UNIVERSITE LIBANAISE
Institut Universitaire de Technologie

الجامعة اللبنانية
المعهد الجامعي للتكنولوجيا

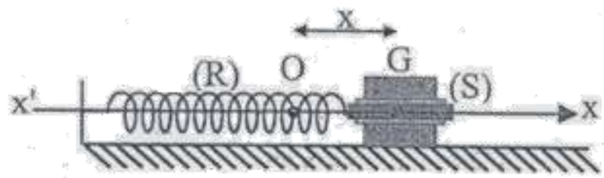
Concours d'entrée : 10 Septembre 2014

Physique : GC - GIM - GRIT **Durée : 2 heures**

N.B. : Toutes les questions sont obligatoires

Exercice I (10 points)

Un pendule élastique est formé d'un ressort (R) à spires non jointives d'axe $x'Ox$ horizontal, de masse négligeable et de raideur K, et un solide (S) de masse m (Figure ci-dessous). Le ressort prend sa longueur initiale quand le centre d'inertie de (S) est en O. Le pendule oscille sans frottement selon l'axe x′Ox.



A un instant donné, le centre d'inertie G de (S) est repéré par l'abscisse $x = \overline{OG}$.

Le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur est le plan horizontal passant par x′Ox.

1) Déterminer, en fonction de x, m, K et la vitesse V de (S), l'énergie mécanique du système (pendule, Terre).

2) En tenant compte de la conservation de l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle du mouvement de (S). Quelle est la nature de ce mouvement ?

3) Retrouver l'équation différentielle précédente en appliquant la deuxième loi de Newton.

4) Déterminer les expressions de la pulsation propre et de la période propre des oscillations du solide (S).

5) Vérifier que la solution de l'équation différentielle précédente est sous la forme :

$x = x_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$ où x_m et φ sont des constantes.

6) Déterminer les expressions de la vitesse et de l'accélération de (S). Quelle est l'orientation particulière de l'accélération ?

Exercice II (4 points)

L'analyse spectrale d'émission de l'atome ionisé lithium Li^{2+} a montré l'existence d'une raie de longueur d'onde λ_{54} = 450,91 nm.

Sachant que les valeurs des niveaux d'énergies de l'ion Li^{2+} sont sous la forme : $E_n = \frac{A}{n^2}$ où A est une constante et n est un entier naturel non nul. E_n est exprimé en électronvolt.

1) Quels sont l'unité et le signe de A ?

2) Vérifier que la longueur d'onde émise par l'atome lors de sa transition entre les niveaux E_p et E_n est donnée par : $\frac{1}{\lambda_{pn}} = \frac{A}{hc}\left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2}\right)$ avec $p > n$.

3) Déduire la valeur de A.

4) Calculer l'énergie minimale nécessaire pour obtenir l'atome lithium ionisé Li^{2+}.

On donne : Constante de Planck h = $6,63.10^{-34}$J.s. et la célérité de la lumière dans l'air $c = 3.10^8$ m/s.

Exercice III (16 points)

On considère une bobine d'induction L et de résistance r, un condensateur de capacité C et un conducteur ohmique de résistance variable R, un GBF délivre une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace U et de fréquence f tel que : $u = U\sqrt{2}\ \cos(2\pi f.t)$ avec u en volt et t en seconde.
Soit u_R la tension aux bornes de R. On réalise par les dipôles précédents le montage représenté dans la figure 1. On branche l'oscilloscope sur le montage pour visualiser les tensions u et u_R.

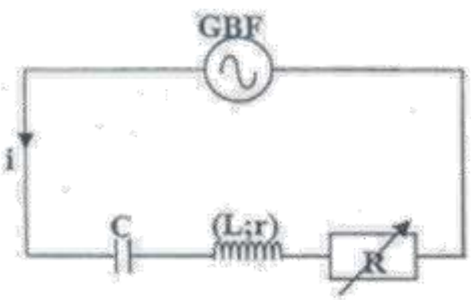
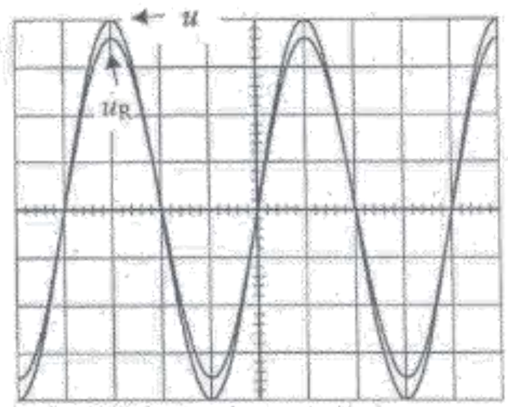


Figure (1)

Figure (2)


On donne :
La sensibilité verticale sur les deux voies : $S_V = 1$ V/div.
La sensibilité horizontale est : $S_h = 2$ ms/div.

A) Etude d'un phénomène électromagnétique
On donne à R la valeur $R_1 = 100\ \Omega$.

1) On fait varier la fréquence f du GBF et on la fixe sur une valeur f_0, on obtient sur l'oscilloscope la figure 2.

a) Quel est, en justifiant, le nom du phénomène mis en évidence ?

b) Calculer : U, f_0, l'intensité efficace I_0 du courant et la valeur de r.

c) Représenter graphiquement l'intensité efficace I en fonction de la fréquence f : $I = f(f)$ et préciser le point de coordonnées $(I_0 ; f_0)$.

2) On donne à R la valeur $R_2 = 200\ \Omega$. La fréquence de du GBF est f_0.

a) Etudier, si c'est possible, le sens de la variation des amplitudes, de la période et du déphasage des oscillogrammes de la figure 2.

b) Représenter, en justifiant, la novelle allure du graphique $I = f(f)$ dans le repère précédent.

B) Calcul de valeur de *L* et *C*
La valeur R est $R_1 = 100\ \Omega$. On règle le GBF sur une fréquence $f = 50$ Hz, le déphasage entre les tensions u et u_R devient $\varphi = 0{,}47$ rad.

1) Le déphasage de l'intensité i du courant par rapport à la tension u est-il positif ou négatif ? Pourquoi ?

2) En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t les valeurs : $t_1 = \frac{1}{4f}$, $t_2 = -\frac{\varphi}{2\pi f}$ et en s'aidant de la partie A) précédente :

a) Vérifier l'expression : $\tan\varphi = \dfrac{1-\left(\frac{f}{f_0}\right)^2}{2\,\pi\, f\, C\,(R+r)}$.

b) Calculer C, L et l'intensité efficace I du courant.

Exercice IV (4 points)

Une balle de ping-pong de masse m = 2,7 g et de rayon R = 2 cm, est lâchée verticalement, dans l'air sans vitesse initiale, d'un point O à une hauteur H = 24 m du sol. La balle se déplace en mouvement rectiligne et atteint une vitesse limite V_ℓ = 9 m/s après un parcours de 10 m.

La balle est soumise à la résistance de l'air représentée par une force $\vec{f}$ opposée au déplacement et dont l'intensité f est proportionnelle à la vitesse V telle que : $f = 6\ \pi\eta RV$ (où η est une constante positive qui s'appelle coefficient de viscosité de l'air). Prendre l'accélération de la pesanteur g = 9,8 m/s^2.

1) En appliquant la deuxième loi de Newton $\sum \vec{F} = m\dfrac{d\vec{V}}{dt}$ sur la balle :

a) Calculer $\dfrac{dV}{dt}$ en fonction de m, g, η, R et V.

b) La vitesse limite de la balle est atteinte quand son mouvement devient uniforme. Déterminer l'expression de la vitesse limite en fonction de m, g, η et R.

c) Déduire la valeur de η et donner son unité.

2) Quelle est la vitesse de la balle lorsqu'elle atteint le sol ?

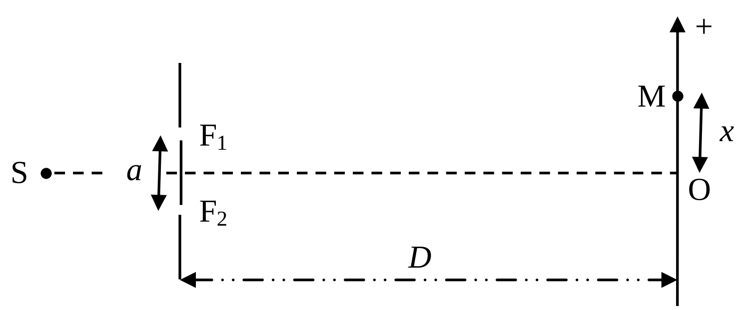
Exercice V (6 points)

Une source S éclaire deux fentes rectangulaires F_1 et F_2 fines, parallèles et distantes l'une de l'autre de a = 1 mm. La source S se trouve sur la perpendiculaire au plan des fentes, à égale distance de chacune d'elles. Un écran est placé à la distance D = 2 m du plan des fentes.

La perpendiculaire en S au plan des fentes coupe l'écran en un point O.

Un point M de l'écran est repéré par l'abscisse $x = \overline{OM}$.

La source S émet de la lumière de longueur d'onde λ = 589 nm. Des franges d'interférences apparaissent sur l'écran.



1) Définir l'interfrange et calculer sa valeur.

2) Déterminer, en fonction de a, x, λ, D et k, les abscisses des centres des franges sombres et brillantes d'ordre k.

3) La source S émet deux radiations monochromatiques de longueur d'onde λ = 589 nm et λ′ (inconnue). On constate que la frange brillante d'ordre 7 de la radiation λ se coïncide avec la 8$^{\text{ème}}$ frange sombre de la radiation λ′. Calculer λ′.

4) La source S émet de la lumière blanche. On place la fente d'un spectroscope au point d'abscisse x = 5 mm.

a) Quelle est la couleur de la frange en O ? Justifier.

b) Le spectroscope fournit un spectre cannelé formé de bondes étroites noires. A quoi est due la formation de ces cannelures ?

c) Calculer les longueurs d'onde des cannelures dans le spectre visible (400 nm ≤ $\lambda_{visible}$ ≤ 750 nm).