



REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi



Ministère
de l'Education nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE SAINT-LOUIS

Composition Standardisée de Sciences Physiques

1^{er} Semestre 2024

TS2

Durée : 04 heures

Exercice 1 :

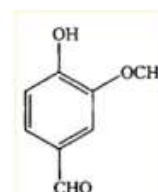
(4 points)

Les parties A et B sont indépendantes.

La vanille contient de nombreux composés aromatiques. La note dominante de son parfum est due à la molécule de vanilline (4-hydroxy-3-méthoxybenzaldéhyde) représentée ci-contre.

La vanilline, produite artificiellement en *trois étapes*, est très utilisée en parfumerie.

On se propose d'étudier deux étapes de la synthèse de la vanilline.

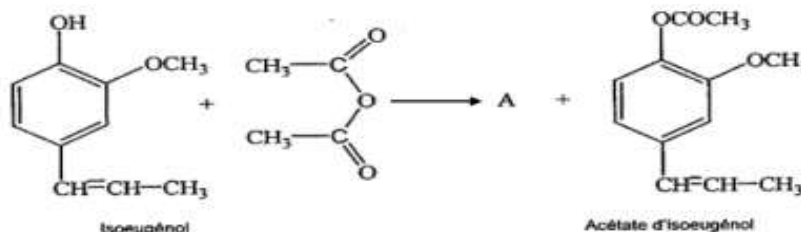


Partie A : Synthèse de l'acétate d'isoeugénol (étape 1).

Masses molaires : Isoeugénol ($M_1 = 164 \text{ g. mol}^{-1}$) ; Anhydride éthanoïque ($M_2 = 102 \text{ g. mol}^{-1}$) ;
Acétate d'isoeugénol ($M_2 = 205 \text{ g. mol}^{-1}$) ; densité de l'isoeugénol $d=1,08$; densité de
l'anhydride éthanoïque : $d=1,08$

Au cours d'une expérience, on introduit 10,0g d'isoeugénol et 20,0 mL d'anhydride éthanoïque dans un ballon de 250ml. On ajoute quelques gouttes d'acide orthophosphorique (H_3PO_4). Après chauffage par un montage à reflux, on maintient l'ébullition pendant 30 minutes.

1.1. L'équation de la synthèse s'écrit :



1.1.1. Ecrire la formule semi développée et le nom du composé A qui se forme. (0,5pt)

1.1.2. Quel sont les rôles du montage à reflux et de l'acide orthophosphorique ? (0,5pt)

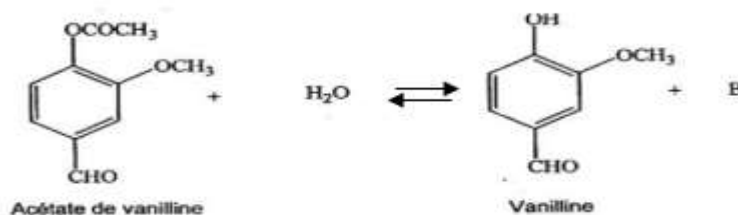
1.2. Pourquoi utilise-t-on l'anhydride éthanoïque à la place de l'acide éthanoïque ? (0,5pt)

1.3. Le mélange réactionnel initial est-il stœchiométrique? Déterminer le réactif limitant. (1pt)

1.4. On obtient une masse d'acétate d'isoeugénol de 11,3 g. Calculer le rendement. (0,5pt)

Partie B : Synthèse de la vanilline (étape 3)

1.5. A la troisième étape se fait la synthèse de la vanilline à partir de l'acétate de vanilline selon l'équation bilan suivante :



1.5.1. Quel est le nom donné à cette réaction ? (0,5pt)

1.5.2. Donner la formule semi développée et le nom du composé chimique B. (0,5pt)

Exercice 2 : (4 points)

Le glycérol a pour formule semi-développée HO—CH₂—CH(OH)—CH₂—OH. Il réagit avec l'acide arachidique ou acide eicosanoïque C₁₉H₃₉—COOH pour donner un triglycéride présent dans l'huile d'arachide.

2.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction et préciser ses caractéristiques. **(0,75 pt)**

2.2. Le triglycéride présent dans l'huile d'arachide peut réagir avec la soude en présence d'éthanol.

2.2.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction sachant qu'il se forme du glycérol. **(0,5 pt)**

2.2.2. Quel est le nom usuel de ce type de réaction ? Quelles en sont les caractéristiques ?

Quel est le rôle de l'éthanol ? **(0,75pt)**

2.3. On étudie la cinétique de la réaction entre le triglycéride et la soude. A une date t = 0, on réalise une solution aqueuse contenant les deux réactifs de même concentration C₁ = 6,0.10⁻² mol/L. Le mélange est maintenu à une température de 35°C. Des prises d'essai de volume V = 10 mL chacune sont effectuées à différentes dates t. Un indicateur coloré approprié permet de suivre le dosage des ions OH⁻ restants par une solution d'acide chlorhydrique de concentration C₂ = 10⁻² mol/L. Soit x le volume de solution acide utilisée pour réaliser ce dosage à l'instant de date t. on obtient le tableau suivant :

t (min)	0	4	9	15	24	37	53	83
x (mL)	60	52,9	46,3	40,4	33,5	27,5	22,2	16,3
n _{glycérol} (10 ⁻⁵ mol)								

2.3.1. Chaque prélèvement a été dilué dans de l'eau glacée avant dosage. Expliquer l'intérêt d'une telle dilution. **(0,25 pt)**

2.3.2. Montrer dans le prélèvement que la quantité de matière de glycérol formé a pour expression :

$$n_{\text{glycérol}} = \frac{(C_1V - C_2x)}{3} \quad (0,5 \text{ pt})$$

2.3.3. Compléter le tableau et tracer sur papier millimétré la courbe représentant les variations du nombre de moles de glycérol formé en fonction du temps t. **(0,75 pt)**

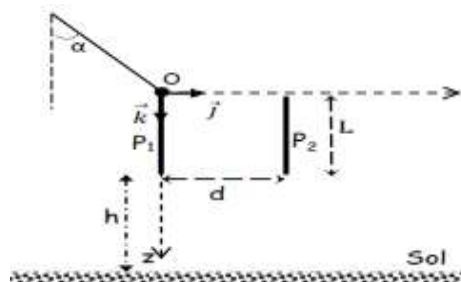
Échelle : 1 cm pour 5 min et 1 cm pour 1.10⁻⁵ mol

2.3.4. Calculer la vitesse de formation du glycérol à la date t = 30 min. **(0,5 pt)**

Exercice3

Exercice 3 : (4,75 points)

Un condensateur plan est formé par deux plaques verticales identiques P₁ et P₂, de longueur commune L = 25 cm, placées à une distance d = 20 cm l'une de l'autre. On applique entre P₁ et P₂ une d.d.p U_{P₁P₂} = U₀ > 0 créant ainsi un champ électrique \vec{E} uniforme, horizontal. (voir figure ci-contre)



3.1. On apporte à l'aide d'un fil isolant non chargé une boule métallisée supposée ponctuelle de masse m = 8 g possédant une charge q = 3. 10⁻⁶ C près du bord supérieur de la plaque P₁ en O sans toutefois la toucher. On prendra g = 10 N.kg⁻¹.

3.1.1. Faire le bilan des forces extérieures appliquées à la boule à l'équilibre puis les représenter. **(0,5 pt)**

3.1.2. Exprimer l'angle α que fait le fil avec la verticale, dans cette position d'équilibre, en fonction des grandeurs notées q, m, g, d et U₀. Calculer α pour U₀ = 4.10³ V. **(0,5 pt)**

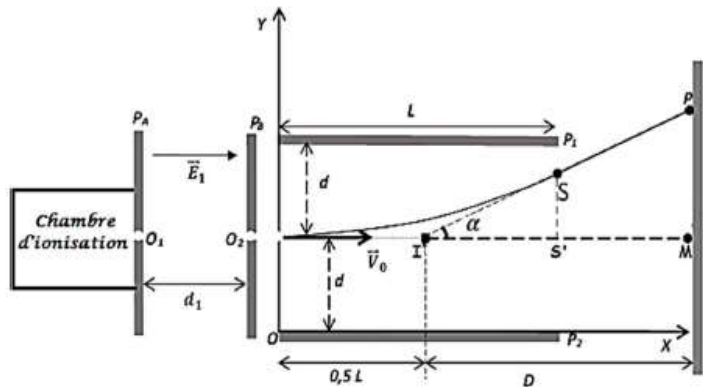
3.2. On coupe ensuite le fil libérant ainsi sans vitesse initiale, à partir du point O, la boule de masse m = 8 g ayant une charge électrique q = 3. 10⁻⁶ C.

- 3.2.1.** Faire le bilan des forces appliquées à la boule puis, déterminer les composantes de son accélération dans le repère R (O ; \vec{j} ; \vec{k}) **(0,5 pt)**
- 3.2.2.** Etablir les équations horaires, $y = f(t)$ et $z = f(t)$, du mouvement de la boule. **(0,5 pt)**
- 3.2.3.** En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire dans l'espace plan R (O ; \vec{j} ; \vec{k}) limité par les deux plateaux P₁ et P₂. Préciser la nature de cette trajectoire. **(0,5 pt)**
- 3.3.** On veut que la boule sorte du condensateur sans toucher les plaques P₁ et P₂.
 - 3.3.1.** Montrer qu'il existe une valeur maximale de la tension U₀ pour que la boule sorte du condensateur sans heurter les plaques. Calculer cette tension maximale. **(0,5 pt)**
 - 3.3.2.** Déterminer pour une tension U₀ = 4.10³ V les coordonnées du point S de sortie de la boule lorsque celle-ci quitte le condensateur. **(0,5 pt)**
- 3.4.** Calculer, dans ces conditions, la durée du parcours OS. **(0,25 pt)**
- 3.5.** Calculer la valeur V_s du vecteur vitesse de la boule à la sortie en S. **(0,25 pt)**
- 3.6.** Sachant que la partie inférieure de ce condensateur se trouve à une hauteur h = 25 cm du sol, déterminer :
 - 3.6.1.** Les coordonnées du point d'impact J de la boule avec le sol. **(0,5 pt)**
 - 3.6.2.** La valeur V_J de son vecteur vitesse en ce point J. **(0,25 pt)**

Exercice 4 : (04 points)

Données : |q| = 2e ; e = 1,6.10⁻¹⁹ C ; E₁ = E = 2.10⁴ V/m ; m = 4.10⁻²⁷ kg ; d₁ = 11,25 cm ; d = 10 cm ; L = 2d ; D = L

Une particule X de masse m et de charge q est accélérée entre les armatures P_A et P_B d'un condensateur où règne un champ électrique uniforme de vecteur \vec{E}_1 après sa sortie sans vitesse de la chambre d'ionisation. Dans tout l'exercice, on néglige le poids devant la force électrique.



- 4.1.** Préciser le signe de la charge q de X, puis établir l'expression de sa vitesse en O₂ en fonction de la charge élémentaire e, de l'intensité du champ électrique E₁, de la masse m et de la distance d₁. En déduire sa valeur. **(1,25pt)**
- 4.2.** A t = 0 s, la particule X pénètre avec la vitesse V₀ entre les armatures P₁ et P₂ où règne un champ électrique uniforme de vecteur \vec{E} et émerge au point S.
 - 4.2-1.** Représenter les plaques P₁ et P₂ en y précisant le signe de leurs charges puis représenter le vecteur champ électrique \vec{E} . **(0,5pt)**
 - 4.2.2.** Etablir les équations paramétriques du mouvement de X en fonction de la charge élémentaire e, du champ électrique E, de la masse m, de la vitesse V₀, de la distance d et du temps t. **(0,5pt)**
 - 4.2.3.** Montrer que l'équation de la trajectoire peut se mettre sous la forme : **(0,25pt)**

$$y = \frac{eE}{mv_0^2} x^2 + d \quad (0,25pt)$$

En déduire la condition d'émergence de la particule X. **(0,25pt)**

4.2.4. Déterminer les coordonnées du point de sortie S. **(0,5pt)**

4.3. A sa sortie des plaques P₁ et P₂, X se déplace le long du segment [SP] avec P son point d'impact sur l'écran.

4.3.1. Montrer que la tangente de l'angle alpha de déflexion peut s'exprimer selon la relation suivante :

$$\tan \alpha = \frac{4eEd}{mv_0^2} \quad (0,25pt)$$

4.3.2. Etablir en fonction de la charge élémentaire e , du champ électrique E , de la distance d , de la masse m et de la vitesse V_0 , l'expression de la déflexion électrique MP . En déduire sa valeur. **(0,5pt)**

Exercice 5 : (04 points)

Données : $h = 400 \text{ km}$; $g_0 = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$; $m = 1020 \text{ kg}$; $R = 6400 \text{ km}$.

Un satellite S, supposé ponctuel, de masse m , décrit une orbite circulaire d'altitude h autour de la terre assimilée à une sphère de rayon R et de masse M . On fera l'étude dans le référentiel géocentrique supposé galiléen et la constante de gravitation universelle sera notée K .

5.1. Faire un schéma où seront représenté la terre, le satellite et la force gravitationnelle \vec{F} exercée par la terre sur le satellite. **(0,5pt)**

5.2. Etablir l'expression du vecteur champ de gravitation \vec{G} à l'altitude h en fonction de sa valeur au sol g_0 , de R et de h . **(0,5pt)**

5.2.1. Montrer que le mouvement de ce satellite est uniforme. **(0,5pt)**

5.2.2. Déterminer la vitesse v du satellite et sa période T en fonction de h , R et g_0 . **(0,5pt)**

5.2.3. Déterminer l'expression son énergie cinétique en fonction de m , R , g_0 et h . **(0,25pt)**

Faire l'application numérique : **(0,25pt)**

5.3. L'énergie potentielle du satellite dans le champ de gravitation à l'altitude h est donnée par la relation :

$$E_p = - \frac{KMm}{R+h} ;$$

où K est la constante de gravitation universelle.

5.3.1. Justifier le signe négatif. **(0,25pt)**

5.3.2. Exprimer E_p en fonction de m , R , g_0 et h . **(0,25pt)**

5.3.3. Donner l'expression de l'énergie mécanique E_m du satellite en fonction de R , g_0 et h .
Comparer cette énergie mécanique à l'énergie cinétique E_c du satellite. **(0,5pt)**

5.4. Le satellite se trouvant dans les hautes couches de l'atmosphère est soumis à des forces de frottement.

Comment va évoluer son énergie mécanique en fonction de l'altitude h ? **(0,25pt)**

En déduire qualitativement l'évolution de la vitesse v et de l'altitude h du satellite. **(0,25pt)**

FIN DE SUJET