COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES SECOND SEMESTRE

CHIMIE

EXERCICE 1 : (03 points)

Amines, amides, acides aminés et autres sont des composés organiques azotés qui jouent un rôle important dans le fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques. Les acides α-aminés, en particulier, constituent les matières de base des polypeptides et des protéines qui peuvent intervenir dans les systèmes de régulation et jouer le rôle d'enzymes (catalyseurs biologiques).

1.1. Ecrire la formule générale d'une amine primaire et celle d'un acide α-aminé. *(0,25+0,25 point)*

1.2. Un acide α-aminé A donne, par décarboxylation, une amine primaire B de masse molaire 31 $g.mol^{-1}$.
Donner la formule semi-développée et le nom de l'amine primaire B. En déduire la formule semi développée et le nom de l'acide α-aminé A. *(0,75 point)*

1.3. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'amine B avec l'eau. Préciser le couple acide/base auquel appartient B. *(0,50 point)*

1.4. On considère une solution aqueuse de l'amine B de concentration initiale C. En supposant que la valeur de C est telle $[OH^-] << C$, *(0,75 point+0,25 point)*

1.4.1. Démontrer que le pH de cette solution est donné par la relation : $pH = 7 + \frac{1}{2}(pKa + \log C)$.

1.4.2. En déduire la valeur du pH d'une solution à 10^{-1} mol. L^{-1} de l'amine. *(0,25 point)*

Le pKa du couple acide/base auquel appartient B vaut : pKa = 10,7

1.5. On désire synthétiser un dipeptide D à partir de l'acide α-aminé A et de l'alanine. Le groupe amine de l'alanine est bloqué lors de cette synthèse.
Ecrire l'équation-bilan de la synthèse du dipeptide D en mettant en évidence la liaison peptidique. .

On donne la formule de l'alanine : $CH_3 - \underset{\underset{NH_2}{|}}{CH} - COOH$ *(0,25 point)*

EXERCICE 2 : (03 points)

On dose un volume V_a = 10 cm^3 d'une solution d'acide méthanoïque, de concentration C_a en y versant progressivement une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_b = 0,10 $mol.L^{-1}$.

2.1. Ecrire l'équation bilan de la réaction entre les deux solutions. Calculer la constante de réaction K_r.
Conclure. *(0,25 point)*

On donne : pK_A (HCO_2H/HCO_2^-) = 3,7
PK_A (H_3O^+/H_2O) = 0
pK_A (H_2O/OH^-) = 14

2.2. Le point équivalent a pu être déterminé expérimentalement, soit E(V_{be} = 10 cm^3; pH_e = 8,2)

2.2.1. Déterminer la concentration C_a de la solution d'acide méthanoïque. *(0,25 point)*

2.2.2. En justifiant, préciser si le mélange obtenu à l'équivalence, est acide, basique ou neutre. *(0,25 point)*

2.3. On indique les zones de virage des indicateurs colorés suivants :
hélianthine (3,1 ; 4,4) ; Bleu de bromothymol (6,0 ; 7,6) ; phénolphtaléine (8,1 ; 10,0).

2.3.1. Rappeler la signification de « zone de virage » d'un indicateur coloré. *(0,25 point)*

2.3.2. Indiquer, en justifiant, l'indicateur coloré le plus approprié, pour repérer le point d'équivalence du dosage réalisé. *(0,25 point)*

2.4.

2.4.1. Evaluer les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution initiale de l'acide méthanoïque de pH = 2,4. *(0,75 point)*

2.4.2. Quelle valeur du pK_A du couple de l'acide méthanoïque en déduit-on ? Comparer la valeur calculée du pK_A à celle qui est donnée à la question 2.1. *(0,50 point)*

2.5. Déterminer le pH et préciser la nature du mélange obtenu quand on a ajouté un volume $V_b = 5$ cm³ de la solution d'hydroxyde de sodium à la solution d'acide méthanoïque. *(0,25 point)*

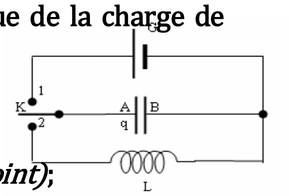
Rappeler les propriétés de ce mélange. *(0,25 point)*

2.6. A partir de quelques points particuliers que l'on précisera ébaucher la courbe pH = f (V_b). *(0,25 point)*

PHYSIQUE

EXERCICE 3 : (05,25 points)

A. Un condensateur de capacité C = 2 µF est initialement chargé sous une tension constante $U_0 = 10$ V (interrupteur en position 1). On étudie expérimentalement sa décharge (K en position 2) dans une bobine inductive d'auto-inductance L et de résistance négligeable. On note q la mesure algébrique de la charge de l'armature A du condensateur et i la mesure algébrique de l'intensité du courant.



3.1. Calculer la valeur de la charge Q_0 de l'armature A en fin de charge. *(0,25 point)*

3.2. L'interrupteur K étant en position 2 :

3.2.1. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la charge q du condensateur *(0,25 point)*;

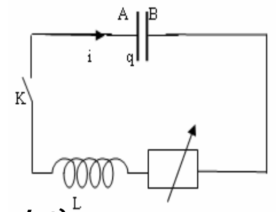
3.2.2. Calculer la valeur de l'inductance de la bobine pour que la période des oscillations électriques T_0 = 1 ms. *(0,25 point)*

3.2.3. Donner les expressions de q et de i en fonction du temps sachant que l'intensité de date t = 0 correspond à l'instant où l'interrupteur K est basculé en position 2 *(0,50 point)*

3.2.4. Donner les expressions des énergies W_C et W_B du condensateur et de la bobine en fonction du temps. Quelle est l'énergie totale de l'oscillateur ? *(0,25+0,25+0,25 point)*

B.

3.3. Le circuit oscillant précédent comprend en plus du condensateur et de la bobine, un résistor de résistance variable R.



3.3.1. Que se passe-t-il si l'on fait croître R ? *(0,25 point)*

3.3.2. Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit la charge q du condensateur. *(0,25 point)*

3.3.3. Démontrer que l'énergie de l'oscillateur décroît au cours du temps. *(0,50 point)*

3.3.4. Dans le cas où la résistance R est inférieur à une valeur notée R_C (résistance critique), les oscillations sont amorties et la solution de l'équation est de la forme $q = Q_m e^{-\alpha t} \cos(\omega t + \varphi)$; Q_m et φ dépendent des conditions à l'origine des temps ; α et ω dépendent de l'oscillateur. Exprimer α et ω en fonction de R, L et C. *(0,50+0,50 point)*

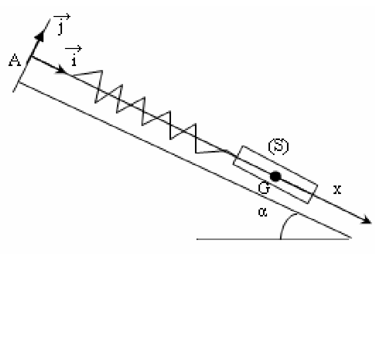
3.3.5. Déterminer alors la limite de R (valeur R_C), permettant d'avoir juste une décharge apériodique critique. *(0,25 point)*

C.

On prendra $g = 10$ m.s⁻².

3.4. Sur une table incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale on fixe à l'extrémité d'un ressort de raideur $k = 20$ N.m⁻¹ un palet pouvant glisser sur la table. La masse du palet est m = 400 g.

A l'équilibre l'abscisse du centre d'inertie du palet est nulle. On écarte le palet de sa position d'équilibre d'une distance d = +6 cm, puis on l'abandonne sans vitesse initiale à l'instant t = 0.



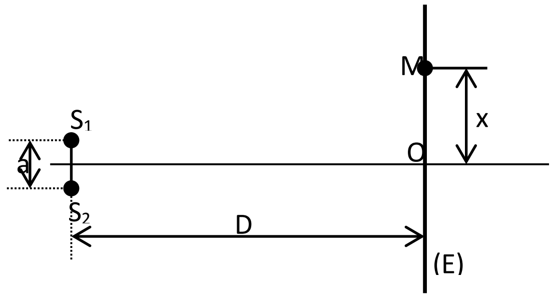
3.4.1. On néglige les frottements entre le palet et le plan. Etablir l'équation différentielle que vérifie x et résoudre cette équation. *(0,25 point)*

3.4.2. Les frottements sont équivalentes à une force unique $\vec{f} = -b\vec{V}$ où b est une constante positive et V la vitesse du palet. Etablir la nouvelle équation différentielle que vérifie x. *(0,25 point)*

3.5. A partir de l'expression des équations différentielles établie sur les questions 3.3.2. et 3.4.2., faire une analogie entre les grandeurs électriques et mécaniques de même que l'énergie cinétique et l'énergie potentielle. *(0,50 point)*

EXERCICE 4 : (04,25 points)

I- La figure schématise le dispositif des fentes d'Young, réalisé pour étudier le phénomène d'interférences lumineuses. S_1 et S_2 sont deux sources lumineuses cohérentes, rigoureusement identiques, distantes l'une de l'autre de a. Les franges sont observées sur un écran (E), perpendiculaire en un point O au plan médiateur de S_1S_2, à la distance D (très grande par rapport à a) des sources S_1S_2.



4.1. Montrer que la différence de marche entre les rayons S_2M et S_1M, interférant au point M de l'écran situé à la distance x = OM du centre, s'exprime par $\delta = \frac{ax}{D}$. λ étant la longueur d'onde de la lumière émise, en déduire l'interfrange et calculer numériquement le rapport $\frac{D}{a}$ sachant que pour $\lambda_1 = 0{,}546$ µm, 14 interfranges couvrent une distance de 10,12 mm. *(0,25 + 0,25 + 0,25 point)*

4.2. Déterminer l'interfrange pour une radiation de longueur d'onde $\lambda_2 = 0{,}578$ µm. *(0,25 point)*

4.3. Le dispositif est éclairé simultanément par les deux radiations précédentes. Sur l'écran, on observe la superposition des deux systèmes de franges. Décrire succinctement l'aspect de l'écran. *(0,25 point)*

4.4. Le dispositif est maintenant éclairé en lumière blanche : les radiations ont des longueurs d'onde comprises entre 0,400 µm et 0,750 µm .

4.4.1. On place à la distance $x_1 = 5.10^{-3}$ m la fente d'un spectroscope à prisme. Décrire le spectre observé. *(0,25 point)*

4.4.2. Quelle est l'origine des raies (cannelures) sombres qu'on y observe et combien en observe-t-on ? *(0,50 point)*

II- La cathode d'une cellule photoélectrique à vide est recouverte de potassium, métal pour lequel le travail d'extraction d'un électron est $W_o = 2{,}2$ eV.

4.5. Cette cathode est éclairée par une radiation de lumière monochromatique de longueur d'onde λ ;

4.5.1. A quelle condition doit satisfaire λ pour qu'il y ait émission d'électrons ? *(0,25 point)*

4.5.2. Quels sont les effets de la radiation verte ($\lambda_1 = 0{,}546$ µm) et de la radiation jaune ($\lambda_2 = 0{,}578$ µm) émises par une lampe à vapeur de mercure ? *(0,25 point)*

4.5.3. Quelle est la vitesse maximale d'émission des électrons quand on éclaire la cellule avec la radiation verte ($\lambda_1 = 0{,}546$ µm) *(0,25 point)*

Données : $C = 3.10^8 m.s^{-1}$; $h = 6{,}63.10^{-34}$ J.s. $e = 1{,}60.10^{-19}$ C ; masse de l'électron : $m = 0{,}91.10^{-30}$ kg ;

III.

4.6.

4.6.1. Définir ce qu'est la fission et la fusion. Illustrer chaque définition par un exemple. *(0,50 point)*

4.6.2. Dans une centrale nucléaire, l'une des réactions de l'uranium 235 peut se résumer ainsi :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + ...?$$

Compléter l'équation de la réaction. *(0,25 point)*

4.6.3. Quelle est l'énergie libérée lorsqu'un noyau d'uranium est consommé ? L'exprimer en MeV et en J.
On donne les énergies de liaison par nucléon ($E_{l/A}$). *(0,25 point)*

$^{A}_{Z}X$	$^{235}_{92}U$	$^{94}_{38}Sr$	$^{140}_{54}Xe$
$E_{l/A}$ (MeV / nucleon)	7,4	8,4	8,2

Au besoin, la masse d'un nucléon est 1 u = 1,66. 10^{-27} kg.

4.7. Cette centrale nucléaire utilisant la fission de l'uranium 235 fournit une puissance électrique de 900 Mégawatt (900 MW). Le rendement de la transformation d'énergie nucléaire en énergie électrique est de 30 %. En considérant qu'un atome d'uranium 235 dégage en moyenne une énergie de 200 MeV, calculer :

4.7.1. Le nombre de fissions par seconde se produisant dans la centrale nucléaire. *(0,25 point)*

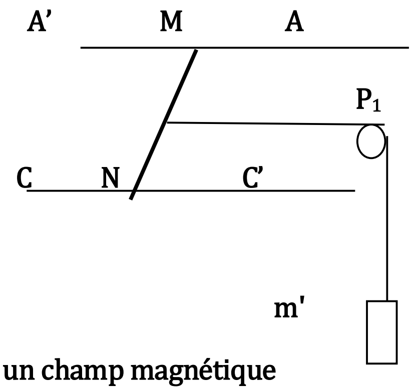
4.7.2. La masse d'uranium 235 qu'il faut utiliser pour faire fonctionner cette centrale durant une année. (On l'exprimera en tonnes). *(0,25 point)*

EXERCICE 5 (04,50 points)

$g = 10\ m.s^{-2}$

5.1. Une tige MN de masse $m = 40$ g peut se déplacer sur deux rails horizontaux parallèles AA' et CC'. Elle est reliée à un corps de masse $m' = 60$ g qui l'entraine dans sa chute par l'intermédiaire d'une poulie P_1 de masse négligeable. La tige étant perpendiculaire aux rails (voir figure).

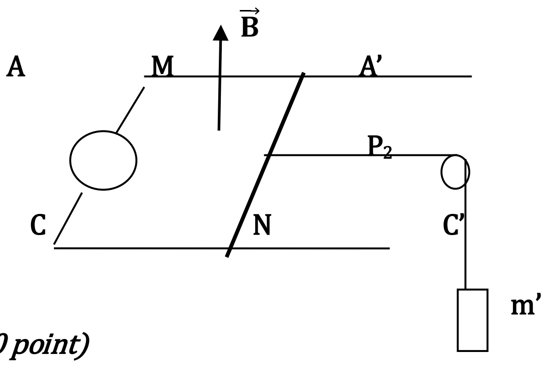
Calculer, en négligeant les forces de frottement, l'accélération et la vitesse des masses m et m' 2 secondes après le début du mouvement.



5.1.1. On remplace la poulie P_1 par une poulie P_2 de masse $m_0 = 20$ g répartie sur sa périphérie. Répondre aux mêmes questions. *(0,50 point)*

5.2. Les extrémités A et C sont reliées à un micro ampèremètre G.

Le montage est alors placé dans l'entrefer d'un puissant électroaimant qui crée un champ magnétique Vertical et ascendant, uniforme d'intensité B.



5.2.1. Expliquer brièvement pourquoi le micro ampèremètre est traversé par un courant lorsque la tige est en mouvement. Préciser le sens du courant par rapport à celui du mouvement de la tige. *(0,25+0,25 point)*

5.2.2. On pose MN = l, le fil AC et le micro ampèremètre ont une résistance globale R. Celles des rails et de la tige MN sont négligeables. Exprimer algébriquement l'intensité du courant en fonction de la vitesse instantanée V de la tige MN. *(0,50 point)*

5.2.3. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la tige pendant son mouvement. Montrer qu'elle atteint une vitesse limite V_L que l'on exprimera en fonction de m', g, B, l, R. Quelle est alors l'expression donnant l'intensité du courant ? *(0,50 point)*

5.2.4. En faite par suite des frottements de la tige sur les rails, la vitesse limite est rapidement atteinte et prend la valeur V_L'. En déduire l'intensité f des forces de frottement. *(0,50 point)*

5.3. La tige étant immobilisée, on remplace le micro ampèremètre par un générateur qui débite un courant continu dont l'intensité est réglable.

5.31. Qu'elle doit être l'intensité du courant pour que la tige soit en équilibre. Faire un schéma du montage en indiquant les bornes du générateur. *(0,50 point)*

5.3.2. Décrire qualitativement les phénomènes observés lorsque l'intensité du courant est supérieure à cette valeur, puis inférieure. *(0,50+0,50 point)*

BONNE CHANCE