Université d'Auvergne UFR Médecine

Examen de sélection à la formation d'orthoptiste

EPREUVE DE PHYSIQUE

Session de septembre 2007

Durée : 2 heures

Les trois problèmes sont à rédiger sur des copies séparées. Chaque problème compte pour 1/3 de la note.

Problème I

A l'état naturel, le chlore possède 3 isotopes. Deux sont stables : le Cl-35 et le Cl-37. Le Cl-36 est radioactif et possède une demi-vie de 301000 ans.

1) Qu'est-ce qu'un isotope ? Que désignent les chiffres 35, 36 et 37 ?

2) Sachant que le numéro atomique du chlore est égal à 17, donner le symbole complet du noyau de Cl-36 ainsi que sa composition.

3) Le chlore 36 se désintègre essentiellement en argon 36 (Ar-36). Sachant que le numéro atomique de l'argon est égal à 18, écrire la réaction de désintégration et donner le type d'émission radioactive obtenue.

4) Soit une bouteille d'eau minérale de 1,5 L. Le nombre de noyaux de Cl-36 présents dans l'eau est égal à $2{,}4.10^8$.
Quel est l'activité en Cl-36 de l'eau que contient cette bouteille ?
En déduire la valeur du nombre de désintégrations de noyaux de Cl-36 par jour.

5) On veut dater une nappe d'eau souterraine à l'aide du chlore 36. On admet que le nombre de noyaux de chlore 36 présents à l'instant t = 0 de la constitution de la nappe est égal au nombre de noyaux de chlore 36 présents dans un même volume d'eau de surface. Aujourd'hui, l'eau (non renouvelée) de la nappe d'eau souterraine ne contient plus que 38% du nombre de noyaux de Cl-36 trouvés dans les eaux de surface.
Déterminer, en années, l'âge de la nappe d'eau souterraine.
Le carbone 14 a une demi-vie de 5570 ans. Pourquoi ne l'a-t-on pas utilisé pour réaliser cette datation ?

Problème II

Un jeu de flipper est composé d'un plateau, d'un lance-billes, d'une bille et de « flippers » proprement dits (petits leviers actionnés mécaniquement pour renvoyer la bille). Les premiers flippers n'avaient pas de « flippers». Le problème concerne un flipper rudimentaire comprenant :

- le plateau, carré de 50 cm de côté, incliné de 15° par rapport à l'horizontale,

- le lance-bille, ressort terminé par deux rondelles, l'une sur laquelle repose la bille, l'autre sur laquelle le joueur tire. La masse du lance-bille est négligeable, et on néglige les frottements. La constante de raideur du ressort est de 100 $N.m^{-1}$,
- la bille, de masse 50 g, placée au contact de la rondelle supérieure.

Le joueur tire lentement sur la rondelle inférieure du lance-bille (de manière à garder la bille au contact de la languette supérieure), et raccourcit le ressort de 5 cm. Il lâche alors brusquement la rondelle inférieure et la bille roule selon la ligne de plus grande pente du plateau. On néglige le frottement de la bille sur le plateau et on prend pour origine O le point où se trouvait la bille au moment où elle quitte le ressort du lanceur, définissant ainsi la « ligne de lâcher ».

1) Faire un schéma du flipper vu de dessus, en définissant le repère orthogonal composé de l'axe de trajectoire de la bille (axe des y) et de la « ligne de lâcher » (axe des x).

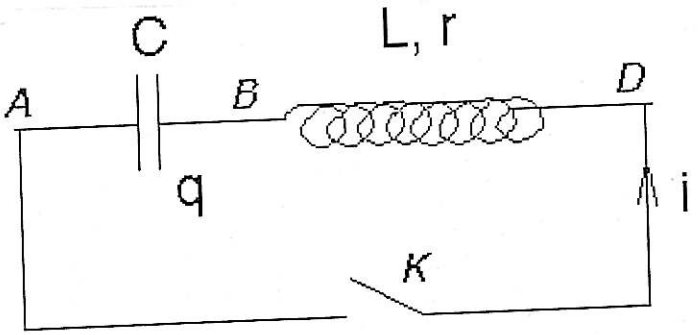
2) Calculer la distance maximale que peut parcourir la bille selon la ligne de plus grande pente, avant de redescendre.

3) En fait, après que la bille ait parcouru 40 cm (distance mesurée entre l'origine du repère et le centre d'inertie de la bille), elle rencontre un obstacle correspondant à l'hypoténuse d'un triangle rectangle isocèle placé dans le coin supérieur de façon à ce que sa vitesse devienne horizontale sans changer de valeur. Ecrire l'équation de la trajectoire de la bille dans le repère Oxy.

4) Calculer la distance de l'origine à laquelle se trouve la bille lorsqu'elle repasse la « ligne de lâcher ».

Problème III

On considère le circuit schématisé ci-dessous.



Le condensateur situé entre les points A et B a une capacité C = 0,2 µF. Le circuit contrôlé par l'interrupteur K comporte aussi une bobine d'inductance L et de résistance r placée entre B et D (on donne L = 5 mH ; la valeur de la résistance r peut varier). Soit q(t) la charge du condensateur à l'instant t. A l'instant t = 0, K est fermé alors que le condensateur est porteur d'une charge q(0) non nulle.

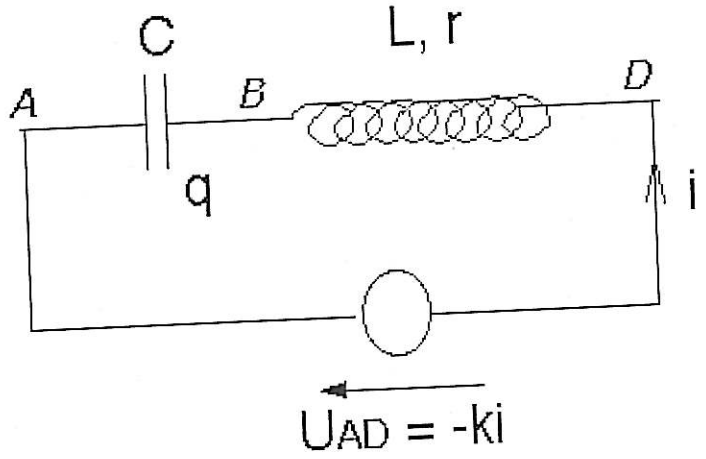
1) Donner la relation générale entre la tension $U_{AB}(t)$ aux bornes du condensateur et la charge q(t). Donner la relation générale entre q(t) et le courant i(t) dans le circuit. En déduire ce qui relie $U_{AB}(t)$ et i(t)

2) Donner la relation générale entre la tension $U_{BD}(t)$ aux bornes de la bobine et le courant i(t). En déduire la relation entre $U_{BD}(t)$ et q(t). De tout ce qui précède, déduire l'équation différentielle à laquelle obéit q(t).

3) Lorsque r est nulle, quelle est la fréquence propre des oscillations du circuit ? Soit T la période associée à la fréquence propre du circuit ; comment se fait la répartition des énergies dans le circuit aux deux instants particuliers suivants : t = T ; t = 3T/2 ?

4) Si maintenant r est non nulle, pourquoi faudrait-il apporter de l'énergie au circuit si l'on voulait que les oscillations se poursuivent indéfiniment ?

5) On introduit dans le circuit, entre D et A, à la place de l'interrupteur K, un générateur de tension U_{AD} = -k i (k constante positive), i étant toujours le courant dans le circuit. (voir schéma ci-après)



a- à quelle loi obéit alors la charge q du condensateur ?
b- à quelle condition peut-il y avoir établissement d'oscillations permanentes ?