

Série de révision n°03

Classe 4eme sc. Exp

Mai 2016

Circuit LC ; Oscillateur mécanique ; atome d'hydrogène

Proposé par Mr Ayada Noureddine

Exercice n°1 :

NB : les deux parties de l'exercice sont indépendantes.

Première partie

Dans cette partie on se propose de comparer le fonctionnement d'un oscillateur électrique avec celui d'un oscillateur mécanique pour faire ressortir des analogies.

4.1 On réalise un circuit comprenant une bobine d'inductance L dont la résistance est supposée nulle et un condensateur de capacité C ; initialement l'interrupteur K est ouvert [figure (a)].

Le condensateur est d'abord chargé sous une tension constante U par un dispositif non représenté sur la figure. On ferme ensuite l'interrupteur K .

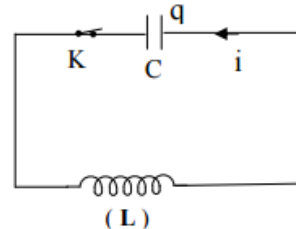


Figure a

4.1.1 Etablir l'équation différentielle traduisant les oscillations électriques qui se déroulent dans le circuit en prenant comme variable la charge q d'une armature du condensateur. [Le circuit est orienté comme indiqué sur la figure (a)].

4.1.2 En déduire la période des oscillations. Applications numériques : $L = 0,10\text{H}$; $C = 1,0 \cdot 10^{-5}\text{ F}$.

4.2 On considère un solide A de masse m pouvant glisser sans frottement sur un support horizontal. Le solide est lié à l'une des extrémités d'un ressort de masse négligeable et de raideur k ; l'autre extrémité du ressort étant fixée en un point E (figure b).

On déplace le solide A de façon à provoquer l'allongement du ressort et on l'abandonne sans vitesse initiale.

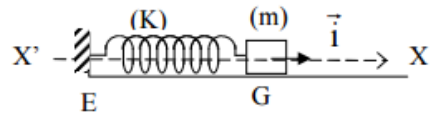


Figure b

4.2.1 Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide A en prenant comme variable l'élongation x du solide, le mouvement étant rapporté au repère $X'X$ dont l'origine coïncide avec la position du centre d'inertie G du solide à l'équilibre [figure (b)] (0,50 point)

4.2.2 En déduire la période des oscillations. Applications numériques : $m = 0,50\text{kg}$; $k = 25\text{ N/m}$.

4.3 Recopier puis compléter le tableau ci-dessous pour faire apparaître les analogies entre les grandeurs électriques de la question 4.1 et les grandeurs mécaniques de la question 4.2

Grandeurs mécaniques	Grandeurs électriques
Masse (m)	
Raideur du ressort (k)	
Elongation (x)	
Vitesse (v)	
Energie cinétique E_c ($\frac{1}{2} m v^2$)	
Energie potentielle élastique E_{pe} ($\frac{1}{2} k x^2$)	

Deuxième partie

Un générateur BF maintenant entre ses bornes une tension sinusoïdale de fréquence N , alimente un circuit contenant en série une bobine d'inductance $L = 36\text{ mH}$ et de résistance R_1 et un résistor de résistance $R_2 = 12,5\Omega$. La tension efficace aux bornes du générateur est $U = 64\text{ V}$.

On mesure l'intensité efficace du courant, on trouve $I = 3,2\text{A}$.

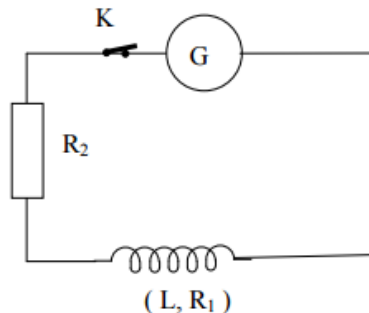
Puis l'on mesure la tension efficace U_1 aux bornes de la bobine et la tension efficace U_2 aux bornes du résistor, on trouve $U_1 = U_2$.

4.4 Montrer que les impédances Z_1 de la bobine et Z_2 du résistor sont égales. Donner la valeur numérique commune.

4.5 Construire le diagramme de Fresnel relatif au circuit.

On posera : $i = I\sqrt{2}\sin(\omega t)$ et $u = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$ respectivement pour l'intensité instantanée i du courant et la tension instantanée u aux bornes du générateur.

4.6 Calculer les valeurs numériques de φ , de R_1 et du produit $L\omega$. Calculer alors la valeur de la fréquence.



Exercice n°2 :

Données : Constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s ; célérité de la lumière dans le vide : $C = 3 \cdot 10^8$ m/s
 $E_0 = 13,6$ eV ; masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Un ion hydrogénoïde est un ion ayant la même structure électronique que l'atome d'hydrogène ; c'est-à-dire possédant un seul électron gravitant autour du noyau. C'est le cas des ions hélium He^+ et lithium Li^{2+} .

Un électron unique gravitant autour d'un noyau de numéro atomique Z sur le niveau n possède

$$\text{l'énergie } E_n = -\frac{E_0 Z^2}{n^2}$$

5.1 L'électron passe d'un niveau d'énergie E_n à un niveau inférieur d'énergie E_p .

5.1.1 Y a-t-il absorption ou émission de photon ? Justifier.

5.1.2 Exprimer la longueur d'onde de la radiation correspondante $\lambda_{(n,p)}$ en fonction de E_0, Z, n, p, h et c .

5.2 On peut écrire cette longueur d'onde $\lambda(n, p)$ sous la forme :

$$\lambda_{(n,p)} = \frac{1}{R} \left(\frac{n^2 p^2}{n^2 - p^2} \right) \text{ où } R \text{ est une constante appelée constante de Rydberg.}$$

5.2.1 Exprimer R en fonction de E_0, Z, h et C .

5.2.2 Calculer cette constante dans les cas suivants :

- Atome d'hydrogène H : $R = R_1$
- Ion He^+ : $R = R_2$
- Ion Li^{2+} : $R = R_3$

5.3 On considère la série de Balmer dans le spectre atomique de l'hydrogène : Il s'agit de l'ensemble des raies correspondant à des transitions décroissantes qui ramènent l'atome d'hydrogène d'un niveau excité n au niveau $p = 2$.

Calculer l'écart $\Delta\lambda$ entre la plus grande et la plus courte des longueurs d'onde de cette série.

5.4 Calculer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ($Z = 1$) et des ions hydrogénoïdes

He^+ ($Z = 2$) et Li^{2+} ($Z = 3$).

5.5 On envoie sur des atomes d'hydrogène pris à l'état fondamental des photons d'énergie respective 1,9 eV, 3,4 eV, 10,2 eV et 14 eV.

5.5.1 Quel(s) est (sont) le (les) photon(s) susceptible (s) d'être absorbé(s) ? Justifier la réponse.

5.5.2 Montrer que si l'atome d'hydrogène pris à l'état fondamental absorbe un photon d'énergie 14 eV, il émet un électron. Calculer la vitesse d'éjection de l'électron.

Vérifier que cet électron n'est pas relativiste.

N.B : Une particule est dite relativiste si sa vitesse est supérieure au dixième de la célérité de la lumière dans le vide.