REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère
de l'Education nationale

INSPECTION D'ACADEMIE DE SAINT-LOUIS

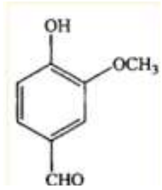
Composition Standardisée de Sciences Physiques

1er Semestre 2024 **TS1** *Durée : 04 heures*

Exercice 1 : **(3 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.

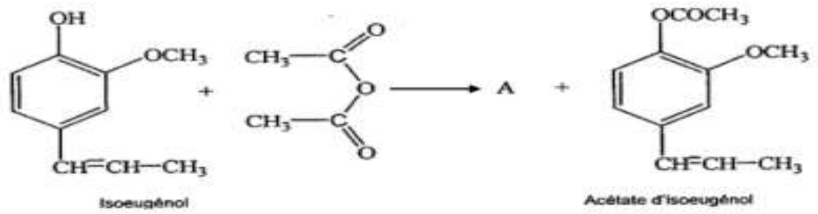
On se propose d'étudier ***deux étapes*** de la synthèse de la vanilline.

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

Masses molaires* : *Isoeugénol (M_1 = 164 g. mol^{-1}) ; Anhydride éthanoique ($M_2 = 102\ g.mol^{-1}$) ; Acétate d'isoeugénol ($M_2 = 205\ g.mol^{-1}$) ; 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 éthanoique 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)**

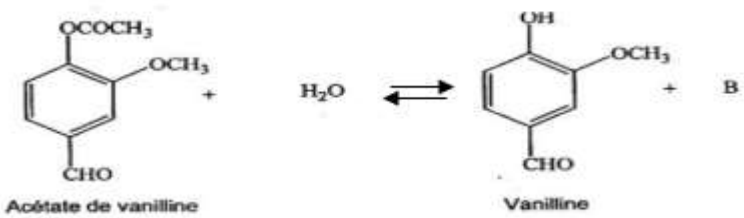
1.2. Pourquoi utilise-t-on l'anhydride éthanoïque à la place de l'acide éthanoïque ? **(0,5pt)**

1.3. Le mélange réactionnel initial est-il stœchiométrique? Déterminer le réactif limitant. **(0,5pt)**

1.4. L'expérimentateur a obtenu 11,3 g d'acétate d'isoeugénol, Calculer le rendement de cette synthèse. **(0,25pt)**

Partie B : Synthèse de la vanilline (étape 3)

1.5. A la troisième étape se fait 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 ? **(0,25pt)**

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

Exercice 2 : **(3 points)**

Le glycérol a pour formule semi-développée $HO—CH_2—CH(OH)—CH_2—OH$. Il réagit avec l'acide arachidique ou acide eicosanoïque $C_{19}H_{39}—COOH$ pour donner un triglycéride présent dans l'huile d'arachide.

2.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction et préciser ses caractéristiques. **(0,5 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. **(0,25 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 chimique entre le triglycéride et la soude. A une date $t = 0s$, on réalise une solution aqueuse contenant les deux réactifs de concentrations identiques à : $\mathbf{C_1 = 6{,}0.10^{-2}\ mol.L^{-1}}$. Le mélange est maintenu à une température de 35°C. Des prises d'essai de volume $\boldsymbol{V = 10\ mL}$ 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 $C_2 = 10^{-2}$ 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 :

$\boldsymbol{t}$ (min)	0	4	9	15	24	37	53	83
$\boldsymbol{x}$ (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 :

$$n_{glycérol} = \frac{(C_1V - C_2x)}{3} \qquad \textbf{(0,25 pt)}$$

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 $\mathbf{1.10^{-5}}$ mol

2.3.4. Calculer la vitesse de formation du glycérol à la date t = 30 min. **(0,25 pt)**

Exercice3 **(4,75 points)**

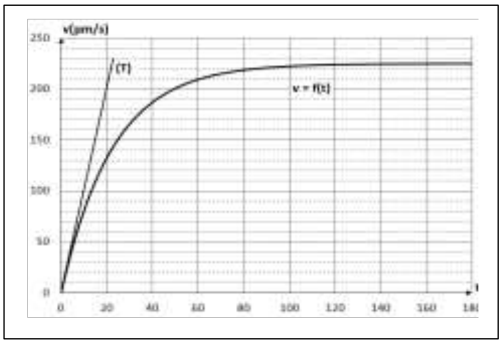
***Données :** masse volumique de la goutte μ = 896 kg/m³ ; g = 10 m/s² ; α = 3,40.10⁻⁴ S.I.*

Cet exercice décrit de façon simplifiée le principe d'une expérience célèbre, mettant en évidence la quantification de la charge électrique e. Cette expérience a permis à son auteur, le physicien américain R.A. Millikan (1868-1953) d'obtenir vers 1913 une assez bonne détermination de la charge élémentaire.

A/Etude préliminaire théorique.

A l'instant de date t = 0, une gouttelette d'huile sphérique, de rayon **r** et de masse m, tombe verticalement dans l'air sans vitesse initiale. L'atmosphère est supposée calme. La gouttelette est soumise à des forces de frottement visqueux dues à l'air et modélisables par une force unique $\vec{f} = -\alpha r\vec{v}$ où $\vec{v}$ désigne le vecteur vitesse de la gouttelette et $\boldsymbol{\alpha}$ une constante positive. On ne tient pas compte, dans tout l'exercice, de la poussée d'Archimède.

3.1. Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur la gouttelette à l'instant de date t. **(0,5 pt)**



3.2. Appliquer le théorème du centre d'inertie à la gouttelette à l'instant de date t et montrer que la vitesse v de la gouttelette vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{\alpha r}{m}v = g \qquad \textbf{(0,5 pt)}$$

3.2.1. Etablir la loi horaire $v = f(t)$ de la vitesse en fonction du temps t . **(0,5 pt)**

3.2.2. La résolution de cette équation différentielle

Permet de tracer le graphe v = f(t) ci-dessous. (T) est la tangente à la courbe v = f(t) à l'instant de date t = 0.

Déduire la nature du mouvement de la goutte pour t < 120 μs et pour t > 120 μs. **(0,5 pt)**

3.2.3. Déterminer graphiquement l'accélération de la goutte à t = 0. **(0,5pt)**

3.3. Entre t = 0 et t = 120 μs l'accélération de la goutte augmente, reste constante ou diminue-t-elle ? Justifier. **(0,5 pt)**

3.4. A partir de l'équation différentielle :

3.4.1. Retrouver l'accélération de la gouttelette à t = 0 **(0,5pt)**

3.4.2. Exprimer la vitesse limite $v_{\ell im}$ atteinte par la gouttelette pour t > 120 μs en fonction de α, r, m et g.

(0,5 pt)

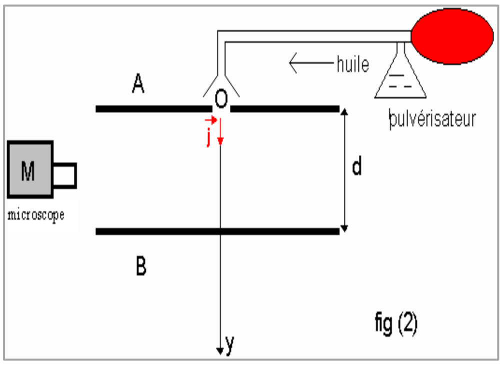


fig (2)

B/ Etude expérimentale.

La figure (2) représente un condensateur plan AB, dont les armatures sont distantes de **d**, l'armature supérieure est percée d'une très petite ouverture 0. A l'aide d'un pulvérisateur on introduit en O de fines gouttelettes d'huile (liquide choisi en raison de son évaporation insignifiante). On admet que toutes les gouttelettes ont le même rayon **r**, donc la **même masse m** et le **même poids P**. L'observation des gouttelettes au microscope M permet de mesurer leur déplacement pendant une certaine durée.

On admet que U_{AB} = 0. (Condensateur non relié au générateur).

3.5. Détermination du rayon r et du poids P de la gouttelette :

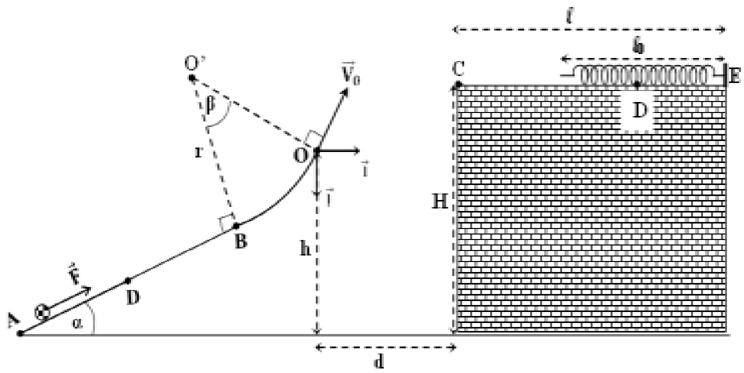
Avec le microscope M, on observe une gouttelette qui tombe verticalement à vitesse constante. Elle parcourt la distance $L_{\ell im} = 2{,}25$ mm pendant la durée $t_1 = 10{,}0$ s.

3.5.1. Calculer numériquement la vitesse $v_{\ell im}$ de cette goutte. **(0,25 pt)**

3.5.2. En utilisant la question .4.2/ et sachant que la masse de la gouttelette est :

$m = \frac{4}{3}\pi r^3 \mu$; établir la relation : $r = \sqrt{\frac{3\alpha v_{lim}}{4\pi\mu g}}$. Calculer : r et P. **(0,5 pt)**

Exercice 4 : **(4,25 points)**



Une bille de masse ***m=300g***, supposée ponctuelle, est initialement au repos en A. On la lance sur une piste en faisant agir sur elle une force constante $\vec{F}$ d'intensité ***F = 9,51 N*** sur la distance $AD = \frac{L}{2}$. La piste est constituée d'une partie rectiligne AB de longueur ***L = 2 m*** inclinée d'un angle ***α = 30°*** par rapport à l'horizontale et d'une partie circulaire BO de rayon **r** et de centre O' (figure ci-dessus). La force $\vec{F}$ est parallèle à AB. On donne : $g = 10\ m.s^{-2}$.

4.1. Enoncer le théorème de l'énergie cinétique puis exprimer la vitesse V_0 de passage de la bille en O en fonction de ***m, F, L, α, β, r*** et ***g***. **(0,75 pt)**

4.2. En appliquant le théorème du centre d'inertie, montrer que la réaction de la piste en O peut s'écrire sous la forme :

$$R_O = m.g\left[3.cos(\alpha+\beta) - 2cos\alpha + \frac{L}{r}\left(\frac{F}{m.g} - 2.sin\alpha\right)\right]$$ **(0,75 pt)**

4.3. La bille quitte la piste en O et poursuit son mouvement dans le champ de pesanteur terrestre et doit atterrir en un point C sur une piste horizontale avec ***une vitesse parallèle à***

CE de valeur V_C. La piste CE de hauteur ***H = 2,72 m*** et de longueur ***l = 1 m*** est à une distance **d =1,56 m** du point O. Un ressort de longueur à vide ***l₀ = 55 cm***, de raideur ***k = 900 N.m⁻¹*** , dont l'une des extrémité est fixée en E, est posé sur ce plan horizontal.

4.3.1. Etablir, dans le repère $(O;\vec{i},\vec{j})$, les équations horaires du mouvement de la bille au-delà de O. **(0,5 pt)**

4.3.2. En utilisant ces équations horaires montrer que :

$$\tan(\alpha+\beta) = 2.\left(\frac{H-h}{d}\right).$$ **(0,5 pt)**

En déduire la valeur de l'angle β et celle la vitesse V_C. On donne ***h = 1,37 m.*** **(0,5 pt)**

4.3.3. Il existe des forces de frottement entre la bille et le plan horizontal CE modélisées par une force $\vec{f}$ d'intensité constante f dont le coefficient est $\mu = \frac{f}{R_n} = 0,15$ (R_n est l'intensité de la réaction normale). La bille, lors de son mouvement sur le plan OC, finit par comprimer le ressort de x et s'arrête en D.

a. Montrer que : $\frac{k}{m}.x^2 - 2g.\mu.x - 2g.\mu.(l-l_0) + V_C^2 = 0$ **(0,75 pt)**

b. Déterminer l'allongement ***x*** du ressort. **(0,5 pt)**

Exercice 5 : (5 points)

***Données :** Constante gravitationnelle : K = 6.67.10⁻¹¹ N.m².kg⁻²*

Masse de la terre : M_T =6.10²⁴ kg ; rayon de la terre : R_T = 6400 km ; Période de révolution de la terre autour de l'axe des pôles : T_T = 24 h

On considère une planète P, de masse M et de rayon R et deux satellites S_1 et S_2 qui tournent autour de la planète avec des orbites circulaires d'altitudes respectives ***z_1= 35,8976.10³ km*** et ***z_2 = 60,5400.10³ km***. La valeur du champ gravitationnel crée par la planète P à ces deux altitudes est respectivement : ***G_1 = 2237,7.10⁻⁴ N.kg⁻¹*** et ***G_2 = 893,1.10⁻⁴ N.kg⁻¹***

5.1. Enoncé la loi de gravitation et donner l'expression du champ gravitationnel crée par la planète P en fonction de M, R, z et k. **(0,5 pt)**

5.2. Montrer que le rayon R de la planète P peut se mettre sous la forme :

$$R = \frac{h_2 - \alpha.h_1}{\alpha - 1};$$

où α est une constante à exprimer en fonction de G_1 et G_2. **(0,5 pt)**

5.3. En déduire la masse M de la planète. **(0,5 pt)**

5.4. Les deux satellites sont en orbite circulaire dans le plan équatorial terrestre et tournent dans le même sens de révolution de la terre autour de l'axe des pôles.

5.4.1. Etablir l'expression de la vitesse et la période d'un satellite en fonction R_T, z, K et M_T. Calculer les périodes T_1 et T_2 respectives des satellites S_1 et S_2. **(1 pt)**

5.4.2. Parmi ces deux satellites, lequel est géostationnaire ? Justifier. **(0,5 pt)**

5.4.3. Déterminer la période de révolution du satellite S_2 par rapport à S_1. **(0,5 pt)**

5.4.4. Exprimer l'énergie mécanique d'un satellite en fonction R_T, z, K et M_T. **(0,5 pt)**

5.4.5. Montrer que la variation de l'énergie mécanique ΔE d'un satellite, de masse m, entre r et r' = r + dr ($dr \ll r$) est liée à la variation Δz de son altitude par la relation :

$$\Delta E = A.\Delta z.$$ **(0,5 pt)**

Exprimer *A* en fonction de sa masse *m, R_T, z* et *T_T*. **(0,5 pt)**

FIN DE SUJET