

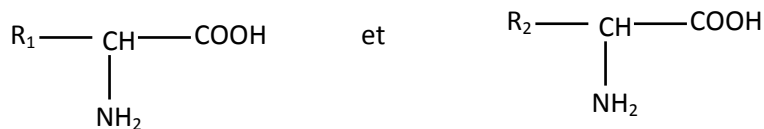
SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (03 points)

Les acides α -aminés constituent les matières de base qui interviennent dans les systèmes de régulation biologique et jouent le rôle d'enzymes (catalyseurs).

On considère deux acides α -aminés A_1 et A_2 de formule générale respective :



R_1 et R_2 sont des radicaux alkyles. Seul le radical R_1 est ramifié.

Ces deux acides α -aminés A_1 et A_2 ont la même formule brute. Leur pourcentage massique en carbone est égal à 5,45 fois celui en hydrogène.

1.1. Déterminer la formule brute exacte de ces acides puis la formule semi-développée précise et le nom de chaque acide dans la nomenclature officielle. **(0,75 pt)**

1.2. Expliquer pourquoi la molécule de A_1 est chirale. Donner la représentation de Fischer des configurations L et D de cette molécule. **(0,5 pt)**

1.3. Dans la suite on pourra utiliser les formules générales de A_1 et A_2 .

Avec ces deux on désire synthétiser un dipeptide P dans lequel A_2 sera l'acide alpha aminé N-terminal.

1.3.1. Expliquer les grandes étapes de la synthèse de ce dipeptide P. **(0,5 pt)**

1.3.2. Ecrire la formule semi-développée du dipeptide P. **(0,25 pt)**

1.4. En solution aqueuse la molécule de A_1 coexiste en particulier avec un ion dipolaire appelé aussi amphion. Cet amphion intervient dans deux couples acide/base.

1.4.1. Ecrire la formule semi-développée de l'amphion ainsi que les deux couples acide/base associés. **(0,5 pt)**

1.4.2. Soient K_1 et K_2 les constantes d'acidité des deux couples acide/base et pH_i la valeur du pH pour laquelle la concentration du cation est égale à celle de l'anion.

1.4.2.1. Montrer que $K_1 \cdot K_2 = 10^{-2 \cdot \text{pH}_i}$. **(0,25 pt)**

1.4.2.2. Calculer pH_i sachant que $\text{p}K_1 = 2,3$ et $\text{p}K_2 = 9,6$. **(0,25 pt)**

On donne les masses molaires en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$: $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{N}) = 14$; $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{O}) = 16$

EXERCICE 2 (03 points)

On dispose d'une solution commerciale d'un monoacide RCOOH de densité d , de pourcentage massique $\text{p}\%$ et de masse molaire moléculaire M .

2.1. Montrer que la concentration C_0 de la solution commerciale est donnée par la relation : $C_0 = \frac{10 \text{pd}}{M}$. **(0,25 pt)**

2.2. On prélève un volume V_0 de cette solution commerciale et on lui ajoute un volume V_e d'eau, on obtient ainsi une solution de concentration C . Exprimer C en fonction de C_0 , V_0 et V_e . **(0,25 pt)**

2.3. La mesure du pH des différentes solutions de concentration C ainsi préparées à partir d'un volume V_e d'eau variable a donné le tableau de mesures suivant :

pH	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
$C(10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})$	100	40	25	16	10	6,3	4,0	2,5
$-\log C$								

2.3.1. Recopier le tableau, le compléter et tracer le graphe $\text{pH} = f(-\log C)$ **(0,5 pt)**

Echelle : 5cm pour une unité de $(-\log C)$ et 2,5 cm pour une unité de pH.

2.3.2. En déduire l'équation numérique de la courbe (c'est-à-dire la relation reliant pH à $-\log C$) **(0,75 pt)**.

2.4. L'acide RCOOH est faiblement dissocié.

2.4.1. Montrer que $\frac{[\text{RCOO}^-]}{[\text{RCOOH}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C}$ **(0,5 pt)**

2.4.2. On admettra que l'égalité précédente est utilisable dans tous les domaines d'étude. Etablir la relation entre le pH, la constante pK_a du couple auquel appartient l'acide et $\log C$.

Cette relation est-elle en accord avec l'équation numérique trouvée à la question 2.3.2 ? Si oui, en déduire la valeur de la constante pK_a . **(0,5 pt)**

2.4.3. Identifier l'acide parmi les composés donnés dans le tableau suivant **(0,25 pt)**

Acide	Acide 2-chloroéthanoïque	Acide méthanoïque	Acide éthanoïque
pK_a	2,9	3,8	4,8

EXERCICE 3 (05 points)

Un spectrographe de masse est formé de deux parties :

- un « filtre » de vitesse, dispositif où règnent un champ électrique horizontal \vec{E} et un champ magnétique horizontal \vec{B} (tous deux uniformes) tel que \vec{B} et \vec{E} soient perpendiculaires (voir figure) ;
- une chambre de déviation où règne uniquement le champ magnétique uniforme \vec{B} précédent.

Une source d'ions émet les trois isotopes $^{24}Mg^{2+}$, $^{A}Mg^{2+}$ et $^{26}Mg^{2+}$. Les ions pénètrent dans le filtre par la fente de centre O avec des vecteurs vitesses ayant des normes différentes, mais ayant tous la même direction OX

3.1. On étudie le mouvement des ions dans le filtre de vitesse.

3.1.1 On note par \vec{v} le vecteur-vitesse d'un ion magnésium de charge q à l'entrée en O. Donner les caractéristiques de la force électrostatique et celles de la force magnétique s'exerçant sur cet ion. **(0,5 point)**

3.1.2. Certains de ces ions, ayant en O un vecteur-vitesse \vec{V}_0 de valeur convenable sortiront par la fente F_1 de centre O_1 en n'ayant subi aucune déviation. Etablir la relation entre E, B et V_0 . **(0,5 point)**

3.1.3. Comment sont déviés les ions ayant une vitesse $V_1 > V_0$ et ceux ayant une vitesse $V_2 < V_0$? **(0,5 point)**

3.2. Le filtre étant supprimé, tous les ions entrent, par F_1 , dans une chambre de déviation avec un vecteur-vitesse \vec{V}_0 parallèle à O_1X . Dans cette chambre de déviation règne un champ magnétique uniforme \vec{B} de module 0,1 T (figure).

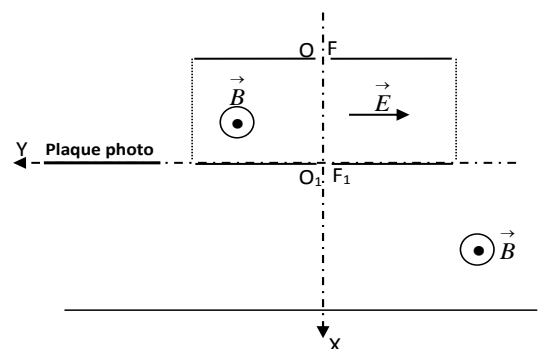
3.2.1. Montrer que le mouvement des ions est plan et qu'il est circulaire uniforme. Donner l'expression littérale du rayon de la trajectoire de ces ions. **(0,75 point)**

3.2.2. On dispose sur O_1Y une plaque photographique sur laquelle arrivent ces ions. Déterminer les positions P_1 et P_3 (sur l'axe O_1Y) des impacts des ions $^{24}Mg^{2+}$ et $^{26}Mg^{2+}$. **(0,5 point)**

3.2.3. La distance P_1P_2 (sur l'axe O_1Y) entre les points d'impact des ions $^{24}Mg^{2+}$ et $^{A}Mg^{2+}$ sur la plaque est $d = 0,34$ cm. Calculer la valeur de A. **(0,75 point)**

3.2.4. Des collecteurs C_1 , C_2 et C_3 munis de détecteurs de charges sont placés respectivement aux points P_1 , P_2 et P_3 . Pendant une durée donnée, les quantités d'électricité reçues par les collecteurs C_1 , C_2 et C_3 sont respectivement $Q_1 = 787$ C ; $Q_2 = 101$ C et $Q_3 = 112$ C. Déterminer la composition centésimale massique des trois isotopes dans le magnésium naturel **(0,75 point)**

3.2.5. Calculer la masse molaire moyenne du magnésium. **(0,75 point)**



On donne : $V_0 = 4.10^4$ m/s ; $N = 6,02.10^{23}$ mol⁻¹.

$u = 1,66.10^{-27}$ kg $e = 1,6.10^{-19}$ C

Masses atomiques : $M(^{24}Mg^{2+}) = 24.10^{-3}$ kg.mol⁻¹ , et $M(^{26}Mg^{2+}) = 26.10^{-3}$ kg.mol⁻¹

EXERCICE 4 (05 points)

Dans son ouvrage "Principe mathématique de la philosophie naturelle", publié en 1687, Newton exprime : «La force qui retient la lune dans son orbite est inversement proportionnelle au carré de la distance Terre-Lune. La gravité appartient à tous les corps et est proportionnelle à la quantité de matière que chacun des corps contient».

On admet que la Terre et la Lune possèdent chacune une répartition sphérique de masse. La Lune, de masse m , décrit une orbite circulaire de rayon r autour de la Terre. La Terre a pour masse M , pour rayon R et pour centre d'inertie O .

4.1. Indiquer un référentiel approprié pour étudier le mouvement de la Lune autour de la Terre. **(0,25 point)**

4.2. Cet écrit de Newton est plus connu sous le nom d'une loi que l'on précisera et énoncera. **(0,75 point)**

4.3. Des élèves se proposent d'utiliser cette loi pour déterminer la masse M de la Terre et l'intensité G_0 du champ de gravitation terrestre à la surface de la Terre.

La constante de gravitation est notée K .

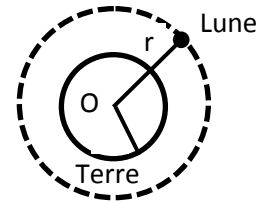


Figure 1

4.3.1. Quelles sont les caractéristiques de la force \vec{F} exercée par la Terre sur la Lune ? Reproduire la figure 1 sur votre copie et y représenter, sans soucis d'échelle, cette force. **(0,75 point)**

4.3.2. Sur le même schéma, représenter le vecteur champ de gravitation terrestre (\vec{G}) au centre de la Lune. Donner son intensité en fonction de K , M et r puis en fonction de G_0 , R et r . **(0,75 point)**

4.3.3. Déterminer l'accélération \vec{a} du centre d'inertie de la Lune. **(0,25 point)**

4.3.4. Montrer que le mouvement de la Lune autour de la Terre est circulaire uniforme.

Dans la suite on notera V la vitesse de la Lune autour de la Terre.

(0,5 point)

4.3.5. Etablir l'expression de G_0 en fonction de V , r et R . **(0,5 point)**

4.3.6. Sachant que la période de rotation de la Lune autour de la Terre est T (Lune) = 27 j 7 h 43 min, déterminer :

a) la valeur de G_0 . Comparer la valeur trouvée à celle du champ de pesanteur g_0 habituellement utilisée ; **(0,75 point)**

b) la masse M de la Terre. **(0,5 point)**

Données : $r = 60 R$; $R = 6370 \text{ km}$; $K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

EXERCICE 5 (04 points)

La production d'une étincelle entre deux électrodes d'un tube Geissler contenant des atomes d'hydrogène conduit à l'observation de quatre raies dans le spectre du visible : H_α (6563 Å), H_β (4861 Å), H_γ (4340 Å) et H_δ (4161 Å). Ces raies sont accompagnées de raies ultraviolettes et l'ensemble constitue la série de Balmer.

5.1. La série de Balmer représente l'ensemble des raies émises par l'atome d'hydrogène lorsqu'il passe des états excités m ($m \geq 3$) à l'état de niveau d'énergie $n = 2$. La longueur d'onde d'une raie quelconque de la série de Balmer peut se représenter empiriquement par la formule :

$$\lambda = \lambda_0 \frac{m^2}{m^2 - 4} \text{ en } (\text{Å}), \text{ relation où } \lambda_0 \text{ est une constante et } m \text{ un nombre entier.}$$

5.1.1. Préciser ce que représente la constante λ_0 et donner sa valeur numérique en tenant compte de l'une des longueurs d'onde des raies donnée dans l'introduction. **(01 point)**

5.1.2. Retrouver les valeurs de m correspondant aux raies H_α , H_β , H_γ et H_δ . si on donnait une valeur approchée de 3646 Å à λ_0 . **(01,5 point)**

5.2. Pour palier aux déficiences de la mécanique classique, Bohr a émis des hypothèses qui ont conduit à la quantification des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène : $E_n = -\frac{13,6 \text{ eV}}{n^2}$; n étant un nombre entier.

5.2.1. Dédurre de ce résultat de la quantification de l'énergie, l'expression de la fréquence du rayonnement émis lors d'une transition de l'électron du niveau m à un niveau n ($m > n$) **(0,5 point)**

5.2.2. Donner l'expression de la longueur d'onde λ du rayonnement émis lors de cette transition.

La relation ainsi obtenue est-elle formellement compatible avec la formule empirique donnée par Balmer ? Justifier la réponse. **(01 point)**

Données : $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$; $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; célérité de la lumière : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.