REPUBLIQUE DU SENEGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi
Ministère De l'Education Nationale
INSPECTION D'ACADEMIE DE DIOURBEL
CELLULE REGIONALE DE SCIENCES PHYSIQUES

COMPOSITISION DE SP DU 1ER SEMESTRE 2023-2024 ***TS2*** ***(DUREE 4H)***

Exercice 1: ***(04 POINTS)***

L'acide valérique, de formule brute générale $C_aH_bO_x$ (avec a, b et x des entiers naturels non nuls), est un composé organique oxygéné principalement utilisé à la synthèse d'arômes, d'adoucissants ou de produits agrochimiques. L'acide valérique est le nom courant ou usuel d'un monoacide carboxylique saturé et non cyclique présent en grande quantité dans les racines d'une plante appelée la valériane.

L'acide valérique sera noté l'acide A, pour la suite.

On considère pour l'acide A, le système d'équations suivant : $\begin{cases} \frac{a}{b} - \frac{1}{2} = 0 \\ x + 8 = b \end{cases}$

1.1. Exprimer les entiers naturels b et x en fonction de a. **(0,5 pt)**

1.2. Ecrire alors la formule brute de l'acide A en fonction de a. **(0,25 pt)**

1.3. Montrer que la masse molaire M_A de l'acide A peut s'écrire sous la forme $M_A = 46a - 128$. **(0,25 pt)**

1.4. Un professeur de Sciences Physiques de votre lycée se propose de déterminer la formule brute exacte de A. Pour cela, Il dissout une masse $m_A = 2{,}295g$ de l'acide A dans de l'eau pure. Il dose ensuite la solution obtenue par une solution d'hydroxyde de sodium ou soude (Na^+, OH^-) trois de concentration $C_b = 3mol.L^{-1}$. L'équivalence acido-basique est atteinte après addition d'un volume $V_b = 7{,}5mL$ de soude.

1.4.1. En déduire la formule brute exacte de l'acide A. **(0,25 pt)**

1.4.2. Donner les formules semi-développées de ses isomères possibles et leurs noms officiels. **(1 pt)**

1.4.3. Ecrire la formule semi-développée exacte de l'acide valérique et donner son nom officiel, sachant qu'il possède une chaîne carbonée linéaire. **(0,25 pt)**

1.4.4. On fait réagir l'acide carboxylique A avec le trichlorure de phosphore ou le chlorure de thionyle. Ecrire l'équation bilan de la réaction. **(0,25 pt)**

1.5. On s'intéresse maintenant à l'un des isomères de l'acide A, appelé isomère D.

1.5.1. En admettant que D renferme un carbone asymétrique, identifier le en donnant son nom. **(0,25 pt)**

1.5.2. On procède à la réaction entre l'acide D et le N-méthylpropanamine. Ecrire l'équation bilan de cette réaction et donner le nom du composé E obtenu. **(0,5 pt)**

1.6. L'acide D chauffé en présence d'alumine(Al_2O_3) ou d'oxyde de thorium(ThO_2) vers 400 °C, se décarboxyle pour donner un composé F dont le test avec le réactif 2,4-D.N.P.H s'avère positif et les tests avec les réactifs de Schiff, de Fehling et de Tollens s'avèrent négatifs.

1.6.1. Ecrire l'équation bilan permettant l'obtention de F. **(0,25 pt)**

1.6.2. Nommer le produit F obtenu. **(0,25 pt)**

Données : Masse molaire atomique en $g.mol^{-1}$: **C : 12 ; H : 1 ; O : 16 ; N : 14.**

Exercice 2 : ***(04 POINTS)***

Le glycérol a pour formule semi-développée $HO\text{-}CH_2\text{-}CHOH\text{-}CH_2\text{-}OH$. Il réagit avec l'acide « arachidique » $C_{19}H_{39}\text{-}CO_2H$ pour donner un triglycéride présent dans l'huile d'arachide.

2.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction et préciser ses caractéristiques. ***(0,5pt)***

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 et un autre produit dont on écrira la formule semi-développée. **(0,25pt)**

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. A une date t=0, on réalise une solution aqueuse contenant les deux réactifs de même concentration $C_1 = 0{,}60.10^{-1}mol.L^{-1}$. Le mélange est maintenu à une température de 35°C. Des prises d'essai de volume V = 10mL chacune sont effectuées à différentes dates t. Un indicateur coloré approprié permet de doser les ions

OH^- restants par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_2 = 10^{-2} mol.L^{-1}$. 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)	4	9	15	24	37	53	83
x(mL)	52,9	46,3	40,4	33,5	27,5	22,2	16,3
$n_{glycérol}$(mol)							

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

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

$n_{glycérol} = \frac{C_1 V - C_2 x}{3}$ ***(0,5 pt)***

2.3.3. Compléter le tableau et tracer la courbe représentant les variations du nombre de moles de glycérol formé en fonction du temps. Echelles : 1cm pour $1,0.10^{-5}$mol et 1cm pour 10min. ***(1 pt)***

2.3.4. Calculer la vitesse de formation du glycérol aux dates t_1=10min et t_2=30min. ***(0,5 pt)***

2.3.5. Justifier l'évolution constatée pour les vitesses ainsi déterminées. ***(0,25 pt)***

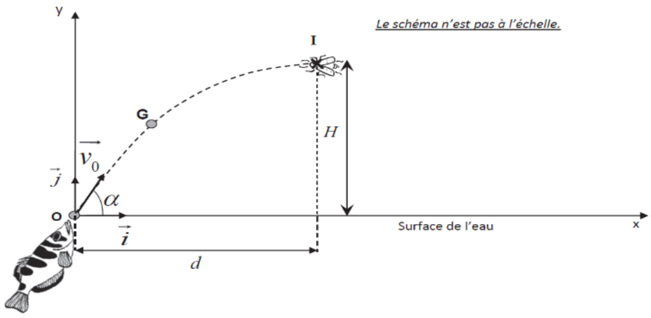
Exercice 3 : Modélisation du mouvement du jet d'eau *(04 POINTS)*

Le poisson archer à bande noire est une espèce de poisson connue pour sa manière unique de cracher un jet d'eau sur sa proie.

Dans la suite de l'exercice, le comportement du jet d'eau sera assimilé à celui d'une goutte d'eau de masse m.

On note $\vec{v}_0$ le vecteur vitesse initiale du centre d'inertie de la goutte.

Une mouche posée sur une feuille située à une hauteur H = 75 cm au-dessus de la surface de l'eau est convoitée par un poisson archer situé non loin de là. Le poisson projette vers l'insecte un jet d'eau avec un vecteur-vitesse initiale $\vec{v}_0$ incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale.



Le jet percute l'insecte au moment où l'eau atteint le sommet de sa trajectoire.

La situation est schématisée sur la figure ci – contre.

Soit **G** le centre d'inertie de la goutte d'eau et **I** le centre d'inertie de la mouche.

Dans toute l'étude on supposera que l'action de l'air est négligeable.

Le mouvement de **G** est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

On prend comme origine des dates, l'instant où le poisson archer projette l'eau ; le point **G** se trouve alors au point O pris comme origine du repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$).

Données : Intensité du champ de pesanteur terrestre : ***g = 9,81 m.s⁻²***; v_0 ***= 4,0 m.s⁻¹***

3.1. Étude du mouvement

3.1.1. Qu'implique la phrase : « l'action de l'air est négligeable » pour le bilan des forces ? ***(0, 25 pt)***

En déduire, en appliquant la deuxième loi de Newton dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$), les coordonnées du vecteur accélération $\vec{a}_G$ du centre d'inertie G de la goutte. ***(0,25 pt)***

3.2. Vecteur vitesse

3.2.1. Exprimer les coordonnées du vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0$ dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) en fonction de l'angle α et de v_0 **(0,25 point)**

3.2.2. Soit v_x la composante horizontale du vecteur vitesse $\vec{v}$ du centre d'inertie G de la goutte au cours du mouvement. Expliquer qualitativement pourquoi on peut affirmer que v_x garde une valeur constante au cours du mouvement. ***(0,25 pt)***

3.3. Recherche de la condition initiale sur l'angle *α* pour que le jet d'eau atteigne l'insecte

3.3.1. Dessiner sur votre copie, sans souci d'échelle, le vecteur vitesse (noté $\vec{v}_S$) du centre d'inertie G de la goutte, au moment de l'impact avec l'insecte, resté immobile au point représenté sur la figure. ***(0,25 pt)***

3.3.2. Exprimer les coordonnées de $\vec{v}_S$ dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$) en fonction de v_0 et α. ***(0,25 pt)***

3.3.3. Exprimer l'énergie mécanique du jet d'eau en fonction de m, v_0 , *α, g* et *H :*

3.3.3.1. Au point O ; ***(0,25 pt)***

3.3.3.2. Au moment de l'impact avec la mouche. ***(0,5 pt)***

On choisira la surface de l'eau comme référence pour l'énergie potentielle de pesanteur : Ep = 0 pour y = 0.

3.3.4. En déduire que la valeur de l'angle *α* permettant au jet d'eau d'atteindre la mouche vérifie l'équation :

$$\sin\alpha = \frac{1}{v_0}\sqrt{2gH}$$ ***(0,5 pt)***

On rappelle que $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$.

3.3.5. Vérifier que la valeur de l'angle *α* vaut 74°. ***(0,25 pt)***

3.4. Mouvement du jet d'eau

3.4.1. À partir des résultats de la question ***3.1.2.***, montrer que les équations horaires $x_G(t)$ et $y_G(t)$ du mouvement du centre d'inertie G de la goutte sont :

$$\begin{cases} x(t) = v_0 t\cos\alpha \\ y(t) = -\dfrac{gt^2}{2} + v_0 t\sin\alpha \end{cases}$$ ***(0,5 pt)***

3.4.2. Montrer que pour que la mouche puisse échapper au jet d'eau, il faut que son temps de réaction, noté t_R, soit inférieur ou égal à 0,39 s. ***(0,25 pt)***

3.4.3. En déduire que la distance *d* indiquée sur la figure a pour valeur environ 43 cm. ***(0,25 pt)***

Exercice 4 : ***(04 POINTS)***

Un faisceau de protons passe à travers un accélérateur linéaire à la sortie duquel les protons acquièrent une vitesse $\overrightarrow{V_0}$ de direction horizontale et de valeur v_0 =1,2.10^6 m.s^{-1}. Les protons pénètrent à la date t = 0, avec la vitesse $\overrightarrow{V_0}$, entre les plaques horizontales P_1 et P_2 d'un condensateur plan, à partir d'un point O équidistant des plaques. Les plaques sont distantes de d = 5 cm et de longueur ℓ = 12 cm.

On impose entre les deux plaques une tension $U = V_{P2} - V_{p1}$ qui dévie le faisceau de protons vers le haut. Les protons sortent du condensateur à partir d'un point S. Après le point S, les protons ont un mouvement que l'on peut considérer comme rectiligne uniforme. Ils frappent au point J en formant un spot lumineux sur un écran orthogonal à (Ox) placé à D = 40 cm du centre C de l'espace situé entre les plaques (voir figure)

Données : On néglige le poids du proton devant la force électrique, dont la charge est q = e et la masse m_p = 1,67. 10^{-27}Kg.

On suppose que le champ $\vec{E}$ est uniforme entre les plaques P_1 et P_2.

4.1. Donner, en le justifiant, le signe de la tension U. Représenter sur le schéma le champ $\vec{E}$ et la force électrique $\vec{F}$ sur un proton. ***(0,75pt)***

4.2. Déterminer l'expression littérale de l'accélération $\vec{a}$ en fonction de e, $\vec{E}$ et m. ***(0,25pt)***

4.3. Etablir l'équation de la trajectoire des protons entre les plaques P_1 et P_2. ***(0,75 pt)***

4.4. Quelle est la nature de la trajectoire ? ***(0,25pt)***

4.5. Calculer la valeur limite de U pour que les protons sortent de l'espace champ sans heurter la plaque supérieur P_1. ***(0,5pt)***

4.6. La tension U appliquée étant inférieure à sa valeur limite ; montrer qu'elle est liée à la déflexion électrique Y = O'J par la relation : U = K.Y ; K est une constante positive, que l'on exprimera en fonction des données. Calculer K. **(0,75pt)**

4.7. On remplace le faisceau de protons par un faisceau de particules α qui sont des noyaux d'hélium $^{A}_{2}He^{2+}$. Le faisceau arrive en O avec la même vitesse $\overrightarrow{V_0}$ et subit sous la même tension U une déflexion Y ' telle que $\frac{Y}{Y'}$ = 2. En déduire la valeur de A sachant que la masse d'une particule α est m' = A.m_p. ***(0,75pt)***

Exercice 5 : **la 3ème loi de Kepler à l'étude d'un astéroïde** ***(04 points)***

L'objectif de cet exercice est d'étudier le mouvement de quelques planètes du système solaire et de déterminer la masse de l'astéroïde Rhéa Sylvia, récemment découvert par une équipe d'astronomes. Celui-ci a la forme d'une grosse pomme de terre mesurant quelques centaines de kilomètres. Par souci de simplification, dans tout l'exercice, les astres étudiés sont considérés à répartition sphérique de masse. On modélise les trajectoires des planètes du système solaire dans le référentiel héliocentrique par des cercles de rayon r dont le centre O est le soleil de masse M_S.

Données : constante de gravitation universelle $\mathbf{G = 6{,}67.10^{-11}}$ **SI**.

5.1. Planète en orbite circulaire

5.1.1. Représenter sur un schéma la force de gravitation $\vec{F}$ exercée par le soleil sur une planète quelconque de masse m du système solaire dont le centre est situé à un point M de sa trajectoire. ***(0,5 pt)***

5.1.2. Donner l'expression vectorielle de cette force au point M, en utilisant un vecteur unitaire $\vec{u}$ (orienté du soleil vers la planète). ***(0,25 pt)***

5.1.3. Par la suite, on considère que les valeurs des autres forces de gravitation s'exerçant sur la planète sont négligeables par rapport à la valeur $de\ \vec{F}$.

5.1.3.1. En citant la loi de Newton utilisée, déterminer l'expression du vecteur accélération du centre d'inertie d'une planète quelconque du système solaire au point M. ***(0,5 pt)***

5.1.3.2. En déduire la nature du mouvement du centre d'inertie d'une planète quelconque de masse m du système solaire. ***(0,25 pt)***

5.2. Le graphe de la figure ci-dessous représente l'évolution du carré de la période de révolution des planètes Terre, Mars et Jupiter en fonction du cube du rayon de leur orbite.

5.2.1. Enoncer la troisième loi de Kepler. Le graphe ci-contre est-il en accord avec cette loi ? ***(0,5 pt)***

5.2.2. Montrer que T^2 et r^3 sont proportionnels et déterminer le coefficient de proportionnalité β. ***(0,5 pt)***

5.3. Une équipe composée de Franck Marchi et de trois astronomes de l'observatoire de Paris, Pascal Descamps, Daniel Hestroffer et Jérôme Berthier, vient de découvrir un astroïde, nommé Rhéa Sylvia, qui gravite à une distance constante du soleil avec une période de révolution de 6,21ans. D'autres astronomes ont également découvert que Rhéa Sylvia était accompagné de deux satellites baptisés Remus et Romulus. Leurs calculs ont montré que les deux satellites décrivent chacun une orbite circulaire autour de Rhéa Sylvia ; Romulus effectue son orbite en 87,6 heures. Les distances entre chaque satellite et Rhéa Sylvia sont respectivement de 710 km pour Remus et 1360 km pour Romulus.

5.3.1. A l'aide des données et des résultats précédents, calculer la distance séparant les centres respectifs de Rhéa Sylvia et du soleil. ***(0,5 pt)***

5.3.2. Déterminer la masse M_R de l'astéroïde Rhéa Sylvia. ***(0,75 pt)***

5.3.3. Déterminer la période de révolution de Remus. ***(0,25 pt)***

BONNE CHANCE !!!