

Composition du premier semestre

Inspection d'Académie : Saint-Louis

Pays : Sénégal

Auteur (s) : IA de Saint-Louis

Niveau : Terminale S2

Discipline : Sciences Physiques

Durée : 4h

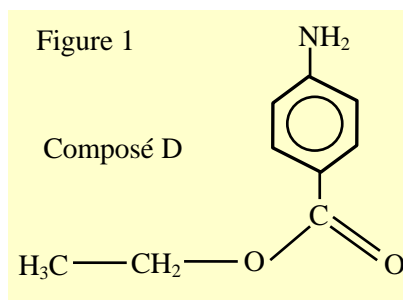
Ce document, publié par le CAFTANA est mis au service de la communauté scolaire

Exercice 1: (04 points)

Données :

- Masse molaire : $M(D) = 165,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
- Masse molaire : $M(A) = 137,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Afin d'atténuer la douleur de la piqûre engendrée par la pose de la perfusion d'un patient, une infirmière utilise préalablement une pommade à base de benzocaïne. La benzocaïne est un composé de synthèse utilisé comme anesthésique local d'usage externe. La benzocaïne ou 4-aminobenzoate d'éthyle sera notée D ; sa formule semi-développée est représentée sur la figure 1 ci-contre:



- 1.1. Recopier la formule semi-développée de D en entourant les groupes fonctionnels présents. On précisera le nom de chaque groupe fonctionnel. **(0,5 pt)**
- 1.2. Représenter les formules semi-développées de l'acide A et de l'alcool B dont est issue la benzocaïne. Donner les noms de A et B dans la nomenclature systématique. **(0,75 pt)**
- 1.3. Dans un ballon de 100 mL, on introduit une masse $m_A = 3,0 \text{ g}$ du composé A à l'état solide puis on ajoute 20,0 mL du composé B (en excès). On agite doucement le mélange obtenu. Le ballon est ensuite placé dans un bain de glace et on ajoute goutte à goutte 1 mL d'une solution concentrée d'acide sulfurique. Après chauffage à reflux pendant une heure, le produit formé est récupéré après avoir effectué plusieurs étapes de séparation. Séché et pesé le produit obtenu a une masse égale à 1,7 g.
 - 1.3.1. Écrire l'équation bilan de la réaction entre les composés A et B en utilisant les formules semi-développées. **(0,5 pt)**
 - 1.3.2. Donner le nom de cette réaction et préciser ses caractéristiques. **(0,75 pt)**
 - 1.3.3. Déterminer le rendement de la synthèse de D. **(0,5 pt)**
 - 1.3.4. Proposer deux composés E et F dérivés de A pour obtenir le composé D par une réaction *rapide* et *totale*. Écrire les équations bilans des réactions de ces dérivés avec B pour donner D. **(1 pt)**

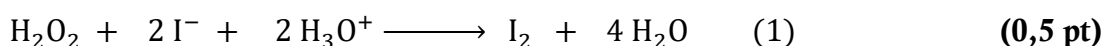
Exercice 2 : (04 points)

Données : Couples redox mis en jeu:

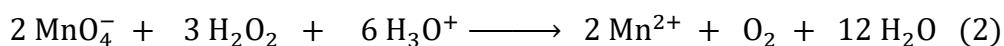
- $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$ ($E_2^0 = 1,78 \text{ V}$) ;
- I_2 / I^- ($E_2^0 = 0,54 \text{ V}$).

On mélange, à la date $t = 0 \text{ s}$, un volume $V_1 = 50 \text{ mL}$ de solution S_1 d'iodure de potassium ($\text{K}^+ + \text{I}^-$) de concentration molaire C_1 avec un volume $V_2 = 25 \text{ mL}$ d'une solution S_2 d'eau oxygénée (H_2O_2) de concentration C_2 . La réaction qui se produit entre les ions iodures (I^-) et l'eau oxygénée est lente et totale.

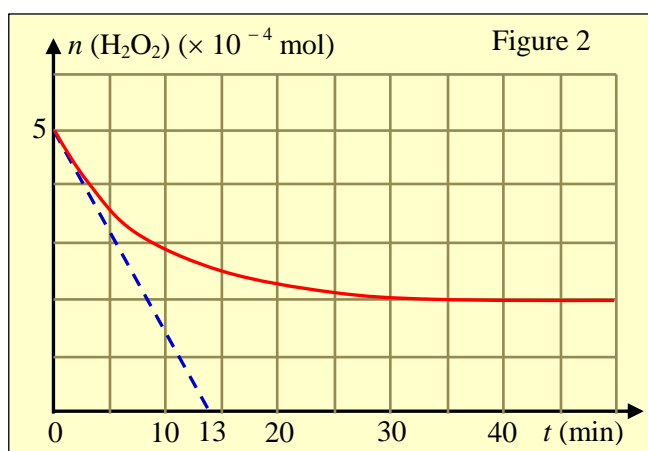
2.1. À partir des demi-équations électroniques de chaque couple, montrer que l'équation bilan de la réaction s'écrit :



2.2. Pour étudier la cinétique de cette réaction, on prélève dans le mélange réactionnel des volumes identiques $V_p = 5 \text{ mL}$. On dose ensuite la quantité d'eau oxygénée (H_2O_2) restante dans chaque prélèvement par une solution de permanganate de potassium ($\text{K}^+ + \text{MnO}_4^-$) en milieu acide de concentration molaire $C = 0,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Soit V_0 le volume de la solution de permanganate de potassium nécessaire pour obtenir l'équivalence. L'équation bilan de la réaction qui se produit est :



Les résultats du dosage ont permis de tracer le graphe de l'évolution de la quantité de matière d'eau oxygénée restante en fonction du temps (voir figure 2 ci-dessous)



2.2.1. En utilisant le graphe de la figure 2, préciser le réactif limitant. Calculer la quantité de matière initiale $n_0^p(\text{I}^-)$ d'ion iodure dans chaque prélèvement. (0,5 pt)

2.2.2. En déduire les valeurs des concentrations C_1 et C_2 . (0,5 pt)

2.2.3. En utilisant la réaction (2) de dosage, déterminer le volume V de permanganate de potassium versé quand la réaction (1) est terminée. (0,5 pt)

2.2.4. Définir la vitesse instantanée de disparition de l'eau oxygénée puis calculer sa valeur maximale. (0,75 pt)

2.2.5. Calculer la vitesse de disparition de l'eau oxygénée à la date $t = 15 \text{ min}$. En déduire la vitesse de disparition des ions I^- à la même date. (0,5 pt)

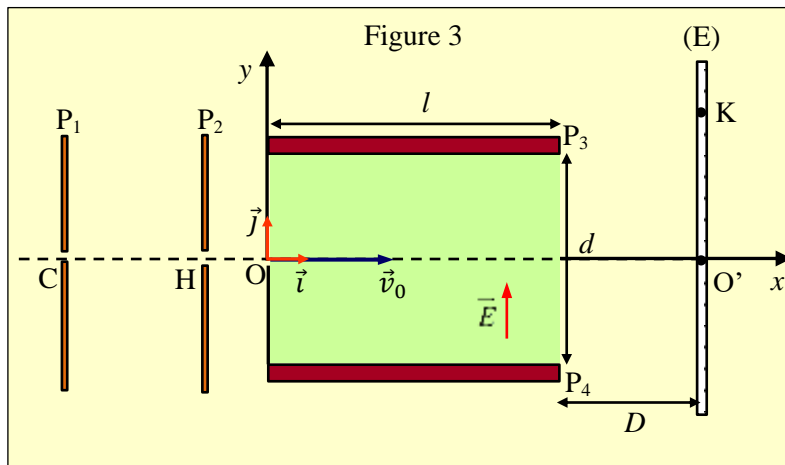
2.2.6. Comment évolue cette vitesse de disparition ? Quel est le facteur cinétique mis en jeu ? (0,75 pt)

Exercice 3 : (04 points)**Données :**

- $D = 50 \text{ cm}$; $d = 10 \text{ cm}$; $U_0 = 2000 \text{ V}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$;
- $m({}_{12}^{24}\text{Mg}^{2+}) = 24 m_p$ avec $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Dans tout l'exercice, on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable devant les autres forces.

On considère le dispositif de la figure 3 ci – dessous.



Des ions ${}_{12}^{24}\text{Mg}^{2+}$ sortant d'une chambre d'ionisation, pénètrent avec une vitesse nulle, par un trou C, dans l'espace compris entre deux plaques P_1 et P_2 verticales où ils sont accélérés par une différence de potentiel.

3.1. Quelle plaque P_1 ou P_2 doit-on porter au potentiel le plus élevé ? Justifier. **(0,75 pt)**

3.2. On posera par la suite que $|U_{P1P2}| = U_0$. Exprimer la vitesse de sortie d'un ion Mg^{2+} en H en fonction de U_0, e et m_p . Calculer cette vitesse. **(0,5 pt)**

3.3. À la sortie de la plaque P_2 en H, les ions traversent un espace vide avant d'entrer en un point O équidistant des deux autres plaques P_3 et P_4 parallèles, horizontales, distantes de $d = 10 \text{ cm}$ et de longueur $l = 25 \text{ cm}$. La tension U appliquée entre ces plaques crée un champ électrostatique \vec{E} uniforme.

3.3.1. Montrer que l'énergie cinétique d'un ion Mg^{2+} se conserve entre H et O. En déduire la vitesse d'arrivée d'un ion en O. **(0,5 pt)**

3.3.2. Établir dans le repère $(O; \vec{i}, \vec{j})$ les équations horaires du mouvement d'un ion Mg^{2+} dans la région limitée par les plaques P_3 et P_4 . **(0,5 pt)**

3.3.3. Montrer que l'équation de la trajectoire peut se mettre sous la forme :

$$y = \frac{U}{4dU_0} x^2. \quad \textbf{(0,5 pt)}$$

3.3.4. Déterminer la valeur de la tension U pour que les ions sortent du champ au point S de coordonnée $y_S = \frac{d}{4}$. **(0,25 pt)**

3.4. À la sortie du champ électrostatique par le point S, les ions sont reçus en un point K sur un écran (E) placé perpendiculairement à l'axe Ox.

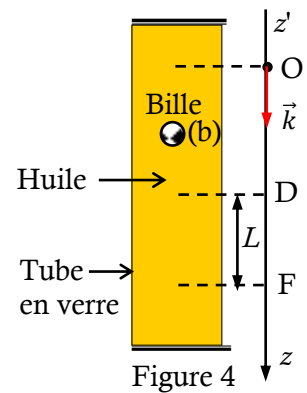
3.4.1. Représenter la trajectoire d'un ion ${}_{12}^{24}\text{Mg}^{2+}$ entre O et K. **(0,25 pt)**

3.4.2. Établir l'expression littérale de la déflexion électrique $Y = O'K$ en fonction de l, d, D, U et U_0 puis calculer sa valeur.

Exercice 4 : (04 points)

Les huiles moteur sont des lubrifiants dans les mécaniques automobiles. On distingue plusieurs gammes d'huiles moteur dont l'utilisation dépend des types de moteurs (essence ou diesel) et des conditions climatiques. La caractéristique principale d'une huile moteur est sa viscosité. On se propose de déterminer la viscosité par la chute d'une bille (b) dans un tube contenant une huile moteur.

À la date $t = 0$ s, on lâche sans vitesse initiale la bille dans l'huile à la position du point O se trouvant en haut du tube (voir figure 4 ci-contre). L'étude est effectuée dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen. L'axe d'étude ($z'z$) vertical est orienté vers le bas et de vecteur unitaire \vec{k} (fig.4). Au cours de sa chute, la bille est soumise à trois forces :



- Son poids \vec{P} ;
- La poussée d'Archimède \vec{F}_A ; force verticale, dirigée vers le haut, sa valeur est égale poids du liquide déplacé :

- ✓ $F_A = \rho_h V g$, avec $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ le volume de la bille ;
- ✓ $r = 2,059$ cm son rayon ;
- ✓ $\rho_h = 911 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$: masse volumique de l'huile ;
- ✓ $\rho_b = 1026 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$: masse volumique de la bille (b).

- La force de frottement \vec{f} , verticale et de sens opposé à la vitesse. Sa valeur a pour expression $f = 6\pi\eta r v$, où v est la valeur de la vitesse de la bille à l'instant t quelconque et η est le coefficient de viscosité.

Lorsque la bille passe devant le trait D et au-delà, sa vitesse est constante : cette vitesse est appelée vitesse limite et est notée v_l . La durée de chute entre les deux traits D et F qui sont distants de L est $\Delta t = 300$ ms.

4.1. Méthode expérimentale

4.1.1. est la nature du mouvement de chute de la bille à partir de D ? Exprimer la vitesse limite v_l en fonction L et Δt . (0,5 pt)

4.1.2. Représenter les forces extérieures appliquées sur la bille. (0,5 pt)

4.1.3. En considérant que le mouvement de la bille est uniforme entre D et F montrer que :

$$\eta = C(\rho_b - \rho_h)\Delta t . \quad (0,5 \text{ pt})$$

avec C une constante qu'on exprimera en fonction de g , V , r et L .

4.1.4. Calculer la valeur de la viscosité η sachant que $C = 3,78 \times 10^{-2}$ S.I. (0,5 pt)

4.2. Méthode théorique

4.2.1. Énoncer le théorème du centre d'inertie. (0,5 pt)

4.2.2. En appliquant le théorème du centre d'inertie entre O et D, montrer que :

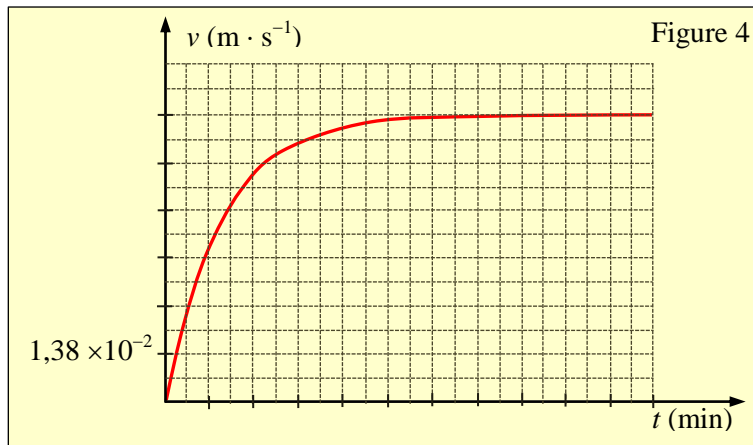
$$\frac{dv}{dt} + \alpha v = \beta . \quad (0,5 \text{ pt})$$

On exprimera α et β en fonction des données.

4.2.3. À partir du point D, la vitesse atteint sa valeur limite v_l . Montrer que la viscosité de l'huile peut être donnée par la relation :

$$\eta = \frac{2r^2 g(\rho_b - \rho_h)}{9v_l}. \quad (0,5 \text{ pt})$$

4.2.4. Une étude expérimentale de la vitesse de la bille dans l'huile au cours du temps a permis de tracer le graphe représenté sur le figure 5 ci-dessous. Calculer la valeur de la viscosité puis la comparer à celle de première méthode. (0,5 pt)



Exercice 5 : (04 points)

Données : $m = 1020 \text{ kg}$; $R_T = 6400 \text{ km}$; $h = 400 \text{ km}$; $g_o = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Un satellite supposé ponctuel, de masse m , décrit une orbite circulaire d'altitude hauteur de la Terre assimilée à une sphère de rayon R_T . On fera l'étude dans le référentiel géocentrique considéré comme galiléen.

- 5.1. Énoncer la loi de gravitation universelle. (0,5 pt)
- 5.2. Établir l'expression de la valeur g du vecteur champ de gravitation terrestre à l'altitude h en fonction de g_o , R_T et h . (0,5 pt)
- 5.3. Déterminer l'expression de la vitesse v du satellite, celle de sa période T et celle de son énergie cinétique E_c . Calculer leurs valeurs. (0,75 pt)
- 5.4. L'énergie potentielle du satellite dans le champ de pesanteur terrestre à l'altitude h est donnée par la relation :

$$E_p = -\frac{KmM}{R_T + h}$$

avec K constante de gravitation et M masse de la Terre et en considérant la référence de l'énergie potentielle à l'infini.

- 5.4.1. Justifier le signe négatif et exprimer E_p en fonction de m , R_T , g_o et h . (0,5 pt)
- 5.4.2. Exprimer l'énergie mécanique E du satellite. Comparer E à E_c et E_p à E_c . (0,75 pt)
- 5.5. On fournit au satellite un supplément d'énergie $\Delta E = + 5 \times 10^8 \text{ J}$. Il prend alors une nouvelle orbite circulaire. En utilisant les résultats de la question 5.3, déterminer :
 - 5.5.1. Sa nouvelle énergie cinétique et sa vitesse. (0,5 pt)
 - 5.5.2. Sa nouvelle énergie potentielle et son altitude. (0,5 pt)