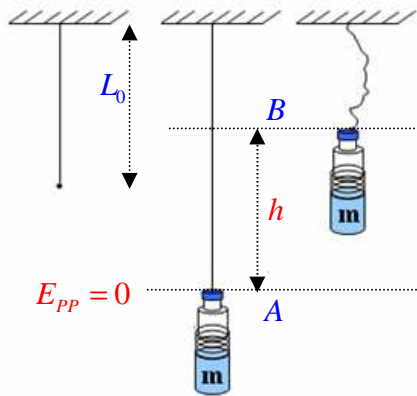


الوحدة 3 : الطاقة الكامنة

1- الطاقة الكامنة الثقالية E_{PP}

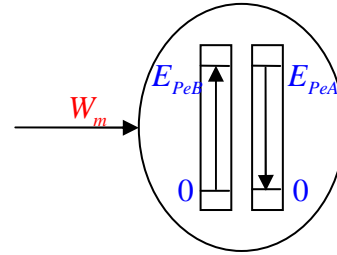
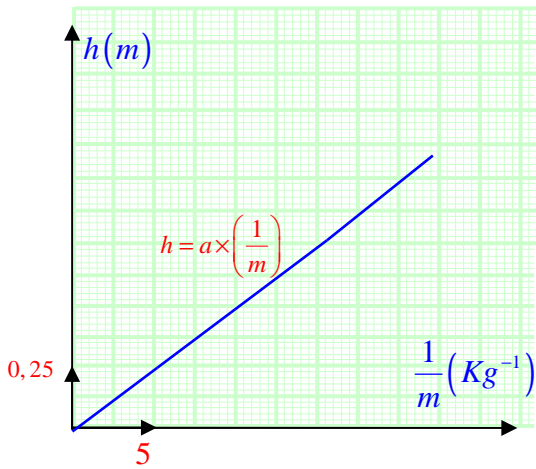
1-1- مقارنة كيفية لعبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{PP}

أ- تجربة 1 : نحقق التجريب الموضح في الشكل فنتحصل على النتائج المدونة في الجدول التالي :



$m(Kg)$	0,10	0,15	0,20
$h(m)$	0,50	0,33	0,25
$1/m$	10	6,67	5

1- الحصيلة الطاقوية للجملة (المطاط ، الجسم ، الأرض) بين الموضعين A و B . (الشكل المقابل) .



(المطاط ، الجسم ، الأرض)

2- الطاقة المخزنة في الجملة في الموضع : $E_{PP} \leftarrow (B)$ و $E_{Pe} \leftarrow (A)$.

6- رسم المنحنى البياني $h = f\left(\frac{1}{m}\right)$.

* نستنتج أن $h = a \times \left(\frac{1}{m}\right)$ أي أن $m \times h = a$:

بحيث $a = C^{te}$: يمثل ميل البيان .

7- عبارة E_{PP} : مما سبق طاقة الجسم لوحده : $E_{PP} = W \leftarrow E_A = E_B$ و لدينا $W = P \times h$ و منه $E_{PP} = W = P \times h$

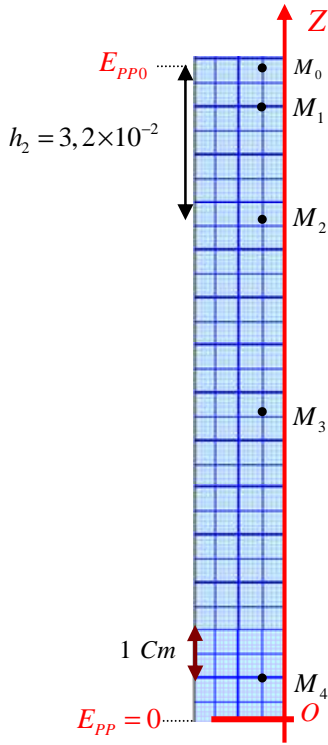
ف نجد أن : $E_{PP} = W = P \times a \times \left(\frac{1}{m}\right) = \left(\frac{P}{m}\right) \times m \times h$: بحيث $\left(\frac{P}{m}\right) = K_{pp}$: بحيث عنه في التجربة الموالية .

ومنه : $E_{PP} = K_{pp} \times m \times h$ (1)

ب- التجربة 2 : الشكل المقابل يمثل تسجيل حركة الجسم ، كتلته $m = 0,05 \text{ Kg}$

حيث الزمن الفاصل بين كل تسجيلين متعاقبين $\tau = 0,04 \text{ s}$.

1- نتحصل على النتائج التالية :



الموضع	$v(m/s)$	$h(m)$	$E_C = \frac{1}{2} m \times v^2 (J)$	$m \times h (Kg.m)$
M_0	$v_0 = 0$	0,0	0,00	0,0
M_1	0,4	$0,8 \times 10^{-2}$	4×10^{-3}	$0,4 \times 10^{-3}$
M_2	0,8	$3,2 \times 10^{-2}$	16×10^{-3}	$1,6 \times 10^{-3}$
M_3	1,2	$7,2 \times 10^{-2}$	36×10^{-3}	$3,6 \times 10^{-3}$
M_4	1,6	12,8	64×10^{-3}	$6,4 \times 10^{-3}$

بحيث : $v_0 = 0$ و $h_i = M_0 M_i$ و $v_i = \frac{M_{i-1} M_{i+1}}{2\tau}$

2- رسم المنحنى $E_C = f(m \times h)$

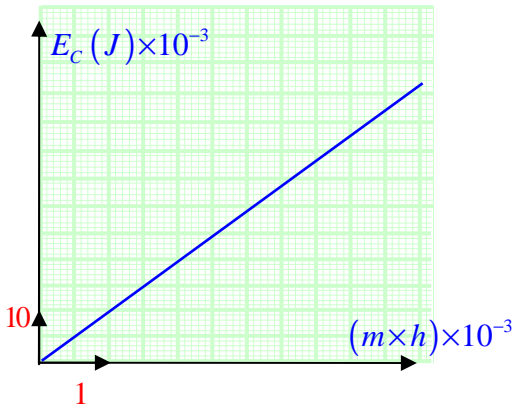
3- البيان : $E_C = f(m \times h)$ عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ

معادلته من الشكل : $E_C = a \times (h \times m)$

$$a = 10 \leftarrow a = \frac{(64 - 4) \times 10^{-3}}{(6,4 - 0,4) \times 10^{-3}} \text{ : بيانيا : } a$$

ومنه : $E_C = 10.h \times m$ (2).....

4- الحصيلة الطاقوية للجملية (الجسم + الأرض) بين الموضعين M_0 , O :



5- معادلة انحفاظ الطاقة للجملية (الجسم + الأرض) بين الموضعين M_0 , O :

$$E_{C_0} + E_{PP_0} = E_C + E_{PP}$$

لأنه لما : $\{ E_{C_0} = 0 \leftarrow v_0 = 0 , E_{PP} = 0 \leftarrow h = 0 \}$

فتصبح : $E_{PP_0} = E_C$ (3).....

6- استنتاج K_{pp} و عبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp} :

بمقارنة العلاقات (1) و (2) و (3) :

$$K_{pp} = 10 \leftarrow \{ E_C = E_{PP} ; E_C = 10.h \times m ; E_{PP} = K_{pp} \times m \times h \}$$

$K_{pp} = 10$: قيمة تسارع الجاذبية الأرضية g في مكان التجربة ($g_{\text{Paris/Frankfurt}} = 9,81 \text{ N/Kg}$, $g_{\text{Alger/Madrid}} = 9,80 \text{ N/Kg}$)

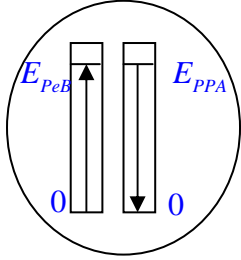
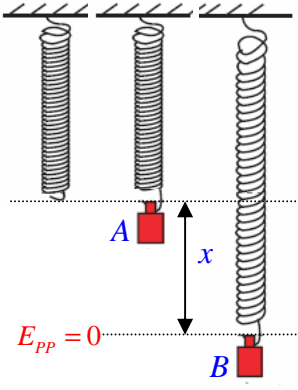
** النتيجة :

** عبارة الطاقة الكامنة الثقالية تكون : $E_{PP} = m.g.h$

** من معادلة انحفاظ الجملية المعزولة يكون : $E_{C_0} + E_{PP_0} = E_C + E_{PP} \leftarrow -E_{PP} + E_{PP_0} = E_C - E_{C_0} \leftarrow \Delta E_{PP} = -\Delta E_C$

1- الطاقة الكامنة المرنة E_{pe} :

1-1 مقارنة كيفية لعبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp} :



(الناض ، الجسم ، الأرض)

$m(Kg)$	$x(m)$	$m.g.x(j)$	$x^2(m^2)$
0,10	0,04	0,04	0,0016
0,15	0,06	0,09	0,0036
0,20	0,08	0,16	0,0064
0,25	0,10	0,25	0,0100

أ- التجربة 1 : نحقق التجريب الموضح في الشكل فنحصل على النتائج التالية

1- الحصلة الطاورية للجملية (الناض ، الجسم ، الأرض) بين الموضعين A و B .

2- معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B :

$$E_{peB} = m.g.x \leftarrow E_{ppA} = E_{peB} \text{ ومنه } E_{peA} + E_{ppA} = E_{peB} + E_{ppB}$$

4- رسم البيان $E_{pe} = f(x^2)$:

نلاحظ أن البيان عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ

معادلته من الشكل $E_{pe} = K_e.x^2$ ،

$$K_e = \frac{(0,25 - 0,04)}{(0,01 - 0,0016)} \text{ بحيث } K_e : \text{ معامل توجيه البيان}$$

$$K_e = 25 \text{ N/m} \leftarrow$$

** عبارة الطاقة الكامنة المرنة تكون : $E_{pe} = 25.x^2$

** التجربة 2 :

** نعلق في نهاية الناض أجساما مختلفة الكتلة فنحصل على النتائج التالية.

$m(Kg)$	$x(m)$	$m.g(N)$
0,10	0,02	1,0
0,15	0,03	1,5
0,20	0,04	2,0
0,25	0,05	2,5

1- رسم منحنى المعايرة الممثل $T = f(x)$.

** نلاحظ أن البيان عبارة عن خط مستقيم يمر بالمبدأ معادلته من الشكل $T = K.x$

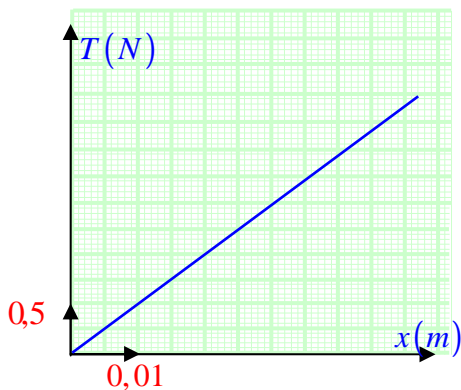
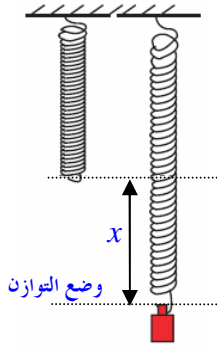
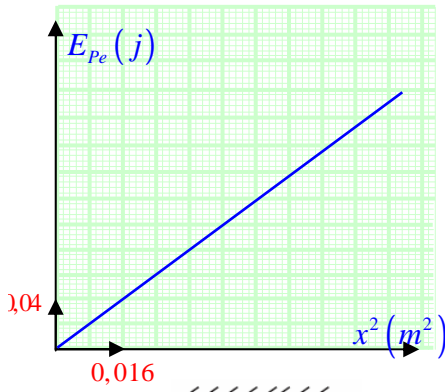
3- ميل المنحنى (مرونة الناض K) : من البيان أو من جدول القيم

$$K = 50 \text{ N/m} \leftarrow K = \frac{2,5 - 1,5}{0,05 - 0,03} = \frac{1}{0,02} \leftarrow K = \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

** نلاحظ أن : $K = 50$ و $K_e = 25$ ومنه : $K_e = \frac{1}{2}K$.

6- استنتاج عبارة الطاقة الكامنة المرنة : لدينا : $E_{pe} = K_e.x^2 \leftarrow$

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



تقويم الوحدة : تامين الكتاب الدراسي

الطاقة الكامنة المرونية

**تمرين 2 :

** العبارة " الطاقة الكامنة الثقالية معرّفة بتقريب ثابت " تعني أن مرجع حساب الطاقة الكامنة الثقالية اختياري .

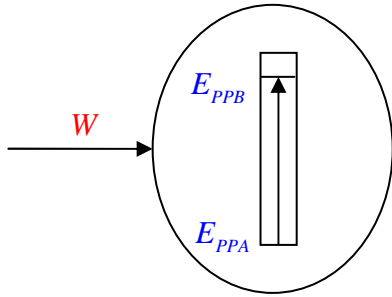
** باختيار محور الترتيب موجه نحو الأعلى نكتب في الحالة العامة عبارة الطاقة الكامنة الثقالية على الشكل : $E_{PP} = m.g.z + C^{te}$

** باختيار الطاقة الكامنة الثقالية تساوي صفرا عندما $z = 0$ تصبح العبارة : $E_{PP} = m.g.z$

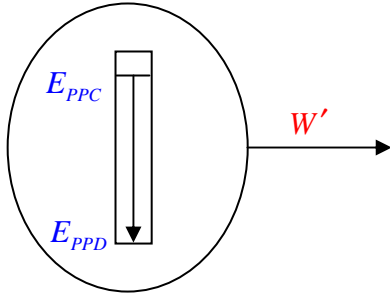
**تمرين 3 :

إذا اخترنا الجملة هي الجسم دون الأرض فإنه لا يمكن التحدث عن طاقة كامنة ثقالية ، لأن الطاقة الكامنة الثقالية هي طاقة تتعلق بموضع الجسم بالنسبة للأرض داخل الجملة .

**تمرين 5 :



(الصندوق ، الأرض)



(الصندوق ، الأرض)

1- الحصيلة الطاقوية للجملة بين A و B .

2- معادلة انحفاظ الطاقة $W + E_{PPA} = E_{PPB}$

باختيار $E_{PPA} = 0$ نكتب المعادلة $W = E_{PPB}$

3- عمل قوة الكابل من A إلى B : $W_{AB} = E_{PPB} = m.g.h = m.g.AB$

$$W_{AB} = 29400 \text{ j} \iff W_{AB} = 500 \times 9,8 \times 6 \iff$$

4- عمل قوة الكابل من B إلى C :

العمل معدوم لأن القوة عمودية على الانتقال :

5- عمل قوة الكابل من C إلى D :

$$-W' = W_{CD} \quad \text{نضع} \quad E_{PPC} - W' = E_{PPD} = 0$$

$$-E_{PPC} = -W' = W_{CD}$$

بما أن $E_{PPB} = E_{PPC}$ $E_{PPB} = E_{PPC}$:

$$W_{CD} = -W_{AB} = -29400 \text{ j} \quad \text{إذن :}$$

6- عمل هذه القوة من A إلى D يكون معدوما .

**تمرين 7 :

يستحسن كتابة عبارة الطاقة الكامنة الثقالية باستعمال المتغير z بدلا من h

نكتب : $E_{PP} = m.g.z$ (باختيار محور الترتيب موجه نحو الأعلى)

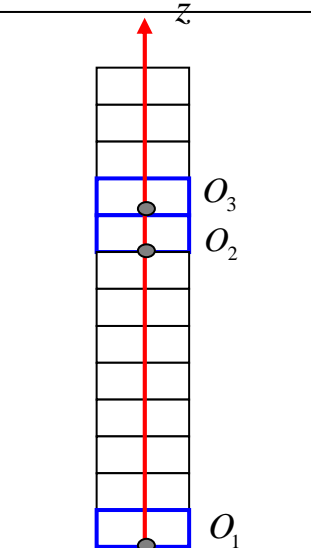
1- الطاقة الكامنة للجملة في حالة :

أ- المرجع في O_1 (سطح الأرض)

$$E_{PP1} = m.g.z_1 \quad \text{مع} \quad z_1 = 3 \times 9 = 27 \quad \text{حيث علو كل طابق هو } 3 \text{ m}$$

$$E_{PP1} = 2,7 \times 10^5 \text{ j} \iff E_{PP1} = 1025 \times 9,8 \times 39 \iff$$

ب- المرجع في O_2 (الطابق التاسع)



$$z_2 = 0 \text{ لأن } E_{PP1} = m.g.z_2 = 0$$

ج- المرجع في O_3 (الطابق العاشر)

$$E_{PP1} = -0,3 \times 10^5 \text{ j} \Leftrightarrow E_{PP1} = 1025 \times 9,8 \times (-3) \Leftrightarrow z_3 = -3 \text{ m هنا } E_{PP1} = m.g.z_3$$

2- عمل قوة الكابل من الطابق الأرضي الى الطابق التاسع

$$W = 2,7 \times 10^5 \text{ j} \Leftrightarrow W = E_{PPB} = E_{PP1} \Leftrightarrow W = E_{PPB} \text{ نكتب معادلة الانحفاظ}$$

3- استطاعة القوة $P = \frac{E}{t} = \frac{W}{t}$ بما أن المصعد له حركة مستقيمة منتظمة إذن $t = \frac{z}{v}$ بالتعويض في عبارة P نحصل على :

$$P = 0,12 \times 10^5 \text{ Watt} \Leftrightarrow P = \frac{2,7 \times 10^5 \times 1,2}{27} \Leftrightarrow P = \frac{W}{t} = \frac{W \times v}{z} \text{ P= W/t=W v /z}$$

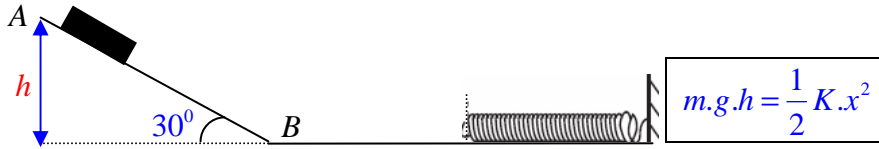
الطاقة الكامنة المرورية

**تمرين 12 :

1- باختيار الجملة (عربة + الأرض + النابض) تتحول الطاقة الكامنة الثقالية للجملة في الوضع A الى طاقة حركية في الوضع B ثم

الى طاقة كامنة مرورية تظهر في النابض عندما ينضغط كلية في الوضع D .

2- الحصيلة الطاقوية بين الوضعين A و D .



$$m.g.h = \frac{1}{2} K.x^2 \Leftrightarrow E_{PPA} = E_{PeD} \text{ معادلة انحفاظ الطاقة}$$

4- أقصى انضغاط للنابض

$$x = 12,5 \text{ Cm} \Leftrightarrow m.g.AB.\sin 30^\circ = \frac{1}{2} K.x^2$$

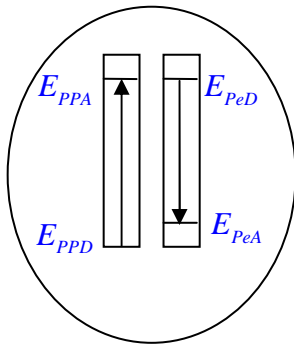
5- شدة القوة المطبقة من طرف النابض في هذا الوضع

$$T = 50 \text{ N} \Leftrightarrow T = 400 \times 12,5 \times 10^{-2} \Leftrightarrow T = K.x$$

6- بالاعتماد على مبدأ انحفاظ الطاقة و بإهمال قوى الاحتكاك تصعد العربة

حتى الوضع A بعد استئالة النابض حيث تتحول كل الطاقة الكامنة

المرورية إلى طاقة كامنة ثقالية.



(النابض ، العربة ، الأرض)

7- الهدف من هذا السؤال هو تمثيل الحصيلة الطاقوية ثم إيجاد الطاقة الحركية للعربة

لحظة ملامستها للنابض ثم دراسة تحويل الطاقة من العربة إلى النابض.

**تمرين 13 :

نختار النقطة B مبدأ الترتيب التي توافق أقصى استئالة للنابض مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية.

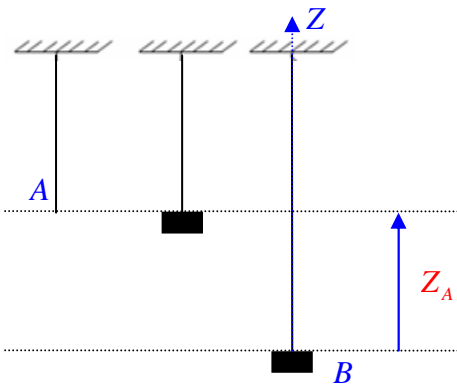
$$E_{PP} = m.g.z \text{ عبارة الطاقة الكامنة الثقالية تكون:}$$

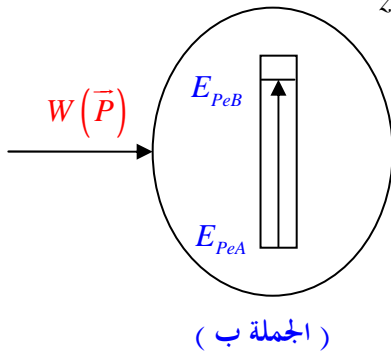
1 الحصيلة الطاقوية و معادلة انحفاظ الطاقة في الحالات:

$$E_{PPA} = E_{PeB} \text{ أ- الجملة (الجسم + النابض + الأرض) :}$$

ب- الجملة (الجسم + النابض)

$$W(\bar{P}) = E_{PeB} \text{ حيث } W(\bar{P}) \text{ هو عمل قوة الثقل}$$





$$z_A = \frac{2.m.g}{K} \Leftrightarrow m.g.z_A = \frac{1}{2} K.z_A^2 \Leftrightarrow E_{PPA} = E_{PeB} : \text{حساب أقصى استطالة}$$

$$\boxed{z_A = 39 \text{ Cm}} \Leftrightarrow z_A = \frac{2 \times 0,2 \times 9,8}{10} \Leftrightarrow$$

-4 الطاقة الكامنة المرورية للناض :

$$\boxed{E_{Pe} = 0,76 \text{ j}} \Leftrightarrow E_{Pe} = \frac{1}{2} \times 10 \times (0,39)^2 \Leftrightarrow E_{Pe} = \frac{1}{2} K.z_A^2$$