

مسابقة في مادة الفيزياء

المدة: ساعتان

(اللغة الفرنسية)

الاسم:

الرقم:

Exercice 1 : (7 points)

Détermination de la constante de raideur d'un ressort

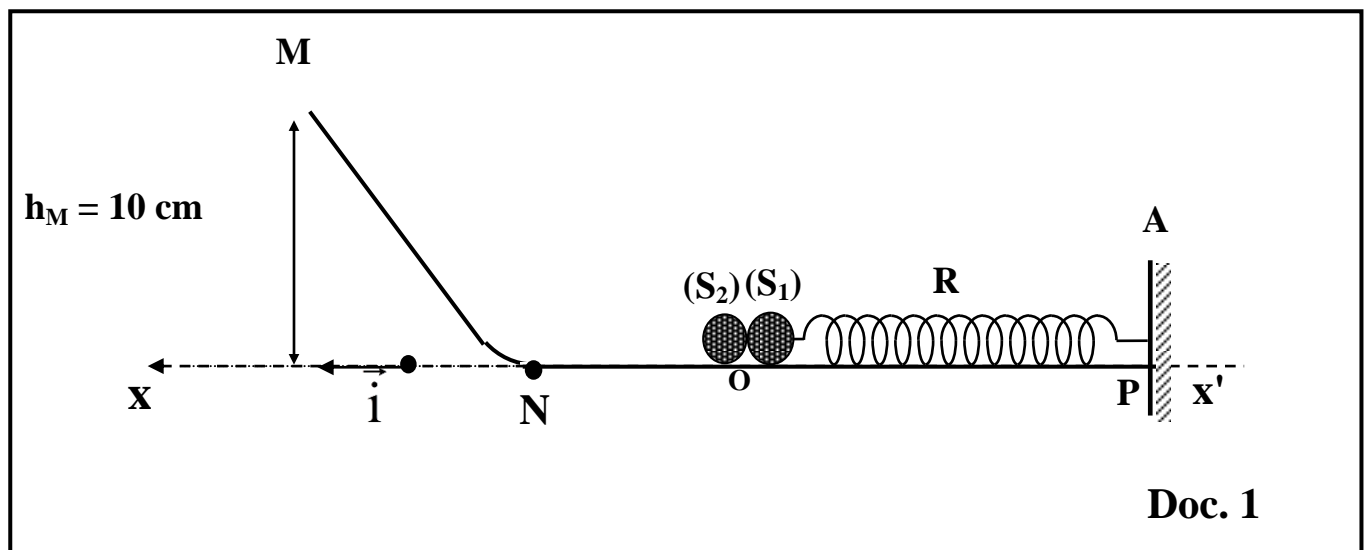
Dans le but de déterminer la constante de raideur k d'un ressort (R) à spires non jointives, on dispose :

- d'une glissière MNP située dans un plan vertical ;
- d'un ressort (R) d'axe horizontal, de masse négligeable et de constante de raideur k ;
 - ce ressort est fixé par l'une de ses extrémités en A ;
 - l'autre extrémité est reliée à un solide (S_1) supposé ponctuel et de masse $m_1 = 0,2 \text{ kg}$;
- d'un solide (S_2), supposé ponctuel, de masse $m_2 = 0,3 \text{ kg}$.
 - (S_2) est placé en O origine d'un axe horizontal $x'x$ de vecteur unitaire \vec{i} (Doc. 1).

On néglige toutes les forces de frottement.

Prendre :

- le plan horizontal passant par NP comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10 \text{ m/s}^2$.



1- Collision entre (S₁) et (S₂)

À l'équilibre, (S₁) coïncide avec O.

On déplace (S₁) vers la droite d'une certaine distance et on le lâche sans vitesse initiale.

(S₁) atteint O avec une vitesse $\vec{V}_1 = 2 \vec{i}$ (m/s) et il entre en collision frontale avec (S₂) qui est initialement au repos.

Juste après la collision, (S₁) rebondit sur (S₂) avec une vitesse $\vec{V}'_1 = -0,4 \vec{i}$ (m/s).

(S₂) se déplace vers la gauche avec une vitesse $\vec{V}'_2 = V'_2 \vec{i}$.

1-1) En appliquant le principe de conservation de la quantité de mouvement au système [(S₁), (S₂)], **montrer** que $v_2 = 1,6$ m/s.

1-2) **Calculer** l'énergie cinétique du système juste avant la collision.

Calculer l'énergie cinétique du système juste après la collision.

Déduire que la collision est élastique.

2- Mouvement de (S₂) après la collision

Juste après la collision, (S₂) se déplace le long du rail horizontal PN avec la vitesse V'_2 et continue son mouvement sur la partie inclinée MN.

(S₂) quitte le plan incliné en M avec une vitesse V_M .

L'altitude de M au-dessus du niveau de référence est $h_M = 10$ cm.

En appliquant la loi de conservation de l'énergie mécanique du système [(S₂), terre], **montrer** que la valeur de la vitesse $V_M = 0,748$ m/s.

3- Oscillations de (S₁)

Après la collision, (S₁) oscille le long de l'axe $\vec{X}'\vec{X}$.

À un instant t, (S₁) a pour abscisse x et pour vitesse de valeur algébrique $v = \frac{dx}{dt}$.

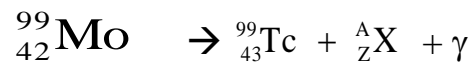
- 3-1) Écrire l'expression de l'énergie mécanique du système [(S₁), ressort, Terre] à un instant t en fonction de k, m₁, x et v.**
- 3-2) Montrer que l'équation différentielle qui régit le mouvement de (S₁) est donnée par $x'' + \frac{k}{m}x = 0$**
- 3-3) Dédire l'expression de sa période propre T₀.**
- 3-4) Calculer k sachant que T₀ = 0,314 s.**

Exercice 2 : (6 ½ points)

Scintigraphie en médecine

La scintigraphie osseuse est un examen médical qui permet de visualiser les os et les articulations. Le but de cet exercice est d'étudier un échantillon radioactif utilisé dans cette scintigraphie.

Cette technique utilise le technétium 99 qui provient de la désintégration du molybdène 99 selon la réaction :



L'énergie du photon γ émis est 140 keV.

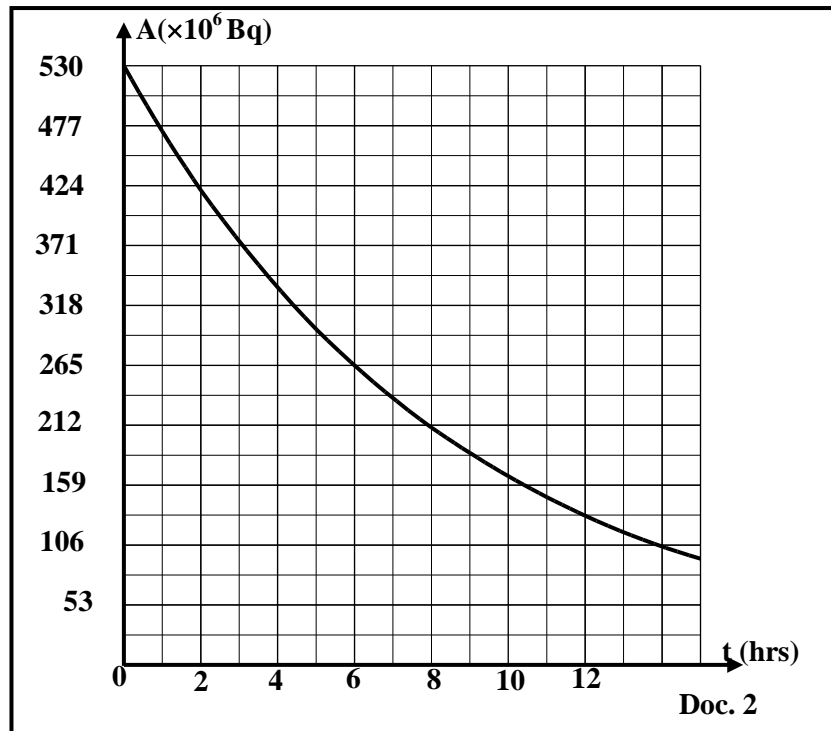
On donne : $c = 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$;

constante de planck $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s}$

- 1) **Identifier** la particule émise ${}_Z^AX$ en **indiquant** les lois utilisées.
- 2) La particule ${}_Z^AX$ est toujours accompagnée par l'émission d'une autre particule.
Nommer cette particule.
- 3) **Indiquer** la cause de l'émission du photon gamma.
- 4) **Calculer** la longueur d'onde du photon gamma γ émis.

5) Le technétium 99 est une substance radioactive.

Le graphe du document 2, représente l'activité du technétium 99 en fonction du temps.



En utilisant le document 2, **montrer** que la période radioactive du technétium 99 est $T = 6$ h.

6) Un patient subit un examen de scintigraphie osseuse. Au début de l'examen et à la date $t_0 = 0$, l'activité du technétium 99 injecté dans le corps du patient est $A_0 = 530 \times 10^6$ Bq.

À la fin de l'examen, l'activité du technétium dans le corps du patient vaut 63% de sa valeur initiale.

6-1) **Écrire**, à un instant t , l'expression de l'activité A en fonction de A_0 , t et la constante radioactive λ .

6-2) En utilisant l'expression précédente,

6-2-1) **Montrer** que la durée de l'examen de la scintigraphie osseuse est 4 h ;

6-2-2) **Déterminer** le rapport $\frac{A}{A_0}$ du technétium après une durée de 40h.

Exercice 3 : (7 points)

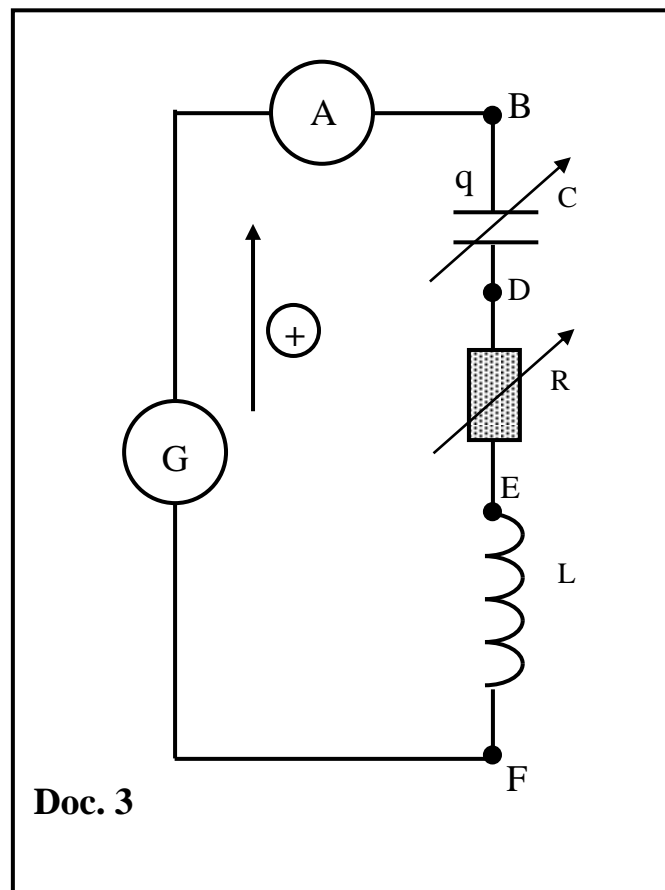
Circuit RLC série dans la radio

L'une des applications utiles d'un circuit RLC série est utilisée dans les radios. Cet exercice étudie l'effet de la capacité C sur la détection des ondes radios et l'effet de la résistance R sur l'intensité du son émis par la radio.

1- Étude d'un circuit RLC série

Le document (3) représente un circuit RLC série formé :

- d'un condensateur de capacité C réglable ;
- d'un conducteur ohmique de résistance R réglable ;
- d'une bobine d'inductance $L = 0,317$ H et de résistance négligeable ;
- d'un ampèremètre (A) de résistance négligeable.

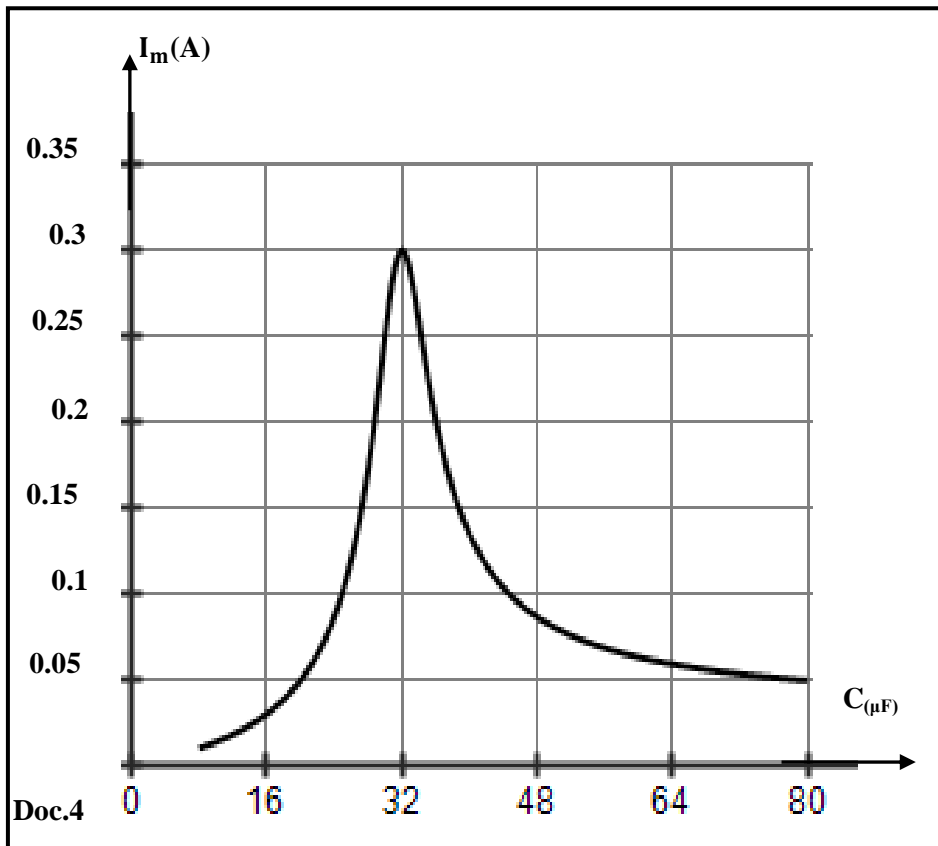


Le circuit est branché aux bornes d'un générateur (G) qui délivre une tension alternative sinusoïdale : $u_G = u_{BF} = 3 \sin(\omega t)$, (u_G en V, t en s) et $\omega = 314$ rd/s.

L'expression de l'intensité du courant dans le circuit est : $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$.

L'ampèremètre nous permet d'obtenir, pour chaque valeur de C, l'amplitude I_m du courant i .

Le graphe du document 4 représente la variation de I_m en fonction de C.



1-1) **Indiquer** la valeur C_0 de C pour laquelle I_m atteint sa plus grande valeur.

1-2) **Calculer** la valeur $LC_0\omega^2$.

1-3) **Nommer** alors le phénomène électrique observé dans le document 4.

1-4) La capacité du condensateur est $C = 32 \mu\text{F}$

1-4-1) Tirer du graphe la valeur de I_m .

1-4-2) Montrer que l'expression de l'intensité du courant est donnée par :

$$i = 0,3 \sin(314t).$$

1-4-3) Déterminer l'expression de la tension $u_L = u_{EF}$ aux bornes de la bobine en fonction du temps t .

1-4-4) Déterminer l'expression de la tension $u_C = u_{BD}$ aux bornes du condensateur en fonction du temps t , sachant que $i = C \frac{du_C}{dt}$

1-4-5) Montrer que $u_R \sqcup u_G = 3 \sin(\omega t)$ en **utilisant** la loi d'additivité des tensions $u_G = u_C + u_L + u_R$ (sachant que $u_R = u_{DE}$ est la tension aux bornes du conducteur homique).

1-4-6) Déduire la valeur de R sachant que $U_m = RI_m$.

1-4-7) On diminue la valeur de R jusqu'à 2Ω .

Calculer la nouvelle valeur de l'intensité maximale dans le circuit en utilisant la relation $u_R = u_G$.

2- RLC série dans la radio

Chaque station radio diffuse une onde électromagnétique (onde radio) de fréquence f précise. Lorsque cette onde radio de fréquence f est reçue par l'antenne d'une radio, elle est convertie en un signal électrique sinusoïdal de même fréquence f ; l'antenne joue alors le rôle d'un générateur qui alimente le circuit RLC série dans la radio.

Donnée :

- l'inductance d'un circuit RLC série dans une radio est $L = 0,2 \text{ mH}$;
- les valeurs de R et de C sont réglables;
- lorsque le circuit entre dans le phénomène électrique similaire à la partie (1-3), l'antenne détecte l'onde diffusée ($LC_0\omega^2=1$)

2-1) Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur pour que l'antenne détecte une onde radio dont la fréquence est 1000 kHz .

2-2) Pour augmenter l'intensité du son émis par la radio, on doit augmenter l'intensité du courant dans le circuit.

Indiquer si on doit augmenter ou diminuer la résistance R pour augmenter l'intensité du son émis par la radio.