RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de l'Education nationale
INSPECTION D'ACADEMIE DE FATICK

Epreuve du 1er Semestre 2025
Classe : TS 1
Durée : 04 h

SCIENCES PHYSIQUES

Exercice 1 : 03 points

Les alcools jouent un rôle crucial dans la chimie en tant que réactifs, solvants, produits chimiques intermédiaires, et ingrédients dans de nombreux domaines industriels et scientifiques. Leur polyvalence et leur réactivité en font des composés fondamentaux dans la chimie organique et inorganique.

Les alcools ont des propriétés réductrices, c'est-à-dire qu'ils peuvent s'oxyder en présence d'oxydants particuliers, dont les plus utilisés pour les alcools sont : le dichromate de potassium et le permanganate de potassium.

L'oxydation d'un alcool conduit à des composés différents suivant que l'on a affaire à des dérivés primaires, secondaires ou tertiaires.

On considère un alcène A de formule générale C_nH_{2n}. Son hydratation conduit, entre autres, à un produit organique oxygéné B à chaine carbonée ramifiée.

On introduit dans un tube, un mélange équimolaire de 7,4 g du produit B et 0,1 mol d'acide éthanoïque (ou acide acétique). Le tube est scellé et chauffé.

1.1. Comment nomme-t-on la réaction qui se produit ? Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ? (0,5pt)

1.2. Après plusieurs jours, l'acide restant est isolé puis dosé par une solution molaire d'hydroxyde de sodium. Il faut utiliser un volume V = 33 mL de cette solution pour atteindre le point d'équivalence.

1.2.1. Calculer le pourcentage du composé B estérifié. (0,25pt)

1.2.2. Déterminer la formule brute de B. (0,25pt)

1.2.3. Sachant que la limite d'estérification, pour un mélange équimolaire acide éthanoïque-alcool, est environ 67 % si l'alcool est primaire, 60 % si l'alcool est secondaire et 2 % à 5 % si l'alcool est tertiaire, identifier le composé B en donnant sa formule semi-développée et son nom. Justifier la réponse. (0,5pt)

1.2.4. Ecrire la formule semi-développée de l'alcène A et donner son nom. (0,25pt)

1.3. Le composé B est oxydé par un excès d'une solution de dichromate de potassium $(2K^+ + Cr_2O_7^{2-})$ en milieu acide. Il se forme un composé organique E.

1.3.1. Ecrire la formule semi-développée de E et donner son nom. (0,5pt)

1.3.2. Ecrire l'équation de l'oxydation ménagée de B par le dichromate de potassium en milieu acide. (0,25pt)

1.3.3. On chauffe un mélange équimolaire de E avec de l'oxyde de phosphore (P_4O_{10}). Donner la formule semi-développée et nommer le composé organique obtenu. (0,5pt)

Données :

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16 ; couple rédox : $\boldsymbol{Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}}$.

Exercice 2 : 03 points

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 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 : $C_0 = [H_2O_2]_0 = 1{,}0.10^{-1}$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)

2.2. 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) 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

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

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

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

2.2.2. 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)

2.2.3. En déduire que la concentration molaire de l'eau oxygénée à une date quelconque t s'écrit :
$[H_2O_2] = \frac{V}{V_0}[H_2O_2]_0$. (0,25pt)

2.2.4. 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. Echelle : 1 cm pour 1 mL et 1 cm pour 100 s. (0,5pt)

2.3. 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.

2.3.1. Définir la vitesse volumique de disparition $V_d(H_2O_2)$ de l'eau oxygénée. (0,25pt)

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

2.3.3. 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)

Exercice 3 : 05 points

Une bille (B) électrisée supposée ponctuelle de masse m = 10,0 g 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 $\vec{V}_0$ de valeur V_0= 3,6 m.s^{-1} et faisant un angle θ =25° avec la verticale comme l'indique la figure 1. Le mouvement comprend trois portions : OA, AS et SJ.

3.1. Mouvement de la bille dans le champ de pesanteur $\vec{g}$: portion OA

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

3.1.2. Montrer que l'équation cartésienne de sa trajectoire est du type$y(x) = ax^2 + bx + c$. Avec a, b et c des constantes à déterminer leurs expressions littérales. Préciser la nature du mouvement. (0,25pt)

3.1.3. La bille (B) doit pénétrer dans la zone (D) à partir du point A avec un vecteur vitesse $\vec{V}_1$horizontal parallèle à l'axe (Ox) et de même sens. (0,25pt)

a) Déterminer la valeur V_1du vecteur vitesse $\vec{V}_1$ au point A. (0,5pt)

b) 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)

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

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 :
$U_{P_1P_2}$= + 640 V.

3.2.1. 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)

3.2.2. 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$\vec{F}_e$ et force de pesanteur $\vec{P}$. (0,25pt)

3.2.3. 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 : $y(x) = -\frac{1}{2}\left(\frac{q_B.U}{m.d} + g\right)\left(\frac{x-d_0}{V_1}\right)^2 + y_A$. 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 $\vec{V_S}$ ainsi que sa norme V_S, puis l'angle β que fait le vecteur-vitesse $\vec{V_S}$ 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.

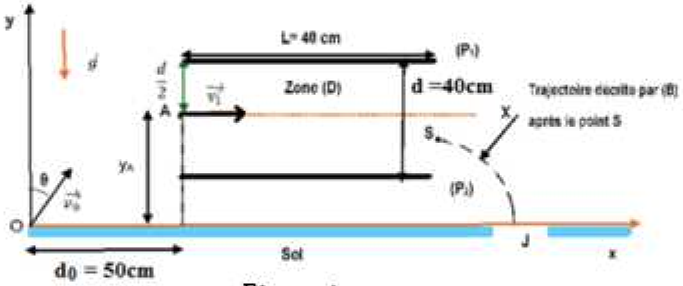

Figure 1

Exercice 4 : **04,5 points**

Un solide S_1 supposé ponctuel, de masse m, est lancé du bas d'un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale à partir d'un point A avec une vitesse $\vec{V_A}$. Il arrive à l'extrémité du plan incliné B avec une vitesse de valeur V_B. Lorsqu'il quitte le plan incliné en B, il poursuit son mouvement dans le champ de pesanteur terrestre et doit atterrir en un point C sur une autre piste horizontale avec une vitesse parallèle à OC de valeur V_C. (Voir figure 2)

Données : m = 0,1 kg ; d_1 = 1 m ; d_2 = 2 m ; d_3 = 1,5 m ; g = 9,8 m.s^{-2}.

4.1. Etude du mouvement entre A et B :

Il existe des forces de frottement entre le solide et le plan incliné modélisées par $\vec{f_1}$ d'intensité constante dont le coefficient de frottement est $\mu = 0{,}15$. Le coefficient de frottement μ est le rapport entre l'intensité de la composante tangentielle de la réaction du support et l'intensité de la composante normale de la réaction du support. Le point A est choisi comme origine du repère$(A, \vec{k})$. Le vecteur unitaire $\vec{k}$ est parallèle à l'axe du plan incliné et orienté vers le haut comme indiqué sur la figure 1.

4.1.1. Faire le bilan des forces extérieures appliquées au solide sur le plan incliné. (0,25pt)

4.1.2. En appliquant le théorème du centre d'inertie TCI au solide, exprimer son accélération algébrique a_1 en fonction de m, g, f_1 et α. (0,25pt)

4.1.3. Exprimer l'intensité de la force $\vec{f_1}$ en fonction de m, g, μ et α. (0,25pt)

4.1.4. En déduire l'expression de l'accélération a_1 en fonction g, μ et α. (0,25pt)

4.2. Etude du mouvement entre B et C :

4.2.1. En appliquant le TCI au solide, établir les équations horaires $x'(t)$ et $y'(t)$ du solide dans le repère $\left(B;\ \vec{\imath}';\ \vec{\jmath}'\right)$. L'origine des dates est prise lorsque le solide quitte le point B. (0,5pt)

4.2.2. En utilisant les équations horaires $x'(t)$ et $y'(t)$, montrer que $\boldsymbol{\tan\alpha = 2\,\frac{d_3 - d_1}{d_2}}$ (0,5pt)

En déduire la valeur de l'angle α et celle de V_B. (0,5pt)

4.2.3. Trouver la valeur V_C de la vitesse d'arrivée en C et la vitesse V_A de lancement au point A. (0,5pt)

4.3. Entre le plan horizontal CO et le solide, il existe des forces de frottement notées $\vec{f_2}$ d'intensité constante. Sachant que la distance CO = 1,5 m, calculer l'intensité f_2 de la force de frottement pour que le solide arrive en O avec la vitesse V_1 = 2 m.s^{-1}. (0,25pt)

4.4. Lorsque le solide S_1 passe en O, il quitte la partie CO en un instant pris comme nouvelle origine des dates. A un instant $t_1 > 0$, on lance du point O' tel que OO' = d_4 un solide S_2 de masse m_2 avec une vitesse $\vec{V_2}$ verticale dirigée vers le bas.

4.4.1. Etablir l'équation de la trajectoire du solide S_1 puis celle de S_2 dans le repère $(O;\ \vec{\imath};\ \vec{\jmath})$. (0,5pt)

4.4.2. Montrer que si les deux solides se rencontrent, on a la relation : $\boldsymbol{V_2 = g \times \frac{d_4 - \frac{V_1 . t_1}{2}}{\frac{d_4}{t_1} - V_1}}$ (0,5pt)

4.4.3. Calculer V_2 pour d_4 = 3 m et t_1 = 1 s. (0,25pt)

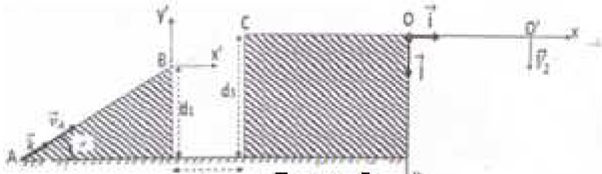

Figure 2

Exercice 5 : 04,5 points

Données : constante de la gravitation universelle, $G = 6,67.10^{-11}$ SI ; rayon de l'orbite de Titan $r = 1,22.10^{6}$ km ; rayon de la planète Saturne $R = 6,0.10^{4}$ km ; période de rotation de Saturne sur elle-même $T_S = 10$ h 39 min ; masse de saturne $M_S = 5,69.10^{26}$ 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 Saturnocentrique, 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 $\vec{F}$ exercée par Saturne sur le satellite Titan. On donnera l'expression de son intensité. Faire un schéma clair et annoté. (0,5pt)

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 G, M_S et r. Représenter le vecteur champ de gravitation $\vec{g}$ sur le schéma précédent. (0,5pt)

5.3. Montrer qu'au voisinage de Saturne, à l'altitude h ($h <<< R$), l'intensité du champ de gravitation qu'il crée, peut se mettre sous la forme : $g = g_0 - \frac{2hg_0}{R}$ avec g_0 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. (0,5pt)

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

$$\Delta\theta = \frac{4\pi^2}{T_S}\sqrt{\frac{r^3}{G.M_S}} \qquad (0,5pt)$$

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 Δt 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. (0,25pt)

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. (0,75pt)

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 $\Delta E = A \times \Delta h$. Exprimer A en fonction de m, r et T_T. (0,25pt)

FIN DU SUJET