



SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1 Chimie Organique (04 points)

Une entreprise agroalimentaire sénégalaise, située dans le Walo, spécialisée dans la fabrication de boissons et de confiseries, souhaite développer de nouveaux arômes artificiels destinés à améliorer l'odeur et le goût de ses produits. Pour cela, le laboratoire de recherche utilise différents composés organiques dérivés des acides carboxyliques afin de synthétiser des esters possédant des odeurs fruitées agréables et une bonne stabilité chimique.

Dans le laboratoire industriel, on trouve les composés organiques suivants : Chlorure de méthylpropanoyle (A) ; anhydride propanoïque (B) ; butanamide (C) ; éthanoate d'éthyle (D) et acide-2-hydroxypentanoïque (E).

1.1- Ecrire les formules semi-développées des composés A, B, C et D. **(01pt)**

1.2- Les composés A et B peuvent être synthétisés à partir d'acides carboxyliques.

Ecrire les équations-bilans de formation des composés A et B. **(0,5pt)**

1.3- La réaction de décarboxylation du composé E (acide-2-hydroxypentanoïque) donne un alcool (F).

L'oxydation ménagée de l'alcool (F) en milieu acide par les ions permanganate donne un composé organique (G) qui réagit avec la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH) et le réactif de Schiff.

Déterminer les formules semi-développées et les noms des composés organiques (F) et (G). **(01pt)**

1.4- Une technicienne du laboratoire s'intéresse à la synthèse de l'éthanoate d'éthyle (D).

1.4.1- Ecrire l'équation-bilan de la réaction de formation de l'éthanoate d'éthyle à partir de l'acide carboxylique et de l'alcool correspondants et donner les caractéristiques de la réaction. **(0,75pt)**

1.4.2- Dans un ballon, elle introduit un volume $V_1 = 20$ mL de l'acide et un volume $V_2 = 10$ mL de l'alcool avec quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Le mélange est chauffé à reflux pendant quelques minutes, puis refroidi. Le produit organique récupéré, à la fin de la réaction, a une masse m_e . Le rendement de la réaction est 90 %. Déterminer la valeur de la masse m_e . **(0,75pt)**

Les masses volumiques respectives de l'acide carboxylique et de l'alcool utilisés sont : $\rho_1 = 1,049$ g · mL⁻¹ et $\rho_2 = 0,789$ g · mL⁻¹. On donne en g/mol : M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16

EXERCICE 2 Dosage de l'aspirine (04 points)

Dans le cadre du contrôle de qualité des médicaments, les laboratoires pharmaceutiques doivent vérifier que la quantité de principe actif indiquée sur les emballages correspond réellement à celle contenue dans les comprimés. L'aspirine, ou acide acétylsalicylique, est un médicament couramment utilisé pour ses propriétés antalgiques et antipyrétiques. On se propose de vérifier expérimentalement l'indication « 500 mg » figurant sur une boîte d'aspirine à l'aide d'un dosage pH-métrique, et de mettre en évidence l'intérêt d'une solution tamponnée.

2.1- Détermination de la masse d'acide par dosage pH-métrique

On dissout un comprimé d'« aspirine 500 » dans une fiole jaugée contenant de 500 mL d'eau distillée. On dose 200 mL de la solution ainsi préparée avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique $C_b = 1,0 \cdot 10^{-1}$ mol · L⁻¹.

2.1.1- Écrire l'équation-bilan de la réaction de dosage en prenant AH comme formule moléculaire de l'acide acétylsalicylique. **(0,5pt)**

2.1.2- Tracer la courbe représentant la variation du pH en fonction du volume V_b d'hydroxyde de sodium versé dans les 200 mL de solution d'aspirine. **Echelles : 1 cm pour 1 mL ; 1 cm pour 1 unité pH.** **(0,75pt)**

Les résultats du dosage sont consignés dans le tableau ci-après. / 2 ...

V _b (mL)	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	10,3	10,5	10,7	10,9	11,0	11,1	11,2
pH	3,1	3,3	3,5	3,7	4,1	4,7	5,0	5,2	5,7	6,6	7,1	8,6	9,3

V _b (mL)	11,5	11,7	12,0	13,0	14,0	16,0
pH	9,9	10,1	10,3	10,6	10,8	11,0

2.1.3- Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E (V_{bE}; pH_E). **(0,5pt)**

2.1.4- Déterminer la concentration Ca de la solution dosée. En déduire la masse m_a (en mg) d'aspirine contenue dans le comprimé. On donne M(AH) = 180 g. mol⁻¹ **(0,75pt)**

2.1.5- L'étiquette indique 500 mg. Calculer l'écart relatif E_r = $\left| \frac{(500 - m_a)}{500} \right| \times 100$. Le résultat est-il conforme si on accepte une marge d'erreur relative de 3 % ? **(0,5pt)**

2.2- Analyse de l'espèce prédominante

L'aspirine est un acide faible noté AH de pKa = 3,5.

2.2.1- Représenter le diagramme de prédominance de l'aspirine. Identifier l'espèce majoritaire (AH ou A⁻) dans l'estomac où le pH = 1,5. **(0,5pt)**

2.2.2- Dans l'estomac, l'aspirine tamponnée maintient le pH à 3,6. Définir une solution tampon. Donner ses propriétés. **(0,5pt)**

EXERCICE 3 Gravitation universelle (04 points)

Les pays du Sahel sont confrontés à des problèmes majeurs liés à la désertification, à la raréfaction des ressources en eau et aux changements climatiques. Afin d'améliorer la surveillance de l'environnement et la gestion des ressources naturelles, un groupe de jeunes ingénieurs africains met en place un programme spatial innovant. Ils conçoivent un satellite artificiel appelé Sahel-Sat, destiné à observer l'évolution du couvert végétal, à repérer les zones menacées par la sécheresse et à transmettre rapidement les informations aux centres météorologiques et agricoles de la région. Le satellite est d'abord placé en orbite basse pour effectuer des prises de vues détaillées de la Terre, puis transféré vers une orbite géostationnaire afin d'assurer une transmission continue des données.

La Terre est considérée comme une sphère homogène de centre O, de rayon R_T = 6 370 km et de masse M_T = 5,97 · 10²⁴ kg ; la période de rotation propre de la Terre est T = 86 164 s ; la constante de gravitation universelle est G = 6,67 · 10⁻¹¹ SI ; l'intensité de la pesanteur au sol est g₀ = 9,8 SI; la masse du satellite est m = 500 kg.

On suppose que le satellite n'est soumis qu'à la force gravitationnelle terrestre.

3.1- Nature du mouvement du satellite et troisième loi de Kepler

L'étude est réalisée dans le référentiel géocentrique, supposé galiléen.

3.1.1- En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que le mouvement du satellite est uniforme. **(0,25pt)**

3.1.2- Établir l'expression de la vitesse linéaire v du satellite en fonction de g₀, R_T, et h. Calculer sa valeur.

On donne h = 600 km

(0,75pt)
.../...3

3.1.3- Définir la période de révolution T du satellite (S) puis montrer qu'elle peut s'exprimer par la relation :

$$T = \frac{2\pi(R_T + h)}{R_T} \sqrt{\frac{R_T + h}{g_0}}. \text{ Enoncer et établir la 3^e loi de Kepler.} \quad (1\text{pt})$$

3.2- Orbite Géostationnaire

Pour la phase de transmission de données, le satellite doit rejoindre une orbite géostationnaire d'altitude H

3.2.1- Rappeler les conditions pour qu'un satellite soit géostationnaire. (0,5pt)

3.2.2- A partir de la troisième loi de Kepler établie au **3.1.3**, déduire l'expression de l'altitude H de l'orbite géostationnaire, puis la calculer. (0,5pt)

3.3- Transfert d'orbite et Énergétique

On souhaite transférer le satellite de son orbite basse d'altitude h = 600 km vers l'orbite géostationnaire d'altitude H. On rappelle que l'énergie potentielle du satellite (S) sur l'orbite de rayon r est : $E_p = - \frac{G M_T m}{r}$.

3.3.1- Etablir l'expression de l'énergie mécanique totale E_m en fonction de G, M_T , m et r. (0,25pt)

3.3.2- Calculer la variation d'énergie mécanique ΔE_m , appelée travail des moteurs, qu'il faut fournir au satellite pour le faire passer de l'orbite basse à l'orbite géostationnaire. (0,75pt)

EXERCICE 4 Circuit (R,L,C) (04 points)

Dans un laboratoire du lycée Mboumba (Podor), avec l'aide de leur professeur, des élèves étudient le fonctionnement des circuits électriques utilisés dans les systèmes modernes de communication tels la radio, la télévision et la téléphonie.

Les élèves réalisent un circuit **R, L, C** monté en série et constitué d' :

- un résistor de résistance **R** inconnue ;
- une bobine d'inductance **L = 0,12 H** et de résistance interne **r = 18 Ω** ;
- un condensateur de capacité **C** inconnue.

Ce dipôle est branché aux bornes d'un générateur de basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace constante

$U = 1,0 \text{ V}$ (**figure 1**).

La fréquence **f** du générateur est réglable. Le circuit est parcouru par un courant sinusoïdal d'intensité efficace I. Les élèves proposent de faire d'abord l'étude théorique du dipôle R, L, C ensuite de déterminer expérimentalement la résistance R du résistor et la capacité C du condensateur.

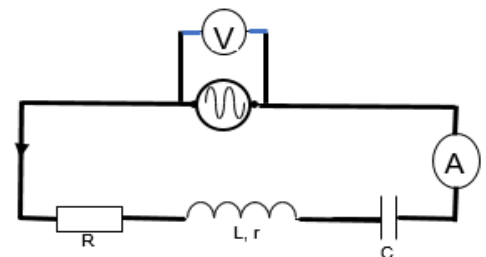


Figure 1

4.1- Étude théorique

4.1.1- Définir la résonance d'intensité. (0,25pt)

4.1.2- Donner l'expression de l'impédance **Z(f)** du circuit en fonction de **R, r, L, C** et de la fréquence **f**. En déduire son expression à la résonance. (0,5pt)

4.1.3- Exprimer l'intensité efficace **I** du courant en fonction de **f, U, R, r, L et C**. En déduire l'expression de l'intensité efficace I_0 à la résonance. (0,5pt)

4.1.4- Exprimer la fréquence f_0 à la résonance en fonction L et C. (0,25pt)

...../4.....

4.2- Étude expérimentale

Des mesures expérimentales effectuées par les élèves ont permis de tracer la courbe de variation de l'intensité efficace I du courant en fonction de la fréquence f (**figure 2**) (voir annexe).

- 4.2.1-** Déterminer graphiquement la fréquence de résonance f_0 et l'intensité efficace I_0 correspondante. **(0,5pt)**
4.2.2- En déduire la valeur de la résistance R du résistor et celle de la capacité C du condensateur. **(0,75pt)**
4.2.3- À partir de la courbe $I = g(f)$, déterminer la largeur de la bande passante Δf du circuit. **(0,5pt)**
4.2.4- Déterminer la valeur du facteur de qualité (Q) du circuit. Y a-t-il une surtension aux bornes du condensateur ? Justifier. **(0,75pt)**

EXERCICE 5 Niveaux d'énergie et interférences lumineuses (04 points)

Données : Vitesse de la lumière : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; Charge élémentaire : $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; la constante de Rydberg $R_h = 1,097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Une équipe de techniciens souhaite mettre au point une source lumineuse monochromatique destinée à réaliser une expérience d'interférences de Young permettant de mesurer de très petites distances. Pour cela, elle utilise une lampe à hydrogène produisant plusieurs radiations issues des transitions électroniques de l'atome d'hydrogène.

- 5.1-** L'énergie des niveaux de l'atome d'hydrogène est donnée par la relation : $E_n(\text{J}) = -\frac{2,18 \cdot 10^{-18}}{n^2}$ où n est un entier positif ; E_n est mesurée en joules. Calculer les valeurs numériques E_1 , E_2 et E_3 en joules, des trois niveaux correspondant respectivement à $n = 1, 2$ et 3 . **(0,75pt)**
- 5.2-** Déterminer les longueurs d'onde $\lambda_{3,2}$; $\lambda_{3,1}$ et $\lambda_{2,1}$ des radiations émises respectivement lors des transitions électroniques du niveau E_3 au niveau E_2 , du niveau E_3 au niveau E_1 et du niveau E_2 au niveau E_1 . **(0,75pt)**
- 5.3-** Etablir la relation : $\frac{1}{\lambda_{3,1}} = \frac{1}{\lambda_{3,2}} + \frac{1}{\lambda_{2,1}}$ puis la vérifier par le calcul. **(0,5pt)**
- 5.4-** La radiation correspondant à la transition du niveau E_3 vers le niveau E_2 est utilisée pour étudier le phénomène d'interférences.
- On éclaire deux fentes fines séparées par une distance $a = 0,50 \text{ mm}$ à l'aide de la radiation monochromatique de longueur d'onde $\lambda_{3,2} = 656 \text{ nm}$ issue de l'atome d'hydrogène placées à une distance $D = 2,0 \text{ m}$ d'un écran d'observation.
- 5.4.1-** Expliquer le phénomène observé et donner les conditions d'obtention de ce phénomène. **(0,5pt)**
- 5.4.2-** La différence de marche δ au point M de l'écran situé à une distance x de la frange centrale est $\delta = \frac{ax}{D}$. **(0,25pt)**
- 5.4.2.1-** Rappeler la condition d'obtention d'une frange brillante. **(0,25pt)**
- 5.4.2.2-** Établir l'expression littérale de l'interfrange i . **(0,5pt)**
- 5.4.2.3-** Déterminer la distance entre la 2^{ème} frange brillante et la 9^{ème} frange sombre au-dessus de la frange centrale. **(0,75pt)**

FIN DU SUJET