CAFTANA

Prépa Bac TANA

Vol. TS, No. 1, Avril 2025, pp. 1-5

Ministère de l'Education Nationale
un peuple un but une foi
SÉNÉGAL

Ensembles, construisons une Afrique industrialisée dans un environnement globalement sain

Composition du premier semestre

Inspection d'Académie : Dakar
Pays : Sénégal
Auteur (s) : IA de Dakar
Niveau : Terminale S1
Discipline : Sciences Physiques
Durée : 4h

Exercice 1 : (03 points)

Données : densité de l'acide acétique : $d = 1,05$

Au laboratoire d'un lycée de Dakar, on trouve un flacon d'un monoalcool dont l'étiquette n'est plus complétement lisible. Sur l'étiquette, il y a une tâche, probablement due à une main mouillée, qui empêche la lecture d'une partie du nom. On ne peut lire sur l'étiquette que l'indication « **2-pheny…ol** » et la valeur de la masse molaire $M = 136\ g \cdot mol^{-1}$. En voyant ce nom incomplet, un professeur eut l'idée d'en faire un exercice d'évaluation pour ses élèves et dont les questions sont les suivantes.

1.1. En supposant que ce monoalcool ne comporte qu'un seul noyau aromatique lié à un carbone appartenant à une chaîne carbonée saturée possédant n carbone, donner sa formule brute en fonction de n. En déduire la valeur de n. **(0,5 pt)**
1.2. Déterminer les formules semi-développées possibles de cet alcool. Les nommer. **(0,75 pt)**
1.3. Mise à part la combustion, le cycle benzénique est résistant à l'oxydation. L'oxydation ménagée de l'alcool par le permanganate de potassium, donne un produit qui réagit avec la DNPH.
1.3.1. Donner le nom de l'alcool. **(0,25 pt)**
1.3.2. Écrire l'équation-bilan de l'oxydation. **(0,5 pt)**
1.4. L'estérification d'un mélange équimolaire de l'alcool et de l'acide acétique dont le volume utilisé est de 20 mL, conduit à 67% d'ester.
1.4.1. Écrire l'équation-bilan de l'estérification et donner le nom de l'ester. **(0,5 pt)**
1.4.2. Déterminer la masse de l'ester. **(0,5 pt)**

Exercice 2 : (03 points)

On désire réaliser à température constante et en présence d'un catalyseur la décomposition du peroxyde d'hydrogène H_2O_2 (eau oxygénée). L'équation-bilan de cette réaction est :

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

Á cet effet, on part d'un volume V = 10 mL de solution de peroxyde d'hydrogène de concentration molaire $C_0 = 6{,}0 \times 10^{-2}$ mol · L^{-1}. Par intervalles de temps réguliers, on mesure à pression constante le volume de dioxygène dégagé au cours du temps. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

t (min)	0	5	10	15	20	25	30
$V(O_2)$ (mL)	0	1,56	2,74	3,65	4,42	4,90	5,26
$[H_2O_2]_R$ (mol · L^{-1})							

2.1. Donner la définition d'un catalyseur. **(0,25 pt)**
2.2. Montrer que la concentration molaire $[H_2O_2]_R$ de l'eau oxygénée restant à chaque instant est donnée en fonction de C_0, $V(O_2)$, V et V_m par la relation :

$$[H_2O_2]_R = C_0 - \frac{V(O_2)}{12V}.$$ **(0,25 pt)**

Avec V_m : volume molaire dans les conditions expérimentales.

On prendra : $V_m = 24$ L · mol^{-1}.

2.3. On considère constant le volume V de la solution d'eau oxygénée.
2.3.1. Compléter le tableau de valeurs ci-dessus en utilisant la relation ci-dessus. **(0,25 pt)**
2.3.2. Tracer le graphe $[H_2O_2]_R = f(t)$. **(0,25 pt)**

Échelle : abscisses : 1 cm pour 2 min ; ordonnées : 2 cm pour $0{,}5 \times 10^{-2}$ mol · L^{-1}.

2.3.3. Commenter l'allure de la courbe. **(0,25 pt)**
2.3.4. Définir la vitesse moyenne de disparition de l'eau oxygène entre deux instants t_1 et t_2 quelconques. **(0,25 pt)**
2.3.5. Calculer les vitesses moyennes disparition de l'eau oxygène entre les instants $t_0 = 0$ et $t_2 = 10$ min puis entre $t_5 = 20$ min et $t_6 = 30$ min. et conclure. **(2 × 0,25 pt)**
2.3.6. Définir la vitesse instantanée de disparition de l'eau oxygénée. **(0,25 pt)**
2.3.7. Calculer la vitesse instantanée de disparition de l'eau oxygénée à la date $t = 0$ puis à la date $t = 15$ min. Conclure. **(2 × 0,25 pt)**
2.3.8. Á quelle date aura-t-il la formation d'un volume $V(O_2) = 1{,}92$ mL ? **(0,25 pt)**
2.3.9. Quelle est la vitesse instantanée de formation du dioxygène à t = 15min ? **(0,25 pt)**

<u>Exercice 3 :</u> (04 points)

Mouvement de chute verticale d'une bille dans un liquide visqueux

On étudie le mouvement de chute du centre d'inertie G d'une bille sphérique homogène, de masse m et de rayon r, dans une huile contenue dans un tube. Le mouvement est étudié dans un repère $(O, \vec{k})$ lié à un référentiel terrestre considéré comme galiléen (voir figure 1). On repère la position de G à tout instant par la cote z de l'axe vertical $(O, \vec{k})$ dirigé vers le bas. L'origine de l'axe est confondue avec le point O. Á l'instant de date t_0, prise comme origine des dates ($t_0 = 0$), on lâche la bille sans vitesse initiale du point O_1 (figure 1). Au cours de sa chute dans l'huile, la bille est soumise, en plus de son poids, à :

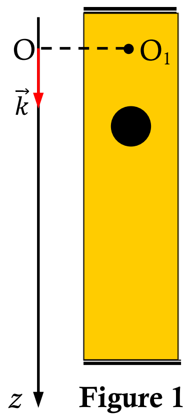


Figure 1

✓ la force de frottement fluide $\vec{f} = -6\pi\eta r v \vec{k}$ où η est la viscosité de l'huile, r le rayon de la bille et v la vitesse de G à un instant t ;

✓ la poussée d'Archimède : $\overrightarrow{F_S} = -\rho_l V_S \vec{g}$ où g est l'intensité de la pesanteur, V_S le volume de la bille et ρ_l la masse volumique de l'huile.

Données :

- *intensité de la pesanteur* : g = 9,81 m · s^{-2} ;
- *masse volumique de l'huile* : ρ_l = 860 kg · m^{-3} ;
- *rayon de la bille* : r =6,3 mm ;
- *masse volumique de la matière constituant la bille* : ρ_S = 4490 kg · m^{-3}.

On rappelle que le volume V d'une sphère de rayon r est : $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

3.1. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle du mouvement de G vérifiée par la vitesse v s'écrit :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{1}{\tau}v = g\left(1 - \frac{\rho_l}{\rho_S}\right).$$ **(01 pt)**

Dans cette équation, τ est le temps caractéristique du mouvement exprimé en fonction des paramètres de l'exercice.

3.2. Rechercher à l'aide de cette équation différentielle l'expression de la vitesse limite v_{lim} en fonction de g, τ, ρ_l et ρ_S. **(01 pt)**

3.3. La vitesse limite v_{lim} de la bille est déterminée par une étude expérimentale qui consiste à filmer le mouvement de la bille dans un tube en verre vertical de hauteur h = 90 cm et rempli de l'huile utilisée. L'exploitation des résultats de l'enregistrement a donné v_{lim} = 100 cm · s^{-1}. Exprimer la viscosité η en fonction de v_{lim} et des données de l'exercice. **(0,5 pt)**

3.4. Montrer que la solution de l'équation différentielle vérifiée par la vitesse v peut s'écrire :

$$v(t) = v_{lim}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right).$$ **(0,5 pt)**

Calculer sa valeur. **(0,25 pt)**

3.5. Montrer que la cote $z(t)$ vérifie la relation :

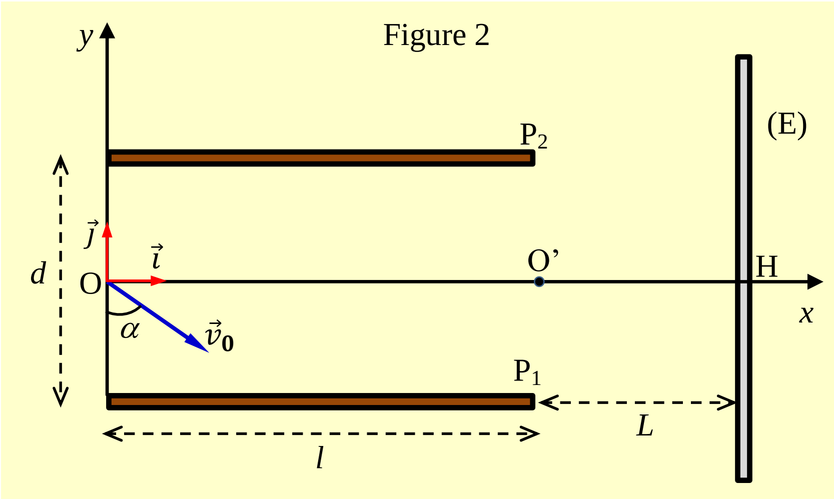
$$z(t) = v_{lim}\left[t + \tau\left(-1 + e^{-\frac{t}{\tau}}\right)\right].$$ **(0,5 pt)**

Calculer sa valeur pour t = 7 s. Expliquer pourquoi ce tube de hauteur h = 90 cm est convenable. **(0,25 pt)**

<u>Exercice 4 :</u> (05 points)

Données : *accélération du champ de pesanteur* g = 10 m · s^{-2}.

4.1. Une petite sphère électrisée de masse m = 50 g, considérée comme ponctuelle, pénètre en O entre les armatures P_1 et P_2 d'un condensateur avec la vitesse de norme v_0 =10 m · s^{-1} dont la direction fait avec l'axe (Oy) un angle α > 45° (voir figure 2 ci-après).



La sphère porte la charge $q = 10^{-6}$ C. Les armatures P_1 et P_2 de longueur l = 25 cm sont distantes de d = 8 cm.

La tension appliquée entre les armatures est $U = U_{P1P2} > 0$. Il règne constamment à l'intérieur du condensateur un champ électrique $\vec{E}$ et le champ de pesanteur $\vec{g}$.

4.1.1. Établir les équations horaires du mouvement de la sphère entre les armatures. En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire à l'intérieur du condensateur. **(1,5 pt)**
4.1.2. Pour $\alpha = 70°$, déterminer les valeurs de la tension U pour que la sphère n'heurte pas la plaque inférieure P_1. **(0,5 pt)**
4.1.3. Pour U = 840 kV, déterminer la valeur de l'angle α pour que la sphère ressorte du condensateur en O'. **(0,5 pt)**
4.1.4. En déduire la valeur de la vitesse $\overrightarrow{v'}_0$ avec laquelle la sphère sort du condensateur en O'. Quel angle $\overrightarrow{v'}_0$ fait-elle avec le plan horizontal ? **(0,5 pt)**

4.2. Á la sortie du condensateur en O' avec le vecteur $\overrightarrow{v'}_0$ précédent, la sphère entre dans une région où elle n'est soumise qu'au champ de pesanteur.
4.2.1. Établir l'équation cartésienne de la trajectoire de la sphère dans le repère (O, $\vec{\imath}$, $\vec{\jmath}$).**(1 pt)**
4.2.2. Un écran (E) est disposé à la distance $L = O'H$ = 50 cm. Déterminer dans le repère (O, $\vec{\imath}$, $\vec{\jmath}$), les coordonnées du point d'impact P de la sphère sur l'écran ainsi que celles du vecteur vitesse au point P. **(1 pt)**

Exercice 5 : (05 points)

On considère que la Terre est sphérique et homogène de masse $M_T = 6 \times 1024$ kg, de centre d'inertie O et de rayon R_T = 6400 km.

5.1. Dans un repère géocentrique supposé galiléen, on considère un satellite de centre d'inertie S dont la trajectoire est une orbite circulaire située dans le plan équatorial à la l'altitude $h = 7{,}8 \times 105$ m autour de la terre.

5.1.1. Faire un schéma sur lequel apparaitra la force exercée par la Terre sur le satellite, le vecteur champ gravitationnel crée en S et le vecteur unitaire $\vec{u}_{OS}$. **(0,5 pt)**
5.1.2. Á partir de la loi de gravitation universelle, établir la valeur du vecteur champ gravitation $G(h)$ à l'altitude h en fonction de K, M_T, R_T et h. En déduire que :

$$G(h) = G_0 \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}.$$ **(0,5 pt)**

5.1.3. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. **(0,5 pt)**

5.1.4. Établir l'expression de la vitesse v du satellite dans le référentiel géocentrique en fonction de G_0, R_T et h, et de celles de sa période T et de sa vitesse angulaire ω. **(0,5 pt)**

5.2. On considère un satellite en orbite à basse altitude h.

5.2.1. Calculer numériquement v, T et ω. On prendra : $G_0 = 9{,}8$ S.I. **(0,75 pt)**

5.2.2. Le satellite se déplace dans le même sens que la Terre. Déterminer la durée T' qui sépare deux passages successifs du satellite à la verticale d'un point donné de l'Équateur. On rappelle que la période de rotation de la terre sur elle-même est $T_0 = 86164$ s. **(0,5 pt)**

5.3. On considère maintenant un satellite en orbite géostationnaire.

5.3.1. Quelle est la particularité d'un satellite géostationnaire ? **(0,25 pt)**

5.3.2. Exprimer l'altitude h à laquelle évolue un tel satellite puis calculer sa valeur. **(0,5 pt)**

5.4. On considère maintenant un satellite évoluant initialement à l'altitude h_0 = 780 km et qui perd de l'altitude à chaque tour sous l'influence d'actions diverses. La réduction d'altitude à la fin de chaque tour est supposée égale au millième de l'altitude en début de tour.

5.4.1. Établir une relation entre l'altitude h (n+1) en début du (n +1) ème tour et l'altitude h_0 en début du nième tour. **(0,5 pt)**

5.4.2. En déduire une relation entre h et h_0. **(0,25 pt)**

5.4.3. En déduire la valeur du nombre n de tours effectués par le satellite quand il atteint l'altitude de 400 km. **(0,25 pt)**