

**SCIENCES PHYSIQUES****SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1****(02,75 points)**

L'acide méthanoïque ou acide formique de formule HCOOH est le plus simple des acides carboxyliques. Il est utilisé dans beaucoup de domaines : textile, insecticide, additif alimentaire... il peut réagir avec le dibrome selon la réaction d'équation-bilan :

$$\text{Br}_2(\text{g}) + \text{HCOOH}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Br}^-_{(\text{aq})} + 2\text{H}^+_{(\text{aq})} + \text{CO}_2(\text{g})$$

La réaction est lente et totale.

Un professeur de chimie propose à ses élèves de passer par deux méthodes pour déterminer le temps de demi-réaction de cette transformation chimique. Ils se constituent en deux groupes.

1.1. Méthode du premier groupe :

Le premier groupe réalise un mélange équimolaire constitué d'une solution aqueuse de dibrome (Br_2) et d'acide méthanoïque, noté AH. Le suivi cinétique de la transformation leur a permis de tracer la courbe donnant l'évolution de la concentration de l'acide méthanoïque $[\text{AH}]$ en fonction du temps (figure 1).

1.1.1 Définir la vitesse volumique instantanée de disparition de l'acide méthanoïque. **(0,25 pt)**

1.1.2. Déterminer graphiquement la valeur de cette vitesse aux dates $t_1 = 50$ s et $t_2 = 250$ s. **(0,5 pt)**

NB : Il n'est pas nécessaire de rendre le document

1.1.3. Comment varie la vitesse instantanée de disparition de l'acide méthanoïque ? Justifier. **(0,25 pt)**

1.1.4. Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. **(0,25 pt)**

1.2. Méthode du deuxième groupe :

1.2.1. A l'aide d'une interface informatique, le deuxième groupe réalise le suivi cinétique, et dresse le tableau de mesures suivant :

$[\text{AH}] \times (10^{-3} \text{mol.L}^{-1})$	12,00	10,10	8,46	7,10	5,96	5,00	4,20	3,53	2,96
$v(\text{AH}) \times (10^{-5} \text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$	4,20	3,52	2,96	2,49	2,09	1,75	1,48	1,23	1,04

$[\text{AH}]$ est la concentration de l'acide méthanoïque à chaque instant et $v(\text{AH})$ sa vitesse de disparition.

1.2.1.1. Tracer la courbe de variation de la vitesse de disparition de l'acide méthanoïque en fonction de la concentration de l'acide : $V(\text{AH}) = f([\text{AH}])$. **(0,25pt)**

Echelles : en abscisse : 1 cm pour $1,00 \cdot 10^{-3} \text{mol.L}^{-1}$; en ordonnée : 1 cm pour $0,25 \cdot 10^{-5} \text{mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

1.2.1.2. L'équation de la courbe est de la forme : $v(\text{AH}) = k[\text{AH}]$; Déterminer le coefficient k . **(0,25pt)**

1.2.2. La vitesse volumique de disparition de l'acide méthanoïque est $v(\text{AH}) = \frac{-d[\text{AH}]}{dt}$.

Établir l'équation différentielle régissant la variation de $[\text{AH}]$. Montrer que la solution de l'équation différentielle est :

$[\text{AH}] = C_0 e^{-kt}$ avec $C_0 = 12,00 \cdot 10^{-3} \text{mol.L}^{-1}$. **(0,5 pt)**

1.2.3. Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$. **(0,25pt)**

1.3. Comparer les valeurs des temps de demi-réaction trouvées par les deux groupes puis commenter. **(0,25pt)**

EXERCICE 2**(03,25 points)**

Les protéines sont des assemblages tridimensionnels d'acides α aminés. Elles sont omniprésentes dans nos organismes et assurent une multitude de fonctions biologiques (régulation des gènes, structure des cellules, rôle de catalyseur des processus biologiques...). Les peptides sont similaires aux protéines mais se distinguent par leur plus petite taille. Ce sont des chaînes courtes de monomères avec moins de cinquante acides α -aminés.

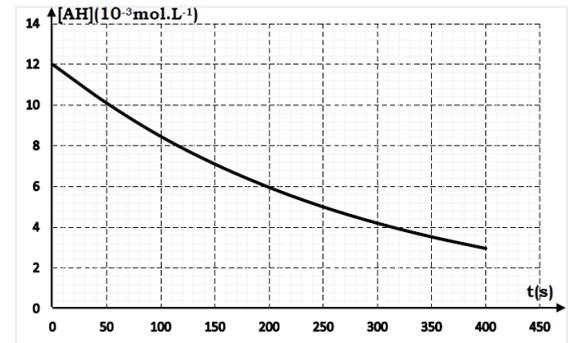
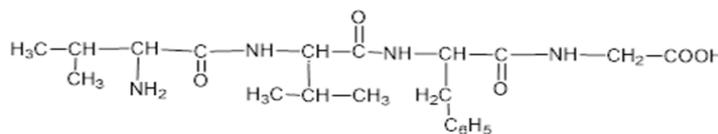


Figure 1

La formule d'un peptide (P) est donnée ci-contre :

L'hydrolyse du peptide (P) produit quatre acides α-aminés (A₁), (A₂), (A₃) et (A₄). La décarboxylation de l'acide α-aminé (A₁) donne une amine primaire saturée non cyclique (B). L'analyse élémentaire de (B) montre que le rapport entre



les masses d'hydrogène et de carbone est $r = \frac{11}{48}$. La molécule de (A₃) ne renferme pas de carbone asymétrique et celle de

(A₂) possède un noyau aromatique.

2.1-Retrouver, justification à l'appui, les formules semi-développées des acides α-aminés (A₁), (A₂), (A₃) et (A₄). (1pt)

2.2-Donner le nom du composé (A₁) dans la nomenclature systématique. (0,25pt)

2.3. Donner la formule semi développée et le nom de l'amine B. (0,5pt)

2.4. On considère maintenant un mélange équimolaire des deux acides α-aminés (A₃) et (A₄). Par condensation entre ces deux acides α-aminés, on obtient des dipeptides.

2.4.1. Quelle est la molécule libérée lors de cette condensation ? (0,25pt)

2.4.2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de formation du dipeptide (A₃-A₄). A₄ est l'acide α-aminé N-terminal. Encadrer la liaison peptidique. (0,5pt)

2.5. En solution aqueuse, le composé (A₂) donne un ion dipolaire appelé Zwitterion ou Amphion. Cet ion coexiste avec un cation et un anion en des proportions différentes selon la valeur du pH de la solution. (0,5pt)

2.5.1. Ecrire les équations des réactions de l'Amphion avec l'eau, montrant les propriétés acido basiques de l'Amphion.

2.5.2. Les valeurs de pKa des couples acide-base du Zwitterion sont : pKa₁ = 2,4 et pKa₂ = 9,8. Quelle est l'espèce prépondérante si le pH de la solution A₂ vaut 6,1 ? Justifier. (0,25pt)

EXERCICE 3 (05 points)

Le Sénégal a lancé son tout premier satellite, Gaindesat-1A, le 16 août 2024 à 18h 45min GMT depuis la base Vandenberg en Californie. Il a été transporté par la fusée FALCON 9. Ce satellite a pour missions principales la collecte de données essentielles pour le pays, notamment pour la gestion des ressources en eau, l'amélioration des prévisions météorologiques, et la surveillance des lacs et des cours d'eau. En outre, il jouera un rôle crucial dans la gestion des catastrophes naturelles, la surveillance climatique, ainsi que dans la cartographie et la géolocalisation, renforçant ainsi l'indépendance du Sénégal dans l'observation et la gestion des ressources naturelles.

Données : rayon de la Terre R = 6,4.10⁶m ;

la période de rotation de la Terre. T₀ = 86164 s ;

Masse de la Terre M = 6,0.10²⁴kg ; accélération du champ de pesanteur

g = 9,8 m. s⁻². La constante de gravitation K = 6,67.10⁻¹¹ (SI)

3.1. La mise en orbite polaire du satellite GAINDESAT-1A

Le satellite **GAINDESAT-1A**, de masse m, est placé en orbite circulaire polaire à une altitude h = 550 km autour de la Terre. Le satellite survole les pôles de la Terre à chaque révolution et pourra ainsi photographier l'ensemble du globe et donner de précieuses informations dans le domaine météorologique.

3.1.1. Sur un schéma clair, représenter la force gravitationnelle s'exerçant sur le satellite à l'altitude h ainsi que le vecteur unitaire \vec{u} centrifuge par rapport à la Terre. (0,5pt)

3.1.2. Montrer que le mouvement de GAINDESAT en orbite à l'altitude h est circulaire uniforme. (0,5pt)

3.1.3. Etablir l'expression de sa vitesse V en fonction de K, M, R et h. Faire l'application numérique. (0,5pt)

3.1.4. Déterminer la période de révolution du satellite GAINDESAT-1A. (0,5pt)

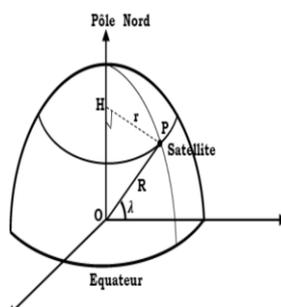


Figure 2

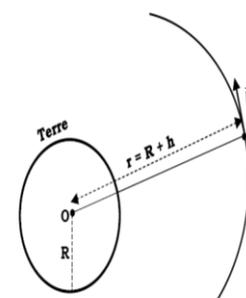


Figure 3

3.2. La position idéale pour lancer le satellite

3.2.1. Montrer que l'énergie cinétique du satellite depuis la surface terrestre en un point P, de latitude λ , peut s'exprimer

sous la forme : $E_c = \frac{1}{2} m \left(\frac{2\pi R}{T_0} \right)^2 \cos^2 \lambda$ où m est la masse du satellite. (Figure 2) **(0,5pt)**

3.2.2. En prenant l'état de référence de l'énergie potentielle de gravitation à l'infini, exprimer l'énergie mécanique E_m du satellite sur la surface de la Terre en fonction de λ , m , M , R , T_0 et K (constante gravitationnelle). **(0,5pt)**

3.2.3. Le lanceur met le satellite sur une orbite de rayon r dans le référentiel géocentrique (figure 3).

3.2.3.1. Donner l'expression de l'énergie mécanique du satellite sur orbite en fonction de r , K , M et m . En déduire l'énergie fournie par le lanceur pour mettre le satellite sur orbite. **(0,75pt)**

3.2.3.2. Pour minimiser l'énergie de mise en orbite du satellite, lequel des sites suivants est plus favorable au lancement : Kourou en Guyane ($\lambda_K = 5^\circ$); Vandenberg en Californie ($\lambda_V = 34^\circ$) et Baïkonour en Kazakhstan ($\lambda_B = 46^\circ$)? **(0,25pt)**

3.2.4. Le lanceur communique au satellite à partir de P depuis la base de Vandenberg ($\lambda_V = 34^\circ$), une vitesse V_0 pour le mettre sur orbite à l'altitude h .

3.2.4.1. En utilisant la conservation de l'énergie mécanique, établir la relation : $V_0^2 = a + b \cos^2 \lambda$ où a et b sont des constantes à déterminer. **(0,5pt)**

3.2.4.2. Déterminer la vitesse V_0 permettant d'atteindre l'altitude $h = 550$ km. **(0,5pt)**

EXERCICE 4 (05 Points)

Les dipôles RL, dans les systèmes électroniques, sont caractérisés par leur polyvalence. Ils jouent des rôles cruciaux dans la gestion de l'énergie électrique, la protection des circuits, et le contrôle des signaux.

Un groupe d'élèves en classe de terminale S₁, au Lycée Limamoulaye de Dakar, sous la supervision de leur professeur de physique-chimie, se propose d'étudier l'influence d'une bobine dans un circuit électrique.

4.1. Pour ce faire, il réalise le circuit électrique de la figure 4 comprenant en série un générateur idéal de tension de force électromotrice E et de résistance interne supposée nulle, un conducteur ohmique de résistance R , une bobine d'inductance $L = 0,18$ H et de résistance interne r et un interrupteur K . A l'instant $t_0 = 0$ s choisi comme origine des dates, il ferme l'interrupteur K .

4.1.1. Montrer que la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{du_R}{dt} + \beta u_R = \gamma \quad \text{avec } \beta \text{ et } \gamma \text{ des constantes à expliciter.} \quad \mathbf{(0,5pt)}$$

4.1.2. Montrer que la solution de l'équation différentielle est de la forme : $u_R(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ avec A et τ des constantes à exprimer. **(0,5pt)**

4.1.3. Montrer que la tension aux bornes de la bobine peut s'écrire sous la forme $u_B(t) = \left(r + Re^{-\frac{t}{\tau}} \right) I_P$ où I_P correspondant à l'intensité du courant en régime permanent. **(0,5pt)**

4.2. Un oscilloscope bicourbe branché convenablement aux bornes du circuit permet de visualiser simultanément l'évolution au cours du temps, de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique sur la voie X et la tension $u_B(t)$ aux bornes de la bobine sur la voie Y. En appuyant sur le bouton inverse (INV) de la voie Y, on obtient les oscillogrammes de la figure 5 **(0,5pt)**

4.2.1. Reprendre sur votre copie le schéma du montage de la figure 4 en y indiquant les branchements de l'oscilloscope.

4.2.2. Identifier la courbe correspondant à u_R . Justifier. **(0,25pt)**

4.2.3. Quel phénomène physique se produit-il dans le circuit ? **(0,25pt)**

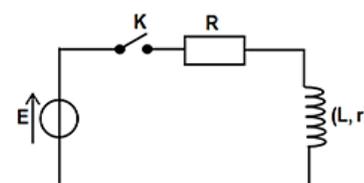


Figure 4

4.2.4. Par exploitation graphique, déterminer :

4.2.4.1. les valeurs de E et de la constante de temps τ , **(0,5pt)**

4.2.4.2. La date t_1 à laquelle les tensions $u_R(t)$ et $u_B(t)$ prennent la même valeur ; en déduire la relation $r = 0,26R$. **(0,5pt)**

4.2.5. Déterminer les valeurs de R et r. **(0,5pt)**

4.3. Déterminer l'énergie magnétique stockée dans la bobine à la date $t = 2\tau$. **(0,5pt)**

4.4. Déterminer la quantité d'énergie électrique dissipée par effet joule à travers le circuit entre les dates $t_0 = 0$ et $t' = \tau$. **(0,5pt)**

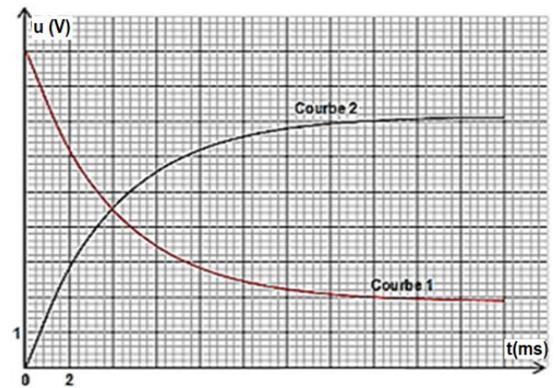


Figure 5

EXERCICE 5

(04 Points)

En dehors du carbone 14 qui est utilisé pour dater des objets vieux de 50.000 années

au plus, Il existe d'autres méthodes de datation telles que la datation au potassium-argon, ou au Rubidium-Strontium ...

Le laboratoire de Géochronologie de Belgique reçoit deux roches granitiques A et B et se propose de déterminer l'âge de ces roches.

Pour cela il utilise la méthode Rubidium-Strontium.

Datation par le couple Rubidium-Strontium

Certaines roches granitiques, lors de leur cristallisation, emprisonnent une quantité de rubidium ${}^{87}_{37}\text{Rb}$, un isotope radioactif de rubidium, de constante radioactive $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{an}^{-1}$, et une autre quantité de strontium formée des isotopes stables (${}^{87}_{38}\text{Sr}$), et (${}^{86}_{38}\text{Sr}$). Un noyau ${}^{87}_{37}\text{Rb}$ se désintègre pour donner un noyau ${}^{87}_{38}\text{Sr}$.

5.1. Ecrire l'équation de désintégration du noyau ${}^{87}_{37}\text{Rb}$. Donner, en le justifiant, le type de radioactivité. **(0,5pt)**

5.2 Les valeurs $N({}^{87}_{37}\text{Rb})$ et $N_0({}^{87}_{37}\text{Rb})$ représentent respectivement le nombre de noyaux de rubidium présents à l'instant actuel t et celui des noyaux qui étaient présents à l'instant initial $t_0 = 0$, instant de formation de la roche.

Montrer que le nombre $N({}^{87}_{38}\text{Sr})$ de noyaux de strontium formés à partir de l'instant t_0 jusqu'à l'instant t a pour expression

$$N({}^{87}_{38}\text{Sr}) = N({}^{87}_{37}\text{Rb})(e^{\lambda t} - 1). \quad \text{(0,5pt)}$$

5.3. Soit $N_0({}^{87}_{38}\text{Sr})$ le nombre initial de noyaux de strontium 87 présents dans l'échantillon. Donner l'expression $N({}^{87}_{38}\text{Sr})$ du nombre total de ces noyaux présents dans l'échantillon à l'instant actuel t en fonction de $N({}^{87}_{37}\text{Rb})$, $N_0({}^{87}_{38}\text{Sr})$, λ et t. **(0,75pt)**

5.4. En mesurant expérimentalement les rapports $u = \frac{N({}^{87}_{37}\text{Rb})}{N({}^{86}_{38}\text{Sr})}$ et $v = \frac{N({}^{87}_{38}\text{Sr})}{N({}^{86}_{38}\text{Sr})}$ dans les

minéraux de deux roches granitiques différentes (granite A, granite B), on obtient les deux graphiques représentés à la figure 6. On utilise l'isotope (${}^{86}_{38}\text{Sr}$) comme référence parce que (${}^{86}_{38}\text{Sr}$) est stable et son nombre de masse ne change pas au cours du temps.

5.4.1. Montrer que l'on peut écrire : $v = au + b$, en posant :

$$a = (e^{\lambda t} - 1) \text{ et } b = \frac{N_0({}^{87}_{38}\text{Sr})}{N({}^{86}_{38}\text{Sr})} \quad \text{(0,75pt)}$$

5.4.2. Déterminer la valeur du coefficient a pour chacune des deux roches granitiques.

(0,5pt)

5.4.3. En déduire l'âge approximatif de chacune des deux roches.

(0,5pt)

5.5. Pourquoi n'a-t-on pas utilisé le carbone 14 de demi-vie 5730 ans pour dater cette roche ?

(0,5pt)

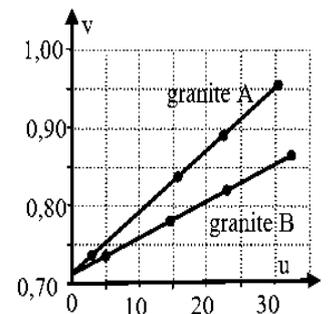


Figure 6