CONCOURS D'ENTREE A L'ECOLE MILITAIRE DE SANTE. SESSION 2006

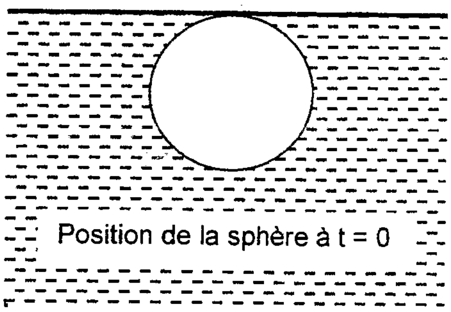
EPREUVE DE PHYSIQUE

Durée : 04 heures

EXERCICE 1 : (0 4 points)

Une sphère (S) de rayon R = 4 ,0 cm, de masse m = 300g est lâchée sans vitesse initiale dans un lac d'eau calme.

A t = 0, la sphère est juste immergée (figure) :



La sphère (S) est soumise, entre autres, à une force de frottement $\vec{f} = -h\,\vec{V}$, relation où h est une constante positive, $\vec{V}$ étant la vitesse de la sphère (S) dans l'eau.

On rappelle que la masse volumique de l'eau est ρ = 1000 kg/m^3.

On prendra : g = 9,8 SI

1.1 Faire le bilan des forces appliquées à la sphère quand elle est complètement immergée.

1.2 Ecrire l'équation différentielle régissant la vitesse de la sphère dans le lac.

1.3 Tracer l'allure de la courbe V = f(t). On précisera en particulier son asymptote quand t devient grand et la pente à l'origine. On donnera ces deux valeurs sachant que la vitesse limite V_L= 8,0 m/s (cette vitesse est atteinte si la profondeur est assez grande).

1.4 De la valeur de V_L , en déduire celle du coefficient de frottement fluide h.

1.5 La solution de l'équation établie en 1.2 est de la forme : $V = A\,(1 - e^{-Bt})$. Exprimer A et B en fonction de h , m et V_L.

1.6 A quel instant t_1 la vitesse atteint sa vitesse limite à 1% près ?

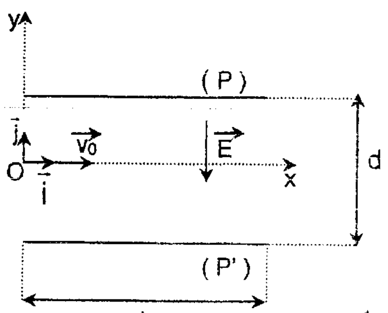
1.7 De l'expression de V en déduire celle de Z, distance parcourue par la sphère lors de sa chute à partir de l'instant

t = 0 ; on rappelle que la primitive de e^{ax} est $\dfrac{e^{ax}}{a}$.

1.8 Quelle distance Z_1 a parcouru la sphère (S) à t = t_1, c'est – à – dire quand la vitesse atteint sa valeur limite à 1% ?

EXERCICE 2 : (04 points)

Dans l'espace compris entre deux plaques (P) et (P') horizontales, rectangulaires de longueur l = 20 cm, distantes de d = 10 cm et disposées en vis à vis (voir figure), on peut établir soit un champ électrique $\vec{E}$, soit un champ magnétique $\vec{B}$, soit les deux simultanément.



On utilise le repère orthonormé direct $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$, O est à égale distance des plaques, les vecteurs $\vec{i}$ et $\vec{k}$ sont horizontaux et $\vec{j}$ est vertical.

Le champ électrique $\vec{E}$, uniforme dirigé suivant ($-\vec{j}$) et tel que $E = 10^3\ V.m^{-1}$, gardera les mêmes caractéristiques dans tout l'exercice.

Le champ magnétique $\vec{B}$ est uniforme, horizontal, orthogonal au plan ($O, \vec{i}, \vec{j}$) ; son sens pouvant être celui de $\vec{k}$ ou le sens opppsé.

On se propose d'étudier dans l'espace strictement compris entre les plaques, le mouvement d' un proton qui arrive en O et suivant Ox, à la date t = 0, avec une vitesse de norme $v_0 = 10^6\ m.s^{-1}$ et soumis suivant le cas, à l'action de $\vec{E}$ seul, ou de $\vec{B}$ seul, ou de $\vec{E}$ et $\vec{B}$ s'exerçant simultanément.

Dans toute la suite, le poids du proton sera négligé devant les autres forces.

2.1. / *Action du champ électrique $\vec{E}$ seul :*

Déterminer les équations horaires et l'équation de la trajectoire du proton entre les deux plaques ; en déduire les coordonnées du point de sortie S où le proton quitte l'espace compris entre les plaques.

2.2. / *Action du champ magnéique $\vec{B}$ seul :*

Si le vecteur $\vec{B}$ est orienté selon $\vec{k}$, dans quel sens la particule est- elle déviée? Justifier la réponse.

Montrer que le mouvement du proton est plan, uniforme et circulaire. Exprimer le rayon R de sa trajectoire.

Le proton sort- il de l'espace où règne le champ magnétique si B = 0,10 T ?

2.3. / *Actions simultanés des deux champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$:*

a / Faire le bilan des forces agissant sur le proton entre les plaques et les représenter. On envisagera les deux orientations possibles pour $\vec{B}$ (selon $\vec{k}$, puis selon $-\vec{k}$) en faisant deux schémas séparés.

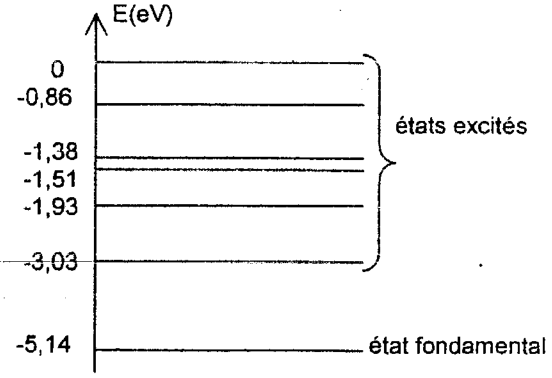
b / On désire que le proton ne soit pas dévié durant son passage entre les plaques ; préciser toutes les caractéristiques de $\vec{B}$ pour qu'il en soit ainsi. Quelle est, dans ce cas, la vitesse du proton à la sortie des plaques?

c / Dans le flux de protons arrivant en O, tous n'ont pas exactement une vitesse de valeur $v_0 = 10^6\ m.s^{-1}$.

Que peut-on dire de l'utilité du dispositif étudié ici dans la quesition 2.3.b ?

__Données__ : masse du proton : $1,67.10^{-27}$ kg ; charge du proton : $1,6.10^{-19}$ C.

***__EXERCICE 3__* : (04 points)**



3.1 On donne ci-contre le diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de sodium L'état de référence est choisi de manière arbitraire.

3.1.1 L'analyse du spectre d'émission de l'atome de sodium révèle la présence de raies de longueurs d'onde bien définies.

Indiquer à quelle variation d'énergie correspond pour l'atome de sodium l'émission de la raie jaune de longueur d'onde 589,0 nm (On donnera le résultat avec 3 chiffres significatifs). Préciser quels sont les niveaux d'énergie concernés.

3.1.2 Quel est le comportement de l'atome de sodium pris à l'état fondamental, lorsqu'il reçoit un photon de longueur d'onde 589,0 nm ?

3.1.3 Que se passe-t-il si le photon a une énergie de 3,00eV ?
L'atome peut-il alors être excité ? Justifier.

3.1.4 L'atome de sodium pris à l'état fondamental est heurté par un électron ayant une énergie cinétique de 3,00 eV. Lors de l'interaction l'atome de sodium reste pratiquement immobile et passe de l'état fondamental au premier état excité. Quelle est l'énergie cinétique de l'électron après son interaction avec l'atome de sodium ?

3.2 L'énergie des niveaux de l'atome d'hydrogène est donnée par :

$E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (eV) avec n entier non nul.

3.2.1 L'analyse du spectre d'émission de l'atome d'hydrogène montre la présence des raies de longueurs d'onde :

Radiations	Hα	Hβ	Hγ
Longueur d'onde λ(nm)	656,28	486,13	434,05

Ces radiations sont émises lorsque cet atome passe d'un état excité p (p > 2) à l'état n = 2.

a-) Donner les valeurs de p correspondant à ces radiations.

b-) Montrer que les longueurs d'ondes des radiations correspondant à la série des raies étudiées tendent vers une limite que l'on calculera lorsque p tend vers l'infini

3.2.2 Balmer, en 1885 ne connaissait que les raies de l'atome d'hydrogène appartenant au spectre visible et il écrivait la loi de détermination de ces raies sous la forme $\lambda = \lambda_0 \frac{p^2}{p^2 - 4}$.

a-) Retrouver cette loi à l'aide de l'expression de l'énergie de l'atome et de l'énergie du photon émis lors de la transition radiative (loi de Balmer :1913).

b-) Déterminer la valeur de λ_0 dans la formule de Balmer.

c-) Montrer que la formule de Balmer permet de retrouver le résultat obtenu en 3.2.1b).

Données : constante de Planck : h = 6,63.10^{-34}J.s   célérité de la lumière dans le vide C = 3.10^{8} m.s-1

1 eV = 1,60.10^{-19} J

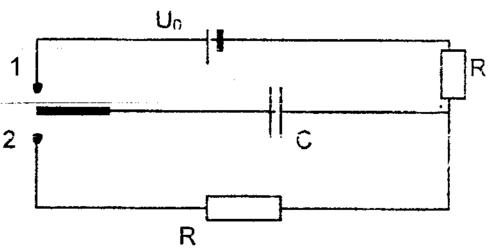
EXERCICE 4 : **(04 points)**

Cet exercice comporte deux parties indépendantes P1 et P2.

Partie P1

Dans le but de déterminer la capacité C d'un condensateur , on utilise le montage ci-contre.

U_0 est la tension à vide aux bornes du générateur dont la résistance sera négligée. Les deux conducteurs ohmiques utilisés ont même résistance R.



P1.1 Charge du condensateur .

A la date t = 0, on bascule l'interrupteur en position (1).

P1.1.1 Ecrire la loi des tensions dans le circuit de charge. En déduire l'équation différentielle liant la charge q du condensateur et sa dérivée première par rapport au temps.

P1.1.2 Vérifier que q(t) est de la forme $q(t) = A\left[1 - \exp(-\frac{t}{\tau})\right]$ où A et τ sont des constantes que l'on exprimera en fonction des données.

P1.2 Décharge du condensateur .

Le condensateur chargé, on bascule l'interrupteur en position (2) à une date prise comme nouvelle origine des temps t = 0. Un dispositif approprié permet d'enregistrer les valeurs de la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps et donne les résultats suivants :

t(s)	2	4	6	8	9
u_C(V)	3,90	2,56	1,72	1,10	0,90

P1.2.1 Tracer la courbe représentant $\ell n\, u_C$ en fonction du temps .(ℓn = logarithme népérien)

P1.2.2 Etablir l'équation qui donne $u_C(t)$ en fonction de R, C, U_0 et t. En déduire l'expression du coefficient directeur de la droite obtenue.

On pose $\tau = RC$. Calculer la valeur de τ et en déduire la valeur de C sachant que $R = 10^6\,\Omega$.

Partie P2

Aux bornes d'un générateur basse fréquence, on dispose d'une source de courant alternatif dont on peut régler la tension et la fréquence .

P2.1 La fréquence étant réglée à 50 Hz, on met en série aux bornes du générateur un condensateur de capacité $C = 2\sqrt{2}.10^{-8}$ F et une résistance de R = 10 Ω. L'intensité efficace du courant est alors I_1 = 0,5 A.

Faire la construction de Fresnel.

En déduire la tension efficace aux bornes du générateur et le déphasage entre l'intensité i (t) du courant et la tension u_S (t) aux bornes du générateur; comment varie ce déphasage si on augmente la fréquence du courant ?

P2.2 La fréquence étant maintenue à 50 Hz, on place maintenant en série aux bornes de la source la résistance précédente et une bobine de résistance R_1 et d'inductance L. On note les tensions efficaces suivantes :

- aux bornes de la résistance U_R = 20 V ;
- aux bornes de la bobine U_B = 15 V ;
- aux bornes de la source U_S = 25 V.

a) A partir de la construction de Fresnel, montrer que : $\cos\varphi = \frac{U_S^2 + U_R^2 - U_B^2}{2.U_S.U_R}$, φ étant le déphasage entre l'intensité et la tension aux bornes de la source.

b) Calculer φ , R_1 et L. Que penser de cette bobine ?

c) Ecrire l'expression du courant instantané i (t) en prenant la phase à l'origine de la tension nulle.

EXERCICE 5 **: (04 points)**

Le nucléide $^{108}_{47}Ag$ est radioactif β^-.

5.1 a) Ecrire l'équation de cette réaction nucléaire en précisant les règles utilisées.

b) Préciser le symbole du noyau fils et donner la composition de son noyau. On donne un extrait de la classification périodique des éléments :

$_{43}Tc$	$_{44}Ru$	$_{45}Rh$	$_{46}Pd$	$_{47}Ag$	$_{48}Cd$	$_{49}In$

5.2 Soit un échantillon contenant N_0 noyaux à la date t = 0 et N noyaux à la date t, la probabilité pour qu'un noyau se désintègre pendant la durée dt est $P = \lambda . dt$. (λ étant la constante radiocative).

a) Etablir la formule traduisant la loi de décroissance radioactive.

b) Définir la période radioactive T.

c) Déterminer l'expression de la constante radioactive λ en fonction de T.

5.3 On se propose d'étudier l'évolution de l'activité A (t) d'un échantillon du nucléide $^{108}_{47}Ag$ au cours du temps.

a) Définir l'activité d'un échantillon radioactif puis l'exprimer en fonction du temps.

b) Compléter le tableau de mesures ci-dessous :

t (min)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
A (Bq)	89	73	63	52	46	39	33	29	24	21	18
Ln A											

c) Tracer la courbe représentative Ln A = f (t) , en respectant obligatoirement les échelles suivantes :

en abscisses : 1 cm pour 0,5 min ; et *en ordonnées* : 1 cm pour 0,5.

d) En utilisanr le graphe tracé, déterminer la constante radioactive λ du nucléide $^{108}_{47}Ag$. En déduire sa période radioactive.

e) Quel est le nombre de noyaux N_0 initialement présents dans cet échantillon ?

FIN DU SUJET.