PREPAVOGT
B.P. : 765 Yaoundé
Tél. : 22 01 63 72 / 96 16 46 86
E-mail. : prepavogt@yahoo.fr
www.prepavogt.org

Yaoundé, le 22 Mai 2015

CYCLE INGENIEUR

CONCOURS D'ADMISSION
SERIE D, E, F, CI, GCEA/L

EPREUVE DE PHYSIQUE
DUREE : 3 HEURES

EXERCICE 1 (5 POINTS) - Phénomènes Corpusculaires

1) On considère un noyau de lithium ^7_3Li dont la masse vaut m_{Li} = 7,0144 u.
1 u = 1,66054 10^{-27} kg ; masse du neutron m_n = 1,00866 u ; masse du proton m_p = 1,00728 u ;
Dire pour chacune des affirmations suivantes si elle est vraie ou fausse. **2,00 pt**

A- la masse de ce noyau est supérieure à la somme des masses des nucléons qui le constituent.
B- le défaut de masse de ce noyau est $6{,}9876.10^{-28}$ kg.
C- l'énergie de liaison par nucléon de ce noyau est 5,60 MeV/nucléon.
D- le noyau de lithium peut s'unir avec un autre noyau léger pour former un noyau plus lourd : il s'agit de la fission nucléaire.

2) On injecte 5,0 mL d'une solution contenant une substance radioactive d'activité A_0 = 185 kBq dans le corps d'un chien endormi. 20 heures après l'injection, on effectue un prélèvement de 25 mL de sang. La mesure de l'activité donne : A = 1,14 kBq.
On suppose que la substance radioactive s'est diffusée de manière homogène dans tout le sang de l'animal. La demi-vie de la substance T = 15 h.
Calculer le volume total de sang dans le corps du chien. **1,25 pt**

3) Le travail d'extraction d'un électron du potassium est W_0 = 2,25 eV.
3) a) Calculer la longueur d'onde seuil λ_0 du potassium. **0,50 pt**
3) b) Un dispositif permet d'éclairer séparément la cathode d'une cellule photoélectrique au potassium, avec deux radiations monochromatiques de longueurs d'onde respectives λ_1 = 600 nm et λ_2 = 450 nm.
Laquelle des deux radiations produira l'émission photoélectrique ? Justifier votre réponse. **0,50 pt**
3) c) Calculer la vitesse maximale d'un électron à la sortie de la cathode. **0,75 pt**

Données :
vitesse de la lumière dans le vide : c = 3.10^8 m/s ;
constante de Planck : h = $6{,}62.10^{-34}$ J.s ;
masse d'un électron : m = $9{,}1.10^{-31}$ kg ;
1 eV = $1{,}6.10^{-19}$ J ;

EXERCICE 2 (7 POINTS) - Phénomènes Corpusculaires

Partie A : Pendule simple. / 4 points

On se propose de montrer qu'on peut « peser » la Terre en « regardant » un pendule simple (méthode de Galilée).

Un pendule simple est constitué d'un solide ponctuel de masse m suspendu en un point fixe O à l'aide d'un fil inextensible de longueur L . On écarte le pendule de sa position d'équilibre stable d'un angle θ_m et on le lâche sans vitesse initiale. Le pendule est repéré à chaque instant par l'élongation angulaire θ correspondant à l'écart angulaire du fil avec la direction verticale.

On néglige les frottements.

1) Montrer que l'équation différentielle vérifiée par l'élongation angulaire θ s'écrit : **1,00 pt**

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g_0}{L}\sin\theta = 0$$

2) L'écartement initial du pendule est faible de telle sorte qu'on puisse faire l'approximation : $\sin\theta \approx \theta$.

Montrer que dans cette condition le pendule effectue des oscillations sinusoïdales dont on donnera l'expression de la période T en fonction de L et g_0 (intensité de la pesanteur terrestre au lieu considéré). **0,50 pt**

3) La longueur du pendule simple utilisé vaut L = 50 cm. La mesure de la durée de 100 oscillations successives donne 142 s. En déduire la valeur de g_0. **1,00 pt**

4) Donner l'expression du champ de gravitation terrestre au sol (que l'on assimilera à g_0) en fonction du rayon terrestre R_T, de la masse M_T de la Terre et de la constante de gravitation G. **0,50 pt**

En déduire la valeur de la masse M_T de la Terre. **1,00 pt**

On prendra : R_T = 6378 km ; G = $6{,}67.10^{-11}$ SI.

Partie B : Ondes mécaniques / 3 points

On relie l'une des extrémités d'une corde très longue, parfaitement élastique et tendue horizontalement, à un vibreur qui peut imposer à cette extrémité un mouvement vertical dont la loi horaire est $y_s(t) = 6\cos 50\pi t$ (en mm).

1) On met le vibreur en marche. L'onde progressive qui naît en S se propage à la célérité v = 5 $m.s^{-1}$ le long de la corde.

1) a) L'onde est-elle transversale ou longitudinale ? **0,25 pt**

1) b) Calculer sa longueur d'onde. **0,50 pt**

2) On arrête le vibreur et on pince la corde en un point B tel que SB = ℓ = 100 cm (B est alors immobile). Lorsqu'on met le vibreur en route, on constate que la corde vibre en formant des fuseaux : c'est le phénomène d'ondes stationnaires. Au point B, nœud d'élongation, l'onde réfléchie est en avance de π par rapport à l'onde incidente.

2) a) Ecrire la loi horaire du mouvement du point B dû à l'onde incidente. **0,50 pt**

2) b) Ecrire la loi horaire du mouvement du point B dû à l'onde réfléchie. **0,50 pt**

3) Montrer que l'équation du mouvement vibratoire résultant au point M de la corde tel que BM = x s'écrit sous la forme : $y_M(t) = A(x)\cos(50\pi t + \varphi)$, où A(x) et φ sont à déterminer. **1,25 pt**

EXERCICE 3 (4 POINTS) - Electromagnétisme

Un solénoïde comporte 20 spires par centimètre et renferme dans sa région centrale une aiguille aimantée, placée sur pivot vertical. Son axe horizontal est placé perpendiculairement au plan du méridien magnétique terrestre. On donne la valeur de la composante horizontale du champ magnétique terrestre $B_H = 2.10^{-5}$ T.

1**)** Indiquer sur un schéma la direction et le sens de $\overrightarrow{B_H}$. Représenter la position initiale de l'aiguille lorsqu'aucun courant ne traverse le solénoïde. **0,25 pt**

2**)** On lance un courant d'intensité I = 5 mA. L'aiguille dévie d'un angle α.

2) a) Calculer la valeur du champ magnétique $\overrightarrow{B_S}$ créé par la bobine. **0,50 pt**

2) b) Représenter les vecteurs $\overrightarrow{B_H}$, $\overrightarrow{B_S}$, et $\overrightarrow{B_T} = \overrightarrow{B_H} + \overrightarrow{B_S}$ puis indiquer la nouvelle position de l'aiguille aimantée. **1,00 pt**

2) c) Calculer la valeur de l'angle α. **0,50 pt**

3) On désire maintenant annuler le champ horizontal total à l'intérieur du solénoïde.

3) a) Faire un schéma indiquant la position à donner au solénoïde et le sens du courant I_0 qui le parcourt. **0,75 pt**

3) b) Déterminer l'intensité I_0 de ce courant. **0,50 pt**

3) c) La position de l'aiguille est alors indifférente. Préciser pourquoi. **0,50 pt**

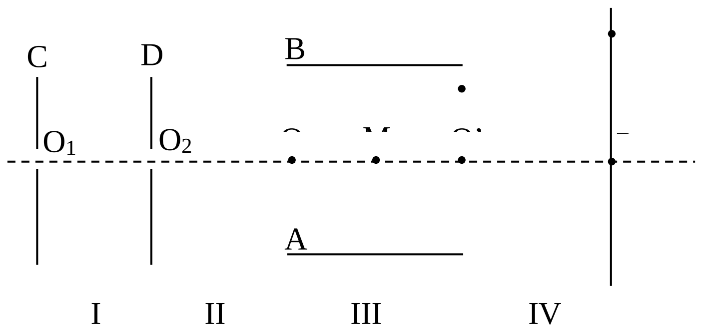
EXERCICE 4 (4 POINTS) - Déviation des particules

Des noyaux d'hélium ${}_{2}^{4}He^{2+}$ (particules α), de masse m, sont émis avec une vitesse négligeable à travers l'ouverture O_1 d'une plaque métallique (C). Ils traversent successivement quatre régions (I), (II), (III), (IV) d'une enceinte dans laquelle on a fait le vide. On négligera l'action gravitationnelle sur leur mouvement .

1) La région (I) est limitée par les plaques (C) et (D), planes, parallèles et perpendiculaires au plan de la figure, auxquelles on applique une tension $U_0 = U_{CD}$. On veut que les particules α, en passant par le point O_2, aient une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ ayant la direction de la droite O_1O_2.

1) a) Préciser et justifier le signe de U_0. **0,50 pt**

1) b) Déterminer l'expression littérale de V_0 en fonction de e (charge élémentaire), m et U_0. Calculer sa valeur numérique. **0,50 pt**



2) Les particules α pénètrent dans la région (II), de longueur L = 50 cm, où n'existe aucun champ électrique, avec la vitesse $\vec{v}_0$.

2) a) Quelle est la nature du mouvement des particules α dans cette région ? Justifier la réponse. **0,50 pt**

2) b) Quel temps met une particule α pour traverser la région (II) ? **0,25 pt**

3) Après avoir franchi la région (II), les particules α pénètrent en O dans la région (III). Entre les armatures (A) et (B), parallèles, perpendiculaires au plan de la figure, distantes de d et de longueur ℓ, existe un champ électrique uniforme $\vec{E}$ créé par une tension U_{AB}. On veut que les particules α sortent de cette région au point S.

3) a) Déterminer en justifiant le signe de U_{AB}. **0,50 pt**

3) b) Etablir l'équation de la trajectoire des particules α dans un repère $(O\ ;\ \vec{i},\vec{j},\vec{k})$ que l'on précisera. On fera apparaître dans l'expression de cette trajectoire, les tensions U_{AB} et U_0. **0,75 pt**

3) c) Etablir l'expression littérale de la vitesse des particules α en S, en fonction de U_0, e, m, U_{AB}, ℓ et d. **0,50 pt**

4) Les particules α sortent de la région (III) au point S et sont reçus en I sur un écran plan placé perpendiculairement à la droite (OO').

Etablir l'expression littérale donnant la distance h = PI en fonction de U_0, U_{AB}, d, ℓ et D = MP.

Faire l'application numérique. **0,50 pt**

On rappelle que $OC = \frac{\ell}{2}$.

Données :

e =$1,6.10^{-19}$ C ;

ℓ = 20 cm ;

d = 5 cm ;

D = 50 cm ;

m = $6,68.10^{-27}$ kg ;

$|U_0| = 2000\ V$;

$|U_{AB}| = 50$ V.

Fin de l'épreuve