LYCEE D'EXCELLENCE PRIVE ROSE DIENG KUNTZ
324 Cité du golf – Cambérène Golf Sud
Tel. 221 33 877 23 31 / 76 266 22 22 -BP: 5018 Dakar Fann – SENEGAL
Email: leprosedieng@ism.edu.sn

Composition n°1 – Sciences Physiques (4 heures)

Exercice n°1 : (4 points)

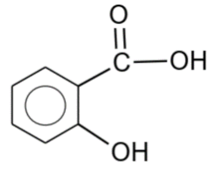
Dans un laboratoire, un technicien se propose de trouver la formule semi-développée d'un l'alcool saturé. Il prélève une masse m_0 = 10,2 g du flacon contenant l'alcool qu'il oxyde avec une solution acidifiée de dichromate de potassium ($2K^+ + Cr_2O_7^{2-}$) en excès, de concentration C = 0,05 mol.L^{-1}. Le produit d'oxydation est isolé et entièrement recueilli dans une fiole jaugée de 250 mL qu'il complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. La solution (S) ainsi obtenue ne régit pas avec la D.N.P.H. Il prélève un volume V_1 = 15mL de la solution (S) qu'il dose par une solution de soude de concentration C_2 = 0,5 mol.L^{-1}. L'équivalence est atteinte pour un volume V_2 = 12 mL de soude versé.

1.1- Montrer que la masse molaire de l'alcool vaut 102 g/mol.

1.2- Quelle est la classe de l'alcool ? Ecrire les formules semi-développées possibles de l'alcool. Nommer les.

1.3- Sachant que l'alcool est ramifié et non chiral, et qu'il ne peut pas subir une réaction de déshydratation intramoléculaire. En procédant par élimination, déterminer la formule semi-développée de l'alcool.

1.4- Le technicien se propose ensuite de synthétiser un ester, le salicylate d'isoamyle, fréquemment utilisé dans les parfums pour sa capacité à contrer et/ou masquer les odeurs désagréables. Pour cela il fait réagir une quantité n = 2,5 mol d'un alcool de nom 2,2-diméthylbutan-1-ol et une masse m = 207 g d'acide salicylique. Il se forme 266,4 g d'un composé organique.


acide salicylique

1.4-1. Ecrire l'équation bilan de la réaction estérification.

1.4-2. Déterminer le rendement.

Exercice n°2 : (4 points)

A 25°C, une solution contenant des ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ et des ions iodure I^- se transforme lentement. Le tableau suivant traduit l'évolution d'un système contenant initialement 10 mmol de peroxodisulfate de potassium et 50 mmol d'iodure de potassium.

t (min)	0	2,5	5	7,5	10	15	20	24	25	30
$n_{S_2O_8^{2-}}$ (mmol)	10	9	8,3	7,6	7	6,15	5,4	5	4,9	4,4

2.1 - Écrire l'équation de cette réaction notée (1), sachant qu'elle fournit du diiode I_2 et des ions sulfate SO_4^{2-}

2.2 - Déterminer, en mmol, la composition du mélange réactionnel pour *t* = 7,5 min.

2.3 – Tracer la courbe n($S_2O_8^{2-}$)=f(t)

2.4 - Déterminer, en mmol/min, la vitesse moyenne de disparition des ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ entre t_1 = 5 min et t_2 = 20 min. Quelle est alors la vitesse moyenne de formation du diiode entre t_1 et t_2 ?

2.5 - Déterminer, en mmol/min, la vitesse instantanée de disparition des ions peroxodisulfate $S_2O_8^{2-}$ aux dates t_1 = 5 min et t_2 = 20 min.

2.6 - Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ qui est le temps au bout duquel la moitié du réactif limitant a disparu.

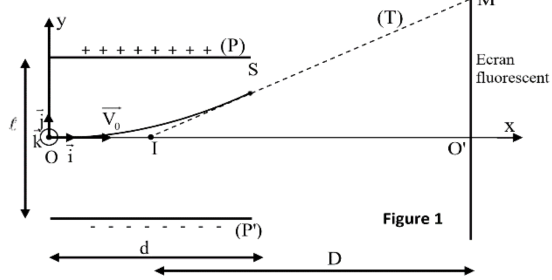
Exercice 3: (4 points)

Partie I: Etude de l'action d'un champ électrostatique uniforme sur un faisceau d'électrons

Un faisceau d'électrons produit par un canon à électrons arrivant en O avec la vitesse $\vec{V}_0 = V_0\vec{\imath}$ est alors soumis, au cours de son mouvement le long de la distance d, à l'action d'un champ électrostatique $\vec{E}$ uniforme créé par deux plaques planes (P) et (P') orthogonales au plan (xOy) et distantes de ℓ (figure 1). On désigne par $U = V_p - V_{p'}$ la différence de potentiel entre (P) et (P') et par D la distance du point I à l'écran fluorescent.

Le mouvement de l'électron est étudié dans le repère orthonormé $\mathscr{R}(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k})$ associé à un référentiel terrestre supposé galiléen. On prend l'instant où l'électron passe par O comme origine des dates (t =0).

Figure 1



3.1- Montrer que l'équation de la trajectoire du mouvement de l'électron dans le repère $\mathscr{R}(O,\vec{\imath},\vec{\jmath},\vec{k})$ s'écrit : $y = \dfrac{eU}{2\ell m V_0^2}x^2$

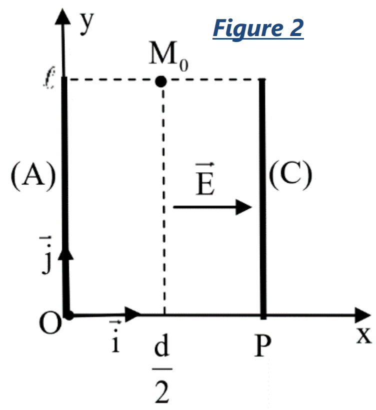
3.2- Le faisceau d'électrons sort du champ électrostatique en un point S. Il poursuit son mouvement et heurte l'écran fluorescent en un point M. La droite (T)représente la tangente à la trajectoire au point S (figure 1). Montrer que la déviation électrique O'M d'un électron s'écrit : $O'M = \dfrac{eDdU}{\ell m V_0^2}$. Calculer V_0

O'M=5,4cm ; D=30cm ; U=1200V ; ℓ= 4 cm ; d = 6 cm; $m=9{,}1.10^{-31}$kg; $q=-e=-1{,}6.10^{-19}$C

Partie II : Mouvement d'une sphère chargée dans le champ de pesanteur et dans un champ électrique

Deux plaques métalliques verticales (A)et (C) sont placées dans le vide à une distance d l'une de l'autre et sont soumises à une tension $U_0=V_A - V_C$ positive. La longueur de chaque plaque est ℓ. Entre les deux plaques, règne un champ électrostatique uniforme E (figure 2).

Figure 2



Une petite sphère (S) pesante de masse m, portant une charge positive q, est abandonnée sans vitesse initiale à l'instant t =0 du point M_0. On étudie le mouvement du centre d'inertie G de la sphère (S) dans un repère orthonormé $\mathscr{R}$ (O, $\vec{\imath}$, $\vec{\jmath}$) lié au référentiel terrestre considéré galiléen. Les coordonnées du point M_0 dans le repère sont : $M_0(\frac{d}{2}; \ell)$. Entre les deux plaques la sphère est soumise en plus de son poids à la force électrostatique $\vec{F}=q\vec{E}$.

Données : $g=10m.s^{-2}$; ℓ=1m ; d= 4cm ; $\alpha = \dfrac{q}{m} = 10^{-6}$ C.kg^{-1}

3.3- En appliquant la deuxieme loi de Newton, établir les équations horaires du mouvement x(t) et y(t) du centre d'inertie G en faisant apparaitre U_0.

3.4- Déduire l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G de la sphère.

3.5- Pour une valeur déterminée de la tension U_0, la trajectoire du centre d'inertie G de la sphère passe par le point P.
Montrer que U_0= 8kV.

Exercice n°4: (4 points)

Mars est l'une des planètes du système solaire facilement repérable dans le ciel grâce à sa luminosité et sa couleur rouge. Ses deux satellites naturels sont Phobos et Déimos. L'exercice propose de déterminer quelques grandeurs physiques liées à cette planète.

Données :

- Masse du soleil : $M_S = 2.10^{30}$ kg ;
- Rayon de Mars : $R_M = 3400$ km ;
- Constante d'attraction universelle : $G = 6{,}67.10^{-11}$ (SI) ;
- Période de révolution de Mars autour du soleil : $T_M = 687$ jours ; 1jour = 86164 s ;
- Intensité de pesanteur à la surface de la Terre : $g_0 = 9{,}8\ N.kg^{-1}$.

On considère que le soleil et Mars sont à répartitions sphériques de masses.

4.1- Détermination du rayon de la trajectoire de Mars et sa vitesse :

On considère que le mouvement de mars dans le repère héliocentrique est circulaire de vitesse V et de rayon r (On néglige les dimensions de la planète Mars devant la distance qui la sépare du centre du Soleil, ainsi que les forces qui lui sont appliquées devant la force d'attraction universelle exercée par le Soleil).

4.1.1- Représenter sur un schéma le vecteur force modélisant l'action appliquée par le Soleil sur la planète Mars.

4.1.2- Ecrire en fonction de G, M_S, M_M, et r, l'expression de l'intensité $F_{S/M}$ de la force de gravitation universelle exercée par le Soleil sur Mars. (M_M représente la masse de la planète Mars).

4.1.3- En appliquant la deuxième loi de Newton :

4.1.3-1. Monter que mouvement de Mars est circulaire uniforme.

4.1.3-2. Établir la relation entre la période et le rayon est : $\dfrac{(T_M)^2}{r^3} = \dfrac{4.\pi^2}{GM_S}$

4.1.3-3. Calculer la valeur du rayon r.

4.1.3-4. Déterminer la valeur de la vitesse V.

4.1.4- On considère que Phobos est en mouvement circulaire uniforme autour de Mars à une distance z = 6000 km de sa surface. La période de ce mouvement est $T_P = 460$ min. (On néglige les dimensions de Phobos devant les autres dimensions). En étudiant le mouvement de Phobos dans un repère d'origine confondu avec le centre de Mars et supposé galiléen, déterminer la masse M_M de Mars.

Exercice n°5: (4 points)

La course à bicyclette sur des circuits fermés est devenue un sport très populaire. Plusieurs compétitions s'organisent chaque année avec des circuits fermés qui comprennent des obstacles. Cet exercice vise l'étude du mouvement du centre d'inertie d'un système {Cycliste – Bicyclette} dans un circuit fermé de la région de Dakar.

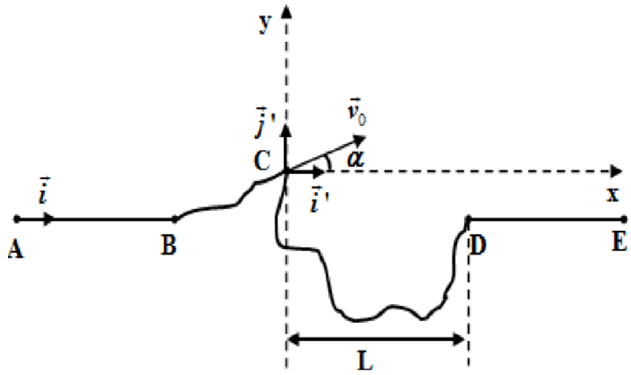
Au cours de sa participation à une course dont le circuit est représenté sur la figure (1), un cycliste parcourt une partie de ce circuit constituée d'un tronçon AB rectiligne horizontal, d'un tronçon BC curviligne qui s'ouvre sur une fosse de largeur L et d'un tronçon DE horizontal.

Le mouvement sur le tronçon AB se fait avec des frottements modélisés par une force *f* constante de sens opposé au sens du vecteur vitesse. L'ensemble {Cycliste – Bicyclette} constitue un système de masse *m* et de centre d'inertie *G*.

5.1- Mouvement du cycliste sur le tronçon AB

Le cycliste exerce entre A et B un effort modélisé par une force $\vec{F}$ horizontale supposée constante de même sens que le mouvement de *G*. Le cycliste démarre sans vitesse initiale de la position A. Pour étudier le mouvement de *G*, on choisit le repère $(A,\vec{i})$ lié à la Terre supposé Galiléen. À l'instant $t_0 = 0$, $x_G = x_A = 0$.

<u>Données</u> : $m = 70$ kg ; $g = 10$ m.s^{-2} ; $F = 180$ N ; $f = 80$ N ; $AB = 60$ m.



5.1.1- En appliquant la deuxième loi de Newton, exprimer l'expression de l'accélération *a* du mouvement de G en fonction de m, F et *f*.

5.1.2- Déterminer, en justifiant la réponse, la nature du mouvement de G.

5.1.3- Calculer la valeur de t_B, instant de passage de *G* par *B*.

5.1.4- Déterminer la valeur de la vitesse v_B de *G* lors de son passage par *B*.

5.1.5- Déterminer l'intensité de la force $\vec{R}$ exercée par le plan sur le système au cours de son mouvement sur le tronçon *AB*.

5.2. Mouvement du cycliste durant la phase du saut.

Le cycliste quitte le tronçon BC en C avec une vitesse v_0 qui fait un angle α avec le plan horizontal. Au cours du saut, le système {Cycliste – Bicyclette} n'est soumis qu'à son poids. On étudie le mouvement de *G*, dans un repère orthonormé $(C,\vec{i}',\vec{j}')$ lié à la Terre supposé Galiléen. On choisit l'instant de passage de *G* en C comme nouvelle origine des dates $t_0 = 0$.

5.2.1- Établir les équations horaires du mouvement de *G* lors de la chute libre.
Au cours du mouvement, *G* atteint le sommet de la trajectoire à l'instant $t_S = 0{,}174$s et puis le système tombe sur le sol à l'instant $t_P = 1$s. Calculer v_o.

<u>Données</u> : $\alpha = 10°$; $L = 8$m ; $g = 10$ m.s^{-2}

5.2.2- Le cycliste a-t-il dépassé la fosse ? justifier.

5.2.3- Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse $\vec{v}_P$ de *G* à l'instant t_P.

<u>FIN DE L'EPREUVE</u>