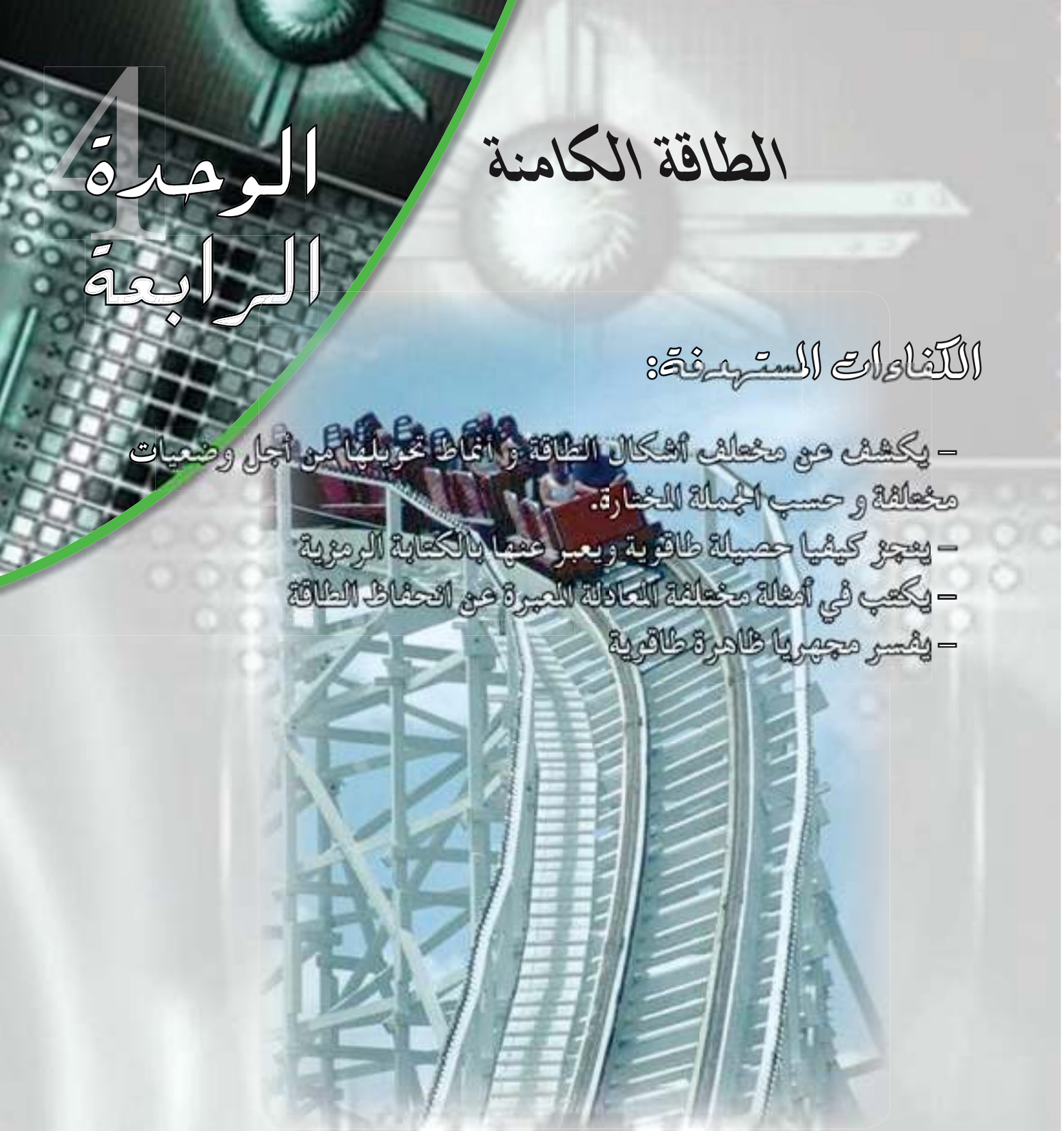
الوحدة 4
الرابعة

الطاقة الكامنة

الكفاءات المستهدفة:

- يكشف عن مختلف أشكال الطاقة و أنماط تحويلها من أجل وضعيات مختلفة و حسب الجملة المختارة.
- ينجز كيفيا حصيلة طاقوية ويعبر عنها بالكتابة الرمزية
- يكتب في أمثلة مختلفة المعادلة المعبرة عن انحفاظ الطاقة
- يفسر مجهريا ظاهرة طاقوية



■ ما هو شكل الطاقة الذي توظفه هذه العربات في حركتها؟

الطاقة الكامنة

1 – الطاقة الكامنة الثقالية

رأينا أن الطاقة الكامنة الثقالية في مكان معين من الأرض تتعلق بكتلة الجسم وارتفاعه عن سطح الأرض و لإيجاد عبارة الطاقة الكامنة الثقلية E_{pp} نقوم بالنشاطات التالية :

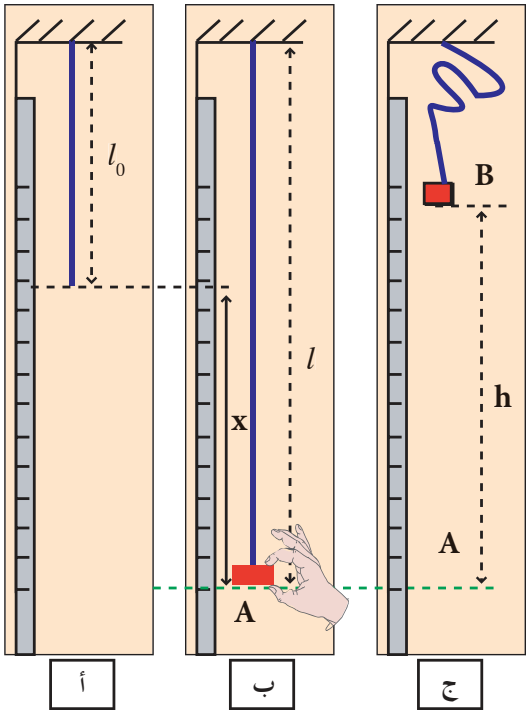
نشاط1 : مقاربة أولية لعبارة الطاقة الكامنة الثقلية

نعلق جسما كتلته M بواسطة خيط مطاطي.

يبين (الشكل1) أ خيطا مطاطيا في حالة راحة (غير مستطال)

1 – اسحب الجسم باليد نحو الأسفل حتى يصبح المطاط مستطالا كفاية نسمي هذا الموضع A ونعتبره موضعا مرجعيا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية (الشكل1 ب)

2 – حرّر الجسم في لحظة ما وعلّم على مسطرة أقصى ارتفاع h بالنسبة للموضع المرجعي A يبلغه هذا الجسم. نسمّي هذا الموضع B (الشكل1 ج)



الشكل 1

نسمي :

l_0 : طول المطاط الأصلي (بدون استطالة)

l : طول المطاط الكلي (و هو 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 المعايرة) و دوّن نتائجك في الجدول التالي :

M (gk)	h (m)	1/M	$1/M^2$	$1/M^{1/2}$

1 – مثل الحوصلة الطاقوية للجملة المكونة من المطاط، الجسم و الأرض بين الموضعين A وB. (نهمل الطاقة المحولة الى الوسط الخارجي عن طريق الاحتكاك)

2 – ما هو شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع A ؟

3 – ما هو شكل الطاقة المخزنة في الجملة عند الموضع B ؟

4 – ما هو التحول الطاقي الذي حدث في الجملة بين الموضعين A و B؟

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

6 – كيف تتغير قيمة الارتفاع h عندما تزداد الكتلة؟

7 – ارسم المنحنى الممثل لتغيرات الارتفاع h بدلالة تغيرات مقلوب الكتلة (1/M) ثم بدلالة مقلوب مربع الكتلة ($1/M^2$) ثم بدلالة مقلوب جذر الكتلة ($1/\sqrt{M}$). ماذا تستنتج؟

8 – استنتج من السؤال السابق العبارة من العبارات الثلاث التالية M^2h ، Mh ، Mh^2 التي تناسب التحويل الطاقي الذي حدث في الجملة في مختلف الحالات؟

9 – استنتج عبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp}.

استنتج بإكمال الفراغات :

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

نشاط2 : تحديد الثابت K_{pp}

تُرك جسم كتلته M يسقط بدون سرعة ابتدائية من حافة طاولة على ارتفاع h من سطح الأرض. يمثل (الشكل2) تسجيل حركة الجسم، باختيار الجملة (الجسم + الأرض)

1 – أحسب سرعة الجسم في المواضع M_0, M_2 , M_4 M_6 M_8 واملأ الجدول التالي :

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

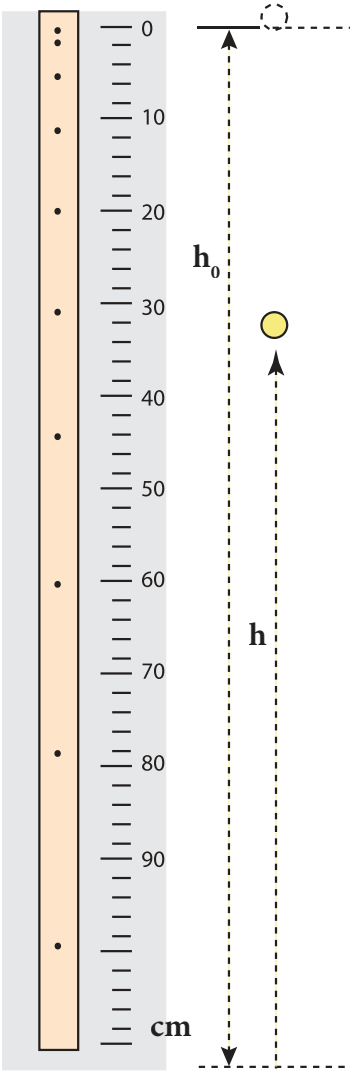
2 – أرسم المنحنى الممثل لتغيرات الطاقة الحركية E_c بدلالة المقدار Mh

3 – أكتب معادلة المنحنى وضعها على الشكل: $E_c = U_0 - K_1U$ حيث $U=Mh$ و $U_0=Mh_0$

4 – استنتج قيمة K_1

5 – تحقق أن معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين الموافقين للإرتفاعين h و h_o تكتب على الشكل: $E_c + E_{pp} = E_{p_o}$ حيث E_{p_o} هي الطاقة الكامنة الثقالية عند الموضع الموافق للارتفاع h_o و E_{pp} و E_c هي على التوالي الطاقة الكامنة الثقالية والطاقة الحركية عند الموضع الموافق للارتفاع h .

6 – استنتج العلاقة بين K_1 و K_{pp} ثم عبارة الطاقة الكامنة الثقالية E_{pp}.



الشكل 2

استنتج بإكمال الفراغات :

عندما يكون جسم كتلته M على ارتفع h من سطح الأرض وباختيار الجملة ..... + ... تكون الطاقة الكامنة الثقالية للجملة $E_{pp} = \ldots Mh$

ملاحظات

- الطاقة الكامنة الثقالية تتعلق بالارتفاع h و هذا الأخير يحدد في مرجع مختار ومنه الطاقة الكامنة الثقلية تتعلق بالمرجع المختار أي معرفة بتقريب ثابت.
- لو أعدنا التجربة في مكان آخر من الكرة الأرضية أو على كوكب آخر لوجدنا أن الثابت K_{pp} يساوي قيمة الجاذبية في ذلك المكان.
- بالاعتماد على السؤال الثالث و علما أن الجسم انطلق من السكون، معادلة انحفاظ طاقة الجملة في هذه الحالة تكتب على النحو التالي : $E_c + E_{pp} = E_{c_o} + E_{p_o}$ حيث E_{c_o} تمثل الطاقة الحركية عند الارتفاع h_o (وهي معدومة في مثالنا هذا) و منه يمكن كتابة : $E_c - E_{c_o} = E_{pp_o} - E_{pp}$

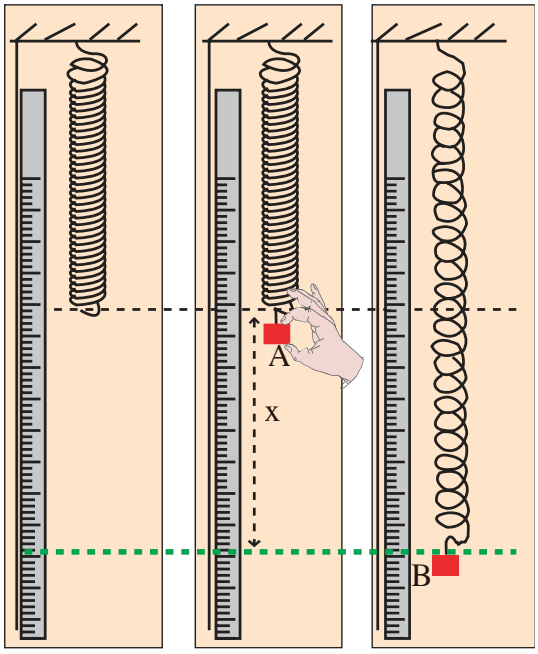
$$\Delta E_c = -\Delta E_{pp}$$ أي

حيث : $\Delta E_{pp} = E_{pp} - E_{pp_0}$ و $\Delta E_c = E_c - E_{c_o}$

الطاقة الكامنة

2 – الطاقة الكامنة المرونية

– ندرس في هذه الفقرة الطاقة الناتجة عن تشوه بعض الأجسام المرنة، الخاضعة لقوى خارجية تجعلها تتشوه بصفة خطية. نقصد بالأجسام المرنة هي الأجسام التي ترجع إلى شكلها الأصلي بعد حذف التأثير (القوى) الخارجي الذي يؤثر عليها. الصفة الخطية للتشوه هي عندما تكون العلاقة بين التأثير الخارجي و تشوه الجسم الناتج عنه علاقة خطية (تناسب طردي).



الشكل 3 –أ ■ الشكل 3 –ب ■ الشكل 3 – ج

2 – 1 – الطاقة الكامنة المرونية

نشاط : مقاربة أولية لعبارة الطاقة الكامنة المرونية

نربط جسما كتلته M إلى أحد طرفي نابض طويل ثم نتركه يسقط من الموضع A بدون سرعة ابتدائية فيستطيل النابض حتى الموضع B أين تنعدم سرعة الجسم و يستطيل النابض بالمقدار x (الشكل 3–ج)

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

2 – استنتج من معادلة انحفاظ الطاقة بين الموضعين A و B المعادلة التالية : $E_{pe} = \Delta E_{pp}$ حيث E_{pe} هي الطاقة الكامنة المرونية للنابض.

3 – كرر التجربة من أجل قيم مختلفة للكتلة M (استعمل القارورة البلاستيكية) و قس في كل مرة الاستطالة x للنابض.

4 – دوّن نتائجك في الجدول التالي :

M(kg)	x (m)	Mgx (J)	x^2 (m^2)

5 – أرسم المنحنى الممثل لتغيرات E_{pe} ($E_{pe} = Mgx$) بدلالة المقدار x^2 ماذا تلاحظ ؟

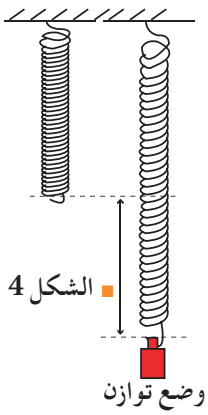
6 – أحسب ميل المنحنى واستنتج أن عبارة الطاقة الكامنة المرونية تكتب على الشكل :

$$E_{pe} = K_e x^2$$

– تعيين الثابت K_e

لتعيين الثابت K_e قم بمعايرة النابض المستعمل في التجربة السابقة

– علق في نهاية النابض أجساما مختلفة الكتلة وقس في كل مرة الاستطالة عند وضعية توازن الجسم (الشكل 4).



الشكل 4 ■

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

– ارسم منحنى المعايرة الممثل لتغيرات القوة المطبقة على النابض بدلالة الاستطالة. ماذا تلاحظ؟

– أحسب ميل المنحنى الذي يمثل ثابت مرونة النابض.

– قارن قيمة الميل مع قيمة K_e . ماذا تلاحظ ؟

كرر التجربتين السابقتين باستعمال نوابض مختلفة (ثوابت المرونة مختلفة).

قارن قيم K_e مع قيم ثابت المرونة لكل نابض. ماذا تلاحظ ؟

– استنتج من هذه المقارنة أن : ... $K_e = K$ حيث K هو ثابت مرونة النابض.

– استنتج أن عبارة الطاقة الكامنة المرونية تكتب على الشكل :

$E_{pe} = ... Kx^2$

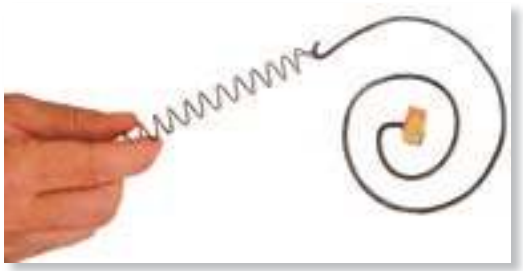
– هل يمكن استعمال خيط مطاطي بدلا من نابض في النشاط السابق؟ ناقش.

استنتج بإكمال الفراغات :

عندما يستطيل (ينضغط) نابض ثابت مرونته K بمقدار x تكتب عبارة طاقته .... على الشكل التالي :

$E_{pe} = ... Kx^2$

2 – 2 – الطاقة الكامنة المرونية الفتلية

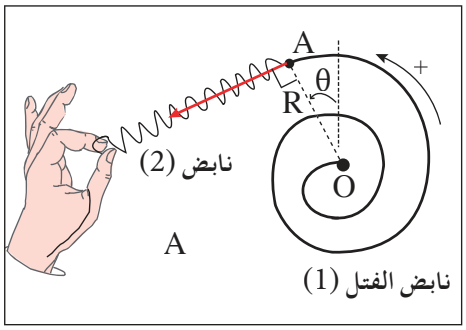


الشكل 5 – أ

نشاط1 : معايرة نابض الفتل

ثبت نابض حلزوني مسطح ندعوه نابض فتل (1) من طرفه الداخلي في النقطة O، مثل ما هو مبين في الشكل5 (يمكنك صنعه من سلك معدني تديره بيدك).

باستعمال نابض (2) معاير ثابت مرونته K، طبق على الطرف الحر لنابض الفتل (1) قوة عمودية علىAO.



الشكل 5 – ب

اختر مرجعا لقياس زاوية دوران نقطة تطبيق القوة.

1 – غير في شدة القوة المطبقة و قس في كل مرة استطالة النابض (2) و زاوية دوران نابض الفتل (1).

2 – دون نتائجك في الجدول التالي.

3 – ارسم تغيرات عزم القوة بدلالة تغيرات زاوية دوران نابض الفتل.

4 – احسب ميل المنحنى الذي يمثل ثابت فتل النابض.

عزم القوة $\vec{F}$ بالنسبة إلى نقطة تثبيت نابض الفتل	شدة القوة F (N)	زاوية دوران نابض الفتل θ(rd)	استطالة النابض (2) x(cm)

نشاط 2 : الطاقة الكامنة المرونية لنواس الفتل

لحساب الطاقة المخزنة في نابض الفتل المستعمل في النشاط1 نقبل أن الطاقة المخزنة في نابض الفتل(1) تساوي في كل وضعية الطاقة المخزنة في النابض (2). يمكنك الوصول إلى هذه النتيجة بتوظيف مبدأ انحفاظ الطاقة و مبدأ الفعلين المتبادلين و ذلك بدراسة الجملتين النابض (1) و النابض(2).

باستعمال نتائج النشاط1 املأ الجدول التالي :

θ^2 (rd)^2	الطاقة المخزنة في النابض (1) $1/2Kx^2$ (J)	زاوية دوران نابض الفتل θ (rd)	استطالة النابض (2) x(cm)

1 – ارسم منحنى تغيرات الطاقة المخزنة في النابض (1) بدلالة مربع الزاوية θ^2

2 – أحسب ميل المنحنى واستنتج أن عبارة الطاقة الكامنة المرونية لنابض الفتل تكتب على الشكـــــل :

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

– **تعيين الثابت C_e**

قارن قيمة C_e مع قيمة ثابت فتل النابض C. ماذا تلاحظ؟

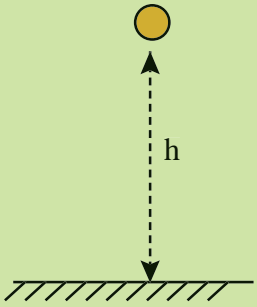
استنتج أن عبارة الطاقة الكامنة المرونية لنابض الفتل تكتب على الشكل : $E_{pe} = \ldots\ C\ \theta^2$

استنتج بإكمال الفراغات :

عندما نفتل بزاوية θ سلك فتل أو نابض حلزوني (نابض فتل) ثابت فتله C، فإنه ..... طاقة .... عبارتها : $E_{pe} = \ldots\ C\theta^2$

أحتفظ بالأهم

1 – الطاقة الكامنة الثقالية



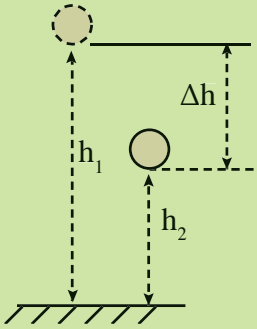
• عندما يكون جسم كتلته M على ارتفع h من سطح الأرض فإنه يخزن طاقة كامنة ثقالية. إذا اختير سطح الأرض كمرجع لحساب هذه الطاقة تكـون عبارتهـــــا : $E_{pp} = M\,g\,h$ حيث :

M كتلة الجسم بالكيلوغرام (kg)

h ارتفاع الجسم عن سطح الأرض بالمتر (m)

g قيمة الجاذبية الأرضية في المكان المعتبر بالنيوتن على الكيلوغرام (N/kg)

E_{pp} الطاقة الكامنة الثقالية بالجول (J)



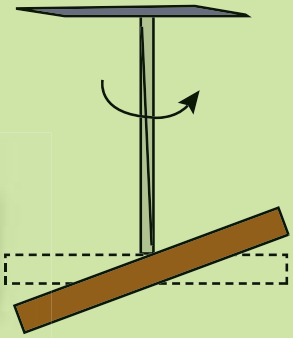
• عندما ينتقل جسم من الموضع M_1 الى الموضع M_2 مثلا فإنه يفقد أو يكسب طاقة كامنة ثقالية قدرها : $\Delta E_{PP} = M.g.(h_2 - h_1) = M.g.\ \Delta h$

• التغير في الطاقة الحركية لجملة بين الموضع النهائي و الموضع الابتدائي ($E_{cf} - E_{ci}$) يساوي التغير في الطاقة الكامنة الثقالية بين الموضع الابتدائي و الموضع النهائـي ($E_{ppf} - E_{ppi}$) أي : $E_{cf} - E_{ci} = E_{ppi} - E_{ppf}$ إذا أهمل تحويل الطاقة إلى الوسط الخارجي للجملة.

2 – الطاقة الكامنة المرونية

أ – عندما يستطيل أو ينضغط نابض (خيط مطاطي) ثابت مرونته K بمقدار x فإنه يخزن طاقة كامنة مرونية عبارتها : $E_{pe} = 1/2\ Kx^2$

ب – عندما نفتل بزاوية θ سلك فتل أو نابض حلزوني (نابض فتل) ثابت فتله C ، فإنه يخزن طاقة كامنة مرونية عبارتها : $E_{pe} = 1/2\ C\theta^2$



أحتفظ بالأهم

تمرين محلول

نربط كرية صغيرة كتلتها $m = 60g$ بطرف خيط طوله $L = 60cm$ ونعلق الطرف الثاني للخيط في حامل. نزيح الكرية عن وضع توازنها بزاوية قدرها $\alpha_0 = 30°$ ثم نتركها لحالها. باختيار وضع التوازن كمرجع للتراتيب.

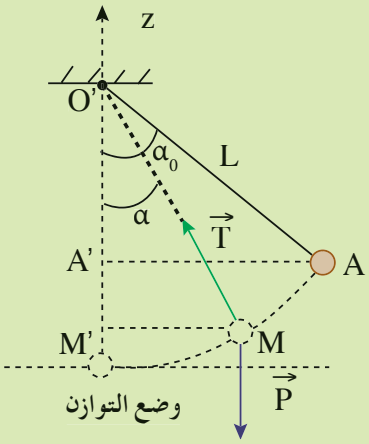
1 – جد عبارة الطاقة الكامنة الثقالية للكرية بدلالة الزاوية α.

2 – بين أن مجموع الطاقتين الحركية والكامنة للكرية ثابت خلال الحركة.

3 – أحسب سرعة الكرية عند مرورها من وضع التوازن.

4 – ما هي قيمة الزاوية α التي من أجلها تبلغ سرعة الكرية نصف قيمتها الأعظمية؟

5 – إذا وضع مسمار في النقطة S منتصف القطعة OO' وأزيحت الكرية بنفس الزاوية $\alpha_0 = 30°$. ما هي أقصى زاوية β يصنعها الخيط مع الشاقول من الجهة المقابلة.



الحل:

1 – عبارة الطاقة الكامنة الثقالية للكرية.

نعتبر الحالة الكيفية حيث يصنع الخيط زاوية α مع المحور oz . حسب ما رأيناه في الدرس فإن التغير في الطاقة الكامنة الثقالية لما تنتقل الكرية من O إلى M هو: $\Delta E_{pp} = mg\,\Delta h$ أي

$$E_{pp}(M) - E_{pp}(O) = mg(z_{M'} - z_O) = mg\,OM'$$

باختيار المستوي المار من النقطة O مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية ووضع التوازن كمبدأ للتراتيب تكون الطاقة الكامنة الثقالية في هذا الوضع معدومة أي $E_{pp}(O) = 0$ ومنه:

$$E_{pp}(M) = mg.L\,(1-\cos\alpha)$$

2 – إثبات أن مجموع الطاقتين الحركية والكامنة ثابتة خلال الحركة

باختيار الجملة (الأرض + الكرية) نمثل الحصيلة الطاقوية بين الوضع A ووضع كيفي M ، حيث تستقبل الجملة أو تفقد طاقة بتحويل ميكانيكي W_T (إن وجد) ناتج عن تأثير قوة شد الخيط T على هذه الجملة.

نكتب معادلة انحفاظ الطاقة كالتالي:

$$E_{pp}(A) + E_c(A) + W_T = E_{PP}(M) + E_c(M)$$

– تبيان أن عمل القوة T معدوم ($W_T = 0$)

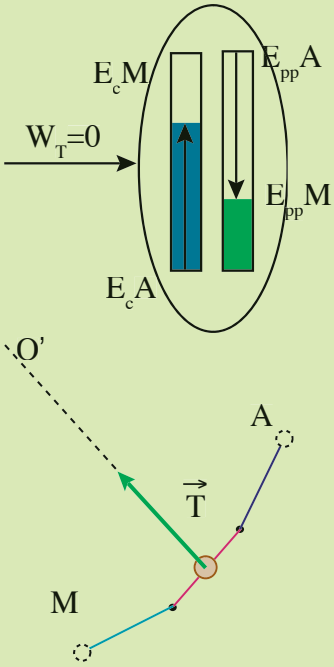
لحساب عمل القوة $\vec{T}$ من النقطة A الى النقطة M يمكن تقسيم القوس الدائري AM الى قطع مستقيمة صغيرة جدا فيكون عمل القوة T من A الى M يساوي مجموع الأعمال وفق القطع المستقيمة.

بما أن القوة T محمولة على الخيط الذي يمثل نصف قطر المسار الدائري فيمكن اعتبار حامل القوة عموديا على هذه القطع المستقيمة في كل لحظة إذن عمل هذه القوة معدوم على كل قطعة ومنه العمل الإجمالي معدوم أي:

$W_T = 0$. تصبح معادلة انحفاظ الطاقة كالتالي:

$$E_{pp}(A) + E_c(A) = E_{PP}(M) + E_c(M)$$

في الوضع A سرعة الكرية معدومة إذن $E_c(A) = 0$ والجملة تخزن طاقة كامنة



ثقالية فقط وهي قيمة ثابتة ومنه : ثابت = $E_{PP}(M) + E_c(M) = E_{pp}(A)$ أي أن مجموع الطاقتين الحركية والكامنة هي قيمة ثابتة خلال الحركة. يدعى مجموع الطاقتين الحركية والكامنة : الطاقة الميكانيكية للجملة و نرمز له E_m حيث : $E_m = E_c + E_{pp}$

ملاحظة في حالة الجملة التي لا تفقد ولا تستقبل طاقة (الجملة العزولة) تكون الطاقة الميكانيكية ثابتة أي : $E_m = cte$.

3 – سرعة الكرية لحظة مرورها من وضع التوازن

معادلة انحفاظ الطاقة بين الوضعين A و O تكتب : $E_{pp}(A) + E_c(A) = E_{PP}(O) + E_c(O)$

علما أن $E_{PP}(O) = 0$ و $E_c(A) = 0$ لأن سرعة الكرية معدومة في النقطة A نحصل على $E_{pp}(A) = E_c(O)$

أي : $mgh = 1/2\ mv_o^2$ حيث $h = OA'$ ومنه $v_o = \sqrt{2\ gL\ (1-\cos 30°)}$

ت ع : $v_o = \sqrt{2\ 9.80\ 0.6\ (1-\cos 30°)} = 1.57\ m/s$

4 – حساب الزاوية α عندما تبلغ سرعة الكرية نصف قيمتها الأعظمية؟

نكتب معادلة الانحفاظ بين الوضع A والوضع M الذي تكون فيه للكرية سرعة تساوي نصف قيمتها الأعظمية

$E_{pp}(A) = E_{pp}(M) + E_c(M)$ بالتعويض نحصل على : $mgL(1-\cos\alpha_0) = mgL(1-\cos\alpha) + 1/2mv^2$

حيث : $v = 1/2\ v_o$ ⟵ $v^2 = 1/4\ v_0^2$

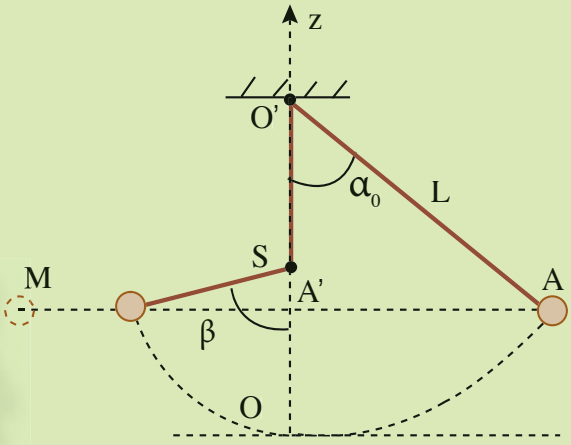
بالتعويض في معادلة الانحفاظ نجد : $mgL(1-\cos\alpha_0) = mgL(1-\cos\alpha) + 1/8\ mv_0^2$

بتعويض v_0^2 في المعادلة حسب السؤال 3 :

$mgL(1-\cos\alpha_0) = mgL(1-\cos\alpha) + 1/8\ m\ 2gL(1-\cos\alpha_0)$

$\cos\alpha = 1/4 + 3/4\ \cos\alpha_0$

ت ع : $\cos\alpha = 0.90$ ⟵ $\alpha = 26°$



5 – حساب الزاوية β

بلاعتماد على مبدأ انحفاظ الطاقة معادلة الانحفاظ بين الموضع A والموضع B تكتب :

$E_{pp}A = E_{pp}M$ أي أن الكرية تصعد الى نفس الارتفاع،

ومنه نحسب A'S ثم β

$A'S = A'O' - SO'$

$A'S = L\cos\alpha_0 - L/2$

$\cos\beta = (L\cos\alpha_0 - L/2) / L/2$

ت ع : $\beta = 43°$

(نأخذ، في كل التمارين، قيمة الجاذبية الأرضية في الجزائر : g = 9.80 N/kg)

الطاقة الكامنة الثقالية

1 اختر الجواب الصحيح

- عبارة الطاقة الكامنة الثقالية تكتب على الشكل :

أ) $E_{pp} = Mgz$ ب) $E_{pp} = -Mgz$ ج) $E_{pp} = 1/2Mgz^2$

ما هو شرط كتابة هذه العبارة؟

- الطاقة الكامنة الثقالية : أ) تتعلق بمرجع الدراسة ب) لا تتعلق بمرجع الدراسة
- التغير في الطاقة الكامنة الثقالية : أ) يتعلق بمرجع الدراسة ب) لا يتعلق بمرجع الدراسة
- عبارة التغير في الطاقة الكامنة الثقالية لجسم ينتقل من A إلى B هي :

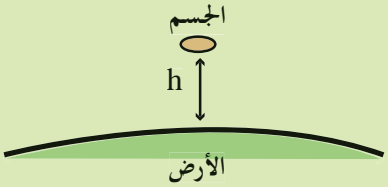
أ) $\Delta E_{pp} = +W_{AB}(\vec{P})$ ب) $\Delta E_{pp} = -W_{AB}(\vec{P})$

عندما نقذف جسما نحو الأعلى طاقته الكامنة الثقالية : أ) تتناقص ب) تزداد ج) تبقى ثابتة

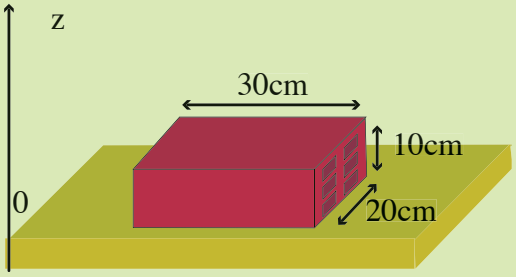
عندما ينتقل جسم على مستوي أفقي فإن طاقته الكامنة : أ) تتناقص ب) تزداد ج) تبقى ثابتة

2 ماذا نعني بعبارة « الطاقة الكامنة الثقالية معرّفة بتقريب ثابت »

3 إذا كان جسم موجودا على ارتفاع h من سطح الأرض واخترنا الجملة المدروسة هي « الجسم ». هل لهذا الجسم طاقة كامنة ثقالية؟ علل.



4 أجورة متجانسة كتلتها M = 2.4 kg شكلها متوازي مستطيلات قائمة موضوعة على سطحها الكبير (أنظر الشكل).

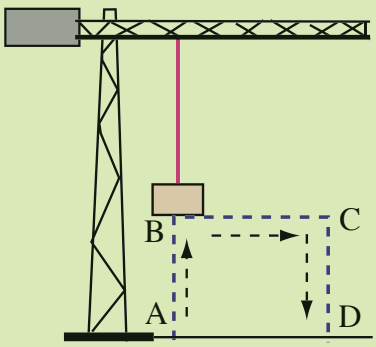


1 – أحسب طاقتها الكامنة الثقالية في هذا الوضع.

2 – نوقفها على سطحها الصغير ما هي طاقتها الكامنة الثقالية في هذا الوضع؟

3 – استنتج التغير في طاقتها الكامنة الثقالية خلال هذه العملية.

5 تنقل رافعة شاقوليا صندوقا كتلته 500kg مسافـــة AB = 6m.



1 – مثل الحصيلة الطاقوية للجملة (الصندوق + الأرض) بين الموضعين A و B.

2 – أكتب معادلة انحفاظ الطاقة.

3 – أحسب عمل القوة F المطبقة على الصندوق من طرف الكابل بين الموضعين A و B.

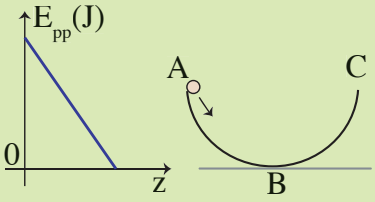
4 – عند وصول الصندوق إلى النقطة B تنقله الرافعة أفقيا حتى النقطة C ما هو عمل القوة $\vec{F}$ في هذه الحالة؟

5 – تنزل الرافعة الصندوق من الموضع C إلى D، أحسب عمل القوة $\vec{F}$ في هذه الحالة.

6 – استنتج عمل هذه القوة من A إلى D.

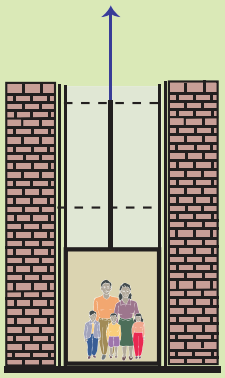
تمارين... تمارين..

6 نترك بدون سرعة ابتدائية كرية تتدحرج داخل إناء نصف كروي.
يمثل الشكل الموالي منحنى الطاقة الكامنة الثقالية للكرية بدلالة الارتفاع z.



1 – ما هو شكل طاقة الجملة في الوضع A ؟
2 – ما هو شكل طاقة الجملة في الوضع B ؟
3 – إذا وصلت الكرية إلى النقطة C، ماذا يمكنك أن تقوله عن الجملة (الكرية + الأرض) في هذه الحالة؟ مثل عندئذ منحنيي الطاقة الحركية والطاقة الكلية.

7 تصعد مجموعة من الأشخاص في مصعد عمارة من الطابق الأرضي إلى الطابق التاسع بسرعة ثابتة. إذا كانت كتلة المصعد والأشخاص تساوي 1025kg، باختيار الجملة (المصعد والأشخاص والأرض).

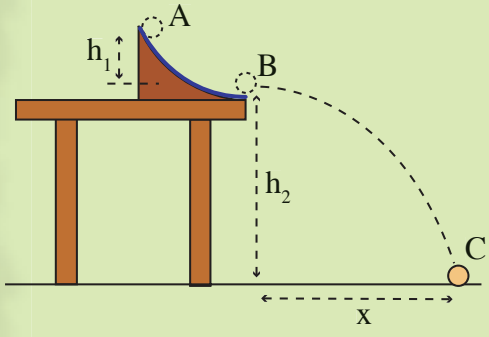


1 – أحسب الطاقة الكامنة الثقالية للجملة عندما تكون في الطابق التاسع في حالة اختيار المراجع التالية :
أ) سطح الأرض ب) الطابق التاسع ج) الطابق العاشر
2 – أحسب عمل القوة المطبقة من طرف الكابل على المصعد عند اتقاله من الطابق الأرضي إلى الطابق التاسع، علما أن علو كل طابق يساوي 3m.
3 – أحسب استطاعة هذه القوة إذا كانت سرعة المصعد خلال الحركة تساوي 1.2m/s

8 يقذف طفل كرة كتلتها m = 400g شاقوليا نحو الأعلى بسرعة v = 4m/s . كانت الكرة على ارتفاع z =1.2 m عن سطح الأرض لمّا غادرت يد الطفل.

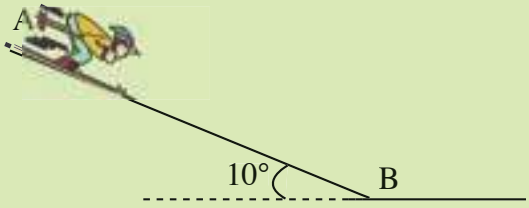
1 – باختيار سطح الأرض مرجعا لحساب الطاقة الكامنة الثقالية، أحسب الطاقة الكامنة الثقالية للكرة عند مغادرتها يد الطفل.
2 – ما هو أقصى ارتفاع تبلغه الكرة.
3 – ما هي قيمة سرعة الكرة لحظة رجوعها ومرورها من موضع انطلاقها؟ عيّن خصائص شعاع السرعة في هذا الموضع.
4 – أحسب بطريقتين سرعة الكرة لحظة ملامستها سطح الأرض وذلك باختيار الجمل التالية :
أ) الأرض+ الكرة ب) الكرة.

9 نترك كرية صغيرة كتلتها m =10g تتدحرج بدون سرعة ابتدائية من أعلى زالقة (الوضع A) مثبتة على طاولة. ارتفاع الزالقة والطاولة هما على التوالي :



h_1= 20 cm h_2= 90 cm . بإهمال قوى الاحتكاك :
1 – أحسب سرعة الكرية لحظة خروجها من الزالقة (الوضع B) نعتبر شعاع السرعة أفقي في هذا الوضع.
2 – أحسب سرعة الكرية لحظة لمسها سطح الأرض (الوضع C)
3 – أحسب المدى x إذا كانت المدّة الزمنية بين الخروج من الزالقة ولمس الأرض هي 0.5s

تمارين... تمارين...



10 ينطلق متزحلق كتلته هو وجهازه M=85kg من النقطة A بدون سرعة ابتدائية وبدون استعمال ركائزه فينحدر على مستوي مائل أملس يصنع زاوية $\alpha = 10°$ مع المستوي الأفقي.

1 – أحسب سرعة المتزحلق في النقطة B حيث AB =100m

2 – في الحقيقة كانت سرعة المتزحلق في النقطة B تساوي ثلثي القيمة السابقة بسبب الاحتكاكات، أحسب شدّة قوة الاحتكاك التي نعتبرها ثابتة خلال الحركة.

3 – يواصل المتزحلق الحركة على مستوي أفقي تحت تأثير نفس قوة الاحتكاك وبدون استعمال الركائز. أوجد موضع النقطة C التي تنعدم فيها سرعته؟

الطاقة الكامنة المرونية

11 **اختر الجواب الصحيح**

عبارة الطاقة الكامنة المرونية تكتب على الشكل:

أ) $E_{pe} = 1/2\ kx$ ب) $E_{pe} = -\ kx$ ج) $E_{pe} = 1/2kx^2$

تتعلق الطاقة الكامنة المرونية لنابض بمقدار استطالته أو انضغاطه: أ) نعم ب) لا

يحسب مقدار الاستطالة: أ) بالنسبة لوضع التوازن ب) بالنسبة لوضع النابض في حالته الطبيعية.

التغير في الطاقة الكامنة المرونية: أ) يتعلق بمرجع الدراسة ب) لا يتعلق بمرجع الدراسة

عندما ينضغط نابض فإن طاقته الكامنة المرونية: أ) تتناقص ب) تزداد ج) تبقى ثابتة

عندما يستطيل نابض فإن طاقته الكامنة المرونية: أ) تتناقص ب) تزداد ج) تبقى ثابتة

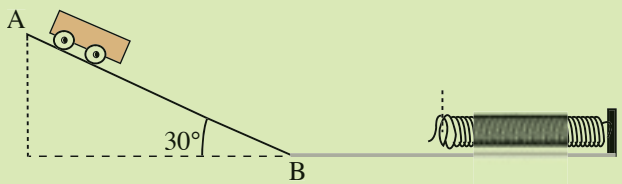
عبارة الطاقة الكامنة المرونية لنابض الفتل تكتب على الشكل:

أ) $E_{pe} = 1/2\ C\theta$ ب) $E_{pe} = -\ C\theta$ ج) $E_{pe} = 1/2\ C\theta^2$

عندما نفتل بزاوية θ سلك فتل فإن طاقته الكامنة المرونية: أ) تتناقص ب) تزداد ج) تبقى ثابتة

عندما نضغط على نابض أو نفتل سلكا فإنه: أ) يفقد طاقة ب) يكسب طاقة ج) لاتتغير طاقته

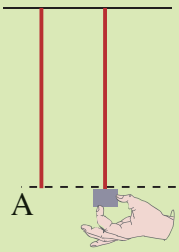
12 نترك عربة صغيرة كتلتها M = 800g تنحدر بدون سرعة ابتدائية من أعلى مستوي مائل أملس يصنع زاوية $\beta = 30°$ مع المستوي الأفقي. بعد قطعها المسافة AB = 80cm على هذا المستوي تواصل حركتها على مستوي أفقي أملس ثم تلتحم بنابض ثابت مرونته K = 4 N/cm فتضغطه (أنظر الشكل).



تمارين... تمارين...

تمارين... تمارين..

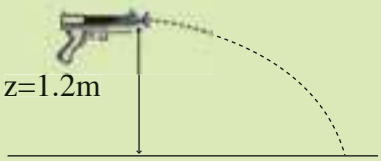
1 – حدّد الجملة التي تدرسها واذكر التحولات الطاقوية التي تحدث .
2 – مثل حصيلتها الطاقوية بين الوضع A والوضع الذي يوافق أقصى انضغاط النابض.
3 – أكتب معادلة انحفاظ الطاقة.
4 – ماهي أقصى مسافة ينضغط بها النابض؟
5 – استنتج شدّة القوة التي يطبقها النابض على العربة في هذا الوضع؟
6 – إلى أي ارتفاع تصعد العربة على المستوي المائل بعد استطالة النابض واسترجاعه حالته الأصلية؟ علل إجابتك.
7 – مثل هذه المرّة الحصيلة الطاقوية بين الوضع A والوضع الذي تلمس فيه العربة النابض وأجب على نفس الأسئلة.



13 نعلق جسما كتلته 200g في طرف نابض ثابت مرونته K=10N/m ثم نتركه يسقط بدون سرعة ابتدائية انطلاقا من الموضع A حيث يكون النابض في حالته الأصلية.

1 – مثل الحصيلة الطاقوية للجمل التالية (الجسم + النابض + الأرض) ثم (الجسم + النابض) بين لحظة الانطلاق ولحظة بلوغ النابض أقصى استطالة.
2 – أكتب معادلة انحفاظ الطاقة في كل حالة.
3 – أحسب أقصى استطالة يأخذها النابض؟
4 – استنتج الطاقة الكامنة المرونية للنابض في هذه الحالة.

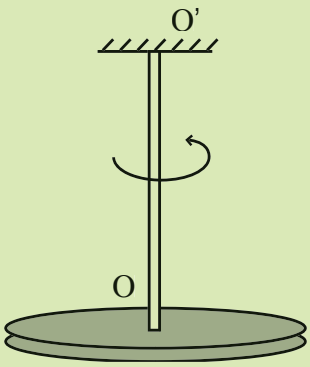
14 يقذف طفل سهما صغيرا كتلته m=4g بواسطة مسدس صغير (لعبة أطفال) وذلك بضغط نابض بمقدار x= 3cm إذا كان ثابت مرونة النابض k=200 N/m .



1 – صف التحولات الطاقوية التي تحدث.
2 – إلى أي ارتفاع يصعد السهم إذا قذف شاقوليا وإذا أهملت مقاومة الهواء.
3 – ما هي سرعة السهم لحظة خروجه من المسدس؟
4 – في الحقيقة قطع السهم نصف المسافة الموجودة في السؤال1؟ في رأيك ما سبب ذلك؟
5 – أحسب شدّة القوة المعيقة لحركته .
6 – ما هي سرعة السهم لحظة خروجه من المسدس لو قذف هذا الأخير في وضع أفقي ؟
7 – أحسب سرعة السهم لحظة لمسه سطح الأرض.

تمارين... تمارين...

15 نثبت طرف خيط فتل في مركز أسطوانة متجانسة ونعلق الطرف الثاني في حامل. نترك الأسطوانة تستقر في وضع أفقي نسمّيه وضع التوازن ، ثم نديرها ببطء بزاوية $\alpha = \pi/4$ حول المحور OO'. للقرص كتلة $M = 1.8\ kg$ ونصف قطر $R = 10cm$



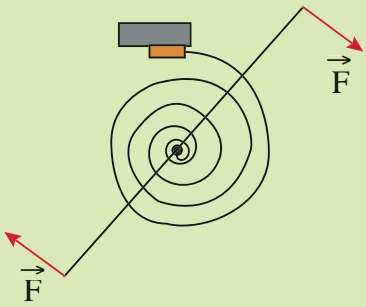
1 – أحسب الطاقة الكامنة المرونية التي يخزنها السلك في هذا الوضع،علما أن ثابت الفتل هو : $C = 0.5\ Nm / rd$

2 – استنتج قيمة العمل المنجز من طرف المزدوجة المطبقة على السلك خلال عملية التدوير.

3 – نترك الجملة بدون سرعة ابتدائية ما هي الطاقة الكامنة المرونية للسلك لحظة مروره من وضع التوازن ؟ علل.

4 – أحسب سرعة القرص لحظة مروره من وضع التوازن.

16 نلف حول محور Δ نابضا حلزونيا. فنقدم عملا قدره 10J عندما ندوّره 10 دورات



1 – ماهي الطاقة الكامنة المرونية التي يخزنها النابض في هذه الحالة.

2 – استنتج ثابت الفتل.

3 – يشغل هذا النابض لعبة أطفال حيث أنه مرتبط بجذع عجلات سيارة صغيرة. صف تحولات الطاقة مع تحديد الجملة.

4 – مثل الحصيلة الطاقوية واكتب معادلة انحفاظ الطاقة.

5 – اذا كانت العجلات والجذع مهملة الكتلة، ما هي الطاقة الحركية التي تكتسبها السيارة عندما يرجع النابض إلى حالته الطبيعية، وما هي سرعتها حينئذ اذا كانت كتلة السيارة 100g .