

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**On donne les masses molaires: $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{N}) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ **EXERCICE 1 (04,25 points)**

Les esters sont très abondants dans la nature. Les plus simples, dans les conditions ordinaires de température et de pression, sont liquides et le plus souvent odorants. Ils constituent ce qu'on appelle couramment les esters de fruit.

L'éthanoate d'éthyle, par exemple, existe dans la banane.

Sa formule semi-développée s'écrit :
$$\text{CH}_3 - \underset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}} - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$$

Au cours d'une séance de travaux pratiques, les élèves réalisent l'étude cinétique de la réaction d'hydrolyse de l'éthanoate d'éthyle.

Pour cela, le préparateur dissout $n = 0,25 \text{ mol}$ d'éthanoate d'éthyle dans de l'eau de façon à obtenir 500 mL de solution notée S_0 .Chaque groupe d'élèves prélève 100 mL de la solution S_0 qu'il répartit dans 10 tubes (de 10 mL chacun) maintenus à température constante dans une enceinte thermostatée, à la date $t = 0$.A chaque date t , on prélève un tube que l'on met dans la glace puis on dose l'acide formé dans le tube à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré. Pour obtenir le virage de cet indicateur coloré, il faut verser un volume V_b de solution d'hydroxyde de sodium.

Pour la durée impartie à la séance de TP, un groupe d'élèves a pu obtenir les résultats suivants :

t(min)	0	10	20	30	40	50	60	90	120
$V_b(\text{mL})$	0	2,1	3,7	5,0	6,1	6,9	7,5	8,6	9,4
$n_E (10^{-3} \text{ mol})$	5								

Dans ce tableau, n_E représente la quantité de matière d'ester restant dans un tube à la date t .**1.1** Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'eau. Nommer les produits de la réaction. Préciser les caractéristiques de celle-ci. **(0,75 pt)****1.2** Pourquoi place-t-on le tube dans la glace avant chaque dosage ? **(0,25 pt)****1.3** Le groupe d'élèves a reporté dans le tableau la valeur $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ pour la quantité de matière n_0 d'ester présent dans chaque tube à la date $t = 0$. Vérifier, par un calcul simple, que cette valeur correspond bien à celle de n_0 . **(0,25 pt)****1.4** Exprimer, en fonction de n_0 , C_b et V_b , la quantité n_E d'ester restant dans un tube à la date t .Calculer n_E à chaque date t ; recopier et compléter le tableau. **(01 pt)****1.5** Tracer la courbe représentative $n_E = f(t)$ avec les échelles suivantes :1cm pour 10 min en abscisses ; 2,5 cm pour 10^{-3} mol en ordonnées **(0,75 pt)****1.6** Définir la vitesse de disparition de l'ester à la date t . Calculer cette vitesse à la date $t_1 = 50 \text{ min}$.En utilisant la courbe, expliquer qualitativement comment évolue cette vitesse au cours du temps. **(0,75 pt)****1.7** Citer deux méthodes utilisables pour augmenter la vitesse de cette réaction. **(0,5 pt)****EXERCICE 2 (3,75 points)**Sur l'étiquette d'un flacon contenant une solution S_0 d'une monoamine primaire d'un laboratoire, les indications relatives à la densité d et à la formule chimique sont illisibles. Seul le pourcentage en masse d'amine pure de la solution S_0 est lisible, soit $P = 63\%$. Cette indication signifie qu'il y a 63 g d'amine pure dans 100 g de la solution S_0 .

Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, entreprend de déterminer les informations illisibles sur l'étiquette de ce flacon. Ils font les trois expériences décrites ci-après :

Epreuve du 1^{er} groupe

Expérience 1 : avec une balance de précision, ils mesurent la masse m_0 d'un volume $V_0 = 10 \text{ cm}^3$ de la solution S_0 et trouvent $m_0 = 7,5 \text{ g}$.

Expérience 2 : Ils diluent un volume $V_p = 10 \text{ cm}^3$ de la solution S_0 dans une fiole jaugée de 1 L et obtiennent ainsi une solution S_1 .

Expérience 3 : Ils dosent un volume $V_1 = 10 \text{ cm}^3$ de la solution S_1 par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique $C_a = 0,040 \text{ mol.L}^{-1}$ en présence d'un indicateur coloré. Pour atteindre l'équivalence, ils ont versé un volume $V_a = 20 \text{ cm}^3$ d'acide.

2.1 A partir des résultats de l'expérience 1, calculer la masse volumique ρ_0 de la solution S_0 ; le résultat sera exprimé en g. cm^{-3} puis en g. L^{-1} . En déduire la valeur de la densité d . **(0,5 pt)**

2.2 On s'intéresse à l'expérience 3.

2.2.1 Faire un schéma légendé du dispositif de dosage. **(0,25 pt)**

2.2.2 En notant l'amine par la formule $R - \text{NH}_2$, écrire l'équation-bilan de la réaction chimique support du dosage. **(0,25 pt)**

2.2.3 Calculer la constante K de cette réaction. En déduire le caractère total ou partiel de la réaction. **(0,5 pt)**

2.2.4 Calculer la concentration C_1 de la solution S_1 , puis, en déduire la concentration C_0 de la solution S_0 . **(0,5 pt)**

2.2.5 Expliquer pourquoi les élèves ont eu besoin de réaliser l'expérience 2 au lieu de doser directement la solution S_0 . **(0,25 pt)**

2.3

2.3.1 Montrer que la concentration C_0 de la solution S_0 est donnée par : $C_0 = \frac{63 \rho_0}{100 M}$, relation où M est la masse molaire de l'amine. **(0,5 pt)**

2.3.2 En déduire la masse molaire de l'amine en g.mol^{-1} . **(0,25 pt)**

2.3.3 Déterminer la formule brute, la formule semi-développée et le nom de la monoamine primaire sachant que sa molécule est telle que l'atome de carbone lié à l'atome d'azote est également lié à deux autres atomes de carbone. **(0,75 pt)**

Données :

Constante d'acidité : $K_a (\text{RNH}_3^+/\text{RNH}_2) = 2,0 \cdot 10^{-11}$; masse volumique de l'eau $\rho_e = 1 \text{ g.cm}^{-3} = 10^3 \text{ g.L}^{-1}$

EXERCICE 3 (04 points)

Des élèves se fixent comme objectif d'appliquer leurs connaissances en mécanique au « jeu de plongeur ». Ce jeu, réalisé à la piscine, consiste à passer au dessus d'une corde puis atteindre la surface de l'eau en un point le plus éloigné possible du point de départ avant de commencer la nage. Le bassin d'eau a pour longueur $L = 20 \text{ m}$ et est suffisamment profond. Le plongeur doit quitter un tremplin; à ce moment son centre d'inertie G est à une hauteur $h_1 = 1,5 \text{ m}$ au dessus de la surface de l'eau. La corde, tendue horizontalement, est attachée à une distance $\ell = 1,6 \text{ m}$ du tremplin. Elle est à une hauteur $h_2 = 2 \text{ m}$ du niveau de l'eau (voir figure à la page suivante).

Au cours d'une simulation, les élèves font plusieurs essais en lançant, avec un dispositif approprié, un solide ponctuel à partir du point G . Les essais diffèrent par la valeur du vecteur-vitesse initial du solide ou par l'angle dudit vecteur avec l'horizontale.

Le mouvement du solide est étudié dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. Le point O est le point d'intersection entre la verticale passant par la position initiale de G et la surface de l'eau. La direction de l'axe \vec{i} est perpendiculaire au plan vertical contenant la corde, comme indiqué sur la figure.

On néglige les frottements et on prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

3.1 Lors d'un premier essai, le solide est lancé du point G , à la date $t = 0$, avec une vitesse \vec{V}_0 faisant un angle $\alpha = 45^\circ$ avec l'horizontale, de valeur $V_0 = 8 \text{ m.s}^{-1}$ et appartenant au plan vertical défini par (\vec{i}, \vec{k}) .

3.1.1 Etablir les équations paramétriques du mouvement du solide. En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire. **(01 pt)**

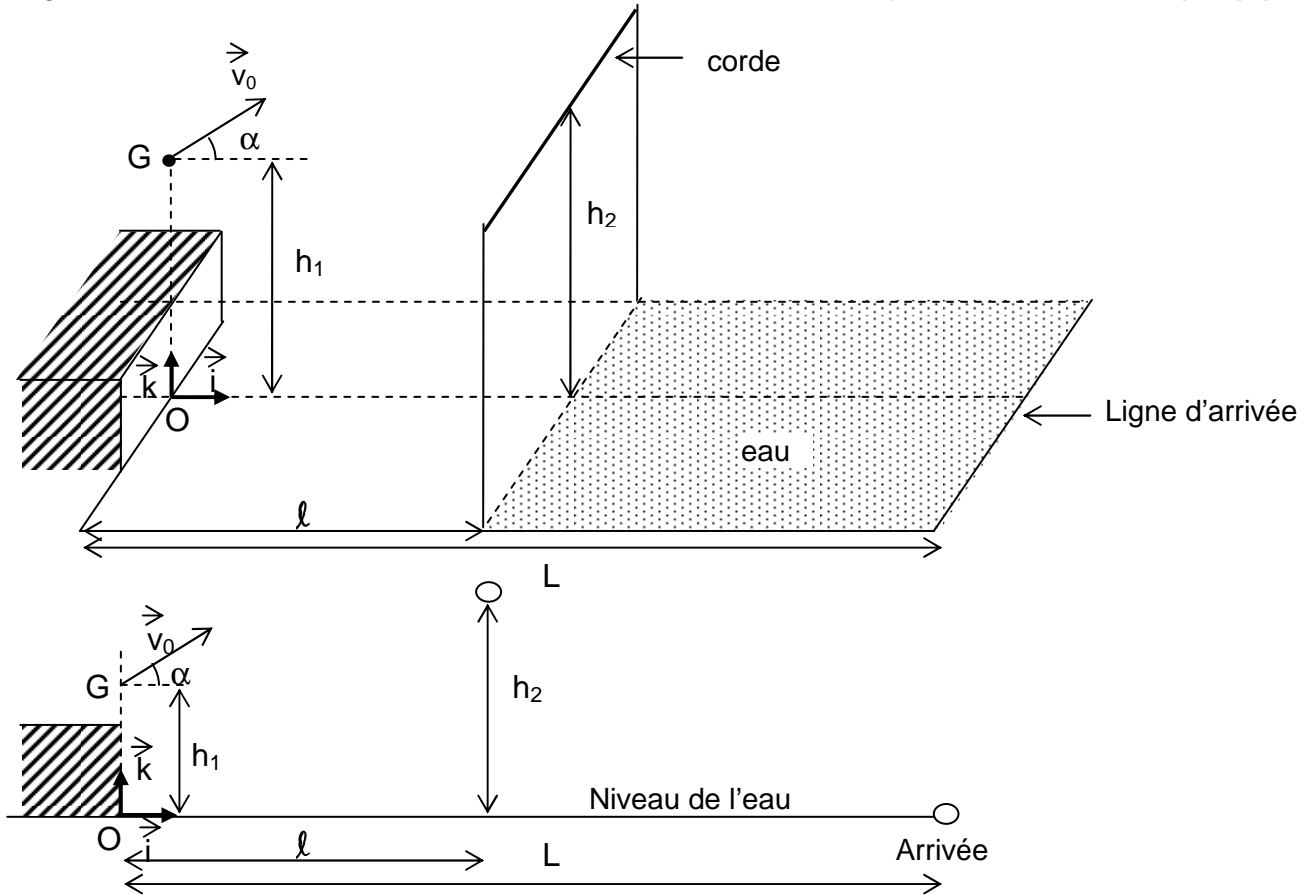
3.1.2 Le solide passe-t-il au dessus de la corde ? Justifier la réponse. **(0,75 pt)**

3.1.3 Au cas où le solide passe au-dessus de la corde, quelle distance le sépare-t-il de la ligne d'arrivée lorsqu'il touche l'eau ? **(0,75 pt)**

.../... 3

Epreuve du 1^{er} groupe

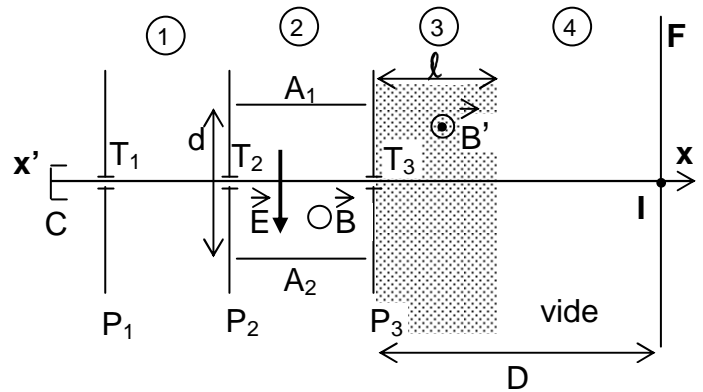
- 3.1.4** Calculer la norme du vecteur vitesse et l'angle β que ce vecteur forme avec la verticale descendante lorsque le solide touche l'eau. **(01 pt)**
- 3.2** Dans un second essai, les élèves voudraient que le solide touche l'eau en un point distant de 8 m de la ligne d'arrivée. Quelle doit être alors la valeur de la vitesse initiale pour $\alpha = 45^\circ$? **(0,5 pt)**



EXERCICE 4 (04 points)

On considère le dispositif expérimental schématisé ci-contre, comportant 4 zones notées 1, 2, 3, 4.

- zone 1 : chambre d'accélération entre P_1 et P_2 .
- zone 2 : sélecteur de vitesse entre P_2 et P_3 .
- zone 3 : chambre de déviation de largeur l .
- zone 4 : région où il ne règne ni un champ électrique, ni un champ magnétique.



F est un écran placé à une distance D de la plaque P_3 , perpendiculairement à l'axe horizontal $x'x$.

C est une chambre d'ionisation qui émet des ions sodium Na^+ de masse m et de charge q.

P_1, P_2, P_3 sont des plaques métalliques verticales percées de trous T_1, T_2, T_3 alignés sur l'axe horizontal $x'x$.

A_1 et A_2 sont des plaques métalliques horizontales séparées par une distance d ; elles n'ont aucun contact électrique avec P_2 et P_3 .

Le dispositif est placé dans le vide. On néglige le poids des ions devant les autres forces.

4.1 Les ions Na^+ sortent du trou T_1 , avec une vitesse supposée nulle. Accélérés par une différence de potentiel $U = V_{P_1} - V_{P_2}$ entre les plaques P_1 et P_2 , ils franchissent le trou T_2 avec une vitesse \vec{V}_0 .

Par application du théorème de l'énergie cinétique, montrer que le rapport $\frac{q}{m}$ (charge massique) pour un

ion Na^+ est donné par l'expression : $\frac{q}{m} = \frac{V_0^2}{2U}$

(0,5 pt)

4.2 Dans la zone 2, règnent simultanément un champ électrique uniforme de vecteur \vec{E} vertical et un champ magnétique uniforme dont le vecteur \vec{B} est perpendiculaire au plan de la figure.

4.2.1 Sur votre feuille de copie, faire un schéma où sera représentée la force électrique \vec{F}_e qui s'exerce sur un ion se trouvant dans la zone 2. **(0,5 pt)**

4.2.2 Sur le même schéma, représenter, justification à l'appui, la force magnétique \vec{F}_m qui doit s'appliquer sur le même ion pour qu'il suive une trajectoire rectiligne jusqu'au trou T_3 . **(0,5 pt)**

4.2.3 En déduire le sens du vecteur champ magnétique \vec{B} dans la zone 2. Compléter le schéma en mettant le sens de \vec{B} . **(0,5 pt)**

4.2.4 Exprimer le rapport $\frac{q}{m}$ en fonction de U, E et B. Faire l'application numérique. **(0,75 pt)**

$$U = 3,9 \text{ kV} ; \quad E = 9,10^3 \text{ V.m}^{-1} ; \quad B = 5,10^{-2} \text{ T.}$$

4.3 Après le trou T_3 , les ions arrivent dans la zone 3 où règne le champ magnétique uniforme de vecteur \vec{B}' représenté sur la figure. A la sortie de la zone 3, le vecteur vitesse d'un ion Na^+ fait un angle θ faible avec l'axe $x'x$.

4.3.1 Représenter, justification à l'appui, la trajectoire d'un ion de T_3 à l'écran. **(0,5 pt)**

4.3.2 Le point M est le point d'impact des ions Na^+ sur l'écran, I est le point d'intersection de l'axe ($x'x$) avec l'écran .

Etablir l'expression de la déflexion magnétique $Y = IM$ en fonction de q, m, V_0 , B' , ℓ et D puis en fonction de q, m, U, B' , ℓ et D.

Peut-on en déduire une détermination expérimentale de $\frac{q}{m}$? Expliquer **(0,75 pt)**

EXERCICE 5 (04 points)

La lumière a toujours eu un côté mystérieux qui a interpellé les physiciens depuis des siècles. Tour à tour onde ou corpuscule, elle semble échapper à toute représentation une et entière. Les physiciens du XX^e siècle ont parlé de complémentarité et de « dualité » pour rendre compte de ces deux représentations qui s'excluent l'une l'autre.

5.1 On désire retrouver la longueur d'onde d'une source laser He-Ne du laboratoire d'un lycée avec le dispositif interférentiel des fentes de Young. Dans ce dispositif la source laser S éclaire deux fentes secondaires S_1 et S_2 distantes de a. La source S est située sur la médiatrice de S_1S_2 . L'écran d'observation E est parallèle au plan S_1S_2 et situé à une distance D de ce plan.

5.1.1 Faire le schéma légendé de l'expérience permettant de visualiser des franges d'interférences. Indiquer clairement sur ce schéma la zone où se produisent les franges. **(0,5 pt)**

5.1.2 On montre que la différence de marche δ entre les rayons issus des fentes sources S_1 et S_2 s'exprime par la relation $\delta = \frac{ax}{D}$ en un point M d'abscisse x comptée à partir du milieu de la frange centrale.

5.1.2.1 Quelle condition doit vérifier δ pour que le point M apparaisse
a) brillant ? b) sombre (obscur) ? **(0,5 pt)**

5.1.2.2 Définir l'interfrange i et montrer qu'elle s'exprime par la relation $i = \frac{\lambda D}{a}$. **(0,75pt)**

5.1.3 On mesure la distance correspondant à 6 interfranges et on trouve $d = 28,5$ mm.

5.1.3.1 Pourquoi a-t-on préféré mesurer 6 interfranges au lieu d'une interfrange ? **(0,25 pt)**

5.1.3.2 Calculer, en nanomètres, la longueur d'onde λ du laser He-Ne de ce laboratoire (avec 3 chiffres significatifs). On prendra : $a = 0,20$ mm ; $D = 1,50$ m. **(0,5 pt)**

5.2 On éclaire une cellule photoélectrique par des radiations lumineuses de longueur d'onde $\lambda = 633$ nm. Le travail d'extraction du métal constituant la cathode de la cellule est $W_s = 1,8$ eV

5.2.1 Déterminer la longueur d'onde seuil λ_0 de la cathode. Comparer avec la longueur d'onde λ des radiations éclairant la cellule. Conclure. **(0,5 pt)**

5.2.2 Déterminer, en électron-volt (eV), l'énergie cinétique maximale de sortie d'un électron extrait de la cathode de la cellule et calculer sa vitesse. **(01 pt)**

Données : Masse d'un électron : $m_e = 9,1.10^{-31}$ kg ;
Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34}$ J.s ;
Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00.10^8$ m.s⁻¹ ; $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19}$ J