RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL
Un Peuple – Un But – Une Foi

Ministère de
L'Education nationale
INSPECTION D'ACADEMIE DE KAOLACK

COMPOSITION DU SECOND SEMESTRE 2024/2025

DISCIPLINE : SCIENCES PHYSIQUES **NIVEAU : TS1** **DUREE : 4 HEURES**

Exercice 1 : (03points)

L'acide méthanoïque ou acide formique est une substance naturelle secrétée par les fourmis et les abeilles pour se défendre contre les prédateurs, sa première isolation a été réalisée par distillation des corps de fourmis.

L'étiquette du flacon d'une solution commerciale (S_0) d'acide méthanoïque porte les informations suivantes :

- Formule chimique : HCOOH
- Densité : d=1,15 ;
- Le pourcentage massique : p=80% (signifie que 100g de solution commerciale contient 80 g d'acide pur)
- Molaire de l'acide méthanoïque est : M(HCOOH)=46g.mol^{-1} ;

On donne : masse volumique de l'eau : ρ_e=1Kg/L

1- Vérification par dosage du pourcentage massique :

On prépare une solution aqueuse (S_A) d'acide méthanoïque de concentration molaire C_A et de volume V_S=1,0 L en ajoutant à l'eau distillée, un volume V_0=2,0mL de la solution commerciale d'acide méthanoïque (S_0) de concentration molaire C_0. On verse dans un bécher un volume V_A=50mL de la solution (S_A) et on dose l'acide méthanoïque par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium ($Na^+ + OH^-$) de concentration molaire C_B=0,10 mol. L^{-1} . Les résultats de mesure du pH en fonction du volume V_B d'hydroxyde de sodium versé ont permis de tracer la courbe exprimant la variation de la concentration des ions oxonium dans le mélange réactionnel en fonction de $\frac{1}{V_B}$.(figure1)

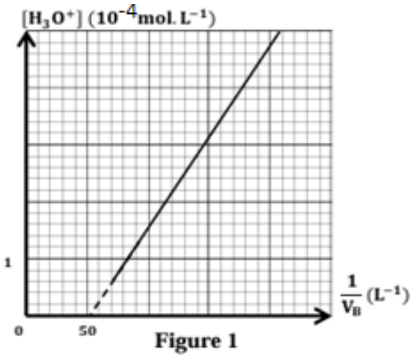


Figure 1

1-1- Ecrire l'équation chimique modélisant la réaction de ce dosage. **(0,25pt)**

1-2- Montrer que la concentration des ions oxonium dans le bécher après l'ajout d'un volume V_B , tel que : $0 < V_B < V_{BE}$ avec, V_{BE} le volume de la solution (S_B) versé à l'équivalence, s'écrit :

$$[H_3O^+] = a.\frac{1}{V_B} + b$$

avec $a = K_A V_{BE}$ $b = -K_A$ K_A représente la constante d'acidité du couple HCOOH/HCOO$^-$. **(0,5pt)**

1.3. En exploitant la courbe de la figure 1 déterminer V_{BE} et K_A . **(0,5pt)**

1-4- Calculer la concentration C_A de la solution (S_A) , et déduire la concentration C_0 de la solution commerciale. **(0,5pt)**

1-5- Vérifier si la valeur du pourcentage massique p est correcte**. (0,25pt)**

2- **Etude de la solution (S_A) d'acide méthanoïque** :

2-1- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau. **(0,25pt)**

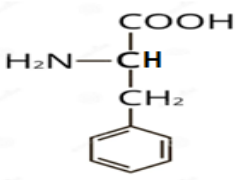
2-2- Etablir l'expression de la constante d'acidité K_A du couple HCOOH/HCOO$^-$ en fonction de C_A et τ le taux d'avancement final de la réaction. **(0,5pt)**

2-3- Calculer τ. Conclure. **(0,25pt)**

Exercice 2 : (03points)

La phénylalanine est un acide α-aminé aromatique naturel, présent dans la majorité des protéines. Son importance biologique est double : elle intervient dans la structure des protéines, mais elle est aussi un précurseur de la tyrosine, puis de neurotransmetteurs comme la dopamine ou l'adrénaline.

On donne ci-contre la formule de la phénylalanine :

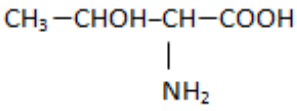


Dans tout l'exercice la phénylalanine sera notée l'acide α-aminé A.

2.1. Donner le nom de A dans la nomenclature officielle et montrer que sa molécule est chirale. **(0,5pt)**

(C)WD https://physiquechimie.godaddysites.com

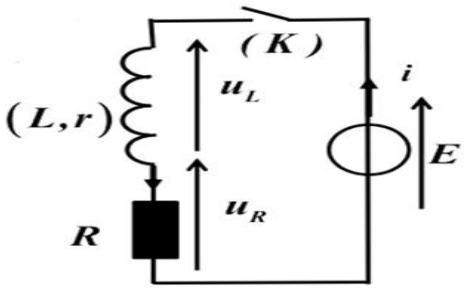
2.2. Donner la représentation de Fischer de chacun des énantiomères de A et les nommer. **(0,25pt)**
2.3. Dans la solution aqueuse d'acide α-aminé A on retrouve un ion particulier le zwitterion **(A±)**
2.3.1. Donner les couples acide- base **(Z/Z^- et Z^+/Z)** auxquels participe cet ion et montrer son caractère amphotère**. (0,25pt)**
2.3.2. On considère une solution de phénylalanine de concentration molaire $C=4.10^{-2}$mol/L.
On donne $pKa_1(Z^+/Z)$ =2,2 et $pKa_2(A/Z^-)$= 9,1. Calculer la concentration de l'espèce prépondérante quand le pH est voisin de pH =12 .**(0,25pt)**
3.1. La thréonine (Thr) est un acide α-aminé de formule semi-développée ci -contre :



3 .1.1. Quelle est la particularité optique de cette molécule d'acide α-aminé ? **(0,25pt)**
3.1.2. On procède maintenant à la réaction de condensation de la thréonine avec la phénylalanine. Parmi les dipeptides possibles, on désire synthétiser uniquement le dipeptide **P** pour lequel, thréonine est l'acide C-terminal. Ecrire, à l'aide des formules semi-développées, l'équation bilan de la réaction qui permet d'obtenir le dipeptide **P**. Entourer la liaison peptidique. **(0,25pt)**
3 .2. L'acide α-aminé A donne par décarboxylation B
3.2.1. Donner la formule semi-developpé et le nom de B. **(0,25pt)**
3.2.2. Ecrie l'équation de la réacion de B avec l'eau et préciser le couple acide /base auquel appartient B. **(0,5pt)**
3.2.3 . On considére la solution aqueuse de B de concentration initiale C_B , en faisant les approximation necessaire , démontrer que le pka du couple au quel appartient B s'écrit : $\boldsymbol{pKa = 2(pH - 7) + pC}$ avec $pC = -logC_B$.
Calculer le pKa pour $pC = 2$ et pH=10,9. **(0,5pt)**

Exercice3 : $(\mathbf{4,5\ points})$

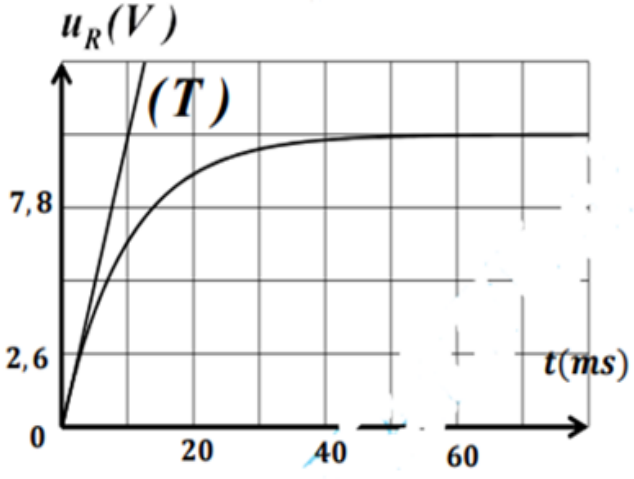
Les phénomènes induction et d'auto-induction sont d'une importance pratique capitale. Ils sont notamment utilisé dans les générateurs et les transformateurs électriques, les bobines, ou encore les plaques à induction grâce aux courants de Foucault. L'exercice a pour but de mettre en évidence le comportement d'une bobine dans un circuit électrique. On réalise le montage, représenté par la figure (1), comportant :



- Un générateur de force électromotrice $\boldsymbol{E = 12\ V}$ et de résistance interne négligeable,
- un conducteur ohmique de résistance $\boldsymbol{R = 52\ \Omega}$,
- une bobine (b) d'inductance L et de résistance r,
- un interrupteur (K).

On ferme l'interrupteur (K) à l'instant de date $t = 0$. Un système d'acquisition informatisé adéquat permet de tracer la courbe représentant la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique figure (2). La droite (T) représente la tangente à la courbe à $t = 0$.

1. Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de $\boldsymbol{i(t)}$. $\boldsymbol{(0,25pt)}$
2. Etablir l'expression de l'intensité $\boldsymbol{I_P}$ du courant électrique au régime permanent. $\boldsymbol{(0,25pt)}$
3. Trouver les expressions des tensions $\boldsymbol{U_{RP}\ et\ U_{LP}}$ au régime permanent. $\boldsymbol{(0,25\ pt \times 2)}$
4. La solution de cette équation différentielle est donnée par la relation : $\boldsymbol{i(t) = A\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}$, trouver les expressions de $\boldsymbol{A\ et\ \tau}$. $\boldsymbol{(0,25\ pt \times 2)}$
5. Trouver graphiquement $\boldsymbol{\tau\ et\ U_{RP}}$ la tension aux bornes du conducteur ohmique au régime permanent. $\boldsymbol{(0,25\ pt \times 2)}$
6. Déterminer la valeur de la résistance r et de l'inductance L de la bobine. $\boldsymbol{(0,25\ pt \times 2)}$
7. Trouver les expressions de $\boldsymbol{u_R(t)\ et\ u_L(t)}$. $\boldsymbol{(0,25\ pt \times 2)}$
8. A l'instant t_1 on a : $\boldsymbol{u_L = 2u_R}$, montrer que : $\boldsymbol{t_1 = \tau \ln\left(\frac{3}{2-x}\right)}$ et déduire l'expression de x et la valeur de t_1. $\boldsymbol{(0,5\ pt + 0,25\ pt.)}$

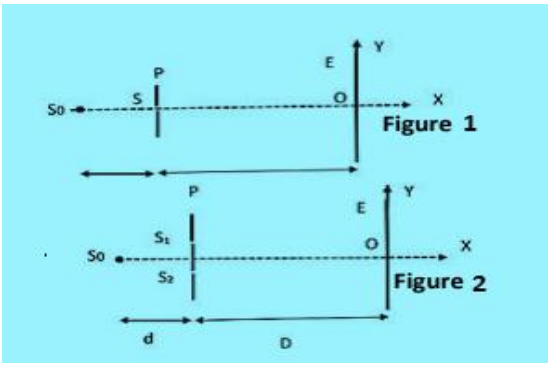


9. Montrer que l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine est : $\boldsymbol{E_m = \frac{(\tau.E)^2}{2L}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2}$. $\boldsymbol{(0,5\ pt)}$
10. En déduire que : $\boldsymbol{E_m(t_1) = \frac{\tau(R+r)}{18}.\left(\frac{E}{R}\right)^2}$. $\boldsymbol{(0,25\ pt)}$

Exercice 4 (04points)

Les caractères ondulatoire et corpusculaire de la lumière ont permis d'interpréter plusieurs phénomènes optiques. L'existence de certaines couleurs peut s'expliquer, entre autres, par la superposition de couleurs primaires.

4.1. Une source lumineuse monochromatique S_0 émet une radiation de longueur d'onde λ. Elle est placée à une distance d d'un plan opaque (P) percé d'un trou circulaire S de diamètre $a < \lambda$. Les rayons lumineux arrivent perpendiculairement au plan (P) en traversant le trou. Un écran (E) est placé parallèlement au plan (P), à une distance D = 2 m (figure 1).



Quel phénomène physique se produit lorsque le faisceau de lumière traverse le trou circulaire ? Justifier votre réponse. **(0,25pt)**

4.2. On reprend le dispositif décrit précédemment, le plan (P) est percé maintenant de deux trous fins (S_1) et (S_2). La source S_0 est placée à égale distance des trous et à une distance d du plan opaque (P). Les distances d et D sont maintenues (figure 2). La radiation monochromatique utilisée a une fréquence $\nu = 5{,}77.10^{14}$ Hz.

4.2.1. Quelle est la couleur de la lumière utilisée ? (le spectre de la lumière blanche figure dans les données fournies à la fin de l'exercice) **(0,25pt)**

4.2.2. Qu'observe-t-on sur l'écran (E) ? **(0,25pt)**

4.2.3. Comment appelle-t-on ce phénomène ? Quel caractère de la lumière est ainsi mis en évidence ? **(0,5pt)**

4.2.4. Le milieu de la **cinquième** (5ème) frange brillante est situé à une ordonnée y = 2,6mm (l'origine O est le point de rencontre entre l'axe de symétrie (S_0x) et l'écran (E)). L'ordre de La frange centrale est zéro.

4.2.4.1. Déterminer la distance b séparant les deux sources secondaires (S_1) et (S_2). (**0,25pt)**

4.2.4.2. Définir puis calculer l'interfrange i. **(0,5pt)**

4.2.4.3. Quelle est la nature de la frange située à y = 1,3mm et celle située à y =2,08mm? Justifier votre réponse. (**0,5pt)**

4.3. On remplace la source S_0 par une lampe spectrale émettant deux radiations $\lambda_1 = 750$nm et $\lambda_2 = 480$nm.

4.3.1. Quelle est la couleur de la frange observée sur l'écran à $y = 0$? Justifier. **(0,25pt)**

4.3.2. A quelle distance minimale h de l'origine O sur l'écran va-t-on observer à nouveau l'aspect décrit à la question 4.3.1.? **(0,5pt)**

5.4. Les deux radiations $\lambda_1 = 750$nm et $\lambda_2 = 480$nm sont successivement utilisées pour éclairer une cellule photo émissive dont le travail d'extraction vaut W_0=1,86ev.

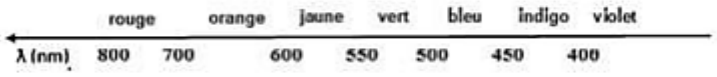
4.4.1.Un effet photoélectrique sera-t-il observé ? **(0,5pt)**

4.4.2. Dans le cas où il y a émission d'électrons, calculer la vitesse de l'électron expulsé**. (0,25pt)**

Données : C= $3{,}00.10^8$ m.s^{-1} ; h = $6{,}62.10^{-34}$ J.s ; me=$9{,}1.10^{-31}$kg

Données :

- **Spectre de la lumière blanche :**



- **Résultats de la superposition de quelques couleurs :**

Rouge + bleu = magenta ; bleu + vert = cyan ; rouge + vert = Jaune

Exercice5 : (05,5points) Les parie 1 , 2 et 3 sont indépendantes

La physique nucléaire et atomique est appliquée en médecine, spectroscopie et séparation isotopique. Le phosphore-32 est utilisé pour traiter des maladies, le modèle de Bohr décrit les niveaux d'énergie de l'hydrogène, et la séparation des isotopes de l'hélium se fait par champ magnétique.

Ces trois axes illustrent la complémentarité entre les lois fondamentales de la physique et leurs applications concrètes.

L'exercice aborde la désintégration du phosphore-32, les niveaux d'énergie de l'hydrogène et la séparation des isotopes de l'hélium.

1.La physique nucléaire dans le domaine médical

L'injection intraveineuse d'une solution contenant le phosphore 32 radioactif permet dans certains cas le traitement de la multiplication anormale des globules rouges au niveau des cellules de la moelle osseuse

Données :

$m(^{32}_{15}P)$ = 31,9840 u ; $m(^{32}_{16}S)$ = 31,9822 u ;1u = 1,67.10^{-27}Kg= 931,5 MeV/c² ; m(β^-)= 5,485 × 10^{-4} u ; 1MeV = 1,6 × 10^{-13} J

La demi-vie du nucléide de phosphore $^{32}_{15}P$ est T= 14,3 jours avec 1 jour = 86400 s

La désintégration β^-du nucléide $^{32}_{15}P$ donne naissance au nucléide $^{A}_{Z}Y$

1.1. Ecrire l'équation de la désintégration du nucléide $^{32}_{15}P$ en précisant les valeurs de A et Z . **(0,25pt)**

1.2. Calculer en MeV l'énergie libérée (ΔE) par la désintégration du nucléide $^{32}_{15}P$. **(0,25pt)**

1.3. Pour un traitement, on prépare un échantillon de phosphore $^{32}_{15}$P dont l'activité radioactive est A_0.

1.3.1. Définir l'activité radioactive. **(0,25pt)**

1.3.2. A l'instant t_1 , on injecte à un patient une quantité d'une solution de phosphore $^{32}_{15}$P dont l'activité radioactive est A_1 = 2,5 × 10^9 Bq.

1.3.2.1.Calculer en jour la durée $\Delta t=t_2-t_1$, nécessaire pour que l'activité nucléaire a_2 du phosphore $^{32}_{15}$P soit égale à 20 % de A_1. **(0,5pt)**

1.3.2.2 . On note N_1 et N_2 les nombres de nucléides restants aux l'instant t_1 et t_2 et N_d le nombre de nucléides désintégrés pendant la durée Δt. Exprimer N_d le nombre de nucléides désintégrés pendant la durée Δt en fonction de a_1 et T . **0,5pt)**

1.3.2.3 En déduire que l'énergie libérée ($\Delta E'$)pendant la durée Δt peut se mettre sous la forme :

$\Delta E' = \frac{80\%.T.A_1}{\ln 2}.\Delta E$. Faire l'application numérique en Mev. **0,5pt)**

2. Etudes des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

Dans la théorie de BOHR de l'atome d'hydrogène, les énergies des différents niveaux sont données par la formule :

E_n=-$\frac{13,6}{n^2}$(en eV) ; n est un nombre entier positif.

2.1 . Montrer que le nombre d'onde σ de la radiation émise, entre deux niveaux E_m et E_n (tels que m > n) peut se mettre sous la forme : $\sigma = \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{m^2}\right)$. R_H = 1,097.10^{-7} m^{-1} est la constante de Rydberg. **(0,25pt)**

2.2. La longueur d'onde λ = 0,486 μm est émise par l'atome d'hydrogène lors de son retour d'un niveau excité m > 2 au niveau n = 2 . Déterminer le niveau m. **(0,25pt)**

2.3. On fournit à l'atome d'hydrogène pris dans son état excité n=2, un photon d'énergie W=3,022ev .
Ce photon est -il absorbé ? Justifier (**0,25pt)**

2.4. Calculer en électronvolts l'énergie minimale à fournir pour ioniser l'atome d'hydrogène à partir de l'état correspondant au niveau n= 2. **(0,25pt) on donne** 1eV = 1,6 × 10^{-19}

3. Séparation des isotopes de l'hélium

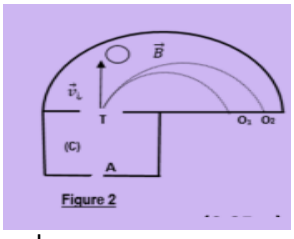


Figure 2

On désire séparer les ions $^{3}_{2}H_e^{2+}$ et $^{4}_{2}H_e^{2+}$ d'un mélange isotopique avec le dispositif expérimental de la figure 2. Ces particules de vitesse initiale nulle en A et de masses respectives m_1 et m_2 sont soumises dans la chambre (C) à une tension accélératrice U_1 ; elles traversent un petit trou T avec des vitesses respectives $\overrightarrow{v_1}$ et $\overrightarrow{v_2}$ perpendiculaires à (O_1,O_2) et sont soumises à l'action d'un champ $\vec{B}$ uniforme orthogonal à $\overrightarrow{v_1}$ et $\overrightarrow{v_2}$ et normal au plan de la figure. Les points O_1 et O_2 sont respectivement les points d'impact des ions $^{3}_{2}H_e^{2+}$ et $^{4}_{2}H_e^{2+}$ sur une plaque photographique. U_1 = 10 kV ; B = 1,0 T. On supposera que la distance minimale de séparation a_{min} = 1,0mm.

3.3.1-Etablir les expressions de v_1 et de v_2 en fonction de e, U_1, m_1 et ou m_2. En déduire rapport $\frac{v_1}{v_2}$? **(0,5pt**)

3.3.2-Reprendre la figure 2, en y représentant la force magnétique $\vec{F}_m$ au point T, le champ magnétique $\vec{B}$ **(0,25pt**)

3.3.3. Montrer que dans la zone où règne le champ $\vec{B}$ chaque ion décrit un mouvement circulaire uniforme dont on déterminera les expressions des rayons respectifs R_1 et R_2. **(0,75pt)**

3.3.4-Montrer que la distance a = O_1O_2 séparant les points d'impact des ions peut s'exprimer comme suit :

$a = \frac{2}{B}\sqrt{\frac{m_1 U_1}{e}}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}-1\right)$. Calculer sa valeur. **(0,75pt)**

FIN DU SUJET