

الاسم :
الرقم :مسابقة في الفيزياء
المدة : ساعتان

Cette épreuve, formée de trois exercices obligatoires, est constituée de quatre pages numérotées de 1 à 4.

Les calculatrices non programmables sont autorisées.

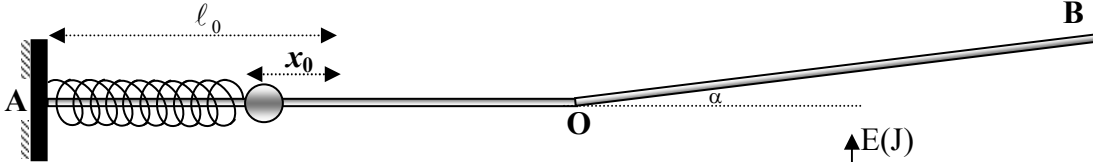
Premier exercice : (6 ½ pts) Détermination de la valeur d'une force de frottement

Un solide (S) de masse $m = 200 \text{ g}$ peut se déplacer sur un rail AOB situé dans un plan vertical. Ce rail est constitué de deux parties : l'une AO rectiligne horizontale et l'autre OB rectiligne et inclinée d'un angle α sur l'horizontale ($\sin \alpha = 0,1$). Sur la partie AO, le mouvement de (S) se fait sans frottement et, sur la partie OB, (S) subit l'action d'une force de frottement \vec{f} supposée constante et parallèle au déplacement.

Le but de l'exercice est de déterminer la valeur f de la force de frottement \vec{f} .

A- Lancement du solide

Pour lancer ce solide sur la partie AO, on utilise un ressort de raideur $k = 320 \text{ N/m}$ et de longueur à vide ℓ_0 ; une des extrémités du ressort est fixée en A à un support. On comprime le ressort de x_0 ; on pose le solide contre l'extrémité libre du ressort et on libère l'ensemble. Quand le ressort reprend sa longueur à vide ℓ_0 , le solide quitte le ressort à la vitesse \vec{V}_0 de valeur $V_0 = 8 \text{ m/s}$, poursuit son mouvement en glissant sur le rail horizontal et aborde au point O la partie inclinée OB.



- 1) Déterminer la valeur de x_0 .
- 2) Le solide arrive au point O avec la vitesse de valeur $V_0 = 8 \text{ m/s}$. Justifier.

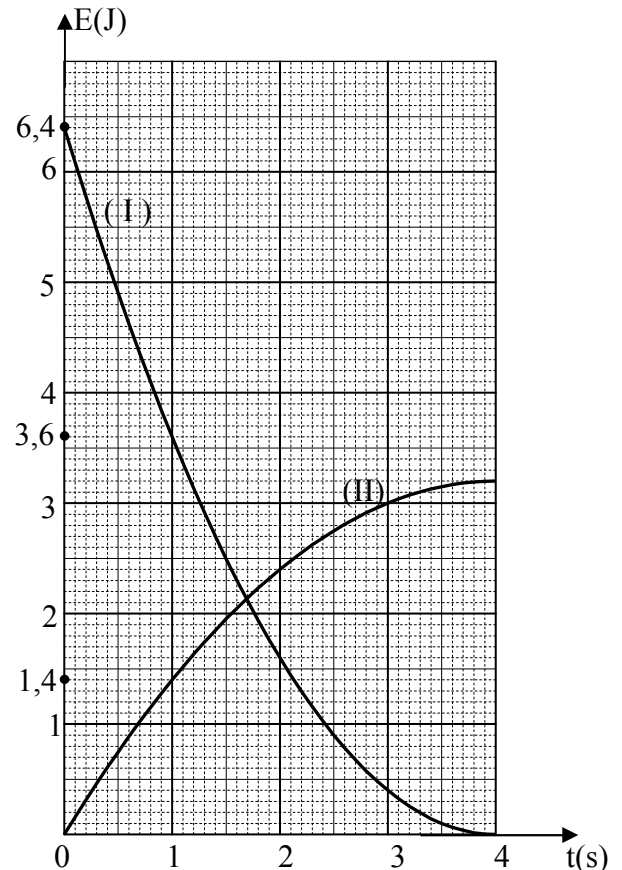
B- Mouvement du solide sur la partie inclinée OB

(S) aborde en O la partie inclinée OB avec la vitesse de valeur V_0 à la date $t_0 = 0$. Un système approprié permet de tracer, en fonction du temps, les courbes donnant les variations de l'énergie cinétique E_C du solide et de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} du système (solide - Terre).

Ces courbes sont représentées sur la figure ci-contre entre les dates $t_0 = 0$ et $t_4 = 4 \text{ s}$, à l'échelle :

- 1 division sur l'axe des temps correspond à 1 s
 - 1 division sur l'axe des énergies correspond à 1 J.
- Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par le point O.

Prendre $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- 1) La courbe I représente la variation, en fonction du temps, de l'énergie cinétique E_C . Pourquoi ?
 2) En utilisant les courbes,
 a- préciser, en le justifiant, la forme de l'énergie du système à la date $t_4 = 4$ s ;
 b- déterminer la distance maximale parcourue par le solide sur la partie OB ;
 c- i. compléter le tableau avec les valeurs de l'énergie mécanique E_m pour chaque date t ;

t (s)	0	1	2	3	4
E_m (J)		5			

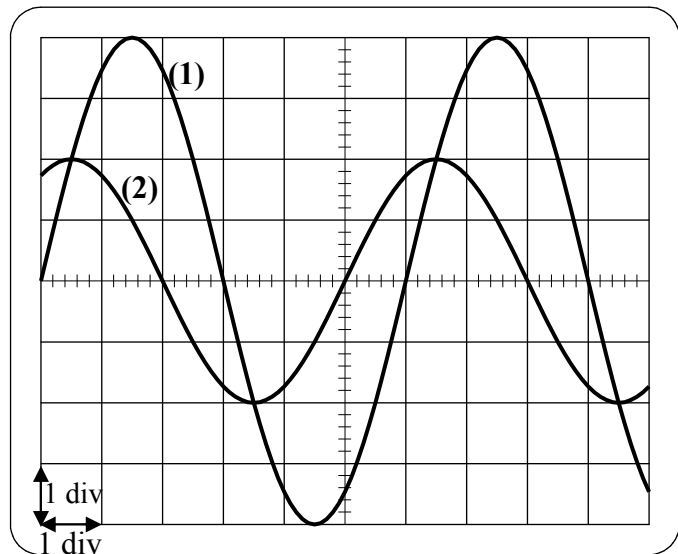
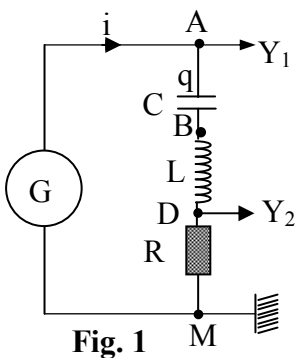
- ii. justifier l'existence de la force de frottement \vec{f} ;
 iii. calculer la variation de l'énergie mécanique du système entre les dates $t_0 = 0$ et $t_4 = 4$ s ;
 iv. déterminer f .

Deuxième exercice : (7 pts) Détermination de l'inductance d'une bobine

Dans le but de déterminer l'inductance L d'une bobine de résistance négligeable, on place cette bobine dans un circuit comportant en série, un conducteur ohmique de résistance $R = 10 \Omega$, un condensateur de capacité $C = \frac{160}{\sqrt{3}} \mu\text{F}$ et un générateur délivrant, entre ses bornes, une tension alternative sinusoïdale

$u_{AM} = U_m \sin(2\pi f t)$, de fréquence réglable (figure 1). Le circuit est alors parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité i .

Un oscilloscope branché dans le circuit permet de visualiser, sur la voie Y_1 , la tension u_{AM} et, sur la voie Y_2 , la tension u_{DM} .



A) Le générateur est réglé à la fréquence $f = 50$ Hz.

L'oscillogramme de la figure 2 montre la courbe (1) qui correspond à la tension u_{AM} et la courbe (2) qui correspond à la tension u_{DM} . La sensibilité verticale pour les deux voies est 5 V / division .

Prendre : $\sqrt{3} = 1,73$; $0,32\pi = 1$

1) En se référant à l'oscillogramme,

- a- calculer la tension maximale U_m aux bornes du générateur,
 b- montrer que l'expression de la tension u_{DM} s'écrit sous la forme :

$$u_{DM} = 10 \sin(100\pi t + \frac{\pi}{3}) \quad (u_{DM} \text{ en V, } t \text{ en s}).$$

2) a- Déterminer l'expression de i .

b- Montrer que l'expression de la tension aux bornes du condensateur peut s'écrire :

$$u_C = u_{AB} = -20\sqrt{3} \cos(100\pi t + \frac{\pi}{3}) \quad (u_{AB} \text{ en V})$$

c- Déterminer l'expression de la tension u_{BD} aux bornes de la bobine en fonction de l'inductance L et du temps t .

3) La relation $u_{AM} = u_{AB} + u_{BD} + u_{DM}$ est vérifiée quel que soit le temps t . Déduire la valeur de L .

B - Pour s'assurer de la valeur de L obtenue dans la question **A-3**, on fait varier la fréquence f de la tension délivrée par le générateur, tout en maintenant constante la tension maximale U_m . On remarque que les deux tensions u_{AM} et u_{DM} deviennent en phase lorsque la fréquence est égale à $f_0 = 70,7$ Hz.

1) Nommer le phénomène électrique mis ainsi en évidence.

2) Retrouver la valeur de L .

Troisième exercice : (6 ½ pts) **Radioactivité**

Un laboratoire de physique est équipé d'un compteur de radioactivité associé à une source radioactive au césium $^{137}_{55}\text{Cs}$ émetteur β^- .

La fiche technique du compteur porte les indications suivantes:

- *nucléide* : $^{137}_{55}\text{Cs}$
- *demi-vie* : $T = 30$ ans
- *activité de la source à la date de fabrication du compteur* : $A_0 = 4,40 \times 10^5$ Bq
- *énergie du rayonnement bêta* : $0,514$ MeV
- *énergie du rayonnement gamma* : $0,557$ MeV

Prendre : $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J.

$$1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} / c^2$$

Masses des noyaux et particule : $m(\text{Cs}) = 136,8773$ u ;

$$m(\text{Ba}) = 136,8756 \text{ u} ;$$

$$m(\text{électron}) = 5,5 \times 10^{-4} \text{ u}.$$

A- Énergie libérée par un noyau de césium

1) a- Écrire l'équation de désintégration du césium 137, sachant que le noyau fils est le baryum ^y_xBa .

Déterminer x et y .

b- Le baryum ^y_xBa est obtenu à l'état excité. Écrire l'équation de désexcitation du noyau de baryum.

2) a- Calculer, en MeV, l'énergie E libérée au cours de la désintégration d'un noyau de césium.

b- Déduire, en se référant à la fiche technique l'énergie emportée par l'antineutrino sachant que l'énergie cinétique du noyau de baryum est négligeable.

B- Activité du césium

- 1) À la rentrée scolaire 2004, on mesure, à l'aide du compteur, l'activité A de la source. On obtient la valeur $3,33 \times 10^5$ Bq. Déterminer l'année de fabrication du compteur équipé de sa source sachant que $A = A_0 e^{-\lambda t}$, λ étant la constante radioactive du césium.
- 2) L'activité de la source ne varie pratiquement pas au cours d'une séance d'une heure. En se basant sur la définition de l'activité d'une source radioactive, calculer le nombre n de désintégrations pendant 1 heure.

C- Conséquence de l'utilisation de la source au césium

- 1) En tenant compte des valeurs de E et de n , calculer, en J, l'énergie reçue par un élève, durant une séance d'une heure au laboratoire, sachant que cet élève absorbe 1 % de l'énergie nucléaire libérée.
- 2) Sachant que l'énergie nucléaire maximale que peut supporter l'élève, pendant une heure, est de $1,2 \times 10^{-4}$ J, vérifier que l'élève ne court aucun risque.