



République Du Sénégal
Un Peuple – Un But – Une Foi
Ministère de l'Éducation nationale
INSPECTION D'ACADEMIE DE SEDHIOU

CENTRE REGIONAL DE FORMATION DES PERSONNELS DE L'ÉDUCATION DE SEDHIOU
ANNEE SCOLAIRE 2024/2025
COMPOSITION REGIONALE DU 1^{er} SEMESTRE
ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES NIVEAU TS1 / Durée : 4H

EXERCICE 1 : (03 points)

On donne en g.mol^{-1} : $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{H}) = 1$

Les dérivés d'acide, notamment les dérivés d'acides carboxyliques, jouent un rôle crucial en chimie organique dans de nombreuses applications industrielles et biologiques. Très utilisés en chimie organique, avec des applications variées allant de la synthèse à la production industrielle et aux sciences biologiques, ils jouent un rôle important dans le domaine de la biochimie.

1.1. Préparation d'un ester

Le méthanoate d'éthyle est un ester utilisé comme solvant dans l'industrie des matières plastiques, mais également comme arôme pour la limonade et les essences aromatiques.

Un groupe d'élèves prépare le méthanoate d'éthyle en faisant réagir un acide carboxylique A de masse volumique $\rho_A = 1,2 \text{ g.mL}^{-1}$, de volume $V_A = 11,5 \text{ mL}$ avec un alcool B de masse volumique $\rho_B = 0,79 \text{ g.mL}^{-1}$.

1.1.1. Donner les formules semi-développées de l'acide A et de l'alcool B puis écrire l'équation-bilan de la synthèse du méthanoate d'éthyle. **(0,75pt)**

1.1.2. Déterminer le volume V_B de l'alcool B qu'il faudrait mélanger avec l'acide A sachant que le mélange initial d'acide et d'alcool est équimolaire. **(0,25pt)**

1.1.3. Après réaction, la masse de l'ester obtenu est $m_E = 14,8 \text{ g}$. Déterminer le rendement r de la réaction. **(0,25pt)**

1.2. Préparation de dérivés d'acide

1.2.1. La réaction entre l'acide A et le chlorure de thionyle (SOCl_2) donne un composé organique C. Écrire l'équation-bilan de cette réaction puis nommer le composé C en précisant sa fonction chimique. **(0,5pt)**

1.2.2. On fait réagir le composé C avec l'alcool B. Écrire l'équation-bilan de la réaction puis donner ses caractéristiques. **(0,5pt)**

1.2.3. Le composé C réagit avec la N-méthyléthylamine ($\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH-CH}_3$) pour donner un composé organique D. Donner la formule semi-développée et le nom du composé D. **(0,25pt)**

1.2.4. La déshydratation de l'acide carboxylique A en présence de P_4O_{10} conduit à la formation d'un composé organique E.

2.2.4.1. Donner le nom et la fonction chimique du composé E. **(0,25pt)**

1.2.4.2. Écrire l'équation-bilan de la réaction entre le composé E et l'alcool B. **(0,25pt)**

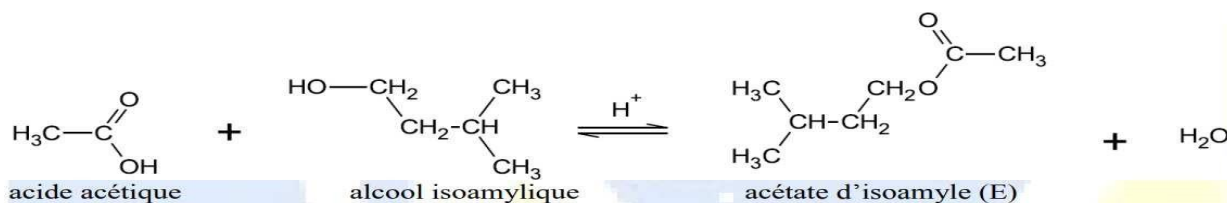
EXERCICE 2 : (03points)

Données : Alcool isoamylique : $M=88,1\text{g/mol}$; $\rho=0,81\text{g/mL}$; acétate d'isoamyle : $M=130,2\text{g/mol}$; $\rho=0,87\text{g/mL}$.

Les esters sont des composés organiques volatils souvent utilisés pour produire des arômes et des fragrances synthétiques. Ils sont préparés par action d'acide carboxylique sur un alcool. Il est à noter que plutôt que d'utiliser de l'acide carboxylique on peut aussi prendre l'anhydride d'acide, ou le chlorure d'acide. Les réactions à partir de chlorures d'acyles sont vives. On a besoin de refroidir le mélange. Les réactions à partir d'anhydrides sont moins vives et moins rapides (les anhydrides sont moins réactifs).



L'ester étudié dans cet exercice est l'acétate d'isoamyle, un ester dont la saveur et l'odeur sont ceux de la banane. L'équation de la réaction de synthèse **(a)**, en présence d'acide sulfurique, s'écrit :



Deux autres moyens de synthèse **(b et c)** de l'acétate d'isoamyle dont les équations de réaction de synthèse sont les suivantes :

- Synthèse **(b)** : alcool isoamylique + (B) → acétate d'isoamyle (E) + acide acétique
- Synthèse **(c)** : alcool isoamylique + (D) → acétate d'isoamyle (E) + HCl

L'objectif de cet exercice est de comparer plusieurs protocoles de synthèse de l'acétate d'isoamyle noté E.

3.1. Identifier les réactifs (B) et (D) dans les synthèses (b) et (c). (0,5pt)

3.2. Synthèse (a) de l'acétate d'isoamyle

On réalise la synthèse (a) au laboratoire en mélangeant 20mL d'alcool isoamylique ($1,84 \times 10^{-1}$ mol), 15mL d'acide acétique ($2,62 \times 10^{-1}$ mol), 1mL d'acide sulfurique concentré, et en ajoutant quelques grains de pierre ponce dans un ballon qu'on chauffe en maintenant une ébullition douce pendant 30 min afin d'atteindre l'état d'équilibre. Cette synthèse permet d'obtenir un volume d'ester égal à 20,4mL. Déterminer la valeur du volume d'ester attendu lors de cette synthèse si la transformation était totale. (0,25pt)

3.3. Synthèse (b) de l'acétate d'isoamyle

On réalise la synthèse (b) en mélangeant 20mL d'alcool isoamylique ($1,8 \times 10^{-1}$ mol), 25mL ($2,30 \times 10^{-1}$ mol) d'anhydride acétique, 1mL d'acide sulfurique concentré, et quelques grains de pierre ponce dans un ballon qu'on **chauffe** en maintenant une ébullition douce pendant 25min pour atteindre l'état final. Cette synthèse permet d'obtenir un volume d'ester égal à 27mL. La valeur du volume d'ester attendu lors de cette synthèse. Conclure. (0,25pt)

3.4. Synthèse (c) de l'acétate d'isoamyle

On réalise la synthèse (c) en suivant la même démarche de la synthèse (b) tout en remplaçant l'anhydride d'acide par la même quantité de chlorure d'acide et en refroidissant le milieu réactionnel, on obtient le même volume d'ester que dans la synthèse (b), l'état final est atteint dans quelques minutes (autour de 10 min). Cette synthèse permet d'obtenir un volume d'ester égal à 27 mL.

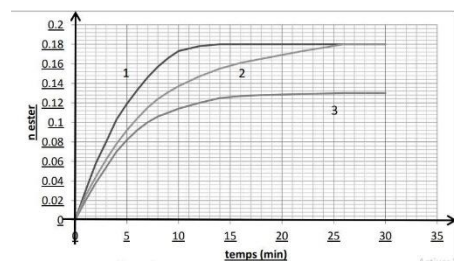
À partir des résultats expérimentaux des synthèses (a), (b) et (c) déduire les caractéristiques de ces trois synthèses. (0,75pt)

3.5. Suivi cinétique de l'estérification

Par des protocoles expérimentaux appropriés on suit l'étude cinétique des trois synthèses (a), (b) et (c), les résultats de cette étude sont donnés dans le graphe ci-après (voir figure 1 annexe) :

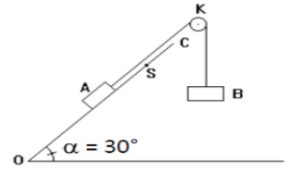
3.5.1. Associer, avec justification, chaque courbe du graphe à la synthèse correspondante. (0,75pt)

3.5.2. Déterminer, graphiquement, le temps de demi-réaction pour chacune des courbes (1) et (2) de la figure 1 (0,5pt)



EXERCICE 3: (5 points)

Un pendule élastique est constitué d'un ressort de masse négligeable et de raideur $k = 20 \text{ N/m}$ et d'un solide de masse $m = 200 \text{ g}$. Il est posé sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 60^\circ$ par rapport à la verticale (voir figure ci-dessous). La longueur à vide du ressort est l_0 .



Les frottements sont négligeables sur ce plan incliné et $g = 10 \text{ N/kg}$.

1.1 Exprimer l'allongement Δl du ressort à l'équilibre en fonction de m , g , k et α . Calculer Δl . (0,5pt)

1.2 Un opérateur tire le solide, à partir de la position d'équilibre, vers le bas jusqu'au point A_2 d'une distance $b = 8 \text{ cm}$ et il lâche sans vitesse initiale.

Déterminer la vitesse de passage du solide à la position d'équilibre pour la première fois en fonction de m , k et b . Faire l'application numérique. (0,5 pt)

1.3 Après plusieurs oscillations, le solide se détache du ressort à partir du point A_2 . Parti sans vitesse initiale, Il glisse suivant la piste A_2BCD formée d'une partie rectiligne A_2B de longueur l et d'une partie circulaire de rayon $r = 1,5 \text{ m}$.

1.3.1 Exprimer l'accélération du solide sur la partie rectiligne A_2B en fonction de g et α . (0,5 pt)

1.3.2 Déterminer la distance l sachant que le solide arrive en B avec une vitesse $V_B = 5 \text{ m/s}$. (0,5 pt)

1.3.3 En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre B et D, exprimer la vitesse V_D de la bille en D en fonction de g , r , α , θ et V_B . Calculer V_D . On donne $\theta = 20^\circ$. (0,5 pt)

1.3.4 Montrer la réaction de la piste en D peut s'exprimer par :

Faire l'application numérique. (0,5 pt)

$$R = mg \left[\frac{V_B^2}{r \cdot g} + (3 \cos \theta - 2 \sin \alpha) \right]$$

1.4 Le solide quitte la piste en D avec une vitesse $V_D = 5,22 \text{ m/s}$.

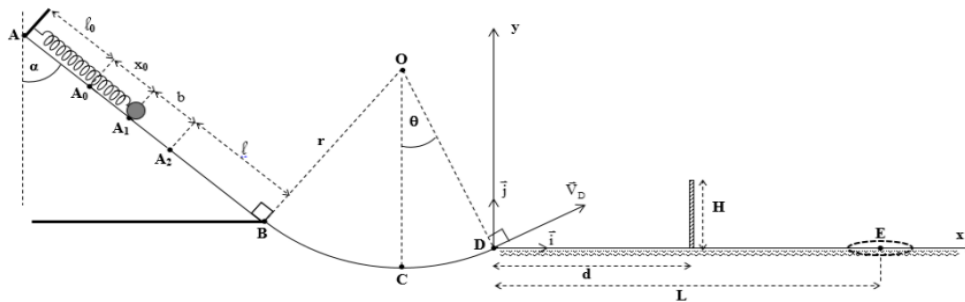
1.4.1 Déterminer l'équation cartésienne de sa trajectoire dans le repère (D, \vec{i}, \vec{j}) (0,5pt)

1.4.2 Le solide passera-t-il au-dessus d'un mur de hauteur $H = 10 \text{ cm}$ placé à une distance $d = 50 \text{ cm}$ du point D. (0,5 pt)

1.4.3 Au sol, sur l'horizontale passant par D, on dispose convenablement un réceptacle circulaire de rayon $r' = 6 \text{ cm}$. Le centre E du réceptacle est à une distance $L = 1,80 \text{ m}$ du point D.

1.4.3.1 Le solide sera-t-il recueilli par le réceptacle ? Justifier votre réponse. (0,5 point)

1.4.3.2 A quelle distance du centre E du réceptacle le solide tombe-t-il ? (0,5 point)



EXERCICE 4: (5 pts)

On considère un solide (A) de masse $m_A = 400 \text{ g}$ pouvant glisser le long du plan incliné OC parfaitement lisse suivant la ligne de plus grande pente, et un solide (B) de masse $m_B = 300 \text{ g}$ relié à (A) par un fil inextensible de masse négligeable passant sur la gorge d'une poulie K de masse négligeable. A la date $t = 0$, le système est libéré sans vitesse, le solide A partant du point O.

4.1. Calculer l'accélération du système. (0,75 pt)

4.2. Calculer le temps mis par A pour atteindre le point S tel que $OS = 2 \text{ m}$. (0,75 pt)

4.3. Calculer la vitesse de A au passage en S. (0,75 pt)

4.4. Au moment où le solide passe en S, le fil casse brusquement. Décrire les mouvements ultérieurs de A et B. (aucun calcul n'est demandé) (0,5 pt)



4.5. Lorsque le solide (A) quitte le plan incliné, il arrive sur le sol horizontal où il rencontre un solide C immobile de masse $m_C = 350g$, après un parcours de longueur $L =$ sur le plan incliné ; le choc est central et parfaitement élastique.

4.5.1. Calculer la vitesse V_1 du solide (A) juste avant le choc. (0,75 pt)

4.5.2 Exprimer les vitesses V_1' et V_2' de deux corps après le choc, en fonction de m_A, m_C et V_1 .

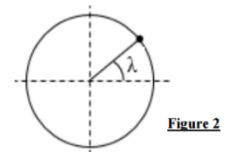
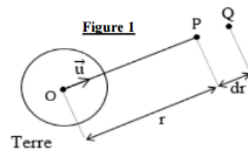
Faire les A.N. (1,5 pt)

EXERCICE 5: (04,5 points)

La Terre, de masse $M = 5,98.10^{24} \text{ kg}$ et de rayon $R = 6370 \text{ km}$ a une répartition de masse à symétrie sphérique.

La constante gravitationnelle est $k = 6,67.10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ et la durée du jour sidéral est $T_0 = 86164 \text{ s}$.

5.1. Soit un point P situé à l'altitude z. Donner dans le repère (O, \vec{u}) l'expression du vecteur champ de gravitation $\vec{G}(z)$ créée en P par la Terre. (0,5 pt)



5.2.

5.2.1. Un solide ponctuel de masse m est initialement au point P. Il se déplace jusqu'au point Q situé à la distance $r + dr$ du point O, dr est très petit par rapport à r.

Exprimer en fonction de K, M, m, r et dr le travail élémentaire dW effectué par la force de gravitation que la Terre exerce sur le solide de masse m. (0,5 pt)

5.2.2. En déduire l'expression du travail W de cette force gravitationnelle lorsque r varie de r_1 à r_2 . (0,5 pt)

5.2.3. En utilisant la relation entre la variation d'énergie potentielle et le travail W de la force de gravitation, montrer qu'à l'altitude z, l'énergie potentielle de gravitation du système (Terre – solide) peut se mettre sous la forme : (0,5 pt)

$$E_p = -\frac{K \cdot M \cdot m}{R + z} \text{ si } E_p(\infty) = 0$$

5.3. Le solide de masse m est au repos sur la Terre en un point de latitude λ (figure 2 ci-dessus)

Exprimer l'énergie mécanique E_0 du solide en fonction de K, M, m, R, λ et T_0 . Calculer E_0 .

On donne $m = 800 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ SI}$, $\lambda = 30^\circ$ (0,5 pt)

5.4. Le solide est maintenant satellisé à l'altitude z. Sa trajectoire dans le repère géocentrique est circulaire de rayon $r = R + z$.

5.4.1. Déterminer l'expression de la vitesse V du satellite dans le repère géocentrique en fonction de k, M et r. (0,5 pt)

5.4.2. Déterminer l'expression de son énergie mécanique E. (0,5 pt)

5.5. Montrer que l'énergie ΔE qu'il a fallu fournir au satellite précédent, initialement au repos sur la Terre peut se mettre sous la forme : (0,5 pt)

$$\Delta E = K \cdot m \cdot M \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2r} \right) - \frac{2\pi^2}{T_0^2} m R^2 \cos^2 \lambda$$

En déduire, du point de vue énergétique l'emplacement le plus favorable des bases de lancement. (0,5 pt)

FIN DE L'EPREUVE

BONNE CHQNCCE !

