الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

مديرية التربية لولاية سطيف — ثانوية الـ 45 مهدوما بوسلام

منهاج العلوم الفيزيائية للسنة الثانية

الوحدة 4: الطاقة الكامنة

الوحدة رقم4: الطاقة الكامنة		
مؤشرات الكفاءة	أمثلة عن النشاطات	المحتوى المفاهيمي
ـ يعبر و يحسب الطاقة الكامنة لجسم صلب في تأثير متبادل مع الأرض و/أو نابض. ـ يستعمل مبدأ انحفاظ الطاقة لتحديد ارتفاع جسم صلب و/أو تشوه نابض.	ـ دراسة حركة قذيفة في حالة إهمال الاحتكاكات مع الهواء. ـ دراسة حركة جسم صلب مجرور من طرف نابض معاير مسبقا.	ـ الطاقة الكامنة الثقالية لجسم في تأثير متبادل مع الأرض: $E_{pp} = mgz$ ـ الطاقة الكامنة المرونية لنابض حلزوني $E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$

ـ بطاقة تربوية(04- أ-)ـ

المستوى : 2 علوم تجريبية + رياضي المجال : الطاقة الوحدة(4) : الطاقة الكامنة	الرقم : 1 نوع النشاط : درس نظري المدة : دقيقة

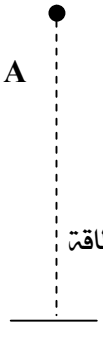
الموضوع	الطاقات الكامنة
الكفاءات المستهدفة	ـ يعبر ويحسب الطاقة الكامنة لجسم صلب في تأثير متبادل مع الأرض و/أو نابض. ـ يستعمل مبدأ انحفاظ الطاقة لتحديد ارتفاع جسم صلب و/أو تشوه نابض. ـ يعبر ويحسب الطاقة الكامنة لقضيب في تأثير متبادل مع سلك فتل.
النشاطات المقترحة	ـ دراسة حركة قذيفة في حالة إهمال الاحتكاكات مع الهواء. ـ دراسة حركة جسم صلب مجرور من طرف نابض معاير مسبقا. ـ دراسة حركة نواس فتل ذي سلك فتل معاير مسبقا.
الوسائل و المراجع التعليمية	ـ السبورة ،الوثيقة المرافقة،المنهاج، ـ تجهيز السقوط الحر. ـ نابض مرن. ـ نواس فتل.

مراحل النشاط	التوقيت
1ـ الطاقة الكامنة الثقالية لجسم في تأثير متبادل مع الأرض: 1-1 مدلول الطاقة الكامنة الثقالية : 1-2 عبارة الطاقة الكامنة الثقالية : 2ـ الطاقة الكامنة المرونية لنابض حلزوني: 2-1عمل قوة توتر النابض 2- 2 عبارة الطاقة الكامنة المرونية 2- 3 التغيرفي الطاقة الكامنة المرونية 3ـ الطاقة الكامنة الفتلية	

ملاحظات :	

العرض النظري

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



1-1 مدلول الطاقة الكامنة الثقالية :

نترك جسما يسقط من النقطة A نحو النقطة B من سطح الأرض حيث AB = z فكلما كانت A أبعد عن B كلما كانت الطاقة الحركية للجسم أكبر عند وصوله إلى B. هذه الطاقة الحركية لم تكن سوى طاقة مخزنة فيه تسمى الطاقة الكامنة الثقالية

1ـ2 عبارة الطاقة الكامنة الثقالية :

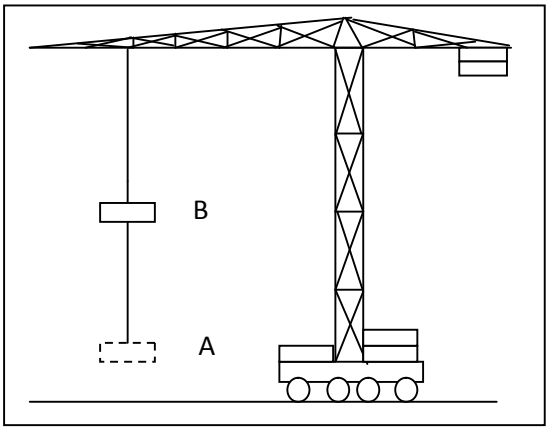
عند انتقال جسم من الموضع A نحو الموضع B بسرعة ثابتة أي $V_A=V_B$ فإنه عند الصعود و بتطبيق مبدأ انحفاظ الطاقة فإن

$$E_{c(B)} - E_{c(A)} = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{F})$$

لكن $V_A=V_B$ ومنه $W_{AB}(\vec{P}) = - W_{AB}(\vec{F})$

أي $W_{AB}(\vec{F}) = - W_{AB}(\vec{P}) = -\left(-mg(z_B - z_A)\right)$

ومنه $W_{AB}(\vec{F}) = mgz_B - mgz_A$



نسمي mgz_A و mgz_B الطاقة الكامنة الثقالية للجسم في النقطتين A و B على الترتيب ونكتب

$$W_{AB}(\vec{F}) = E_{PPB} - E_{PPA}$$

نتيجة:

كل جسم كتلته m موجود على ارتفاع z عن سطح الأرض يملك طاقة كامنة ثقالية : $E_{PP} = mgz$

حيث: $E_{PP}(J)$, m(kg) , g(N/kg) , z(m)

ملاحظة:

الطاقة الكامنة الثقالية تتعلق بالارتفاع z وهذا الأخير يحدد في مرجع مختار نعتبر عنده الارتفاع يساوي الصفر نسميه المستوى المرجعي للطاقة الكامنة الثقالية ومنه الطاقة الكامنة الثقالية تتعلق بالمرجع المختار أي معرفة بتقريب ثابت .

2ـ الطاقة الكامنة المرونية لنابض حلزوني:

2ـ1 عمل قوة توتر النابض

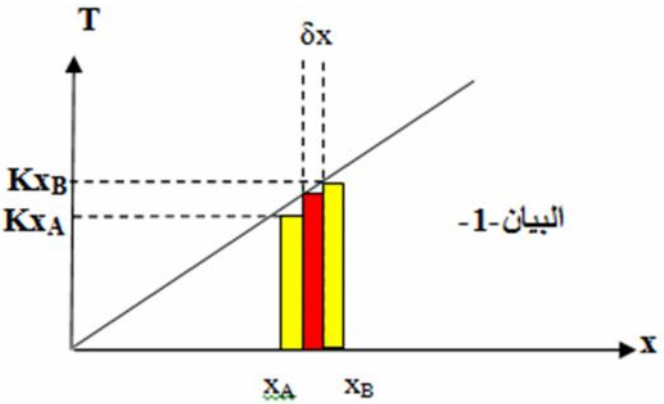
عندما نسحب أو نضغط طرف نابض تنشا فيه قوة $\vec{T}$ تدعى قوة توتر النابض

وهي قوة شدتها غير ثابتة حيث $T= Kx$

عمل هذه القوة اذن هو في هذه الحالة مجموع الأعمال العنصرية δW حيث

العمل العنصري يساوي. $\delta W = T.\delta x$

حيث δx عبارة عن انتقال عنصري (انتقال صغير جدا)



إن العمل $W_{AB}(\vec{T})$ للقوة $\vec{T}$ المطبقة على طرف نابض عندما تنتقل استطالته من x_A نحو x_B يحسب بطريقة بيانية .

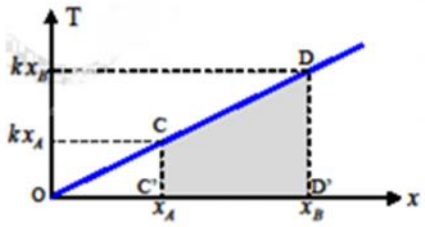
العمل العنصري يمثل بيانيا مساحة المستطيل الذي طوله Kx وعرضه δx (الملون بالأحمر في البيان-1-).

العمل من الفاصلة $x=0$ الى الفاصلة x يصبح مجموع المستطيلات اي مساحة مثلث قاعدته x وارتفاعه Kx

ومنه يصبح العمل الكلي $$\left|W_{AB}(\vec{T})\right| = \frac{Kx.x}{2} = \frac{1}{2}Kx^2$$

ومنه فإن عمل قوة التوتر عند الانتقال من النقطة A الى النقطة B هي مساحة شبه منحرف في البيان-2-

$$\left|W_{AB}(\vec{T})\right| = \frac{Kx_B.x_B}{2} - \frac{Kx_A.x_A}{2} = \frac{1}{2}K\left(x_B^2 - x_A^2\right)$$



البيان-2-

2- 2 عبارة الطاقة الكامنة المرونية :

من عبارة العمل السابقة نجد أن $$W_{AB}(\vec{T}) = -\frac{1}{2}K\left(x_B^2 - x_A^2\right) = \frac{1}{2}Kx_A^2 - \frac{1}{2}Kx_B^2$$

نسمي $\frac{1}{2}Kx_A^2$ و $\frac{1}{2}Kx_B^2$ على الترتيب الطاقتين الكامنتين المرونيتين في النابض عند الفاصلتين x_A و x_B ونكتب

$$E_{Pe} = \frac{1}{2}Kx^2$$

حيث : E_{Pe}: بالجول J ، x بالمتر m ، K بـ N/m

2- 3 التغير في الطاقة الكامنة المرونية :

مما سبق يمكن كتابة $$W_{AB}(\vec{T}) = \frac{1}{2}Kx_A^2 - \frac{1}{2}Kx_B^2 = E_{PeA} - E_{Peb}$$

أي $$W_{AB}(\vec{T}) = -(E_{PeB} - E_{PeA})$$

ومنه يصبح :

$$\Delta E_{Pe} = -W_{AB}(\vec{T})$$

3- الطاقة الكامنة الفتلية:

من الدراسة العملية عبارة الطاقة الكامنة المرونية الفتلية لنابض حلزوني هي : $$E_{Pe} = \frac{1}{2}C\,\theta^2$$

حيث C ثابت فتل النابض الحلزوني و θ زاوية الدوران

C يقدر بـ J/rad^2 و θ بـ rad

ـ بطاقة تربوية(04- ب-)ـ

المستوى : 2 علوم تجريبية + رياضي المجال : الطاقة الوحدة(4) : الطاقة الكامنة	الرقم : 2 نوع النشاط : عمل مخبري المدة : دقيقة

الموضوع	الطاقات الكامنة الثقلية
الكفاءات المستهدفة	ـ يحسن تمثيل الحصيلة الطاقوية وكتابة معادلة الإنحفاظ. ـ يربط بين الجملة والطاقة المخزنة فيها . ـ يستخرج عبارة الطاقة الكامنة الثقالية.
النشاطات المقترحة	
الوسائل و المراجع التعليمية	خيط مطاطي ـ جسم كتلته m ـ مسطرة مدرجة

مراحل النشاط	التوقيت
❖ عمل مخبري • النشاط01: مقاربة أولية لعبارة الطاقة الكامنة الثقالية • تحليل نتائج النشاط • النشاط 2: تحديد الثابت K_{pp} • تحليل نتائج النشاط •	

ملاحظات :	

ثانوية :الـ45 معدوما بوسلام

الأستاذ : لعاج إلياس

البطاقة التجريبية للتلميذ

النشاط 1: مقاربة أولية لعبارة الطاقة الكامنة الثقالية

البروتوكول التجريبي

الأدوات:

خيط مطاطي ـ جسم كتلته m ـ مسطرة مدرجة

طريقة العمل:

نعلق جسما كتلته m بواسطة خيط مطاطي

1ـ نسحب الجسم باليد نحو الأسفل حتى يصبح المطاط مستطالا

كفاية نسمي هذا الموضع A ونعتبره مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية (الشكل ب)

2ـ نحرر الجسم ونعلم على المسطرة أقصى ارتفاع h بالنسبة لـ A يبلغه الجسم .نسمي هذا الموضع B . (الشكل ج)

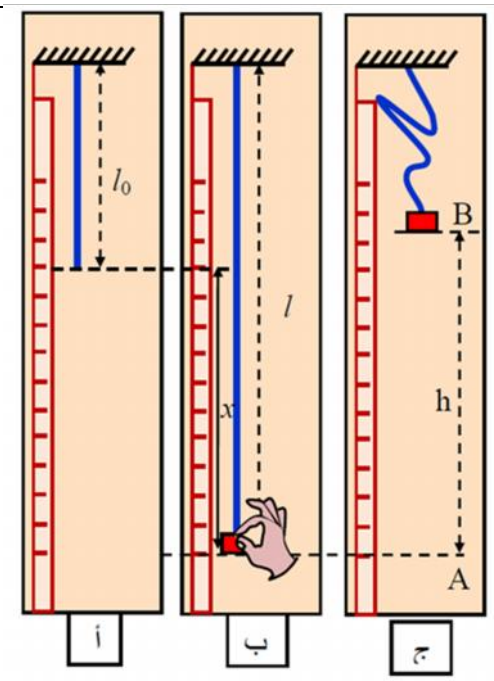
l_0 : طول المطاط الأصلي (دون استطالة)

l : طول المطاط وهو مستطال

x : استطالة المطاط أي $x = l - l_0$

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:

1ـ مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (مطاط+ جسم + أرض)بين الموضعين A و B .(نهمل الطاقة المحولة الى الوسط الخارجي بفعل الاحتكاكات).

2ـ ما هو شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع A.

3ـ ما هو شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع B.

4ـ ما هو التحول الطاقوي الذي حدث في الجملة بين الموضعين A و B .

5ـ هل قيمة هذا التحول هي نفسها في كل الحالات الموافقة لمختلف الكتل ؟ علل.

6ـ كيف تتغير قيمة الارتفاع h عندما تزداد الكتلة ؟

7ـ ارسم المنحنى البياني الممثل لتغيرات الارتفاع h بدلالة تغيرات مقلوب الكتلة $1/m$ ثم بدلالة مقلوب مربع الكتلة $1/m^2$

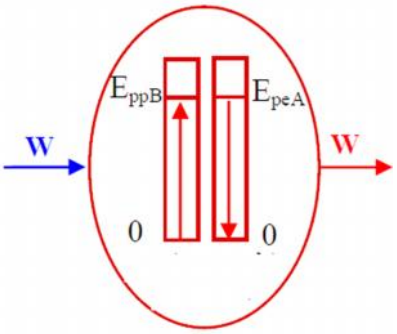
ثم بدلالة مقلوب جذر الكتلة $1/m^{1/2}$.ماذا تستنتج؟

8ـ استنتج من السؤال السابق العبارة من بين العبارات m^2h , mh , mh^2 التي تناسب التحويل الطاقوي الذي حدث للجملة

9ـ استنتج عبارة الطاقة الكامنة الثقالية

تحليل النتائج:

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



1ـ الحصيلة الطاقوية:

2ـ الطاقة المخزنة في الجملة عند الوضع A هي طاقة كامنة مرونية .

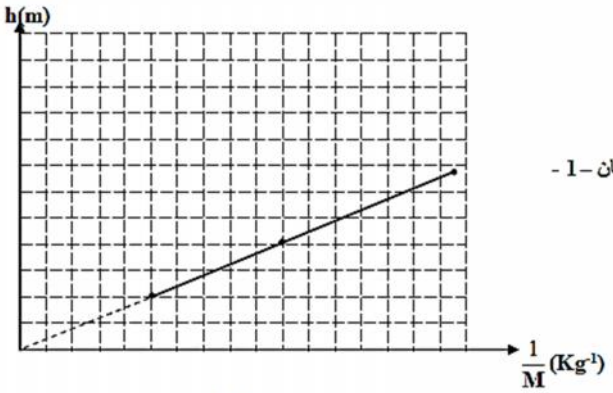
3ـ الطاقة المخزنة في الجملة عند الوضع B هي طاقة كامنة ثقالية.

4ـ التحول الذي حدث هو تحول ميكانيكي ، حيث تحولت الطاقة الكامنة المرونية من المطاط إلى طاقة كامنة ثقالية في الجسم .

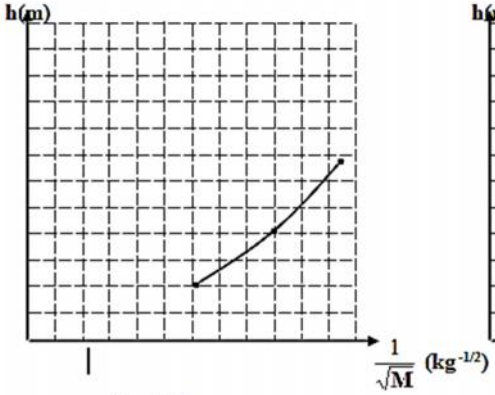
5ـ قيمة التحول هي نفسها في جميع الحالات لان الطاقة المحولة هي نفسها

6ـ من الجدول نلاحظ أنه كلما ازدادت الكتلة m نقص الارتفاع h.

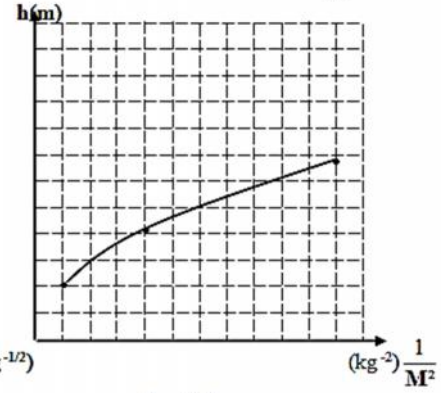
7ـ المنحنيات :



البيان – 1 –



البيان – 3 –



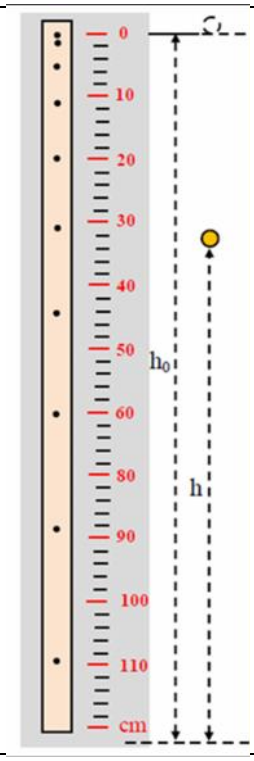
البيان – 2 –

8ـ نلاحظ في البيان – 1ـ 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 تناسب التحويل الطاقوي الذي حدث للجملة.

9ـ استنتاج عبارة الطاقة الكامنة الثقالية: بما أن الطاقة الكامنة تتناسب مع $m\,h$ فإن $E_{PP} = K_{PP} mh$

النشاط 2: تحديد الثابت K_{pp}



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

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

الموضع	v(m/s)	h(m)	1/2 mv^2(J)	m h (kg.m)
M_0				
M_2				
M_4				
M_6				
M_8				

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

2. أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الطاقة الحركية E_C بدلالة المقدار mh
3. أكتب معادلة المنحنى وضعها على الشكل $E_C= B - K_1U$ حيث $U= mh$, B ثابت
4. استنتج قيمة K_1
5. تحقق أن معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين الموافقين للارتفاعين h و h_0 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 .

استنتج العلاقة بين K_1 و K_{PP} ثم عبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{PP}

تحليل النتائج:

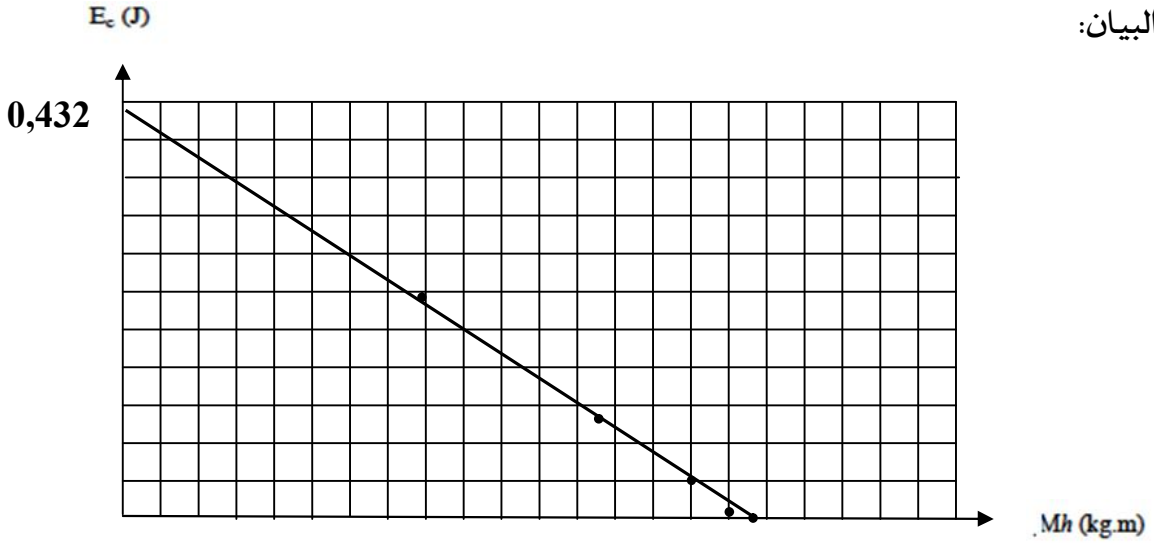
1ـ حساب سرعة الكرية :

$$v_2 = \frac{M_1M_3}{2\tau} = \frac{(2,5+4,6)x10^{-2}}{2x0,05} = 0,71m/s \quad ، \quad v_4 = \frac{M_3M_5}{2\tau} = \frac{(7,5+10,2)x10^{-2}}{2x0,05} = 1,77m/s$$

$$v_6 = \frac{M_5M_7}{2\tau} = \frac{(13,1+16,5)x10^{-2}}{2x0,05} = 2,96m/s \quad ، \quad v_8 = \frac{M_7M_9}{2\tau} = \frac{(19,1+22,9)x10^{-2}}{2x0,05} = 4,2m/s$$

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	$2,19x10^{-2}$

2ـ رسم البيان:



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

نستطيع كتابة الطاقة الحركية اذن على الشكل: $E_C = B - K_1mh$ أي $E_C = B - K_1U$

4ـ حساب من البيان B = 0,432 و $K_1 = \frac{0,432}{4,14x10^{-2}} = 10,43$

5ـ التحقق من معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين الموافقين للارتفاعين h و h_0 تكتب على الشكل

$$E_C + E_{PP} = E_{P0}$$

لنأخذ الموضع M_6 حيث الارتفاع h = 1,194m : الطاقة الكامنة عنده هي:

$E_{PP}=K_1mh = 10,43x\ 3,13x10^{-2}= 0,32J$

عند الموضع M_0 الطاقة الكامنة عنده هي :

$E_{P0} = K_1 m h_0 = 10,43 \times 4,14 \times 10^{-2} = 0,431 J$

$E_{P0} - E_{PP} = 0,431 - 0,32 = 0,111 J$

نلاحظ أن هذه القيمة هي قيمة الطاقة الحركية عند الارتفاع h ($0,11 J$) وبالتالي يكون قانون الا نحفاظ 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 $E_{PP} = mgh$

ـ بطاقة تربوية(04- ج-)ـ

المستوى : 2 علوم تجريبية + رياضي المجال : الطاقة الوحدة(4) : الطاقة الكامنة	الرقم : 3 نوع النشاط : عمل مخبري المدة : دقيقة

الموضوع	تحديد عبارة الطاقة الكامنة المرونية
الكفاءات المستهدفة	ـ يحسن تمثيل الحصيلة الطاقوية وكتابة معادلة الإنحفاظ. ـ يربط بين الجملة والطاقة المخزنة فيها . ـ يستخرج عبارة الطاقة الكامنة المرونية
النشاطات المقترحة	مقاربة أولية لعبارة الطاقة الكامنة المرونية تحديد الثابت K_e
الوسائل و المراجع التعليمية	نابض طويل ـ جسم كتلته m ـ مسطرة مدرجة

مراحل النشاط	التوقيت
❖ عمل مخبري • النشاط01: تحديد عبارة الطاقة الكامنة المرونية • تحليل نتائج النشاط • النشاط 2: تحديد الثابت K_e • تحليل نتائج النشاط •	

ملاحظات :	

النشاط 1: مقاربة أولية لعبارة الطاقة الكامنة المرونية

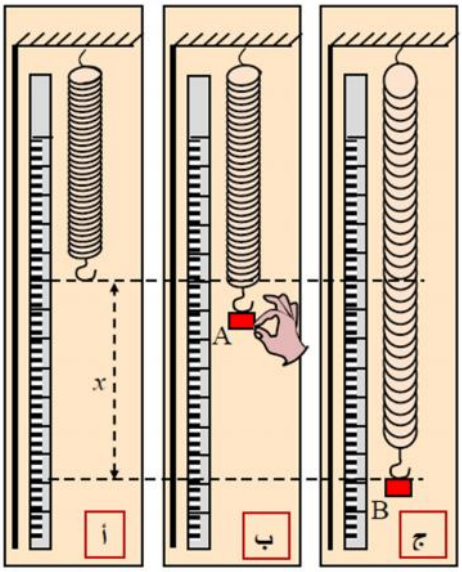
البروتوكول التجريبي

الأدوات:

نابض طويل - جسم كتلته m - مسطرة مدرجة

طريقة العمل:

نربط جسما 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 كما في الشكل (3 ـ ج)



المطلوب:

1ـ مثل الحصيلة الطاقوية للجملة المكونة من النابض ، الجسم و الأرض بين الموضعين A و B

2ـ استنتج من معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B المعادلة $E_{Pe}=\Delta E_{PP}$ حيث E_{Pe} الطاقة الكامنة المرونية للنابض .

3ـ كرر التجربة من أجل قيم مختلفة للكتلة m وقس في كل مرة الاستطالة x للنابض.

4ـ دون نتائجك في الجدول التالي:

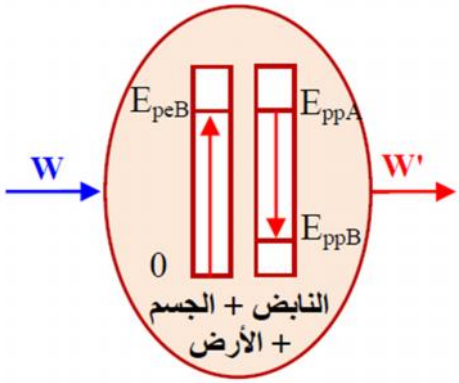
m(Kg)	x(m)	mgx(J)	$x^2(m^2)$

5ـ ارسم المنحنى الممثل لتغيرات E_{Pe} بدلالة المقدار x^2 ماذا تلاحظ ؟

6ـ احسب ميل المنحنى و استنتج أن عبارة الطاقة الكامنة المرونية تكتب على الشكل : $E_{Pe}=K_e x^2$.

تحليل النتائج:

1ـ الحصيلة الطاقوية بين الموضعين A و B



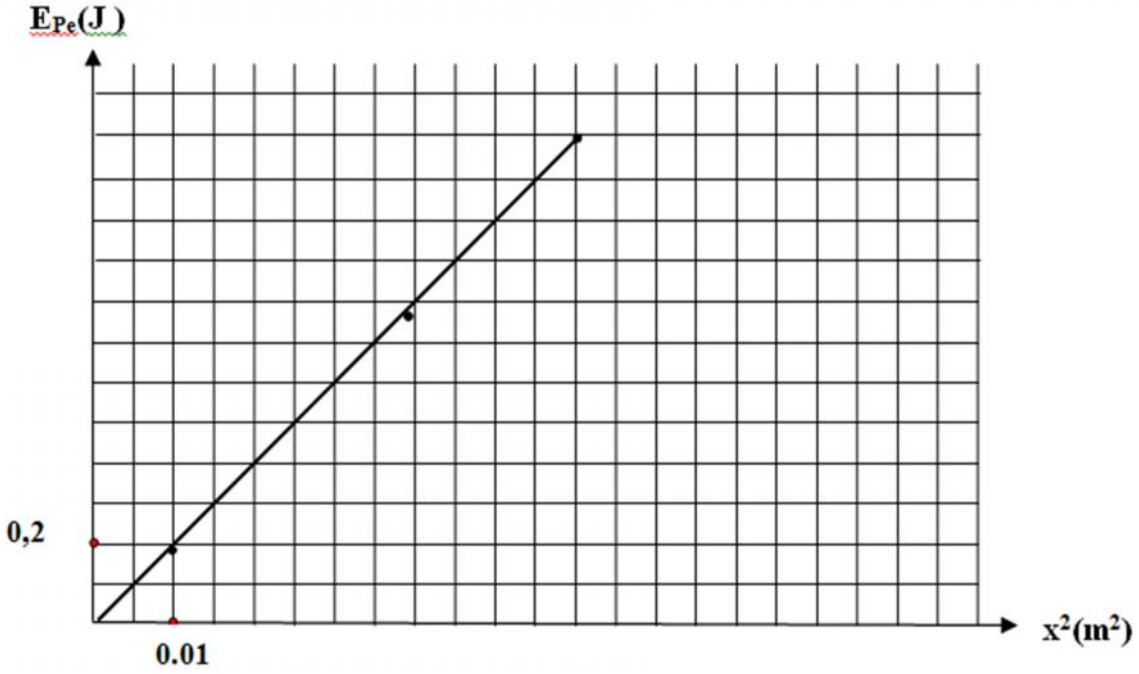
2ـ لدينا معادلة انحفاظ الطاقة: $E_{PPA}=E_{PeB}+E_{PPB}$ ومنه يمكن كتابة $E_{PeB}=E_{PPA}-E_{PPB}$

وبالتالي تصبح $E_{Pe}=\Delta E_{PP}$

4ـ الجدول:

m(Kg)	x(m)	mgx(J)	$x^2(m^2)$
0,1	0,049	0,048	$2,4x10^{-3}$
0,2	0,098	0,192	$9,6x10^{-3}$
0,4	0,196	0,768	$3,8x10^{-2}$
0,5	0,245	1,200	$6,0x10^{-2}$

5ـ رسم البيان :



الملاحظة: نلاحظ أن البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل $E_{pe} = ax^2$ حيث a هو الميل .

6ـ حساب الميل:

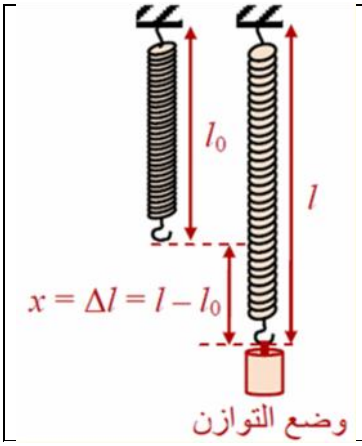
$$a = \frac{6x0,2}{6x0,01} = 20$$

كما ذكرنا سابقا البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ إذن يمكن كتابة معادلته من الشكل $E_{pe} = K_e x^2$ حيث $a = K_e$

ومنه $K_e = 20\ SI$

النشاط 2: تحديد الثابت K_e

نعاير النابض المستعمل سابقا و ذلك بتعليق أجساما مختلفة الكتلة و نقيس في كل مرة الاستطالة عند وضع التوازن ونسجل النتائج في الجدول التالي:



m(kg)				
P=T(N)				
Δl = x(cm)				

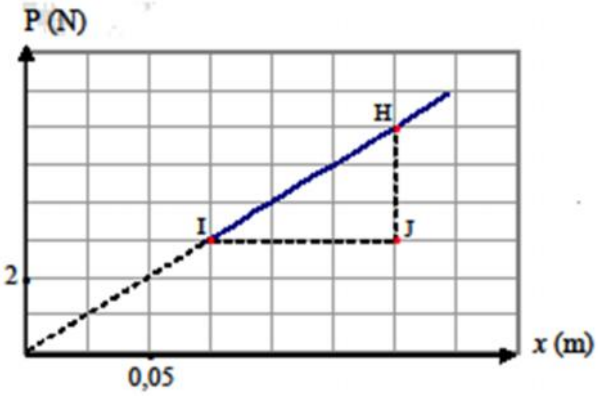
1. ارسم المنحنى البياني لتغيرات القوة المطبقة على النابض بدلالة الاستطالة . ماذا تلاحظ؟
2. احسب ميل المنحنى الذي يمثل ثابت مرونة النابض.
3. قارن قيمة الميل مع قيمة K_e .ماذا تلاحظ ؟
4. استنتج من هذه المقارنة أن K_e=.....K حيث K ثابت مرونة النابض.
5. استنتج عبارة الطاقة الكامنة المرونية .

تحليل النتائج:

النتائج هي :

m(kg)	0,3	0,4	0,6	0,7
P=T(N)	2.94	3.92	5.88	6.86
Δl = x(cm)	7.3	9.8	14.7	17.1

1. رسم البيان :



نلاحظ أن البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل:

P=T=Kx حيث الميل هو ثابت مرونة النابض

2. حساب الميل :

$$K = \frac{HJ}{IJ} = \frac{1,5x2}{1,5x0,05} = 40.SI$$

3. المقارنة : لدينا من النشاط 1 : K_e= 20 SI

ومنه

4- أي نستنتج أن $K_e = \frac{1}{2}K$

5- وجدنا في النشاط 1 أن $E_{pe} = K_e x^2$ ومنه تصبح العلاقة : $E_{pe} = \frac{1}{2}K\ x^2$

وهي عبارة الطاقة الكامنة المرونية

ـ بطاقة تربوية(04- د-)ـ

المستوى : 2 رياضي + تقني رياضي المجال : الطاقة الوحدة(4) : الطاقة الكامنة	الرقم : 4 نوع النشاط : عمل مخبري المدة : دقيقة

الموضوع	تحديد عبارة الطاقة الكامنة المرونية الفتلية
الكفاءات المستهدفة	ـ يستخرج عبارة الطاقة الكامنة المرونية الفتلية لنابض حلزوني
النشاطات المقترحة	ـ النشاط 1 : معايرة نابض الفتل ـ النشاط 2 : الطاقة الكامنة المرونية الفتلية
الوسائل و المراجع التعليمية	نابض حلزوني مسطح (نابض منبه) ـ منقلة – ربيعة

مراحل النشاط	التوقيت
❖ عمل مخبري • النشاط 1 : معايرة نابض الفتل تحليل نتائج النشاط • تحليل نتائج النشاط • النشاط 2 : الطاقة الكامنة المرونية الفتلية • تحليل نتائج النشاط	

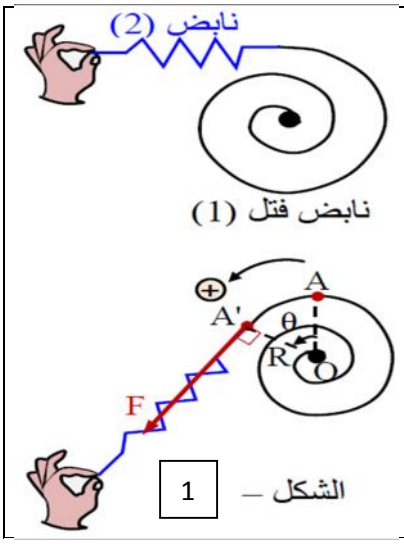
ملاحظات :	

ثانوية :الـ45 معدوما بوسلام

الأستاذ : لعاج إلياس

البطاقة التجريبية للتلميذ

النشاط 1 : معايرة نابض الفتل



الشكل – 1

البروتوكول التجريبي

الأدوات:

نابض حلزوني مسطح (نابض منبه) ـ منقلة – ربيعة

طريقة العمل:

يثبت نابض حلزوني مسطح ندعوه نابض فتل (1) من طرفه الداخلي في النقطة O مثل ما هو مبين في الشكل ـ1ـ

باستعمال ربيعة ثابت مرونة نابضها K= 10 N/m (نابض 2) طبق على الطرف الحر لنابض الفتل (1) قوة عمودية على OA.

اختر مرجعا لقياس زاوية دوران نابض الفتل (1) وقسها باستعمال منقلة .

المطلوب:

1ـ غير في شدة القوة المطبقة و قس في كل مرة استطالة نابض الربيعة وزاوية دوران النابض (1)

2ـ دون نتائجك في الجدول التالي :

عزم القوة F بالنسبة إلى نقطة تثبيت نابض الفتل	شدة القوة F(N)	زاوية دوران نابض الفتل θ(rd)	استطالة نابض الربيعة x(cm)

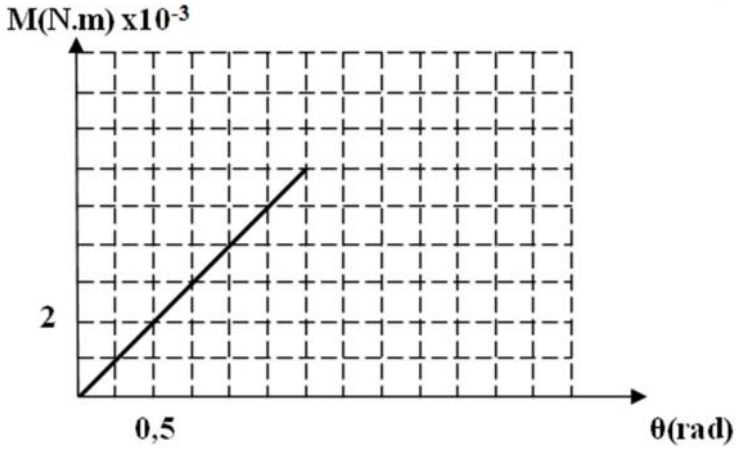
3ـ ارسم تغيرات عزم القوة بدلالة زاوية دوران النابض .

4ـ احسب ميل المنحنى الذي يمثل ثابت فتل النابض.

تحليل النتائج:

استطالة نابض الربيعة x(cm)	زاوية دوران نابض الفتل θ(rd)	شدة القوة F(N)	عزم القوة F بالنسبة الى نقطة تثبيت نابض الفتل
1	0,5	0,1	$2x10^{-3}$
2	1,0	0,2	$4x10^{-3}$
3	1,5	0,3	$6x10^{-3}$

رسم تغيرات عزم القوة بدلالة زاوية دوران النابض.



- البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل $M= a.\theta$ حيث الميل $a= C$ و C يمثل ثابت فتل النابض

$$a = C = \frac{6x10^{-3}}{1,5} = 4x10^{-3}\,nm/rad$$

النشاط 2: الطاقة الكامنة المرونية الفتلية

لحساب الطاقة الكامنة المخزنة في نابض الفتل المستعمل في النشاط 1 نقبل أن الطاقة المخزنة في نابض الفتل 1 تساوي في كل وضعية الطاقة المخزنة في نابض 2 (نابض الربيعة) يمكنك الوصول الى هذه النتيجة بتوظيف مبدأ انحفاظ الطاقة ومبدأ الفعلين المتبادلين و ذلك بدراسة الجملتين النابض1 و النابض 2.

باستعمال نتائج النشاط 1 املأ الجدول التالي :

استطالة نابض الربيعة $x(cm)$	زاوية دوران نابض الفتل $\theta(rd)$	الطاقة المخزنة في النابض 1 $(1/2)Kx^2$	$\theta^2(rad^2)$

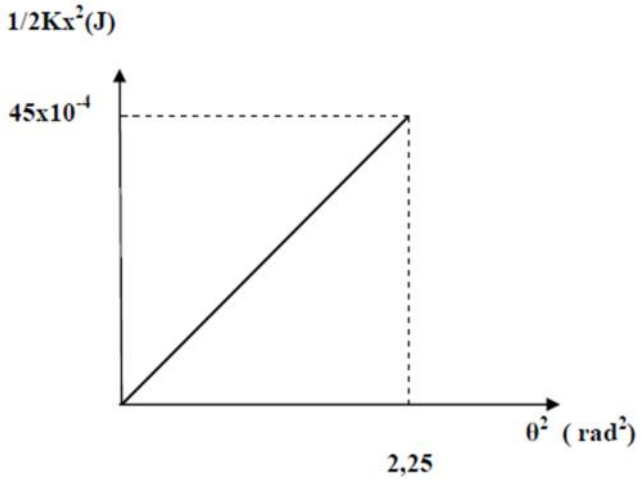
1. ارسم منحنى تغيرات الطاقة المخزنة في النابض 1 بدلالة مربع زاوية الدوران
2. أحسب ميل المنحنى واستنتج أن عبارة الطاقة الكامنة المرونية لنابض الفتل تكتب على الشكل $E_{Pe} = C_e\theta^2$
3. قارن قيمة C_e مع قيمة ثابت الفتل للنابض C. ماذا تلاحظ؟

استنتج أن عبارة الطاقة الكامنة المرونية لنابض الفتل تكتب على الشكل $E_{Pe} = ...C\theta^2$

تحليل النتائج:

استطالة نابض الربيعة x(cm)	زاوية دوران نابض الفتل θ(rd)	الطاقة المخزنة في النابض 1 $1/2Kx^2$	$\theta^2(rad^2)$
1	0,5	$5x10^{-4}$	0,25
2	1,0	$20x10^{-4}$	1,00
3	1,5	$45x10^{-4}$	2,25

ـ البيان:



ـ حساب الميل :

$$C_e = \frac{45x10^{-4}}{2,25} = 2x10^{-3}$$

البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل

$1/2Kx^2 = a\,\theta^2$ أي $Y=ax$

ومنه

$$E_{Pe} = C_e\theta^2$$

مقارنة C_e مع قيمة C

$$\frac{C}{C_e} = \frac{4x10^{-3}}{2x10^{-3}} = 2$$

نلاحظ أن $C=2C_e$

ومنه عبارة الطاقة الكامنة الفتلية $E_{Pe} = \frac{1}{2}C\,\theta^2$