République Du Sénégal
Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère
de l'Education nationale

Inspection d'Académie de Matam

Année scolaire : 2024–2025
Niveau : Terminale
Série : **S1**
Durée : 04 Heures
Date : 27/01/2025

Composition standardisée du premier semestre : **Sciences physiques**

EXERCICE 1 (3points)

Données : masses molaires atomiques en g.mol^{-1} C : 12 ; H : 1 ; O : 16

Les esters ont souvent une odeur agréable généralement à l'origine des arômes naturels et sont très utilisés en parfumerie. On s'intéresse à un ester A qui, par hydrolyse, donne des composés organiques B et C.

1. Etude du composé organique B de formule brute CxHyOz

1.1. La combustion complète d'une mole de B a nécessité 6 moles de dioxygène et a produit uniquement 90 g d'eau et 176 g de dioxyde de carbone.

1.1.1 Ecrire l'équation bilan de la combustion du composé B dans le dioxygène. **(0,25pt)**

1.1.2 Trouver la formule brute exacte de B. Ecrire les formules semi- développées possibles du composé B puis les nommer. **(0,5 pt)**

1.1.3. L'oxydation ménagée de B conduit à un composé B' qui donne un précipité jaune avec la 2, 4 D.N.P.H mais est sans action sur le nitrate d'argent ammoniacal.

1.1.3.1 Quelle est la fonction chimique de B'. En déduire celle de B. **(0,25 pt)**

1.1.3.2 Identifier le composé B. **(0,25 pt)**

1.2. Etude du composé organique C

Pour identifier C on le fait réagir avec le pentachlorure de phosphore PCl_5 ce qui conduit à un composé organique C'. Ce composé C' donne le N- méthylmethanamide par réaction avec la méthanamine.

1.2.1. Ecrire la formule semi- développée du N- méthylmethanamide puis celle de C'. **(0,5 pt)**

1.2.2. En déduire la fonction chimique, le nom et la formule semi-développée de C. **(0,5 pt)**

1.3. Etude du composé organique A

1.3.1. A partir des études précédentes trouver La formule semi-développée et le nom de l'ester A. **(0,25 pt)**

1.3.2 Ecrire l'équation bilan de l'hydrolyse de A conduisant à la formation de B et C. **(0,25 pt)**

1.3.3 Quel autre dérivé D de C autre que C' peut-on utiliser pour préparer A ? **(0,25 pt)**

EXERCICE 2 (3points)

Les hôpitaux et laboratoires utilisent de l'eau oxygénée, H_2O_2 comme désinfectant. L'eau oxygénée est un produit très efficace, car elle se décompose en eau et dioxygène libérant ainsi du dioxygène qui contribue à tuer les bactéries et virus. Cette réaction de décomposition au cours de laquelle, l'eau oxygénée subit à la fois une réaction d'oxydation et de réduction est appelée une dismutation.

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves TS_1 et leur professeur de chimie souhaitent suivre l'évolution au cours du temps de la dismutation de l'eau oxygénée par titrage. Ils disposent d'une bouteille d'eau oxygénée portant les indications suivantes :

- Concentration molaire : $C_o = [H_2O_2]_0 = 1{,}0.10^{-1} mol.L^{-1}$;
- Formule : H_2O_2

Les élèves versent dans un bécher un échantillon de volume 100 mL de la solution d'eau oxygénée en présence de perchlorure de fer comme catalyseur. Ils obtiennent un mélange réactionnel (S_0) où l'eau oxygénée commence à se décomposer.

Les couples redox mis en jeu sont : H_2O_2/H_2O (E^0 = 1,78 V) et O_2/H_2O_2 (E^0 = 0,68 V).

2.1. A partir des demi-équations électroniques, écrire l'équation-bilan de la réaction de dismutation de l'eau oxygénée. **(0,5pt)**

<u>2.2</u>. Pour un suivi cinétique, les élèves effectuent sur le mélange réactionnel des prélèvements de volume V_P =10 cm^3 à intervalle de temps régulier. Chaque prélèvement est immédiatement plongé dans de l'eau glacée puis ils dosent l'eau oxygénée restante $(H_2O_2)_r$ à l'aide d'une solution de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) de concentration molaire volumique C_1. Le volume de permanganate de potassium qu'ils ont versé pour atteindre l'équivalence à l'instant initial t = 0 est noté V_0 et le volume versé à l'instant quelconque t est noté V. L'équation- bilan de la réaction support du dosage est :

$$2\ MnO_4^- + 6\ H_3O^+ + 5\ H_2O_2 \rightarrow 5\ O_2 + 2\ Mn^{2+} + 14\ H_2O.$$

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de du volume V versé pour différentes dates t :

t(s)	0	180	360	540	720	900
V(cm^3)	12,3	8,8	6,1	4,1	2,9	2,0

<u>2.2.1</u>. Pourquoi plongent-ils le tube à essai dans de l'eau glacée avant chaque dosage ? **(0,25pt)**

<u>2.2.2</u>. Montrer que la concentration initiale de l'eau oxygénée peut s'écrire sous la forme:$[H_2O_2]_0=\frac{5C_1V_0}{2V_P}$ **(0,25pt)**

<u>2.2.3.</u> En déduire que la concentration molaire de l'eau oxygénée à chaque à une date quelconque t s'écrit :

$$[H_2O_2] = C = \frac{V}{V_0}[H_2O_2]_0$$ **(0,25pt)**

<u>2.2.4</u>. Tracer la courbe V= f(t) du volume de permanganate de potassium versé à l'instant quelconque puis en déduire la valeur de la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée à la date t = 360 s.
<u>Echelle</u> : 1 cm pour 1 mL et 1 cm pour 90 s. **(0,5pt)**

<u>2.3</u>. La vitesse volumique de disparition V_d (H_2O_2) de l'eau oxygénée est proportionnelle à sa concentration $[H_2O_2]$ à chaque instant : V_d (H_2O_2) = k $[H_2O_2]$ où k est une constante positive.

<u>2.3.1</u>. Définir la vitesse volumique de disparition V_d (H_2O_2) de l'eau oxygénée. **(0,25pt)**

<u>2.3.2</u>. Trouver l'équation différentielle relative à la concentration $[H_2O_2]$ de l'eau oxygénée. **(0,25pt)**

<u>2.3.3</u>. Etablir la relation $V = V_0\ e^{-kt}$ donnant le volume de permanganate de potassium en fonction du temps. En déduire la valeur de k et du temps de demi-réaction. **(0,75pt)**

<u>EXERCICE 3</u> (5 points)

Une bille (B) électrisée supposée ponctuelle de masse m =10,0g est lancée à partir d'un point O origine d'un repère d'espace (Ox,Oy) lié au référentiel terrestre avec un vecteur vitesse initiale $\overrightarrow{V_0}$ de valeur V_0=3,6 m.s^{-1} et faisant un angle θ =25° avec la verticale comme l'indique la **<u>figure 1</u>**. Le mouvement comprend trois portions : OA, AS et SJ.

<u>3.1</u>. <u>Mouvement de la bille dans le champ de pesanteur : portion OA</u>

<u>3.1.1</u>. Etablir les équations horaires du mouvement de la bille (B) dans le repère d'espace (Ox, Oy). **(0,5 pt)**

<u>3.1.2</u>. Montrer que l'équation cartésienne de sa trajectoire est du type y(x) = a x² + b x. Avec a et b des constantes à déterminer par leurs expressions littérales. Préciser la nature du mouvement. **(0,25pt)**

<u>3.1.3</u>. La bille (B) doit pénétrer dans la zone (D) à partir du point A avec un vecteur vitesse $\overrightarrow{V_1}$ horizontal parallèle à l'axe (Ox) et de même sens.

<u>3.1.3.1</u>. Déterminer la valeur V_1 du vecteur vitesse $\overrightarrow{V_1}$ au point A. **(0,5pt)**

<u>3.1.3.2</u>. Montrer que l'ordonnée y_A au point A peut s'écrire : $y_A = \frac{V_0^2 cos^2\theta}{2g}$ puis calculer sa valeur. **(0,5pt)**

<u>3.2</u>. <u>Mouvement de la bille dans le champ électrique $\vec{E}$: portion AS</u>

A partir du point A, la bille (B) portant la charge $q_B = -\ 5.10^{-5}\mu C$ pénètre dans la zone (D) où règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$ entre les plaques métalliques parallèles (P_1) et (P_2) de longueur L = 40 cm et distantes de d = 40 cm. La tension entre les plaques est : U_{P1P2}= + 640 V.

<u>3.2.1</u>. Quelle est la polarité des plaques (P_1) et (P_2). Comparer les valeurs du poids et de la force électrique qui s'appliquent sur la bille. Justifier que la bille (B) dévie vers le bas ? **(0,5pt)**

<u>3.2.2</u>. Reprendre seulement la portion AS de la **figure 1 sur** votre copie en y représentant la polarité des plaques (P_1) et (P_2) ainsi que les vecteurs force électrique $\overrightarrow{F_e}$ et force de pesanteur $\vec{P}$. **(0,25pt)**

<u>3.2.3</u>. En choisissant comme date initiale t_0 = 0 s l'instant où la bille (B) pénètre dans la zone (D) au point A, déterminer les nouvelles équations horaires du mouvement de la bille dans le même repère d'espace (Ox, Oy) puis montrer que l'équation cartésienne de la trajectoire dans la région (D) est :

$y(x)= -\frac{1}{2}(\frac{q_B\,U}{md}+g)(\frac{x-d_0}{V_1})^2 + y_A$. Faire l'application numérique. **(0,75pt)**

3.2.4. La bille (B) sort de la région (D) au point S indiqué sur la figure 1. Calculer la durée de son mouvement dans la région (D). **(0,25pt)**

3.2.5. Déterminer les coordonnés du point S dans le repère (Ox,Oy). **(0,25pt)**

3.2.6. Déterminer les composantes du vecteur vitesse $\vec{V_S}$ ainsi que sa norme V_s, puis l'angle β que fait le vecteur vitesse V_s avec l'axe (AX) indiqué en pointillé sur **la figure 1**. **(0,5pt)**

3.3. **Mouvement de la bille dans le champ de pesanteur terrestre $\vec{g}$: portion SJ**

3.3.1. A partir du point S, la bille décrit une nouvelle trajectoire pour atterrir sur le sol au point J. Déterminer la durée Δt_s mise par la bille (B) pour toucher le sol depuis sa lancée à partir du point O. **(0,5pt)**

3.3.2. Déterminer la vitesse au point d'impact J de la bille (B) sur le sol. **(0,25pt)**

Données : $g = 10\ m.s^{-2}$; $d_0 = 50$ cm ; L= 40 cm ; d = 40 cm.

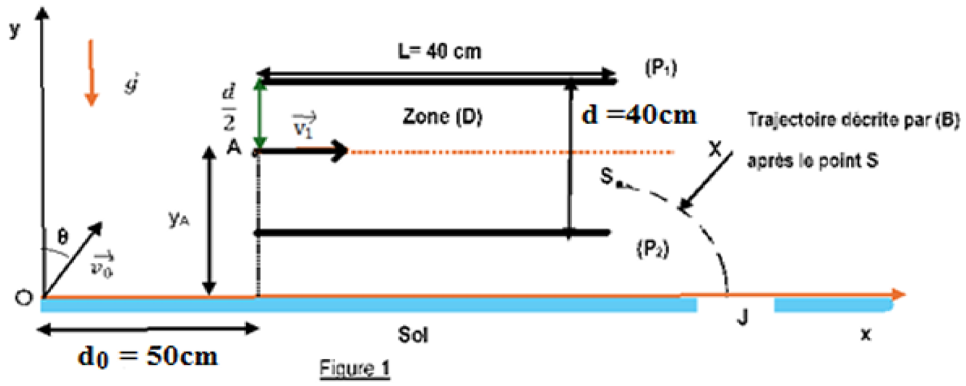
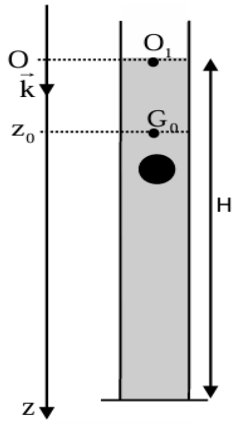


Figure 1

EXERCICE 4 (4,5 points)

On se propose, d'étudier le mouvement du centre d'inertie G d'une bille, homogène de masse m, dans une éprouvette remplie d'un liquide visqueux. On repère la position de G à tout instant par la coordonnée Z de l'axe vertical (O,k) dirigé vers le bas. L'origine de l'axe est confondue avec le point O_1 de la surface libre du liquide.



A l'instant de date t_0 , prise comme origine des dates ($t_0 = 0$) ,on lâche la bille sans vitesse initiale d'une position où G est confondu avec G_0 de coordonnée Z_0 =3cm . **(Voir figure)**

Au cours de sa chute dans le liquide, la bille est soumise, en plus de son poids, à :

- la force de frottement fluide :$f = -\lambda.v.\vec{k}$ où λ est le coefficient de frottement fluide et v la vitesse de G à un instant t ;
- la poussée d'Archimède: $\vec{F} = -\rho_l.V_S.\, g\, \vec{k}$ où g est l'intensité de la pesanteur, V_s le volume de la bille et ρ_l la masse volumique du liquide.

On prendra : $g = 9{,}8 m.s^{-2}$; $\frac{\lambda}{\rho_S.V_S} = 12{,}4$ SI ; $\frac{\rho_l}{\rho_s} = 0{,}15$

ρ_S est la masse volumique de la matière constituant la bille .

4.1 Montrer que l'équation différentielle régissant la vitesse de G s'écrit :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{\rho_S.V_S} v = g\left(1 - \frac{\rho_l}{\rho_s}\right)$$ **(0,75pt)**

4.2 Déterminer la valeur a_0 de l'accélération de G à l'instant $t_0 = 0$. **(0,5pt)**

4.3 Trouver la valeur V_L de la vitesse limite du mouvement de G. **(0,75pt)**

4.4 Montrer que la solution de l'équation différentielle peut se mettre sous la forme $V = A(1 - e^{-t/\tau})$ **ou** A et τ des constantes à exprimer en fonction de $g, V_S, \lambda, \rho_S\ et\ \rho_L$. **(1pt)**

τ représente le temps caractéristique du mouvement.

4.5 Déterminer la valeur de la date t_l à laquelle la vitesse de G atteint 99% de sa valeur limite. **(0,75pt)**

4.6 Trouver la distance d parcourue par la bille pendant le régime transitoire, sachant que la hauteur H du liquide dans l'éprouvette est H = 79,6cm et que la durée du mouvement de la bille dans le liquide à partir de G_0 jusqu'au fond de l'éprouvette est $\Delta t_f = 1{,}14$s. (On considère que le régime permanent est atteint à partir de t_l et on néglige le rayon de la bille devant H). **(0,75pt)**

EXERCICE 5 **(4,5 points)**

Données : Constante de la gravitation universelle, K = $6,67\times10^{-11}$ S.I. Rayon de l'orbite de Titan r = $1,22\times10^{6}$ km. Rayon de la planète Saturne R = $6,0\times10^{4}$ km. Période de rotation de Saturne sur elle-même Ts = 10 h 39 min. Masse de Saturne M_S = $5,69\times10^{26}$ kg.

En Juillet 2004, la sonde européenne Cassini-Huygens a photographié Titan de masse m, le plus gros satellite de Saturne, situé à une distance r du centre de Saturne.

Dans cet exercice, on se place dans le référentiel saturno-centrique, supposé galiléen. On considère que la planète Saturne et ses satellites sont des corps dont la répartition des masses est à symétrie sphérique. Les rayons des orbites des satellites sont supposés grands devant leurs rayons respectifs.

5.1. Rappeler les caractéristiques de la force de gravitation exercée par Saturne sur le satellite Titan. On donnera l'expression de son intensité. Faire un schéma clair et annoté. **(0,75pt)**

5.2. Etablir l'expression de l'intensité du champ de gravitation $\vec{G}$ créé par Saturne au point où se trouve le satellite Titan en fonction de K, M_S et r. Représenter le vecteur champ de gravitation $\vec{G}$ sur le schéma précédent. **(0,25pt)**

5.3. Montrer qu'au voisinage de Saturne, à l'altitude h (h <<< R) que l'intensité du champ de gravitation qu'il crée, peut se mettre sous la forme : $\boldsymbol{G = G_0 - \frac{2hG_0}{R}}$ avec G_0 l'intensité du champ de gravitation créé par Saturne au niveau de sa surface. **(0,5pt)**

5.4. Déterminer la nature du mouvement du satellite Titan dans le référentiel d'étude. **(0,25pt)**

5.5. Montrer que l'angle de rotation de Saturne pendant une révolution de Titan peut s'écrire sous la forme :

$$\boldsymbol{\Delta\theta = \frac{4\pi^2}{T_S}\sqrt{\frac{r^3}{KM_S}}}$$ **(0,5pt)**

5.6. Pourquoi dit-on qu'un tel satellite est un satellite à défilement ? **(0,25pt)**

5.7. Titan se déplaçant dans le même sens que Saturne. Etablir l'expression de l'intervalle de temps qui sépare deux passages successifs de Titan à la verticale d'un point donné de l'équateur de Saturne en fonction de T_S et T_T la période de rotation de Titan autour de Saturne. **(0,5pt)**

5.8. Quelles sont les conditions que Titan devrait satisfaire pour être un satellite saturnostationnaire de Saturne ? Calculer dans ce cas son altitude h_G. **(0,5pt)**

5.9. Etablir les expressions de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique du système Saturne-Titan ainsi que celle de l'énergie cinétique du satellite en fonction de, m, r, R et G_0. On choisira la surface de Saturne comme état de référence pour l'énergie potentielle. **(0,5pt)**

5.10. Montrer que la variation d'énergie mécanique ΔE du satellite Titan est liée à la variation Δh de son altitude par la relation : $\boldsymbol{\Delta E = A.\Delta h}$. Exprimer A en fonction de m, r et T_T . **(0,5pt)**

FIN DU SUJET