ECOLE MILITAIRE DE SANTE

CONCOURS D'ENTREE A L'ECOLE MILITAIRE DE SANTE DE DAKAR

SESSION DE 2003

EPREUVE DE PHYSIQUE **DUREE : 04 HEURES**

EXERCICE I (4 points)

On prendra $g = 9,80\ m\ s^{-2}$. On négligera l'amortissement des oscillations et les forces de frottement..

I. Un ressort R1 à spires non jointives (les allongements sont proportionnels aux forces qui les produisent) suspendu verticalement à un point O_1, a pour longueur initiale $l_o = 25,0$ cm. Sa masse est négligeable.

I-1°) Lorsqu'on suspend à son extrémité inférieure un solide de masse M = 200 g, sa longueur devient l = 33,0 cm. Déterminer la raideur K du ressort

L'ensemble étant en équilibre, on tire le solide de masse M vers le bas puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

I-2°) Etablir la nature du mouvement ultérieur du solide de masse M suspendue au ressort.

I-3°) Si T est la période du mouvement, donner l'expression littérale de la raideur K.

I-4°) En déduire la valeur numérique de la période T.

II. Dans la suite de l'exercice, on prendra $K = 24,5\ Nm^{-1}$.

Le solide de masse M = 200 g est un carré de côté 4,0 cm. Elle est fixée aux deux extrémités de deux ressorts, R1 et R2, identiques au précédent, le tout sur un plan incliné de 30° par rapport à l'horizontale. Le ressort R2 est fixé à son extrémité inférieure à un point 0_2 telle que la distance $0_10_2 = 76,0$ cm.

II-1°) Déterminer la position d'équilibre, O, du centre d'inertie G, du solide de masse M.

On déplace le solide de masse M suivant la ligne de grande pente vers le bas de façon que OG = a, puis on l'abandonne sans vitesse initiale à l'action de R1 et R2 ; sa position à un instant t quelconque est repérée par OG = x.

II-2°) Montrer que le centre d'inertie G est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal.

II-3°) Calculer la période des oscillations de G et établir l'équation horaire de son mouvement. On prendra pour origine des temps l'instant où l'on abandonne le solide de masse M.
II-4°) Sachant que a = 3,00 cm, établir en fonction de a l'expression littérale de l'énergie cinétique de la masse M lorsqu'elle passe par sa position d'équilibre, puis calculer sa valeur numérique.

EXERCICE II (4 points)

On donne :
Charge d'un électron : $-e = -1{,}6.10^{-19}$ Coulomb.
Masse d'un électron, supposée constante : $m = 9.10^{-31}$ k g.
Vitesse de la lumière : c = 300 000 km/s.
Constante de Planck : $h = 6{,}6.10^{-34}$ joule.
Accélération de la pesanteur : $g = 10 ms^{-2}$

Le filament de tungstène d'une diode est porté à la température
T = 2500 degrés Kelvin.
I. L'énergie d'extraction d'un électron est W = 4,5 eV.
Calculer la vitesse minimale que doit posséder un électron libre à l'intérieur du métal pour être éjecté

II. Un électron quitte le filament avec une vitesse nulle. En face du filament et à la distance d = 1 cm, est située une plaque portée à un potentiel de 100V par rapport au filament.
On considère que le champ électrique entre la plaque et le filament est uniforme.
II-1°) Comparer la force électrique à laquelle est soumis l'électron au poids de l'électron. Que peut-on conclure ?
II-2°) Avec quelle vitesse, v, l'électron atteint-il la plaque ?
II-3°) Quelle est la durée du trajet entre le filament et la plaque ?

III. L'intensité du courant fourni par cette diode est I = 16mA.
III-1°) Quel est le nombre d'électrons atteignant la plaque par seconde ?
III-2°) Sachant que le courant de saturation is varie, en fonction de la température absolue du filament, suivant la loi $Is = KT^2 (1 + T/5\,000)$, calculer la variation relative de ce courant de saturation pour une variation de température du filament de 2 degrés.

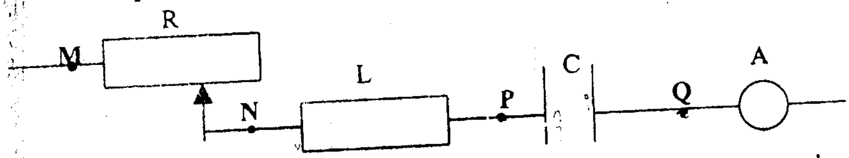
IV. Quelle serait la longueur d'onde maximale de la radiation nécessaire pour extraire, par effet photoélectrique, un électron du tungstène dans le vide ?

EXERCICE III (6 points)

Les appareils de mesure, ampèremètre et voltmètre, utilisés dans les expériences relatives à cet exercice donnent, en courant alternatif, les valeurs efficaces du courant et de la tension.

Une portion de circuit comprend, en série :

- un rhéostat de résistance non inductive R ;
- une bobine de résistance négligeable et d'inductance variable, L ;
- un condensateur de capacité C ;
- un ampèremètre A de résistance négligeable.



On alimente cette portion de circuit par une tension sinusoïdale de fréquence f = 50 hz et de valeur efficace U = 30 V qui reste constante au cours des mesures. Un voltmètre peut être branché aux bornes d'une portion quelconque du circuit.

I. La résistance R du rhéostat reste fixe.

On fait varier l'inductance L en enfonçant plus ou moins un noyau de fer doux dans la bobine, jusqu'à ce que le voltmètre branché aux bornes de la portion de circuit NP comprenant la bobine seule, indique une tension U_{NP} = 19 V. On bloque alors le noyau de fer doux.

L'ampèremètre indique dans ces conditions une intensité I = 0,15 A et le voltmètre donne, pour la tension aux bornes du condensateur, U_{PQ} = 38V.

I-1°) Calculer les valeurs de la capacité C, de l'inductance L, de la résistance R et de la tension efficace U_{MN} aux bornes de cette résistance.

On admet que tension instantanée aux bornes de la portion de circuit complète est $u = U_m \sin 100\pi t$.

1-2°) Etablir l'expression littérale du déphasage φ entre la tension aux bornes de l'ensemble du circuit et le courant i en fonction des tensions U_{NP}, U_{PQ}, et U_{MN}. Calculer numériquement φ. Laquelle des deux grandeurs électriques (u et i) est avance par rapport à l'autre ?

II. Le condensateur utilisé dans cette portion de circuit a une capacité C = 12,5 µF et la résistance totale du circuit a une valeur R fixe.

On fait varier l'inductance L à partir de 0,40 H, en enfonçant progressivement le noyau de fer doux dans la bobine.

II-1°) Montrer, sans calcul numérique, comment varie l'intensité efficace I .

II-2°) Calculer la valeur de l'inductance L pour laquelle l'intensité efficace est maximale.

II-3°) Pour une même valeur de R, l'intensité efficace reprend la valeur qu'elle a pour L = 0,40 H quand le noyau de fer doux est complètement enfoncé dans la bobine. En déduire la valeur maximale que peut prendre l'inductance L.

Le rhéostat étant réglé pour que la résistance totale du circuit soit R=10Ω, on donne à l'inductance L la valeur pour laquelle l'intensité efficace I est maximale.

II-4°) Quelles sont les valeurs de l'inductance L, pour lesquelles l'intensité efficace a une valeur égale à la moitié de sa valeur maximale ?

EXERCICE IV (6 points)

I. Soit une particule de petites dimensions, de charge électrique q>0, de masse m, lancée à très grande vitesse v_0 suivant un axe horizontal X'X, dans une enceinte où l'on fait le vide.

Elle traverse le champ électrique uniforme créé entre deux plateaux horizontaux d'un condensateur plan. Soit d la distance entre ces plateaux et U la différence de potentiel continue appliquée aux bornes.

I-1°) Etablir l'équation de la trajectoire de cette particule entre les plateaux du condensateur, de longueur L.

I-2°) Que devient la trajectoire de cette particule à la sortie du condensateur ?

I-3°) Etablir l'expression littérale de l'ordonnée y = O'P du point d'impact P sur un écran vertical situé à une distance D du centre O, du condensateur plan, O' étant l'intersection de l'axe X'X avec l'écran

II. Dans ce qui suit, on considère que la masse du neutron est sensiblement égale à celle du proton, soit $1{,}67\ 10^{-27}$ kg.

On rappelle que la charge du proton est q = + $1{,}6\ 10^{-19}$ C et que le nombre d'Avogadro est N = $6{,}02 \times 10^{23}$ mol^{-1}.

On définit l'unité de masse atomique (u) comme étant le quotient de la masse 1 gramme par le nombre d'Avogadro (1u = 10^{-3} kg/N.

On dépose une substance radioactive qui émet des particules α, au fond d'un canal rectiligne, d'axe horizontal, percé dans un bloc de plomb. Celui-ci est placé dans une enceinte où l'on a fait le vide.

On fait agir, sur le rayonnement émis, le champ électrique ci-dessus (partie I), l'écran étant ici remplacé par une plaque photographique.

On observe sur celle-ci une tache A.

II-1°) Montrer que la mesure de la déviation y de la tache A permet de déterminer la vitesse d'éjection de ces particules α.
On prendra ici, pour la masse de cette particule α, 4 u.
Application numérique : $U = 2.10^4$ V; L = 10 cm; d = 5 cm; D = 50 cm; y = 3,75 mm.
La substance radioactive est un isotope du polonium, qui se désintègre suivant l'équation :

$$ {}^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{206}_{82}Pb $$

II-2°) Expliquer cette équation
II-3°) Faire le bilan en masse de cette équation, sachant que le noyau de polonium 210 a une masse de 210, 04821 u, celui de plomb 206 une masse de 206,03853 u et la particule α, une masse de 4,00387 u. Conclure et calculer l'énergie calorifique correspondante en MeV.

III. Soit n_o le nombre de noyaux de polonium 210 présent à l'instant initial ; le nombre de ces noyaux présents à l'instant t est donné par la relation $n = n_o e^{-0{,}005t}$ (t étant exprimé en jours).
III-1°) Déterminer ~~est~~ la période T, de cette désintégration ?
III-2°) Déterminer ~~est~~ la fraction des noyaux restants aux temps : 2T, 3T ?
III-3)Représenter le graphe donnant les variations de n en fonction de t.

FIN DU SUJET