

# ANNALE DU BACCALAUREAT SENEGALAIS

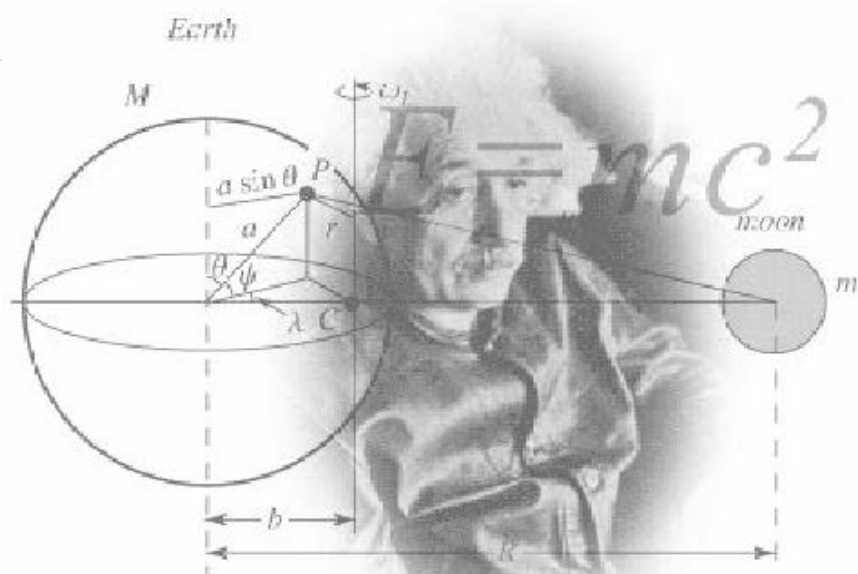
**BAC S2**

[Fomesoutra.com](http://Fomesoutra.com)  
ça soutra!

# PHYSIQUE-CHIMIE

## SERIE S2

**SUJETS CORRIGES ET COMMENTES**



***ILLUSTRATIONS NETTES ET PRECISES***

## CONSEILS AUX ÉLÈVES DE TERMINALE S

### L'ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES AU BACCALAURÉAT S

#### NATURE DE L'ÉPREUVE

L'épreuve comporte cinq exercices :

- deux exercices de **CHIMIE**, notés au total sur **6** points en S<sub>1</sub> et S<sub>3</sub> et **8** points en S<sub>2</sub> ;

- trois exercices de **PHYSIQUE**, notés au total sur **14** points en S<sub>1</sub> et S<sub>3</sub> et **12** points en S<sub>2</sub> .

Le **coefficient** des Sciences physiques au **BAC** est de **8 en TERMINALES S<sub>1</sub> et S<sub>3</sub>** et de **6 en**

#### **TERMINALES S<sub>2</sub>.**

#### DURÉE DE L'ÉPREUVE : 4 HEURES

Le temps consacré à chaque exercice doit être approximativement proportionnel au nombre de points affectés à l'exercice.

#### POUR RÉUSSIR L'ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES, IL FAUT :

1 LIRE LA TOTALITÉ DU SUJET AVANT DE COMMENCER ;

2 TRAITER EN PREMIER L'EXERCICE QUI SEMBLE LE PLUS FACILE

(il n'est pas obligatoire de suivre l'ordre des exercices) ;

3 ÉVITER DE PASSER TROP DE TEMPS SUR UN EXERCICE QUI SEMBLE DIFFICILE ;

4 UTILISER, DANS LA LIMITE DU POSSIBLE UNE FEUILLE SÉPARÉE (INTERCALAIRE) PAR EXERCICE ; CELA PERMET

DE PASSER D'UN EXERCICE À L'AUTRE FACILEMENT ;

5 BIEN PRÉSENTER SA COPIE, C'EST À DIRE :

ne pas recopier l'énoncé ;

écrire lisiblement ;

respecter les notations de l'énoncé. Si les notations ne sont pas précisées par le texte, les préciser ;

respecter la numérotation de l'énoncé ;

rappeler le but de la question posée ;

faire des schémas clairs (on peut employer des couleurs sauf le rouge sans tomber dans le dessin d'art ...) ;

indiquer clairement la méthode ou le théorème utilisé. Tout résultat doit être démontré ;

éviter les calculs numériques intermédiaires ;

encadrer le résultat littéral

souligner le résultat numérique . Ne pas oublier l'unité (l'oubli des unités annule les points prévus

pour l'application numérique) ;

respecter le nombre de chiffres significatifs dans le résultat numérique.

ENONCES

**SCIENCES PHYSIQUES**

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

**EXERCICE 1 (04 points)**

La fonction amine recouvre un ensemble très étendu de composés organiques azotés dont l'intérêt réside, entre autres, dans l'utilisation qu'on en fait dans l'industrie.

La méthylamine et l'éthylamine sont utilisées comme solvants et comme matières premières dans la synthèse de colorants et d'insecticides. Quant à la diéthylamine ou N - éthyléthanamine, de formule brute  $C_4H_{11}N$ , elle est utilisée comme inhibiteur de corrosion dans la fabrication de résines ainsi que dans le domaine pharmaceutique. On pourrait citer bien d'autres utilisations industrielles des amines.

- 1.1** Ecrire la formule semi développée de la diéthylamine. Préciser la classe de l'amine. (0,5 pt)
- 1.2** Ecrire l'équation bilan de la réaction de la diéthylamine avec l'eau. Préciser les couples acide base mis en jeu. (01 pt)
- 1.3** La solution obtenue est-elle acide, basique ou neutre ? Justifier la réponse. Proposer une expérience simple permettant de vérifier cela. (01 pt)
- 1.4** On dispose au laboratoire, d'une solution de diéthylamine peu diluée. La concentration molaire volumique de la solution est  $C_1$ .
- 1.4.1** Faire l'inventaire des espèces chimiques en solution. (0,25 pt)
- 1.4.2** Rappeler l'expression du produit ionique de l'eau  $K_e$  et donner sa valeur à 25°C. (0,25 pt)
- 1.4.3** Quelle relation existe-il entre le pH de la solution, le pKa du couple ion diéthylammonium / diéthylamine, la concentration en diéthylamine et la concentration en ion diéthylammonium dans la solution à l'équilibre? (0,25 pt)
- 1.4.4** En usant des approximations qu'il est légitime de faire, montrer que le pH de la solution de diéthylamine peut se mettre sous la forme :  $pH = \frac{1}{2}(pK_e + pK_a - pC_1)$  ; relation où  $pC_1 = -\log C_1$
- Calculer alors le pH d'une solution de diéthylamine à  $10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ ; on prendre  $pK_a = 10,5$  (0,75 pt)

**EXERCICE 2 (04 points)**

Au laboratoire, on se propose d'étudier la cinétique de la réaction de saponification du benzoate de 1-méthyl éthyle de formule semi-développée  $C_6H_5-CO_2-CH(CH_3)_2$  par l'hydroxyde de sodium. Pour cela, à une date prise comme origine des temps  $t = 0$ , on mélange 100 mL d'une solution de benzoate de 1-méthyl éthyle de concentration égale à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  et 100 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration égale à  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Le mélange est maintenu à 50°C, sous agitation permanente. On prélève à différentes dates  $t$ , un volume  $v = 10 \text{ mL}$  de ce mélange. Chaque prélèvement est aussitôt versé dans un erlenmeyer contenant de l'eau glacée et on dose la quantité d'hydroxyde de sodium restante à l'aide d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , l'indicateur coloré étant le bleu de bromothymol.

- 2.1** Montrer que la concentration initiale  $[HO^-]_0$  des ions  $HO^-$  dans le mélange est de  $5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  (0,25 pt)
- 2.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction chimique support du dosage. Préciser la couleur de la solution obtenue à l'équivalence. (0,50 pt)
- 2.3** Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre le benzoate de 1- méthyl éthyle et l'hydroxyde de sodium, et préciser ses caractéristiques. (0,50 pt)
- 2.4** Les résultats du dosage sont regroupés dans le tableau suivant,  $V_a$  étant le volume d'acide versé à l'équivalence du dosage d'un prélèvement et  $C$  la concentration de l'alcool formé.

t (min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
$V_a$ (mL)		22,0	19,8	18,0	16,5	15,0	13,8	12,8	12,0	11,5	11,0
$C$ ( $10^{-3} \text{ mol/L}$ )	0										

**2.4.1** Montrer que la concentration de l'alcool dans le prélèvement est donnée par l'expression :

$$C = [\text{HO}^-]_0 - \frac{C_a V_a}{V} \quad (0,50 \text{ pt})$$

**2.4.2** Recopier puis compléter le tableau. Tracer le graphe  $C = f(t)$  avec les échelles suivantes :  
1 cm pour 4 min ; 2 cm pour  $4 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . (01 pt)

**2.4.3** Définir la vitesse volumique instantanée de formation de l'alcool et déterminer sa valeur à  $t_1 = 4 \text{ min}$  et à  $t_2 = 32 \text{ min}$ . Justifier l'évolution constatée pour cette vitesse. (0,75 pt)

**2.4.4** On reprend la même étude à  $30^\circ\text{C}$ , les valeurs du volume  $V_a$  mesurées pour les mêmes dates sont-elles plus grandes ou plus petites qu'à  $50^\circ\text{C}$  ? Justifier la réponse. (0,50 pt)

### EXERCICE 3 (04 points)

Uranus est la 7<sup>e</sup> planète du système solaire. Elle a été découverte en 1781 par William Herschelle. Elle fut mieux connue par l'homme grâce à son survol, en 1986, par la sonde Voyager II. Uranus met 84 ans pour faire un tour complet autour du soleil. Les cinq plus gros satellites de la planète Uranus ont été découverts grâce aux observations depuis la Terre entre 1787 et 1948. Il s'agit de : Miranda, Ariel, Umbriel, Titania et Obéron.

Le tableau qui suit précise le rayon de la trajectoire de l'orbite décrite par chaque satellite autour d'Uranus et la période de révolution (durée d'un tour autour d'Uranus) :

Satellite	Rayon de l'orbite $r$ ( $10^6\text{m}$ )	Période de révolution $T$ (jour)
MIRANDA	129,8	1,4
ARIEL	191,2	2,52
UMBRIEL	266,0	4,14
TITANIA	435,8	8,71
OBERON	582,6	13,50

Dans tout le problème, on suppose que la répartition de masse des astres est à symétrie sphérique. Les mouvements des différents satellites d'Uranus sont étudiés dans le référentiel « Uranocentrique » supposé galiléen. On donne :  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$ . On prendra 1 jour = 86400 s.

**3.1** On se propose de déterminer la vitesse d'un satellite d'Uranus. On admet que le centre d'inertie du satellite effectue un mouvement circulaire dans le référentiel « Uranocentrique ».

**3.1.1** Rappeler la définition d'un référentiel géocentrique. Définir, par analogie, le référentiel « Uranocentrique ». (0,50 pt)

**3.1.2** Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. (0,75 pt)

**3.1.3** Etablir l'expression de la vitesse  $V$  du centre d'inertie du satellite en fonction du rayon  $r$  de sa trajectoire et de sa période  $T$  de révolution. (0,25 pt)

**3.1.4** Faire l'application numérique pour le satellite Umbriel. (0,25 pt)

**3.2** Dans la suite, on cherche à déterminer la masse  $M$  d'Uranus par deux méthodes.

**3.2.1 Méthode graphique.**

La courbe de la fonction  $V^2 = f\left(\frac{1}{r}\right)$  où  $V$  est la vitesse du satellite dans le référentiel « Uranocentrique »

et  $r$  le rayon de l'orbite autour d'Uranus est représentée à la page 4.

**a)** Etablir l'expression de la vitesse  $V$  en fonction de  $G$ ,  $M$  et  $r$ . (0,25 pt)

**b)** En vous aidant de la courbe, déterminer la masse d'Uranus (il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la copie ; on expliquera seulement le mode d'exploitation). (0,50 pt)

**3.2.2 Utilisation de la troisième loi de Kepler**

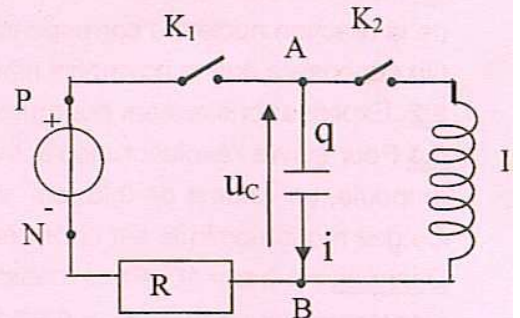
**a)** Etablir la 3<sup>e</sup> loi de Kepler  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$  (0,50 pt)

**b)** En utilisant les informations données sur les satellites, montrer, aux erreurs d'expériences près, que le rapport  $\frac{T^2}{r^3}$  est une constante dont on donnera la valeur numérique. (0,50pt)

**c)** En déduire la masse d'Uranus et comparer le résultat avec celui obtenu par la méthode graphique. (0,50 pt)

**EXERCICE 4 (04 points)**

Soit le montage électrique schématisé ci-contre permettant d'étudier le comportement d'un condensateur de capacité  $C = 10 \mu F$ . Le générateur maintient entre ses bornes une tension constante de valeur  $E = 6,0 V$ . L'inductance de la bobine est  $L = 0,10 H$ . La résistance du conducteur ohmique vaut  $R = 10 \Omega$ .



**4.1** Le condensateur étant initialement déchargé, on le charge en fermant  $K_1$  et en maintenant  $K_2$  ouvert. L'opération de charge étant terminée, indiquer, justifications à l'appui, les valeurs des grandeurs électriques suivantes :

- la tension aux bornes du condensateur,
- la charge du condensateur,
- l'intensité du courant circulant dans le conducteur ohmique,
- la tension aux bornes du conducteur ohmique.

(01 pt)

**4.2** Maintenant on ouvre l'interrupteur  $K_1$  et on ferme l'interrupteur  $K_2$  à un instant de date  $t = 0$ .

Pour cette question on suppose que la résistance de la bobine est nulle.

**4.2.1** Quel phénomène se produit alors ? (0,25 pt)

**4.2.2** Donner l'expression de la tension instantanée aux bornes du condensateur en fonction de la charge  $q$  du condensateur et celle de la tension instantanée aux bornes de la bobine en fonction de  $\dot{q}$  (dérivée seconde de  $q$  par rapport au temps), compte tenu de l'orientation choisie pour l'intensité instantanée  $i$  (voir figure) (0,5 pt)

**4.2.3** En déduire l'expression de l'équation différentielle du circuit vérifiée par la tension  $U_C$  aux bornes du condensateur. (0,25 pt)

**4.2.4** Donner la solution littérale de cette équation différentielle et dessiner l'allure de la courbe donnant les variations de la tension  $U_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps. (0,50 pt)

**4.2.5** Calculer la période propre  $T_0$  des oscillations qui ont ainsi pris naissance dans le circuit. (0,25 pt)

**4.3** En réalité la bobine a une résistance  $R' = 40 \Omega$ , on charge d'abord le condensateur comme décrit en 4.1), puis on ouvre  $K_1$  et ferme  $K_2$ .

**4.3.1** Etablir l'équation différentielle relative à la charge  $q$  du condensateur à une date quelconque  $t$  puis en déduire celle relative à  $U_C$ . (0,25 pt)

**4.3.2** Comment varie l'énergie totale du circuit ? Justifier. (0,25 pt)

**4.3.3** La pseudo-pulsation  $w_1$  des oscillations électriques est donnée :  $w_1^2 = w_0^2 - \left(\frac{R'}{2L}\right)^2$ , relation où

$w_0$  est la pulsation propre. Calculer la pseudo période  $T_1$ . La comparer à  $T_0$ . (0,25 pt)

**4.3.4** Donner l'allure de la courbe  $q = f(t)$  dans un intervalle de temps  $\Delta t = 3 T_1$  (on donnera la valeur initiale de la charge et l'allure de la courbe sans faire de calculs intermédiaires de charges) (0,50 pt)

**EXERCICE 5 (04 points)**

Une des principales sources d'exposition de l'homme aux rayonnements ionisants est un élément radioactif naturel, désigné par les scientifiques sous le nom de "radon 222". Il se désintègre en émettant des particules  $\alpha$  (alpha). On ne l'observerait pas dans notre environnement s'il ne s'en formait pas en permanence. Le radon est le seul des descendants de l'uranium à être gazeux, ce qui lui permet de passer dans l'atmosphère en s'échappant des roches du sous-sol. Il peut donc s'infiltrer dans la moindre fissure des constructions et s'accumuler dans les pièces non aérées, comme les caves et les sous-sols. Les sols granitiques, plus riches en uranium, libèrent davantage de radon que les sols sédimentaires.

Au danger du radon s'ajoute celui de ses descendants solides qui, inhalés avec lui sous forme de poussières, émettent des rayonnements ionisants.

**Données :**

Le tableau suivant donne le numéro atomique, le symbole et le nom de quelques éléments chimiques.

Z	83	84	85	86	87	88	89
symbole	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac
Nom	Bismuth	Polonium	Astate	Radon	Francium	Radium	Actinium

**5.1.** En vous servant des informations du texte et de l'extrait de classification périodique, écrire l'équation de la réaction nucléaire correspondant à la désintégration du " radon 222 ".

On supposera que le noyau fils n'est pas produit dans un état excité. **(0,25 pt)**

**5.2.** Expliquer brièvement pourquoi l'état gazeux du radon le rend dangereux. **(0,25 pt)**

**5.3** Pour suivre l'évolution de l'activité d'un échantillon de radon 222, on enferme à la date  $t = 0$ , dans une ampoule, un volume de  $0,20 \text{ cm}^3$  de radon radioactif à la pression de  $0,1 \text{ bar}$  et à la température de  $30^\circ\text{C}$ . Ce gaz monoatomique est considéré comme parfait.

**Données :**  $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$  ; constante du gaz parfait :  $R = 8,314 \text{ SI}$  ; loi du gaz parfait :  $PV = nRT$  ; constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

**5.3.1** Calculer le nombre  $N_0$  de noyaux radon présents dans l'ampoule à l'instant initial. **(0,50 pt)**

**5.3.2** On mesure l'activité  $A$  de l'échantillon à différentes dates  $t$  ; les résultats sont regroupés ci-après.

t (jours)	0	10	12	20	30	40	50	60	70
A (Bq)		$1,65 \cdot 10^{11}$	$1,15 \cdot 10^{11}$	$2,73 \cdot 10^{10}$	$4,51 \cdot 10^9$	$7,46 \cdot 10^8$	$1,23 \cdot 10^8$	$2,03 \cdot 10^7$	$3,37 \cdot 10^6$

**5.3.2.1** Définir l'activité  $A$  d'une substance radioactive et établir l'expression donnant  $A$  à une date  $t$  en fonction de sa valeur initiale  $A_0$  et de la constante radioactive  $\lambda$ . **(0,50 pt)**

**5.3.2.2** De l'examen du tableau dire dans quel sens varie l'activité  $A$  au cours du temps (il n'est pas demandé de tracer une courbe). Ce sens de variation est-il en accord avec l'expression établie à la question précédente ? **(0,50 pt).**

**5.3.2.3** La courbe  $\ln A = f(t)$  est représentée ci-dessous. Déterminer par exploitation de la courbe :

a) la valeur de la constante radioactive  $\lambda$  du radon 222, **(0,50 pt)**

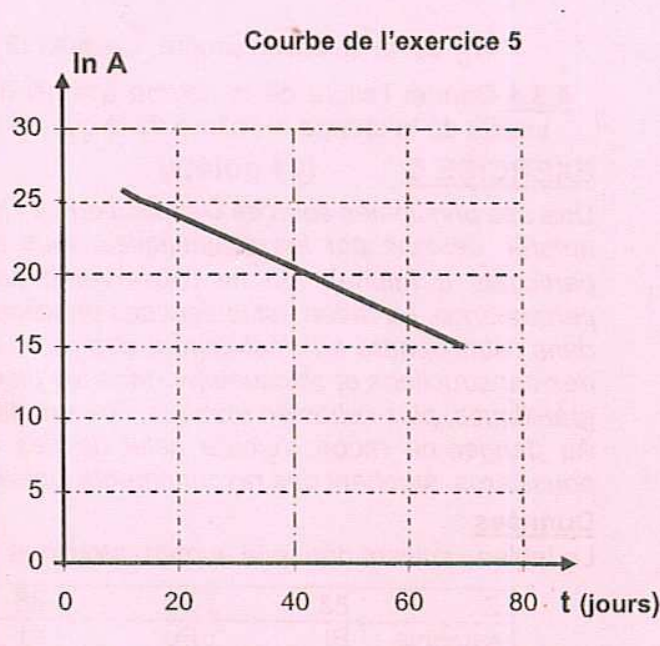
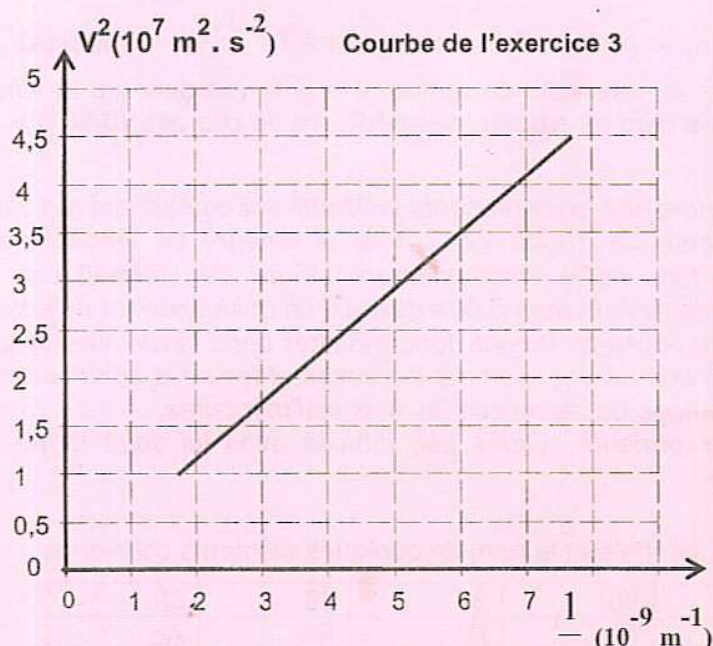
b) l'activité initiale  $A_0$  de l'échantillon étudié **(0,25 pt).**

(On expliquera le mode d'exploitation mais il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la copie)

**5.3.2.4** Quelle valeur de  $A_0$  obtient-on par calcul à partir de  $\lambda$  et  $N_0$  ? Comparer ce résultat avec la valeur déduite de la courbe. Conclure. **(0,50 pt)**

**5.3.2.5** Calculer la demi-vie du radon 222. **(0,25 pt)**

**5.3.2.6** Calculer le nombre de noyaux de radon 222 présents dans l'ampoule six mois plus tard. Quelle est alors l'activité de l'échantillon en ce moment ? Conclure. **(0,50 pt)**



**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 : 
$$\text{CH}_3 - \underset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}} - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$$

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  $10^{-3} \text{ mol}$  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<sup>er</sup> 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  $\rho_0$  de la solution  $S_0$ ; le résultat sera exprimé en  $\text{g. cm}^{-3}$  puis en  $\text{g. L}^{-1}$ . 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  $\text{g.mol}^{-1}$ . **(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)**

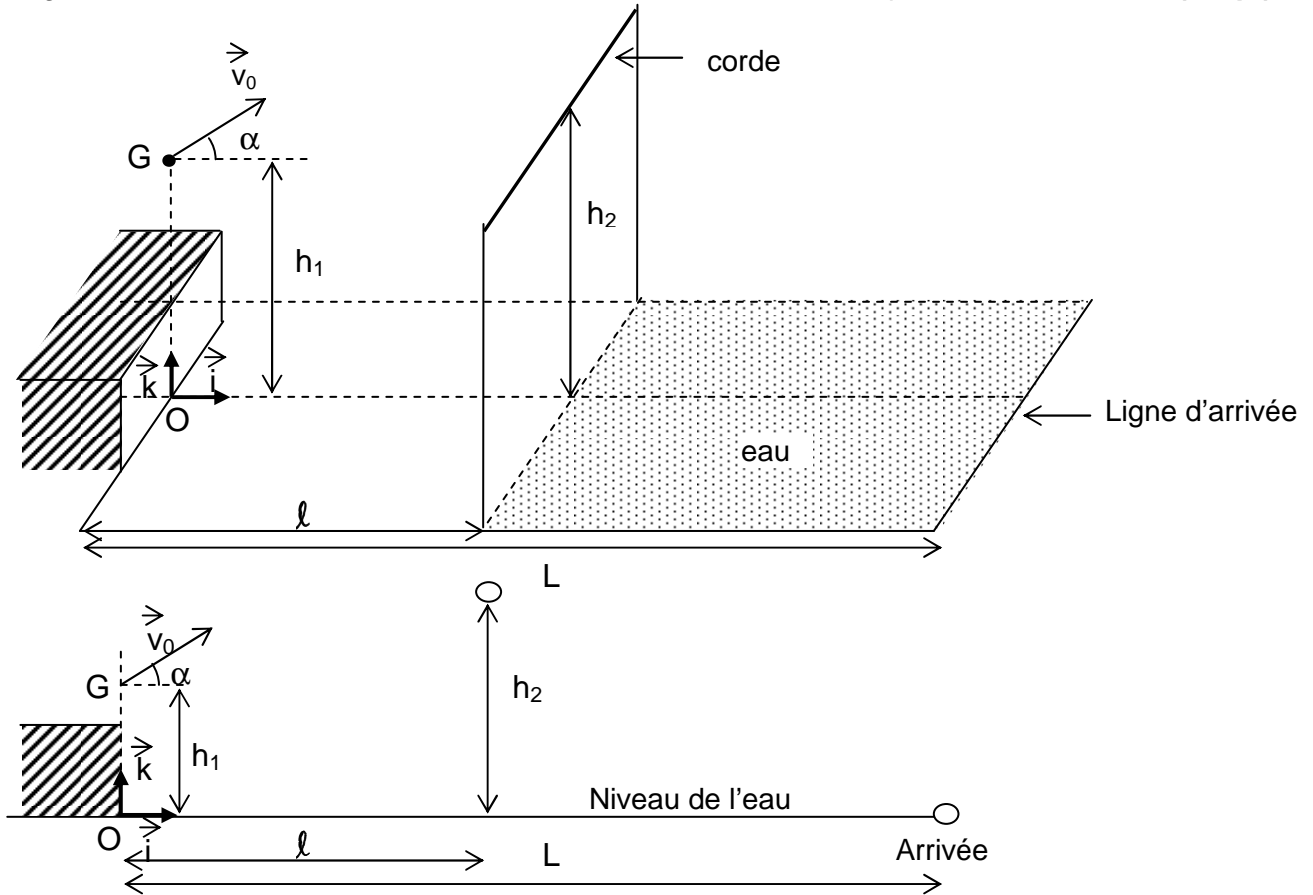
**3.1.2** Le solide passe-t-il au dessus de la corde ? Justifier la réponse. **(0,75 pt)**

**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<sup>er</sup> groupe**

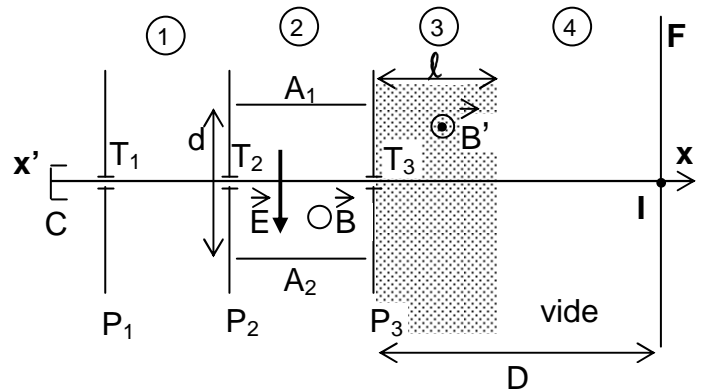
- 3.1.4** Calculer la norme du vecteur vitesse et l'angle  $\beta$  que ce vecteur forme avec la verticale descendante lorsque le solide touche l'eau. **(01 pt)**
- 3.2** Dans un second essai, les élèves voudraient que le solide touche l'eau en un point distant de 8 m de la ligne d'arrivée. Quelle doit 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  $\text{Na}^+$  fait un angle  $\theta$  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  $\text{Na}^+$  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,  $V_0$ ,  $B'$ ,  $\ell$  et D puis en fonction de q, m, U,  $B'$ ,  $\ell$  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<sup>e</sup> 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  $\delta$  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  $\delta$  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)**

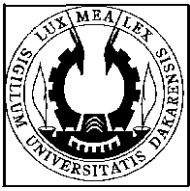
**5.1.3.2** Calculer, en nanomètres, la longueur d'onde  $\lambda$  du laser He-Ne de ce laboratoire (avec 3 chiffres significatifs). On prendra :  $a = 0,20$  mm ;  $D = 1,50$  m. **(0,5 pt)**

**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  $\lambda_0$  de la cathode. Comparer avec la longueur d'onde  $\lambda$  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<sup>-1</sup> ;  $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19}$  J

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****Données** : masses molaires en  $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  :  $M_{\text{C}} = 12$  ;  $M_{\text{H}} = 1$  ;  $M_{\text{O}} = 16$  ;  $M_{\text{Na}} = 23$  ;  $M_{\text{N}} = 14$ **EXERCICE 1****(04 points)**

Un professeur de lycée cherche à faire identifier un acide carboxylique par un groupe d'élèves de son établissement. Pour cela il fait dissoudre 7,43 g de l'acide, noté AH, dans 1 L d'eau pure. De la solution ainsi préparée, les élèves prélèvent un volume  $V = 20 \text{ mL}$ , qu'ils dosent avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 0,1 \text{ mol L}^{-1}$ . En notant  $V_b$  le volume de la solution d'hydroxyde de sodium versé dans la solution d'acide, ils obtiennent le tableau de mesures suivant, dans les conditions standard :

$V_b$ (mL)	0	1	2	3	6	10	12	15	17	19
pH	3,0	3,7	4,0	4,2	4,5	4,9	5,1	5,3	5,6	6,2

$V_b$ (mL)	19,5	20	20,5	21	23	25	27	30
pH	6,5	8,7	11,0	11,3	11,8	12,0	12,1	12,2

**1.1** Faire le schéma annoté du dispositif expérimental permettant de réaliser le dosage de la solution d'acide. **(0,75 pt)**

**1.2** Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide AH et la solution d'hydroxyde de sodium. **(0,25 pt)**

**1.3** Tracez la courbe  $\text{pH} = f(V_b)$  (à rendre avec la feuille de copie).

Echelles : en abscisses 1cm pour 2 mL ; en ordonnées 1cm pour 1 unité de pH. **(0,75 pt)**

**1.4** Déterminer la concentration de la solution de l'acide carboxylique AH et le  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{AH}/\text{A}^-$ . **(0,5 pt)**

**1.5** En déduire la masse molaire et la formule brute de l'acide AH **(01 pt)**

**1.6** Le professeur donne aux élèves un extrait d'une liste d'acides avec les  $\text{pK}_a$  des couples correspondants.

Noms	$\text{pK}_a$ du couple
Acide chloroéthanique	2,87
Acide benzoïque	4,20
Acide propanoïque	4,90
Acide méthanoïque	3,80

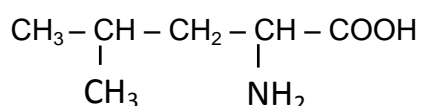
Identifier l'acide AH à partir des informations du tableau. Ce résultat est-il en accord avec la formule brute trouvée à la question 1.5 ? **(0,75 pt)**

**EXERCICE 2****(04 points)**

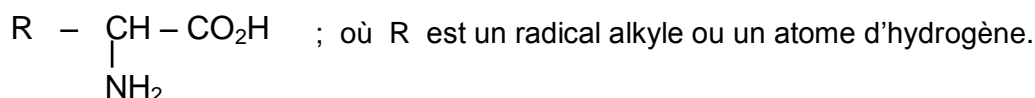
*Les protéines sont les macromolécules communément appelées polypeptides qu'on peut obtenir par des réactions de condensation des acides  $\alpha$ -aminés. Elles jouent un rôle fondamental en biologie en assurant des fonctions diverses. Certaines d'entre elles ont une fonction hormonale, d'autres une fonction enzymatique c'est-à-dire catalytique dans l'évolution de certaines synthèses biologiques.*

Dans ce qui suit, on étudie un exemple de réaction de condensation d'acides  $\alpha$ -aminés et la cinétique de la réaction d'hydrolyse de protéines catalysée par des enzymes.

**2.1** La leucine est un acide  $\alpha$ -aminé de formule semi-développée :



- 2.1.1** Donner, en nomenclature systématique, le nom de la leucine. (0,25 pt)  
**2.1.2** Cette molécule de la leucine est-elle chirale ? (Justifier la réponse). (0,25 pt)  
**2.1.3** Donner les représentations de Fischer des deux énantiomères de la leucine. (0,25 pt)  
**2.1.4** Ecrire la formule semi-développée de l'amphion correspondant à la molécule de la leucine. (0,25 pt)  
**2.2** On fait réagir la leucine avec un acide  $\alpha$ -aminé A de formule :



Dans cette réaction la leucine est N-terminale (son groupement amine est bloqué). On obtient un dipeptide P dont la masse molaire est égale à  $188 \text{ g.mol}^{-1}$ .

**2.2.1** Ecrire, à l'aide des formules semi-développées ci-dessus, l'équation-bilan de la réaction de condensation qui se produit. (0,75 pt)

**2.2.2** Déterminer R puis la formule semi-développée et le nom, en nomenclature officielle, de l'acide  $\alpha$ -aminé A. (01 pt)

**2.3** La réaction inverse de la réaction de condensation est appelée hydrolyse. Dans les organismes vivants, les polypeptides des protéines provenant de l'alimentation sont hydrolysés en présence de catalyseurs : les enzymes. On suit la concentration molaire C d'une protéine dont l'hydrolyse commence à la date  $t = 0$ . La courbe jointe en annexe (page 4) représente les variations de la concentration C en fonction du temps t.

**2.3.1** A quel instant la vitesse instantanée de disparition de la protéine est-elle maximale ? (0,25 pt)

**2.3.2** Déterminer graphiquement la vitesse instantanée aux dates  $t_0 = 0$  et  $t_1 = 20$  s. (0,75 pt)

**2.3.3** Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ . (0,25 pt)

NB : il n'est pas exigé de rendre la courbe avec la feuille de copie ; on explicitera simplement la méthode utilisée pour répondre à chaque question.

### **EXERCICE 3 (03,5 points)**

**Données** : Constante de gravitation  $G = 6,6710^{-11} \text{ S.I.}$ , masse de la Terre  $M = 6.10^{24} \text{ kg}$ ,  
Rayon de la terre  $R = 6400 \text{ km}$ , distance Terre-Soleil  $d = 1,5.10^8 \text{ km}$ .

**3.1** Deux corps ponctuels A et B, de masses respectives m et m', séparés par une distance d, s'attirent selon la loi de la gravitation universelle.

Rappeler l'expression de l'intensité des forces d'interaction gravitationnelle, s'exerçant entre les corps A et B. (0,25 pt)

**3.2** Dans l'espace, le soleil, la Terre et autres astres, peuvent être considérés comme des corps ponctuels. Le Soleil exerce sur la Terre une force de gravitation d'intensité  $F = 3,5.10^{22} \text{ N}$ .

Déterminer la valeur de la masse du Soleil. (0,5 pt)

**3.3** Dans le champ de gravitation, un satellite de la Terre, en mouvement dans le plan de l'équateur, y effectue un mouvement circulaire uniforme à l'altitude  $h_1 = 400 \text{ km}$ .

**3.3.1** Préciser le référentiel d'étude du mouvement de ce satellite. (0,25 pt)

**3.3.2** Exprimer la vitesse linéaire V de ce satellite, puis calculer sa valeur. (0,5 pt)

**3.3.3** Etablir les expressions littérales de la période T et de la vitesse angulaire  $\omega$  du satellite dans ce même repère. Faire l'application numérique. (01 pt)

**3.4** Entre autres conditions, un satellite de la Terre est géostationnaire si la période de son mouvement vaut 86.400 s. Justifier cette valeur de la période. (0,25 pt)

**3.5** Exprimer puis calculer l'altitude h d'un satellite géostationnaire. (0,75pt)

### **EXERCICE 4 (05 points)**

*La bobine et le condensateur sont deux composants électriques courants, utilisés dans les circuits les plus divers : microprocesseurs d'ordinateurs, horloges électroniques, émetteurs et récepteurs radios et télé, amplificateurs, etc.*

L'objectif visé dans cet exercice est d'étudier la charge d'un condensateur et sa décharge à travers une bobine.

**4.1** Un condensateur de capacité  $C = 1 \mu\text{F}$ , initialement déchargé est placé en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R = 10 \text{ k}\Omega$ , un interrupteur K et un générateur G de résistance négligeable qui maintient entre ses bornes une tension constante  $U_0 = 5 \text{ V}$ .

Le circuit est schématisé ci-contre (figure 1).

L'interrupteur K est fermé à la date  $t = 0$ .

Le sens d'orientation choisi est indiqué sur le schéma et  $q$  désigne la charge de l'armature liée à A.

Etablir l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_{AB}(t)$  au cours de cette étape de charge du condensateur. **(0,5 pt)**

**4.2** Vérifier que  $u_{AB}(t) = U_0 (1 - e^{-t/\tau})$  est solution de l'équation différentielle précédemment établie, relation où  $\tau$  est une constante que l'on exprimera en fonction de R et C. Calculer  $\tau$ . **(01 pt)**

**4.3** Afin de vérifier expérimentalement la loi de variation de  $u_{AB}(t)$  et de déterminer la valeur de  $\tau$ , on relève la valeur de  $u_{AB}$  à différentes dates  $t$ . Ce qui a permis de tracer la courbe  $u_{AB} = f(t)$  jointe en annexe (page 4).

**4.3.1** L'allure du graphe obtenu est-il en accord avec l'expression de  $u_{AB}(t)$  donnée en 4.2 ? **(0,5 pt)**

**4.3.2** En utilisant la courbe, déterminer la valeur de  $\tau$  (il n'est pas exigé de rendre la courbe avec la feuille de copie ; on pourra simplement expliciter la méthode utilisée pour déterminer  $\tau$ ).

Comparer le résultat à la valeur théorique trouvée en 4.2 et conclure. **(0,75 pt)**

**4.4** Exprimer l'intensité instantanée du courant électrique  $i(t)$  en fonction de  $\frac{du_{AB}}{dt}$ , dérivée première de  $u_{AB}(t)$  en fonction du temps. En déduire l'expression de  $i(t)$  en fonction de  $U_0, R, C$  et  $t$ . Représenter l'allure de la courbe  $i(t) = f(t)$ . **(01 pt)**

**4.5** A la date  $t = 0$ , le condensateur précédent, chargé sous la tension  $U_0 = 5V$ , est déchargé à travers une bobine d'inductance L et de résistance négligeable (figure 2).

**4.5.1** Etablir l'équation différentielle traduisant les variations de la charge  $q(t)$  du condensateur. **(0,5 pt)**

**4.5.2** En déduire alors l'expression littérale puis numérique de la charge du condensateur en fonction du temps.

Calculer la période des oscillations électriques du circuit.

On prendra  $L = 10 \text{ mH}$  **(0,75 pt)**

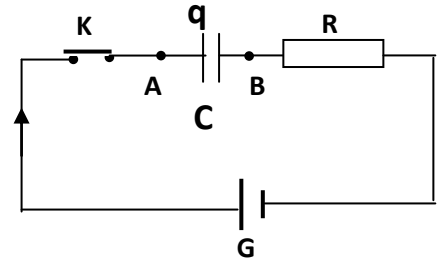


Figure 1

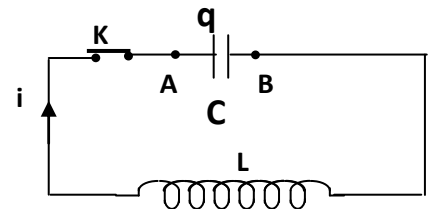


Figure 2

**EXERCICE 5 (03,5 points)**

En 1859, en collaboration avec R Brunsen, G Kirschhoff publie trois lois relatives à l'émission et à l'absorption de lumière par les gaz, les liquides et les solides. Pour le cas de l'hydrogène, cette émission (ou absorption) de lumière correspondant à des transitions électroniques entre

niveaux d'énergie, l'énergie d'un niveau étant donnée par la relation :  $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$  avec  $E_0 = 13,6 \text{ eV}$ , et

$n$  est le nombre quantique principal.

**5.1** Préciser, pour l'atome d'hydrogène, le niveau de plus basse énergie correspondant à l'état fondamental. **(0,5 pt)**

**5.2** L'atome d'hydrogène peut passer d'un état excité de niveau  $p$  à un autre de niveau  $n < p$  en émettant des radiations. Exprimer, en fonction de  $E_0, h, n$  et  $p$ , la fréquence  $\nu$  des radiations émises par l'atome d'hydrogène lors de cette transition. **(0,75 pt)**

**5.3** Dans certaines nébuleuses, l'hydrogène émet des radiations de fréquences  $\nu = 4,57 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . Ces radiations correspondent à une transition entre un niveau excité d'ordre  $p$  et le niveau d'ordre  $n = 2$ . Déterminer la valeur de  $p$  correspondant au niveau excité. **(0,5 pt)**

**5.4** Une série de raies correspond à l'ensemble des radiations émises lorsque l'atome passe des différents niveaux excités  $p$  au même niveau  $n$ . Pour l'hydrogène, on a, entre autres, les séries de raies de Lyman ( $n = 1$ ), de Balmer ( $n = 2$ ) et de Paschen ( $n = 3$ ),

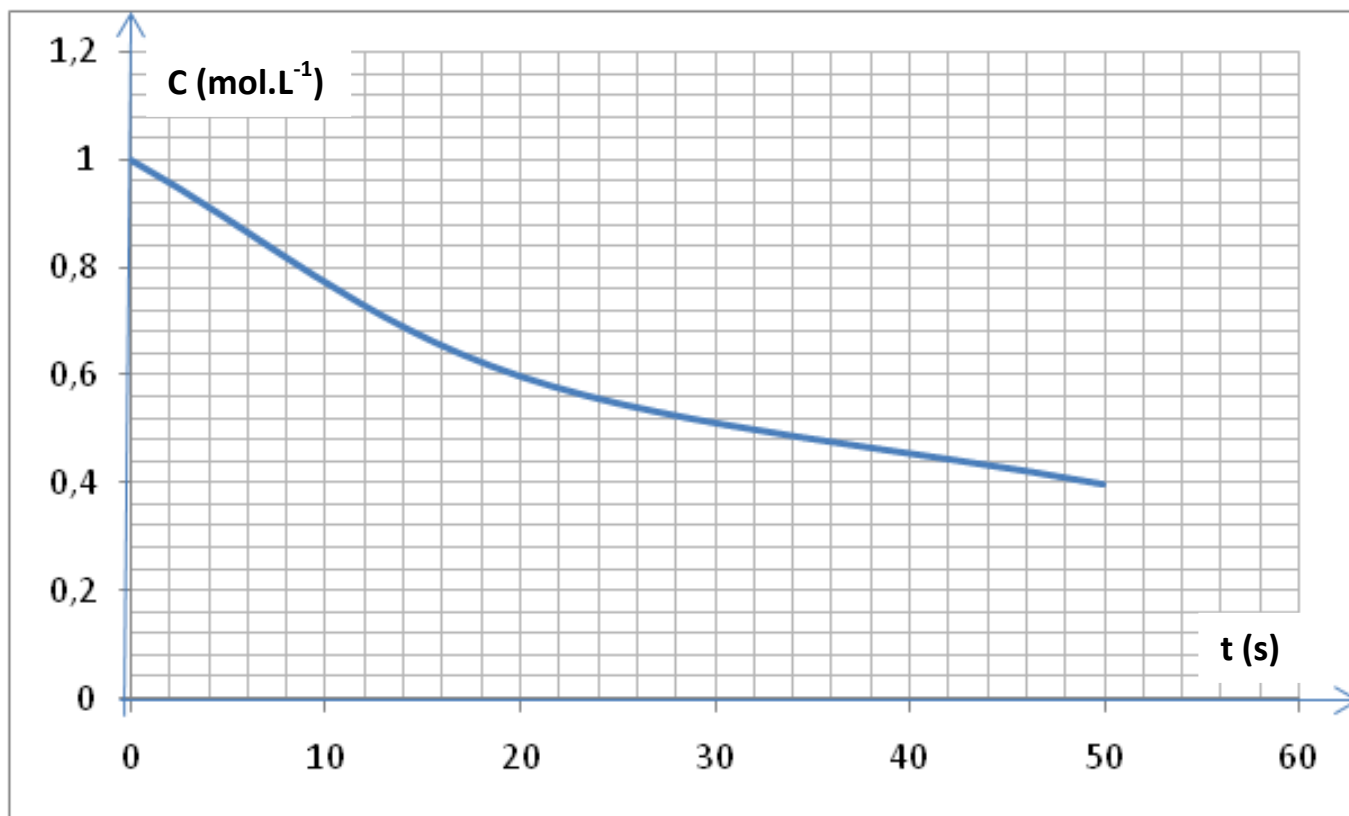
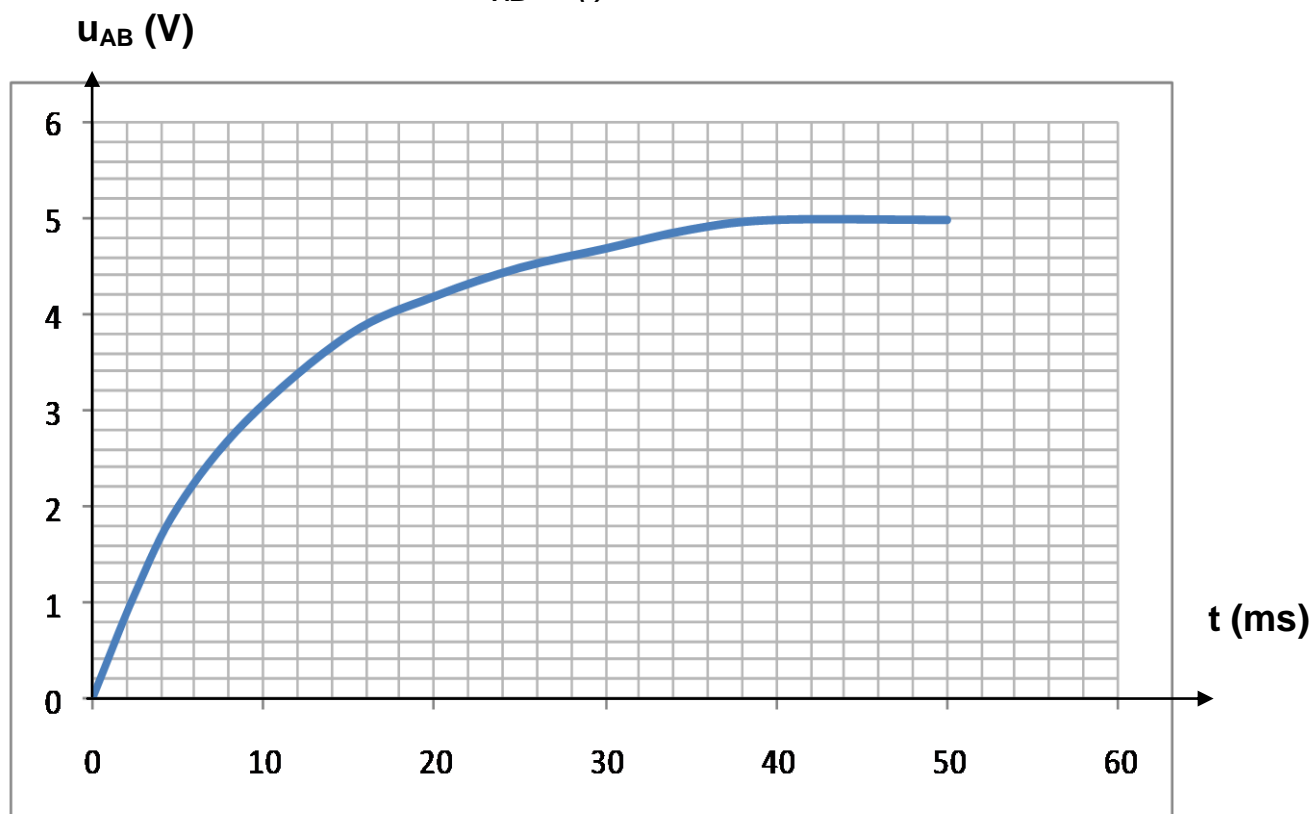
**5.4.1** Dans une série de raies, la raie ayant la plus grande fréquence dans le vide, est appelée raie limite, et sa fréquence est appelée fréquence limite.

Montrer que pour l'atome d'hydrogène, la fréquence limite d'une série de raies est donnée par :

$$\nu_{\text{lim}} = \frac{E_0}{h n^2} \quad \text{--- (01 pt)}$$

**5.4.2** Calculer la fréquence limite pour chacune des séries de Lyman, de Balmer et de Paschen **(0,75 pt)**

On donne : Constante de Planck  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$  ; célérité de la lumière dans le vide  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$   
charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

Courbe  $C = f(t)$  de l'exercice 2Courbe  $U_{AB} = f(t)$  de l'exercice 4

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.**

Données ; masses molaires atomiques :  $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$ .

**EXERCICE 1 (04 points).**

L'alcool amylique est un composé couramment utilisé en synthèse, en particulier pour la synthèse de l'arome de banane, lui même utilisé pour parfumer des médicaments et des boissons.

La formule brute de l'alcool amylique est de la forme  $C_nH_{2n+2}O$ . Deux des isomères de l'alcool amylique, notés A et B, ont la même chaîne carbonée et sont des alcools primaires. L'isomère A est optiquement actif ; l'isomère B peut réagir avec l'acide éthanoïque pour donner un ester ayant une odeur de banane.

**1-1** On procède à l'oxydation ménagée d'une masse  $m = 1,72 \text{ g}$  de l'isomère B par un excès d'une solution acidifiée de permanganate de potassium. Le produit obtenu est dissous dans de l'eau distillée. On obtient alors une solution S de volume  $V = 375 \text{ mL}$ .

En présence d'un indicateur coloré approprié, on dose un volume  $V_a = 10 \text{ mL}$  de la solution S par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $C_b = 2,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Le virage de l'indicateur a lieu lorsqu'on a versé un volume  $V_b = 18 \text{ mL}$  de la solution d'hydroxyde de sodium.

**1-1-1** Déterminer la concentration  $C_a$  de la solution S. (0,5 point)

**1-1-2** En déduire la masse molaire et la formule brute de l'alcool amylique. (0,75 point)

**1-1-3** La molécule de A contient un atome de carbone asymétrique.

**a)** Qu'appelle-t-on atome de carbone asymétrique ? (0,25 point)

**b)** Ecrire la formule semi développée de A ; donner le nom de ce composé. (0,5 point)

**1-1-4** Ecrire la formule semi développée de B ; donner son nom. (0,5 point)

**1-2** En présence d'acide sulfurique et en chauffant à reflux, on fait réagir 16 g d'acide éthanoïque avec 8 g de l'isomère B. Le composé organique formé a une masse  $m' = 7 \text{ g}$ .

**1-2-1** Préciser le rôle de l'acide sulfurique dans cette réaction. (0,25 point)

**1-2-2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction, nommer le composé organique obtenu. (0,5 point)

**1-2-3** Le mélange initial est-il dans les proportions stœchiométriques ?

Si non préciser le réactif limitant, justifier (0,25 point)

**1-2-4** Calculer le rendement de la réaction. (0,5 point)

**EXERCICE 2 (04 points)**

On dissout une certaine masse d'un acide carboxylique noté AH dans de l'eau distillée pour obtenir une solution  $S_A$  de volume  $V_A = 50,0 \text{ mL}$  que l'on dose à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium à  $4,17 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange en fonction du volume V de la solution d'hydroxyde de sodium versé dans la solution  $S_A$ . On obtient la courbe jointe en annexe à la page 4 (figure 1). La température est supposée constante et égale à 25°C.

**2.1** Déterminer les coordonnées du point d'équivalence (Il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la feuille de copie; on expliquera simplement la méthode utilisée). (0,75 point)

**2.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction du dosage. (0,5 point)

**2.3** Déterminer la concentration molaire volumique de la solution  $S_A$ . (0,5 point)

**2.4** Pour déterminer le  $pK_A$  du couple  $AH/A^-$  deux élèves utilisent des méthodes différentes.

**2.4.1** L'un des élèves étudie la composition de la solution obtenue à la demi-équivalence.

Il en déduit une relation simple entre le pH et le  $pK_A$  et détermine alors le  $pK_A$  par méthode graphique.

**a)** Etablir la relation entre le  $pK_A$  et le pH de la solution à la demi-équivalence. (0,5 point)

**b)** Retrouver la valeur du  $pK_A$  trouvée par cet élève (la courbe n'est pas à rendre). (0,25 point)

**2.4.2** L'autre élève considère la solution obtenue à l'équivalence. Il explique le caractère basique de cette solution en considérant la réaction entre l'ion carboxylate et l'eau. Il montre alors, en négligeant la concentration de l'acide formé par ladite réaction devant celle de l'ion carboxylate,

que la constante d'acidité peut s'exprimer par :  $K_A = \frac{[H_3O^+]^2 \cdot C_A V_A}{K_e (V_A + V_{BE})}$ , relation où  $V_{BE}$  représente le volume de la solution d'hydroxyde de sodium à l'équivalence et  $K_e$  le produit ionique de l'eau.

**a)** Ecrire l'équation de la réaction entre l'ion carboxylate et l'eau. (0,5 point)

**b)** Retrouver l'expression de la constante d'acidité établie par l'élève. En déduire la valeur du  $pK_A$  que cet élève a pu trouver. Comparer avec la valeur trouvée en 2.4.1.b. Commenter (01point)

**EXERCICE 3 (04 points).**

On se propose de déterminer le nombre de masse de l'un des isotopes du potassium, élément chimique, mélange de deux types d'isotopes:  $^{39}\text{K}$  et  $^x\text{K}$ .

L'isotope  $^{39}\text{K}$  est plus abondant.

On utilise alors un spectrographe de masse constitué essentiellement de trois compartiments (figure 2).

Dans le premier compartiment, les atomes de potassium sont ionisés en cations ( $^{39}\text{K}^+$  et  $^x\text{K}^+$ ) ; dans le deuxième compartiment, les ions sont accélérés, leurs vitesses initiales étant négligeables et dans le troisième compartiment, les ions sont soumis à l'action d'un champ magnétique ; en fin de course, ils atteignent un écran luminescent.

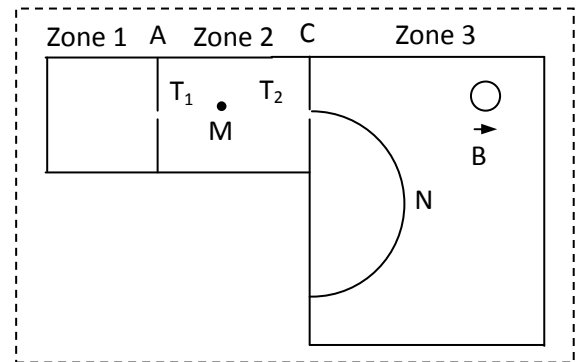


Figure 2

**Données :**

Le mouvement des particules a lieu dans le vide ; le poids d'un ion est négligeable devant la force électrique et la force magnétique.

La charge élémentaire est  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ; la tension  $U$  établie entre les plaques A et C a pour valeur  $U = V_A - V_C = 1,0 \cdot 10^3 \text{ V}$  ; l'intensité du champ magnétique régnant dans la zone 3 est  $B = 100 \text{ mT}$  ;

la masse d'un nucléon est  $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ; la masse de l'ion  $^{39}\text{K}^+$  est  $m_1 = 39 m_0$ ,

la masse de l'ion  $^x\text{K}^+$  est  $m_2 = x m_0$

**3.1** Entre les plaques A et C, les ions sont accélérés par un champ électrique uniforme. Leur vitesse au point  $T_1$  de la plaque A est supposée nulle..

**3.1.1** Reproduire la figure sur la feuille de copie et représenter la force électrique s'exerçant sur un ion potassium se trouvant en M. **(0,25 point)**

**3.1.2** Montrer que, arrivés au niveau de la plaque C, en  $T_2$ , tous les ions potassium ont la même énergie cinétique. **(0,5 point)**

**3.1.3** Montrer alors qu'en  $T_2$ , la vitesse de chaque ion  $^{39}\text{K}^+$  a pour expression :  $V_1 = \sqrt{\frac{2eU}{39m_0}}$ .

En déduire, sans démonstration, l'expression de la vitesse  $V_2$  des isotopes  $^x\text{K}^+$  en  $T_2$ . **(0,5 point)**

**3.2** A partir de  $T_2$ , les ions pénètrent dans la zone 3 avec des vitesses perpendiculaires à la plaque C. Chaque type d'isotope effectue, dans le plan de la figure, un mouvement circulaire uniforme.

**3.2.1** En un point N de l'une des trajectoires, représenter sur la figure déjà reproduite, la vitesse d'un ion potassium et la force magnétique qui s'exerce sur cet ion. **(0,25 point).**

**3.2.2** Compléter la figure en représentant le sens du champ magnétique régnant dans la zone 3. **(0,25 point)**

**3.3** Montrer que le rayon de la trajectoire des ions  $^{39}\text{K}^+$  a pour expression  $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{78 m_0 U}{e}}$

En déduire l'expression du rayon  $R_2$  de la trajectoire des isotopes  $^x\text{K}^+$ . **(0,75 point)**

**3.4** Déterminer, par calcul, la valeur du rayon  $R_1$  de la trajectoire des ions  $^{39}\text{K}^+$ . **(0,25 point)**

**3.5** Les deux types d'isotopes rencontrent l'écran luminescent en deux points d'impact  $I_1$  et  $I_2$  ; le point d'impact  $I_1$  étant plus lumineux.

**3.5.1** Préciser, en justifiant, le point d'impact de chaque type d'isotopes. **(0,25 point)**

**3.5.2** Montrer que le rapport des rayons des trajectoires des isotopes du potassium dans la

zone 3 est  $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{39}{x}}$  **(0,5 point)**

**3.5.3** La distance entre les points d'impact est  $d = 2,5 \text{ cm}$ . Déterminer la valeur du nombre de masse  $x$  de l'isotope  $^x\text{K}^+$ . **(0,5 point)**

**EXERCICE 4 (04,5 points).**

Sous le contrôle de leur professeur, un groupe d'élèves se propose de déterminer les caractéristiques électriques d'une bobine et d'un condensateur démontés d'un poste récepteur radio.

Ces élèves associent, en série la bobine ( $L, r$ ), le condensateur de capacité  $C$ , un conducteur ohmique de résistance  $R = 80 \Omega$  et un ampèremètre de résistance négligeable.

Aux bornes de cette association, ils branchent un générateur de basse fréquence (G B F) délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace  $U = 3 \text{ V}$  et de fréquence  $N$  variable.

**4-1** Représenter, par un schéma clair et annoté, le circuit électrique réalisé par ces élèves. **(0,5 point)**

**4-2** Ces élèves font varier la fréquence  $N$  de la tension et notent la valeur de l'intensité efficace  $I$  du courant traversant le circuit. Ils obtiennent le tableau suivant :

N(Hz)	800	820	840	850	860	863	870	880	890	900	920	940	1000
I(mA)	7,1	10,1	16,8	23,1	29,4	30,0	27,5	20,7	15,4	12,1	8,3	6,3	3,7

**4-2-1** Tracer la courbe représentant les variations de l'intensité efficace en fonction de la fréquence :  $I = f(N)$ . Echelle : 1cm  $\rightarrow$  100 Hz ; 1 cm  $\rightarrow$  2,0 mA. **(0,5 point)**

**4-2-2** Déterminer, graphiquement, la valeur  $N_0$  de la fréquence de la tension pour laquelle l'intensité efficace du courant atteint sa valeur maximale  $I_0$  que l'on précisera, **(0,5 point)**.

**4-2-3** Déduire, de l'expression de l'intensité efficace maximale  $I_0$ , la valeur de la résistance  $r$  de la bobine. **(0,5 point)**.

**4-3** La bande passante du circuit est délimitée par les fréquences, notées  $N_1$  et  $N_2$ , de la tension délivrée par le G B F et correspondant aux intensités efficaces  $I_1$  et  $I_2$  du courant telles que  $I_1 = I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ .

**4-3-1** Déterminer, graphiquement, la largeur de la bande passante de ce circuit. **(0,5 point)**

**4-3-2** En déduire l'inductance  $L$  de la bobine. **(0,5 point)**

**4-3-3** Calculer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur. **(0,5 point)**

**4-4** Pour vérifier que le mode de fonctionnement du circuit correspond à l'intensité efficace maximale du courant, les élèves branchent aux bornes du conducteur ohmique d'une part, aux bornes du GBF d'autre part, un oscillographe bicourbe. Ils observent effectivement, sur l'écran de l'oscillographe, deux courbes disposées comme prévues.

**4-4-1** Représenter le schéma du circuit en indiquant les branchements de l'oscillographe. **(0,5 point)**

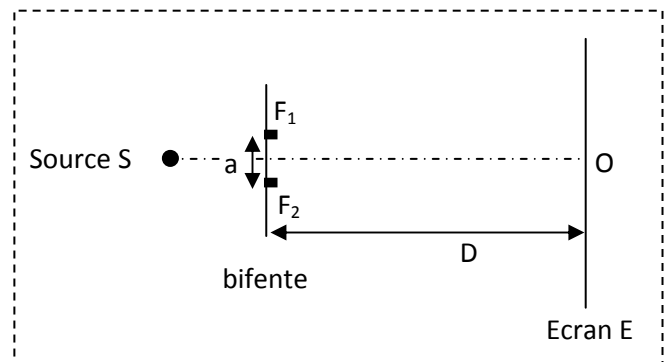
**4-4-2** Représenter, qualitativement, les courbes observées sur l'écran de l'oscillographe. **(0,5 point)**

**EXERCICE 5 (03,5 points).**

Un dispositif d'interférence est constitué d'une source lumineuse ponctuelle  $S$  éclairant deux fentes minces parallèles  $F_1$  et  $F_2$  et un écran d'observation  $E$ .

La distance entre les fentes est notée  $a$  ; des fentes à l'écran d'observation la distance est  $D = 1,0$  m.

La source  $S$  est à égale distance des fentes  $F_1$  et  $F_2$ ; elle émet une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 589$  nm (figure 3).



**5-1** Représenter, sur un schéma, les faisceaux lumineux issus de la source  $S$  et des fentes  $F_1$  et  $F_2$  et indiquer clairement sur ce schéma la zone d'interférence. **(0,5 point)**

**5-2** Représenter puis expliquer, sommairement, ce que l'on observe sur l'écran, au voisinage de  $O$ , point de l'écran situé sur la médiatrice de  $F_1F_2$ . **(0,75 point)**

**5-3** Sur l'écran d'observation, 20 interfranges consécutifs couvrent une bande de largeur  $L = 4,21$  mm.

**5-3-1** Rappeler l'expression de l'interfrange en fonction de la distance  $a$  entre les fentes, de la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière et de la distance  $D$  entre les fentes et l'écran d'observation : **(0,25 point)**

**5-3-2** Calculer la distance  $a$  entre les fentes. **(0,75 point)**

**5-4** La source  $S$  est remplacée par une source  $S'$  émettant deux radiations lumineuses monochromatiques de longueur d'onde respective  $\lambda_1 = 610$  nm et  $\lambda_2$  inconnue. On observe, sur l'écran, la superposition des systèmes d'interférences correspondant aux deux radiations.

**5-4-1** Rappeler l'expression de la position, sur l'écran et par rapport au point  $O$ , d'une frange brillante. **(0,25 point)**.

**5-4-2** Montrer que les franges centrales des systèmes d'interférence coïncident. **(0,25 point)**.

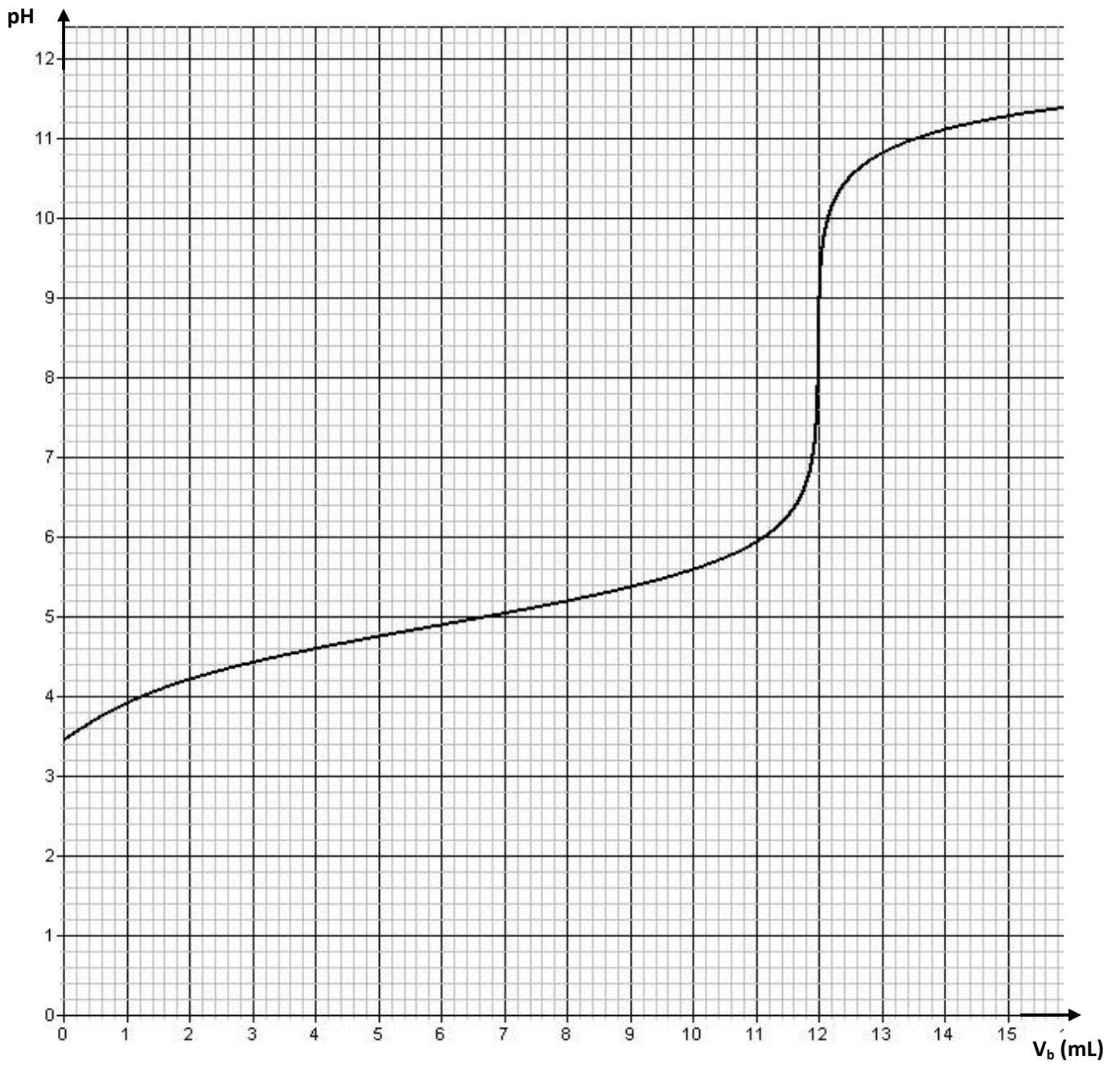
**5-4-3** La frange brillante d'ordre 10 du système d'interférence correspondant à  $\lambda_1 = 610$  nm coïncide avec la frange brillante d'ordre 11 du système d'interférence correspondant à  $\lambda_2$ .

Calculer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda_2$ .

L'ordre d'interférence de la frange centrale est 0.

**(0,75 point)**

Figure 1



**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1 : (04 points).**

Dans une fiole jaugée de 500 mL, on introduit un volume  $V_0 = 20$  mL d'une solution  $S_0$  d'un monoacide de concentration  $C_0$  inconnue. On complète jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

On dose la solution  $S$  ainsi obtenue à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire  $C_b = 0,20$  mol.L<sup>-1</sup>. Le dosage suivi au pH-mètre a permis d'obtenir le tableau de valeurs suivant :

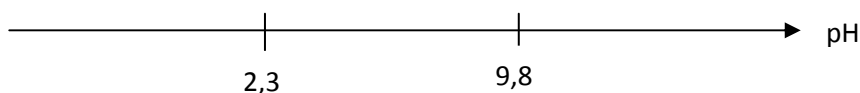
$V_b$ (mL)	2,0	4,0	6,0	8,0	9,0	9,9	10,1	11,0	12,0	14,0	16,0
pH	2,2	2,6	2,8	3,1	3,4	4,4	9,6	10,6	10,9	11,2	11,4

- 1.1** Faire le schéma annoté du dispositif de dosage. **(0,5 pt)**
- 1.2** Tracer la courbe du pH du milieu en fonction du volume  $V_b$  d'hydroxyde de sodium versé **(la courbe est à rendre avec la copie)**. **(01 pt)**
- 1.3** Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence. L'acide dosé est-il un acide faible ? Justifier. **(01 pt)**
- 1.4** Déterminer la concentration  $C_0$  de la solution  $S_0$ . **(0,5 pt)**
- 1.5** Au lieu de suivre le dosage au moyen d'un pH-mètre on utilise un indicateur coloré, l'hélianthine. Le début du virage de l'indicateur se produit pour un pH voisin de 3,3. Quelle erreur relative commet-on sur la concentration de  $S_0$  si on arrête l'addition de la solution d'hydroxyde de sodium dès le début du virage de l'hélianthine ? **(0,5 pt)**
- 1.6** Si on avait dosé 50 mL de la solution  $S$  avec la solution de soude à 0,20 mol.L<sup>-1</sup> quel serait le volume équivalent ? Commenter le résultat. **(0,5 pt)**

**EXERCICE 2 : (04 points).**

Les acides  $\alpha$  aminés jouent un rôle important dans la vie, en particulier en biochimie. Ce sont les éléments constitutifs des protéines.

- 2.1°** L'acide  $\alpha$  aminé A, de formule semi-développée  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{NH}_2)\text{-CO}_2\text{H}$  fait partie des vingt principaux acides  $\alpha$  aminés des organismes vivants.
- 2.1.1** Donner, dans la nomenclature officielle, le nom de l'acide  $\alpha$  aminé A. **(0,25 pt)**
- 2.1.2** Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de cet acide  $\alpha$  aminé. **(0,25 pt)**
- 2.2** On réalise la réaction de condensation d'un acide  $\alpha$  aminé B de formule semi-développée  $\text{R-CH}(\text{NH}_2)\text{-CO}_2\text{H}$  sur l'acide  $\alpha$  aminé A (R est un radical alkyl ou un atome d'hydrogène). On ne tiendra pas compte, dans cette question, de l'isomérisation optique et on ne considèrera que les réactions possibles entre A et B.
- 2.2.1.** Combien de dipeptides peut-on alors obtenir ? Ecrire les équations des réactions mises en jeu. **(0,75 pt)**
- 2.2.2.** Encadrer la liaison peptidique pour chaque dipeptide obtenu. **(0,5 pt)**
- 2.2.3.** Sachant que chaque dipeptide a une masse molaire  $M = 174$  g.mol<sup>-1</sup>, déterminer la formule semi-développée et le nom de l'acide  $\alpha$  aminé B. **(0,75 pt)**
- 2.3** L'acide  $\alpha$  aminé B ressemble beaucoup, quand il est pur, à un corps à structure ionique. Il se présente en effet sous la forme d'un ion bipolaire (amphion ou zwitterion).
- 2.3.1.** Ecrire la formule semi développée de cet ion bipolaire. **(0,25 pt)**
- 2.3.2.** Justifier son caractère amphotère. **(0,25 pt)**
- 2.3.3.** En déduire les couples acide/base qui lui sont associés. **(0,5 pt)**
- 2.3.4.** Les pKa de ces couples acide/base ont pour valeur  $\text{pKa}_1 = 2,3$  et  $\text{pKa}_2 = 9,6$ .
- a).** Associer à chaque couple acide/base un pKa. **(0,25 pt)**
- b).** Compléter le diagramme ci-dessous en y indiquant les espèces acido-basiques majoritaires de l'acide  $\alpha$  aminé B pour chaque domaine de pH. **(0,25 pt)**



**EXERCICE 3 : (04 points).**

Lors des derniers championnats du monde d'athlétisme qui eurent lieu à Paris en août 2003, le vainqueur de l'épreuve du lancer de poids a réussi un jet à une distance  $D = 21,69$  m.

L'entraîneur de l'un de ses concurrents souhaite étudier ce lancer.

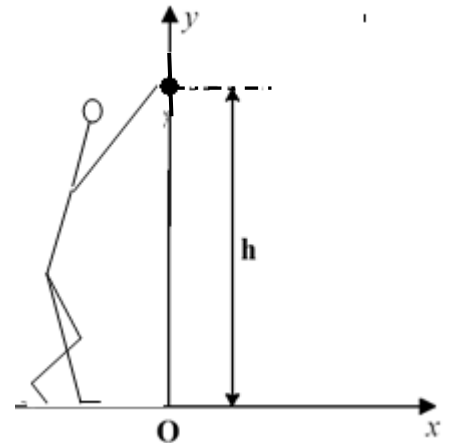
Il cherche à déterminer les conditions initiales avec lesquelles cette performance a pu être réalisée par le vainqueur de l'épreuve.

Il dispose pour cela d'enregistrements relatifs à la vitesse du boulet (nom donné au « poids »).

Pour simplifier, l'étude porte sur le mouvement du centre d'inertie du boulet dans le référentiel terrestre où on définit le repère d'espace  $(O,x,y)$  où :

- Oy est un axe vertical ascendant passant par le centre d'inertie du boulet à l'instant où il quitte la main du lanceur.
- Ox est un axe horizontal au niveau du sol.

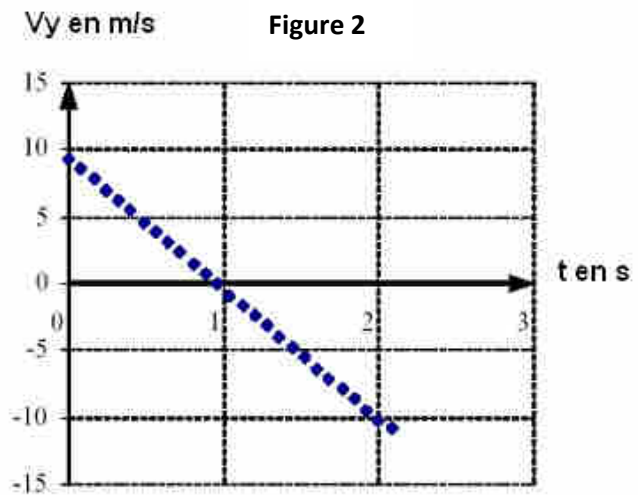
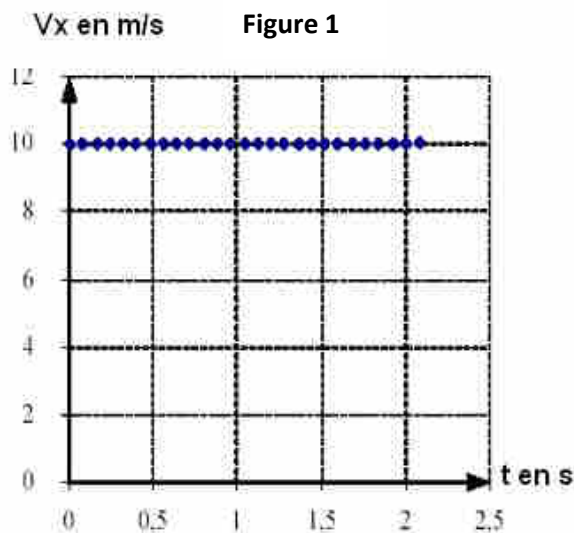
L'origine des temps  $t = 0$  est prise au moment du lancer du boulet où son centre d'inertie est situé à la distance verticale  $h = 2,62$  m du sol.



**3.1 Exploitation des enregistrements.**

L'entraîneur a obtenu les graphes, en fonction du temps, des composantes horizontale  $v_x$  et verticale  $v_y$  du vecteur-vitesse instantanée (figures 1 et 2 ci-dessous).

Pour chacun des graphes, les dates correspondant à deux points successifs sont séparées par le même intervalle de temps.



**NB : Ces courbes ne sont pas à rendre avec la copie. On expliquera simplement l'exploitation qui en est faite pour répondre aux questions.**

**3.1.1** En utilisant la figure 1, déterminer :

- a) la composante  $v_{0x}$  du vecteur-vitesse du centre d'inertie du boulet à l'instant de date  $t = 0$  s. **(0,25 pt)**
- b) la nature du mouvement de la projection du centre d'inertie du boulet sur l'axe Ox. **(0,25 pt)**

**3.1.2** En utilisant la figure 2, déterminer :

- a) la composante  $v_{0y}$  du vecteur-vitesse à l'instant de date  $t = 0$  s. **(0,25 pt)**
- b) la nature du mouvement de la projection du centre d'inertie du boulet sur l'axe OY. **(0,25 pt)**

**3.1.3** Exprimer les composantes  $v_{0x}$  et  $v_{0y}$  en fonction de la valeur  $V_0$  du vecteur-vitesse initiale et de l'angle  $\alpha$  de ce vecteur avec l'horizontale. **(0,5 pt)**

**3.1.4.** En déduire la valeur de  $V_0$  et celle de l'angle  $\alpha$ . **(01 pt)**

**3.2 Etude théorique du mouvement.**

**3.2.1** Par application du théorème du centre d'inertie, dans le référentiel terrestre supposé galiléen, déterminer le vecteur-accélération du centre d'inertie du boulet lors du mouvement. **(0,25 pt)**

**3.2.2** En déduire les équations, en fonction du temps, des composantes  $V_x$  et  $V_y$  du vecteur-vitesse instantanée  $\vec{V}$ . Ces équations sont-elles en accord avec les graphes des figures 1 et 2 ? **(0,5 pt)**

**3.2.3** Etablir les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$  du mouvement. En déduire l'équation de la trajectoire. Représenter cette trajectoire et le vecteur-vitesse  $\vec{V}_0$  au point de départ du boulet. **(0,75 pt)**

On prendra :  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

**EXERCICE 4 : (04 points).**

Les bobines sont des composants électriques de très grande utilité sur lesquels le fabricant mentionne les caractéristiques ( $L$ ,  $N$ ,  $I_{max}$ ), pour une utilisation optimale et sécuritaire.  $L$  et  $N$  représentent respectivement l'inductance et le nombre de spires de la bobine tandis que  $I_{max}$  correspond à l'intensité maximale du courant électrique qui peut traverser la bobine.

**4-1.** Un groupe d'élèves, sous la supervision de leur professeur, se propose de vérifier quelques caractéristiques d'une bobine de leur laboratoire. Cette bobine est assimilée à un solénoïde de longueur  $\ell = 0,5 \text{ m}$ , comportant  $N$  spires de rayon  $R = 5 \text{ cm}$ . Pour ce faire, ils disposent la bobine horizontalement, son axe ( $\Delta$ ) étant orthogonal au plan méridien magnétique. Au centre de cette bobine est placée une petite aiguille aimantée horizontale mobile autour d'un axe vertical ( $\Delta'$ ).

Le groupe d'élèves lance un courant électrique d'intensité  $I$  dans le solénoïde et constate que l'aiguille dévie d'un angle  $\alpha$ .

**4-1-1.** Faire un schéma où seront représentés la bobine en indiquant le sens du courant, le vecteur champ magnétique  $\vec{B}_C$  créé par le courant, le vecteur  $\vec{B}_H$  composante horizontale du champ magnétique terrestre, la position finale de l'aiguille et l'angle  $\alpha$ . **(0,75 pt)**

**4-1-2.** Exprimer  $\tan \alpha$  en fonction de  $B_H$ ,  $N$ ,  $I$ ,  $\ell$  et  $\mu_0$  (perméabilité magnétique du vide) **(0,5 pt)**

**4-2.** Le groupe fait varier l'intensité  $I$  du courant dans le circuit et mesure la valeur de l'angle  $\alpha$  pour chaque valeur de  $I$ . Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe  $\tan \alpha = f(I)$ . (figure 1)

**4-2-1.** Déterminer à partir de cette courbe la relation entre  $\tan \alpha$  et  $I$

**NB : Il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la copie.** **(0,5 pt)**

**4-2-2.** En déduire la valeur de  $N$  que l'on notera  $N_0$ . **(0,25 pt)**

On donne :  $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} \text{ SI}$  ;  $B_H = 2.10^{-5} \text{ T}$

**4-2-3.** Déterminer l'inductance  $L$  du solénoïde (on prendra  $N = 1195$  spires). **(0,75 pt)**

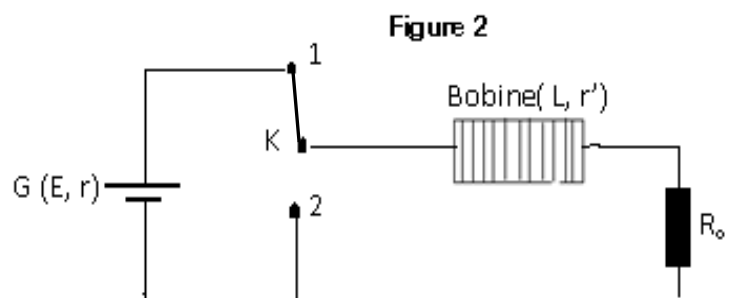
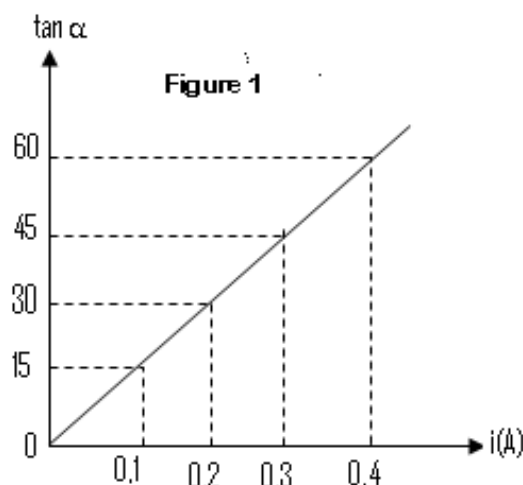
**4-3.** Afin d'étudier le comportement de la bobine dans un circuit, les élèves réalisent avec ce solénoïde le montage ci-après (figure 2). La bobine est branchée en série avec un résistor de résistance  $R_0 = 10 \Omega$ . Ils utilisent un générateur de courant continu  $G$  ( $E = 12 \text{ V}$  ;  $r = 5 \Omega$ ). La résistance interne du solénoïde est  $r' = 5 \Omega$ . Le nombre de spires est  $N = 1195$  spires. L'interrupteur est dans la position 1.

**4-3-1.** Déterminer l'intensité  $I_0$  du courant dans le circuit en régime permanent. **(0,25 pt)**

**4-3-2.** En un temps très bref et à  $t = 0$ , on bascule l'interrupteur de la position (1) à la position (2).

a) Etablir l'équation différentielle à laquelle obéit l'intensité  $i$  du courant dans le circuit. **(0,5 pt)**

b) Vérifier que  $i = A e^{-t/\tau}$  est solution de cette équation différentielle,  $A$  et  $\tau$  étant des constantes à exprimer en fonction des caractéristiques des composants du circuit. Donner l'allure de la courbe  $i = f(t)$ . **(0,5 pt)**



**EXERCICE 5 : (04 points)**

Actuellement des techniques telles que la scintigraphie sont utilisées en médecine grâce à des substances radioactives comme le technétium.

Le technétium, se fixant préférentiellement sur les lésions osseuses du squelette, peut être détecté par une gamma-caméra. Ce dernier fournit par la suite une image du squelette appelée scintigraphie osseuse. Tous les noyaux du technétium sont radioactifs.

**5-1.** L'isotope 97 du technétium  ${}^{97}_{43}\text{Tc}$ , de demi-vie 90,1 jours, est synthétisé en bombardant un noyau de molybdène 96,  ${}^{96}_{42}\text{Mo}$  avec un noyau de deutérium  ${}^A_Z\text{X}$ .

**5-1.1** Qu'appelle-t-on noyaux isotopes ? **(0, 25 pt)**

**5-1.2.** Ecrire l'équation de la réaction de synthèse du technétium  ${}^{97}_{43}\text{Tc}$  à partir du molybdène  ${}^{96}_{42}\text{Mo}$  en précisant les valeurs de A et Z sachant qu'il se forme en même temps un neutron.

A quel élément chimique appartient le deutérium ? **(0, 75 pt)**

**5-2.** L'isotope 99 du technétium  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$  présente la particularité et l'avantage de pouvoir être produit sur place par désintégration du molybdène 99,  ${}^{99}_{42}\text{Mo}$ .

Une infirmière prépare une dose de technétium 99,  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ . Deux heures après, son activité étant égale à 79,5 % de sa valeur initiale, elle l'injecte à un patient.

**5-2-1.** Ecrire l'équation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir le technétium 99 à partir du molybdène 99. Préciser le type de désintégration dont il s'agit. **(0, 5 pt)**

**5-2-2.** Définir l'activité d'une source radioactive et établir la relation entre l'activité, la constante radioactive et le nombre de noyaux présents. **(0, 5 pt)**

**5-2-3.** Déterminer la valeur de la période radioactive du technétium 99. **(0, 75 pt)**

**5-2-4.** L'activité maximale des doses administrées en  ${}^{99}_{43}\text{Tc}$  ne doit pas dépasser  $10^9$  Bq. Quelle est la masse maximale de technétium 99 que doit contenir la dose préparée ? **(0, 75 pt)**

**5-3.** Le médecin porte son choix sur le produit qui disparaît le plus vite. Lequel des deux isotopes du technétium va-t-il choisir ? Justifier la réponse. **(0, 5 pt)**

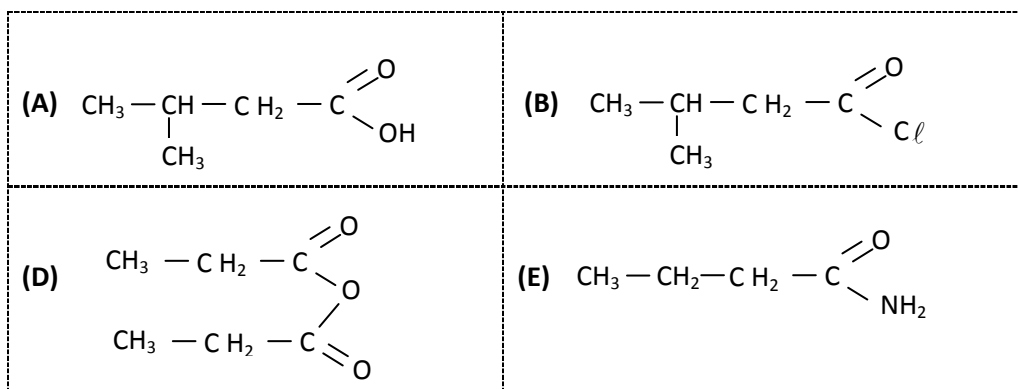
Données :  $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

Particule ou noyau	${}^{60}_{27}\text{Co}$	${}^{60}_{28}\text{Ni}$	électron	${}^{99}_{43}\text{Tc}$
Masse en u	59,934	59,931	$5,486 \cdot 10^{-4}$	98,882

**FIN DU SULET**

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1****(04 points).**

Les parties A et B sont indépendantes.

**PARTIE A****1.1.** Nommer les composés organiques A, B, D, E dont les formules suivent et préciser la famille chimique de chaque composé. **(01 point)****1.2.** Ecrire l'équation-bilan d'une réaction qui permet d'obtenir :

- a) le composé B à partir du corps A ; **(0,25 point)**  
b) le composé D à partir de l'acide propanoïque ; **(0,25 point)**  
c) le composé E par une réaction rapide et totale. **(0,25 point)**

**PARTIE B**

Traditionnellement, dans nos campagnes africaines les femmes recyclaient les graisses et les huiles d'origine animale ou végétale pour en faire du savon. Le savon est également fabriqué en usine.

**1.3.** Les graisses et les huiles sont des corps gras. Les corps gras sont pour la plupart des triglycérides. Rappeler ce qu'est un triglycéride. **(0,25 point)****1.4.** Rappeler la formule semi-développée du propan-1,2,3-triol ou glycérol. **(0,25 point)****1.5.** L'acide palmitique ou acide hexadécanoïque a pour formule :  $\text{C}_{15}\text{H}_{31} - \overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} - \text{OH}$ 

En faisant réagir le glycérol sur l'acide hexadécanoïque on obtient un composé organique nommé palmitine.

**1.5.1** Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction du glycérol sur l'acide hexadécanoïque. Nommer cette réaction et dire si elle est totale ou non **(0,75 point).****1.5.2** La palmitine est aussi présente dans l'huile de palme. Dans une usine de la place on fabrique du savon à partir de la palmitine provenant d'huile de palme. Pour cela, on y réalise la saponification de la palmitine contenue dans 1500 kg d'huile de palme renfermant, en masse, 47 % de palmitine. La base forte utilisée est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.**1.5.2.1** Ecrire l'équation-bilan de la réaction de saponification de la palmitine par la solution d'hydroxyde de sodium et entourer la formule du produit qui correspond au savon. **(0,5 point)****1.5.2.2** Calculer la masse de savon obtenue si le rendement de la réaction est de 80 %. **(0,5 point)**On donne les masses molaires en  $\text{g.mol}^{-1}$  :  $M(\text{C}) = 12$  ;  $M(\text{H}) = 1$  ;  $M(\text{O}) = 16$  ;  $M(\text{Na}) = 23$

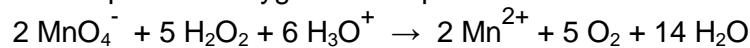
**EXERCICE 2 (04 points)**

L'eau oxygénée ou peroxyde d'hydrogène,  $H_2O_2$ , est utilisée au laboratoire mais aussi dans la vie courante pour la décoloration des cheveux, la désinfection des plaies...

Elle se décompose spontanément mais lentement en dioxygène et en eau. Cette décomposition est accélérée par certains facteurs comme l'exposition à la lumière, la présence d'ions fer (II), d'ions fer (III), de platine. On se propose d'étudier la cinétique de la réaction de décomposition du peroxyde d'hydrogène en présence d'ions fer (III).

**2.1.** Préciser le rôle des ions fer (III). **(0,25 point)**

**2.2.** Afin de suivre l'évolution de cette réaction, on effectue des prélèvements du mélange réactionnel, de volume  $V_0 = 10,00$  mL à intervalles de temps réguliers et on dose immédiatement le peroxyde d'hydrogène restant de chaque prélèvement à l'aide d'une solution de permanganate de potassium fraîchement préparée de concentration  $C = 1,5 \cdot 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>. On opère en milieu acide. Les ions  $MnO_4^-$  sont alors réduits en ions  $Mn^{2+}$  par l'eau oxygénée. L'équation-bilan de la réaction est :



Retrouver cette équation-bilan en écrivant les demi-équations redox sachant que les couples mis en jeu sont :  $MnO_4^- / Mn^{2+}$  et  $O_2 / H_2O_2$  **(0,5 point)**

**2.3** Pour chaque prélèvement, on relève la date  $t$  et on note le volume  $V$  de la solution de permanganate de potassium qu'il faut pour atteindre l'équivalence d'oxydoréduction. On obtient le tableau suivant :

t (s)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
V (mL)	12,12	9,92	8,12	6,65	5,44	4,46	3,65	2,99	2,45	2,00
$[H_2O_2]$ ( $10^{-3}$ mol.L <sup>-1</sup> )										

**2.3.1** Montrer que la concentration  $[H_2O_2]$  restante de chaque prélèvement peut s'exprimer par la relation :  $[H_2O_2] = \frac{5 CV}{2 V_0}$  **(01 point)**

**2.3.2** Compléter le tableau ci-dessus et tracer la courbe donnant  $[H_2O_2]$  restante en fonction du temps. Echelles : 1 cm pour 50 s et 1 cm pour  $3 \cdot 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup>. **(01 point)**

**2.4.**

**2.4.1.** Déterminer graphiquement les vitesses instantanées de disparition du peroxyde d'hydrogène aux dates  $t_0 = 0$  s et  $t_2 = 750$  s. Justifier l'évolution de la vitesse. **(01 point)**

**2.4.2.** Représenter sur le même système d'axes l'allure de la courbe  $[H_2O_2] = f(t)$  sans la présence des ions fer (III), les conditions initiales étant conservées. **(0,25 point)**

**EXERCICE 3 (04,5 points)**

Dans beaucoup de moteurs, pour diminuer l'usure des pièces mécaniques, on utilise des huiles dont l'une des caractéristiques fondamentales est la viscosité.

Dans ce qui suit, on se propose de déterminer la viscosité d'une « huile moteur ». Pour cela, on étudie la chute verticale d'une bille en acier d'abord dans l'air puis dans l'huile. Dans les deux cas, la bille est lâchée sans vitesse initiale à partir d'un point O du fluide pris comme origine de l'axe (OX) vertical et orienté vers le bas et l'instant de lâcher est pris comme origine des dates  $t = 0$ .

Sur la bille s'exercent les trois forces suivantes :

- Son poids  $\vec{p}$  ;
- La résistance  $\vec{f}$  du fluide, qui est une force colinéaire et de sens opposé au vecteur vitesse instantanée de la bille, d'intensité  $f = 6 \pi \eta r V$ , expression où  $\eta$  est la viscosité du fluide supposée constante,  $V$  la valeur de la vitesse instantanée de la bille et  $r$  son rayon ;
- La poussée d'Archimède  $\vec{F}$  qui est une force verticale orientée vers le haut, d'intensité  $F = \rho V_B g$  relation où  $\rho$  est la masse volumique du fluide,  $V_B$  le volume de la bille et  $g$  l'intensité de la pesanteur.

**3.1 Etude du mouvement de la bille dans l'air.**

**3.1.1.** Représenter les forces appliquées à la bille à une date  $t > 0$ . **(0,25 point)**

**3.1.2.** Calculer l'intensité de chacune de ces forces pour  $V = 5$  m/s. En déduire qu'on peut négliger les intensités de  $\vec{F}$  et  $\vec{f}$  devant celle du poids. **(0,5 point)**

**3.1.3.** Etablir les équations horaires de la vitesse  $V(t)$  et de l'abscisse  $x(t)$  de la bille puis préciser la nature du mouvement de la bille dans l'air. **(0,5 point)**

**3.1.4.** Au bout d'un parcours de 50 cm depuis le point O, la bille acquiert une vitesse de 3,16 m/s. Montrer que cette information confirme l'approximation faite à la question 3.1.2. **(0,5 point)**.

**3.2. Etude du mouvement de la bille dans l'huile**

**3.2.1.** Les intensités de  $\vec{F}$  et  $\vec{f}$  ne sont plus négligeables devant celle du poids.

Par application du théorème du centre d'inertie, montrer que l'équation différentielle du mouvement de la bille peut s'écrire sous la forme :  $\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C$  où C et  $\tau$  sont des constantes. **(0,5 point)**

**3.2.2.** Donner l'expression de C en fonction de g,  $\rho_{ac}$  (masse volumique de l'acier) et  $\rho_h$  (masse volumique de « l'huile moteur ») puis exprimer  $\tau$  en fonction de  $\rho_{ac}$ , r et  $\eta$  (viscosité de l'huile moteur). Vérifier que  $C = 8,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . **(0,75 point)**

**3.2.3.** Au bout d'un temps suffisamment long, l'accélération de la bille s'annule. La vitesse obtenue à partir de cet instant est appelée vitesse limite de module  $V_{lim}$

a) Décrire la nature du mouvement de la bille après que l'accélération s'annule puis exprimer la vitesse limite  $V_{lim}$  en fonction de  $\tau$  et C. **(0,5 point)**

b) On trouve expérimentalement que  $V_{lim} = 4,2 \text{ cm/s}$ . Quelle valeur de  $\tau$  peut-on en déduire ? **(0,5 point)**

**3.2.4.** Déterminer la valeur de la viscosité  $\eta$  de « l'huile-moteur ».

**(0,5 point)**

**Données :**

Masse volumique de l'acier :  $\rho_{ac} = 7,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  ; masse volumique de l'air :  $\rho_0 = 1,3 \text{ kg/m}^3$

Masse volumique de l'huile moteur :  $\rho_h = 1,26 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  ; viscosité de l'air :  $\eta(air) = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ SI}$

Rayon de la bille r = 1,5 mm : Volume de la bille  $V_B = \frac{4}{3}\pi r^3$  ; g = 10 N/kg

**EXERCICE 4 (04 points)**

Le condensateur est un composant qui peut emmagasiner de l'énergie électrique. Cette énergie peut être restituée, à tout moment, sous diverses formes.

Dans la suite on étudie la charge puis la décharge d'un condensateur. Pour ce faire, on réalise le montage schématisé ci-après (figure1).

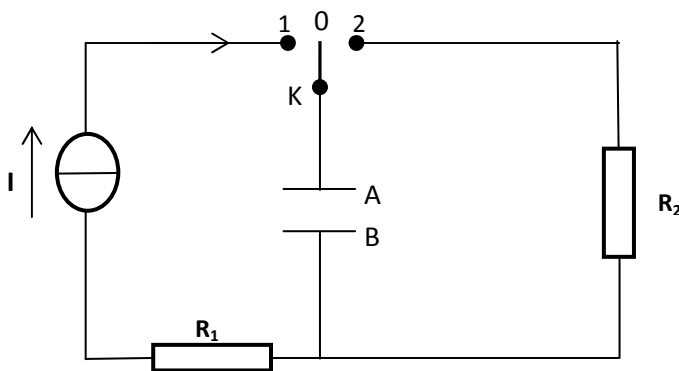


Figure 1

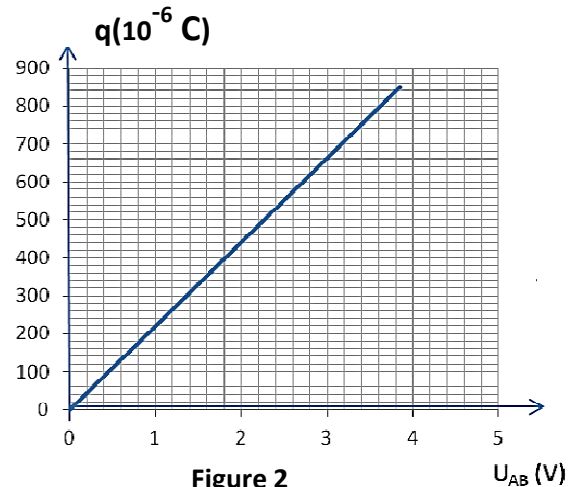


Figure 2

**4.1 Etude de la charge du condensateur**

Le condensateur étant initialement déchargé, on ferme l'interrupteur K en position 1 (figure 1) à la date t = 0. On considère, dans cette étape, qu'un courant d'intensité constante  $I = 17 \mu\text{A}$  traverse le circuit. On enregistre, par un dispositif approprié, les valeurs de la tension  $U_{AB}$  entre les armatures du condensateur au cours du temps t. L'enregistrement étant terminé, on calcule, pour chaque valeur de t la charge q(t) de l'armature A du condensateur.

**4.1.1.** Tenant compte de l'orientation du circuit, donner l'expression qui permet de calculer la charge q en fonction de la date t. **(0,25 point)**

**4.1.2** Le graphe de la charge q en fonction de la tension  $U_{AB}$  est représenté à la figure 2. Déduire, par exploitation du graphe :

a) la capacité C du condensateur. **(0,5 point)**

b) la date à laquelle la tension  $U_{AB}$  prend la valeur 1,80 V. **(0,5 point)**

**4.2 Etude de la décharge du condensateur**

Lorsque la tension entre les armatures vaut  $U_0 = 3,85 \text{ V}$ , on bascule l'interrupteur en position 2, à une date prise comme origine des temps t = 0.

**4.2.1** Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension instantanée  $u_{AB}$  est de la forme :

$\frac{1}{\beta} \frac{d u_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$  où  $\beta$  est une constante dont on donnera l'expression en fonction des caractéristiques des dipôles du circuit. **(0,75 point)**

**4.2.2.** Donner le nom de la constante  $\frac{1}{\beta}$  ; préciser sa signification physique. **(0,5 point)**

**4.2.3.** L'équation différentielle a une solution de la forme  $u_{AB}(t) = \alpha e^{-\beta t}$  où  $\alpha$  est une constante.

**4.2.3.1** Préciser la valeur de  $\alpha$ . Ebaucher la courbe traduisant la variation de la tension  $u_{AB}(t)$  aux bornes du condensateur en fonction du temps. **(0,5 point)**

**4.2.3.2** Exprimer, puis calculer l'énergie,  $E_0$ , emmagasinée par le condensateur, à la date  $t = 0$ . **(0,5 point)**

**4.2.3.3** En supposant que cette énergie a pu être restituée, totalement, par le flash d'un appareil photo, en une durée égale à 0,1 ms, calculer la puissance moyenne de ce « flash ». **(0,5 point)**

## EXERCICE 5 **(03,5 points)**

Des interférences lumineuses sont réalisées avec un laser He-Ne de longueur d'onde  $\lambda_l = 633$  nm. Le dispositif comprend une plaque percée de deux fentes très fines distantes de  $a$ . Cette plaque est placée à une distance  $d$  de la source laser S (figure 3). On observe les interférences sur un écran P parallèle à la plaque et situé à une distance  $D = 3$  m de celle-ci. Les deux fentes sont à égale distance de la source. La droite (SO) est l'axe de symétrie du dispositif.

**5.1** Expliquer brièvement la formation des franges brillantes et des franges obscures sur l'écran. **(0,5 point)**

**5.2** On montre que la différence de marche  $\delta$  entre les rayons issus des fentes sources  $F_1$  et  $F_2$  s'exprime par  $\delta = \frac{ax}{D}$  en un point M d'abscisse  $x$  comptée à partir du milieu O de la frange centrale.

**5.2.1** Quelle condition doit vérifier  $\delta$  pour qu'en un point P de l'écran, on observe une frange brillante ? **(0,25 point)**

**5.2.2.** Montrer que l'interfrange ou distance entre deux franges consécutives de même nature s'exprime par

$$\text{la formule } i = \frac{\lambda_l D}{a} \quad \textbf{(0,25 point)}$$

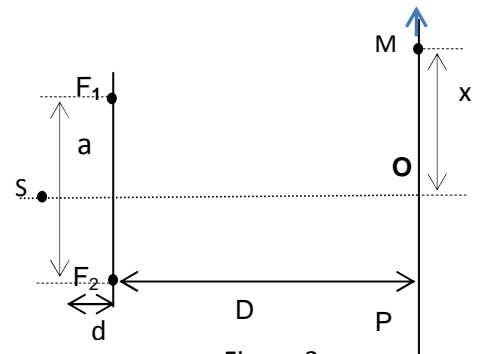


Figure 3

**5.3.** Sur l'écran on mesure la distance entre cinq franges brillantes successives et on trouve  $\Delta x = 25$  mm. On remplace le laser He - Ne par une diode laser de longueur d'onde  $\lambda_d$ , sans rien modifier d'autre ; on mesure maintenant une distance  $\Delta x' = 27$  mm entre cinq franges brillantes successives.

**5.3.1.** Trouver la relation donnant l'écart  $a$  entre les fentes  $F_1$  et  $F_2$  en fonction de  $\lambda_l$ ,  $D$  et  $\Delta x$ . Faire l'application numérique. **(0,5 point)**

**5.3.2.** Trouver la relation donnant la longueur d'onde  $\lambda_d$  de la diode laser en fonction de  $\lambda_l$ ,  $\Delta x$  et  $\Delta x'$ . Faire l'application numérique. **(0,5 point)**

**5.4.** Les deux radiations sont successivement utilisées pour éclairer une cellule photo émissive de fréquence seuil  $\nu_0 = 4,5 \cdot 10^{14}$  Hz.

**5.4.1** Dans le cas où il y a émission d'électrons, calculer, en joule puis en électron-volt, l'énergie cinétique maximale  $E_{c_{max}}$  des électrons émis. **(0,75 point)**

**5.4.2** Dire quel caractère de la lumière cette expérience met en évidence. Citer une application courante de cet aspect de la lumière. **(0,75 point)**

**Données :** célérité de la lumière  $c = 3,00 \cdot 10^8$  m.s<sup>-1</sup> ; constante de Planck :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J.s

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1** Toutes les données se trouvent en fin d'énoncé (04 points).

L'acide lactique, de formule  $\text{CH}_3 - \text{CHOH} - \text{COOH}$  est souvent désigné comme le principal responsable des crampes musculaires des sportifs lors de leurs sprints. On le retrouve dans le lait, le vin...

Dans le lait, les bactéries présentes provoquent, au cours du temps, la transformation d'une partie du lactose en acide lactique.

Dans le vin l'acide lactique se forme lors de la fermentation malolactique au cours de laquelle s'opère la décarboxylation de l'acide malique  $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CHOH} - \text{COOH}$ .

**1.1.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction de formation d'acide lactique dans le vin. (0,5 pt)

**1.2.** La présence d'acide lactique dans un lait est un indice de l'état de fraîcheur de ce lait. Plus la concentration d'acide lactique est élevée, moins le lait est frais. Par convention, dans l'industrie agro-alimentaire, l'acidité d'un lait s'exprime en degré Dornic (°D). Un lait bien conservé (lait frais) présente une acidité Dornic inférieure à 18° D, ce qui correspond à une concentration massique de  $1,8 \text{ g.L}^{-1}$  d'acide lactique dans le lait.

Un laborantin du service d'hygiène se propose de déterminer l'état de fraîcheur d'un lait retrouvé sur le marché. Il dose 20,0 mL du lait, additionnés de 100 mL d'eau distillée, par une solution d'hydroxyde de potassium ( $\text{K}^+ + \text{HO}^-$ ) de concentration molaire volumique  $C_b = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  en présence de phénolphthaléine.

Le virage de l'indicateur est obtenu après addition d'un volume  $V_{BE} = 8,4 \text{ mL}$  de base.

**1.2.1** Faire le schéma annoté du dispositif de dosage. (0,5 pt)

**1.2.2** Ecrire l'équation-bilan de la réaction support de dosage du lait. Montrer, par un calcul, que cette réaction est totale. (0,5 pt)

**1.2.3** Définir l'équivalence acido-basique puis en déduire la concentration massique  $C_m$  en acide lactique du lait étudié. Conclure sur l'état de fraîcheur du lait dosé. (01,5 pt)

**1.2.4** Etant donnée la transformation, au cours du temps, d'une partie du lactose en acide lactique, sur quel facteur cinétique peut-on agir et comment afin d'avoir un lait frais? (0,25 pt)

**1.2.5** En fait le lait étudié a un pH initial égal à 4,9. Dresser un diagramme de prédominance puis dire quelle est la forme acide ou basique du couple acide lactique / ion lactate qui prédomine dans ce lait. (0,75 pt)

Données :  $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$  ;  $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$ .

$pK_a$  (acide lactique/ion lactate) = 3,9 ;  $K_a(\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-) = 10^{-14}$  ;  $K_a(\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}) = 1$

**EXERCICE 2** (04 points)

Le butanoate de méthyle,  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COO} - \text{CH}_3$ , est utilisé comme arôme dans l'industrie alimentaire et dans la parfumerie pour son odeur de pomme.

On se propose d'étudier une réaction de préparation du butanoate de méthyle et la cinétique de cette réaction.

**2.1. Préparation du butanoate de méthyle.**

**2.1.1.** Recopier la formule, entourer puis nommer le groupe fonctionnel présent dans la molécule du butanoate de méthyle. (0,25 pt)

**2.1.2.** Le butanoate de méthyle est obtenu en faisant réagir deux composés organiques A et B. Le réactif A est un acide carboxylique. Préciser la famille du réactif B. (0,25 pt)

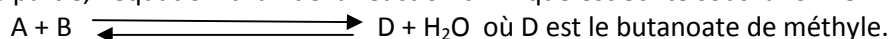
**2.1.3.** Ecrire les formules semi-développées puis donner les noms des réactifs A et B. (0,5 pt)

**2.1.4.** Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les composés A et B. Donner le nom de cette réaction ; préciser ses caractéristiques. (0,75 pt)

**2.1.5.** Calculer les quantités de matière minimales de A et B à utiliser pour obtenir 1 mol de butanoate de méthyle à partir d'un mélange équimolaire, le rendement de la réaction étant égal à 67 %. (0,25 pt)

**2.2. Etude cinétique de la réaction chimique.**

Dans cette partie, l'équation-bilan de la réaction chimique est écrite sous la forme :



A la date  $t_0 = 0$ , on réalise un mélange équimolaire des réactifs A et B :  $n_{0A} = n_{0B} = 1 \text{ mol}$ .

Des mesures ont permis de déterminer les quantités de matière d'acide carboxylique présent dans le mélange réactionnel au cours de la synthèse et de tracer la courbe  $n_A = f(t)$  (voir courbe ci-dessous).

Par exploitation de cette courbe :

**2.2.1.** Retrouver la date  $t_1$  à laquelle la quantité d'acide carboxylique ( $n_A$ ) présent dans le milieu, représente 42 % de la quantité initiale ( $n_{0A}$ ) de A. **(0,25 pt)**

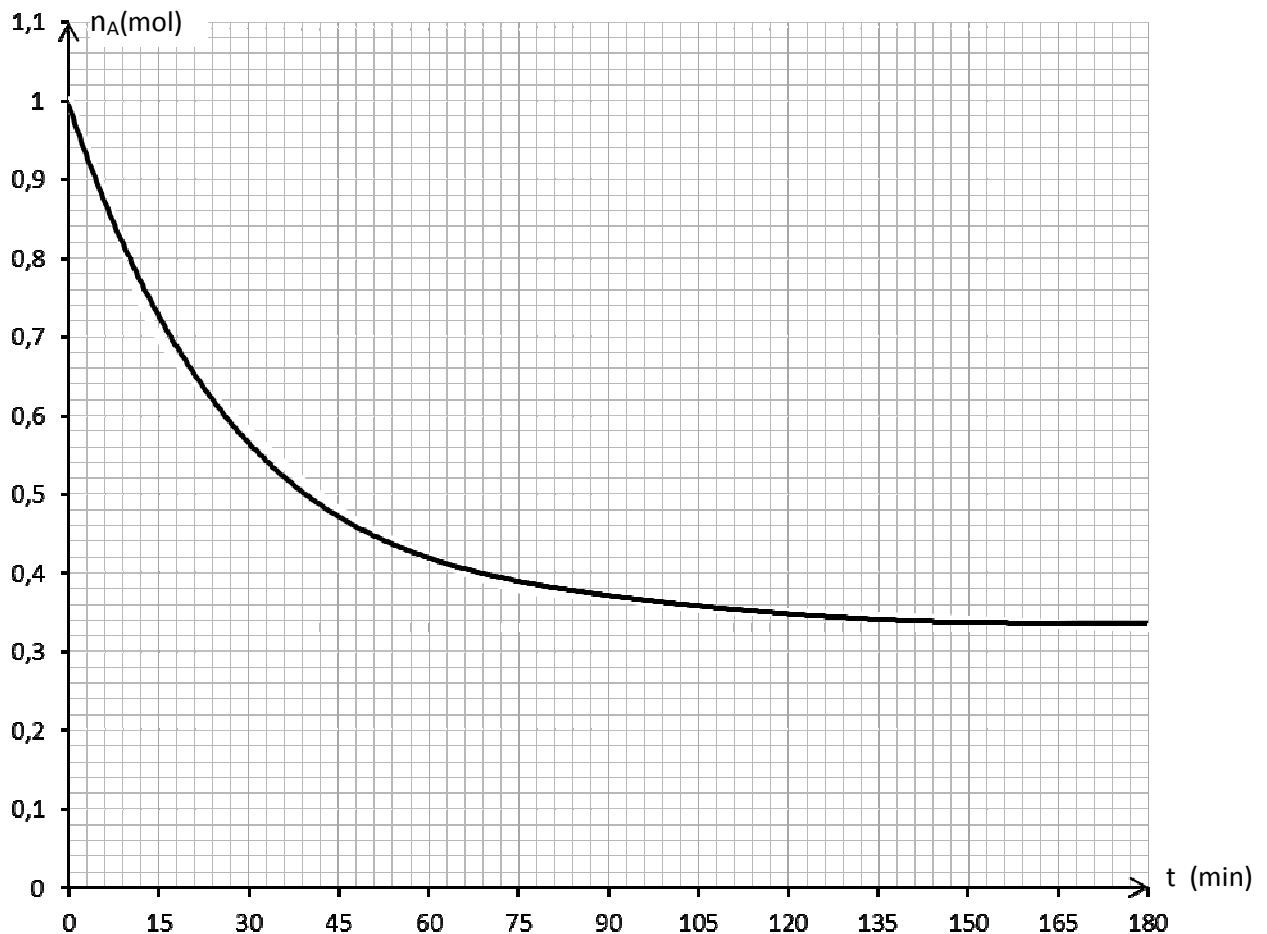
**2.2.2.** Déduire, à cette date  $t_1$ , la quantité de matière de butanoate de méthyle formé. **(0,5 pt)**

**2.2.3.** Calculer la vitesse moyenne de disparition de l'acide carboxylique entre le début de la réaction et la date  $t_1$ . **(0,5 pt)**

**2.2.4.** Déterminer la vitesse instantanée de disparition de l'acide carboxylique à la date  $t = 45$  min. **(0,5 pt)**

**2.2.5.** Déterminer, sans faire de calcul, la vitesse moyenne de disparition de l'acide carboxylique A entre les dates  $t_2 = 165$  min et  $t_3 = 180$  min. Interpréter cette valeur. **(0,25 pt)**

**NB : il n'est pas demandé de rendre la courbe avec la feuille de copie; toutefois on expliquera succinctement l'exploitation faite de cette courbe pour répondre aux questions.**



### **EXERCICE 3** (04 points)

La balistique est une science qui étudie le mouvement des projectiles. Les applications sont très nombreuses dans des domaines aussi variés que le sport, la balistique judiciaire ou les activités militaires.

On étudie le mouvement d'un projectile ponctuel de masse  $m$ , lancé par un canon dans le champ de pesanteur uniforme  $\vec{g}$  d'intensité  $g = 10. \text{m s}^{-2}$ .

A un instant  $t_0 = 0$ , le projectile sort du canon en un point O avec une vitesse initiale  $\vec{v}_0$  faisant un angle  $\alpha$  avec l'horizontale.

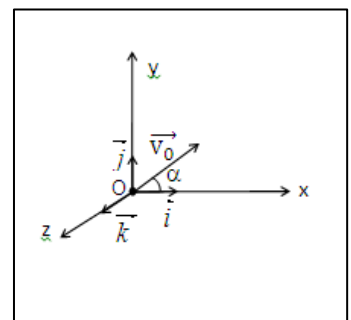
On suppose, que l'action de l'air est négligeable. Le point O est au niveau du sol. L'espace est rapporté au repère orthonormé  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

**3.1.** Enoncer la deuxième loi de Newton ou théorème du centre d'inertie.

**(0,25 pt)**

**3.2.** Déterminer la direction, le sens et la norme du vecteur-accelération du projectile.

**(0,75 pt)**



**3.3.** Montrer que le mouvement du projectile est plan.

(0,5 pt)

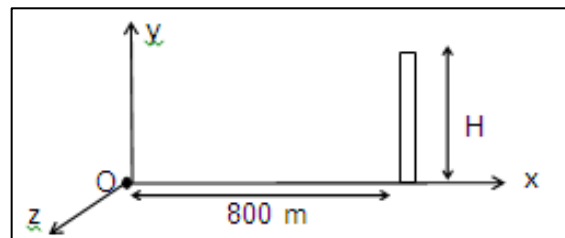
**3.4.** Etablir l'équation cartésienne de sa trajectoire dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ .

(0,5 pt)

**3.5** La vitesse de sortie du projectile, du canon, est de  $100 \text{ m.s}^{-1}$ . La vitesse initiale fait l'angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'axe OX. Le projectile peut-il atteindre un oiseau perché au sommet d'un édifice se trouvant à 800 m du point O, sur l'axe OX? Justifier la réponse par le calcul. La hauteur de l'édifice est de  $H = 20 \text{ m}$ .

(01 pt)

**3.6** Au cours d'un entraînement au tir, plusieurs essais sont effectués. Le projectile sort à chaque fois du canon en un point O pris au sol avec une vitesse  $\vec{v}_0$  de valeur  $100 \text{ m.s}^{-1}$ ; mais l'angle de tir  $\alpha$  varie. Pour protéger les personnes et les biens, on demande d'édifier une zone de sureté autour du point de lancement O. Un mur de protection doit entourer la zone d'impact des projectiles. Le pourtour de ce mur est un « cercle » de centre O et de rayon égal à  $1,1 D$ ; la distance D étant la portée maximale du tir.



**3.6.1** Etablir l'expression de la portée du tir en fonction de  $g$ ,  $v_0$  et  $\alpha$ .

(0,25 pt)

**3.6.2** En déduire la valeur de la portée maximale.

(0,25 pt)

**3.6.3** Calculer le rayon du champ de tir.

(0,5 pt)

**EXERCICE 4 (04 points)**

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves d'un lycée se proposent de déterminer la capacité d'un condensateur, l'inductance et la résistance d'une bobine trouvés dans le laboratoire, sans aucune étiquette. Pour cela, ces élèves disposent du matériel suivant :

- un générateur de basses fréquences (GBF), un conducteur ohmique de résistance  $R = 80 \Omega$ ,
- la bobine d'inductance L et de résistance r, le condensateur de capacité C,
- un ampèremètre de résistance négligeable, un voltmètre et des fils de connexion en quantité suffisante.

Les élèves réalisent un montage en série avec la bobine, le conducteur ohmique, le condensateur, l'ampèremètre et le générateur basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale. Le voltmètre, branché aux bornes M et N du GBF, permet de vérifier que la tension efficace à ses bornes est maintenue constante et égale à  $U = 1,00 \text{ V}$ .

**4.1.** Représenter le schéma du circuit électrique réalisé par les élèves.

(0,5 pt)

**4.2.** Les élèves font varier la fréquence f de la tension délivrée par le GBF, relèvent l'intensité efficace I correspondante et obtiennent le tableau suivant :

f (Hz)	300	500	600	650	677	700	755	780	796	850	900	1000
I (mA)	0,74	1,90	3,47	5,20	6,61	8,05	9,35	7,48	6,61	4,50	3,44	2,40

**4.2.1** Tracer la courbe de l'intensité efficace I en fonction de la fréquence f :  $I = g(f)$ .

(0,5 pt)

**Echelles** : en abscisses :  $15 \text{ mm} \rightarrow 100 \text{ Hz}$ ; en ordonnées :  $20 \text{ mm} \rightarrow 1 \text{ mA}$

**4.2.2.** Déterminer graphiquement la fréquence  $f_0$  de résonance du circuit.

(0,25 pt)

**4.2.3.** Calculer l'impédance Z du circuit pour  $f = f_0$ . En déduire la résistance r de la bobine

(01 pt)

**4.2.4.** Déterminer la largeur de la bande passante  $\beta$  du circuit.

(0,5 pt)

**4.2.5** Calculer l'impédance du circuit aux extrémités de la bande passante.

(0,25 pt)

**4.3.** Ces élèves admettent que la largeur  $\beta$  de la bande passante est telle que :  $\beta = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{R_T}{L}$  relation où  $R_T$  désigne la résistance totale du circuit oscillant. Déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine et celle de la capacité C du condensateur.

(01 pt)

**EXERCICE 5 Les parties 5.1 et 5.2 sont indépendantes (04 points)**

**5.1. L'élément mercure, traceur isotopique :**

Un «élément traceur» est un «élément» qui, par sa radioactivité, permet de suivre le sort d'une substance, son évolution au cours d'un processus physique, chimique ou biologique.

On se propose d'étudier la radioactivité de l'isotope mercure  $^{203}_{80}\text{Hg}$  qui est un traceur isotopique.

Cet isotope est radioactif  $\beta^-$ ; sa période radioactive est  $T = 46,69$  jours.

**5.1.1.** Rappeler la signification du terme «radioactivité  $\beta^-$ » et écrire l'équation de la réaction de désintégration du mercure 203. On identifiera le noyau fils à partir de l'extrait de tableau de classification périodique joint, en fin d'énoncé.

(0,75 pt)

**5.1.2** Initialement le nombre de noyaux radioactifs présents est :  $N_0 = 2,96 \cdot 10^{21}$  noyaux.

Déterminer l'activité  $A_0$  de la source radioactive à la date  $t_0 = 0$ .

(0,50 pt)

5.1.3 Déterminer la durée au bout de laquelle l'activité de la source radioactive diminue de 0,14 A<sub>0</sub>.

(0,75 pt)

5.2. Sécurisation des billets de banque par le mercure :

Les billets de banque authentiques peuvent être imprégnés de « nano pigments » pour être sécurisés. Cela permet aux caissiers munis d'une lampe à vapeur de mercure en miniature de détecter les faux billets. Lorsqu'un billet de banque sécurisé est éclairé par une lampe à vapeur de mercure, les « nano pigments », par fluorescence, se colorent en rouge ou en vert.

La radiation ultraviolette de longueur d'onde λ<sub>1</sub> = 253,6 nm permet d'observer une des couleurs obtenues par fluorescence.

Le diagramme ci-contre représente, sans souci d'échelle, certains niveaux d'énergie de l'atome de mercure.

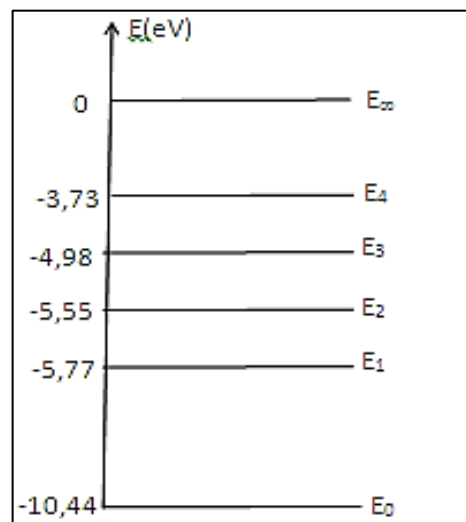
5.2.1 Le spectre d'émission ou d'absorption de l'atome de mercure est-il continu ou discontinu ? (0,25 pt)

5.2.2. Déterminer la transition énergétique responsable de la fluorescence des "nano pigments". (0,5 pt)

5.2.3. Reproduire le diagramme sur votre copie puis représenter là-dessus la transition associée par une flèche. (0,25 pt)

5.2.4. Déterminer la longueur d'onde maximale λ<sub>2</sub> de la radiation que peut émettre l'atome de mercure en passant de l'état excité à l'état fondamental. (0,25 pt)

5.2.5. Déterminer la longueur d'onde λ<sub>3</sub> de la radiation émise au cours de la transition E<sub>2</sub> → E<sub>1</sub> et établir la relation entre les longueurs d'onde λ<sub>1</sub>, λ<sub>2</sub> et λ<sub>3</sub> (0,75 pt)



Données : Constante de Planck : h = 6,62.10<sup>-34</sup> J.s  
 Célérité de la lumière : C = 3,00.10<sup>8</sup> m.s<sup>-1</sup>  
 1 électron volt : 1 eV = 1,60.10<sup>-19</sup> J

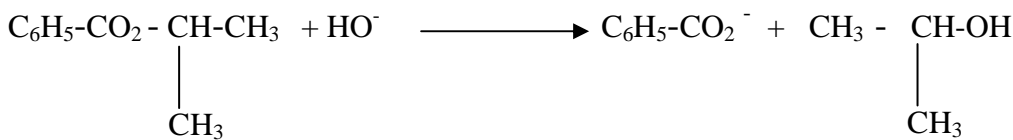
Extrait du tableau de classification périodique :

Platine	Or	Mercure	Thalium	Plomb	Bismuth	Polonium
<sub>78</sub> Pt	<sub>79</sub> Au	<sub>80</sub> Hg	<sub>81</sub> Tl	<sub>82</sub> Pb	<sub>83</sub> Bi	<sub>84</sub> Po

# CORRECTIONS

**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE S2****EXERCICE 1 (04 points)****1.1** Formule semi-développée de la N-éthyléthanamine :  $C_2H_5-NH-C_2H_5$  ou encore Et-NH-Et. Dans la suite on adopte la notation simplifiée  $(Et)_2NH$  **(0,5 pt)****1.2** Ecrire l'équation bilan de la réaction  $(Et)_2NH + H_2O \rightleftharpoons (Et)_2NH_2^+ + HO^-$ **1.3** .  
Couples acide base mis en jeu :  $H_2O/HO^-$  et  $(Et)_2NH_2^+ / (Et)_2NH$  **(01 pt)****1.4** Solution basique du fait de la prépondérance des ions hydroxyde  $HO^-$  devant les ions hydronium  $H_3O^+$ . Vérification possible en ajoutant quelques gouttes d'indicateur coloré approprié tel que le bleu de bromothymol. On obtiendrait une coloration bleue, teinte basique du BBT. **(01 pt)****1.5** .**1.5.1** Inventaire des espèces chimiques en solution :  $(Et)_2NH_2^+$  ;  $(Et)_2NH$  ;  $HO^-$  ;  $H_3O^+$  ( $H_2O$  est ultramajoritaire) **(0,25 pt)****1.5.2**  $K_e = [H_3O^+][HO^-] =$  constante à une température donnée. A  $25^\circ C$  on a  $k_e = 10^{-14}$  **(0,25 pt)****1.4.3**  $pH = pka + \log \frac{[(Et)_2NH]}{[(Et)_2NH_2^+]}$  **(0,25 pt)****1.4.4** L'équation d'électroneutralité conduit à  $[(Et)_2NH_2^+] \approx [HO^-]$  en considérant que  $[H_3O^+] \ll [HO^-]$ L'équation de conservation de la matière conduit à :  $[(Et)_2NH] \approx [(Et)_2NH]_i = C_1$ En remplaçant dans la relation précédente on obtient :  $pH = pka + \log \frac{C_1}{[HO^-]}$ Tenant compte de l'expression de  $k_e$  donnée en 1.5.2) on aboutit à :  $pH = \frac{1}{2}(pK_e + pK_a - pC_1)$  ; avec $pC_1 = -\log C_1$ Pour  $C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ , le calcul donne **pH = 11,7** **(0,75 pt)****EXERCICE 2 (04 points)****2.1**  $[HO^-]_0 = \frac{n(HO^-)}{V_{total}} = \frac{CV}{2V} = \frac{C}{2} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  **(0,25 pt)****2.2** Equation-bilan de la réaction de dosage  $HO^- + H_3O^+ \longrightarrow 2 H_2O$ A l'équivalence la solution est neutre puisqu'il s'agit d'un mélange d'acide fort et de base forte à l'équivalence ; donc la solution prend la teinte neutre du BBT, soit la coloration verte. **(0,50 pt)**

### 2.3



La réaction est lente et totale.

(0,50 pt)

### 2.4

**2.4.1** On a :  $n(\text{alcool}) = n(\text{HO}^-) \text{ réagi} = n(\text{HO}^-) \text{ initial} - n(\text{HO}^-) \text{ restant}$

En divisant par le volume  $v$  on obtient :

$$C = [\text{HO}^-]_0 - \frac{C_a V_a}{v} \quad (0,50 \text{ pt})$$

**2.4.2** On complète le tableau. On obtient :

(01 pt)

t (min)	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
V <sub>a</sub> (mL)		22,0	19,8	18,0	16,5	15,0	13,8	12,8	12,0	11,5	11,0
C (10 <sup>-3</sup> mol/L)	0	6	10	14	17	20	22,4	24,4	26	27	28

La courbe  $C = f(t)$  a l'allure suivante :

$$\mathbf{2.4.3} \quad v(\text{alcool}) = \frac{dC}{dt}$$

A chaque instant  $v(\text{alcool})$  correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe  $C = f(t)$  à cette date.

A  $t_1 = 4 \text{ min}$  on trouve  $\mathbf{V(\text{alcool})}_1 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

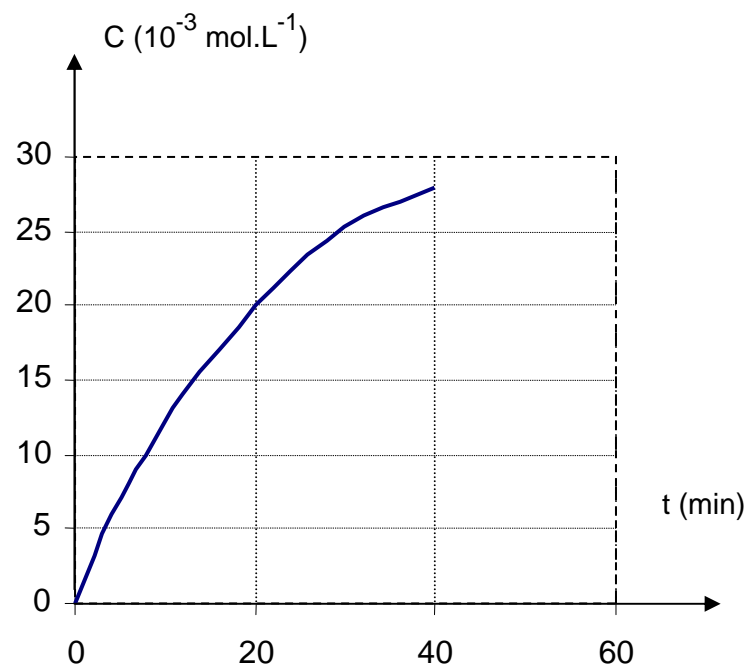
A  $t_2 = 32 \text{ min}$ .  $\mathbf{V(\text{alcool})}_2 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

$V(\text{alcool})$  diminue car la concentration des réactifs diminue.

(0,75 pt)

**2.4.4** A 30°C la température du mélange est plus faible, la vitesse de réaction serait alors plus faible aux mêmes dates, la quantité de soude qui reste serait plus grande donc le volume d'acide nécessaire pour doser la soude serait plus grand.

(0,50 pt)



## EXERCICE 3 (04 points)

### 3.1

**3.1.1** Un référentiel géocentrique a pour origine le centre de la terre et comprend trois axes orientés vers trois étoiles lointaines. Par analogie le référentiel « Uranocentrique » a pour origine le centre d'Uranus et comprend trois axes orientés vers trois étoiles lointaines. (0,50 pt)

### 3.1.2

- Référentiel uranocentrique : galiléen
- Système : satellite

- Forces appliquées : force gravitationnelle  $\vec{F} = m\vec{g}$

. - On applique la deuxième loi de Newton.  $\vec{F} = m\vec{a}$

D'où l'on tire  $\vec{a} = \frac{GM \vec{u}}{r^2}$  d'où  $\vec{a}$  est centripète ; par conséquent  $a_r = \frac{dV}{dt} = 0$

Impliquant que  $V = \text{constante}$  ; le mouvement est uniforme (0,75 pt)

**3.1.3**  $T$  est la durée d'un tour ; d'où  $T = \frac{2\pi r}{V}$  et  $V = \frac{2\pi r}{T}$  Etablir l'expression de la vitesse  $V$  du

centre d'inertie du satellite en fonction du rayon  $r$  de sa trajectoire et de sa période  $T$  de révolution. (0,25 pt)

**3.1.4** On trouve pour le satellite Umbriel.  $V = 4,7 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-1}$ . (0,25 pt)

**3.2**.

**3.2.1** Méthode graphique.

a)  $a = a_n = \frac{V^2}{r} = \frac{GM}{r^2}$  d'où  $V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$  (0,25 pt)

b) De l'expression précédente on tire :  $V^2 = \frac{GM}{r}$  d'où  $V^2$  est une fonction linéaire de  $\frac{1}{r}$ , ce qui en

adéquation avec la courbe  $V^2 = f\left(\frac{1}{r}\right)$  donnée en annexe qui est une droite passant par l'origine et dont

l'équation s'écrit :  $V^2 = k \cdot \frac{1}{r}$ . La constante  $k$  est le coefficient directeur de la droite.

$$K = \frac{\Delta(V^2)}{\Delta(1/r)} = 6,1 \cdot 10^{15}$$

Par identification on a :  $GM = k$  ; d'où  $M = \frac{k}{G}$  ; AN :  $M = 9 \cdot 10^{25} \text{ kg}$ . (0,50 pt)

**3.2.2** Utilisation de la troisième loi de Kepler

a) On a  $T = \frac{2\pi r}{V}$  et  $V = \sqrt{\frac{GM}{r}}$  ; d'où l'on tire :  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$  (0,50 pt)

b) On calcule  $\frac{T^2}{r^3}$  pour les différents satellites. On obtient :

Satellite	Rayon de l'orbite $r$ ( $10^6\text{m}$ )	Période de révolution $T$ (jour)	$\frac{T^2}{r^3}$
MIRANDA	129,8	1,4	$6,7 \cdot 10^{-15}$
ARIEL	191,2	2,52	$6,8 \cdot 10^{-15}$
UMBRIEL	266,0	4,14	$6,8 \cdot 10^{-15}$
TITANIA	435,8	8,71	$6,8 \cdot 10^{-15}$
OBERON	582,6	13,50	$6,9 \cdot 10^{-15}$

Le rapport  $\frac{T^2}{r^3}$  est une constante de valeur moyenne  $6,8 \cdot 10^{-15}$  (0,50pt)

c) On a  $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$  d'où l'on déduit  $M = 8,8.10^{25} \text{ kg}$ . ; ce résultat est concordant à celui de la question b) du 3.2.1). (0,50pt)

#### EXERCICE 4 (04 points)

**4.1**

- la tension aux bornes du condensateur :  $U_{c0} = E = 6 \text{ V}$
- la charge du condensateur :  $Q_0 = C U_{c0} = 6.10^{-5} \text{ C}$
- l'intensité du courant circulant dans le conducteur ohmique :  $I_0 = 0$
- la tension aux bornes du conducteur ohmique.  $U_R = 0$  (01 pt)

**4.2**

**4.2.1** Décharge oscillante du condensateur : la bobine ayant une résistance nulle, le circuit est siège d'oscillations électriques libres non amorties. (0,25 pt)

**4.2.2** Aux bornes du condensateur :  $U_c = \frac{q}{C}$

Aux bornes de la bobine on a :  $U_b = L \frac{di}{dt} = L \frac{d^2q}{dt^2} = LC \frac{d^2u_c}{dt^2}$  (0,5 pt)

**4.2.3** On a :  $U_c + U_b = 0$  d'où l'on tire :  $LC \frac{d^2u_c}{dt^2} + u_c = 0$  (0,25 pt)

**4.2.4** Solution de la forme :  $U_c = U_{c\max} \cos(\omega t + \psi)$   
La courbe donnant les variations de la tension  $U_c$  en fonction de  $t$  est une sinusoïde : (0,50 pt)

**4.2.5**  $T_0 = 2 \pi \sqrt{LC} = 6,28.10^{-3} \text{ s}$ . (0,25 pt)

**4.3**

**4.3.1**  $U_b' = R' i + L \frac{di}{dt}$  et  $U_c = \frac{q}{C}$  conduisent à :  $LC \frac{d^2u_c}{dt^2} + R' C \frac{du_c}{dt} + u_c = 0$  (0,25 pt)

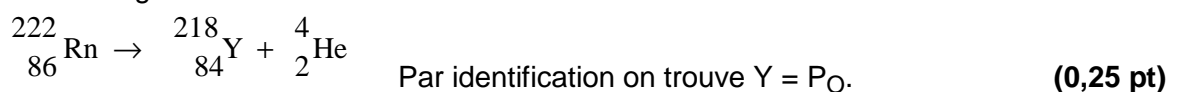
**4.3.2** L'énergie totale du circuit diminue par dissipation par effet joule à cause de la résistance  $R'$  de la bobine. (0,25 pt)

**4.3.3** on a :  $T_1 = \frac{2\pi}{w_1}$  : le calcul donne :  $T_1 = 6,4.10^{-3} \text{ s}$ . ; donc  $T_1 \approx T_0$  . (0,25 pt)

**4.3.4** Sinusoïde dont l'amplitude décroît du fait de l'amortissement. (0,50 pt)

#### EXERCICE 5 (04 points)

**5.1.** Equation de désintégration du radon 222



**5.2.** L'état gazeux du radon le rend dangereux à cause de la facilité d'infiltration dans les moindres fissures (0,25 pt)

**5.3**  $N_0 = n N_A = \frac{PV}{RT} \cdot N_A$ ; d'où  $N_0 = 4,8 \cdot 10^{17}$  noyaux (0,50 pt)

**5.3.2**

**5.3.2.1** L'activité A est le nombre de désintégrations par seconde.

$$A = - \frac{dN}{dt} = \lambda N$$

; par intégration on obtient :  $A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$  (0,50 pt)

**5.3.2.2** L'activité décroît au cours du temps d'après le tableau. Ce qui est en accord avec l'expression établie à la question précédente (0,50 pt).

**5.3.2.3**

a) et b) La courbe  $\ln A = f(t)$  est une droite affine de pente négative ; d'où  $\ln A = k t + b$  (1)

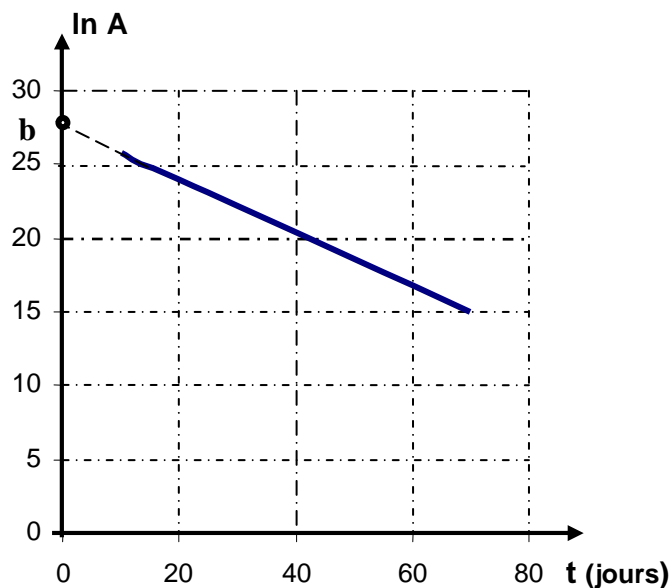
Avec  $k = \frac{\Delta \ln A}{\Delta t} = -0,18 \text{ jour}^{-1}$  et  $b =$  ordonnée à l'origine  $= 27,65$

De l'expression  $A = A_0 e^{-\lambda t}$  on déduit  $\ln A = \ln A_0 - \lambda t$  (2)

Les relations (1) et (2) donnent par identification on déduit :

$-\lambda = -k$  d'où  $\lambda = 0,18 \text{ jour}^{-1}$  (0,50 pt)

$\ln A_0 = b = 27,65$  impliquant que  $A_0 = e^{27,65}$  d'où  $A_0 = 10^{12} \text{ bq}$  (0,25 pt).



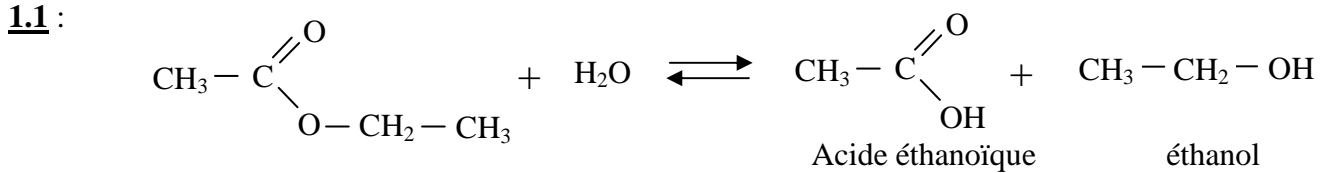
**5.3.2.4**  $A_0 = \lambda N_0$ . En remplaçant on trouve :  $A_0 = 10^{12} \text{ bq}$ . On trouve la même valeur. (0,50 pt)

**5.3.2.5**  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = 3,85 \text{ jours}$  (0,25 pt)

**5.3.2.6** En faisant  $N = N_0 e^{-\lambda t}$  on trouve  $N \approx 0$  s'où  $A \approx 0$ . Il n'y a plus de noyaux radioactifs dans l'ampoule, la substance n'est plus active. (0,50pt)

**Corrigé de l'épreuve du premier groupe de  
SCIENCES PHYSIQUES  
Baccalauréat séries S<sub>2</sub> – S<sub>2A</sub> – S<sub>4</sub> – S<sub>5</sub>  
Session juillet 2009**

**Exercice 1 : (4,25 points)**

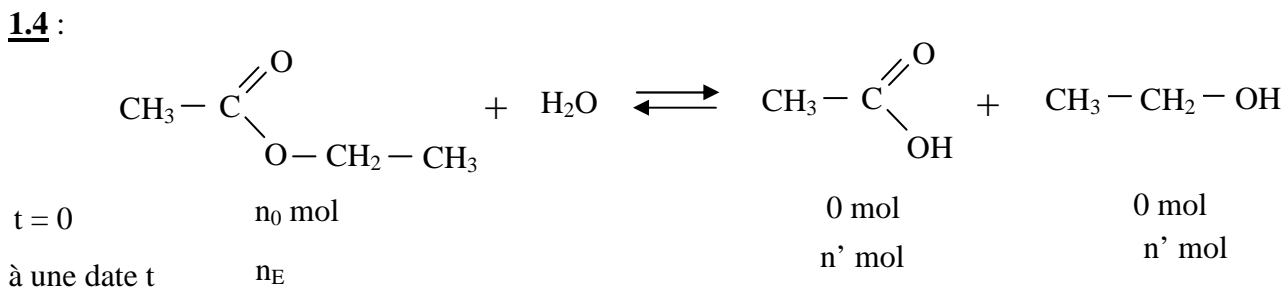


La réaction est lente, limitée (par la réaction inverse) et athermique.

**1.2 :**  
On place les tubes dans la glace avant chaque dosage pour bloquer la réaction.

**1.3 :**  
La quantité de matière  $n_0$  d'ester présent dans chaque tube à la date  $t = 0$ .

$$n_0 = \frac{n}{V} V_p = \frac{0,25}{500} \times 10 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



Le nombre de mol  $n'$  d'acide formé dans un tube, à la date  $t$ , est égal au nombre de mol d'ester disparu ;  
d'où le nombre de mol d'ester restant est donné par :  $n_E = n_0 - n'$

A l'équivalence de la réaction de dosage on a :  $n' = n_b \rightarrow n' = C_b V_b$

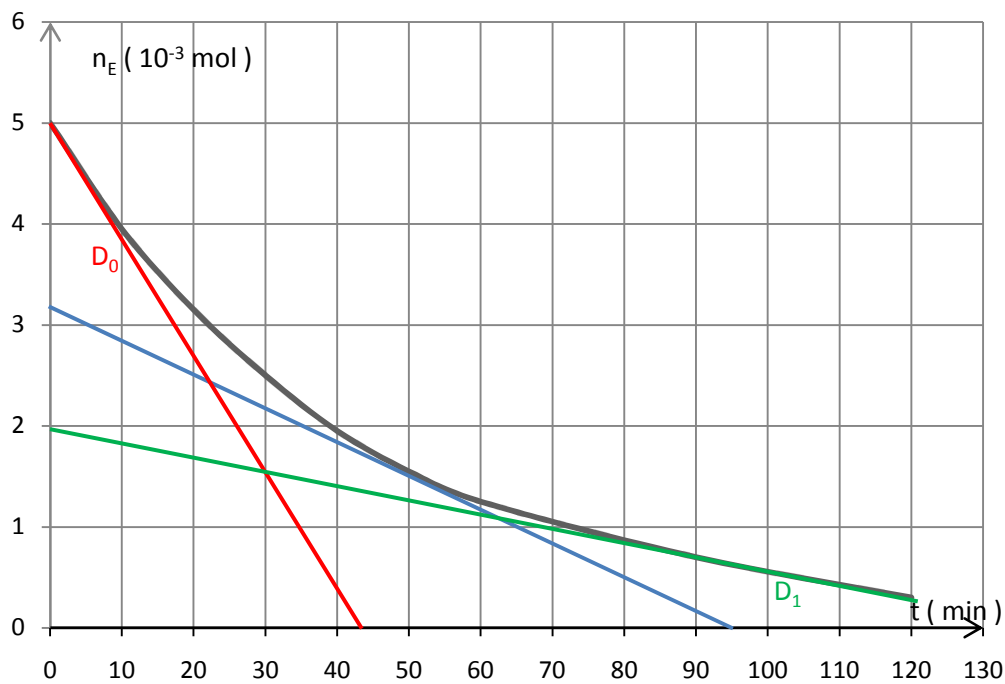
La quantité de matière  $n_E$  d'ester restant à la date  $t$  est donnée par l'expression :  $n_E = n_0 - C_b V_b$

Ce qui permet de compléter le tableau ; soit :

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	90	120
V <sub>b</sub> (mL)	0,0	2,1	3,7	5,0	6,1	6,9	7,5	8,6	9,4
n <sub>E</sub> (10 <sup>-3</sup> mol)	<b>5</b>	<b>3,95</b>	<b>3,15</b>	<b>2,50</b>	<b>1,95</b>	<b>1,55</b>	<b>1,25</b>	<b>0,70</b>	<b>0,30</b>

La courbe  $n_E = f(t)$  est représentée ci-après :

**1.5 :**



**1.6 :**

$$V = - \frac{dn_E}{dt}$$

$$V_{50} \approx - \frac{(3 - 0) \cdot 10^{-3}}{(0 - 90)} \approx 3,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

La vitesse est donnée par l'opposé de la pente de la tangente à la courbe en chaque point.

A partir de la courbe, on constate que l'opposé de la pente de la tangente à la courbe diminue au cours du temps. Comparer par exemple, sur le graphe, la pente de  $D_0$  (tangente à  $t = 0$ ) et celle de  $D$  (tangente à  $t = 120$  min).

Donc la vitesse diminue au cours du temps.

**1.7 :**

Pour augmenter la vitesse de cette réaction, on peut :

- Augmenter la température du milieu réactionnel.
- Utiliser un catalyseur

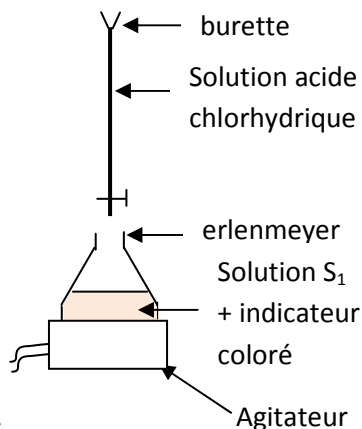
**Exercice 2 : (3,75 points)**

**2.1 :**

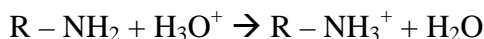
$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} = \frac{7,5}{10} = 0,75 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 0,75 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$d = \frac{\rho_0}{\rho_e} = \frac{0,75 \cdot 10^3}{10^3} = 0,75$$

### 2.2.1 :



### 2.2.2 :



### 2.2.3 :

$$K = \frac{[RNH_3^+]}{[RNH_2][H_3O^+]} = \frac{1}{K_a} = 0,5 \cdot 10^{11} = 5 \cdot 10^{10} \text{ donc la réaction est totale}$$

### 2.2.4 :

$$C_1 V_1 = C_a V_a \rightarrow C_1 = \frac{C_a V_a}{V_1} = \frac{0,04 \times 20}{10} = 0,08 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_0 = 100 C_1 = 8 \text{ mol.L}^{-1}$$

### 2.2.5 :

$S_0$  est trop concentrée, il aurait fallu une grande quantité d'acide pour la doser, d'où la nécessité de le diluer avant le dosage.

### 2.3.1 :

$$C_0 = \frac{n(\text{amine})}{V_0} = \frac{m(\text{amine})}{MV_0} \text{ avec } m(\text{amine}) = P \frac{m_0}{100} \text{ et } m_0 = \rho_0 V_0 \text{ où } m_0 \text{ est la masse de } S_0 \text{ correspondant au volume } V_0$$

$$C_0 = P \frac{\rho_0 V_0}{100} \frac{1}{MV_0} = \frac{63 \rho_0}{100M}$$

### 2.3.2 :

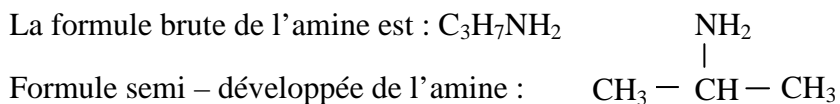
$$M = \frac{63 \rho_0}{100 C_0} = \frac{63 \times 0,75 \cdot 10^3}{100 \times 8} = 59,1 \text{ g.mol}^{-1}$$

### 2.3.3 :

Posons comme formule brute de l'amine :  $C_n H_{2n+1} NH_2$

$$M = 14n + 1 + 14 + 2 = 14n + 17 = 59,1 \rightarrow n = \frac{59,1 - 17}{14} = 3$$

La formule brute de l'amine est :  $C_3 H_7 NH_2$



Nom de l'amine : propan - 2 - amine.

### **Exercice 3 : ( 04 points )**

**3.1** :

**3.1.1** :

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \rightarrow \begin{cases} v_x = v_0 \cos \alpha \\ v_z = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x = v_0 t \cos \alpha \\ z = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 t \sin \alpha + h_1 \end{cases}$$

$$z = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + x \tan \alpha + h_1 = -\frac{1}{2} 10 \frac{x^2}{8^2 \cos^2 45} + x + 1,5$$

$$z = -0,156 x^2 + x + 1,5$$

**3.1.2** :

$$x = \ell = 1,6 \text{ m} \rightarrow z_\ell = -0,156 (1,6)^2 + 1,6 + 1,5 = 2,7 \text{ m}$$

Or  $h_2 = 2 \text{ m}$  et  $z_\ell > h_2$  donc le ballon passe au dessus de la corde.

**3.1.3** :

$$z = 0 \rightarrow -0,156 x^2 + x + 1,5 = 0$$

$$\Delta = 1 + 4 \times 1,5 \times 0,156 = 1,94$$

$$x = \frac{-1 \pm \sqrt{1,94}}{-2 \times 0,156} = 7,7 \text{ m}$$

La distance qui sépare le solide de la ligne d'arrivée lorsqu'il touche l'eau est :  $L - x = 20 - 7,7 = 12,3 \text{ m}$

**3.1.4** :

On applique le théorème de l'énergie cinétique au solide entre l'instant initial et l'instant où il touche l'eau :

$$\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = m g h_1 \rightarrow v_2 = \sqrt{2 g h_1 + v_0^2} = \sqrt{2 \times 10 \times 1,5 + 64} = 9,7 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\sin \beta = \frac{v_0 \cos \alpha}{v_2} = \frac{8 \times \cos 45}{9,7} = 0,58 \rightarrow \beta = 35,7^\circ$$

**3.2** :

$$x_3 = 12 \text{ m} \rightarrow z_3 = 0$$

$$-\frac{1}{2} g \frac{x_2^3}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + x_3 \tan \alpha + h_1 = 0 \rightarrow v_0 = \frac{1}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g x_2^3}{2(x_3 \tan \alpha + h_1)}} = 10,3 \text{ m.s}^{-1}$$

### **Exercice 4 : ( 04 points )**

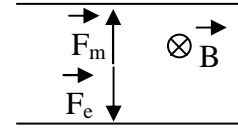
**4.1** :

On applique le théorème de l'énergie cinétique sur un ion entre  $T_1$  et  $T_2$  :

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = qU \rightarrow \frac{q}{m} = \frac{v_0^2}{2U}$$

**4.2.1 :**

$\vec{F}_e = q\vec{E}$  avec  $q > 0 \rightarrow \vec{F}_e$  et  $\vec{E}$  ont la même direction et le même sens.



**4.2.2 :**

$\vec{F}_m + \vec{F}_e = \vec{0} \rightarrow \vec{F}_m$  et  $\vec{F}_e$  ont la même direction, la même intensité et des sens contraires.

**4.2.3 :**

$\vec{F}_m = q \vec{v} \wedge \vec{B} \rightarrow \vec{B}$  est rentrant.

**4.2.4 :**

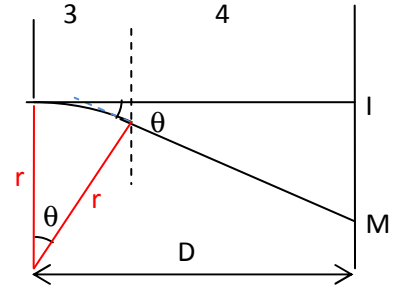
$$qE = qv_0B \rightarrow v_0B = E \rightarrow v_0^2 B^2 = E^2 \rightarrow \frac{2qU}{m} B^2 = E^2 \rightarrow \frac{q}{m} = \frac{E^2}{2UB^2}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{(9 \cdot 10^3)^2}{2 \times 3,9 \cdot 10^3 \times (5 \cdot 10^{-2})^2} = 4,15 \cdot 10^6 \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$$

**4.3.1 :**

Dans la zone 3, l'ion est soumis à un champ magnétique uniforme  $\vec{B}'$  donc sa trajectoire est circulaire.

Dans la zone 4 l'ion n'est soumis à aucune force donc sa trajectoire est rectiligne. La direction de la trajectoire dans la zone 4 est celle du vecteur vitesse de l'ion à la sortie de la zone 3



**4.3.2 :**

$$\sin \theta \approx \frac{\ell}{r} \text{ et } \tan \theta \approx \frac{IM}{D}$$

$$\text{aussi } \sin \theta \approx \tan \theta \rightarrow \frac{\ell}{r} \approx \frac{IM}{D} \rightarrow IM = \frac{\ell D}{r} \text{ avec } r = \frac{mv_0}{qB'}$$

$$\text{donc } IM = \frac{\ell D q B'}{mv_0}$$

$$\text{On avait à la question 4.1 : } \frac{q}{m} = \frac{v_0^2}{2U} \rightarrow \text{d'où l'on tire } v_0 \rightarrow IM = \frac{\ell D q B'}{m} \times \sqrt{\frac{m}{2qU}} = \ell D B' \sqrt{\frac{q}{2mU}}$$

$$\frac{q}{m} = 2U \left( \frac{IM}{\ell D B'} \right)^2$$

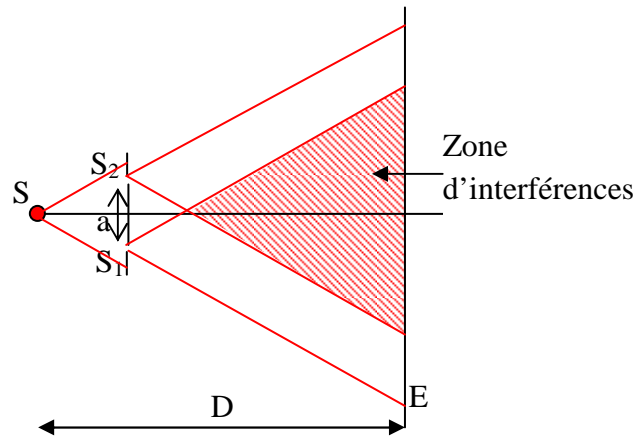
Les valeurs de  $U$ ,  $\ell$ ,  $D$  et  $B'$  étant données, cette expression permet de déterminer  $\frac{q}{m}$  après la mesure de  $IM$ .

## Exercice 5 : (04 points)

### 5.1.1

#### 5.1.2.1 :

a)  $\delta = k\lambda$       b)  $\delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$



#### 5.1.2.2 :

L'interfrange est la distance qui sépare les milieux de 2 franges consécutives de même nature.

$$i = x_{i+1} - x_i$$

Pour une frange brillante :  $\delta = k\lambda = \frac{ax_i}{D} \rightarrow x_i = \frac{k\lambda D}{a}$

Pour la frange brillante consécutive :  $x_{i+1} = \frac{(k+1)\lambda D}{a}$

Alors  $i = x_{i+1} - x_i = \frac{(k+1)\lambda D}{a} - \frac{k\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a}$

#### 5.1.3.1 :

Pour minimiser l'incertitude sur la mesure.

#### 5.1.3.2 :

$$i = \frac{d}{6} = \frac{\lambda D}{a} \rightarrow \lambda = \frac{da}{6D} = \frac{28,5 \cdot 10^{-3} \times 0,20 \cdot 10^{-3}}{6 \times 1,5} = 633 \text{ nm}$$

### 5.2.1 :

$$W_S = 1,8 \text{ eV}$$

$$W_S = \frac{hc}{\lambda_0} \rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{W_S} = 6,89 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 689 \text{ nm}$$

$\lambda < \lambda_0 \rightarrow$  il y a une extraction d'électrons de la cellule photoélectrique.

### 5.2.2 :

$$E_{C_{\max}} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = hc \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$$

$$E_{C_{\max}} = 2,55 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 0,16 \text{ eV}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{C_{\max}}}{m}} = 2,37 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1}$$

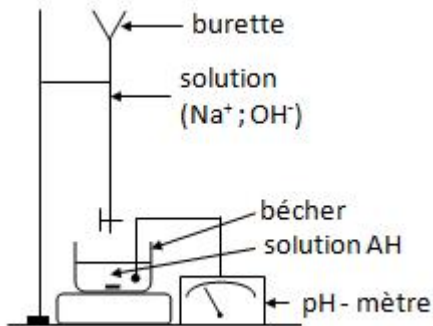


## CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE

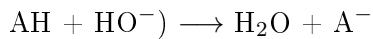
### Exercice 1 :(4 points)

$m_t = 7,43$  g dans  $V_t = 1$  L et  $V = 20$  mL aussi  $C_b = 0,1$  mol/L.

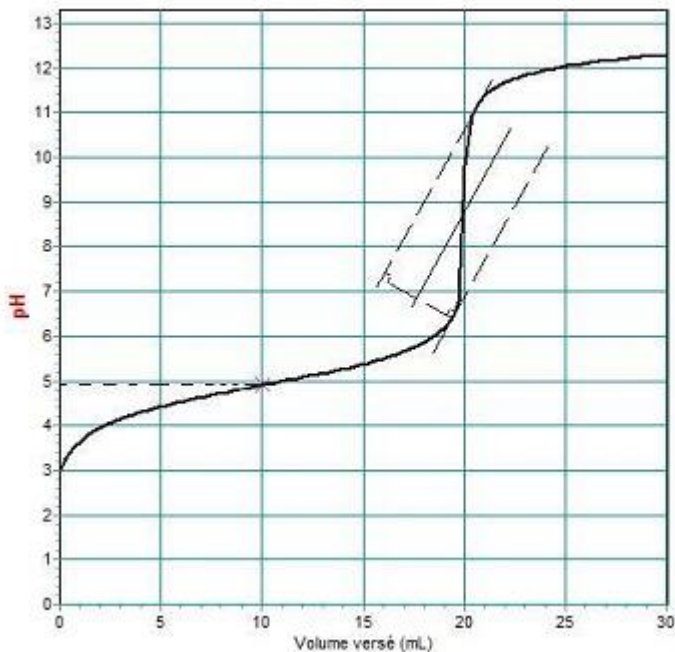
1.1 : Schéma annoté du dispositif expérimental.(0,75 pt)



1.2 : Equation de la réaction entre l'acide AH et la solution d'hydroxyde de sodium (0,25 pt)



1.3 : Tracé de la courbe  $\text{pH} = f(V_b)$  (0,75 pt)



**1.4 : (0,5 pt)**

On détermine le point équivalent sur la courbe tracée en 1.3, en appliquant la méthode des tangentes. Les coordonnées de E sont ( $V_{bE} = 20$  mL,  $\text{pH}_E = 8,8$ )

Détermination de la concentration de la solution de l'acide carboxylique AH

$$C_A V = C_b V_{bE} \rightarrow C_A = \frac{C_b V_{bE}}{V}$$

$$\text{Application numérique : } C_A = \frac{0,1 \times 20}{20} = 0,1 \text{ mol/L}$$

$\text{pK}_A = \text{pH}$  à la demi - équivalence ; graphiquement, on trouve :  $\text{pK}_A (\text{AH}/\text{A}^-) = 4,9$

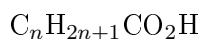
**1.5 : (1 pt)**

Détermination de la masse molaire de l'acide AH

$$n_A = C_A V_t = 0,1 \times 1 = 0,1 \text{ mol}$$

$$n_A = \frac{m_A}{M_A} \rightarrow M_A = \frac{m_A}{n_A} = \frac{7,43}{0,1} = 74,3 \text{ g/mol}$$

Détermination de la formule brute de l'acide AH



$$M_A = 12n + 2n + 1 + 12 + 2 \times 16 + 1$$

$$M_A = 14n + 14 + 32 = 14n + 46$$

$$\text{soit } 14n + 46 = 74,3 \text{ donc } n = \frac{74,3 - 46}{14} = 2$$

La formule brute est  $\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$

**1.6 : (0,75 pt)**

$\text{pK}_A (\text{AH}/\text{A}^-) = 4,9$ , il s'agit de l'acide propanoïque.

Le résultat est en accord avec la formule brute trouvée à la question 1.5.

**Exercice 2 : (4 points)**

**2.1.1 : (0,25 pt)**

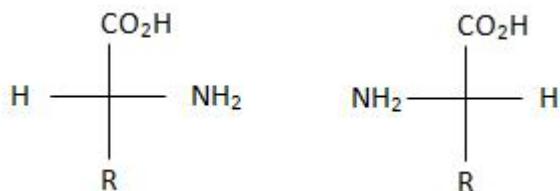
Nom de la leucine : acide 2 - amino 4 - méthylpentanoïque.

**2.1.2 : (0,25 pt)**

La molécule de leucine est chirale parce qu'elle possède un atome de carbone asymétrique.

**2.1.3 : (0,25 pt)**

Représentation de Fischer des deux énantiomères.





$$\text{soit } \frac{M_S \times M}{d^2} = \frac{F}{G} \rightarrow M_S \times M = \frac{F \times d^2}{G} \rightarrow M_S = \frac{F \times d^2}{G \times M}$$

Application numérique :

$$M_S = \frac{3,5 \cdot 10^{22} \times (1,5 \cdot 10^{11})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 6 \cdot 10^{24}} = 1,97 \cdot 10^{30} \text{ kg} \approx 2,0 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

**3.3 :**

Altitude du satellite :  $h_1 = 400 \text{ km} = 4 \cdot 10^5 \text{ m}$ .

**3.3.1 : (0,25 pt)**

Le référentiel géocentrique est le référentiel d'étude du mouvement de ce satellite.

**3.3.2 : (0,5 pt)**

$$V = \sqrt{\frac{G \times M}{R + h_1}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 6 \cdot 10^{24}}{(6400 + 400) \cdot 10^3}} = 7,67 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

**3.3.3 : (1 pt)**

Expressions de la distance parcourue par le satellite pendant un tour :

$\ell = 2\pi(R + h_1)$  circonférence de la trajectoire

$\ell = V \times T$  distance parcourue par le satellite pendant une durée  $T$  (période) à la vitesse uniforme  $V$ .

$$\text{Soit } V \times T = 2\pi(R + h_1) \rightarrow T = \frac{2\pi(R + h_1)}{V} = 2\pi(R + h_1) \sqrt{\frac{R + h_1}{G \times M}} = 2\pi \sqrt{\frac{(R + h_1)^3}{G \times M}}$$

$$\text{Aussi } V = (R + h_1) \omega \text{ soit } \omega = \frac{V}{(R + h_1)} = \sqrt{\frac{G \times M}{R + h_1}} \times \frac{1}{R + h_1} = \sqrt{\frac{G \times M}{(R + h_1)^3}}$$

Applications numériques :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R + h_1)^3}{G \times M}} = 2\pi \sqrt{\frac{((6400 + 400) \cdot 10^3)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 6 \cdot 10^{24}}} = 5562,35 \text{ s}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 6 \cdot 10^{24}}{((6400 + 400) \cdot 10^3)^3}} = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ rad/s}$$

**3.4 : (0,25 pt)**

Un satellite géostationnaire est fixe par rapport à un point de la Terre. Sa période est égale à la période du mouvement de rotation de la Terre qui est  $24 \text{ h} = 24 \times 3600 = 86400 \text{ s}$ .

**3.5 : (0,75 pt)**

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R + h)^3}{G \times M}} \rightarrow h = \sqrt[3]{\frac{T^2 G M}{4\pi^2}} - R$$

$$\text{Application numérique : } h = \sqrt[3]{\frac{86400^2 \times 6,67 \cdot 10^{-11} \times 6 \cdot 10^{24}}{4\pi^2}} - 64 \cdot 10^5 = 358,97 \cdot 10^5 \text{ m} \approx 36000 \text{ km}$$

**Exercice 4 : (5 points)**

**4.1 : (0,5 pt)**

Etablissement de l'équation différentielle vérifiée par la tension  $u_{AB}$  au cours de cette étape de la charge du condensateur :

$$U_0 = u_{AB} + u_R$$

avec  $u_R = Ri$  et  $i = \frac{dq}{dt}$  d'après l'orientation choisie aussi  $q = Cu_{AB}$

$$\text{soit } u_R = R \frac{dCu_{AB}}{dt} = RC \frac{du_{AB}}{dt}$$

donc l'équation différentielle vérifiée par la tension est :  $RC \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = U_0$

#### 4.2 : (1 pt)

Vérification de la solution de l'équation différentielle :  $u_{AB} = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$

$$\frac{du_{AB}}{dt} = \frac{U_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

On obtient :  $RC \frac{U_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) = U_0$

$$\rightarrow \frac{RC}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} = 1$$

$$\rightarrow e^{-\frac{t}{\tau}} \left(\frac{RC}{\tau} - 1\right) = 0$$

$$\rightarrow \frac{RC}{\tau} - 1 = 0 \rightarrow \frac{RC}{\tau} = 1$$

$$\tau = RC$$

Application numérique :  $\tau = 10 \cdot 10^3 \times 1 \cdot 10^{-6} = 10^{-2} s = 10 \text{ ms}$

#### 4.3 :

##### 4.3.1 : (0,5 pt)

Le graphe qui a l'allure d'une courbe exponentielle est en accord avec l'expression de  $u_{AB}$

Aussi, avec l'expression  $u_{AB} = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$

à  $t = 0$  on a  $u_{AB} = U_0 \left(1 - e^{-\frac{0}{\tau}}\right) = U_0(1 - 1) = 0$

et lorsque  $t \rightarrow +\infty$  alors  $u_{AB} \rightarrow U_0 = 5V$

Ce qui se vérifie sur la courbe.

##### 4.3.2 : (0,75 pt)

$\tau$  est la date à laquelle  $u_{AB} = 0,63U_0 = 3,15 \text{ V}$

A partir du graphe, on cherche l'abscisse du point de la courbe dont l'ordonnée est égale à 3,15 V. On trouve  $\tau = 10 \cdot 10^{-3} s = 10^{-2} s$

Autre méthode : On peut déterminer  $\tau$  en traçant la tangente à la courbe à l'origine.  $\tau$  est l'abscisse du point d'intersection de cette tangente avec la droite d'équation  $U_{AB} = U_0$

On remarque que les deux valeurs de  $\tau$  sont égales. On peut déterminer  $\tau$  par le calcul ou par la méthode graphique.

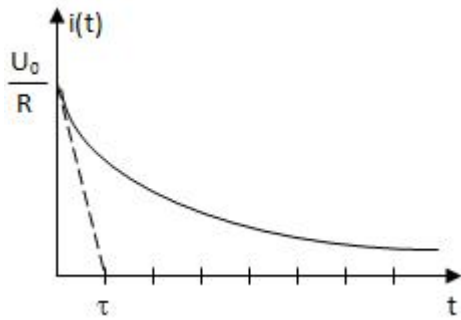
#### 4.4 : (1 pt)

$$i = \frac{dq}{dt} \text{ avec } q = C u_{AB} \text{ donc } i = C \frac{du_{AB}}{dt}$$

$$\frac{du_{AB}}{dt} = \frac{U_0}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ et } \tau = RC$$

$$\text{donc } i = \frac{CU_0}{RC} e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Allure de  $i(t)$



4.5 :

4.5.1 : Equation différentielle traduisant les variations de la charge  $q(t)$  du condensateur en fonction du temps. (0,5

pt)

Aux bornes du condensateur :  $u_{AB} = \frac{q}{C}$

Aux bornes de la bobine :  $u_{BA} = L \frac{di}{dt}$

$$u_{AB} = -u_{BA} \rightarrow \frac{q}{C} = -L \frac{di}{dt} \rightarrow \frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} = 0$$

$$\text{Aussi } i = \frac{dq}{dt} \text{ donc } \frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2}$$

$$\text{L'équation devient : } \frac{q}{C} + L \frac{d^2q}{dt^2} = 0 \rightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$$

4.5.2 : Expression littérale puis numérique de la charge du condensateur en fonction du temps. (0,75 pt)

La solution de cette équation différentielle est de la forme :  $q = Q_m \cos(\omega_0 t + \phi)$

Ce qui implique que  $i = \frac{dq}{dt} = -\omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t + \phi)$

$Q_m$  et  $\phi$  sont déterminés par les conditions initiales :

$$\text{à } t = 0 \text{ on a } q = CU_0 \text{ et } i = 0 \rightarrow \begin{cases} Q_m \cos \phi = CU_0 \\ -\omega_0 Q_m \sin \phi = 0 \end{cases}$$

$$-\omega_0 Q_m \sin \phi = 0 \rightarrow \sin \phi = 0 \rightarrow \phi = 0 \text{ ou } \phi = \pi$$

La valeur de  $\phi$  compatible avec l'expression  $Q_m \cos \phi = CU_0$  est  $\phi = 0$

d'où  $Q_m = CU_0$

En définitive  $q = CU_0 \cos \omega_0 t$

$$CU_0 = 10^{-6} \times 5 = 5 \cdot 10^{-6} C$$

$$\text{et } \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}} = \sqrt{\frac{1}{10 \cdot 10^{-3} \times 10^{-6}}} = 10^4 \text{ rad/s}$$

d'où  $q = 5 \cdot 10^{-6} \cos 10t$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{2\pi}{10^4} = 6,28 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

### Exercice 5 : (3,5 points)

#### 5.1.(0,5 pt)

Le niveau de plus basse énergie correspond à  $n = 1$  d'où :

$$E_1 = - E_0 = - 13,6 \text{ eV}$$

On l'appelle "niveau fondamental".

#### 5.2. Expression de la fréquence de la radiation émise.(0,75 pt)

$$h\nu = E_n - E_p \longrightarrow \nu_{n,p} = \frac{E_0}{h} \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right)$$

#### 5.3.(0,5 pt)

Valeur du nombre p

$$\frac{h\nu}{E_0} = \frac{1}{4} - \frac{1}{p^2} \longrightarrow p = 3$$

#### 5.4.

##### 5.4.1. Expressions des fréquences limites (1 pt)

$$h\nu_{lim} = 0 - E_n = \frac{E_0}{n^2} \longrightarrow \nu_{lim} = \frac{E_0}{hn^2}$$

##### 5.4.2. Valeurs des fréquences limites (0,75 pt)

Pour Lyman

$$n = 1 \longrightarrow \nu_{lim} = \frac{13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34} \times 1} = 3,28 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Pour Balmer

$$n = 2 \longrightarrow \nu_{lim} = \frac{13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34} \times 4} = 8,20 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Pour Paschen

$$n = 3 \longrightarrow \nu_{lim} = \frac{13,6 \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34} \times 9} = 3,65 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$



## Corrigé

### Exercice 1

#### 1.1.1. Concentration $c_a$

A l'équivalence, on a :  $c_a v_a = c_b v_b \rightarrow c_a = \frac{c_b v_b}{v_a}$

A.N :  $c_a = 5,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

#### 1.1.2. Masse molaire de l'alcool

$$c_a = \frac{n}{v} = \frac{\frac{m}{M}}{v} \rightarrow M = \frac{m}{v c_a}$$

A.N :  $M = 88 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

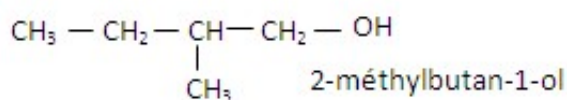
Formule de l'alcool amylique  $C_n H_{2n+2} O$

$$M = 88 \rightarrow 14n + 18 = 88 \rightarrow n = 5 \rightarrow C_5 H_{12} O$$

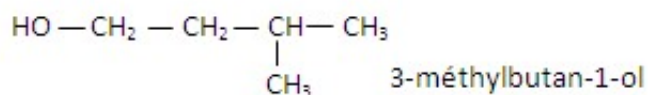
#### 1.1.3.

a) Atome de carbone asymétrique = atome de carbone lié à quatre groupes d'atomes différents.

b) Formule semi-développée de A



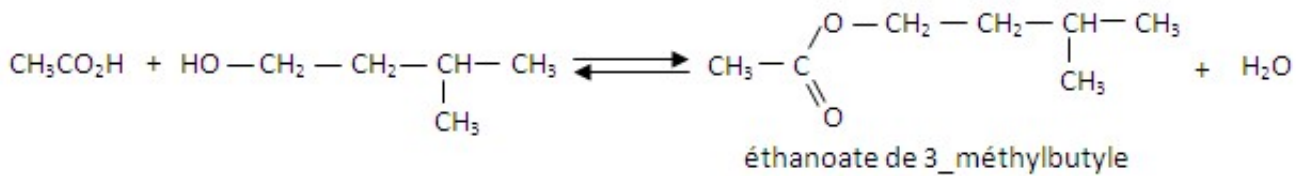
1.1.4. Formule semi-développée de B



#### 1.2.

1.2.1. Acide sulfurique = catalyseur

### 1.2.2. Equation-bilan de la réaction de B avec l'acide éthanoïque



### 1.2.3. Proportions du mélange initial

$$\text{acide} : n_a = \frac{16}{60} = 0,27 \text{ mol}$$

$$\text{isomère B} : n_B = \frac{8}{88} = 0,09 \text{ mol}$$

donc le mélange initial n'était pas stoechiométrique.

$n_B < n_a$  : L'isomère B est le réactif limitant.

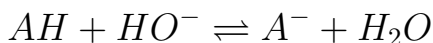
$$1.2.4. \text{Rendement } r = \frac{n_e}{n_B} = \frac{m_e}{M_e n_B} = 0,55$$

Exercice 2 :

### 2.1. Coordonnées du point équivalent.

On applique la méthode des tangentes. On trouve : point équivalent E ( $V_{BE}=12 \text{ mL}$  ;  $\text{pH}_E = 8,5$ )

### 2.2. Equation du dosage



### 2.3. Concentration molaire volumique de $S_A$

$$\text{A l'équivalence, on a } c_a v_a = c_b v_{BE} \rightarrow c_a = \frac{c_b v_{BE}}{v_a}$$

$$\text{A.N} : c_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

2.4 :

### 2.4.1. A la demi-équivalence on a $\text{pH} = \text{pKa}$

$$\text{Justification} : \text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$$

Or à la demi-équivalence, on a :  $[\text{A}^-] = [\text{AH}]$  car la moitié de la quantité de matière d'acide AH s'est transformée en base  $\text{A}^- \rightarrow \text{pH} = \text{pKa}$

Valeur du pKa trouvée par l'élève.

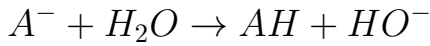
Le point de demi-équivalence D est le point d'abscisse  $\frac{V_{BE}}{2}$  soit D ( $V_D = 6 \text{ mL}$ )

Le pKa correspond à l'ordonnée du point D ; graphiquement, on trouve

$$pK_a = pH_D = 4,9$$

2.4.2.

a) Réaction entre  $A^-$  et  $H_2O$ .



b) Expression de  $K_A$

$$K_A = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[AH]}$$

Or  $[AH] = [HO^-]$  d'après l'équation précédente

Par ailleurs, la conservation de la matière s'écrit :

$$n_{AH}^i = n_{AH} + n_{A^-}$$

$$[AH]^i = [AH] + [A^-]$$

$$[AH] \text{ négligeable devant } [A^-] \rightarrow [A^-] = [AH]^i = \frac{c_a v_a}{v_a + v_{BE}}$$

$$\text{d'où } K_A = \frac{[H_3O^+]c_a v_a}{[HO^-](v_a + v_{BE})} = \frac{[H_3O^+]^2 c_a v_a}{K_e(v_a + v_{BE})} \rightarrow K_A = \frac{[H_3O^+]^2 c_a v_a}{K_e(v_a + v_{BE})}$$

Valeur du pKa

$$K_A = \frac{[H_3O^+]^2 c_a v_a}{K_e(v_a + v_{BE})} \rightarrow [H_3O^+]^2 = K_A K_e \frac{v_a + v_{BE}}{c_a v_a}$$

$$2 \log[H_3O^+] = \log K_A + \log K_e + \log \frac{v_a + v_{BE}}{c_a v_a}$$

$$2pH_E = pK_A - \log K_e - \log \frac{v_a + v_{BE}}{c_a v_a}$$

$$pK_A = -pK_e + 2pH_E + \log \frac{v_a + v_{BE}}{c_a v_a} \rightarrow pK_A \approx 4,9$$

Comparaison : aux erreurs près, les 2 méthodes donnent le même résultat.

Commentaire : la méthode graphique utilisant la demi-équivalence présente l'avantage d'être plus simple.

Exercice 3 :

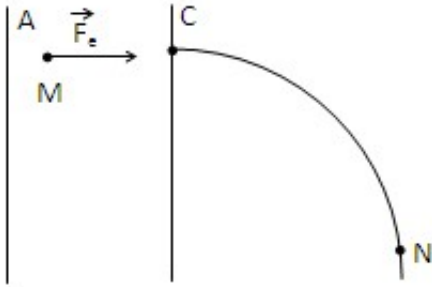
3.1.1. Force électrique sur un ion.

$$U > 0 \rightarrow U_A > U_C \rightarrow \vec{E} \text{ orienté de A vers C}$$

$$\vec{F}_e = q\vec{E} \rightarrow \text{caractéristiques de } \vec{F}_e \text{ (direction : celle de } \vec{E} \text{ et perpendiculaire à A, sens :}$$

celui de  $\vec{E}$  car  $q > 0$ ; intensité  $F = q|E|$ )

d'où le schéma



3.1.2. Théorème de l'énergie cinétique entre  $T_1$  et  $T_2$  :

$$\Delta E_c = W_{\vec{F}_e} \rightarrow E_{cT2} - E_{cT1} = q(V_A - V_C) = qU$$

$\rightarrow E_{cT2} = qU$  quelque soit le type d'ion

3.1.3. Vitesse de l'ion  $^{39}K^+$

$$E_{cT2} = \frac{1}{2}m_1v_1^2 = qU = eU \rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2eU}{m_1}} = \sqrt{\frac{2eU}{39m_0}}$$

$$\rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2eU}{Xm_0}}$$

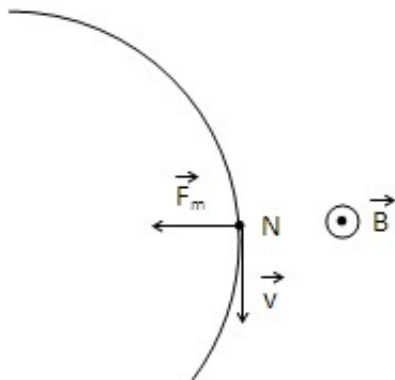
3.2.

3.2.1. Représentation de la vitesse de la force magnétique au point N.

$\vec{v}_N$  est tangente à la trajectoire en N et a le sens du mouvement.

La force magnétique :  $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B} \rightarrow$  le trièdre  $(q\vec{v}, \vec{B}, \vec{F}_m)$  est direct  $\rightarrow$  la force  $\vec{F}_m$  est perpendiculaire à  $\vec{v}$  et  $\vec{B}$ ; elle est centripète car le mouvement est circulaire et uniforme.

D'où le schéma :



3.2.2. Le sens du champ magnétique  $\vec{B}$

Le trièdre  $(q\vec{v}, \vec{B}, \vec{F}_m)$  étant direct, on en déduit le sens de  $\vec{B}$  par application de la règle de la main droite ou toute autre règle équivalente. Le vecteur  $\vec{B}$  est sortant (voir figure).

3.3. Rayon de la trajectoire des ions  $^{39}K^+$

- Référentiel terrestre supposé galiléen.

- système ion  $^{39}K^+$

- Bilan des forces : force magnétique  $\vec{F}_m = q\vec{v}\vec{B}$

Mouvement circulaire uniforme  $\rightarrow F_m = ma_n = \frac{mv_1^2}{R_1} = qv_1B$

$$\rightarrow R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{78m_0U}{e}}$$

En tenant compte de l'expression de  $V_1$  établie en 3.1.3 on a

$$R_2 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2xm_0U}{e}}$$

3.4. Valeur de  $R_1$  :  $R_1 = 28,5 \text{ cm}$

3.5.

3.5.1. Les points d'impact

Le point  $I_1$  étant plus lumineux, il correspond à l'isotope le plus abondant  $I_1 \rightarrow ^{39}K^+$

et  $I_2$  correspond à  $^xK^+$

3.5.2. Rapport  $\frac{R_1}{R_2}$

Les relations établies en 3.3.  $\rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{39}{x}}$

3.5.3. Valeur du nombre de masse  $x$

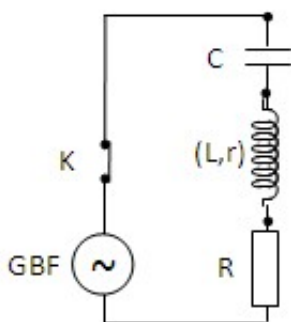
Distance entre les deux points d'impact :  $d = 2|R_1 - R_2|$

$$\rightarrow d = 2R_1 \left( \sqrt{\frac{x}{39}} - 1 \right) \rightarrow x = 39 \left( \frac{d}{2R_1} + 1 \right)^2$$

A.N.  $x = 42 \rightarrow \text{ion } ^{42}K^+$

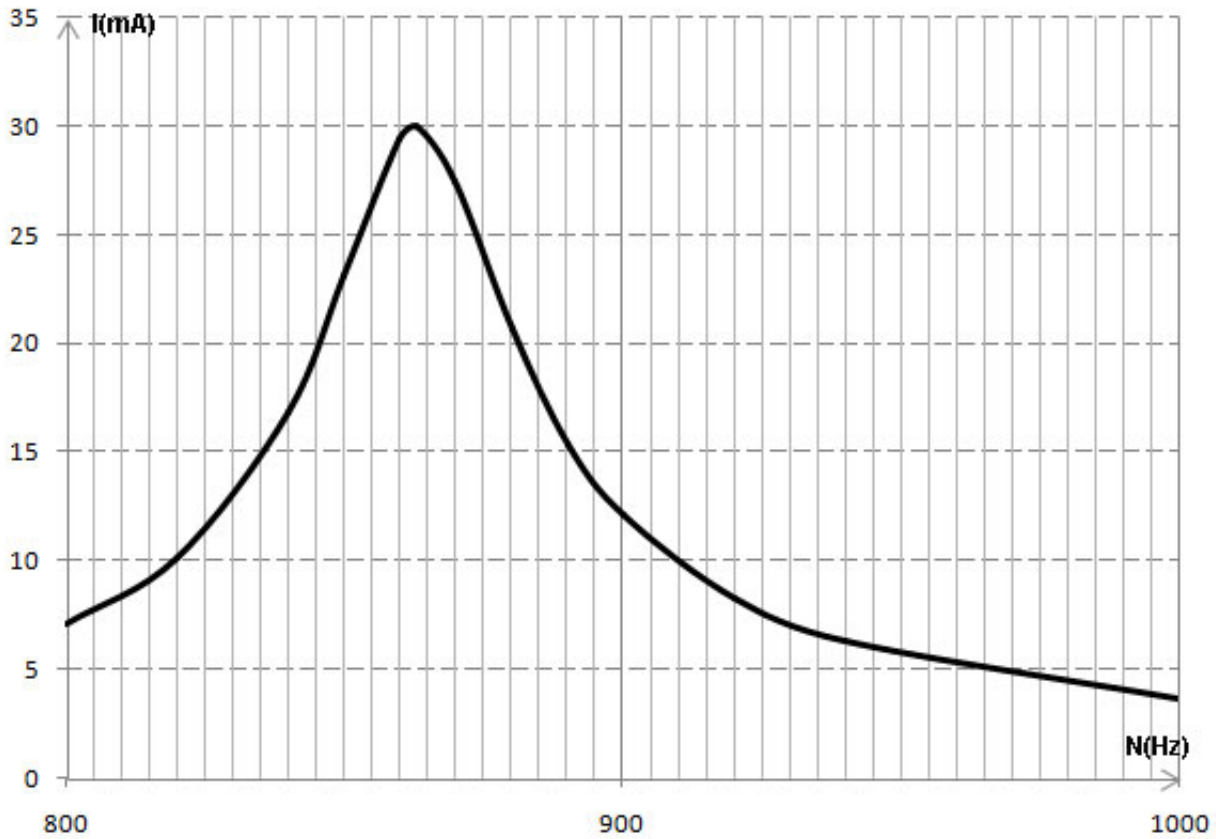
Exercice 4 :

4.1. Le schéma du circuit électrique



4.2.

#### 4.2.1. Courbe $I = f(N)$ voir ci jointe



#### 4.2.2. Valeur de $N_0$

Graphiquement, on trouve  $N_0 = 863$  Hz et  $I_0 = 30$  mA

#### 4.2.3. Résistance de la bobine

$$I_0 = \frac{E}{R + r} \rightarrow r = \frac{E}{I_0} - R$$

A.N.  $r = 20\Omega$

#### 4.3.

4.3.1. Largeur de la bande passante :  $\Delta N = N_2 - N_1 = 885 - 850 = 35$  Hz

4.3.2. Inductance  $L$  de la bobine

$$\Delta N = \frac{R + r}{2\pi L} \rightarrow L = \frac{R + r}{2\pi \Delta N}$$

A.N.  $L = 0,45$  H

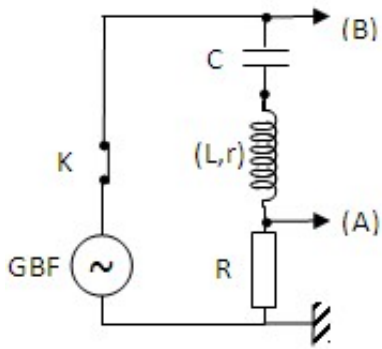
4.3.3. Valeur de la capacité

A la résonance :  $LC4\pi^2 N_0^2 = 1 \rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L}$

A.N. :  $C = 74 \mu\text{F}$

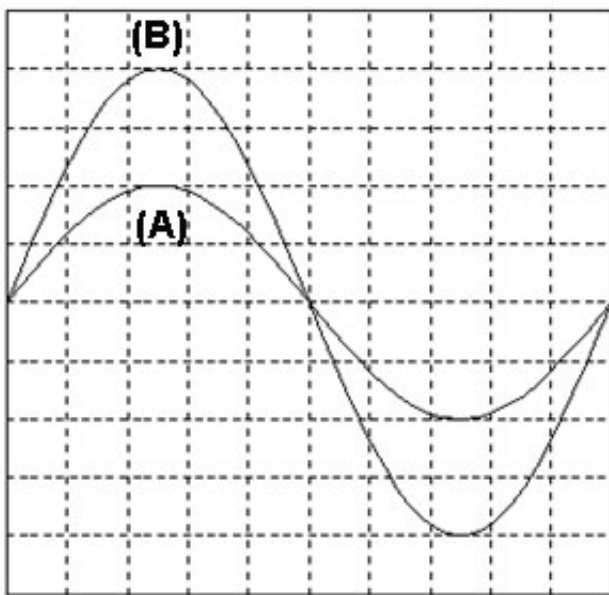
#### 4.4.

#### 4.4.1. Schéma du circuit avec le branchement de l'oscillographe



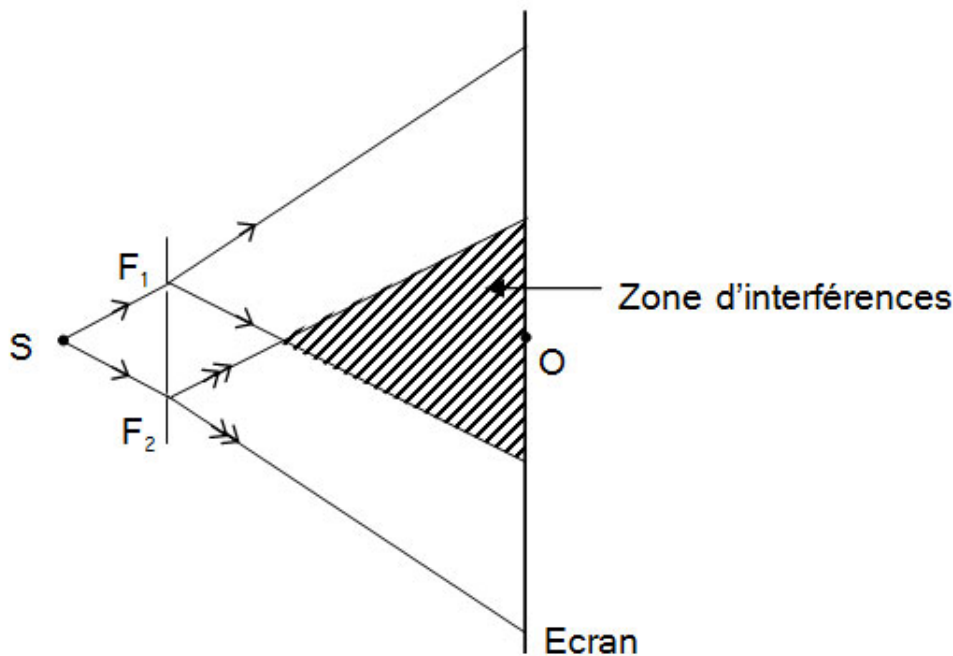
#### 4.4.2. Allure des courbes observées sur l'écran.

Résonance d'intensité  $\rightarrow i(t)$  et  $u_C(t)$  sont en phase  $\rightarrow u_R(t)$  et  $u_C(t)$  sont en phase  $\rightarrow$   
d'où les oscillogrammes.



#### Exercice 5 :

##### 5.1. Schéma



Le faisceau issu de S est diffracté par  $F_1$  et  $F_2$

## 5.2. Observations sur l'écran

On observe une alternance de franges brillantes et de franges obscures due à des interférences lumineuses résultant de la superposition des ondes lumineuses issues des sources synchrones et cohérentes  $F_1$  et  $F_2$ .

Par interférence constructive on obtient des franges brillantes, par interférence destructive les franges obscures.

## 5.3.

5.3.1. Expression de l'interfrange  $i = \frac{\lambda D}{a}$

5.3.2. distance a

$$L = 20i = \frac{20\lambda D}{a} \rightarrow a = \frac{20\lambda D}{L}$$

A.N.  $a = 2,8 \text{ mm}$

## 5.4.

5.4.1. Position d'une frange brillante par rapport à O sur l'écran  $x_k = \frac{k\lambda D}{a}$  avec  $k \in \mathbb{N}$

5.4.2. Franges centrales données par  $k = 0 \rightarrow x_k = 0$  quelque soit  $\lambda \rightarrow$  les franges centrales coïncident.

5.4.3. Longueur d'onde  $\lambda_2$

Au point où les franges brillantes coïncident, on a :

$$x = 10 i_1 = 11 i_2 \rightarrow 10 \frac{\lambda_1 D}{a} = 11 \frac{\lambda_2 D}{a}$$

$$\lambda_2 = \frac{10\lambda_1}{11}$$

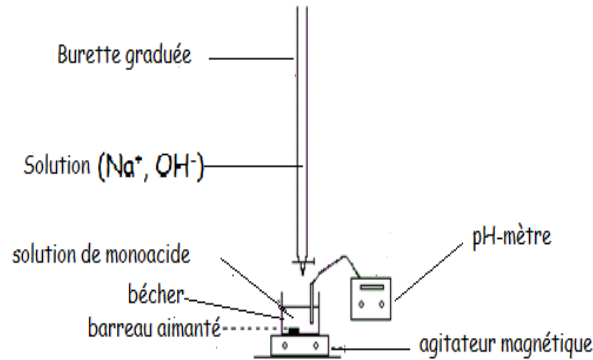
A.N.  $\lambda_2 = 554,54 \text{ nm}$ .



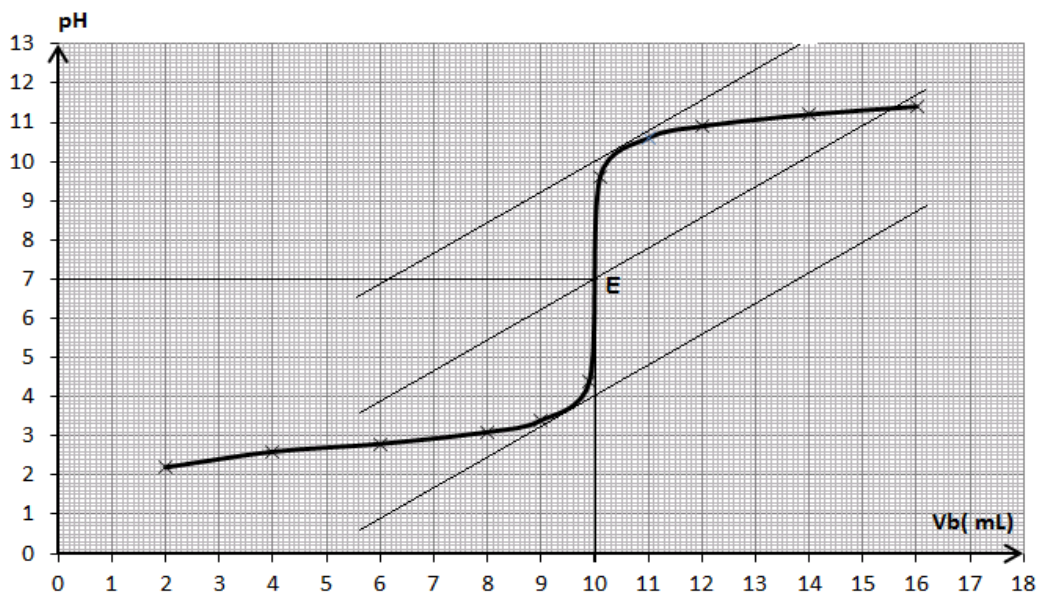
**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES**

**EXERCICE 1**

**1.1 Schéma annoté du dispositif de dosage :**



**1.2 Courbe pH= f(V<sub>b</sub>)**



courbe pH= f(V<sub>b</sub>)

**1.3 Détermination graphique des coordonnées du point d'équivalence :**

On applique la méthode des tangentes (voir courbe) ; on en tire : E ( V<sub>bE</sub>= 10 mL ; pH<sub>E</sub>=7 ).

L'acide dosé n'est pas un acide faible ; c'est un acide fort car le pH à l'équivalence est 7.

**1.4 Détermination de la concentration C<sub>0</sub> :**

A l'équivalence on a : C<sub>S</sub>V<sub>S</sub> = C<sub>b</sub>V<sub>bE</sub> or C<sub>S</sub>V<sub>S</sub> = C<sub>0</sub>V<sub>0</sub> d'où C<sub>0</sub>V<sub>0</sub> = C<sub>b</sub>V<sub>bE</sub> ⇒ C<sub>0</sub> =  $\frac{C_b V_{bE}}{V_0}$

A.N : C<sub>0</sub> =  $\frac{0,2 \cdot 10}{20} = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .

**1.5 Erreur relative sur C<sub>0</sub> :**

pH = 3,3 ⇒ V<sub>bE</sub>' ≈ 8,5 ⇒ C<sub>0</sub>' =  $\frac{0,2 \cdot 8,5}{20} = 0,085 \text{ mol.L}^{-1}$ .

$$\frac{\Delta C_0}{C_0} = \frac{0,10 - 0,085}{0,10} = 0,15 \quad \text{Erreur relative de 15\%}$$

## 1.6 Volume de soude

Si on avait dosé 50 mL de S on aurait  $C_a V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow V_{bE} = \frac{C_a V_a}{C_b}$

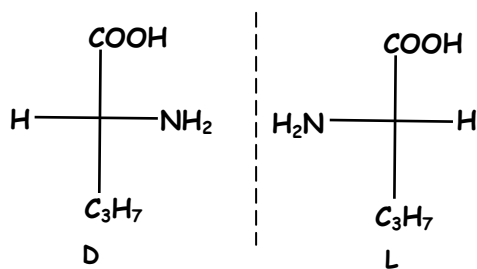
or  $C_a = \frac{0,1 \cdot 20}{500} = 0,004 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow V_{bE} = \frac{0,004 \cdot 50}{0,2} = 1 \text{ mL}$

Le volume est très faible ; la raison en est que la concentration de la soude utilisée pour le dosage est relativement élevée. Ce qui pourrait justifier le dosage du volume entier de 500 mL de la solution diluée S.

## EXERCICE 2

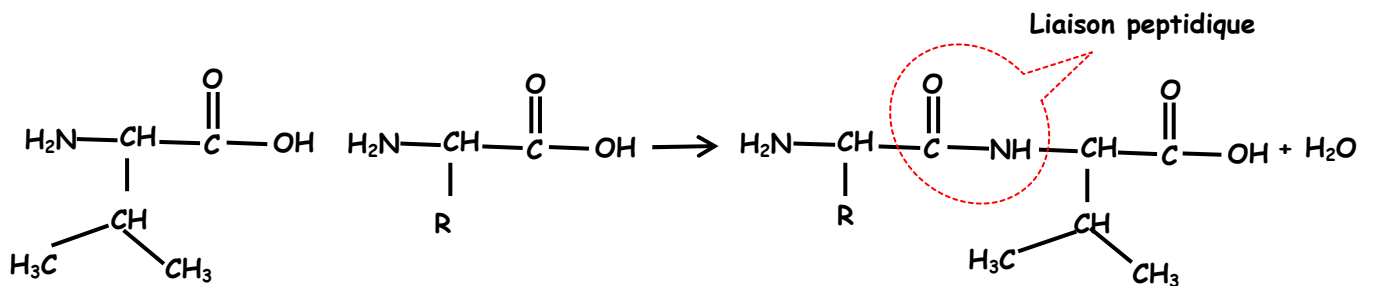
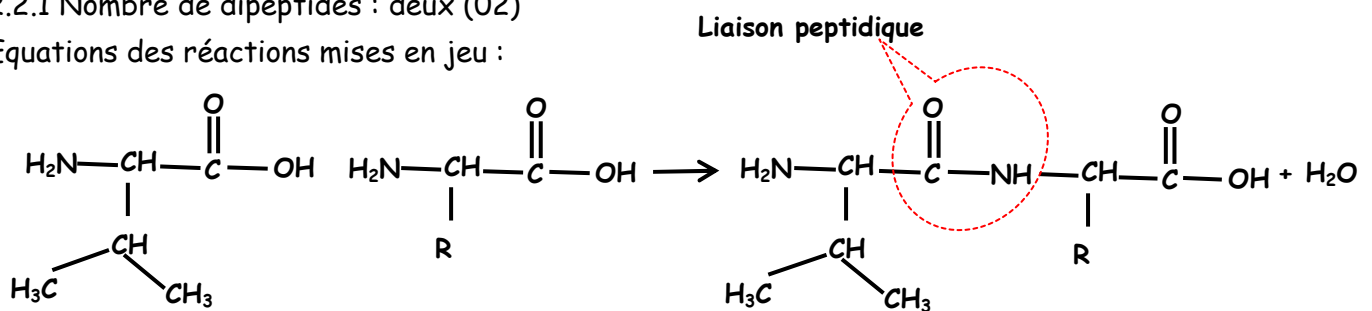
### 2.1.1 Nom officiel de A : acide 2-amino-3-méthylbutanoïque

### 2.1.2 Représentation de Fischer des énantiomères :



### 2.2.1 Nombre de dipeptides : deux (02)

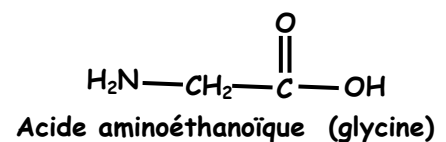
Equations des réactions mises en jeu :



### 2.2.2 Encadrer la liaison peptidique (voir ci-dessus).

### 2.2.3 Formule semi-développée et nom de B :

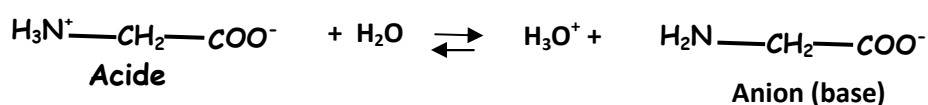
$$M(B) = M(R) + 7 \cdot 12 + 3 \cdot 16 + 2 \cdot 14 + 13 = 174 \Rightarrow M(R) = 1 \Rightarrow R = \text{H}$$



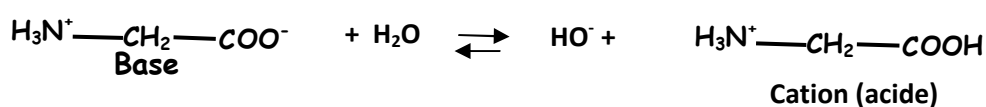
### 2.3.1 Formule semi-développée de l'ion bipolaire : $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$

2.3.2 Cet ion peut se comporter comme un acide ou une base d'où son caractère amphotère.

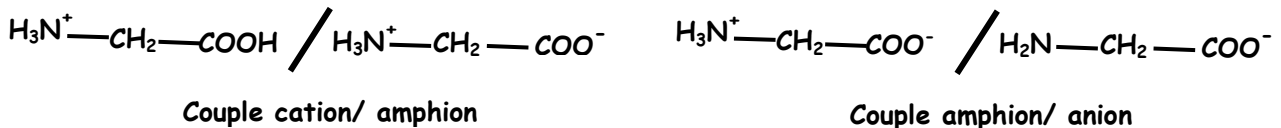
Comportement acide de l'amphion : sa réaction avec l'eau se traduit par l'équation qui suit.



Comportement basique de l'amphion : sa réaction avec l'eau se traduit par l'équation qui suit.

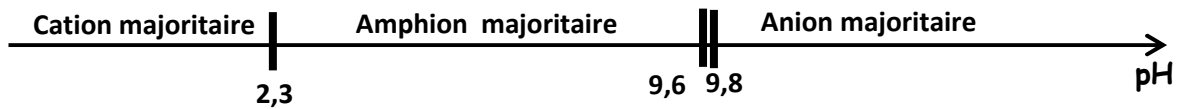


### 2.3.3 Les couples acides bases associés à l'amphion :



2.3.4 a) couple cation/amphion  $pK_a = pK_{a1} = 2,3$  et couple amphion/anion  $pK_a = pK_{a2} = 9,6$ .

2.3.4 b) complément du diagramme :



Le résultat est accepté si le point 9,6 n'est pas placé sur l'axe et que l'on ait pris 9,8 à la place

### EXERCICE 3

3.1 Exploitation des enregistrements :

3.1.1

a)  $V_{0x} = 10 \text{ m.s}^{-1}$

b) Nature du mouvement suivant Ox : mouvement rectiligne uniforme ( $a_x = 0$  car  $V_x = \text{Cte}$ ).

3.1.2

a)  $V_{0y} (\text{à } t=0) = 9 \text{ m.s}^{-1}$

b) Nature du mouvement suivant OY: mouvement rectiligne uniformément décéléré ( $a_y = \frac{dV_y}{dt} = \text{Cte}$ )

3.1.3 Expressions de  $V_{0x}$  et  $V_{0y}$  :  $V_{0x} = V_0 \cos \alpha$  et  $V_{0y} = V_0 \sin \alpha$ .

3.1.4 La valeur de  $V_0$  et celle de l'angle  $\alpha$  :  $v_0 = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0y}^2} \Rightarrow V_0 = 13,45 \text{ m.s}^{-1}$

$$\tan \alpha = \frac{V_{0y}}{V_{0x}} = \frac{9}{10} \Rightarrow \alpha = 42^\circ$$

3.2 Etude théorique du mouvement :

3.2.1 Théorème du centre d'inertie :  $\vec{P} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$

3.2.2 Les équations horaires  $V_x$  et  $V_y$  :

$V_x$  et  $V_y$  sont respectivement les primitives de  $a_x = 0$  et  $a_y = -g$

$$V_x = \text{cte} = V_{0x}$$

$$V_y = -g \cdot t + V_{0y} = -9,8 \cdot t + 9$$

Ce qui est en accord avec les graphes des figure 1 et 2.

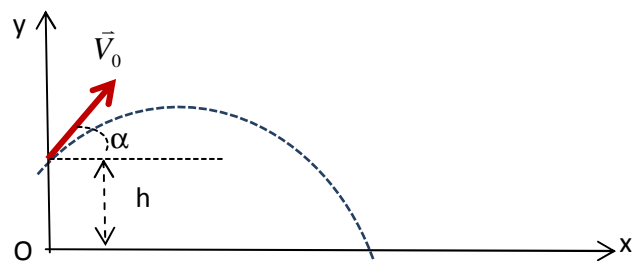
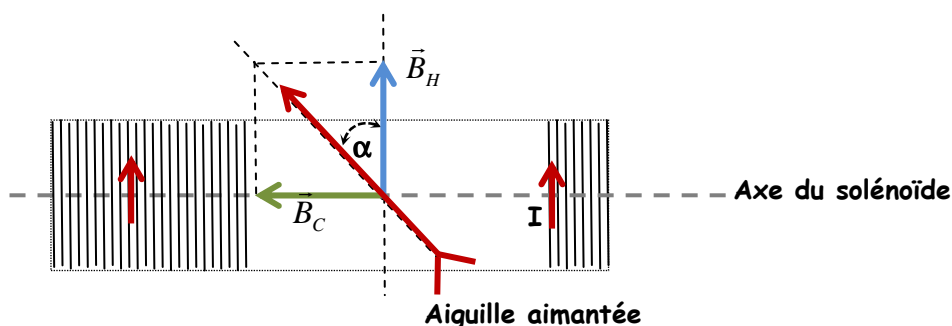
3.2.3 Les équations horaires  $x(t)$  et  $y(t)$

$$\begin{cases} x(t) = 10t \\ y(t) = -4,9t^2 + 9t + 2,62 \end{cases}$$

Equation de la trajectoire :  $y = -0,049x^2 + 0,9x + 2,62$

### EXERCICE 4

4.1.1 Schéma du solénoïde vue de dessus



4.1.2 Expression de  $\tan\alpha$ :  $\tan\alpha = \frac{B_C}{B_H} = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l \cdot B_H}$

4.2.1 Relation entre  $\tan\alpha$  et  $I$  à partir du graphe :

$\tan\alpha = a \cdot I$  or  $a=150$  (coefficient directeur)  $\Rightarrow \tan\alpha = 150 \cdot I$

4.2.2 Dédudition de la valeur de  $N$  :

$\tan\alpha = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l \cdot B_H} = 150 \cdot I \Rightarrow N = \frac{150 \cdot l \cdot B_H}{\mu_0}$   $A \cdot N : N = N_0 = \frac{150 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 10^{-5}}{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}} = 1194$  spires.

4.2.3 Détermination de l'inductance  $L$  :  $\Phi = N \cdot B \cdot S = L \cdot I$  or  $S = \pi R^2$  et  $B_C = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l} \Rightarrow L \cdot I = N \cdot \frac{\mu_0 \cdot N \cdot I}{l} \cdot \pi R^2$

$\Rightarrow L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot \pi \cdot R^2}{l}$   $A \cdot N : L = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot (1195)^2}{0,5} = 2,82 \cdot 10^{-2}$  H

$L = 28,2$  mH.

4.3.1 Intensité du courant en régime permanent :

$I_0 = \frac{E}{R + r + r'} = \frac{12}{10 + 5 + 5} = 0,6$  A.

4.3.2 a) Equation différentielle à laquelle obéit l'intensité  $i$  :

$U_{AD} = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD}$   $U_{AB} = r' \cdot i + L \frac{di}{dt}$

$U_{BC} = R_0 \cdot i ; U_{CD} = 0$  et  $U_{AD} = 0 \Rightarrow 0 = r' \cdot i + L \frac{di}{dt} + R_0 \cdot i \Rightarrow L \frac{di}{dt} + (R_0 + r') \cdot i = 0 \Rightarrow \frac{di}{dt} + \left(\frac{R_0 + r'}{L}\right) \cdot i = 0$

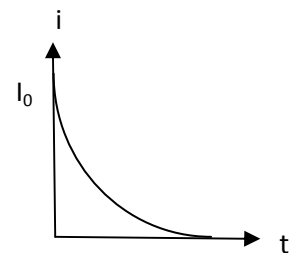
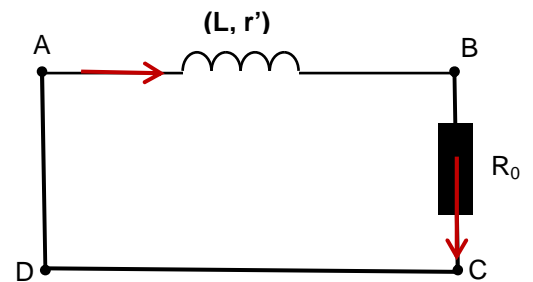
4.3.2 b) Vérification que  $i = A \cdot e^{-t/\tau}$  est solution de l'équation différentielle :

$i = A \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{A}{\tau} e^{-t/\tau} \Rightarrow \frac{di}{dt} + \left(\frac{R_0 + r'}{L}\right) \cdot i = -\frac{A}{\tau} e^{-t/\tau} + \frac{R_0 + r'}{L} \cdot A \cdot e^{-t/\tau} = A \cdot e^{-t/\tau} \left(\frac{R_0 + r'}{L} - \frac{1}{\tau}\right)$

$\frac{di}{dt} + \left(\frac{R_0 + r'}{L}\right) \cdot i = 0 \Rightarrow \left(\frac{R_0 + r'}{L} - \frac{1}{\tau}\right) = 0 \Rightarrow \tau = \frac{L}{R_0 + r'}$  ; à  $t = 0$   $i = I_0 \Rightarrow A = I_0$ .

D'où :  $i = I_0 \cdot e^{-t/\tau}$  avec  $\tau = \frac{L}{R_0 + r'}$

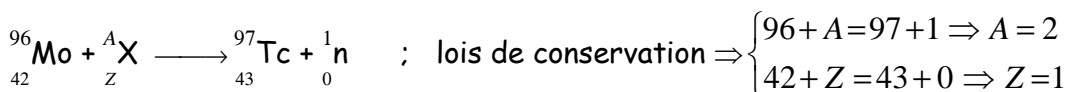
Allure courbe  $i = f(t)$  : décroissance exponentielle à partir de la valeur  $i = I_0$ .



**EXERCICE 5**

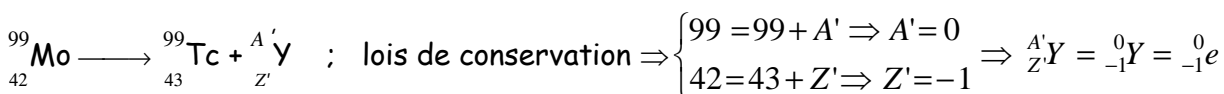
5.1.1 On appelle noyaux isotopes des noyaux ayant le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

5.1.2 Equation de la réaction de synthèse du  ${}_{43}^{97}\text{Tc}$  à partir du  ${}_{42}^{96}\text{Mo}$  :



Le noyau de deutérium est donc  ${}_1^2\text{X} \Rightarrow Z=1$  : il appartient à l'élément hydrogène ( ${}_1^2\text{X} = {}_1^2\text{H}$ ).

5.2.1 Equation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir du  ${}_{43}^{99}\text{Tc}$  à partir du  ${}_{42}^{99}\text{Mo}$  :



${}_{42}^{99}\text{Mo} \longrightarrow {}_{43}^{99}\text{Tc} + {}_{-1}^0\text{e}$  c'est une désintégration du type  $\beta^-$ .

5.2.2 Définition de l'activité : l'activité d'une source radioactive est le nombre de désintégrations qui s'y produit par unité de temps.

Relation entre A et N : on a  $A = -\frac{dN}{dt}$  et  $N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow A = \lambda N$

**5.2.3** La période radioactive T du  $^{99}_{43}\text{Tc}$  :

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow \lambda \cdot t = \ln\left(\frac{A_0}{A}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{A_0}{A}\right) \text{ or } T = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow T = \frac{t \cdot \ln 2}{\ln\left(\frac{A_0}{A}\right)}$$

Deux après la préparation  $\frac{A}{A_0} = \frac{79,5}{100} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot \ln 2}{\ln\left(\frac{1}{0,795}\right)} = 6,04 \text{ h } T = 6,0 \text{ h.}$

**5.2.4** Masse maximale de  $^{99}_{43}\text{Tc}$  :

$$m_{\max} = N_{\max} \cdot m_{\text{noyau}} \text{ or } A = \lambda \cdot N \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda} \Rightarrow m_{\max} = \frac{A \cdot m_{\text{noyau}}}{\lambda} \Rightarrow m_{\max} = \frac{A \cdot m_{\text{noyau}} \cdot T}{\ln 2}$$

$$m_{\max} = \frac{10^9 \cdot (98,882 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}) \cdot (6,04 \cdot 3600)}{\ln 2} = 5,1 \cdot 10^{-12} \text{ kg } m_{\max} = 5,15 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 5,1 \text{ ng.}$$

**5.3** Le choix sera porté sur l'isotope  $^{99}_{43}\text{Tc}$  car sa période radioactive est plus petite que celle du  $^{97}_{43}\text{Tc}$  : plus la période radioactive est petite plus la désintégration se fera plus rapidement.



**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES**

**EXERCICE 1**

**Partie A**

1.1. Noms des composés et leurs familles chimiques :

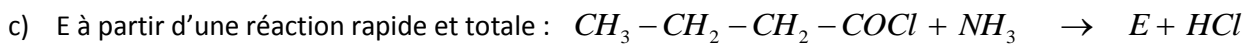
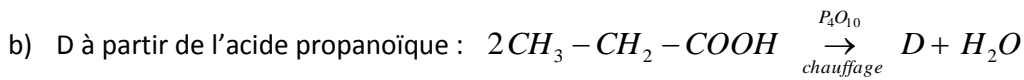
A : acide 3-méthylbutanoïque ; famille des acides carboxyliques.

B chlorure de 3-méthylbutanoyle ; famille des chlorures d'acyle.

D : anhydride propanoïque ; famille des anhydrides d'acide

E : butanamide ; famille des amides.

1.2. Ecrire l'équation-bilan d'une réaction :



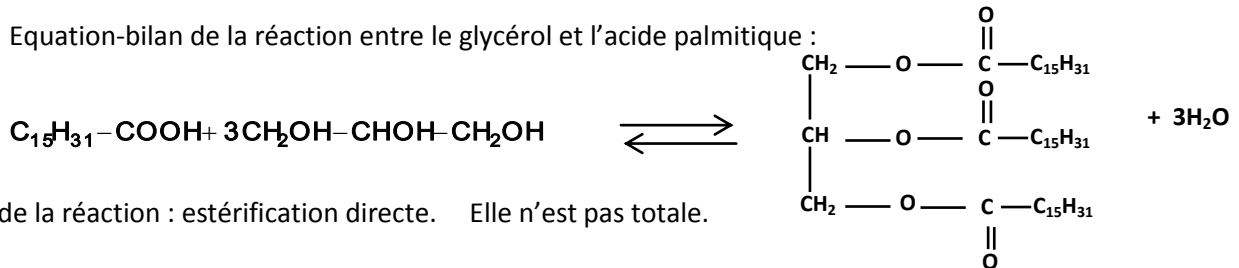
**Partie B**

1.3. Un triglycéride est un triester du glycérol et d'acide gras.

1.4. Formule semi-développée du glycérol :  $CH_2OH - CHOH - CH_2OH$

1.5.

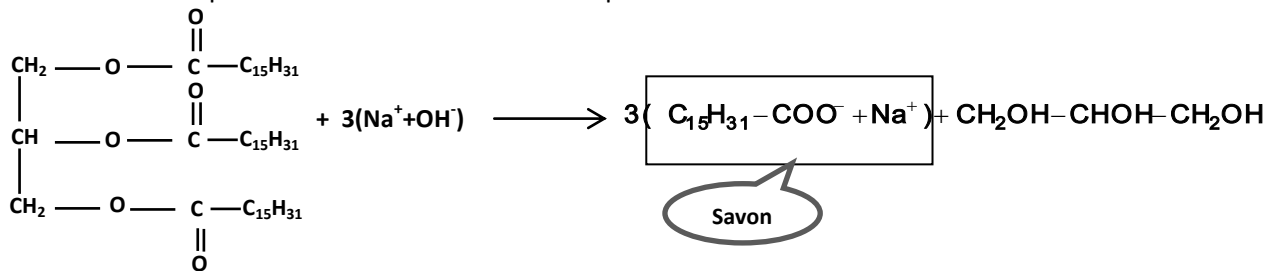
1.5.1. Equation-bilan de la réaction entre le glycérol et l'acide palmitique :



Nom de la réaction : estérification directe. Elle n'est pas totale.

1.5.2.

1.5.2.1. Equation- bilan de la réaction de saponification :



1.5.2.2. Calcul de la masse de savon obtenue :

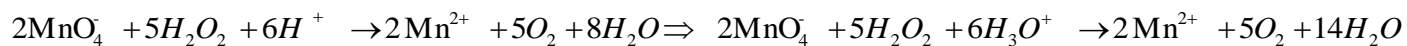
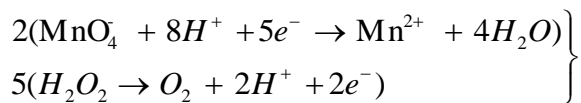
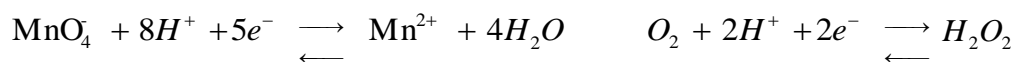
$$m_s = n_{s(\text{exp})} M_s \text{ or } n_{s(\text{exp})} = r \cdot n_{s(\text{theor})} \quad n_{s(\text{theor})} = 3 \cdot n_{\text{palmitine}} = 3 \cdot \frac{m_{\text{palmitine}}}{M_{\text{palmitine}}} \Rightarrow n_{s(\text{exp})} = r \cdot 3 \cdot \frac{m_{\text{palmitine}}}{M_{\text{palmitine}}} \Rightarrow$$

$$\text{or } m_{\text{palmitine}} = 0,47 \cdot m_{\text{huile}} \Rightarrow m_s = \frac{3 \cdot 0,47 \cdot m_{\text{huile}} \cdot M_s \cdot r}{M_{\text{palmitine}}} \quad \text{A.N : } m_s = \frac{3 \cdot 0,47 \cdot 1500 \cdot 278 \cdot 0,80}{806} = 583,59 \text{ kg}$$

## EXERCICE 2

2.1. Les ions fer (III) jouent le rôle de catalyseur : ils accélèrent la réaction.

2.2. Retrouvons l'équation-bilan à partir des demi-équations redox :



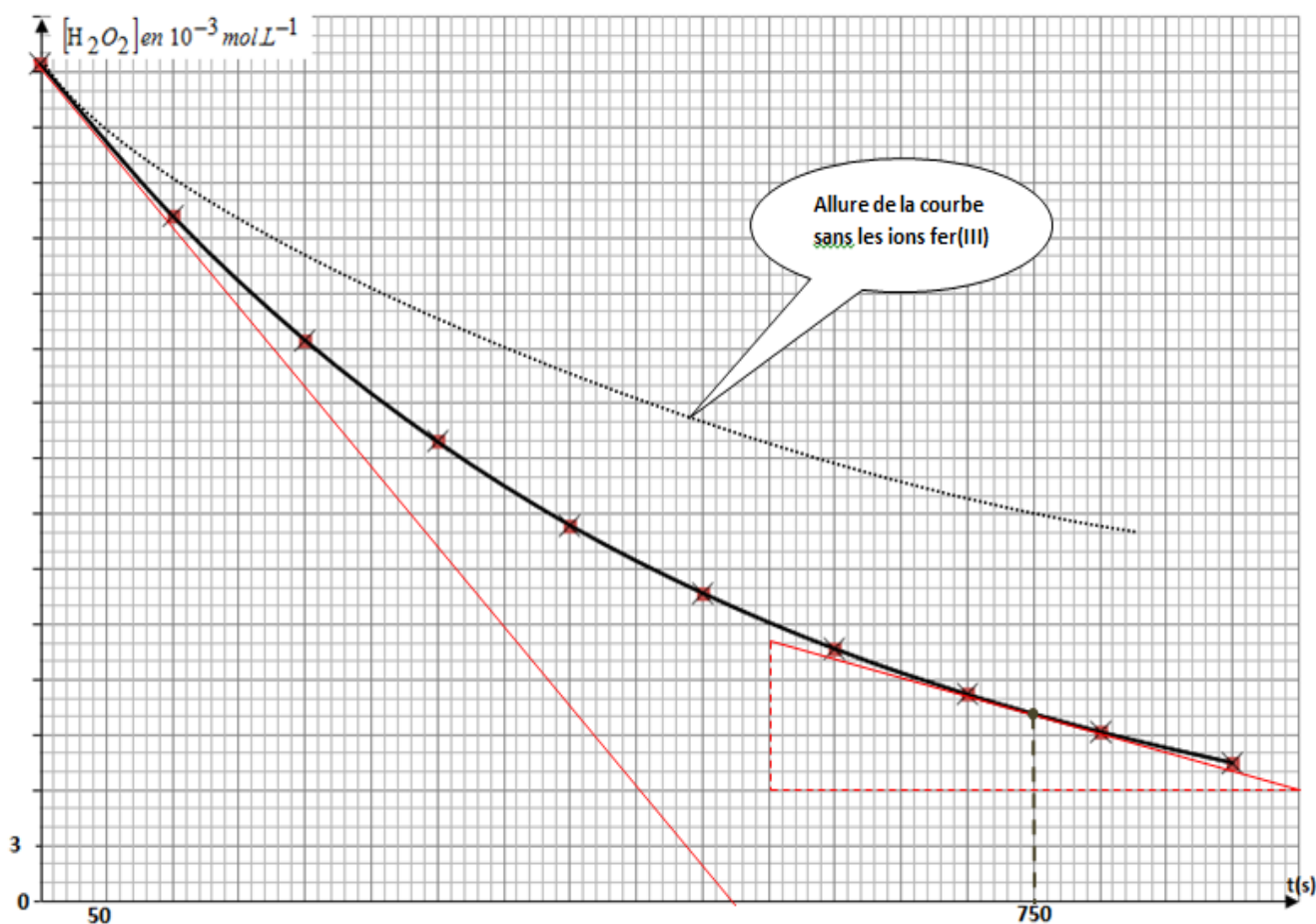
2.3.

2.3.1. Montrons que  $[\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{5CV}{2V_0}$

$$\text{Equivalence : } \frac{n_{\text{MnO}_4^-}}{2} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{5} \Rightarrow n_{\text{H}_2\text{O}_2} = \frac{5}{2} \cdot n_{\text{MnO}_4^-} \Rightarrow \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{V_0} = \frac{5}{2} \cdot \frac{n_{\text{MnO}_4^-}}{V_0} \Rightarrow \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{V_0} = \frac{5}{2} \cdot \frac{CV}{V_0} \Rightarrow [\text{H}_2\text{O}_2] = \frac{5CV}{2V_0}$$

2.3.2. Compléter le tableau et tracer de la courbe  $[\text{H}_2\text{O}_2] = f(t)$

t(s)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
V(mL)	12,12	9,92	8,12	6,65	5,44	4,46	3,65	2,99	2,45	2
$[\text{H}_2\text{O}_2]$ en $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$	45,4	37,2	30,4	24,9	20,4	16,7	13,7	11,2	9,2	7,5



**2.4.**

**2.4.1. Détermination graphique des vitesses :**

La vitesse de disparition de l'eau oxygénée à un instant donné correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe  $[H_2O_2] = f(t)$  à cet instant. Graphiquement on obtient :

$$V(t_0) = 8,74 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \quad V(t_2) = 1,95 \cdot 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

La vitesse diminue car la concentration du réactif diminue au cours du temps.

**2.4.2. Allure de la courbe en l'absence d'ions fer(II) : la vitesse est plus faible (voir courbe).**

**EXERCICE 3**

**3.1. Etude du mouvement de la bille dans l'air :**

**3.1.1. Représentation des forces : schéma ci-contre**

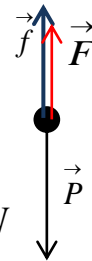
**3.1.2. Calcul des intensités des forces :**

$$P = mg = \rho_{ac} V_B g = \rho_{ac} \frac{4\pi.r^3}{3} g = 7,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{4\pi.(1,5 \cdot 10^{-3})^3}{3} \cdot 10 = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$F = \rho_0 V_B g = \rho_0 \frac{4\pi.r^3}{3} g = 1,3 \cdot \frac{4\pi.(1,5 \cdot 10^{-3})^3}{3} \cdot 10 = 1,83 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

$$f = 6\pi\eta_{(air)}.rV = 6\pi \cdot 1,85 \cdot 10^{-5} \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 2,61 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$

d'où  $F \ll P$  et  $f \ll P$  on peut négliger les intensités de ces forces devant celle du poids.



**3.1.3. Equations horaires x(t) et v(t) :**

$$T.C.I. \Rightarrow \vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g} = \text{cste MRUV} : \begin{cases} V_x = a_x t + V_{0x} \\ x = \frac{1}{2} a_x t^2 + V_{0x} t + x_0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} V_x = gt \\ x = \frac{1}{2} a_x t^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x = 10t \\ x = 5t^2 \end{cases} \quad \text{le mouvement est rectiligne de direction verticale et uniformément accéléré.}$$

**3.1.4. Montrons les informations données confirment l'approximation en 3.1.2 :**

$$MRUV : 2a_x(x-0) = V^2 - 0 \Rightarrow a_x = \frac{v^2}{2x} = \frac{3,16^2}{2 \cdot 0,5} = 9,986 \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$$

$$a_x \approx g \Rightarrow \vec{a} \approx \vec{g} \Rightarrow m\vec{a} \approx m\vec{g} \Rightarrow \vec{P} \approx m\vec{a} \Rightarrow \sum \vec{F}_{ext} \approx \vec{P} \quad \text{Toutes les forces autres que le poids ont été négligées.}$$

**3.2. Etude du mouvement dans l'huile**

**3.2.1. Montrons que l'équation différentielle peut se mettre sous la forme :  $\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C$**

$$T.C.I : \vec{P} + \vec{F} + \vec{f} = m \cdot \vec{a} \quad \text{Projetons suivant l'axe } ox : P - F - f = m \cdot a_x \Rightarrow mg - \rho_h V_B g - 6\pi\eta.r.V = m \frac{dV}{dt}$$

$$\rho_{ac} V_B \cdot g - \rho_h V_B g - 6\pi\eta \cdot r \cdot V = \rho_{ac} V_B \frac{dV}{dt} \Rightarrow \frac{dV}{dt} + \frac{6\pi\eta \cdot r}{\rho_{ac} \frac{4\pi \cdot r^3}{3}} \cdot V = \frac{(\rho_{ac} - \rho_h) \frac{4\pi \cdot r^3}{3} \cdot g}{\rho_{ac} \frac{4\pi \cdot r^3}{3}} \Rightarrow$$

$$\frac{dV}{dt} + \frac{9\eta}{2\rho_{ac} r^2} V = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}}\right) g$$

3.2.2. L'expression des constantes C et  $\tau$  :

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C \quad \text{et} \quad \frac{dV}{dt} + \frac{9\eta}{2\rho_{ac} r^2} V = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}}\right) g$$

Par identification  $C = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}}\right) g$  et  $\tau = \frac{2\rho_{ac} r^2}{9\eta}$  AN:  $C = 8,4 m \cdot s^{-2}$

3.2.3. a) Nature du mouvement si  $a=0$  : le mouvement sera rectiligne uniforme car la vitesse est maintenant constante et que la trajectoire est rectiligne.

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C \quad \text{si} \quad a=0 \Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{\tau} V = C \Rightarrow V_{\text{lim}} = C \cdot \tau$$

b) Dédution de  $\tau$  :  $\tau = \frac{V_{\text{lim}}}{C}$  AN  $\tau = \frac{4,2 \cdot 10^{-2}}{8,4} = 0,5 \cdot 10^{-2} s$   $\tau = 0,5 \cdot 10^{-2} s$

3.2.4. Détermination de la valeur de la viscosité :

$$\tau = \frac{2\rho_{ac} r^2}{9\eta} \Rightarrow \eta = \frac{2\rho_{ac} r^2}{9\tau} \quad \text{AN:} \quad \eta = \frac{2 \cdot 2,7 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^2}{9 \cdot 0,5 \cdot 10^{-2}} = 7,8 \cdot 10^{-1} \quad \eta = 7,8 \cdot 10^{-1} S \cdot I$$

## EXERCICE 4

4.1. Etude de la charge du condensateur :

4.1.1. Expression de q en fonction du temps t :

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = idt ; \quad \int dq = \int idt \quad \text{or} \quad i = I = cste \Rightarrow q = I \cdot t + cste \quad \text{à} \quad t=0 \quad q=0 \Rightarrow cste = 0$$

on tire  $q = I \cdot t$

4.1.2. Dédution par exploitation graphique :

a) La capacité C du condensateur : Le graphe implique  $q = 2,25 \cdot 10^{-4} \cdot U_{AB}$  et la théorie:  $q = C \cdot U_{AB}$  donc  $C = 225 \cdot 10^{-6} F$ .

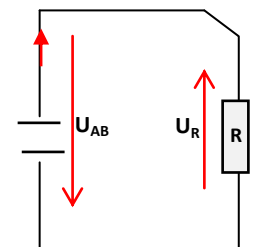
b) Date à laquelle  $U_{AB} = 1,8 V$  :

$$\text{si} \quad U_{AB} = 1,80 V \quad q = 400 \cdot 10^{-6} C \quad \text{or} \quad q = I \cdot t \Rightarrow t = \frac{q}{I} \quad \text{AN:} \quad t = \frac{400 \cdot 10^{-6}}{17 \cdot 10^{-6}} = 23,5 s. \quad t = 23,5 s.$$

4.2. Etude de la décharge du condensateur :

4.2.1. Equation différentielle

$$u_R + u_{AB} = 0 \Rightarrow Ri + u_{AB} = 0$$



$$i = \frac{dq}{dt} \text{ or } q = Cu_{AB} \Rightarrow i = C \cdot \frac{du_{AB}}{dt} \Rightarrow RC \cdot \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$$

Cette équation est de la forme  $\frac{1}{\beta} \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$  avec  $\beta = \frac{1}{RC}$

**4.2.2.** La constante  $\frac{1}{\beta} = RC$  est appelée constante de temps. Elle caractérise la durée de la décharge du condensateur.

**4.2.3.**

**4.2.3.1.** La valeur de  $\alpha$  :

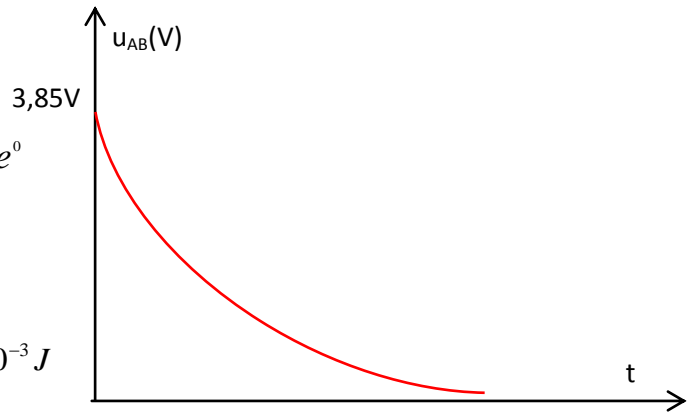
$$u_{AB} = \alpha \cdot e^{-\beta t} \text{ à } t=0 \quad u_{AB} = 3,85V \Rightarrow 3,85 = \alpha \cdot e^0 \\ \Rightarrow \alpha = 3,85V$$

Ebauche de la courbe  $u_{AB} = f(t)$  : ci-contre

**4.2.3.2.** Expression et calcul de l'énergie :

$$E_0 = \frac{1}{2} CU_0^2 \quad E_0 = \frac{1}{2} \cdot 225 \cdot 10^{-6} \cdot 3,85^2 = 1,67 \cdot 10^{-3} J$$

**4.2.3.3.** Puissance moyenne :  $P_m = \frac{E_0}{\Delta t}$     A.N :  $P_m = \frac{1,67 \cdot 10^{-3}}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 16,7W$      $P_m = 16,7W$



## EXERCICE 5

**5.1.** Explication de la formation des franges brillantes et des franges sombres :

Les radiations lumineuses issues de  $F_1$  et  $F_2$  se superposent en tout point de la zone commune des faisceaux venant de ces sources.

Si les deux radiations issues de  $F_1$  et  $F_2$  arrivent en phase en un point de l'écran, on obtient une interférence constructive et la frange sera brillante. Par contre si les deux radiations issues de  $F_1$  et  $F_2$  arrivent en opposition de phase en un point de l'écran, on obtient une interférence destructive et la frange sera obscure.

**5.2.** On a  $\delta = \frac{ax}{D}$

**5.2.1.** Condition vérifiée par  $\delta$  pour une frange brillante : il doit être un nombre entier de longueur d'onde  $\delta = k\lambda$

**5.2.2.** Monter que  $i = \frac{\lambda D}{a}$

Raisonnons avec deux franges brillantes consécutives (ordre  $k$  et  $k+1$ ) :

$$x_k = \frac{K\lambda D}{a} \text{ et } x_{k+1} = \frac{(K+1)\lambda D}{a} \text{ or } i = x_{k+1} - x_k \Rightarrow i = \frac{(K+1)\lambda D}{a} - \frac{K\lambda D}{a} \Rightarrow i = \frac{\lambda D}{a}$$

**5.3.**

**5.3.1.** Relation entre  $\Delta x$ ,  $D$ ,  $a$  et  $\lambda_1$  :

$$\Delta X = 4i \text{ or } i = \frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow \Delta X = 4 \cdot \frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow \Delta X = 4 \cdot \frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow a = 4 \cdot \frac{\lambda_1 D}{\Delta X} \quad a = 4 \cdot \frac{633 \cdot 10^{-9} \cdot 3}{25 \cdot 10^{-3}} = 303,84 \cdot 10^{-6} m$$

$$a = 304 \mu m$$

**5.3.2.** Relation entre  $\lambda_1$ ,  $\lambda_d$ ,  $\Delta x$ ,  $\Delta x'$  :

$$\Delta X = 5 \cdot \frac{\lambda_1 D}{a} \quad \text{et} \quad \Delta X' = 5 \cdot \frac{\lambda_d D}{a} \Rightarrow \frac{\lambda_d}{\lambda_1} = \frac{\Delta X'}{\Delta X} \Rightarrow \lambda_d = \frac{\Delta X'}{\Delta X} \cdot \lambda_1 \quad \text{A.N.} : \lambda_d = \frac{27}{25} \cdot 633 = 683,64 \text{ nm}$$

**5.4.** Les deux radiations sont utilisées pour éclairer une cellule photo émissive :

**5.4.1.**  $\lambda_0 = \frac{c}{\gamma_0} \quad \lambda_0 = \frac{3 \cdot 10^8}{4,5 \cdot 10^{14}} = 666 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 667 \text{ nm}$  il y a effet photoélectrique si  $\lambda \leq \lambda_0$

$\lambda_1 \leq \lambda_0$  il y aura effet photoélectrique avec la radiation de longueur d'onde  $\lambda_1$

$\lambda_d > \lambda_0$  il y aura pas effet photoélectrique avec la radiation de longueur d'onde  $\lambda_d$

$$E_{C_{\max}} = E_{\text{photon}} - W_0 = \frac{hc}{\lambda_1} - h\gamma_0 = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{633 \cdot 10^{-9}} - 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 4,5 \cdot 10^{14} = 1,58 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 9,875 \text{ eV}$$

$$E_{C_{\max}} = 1,58 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 9,875 \text{ eV}$$

**5.4.2.** Cette expérience met en évidence le caractère corpusculaire de la lumière.

Une application de cet aspect : Production de courant électrique à partir du rayonnement solaire ( énergie solaire).



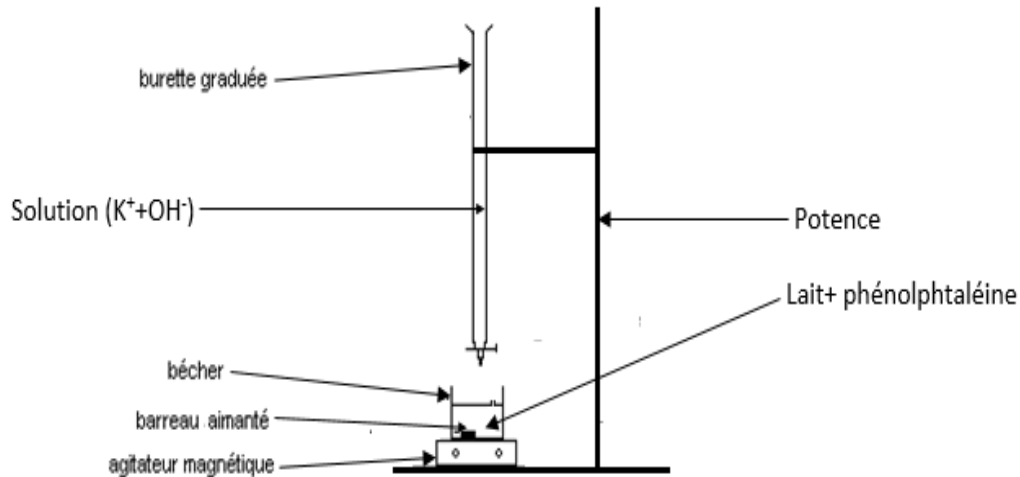
## CORRIGE DE L'ÉPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

### EXERCICE 1

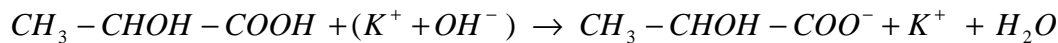
1.1. Equation-bilan de la réaction :  $HOOC - CH_2 - CHOH - COOH \xrightarrow{\Delta} CH_3 - CHOH - COOH + CO_2$

1.2.

1.2.1. Schéma annoté du dispositif de dosage :



1.2.2. Equation-bilan de la réaction support du dosage du lait :



Déterminons la constante de réaction :

Si on note l'acide lactique AH et A<sup>-</sup> sa base conjuguée on a :

$$K = \frac{[A^-]}{[AH][OH^-]} = \frac{[A^-][H_3O^+]}{[AH][OH^-][H_3O^+]} = \frac{K_a(AH/A^-)}{K_a(H_2O/OH^-)} = \frac{10^{-3,9}}{10^{-14}} = 10^{10,1} = 1,26 \cdot 10^{10}$$

**K = 1,26.10<sup>10</sup> > 10<sup>3</sup> donc la réaction est totale.**

1.2.3. Définition de l'équivalence acido-basique : il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs (acide et base) sont mélangés dans des proportions stœchiométriques.

Calcul de la concentration massique :

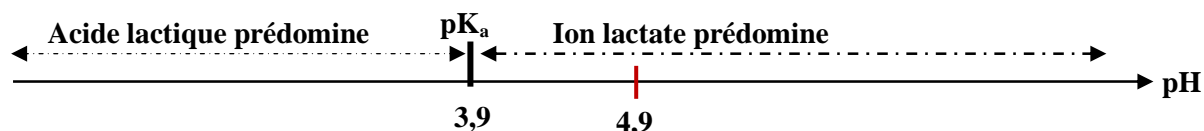
$$\text{A l'équivalence on a : } \frac{n_A}{1} = \frac{n_{OH^-}}{1} \Rightarrow C_A \cdot V_A = C_b \cdot V_{bE} \text{ or } C_A = \frac{C_m}{M_A} \Rightarrow \frac{C_m}{M_A} V_A = C_b \cdot V_{bE} \Rightarrow$$

$$C_m = \frac{C_b \cdot V_{bE} \cdot M_A}{V_A} \quad \text{A.N : } C_m = \frac{0,1 \times 8,4 \times 90}{20} = 3,8$$

**C<sub>m</sub> = 3,8 g.L<sup>-1</sup> > 1,8 g.L<sup>-1</sup> ; donc le lait dosé n'est pas frais.**

1.2.4. Afin d'avoir un lait frais, il faut « stopper » la transformation du lactose en acide lactique par abaissement notable de la température : on peut conserver le lait au réfrigérateur.

### 1.2.5. Diagramme de prédominance :

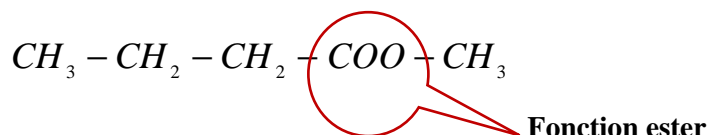


Le pH du lait étudié étant supérieur au  $pK_a$  du couple, la forme basique (ion lactate) prédomine.

## EXERCICE 2

### 2.1. Préparation du butanoate de méthyle

2.1.1. Le groupe fonctionnel présent dans le butanoate de méthyle :



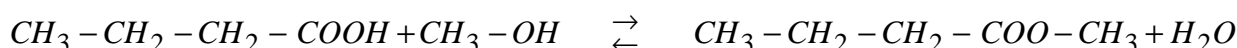
2.1.2. La famille du réactif B : alcool

2.1.3. Formules semi-développées et noms des réactifs A et B :

Pour A :  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$  ; acide butanoïque

Pour B :  $HO - CH_3$  ; méthanol

2.1.4. Equation-bilan de la réaction entre A et B :



C'est la réaction d'estérification (directe)

Caractéristiques de la réaction: elle est lente, limitée et athermique.

2.1.5. Calcul des quantités de matière minimales de A et B :

$$r = \frac{n_{\text{ester}}^{\text{obtenu}}}{n_{\text{ester}}^{\text{théorique}}} \cdot 100 \quad \text{or} \quad n_{\text{ester}}^{\text{théorique}} = n_A^{\text{minimal}} = n_B^{\text{minimal}} \Rightarrow r = \frac{n_{\text{ester}}^{\text{obtenu}}}{n_A^{\text{minimal}}} \cdot 100 \Rightarrow$$

$$n_A^{\text{minimal}} = \frac{n_{\text{ester}}^{\text{obtenu}}}{r} \cdot 100 \quad \text{A.N : } n_A^{\text{minimal}} = \frac{1}{67} \cdot 100 = 1,49 \text{ mol} \quad n_A^{\text{minimal}} = n_B^{\text{minimal}} = 1,49 \text{ mol}$$

2.2. Etude cinétique de la réaction :

2.2.1. Si  $n_A = 0,42 \times 1 = 0,42 \text{ mol}$  ; l'abscisse obtenue à partir du graphe vaut :  $t_1 \approx 60 \text{ min}$ .

2.2.2. Déduction de la quantité de matière de D formée :

$$n_D^{\text{formé}} = n_A^{\text{réagi}} \quad \text{or} \quad n_A^{\text{réagi}} = n_{0A} - n_A^{\text{restant}} \Rightarrow n_D^{\text{formé}} = n_{0A} - n_A^{\text{restant}} \quad \text{A.N : } n_D^{\text{formé}} = 1 - 0,42 = 0,58 \text{ mol}$$

$$n_D^{\text{formé}} = 0,58 \text{ mol}$$

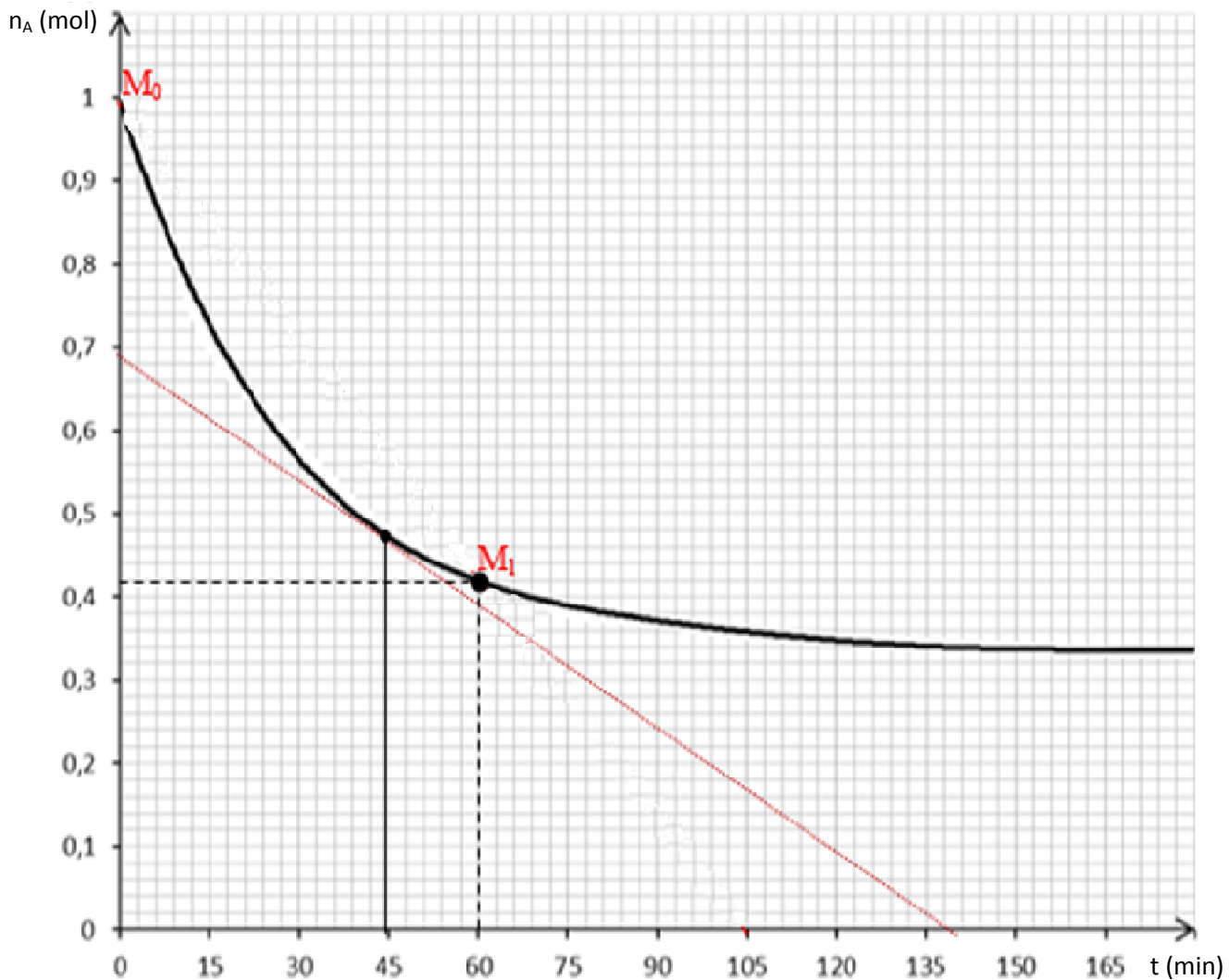
2.2.3. Calcul de la vitesse moyenne entre  $t = 0$  et  $t = t_1 = 60 \text{ min}$  :

$$V_m = \frac{n_A(t_0) - n_A(t_1)}{t_1 - t_0} \quad \text{AN : } V_m \approx \frac{1 - 0,42}{60} = 9,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

### 2.2.4. Vitesse instantanée à $t = 45$ min :

La vitesse instantanée est donnée par la relation:  $v = -\frac{dn_A}{dt}$  ; graphiquement elle correspond à la valeur absolue du coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse  $t = 45$  min (voir courbe) :

On trouve :  $v(t = 45 \text{ min}) \approx 5,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$



### 2.2.5. Détermination sans calcul de la vitesse moyenne entre $t_2 = 165$ min et $t_3 = 180$ min :

A partir de la date  $t \approx 150$  min, il n'y a plus variation de la quantité de matière de A : la vitesse moyenne est nulle ; la réaction est terminée.

## EXERCICE 3

**3.1.** Enoncer du théorème du centre d'inertie : dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un système de masse  $m$  est égale au produit de sa masse par le vecteur accélération  $\vec{a}_G$  de son centre d'inertie :  $\sum \vec{F}(\text{extérieures}) = m \cdot \vec{a}_G$ .

### 3.2. Caractéristiques du vecteur-accélération :

On considère le projectile comme système et on rapporte le mouvement au référentiel terrestre supposé galiléen. L'action de l'air étant négligée, le projectile n'est soumis qu'à son poids.

$$\text{T.C.I} \quad \sum \vec{F}(\text{extérieures}) = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{P} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g} \quad \vec{a} \begin{cases} \text{direction : verticale} \\ \text{sens : orienté vers le bas} \\ \text{norme : } a = g = 10 \text{ m.s}^{-2} \end{cases}$$

### 3.3. Montrons que le mouvement est plan :

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \\ a_z = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{V} \begin{cases} V_x = V_0 \cos \alpha \\ V_y = -gt + V_0 \sin \alpha \\ V_z = 0 \end{cases} \Rightarrow \vec{OM} \begin{cases} x = V_0 \cos \alpha t \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin \alpha t \\ z = 0 \end{cases}$$

x et y varient au cours du temps alors que z = 0 quelque soit la date t : le mouvement du projectile est plan et s'effectue dans le plan (xOy).

$$\text{3.4. Equation cartésienne de la trajectoire : } x = V_0 \cos \alpha t \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha} \text{ or } y = -\frac{1}{2} g t^2 + V_0 \sin \alpha t$$

$$\text{en remplaçant t dans l'expression de y on obtient : } y = -\frac{g}{2 \cdot V_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x^2 + x \cdot \tan \alpha$$

$$\text{3.5. Ordonnée du projectile pour } x_0 = 800 \text{ m : } y_0 = -\frac{g}{2 \cdot V_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x_0^2 + x_0 \cdot \tan \alpha$$

$$y_0 = -\frac{10}{2 \cdot 100^2 \cos^2 30^\circ} \cdot 800^2 + 800 \cdot \tan 30 = 35,2 \text{ m}$$

y<sub>0</sub> est supérieure à la hauteur H ; le projectile passe au-dessus de l'oiseau ; l'oiseau ne sera pas atteint par ce projectile.

### 3.6. .

#### 3.6.1. Expression de la portée en fonction de V<sub>0</sub>, g et α :

Soit P le point d'impact au sol : y<sub>p</sub> = 0

$$\Rightarrow -\frac{g}{2 \cdot V_0^2 \cos^2 \alpha} \cdot x_p^2 + x_p \cdot \tan \alpha = 0 \Rightarrow x_p = \frac{2 \cdot V_0^2 \cos^2 \alpha \cdot \tan \alpha}{g} \Rightarrow x_p = \frac{2 \cdot V_0^2 \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{g \cdot \cos \alpha} = \frac{2 \cdot V_0^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$x_p = \frac{2 \cdot V_0^2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{g} = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \quad x_p = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

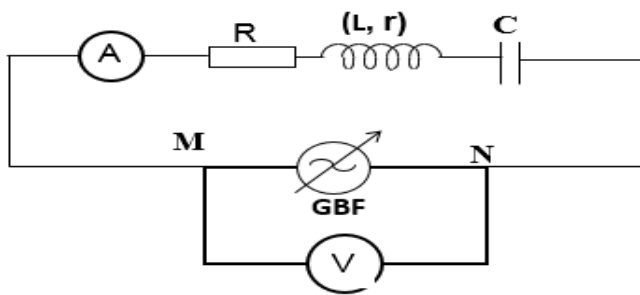
#### 3.6.2. Calcul de la portée maximale : x<sub>p</sub> = $\frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ est maximale si sin(2α)=1

$$\Rightarrow x_{p_{\max}} = \frac{V_0^2}{g} \text{ A.N : } x_{p_{\max}} = \frac{100^2}{10} = 1000 \text{ m} \quad D = x_{p_{\max}} = 1 \text{ km}$$

#### 3.6.3. Rayon du champ de tir : r = 1,1D = 1,1km

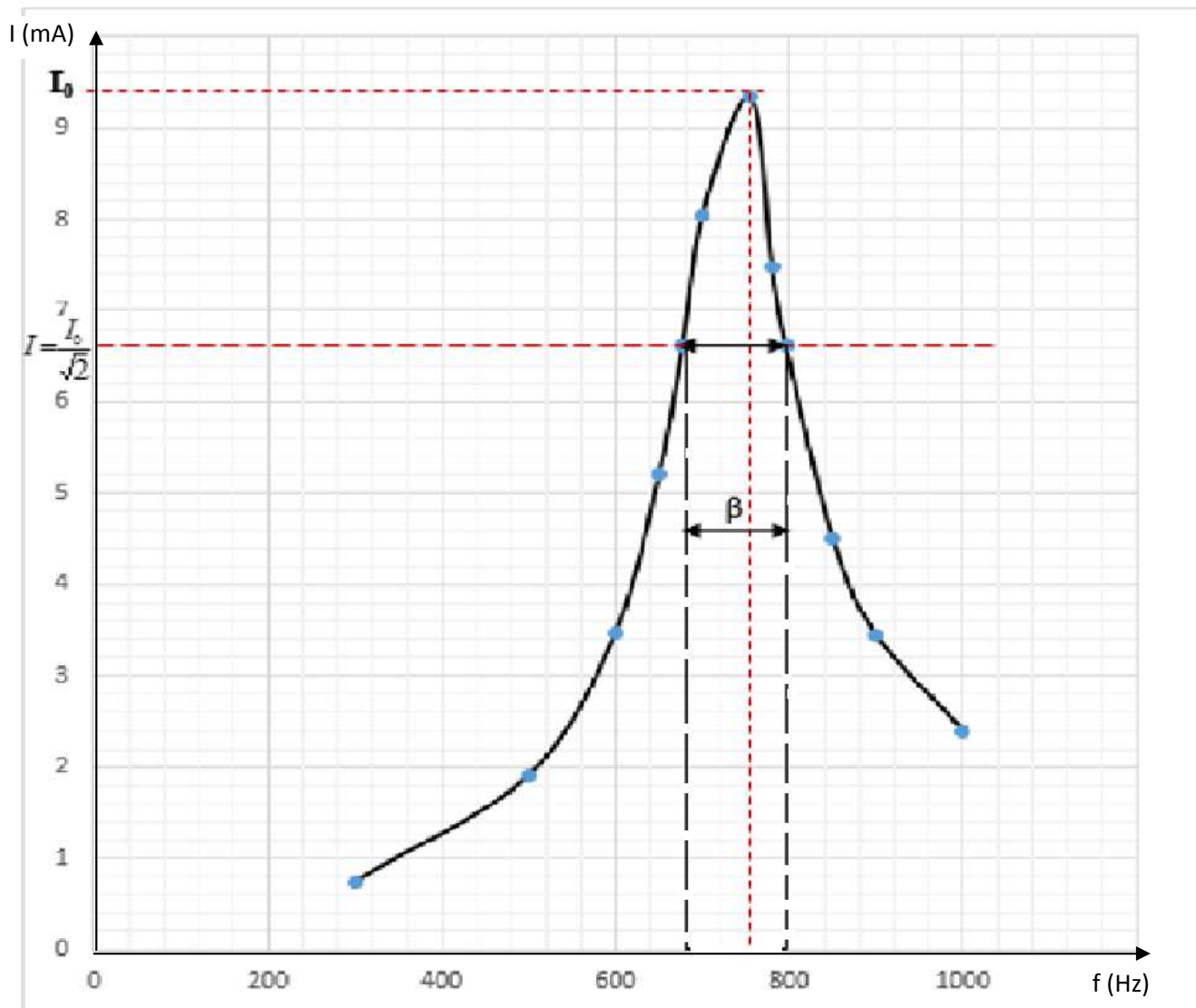
## EXERCICE 4

### 4.1. Schéma du circuit :



### 4.2. .

#### 4.2.1. Le tracé de la courbe $I=g(f)$



#### 4.2.2. Graphiquement $f_0$ est obtenue pour $I$ maximale ( $I_0 \approx 9,35$ mA) : $f_0 \approx 755$ Hz

#### 4.2.3. Calcul de l'impédance Z pour $f = f_0$ :

On est à la résonance d'intensité, donc  $Z = R_{\text{totale}}$  et  $Z = \frac{U}{I_0}$  A.N :  $Z = \frac{1}{9,35 \cdot 10^{-3}} = 107 \Omega$

Déduction de  $r$  :  $R_{\text{totale}} = r + R \Rightarrow r = R_{\text{totale}} - R$  A.N :  $r = 107 - 80 = 27 \Omega$   $r = 27 \Omega$

#### 4.2.4. La largeur de la bande passante : c'est l'intervalle de fréquence pour lequel

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{9,35}{\sqrt{2}} = 6,61 \text{ mA}$$

Graphiquement on obtient  $\Delta f = \beta = 120 \text{ Hz}$

#### 4.2.5. Calcul de l'impédance aux extrémités de la bande passante :

$$Z_1 = \frac{U}{I_1} \text{ et } Z_2 = \frac{U}{I_2} \text{ or } I_1 = I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 6,61 \text{ mA} \Rightarrow Z_1 = Z_2 = \frac{1}{6,61 \cdot 10^{-3}} = 151 \Omega$$

#### 4.2.6. Calcul de L et C :

$$\beta = \frac{R+r}{2\pi \cdot L} \Rightarrow L = \frac{R+r}{2\pi \cdot \beta} \quad \text{A.N : } L = \frac{107}{2\pi \cdot 120} = 0,14 \text{ H}$$

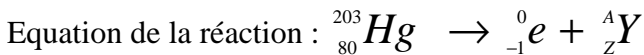
$$L \cdot C \cdot \omega_0^2 = 1 \Rightarrow L \cdot C \cdot 4\pi^2 \cdot f_0^2 = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot L \cdot f_0^2} \quad \text{A.N : } C = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 0,142 \cdot 755^2} = 3,13 \cdot 10^{-7} \text{ F}$$

$$L = 140 \text{ mH} \text{ et } C = 313 \text{ nF}$$

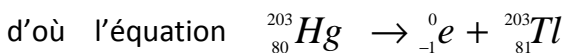
### EXERCICE 5

#### 5.1. L'élément mercure, traceur isotopique :

5.1.1. La radioactivité  $\beta^-$  correspond à l'émission d'électrons par un noyau radioactif.



Les lois de conservations donnent :  $203 = A$  et  $80 = -1 + Z$  ; d'où  $Z = 81$  donc  ${}_Z^A\text{Y}$  correspond au  ${}_{81}^{203}\text{Tl}$



5.1.2. L'activité à  $t = 0$  :

$$A_0 = \lambda \cdot N_0 \Rightarrow \text{or } \lambda = \frac{\ln 2}{T} \Rightarrow A_0 = \frac{N_0 \cdot \ln 2}{T} \quad A_0 = \frac{2,96 \cdot 10^{21} \cdot \ln 2}{46,69 \times 24 \times 3600} = 5,09 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$$

5.1.3. Durée au bout de laquelle l'activité diminue de  $0,14 \cdot A_0$  :

A cette date

$$A = A_0 - 0,14 \cdot A_0 = 0,86 \cdot A_0 \Rightarrow A_0 \cdot e^{-\lambda t} = 0,86 \cdot A_0 \Rightarrow -\lambda t = \ln 0,86 \Rightarrow$$

$$t = -\frac{\ln 0,86}{\lambda} = -T \cdot \frac{\ln 0,86}{\ln 2} \Rightarrow t = -46,69 \frac{\ln 0,86}{\ln 2} = 10,16 \text{ jours} \quad t = 10,16 \text{ jours}$$

#### 5.2. Sécurisation des billets de banque par le mercure :

5.2.1. Le spectre d'émission ou d'absorption du mercure est discontinu.

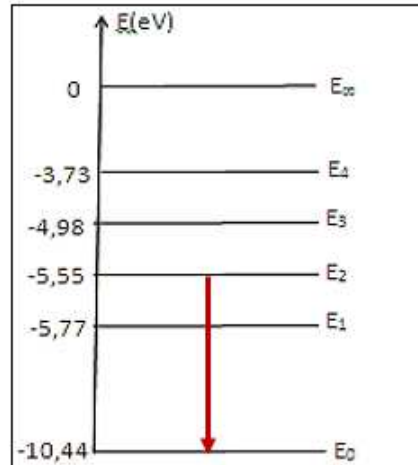
5.2.2. Détermination de la transition responsable de cette fluorescence :

La lumière émise par la lampe à vapeur de sodium résulte d'une désexcitation des atomes de mercure. Cette lumière excite les nanos pigments qui émettent à leur tour par fluorescence.

$$E_{\text{photon}} (\text{émis}) = \Delta E = \frac{hC}{\lambda_1} \quad \text{A.N : } E_{\text{photon}} (\text{émis}) = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{253,6 \cdot 10^{-9}} = 7,83 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4,89 \text{ eV}$$

On vérifie que cette énergie correspond à :  $\Delta E = E_2 - E_0$  : elle correspond donc à la transition du niveau  $E_2$  vers le niveau  $E_0$  pour le mercure.

### 5.2.3. Représentation de la transition :



### 5.2.4. La longueur d'onde maximale $\lambda_2$ :

Lors d'une désexcitation d'un niveau p vers un niveau n la longueur d'onde de la radiation émise est

donnée par :  $\lambda = \frac{hC}{E_p - E_n}$  ; comme cette désexcitation mène au niveau fondamentale donc

$$E_n = E_0 \Rightarrow \lambda = \frac{hC}{E_p - E_0}$$

Pour que  $\lambda$  soit maximale il faut que  $E_p - E_0$  soit minimale donc  $E_p = E_1$

$$\Rightarrow \lambda_{\max} = \lambda_2 = \frac{hC}{E_1 - E_0} \quad \lambda_2 = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{(-5,77 + 10,44) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,66 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 2,66 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 266 \text{ nm}$$

### 5.2.5. Détermination de $\lambda_3$ :

$$E_2 - E_1 = \frac{hC}{\lambda_3} \Rightarrow \lambda_3 = \frac{hC}{E_2 - E_1} \quad \lambda_3 = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{(-5,55 + 5,77) \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 5,64 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\lambda_3 = 5,64 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Relation entre  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  et  $\lambda_3$  :

$$\text{On a : } E_2 - E_0 = (E_2 - E_1) + (E_1 - E_0) \Rightarrow \frac{hC}{\lambda_1} = \frac{hC}{\lambda_3} + \frac{hC}{\lambda_2} \quad \Rightarrow \frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_3} + \frac{1}{\lambda_2}$$