)$	$h (m)$	$\frac{1}{2}Mv^2 (J)$	$M.h (Kg.m)$
M_0	0,0	1,13	0,00	0,113
M_2	1,1	1,07	0,06	0,107
M_4	2,1	0,91	0,22	0,091
M_6	3,1	0,65	0,48	0,065
M_8	4,1	0,29	0,84	0,029

سم المنحنى المثل لتغيرات الطاقة الحركية E_c بدلالة المقدار Mh :



3. كتابة معادلة المنحنى ووضعها على الشكل: $E_c = U_0 - K_1 U$ حيث $U = Mh$ و $U_0 = Mh_0$:
البيان خط مستقيم لا يمر بالمبدأ معادلته من الشكل : $E_c = -aMh + b \Leftrightarrow E_c = b - aMh$ حيث a, b ثابتان موجبان

لدينا : $E_c = b - aMh$ (1)

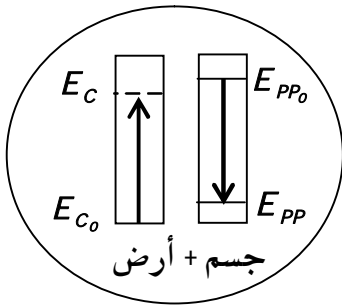
$E_c = U_0 - K_1 U$ (2)

بالمطابقة نجد : $U = Mh$ ، $b = U_0 = Mh_0$

4. استنتاج قيمة K_1 :

$K_1 = 10 = g \tan \alpha = -K_1 = -\frac{084 - 0}{0,113 - 0,029} = -10 \Leftrightarrow$ هو ميل البيان ومنه $-K_1$

حيث g : شدة حقل الجاذبية الارضية .



5. تمثيل الحصيلة الطاقوية بين الموضعين الموافقين لدرتقاعين h و h_0 :

6. برهان ان معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين الموافقين لدرتقاعين h_0 و h تكتب على الشكل $E_c + E_{pp} = E_{pp_0}$:

$E_{pp_0} = E_c + E_{pp}$ $E_{c_0} + E_{pp_0} = E_c + E_{pp} \Leftrightarrow$ *

7. استنتاج العلاقة بين K_{pp} و K_1 ثم عبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp} :

لدينا : $E_{pp} = K_{pp} Mh$ (1) من نتيجة النشاط *

$E_c + K_{pp} Mh = E_{pp_0}$ (a) من السؤال (6) $E_c + E_{pp} = E_{pp_0}$ ومنه *

$E_c + K_1 Mh = U_0$ (b) ومنه $U = Mh$ ، $E_c + K_1 U = U_0$ (3) من السؤال *

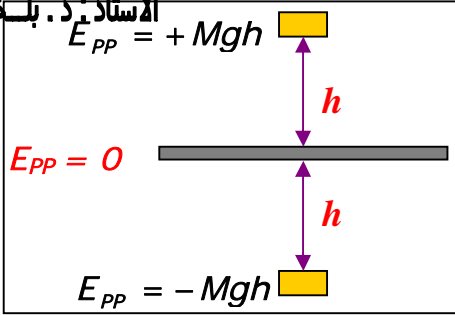
بمطابقة العلاقاتين (a) و (b) نجد : $K_{pp} = K_1 = g$ و $E_{pp} = g Mh$

ملاحظات :

1. الطاقة الكامنة الثقالية تتعلق بالارتفاع h وهذا الأخير يحدد في مرجع مختار ومنه الطاقة الكامنة الثقالية تتعلق بالمرجع المختار أي معرفة بتقريب ثابت.

2. لو أعدنا التجربة في مكان آخر من الكرة الأرضية أو على كوكب آخر لوجدنا أن الثابت K_{pp} يساوي قيمة الجاذبية في ذلك المكان .

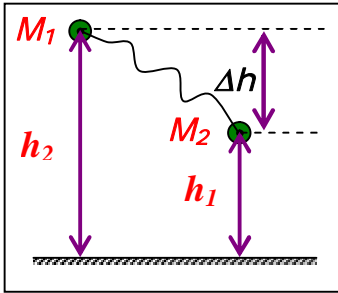
الاستاذ د. بلخير



1. الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp} :

- إذا كان الجسم فوق المستوي المرجعي . $E_{pp} = +Ph = +Mgh^*$
- إذا كان الجسم تحت المستوي المرجعي . $E_{pp} = -Ph = -Mgh^*$

* E_{pp} : الطاقة الكامنة الثقالية (J) h^* : ارتفاع الجسم (m)
 * M : كتلة الجسم (kg) g^* : شدة الجاذبية الارضية ($m s^{-2}$)
 * P : ثقل الجسم (N) حيث $P = Mg$



2. التعبير في الطاقة الكامنة الثقالية ΔE_{pp} :

أ. لما ينزل جسم من الموضع M_1 الى الموضع M_2 فإنه يفقد طاقة كامنة ثقالية قدرها:

$$\Delta E_{pp} = E_{pp_2} - E_{pp_1} \Rightarrow \Delta E_{pp} = Mg(h_2 - h_1) = M g \Delta h < 0$$

ب. لما يصعد جسم من الموضع M_2 الى الموضع M_1 فإنه يكتسب طاقة كامنة ثقالية قدرها:

$$\Delta E_{pp} = E_{pp_1} - E_{pp_2} \Rightarrow \Delta E_{pp} = Mg(h_1 - h_2) = M g \Delta h > 0$$

3. التعبير في الطاقة الكامنة الثقالية ΔE_{pp} تساوي ناقص عمل قوة الثقل ونكتب: $\Delta E_{pp} = -W(\vec{p})$

2. الطاقة الكامنة المرونية:

2.1. مقارنة اولية لعبارة الطاقة الكامنة المرونية:

* نشاط ص 79:

نربط جسماً كتلته M الى أحد طرفي نابض طويل ثم نتركه يسقط

من الموضع A دون سرعة ابتدائية فيستطيل النابض حتى الموضع B

أين تنعدم سرعة الجسم ويستطيل النابض بالمقدار x (الشكل 3 - ج .)

الأسئلة:

1. مثل الحوصلة الطاقوية للجملة المكونة من النابض ، الجسم والارض بين الموضعين A و B .

2. استنتج من معادلة الطاقة انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B

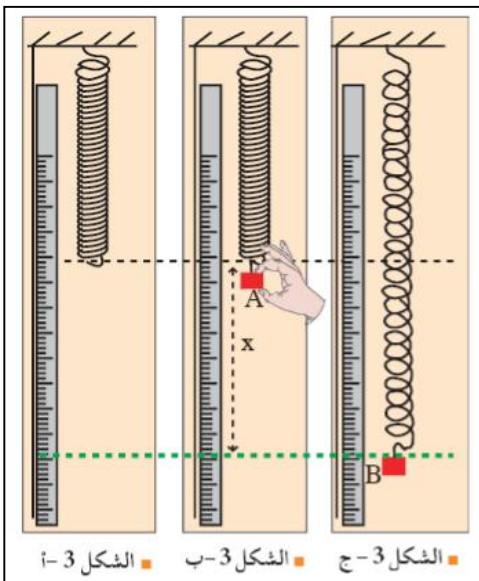
$$\text{المعادلة التالية: } -E_{pe} = \Delta E_{pp}$$

حيث E_{pe} هي الطاقة الكامنة المرونية للنابض.

3. كرر التجربة من اجل قيم مختلفة للكتلة M وقس في كل مرة

الاستطالة x للنابض ، دون نتائجك في الجدول التالي:

$$\text{تعلى } g = 9,8 \text{ N/kg}$$



M (kg)	X (m)	Mgx (j)	X^2 (m^2)
0,05			
0,10			
0,15			
0,20			

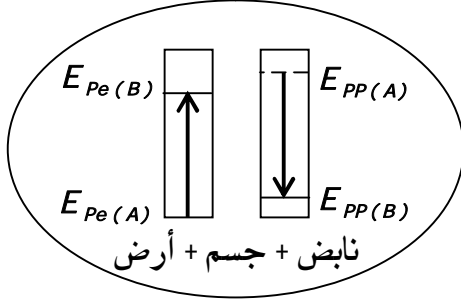
4. رسم المنحنى الممثل لتغيرات $E_{pe} = MgX$ بدلالة المقدار X^2 .

5. اكتب معادلة البيان وبين أن عبارة الطاقة الكامنة المرورية تكتب على الشكل: $E_{pe} = K_e X^2$
6. أحسب قيمة الثابت K_e

الأستاذ: د. بلخير

الأجوبة:

1. تمثيل الحوصلة الطاقوية للجملة المكونة من النابض، الجسم والأرض بين الموضعين A و B:

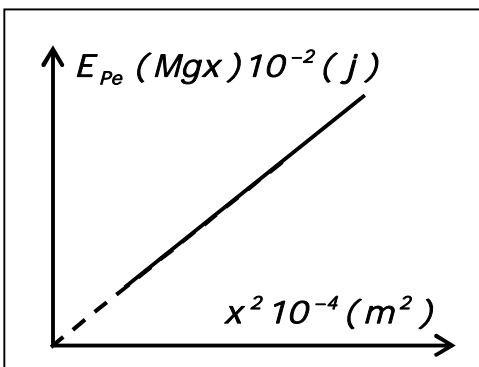


2. استنتاج من معادلة الطاقة المحفوظة بين الموضعين A و B المعادلة التالية: $-E_{pe} = \Delta E_{pp}$ حيث E_{pe} هي الطاقة الكامنة المرورية للنابض.

$$E_{Pe(A)} + E_{PP(A)} = E_{Pe(B)} + E_{PP(B)} \Rightarrow E_{Pe(A)} - E_{Pe(B)} = E_{PP(B)} - E_{PP(A)} \Rightarrow -E_{Pe(B)} = \Delta E_{PP} \text{ لدينا } E_{Pe(A)} = 0$$

3. إكمال الجدول:

M (kg)	X 10 ⁻² (m)	Mgx 10 ⁻² (j)	X ² 10 ⁻⁴ (m ²)
0,05	4,8	2,35	23,04
0,10	9,8	9,60	96,04
0,15	14,8	21,8	219,04
0,20	19,6	38,42	384,16

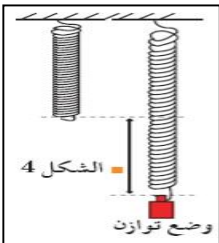


4. رسم المنحنى الممثل لتغيرات $E_{pe} = MgX$ بدلالة المقدار X^2 :

5. البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل: $E_{pe} = K_e X^2$ حيث K_e ثابت يمثل ميل البيان.

6. حساب قيمة الثابت K_e :

$$K_e = 10 \tan \alpha = a = K_e = \frac{(38,42 - 2,35) 10^{-2}}{(384,16 - 23,04) 10^{-4}} \Rightarrow$$



2.2. تعيين الثابت K_e :

* نشاط ص 79 :

لتعيين الثابت K_e قم بمعايرة النابض المستعمل في التجربة السابقة. علق في نهاية النابض أجساما

الكتلة وقس في كل مرة الاستطالة عند وضعية توازن الجسم (الشكل - 4).

السئلة:

الأستاذ: د. بلخير

1. أكمل الجدول الآتي.

$M (g)$	50	100	150	200
$T = P = Mg (N)$				
$X (cm)$				

- أرسم منحنى المعايرة المثل لتعريفات القوة المطبقة على النابض بدلالة الاستطالة . ماذا تلاحظ ؟
- أحسب ميل المنحنى K الذي يمثل ثابت مرونة النابض .
- قارن قيمة الميل K مع قيمة K_e . ماذا تلاحظ .
- استنتج عبارة الطاقة الكامنة المرونية .

استنتج باكمال الفراغات:

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

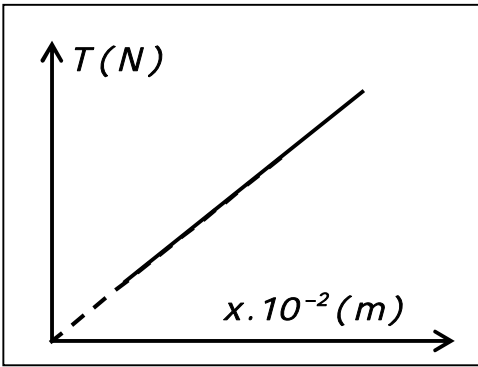
$$E_{pe} = \dots Kx^2$$

الأجوبة:

1. أكمل الجدول الآتي.

$M (g)$	50	100	150	200
$T = P = Mg (N)$	0,49	0,98	1,47	1,96
$X \cdot 10^{-2} (m)$	2,4	4,9	7,4	9,8

- رسم منحنى المعايرة المثل لتعريفات القوة المطبقة على النابض بدلالة الاستطالة $T = f(x)$:



3. حساب ميل المنحنى K الذي يمثل ثابت مرونة النابض :

البيان خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل : $T = Kx$ حيث K ثابت يمثل ثابت مرونة النابض .

$$K = 20N / m \tan \alpha = K = \frac{(1,96 - 0,49)}{(9,8 - 2,4)10^{-2}} \Rightarrow$$

$$K_e = \frac{1}{2} K$$

4. مقارنة قيمة الميل K مع قيمة K_e : نلاحظ أن

5. استنتج عبارة الطاقة الكامنة المرونية :

$$E_{pe} = K_e x^2 \dots\dots\dots (1) \quad \text{لدينا}$$

$$K_e = \frac{1}{2} K \dots\dots\dots (2)$$

$$E_{pe} = \frac{1}{2} Kx^2 \quad \text{من (1) و(2) نكتب:}$$

نتيجة:

عندما يستطيل (ينضغط) نابض ثابت مرونته K بمقدار x تكتب عبارة طاقته **الكامنة المرونية** على الشكل التالي

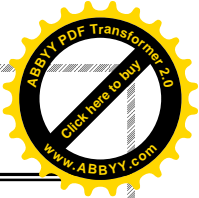
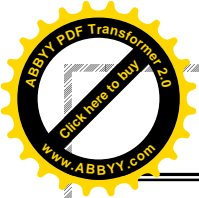
$$E_{pe} = \frac{1}{2} Kx^2 \quad \text{حيث: } * E_{pe} : \text{الطاقته الكامنة المرونية (j). } * K : \text{ ثابت مرونة النابض (N/m)}$$

* x : مقدار تشوه النابض (استطالة أو تقلص)

* T : توتر النابض (N).

$$T = Kx$$

* **قوة توتر النابض:**



الأستاذ: د. بلخير

بالتوفيق