

SYNTHESE PHYSIQUE CHIMIE SUJET 10/15

EXERCICE 1 :

04 points

La mesure du pH d'une solution aqueuse d'un monoacide carboxylique, RCOOH , de concentration égale à $4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$, a donné : $\text{pH} = 3,1$.

1.1. Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans cette solution. (0,5 pt)

1.2. Calculer la valeur du degré d'ionisation de l'acide dans la solution considérée. (0,25 pt)

1.3. Calculer le pK_a du couple acide / base correspondant à cet acide carboxylique. (0,25 pt)

1.4. Une solution aqueuse S de cet acide, de concentration C_a a été préparée par dissolution d'une masse $m = 3,0 \text{ g}$ de l'acide dans un volume $V = 500 \text{ mL}$ d'eau pure. On en prélève un volume $V_a = 20,0 \text{ mL}$ de la solution acide (S) puis on ajoute de l'eau distillée avant que l'on dose avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$. Les mesures du pH du milieu réactionnel, en fonction du volume V_b de base versé, ont permis d'obtenir le tableau suivant :

$V_b(\text{mL})$	0	3,0	5,0	8,0	10,0	14,0	18,0	19,5	19,8	19,9	20,1	20,4	21,0	24,0	30,0
pH	2,8	3,9	4,2	4,5	4,7	5,0	5,6	6,3	6,8	7,2	10,1	11,0	11,1	12,0	12,3

1.4.1. Faire le schéma annoté du dispositif permettant de réaliser le dosage. (0,5 pt)

1.4.2. Tracer la courbe $\text{pH} = f(V_b)$ du milieu réactionnel. (0,75 pt)

Echelles : 1 cm pour 2 mL et 1 cm pour 1 unité de pH.

1.4.3. Pourquoi ajoute-t-on de l'eau avant d'effectuer le dosage ? (0,25 pt)

1.4.4. Ecrire l'équation bilan de la réaction du dosage. (0,25 pt)

1.4.5. Déterminer la concentration C_a de la solution S. (0,25 pt)

1.4.6. Déterminer, graphiquement, le pK_a du couple acide/base correspondant à cet acide carboxylique. (0,25 pt)

1.4.7. Déterminer la formule semi-développée de l'acide carboxylique et son nom. (0,75 pt)

EXERCICE 2 :

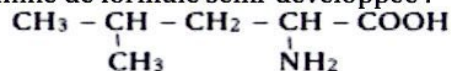
04 points

Plus on est âgé, moins les protéines sont assimilées et bien utilisées par le corps.

En ajoutant de la leucine à l'alimentation et aux protéines, le corps retrouve sa capacité d'assimilation et d'utilisation des protéines. On peut trouver la leucine en quantité notable dans les arachides, le riz, le thon, le filet de bœuf...

Dans ce qui suit on se propose d'étudier la structure de la leucine et quelques-unes de ses propriétés.

2.1. La leucine est un acide α -aminé de formule semi-développée :



2.1.1. Donner le nom de la leucine dans la nomenclature officielle. La molécule de leucine est-elle chirale ? Justifier la réponse. (0,75 pt)

2.1.2. La D-leucine présente des propriétés antalgiques utilisées en médecine dans le traitement de la douleur. La L-leucine a une saveur sucrée et elle est utilisée comme additif alimentaire. Ecrire les représentations de Fischer de la L-leucine et de la D-Leucine. (0,5 pt)

2.2- Dans une solution aqueuse de leucine il existe, entre autres espèces chimiques, un ion dipolaire appelé amphion ou zwitterion.

2.2.1. Ecrire la formule semi-développée de cet Amphion. (0,25 pt)

2.2.2. L'amphion intervient dans deux couples acide/base. Ecrire ces couples acide/base. (0,5 pt)

2.2.3. On considère la solution particulière de leucine dans laquelle la concentration de l'acide conjugué de l'amphion est égale à celle de la base conjuguée de l'amphion. Le pH de cette solution est appelé pH isoélectrique, noté pH_i .

a- Etablir l'expression de pH_i en fonction des pK_a des deux couples acide/base associés à l'amphion que l'on notera pK_{a1} et pK_{a2} . La valeur de pH_i dépend-elle de la concentration totale en acide aminé ? (0,5 pt)

b- Sachant que pour la leucine $pH_i = 6,0$ et que le pK_a de l'un des couples est 9,6, en déduire le pK_a de l'autre couple acide/base. (0,25 pt)

c- Associer à chacun des couples son pK_a . (0,25 pt)

2.3- On fait réagir la leucine avec un acide α -aminé A de formule $R-CH(NH_2)-COOH$ où R est un radical alkyle. On obtient un dipeptide de masse molaire 202 g.mol^{-1} .

2.3.1- Déterminer la formule semi-développée de l'acide α -aminé A. (0,5 pt)

2.3.2- On considère le dipeptide pour lequel la leucine est l'acide α -aminé N-terminal.

Ecrire la formule semi-développée de ce dipeptide. Préciser les différentes étapes de la synthèse de ce dipeptide (il n'est pas demandé d'écrire les équations de réaction de ces étapes). (0,5 pt)

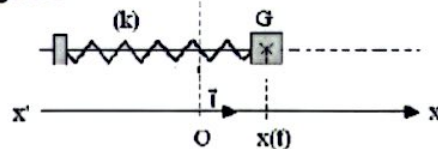
On donne : $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(N) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$.

EXERCICE 3 :

04 points

Pour améliorer le confort des automobilistes on utilise des ressorts comme éléments de suspension. Un de ces ressorts, de masse négligeable, est fixé sur une tige horizontale et peut se déplacer sans frottement. Il est solidaire à un solide S de masse $m = 100 \text{ kg}$ (figure 1).

Figure 1



A la date $t_0 = 0$, on déplace de sa position d'équilibre, le centre d'inertie G du solide S, jusqu'à la position $x_{\max}$ puis on le lâche sans vitesse initiale. Par un dispositif approprié, on enregistre les courbes représentant les variations de l'énergie potentielle, E_p , et de l'énergie cinétique, E_c , du système (ressort-solide S) d'une part et de l'accélération du solide S d'autre part (figures 2 et 3). Sur la figure 2, chacune des courbes C1 et C2 est une sinusoïde de période T.

Rappeler l'expression de l'énergie potentielle élastique du système "ressort-solide S" en fonction de la constante de raideur k du ressort et de la position x du centre d'inertie G du solide S. (0,25 pt)

3.1- Rappeler l'expression de l'énergie mécanique E_m du système "ressort-solide S" (on ne tient pas compte de l'énergie potentielle de pesanteur). Cette énergie mécanique E_m est-elle constante ? (réponse à justifier). (0,75 pt)

3.2- A partir de l'expression de l'énergie mécanique E_m , établir l'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie G du solide S. (0,5 pt)

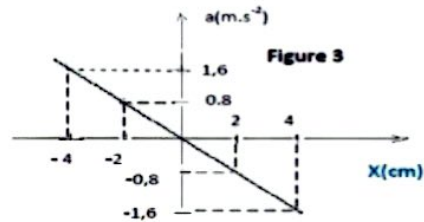
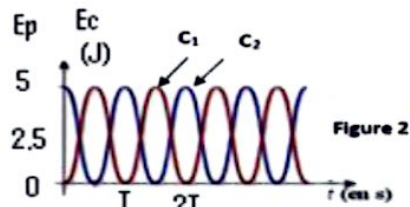
3.3- Retrouver l'équation différentielle régissant le mouvement du centre d'inertie G du solide S à partir d'une étude dynamique de ce mouvement. (0,5 pt)

3.4- L'équation horaire du mouvement du centre d'inertie G du solide S est : $x = 5 \cdot 10^{-2} \cos(\omega t)$ (x en m).

3.4.1. Sur la figure 2, identifier la courbe représentant les variations de l'énergie potentielle E_p et celle représentant les variations de l'énergie cinétique E_c justification à l'appui. (0,5 pt)

3.4.2. En utilisant l'équation horaire et l'une des courbes de la figure 2, déterminer la valeur de la constante de raideur k du ressort utilisé. (0,75 pt)

3.4.3. Retrouver la valeur de la constante de raideur k du ressort utilisé par exploitation de la courbe de la figure 3. (0,75pt)



EXERCICE 4: 04,5 points

Un groupe d'élèves dispose dans le laboratoire de leur Lycée d'une bobine (b) de longueur $\ell = 50$ cm et de diamètre d . La bobine sera considérée comme un solénoïde. Sous la supervision de leur professeur, il se propose de déterminer la valeur des grandeurs N (nombre de spires), r (résistance) et L (inductance) de la bobine. Pour ce faire, il réalise les deux expériences suivantes :

4.1. Expérience 1

Une aiguille aimantée mobile sur pivot vertical est placée au centre de la bobine (b) dont l'axe est perpendiculaire au plan du méridien magnétique. La bobine est alimentée par un générateur qui débite un courant d'intensité constante $I = 8,14$ mA. Ils constatent que l'aiguille aimantée dévie d'un angle $\theta = 49^\circ$ par rapport à sa position initiale en l'absence de courant à travers la bobine.

4.1.1. Représenter cette expérience par un schéma où figureront la bobine, le sens du courant, la composante horizontale $\vec{B}_H$ du champ magnétique terrestre, le champ magnétique $\vec{B}_b$ créé par la bobine parcourue par le courant I , l'aiguille aimantée et l'angle θ . (0,5pt)

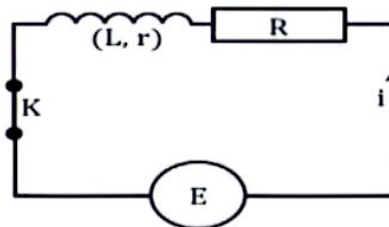
4.1.2. Déterminer la valeur du champ magnétique $\vec{B}_b$ créé à l'intérieur de la bobine. (0,25pt)

4.1.3. En déduire la valeur N du nombre de spires de la bobine. (0,25pt)

On donne : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI ; $B_H = 2 \cdot 10^{-5}$ T

4.2. Expérience 2

Ils réalisent, comme indiqué sur le schéma ci-dessous, un circuit série comportant la bobine (b), un conducteur ohmique de résistance $R = 390 \Omega$, un générateur de tension de résistance négligeable et de force électromotrice $E = 4$ V et un interrupteur K . Ils ferment l'interrupteur à la date $t = 0$. Un dispositif approprié leur a permis d'enregistrer l'évolution de l'intensité i du courant qui parcourt le circuit au cours du temps t .



Le tableau suivant indique des valeurs de i à différentes dates t .

t (ms)	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75
i (mA)	0,00	6,25	8,30	9,20	9,80	10,00	10,00	10,00

4.2.1. Tracer la courbe de variation de l'intensité du courant en fonction du temps : $i = f(t)$. (0,5pt)

Echelles : 2 cm pour $0,25 \cdot 10^{-3}$ s ; 1 cm pour 10^{-3} A

4.2.2. A partir de cette courbe expliquer le comportement électromagnétique de la bobine ainsi que le phénomène physique qui l'engendre. (0,5pt)

4.2.3. Donner la valeur de l'intensité I_0 du courant traversant le circuit lorsque le régime permanent est atteint. (0,25pt)

4.2.4. Etablir l'équation différentielle régissant la variation dans le temps de l'intensité du courant $i(t)$. (0,5pt)

4.2.5. Déduire de cette équation l'expression de I_0 en fonction de E , R et r . En déduire la valeur de la résistance r de la bobine. (0,5pt)

4.2.6. Montrer que la solution de l'équation différentielle est de la forme $i = A (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$. On donnera les expressions de τ et A . (0,5pt)

4.2.7. Donner la signification physique de τ . Déterminer graphiquement la valeur de τ . En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine. (0,75pt)

EXERCICE 5 : 03,5 points

La lumière est indispensable à la vision et tient une part importante du bien-être et de la vie sociale. L'éclairage est une spécialité artistique et industrielle qui fait l'objet de normes légales.

On s'intéresse, dans ce qui suit, à quelques effets produits par la rencontre de plusieurs radiations lumineuses et à leur effet sur les métaux.

Un dispositif d'interférences est constitué d'une source lumineuse S éclairant deux fentes minces S_1 et S_2 et un écran d'observation E .



La source S est à égale distance des fentes S_1 et S_2 . La distance entre les fentes S_1 et S_2 est $a = 1\text{ mm}$, celle des fentes à l'écran d'observation est $D = 1\text{ m}$.

5.1. La source S émet une radiation monochromatique de longueur d'onde λ .

5.1.1. Décrire ce que l'on observe sur l'écran E . (0,25pt)

5.1.2. Donner l'expression de la différence de marche δ des rayons partants des fentes S_1 et S_2 et arrivant au point M d'abscisse x en fonction de D , a et x . (0,25pt)

5.1.3. Rappeler la définition de l'interfrange i puis l'exprimer en fonction de λ , D et a . (0,5pt)

5.1.4. Calculer la longueur d'onde λ de la lumière utilisée sachant que la distance séparant la troisième frange claire et la troisième frange sombre de part et d'autre de la frange centrale est $L = 3,185\text{ mm}$. (0,5pt)

5.2. La source S émet maintenant deux radiations bleue et jaune de longueurs d'ondes respectives $\lambda_1 = 480\text{ nm}$ et $\lambda_2 = 580\text{ nm}$. On rappelle que la superposition des couleurs bleue et jaune donne le vert. Quel est l'aspect de l'écran aux points d'abscisses x suivants : $x_1 = 0$; $x_2 = 4,64\text{ mm}$; $x_3 = 13,92\text{ mm}$. (0,5pt)

5.3. Dans une autre expérience on dispose de trois cellules photoélectriques dont les cathodes sont recouvertes chacune d'un métal photoémissif. On éclaire successivement les cathodes avec le laser qui émet une lumière monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 635\text{ nm}$. Sous l'effet de cette radiation, des électrons sont extraits de l'une des cathodes. La vitesse maximale d'un électron extrait de la cathode est $V_{\text{max}} = 1,33 \cdot 10^5\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

5.3.1. Quel est le phénomène physique mis en évidence ? (0,25pt)

5.3.2. Calculer en électron-volt (eV), l'énergie E de la radiation émise par le laser et l'énergie cinétique maximale E_{cmax} d'un électron émis. On prendra 2 chiffres après la virgule. (0,75pt)

5.3.3. En déduire le travail d'extraction W_0 en électron-volt(eV) puis identifier le métal utilisé. (0,5pt)

Données : Charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$; $1\text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ J}$; Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$; Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; masse d'un électron : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$.

Métal	Césium	Potassium	Lithium
Energie d'extraction W_0 (eV)	1,9	2,29	2,39

FIN DU SUJET

77-273-34-35