

Examen blanc – Epreuve de Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1 : (4 points)

Le laboratoire d'un lycée Moderne dispose d'une solution S de base faible B de concentration molaire volumique C_b inconnue.

Un professeur de Physique-Chimie d'une classe de Terminale D désire identifier cette base par deux méthodes, la méthode pH-métrique (expérimentale) et la méthode théorique.

Il confie cette tâche à un groupe d'élèves. Pour cela, il met à sa disposition :

- Une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_a = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$;
- La solution de base ;
- Le dispositif nécessaire pour réaliser un dosage pH-métrique et une dilution.

Le groupe réalise le dosage d'un volume $V_b = 10 \text{ mL}$ de la solution de base par la solution d'acide chlorhydrique. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Va(mL)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	8,3	9	10	11
pH	11,8	11,3	11,0	10,9	10,8	10,7	10,5	10,2	9,3	3,0	2,5	1,9	1,6

A la température de l'expérience, le produit ionique de l'eau est $K_o = 10^{-14}$.

Par la suite, à partir de la solution de base, le groupe prépare une solution S' de concentration molaire $C_b = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, dont le pH est égale à 11,3.

On donne les pKa de quelques couples acides/bases dans le tableau ci-dessous :

Couple acide/base	pKa
$(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2^+ / (\text{CH}_3)_2\text{NH}$	11,0
$(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+ / (\text{CH}_3)_3\text{N}$	9,9
$(\text{CH}_3)\text{NH}_3^+ / (\text{CH}_3)\text{NH}_2$	10,7

1. Identification de la base faible par la méthode pH-métrique.

- 1.1. Fais le schéma annoté du dispositif.
- 1.2. Ecris l'équation-bilan de la réaction du dosage.
- 1.3. Trace la courbe $\text{pH} = f(V_b)$.
 - 1 cm pour 1 mL ;
 - 1 cm pour 1 unité de pH.
- 1.4. Détermine :
 - 1.4.1. Les coordonnées du point E à l'équivalence ;
 - 1.4.2. Les coordonnées du point E à la demi-équivalence ;
 - 1.4.3. La concentration molaire volumique C_b de la solution.
- 1.5. Donne la valeur du pKa du couple acide/base étudié.
- 1.6. Dédus de la question 1.5 le nom de la base et le couple acide/base correspondant.

2. Identification de la base faible par la méthode théorique.

Nous supposons qu'il s'agit de la méthylamine.

- 2.1. Ecris l'équation-bilan de la réaction chimique de la méthylamine avec l'eau.
- 2.2. Fais l'inventaire des espèces chimiques présentes en solution.
- 2.3. Calcule les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes en solution.
- 2.4. Calcule de pKa du couple acide/base étudié.
- 2.5. Dis si cette valeur de pKa confirme le nom de la base faible trouvé e 1.6.

Exercice n°2 : (4 points)

Lors d'une séance de travaux pratiques, votre professeur demande à ton groupe d'identifier un composé organique X en vue de réaliser la synthèse de quelques composés organiques.

Pour cela, ton groupe dispose du composé organique inconnu X, du sodium métallique, de la 2,4-dinitrophénylhydrazine (2,4-DNPH), du réactif de Schiff, d'une solution acidifiée de dichromate de potassium dont le couple oxydant/réducteur est $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}_3^+$, du chlorure de thionyle (SOCl_2), de l'ammoniaque NH_3 et de la verrerie nécessaire.

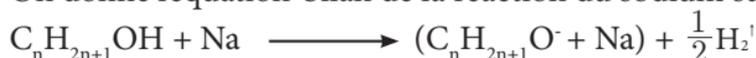
Le composé organique X peut être un alcool, un aldéhyde ou une cétone.

Le groupe réalise les expériences ci-dessous.

Expérience 1

	Action de la 2,4-DNPH sur X	Action du sodium sur 7,41 g de X
Résultat	Pas de réaction	Dégagement d'un volume $V = 1,2 \text{ L}$ du dihydrogène H_2

On donne l'équation-bilan de la réaction du sodium sur X:



Expérience 2

L'oxydation ménagée de X par une solution acidifiée de dichromate de potassium par défaut donne un composé organique A.

Expérience 3

	Action de la 2,4-DNPH sur A	Action du réactif de Schiff sur A
Résultat	Précipité jaune	Coloration rose

1. Identification du composé X.

1.1. Précise la fonction chimique du composé X à partir de l'expérience

1.2. Montre que la formule brute de X est $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$.

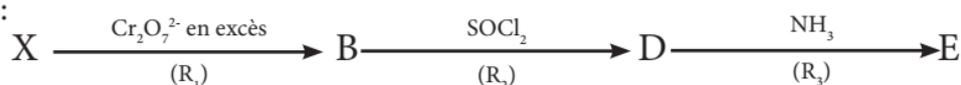
1.3. Précise la fonction chimique et le groupe fonctionnel de A.

1.4. En déduis les formules semi-développées possibles de X.

1.5. Identifie les composés A et X (formules semi-développées et noms), sachant que X a une chaîne carbonée ramifiée.

2. Synthèses de quelques composés organiques à partir de X.

À partir d'un échantillon de X, le groupe réalise une suite de réactions chimiques (R_1 , R_2 , R_3) ci-dessous:



2.1. Donne la formule semi-développée et le nom de chacun des composés B, D et E.

2.2. Écris l'équation-bilan de la réaction (R_2).

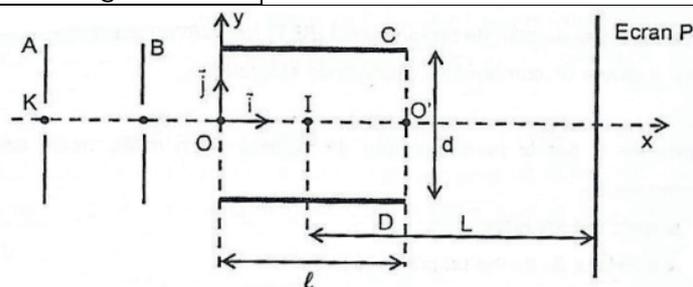
Données: Masse molaire atomique en g/mol: $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$

Volume molaire : $V_m = 24 \text{ L/mol}$.

Exercice n°3 : (4 points)

Dans le canon à électrons d'un oscilloscope où règne le vide, les électrons de masse m et de charge q sont émis sans vitesse initiale au point K, par un filament chauffé.

Ces électrons sont ensuite accélérés par la tension U_{AB} entre les plaques verticales A et B. À la sortie de ces plaques, ils pénètrent en O entre deux autres plaques horizontales C et D où ils sont déviés par le champ électrostatique uniforme E qui y règne. Ces électrons sont reçus sur l'écran P de l'oscilloscope, situé à une distance L du milieu I des plaques C et D (voir schéma ci-dessous).



Données: masse de l'électron: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg;
 charge de l'électron: $q = -e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ C;
 $UCD = 100$ V ; $|U_{AB}| = 300$ V ; $l = 2$ cm ; $d = 1$ cm ; $L = 25$ cm.

1. Étude de l'accélération des électrons

- 1.1. Énonce le théorème de l'énergie cinétique.
- 1.2. Détermine le signe de la tension U_{AB} .
- 1.3. Établis en fonction de e , m et U_{AB} , l'expression de la vitesse v_B des électrons à la sortie des plaques A et B.
- 1.4. Calcule la vitesse v_B .

2. Étude du mouvement des électrons au-delà des plaques A et B

On admet que $\vec{v}_B = \vec{v}_0$ est la vitesse de l'électron en O)

- 2.1. Énonce le théorème du centre d'inertie.
- 2.2. Détermine le sens de déviation du spot par rapport à l'horizontale sur l'écran de l'oscilloscope.
- 2.3. Représente qualitativement la force électrostatique \vec{F} s'exerçant sur un électron.
- 2.4. Détermine
 - 2.4.1. Les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du mouvement d'un électron dans le champ électrostatique \vec{E} en appliquant le théorème du centre d'inertie.
 - 2.4.2. L'équation cartésienne $y(x)$ de la trajectoire
 - 2.4.3. Les coordonnées du point S à la sortie des plaques C et D;
 - 2.4.4. La déviation linéaire Y d'un faisceau d'électrons sur l'écran P de l'oscilloscope.

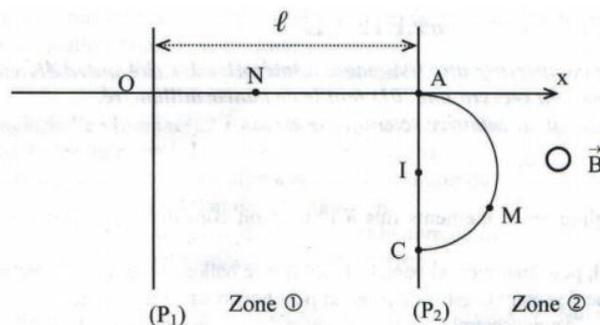
Exercice n°4 : (4 points)

Dans tout l'exercice on négligera le poids du proton devant les autres forces.

Dans un laboratoire, un professeur de Physique-Chimie étudie le mouvement d'un proton dans un dispositif comportant deux zones notées ① et ② (voir figure).

La zone ① est délimitée par deux plaques verticales et parallèles (P_1) et (P_2) distantes d'une longueur l

La zone ② s'étend au-delà de la plaque (P_2). Il y règne un champ magnétique uniforme \vec{B}



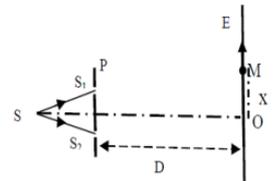
1. Étude du mouvement du proton entre les plaques (P_1) et (P_2)

Le professeur applique une différence de potentiel positive $V_{P_1} - V_{P_2} = U$ entre les deux plaques. Un proton de masse m_p part du point O sans vitesse initiale et arrive au point A avec une vitesse \vec{V}_A .

- 1.1. Représenter qualitativement au point N, le champ électrique \vec{E} et la force électrique \vec{F} s'exerçant sur le proton. Justifier la réponse.
 - 1.2. Établir l'expression de l'énergie cinétique E_{CA} du proton au point A en fonction de e et U .
 - 1.3. Vérifier que la valeur de la vitesse du proton au point A de la plaque (P_2) vaut $V_A = 3,71 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$.
 - 1.4. Déterminer la nature du mouvement du proton dans la zone ①
 - 1.5. En déduire le rôle du champ \vec{E} dans cette zone.
 2. Étude du mouvement du proton au-delà de la plaque (P_2).
Au-delà de la plaque (P_2), le proton entre dans la zone ②. Il est alors soumis au champ magnétique uniforme \vec{B} orthogonal à la vitesse \vec{V}_A .
 - 2.1. Donner l'expression de la force magnétique \vec{f} s'exerçant sur le proton.
 - 2.2. Représenter sur un schéma :
 - 2.2.1. La force magnétique \vec{f} au point M ;
 - 2.2.2. Le vecteur champ magnétique \vec{B} .
 - 2.3. Déterminer la puissance de cette force magnétique.
 - 2.4
 - 2.4.1. Montrer que la force magnétique \vec{f} ne modifie pas l'énergie cinétique du proton.
 - 2.4.2. En déduire la valeur V_C de la vitesse du proton au point C.
 - 2.5. En déduire que le mouvement circulaire du proton est uniforme.
 - 2.6. Le proton traverse à nouveau la plaque (P_2) en un point C. (Voir figure ci-dessus) Donner l'expression du rayon R de la trajectoire. Calculer la distance AC .
- On donne : $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $U = 720 \text{ V}$; $B = 0,6 \text{ T}$.

Exercice n°5 : (4 points)

- 1.. Un groupe éclaire avec le laser un détecteur constitué d'une plaque au césium de longueur d'onde seuil d'extraction d'un électron λ_0 . La longueur d'onde de la radiation monochromatique émise par le laser est $\lambda = 632,8 \text{ nm}$. Un dispositif approprié leur permet de déterminer la vitesse maximale des électrons émis : $V_{\max} = 5,203 \cdot 10^5 \text{ m/s}$.
- 1.1- Comment appelle-t-on le phénomène physique mis en évidence ?
- 1.2- Justifier l'extraction d'électrons par les photons émis par le laser.
- 1.3- Calculer l'énergie d'un photon émis par ce laser.
- 1.4- Calculer le travail d'extraction W_0 du césium et déduire la longueur d'onde seuil λ_0 du césium
- 1.5- Quel aspect de la lumière cette expérience met-elle en évidence ?
2. Le groupe éclaire maintenant une plaque percée de deux fentes suffisamment petites pour faire apparaître des franges claires et sombres sur un écran placé à une distance D des fentes. La distance entre les deux fentes est $a = 2 \text{ mm}$. On constate que 10 franges constituées de franges sombres et claires successives occupent une largeur $L = 2,13 \text{ mm}$.
- 2.1- Quels sont les phénomènes physiques mis en évidence sur les fentes S_1 et S_2 et sur l'écran E?
- 2.2- Représenter le dispositif expérimental utilisé par le groupe et les phénomènes observés.
- 2.3- Justifier la nature de la frange centrale.
- 2.4- Définir et déterminer l'interfrange.
- 2.5- Déterminer la valeur de la distance D qui sépare les deux fentes et l'écran.
- 2.6- Quel aspect de la lumière cette expérience met-elle en évidence ? Conclure quant à la complémentarité des deux aspects de la lumière.



Données : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;

masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$