RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix - Travail - Patrie
****
UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I
****
ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE POLYTECHNIQUE
****
BP. : 8390 - Yaoundé-Cameroun
Tél/Fax : +237 222 224 547

REPUBLIC OF CAMEROON
Peace - Work - Fatherland
****
UNIVERSITY OF YAOUNDÉ I
****
NATIONAL ADVANCED SCHOOL OF ENGINEERING
****
P.O. Box 8390 - Yaoundé-Cameroun
Phone/Fax : +237 222 224 547

Physique 1 : Mouvements dans les champs de forces	Durée : 3 heures

Session 2019

Exercice 1 : / 5 Points

On donne :
Masse de l'électron : $m = 9{,}10 \times 10^{-31}$ kg ; Charge de l'électron : $e = -1{,}6 \times 10^{-19}$ C ; $k = 9 \times 10^{9}$ SI

1. Rutherford a décrit l'atome d'hydrogène par un modèle planétaire : l'électron a un mouvement circulaire, de rayon r, autour du noyau constitué d'un proton. La force électrique subie par l'électron est dirigée selon la droite proton-électron, attractive, de valeur $f = k\dfrac{e^2}{r^2}$. La force gravitationnelle est négligeable devant cette force électrique.

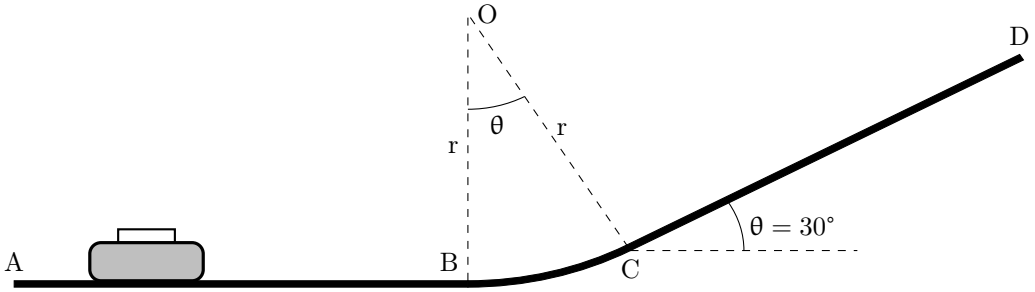
1-1- Sur un schéma clair, représenter la force $\vec{f}$ subie par l'électron. (sans souci d'échelle) 0,5 pt
1-2- Montrer que le mouvement de l'électron est uniforme. 0,5 pt
1-3- Établir l'expression de sa vitesse v en fonction de k, e, r et m. 0,5 pt
1-4- Exprimer son énergie cinétique en fonction des mêmes paramètres. 0,5 pt
1-5- Exprimer son énergie mécanique E en fonction de k, e et r, sachant que son énergie potentielle est $E_P = -\dfrac{k\,e^2}{r}$. Quelle est sa limite quand r tend vers l'infini ? (0,25 + 0,25) pt

2. Différents faits expérimentaux ont conduit Niels Bohr à formuler l'hypothèse suivante : l'électron ne peut se déplacer que sur certains cercles dont les rayons r_n obéissent à la loi $v_n \times r_n = n \times K\dfrac{1}{m}$.
K : constante universelle : $K = 1{,}054 \times 10^{-34}$ J s
n : nombre entier : $n \geqslant 1$
v_n : vitesse de l'électron sur le cercle de rayon r_n.

2-1- Déterminer l'expression de r_n en fonction des constantes k, K, m, e et de n. 0,5 pt
2-2- Déterminer l'expression de E_n, énergie mécanique de l'électron sur le cercle de rayon r_n, en fonction des mêmes paramètres. Exprimer E_n en fonction de E_1. 1 pt
2-3- Calculer E_1 et E_2 en électronvolts. Quelle cause peut faire passer l'énergie de l'électron de E_1 à E_2 ? 1 pt

Exercice 2 : / 4 Points

Dans un atelier de mécanique, un chariot alimenté en énergie électrique se déplace sur un rail ABCD. Le rail est constitué de trois tronçons : le tronçon AB est rectiligne horizontal, le tronçon BC est un arc de cercle de centre O et de rayon r dans le plan vertical et, le tronçon CD est rectiligne incliné d'un angle $\theta = 30°$ sur l'horizontal . CD = AB. (Voir figure ci-dessous)
Le chariot de masse 60 kg démarre en A soumis à une force motrice $\vec{F}$ parallèle au rail, et acquiert une vitesse de 9 km h^{-1} en B, à 6 m de A. Les frottements sur tout le parcours sont équivalents à une force unique $\vec{f}$ d'intensité constante égale à 8 % du poids. (Voir la figure ci-dessous)



1- Quelle est l'accélération du mouvement sur le tronçon AB ? 1 pt

2- Déterminer la durée du trajet AB puis, l'intensité de la force motrice $\vec{F}$. 0,5 pt × 2

3- On admet que la force motrice sur le tronçon BC reste parallèle à la tangente à l'arc de cercle. L'opérateur désire garder la vitesse constante sur ce tronçon. Quelle variation doit-il infliger à l'intensité de la force matrice ? 1 pt

4- Au point C, l'opérateur coupe l'alimentation électrique. Le chariot rebrousse alors chemin au point D. Trouver l'accélération du mouvement ascendant sur le tronçon CD puis, celle du mouvement descendant sur le même tronçon. 0,5 pt × 2

Exercice 3 : / 5 Points

Un satellite de masse m, supposé ponctuel, se trouve sur une orbite autour de la terre. On néglige l'interaction entre le satellite et les autres planètes et on considère que la terre est sphérique de rayon R et homogène de masse M.

1- Donner l'expression de l'intensité de l'interaction entre le satellite et la terre en fonction des deux masses et de l'altitude h du satellite par rapport à la surface de la terre. 1 pt

2- On note g_0 le champ gravitationnel à la surface de la terre. Retrouver l'interaction précédente en fonction de g_0 0,5 pt

3- À partir d'une étude dynamique, retrouver alors une expression de la période du mouvement du satellite. 1,5 pt

4- L'intensité du champ gravitationnel terrestre sur l'orbite du satellite vaut 1/25 de g_0. Déterminer l'altitude h de ce satellite puis la période de son mouvement. 1 pt

5- Dans quel sens et de combien doit-on faire varier l'altitude de ce satellite pour qu'il devienne géostationnaire ? 1 pt

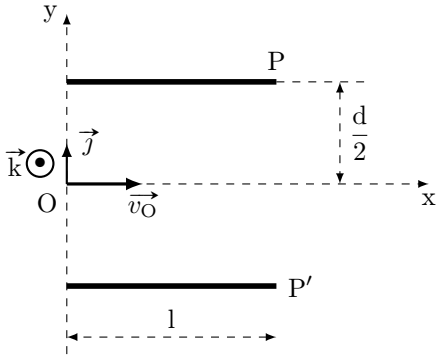
Données : $R = 6\,380\,\text{km}$; $g_0 = 8{,}80\,\text{m}\,\text{s}^{-2}$. La durée d'un jour sidéral est de 86 164 s.

Exercice 4 : / 6 Points

Un dispositif de déflexion électrique est constitué par les deux plaques P et P′ d'un condensateur. Elles ont une longueur l et sont distantes de d.

En O, pénètre un faisceau homocinétique d'électrons de charge q et de masse m ; leur vitesse en O est $\overrightarrow{v_O} = v_O\,\vec{\imath}$.

On applique une tension $U_{PP'} = -U$ $(U > 0)$ entre les deux plaques.



1- Représenter le champ électrique entre les deux plaques. 0,5 pt

2- Exprimer la valeur E de ce champ. Puis donner les coordonnées de $\vec{E}$ dans le repère $\left(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k}\right)$. 0,5 pt

3- Écrire la relation entre le vecteur accélération $\vec{a}$ et le vecteur champ électrique $\vec{E}$. 0,5 pt

4- Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire. 1 pt

5- Les électrons du faisceau sortent de la région située entre les plaques du condensateur en un point S.

5-1- Déterminer les coordonnées de ce point de sortie S. 0,5 pt

5-2- Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse $\overrightarrow{v_S}$ en S et l'angle α que fait ce vecteur par rapport à l'axe (Ox). 1 pt

5-3- Calculer la durée τ de passage à l'intérieur du dispositif et la valeur de la déviation y_S. 2 pt

Données : $U = 400\,\text{V}$; $v_O = 10^7\,\text{m/s}$; $d = l = 4\,\text{cm}$.