



PARTIE

77 387 22 43

77 768 31 83

PHYSIQUE

CHIMIE

Avec corrigés

$$E = mc^2$$

CLUB SCIENCES DE SIMBANDI BRASSOU

2006

PHYSIQUE

CHIMIE



CLUB SCIENCES

DE SIMBANDI BRASSOU

Epreuve du 1^{er} groupe**SCIENCES PHYSIQUES**

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (04 points)

Le transfert d'information lors de la communication entre les insectes, se fait par signaux chimiques entre individus, d'espèces différentes ou de même espèce au moyen d'une substance (ou un mélange de substances) appelée phéromone. Ce phénomène est très courant chez les êtres vivants.

Un individu **a** secrète en quantité très faible de la phéromone à l'extérieur ; celle-ci est perçue par un individu **b** de la même espèce chez lequel elle provoque une réaction comportementale spécifique, voire une modification physiologique.

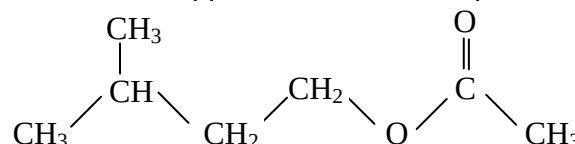
Le mot phéromone vient des mots grecs pherein (= transporter) et hormân (= exciter)

Certaines phéromones sont des signaux d'alarmes, d'autres permettent le marquage d'une piste, enfin certaines (attractives ou aphrodisiaques) attirent les insectes de sexe opposé en vue de la reproduction.

Voici quelques exemples de phéromones :

- Phéromone d'alarme de l'abeille :

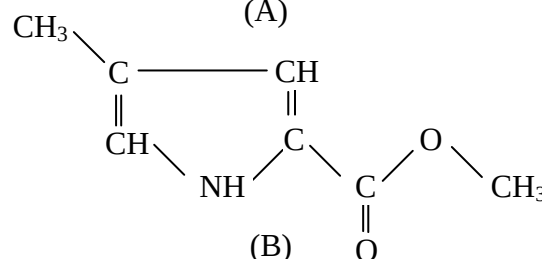
molécule A : $C_7H_{14}O_2$



(A)

- Phéromone de piste de fourmi coupeuse de feuille : Atta Texana

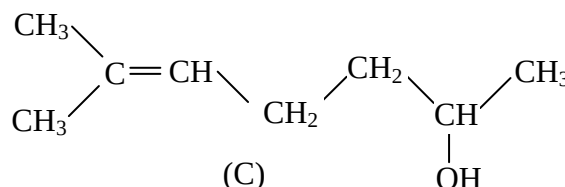
molécule B : $C_7H_9O_2N$



(B)

Phéromone sexuelle d'un insecte nuisible pour les conifères :

molécule C : $C_8H_{16}O$



(C)

1.1 Reproduire sur la copie les molécules A et C. Entourer et nommer les groupes caractéristiques présents. **(0,5 point)**

1.2 La phéromone d'alarme A peut être synthétisée à partir d'un acide carboxylique et d'un alcool.

1.2.1 Ecrire les formules semi développées de l'acide et de l'alcool dont dérive A. Les nommer. **(0,5 point)**

1.2.2 Ecrire l'équation de la réaction associée à la transformation chimique de synthèse de la phéromone A. Comment nomme-t-on cette transformation ? Préciser ses caractéristiques. **(0,75 point)**

1.2.3 Avec quel catalyseur pourrait-on réaliser cette transformation chimique ? **(0,25 point)**

1.3 A partir de quels dérivés d'acide carboxylique peut-on synthétiser A avec le même alcool ? Indiquer les effets de ce changement de réactifs sur la transformation. **(0,5 point)**

1.4 On fait réagir une solution d'hydroxyde de sodium avec la phéromone B. Cette phéromone sera notée R – COOCH₃. Comment appelle-t-on cette transformation ? Préciser ses caractéristiques. **(0,5 point)**

1.5 Une solution de la molécule C de concentration massique $10^{-15}g.L^{-1}$ (appelée aussi sulcatrol car libérée par le Gnatotricus sulcatus) peut être utilisée par l'homme pour protéger les cultures des insectes nuisibles en les attirant soit loin des cultures que l'on veut protéger soit vers des pièges très sélectifs.

1.5.1 Quels avantages de cette solution de phéromone peut-on tirer dans l'agriculture comparativement aux insecticides classiques ?

(0,75 point)

1.5.2 Calculer la concentration molaire volumique de cette solution.

(0,25 point)

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

EXERCICE 2 (04 points)

2.1 On fabrique 100 mL d'une solution d'acide chlorhydrique $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ par dilution d'un volume V_1 de solution chlorhydrique de concentration molaire 1 mol.L^{-1} .

Déterminer le volume V_1 , et expliquer brièvement comment on réalise pratiquement cette opération.

(0,5 point)

2.2 La solution d'acide chlorhydrique $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ est ajoutée progressivement à 20 mL d'une solution aqueuse de monoéthylamine ($C_2H_5NH_2$) dans le but de doser celle-ci.

Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange au cours de cette manipulation. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-après où V_a représente le volume d'acide versé :

V_a (mL)	0	5	10	15	20	25	30	35	36	38	40	43	45	50
pH	11,8	11,4	11,1	10,9	10,7	10,5	10,2	9,8	9,7	9,3	6,1	2,7	2,4	2,1

2.2.1 Ecrire l'équation de la réaction de dosage.

(0,25 point)

2.2.2 Tracer la courbe $pH = f(V_a)$. On prendra comme échelles : en abscisses 1cm pour 4 mL, en ordonnées 1 cm pour une unité de pH.

(0,75 point)

2.2.3 Déterminer les coordonnées du point équivalent par une méthode que l'on précisera

(0,25 point)

2.2.4 En déduire :

a) La concentration molaire C_b de la solution de monoéthylamine.

(0,25 point)

b) Le pK_a du couple associé à la monéthylamine.

(0,25 point)

2.3 Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces présentes dans le mélange lorsque le volume d'acide versé est de 30 mL. Retrouver la valeur du pK_a à l'aide des valeurs trouvées.

(0,5 point)

2.4 On désire préparer une solution tampon.

2.4.1 Qu'est ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés caractéristiques ?

(0,5 point)

2.4.2 Préciser la manière d'obtenir 100 mL d'une solution tampon à partir de la solution de monoéthylamine précédente et de la solution d'acide chlorhydrique $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$.

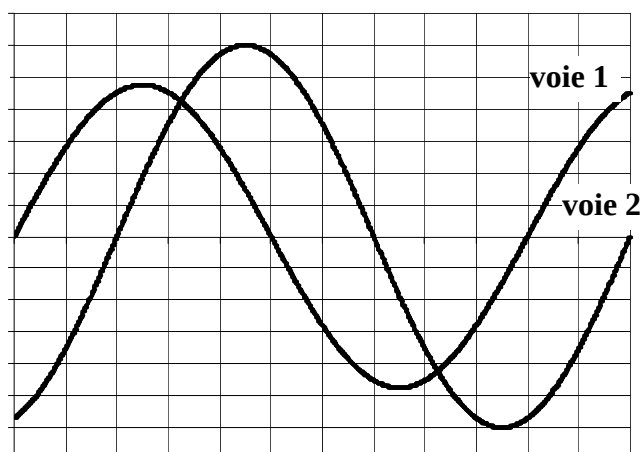
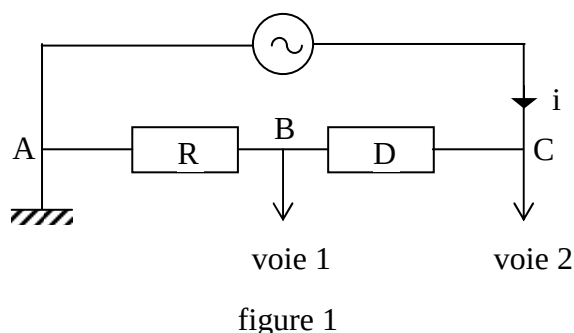
(0,75 point)

EXERCICE 3 (04 points)

On considère un dipôle (D) de nature inconnue monté en série avec un conducteur ohmique de résistance $R = 100 \Omega$ et un générateur basse fréquence de tension sinusoïdale dont la fréquence et la tension efficace sont réglables.

On utilise un oscillographe dont les réglages sont les suivants : balayage horizontal ($5 \cdot 10^{-2} \text{ ms / div}$), déviation verticale (pour la voie 1 : $0,5 \text{ V / div}$; pour la voie 2 : 1 V / div)

On reproduit une photographie de l'écran lorsque l'oscillographe est branché selon le schéma ci-dessous. (voir figures 1 et 2)



Balayage : $5 \cdot 10^{-2} \text{ ms/div}$

voie 1 : $0,5 \text{ V/div}$ voie 2 : 1 V/div

3.1 En déduire :**3.1.1** la fréquence de la tension sinusoïdale ;**(0,25 point)****3.1.2** les valeurs efficaces de l'intensité instantanée $i(t)$ qui traverse le circuit et de la tension instantanée $u_{CA}(t)$ aux bornes du générateur ;**(0,5 point)****3.1.3** le déphasage ϕ de la tension $u_{CA}(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$. Préciser s'il y'a avance ou retard de $u_{CA}(t)$ par rapport à $i(t)$.**(0,75 point)****3.1.4** On envisage pour (D) certaines hypothèses :

(D) est un conducteur ohmique,

(D) est une bobine de résistance r et d'auto inductance L ,

(D) est un condensateur,

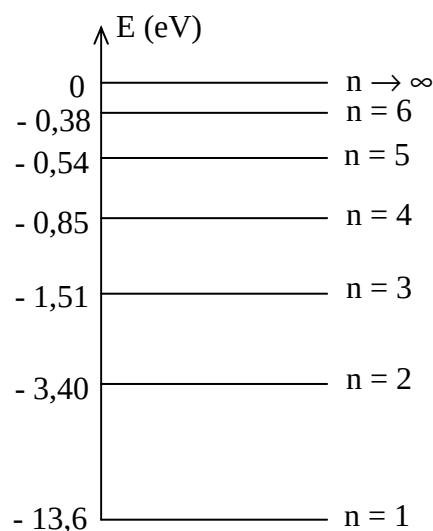
(D) est une bobine de résistance r et d'auto inductance L en série avec un condensateur de capacité C .Sans calcul et en justifiant les réponses, éliminer les hypothèses non vraisemblables. **(0,75 point)****3.2** La tension aux bornes du générateur étant maintenue constante à la valeur $U_0 = 12V$, on fait varier la fréquence et on relève à chaque fois la valeur de l'intensité efficace.Pour une fréquence $N_0 = 2150$ Hz, on constate que l'intensité efficace passe par un maximum de valeur $I_0 = 107$ mA.**3.2.1** Quelle est la nature du dipôle (D) ? Justifier la réponse.**(0,5 point)****3.2.2** En déduire toutes les valeurs numériques qui le caractérisent.**(01,25 point)****EXERCICE 4 (04 points)****4.1** Dans la théorie de Bohr de l'atome d'hydrogène, les énergies des différents niveaux sont données par la formule :

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

Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène contient les trois raies visibles :

(orangée) : $\lambda_1 = 656,3$ nm ;(bleue) : $\lambda_2 = 486,1$ nm ;(indigo) : $\lambda_3 = 434,1$ nm.

On donne les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène dans le diagramme énergétique simplifié ci-contre :

**4.1.1** Quel est le niveau correspondant à l'état fondamental ?**(0,25 point)****4.1.2** Calculer, en eV, l'énergie d'un photon des radiations lumineuses de longueur d'onde $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$.**(0,5 point)****4.1.3** Montrer que chacune de ces trois raies correspond à une transition d'un niveau excité, que l'on précisera, au niveau $n = 2$.**(0,75 point)****4.1.4** Quelle est l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ?**(0,5 point)**

Quelle est la longueur d'onde correspondant à l'ionisation de l'atome d'hydrogène (pris à l'état fondamental) ?

(0,25 point)**4.2** Une source de lumière composée de ces trois radiations $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ est utilisée pour éclairer une cellule photoélectrique au potassium. L'énergie d'extraction d'un électron du métal potassium est $w_0 = 2,2$ eV. A l'aide de filtres appropriés on peut isoler chacune des radiations précédentes pour étudier leur effet.**4.2.1** Quelles sont parmi ces trois radiations celles qui provoquent une émission d'électrons ? Justifier la réponse.**(0,75 point)**

4.2.2 Calculer la vitesse maximale d'émission des électrons pour chacun des cas où l'émission est possible. **(01 point)**

Données numériques : $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

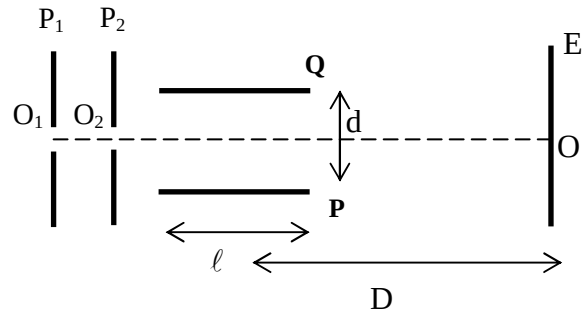
célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$;

charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

EXERCICE 5 (04 points)

Dans tout le problème, on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable

5.1 Des ions Mg^{2+} , sortant d'une chambre d'ionisation, pénètrent, avec une vitesse négligeable, par un trou O_1 , dans l'espace compris entre deux plaques verticales P_1 et P_2 . Lorsqu'on applique entre ces deux plaques une tension U_0 , les ions atteignent le trou O_2 avec la vitesse $\vec{v}_0$.



5.1.1 Quelle plaque (P_1 ou P_2) doit-on porter au potentiel le plus élevé ? Pourquoi ?

(0,25 point)

5.1.2 Donner la valeur de v_0 en fonction de la charge q , de la masse m d'un ion et de U_0 .

(0,25 point)

5.1.3 Calculer la valeur de v_0 pour les ions ${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$ dans le cas où $U_0 = 4000 \text{ V}$.

On prendra : $m({}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}) = 24 \text{ u}$; $u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$; $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

(0,25 point)

5.2 A la sortie de O_2 , les ions ayant cette vitesse $\vec{v}_0$ horizontale pénètrent entre les armatures P et Q d'un condensateur. On applique entre ces armatures une différence de potentiel positive U_{PQ} que l'on notera U , créant entre elles un champ électrique uniforme vertical.

5.2.1 Préciser les caractéristiques de la force électrique à laquelle chaque ion est soumis, on exprimera son intensité en fonction de q , U et de la distance d entre les plaques P et Q. **(0,5 point)**

5.2.2 Déterminer la nature de la trajectoire d'un ion à l'intérieur de ce condensateur lorsque U garde une valeur constante. **(0,75 point)**

5.2.3 On dispose d'un écran vertical E à la distance D du centre des plaques de longueur ℓ , trouver en fonction de q , m , U , v_0 , ℓ , D et d l'expression de la distance $z = OM$, M étant le point d'impact d'un ion sur l'écran. La distance OM dépendra-t-elle des caractéristiques des ions positifs utilisés ? (On admet que la tangente à la trajectoire au point de sortie S du condensateur passe par le milieu de celui-ci) **(0,75 point)**

5.2.4 Calculer la durée de la traversée du condensateur dans le cas où $\ell = 10 \text{ cm}$. **(0,5 point)**

5.2.5 On applique entre P et Q une tension sinusoïdale $u = U_{\max} \cdot \sin \omega t$, de fréquence $f = 50 \text{ Hz}$.

Montrer qu'avec un pinceau d'ions, on obtient sur l'écran E un segment de droite verticale, dont on calculera la longueur dans le cas où $U_{\max} = 230 \text{ V}$, $D = 40 \text{ cm}$, $d = 4 \text{ cm}$. (On peut considérer que, durant toute la traversée du condensateur, chaque ion est soumis à une tension presque constante). **(0,75 point)**

FIN DE SUJET

**SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1 (05 points)****Lire attentivement le texte et répondre aux questions**

[Des fragments d'os et de charbon de bois d'un foyer ont été prélevés dans un site préhistorique. On mesure l'activité du carbone 14 ($^{14}_6\text{C}$) des résidus d'os et de charbon, afin de déterminer l'âge de ces fragments. Le carbone 14 est produit constamment dans l'atmosphère à la suite du bombardement de l'azote $^{14}_7\text{N}$ par les neutrons cosmiques. Les plantes assimilent aussi bien $^{12}_6\text{C}$ que $^{14}_6\text{C}$.

Les abondances respectives de ces deux isotopes sont les mêmes dans les composés carbonés de l'atmosphère (CO_2) et les êtres vivants. A la mort de ces derniers, il n'y a plus d'assimilation ; le carbone 14 radioactif se désintègre. Au bout d'une période, c'est-à-dire 5570 ans, sa quantité a diminué de moitié].

- 1.1 Donner un titre au texte. (0,5point)
1.2 Donner la composition des noyaux atomiques cités dans le texte. (0,75 point)
1.3 Définir les mots soulignés dans le texte. (02 points)
1.4 Le carbone 14 est produit avec un autre élément à la suite du bombardement de l'atome d'azote par un neutron. Ecrire l'équation de cette réaction après avoir explicité les lois de conservation à utiliser. Identifier l'élément qui se forme à côté du carbone 14 à partir des données ci-dessous. (01,75 point)

Données : H(Z = 1), He(Z = 3), Li(Z = 3), Be(Z = 4)

EXERCICE 2 (05 points)**Compléter les phrases suivantes :**

- 2.1 La réaction de.....est une réaction utilisée pour préparer les savons à partir d'un et de la soude. (01 point)
2.2 Le degré ou.....de polymérisation mesure le nombre de.....engagés dans les polymères. (01 point)
2.3 La longueur d'onde ou.....est la distance parcourue pour l'onde pendant une (01 point)
2.4 La réfraction est le passage de la lumière d'un.....transparent dans un autre, elle provoque un changement de la direction de..... (01 point)
2.5 Un transformateur est réversible s'il peut être utilisé comme ou..... de tension.(01 point)

EXERCICE 3 (05 points)

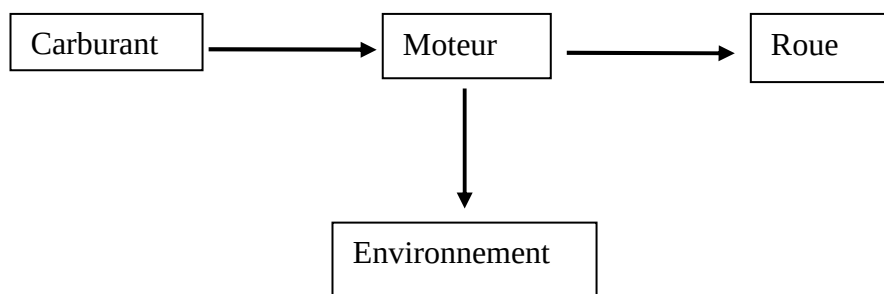
L'huile d'olive contient essentiellement de l'oléine qui est le triester du glycérol et de l'acide oléique.

- 3.1 Le glycérol est le propan – 1,2,3 triol. Quelle est sa formule semi-développée ? (1 point)
3.2 L'acide oléique de formule $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ a les caractéristiques suivantes : sa chaîne carbonée est linéaire, elle présente une double liaison entre les atomes de carbone 9 et 10. Donner sa formule semi-développée. (1 point)
3.3 Ecrire la formule semi-développée de l'oléine. (1 point)
3.4 Par action de l'hydroxyde de sodium sur l'huile d'olive on obtient un savon de Marseille.
3.4.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction; on nommera les produits obtenus. (01 point)
3.4.2 Quelle masse maximale de savon peut-on espérer obtenir en traitant 100 kg d'oléine par de l'hydroxyde de sodium en excès ? (01 point)

Masses molaires atomiques en g mol^{-1} : M(H) = 1, M(C) = 12, M(O) = 16, M(Na) = 23.

Epreuve du 1^{er} groupe**EXERCICE 4 (05 points)**

4.1 Reproduire et compléter le diagramme suivant en indiquant, au dessus de chaque flèche, le nom de l'énergie mise en jeu lors du fonctionnement du moteur. **(01,5 point)**



4.2 Recopier le tableau suivant et le compléter en associant chaque formule à la grandeur physique correspondante choisie parmi les mots ou expressions suivants :

Célérité ; différence de marche ; fréquence ; longueur d'onde ; interférence.

(02,5 points)

$N = 1/T$	$\delta = ax / D$	$i = \lambda D / a$	$\lambda = V T$	$V = d / \Delta t$

NB : T représente la période temporelle.

4.3 L'année-lumière (al) est la distance parcourue par la lumière dans le vide pendant une année. Calculer cette distance, l'exprimer en mètre puis en kilomètre. **(01 points)**

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

FIN DU SUJET



SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (03 points)

Les esters jouent un rôle important dans la chimie des parfums et dans l'industrie alimentaire car ils possèdent une odeur florale ou fruitée. La transpiration de l'être humain contribue à la disparition de l'odeur du parfum.

1.1 Ecrire, à l'aide de formules générales, l'équation-bilan de la réaction d'hydrolyse d'un ester. Justifier alors brièvement l'altération de l'odeur du parfum par la sueur. **(0,75 point)**

1.2 Au laboratoire on étudie l'hydrolyse d'un ester. Une méthode de contrôle de la réaction consiste à mesurer le pH du milieu réactionnel à intervalles de temps réguliers. Dire comment évolue le pH du milieu réactionnel en fonction du temps. **(0,5 point)**

1.3 A une date t donnée, la mesure du pH donne $\text{pH} = 2,6$ et à cette date la concentration molaire volumique de l'acide formé est $C_A = 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

L'acide sera noté AH et sa base conjuguée A^-

Montrer que l'expression du pK_a du couple acide-base associé à cet acide est donnée par la relation : $\text{pK}_a = 2 \text{ pH} + \log (C_A - 10^{-\text{pH}})$

En déduire la valeur du pK_a . **(01 point)**

1.4 L'acide AH est dérivé d'un acide carboxylique RCOOH par remplacement d'un atome d'hydrogène du groupe alkyle R par un atome de chlore.

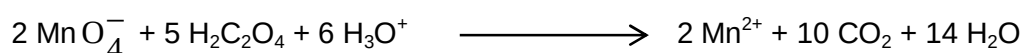
1.4.1 Sachant que la masse molaire moléculaire de l'acide vaut $M = 108,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, déterminer sa formule brute. **(0,5 point)**

1.4.2 La molécule de l'acide possède un carbone asymétrique ; représenter alors les configurations des deux énantiomères de l'acide. **(0,25 point)**

$M(\text{H}) : 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $M(\text{C}) = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $M(\text{O}) : 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $M(\text{Cl}) : 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

EXERCICE 2 (03 points)

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction entre l'acide éthanedioïque $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ et les ions permanganate MnO_4^- en solution aqueuse, réaction dont l'équation-bilan s'écrit :



Pour cela on procède comme suit :

- On verse 10 mL d'une solution d'acide oxalique $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ de concentration molaire $C_r = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ dans un bécher, on y ajoute de l'acide sulfurique concentré et on complète à 200 mL avec de l'eau distillée. Soit S la solution ainsi obtenue.
- A une date prise comme instant initial $t = 0$, on introduit dans cette solution S, à l'aide d'une pipette, 1 mL d'une solution de permanganate de potassium de concentration $C_0 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et on mesure la durée Δt_1 nécessaire à la décoloration de la solution.
- Aussitôt après la décoloration de la solution, on introduit à nouveau 1 mL de la solution de permanganate de potassium ; on mesure la durée Δt_2 nécessaire à une nouvelle décoloration de la solution et ainsi de suite. On obtient les résultats consignés dans le tableau ci-dessous :

Durées	Δt_1	Δt_2	Δt_3	Δt_4	Δt_5	Δt_6	Δt_7	
En seconde	110	40	22	16	14	18	48	...

2.1 Evaluer la concentration molaire C_r' de la solution S. **(0,25 point)**

2.2 Calculer la quantité de matière d'ions permanganate MnO_4^- contenue dans un volume de 1 mL de la solution de permanganate de potassium. **(0,25 point)** .../... 2

Epreuve du 1^{er} groupe

2.3 Evaluer le volume maximal de la solution de permanganate de potassium qu'il faut utiliser pour oxyder entièrement l'acide oxalique présent dans la solution S; quel est alors le nombre maximal de prélèvements de la solution de permanganate à effectuer ? **(0,5 point)**

2.4 A partir des mesures précédentes on a pu dresser le tableau donnant la quantité de matière d'ions manganèse $n(\text{Mn}^{2+})$ formés à chaque date t :

$n(\text{Mn}^{2+})$ en 10^{-5} mol	0	2	4	6	8	10	12	14	..
t (s)	0	110	150	172	188	202	220	268	..

2.4.1 Expliciter les calculs qui ont permis de dresser ce tableau à partir des mesures effectuées (les questions suivantes sont indépendantes de celle-ci). **(0,5point)**

2.4.2 Tracer la courbe $n(\text{Mn}^{2+}) = f(t)$ représentant la variation du nombre de moles d'ions Mn^{2+} formé en fonction du temps. **(0,75 point)**

On prendra comme échelle : en abscisse 1cm pour 20 s et en ordonnée 1 cm pour 10^{-5} mol.

2.4.3 Définir la vitesse instantanée de formation des ions Mn^{2+} . **(0,25 point)**

2.3.4 Dédire du graphique la vitesse instantanée de formation des ions Mn^{2+} à chacune des dates t suivantes : 50s ; 150s ; 180s ; 200s ; 240s.

Comment évolue la vitesse instantanée de formation des ions Mn^{2+} au cours du temps ?

Interpréter qualitativement les variations de cette vitesse.

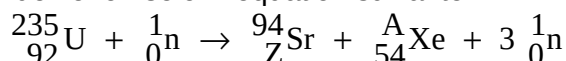
(0,5 point)

EXERCICE 3 (05 points)

3.1 Une centrale nucléaire est une usine de production d'électricité. Actuellement ces centrales utilisent la chaleur libérée par des réactions de fission de l'uranium 235 qui constitue le « combustible nucléaire ». Cette chaleur transforme de l'eau en vapeur. La pression de la vapeur permet de faire tourner à grande vitesse une turbine qui entraîne un alternateur produisant l'électricité. Certains produits de fission sont des noyaux radioactifs à forte activité et dont la demi-vie ou période peut être très longue.

3.1.1 Définir le terme demi-vie (ou période). **(0,25 point)**

3.1.2 Le bombardement d'un noyau d'uranium 235 par un neutron peut produire un noyau de strontium et un noyau de xénon selon l'équation suivante :



3.1.3 Déterminer les valeurs des nombres A et Z. **(0,5 point)**

3.1.4 Calculer en MeV l'énergie libérée par cette réaction de fission. **(0,5 point)**

3.1.5 Quelle est l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ? **(0,5 point)**

Données : Unité de masse atomique : $1 \text{ u} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV} / c^2$;

Electron-volt : $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; Vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Particule ou noyau	Neutron	Hydrogène 1 ou proton	Hydrogène 2 ou Deutérium	Hydrogène 3 ou Tritium	Hélium 3	Hélium 4	Uranium 235	Xénon	Strontium
Symbole	${}_0^1\text{n}$	${}_1^1\text{H}$	${}_1^2\text{H}$	${}_1^3\text{H}$	${}_2^3\text{He}$	${}_2^4\text{He}$	${}_{92}^{235}\text{U}$	${}_{54}^A\text{Xe}$	${}_{38}^{94}\text{Sr}$
Masse en u	1,00866	1,00728	2,01355	3,01550	3,01493	4,00150	234,9942	138,8892	93,8945

3.2 Il existe actuellement un projet dont l'objectif est de démontrer la possibilité scientifique et technologique de la production d'énergie par la fusion des atomes.

La fusion est la source d'énergie du soleil et des autres étoiles.

La réaction de fusion la plus accessible est la réaction impliquant le deutérium et le tritium. C'est sur cette réaction que se concentrent les recherches concernant la fusion contrôlée.

La demi-vie du tritium consommé au cours de cette réaction n'est que de 15 ans.

De plus il y a très peu de déchets radioactifs générés par la fusion et l'essentiel est retenu dans les structures de l'installation ; 90 % d'entre eux sont de faible ou moyenne activité.

3.2.1 Le deutérium de symbole ${}_1^2\text{H}$ et le tritium de symbole ${}_1^3\text{H}$ sont deux isotopes de l'hydrogène.

Epreuve du 1^{er} groupe

Après avoir défini le terme « isotopes », donner la composition des noyaux de deutérium et de tritium (0,75 point)

3.2.2 Qu'appelle-t-on réaction de fusion ? (0,25 point)

3.2.3 Ecrire l'équation de la réaction de fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium sachant que cette réaction libère un neutron et un noyau noté ${}^A_Z X$. Identifier le noyau ${}^A_Z X$. (0,75 point)

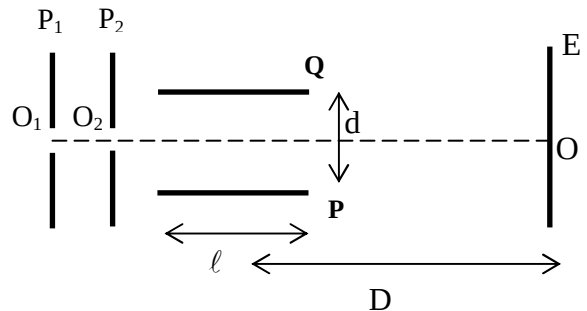
3.2.4 Montrer que l'énergie libérée au cours de cette réaction de fusion est de 17,6 MeV. Quelle est alors l'énergie libérée par nucléon de matière participant à la réaction ? (0,75 point)

3.3 Conclure en indiquant les avantages que présenterait l'utilisation de la fusion par rapport à la fission pour la production d'électricité dans les centrales nucléaires. (0,75 point)

EXERCICE 4 (05 points)

Dans toute la suite on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable

4.1 Des ions Mg^{2+} , sortant d'une chambre d'ionisation, pénètrent, avec une vitesse négligeable, par un trou O_1 , dans l'espace compris entre deux plaques verticales P_1 et P_2 . Lorsqu'on applique entre ces deux plaques une tension positive U_0 , les ions atteignent le trou O_2 avec la vitesse $\vec{v}_0$.



4.1.1 Quelle plaque (P_1 ou P_2) doit-on porter au potentiel le plus élevé ? Pourquoi ? (0,25 point)

4.1.2 Donner la valeur de v_0 en fonction de la charge q et de la masse m d'un ion, ainsi que U_0 . (0,25 point)

4.1.3 Calculer la valeur de v_0 pour les ions ${}^{24}_{12}Mg^{2+}$ dans le cas où $U_0 = 4000$ V. (0,25 point)

On prendra : $m({}^{24}_{12}Mg^{2+}) = 24$ u ; $u = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg ; $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C.

4.2 A la sortie de O_2 , les ions ayant cette vitesse $\vec{v}_0$ horizontale pénètrent entre les armatures P et Q d'un condensateur. On applique entre ces armatures une différence de potentiel positive U_{PQ} que l'on notera U , créant entre elles un champ électrique uniforme vertical orienté vers le haut.

4.2.1 Préciser les caractéristiques de la force électrique à laquelle chaque ion est soumis ; on exprimera son intensité en fonction de q , U et de la distance d entre les plaques P et Q. (0,75 point)

4.2.2 Déterminer la nature de la trajectoire d'un ion à l'intérieur de ce condensateur lorsque U garde une valeur constante. (0,5 point)

4.2.3 On dispose d'un écran vertical E à la distance D du centre des plaques de longueur ℓ , trouver en fonction de q , m , U , v_0 , ℓ , D et d , l'expression de la distance $z = OM$, M étant le point d'impact d'un ion sur l'écran. La distance OM dépendra-t-elle des caractéristiques des ions positifs utilisés ? (On admet que la tangente à la trajectoire au point de sortie S du condensateur passe par le milieu de celui-ci). (0,75 point)

4.2.4 Calculer la durée de la traversée du condensateur dans le cas où $\ell = 10$ cm. (0,25 point)

4.2.5 On applique entre P et Q une tension sinusoïdale $u = U_{\max} \sin \omega t$, de fréquence $f = 50$ Hz.

Montrer qu'avec un pinceau d'ions ${}^{24}_{12}Mg^{2+}$, on obtient sur l'écran E un segment de droite verticale, dont on calculera la longueur dans le cas où $U_{\max} = 230$ V, $D = 40$ cm, $d = 4$ cm. (On peut considérer que, durant toute la traversée du condensateur, chaque ion est soumis à une tension pratiquement constante). (0,75 point)

4.3 Entre P et Q existent maintenant à la fois un champ électrique uniforme vertical orienté vers le haut, créé par l'application de la tension U entre ces plateaux, et un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ horizontal, perpendiculaire au plan de la figure.

4.3.1 Quelle relation doit lier U_0 , U , B , q , m et d pour que le mouvement des ions Mg^{2+} dans le condensateur soit rectiligne uniforme et horizontal ? Préciser dans ce cas le sens de $\vec{B}$. Il n'est pas demandé de calculer la valeur de B . (0,5 point)

4.3.2 En réalité le magnésium est formé de trois isotopes ${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$, ${}^{A_2}_{12}\text{Mg}^{2+}$, ${}^{A_3}_{12}\text{Mg}^{2+}$

Lorsque U prend la valeur particulière U_1 , seuls les ions ${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$ ont la trajectoire rectiligne.

Lorsque $U = U_2$, ce sont les ions ${}^{A_2}_{12}\text{Mg}^{2+}$ qui ont la trajectoire rectiligne et si $U = U_3$ ce sont les ions ${}^{A_3}_{12}\text{Mg}^{2+}$. On a donc un moyen de les séparer.

4.3.2.1 Montrer que U_2/U_1 ne dépend que du rapport des masses m_1 (des ions ${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$) et m_2 (des ions ${}^{A_2}_{12}\text{Mg}^{2+}$). Calculer alors A_2 sachant que $U_1 = 228\text{V}$, $U_2 = 223\text{V}$ **(0,5 point)**

4.3.2.2 Calculer A_3 sachant que $U_1 = 228\text{V}$ et $U_3 = 219\text{V}$. **(0,25 point)**

EXERCICE 5 (04 points)

5.1 Avec une bobine B , on réalise les expériences décrites ci-après.

5.1.1 Première expérience : on réalise le circuit correspondant à la figure 1. La bobine B est connectée à un générateur G de courant continu, de résistance négligeable, maintenant une tension constante $U_1 = 6,7\text{ V}$ entre ses bornes. Un dispositif approprié, non représenté sur la figure permet de suivre l'évolution de l'intensité i du courant traversant le circuit. A l'instant où l'interrupteur K est fermé on déclenche le dispositif d'enregistrement. L'évolution de l'intensité au cours du temps est donnée par la figure 2 jointe en annexe (page 5).

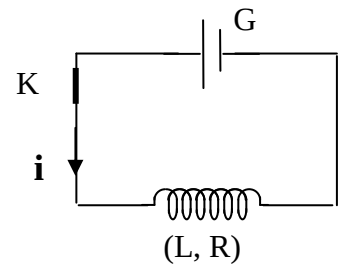


Figure 1

a) Expliquer pourquoi durant cette expérience l'intensité du courant ne prend pas instantanément une valeur constante (figure 2). D'après l'examen de la figure 2, au bout de combien de temps peut-on considérer que le régime permanent est atteint ? **(0,5 point)**

b) Etablir la relation entre la valeur I_0 de l'intensité du courant en régime permanent, la tension U_1 et la résistance R de la bobine. Vérifier que cette résistance vaut $R = 10\ \Omega$. **(0,5 point)**

5.1.2 Deuxième expérience : Le générateur G est remplacé par un autre qui établit aux bornes de B une tension alternative sinusoïdale de fréquence $f = 50\text{ Hz}$ et de valeur efficace $U_2 = 6,0\text{ V}$; l'intensité du courant traversant B a pour valeur efficace $I_2 = 0,32\text{ A}$.

Déterminer l'inductance L de la bobine B .

(0,5 point)

5.2 La bobine B est associée en série avec un condensateur de capacité $C = 2\ \mu\text{F}$. L'ensemble est alimenté par un générateur délivrant une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace $U = 6,0\text{ V}$ et de fréquence réglable.

5.2.1 Pour quelle valeur de la fréquence f_0 y a-t-il résonance d'intensité ? **(0,25 point)**

5.2.2 Définir le facteur de qualité Q du circuit, puis établir son expression en fonction de U et de U_c tension efficace aux bornes du condensateur. Justifier l'appellation de « facteur de surtension » que l'on donne parfois à Q . **(0,5 point)**

5.3 On fait varier lentement f autour de la valeur f_0 précédente. On pose $f = f_0(1+\varepsilon)$ avec $\varepsilon \ll 1$

5.3.1 Montrer que l'impédance Z du circuit est :

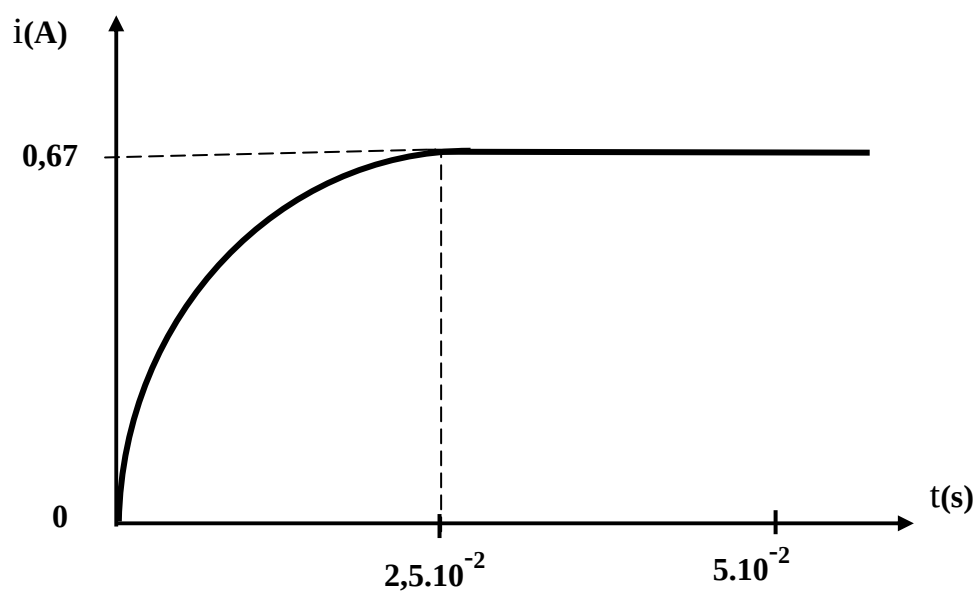
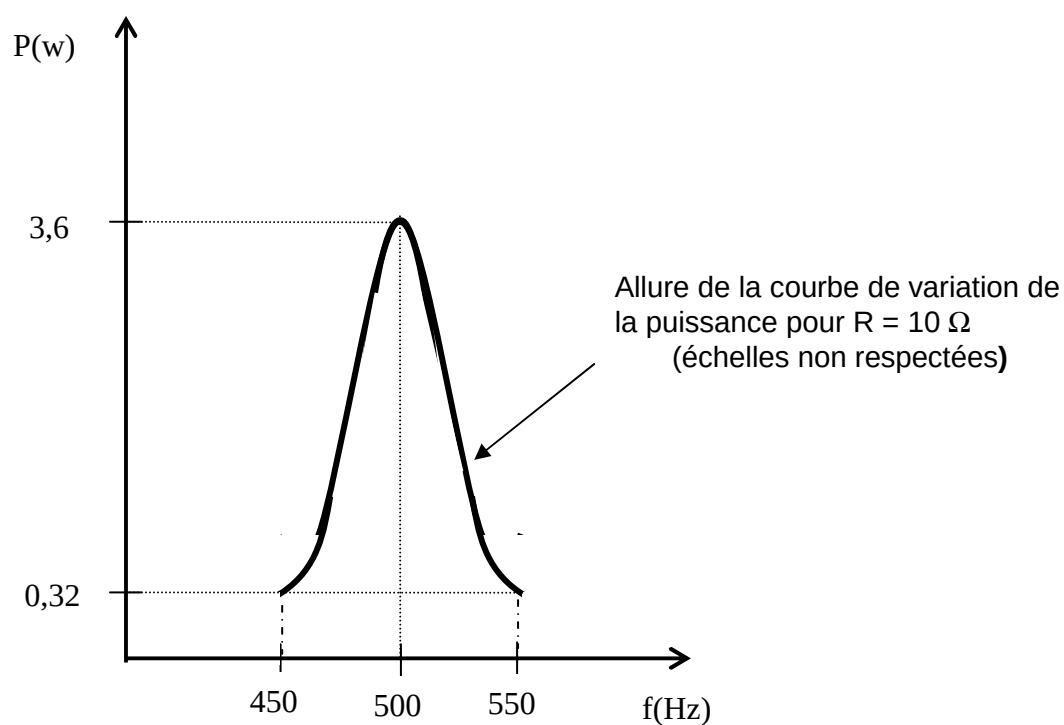
$$Z = R\sqrt{1 + 4Q^2\varepsilon^2} \quad \text{On admettra l'approximation : } \frac{1}{1+\varepsilon} \approx 1 - \varepsilon. \quad \textbf{(0,5 point)}$$

5.3.2 Montrer que la puissance P transférée au circuit est donnée par : $P = \frac{U^2}{R(1 + 4Q^2\varepsilon^2)}$.

Pour quelle valeur de ε cette puissance est maximale ? Que vaut la puissance maximale ? **(0,75 point)**

5.3.3 L'allure de la courbe donnant la puissance P transférée en fonction de f pour $\varepsilon \in]-10^{-1}; +10^{-1}[$ lorsque $R = 10\ \Omega$ est donnée sur la figure 3 jointe en annexe (page 5). Tracer sur le même graphe (à rendre avec la copie) l'allure de la courbe donnant la puissance transférée dans le cas où la résistance de la bobine est $R_2 = 1\ \Omega$ puis dans le cas où $R_3 = 100\ \Omega$. Conclure. **(0,5 point)**

ANNEXE : LA PAGE 5/5 EST A RENDRE AVEC LA COPIE

Figure 2Figure 3

NB : Le candidat ne doit mettre sur cette feuille aucun signe distinctif du type nom, numéro de table ou autre.

FIN DU SUJET



PHYSIQUE



CHIMIE

CLUB SCIENCES DE SIMBANDI
BRASSOU



SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (03 points)

Le développement de la chimie organique de synthèse, à la fin du XIX^e siècle, a conduit à des substances d'odeurs attrayantes qui ont eu une grande influence sur la parfumerie.

Les substances odorantes appartiennent à des familles très diverses de composés chimiques : alcools, aldéhydes, cétones ou esters.

Parmi ces derniers, on peut citer l'acétate de benzyle présent dans l'essence de jasmin et le salicylate de méthyle constituant principal de l'essence de Wintergreen extraite de certaines plantes.

1.1 Pour chaque famille de composés citée dans le texte écrire la formule du groupement fonctionnel puis donner un exemple de composé (formule semi-développée et nom) de la famille. **(01 point)**

1.2 La formule semi-développée de l'acétate de benzyle est : $\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{O} - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$

De quel acide et de quel alcool dérive l'acétate de benzyle ?

Ecrire l'équation-bilan de la préparation de l'acétate de benzyle à partir de ces composés et préciser les caractéristiques de cette réaction. **(0,50 point)**

1.3 Un laborantin prépare le salicylate de méthyle par réaction de l'acide salicylique (ou acide 2-hydroxybenzoïque $\text{HO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$) avec le méthanol.

Pour ce faire, il introduit dans un ballon une masse de 13,7 g d'acide salicylique, un volume de 12 mL de méthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Il procède au chauffage pendant une heure. La réaction terminée, le mélange est refroidi puis séparé. Après séchage de la phase organique, une masse de 11,4 g de salicylate de méthyle est obtenue.

1.3.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction. **(0,25 point)**

1.3.2 Déterminer le réactif limitant ou réactif en défaut. **(0,50 point)**

1.3.3 Quel est le rôle de l'acide sulfurique ? Et pourquoi chauffe-t-on ? **(0,25 point)**

1.3.4 Calculer le rendement de cette préparation. **(0,5 point)**

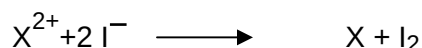
Données : $M(\text{acide salicylique}) = 138 \text{ g/mol}$; $M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32 \text{ g/mol}$

$M(\text{salicylate de méthyle}) = 152 \text{ g/mol}$

Masse volumique du méthanol : $\rho = 0,80 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$.

EXERCICE 2 (03 points)

On étudie l'évolution dans le temps de la transformation, en solution aqueuse, des ions iodure I^- en diiode I_2 par l'action d'un réactif approprié. La réaction peut être représentée par l'équation :



Cette réaction est lente mais totale.

Pour étudier la cinétique de la réaction on mélange les deux réactifs dans les proportions stoechiométriques à la date $t = 0$. Un dispositif approprié permet de déterminer, au fur et à mesure, la concentration molaire volumique du diiode et de modéliser la loi de variation de cette concentration en fonction du temps.

2.1 Montrer que cette transformation correspond à une réaction d'oxydoréduction et préciser les couples oxydant-réducteur mis en jeu. **(0,50 point)**

2.2 Pendant les 210 premières minutes, la concentration molaire volumique de diiode $[\text{I}_2] = C$ varie en fonction du temps suivant la loi :

$$C = 5 \cdot 10^{-3} \left(1 - e^{-\frac{t}{2}} \right), \quad \text{avec } C \text{ en } \underline{\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}} \text{ et } t \text{ en } \underline{\text{heure}}.$$

2.2.1 Compléter le tableau suivant et tracer la courbe $C = f(t)$ dans l'intervalle considéré. (01 point.)

t (min)	0	30	60	90	120	150	180	210
C(mol. L ⁻¹)								

2.2.2 Déterminer, à l'aide du graphe, la vitesse v de formation du diiode à la date $t = 100$ min.

(0,50 point)

2.2.3 Etablir l'expression de la vitesse v de formation du diiode en fonction du temps dans l'intervalle $[0 ; 210 \text{ min}]$. Quelle valeur de v à la date $t = 100$ min obtient-on par le calcul ?

(0,50point)

2.3 Montrer, à partir de l'expression précédente, que la vitesse de formation du diiode est une fonction décroissante du temps durant cette expérience. Pourquoi en est-il ainsi ?

(0,50 point)

EXERCICE 3 (04,5 points)

On donne : Masse de la Terre : $M_T = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; Rayon de la Terre : $R_T = 6370 \text{ km}$.

Masse du satellite : $m = 650 \text{ kg}$; Constante de gravitation : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$.

SPOT est un satellite de télédétection. Il évolue à l'altitude $h = 832 \text{ km}$ sur une trajectoire circulaire contenue dans un plan passant par l'axe des pôles de la Terre. Un tel satellite est appelé satellite à défilement.

3.1 Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. Donner alors l'expression de sa vitesse V en fonction de G , M_T , R_T et h . Faire l'application numérique.

(0,75 point)

3.2 Etablir l'expression de la période de révolution du satellite SPOT en fonction de G , M_T , R_T et h .

(0,25 point)

3.3 Calculer l'angle de rotation de la Terre pendant une révolution du satellite. Pourquoi dit-on qu'un tel satellite est un satellite à défilement ?

(0,50 point)

3.4 Dans le champ de gravitation terrestre l'énergie potentielle du satellite est donnée par :

$$E_p = - \frac{GM_T m}{r} \quad \text{avec } r = R_T + h.$$

3.4.1 Où a-t-on choisi la référence de l'énergie potentielle de gravitation ? Justifier la réponse.

(0,25 point)

3.4.2 Exprimer l'énergie mécanique du satellite en fonction de G , M_T , m , R_T et h puis en fonction de m et V , vitesse du satellite.

(0,50 point)

3.4.3 Calculer l'énergie mécanique du satellite à l'altitude h .

(0,25 point)

3.5 Le satellite SPOT est équipé d'un moteur permettant de corriger sa trajectoire.

3.5.1 Montrer que si le moteur fonctionne, toute variation ΔE_m de l'énergie mécanique du satellite s'accompagne de variation simultanée Δh de son altitude et ΔV de sa vitesse.

(0,50 point)

3.5.2 En utilisant les résultats des questions précédentes, exprimer la variation d'altitude Δh et la variation de vitesse ΔV corrélatives à une variation d'énergie mécanique ΔE_m .

(01 point)

Calculer ces variations pour $\Delta E_m = 5 \text{ MJ}$. On prendra $h = 832 \text{ km}$ et on utilisera les valeurs numériques trouvées précédemment pour V et E_m .

(0,50 point)

EXERCICE 4 (05,5 points)

NB : les deux parties de l'exercice sont indépendantes.

Première partie

Dans cette partie on se propose de comparer le fonctionnement d'un oscillateur électrique avec celui d'un oscillateur mécanique pour faire ressortir des analogies.

4.1 On réalise un circuit comprenant une bobine d'inductance L dont la résistance est supposée nulle et un condensateur de capacité C ; initialement l'interrupteur K est ouvert [figure (a)].

Le condensateur est d'abord chargé sous une tension constante U par un dispositif non représenté sur la figure. On ferme ensuite l'interrupteur K .

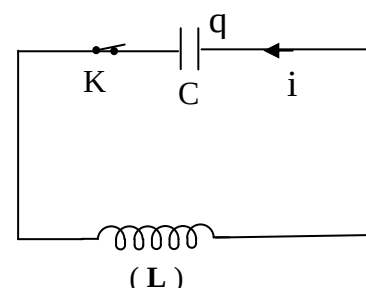


Figure a

4.1.1 Etablir l'équation différentielle traduisant les oscillations électriques qui se déroulent dans le circuit en prenant comme variable la charge q d'une armature du condensateur. [Le circuit est orienté comme indiqué sur la figure (a)]. **(0,50 point)**

4.1.2 En déduire la période des oscillations. Applications numériques : $L = 0,10\text{H}$; $C = 1,0 \cdot 10^{-5}\text{F}$. **(0,50 point)**

4.2 On considère un solide A de masse m pouvant glisser sans frottement sur un support horizontal. Le solide est lié à l'une des extrémités d'un ressort de masse négligeable et de raideur k ; l'autre extrémité du ressort étant fixée en un point E (figure b).

On déplace le solide A de façon à provoquer l'allongement du ressort et on l'abandonne sans vitesse initiale.

4.2.1 Etablir l'équation différentielle du mouvement du solide A en prenant comme variable l'élongation x du solide, le mouvement étant rapporté au repère $X'X$ dont l'origine coïncide avec la position du centre d'inertie G du solide à l'équilibre [figure (b)] **(0,50 point)**

4.2.2 En déduire la période des oscillations. Applications numériques : $m = 0,50\text{kg}$; $k = 25\text{N/m}$. **(0,50 point)**

4.3 Recopier puis compléter le tableau ci-dessous pour faire apparaître les analogies entre les grandeurs électriques de la question 4.1 et les grandeurs mécaniques de la question 4.2 **(01,5 point)**

Grandeurs mécaniques	Grandeurs électriques
Masse (m)	
Raideur du ressort (k)	
Elongation (x)	
Vitesse (V)	
Energie cinétique E_c ($\frac{1}{2} mV^2$)	
Energie potentielle élastique E_{pe} ($\frac{1}{2} kx^2$)	

Deuxième partie

Un générateur BF maintenant entre ses bornes une tension sinusoïdale de fréquence N , alimente un circuit contenant en série une bobine d'inductance $L = 36\text{mH}$ et de résistance R_1 et un résistor de résistance $R_2 = 12,5\Omega$. La tension efficace aux bornes du générateur est $U = 64\text{V}$.

On mesure l'intensité efficace du courant, on trouve $I = 3,2\text{A}$.

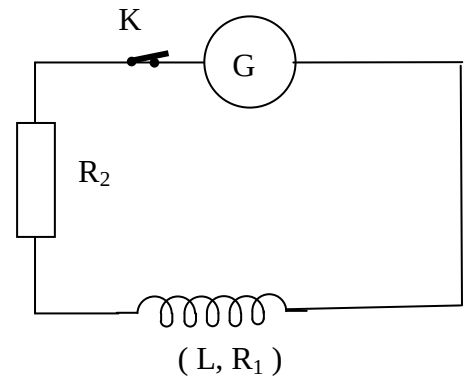
Puis l'on mesure la tension efficace U_1 aux bornes de la bobine et la tension efficace U_2 aux bornes du résistor, on trouve $U_1 = U_2$.

4.4 Montrer que les impédances Z_1 de la bobine et Z_2 du résistor sont égales. Donner la valeur numérique commune. **(0,50 point)**

4.5 Construire le diagramme de Fresnel relatif au circuit.

On posera : $i = I\sqrt{2}\sin(\omega t)$ et $u = U\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$ respectivement pour l'intensité instantanée i du courant et la tension instantanée u aux bornes du générateur. **(0,50 point)**

4.6 Calculer les valeurs numériques de φ , de R_1 et du produit $L\omega$. Calculer alors la valeur de la fréquence. **(01 point)**



EXERCICE 5 (04 points)

Données : Constante de Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34}\text{J.s}$; célérité de la lumière dans le vide : $C = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$
 $E_0 = 13,6\text{eV}$; masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31}\text{kg}$.

Un ion hydrogénoïde est un ion ayant la même structure électronique que l'atome d'hydrogène ; c'est-à-dire possédant un seul électron gravitant autour du noyau. C'est le cas des ions hélium He^+ et lithium Li^{2+} .

Un électron unique gravitant autour d'un noyau de numéro atomique Z sur le niveau n possède

$$\text{l'énergie } E_n = -\frac{E_0 Z^2}{n^2}$$

Epreuve du 1^{er} groupe

5.1 L'électron passe d'un niveau d'énergie E_n à un niveau inférieur d'énergie E_p .

5.1.1 Y a-t-il absorption ou émission de photon ? Justifier. **(0,25 point)**

5.1.2 Exprimer la longueur d'onde de la radiation correspondante $\lambda_{(n,p)}$ en fonction de E_0, Z, n, p, h et c . **(0,50 point)**

5.2 On peut écrire cette longueur d'onde $\lambda (n, p)$ sous la forme :

$$\lambda_{(n,p)} = \frac{1}{R} \left(\frac{n^2 p^2}{n^2 - p^2} \right) \text{ où } R \text{ est une constante appelée constante de Rydberg.}$$

5.2.1 Exprimer R en fonction de E_0, Z, h et C . **(0,50 point)**

5.2.2 Calculer cette constante dans les cas suivants :

- Atome d'hydrogène H : $R = R_1$
- Ion He^+ : $R = R_2$
- Ion Li^{2+} : $R = R_3$ **(0,50 point)**

5.3 On considère la série de Balmer dans le spectre atomique de l'hydrogène : Il s'agit de l'ensemble des raies correspondant à des transitions décroissantes qui ramènent l'atome d'hydrogène d'un niveau excité n au niveau $p = 2$.

Calculer l'écart $\Delta\lambda$ entre la plus grande et la plus courte des longueurs d'onde de cette série. **(0,50 point)**

5.4 Calculer l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ($Z = 1$) et des ions hydrogénoïdes He^+ ($Z = 2$) et Li^{2+} ($Z = 3$). **(0,75 point)**

5.5. On envoie sur des atomes d'hydrogène pris à l'état fondamental des photons d'énergie respective 1,9 eV, 3,4 eV, 10,2 eV et 14 eV.

5.5.1 Quel(s) est (sont) le (les) photon(s) susceptible (s) d'être absorbé(s) ? Justifier la réponse. **(0,50 point)**

5.5.2 Montrer que si l'atome d'hydrogène pris à l'état fondamental absorbe un photon d'énergie 14 eV, il émet un électron. Calculer la vitesse d'éjection de l'électron. **(0,25 point)**

Vérifier que cet électron n'est pas relativiste. **(0,25 point)**

N.B : Une particule est dite relativiste si sa vitesse est supérieure au dixième de la célérité de la lumière dans le vide.

FIN DE SUJET

Epreuve du 1^{er} groupe**SCIENCES PHYSIQUES**

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (04,5 points)

Les alcools sont présents dans la nature, ils entrent dans la constitution de divers organes végétaux et animaux. Ils sont d'une importance toute particulière dans le monde industriel avec la préparation de détergents et autres composés tensioactifs.

Au laboratoire, ils sont principalement utilisés comme solvants et comme intermédiaires de synthèse. Aldéhydes, cétones, acides carboxyliques, esters...autant de composés qui peuvent être obtenus des alcools.

1.1 Au cours d'une séance de travaux pratiques on veut identifier trois alcools notés A, B et C. On donne trois formules moléculaires brutes C_2H_6O ; C_3H_8O et $C_4H_{10}O$.

Chacune de ces formules peut être celle de l'alcool A, de l'alcool B ou de l'alcool C.

Pour identifier ces alcools on a réalisé les tests suivants :

- Premier test :

On fait l'oxydation ménagée des alcools à l'aide du dichromate de potassium en milieu acide et on constate que :

- A ne donne pas de réaction.
- B et C réagissent pour donner respectivement les produits organiques B' et C'.

- Deuxième test :

Les produits B' et C' donnent avec la dinitrophénylhydrazine (DNPH) un précipité jaune ; mais seul B' rosit le réactif de Schiff.

1.1.1 Donner, en justifiant, les fonctions chimiques de B' et C' (0,50 point)

1.1.2 En déduire les classes des alcools A, B et C. (0,75 point)

1.1.3 Identifier les alcools en donnant leurs formules semi-développées et leurs noms. (0,75 point)

1.1.4 Ecrire les demi-équations électroniques des couples B'/B et $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ puis l'équation-bilan de la réaction de B avec l'ion dichromate. (0,75 point)

1.2 On étudie ensuite la cinétique de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'alcool C_2H_6O .

On réalise un mélange contenant 1 mole d'alcool et 1 mole d'acide et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Le mélange est réparti dans 10 tubes à essais que l'on place ensuite dans un bain-marie à la température de 100°C.

A une date t, on prend un tube que l'on place dans de l'eau glacée et le contenu est dosé par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration connue afin de déterminer le nombre n_{ac} de mole d'acide restant.

1.2.1 Trouver dans le protocole expérimental les moyens utilisés pour augmenter la vitesse de la réaction. (0,25 point)

1.2.2 Pourquoi utilise-t-on l'eau glacée ? (0,25 point)

1.2.3 La connaissance de la quantité de matière n_{ac} d'acide restant a permis de déterminer la quantité de matière n_e d'ester formé au cours du temps et par suite de tracer la courbe d'estérification $n_e = f(t)$ jointe en annexe (page 4).

a) Définir la vitesse instantanée de formation de l'ester. (0,25 point)

b) Déterminer cette vitesse à t = 20 min puis à t = 80 min. Comment évolue la vitesse au cours du temps ? Pourquoi ? (01 point)

EXERCICE 2 (03,5 points)

Les protéines participent au fonctionnement des organismes vivants, de l'être humain en particulier, en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques d'importance capitale. Ce sont des macromolécules de natures diverses ; et pourtant elles ne sont constituées qu'à partir d'une vingtaine de maillons élémentaires : les acides α - aminés. Le nombre et l'ordre dans lesquels ces maillons sont liés caractérisent ces protéines.

2.1 Dans ce qui suit on considère les acides α - aminés de formule brute $C_6H_{13}O_2N$.

L'un de ces acides α - aminés, l'acide 2-amino-3-méthylpentanoïque, usuellement appelé isoleucine, possède deux carbones asymétriques.

2.1.1 Ecrire la formule semi-développée de l'isoleucine et marquer d'une croix chaque carbone asymétrique. **(0,50 point).**

2.1.2 Ecrire les formules semi-développées et donner les noms de trois acides α - aminés isomères de l'isoleucine. **(01,5point).**

2.2 En solution aqueuse, l'isoleucine donne un ion dipolaire appelé zwitterion qui coexiste avec un cation et un anion en des proportions différentes selon le pH de la solution.

Ecrire les équations des deux réactions du zwitterion sur l'eau. Attribuer aux couples acide-base du zwitterion les valeurs de pK_A : $pK_1 = 2,2$ et $pK_2 = 9,6$. Quelle est l'espèce prépondérante dans le duodénum où le pH est voisin de 7,4 ? **(0,50 point)**

2.3 On réalise une réaction de condensation entre l'isoleucine et la glycine de formule $H_2N - CH_2 - CO_2H$.

2.3.1 Montrer que cette réaction de condensation conduit à deux dipeptides isomères P_1 et P_2 . Donner leur formule semi-développée en mettant en évidence la liaison peptidique. **(0,50 point)**

2.3.2 On désire synthétiser un des dipeptides P_1 ou P_2 . Décrire le principe de la synthèse. **(0,50 point)**

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

En travaux pratiques un groupe d'élèves utilisent deux méthodes différentes pour déterminer la constante de raideur K d'un ressort à spires non jointives.

• 3.1. La méthode statique :

L'extrémité supérieure du ressort est fixée. A son extrémité libre, sont suspendues successivement des masses de différentes valeurs (figure a). Pour chaque masse m l'allongement Δl du ressort est mesuré à l'aide d'une règle (non représentée sur la figure). Le tableau de valeurs suivant est obtenu :

m (kg)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Δl (cm)	2,5	5,0	7,5	10	12,4	15,1	17,5	19,8

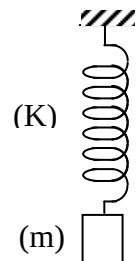


Figure a

3.1.1 Tracer le graphe de l'allongement Δl en fonction de la masse m . En déduire la relation numérique entre Δl et m . **(0,75 point)**

3.1.2 Sur un schéma, représenter les forces s'exerçant sur la masse m . Traduire alors la condition d'équilibre et en déduire l'expression de K en fonction de m , Δl et l'intensité de la pesanteur g . **(0,75 point).**

3.1.3 En déduire la valeur de la constante de raideur K . On prendra $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$. **(0,50 point)**

• 3.2. La méthode dynamique :

Dans cette partie le ressort précédent est utilisé pour réaliser un oscillateur horizontal. Le solide de masse M , de valeur inconnue, solidement lié au ressort, se déplace sur un support horizontal (figure b). Tous les frottements sont négligés. On utilise un axe $X'X$

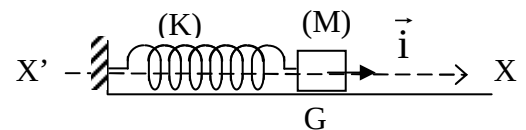


Figure b

horizontal orienté par le vecteur unitaire $\vec{i}$ et on repère la position du centre d'inertie G du solide par son abscisse X sur cet axe.

A l'équilibre le ressort n'est ni comprimé, ni allongé et l'abscisse X est nulle (le point G est confondu avec l'origine de l'axe $X'X$).

A un instant choisi comme origine des temps, la masse est écartée de sa position d'équilibre, et lâchée sans vitesse initiale.

3.2.1 Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur la masse M à un instant t donné et les représenter sur un schéma. **(0,50 point)**

3.2.2 Par application du théorème du centre d'inertie appelé aussi deuxième loi de Newton, établir l'équation différentielle du mouvement.

En déduire l'expression de la période T_0 des oscillations en fonction de la constante de raideur K et de M . **(0,50 point)**

3.2.3 La mesure de 10 oscillations donne 10,6 s. Calculer T_0 . **(0,25 point)**

3.2.4 L'objet précédent de masse M est surchargé d'une masse $m_1 = 20$ g fixée sur lui. Le système est à nouveau mis en oscillation comme précédemment. Cette fois la durée de 10 oscillations donne 10,7 s. Exprimer la nouvelle période T en fonction de K , m_1 et M . **(0,25 point)**

3.2.5 En déduire l'expression de K en fonction de T_0 , T et m_1 . **(0,50 point)**

3.2.6 Calculer K . Comparer avec le résultat obtenu par la méthode statique. Expliquer. **(0,50 point)**

EXERCICE 4 (04 points)

4.1 On réalise une expérience d'interférences en lumière monochromatique de longueur d'onde λ . On utilise pour cela une fente source horizontale avec laquelle on éclaire deux fentes horizontales très fines F_1 et F_2 distantes de $a = 200$ μm et situées à égale distance de la source. A la distance $D = 1$ m des fentes F_1 et F_2 on place un écran qui leur est parallèle et qui permet d'observer le phénomène d'interférences. On considère sur l'écran un axe Ox vertical, le point O se trouvant dans le plan médiateur des fentes F_1 et F_2 .

4.1.1 Décrire et expliquer qualitativement l'aspect de l'écran. **(0,25 point)**

4.1.2 Pourquoi utilise-t-on une fente source avant les fentes F_1 et F_2 ? **(0,25 point)**

4.1.3 Etablir pour un point M de l'axe Ox d'abscisse x , la différence de marche δ entre les rayons provenant de F_1 et F_2 . **(0,50 point)**

4.1.4 Exprimer en fonction de λ , D , a et de l'entier k , l'abscisse d'un point de l'écran appartenant à une frange sombre et en déduire l'expression de l'interfrange i . **(0,50 point)**

4.1.5 On mesure $i = 2,74$ mm. Quelle est la longueur d'onde de la lumière utilisée ? **(0,25 point)**

4.2 On utilise maintenant des filtres permettant de sélectionner différentes radiations monochromatiques. Pour chaque radiation, on mesure la distance correspondant à sept (7) interfranges et on consigne les résultats obtenus dans le tableau suivant :

λ (μm)	0,470	0,520	0,580	0,610	0,650
$7i$ (mm)	16,5	18,2	20,3	21,4	22,8
i					

4.2.1 Pourquoi mesure-t-on la distance correspondant à 7 interfranges plutôt que celle de l'interfrange i ? **(0,25 point)**

4.2.2 Compléter le tableau puis tracer la courbe représentative de la fonction $i = f(\lambda)$. **(0,50 point)**

Echelle : 1 cm $\rightarrow$ 0,05 μm en abscisses; 1 cm $\rightarrow$ 0,2 mm en ordonnées

4.2.3 L'expression de l'interfrange établie à la question 4.1.4 est elle en accord avec la courbe obtenue ? Justifier. **(0,25 point)**

4.2.4 A partir de la courbe, c'est-à-dire graphiquement, déterminer :

a) L'interfrange obtenue à partir d'une radiation de longueur d'onde $\lambda_1 = 0,600$ μm . **(0,25 point)**

b) La longueur d'onde donnant un interfrange $i_2 = 2,5$ mm. **(0,25 point)**

4.3 On opère maintenant en lumière blanche.

4.3.1 Décrire sommairement l'aspect de l'écran. **(0,25 point)**

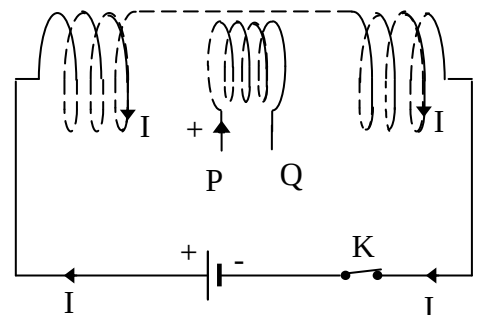
4.3.2 On place dans le plan de l'écran, parallèlement aux fentes F_1 et F_2 , la fente d'un spectroscopie à 12 mm du point O . Calculer le nombre de radiations manquantes et les longueurs d'ondes correspondantes. Les limites du spectre visible sont 0,4 μm et 0,8 μm . **(0,50 point)**

EXERCICE 5 (03,5 points)

Une bobine circulaire PQ de résistance $R_2 = 8$ ohms comportant $N_2 = 50$ spires de diamètre $d_2 = 5$ cm est placée comme indiqué sur la figure à l'intérieur d'un solénoïde de longueur $\ell_1 = 50$ cm, comportant $N_1 = 1000$ spires. L'axe de la bobine est parallèle à celui du solénoïde.

5.1 Un générateur de courant continu débite un courant d'intensité $I = 4$ A à travers le solénoïde. Déterminer alors les caractéristiques du champ magnétique $\vec{B}$ créé à l'intérieur du solénoïde et représenter ce vecteur sur un schéma. **(01 point)**

On donne : perméabilité du vide : $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ SI



Epreuve du 1^{er} groupe

5.2 Sans modifier le circuit, on réunit les extrémités P et Q de la bobine, puis on ouvre l'interrupteur K.

5.2.1 Justifier le passage d'un courant induit dans la bobine PQ pendant l'ouverture du circuit et préciser son sens sur un schéma (le sens positif d'orientation de PQ est indiqué sur le schéma du montage). **(0,75 point)**

5.2.2 Calculer la quantité d'électricité induite qui traverse la bobine PQ. **(0,50 point)**

5.3 Le générateur linéaire est remplacé par un générateur basse fréquence qui délivre une intensité variable $i = 5 \sin(100 \pi) t$, expression où i est exprimée en ampère et t en seconde.

5.3.1 Montrer que l'expression de la f.e.m d'induction qui apparaît dans la bobine est

$$e = - \frac{\mu_0 N_1 N_2 \pi d^2}{4 \ell_1} \frac{di}{dt}, \text{ relation où } \frac{di}{dt} \text{ est la dérivée par rapport au temps de l'intensité } i$$

du courant

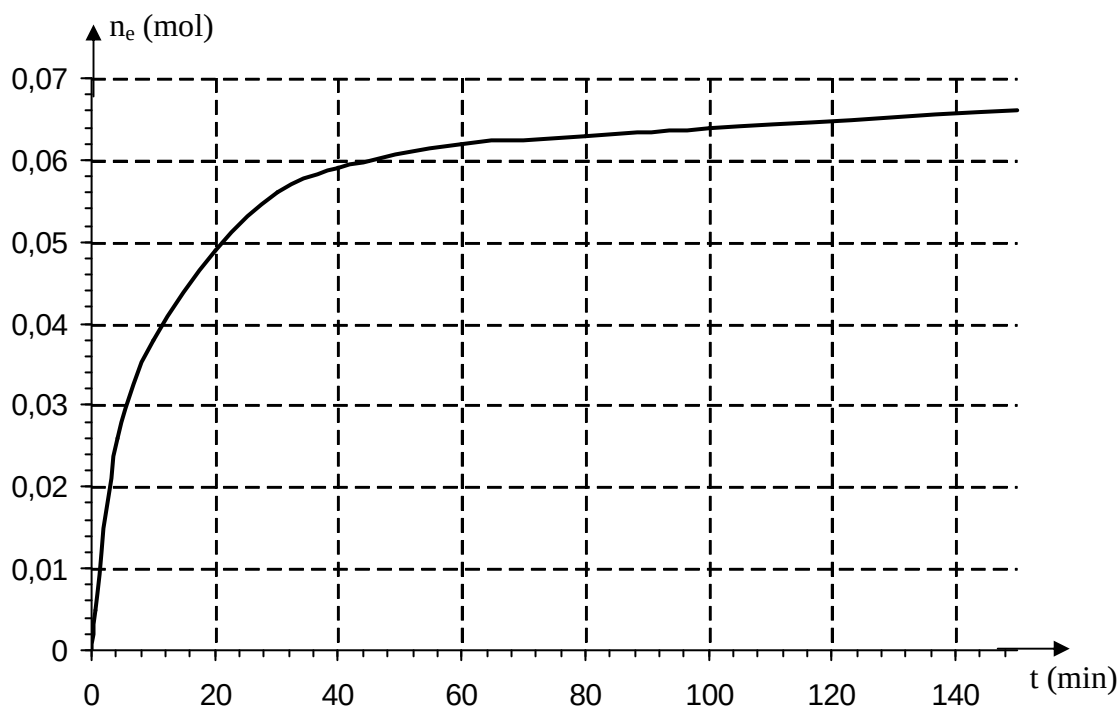
(0,50 point)

5.3.2 On sépare les bornes P et Q de la bobine puis on relie la borne Q à la masse d'un oscilloscope, la borne P à la voie de déviation verticale YY' afin de visualiser la tension U_{PQ} .

Représenter la courbe observée sur l'écran en tenant compte des données ci-après : **(0,75 point)**

- largeur de l'écran : 10 cm balayage horizontal : 5 ms/cm
- hauteur de l'écran : 08 cm sensibilité verticale : 0,2 V/cm.

Annexe : Courbe $n_e = f(t)$ de l'exercice 1

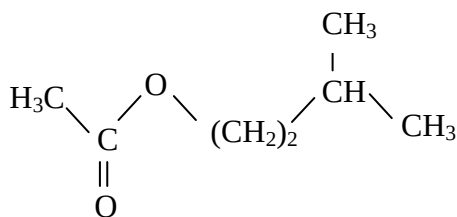


FIN DE SUJET.

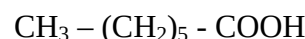
**SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1****(05 points)**

L'architecture moléculaire, c'est-à-dire les propriétés d'isomérisation, est le facteur le plus important en ce qui concerne les qualités d'une odeur. Deux isomères de constitution accusent de grandes différences pour l'ensemble de leurs propriétés, et en particulier pour leurs propriétés olfactives.

L'acétate d'isoamyle et l'acide heptanoïque constituent des isomères de constitution d'odeur très différente : le premier a une odeur fruitée de poire, le second a une odeur désagréable à relent gras.



Acétate d'isoamyle



Acide heptanoïque

1.1 Quelle est la formule brute de l'acétate d'isoamyle ? celle de l'acide heptanoïque ? **(01 point)**

1.2 Définir, à partir de l'exemple de ces deux composés, l'isomérisation de constitution. **(01 point)**

1.3 A quelle famille chimique appartient l'acétate d'isoamyle ? Quel est le nom du groupe fonctionnel de l'acide heptanoïque ? **(01 point)**

1.4 On fait réagir l'acide heptanoïque avec l'éthanol. On traite le produit organique obtenu par une solution d'hydroxyde de sodium. Pour chacune de ces réactions écrire l'équation-bilan et préciser les principales caractéristiques. **(02 point)**

EXERCICE 2 Etude d'un texte (05,5 points)

Les diverses branches de la physique et de la chimie issues de l'étude de la radioactivité ne sont pas toutes aussi difficiles que la quête de Grande Unification (un formalisme unique pour toutes les interactions de la nature). Certaines ont des applications pratiques, utilitaires et bien sûr militaires.

Dans les années 1930, on découvre la radioactivité artificielle : on a alors fabriqué des éléments qui n'existaient pas dans la nature; on a aussi élaboré des techniques de séparation (d'enrichissement) d'isotopes radioactifs peu concentrés dans les sources naturelles (les minerais d'uranium par exemple). Par fission spontanée des noyaux, en cascade ou en chaîne, ces éléments pouvaient engendrer, d'un seul coup, une monstrueuse quantité d'énergie. La bombe atomique a donné un corps au mythe de l'anéantissement dans une boule de feu. Cependant, contrôlé, domestiqué, ralenti, le même processus physique fournit une énergie thermique contrôlable : dans les centrales nucléaires l'énergie dégagée par les réactions nucléaires fait bouillir l'eau d'une machine à vapeur qui, associée à un générateur, produit l'électricité [...]. La radioactivité est très liée au temps. Elle aide les géologues à mesurer l'âge de la Terre ou à déterminer la date d'une roche préhistorique.

2.1 Donner un titre à ce texte. **(01 point)**

2.2 Définir les mots soulignés dans le texte. **(01,5 point)**

2.3 Quelles sont les applications pratiques de la radioactivité mentionnées dans le texte? Citer d'autres applications de la radioactivité. **(01 point)**

2.4 Expliquer brièvement la datation au carbone 14 utilisée pour déterminer l'âge de la Terre ou d'une roche préhistorique. **(02 points)**

EXERCICE 3 (04,5 points)

Compléter les phrases ci-après à l'aide des mots et nom suivants donnés dans un ordre quelconque : saponification, pollution, d'énergie, moitié, corpusculaire, durée, Einstein, ester, totale.

3.1 La réaction d'un acide carboxylique avec un alcool produit un et de l'eau. La réaction de l'ester avec une base forte est appelée, c'est une réaction rapide et **(01,5 point)**

3.2 La.....est la contamination de l'air, de l'eau par des substances qui altèrent la santé de l'homme, la qualité de la vie ou le fonctionnement naturel des écosystèmes. **(0,5 point)**

Epreuve du 1^{er} groupe

3.3 Une onde correspond à un transport et non de matière.

(0,5 point)

3.4 La période radioactive est la.....au bout de laquelle la des noyaux radioactifs initialement présents s'est désintégrée.

(01 point)

3.5 La théorie..... de la lumière avancée par le célèbre physicien a permis d'interpréter l'effet photoélectrique

(01 point)

EXERCICE 4 (05 points)

Une source envoie une onde sinusoïdale transversale le long d'une corde de grande longueur fixée à son autre extrémité. La fréquence de l'onde est $f = 100 \text{ Hz}$.

Ci-après est reproduit l'aspect de la corde (sinusoïde en trait plein, échelle non respectée) à un instant où le point A lié à la source possède une elongation maximale.

4.1 Parmi les points B, C, D, E, G et H de la corde, quels sont ceux qui vibrent en phase avec le point source A ? Quels sont les points en opposition de phase avec A ?

(01,5 point)

4.2 La plus petite distance séparant deux points en phase est $d = 10 \text{ cm}$. Quelle est la valeur de la longueur d'onde λ ? Donner, en fonction de λ , l'expression générale de la distance séparant deux points en phase.

(01 point)

4.3 Calculer la célérité de l'onde sur la corde.

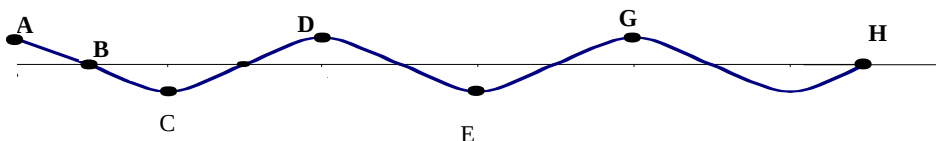
(01 point)

4.4 Sachant que la célérité est donnée par l'expression $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$, calculer la masse linéique μ de la

corde tendue par une force $F = 2 \text{ N}$ (non représentée sur la figure).

(01,5 point)

NB : on néglige la réflexion de ondes.



FIN DE SUJET

2008

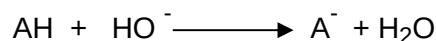
PHYSIQUE

CHIMIE



CLUB SCIENCES

DE SIMBANDI BRASSOU

**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE S1****EXERCICE 1 (03 points)****1.1****1.1.1** Il s'agit d'un indicateur coloré dont la zone de virage recoupe le pH à l'équivalence. (0,5 pt)**1.1.2**

(0,25 pt)

1.1.3 Il s'agit du pH d'un mélange d'acide faible et de base forte à l'équivalence. La base forte l'emporte, le pH est basique. (0,25 pt)

$$\text{1.1.4. } C_0 = \frac{C_b \cdot V_b}{V} = 7,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}; m(\text{AH}) = n(\text{AH}) \cdot M(\text{AH}) = C_0 V_0 M(\text{AH}) = 247 \cdot 10^{-3} \text{ g} = \mathbf{247 \text{ mg}}$$

La masse trouvée est nettement en deçà de 500 mg ; c'est à peine la moitié. L'indication du comprimé n'est pas vérifiée. (0,5 pt)

1.2**1.2.1** On calcule la quantité de matière de chaque espèce par $n = \frac{m}{M}$

Pour l'acide ascorbique : $n(\text{AH}) = \frac{m(\text{AH})}{M(\text{AH})} = \mathbf{1,41 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$

Pour l'ascorbate de sodium $n(\text{ANa}) = n(\text{A}^-) = \frac{m(\text{ANa})}{M(\text{ANa})} = \mathbf{1,42 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$ (0,5 pt)

1.2.2 $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]} = \text{pKa} + \log \frac{n(\text{A}^-)}{n(\text{AH})} \approx \text{pKa} = 4,2$. La solution S_0 est une solution

tampon; son pH reste pratiquement invariable par faible dilution ou par addition d'acide, ou de base en quantité modérée. Intérêt réside : contrôle de pH. (0,5 pt)

1.2.3 Par application de la relation rappelée en 1.2.2) on tire : $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]} = 7,9 \cdot 10^{-4}$

Or $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]} = \frac{n(\text{A}^-)}{n(\text{AH})}$; ce qui implique $n(\text{A}^-) = 7,9 \cdot 10^{-4} \times n(\text{AH})$ (1)

La conservation de la matière s'écrit :

$$n(\text{A}^-) + n(\text{AH}) = n(\text{A}^-)_{\text{initial}} + n(\text{AH})_{\text{initial}} = 1,42 \cdot 10^{-3} + 1,41 \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

Les équations (1) et (2) permettent de trouver : $n(\text{AH}) = \mathbf{2,83 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$

$$m(\text{AH}) = n(\text{AH}) \cdot M(\text{AH}) = \mathbf{498 \text{ mg}}$$

Ce qui correspond pratiquement à l'indication « acide ascorbique total : 500 mg » portée sur la notice. (0,5 pt)

EXERCICE 2 (03 points)

2.1 On a : $n_{\text{O}_2} = \frac{V(\text{O}_2)}{V_m}$ (0,25 pt)

2.2 On a $n(\text{H}_2\text{O}_2)_{\text{restant}} = n(\text{H}_2\text{O}_2)_{\text{initial}} - n(\text{H}_2\text{O}_2)_{\text{décomp}}$

Or $n(\text{H}_2\text{O}_2)_{\text{décomp}} = 2 n(\text{O}_2)$; d'où $n(\text{H}_2\text{O}_2)_{\text{restant}} = n(\text{H}_2\text{O}_2)_{\text{initial}} - 2 n(\text{O}_2)$

En divisant par V_0 on trouve :

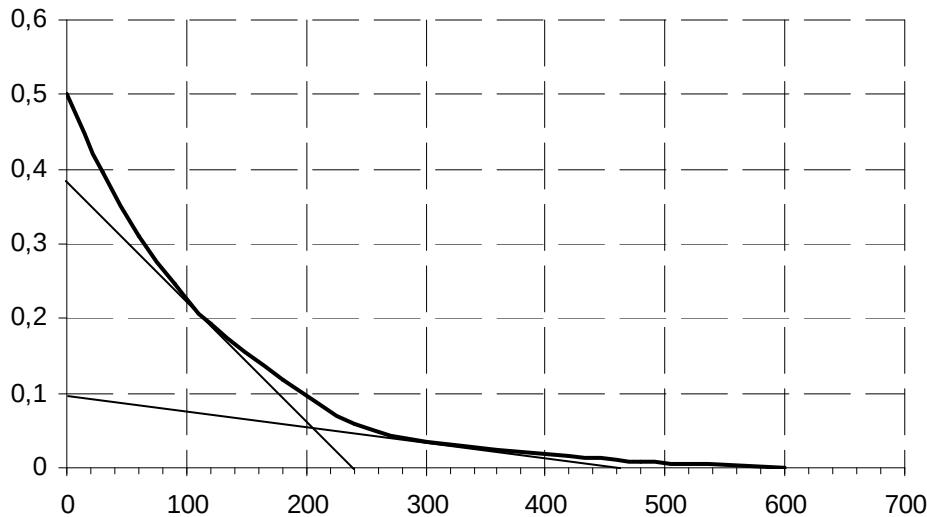
$$C_R = \frac{1 - 2 \frac{V(O_2)}{V_m}}{V_0} \quad (0,25 \text{ pt})$$

2.3

(01 pt)

t(min)	0	30	60	90	120	180	240	300	360	420	480	600
V(O ₂)(litre)	0	2,50	4,53	5,86	7,37	9,16	10,56	11,16	11,40	11,60	11,80	11,97
C _R (mol/L)	0,5	0,40	0,31	0,26	0,20	0,12	0,06	0,035	0,025	0,017	0,008	0,001

La courbe CR = f(t) a l'allure ci-après.



2.4 $V = - \frac{dC_R}{dt}$ correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe $C_R = f(t)$

A la date $t = 120 \text{ min}$ $V_{120} \approx - \frac{0 - 0,2}{120 - 0} = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L.min}$

à $t = 360 \text{ min}$ $V_{360} \approx - \frac{0 - 0,1}{460 - 0} = 2,17 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L.min}$ (0,75 pt)

2.5 La vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée décroît avec le temps du fait que la concentration en eau oxygénée diminue. (0,25 pt)

2.6 En dérivant par rapport au temps expression $C_R = \frac{1 - 2n(O_2)}{V_0}$ on déduit :

$$\frac{dn(O_2)}{dt} = \frac{1}{2} \left(- \frac{dC_R}{dt} \right) V_0 ; \text{ d'où } V_{\text{form}(O_2)} = \frac{1}{2} V_0 \cdot V_{\text{dispar}(H_2O_2)} \quad (0,5 \text{ pt})$$

EXERCICE 3 (05 points)

3.1 Etude d'un accélérateur linéaire : le modèle de Wideröe

3.1.1 Entre deux tubes il existe un champ électrique uniforme E constant pendant la durée courte de traversée. Sur la particule s'exerce la force électrostatique $\vec{F} = q\vec{E} = cte$

Par application de la deuxième loi de Newton on obtient : $\vec{F} = q\vec{E} = m\vec{a} = cte$ d'où

$$\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m} = cte, \text{ la vitesse initiale étant nulle la particule est animée d'un mouvement rectiligne}$$

uniformément accélérée.

Par application du théorème de l'énergie cinétique on obtient : $\Delta EC = qU$ (0,75 pt)

3.1.2 A l'intérieur d'un tube le champ est nul, la particule n'est soumise à aucune force $\sum \vec{F} = \vec{0}$ d'où la particule est en mouvement rectiligne uniforme, la vitesse est constante.

$$\text{Durée de traversée : } \theta = \frac{L}{V}$$

$$\text{La période : } \theta = \frac{T_0}{2} \text{ d'où } T_0 = \frac{2L}{V} \quad (0,75 \text{ pt})$$

3.2 Etude d'un accélérateur circulaire : le cyclotron.

3.2.1 a) Entre deux dees le champ E est uniforme. Particule soumise à la force $\vec{F} = q\vec{E} = cte$

Par application de la deuxième loi de Newton on montre que le **mouvement de la particule est rectiligne uniformément accéléré.**

$$\text{Théorème de l'énergie cinétique } \frac{1}{2}mV_1^2 = eU \text{ d'où l'on tire } V_1 = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$\text{Application numérique : } V_1 = 8,75 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1} \quad (0,5 \text{ pt})$$

3.2.2 Le proton est soumis à la force magnétique $\vec{F}_m = q\vec{V} \wedge \vec{B}$

$$\text{Par application de la deuxième loi de Newton on tire } \vec{a} = \frac{q\vec{V} \wedge \vec{B}}{m}$$

Le vecteur accélération est centripète ; d'où $\frac{dV}{dt} = 0$ donc $V = cte$ d'où le mouvement est **uniforme.**

$$\text{Expression du rayon : on a } a = \frac{V^2}{R_1} = \frac{eV_1}{m} \text{ impliquant que } R_1 = \frac{mV_1}{eB}$$

$$\text{En remplaçant par son expression on obtient : } R_1 = \sqrt{\frac{2mU}{eB^2}} :$$

$$\text{Par application numérique } R_1 = 9,14 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad (01 \text{ pt})$$

$$\text{Temps de transit dans le dee D1 : } \tau = \frac{\pi R_1}{V_1}, \text{ on obtient } \tau = \frac{\pi m}{eB}$$

τ est indépendant de la vitesse, donc c'est non modifié par le champ électrique accélérateur.

$$\text{Application numérique : } \tau = 3,28 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\textbf{3.2.3} \text{ Comme en 3.2.2 on a : } R_2 = \frac{mV_2}{eB} \text{ et } \tau' = \frac{\pi m}{eB}$$

$$\text{On a } \tau' = \tau \quad (0,5 \text{ pt})$$

3.2.4

Si on applique le théorème de l'énergie cinétique entre D1 et D2 On obtient :

$$\frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 = eU \text{ d'où l'on tire : } V_2^2 - V_1^2 = \frac{2eU}{m},$$

Or d'après 3.2.1 on a $V_1^2 = \frac{2eU}{m}$ d'où $V_2^2 = 2V_1^2$

Ainsi on montre que $V_3^2 = 3V_1^2$; $V_4^2 = 4V_1^2$ et plus généralement $V_n^2 = nV_1^2$

$R_n = R_1 \sqrt{n}$ et $n = \frac{R_n^2}{R_1^2}$; application numérique : $n \approx 234$ demi-tours soit 117 tours.

$V_n = V_1 \sqrt{n}$; soit $V_n = 1,34 \cdot 10^7 \text{ m.s}^{-1}$

Ddp U' à appliquer au proton pour lui communiquer cette vitesse.

On applique le théorème de l'énergie cinétique et on trouve : $U' = \frac{1}{2}mV_n^2$

Application numérique : $U' = 936.000 \text{ Volts}$. (01,5 pt)

EXERCICE 4 (05 points)

4.1

Il fallait lire dans le texte :

Voie Y1, une tension proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit

Voie Y2, la tension aux bornes du dipôle constitué par le conducteur ohmique, la bobine, le condensateur disposé en série.

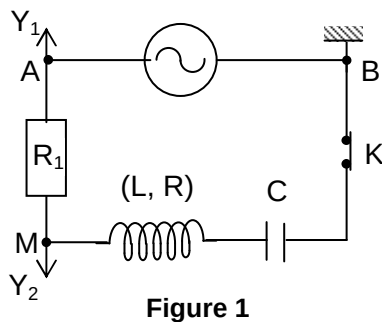


Figure 1

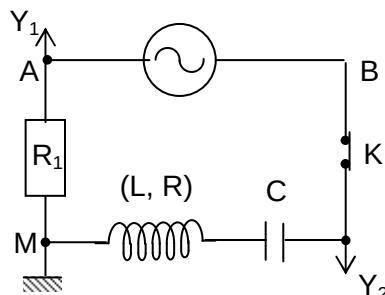


Figure 2

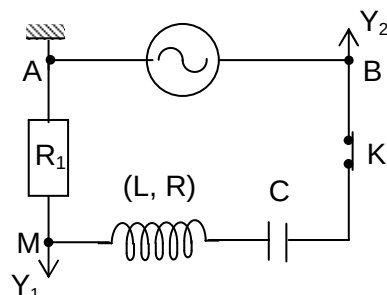


Figure 3

Sur la figure 1 sont visualisées :

Voie 1 : u_{AB} = tension aux bornes du dipôle série comprenant résistor, bobine et condensateur.

Voie 2 : u_{MB} = tension aux bornes du dipôle série bobine et condensateur

Cette figure ne convient pas puisque la tension proportionnelle à l'intensité n'est pas visualisée

Sur la figure 2 sont visualisées :

Voie 1 : la tension u_{AM} aux bornes de la résistance qui est proportionnelle) l'intensité.

Voie 2 la tension u_{BM} aux bornes du dipôle série condensateur et bobine.

Cette figure ne convient pas puis que la tension aux bornes du dipôle R , L , C série n'est pas visualisée.

(01 pt)

4.2.

4.2.1

$T = 6 \text{ ms}$ impliquant que $N = 167 \text{ Hz}$

$U_{BA}(\text{max}) = 2 \times 2 = 4 \text{ V}$ correspondant à la voie 2

$U_{MA}(\text{max}) = 1 \times 1 = 1 \text{ V}$ correspondant à la voie 1

$I(\text{max}) = U_{MA}(\text{max}) / R_1 = 0,02 \text{ A}$

$Z_{BA} = 200 \text{ ohms}$

Le déphasage φ :

Le décalage horaire est $\theta = \frac{T}{6}$ impliquant que $|\varphi| = \omega\theta = \frac{\pi}{3}$ et $\varphi = -\frac{\pi}{3}$ l'intensité $i(t)$ est en avance sur la tension $u(t)$ (01,5 pt)

4.2.2 on a $Z_{BA} = \sqrt{(R_1 + R)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$ et $|\tan\varphi| = \frac{L\omega - 1/C\omega}{R_1 + R}$

D'où l'on tire $Z_{BA} = \sqrt{(R_1 + R)^2 + \tan^2\psi (R_1 + R)^2}$ et on en déduit **$R = 50 \Omega$**

De l'expression de $|\tan\varphi|$ on tire **$C = 6,75 \mu F$** (0,75 pt)

4.3.

4.3.1 Circuit en résonance d'intensité (0,25 pt)

4.3.2

A la résonance Z est minimale : **$Z_{BA} = R_1 + R = 100 \Omega$**

- la fréquence de fonctionnement du générateur $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

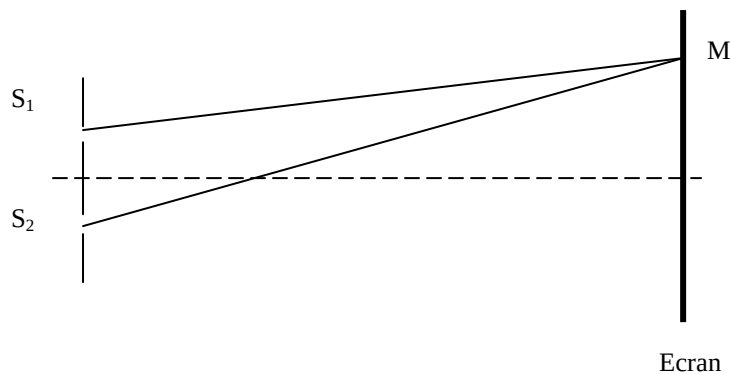
- l'intensité maximale du courant électrique : **$I(\max) = \frac{U_{BA}(\max)}{Z_{BA}} = 0,04 A$**

- la tension maximale aux bornes du dipôle MA : **$U_{MA}(\max) = R_1 \cdot I(\max) = 2 V$** (01,5 pt)

EXERCICE 5 (04 points)

5.1

5.1.1 Schéma .



(0,5 pt)

5.1.2 Interfrange = distance entre deux franges consécutives de même nature

$I = 7,6/4 = 1,9 \text{ mm}$ (0,5 pt)

5.1.3 $i = \frac{\lambda D}{a}$. On en tire **$\lambda = 633 \text{ nm}$** (0,5 pt)

5.2 Il y a coïncidence pour la première fois à l'abscisse x telle que **$X = k i_2 = (k-1) i_1$**

D'où $k = \frac{i_1}{i_2 - i_1} = 5$ on en tire **$X = 5 i_2 = 72 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 72 \text{ mm}$** .

La première coïncidence a lieu à 72 mm de la frange centrale. (0,75 pt)

5.3.1 $E_1 - E_0 = \frac{hC}{\lambda_1}$; on en tire $E_1 = - 3,03 \text{ eV}$.

De même $E_5 - E_1 = \frac{hC}{\lambda_2}$ et $E_5 = - 0,85 \text{ eV}$ (0,5 pt)

5.3.2

On a : $E_5 - E_0 = (E_5 - E_1) + (E_1 - E_0)$; de cette égalité on tire la relation suivante

$$\frac{hC}{\lambda_{0,5}} = \frac{hC}{\lambda_{0,1}} + \frac{hC}{\lambda_{1,5}} ; \text{ ce qui implique } \lambda_{0,5} = \frac{\lambda_{0,1} \cdot \lambda_{1,5}}{\lambda_{0,1} + \lambda_{1,5}}$$

Application numérique : $\lambda_{0,5} = 289,46 \text{ nm}$ la radiation n'appartient pas au spectre visible. (0,75 pt)

5.3.3

On a $E(\text{laser}) = (E_{\text{ionisé}} - E_1) + E_c$ d'où $E_c = E(\text{laser}) + E_1$ puis que $E_{\text{ionisé}} = 0$

$$\frac{1}{2} mV^2 = E(\text{laser}) + E_1 ; \text{ où l'on tire } V = 3,5 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1} \quad (0,5 \text{ pt})$$

**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 pK_a 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} 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°C , les valeurs du volume V_a mesurées pour les mêmes dates sont-elles plus grandes ou plus petites qu'à 50°C ? Justifier la réponse. (0,50 pt)

EXERCICE 3 (04 points)

Uranus est la 7^e 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 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^e 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. (0,50 pt)

c) En déduire la masse d'Uranus et comparer le résultat avec celui obtenu par la méthode graphique. (0,50 pt)
.../... 3

EXERCICE 4 (04 points)

Soit le montage électrique schématisé ci-contre permettant d'étudier le comportement d'un condensateur de capacité $C = 10 \mu\text{F}$. Le générateur maintient entre ses bornes une tension constante de valeur $E = 6,0 \text{ V}$. L'inductance de la bobine est $L = 0,10 \text{ H}$. 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 α (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

.../... 4

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 bar et à la température de 30°C .

Ce gaz monoatomique est considéré comme parfait.

Données : 1 bar = 10^5 Pa ; constante du gaz parfait : $R = 8,314 \text{ SI}$; loi du gaz parfait : $PV = n RT$; 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 λ .

(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 λ 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 λ et N_0 ? Comparer ce résultat avec la valeur déduite de la courbe. Conclure.

(0,50 pt)

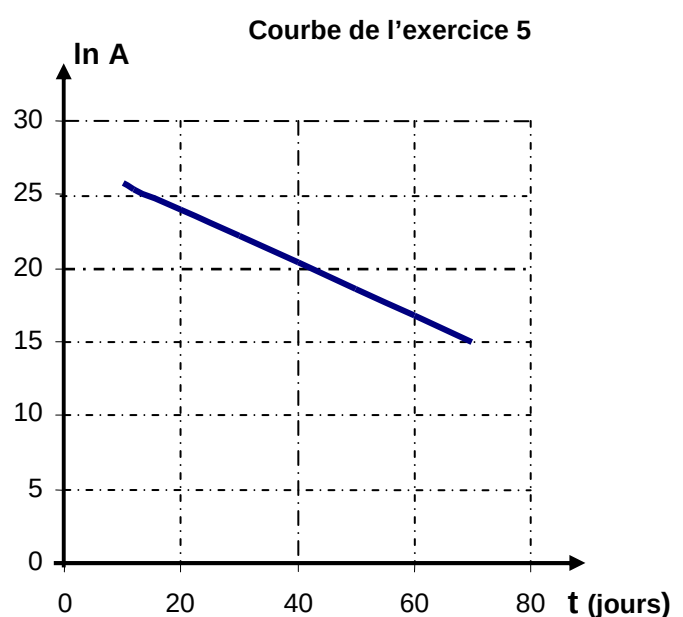
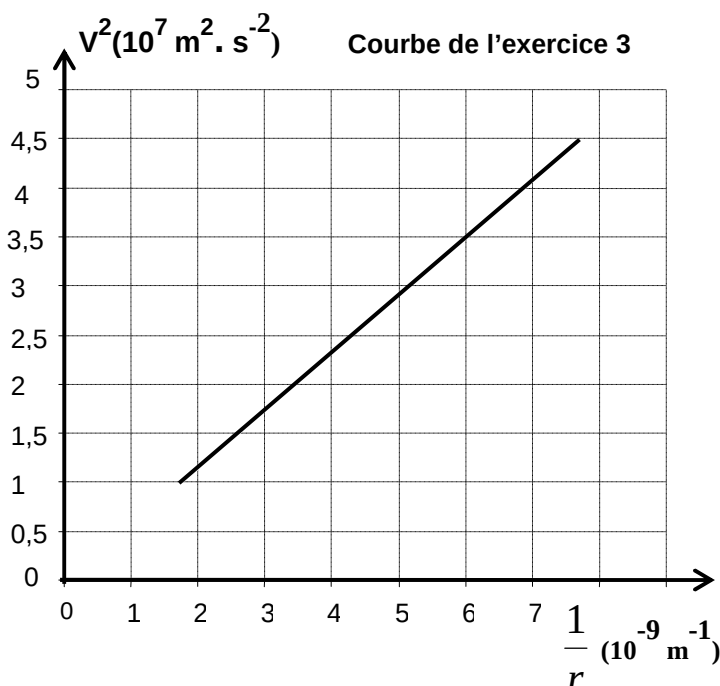
5.3.2.5 Calculer la demi-vie du radon 222.

(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.

EXERCICE 1 (03 points)

L'acide ascorbique, de formule brute $C_6H_8O_6$, couramment dénommé vitamine C, est un réducteur naturel que l'on qualifie usuellement d'antioxydant. On le trouve dans de nombreux fruits et légumes. On a montré que la vitamine C peut prévenir des petits maux quotidiens tels que le rhume et aider dans le traitement de certains cancers. En pharmacie, il est vendu sous forme de comprimés de « 500 mg ».

1.1 Un élève de terminale S se propose de vérifier l'indication de masse d'un comprimé de « 500 mg » de vitamine C. Pour cela, il dissout un comprimé dans un volume $V_0 = 200$ mL d'eau. Soit S_0 la solution obtenue. Il procède au dosage d'un volume $v = 20$ mL de la solution S_0 par une solution de soude de concentration $C_b = 1,2 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹ en présence d'un indicateur coloré approprié. Le virage de l'indicateur est obtenu quand le volume de la solution de soude versé est 11,7 mL.

1.1.1 Qu'entend-t-on par indicateur coloré approprié ? (0,5 pt)

1.1.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide ascorbique avec la soude (l'acide ascorbique sera noté AH, sa base conjuguée A⁻) (0,25 pt)

1.1.3 A l'équivalence, le pH est de 8. Justifier qualitativement le caractère basique de la solution. (0,25 pt)

1.1.4 Déterminer la concentration C_0 de l'acide dans la solution S_0 , puis la masse d'acide ascorbique présente dans le comprimé. Conclure. (0,5 pt)

1.2 L'élève lit plus attentivement la notice du médicament et y trouve les indications suivantes : vitamine C tamponnée, acide ascorbique : 247,7 mg, ascorbate de sodium : 281,4 mg, acide ascorbique total : 500 mg

1.2.1 Calculer, à partir des indications de la notice, les quantités de matière d'acide ascorbique et d'ions ascorbate présentes dans un comprimé. (0,5 pt)

1.2.2 On admet que les quantités de matière d'acide ascorbique et d'ions ascorbate présentes à l'équilibre dans la solution obtenue par l'élève sont les mêmes que dans le comprimé.

Ecrire la relation liant le pH de la solution au pKa du couple et en déduire la valeur prévisible du pH de la solution S_0 . Quelles propriétés présente la solution S_0 ? Quel est son intérêt ? (0,5 pt)

1.2.3 Sachant que le pH à l'intérieur de l'estomac est voisin de 1, justifier alors, par le calcul, l'indication « acide ascorbique total : 500 mg » portée sur la notice. (0,5 pt)

Données : pKa du couple AH/A⁻ = 4,1 ; masses molaires : $M(AH) = 176$ g.mol⁻¹ ; $M(ANA) = 198$ g.mol⁻¹

EXERCICE 2 (03 points)

L'eau oxygénée ou peroxyde d'hydrogène H_2O_2 se décompose lentement en produisant du dioxygène. Son importance réside dans l'utilisation courante qu'on en fait : teintures pour cheveux, décoloration de la pâte à papier, désinfection des plaies. Les solutions d'eau oxygénée peuvent également être utilisées, grâce au dioxygène libéré, comme désinfectant bucal et aussi pour le nettoyage de lentilles de contact. Pour ce traitement des lentilles un rinçage soigneux avec destruction des restes d'eau oxygénée est indispensable car tout contact de cette substance avec les yeux provoquerait une grave irritation. On comprend, par ces informations, la nécessité de bien connaître les paramètres de la cinétique de décomposition de l'eau oxygénée.

En présence de catalyseurs appropriés, on effectue une étude cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée, à une température θ , dont l'équation-bilan s'écrit :



A l'instant $t = 0$, début de l'expérience, la solution contient 1 mole d'eau oxygénée et son volume est $V_0 = 2$ litres, volume considéré comme constant au cours de l'expérience.

A pression constante, on mesure le volume $V(O_2)$ de dioxygène dégagé à différents instants. Dans les conditions expérimentales, le volume molaire V_m des gaz vaut 24 L.mol⁻¹.

2.1 Exprimer, en moles, la quantité de dioxygène $n(\text{O}_2)$ formée à la date t en fonction de $V(\text{O}_2)$ et du volume molaire V_m . **(0,25 pt)**

2.2 Montrer que la concentration en eau oxygénée restante, notée C_R , est donnée par l'expression :

$$C_R = \frac{1 - 2 \frac{V(\text{O}_2)}{V_m}}{V_0} \quad \text{(0,25 pt)}$$

2.3 Recopier le tableau de mesures ci-dessous sur la copie, le compléter et tracer la courbe représentative de C_R en fonction de t . Préciser l'échelle choisie. **(01 pt)**

t(min)	0	30	60	90	120	180	240	300	360	420	480	600
V(O ₂)(litre)	0	2,50	4,53	5,86	7,37	9,16	10,56	11,16	11,40	11,60	11,80	11,97
C _R (mol/L)												

2.4 Définir la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée et la déterminer graphiquement à la date $t = 120$ min puis à $t = 360$ min. **(0,75 pt)**

2.5 Comment évolue la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée ? Pourquoi ? **(0,25 pt)**

2.6 Etablir la relation entre la vitesse de formation du dioxygène et la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée. En déduire les valeurs de la vitesse de formation du dioxygène à $t = 120$ min et à $t = 360$ min **(0,5 pt)**

EXERCICE 3 **(05 points)**

Un des objectifs de la physique des hautes énergies est de découvrir les constituants de la matière et de comprendre les interactions qui les régissent. Le but des accélérateurs de particules est donc de casser des noyaux et des nucléons en provoquant des collisions entre ces particules. Un accélérateur de particules chargées utilise pour les accélérer un champ électrique ou un champ magnétique variable dans le temps et pour les dévier, un champ magnétique capable de courber et de focaliser les trajectoires. L'année 1928 marque l'invention de l'accélérateur linéaire par Rolf Wideröe : un champ électrique alternatif va accélérer les électrons. En 1930, Lawrence invente quant à lui un accélérateur circulaire : le cyclotron. Les accélérateurs ont d'importantes applications théoriques (entre autres, recherche sur l'histoire de l'univers, sur les particules élémentaires) et médicales (protonthérapie, fission des atomes d'une tumeur...)

NB : Dans tout l'exercice, on ne tiendra pas compte du poids des particules dans l'étude de leur mouvement.

3.1 Etude d'un accélérateur linéaire : le modèle de Wideröe

L'appareil est constitué d'une succession de tubes sous vide, séparés par de faibles interstices, disposés en ligne droite et mis à des potentiels alternativement positifs ou négatifs de sorte que deux tubes successifs soient toujours à des potentiels de signes opposés. Entre deux tubes voisins est appliquée une tension alternative. Il y règne donc un champ électrique alternatif.

A l'intérieur du tube le champ électrique est nul (figure 1).

Une source de particules chargées (protons par exemple) est placée devant le premier tube. A l'intérieur d'un tube, les particules "glissent" à vitesse constante.

Dans l'espace entre les tubes, le champ accélère les particules à condition qu'elles soient convenablement synchronisées.

Comme la vitesse des particules augmente, les tubes doivent être de plus en plus longs.

3.1.1 Considérons un proton qui sort d'un tube T et qui pénètre dans l'interstice (intervalle) qui le sépare du tube T' suivant (figure 2). Soit U la tension appliquée entre les tubes T et T' .

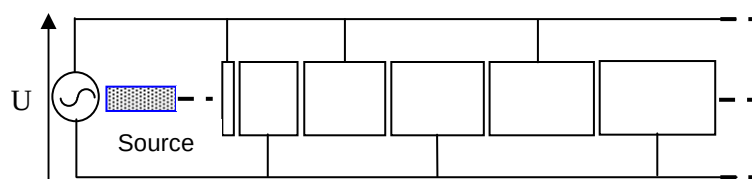


Figure 1

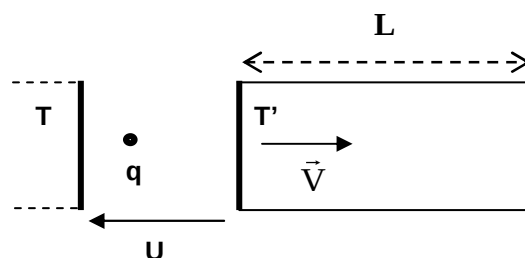


Figure 2

- Préciser, justification à l'appui, la nature du mouvement d'une particule entre les deux tubes si on suppose que la durée de passage est si courte que le champ peut être considéré comme constant pendant cette durée.

- Exprimer le gain d'énergie ΔE_c que la particule de charge q acquiert de T à T' en fonction de U .

(0,75 pt)

3.1.2 Après traversée de l'interstice la particule pénètre avec une vitesse V dans le tube T' .

- Justifier, par application d'une loi de la dynamique, le fait que les particules « glissent » (se déplacent) à vitesse constante à l'intérieur du tube.

- Exprimer la durée de traversée du tube en fonction de V et de la longueur L du tube.

- Pour un bon fonctionnement du dispositif, la durée de traversée de chaque tube doit être égale à la demi-période de la tension. En déduire l'expression de la période T_0 de la tension alternative. (0,75 pt)

3.2 Etude d'un accélérateur circulaire : le cyclotron.

Un cyclotron est un dispositif constitué de deux demi-cylindres D_1 et D_2 , appelés « dees », séparés par une distance très faible d devant leur diamètre. Le tout est placé dans le vide. Un champ magnétique $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure est créé dans D_1 et D_2 . Entre les « dees » et sur la distance d agit un champ électrique uniforme $\vec{E}$. Ce champ $\vec{E}$ est constamment nul à l'intérieur des deux « dees ». On suppose que la d.d.p U entre D_1 et D_2 reste constante.

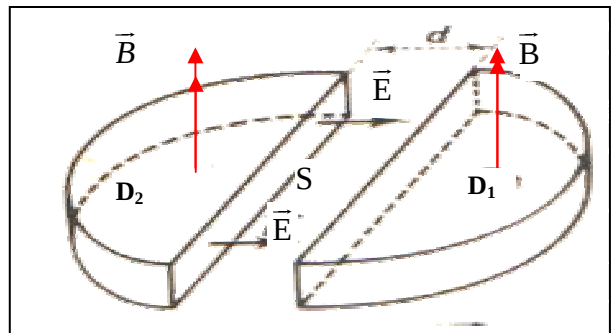
On donne : masse du proton $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg ;

Charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $d = 1$ cm ;

$U = 4000$ V.

3.2.1 Au voisinage immédiat de D_2 une source S émet des protons avec une vitesse initiale négligeable.

Préciser la nature du mouvement du proton entre D_2 et D_1 et établir l'expression de la vitesse V_1 du proton au moment il pénètre dans D_1 , en fonction de e , m et U . Calculer V_1 .



(0,5 pt)

3.2.2 Le proton pénètre dans D_1 , sa vitesse $\vec{V}_1$ est perpendiculaire à $\vec{B}$.

- Montrer que le mouvement du proton dans D_1 est circulaire uniforme.

- Donner l'expression du rayon R_1 du demi-cercle décrit par le proton en fonction de e , m , B et U .

- Exprimer littéralement le temps de transit τ mis par le proton pour décrire ce demi-cercle ; montrer qu'il est indépendant de la vitesse donc non modifiée par la présence du champ électrique accélérateur. Faire l'application numérique avec $B = 1$ T.

(01 pt)

3.2.3 Au moment précis où le proton quitte D_1 , on inverse le sens de $\vec{E}$, le proton pénètre ainsi dans D_2 avec une vitesse V_2 .

- Etablir l'expression de la vitesse V_2 du proton et donner l'expression du rayon R_2 de la trajectoire décrite dans D_2 .

- Exprimer le temps de transit dans D_2 . Le comparer à τ .

(0,5 pt)

3.2.4 Quand le proton quitte D_2 , on inverse à nouveau le sens de $\vec{E}$. La particule, accélérée par la même tension U , pénètre dans D_1 avec une vitesse V_3 , y décrit un demi-cercle de rayon R_3 , ainsi de suite...

Exprimer le rayon R_n de la $n^{\text{ième}}$ trajectoire demi-circulaire en fonction du rayon R_1 de la première trajectoire.

Donner la valeur de n pour $R_n = 0,14$ m. Calculer la vitesse correspondante V_n du proton.

Quelle serait la d.d.p constante qui aurait donné cette vitesse au proton initialement émis sans vitesse initiale ? Commenter.

(01,5 pt)

EXERCICE 4 (05 points)

4.1 Au cours d'une séance de travaux pratiques, le professeur demande aux élèves de réaliser un « circuit-série » comprenant :

- Un générateur de tension alternative sinusoïdale, de valeur efficace constante.
- un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 50 \Omega$,
- Une bobine d'inductance $L = 30$ mH et de résistance inconnue R
- Un interrupteur K
- Un condensateur de capacité inconnue C .

Les élèves disposent par ailleurs d'un oscilloscope bicourbe

L'oscilloscope doit être branché convenablement pour visualiser en :

- voie Y_1 , la tension aux bornes du dipôle constitué par le conducteur ohmique, la bobine, le condensateur disposés en série,
- Voie Y_2 , une tension proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit.

Trois groupes d'élèves proposent les montages schématisés ci-après (figures 1, 2, 3).

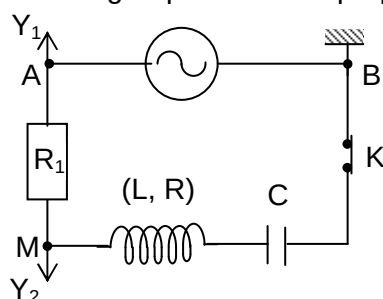


Figure 1

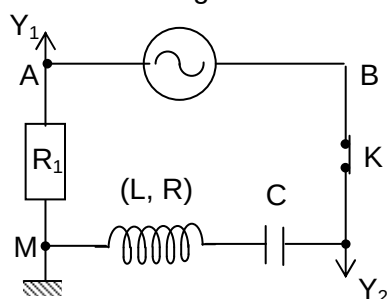


Figure 2

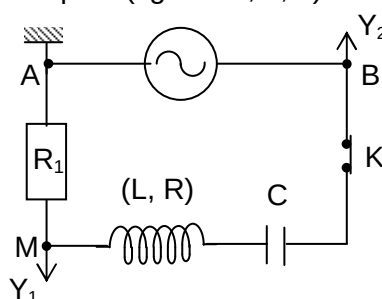


Figure 3

Le professeur n'accepte que le montage de la figure 3. Pourquoi les schémas des figures 1 et 2 sont rejetés ? Dans chaque cas, préciser la tension visualisée en Y_1 et celle qui est visualisée en Y_2 . (01 pt)

4.2 Le document suivant montre l'aspect de l'écran de l'oscilloscope ainsi que les sensibilités adoptées pour chacune des deux courbes.

4.2.1 En exploitant les oscillogrammes, déterminer :

- la fréquence de la tension délivrée par le générateur,
- les tensions maximales aux bornes des dipôles BA et MA puis l'intensité maximale.

En déduire l'impédance Z_{BA} du circuit.

- le déphasage φ de la tension $u(t)$ aux bornes du dipôle AB par rapport à l'intensité du courant $i(t)$. On précisera laquelle de $i(t)$ ou $u(t)$ est en avance de phase sur l'autre.

(01,5 pt)

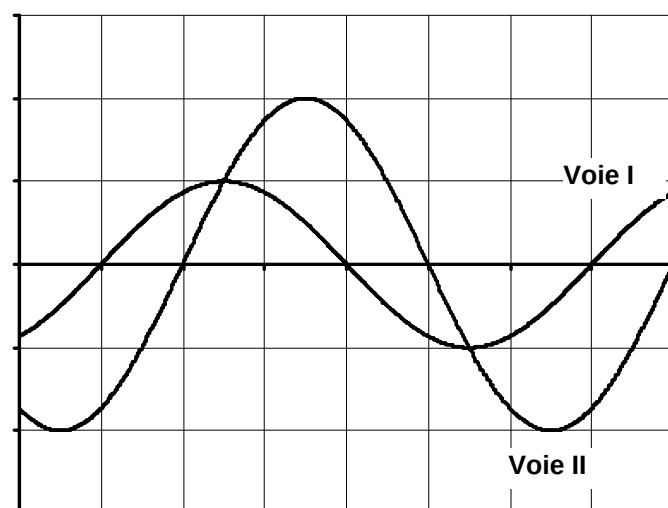
4.2.2 Calculer alors la résistance R de la bobine et la capacité C du condensateur en mettant en relation l'expression de Z_{BA} et celle de $\tan\varphi$. (0,75 pt)

4.3 Un élève agit sur la fréquence du générateur, de façon à annuler le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$.

4.3.1 Dans quelle condition particulière se trouve le circuit à cet instant ? (0,25 pt)

4.3.2 Déterminer dans cette condition :

- la fréquence de fonctionnement du générateur,
- l'intensité maximale du courant électrique,
- la tension maximale aux bornes du dipôle MA. On se rappellera que la valeur efficace de la tension aux bornes du générateur est constante. (01,5 pt)



Balayage horizontal : 1 ms / division

Sensibilité verticale :

voie I : 1 V / division

voie II : 2 V / division.

EXERCICE 5 (04 points)

On réalise une expérience d'interférence lumineuse avec une source primaire et des fentes de Young qui jouent le rôle de deux sources synchrones S_1 et S_2 distantes de $a = 0,5$ mm. L'écran d'observation E est perpendiculaire à la médiatrice de S_1S_2 . Il est placé à $D = 1,5$ m de ces fentes.

5.1 On éclaire les fentes par une radiation monochromatique de longueur d'onde λ . Le centre de la frange brillante numéro 4 est à 7,6 mm de celui de la frange centrale (les franges sont comptées à partir de la frange centrale numérotée 0).

Epreuve du 1^{er} groupe

5.1.1 Réaliser un schéma du montage. Tracer les marches des rayons lumineux qui arrivent en un point M de l'écran. (0,5 pt)

5.1.2 Définir et calculer l'interfrange i . (0,5 pt)

5.1.3 En déduire la valeur de la longueur d'onde λ utilisée. (0,5 pt)

5.2 Les sources émettent à présent des radiations de longueurs d'onde $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 480 \text{ nm}$. Si l'on s'écarte de la frange centrale, en quelle position observe-t-on la première coïncidence entre les deux systèmes de franges ? (0,75 pt)

5.3 La source primaire émet maintenant toutes les radiations visibles dont les longueurs d'onde λ sont telles que : $\lambda \in [400 \text{ nm} ; 800 \text{ nm}]$. Les fentes sont remplacées par une fente unique placée sur l'axe de la source. On interpose entre la fente et l'écran une substance en sodium.

A l'aide d'un dispositif approprié, on constate sur l'écran deux (02) bandes noires. Il s'agit de bandes d'absorption correspondant aux transitions croissantes représentées sur le diagramme d'énergie simplifié de l'atome de sodium schématisé ci-après. Les longueurs d'ondes correspondantes $\lambda_{0,1}$ et $\lambda_{1,5}$ valent respectivement 589,3 nm et 568,9 nm.

5.3.1 Calculer l'énergie des niveaux E_1 et E_5 (les résultats seront donnés à 2 chiffres après la virgule) (0,5 pt)

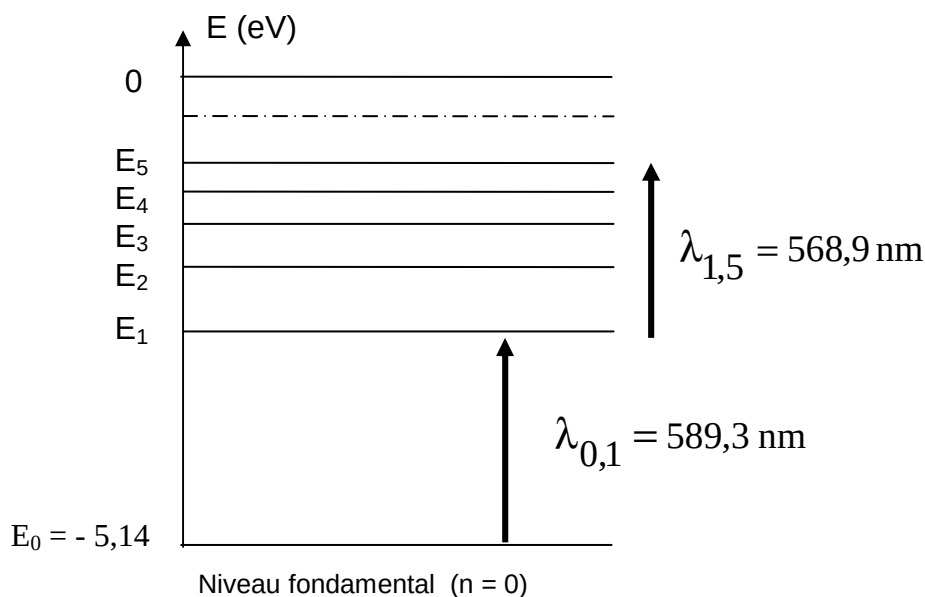
5.3.2 Exprimer la longueur d'onde $\lambda_{0,5}$ de la transition entre les niveaux 0 et 5 en fonction des longueurs d'onde $\lambda_{0,1}$ et $\lambda_{1,5}$ des transitions respectives entre les niveaux 0 à 1 et 1 à 5.

Calculer $\lambda_{0,5}$. La radiation correspondante appartient - elle au visible ? (0,75 pt)

5.3.3 Un rayon Laser envoie un photon d'énergie 3,39 eV et ionise un atome de sodium initialement au niveau E_1 . Calculer la vitesse de l'électron émis. (0,5 pt)

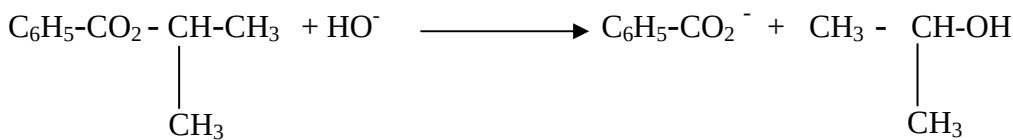
On donne : vitesse de la lumière dans le vide $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;

Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; Masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.



**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE S2****EXERCICE 1 (04 points)****1.1** Formule semi-développée de la N-éthyléthanamine : $\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH-C}_2\text{H}_5$ ou encore Et-NH-Et . Dans la suite on adopte la notation simplifiée $(\text{Et})_2\text{NH}$ **(0,5 pt)****1.2** Ecrire l'équation bilan de la réaction $(\text{Et})_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{Et})_2\text{NH}_2^+ + \text{HO}^-$ **1.3** .
Couples acide base mis en jeu : $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$ et $(\text{Et})_2\text{NH}_2^+ / (\text{Et})_2\text{NH}$ **(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 : $(\text{Et})_2\text{NH}_2^+$; $(\text{Et})_2\text{NH}$; HO^- ; H_3O^+ (H_2O est ultramajoritaire) **(0,25 pt)****1.5.2** $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-] = \text{constante}$ à une température donnée. A 25°C on a $K_e = 10^{-14}$ **(0,25 pt)****1.4.3** $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[(\text{Et})_2\text{NH}]}{[(\text{Et})_2\text{NH}_2^+]}$ **(0,25 pt)****1.4.4** L'équation d'électroneutralité conduit à $[(\text{Et})_2\text{NH}_2^+] \approx [\text{HO}^-]$ en considérant que $[\text{H}_3\text{O}^+] \ll [\text{HO}^-]$ L'équation de conservation de la matière conduit à : $[(\text{Et})_2\text{NH}] \approx [(\text{Et})_2\text{NH}]_i = C_1$ En remplaçant dans la relation précédente on obtient : $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{C_1}{[\text{HO}^-]}$ Tenant compte de l'expression de K_e donnée en 1.5.2) on aboutit à : $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_e + \text{pKa} - \text{p}C_1)$; avec $\text{p}C_1 = -\log C_1$ Pour $C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, le calcul donne **pH = 11,7** **(0,75 pt)****EXERCICE 2 (04 points)****2.1** $[\text{HO}^-]_0 = \frac{n(\text{HO}^-)}{V_{\text{total}}} = \frac{CV}{2V} = \frac{C}{2} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ **(0,25 pt)****2.2** Equation-bilan de la réaction de dosage $\text{HO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ 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
Va (mL)		22,0	19,8	18,0	16,5	15,0	13,8	12,8	12,0	11,5	11,0
C (10^{-3} mol/L)	0	6	10	14	17	20	22,4	24,4	26	27	28

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

2.4.3 $V(\text{alcool}) = \frac{dC}{dt}$

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 $V(\text{alcool})_1 = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$

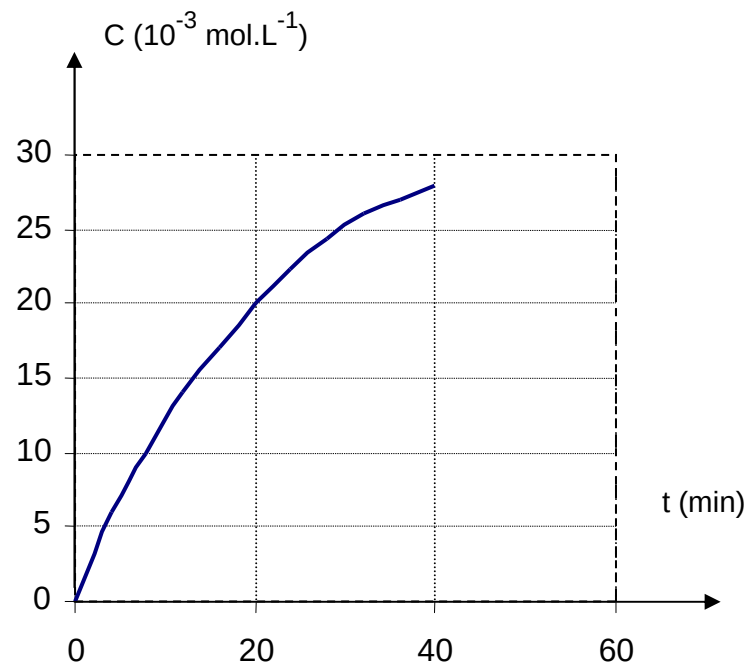
A $t_2 = 32 \text{ min}$. $V(\text{alcool})_2 = 3.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$

$V(\text{alcool})$ 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 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 : $U_b = L \frac{di}{dt} = L \frac{d^2 q}{dt^2} = LC \frac{d^2 U_c}{dt^2}$ (0,5 pt)

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

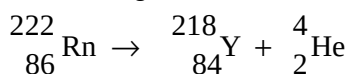
4.3.2 L'énergie totale du circuit diminue par dissipation par effet joule à cause de la résistance R' de la bobine. (0,25 pt)

4.3.3 on a : $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}$: 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



Par identification on trouve $Y = \text{Po}$.

(0,25 pt)

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 $N_0 = 4,8.10^{17}$ noyaux (0,50 pt)

5.3.2

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

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

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)

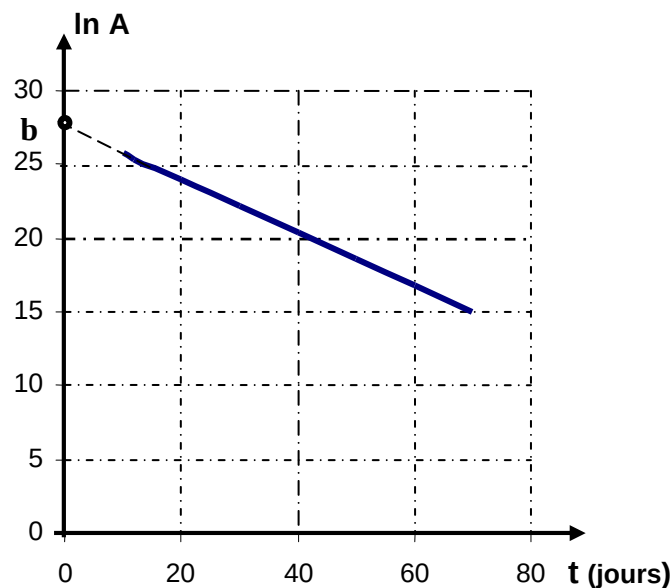
Avec $k = \frac{\Delta \ln A}{\Delta t} = -0,18 \text{ jour}^{-1}$ et $b = \text{ordonnée à l'origine} = 27,65$

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)

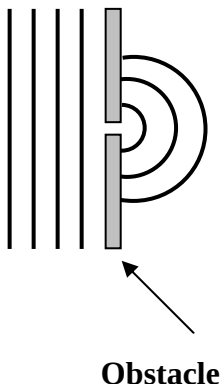
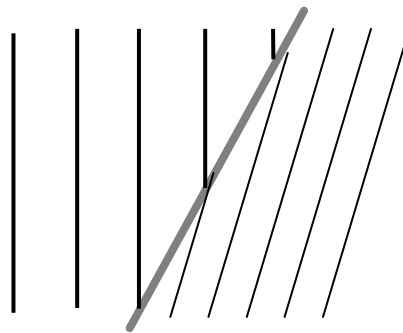
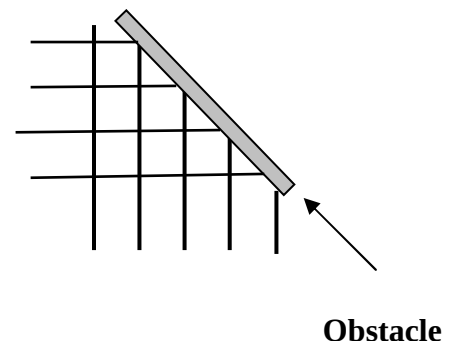
Epreuve du 1^{er} groupe**EXERCICE 4****(05 points) = 2x 2,5 points**

En travaux pratiques un groupe d'élèves a réalisé des expériences sur la propagation des ondes à la surface libre d'un liquide à l'aide d'une cuve à ondes. Les résultats obtenus mettent en évidence les phénomènes de réflexion, de réfraction et de diffraction des ondes. Ci-après ils ont reproduit, dans un ordre quelconque, les schémas relatifs à ces phénomènes.

4.1 Pour chacune des figures 1, 2 et 3 préciser le phénomène mis en évidence.

4.2 Par exploitation de la figure qui met en évidence le phénomène de réfraction déterminer la valeur de la longueur d'onde de l'onde réfractée et celle de l'onde incidente (l'échelle du document est 1/5).

La célérité de l'onde réfractée est elle plus grande ou plus petite que celle de l'onde incidente ? Justifier la réponse.

Figure 1**Figure 2****Figure 3****FIN DU SUJET**



SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (03 points)

L'acide ascorbique, de formule brute $C_6H_8O_6$, couramment dénommé vitamine C, est un réducteur naturel que l'on qualifie usuellement d'antioxydant. On le trouve dans de nombreux fruits et légumes. On a montré que la vitamine C peut prévenir des petits maux quotidiens tels que le rhume et aider dans le traitement de certains cancers. En pharmacie, il est vendu sous forme de comprimés de « 500 mg ».

1.1 Un élève de terminale S se propose de vérifier l'indication de masse d'un comprimé de « 500 mg » de vitamine C. Pour cela, il dissout un comprimé dans un volume $V_0 = 200$ mL d'eau. Soit S_0 la solution obtenue. Il procède au dosage d'un volume $v = 20$ mL de la solution S_0 par une solution de soude de concentration $C_b = 1,2 \cdot 10^{-2}$ mol.L⁻¹ en présence d'un indicateur coloré approprié. Le virage de l'indicateur est obtenu quand le volume de la solution de soude versé est 11,7 mL.

1.1.1 Qu'entend-t-on par indicateur coloré approprié ? (0,5 pt)

1.1.2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide ascorbique avec la soude (l'acide ascorbique sera noté AH, sa base conjuguée A⁻) (0,25 pt)

1.1.3 A l'équivalence, le pH est de 8. Justifier qualitativement le caractère basique de la solution. (0,25 pt)

1.1.4 Déterminer la concentration C_0 de l'acide dans la solution S_0 , puis la masse d'acide ascorbique présente dans le comprimé. Conclure. (0,5 pt)

1.2 L'élève lit plus attentivement la notice du médicament et y trouve les indications suivantes : vitamine C tamponnée, acide ascorbique : 247,7 mg, ascorbate de sodium : 281,4 mg, acide ascorbique total : 500 mg

1.2.1 Calculer, à partir des indications de la notice, les quantités de matière d'acide ascorbique et d'ions ascorbate présentes dans un comprimé. (0,5 pt)

1.2.2 On admet que les quantités de matière d'acide ascorbique et d'ions ascorbate présentes à l'équilibre dans la solution obtenue par l'élève sont les mêmes que dans le comprimé.

Ecrire la relation liant le pH de la solution au pKa du couple et en déduire la valeur prévisible du pH de la solution S_0 . Quelles propriétés présente la solution S_0 ? Quel est son intérêt ? (0,5 pt)

1.2.3 Sachant que le pH à l'intérieur de l'estomac est voisin de 1, justifier alors, par le calcul, l'indication « acide ascorbique total : 500 mg » portée sur la notice. (0,5 pt)

Données : pKa du couple AH/A⁻ = 4,1 ; masses molaires : $M(AH) = 176$ g.mol⁻¹ ; $M(ANa) = 198$ g.mol⁻¹

EXERCICE 2 (03 points)

L'eau oxygénée ou peroxyde d'hydrogène H_2O_2 se décompose lentement en produisant du dioxygène. Son importance réside dans l'utilisation courante qu'on en fait : teintures pour cheveux, décoloration de la pâte à papier, désinfection des plaies. Les solutions d'eau oxygénée peuvent également être utilisées, grâce au dioxygène libéré, comme désinfectant bucal et aussi pour le nettoyage de lentilles de contact. Pour ce traitement des lentilles un rinçage soigneux avec destruction des restes d'eau oxygénée est indispensable car tout contact de cette substance avec les yeux provoquerait une grave irritation. On comprend, par ces informations, la nécessité de bien connaître les paramètres de la cinétique de décomposition de l'eau oxygénée.

En présence de catalyseurs appropriés, on effectue une étude cinétique de la décomposition de l'eau oxygénée, à une température θ , dont l'équation-bilan s'écrit :



A l'instant $t = 0$, début de l'expérience, la solution contient 1 mole d'eau oxygénée et son volume est $V_0 = 2$ litres, volume considéré comme constant au cours de l'expérience.

A pression constante, on mesure le volume $V(O_2)$ de dioxygène dégagé à différents instants. Dans les conditions expérimentales, le volume molaire V_m des gaz vaut 24 L.mol⁻¹.

2.1 Exprimer, en moles, la quantité de dioxygène $n(\text{O}_2)$ formée à la date t en fonction de $V(\text{O}_2)$ et du volume molaire V_m . **(0,25 pt)**

2.2 Montrer que la concentration en eau oxygénée restante, notée C_R , est donnée par l'expression :

$$C_R = \frac{1 - 2 \frac{V(\text{O}_2)}{V_m}}{V_0} \quad \text{(0,25 pt)}$$

2.3 Recopier le tableau de mesures ci-dessous sur la copie, le compléter et tracer la courbe représentative de C_R en fonction de t . Préciser l'échelle choisie. **(01 pt)**

t(min)	0	30	60	90	120	180	240	300	360	420	480	600
V(O ₂)(litre)	0	2,50	4,53	5,86	7,37	9,16	10,56	11,16	11,40	11,60	11,80	11,97
C _R (mol/L)												

2.4 Définir la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée et la déterminer graphiquement à la date $t = 120$ min puis à $t = 360$ min. **(0,75 pt)**

2.5 Comment évolue la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée ? Pourquoi ? **(0,25 pt)**

2.6 Etablir la relation entre la vitesse de formation du dioxygène et la vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée. En déduire les valeurs de la vitesse de formation du dioxygène à $t = 120$ min et à $t = 360$ min **(0,5 pt)**

EXERCICE 3 **(05 points)**

Un des objectifs de la physique des hautes énergies est de découvrir les constituants de la matière et de comprendre les interactions qui les régissent. Le but des accélérateurs de particules est donc de casser des noyaux et des nucléons en provoquant des collisions entre ces particules. Un accélérateur de particules chargées utilise pour les accélérer un champ électrique ou un champ magnétique variable dans le temps et pour les dévier, un champ magnétique capable de courber et de focaliser les trajectoires. L'année 1928 marque l'invention de l'accélérateur linéaire par Rolf Wideröe : un champ électrique alternatif va accélérer les électrons. En 1930, Lawrence invente quant à lui un accélérateur circulaire : le cyclotron. Les accélérateurs ont d'importantes applications théoriques (entre autres, recherche sur l'histoire de l'univers, sur les particules élémentaires) et médicales (protonthérapie, fission des atomes d'une tumeur...)

NB : Dans tout l'exercice, on ne tiendra pas compte du poids des particules dans l'étude de leur mouvement.

3.1 Etude d'un accélérateur linéaire : le modèle de Wideröe

L'appareil est constitué d'une succession de tubes sous vide, séparés par de faibles interstices, disposés en ligne droite et mis à des potentiels alternativement positifs ou négatifs de sorte que deux tubes successifs soient toujours à des potentiels de signes opposés. Entre deux tubes voisins est appliquée une tension alternative. Il y règne donc un champ électrique alternatif.

A l'intérieur du tube le champ électrique est nul (figure 1).

Une source de particules chargées (protons par exemple) est placée devant le premier tube. A l'intérieur d'un tube, les particules "glissent" à vitesse constante.

Dans l'espace entre les tubes, le champ accélère les particules à condition qu'elles soient convenablement synchronisées.

Comme la vitesse des particules augmente, les tubes doivent être de plus en plus longs.

3.1.1 Considérons un proton qui sort d'un tube T et qui pénètre dans l'interstice (intervalle) qui le sépare du tube T' suivant (figure 2). Soit U la tension appliquée entre les tubes T et T' .

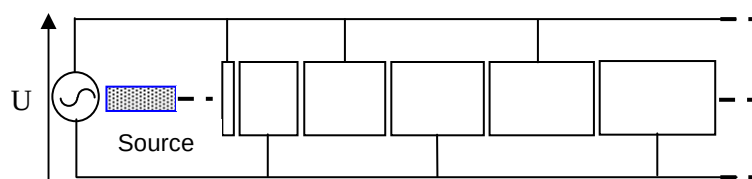


Figure 1

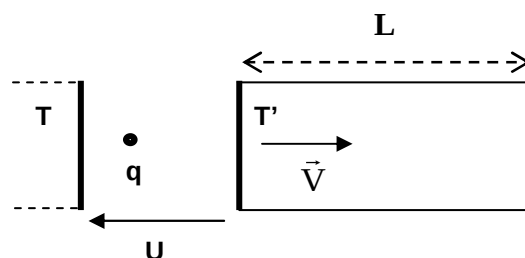


Figure 2

- Préciser, justification à l'appui, la nature du mouvement d'une particule entre les deux tubes si on suppose que la durée de passage est si courte que le champ peut être considéré comme constant pendant cette durée.

- Exprimer le gain d'énergie ΔE_c que la particule de charge q acquiert de T à T' en fonction de U .

(0,75 pt)

3.1.2 Après traversée de l'interstice la particule pénètre avec une vitesse V dans le tube T' .

- Justifier, par application d'une loi de la dynamique, le fait que les particules « glissent » (se déplacent) à vitesse constante à l'intérieur du tube.

- Exprimer la durée de traversée du tube en fonction de V et de la longueur L du tube.

- Pour un bon fonctionnement du dispositif, la durée de traversée de chaque tube doit être égale à la demi-période de la tension. En déduire l'expression de la période T_0 de la tension alternative. (0,75 pt)

3.2 Etude d'un accélérateur circulaire : le cyclotron.

Un cyclotron est un dispositif constitué de deux demi-cylindres D_1 et D_2 , appelés « dees », séparés par une distance très faible d devant leur diamètre. Le tout est placé dans le vide. Un champ magnétique $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure est créé dans D_1 et D_2 . Entre les « dees » et sur la distance d agit un champ électrique uniforme $\vec{E}$. Ce champ $\vec{E}$ est constamment nul à l'intérieur des deux « dees ». On suppose que la d.d.p U entre D_1 et D_2 reste constante.

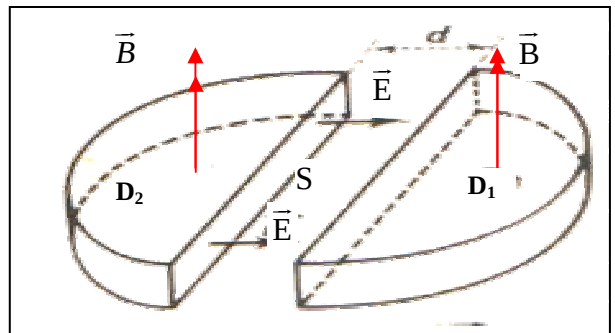
On donne : masse du proton $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg ;

Charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C ; $d = 1$ cm ;

$U = 4000$ V.

3.2.1 Au voisinage immédiat de D_2 une source S émet des protons avec une vitesse initiale négligeable.

Préciser la nature du mouvement du proton entre D_2 et D_1 et établir l'expression de la vitesse V_1 du proton au moment il pénètre dans D_1 , en fonction de e , m et U . Calculer V_1 .



(0,5 pt)

3.2.2 Le proton pénètre dans D_1 , sa vitesse $\vec{V}_1$ est perpendiculaire à $\vec{B}$.

- Montrer que le mouvement du proton dans D_1 est circulaire uniforme.

- Donner l'expression du rayon R_1 du demi-cercle décrit par le proton en fonction de e , m , B et U .

- Exprimer littéralement le temps de transit τ mis par le proton pour décrire ce demi-cercle ; montrer qu'il est indépendant de la vitesse donc non modifiée par la présence du champ électrique accélérateur. Faire l'application numérique avec $B = 1$ T.

(01 pt)

3.2.3 Au moment précis où le proton quitte D_1 , on inverse le sens de $\vec{E}$, le proton pénètre ainsi dans D_2 avec une vitesse V_2 .

- Etablir l'expression de la vitesse V_2 du proton et donner l'expression du rayon R_2 de la trajectoire décrite dans D_2 .

- Exprimer le temps de transit dans D_2 . Le comparer à τ .

(0,5 pt)

3.2.4 Quand le proton quitte D_2 , on inverse à nouveau le sens de $\vec{E}$. La particule, accélérée par la même tension U , pénètre dans D_1 avec une vitesse V_3 , y décrit un demi-cercle de rayon R_3 , ainsi de suite...

Exprimer le rayon R_n de la $n^{\text{ième}}$ trajectoire demi-circulaire en fonction du rayon R_1 de la première trajectoire.

Donner la valeur de n pour $R_n = 0,14$ m. Calculer la vitesse correspondante V_n du proton.

Quelle serait la d.d.p constante qui aurait donné cette vitesse au proton initialement émis sans vitesse initiale ? Commenter.

(01,5 pt)

EXERCICE 4 (05 points)

4.1 Au cours d'une séance de travaux pratiques, le professeur demande aux élèves de réaliser un « circuit-série » comprenant :

- Un générateur de tension alternative sinusoïdale, de valeur efficace constante.
- un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 50 \Omega$,
- Une bobine d'inductance $L = 30$ mH et de résistance inconnue R
- Un interrupteur K
- Un condensateur de capacité inconnue C .

Les élèves disposent par ailleurs d'un oscilloscope bicourbe

L'oscilloscope doit être branché convenablement pour visualiser en :

- voie Y_1 , la tension aux bornes du dipôle constitué par le conducteur ohmique, la bobine, le condensateur disposés en série,
- Voie Y_2 , une tension proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit.

Trois groupes d'élèves proposent les montages schématisés ci-après (figures 1, 2, 3).

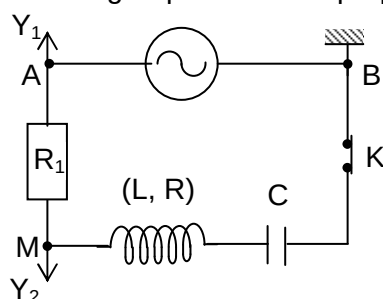


Figure 1

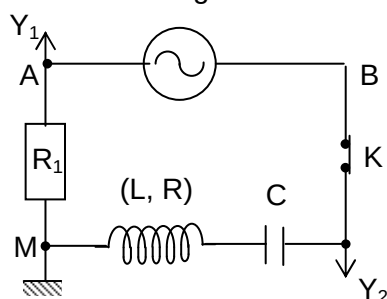


Figure 2

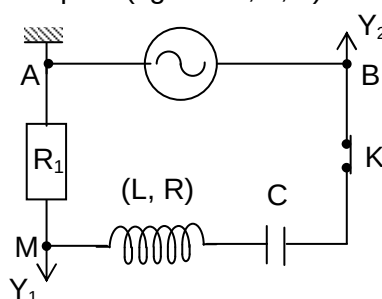


Figure 3

Le professeur n'accepte que le montage de la figure 3. Pourquoi les schémas des figures 1 et 2 sont rejetés ? Dans chaque cas, préciser la tension visualisée en Y_1 et celle qui est visualisée en Y_2 . (01 pt)

4.2 Le document suivant montre l'aspect de l'écran de l'oscilloscope ainsi que les sensibilités adoptées pour chacune des deux courbes.

4.2.1 En exploitant les oscillogrammes, déterminer :

- la fréquence de la tension délivrée par le générateur,
- les tensions maximales aux bornes des dipôles BA et MA puis l'intensité maximale.

En déduire l'impédance Z_{BA} du circuit.

- le déphasage φ de la tension $u(t)$ aux bornes du dipôle AB par rapport à l'intensité du courant $i(t)$. On précisera laquelle de $i(t)$ ou $u(t)$ est en avance de phase sur l'autre.

(01,5 pt)

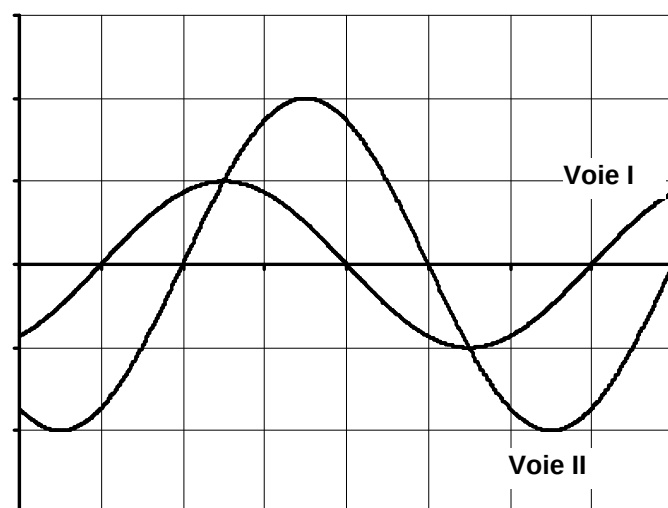
4.2.2 Calculer alors la résistance R de la bobine et la capacité C du condensateur en mettant en relation l'expression de Z_{BA} et celle de $\tan\varphi$. (0,75 pt)

4.3 Un élève agit sur la fréquence du générateur, de façon à annuler le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$.

4.3.1 Dans quelle condition particulière se trouve le circuit à cet instant ? (0,25 pt)

4.3.2 Déterminer dans cette condition :

- la fréquence de fonctionnement du générateur,
- l'intensité maximale du courant électrique,
- la tension maximale aux bornes du dipôle MA. On se rappellera que la valeur efficace de la tension aux bornes du générateur est constante. (01,5 pt)



Balayage horizontal : 1 ms / division

Sensibilité verticale :

voie I : 1 V / division

voie II : 2 V / division.

EXERCICE 5 (04 points)

On réalise une expérience d'interférence lumineuse avec une source primaire et des fentes de Young qui jouent le rôle de deux sources synchrones S_1 et S_2 distantes de $a = 0,5$ mm. L'écran d'observation E est perpendiculaire à la médiatrice de S_1S_2 . Il est placé à $D = 1,5$ m de ces fentes.

5.1 On éclaire les fentes par une radiation monochromatique de longueur d'onde λ . Le centre de la frange brillante numéro 4 est à 7,6 mm de celui de la frange centrale (les franges sont comptées à partir de la frange centrale numérotée 0).

Epreuve du 1^{er} groupe

5.1.1 Réaliser un schéma du montage. Tracer les marches des rayons lumineux qui arrivent en un point M de l'écran. (0,5 pt)

5.1.2 Définir et calculer l'interfrange i . (0,5 pt)

5.1.3 En déduire la valeur de la longueur d'onde λ utilisée. (0,5 pt)

5.2 Les sources émettent à présent des radiations de longueurs d'onde $\lambda_1 = 600 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 480 \text{ nm}$. Si l'on s'écarte de la frange centrale, en quelle position observe-t-on la première coïncidence entre les deux systèmes de franges ? (0,75 pt)

5.3 La source primaire émet maintenant toutes les radiations visibles dont les longueurs d'onde λ sont telles que : $\lambda \in [400 \text{ nm} ; 800 \text{ nm}]$. Les fentes sont remplacées par une fente unique placée sur l'axe de la source. On interpose entre la fente et l'écran une substance en sodium.

A l'aide d'un dispositif approprié, on constate sur l'écran deux (02) bandes noires. Il s'agit de bandes d'absorption correspondant aux transitions croissantes représentées sur le diagramme d'énergie simplifié de l'atome de sodium schématisé ci-après. Les longueurs d'ondes correspondantes $\lambda_{0,1}$ et $\lambda_{1,5}$ valent respectivement 589,3 nm et 568,9 nm.

5.3.1 Calculer l'énergie des niveaux E_1 et E_5 (les résultats seront donnés à 2 chiffres après la virgule) (0,5 pt)

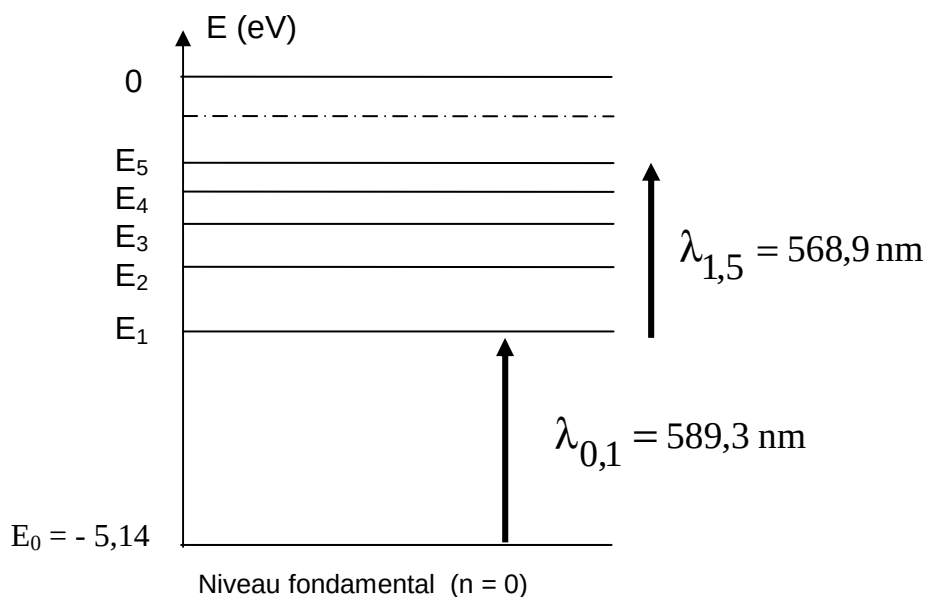
5.3.2 Exprimer la longueur d'onde $\lambda_{0,5}$ de la transition entre les niveaux 0 et 5 en fonction des longueurs d'onde $\lambda_{0,1}$ et $\lambda_{1,5}$ des transitions respectives entre les niveaux 0 à 1 et 1 à 5.

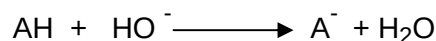
Calculer $\lambda_{0,5}$. La radiation correspondante appartient - elle au visible ? (0,75 pt)

5.3.3 Un rayon Laser envoie un photon d'énergie 3,39 eV et ionise un atome de sodium initialement au niveau E_1 . Calculer la vitesse de l'électron émis. (0,5 pt)

On donne : vitesse de la lumière dans le vide $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;

Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; Masse de l'électron : $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.



**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE S1****EXERCICE 1 (03 points)****1.1****1.1.1** Il s'agit d'un indicateur coloré dont la zone de virage recoupe le pH à l'équivalence. (0,5 pt)**1.1.2**

(0,25 pt)

1.1.3 Il s'agit du pH d'un mélange d'acide faible et de base forte à l'équivalence. La base forte l'emporte, le pH est basique. (0,25 pt)

$$\textbf{1.1.4.} \quad C_0 = \frac{C_b \cdot V_b}{V} = 7,02 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}; \quad m(AH) = n(AH) \cdot M(AH) = C_0 V_0 M(AH) = 247 \cdot 10^{-3} \text{ g} = \textbf{247 mg}$$

La masse trouvée est nettement en deçà de 500 mg ; c'est à peine la moitié. L'indication du comprimé n'est pas vérifiée. (0,5 pt)

1.2**1.2.1** On calcule la quantité de matière de chaque espèce par $n = \frac{m}{M}$

Pour l'acide ascorbique : $n(AH) = \frac{m(AH)}{M(AH)} = \textbf{1,41} \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

Pour l'ascorbate de sodium $n(ANa) = n(A^-) = \frac{m(ANa)}{M(ANa)} = \textbf{1,42} \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ (0,5 pt)

1.2.2 $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]} = pK_a + \log \frac{n(A^-)}{n(AH)} \approx pK_a = 4,2$. La solution S_0 est une solution

tampon; son pH reste pratiquement invariable par faible dilution ou par addition d'acide, ou de base en quantité modérée. Intérêt réside : contrôle de pH. (0,5 pt)

1.2.3 Par application de la relation rappelée en 1.2.2) on tire : $\frac{[A^-]}{[AH]} = 7,9 \cdot 10^{-4}$

Or $\frac{[A^-]}{[AH]} = \frac{n(A^-)}{n(AH)}$; ce qui implique $n(A^-) = 7,9 \cdot 10^{-4} \times n(AH)$ **(1)**

La conservation de la matière s'écrit :

$$n(A^-) + n(AH) = n(A^-)_{\text{initial}} + n(AH)_{\text{initial}} = 1,42 \cdot 10^{-3} + 1,41 \cdot 10^{-3} \quad \textbf{(2)}$$

Les équations (1) et (2) permettent de trouver : **$n(AH) = 2,83 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$**

$$\textbf{m(AH) = n(AH) \cdot M(AH) = 498 mg}$$

Ce qui correspond pratiquement à l'indication « acide ascorbique total : 500 mg » portée sur la notice. (0,5 pt)

EXERCICE 2 (03 points)

2.1 On a : $n_{O_2} = \frac{V(O_2)}{V_m}$ (0,25 pt)

2.2 On a $n(H_2O_2)_{\text{restant}} = n(H_2O_2)_{\text{initial}} - n(H_2O_2)_{\text{décomp}}$

Or $n(H_2O_2)_{\text{décomp}} = 2 n(O_2)$; d'où $n(H_2O_2)_{\text{restant}} = n(H_2O_2)_{\text{initial}} - 2 n(O_2)$

En divisant par V_0 on trouve :

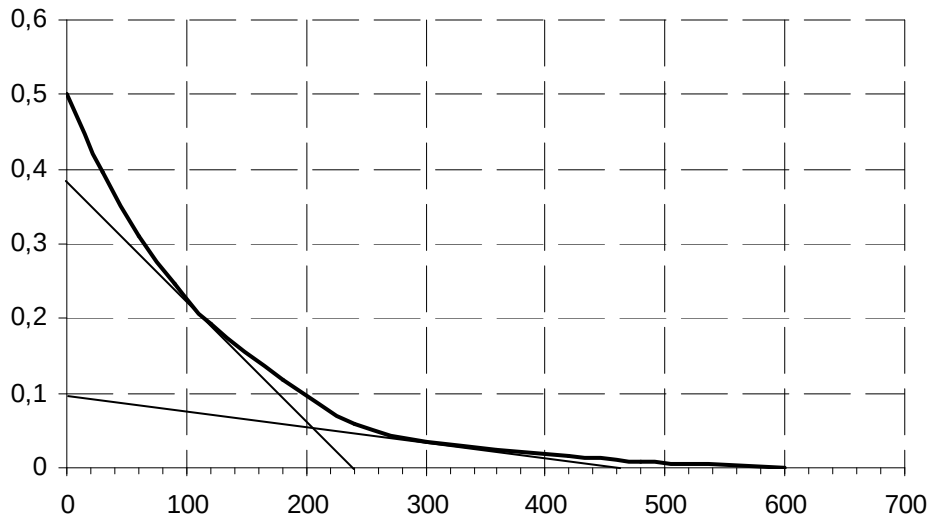
$$C_R = \frac{1 - 2 \frac{V(O_2)}{V_m}}{V_0} \quad (0,25 \text{ pt})$$

2.3

(01 pt)

t(min)	0	30	60	90	120	180	240	300	360	420	480	600
V(O ₂)(litre)	0	2,50	4,53	5,86	7,37	9,16	10,56	11,16	11,40	11,60	11,80	11,97
C _R (mol/L)	0,5	0,40	0,31	0,26	0,20	0,12	0,06	0,035	0,025	0,017	0,008	0,001

La courbe CR = f(t) a l'allure ci-après.



2.4 $V = - \frac{dC_R}{dt}$ correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe $C_R = f(t)$

A la date $t = 120 \text{ min}$ $V_{120} \approx - \frac{0 - 0,2}{120 - 0} = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L.min}$

à $t = 360 \text{ min}$ $V_{360} \approx - \frac{0 - 0,1}{460 - 0} = 2,17 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L.min}$ (0,75 pt)

2.5 La vitesse volumique de disparition de l'eau oxygénée décroît avec le temps du fait que la concentration en eau oxygénée diminue. (0,25 pt)

2.6 En dérivant par rapport au temps expression $C_R = \frac{1 - 2n(O_2)}{V_0}$ on déduit :

$$\frac{dn(O_2)}{dt} = \frac{1}{2} \left(- \frac{dC_R}{dt} \right) V_0 ; \text{ d'où } V_{\text{form}(O_2)} = \frac{1}{2} V_0 \cdot V_{\text{dispar}(H_2O_2)} \quad (0,5 \text{ pt})$$

EXERCICE 3 (05 points)

3.1 Etude d'un accélérateur linéaire : le modèle de Wideröe

3.1.1 Entre deux tubes il existe un champ électrique uniforme E constant pendant la durée courte de traversée. Sur la particule s'exerce la force électrostatique $\vec{F} = q\vec{E} = cte$

Par application de la deuxième loi de Newton on obtient : $\vec{F} = q\vec{E} = m\vec{a} = cte$ d'où

$$\vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m} = cte, \text{ la vitesse initiale étant nulle la particule est animée d'un mouvement rectiligne}$$

uniformément accélérée.

Par application du théorème de l'énergie cinétique on obtient : $\Delta EC = qU$ (0,75 pt)

3.1.2 A l'intérieur d'un tube le champ est nul, la particule n'est soumise à aucune force $\sum \vec{F} = \vec{0}$ d'où la particule est en mouvement rectiligne uniforme, la vitesse est constante.

$$\text{Durée de traversée : } \theta = \frac{L}{V}$$

$$\text{La période : } \theta = \frac{T_0}{2} \text{ d'où } T_0 = \frac{2L}{V} \quad (0,75 \text{ pt})$$

3.2 Etude d'un accélérateur circulaire : le cyclotron.

3.2.1 a) Entre deux dees le champ E est uniforme. Particule soumise à la force $\vec{F} = q\vec{E} = cte$

Par application de la deuxième loi de Newton on montre que le **mouvement de la particule est rectiligne uniformément accéléré.**

$$\text{Théorème de l'énergie cinétique } \frac{1}{2}mV_1^2 = eU \text{ d'où l'on tire } V_1 = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

$$\text{Application numérique : } V_1 = 8,75 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1} \quad (0,5 \text{ pt})$$

3.2.2 Le proton est soumis à la force magnétique $\vec{F}_m = q\vec{V} \wedge \vec{B}$

$$\text{Par application de la deuxième loi de Newton on tire } \vec{a} = \frac{q\vec{V} \wedge \vec{B}}{m}$$

Le vecteur accélération est centripète ; d'où $\frac{dV}{dt} = 0$ donc $V = cte$ d'où le mouvement est **uniforme.**

$$\text{Expression du rayon : on a } a = \frac{V^2}{R_1} = \frac{eV_1}{m} \text{ impliquant que } R_1 = \frac{mV_1}{eB}$$

$$\text{En remplaçant par son expression on obtient : } R_1 = \sqrt{\frac{2mU}{eB^2}} :$$

$$\text{Par application numérique } R_1 = 9,14 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad (01 \text{ pt})$$

$$\text{Temps de transit dans le dee D1 : } \tau = \frac{\pi R_1}{V_1}, \text{ on obtient } \tau = \frac{\pi m}{eB}$$

τ est indépendant de la vitesse, donc c'est non modifié par le champ électrique accélérateur.

$$\text{Application numérique : } \tau = 3,28 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

$$\textbf{3.2.3} \text{ Comme en 3.2.2 on a : } R_2 = \frac{mV_2}{eB} \text{ et } \tau' = \frac{\pi m}{eB}$$

$$\text{On a } \tau' = \tau \quad (0,5 \text{ pt})$$

3.2.4

Si on applique le théorème de l'énergie cinétique entre D1 et D2 On obtient :

$$\frac{1}{2}mV_2^2 - \frac{1}{2}mV_1^2 = eU \text{ d'où l'on tire : } V_2^2 - V_1^2 = \frac{2eU}{m},$$

Or d'après 3.2.1 on a $V_1^2 = \frac{2eU}{m}$ d'où $V_2^2 = 2V_1^2$

Ainsi on montre que $V_3^2 = 3V_1^2$; $V_4^2 = 4V_1^2$ et plus généralement $V_n^2 = nV_1^2$

$R_n = R_1 \sqrt{n}$ et $n = \frac{R_n^2}{R_1^2}$; application numérique : $n \approx 234$ demi-tours soit 117 tours.

$V_n = V_1 \sqrt{n}$; soit $V_n = 1,34 \cdot 10^7 \text{ m.s}^{-1}$

Ddp U' à appliquer au proton pour lui communiquer cette vitesse.

On applique le théorème de l'énergie cinétique et on trouve : $U' = \frac{1}{2}mV_n^2$

Application numérique : $U' = 936.000 \text{ Volts}$.

(01,5 pt)

EXERCICE 4 (05 points)

4.1

Il fallait lire dans le texte :

Voie Y1, une tension proportionnelle à l'intensité du courant dans le circuit

Voie Y2, la tension aux bornes du dipôle constitué par le conducteur ohmique, la bobine, le condensateur disposé en série.

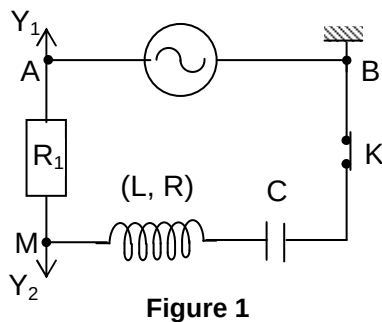


Figure 1

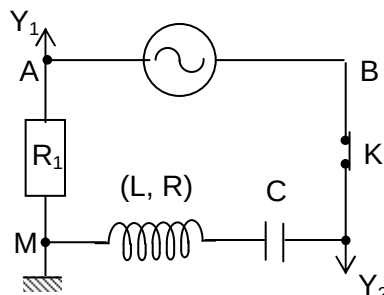


Figure 2

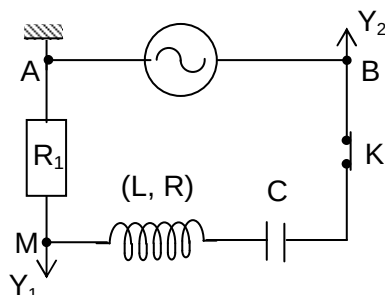


Figure 3

Sur la figure 1 sont visualisées :

Voie 1 : u_{AB} = tension aux bornes du dipôle série comprenant résistor, bobine et condensateur.

Voie 2 : u_{MB} = tension aux bornes du dipôle série bobine et condensateur

Cette figure ne convient pas puisque la tension proportionnelle à l'intensité n'est pas visualisée

Sur la figure 2 sont visualisées :

Voie 1 : la tension u_{AM} aux bornes de la résistance qui est proportionnelle) l'intensité.

Voie 2 la tension u_{BM} aux bornes du dipôle série condensateur et bobine.

Cette figure ne convient pas puis que la tension aux bornes du dipôle R , L , C série n'est pas visualisée.

(01 pt)

4.2.

4.2.1

$T = 6 \text{ ms}$ impliquant que $N = 167 \text{ Hz}$

$U_{BA}(\text{max}) = 2 \times 2 = 4 \text{ V}$ correspondant à la voie 2

$U_{MA}(\text{max}) = 1 \times 1 = 1 \text{ V}$ correspondant à la voie 1

$I(\text{max}) = U_{MA}(\text{max}) / R_1 = 0,02 \text{ A}$

$Z_{BA} = 200 \text{ ohms}$

Le déphasage φ :

Le décalage horaire est $\theta = \frac{T}{6}$ impliquant que $|\varphi| = \omega\theta = \frac{\pi}{3}$ et $\varphi = -\frac{\pi}{3}$ l'intensité $i(t)$ est en avance sur la tension $u(t)$ (01,5 pt)

4.2.2 on a $Z_{BA} = \sqrt{(R_1 + R)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$ et $|\tan\varphi| = \frac{L\omega - 1/C\omega}{R_1 + R}$

D'où l'on tire $Z_{BA} = \sqrt{(R_1 + R)^2 + \tan^2\psi (R_1 + R)^2}$ et on en déduit **$R = 50 \Omega$**

De l'expression de $|\tan\varphi|$ on tire **$C = 6,75 \mu F$** (0,75 pt)

4.3.

4.3.1 Circuit en résonance d'intensité (0,25 pt)

4.3.2

A la résonance Z est minimale : **$Z_{BA} = R_1 + R = 100 \Omega$**

- la fréquence de fonctionnement du générateur $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

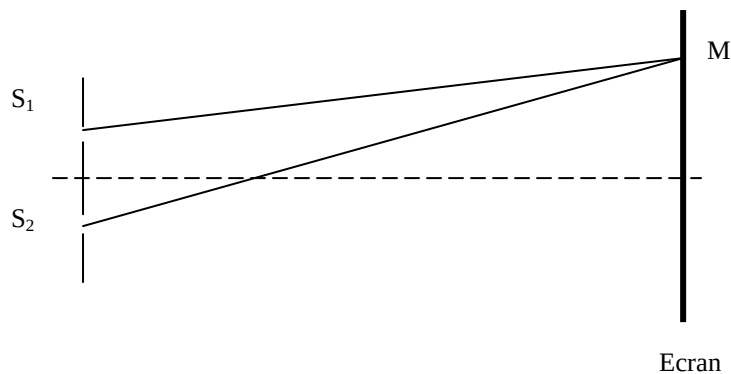
- l'intensité maximale du courant électrique : **$I(\max) = \frac{U_{BA}(\max)}{Z_{BA}} = 0,04 A$**

- la tension maximale aux bornes du dipôle MA : **$U_{MA}(\max) = R_1 \cdot I(\max) = 2 V$** (01,5 pt)

EXERCICE 5 (04 points)

5.1

5.1.1 Schéma .



(0,5 pt)

5.1.2 Interfrange = distance entre deux franges consécutives de même nature

$I = 7,6/4 = 1,9 \text{ mm}$ (0,5 pt)

5.1.3 $i = \frac{\lambda D}{a}$. On en tire **$\lambda = 633 \text{ nm}$** (0,5 pt)

5.2 Il y a coïncidence pour la première fois à l'abscisse x telle que **$X = k i_2 = (k-1) i_1$**

D'où $k = \frac{i_1}{i_2 - i_1} = 5$ on en tire **$X = 5 i_2 = 72 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 72 \text{ mm}$** .

La première coïncidence a lieu à 72 mm de la frange centrale. (0,75 pt)

5.3.1 $E_1 - E_0 = \frac{hC}{\lambda_1}$; on en tire $E_1 = - 3,03 \text{ eV}$.

De même $E_5 - E_1 = \frac{hC}{\lambda_2}$ et $E_5 = - 0,85 \text{ eV}$ (0,5 pt)

5.3.2

On a : $E_5 - E_0 = (E_5 - E_1) + (E_1 - E_0)$; de cette égalité on tire la relation suivante

$$\frac{hC}{\lambda_{0,5}} = \frac{hC}{\lambda_{0,1}} + \frac{hC}{\lambda_{1,5}} ; \text{ ce qui implique } \lambda_{0,5} = \frac{\lambda_{0,1} \cdot \lambda_{1,5}}{\lambda_{0,1} + \lambda_{1,5}}$$

Application numérique : $\lambda_{0,5} = 289,46 \text{ nm}$ la radiation n'appartient pas au spectre visible. (0,75 pt)

5.3.3

On a $E(\text{laser}) = (E_{\text{ionisé}} - E_1) + E_c$ d'où $E_c = E(\text{laser}) + E_1$ puis que $E_{\text{ionisé}} = 0$

$$\frac{1}{2} mV^2 = E(\text{laser}) + E_1 ; \text{ où l'on tire } V = 3,5 \cdot 10^5 \text{ m.s}^{-1} \quad (0,5 \text{ pt})$$

**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 pK_a 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} 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°C , les valeurs du volume V_a mesurées pour les mêmes dates sont-elles plus grandes ou plus petites qu'à 50°C ? Justifier la réponse. (0,50 pt)

EXERCICE 3 (04 points)

Uranus est la 7^e 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 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^e 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. (0,50 pt)

c) En déduire la masse d'Uranus et comparer le résultat avec celui obtenu par la méthode graphique. (0,50 pt)
.../... 3

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 α (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

.../... 4

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 bar et à la température de 30°C . Ce gaz monoatomique est considéré comme parfait.

Données : 1 bar = 10^5 Pa ; constante du gaz parfait : $R = 8,314 \text{ SI}$; loi du gaz parfait : $PV = n RT$; 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 λ .

(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 λ 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 λ et N_0 ? Comparer ce résultat avec la valeur déduite de la courbe. Conclure.

(0,50 pt)

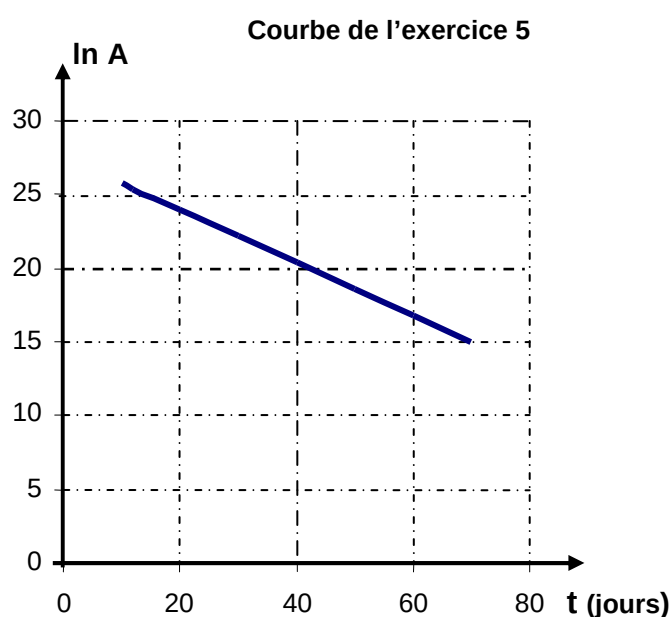
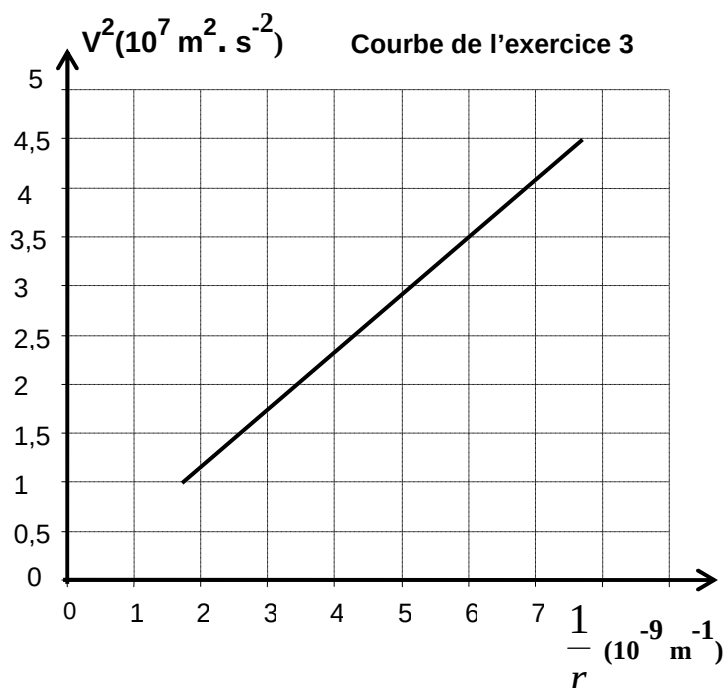
5.3.2.5 Calculer la demi-vie du radon 222.

(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)

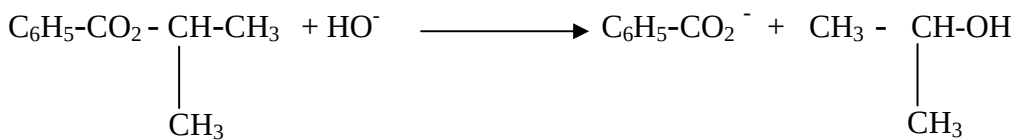


**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE S2****EXERCICE 1 (04 points)****1.1** Formule semi-développée de la N-éthyléthanamine : $\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH-C}_2\text{H}_5$ ou encore Et-NH-Et . Dans la suite on adopte la notation simplifiée $(\text{Et})_2\text{NH}$ **(0,5 pt)****1.2** Ecrire l'équation bilan de la réaction $(\text{Et})_2\text{NH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons (\text{Et})_2\text{NH}_2^+ + \text{HO}^-$ **1.3** .Couples acide base mis en jeu : $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$ et $(\text{Et})_2\text{NH}_2^+ / (\text{Et})_2\text{NH}$ **(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 : $(\text{Et})_2\text{NH}_2^+$; $(\text{Et})_2\text{NH}$; HO^- ; H_3O^+ (H_2O est ultramajoritaire)**(0,25 pt)****1.5.2** $K_e = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{HO}^-] = \text{constante à une température donnée. A } 25^\circ\text{C on a } K_e = 10^{-14}$ **(0,25 pt)****1.4.3** $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[(\text{Et})_2\text{NH}]}{[(\text{Et})_2\text{NH}_2^+]}$ **(0,25 pt)****1.4.4** L'équation d'électroneutralité conduit à $[(\text{Et})_2\text{NH}_2^+] \approx [\text{HO}^-]$ en considérant que $[\text{H}_3\text{O}^+] \ll [\text{HO}^-]$ L'équation de conservation de la matière conduit à : $[(\text{Et})_2\text{NH}] \approx [(\text{Et})_2\text{NH}]_i = C_1$ En remplaçant dans la relation précédente on obtient : $\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{C_1}{[\text{HO}^-]}$ Tenant compte de l'expression de K_e donnée en 1.5.2) on aboutit à : $\text{pH} = \frac{1}{2}(\text{p}K_e + \text{pKa} - \text{p}C_1)$; avec $\text{p}C_1 = -\log C_1$ Pour $C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, le calcul donne **pH = 11,7****(0,75 pt)****EXERCICE 2 (04 points)****2.1** $[\text{HO}^-]_0 = \frac{n(\text{HO}^-)}{V_{\text{total}}} = \frac{CV}{2V} = \frac{C}{2} = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ **(0,25 pt)****2.2** Equation-bilan de la réaction de dosage $\text{HO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

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 _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 mol/L)	0	6	10	14	17	20	22,4	24,4	26	27	28

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

2.4.3 $V(\text{alcool}) = \frac{dC}{dt}$

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

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

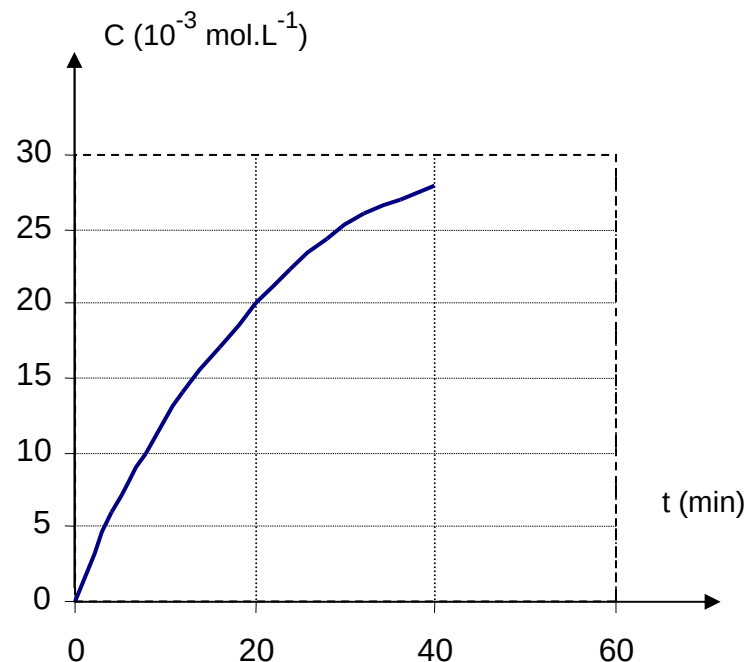
A $t_2 = 32$ min. $V(\text{alcool})_2 = 3.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$

$V(\text{alcool})$ 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 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 : $U_b = L \frac{di}{dt} = L \frac{d^2 q}{dt^2} = LC \frac{d^2 U_c}{dt^2}$ (0,5 pt)

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

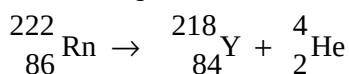
4.3.2 L'énergie totale du circuit diminue par dissipation par effet joule à cause de la résistance R' de la bobine. (0,25 pt)

4.3.3 on a : $T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1}$: 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



Par identification on trouve $Y = \text{Po}$.

(0,25 pt)

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.

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

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)

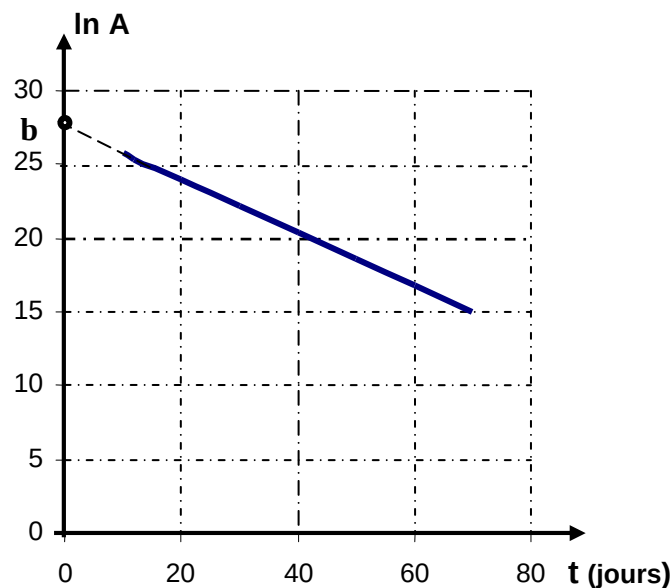
Avec $k = \frac{\Delta \ln A}{\Delta t} = -0,18 \text{ jour}^{-1}$ et $b = \text{ordonnée à l'origine} = 27,65$

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)



2009

PHYSIQUE



CHIMIE

CLUB SCIENCES DE SIMBANDI

CLUB SCIENCES DE SIMBANDI

BRASSOU

BRASSOU



Epreuve du 1^{er} groupe

SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1 (06 points)

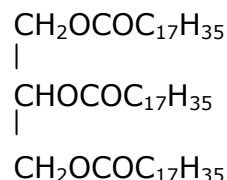
Il y a quelques décennies, les femmes lavaient le linge en utilisant un mélange de suif (graisse animale) et de cendre. On cherche à comprendre ici comment ces deux produits salissants permettent le nettoyage.

1.1 Les cendres de bois étaient recueillies dans un pot et mélangées à de l'eau. La cendre de bois contient de la potasse KOH ou hydroxyde de potassium (composé ionique).

Ecrire l'équation de la réaction associée à la dissolution de la potasse solide dans l'eau **(0,5 point)**

1.2 Le suif est composé majoritairement de stéarine ou triestéarate de glycérile dont la formule est représentée ci-contre :

On considère que la stéarine est produite par réaction entre l'acide stéarique $C_{17}H_{35}-COOH$ et le glycérol ou propan-1,2,3 triol. Ecrire l'équation-bilan de cette réaction. Comment se nomme cette réaction? Quelles sont ses caractéristiques ? **(01,5 point)**



1.3 On mélange le suif et la solution aqueuse de cendre. Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction modélisant la transformation qui se produit lors du mélange. Nommer les produits obtenus. Comment se nomme cette réaction? Quelles sont ses caractéristiques ? **(02 points)**

1.4 La masse de stéarine qui a réagi est de 890 g. Calculer la masse maximale de savon que l'on peut obtenir **(02 points)**

Masses molaires atomiques : $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(K) = 39 \text{ g.mol}^{-1}$
Masse molaire moléculaire de la stéarine : 890 g.mol^{-1}

EXERCICE 2 (05 points)

Le récent séisme de Californie n'est pas un événement isolé ; d'autres tremblements de terre se sont produits au cours des siècles, à proximité de la faille de San Andréas. On y a fait des prélèvements d'échantillons de terrains ensevelis lors des anciens séismes. On a pu mesurer pour chacun d'eux l'activité radioactive due à l'isotope de carbone 14, radioactif β^- , de période ou demi-vie $T = 5700 \text{ ans}$. Le numéro atomique du carbone est 6.

2.1 Donner les définitions des mots soulignés. **(01 point)**

2.2 Ecrire l'équation de désintégration du carbone 14. **(01,5 point)**

2.3 Calculer la constante radioactive λ du carbone 14. **(01 point)**

2.4 Un échantillon prélevé contient $N = 22.10^{10}$ noyaux de carbone 14 à l'instant $t = 0$

Calculer le nombre de noyaux de carbone 14 présents dans l'échantillon à $t = T$; $t = 2T$ et $t = 3T$. **(01,5 point)**

Ebaucher avec ces valeurs la courbe de décroissance radioactive $N = f(t)$.

Extrait du tableau périodique des éléments : $^{31}_{15}\text{P}$; $^{18}_8\text{O}$; $^{20}_{10}\text{Ne}$; $^{14}_7\text{N}$

EXERCICE 3 (05 points) = 10 x 0,5 point

Recopier et compléter les phrases ci-après par les mots suivants pris dans un ordre quelconque :

estérification, thermodurcissables, polyalcool, polymérisation, thermoplastiques, polycondensation, numéro atomique, durcissent, noyau fils, polyester.

Par chauffage, on peut classer les matières plastiques en deux catégories : les qui fondent sous l'action de la chaleur et les qui sous l'action de la chaleur.

Le procédé de fabrication des textiles synthétiques fait appel soit à la soit à la

La réaction entre un et un polyacide conduit à un; cette réaction est appelée

Lors de la désintégration β^- du noyau ^A_ZX , le nombre de masse du est A, son est Z+1

EXERCICE 5 (04 points)

On dispose de deux miroirs plans (M_1) et (M_2) perpendiculaires.

Un rayon lumineux arrive sur (M_1) en un point A comme indiqué sur le croquis ci-contre. Ce rayon fait un angle de 60° avec le miroir (M_1).

5.1 Quel est l'angle d'incidence du rayon sur le miroir (M_1) ? (01 point)

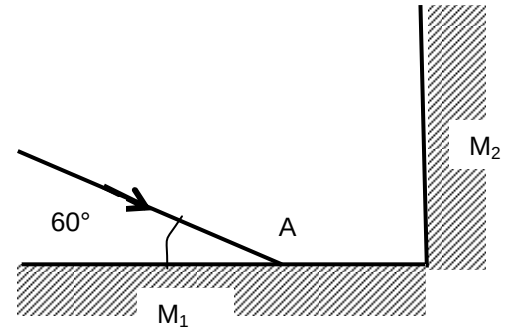
5-2 Soit B le point de rencontre du rayon réfléchi par (M_1) avec le miroir (M_2).

Recopier le schéma sur votre feuille de copie et représenter le rayon AB réfléchi par (M_1). (01 point)

5.3 Trouver la valeur de l'angle d'incidence sur le miroir (M_2).

Représenter le rayon BC réfléchi par le miroir (M_2). (01 point)

5.4 Trouver l'angle formé par le rayon incident sur le miroir (M_1) et le rayon réfléchi par le miroir (M_2). (01 point)



FIN DE SUJET

**Corrigé de l'épreuve du premier groupe de
SCIENCES PHYSIQUES
Baccalauréat séries L₂
Session juillet 2009**

EXERCICE 1 (06 points)

1.1



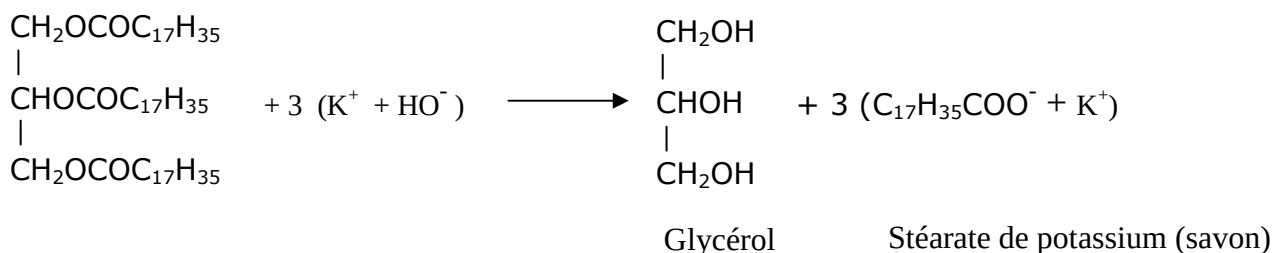
1.2

Equation-bilan de la réaction :



C'est une réaction d'estérification. Elle est lente, athermique et limitée (par la réaction inverse). **(01,5 point)**

1.3



C'est une réaction de saponification. Elle est lente et totale. **(02 points)**

1.4

D'après la stoechiométrie de l'équation on a au maximum: $n(\text{savon}) = 3n(\text{stéarine}) = 3 \frac{m(\text{stéarine})}{M(\text{stéarine})} = \frac{890}{890} = 3 \text{ mol.}$

Masse maximale de savon : $n(\text{savon}) = n(\text{savon}). M(\text{savon}) = 966 \text{ g}$ **(02points)**

EXERCICE 2 (05 points)

2.1

Activité radioactive = nombre moyen de désintégrations par unité de temps d'une substance radioactive.

Isotope = noyau qui se distingue des autres noyaux d'un même élément par son nombre de nucléons. Deux isotopes d'un même élément ont même nombre de protons mais des nombres de nucléons différents.

Période ou demi-vie = pour un radioélément c'est le temps au bout duquel la moitié du nombre de noyaux du radioélément s'est désintégrée.

Numéro atomique : nombre d'électrons de l'atome ou nombre de protons du noyau de l'atome. **(01 point)**

2.2 Equation de désintégration



$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ an}^{-1} \quad (01 \text{ point})$$

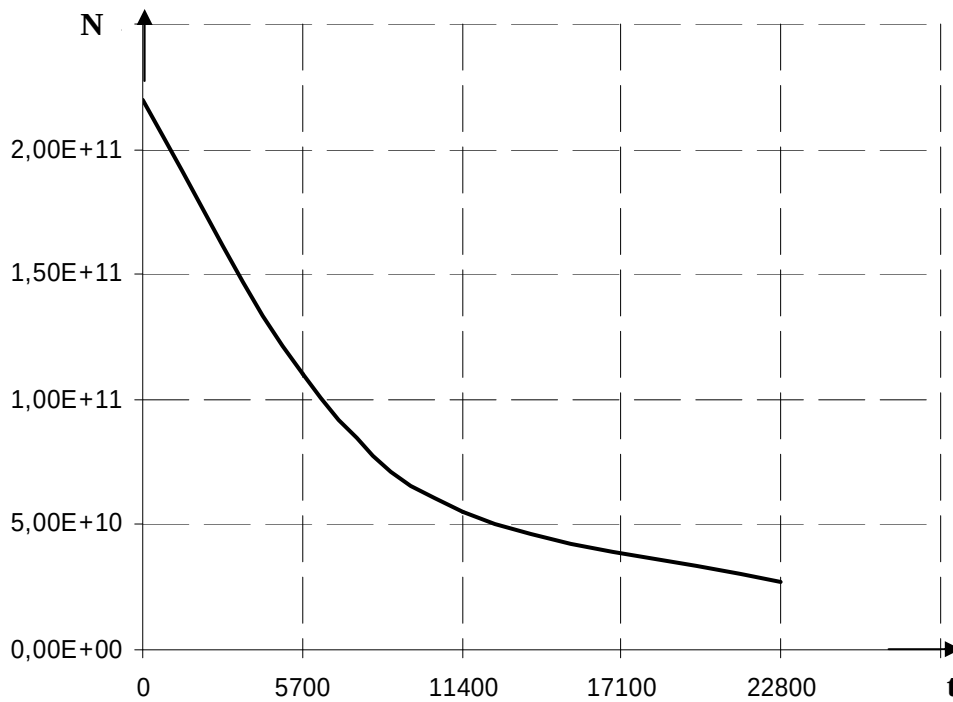
2.4

$$\text{A } t = T \text{ on a : } N_1 = \frac{N_0}{2} = 11 \cdot 10^{10} \text{ ans}$$

$$\text{A } t = 2T \text{ on obtient : } N_2 = \frac{N_1}{2} = \frac{N_0}{4} = 5,5 \cdot 10^{10} \text{ ans}$$

$$\text{A } t = 3T \text{ on a : } N_3 = \frac{N_2}{2} = \frac{N_0}{8} = 2,75 \cdot 10^{10} \text{ ans}$$

Avec ces valeurs, on ébauche la courbe par construction point par point. **(01,5 point)**



EXERCICE 3 (05 points) = 10 x 0,5 point

Phrases complétées :

Par chauffage, on peut classer les matières plastiques en deux catégories : les **thermoplastiques** qui fondent sous l'action de la chaleur et les **thermodurcissables** qui **durcissent** sous l'action de la chaleur.

Le procédé de fabrication des textiles synthétiques fait appel soit à la **polymérisation** soit à la **polycondensation**. La réaction entre un **polyalcool** et un polyacide conduit à un **polyester**; cette réaction est appelée **estérification**.

Lors de la désintégration β^- du noyau ${}^A_ZX$, le nombre de masse du **noyau fils** est A, son **numéro atomique** est Z+1

EXERCICE 5 (04 points)

5.1 Angle d'incidence sur M_1 : $i_1 = 30^\circ$.

5-2 Voir schéma ci-contre :

5.3 Angle d'incidence sur M_2 : $i_2 = 60^\circ$.

Voir BC sur le schéma.

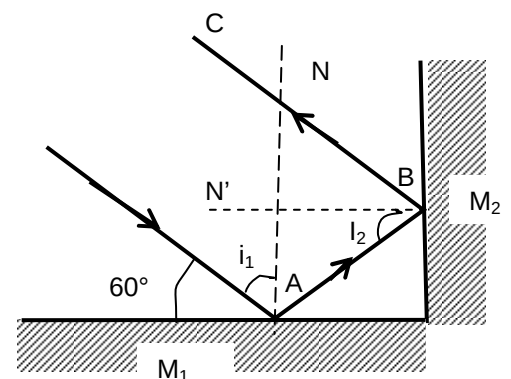
5.4 Le rayon réfléchi par le miroir (M_2) et le rayon incident sur le miroir (M_1) sont parallèles.

(01 point)

(01 point)

(01 point)

(01 point)



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

On donne les masses molaires: $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(N) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

EXERCICE 1 (03 points)

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

1.1 Ecrire la formule générale d'une amine primaire et celle d'un acide α -aminé. (0,5 point)

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

1.3 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'amine B avec l'eau. Préciser le couple acide/base auquel appartient B. (0,5 point)

1.4 On considère une solution aqueuse de l'amine B de concentration initiale C. En supposant que la valeur de C est telle $[\text{OH}^-] \ll C$, démontrer que le pH de cette solution est donné par la relation :

$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} (\text{pK}_a + \log C).$$

En déduire la valeur du pH d'une solution à $10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$ de l'amine. (0,75 point)

Le pK_a du couple acide/base auquel appartient B vaut : $\text{pK}_a = 10,7$

1.5 On désire synthétiser un dipeptide D à partir de l'acide α -aminé A et de l'alanine. Le groupe amine de l'alanine est bloqué lors de cette synthèse.

Ecrire l'équation-bilan de la synthèse du dipeptide D en mettant en évidence la liaison peptidique. (0,5 point)

On donne la formule de l'alanine : $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{COOH}$

**EXERCICE 2 :** (03 points)

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction entre un ester (RCOOR') et l'hydroxyde de sodium (NaOH) en solution. Pour cela on ajoute à un volume V de solution de soude de concentration $C = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, un égal volume V de solution d'ester de même concentration.

Ce mélange réactionnel est maintenu à une température constante θ . On détermine expérimentalement le pH du mélange en fonction du temps t.

2.1 Donner le nom de la réaction entre l'ester et l'hydroxyde de sodium ; préciser ses caractéristiques. (0,5 point)

2.2 Ecrire l'équation-bilan de cette réaction. (0,25 point)

2.3 Montrer que la concentration des ions carboxylate est donnée par l'expression :

$$[\text{RCOO}^-] = \frac{C}{2} - 10^{\text{pH}-14}. \quad (0,5 \text{ point})$$

2.4 La mesure du pH a permis de calculer la concentration des ions carboxylate à différentes dates t. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après :

t (min)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
$[\text{RCOO}^-] (10^{-3} \text{ mol.L}^{-1})$	0	1,9	2,6	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6

Tracer le graphe $[\text{RCOO}^-] = f(t)$ avec les échelles : 1 cm pour 2 min ; 2 cm pour $10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

(0,5 point)

2.5 Calculer la vitesse volumique instantanée de formation de RCOO^- à la date $t = 0$ puis à la date $t = 10 \text{ min}$. Justifier l'évolution de cette vitesse. (0,75 point)

2.6 On reprend la même étude dans les mêmes conditions mais à une température $\theta' > \theta$.

Tracer l'allure du graphe $[RCOO] = f(t)$ dans le même repère qu'en 2.4) Justifier cette allure.

(0,5 point)

EXERCICE 3 (05,25 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 $L = 20$ m et est suffisamment profond. Le plongeur doit quitter un tremplin ; à ce moment son centre d'inertie G est à une hauteur $h_1 = 1,5$ m au dessus de la surface de l'eau. La corde, tendue horizontalement, est attachée à une distance $\ell = 1,6$ m du tremplin. Elle est à une hauteur $h_2 = 2$ m du niveau de l'eau (voir figure ci-après).

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.

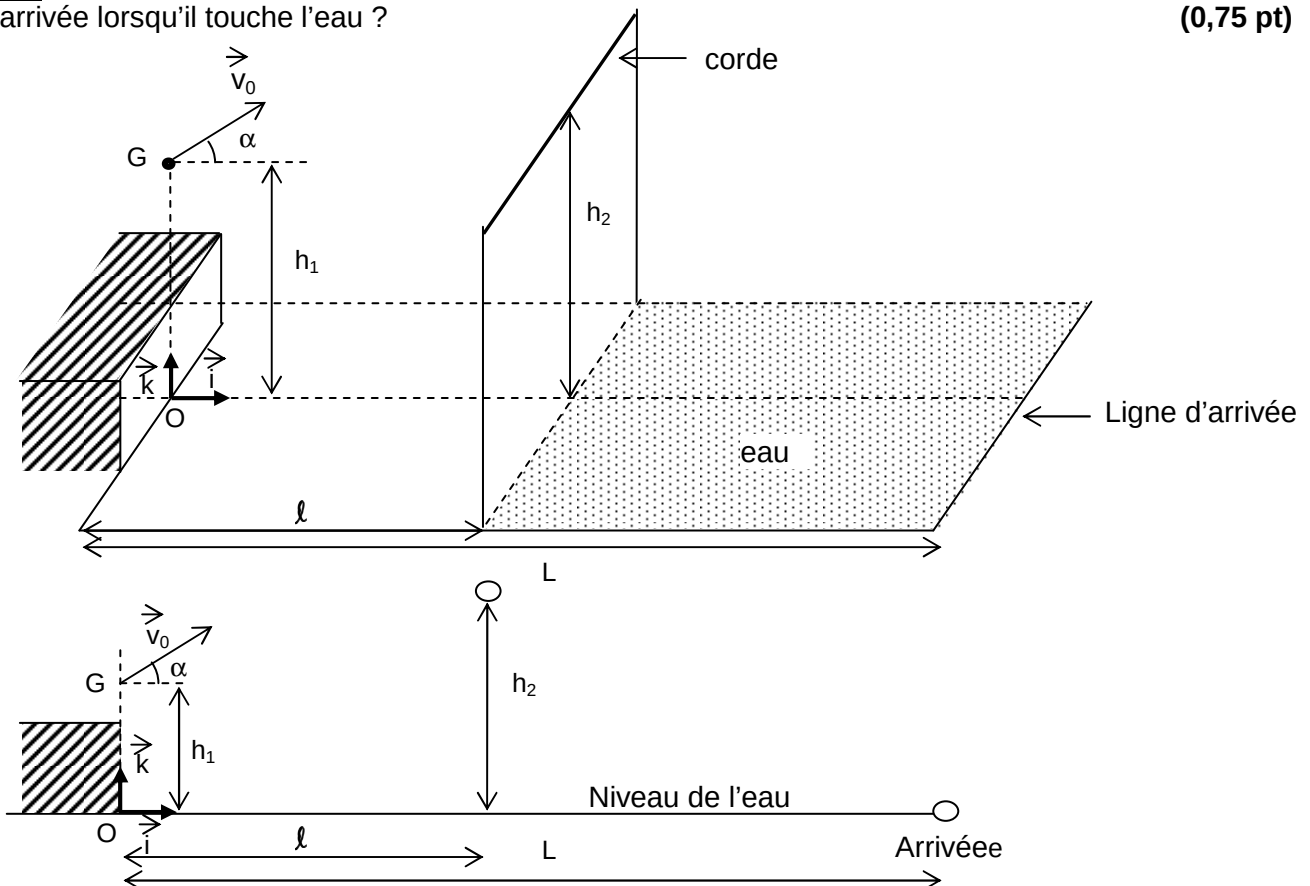
On néglige les frottements et on prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

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)**



3.1.4 Calculer la norme du vecteur vitesse et l'angle β que ce vecteur forme avec la verticale descendante lorsque le solide touche l'eau. **(0,5 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)**

.../... 3

3.3 Au troisième essai, le solide est lancé à $t = 0$ du point G avec une vitesse $\vec{V}_0'$ appartenant au plan vertical défini par $(\vec{i}, \vec{k})$ et de valeur $V_0' = 11 \text{ m.s}^{-1}$.

3.3.1 Déterminer la valeur de l'angle α' que doit faire $\vec{V}_0'$ avec l'horizontale pour que le solide touche l'eau à 8 m de la ligne d'arrivée, comme précédemment. On montrera que la question admet deux solutions et on portera le choix sur la valeur de l'angle α' pour laquelle la durée de chute est plus courte (le solide fait moins de temps entre le point de départ et le point de chute). **(01,25 point)**

3.3.2 Pour lequel des essais décrits en 3.2 et 3.3.1, le solide s'élève-t-il plus au-dessus de la corde ? Justifier la réponse par le calcul. **(0,5 pt)**

EXERCICE 4 : (05 points)

On étudie le comportement d'un condensateur de capacité C dans un circuit série (figure 3).

Pour cela, on réalise le montage schématisé ci-contre où :

- G_0 est un générateur de courant idéal,
- K est un interrupteur qui permet de charger le condensateur (K en position 1) ou de le décharger (K en position 2) à travers le conducteur ohmique de résistance $R = 10 \text{ k}\Omega$.

Un dispositif (non représenté) relève à intervalles de temps réguliers, la tension $u_{AB} = u_C$ aux bornes du condensateur.

4.1 A la date $t = 0$, le condensateur étant entièrement déchargé, on place l'interrupteur K en position 1, le microampèremètre indique alors une valeur constante $I_0 = 10 \text{ }\mu\text{A}$. On a représenté ci-après (graphe 1) la courbe donnant la tension u_C en fonction du temps t.

4.1.1 Etablir la relation qui lie u_C , C, I_0 et t. **(0,5 point)**

4.1.2 A l'aide du graphe 1, déterminer la capacité C du condensateur. **(0,75 point)**

4.2 Lorsque la tension aux bornes du condensateur égale

$U_0 = 6 \text{ V}$, on bascule K en 2 à l'instant $t = 0$.

4.2.1 Etablir l'équation différentielle relative à la tension u_C aux bornes du condensateur à une date t. **(0,5 point)**

4.2.2 Cette équation différentielle admet une solution de la forme

$$u_C(t) = A e^{-\frac{t}{\tau}}, \text{ relation où } A \text{ et } \tau \text{ sont des constantes.}$$

Déterminer les valeurs de A et τ .

Calculer la valeur de u_C à $t = 5\tau$. Quelle remarque peut-on faire ?

Donner la signification physique de τ . **(01 point)**

4.2.3 A l'aide d'un logiciel, on a tracé la courbe donnant le logarithme népérien de u_C en fonction du temps t, soit $\ln u_C = f(t)$ (graphe 2).

Retrouver la valeur de C à partir d'une exploitation de ce graphe. **(0,5 point)**

4.3 On remplace le conducteur ohmique par une bobine résistive d'inductance $L = 80 \text{ mH}$.

Le condensateur est à nouveau rechargé, puis il se décharge à travers la bobine. Un dispositif permet de suivre, pendant la décharge, l'évolution au cours du temps de u_C ainsi que l'évolution de l'intensité i du courant (graphe 3).

4.3.1 Entre les instants t_1 et t_2 (voir graphe 3), le condensateur se charge-t-il ou se décharge-t-il ?

Justifier la réponse. **(0,5 point)**

4.3.2 Quel est le sens réel de circulation du courant entre t_1 et t_2 ? **(0,5 point)**

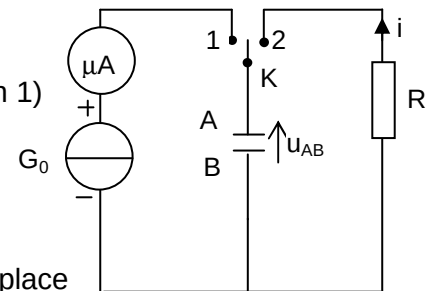
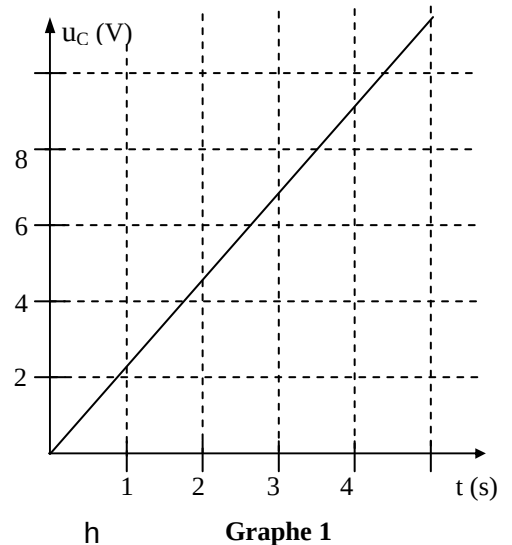


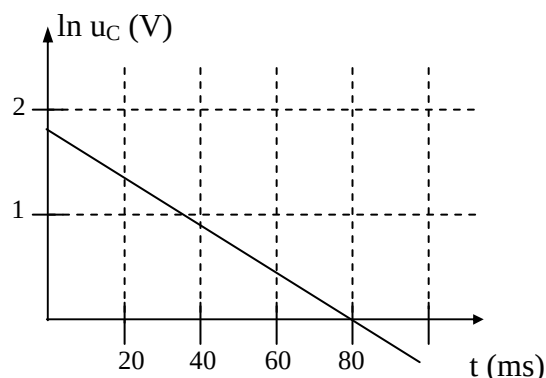
Figure 3



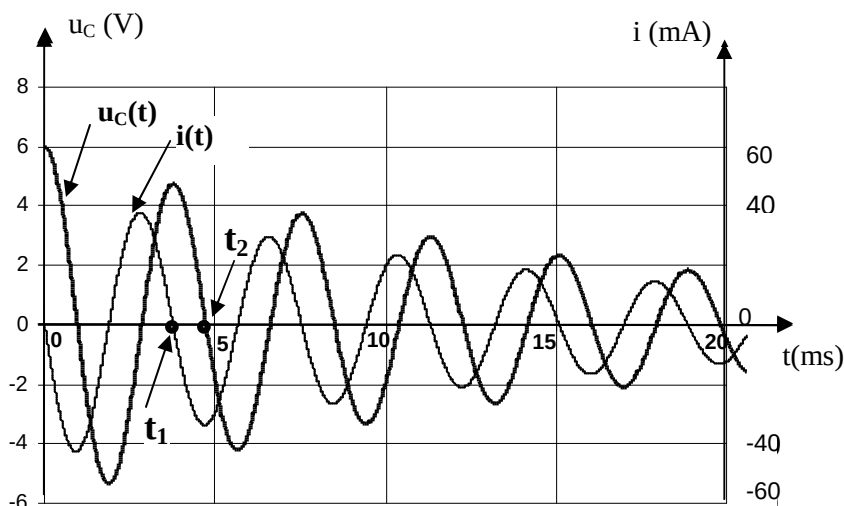
(0,5 point)

4.3.3 Retrouver à partir de ces courbes la valeur de C.

(0,75 point)



Graphe 2



Graphe 3

EXERCICE 5 : (03,75 points)

Il existe plusieurs méthodes de datation d'objets adaptées à l'âge que l'on souhaite déterminer. On peut en citer entre autres : la méthode potassium-argon et la datation par le carbone 14. Cependant cette dernière n'est pas utilisable si la teneur résiduelle de carbone 14 est trop faible c'est-à-dire inférieure à 1 %. La demi-vie du ^{14}C est de 5600 ans et celle du ^{40}K de $1,5 \cdot 10^9$ ans.

Les roches volcaniques contiennent du potassium K dont l'isotope $^{40}_{19}\text{K}$ est radioactif et se décompose pour donner $^{40}_{18}\text{Ar}$ constituant essentiel d'un gaz monoatomique.

Lors d'une éruption volcanique, la lave, au contact de l'air perd l'argon ^{40}Ar , c'est le dégazage de la roche. A la date de la fin de l'éruption, la lave ne contient plus d'argon. Mais celui-ci réapparaît dans le temps (presque aussitôt après) selon la radioactivité précédente.

5.1 Ecrire l'équation de la désintégration nucléaire du potassium $^{40}_{19}\text{K}$ en argon $^{40}_{18}\text{Ar}$ en précisant les lois de conservation utilisées. Nommer la particule émise en même temps que le noyau fils. **(01 point)**

5.2 L'analyse d'un échantillon d'une roche basaltique, a donné $1,6610^{-6}$ g de ^{40}K et $82 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3$ d'argon (^{40}Ar) dans les conditions normales de température et de pression.

On désigne par N_0 (^{40}K) le nombre de noyaux de potassium 40 à la date $t = 0$ (fin de l'éruption), par N (^{40}K) et $N(^{40}\text{Ar})$ les nombres de noyaux présents dans l'échantillon respectivement de potassium 40 et d'argon 40 à un instant t donné.

5.2.1 Rappeler l'expression de N (^{40}K) en fonction de N_0 (^{40}K), du temps t et de la constante radioactive λ du potassium 40 (loi de la décroissance radioactive). **(0,5 point).**

5.2.2 En déduire la relation : $\frac{N(^{40}\text{Ar})}{N(^{40}\text{K})} = -1 + e^{\lambda t}$ **(0,5 point).**

5.2.3 Calculer l'âge approximatif de la roche compté à partir de la fin de l'éruption volcanique. **(0,75 point)**

5.3 Sur un autre site archéologique des ossements ont été trouvés. Pour dater ces derniers, on a procédé par dosage isotopique de l'argon 40 et du potassium 40 contenus dans un échantillon de ces ossements. On constatât alors qu'il contenait quatre fois plus d'atomes de potassium 40 que d'atomes d'argon 40.

5.3.1 Déterminer l'âge de ces ossements. **(0,5 point)**

5.3.2 Pourrait-on alors utiliser la méthode de la datation par le ^{14}C pour déterminer l'âge de ces ossements ? Justifier la réponse. **(0,5 point)**

Données : Masse molaire atomique de l'isotope ^{40}K du potassium : $M(^{40}\text{K}) = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
Volume molaire normal : $V_0 = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$; constante d'Avogadro : $6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

**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 :

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

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

Pour cela, le préparateur dissout $n = 0,25 \text{ mol}$ d'éthanoate d'éthyle dans de l'eau de façon à obtenir 500 mL de solution notée S_0 .

Chaque groupe d'élèves prélève 100 mL de la solution S_0 qu'il répartit dans 10 tubes (de 10 mL chacun) maintenus à température constante dans une enceinte thermostatée, à la date $t = 0$.

A chaque date t , on prélève un tube que l'on met dans la glace puis on dose l'acide formé dans le tube à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 0,50 \text{ mol.L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré. Pour obtenir le virage de cet indicateur coloré, il faut verser un volume V_b de solution d'hydroxyde de sodium.

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

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

Dans ce tableau, n_E représente la quantité de matière d'ester restant dans un tube à la date t .

1.1 Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'eau. Nommer les produits de la réaction. Préciser les caractéristiques de celle-ci.

(0,75 pt)

1.2 Pourquoi place-t-on le tube dans la glace avant chaque dosage ?

(0,25 pt)

1.3 Le groupe d'élèves a reporté dans le tableau la valeur $5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ pour la quantité de matière n_0 d'ester présent dans chaque tube à la date $t = 0$. Vérifier, par un calcul simple, que cette valeur correspond bien à celle de n_0 .

(0,25 pt)

1.4 Exprimer, en fonction de n_0 , C_b et V_b , la quantité n_E d'ester restant dans un tube à la date t .

Calculer n_E à chaque date t ; recopier et compléter le tableau.

(01 pt)

1.5 Tracer la courbe représentative $n_E = f(t)$ avec les échelles suivantes :

1cm pour 10 min en abscisses ; 2,5 cm pour 10^{-3} mol en ordonnées

(0,75 pt)

1.6 Définir la vitesse de disparition de l'ester à la date t . Calculer cette vitesse à la date $t_1 = 50 \text{ min}$.

En utilisant la courbe, expliquer qualitativement comment évolue cette vitesse au cours du temps.

(0,75 pt)

1.7 Citer deux méthodes utilisables pour augmenter la vitesse de cette réaction.

(0,5 pt)

EXERCICE 2 (3,75 points)

Sur l'étiquette d'un flacon contenant une solution S_0 d'une monoamine primaire d'un laboratoire, les indications relatives à la densité d et à la formule chimique sont illisibles. Seul le pourcentage en masse d'amine pure de la solution S_0 est lisible, soit $P = 63\%$. Cette indication signifie qu'il y a 63 g d'amine pure dans 100 g de la solution S_0 .

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

Epreuve du 1^{er} groupe

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

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

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

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

2.2 On s'intéresse à l'expérience 3.

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

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

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

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

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

2.3

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

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

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

Données :

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

EXERCICE 3 (04 points)

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

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

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

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

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

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

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

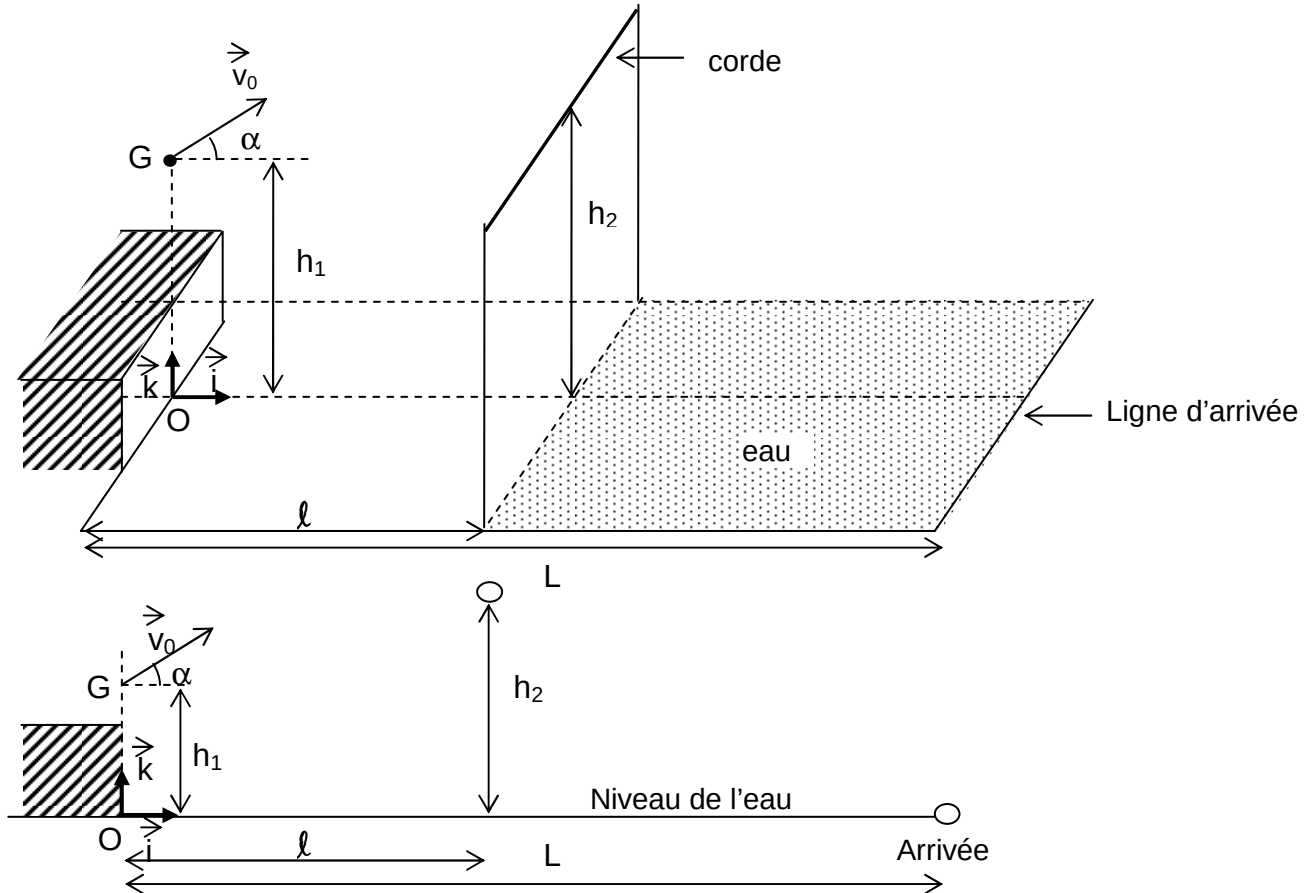
3.1.3 Au cas où le solide passe au-dessus de la corde, quelle distance le sépare-t-il de la ligne d'arrivée lorsqu'il touche l'eau ? **(0,75 pt)**

.../... 3

Epreuve du 1^{er} groupe

3.1.4 Calculer la norme du vecteur vitesse et l'angle β que ce vecteur forme avec la verticale descendante lorsque le solide touche l'eau. **(01 pt)**

3.2 Dans un second essai, les élèves voudraient que le solide touche l'eau en un point distant de 8 m de la ligne d'arrivée. Quelle doit être alors la valeur de la vitesse initiale pour $\alpha = 45^\circ$? **(0,5 pt)**

**EXERCICE 4 (04 points)**

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

zone 1 : chambre d'accélération entre P_1 et P_2 .

zone 2 : sélecteur de vitesse entre P_2 et P_3 .

zone 3 : chambre de déviation de largeur ℓ .

zone 4 : région où il ne règne ni un champ électrique, ni un champ magnétique.

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

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

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

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

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

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

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

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

(0,5 pt)

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

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

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

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

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

$$U = 3,9 \text{ kV} ; \quad E = 9.10^3 \text{ V.m}^{-1} ; \quad B = 5.10^{-2} \text{ T.}$$

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

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

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

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

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

EXERCICE 5 (04 points)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

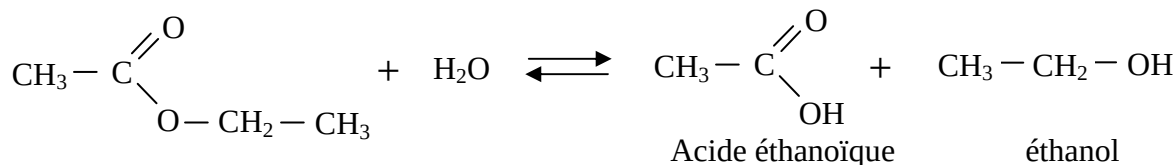
5.2.2 Déterminer, en électron-volt (eV), l'énergie cinétique maximale de sortie d'un électron extrait de la cathode de la cellule et calculer sa vitesse. (01 pt)

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

Corrigé de l'épreuve du premier groupe de
SCIENCES PHYSIQUES
Baccalauréat séries S₂ – S_{2A} – S₄ – S₅
Session juillet 2009

Exercice 1 : (4,25 points)

1.1 :



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

1.2 :

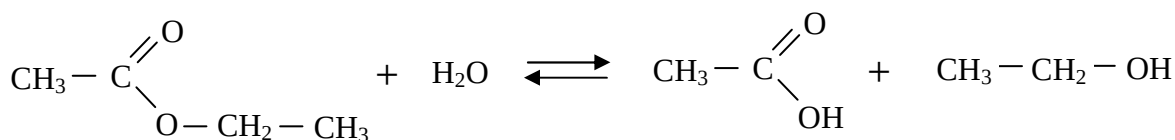
On place les tubes dans la glace avant chaque dosage pour bloquer la réaction.

1.3 :

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

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

1.4 :



$t = 0$	$n_0 \text{ mol}$	0 mol	0 mol
à une date t	n_E	$n' \text{ mol}$	$n' \text{ mol}$

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 : $n' = n_b \rightarrow n' = C_b V_b$

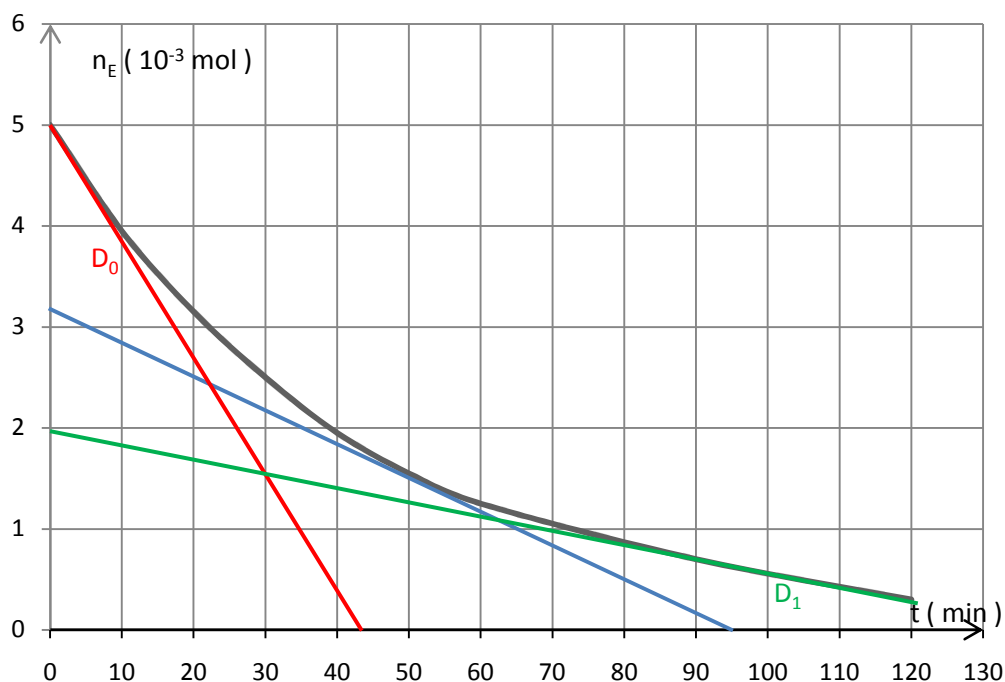
La quantité de matière n_E d'ester restant à la date t est donnée par l'expression : $n_E = n_0 - C_b V_b$

Ce qui permet de compléter le tableau ; soit :

$t \text{ (min)}$	0	10	20	30	40	50	60	90	120
$V_b \text{ (mL)}$	0,0	2,1	3,7	5,0	6,1	6,9	7,5	8,6	9,4
$n_E \text{ (} 10^{-3} \text{ mol)}$	5	3,95	3,15	2,50	1,95	1,55	1,25	0,70	0,30

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 graphique, 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

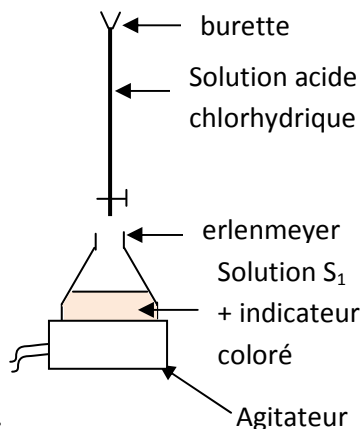
Exercice 2 : (3,75 points)

2.1 :

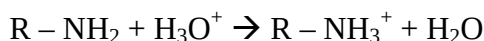
$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} = \frac{7,5}{10} = 0,75 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 0,75 \cdot 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

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

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 :

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

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

2.3.2 :

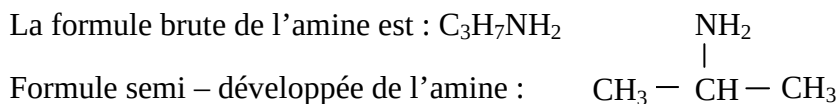
$$M = \frac{63 \rho_0}{100 C_0} = \frac{63 \times 0,75 \cdot 10^3}{100 \times 8} = 59,1 \text{ g.mol}^{-1}$$

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)

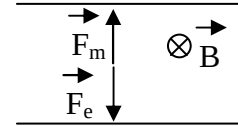
4.1 :

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 :

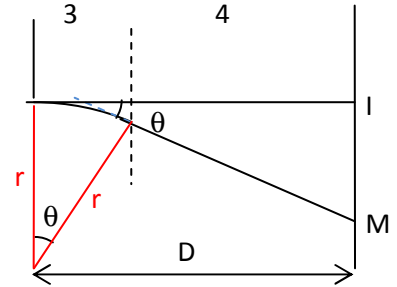
$$qE = qv_0B \rightarrow v_0B = E \rightarrow v_0^2 B^2 = E^2 \rightarrow \frac{2qU}{m} B^2 = E^2 \rightarrow \frac{q}{m} = \frac{E^2}{2UB^2}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{(9.10^3)^2}{2 \times 3,9.10^3 \times (5.10^{-2})^2} = 4,15.10^6 \text{ C.kg}^{-1}$$

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 :

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

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

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

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

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

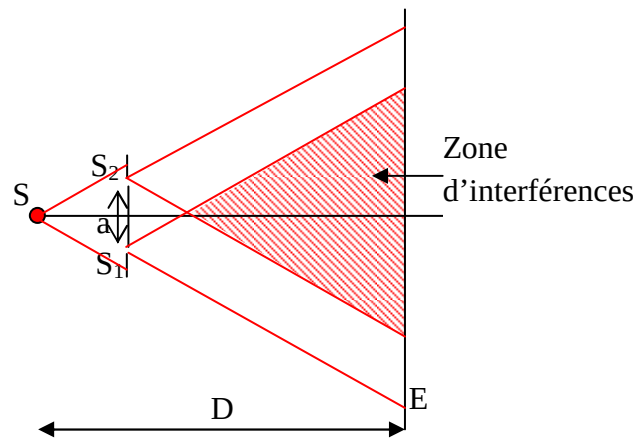
Les valeurs de U , ℓ , D et B' étant données, cette expression permet de déterminer $\frac{q}{m}$ après la mesure de IM .

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

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

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 :

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

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

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

**Corrigé de l'épreuve du premier groupe de
SCIENCES PHYSIQUES
Baccalauréat séries S₁ – S₃
Session juillet 2009**

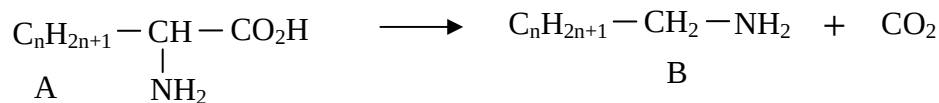
Exercice 1 : (03 points)

1.1 :

amine primaire : $C_nH_{2n+1}NH_2$ avec **n entier supérieur ou égal à 1**

acide α aminé : $C_nH_{2n+1}-\underset{\substack{| \\ NH_2}}{CH}-CO_2H$ avec **n supérieur ou égal à 0**

1.2 :



La formule générale de B est $C_nH_{2n+1}CH_2NH_2$

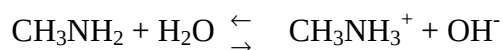
La masse molaire de B s'exprime : $M = 14n + 31$

Donc $14n + 31 = 31$ soit $n = 0$.

La formule semi développée de B est alors $CH_3 - NH_2$ et son nom est la méthanimine.

On en déduit la formule semi – développée de A : $HOOC - CH_2 - NH_2$ et son nom est acide aminoéthanoïque

1.3 :



Couple acide base auquel appartient B : $CH_3NH_3^+ / CH_3NH_2$

1.4 :

$$pH = pK_A + \log \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} \quad (1)$$

L'expression du pH de la solution est $pH = -\log [H_3O^+]$

Celle du produit ionique est $K_E = [H_3O^+][OH^-]$

La relation d'électroneutralité s'écrit :

$$[CH_3NH_3^+] + [H_3O^+] = [OH^-] \rightarrow [CH_3NH_3^+] = [OH^-] - [H_3O^+]$$

La solution est basique et la valeur de C est telle que $[OH^-] \gg [H_3O^+] \rightarrow [CH_3NH_3^+] \approx [OH^-]$

La conservation de la matière CH_3NH_2 donne :

$$C = [CH_3NH_2] + [CH_3NH_3^+] \rightarrow [CH_3NH_2] = C - [CH_3NH_3^+] \approx C - [OH^-]$$

Comme $C \gg [\text{OH}^-]$ on en déduit $[\text{CH}_3\text{NH}_2] \approx C$

$$(1) \rightarrow \text{pH} = \text{pK}_A + \log \frac{C}{[\text{OH}^-]} = \text{pK}_A + \log \frac{C[\text{H}_3\text{O}^+]}{K_E}$$

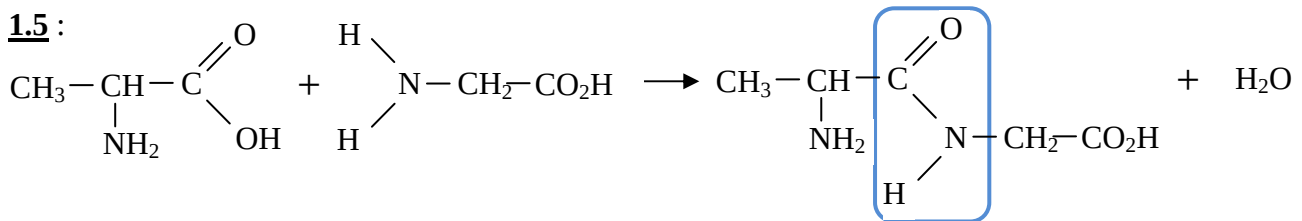
$$\rightarrow \text{pH} = \text{pK}_A + \log C + \log [\text{H}_3\text{O}^+] - \log K_E$$

$$\rightarrow \text{pH} - \log [\text{H}_3\text{O}^+] = \text{pK}_A + \log C - \log K_E \rightarrow 2 \text{pH} = \text{pK}_A + \log C + 14$$

$$\text{Donc } \text{pH} = 7 + \frac{1}{2} (\text{pK}_A + \log C)$$

$$C = 10^{-1} \text{ alors } \text{pH} = 7 + \frac{1}{2} (10,7 + \log 10^{-1}) = 11,85$$

1.5 :



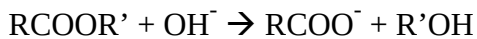
Exercice 2 : (03 points)

2.1 :

Cette réaction chimique est appelée saponification

Caractéristiques : elle est lente et totale.

2.2 : Equation – bilan de la réaction



2.3 :

$$[\text{RCOO}^-] = \frac{n_{\text{RCOO}^-}}{V_T} \text{ avec } V_T = 2V$$

Or d'après la stœchiométrie de la réaction, on a : $n_{\text{RCOO}^-} = (n_{\text{OH}^-})_0 - (n_{\text{OH}^-})_t$

$$\rightarrow [\text{RCOO}^-] = \frac{(n_{\text{OH}^-})_0 - (n_{\text{OH}^-})_t}{V_T} = \frac{CV}{2V} - [n_{\text{OH}^-}]_t = \frac{C}{2} - [n_{\text{OH}^-}]_t$$

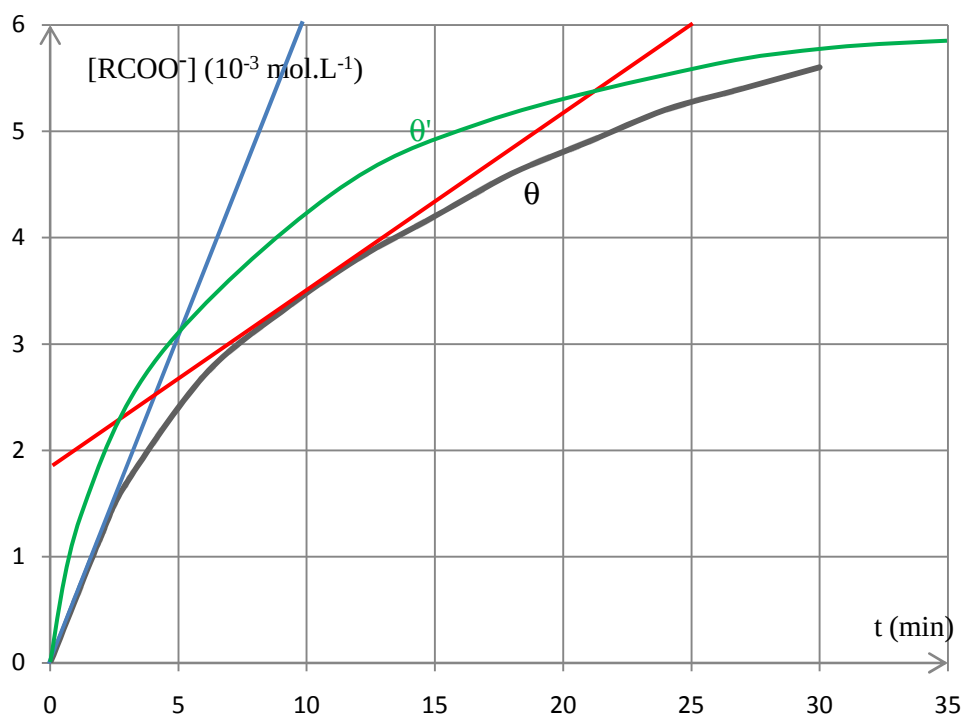
Le produit ionique de l'eau s'écrit : $K_E = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] \rightarrow [\text{OH}^-] = \frac{K_E}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$

$$\text{Avec } K_E = 10^{-14} \text{ et } [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ alors } [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-\text{pH}}}$$

$$\text{Soit } [\text{RCOO}^-] = \frac{C}{2} - \frac{10^{-14}}{10^{-\text{pH}}} = \frac{C}{2} - 10^{\text{pH}-14}$$

2.4 :

t (min)	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
[RCOO ⁻] (10 ⁻³ mol.L ⁻¹)	0	1,9	2,6	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,2	5,4	5,6



2.5 :

vitesse volumique de formation de RCOO⁻ est $v(t) = \frac{d[RCOO^-]}{dt}$

Graphiquement cette vitesse est le coefficient directeur de la tangente à la courbe au point d'abscisse t considéré.

$$v_0 = \frac{(6 - 0) \cdot 10^{-3}}{(10 - 0)} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$v_{10} = \frac{(6 - 2) \cdot 10^{-3}}{(25 - 0)} = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$v_0 > v_{10}$$

La vitesse v diminue au cours du temps car les concentrations molaires des réactifs diminuent.

2.6 : Voir tracé ci-dessus : la vitesse v augmente avec la température.

Exercice 3 : (5,25 points)

3.1 :

3.1.1 :

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

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

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

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 :

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

$$-\frac{1}{2} g \frac{x_2^3}{v_2^2 \cos^2 \alpha} + x_3 \tan \alpha + h_1 = 0 \rightarrow v_0 = \frac{1}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{g x_2^3}{2(x_3 \tan \alpha + h_1)}} = 10,3 \text{ m.s}^{-1}$$

3.3 :

3.3.1 :

$$z = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{V_0'^2 \cos^2 \alpha'} + x \tan \alpha' + h_1$$

Tenant compte du fait que $\frac{1}{\cos^2 \alpha'} = 1 + \tan^2 \alpha'$ l'équation précédente s'écrit :

$$z = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{V_0'^2} (1 + \tan^2 \alpha') + x \tan \alpha' + h_1$$

Au point de chute on a : $x = 12 \text{ m}$; par ailleurs $V_0' = 11 \text{ m.s}^{-1}$.

Si on pose $Y = \tan \alpha'$ l'équation précédente est une équation du second degré en Y qui s'écrit :

$$- 5,95 Y^2 + 12Y - 4,45 = 0$$

La résolution de cette équation conduit à deux solutions :

$$Y_1 = \tan \alpha'_1 = 1,526 \text{ d'où } \alpha'_1 = 56,77^\circ$$

$$Y_2 = \tan \alpha'_2 = 0,490 \text{ impliquant } \alpha'_2 = 26,10^\circ$$

On calcule la durée de chute pour chaque valeur de α' par $t = \frac{x}{V'_0 \cos \alpha'}$:

- pour $\alpha'_1 = 56,77^\circ$ on obtient $t_1 = 1,990 \text{ s}$

- pour $\alpha'_2 = 26,10^\circ$ on trouve $t_2 = 1,210 \text{ s}$

Comme $t_2 < t_1$ **donc la solution à retenir est : $\alpha'_2 = 26,10^\circ$**

3.3.2

Pour les essais décrits en 3.2 et en 3.3.1 on calcule la valeur de z pour $x = \ell = 1,6 \text{ m}$.

- Pour l'essai décrit en 3.2 on fait $V_0 = 10,3 \text{ m.s}^{-1}$ et $x = 1,6 \text{ m}$ et $\alpha = 45^\circ$; d'où :

$$z_1 = -\frac{1}{2} 10 \frac{1,6^2}{(10,3)^2 \cos^2 45^\circ} + 1,6 + 1,5 = 2,86 \text{ m}$$

- Pour l'essai décrit en 3.3.1 on fait $V'_0 = 11 \text{ m.s}^{-1}$ et $x = 1,6 \text{ m}$ mais avec $\alpha'_2 = 26,10^\circ$; d'où :

$$z_2 = -\frac{1}{2} 10 \frac{1,6^2}{(11)^2 \cos^2 26,1^\circ} + 1,6 \times 0,49 + 1,5 = 2,15 \text{ m}$$

On trouve $z_1 > z_2$ donc la balle s'élève plus au-dessus de la corde lors du second essai c'est-à-dire à l'essai décrit en 3.2.

Exercice 4 : (5 points)

4.1 :

4.1.1 :

$$\begin{cases} q = It \\ q = CU_C \end{cases} \rightarrow It = CU_C \rightarrow U_C = \frac{I}{C} t$$

4.1.2 : U_C est proportionnelle à t : $U_C = kt$ avec $k = \frac{\Delta U_C}{\Delta t} = 2,17 \text{ V.s}^{-1}$

$$k = \frac{I_0}{C} \rightarrow C = \frac{I_0}{k} = \frac{10 \cdot 10^{-6}}{2,17} = 4,6 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 4,6 \mu\text{F}$$

4.2 :

4.2.1 :

$$\begin{cases} u_C = \frac{q}{C} \\ u_R = Ri \end{cases} \text{ aussi } u_C = -u_R \text{ donc } \frac{q}{C} = -Ri$$

$$\rightarrow \frac{q}{C} + Ri = 0 \rightarrow \frac{q}{C} + R \frac{dq}{dt} = 0 \rightarrow \frac{Cu_C}{C} + RC \frac{du_C}{dt} = 0 \rightarrow RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

4.2.2 :

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

$$\text{A } t = 0 \text{ on a } u_C = A e^0 = U_0 \text{ donc } A = U_0$$

$$\text{A } t = 5\tau \text{ on a } u_C = U_0 e^{-5\tau/\tau} = U_0 e^{-5} = 0,007 U_0 = 0,007 \times 6 = 0,04 \text{ V.}$$

On remarque que u_C est pratiquement nulle au bout de $t = 5\tau$

donc τ renseigne sur la durée de charge ou décharge du condensateur. Dans notre étude si $t \approx 5\tau$ alors le condensateur est presque déchargé.

4.2.3 :

$$\ln u_C = \ln U_0 e^{-t/\tau} \rightarrow -\frac{1}{\tau} = \frac{\Delta \ln u_C}{\Delta t} = \frac{1,8 - 0}{0 - 80 \cdot 10^{-3}} = -22,5 \text{ s}^{-1} \text{ (déduite de la courbe)} \rightarrow \tau = 4,44 \cdot 10^{-2} \text{ s}$$

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{4,44 \cdot 10^{-2}}{10^4} = 4,44 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 4,44 \text{ } \mu\text{F}$$

4.3.

4.3.1 :

Entre t_1 et t_2 , $u_C > 0$ et décroît $\rightarrow$ le condensateur se décharge.

4.3.2 :

Entre t_1 et t_2 , $i < 0$, le sens de circulation du courant est le sens inverse du sens proposé.

4.3.3 :

Sur le graphe 3, on lit $4T_0 = 0,015 \text{ s} \rightarrow T_0 = 3,75 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

$$\text{Aussi } T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \rightarrow C = \frac{T_0^2}{4\pi^2 L} = \frac{(3,75 \cdot 10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 80 \cdot 10^{-3}} = 4,4 \text{ } \mu\text{F}$$

Exercice 5 : (3,75 points)

5.1 :



Lois de conservation : conservation du nombre de nucléons et conservation du nombre de charge.

La particule émise en même temps que le noyau fils est le positon.

5.2 :

5.2.1 : à la date t on a $N(^{40}\text{K}) = N_0 e^{-\lambda t}$

5.2.2 :

A la date t : $N(^{40}\text{Ar}) = N_0 - N(^{40}\text{K}) = N_0 - N_0 e^{-\lambda t} = N_0 (1 - e^{-\lambda t})$

$$\text{Donc } \frac{N(^{40}\text{Ar})}{N(^{40}\text{K})} = \frac{N_0 (1 - e^{-\lambda t})}{N_0 e^{-\lambda t}} = -1 + e^{\lambda t}$$

5.2.3 :

$$e^{\lambda t} - 1 = \frac{N(^{40}\text{Ar})}{N(^{40}\text{K})} = \frac{\frac{V}{V_0} \mathcal{N}^o}{\frac{m}{M(^{40}\text{K})} \mathcal{N}^o} \rightarrow e^{\lambda t} = \frac{\frac{V}{V_0}}{\frac{m}{M(^{40}\text{K})}} + 1$$

$$\rightarrow \lambda t = \ln \left(1 + \frac{V M(^{40}\text{K})}{V_0 m} \right) \rightarrow t = T \frac{\ln \left(1 + \frac{V M(^{40}\text{K})}{V_0 m} \right)}{\ln 2}$$

$$\text{A.N : } t = 1,5.109 \times \frac{\ln \left(1 + \frac{82.10^{-7} \times 40}{22,4 \times 1,66.10^{-6}} \right)}{\ln 2} = 4,9.10^9 \text{ ans}$$

5.3.1 :

$$e^{\lambda t} - 1 = \frac{N(^{40}\text{Ar})}{N(^{40}\text{K})} = \frac{1}{4} \rightarrow t = T \frac{\ln 5/4}{\ln 2} = 4,8.10^8 \text{ ans}$$

5.3.2 :

$$\frac{N(^{14}\text{C})}{N_0(^{14}\text{C})} \approx e^{-\lambda t} \approx e^{-\frac{\ln 2}{5600} \times 4,8.10^8} \approx 0$$

La proportion de ^{14}C résiduelle est très faible, on ne peut utiliser cette méthode.

2010

PHYSIQUE

CHIMIE



CLUB SCIENCES

DE SIMBANDI BRASSOU

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****Données** : masses molaires en g.mol^{-1} : $M_C = 12$; $M_H = 1$; $M_O = 16$; $M_{Na} = 23$; $M_N = 14$ **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 :

$V_b \text{ (mL)}$	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

$V_b \text{ (mL)}$	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 pK_a du couple AH/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 pK_a des couples correspondants.

Noms	pK_a du couple
Acide chloroéthanique	2,87
Acide benzoïque	4,20
Acide propanoïque	4,90
Acide méthanoïque	3,80

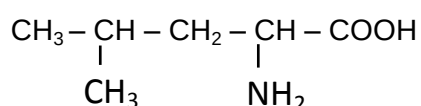
Identifier l'acide AH à partir des informations du tableau. Ce résultat est-il en accord avec la formule brute trouvée à la question 1.5 ? **(0,75 pt)**

EXERCICE 2**(04 points)**

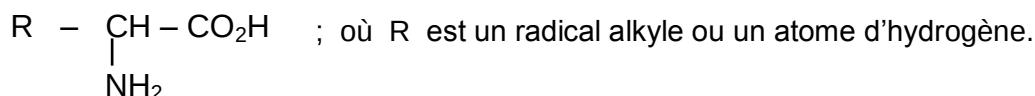
Les protéines sont les macromolécules communément appelées polypeptides qu'on peut obtenir par des réactions de condensation des acides α -aminés. Elles jouent un rôle fondamental en biologie en assurant des fonctions diverses. Certaines d'entre elles ont une fonction hormonale, d'autres une fonction 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 α -aminés et la cinétique de la réaction d'hydrolyse de protéines catalysée par des enzymes.

2.1 La leucine est un acide α -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 α -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 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 α -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 $t_1 = 20 \text{ s}$. (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 ω 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 τ est une constante que l'on exprimera en fonction de R et C . Calculer τ . (01 pt)

4.3 Afin de vérifier expérimentalement la loi de variation de $u_{AB}(t)$ et de déterminer la valeur de τ , 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 τ (il n'est pas exigé de rendre la courbe avec la feuille de copie ; on pourra simplement expliciter la méthode utilisée pour déterminer τ).

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)

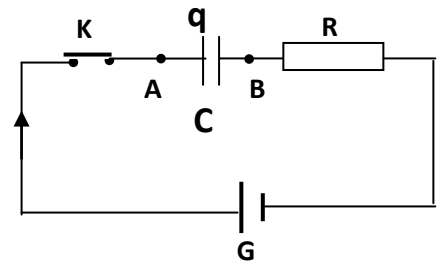


Figure 1

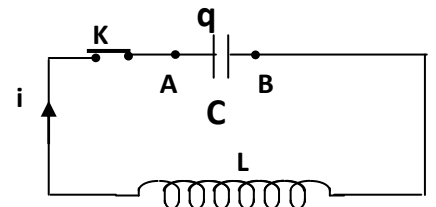


Figure 2

EXERCICE 5 (03,5 points)

En 1859, en collaboration avec R Brunsen, G Kirchhoff 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 ν 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 ($n = 3$),

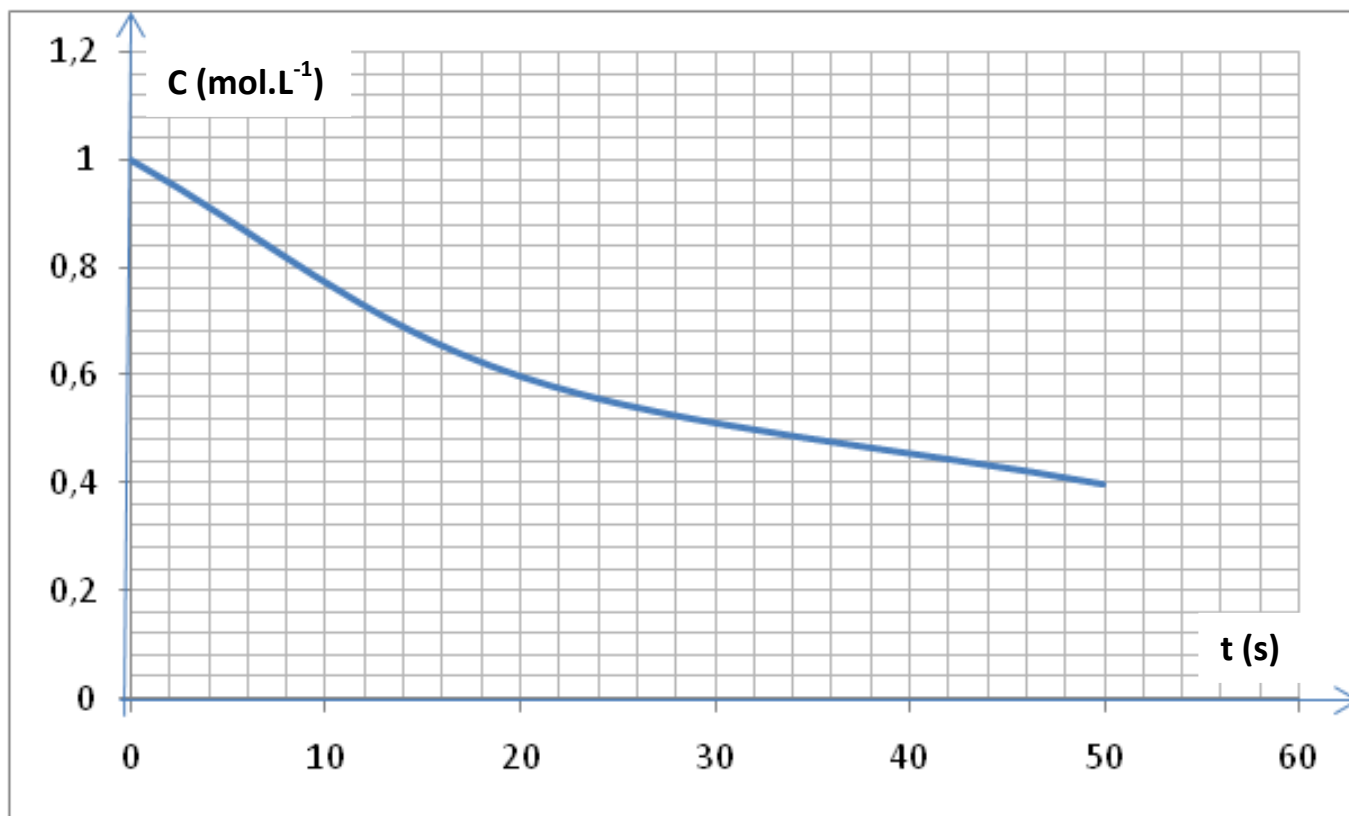
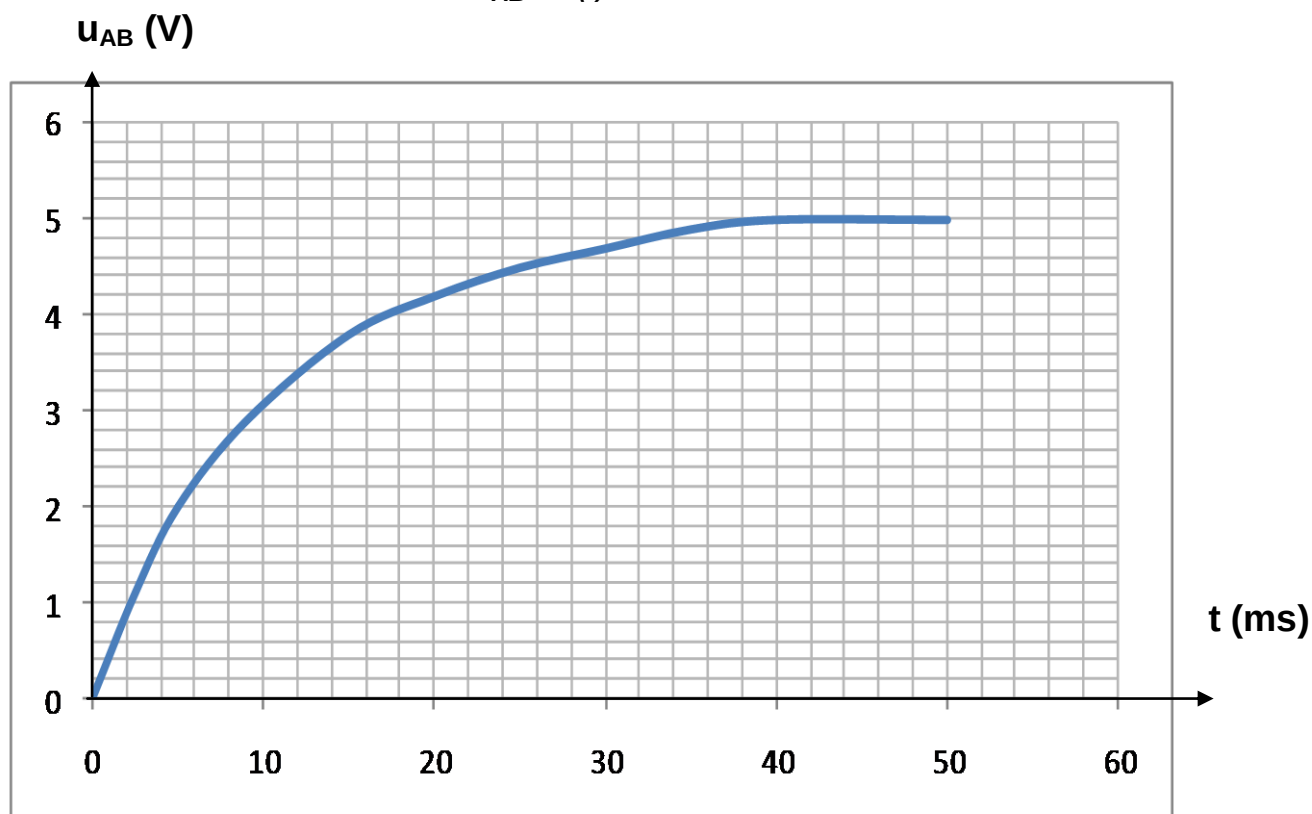
5.4.1 Dans une série de raies, la raie ayant la plus grande fréquence dans le vide, est appelée raie limite, et sa fréquence est appelée fréquence limite.

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

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

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



UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR



OFFICE DU BACCALAUREAT

Téléfax (221) 33 824 65 81 - Tél. : 33 824 95 92

10 G 27 A 01

Durée : 4 heures

Séries : S2-S2A – Coef. 6

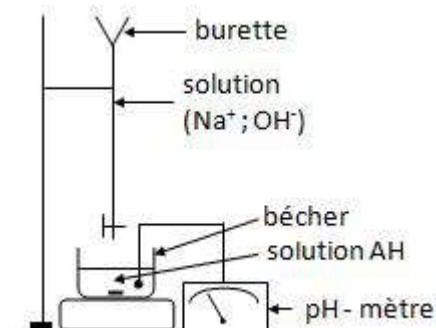
Séries : S4-S5 – Coef. 5

CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE

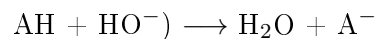
Exercice 1 :(4 points)

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

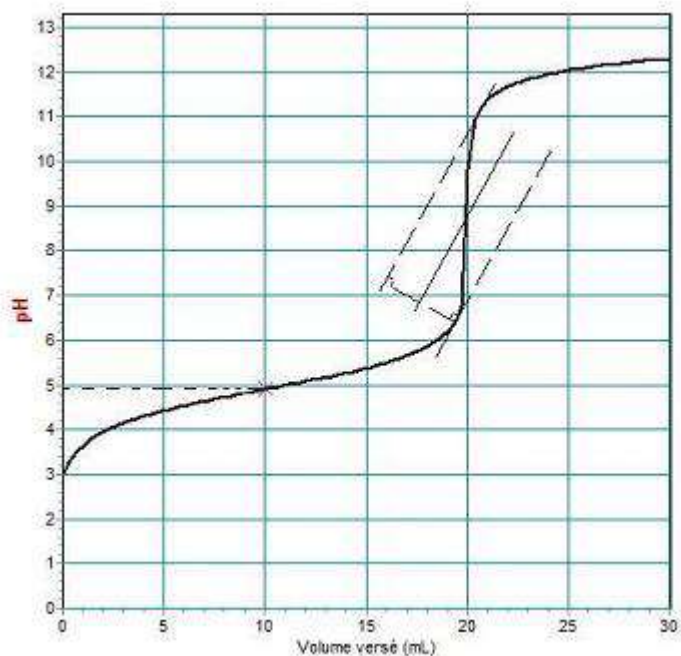
1.1 : Schéma annoté du dispositif expérimental.(0,75 pt)



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, $pH_E = 8,8$)

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

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

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

$pK_A = pH$ à la demi - équivalence ; graphiquement, on trouve : $pK_A (AH/A^-) = 4,9$

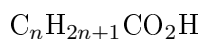
1.5 : (1 pt)

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 $C_2H_5CO_2H$

1.6 : (0,75 pt)

$pK_A (AH/A^-) = 4,9$, 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)

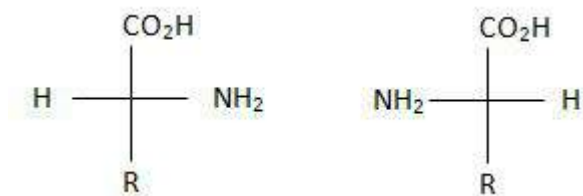
Nom de la leucine : acide 2 - amino 4 - méthylpentanoïque.

2.1.2 : (0,25 pt)

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

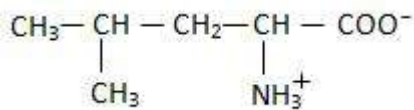
2.1.3 : (0,25 pt)

Représentation de Fischer des deux énantiomères.



2.1.4 : (0,25 pt)

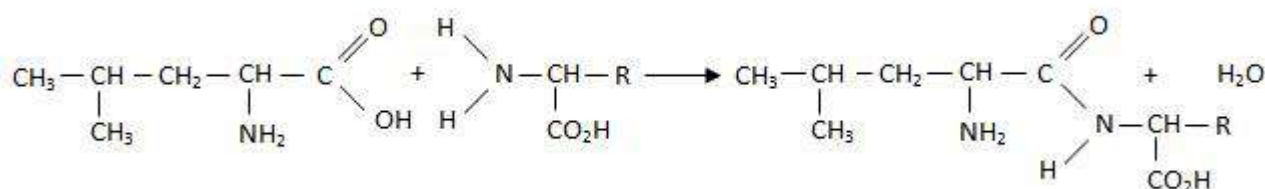
Formule semi - développée de l'amphion :



2.2 :

2.2.1 : (0,75 pt)

Equation - bilan de la réaction de condensation :



2.2.2 : (1 pt)

Détermination de R

$$188 = 12n + 2n + 1 + (12 \times 8) + (14 \times 2) + (16 \times 3) + 15$$

$$188 = 14n + 1 + (12 \times 8) + (14 \times 2) + (16 \times 3) + 15$$

$$188 = 14n + 188 \rightarrow 14n = 0 \rightarrow n = 0 \rightarrow R \equiv H$$

d'où A est l'acide 2 - amino éthanoïque.

2.3.

2.3.1 : (0,25 pt)

La vitesse de disparition est maximale à $t = 0$ car la tangente à la courbe a sa pente de plus grande valeur.

2.3.2 : (0,75 pt)

Vitesse correspond au coefficient directeur de la tangente à la courbe à la date considérée :

$$v(t_0) = 3.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$v(t_1) = 1,16.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

2.3.3 : (0,25 pt)

$$\text{Graphiquement } t_{1/2} = 32,5 \text{ s}$$

Exercice 3 : (3,5 points)

3.1 : (0,25 pt)

Expression de l'intensité des forces d'interaction gravitationnelle s'exerçant entre les corps A et B :

$$F = G \frac{m \times m'}{d^2}$$

3.2 : (0,5 pt)

L'expression de l'intensité de la force d'interaction gravitationnelle s'exerçant entre le Soleil et la Terre est :

$$F = G \frac{M_S \times M}{d^2} \text{ avec } M_S \text{ est la masse du Soleil.}$$

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

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 :

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\tau = RC$$

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)

τ 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 τ en traçant la tangente à la courbe à l'origine. τ 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 τ sont égales. On peut déterminer τ par le calcul ou par la méthode graphique.

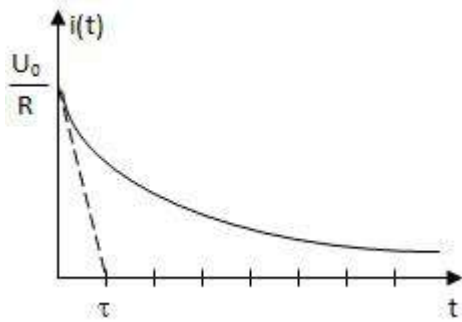
4.4 : (1 pt)

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

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

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

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 : $u_{BA} = L \frac{di}{dt}$

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

Aussi $i = \frac{dq}{dt}$ 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 ϕ 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 ϕ 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 $q = 5 \cdot 10^{-6} \cos 10^4 t$

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

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

$$n = 1 \longrightarrow \nu_{lim} = \frac{13,6 \times 1,6.10^{-19}}{6,63.10^{-34} \times 1} = 3,28.10^{15} Hz$$

Pour Balmer

$$n = 2 \longrightarrow \nu_{lim} = \frac{13,6 \times 1,6.10^{-19}}{6,63.10^{-34} \times 4} = 8,20.10^{14} Hz$$

Pour Paschen

$$n = 3 \longrightarrow \nu_{lim} = \frac{13,6 \times 1,6.10^{-19}}{6,63.10^{-34} \times 9} = 3,65.10^{14} Hz$$



SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

On donne les masses molaires :

$M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(N) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(Na) = 23 \text{ g.mol}^{-1}$

EXERCICE 1 (03 points)

Les protéines entrent dans la constitution des organismes vivants et participent à leur fonctionnement en intervenant dans un grand nombre de réactions biochimiques. Ce sont des macromolécules constituées par association d'acides aminés par liaison peptidique.

On se propose d'identifier un dipeptide noté D, résultant de la réaction entre deux acides aminés A et B.

1.1 Des méthodes d'analyse quantitative ont permis de déterminer les pourcentages massiques de carbone, d'hydrogène et d'azote du composé A ; soient :

% C = 40,45 % H = 7,87 % N = 15,72

1.1.1 Le composé A ne contenant qu'un atome d'azote par molécule, vérifier que sa formule brute s'écrit : $C_3H_7NO_2$ (0,5 pt)

1.1.2 Le composé A est précisément un acide α -aminé. Ecrire sa formule semi-développée et donner son nom dans la nomenclature officielle. (0,5 pt)

1.2 Par réaction de A avec un autre acide α -aminé B de formule, $H_2N-CH-CO_2H$, on obtient le dipeptide D.



1.2.1 Ecrire la formule semi-développée de B sachant que sa molécule contient deux atomes de carbone asymétriques et donner son nom dans la nomenclature officielle. (0,5 pt)

1.2.2 Ecrire, à l'aide de formules développées, l'équation-bilan traduisant la synthèse du dipeptide D sachant que A est l'acide α -aminé N-terminal. Entourer la liaison peptidique. (0,5 pt)

1.3 On effectue une décarboxylation de A, par chauffage. Le composé organique azoté E obtenu est dissout dans de l'eau pour donner une solution (S).

1.3.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de décarboxylation de A. Nommer le produit E (0,5 pt)

1.3.2 La concentration molaire de (S) est $C = 0,15 \text{ mol L}^{-1}$ et son $pH = 12$. Déterminer le pK_a du couple acide-base correspondant à E. (0,5 pt)

EXERCICE 2 (03 points)

Sous l'action de ferments lactiques, le lactose contenu dans le lait se transforme en acide lactique. A 25°C, si la teneur en acide lactique dépasse 5 g.L^{-1} , le lait se caille (la caséine coagule, le lait se sépare en caillé et sérum, l'acide lactique se retrouve dans le sérum). Le dosage de l'acidité du lait permet d'apprécier son état de conservation. On admettra que le seul acide présent dans le lait est l'acide lactique de formule : $CH_3-CH(OH)-COOH$.

2.1 Expliquer pourquoi la molécule d'acide lactique est chirale. Donner la représentation des deux énantiomères de l'acide lactique. (0,75 pt)

2.2 On se propose de doser l'acide lactique présent dans un lait non pasteurisé à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium S de concentration $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$; mais on dispose d'une solution S_0 d'hydroxyde de sodium de concentration bien connue $C_0 = 0,500 \text{ mol.L}^{-1}$.

A partir de la solution S_0 , décrire le protocole expérimental permettant de préparer 100 mL de solution d'hydroxyde de sodium S de concentration molaire $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ qui servira pour le dosage. (0,75 pt)

2.3 Dans un bécher, on verse 20 mL de lait. On remplit une burette de la solution S d'hydroxyde de sodium à $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ puis on verse progressivement cette solution dans le bécher. Les mesures de pH ont permis de tracer la courbe $pH = f(V)$ où V est le volume de soude ajouté (voir courbe à la page 5).

2.3.1 Déterminer les coordonnées du point équivalent. On explicitera la méthode utilisée. (0,75 pt)

2.3.2 Déterminer la concentration de l'acide lactique dans le lait étudié. En déduire la masse d'acide lactique par litre de lait. Le lait étudié est-il caillé ? Justifier. (0,75 pt)

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

Depuis Galilée, les pendules pesants ont été l'objet d'études approfondies, car ils ont constitué du XIX^e au XX^e siècle, l'organe essentiel des horloges de précision.

Un pendule pesant est constitué d'un solide pouvant osciller autour d'un axe fixe, de part et d'autre de sa position de repos, sous l'action de son poids. La balançoire, le porte-clés, le balancier d'une horloge en constituent des exemples.

Un modèle simplifié du pendule pesant est le pendule simple. Celui-ci est constitué d'un solide ponctuel suspendu en un point par un fil inextensible de longueur très supérieure à la dimension du solide.

On étudie le mouvement d'un pendule simple constitué d'une bille ponctuelle de masse $m = 50 \text{ g}$ suspendue en un point fixe O par un fil inextensible de longueur $\ell = 50 \text{ cm}$.

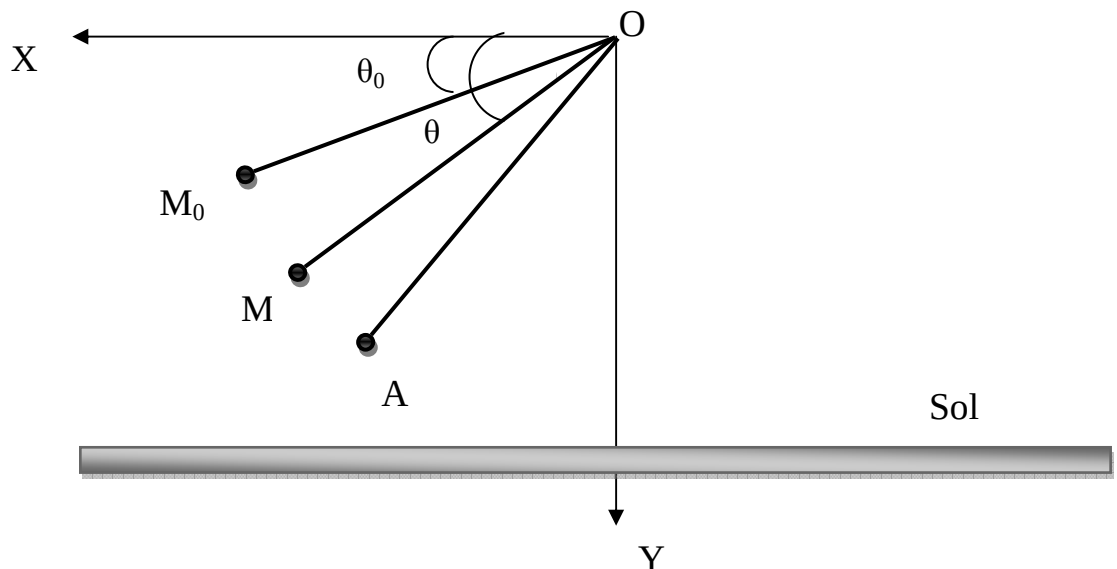
Initialement le pendule est en équilibre stable, le fil est alors vertical et le solide est en dessous de O.

Dans toute la suite les frottements seront négligés.

3.1 Dans un premier temps, le solide est écarté légèrement de sa position d'équilibre stable puis abandonné sans vitesse initiale. Le système effectue alors de part et d'autre de cette position d'équilibre,

des oscillations périodiques, de faibles amplitudes, de période $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$. Evaluer la période de ces oscillations. Quelle devrait être la valeur de la longueur du fil pour que le pendule « batte la seconde » (une demi-oscillation dure 1 seconde)? On prendra $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$. **(0,5 pt)**

3.2 On écarte maintenant le fil du pendule de sa position d'équilibre jusqu'à la position définie par l'angle $\theta_0 = (\vec{OX}, \vec{OM}_0) = 15^\circ$ (voir fig ci-dessous) et on lance la bille dans le plan XOY avec le vecteur vitesse $\vec{V}_0$ dirigé vers le bas et tangent au cercle de rayon ℓ et de centre O. On repère la position de la bille à un instant t par l'angle $\theta = (\vec{OX}, \vec{OM})$.



3.2.1 Par application du théorème de l'énergie cinétique établir l'expression de la vitesse de la bille en M en fonction de v_0 , g , ℓ , θ et θ_0 . **(0,5 pt)**

3.2.2 En utilisant le théorème du centre d'inertie au point M ; établir l'expression de la tension T du fil en M en fonction de v_0 , ℓ , θ_0 , θ , g et m . **(0,75 pt)**

3.2.3 Exprimer la valeur minimale V_{0m} de la vitesse V_0 pour que la bille effectue un tour complet le fil restant tendu et la calculer. **(0,5 pt)**

3.2.4 Le pendule est à nouveau lancé à partir de M_0 avec un vecteur vitesse $\vec{V}_0$ dirigé vers le bas, tangent au cercle de rayon ℓ et de centre O, de valeur $V'_0 = 4,15 \text{ m.s}^{-1}$. Mais le fil se casse quand la bille passe pour la première fois au point A repéré par l'angle $\alpha = (\vec{OX}, \vec{OA}) = 45^\circ$.

3.2.4.1 Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{V}_A$ de la bille au point A. **(0,5 pt)**

3-2.4-2 Déterminer, dans le repère orthonormé $(\vec{Ox}, \vec{Oy})$ donné dans le schéma précédent, les équations horaires du mouvement de la bille après sa libération. **(0,75 pt)**

3-2.4-3 En posant $u = \ell \cos \alpha - x$, montrer que, dans le repère orthonormé $(\vec{Ox}, \vec{Oy})$, l'équation de

la trajectoire de la bille après sa libération s'écrit : $y = \frac{g}{2v_A^2 \sin^2 \alpha} u^2 + \frac{u}{\tan \alpha} + \ell \sin \alpha$. **(0,5 pt)**

3-2.4-4 Déterminer l'abscisse du point d'impact I de la bille sur le sol horizontal qui se trouve à une distance $h = 1,5 \text{ m}$ au dessous du point O. **(0,5 pt)**

EXERCICE 4 **(05,5 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 en série avec une résistance réglable R.

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).

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

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

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 τ est une constante que l'on exprimera en fonction de R et C. Calculer τ . **(0,5 pt)**

4.3 Afin de vérifier expérimentalement la loi de variation de $u_{AB}(t)$ et de déterminer la valeur de τ , on relève la valeur de u_{AB} à différentes dates t. On obtient le tableau suivant :

t (ms)	0	2,5	5	9	15	20	25	30	35	40	50
$u_{AB}(\text{V})$	0,0	0,9	2,0	2,9	3,8	4,2	4,5	4,7	4,9	5,0	5,0

4.3.1 Tracer le graphe $u_{AB} = f(t)$ avec les échelles suivantes : 1cm pour 5ms en abscisses et 2 cm pour 1V en ordonnées. 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 τ . Comparer le résultat à la valeur théorique trouvée en 4.2 et conclure. **(0,5 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 $i(t) = f(t)$. **(0,75 pt)**

4.5. Le condensateur précédent, chargé sous la tension $U_0 = 5 \text{ V}$, est déchargé à la date $t = 0$ à travers une bobine d'inductance L et de résistance négligeable, en série avec une résistance R réglable (figure 2).

4.5.1 Etablir l'équation différentielle régissant la décharge du condensateur et vérifiée par la charge $q(t)$. L'orientation choisie est indiquée sur le schéma. **(0,5 pt)**

4.5.2 Etablir l'équation :

$$Ri^2 + \frac{d}{dt} \left[\frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C} \right] = 0$$

(0,5 pt)

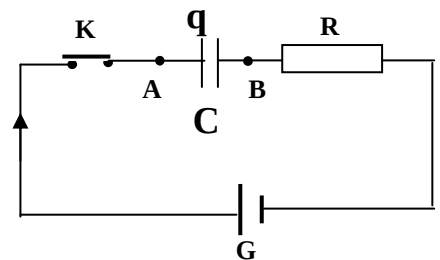


Figure 1

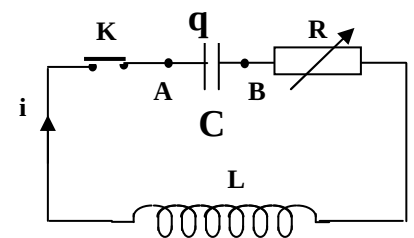


Figure 2

- 4.5.3** Interpréter cette relation en termes d'énergie et expliquer comment elle traduit le bilan énergétique du circuit. Préciser le sens de variation de l'énergie du circuit. (0, 5 pt)
- 4.5.4** Partant d'une faible valeur de la résistance R , on augmente progressivement sa valeur. On peut alors obtenir trois régimes principaux de fonctionnement du circuit RLC. Nommer ces régimes et les représenter sur un même système d'axes en ébauchant les différentes courbes de la tension $u_{AB}(t)$ en fonction du temps. (0,75 pt)
- 4.5.5** Quel est le régime particulier si $R = 0$? Donner l'expression T_0 des oscillations obtenues. (0,5 pt)

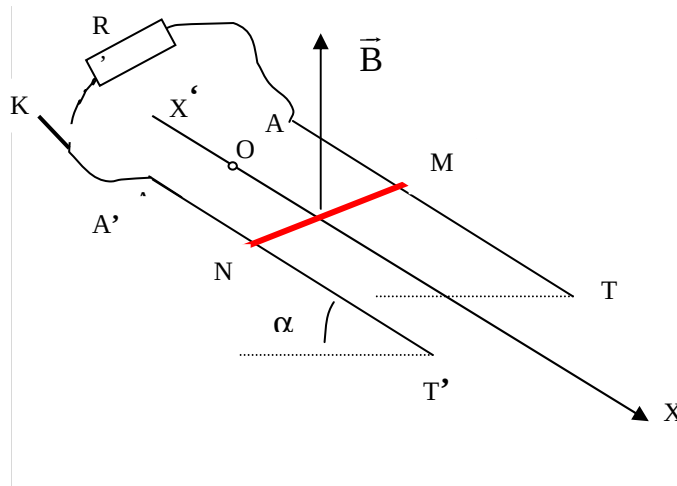
EXERCICE 5 (04 points)

L'induction magnétique est un phénomène physique qui se manifeste par la production d'une différence de potentiel électrique aux bornes d'un conducteur électrique ou encore d'un courant électrique en son sein. Ce phénomène, lié à une variation de flux, est utilisé, entre autres, dans les transformateurs électriques, les bobines, les ralentisseurs électromagnétiques des poids lourds et les plaques à induction grâce aux courants induits (courants de Foucault).

Deux rails conducteur AT et A'T' rectilignes, parallèles, distants de ℓ , sont disposés suivant deux lignes de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 15^\circ$ par rapport au plan horizontal.

Une tige conductrice MN de masse m , de résistance r et de longueur sensiblement égale à ℓ peut glisser sur les rails. Les extrémités supérieures des rails sont reliées par l'intermédiaire d'un interrupteur K et d'un résistor de résistance R . On négligera les résistances des rails.

L'ensemble est placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, vertical ascendant.

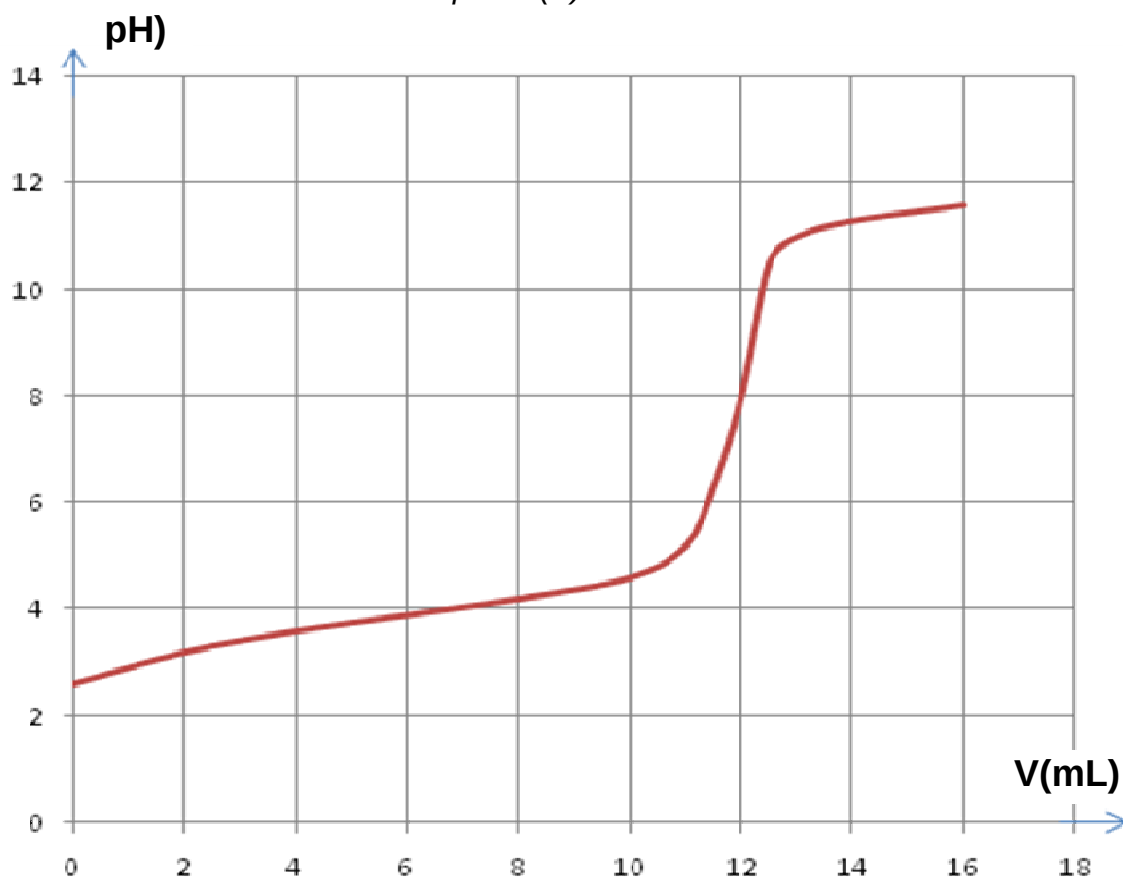


- 5.1** L'interrupteur K étant ouvert, on abandonne, à la date $t = 0$, sans vitesse initiale, la tige MN du haut des rails : le milieu de la tige coïncide alors avec l'origine O du repère d'étude X'OX. On relève les valeurs x de l'abscisse du milieu de la tige et les dates t correspondantes. Ce qui a permis de tracer la courbe $x = f(t^2)$ jointe en annexe (page 5).
- 5.1.1** Déterminer, à partir du graphe, la nature du mouvement de la tige. (0,75 pt)
- 5.1.2** Montrer qu'il existe des forces de frottement. Exprimer et calculer leur intensité supposée constante. (0,5 pt)
- 5.2** On ferme l'interrupteur K à la date $t_1 = \sqrt{3}$ s lorsque la tige a acquis une vitesse de norme V_1 .
- 5.2.1** Evaluer la valeur de la vitesse V_1 à l'instant où on ferme K. (0,5 pt)
- 5.2.2** Exprimer puis calculer l'intensité I_1 du courant qui apparaît dans le circuit AMNA' à la date t_1 . Préciser son sens sur un schéma clair et justifier. (0,75 pt)
- 5.2.3** Pour $t = t_1$, appliquer le théorème du centre d'inertie à la tige et en déduire que le vecteur accélération $\vec{a}$ est opposé au vecteur vitesse $\vec{V}$. Décrire le mouvement ultérieur de la tige (0,75 pt)
- 5.2.4** Etablir l'équation différentielle vérifiée par la vitesse $v(t)$ de la tige pour $t > t_1$. En déduire la valeur de la vitesse limite V_2 atteinte par la tige. (0,75 pt)

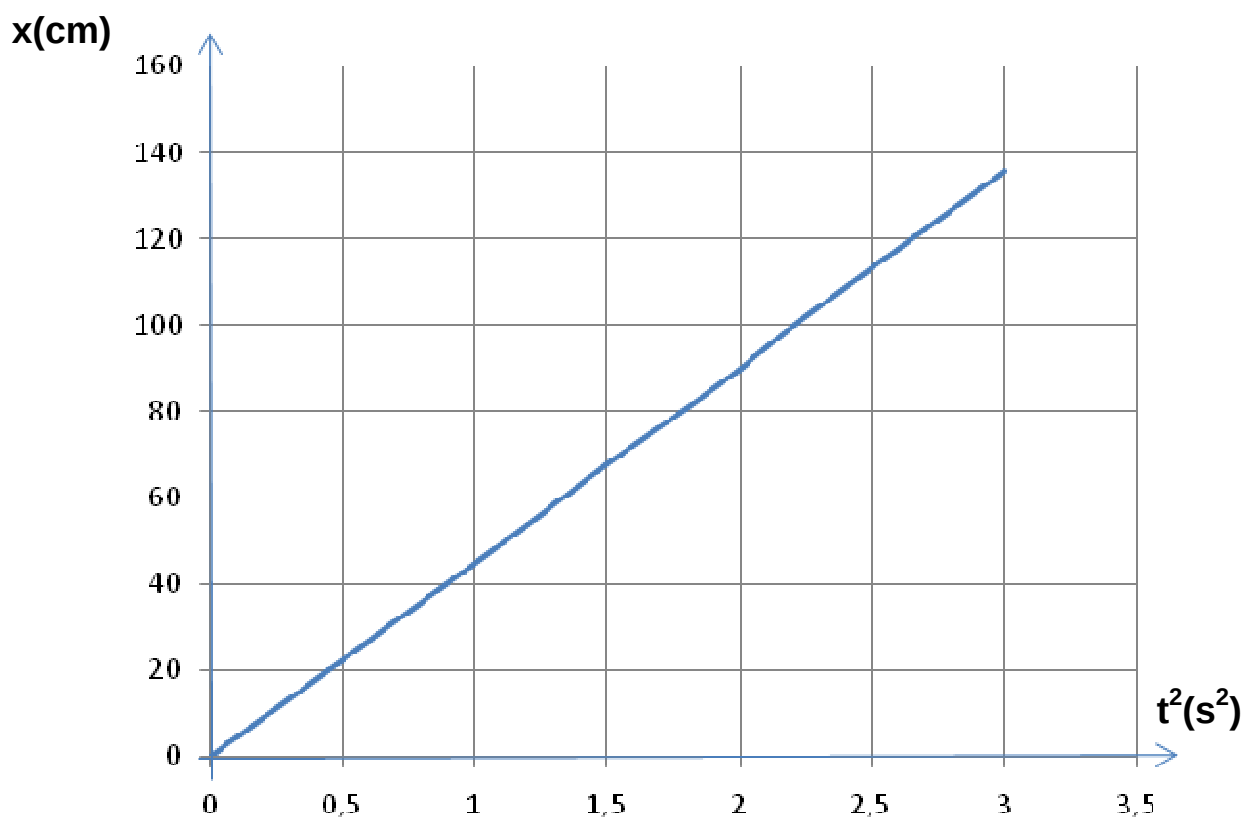
Données numériques : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$, $m = 15 \text{ g}$, $\ell = 10 \text{ cm}$, $B = 1 \text{ T}$, $R = r = 0,5 \Omega$.

ANNEXE (à rendre avec la feuille de copie).

Courbe $pH = f(V)$ de l'exercice 2



Courbe $x = f(t^2)$ de l'exercice 5





CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER GROUPE

Exercice 1 :(3 points)

1.1 :

1.1.1 : (0,5 pt)

$$\%O : 100 - (40,45 + 7,87 + 15,72) = 35,96$$

Il s'agit ici de retrouver les pourcentages donnés à partir de la formule brute proposée.

De la formule brute, on tire :

$$\% C = \frac{100m_C}{M} = \frac{100 \times 36}{89} = 40,45$$

$$\% H = \frac{100m_H}{M} = \frac{100 \times 7}{89} = 7,87$$

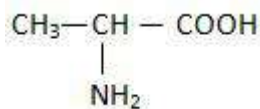
$$\% N = \frac{100m_N}{M} = \frac{100 \times 14}{89} = 15,73$$

$$\% O = \frac{100m_O}{M} = \frac{100 \times 32}{89} = 35,96$$

On retrouve les données donc la formule de A est bien $C_3H_7NO_2$

1.1.2 : (0,5 pt)

Formule semi-développée du composé A :

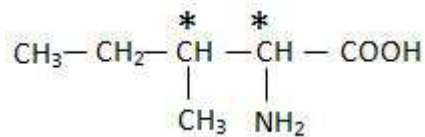


nom : acide 2-amino propanoïque

1.2 :

1.2.1 : (0,5 pt)

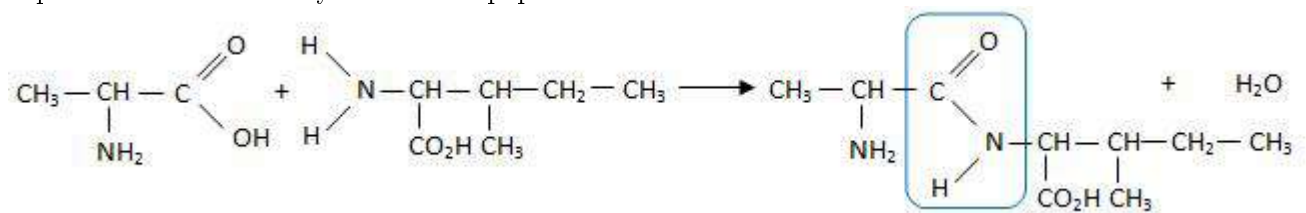
Formule semi-développée de B :



nom : acide 2-amino 3-méthyl pentanoïque

1.2.2 : (0,5 pt)

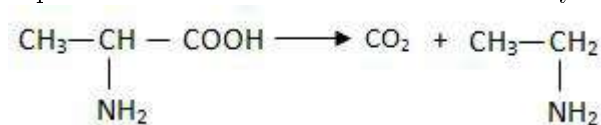
Equation traduisant la synthèse du dipeptide :



1.3 :

1.3.1 : (0,5 pt)

Equation - bilan de la réaction de décarboxylation de A :



nom du produit E : éthanamine

1.3.2 : (0,5 pt)

$$\text{pH} = 12 \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } [\text{HO}^-] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_3^+] \approx [\text{HO}^-] = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$[\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2] = C - [\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_3^+] = 0,15 - 10^{-2} = 0,14 \text{ mol.L}^{-1}$$

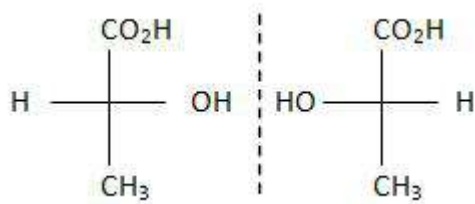
$$\text{pK}_A = \text{pH} - \log \frac{[\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2]}{[\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_3^+]} = 12 - \log \frac{0,14}{10^{-2}} = 10,85$$

Exercice 2 :(3 points)

2.1 : (0,75 pt)

La molécule d'acide lactique est chirale car elle contient un atome de carbone asymétrique.

Représentation des énantiomères :



2.2 : (0,75 pt)

$$\text{Volume à prélever de la solution } S_0 : C_0 V_0 = CV \rightarrow V_0 = \frac{CV}{C_0} = \frac{0,05 \times 100}{0,5} = 10 \text{ mL}$$

On prélève 10 mL de la solution S_0 à l'aide d'une pipette graduée que l'on introduit dans une fiole jaugée de 100 mL puis on complète par de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

2.3 :

2.3.1 : (0,75 pt)

Les coordonnées du point équivalent E ($V_E = 12 \text{ mL}$, $\text{pH}_E = 8$)

On utilise la méthode des tangentes.

2.3.2 : (0,75 pt)

La concentration de l'acide lactique dans le lait étudié :

$$C_a V_a = C V_E \longrightarrow C_a = \frac{C V_E}{V_a} = \frac{0,05 \times 12}{20} = 3.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

La masse d'acide lactique par litre de lait :

$$m = nM = C_a V_M = 3.10^{-2} \times 1 \times 90 = 2,7 \text{ g}$$

Le lait n'est pas caillé car $2,7 \text{ g.L}^{-1} < 5 \text{ g.L}^{-1}$

Exercice 3 :(4,5 points)

3.1 : (0,5 pt)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{50.10^{-2}}{9,8}} = 1,42\text{s}$$

La longueur du fil pour que le pendule "batte la seconde"

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \longrightarrow \ell = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{2^2 \times 9,8}{4\pi^2} \approx 1\text{m}$$

3.2 :

3.2.1 : (0,5 pt)

Système matériel : la bille

Bilan des forces : le poids $\vec{P}$ et la tension du fil $\vec{T}$

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique sur le système entre M_0 et M .

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = W_{\vec{P}} + W_{\vec{T}} \quad (1)$$

avec $W_{\vec{T}} = 0$ car $\vec{T}$ est perpendiculaire au déplacement et

$$W_{\vec{P}} = mgh = mg\ell(\sin\theta - \sin\theta_0)$$

$$(1) \longrightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2g\ell(\sin\theta - \sin\theta_0)}$$

3.2.2 : (0,75 pt)

Système matériel : la bille

Reférentiel : Terrestre

Bilan des forces : le poids $\vec{P}$ et la tension du fil $\vec{T}$

Théorème du centre d'inertie : $\vec{P} + \vec{T} = m \vec{a} \quad (2)$

Repère de Frenet

Projection de (2) sur l'axe normal donne $T - P\sin\theta = ma_n \longrightarrow T = P\sin\theta + ma_n$

$$\text{soit } T = mg\sin\theta + m\frac{v^2}{\ell} = mg\sin\theta + \frac{m}{\ell}(v_0^2 + 2g\ell(\sin\theta - \sin\theta_0))$$

$$\text{d'où } T = \frac{mv_0^2}{\ell} + mg(3\sin\theta - 2\sin\theta_0)$$

3.2.3 : (0,5 pt)

Pour effectuer un tour complet $T \geq 0$ lorsque $\theta = \frac{3\pi}{2}$

$$\text{soit } \frac{mv_0^2}{\ell} + mg(3\sin\frac{3\pi}{2} - 2\sin\theta_0) \geq 0$$

$$\longrightarrow \frac{mv_0^2}{\ell} \geq mg(3 + 2\sin\theta_0) \longrightarrow v_0^2 \geq g\ell(3 + 2\sin\theta_0)$$

donc $v_{0m} = \sqrt{g\ell(3 + 2\sin\theta_0)} = \sqrt{9,8 \times 0,5(3 + 2\sin 15)} = 4,15 \text{ m/s}$

3.2.4 :

3.2.4.1 : (0,5 pt)

$$\vec{v}_A \begin{cases} \text{direction : tangente \textit{a} la trajectoire au point A} \\ \text{sens vers le bas} \\ \text{intensit : } v_A = \sqrt{4,15^2 + 2 \times 9,8 \times 0,5(\sin 45 - \sin 15)} = 4,65 \text{ m.s}^{-1} \end{cases}$$

3.2.4.2 : (0,75 pt)

Théorème du centre d'inertie sur la bille : $\vec{P} = m\vec{a} \longrightarrow \vec{a} = \vec{g}$

Projection de cette relation sur les axes donne :

$$\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = g \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} v_x = -v_A \sin \alpha \\ v_y = gt + v_A \cos \alpha \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} x = -v_A t \sin \alpha + \ell \cos \alpha \\ y = \frac{1}{2}gt^2 + v_A t \cos \alpha + \ell \sin \alpha \end{cases}$$

3.2.4.3 : (0,5 pt)

$$u = \ell \cos \alpha - x \longrightarrow x = \ell \cos \alpha - u \text{ aussi } x = -v_A t \sin \alpha + \ell \cos \alpha$$

$$\text{soit } -v_A t \sin \alpha + \ell \cos \alpha = \ell \cos \alpha - u \longrightarrow u = v_A t \sin \alpha$$

$$\text{et on tire } t = \frac{u}{v_A \sin \alpha}$$

On remplace t par sa valeur dans l'équation $y = \frac{1}{2}gt^2 + v_A t \cos \alpha + \ell \sin \alpha$ pour obtenir

$$y = \frac{g}{2v_A^2 \sin^2 \alpha} u^2 + \frac{u}{\tan \alpha} + \ell \sin \alpha$$

3.2.4.4 : (0,5 pt)

Pour $y = 1,5 \text{ m}$ on tire les valeurs de u par résolution de l'équation du second degré soient :

$$u_1 = -3,05 \text{ et } u_2 = 0,839$$

d'où l'on tire les valeurs de x soient :

$$x_1 = 3,40 \text{ m et } x_2 = 0,297 \text{ m}$$

$$x_1 > \ell \cos \alpha \text{ est impossible donc la solution est } x_2 = 0,297 \text{ m}$$

Exercice 4 : (5,5 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 :

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

$$\text{avec } u_R = Ri \text{ et } i = \frac{dq}{dt} \text{ aussi } q = Cu_{AB}$$

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

donc l'équation différentielle vérifiée par la tension est :

$$RC \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = U_0$$

4.2 : (0,5 pt)

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

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

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

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

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

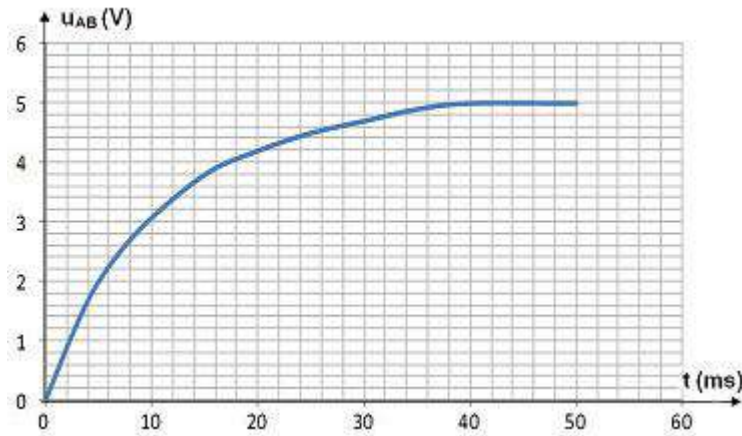
$$\longrightarrow \frac{RC}{\tau} - 1 = 0 \longrightarrow \frac{RC}{\tau} = 1$$

$$\tau = RC$$

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

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}

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

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

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

Ce qui se vérifie sur la courbe.

4.3.2 : (0,5 pt)

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

A partir du graphe, on cherche l'abscisse du point de la courbe dont l'ordonnée est égale à 3,15 V. On trouve

$$\tau = 10 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 10^{-2} \text{ s}$$

Autre méthode : On peut déterminer τ en traçant la tangente à la courbe à l'origine. τ 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 τ sont égales. On peut déterminer τ par le calcul ou par la méthode graphique.

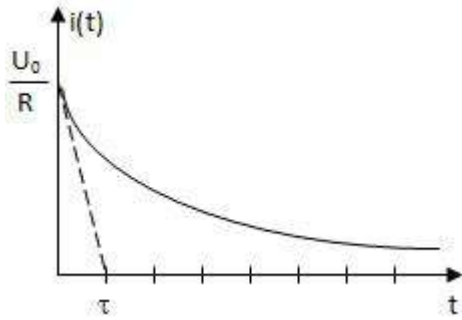
4.4 : (0,75 pt)

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

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

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

Allure de $i(t)$



4.5 :

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

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

Aux bornes de la bobine et du résistor : $u_{BA} = Ri + L \frac{di}{dt}$

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

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

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

4.5.2 : **(0,5 pt)**

$$\text{On avait } \ddot{q} + \frac{R}{L} \dot{q} + \frac{1}{LC} q = 0 \longrightarrow L\ddot{q} + R\dot{q} + \frac{1}{C} q = 0$$

On multiplie les 2 membres de l'égalité par $\dot{q}$ et on obtient :

$$\longrightarrow L\ddot{q}\dot{q} + R\dot{q}^2 + \frac{1}{C} q\dot{q} = 0$$

$$\longrightarrow \frac{1}{2} L \frac{d}{dt} \dot{q}^2 + R\dot{q}^2 + \frac{1}{2C} \frac{dq^2}{dt} = 0$$

$$\longrightarrow \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \right) + Ri^2 = 0$$

4.5.3 : **(0,5 pt)**

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \right) = -Ri^2$$

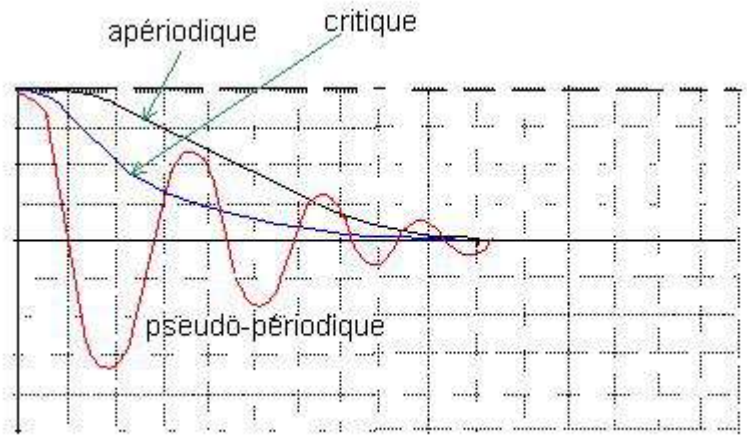
La variation de l'énergie emmagasinée dans le circuit est égale à l'énergie dissipée par effet Joule au niveau du résistor.

L'énergie du circuit diminue au cours du temps.

4.5.4 : **(0,75 pt)**

Les régimes principaux de fonctionnement d'un circuit RLC sont : le régime pseudo-périodique, le régime critique et le régime apériodique (sous-critique).

Représentation de ces trois régimes.



4.5.5 : (0,5 pt)

Si $R = 0$ on a un régime périodique et l'expression de la période est $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

Exercice 5 (4 points)

5.1.

5.1.1 : (0,75 pt)

La courbe est une droite passant par l'origine donc $x = kt^2$

C'est la relation caractéristique du mouvement rectiligne uniformément varié du centre d'inertie d'un solide. Le mouvement du centre d'inertie de la tige est rectiligne uniformément varié.

5.1.2 : (0,5 pt)

$$x = kt^2 \text{ et } x = \frac{1}{2}a_{exp}t^2 \text{ donc } a_{exp} = 2k$$

$$\text{La courbe donne } k = \frac{90 \cdot 10^{-2}}{2} \text{ donc } a_{exp} = 90 \cdot 10^{-2} m \cdot s^{-2}$$

Appliquons le théorème du centre d'inertie sur la tige en supposant l'absence des forces de frottement :

$$\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}_{th}$$

La projection de cette relation sur l'axe X'X donne : $ma_{th} = mg\sin\alpha \longrightarrow a_{th} = g\sin\alpha$

$$\text{Application numérique : } a_{th} = 9,8 \times \sin 15 = 2,54 m \cdot s^{-2}$$

On constate que $a_{exp} < a_{th}$ donc il existe des forces de frottement.

Le théorème du centre d'inertie sur la tige avec l'existence des forces de frottement donne :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m\vec{a}_{exp}$$

La projection de cette relation sur l'axe X'X donne : $ma_{exp} = mg\sin\alpha - f$

$$\longrightarrow f = m(g\sin\alpha - a_{exp}) = 15 \cdot 10^{-3}(9,8 \times \sin 15 - 90 \cdot 10^{-2}) = 2,45 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

5.2.

5.2.1 (0,5 pt)

$$v_1 = at_1 = 9,8 \times \sqrt{3} = 1,56 m \cdot s^{-1}$$

5.2.2 (0,75 pt)

Intensité du courant induit I_1

La tige est orientée de M vers N, la f.e.m induite s'exprime $e_{MN} = \vec{E}_m \cdot \overrightarrow{MN}$

avec $\vec{E}_m = \vec{v}_1 \wedge \vec{B} = v_1 B \sin\left(\alpha + \frac{\pi}{2}\right) = v_1 B \cos\alpha$

donc $e_{MN} = v_1 B \ell \cos\alpha$

d'où $I_1 = \frac{e_{MN}}{R+r} = \frac{v_1 B \ell \cos\alpha}{R+r}$

Application numérique : $I_1 = \frac{1,56 \times 1 \times 0,1 \cos 15}{1} = 0,15 A$

I_1 est supérieur à 0 donc le courant circule M vers N à travers la tige. On peut remarquer aussi que I_1 a le même sens que $\vec{E}_m$

5.2.3 (0,75 pt)

Appliquons le théorème du centre d'inertie sur la tige à la date t_1 :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$$

La projection de cette relation sur l'axe X'X donne : $ma = mg \sin\alpha - f - F \cos\alpha$

avec $F = I_1 \ell B$

soit $a = g \sin\alpha - \frac{1}{m}(f + I_1 \ell B \cos\alpha)$

Application numérique : $a = 9,8 \times \sin 15 - \frac{1}{15 \cdot 10^{-3}}(2,45 \cdot 10^{-2} + 0,15 \times 0,1 \times 1 \cos 15) = -6,28 \cdot 10^{-2} m \cdot s^{-2}$

à la date t_1 , $a < 0$ et $v > 0$ donc $\vec{a}$ et $\vec{v}$ ont des sens contraires donc le mouvement est décéléré dans un premier temps. La diminution de la vitesse entraîne la diminution de l'intensité de la force de Laplace jusqu'au moment où la somme des forces s'annule. Le mouvement devient alors uniforme.

5.2.4 (0,75 pt)

Si $t > t_1$:

Le théorème du centre d'inertie sur la tige donne :

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} + \vec{F} = m\vec{a}$$

La projection de cette relation sur l'axe X'X donne : $ma = mg \sin\alpha - f - F \cos\alpha$

$$ma = mg \sin\alpha - f - I \ell B \cos\alpha = mg \sin\alpha - f - \frac{v B \ell \cos\alpha}{R+r} \ell B \cos\alpha$$

$$\longrightarrow ma = mg \sin\alpha - f - \frac{B^2 \ell^2 \cos^2 \alpha}{R+r} v \longrightarrow \frac{dv}{dt} + \frac{B^2 \ell^2 \cos^2 \alpha}{m(R+r)} v = g \sin\alpha - \frac{f}{m}$$

Si la vitesse limite v_2 est atteinte alors $\frac{dv}{dt} = 0$ alors :

$$\frac{B^2 \ell^2 \cos^2 \alpha}{m(R+r)} v_2 = g \sin\alpha - \frac{f}{m} \longrightarrow v_2 = \frac{R+r}{B^2 \ell^2 \cos^2 \alpha} (mg \sin\alpha - f)$$

Application numérique : $v_2 = \frac{1}{12 \times 0,12 \times \cos^2 15} (15 \cdot 10^{-3} \times 9,8 \times \sin 15 - 2,45 \cdot 10^{-2}) = 1,45 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1 : (05 points)

A Copenhague du 7 au 18 décembre 2009, les dirigeants du monde se réunissent à l'occasion de la conférence des Nations Unies sur le changement climatique, afin de rechercher un accord sur la réduction des gaz à effet de serre pour les décennies à venir. Le moyen le plus efficace de limiter le changement climatique serait de passer de l'utilisation des combustibles fossiles aux sources « propres » d'énergie.

Les équipes qui travaillent pour un monde durable étudient diverses options. Ainsi en 2009, une équipe de l'université Stanford en Californie a classé les systèmes énergétiques en fonction de leur impact sur le réchauffement climatique et sur l'environnement, la pollution, la consommation d'eau, l'utilisation des terres, etc. Elle a conclu que les meilleures solutions sont les énergies éolienne, solaire, géothermique, marine et hydraulique.

L'énergie nucléaire, le charbon avec recapture et stockage du dioxyde de carbone émis, et l'éthanol apparaissent comme des solutions moins intéressantes, de même que le pétrole et le gaz naturel.

Lire attentivement le texte et répondre aux questions suivantes.

- 1.1.** Donner un titre au texte. (01 point)
1.2. Quel serait le moyen le plus efficace pour limiter le changement climatique ? (01 point)
1.3. Citer cinq énergies dites « propres ». (01 point)
1.4. Laquelle de ces énergies « propres » est la mieux adaptée pour le Sénégal. Pourquoi ? (01 point)
1.5. Citer trois exemples de combustibles fossiles. (01 point)

EXERCICE 2 : (05 points = 10 x 0,5)

A) Recopier les phrases suivantes et les compléter par les mots (ou le chiffre) manquants.

- 2.1.** L'atome d'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ est formé de 92 protons, de neutrons et de 92.....
2.2. La saponification est une réaction utilisée pour préparer les.....à partir des sur lesquels on fait agir une base forte.
2.3. Un qui comporte un nombre $N_1 = 200$ spires au primaire et $N_2 = 600$ spires au secondaire est un de tension.

B) Choisir la bonne réponse et justifier

- 2.4.** Un nucléide pour lequel on peut provoquer la fission du noyau par un neutron thermique est dit :
a) fossile ; b) fertile ; c) fissile
2.5. Lors du test de Beilstein la couleur verte prise par la flamme montre que le matériau considéré contient :
a) du chlore ; b) du sodium ; c) du fluor

C) Répondre par Vrai ou faux

- 2.6.** Les polymères qui à froid retrouvent leur forme initiale après déformation sont des thermodurcissables.
2.7. Les polyamides obtenus par condensation entre l'acide Hexane – 1,6 – dioïque et l'Hexane 1,6 – diamine sont commercialisés sous le nom de tergal.

EXERCICE 3 : (05,5 points)

3.1 Après production au niveau de la centrale, l'électricité fournie par la Société nationale d'électricité du Sénégal « Senelec » est transportée à haute tension sur de très longues distances par des câbles mais elle est utilisée à domestique à basse tension.

3.1.1 Expliquer pourquoi le courant électrique est transporté à haute tension de la centrale de production vers les utilisateurs. **(0,5 point)**

3.1.2 Utilise-t-on un transformateur abaisseur de tension ou élévateur de tension au sortir de la centrale électrique? **(0,5 point)**

3.2 La facture d'électricité délivrée par la Senelec est calculée sur la base de la quantité d'énergie électrique consommée par l'utilisateur et mesurée par le compteur électrique.

A titre d'exemple, la facture d'électricité d'un « goorgoorlu » se présente comme suit :

Tranche	Consommation (kWh)	Tarif (CFA/kWh)	Montant
1 ^{er} tranche	160	106,4	
2 ^e tranche	106	114,2	
3 ^e tranche	96	117,3	
total			

3.2.1 Sur la facture, l'énergie électrique consommée est exprimée en kWh.

a) Rappeler le nom et le symbole de l'unité d'énergie dans le Système International (SI)

(0,5 point)

b) Convertir 1 kWh en unité SI.

(0,5 point)

3.2.2. Quelle est la consommation totale du « goorgoorlu » en kWh et quel est le montant en C.F.A qu'il doit, hors taxe ? Recopier le tableau et y reporter les valeurs trouvées. **(01,5 point)**

3.2.3 Ce goorgoorlu doit en outre payer une taxe communale qui s'élève à 2,5 % du montant hors taxe, une redevance qui s'élève à 920 F et la taxe sur la valeur ajoutée (T.V.A) dont le montant est 18 % hors taxe.

Calculer la somme nette que ce « goorgoorlu » doit à la Senelec.

(02 points)

EXERCICE 4 (04,5 points)

Les esters sont très abondants dans la nature. Les plus simples constituent ce qu'on appelle couramment les esters des fruits. L'éthanoate d'éthyle et l'éthanoate de butyle par exemple existent dans la banane.

On réalise la synthèse de l'éthanoate d'éthyle au laboratoire. Pour cela on fait réagir 6 g d'éthanol sur 6 g d'acide éthanoïque et on suit l'évolution de la réaction par une méthode appropriée.

4.1 Ecrire, à l'aide de formules semi-développées, l'équation-bilan de la réaction. **(01 point)**

4.2 Calculer les quantités de matière initiales (nombres de moles) d'acide éthanoïque et d'éthanol utilisées pour réaliser cette synthèse. **(01 point)**

4.3 Lorsque la réaction cesse d'évoluer, on montre, après analyse, que le milieu réactionnel renferme une masse de 7,1 g d'ester.

4.3.1 Calculer la quantité de matière d'ester formée. **(0,5 point)**

4.3.2 Déterminer les quantités de matière d'eau, d'acide et d'alcool présentes dans le milieu lorsque la réaction cesse d'évoluer. **(01,5 point)**

4.3.3 On dit que la réaction est limitée. Expliquer. **(0,5 point)**

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

FIN DU SUJET



Epreuve du 1^{er} groupe

CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES.

EXERCICE 1 : (05 points)

- 1.1.** Titre du texte : «Le changement climatique ». (01 point)
1.2. Le moyen le plus efficace de limiter le changement climatique serait de passer de l'utilisation des combustibles fossiles aux sources « propres » d'énergie. (01 point)
1.3. Exemples d'énergies « propres » : énergies éolienne, solaire, géothermique, marine et hydraulique. (01 point)
1.4. L'énergie propre la plus adaptée au Sénégal serait l'énergie solaire ; le Sénégal est un pays ensoleillé durant toute l'année. (01 point)
1.5. Exemples de combustibles fossiles : le charbon, le pétrole et le gaz naturel. (01 point)

EXERCICE 2 : (05 points = 10 x 0,5)

A) Phrases complétées.

- 2.1.** L'atome d'uranium $^{235}_{92}\text{U}$ est formé de 92 protons, de **143** neutrons et de 92 **électrons**.
2.2. La saponification est une réaction utilisée pour préparer les **savons** à partir des **esters (triglycérides)** sur lesquels on fait agir une base forte.
2.3. Un **transformateur** qui comporte un nombre $N_1 = 200$ spires au primaire et $N_2 = 600$ spires au secondaire est un **élévateur** de tension.

B) La bonne réponse et la justification.

- 2.4.** c) fissile ; le nucléide peut subir une fission sous l'action d'un neutron thermique.
2.5. a) chlore ; la couleur verte est caractéristique de cet élément.

C) Réponses :

- 2.6.** Faux.
2.7. Faux.

EXERCICE 3 : (05,5 points)

3.1

3.1.1 Le courant électrique est transporté à haute tension de la centrale de production vers les utilisateurs pour minimiser les pertes d'énergie par effet joule. (0,5 point)

3.1.2 On utilise un transformateur élévateur de tension au sortir de la centrale électrique (0,5 point)

3.2

3.2.1

- a) Nom de l'unité SI d'énergie = joule, symbole : J (0,5 point)
b) $1 \text{ kWh} = 10^3 \text{ Wh} = 3600 \cdot 10^3 \text{ J} = 3600 \text{ kJ}$ (0,5 point)

3.2.2. La consommation totale du « goorgoorlu » en kWh et le montant en C.F.A qu'il doit, hors taxe.

Tranche	Consommation (kWh)	Tarif (CFA/kWh)	Montant
1 ^{er} tranche	160	106,4	17024
2 ^e tranche	106	114,2	12105,2
3 ^e tranche	96	117,3	11260,8
total	362		40390

Il consomme 362 kWh et doit 40390 F CFA en hors taxe. (01,5 point)

3.2.3 Somme due à la Sénélec = montant hors taxe + taxe communale+ redevance + TVA
 $= 40390 + 1009,75 + 920 + 7270,2 = \mathbf{49589,95 \text{ FCFA}}$ (02 points)

EXERCICE 4 (04,5 points)

4.1 Equation-bilan de la réaction : $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ (01 point)

4.2 $n = m/M \rightarrow n_{\text{acide}} = 0,1 \text{ mol}$ et $n_{\text{alcool}} = 0,14 \text{ mol}$ (01 point)

4.3

4.3.1 $n_{\text{ester}} = m/M = 0,08 \text{ mol}$. (0,5 point)

4.3.2 $n_{\text{eau}} = n_{\text{ester}} = 0,08 \text{ mol}$;
 $n_{\text{acide}} = n_{\text{acide}} - n_{\text{dis}} = n_{\text{acide}} - n_{\text{ester}} = 0,02 \text{ mol}$;
 $n_{\text{alcool}} = n_{\text{alcool}} - n_{\text{ester}} = 0,06 \text{ mol}$ (01,5 point)

4.3.3 La réaction est limitée car, d'après les résultats de la question précédente, au bout d'un certain temps, elle n'évolue plus alors qu'il reste encore des réactifs. (0,5 point)



2017
PHYSIQUE



CHEMIE

CLIP ANIMÉES DE SUPERMARCHÉ
BRASSOU

**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

1-2-4 Calculer le rendement de la réaction. (0,25 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}K et ^xK .

L'isotope ^{39}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.

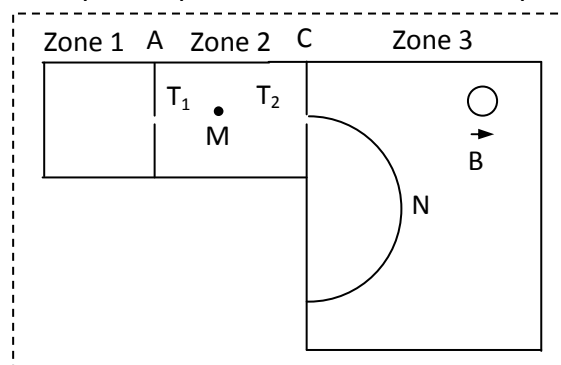


Figure 2

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).

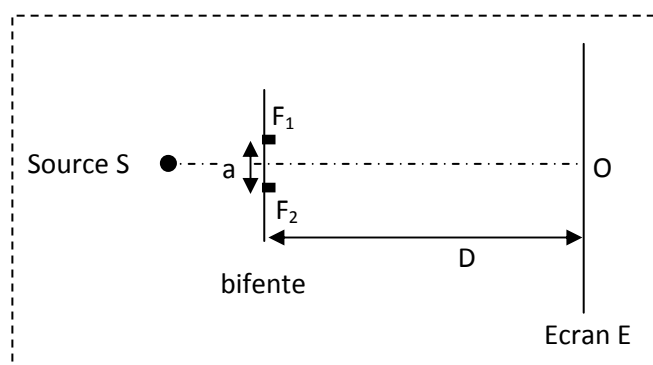


Figure 3

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 interférences consécutives 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 λ 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 λ_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 λ_2 .

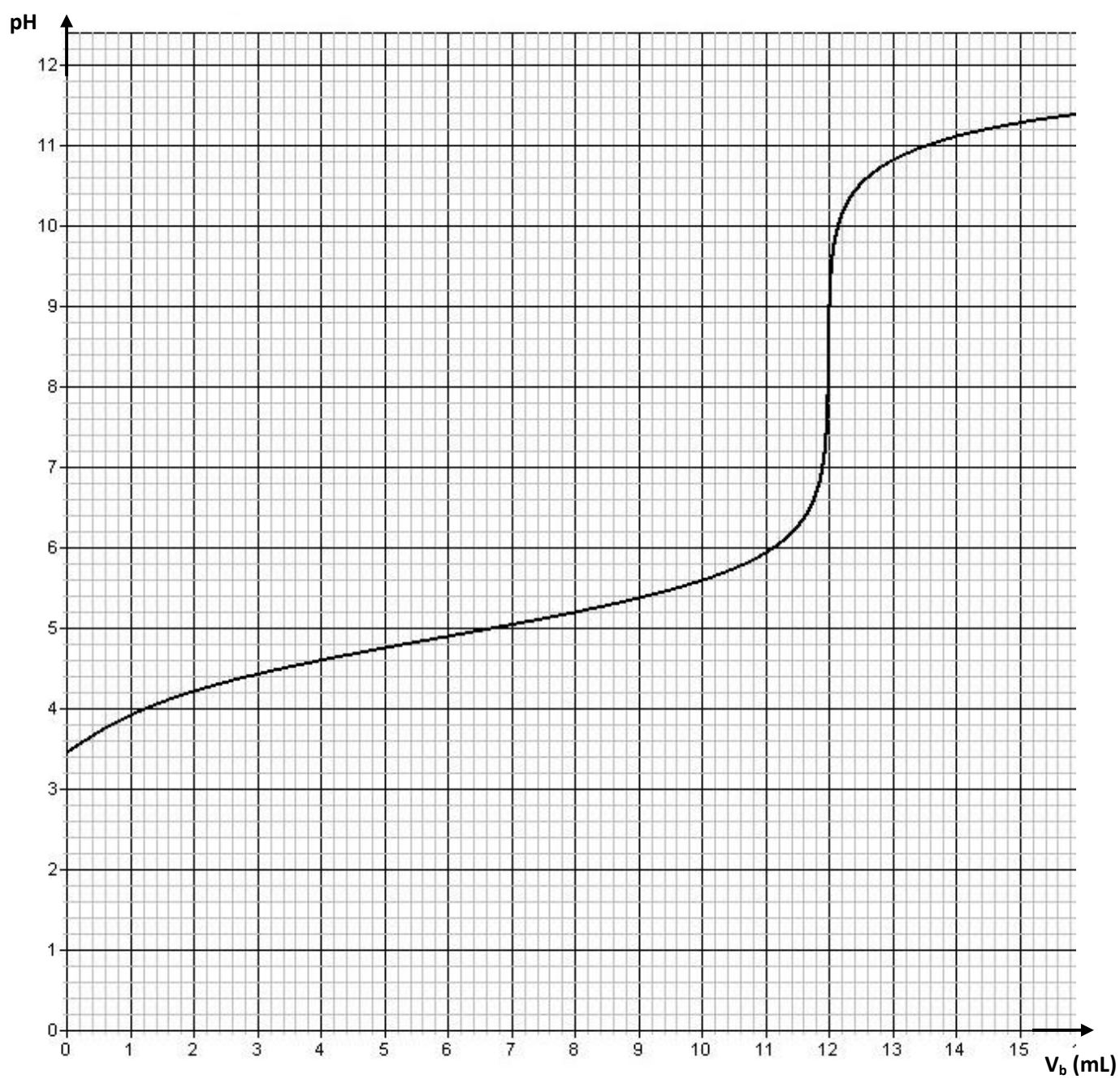
Calculer la valeur de la longueur d'onde λ_2 .

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

(0,75 point)

.../... 4

Figure 1





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

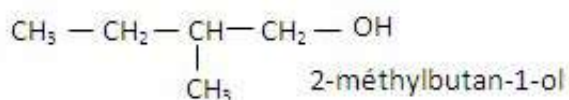
Formule de l'alcool amylique $C_n H_{2n+2} O$

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

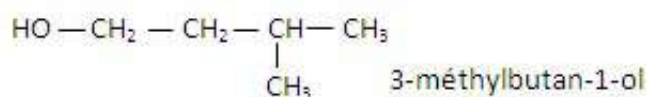
1.1.3.

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

b) Formule semi-développée de A



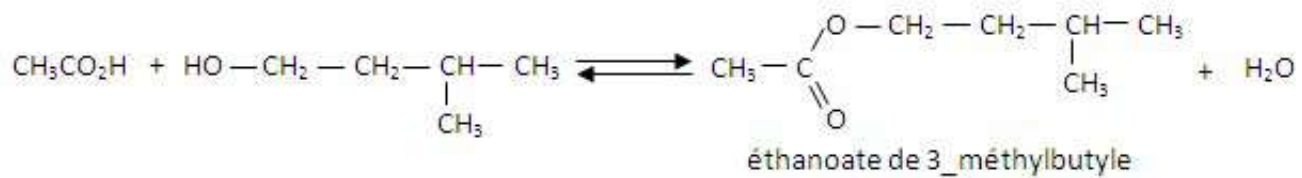
1.1.4. Formule semi-développée de B



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.

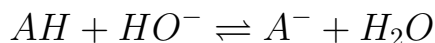
$$1.2.4. \text{Rendement } r = \frac{n_e}{n_B} = \frac{m_e}{M_e n_B} = 0,55$$

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.

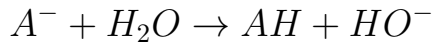
Le point de demi-équivalence D est le point d'abscisse $\frac{V_{BE}}{2}$ soit D ($V_D = 6 \text{ mL}$)

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

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

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

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

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

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 :

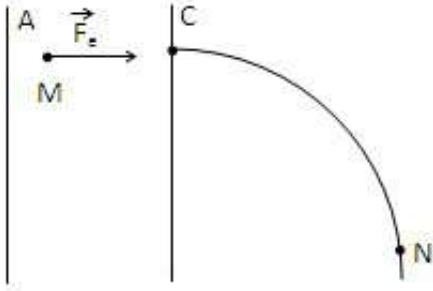
3.1.1. Force électrique sur un ion.

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

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

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 :

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

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

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

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

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

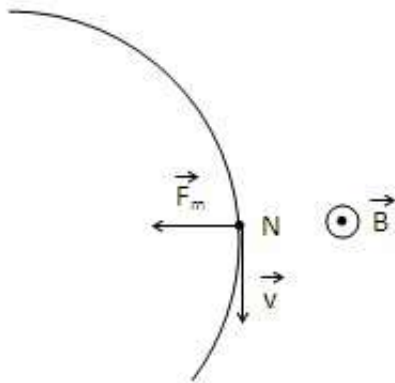
3.2.

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 $^{39}\text{K}^+$

- 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 $I_1 \rightarrow ^{39}\text{K}^+$
et I_2 correspond à $^x\text{K}^+$

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

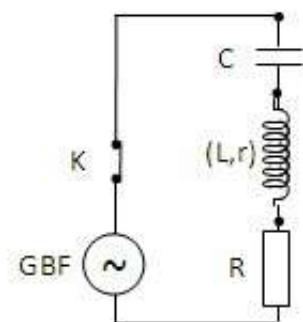
Distance entre les deux points d'impact : $d = 2|R_1 - R_2|$

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

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

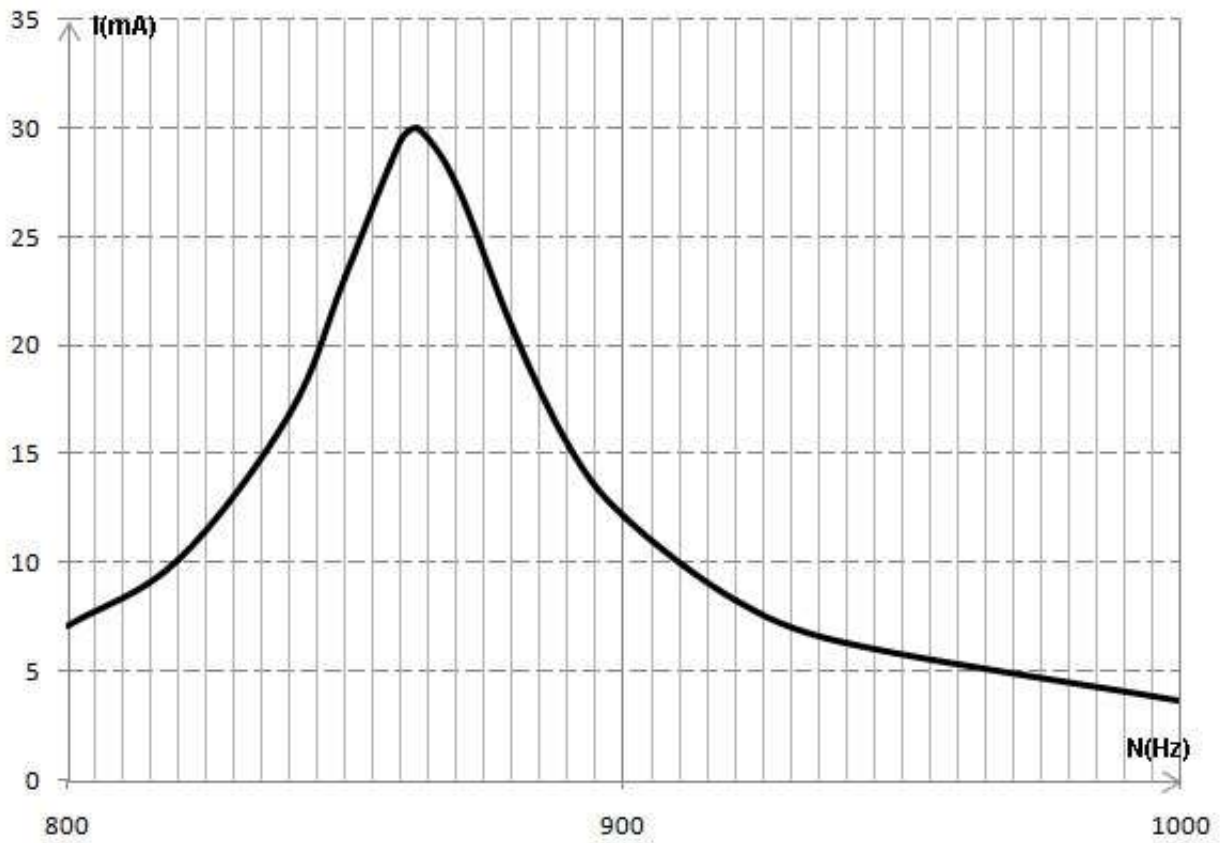
Exercice 4 :

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

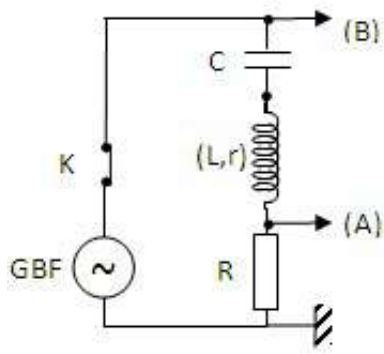
4.3.3. Valeur de la capacité

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

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

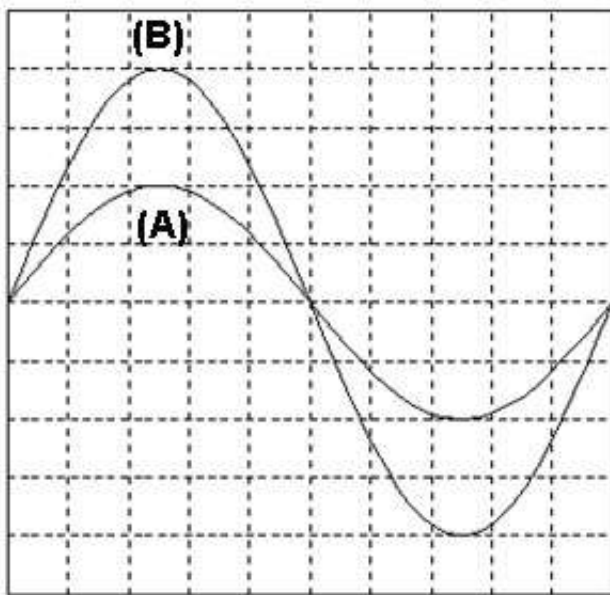
4.4.

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



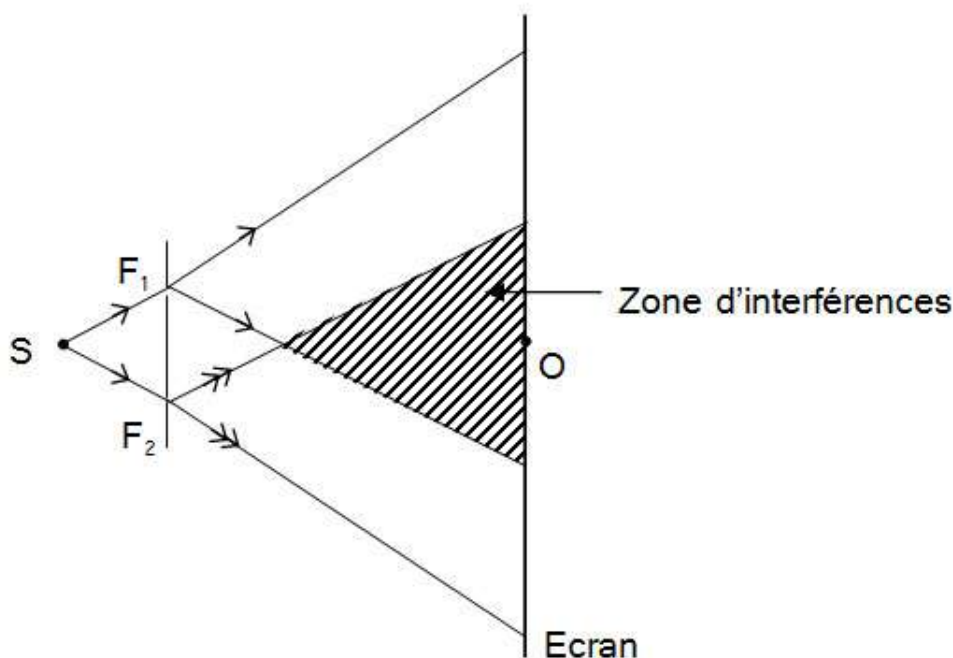
4.4.2. Allure des courbes observées sur l'écran.

Résonance d'intensité $\rightarrow i(t)$ et $u_G(t)$ sont en phase $\rightarrow u_R(t)$ et $u_G(t)$ 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 λ_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. $\lambda_2 = 554,54 \text{ nm}$.

EXERCICE 3 (05 points)**(Version corrigée)**

L'Agence Internationale de l'Energie Atomique (A.I.E.A) rapporte que lors de l'accident nucléaire survenu au Japon dans la préfecture de Fukushima le 14 mars 2011, des dépôts d'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) et de césium 137 ($^{137}_{55}\text{Cs}$) ont été détectés dès le 30 mars 2011 dans beaucoup d'autres préfectures du Japon. L'iode 131 et le césium 137 sont des noyaux radioactifs β^- , de demi-vie respective $T_I = 8,0$ jours et $T_{Cs} = 30$ ans. Les riverains de la centrale sont ainsi exposés à une irradiation par inhalation ou par ingestion de ces noyaux du fait de la contamination de l'air atmosphérique et des aliments (eau, lait, légumes, poissons...). Le 06 avril 2011, un village environnant de la centrale de Fukushima s'est vu interdire l'usage de son eau pour les nourrissons à cause d'une concentration en iode de 100 Bq par litre.

Données : masse de l'électron $m = 0,00055$ u ; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
 célérité de la lumière dans le vide $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; masse du noyau de césium : $m(^{137}_{55}\text{Cs}) = 136,87692$ u
 ; masse du noyau de baryum : $m(^{137}_{56}\text{Ba}) = 136,87511$ u

Extrait du tableau de classification :

$_{52}\text{Te}$	$_{53}\text{I}$	$_{54}\text{Xe}$	$_{55}\text{Cs}$	$_{56}\text{Ba}$
------------------	-----------------	------------------	------------------	------------------

3-1 On dit que la radioactivité naturelle est un phénomène aléatoire, spontané et inéductible.

Expliquer brièvement chacun des termes soulignés ci dessus.

(0,75 point)

3-2 Citer deux propriétés de la radioactivité β^- .

(0,5 point)

3-3 Ecrire les équations-bilan des réactions de désintégration de l'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) et du césium 137 ($^{137}_{55}\text{Cs}$).

(0,5 point)

3-4 Expliquer pourquoi on observe en même temps une émission de rayonnement γ .

Ecrire les équations des réactions nucléaires correspondantes.

(0,5 point)

3-5 Calculer, en MeV, l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de césium 137. (0,5 point)

3-6 A un instant $t = 0$, deux riverains P_1 et P_2 boivent, respectivement, l'un un litre d'eau contaminé à l'iode 131 de concentration 100 Bq par litre et, l'autre, un litre de lait de vache contaminé au césium 137 de concentration 0,22 Bq par litre.

3.6.1 Calculer le nombre de noyaux $N_0(^{131}_{53}\text{I})$ d'iode 131 présents à $t = 0$ dans le litre d'eau consommé par P_1 ainsi que le nombre de noyaux $N_0(^{137}_{55}\text{Cs})$ de césium 137 présents à $t = 0$ dans le litre de lait consommé par P_2 .

Rappel : l'activité $A(t)$ d'un échantillon radioactif est liée au nombre $N(t)$ de noyaux radioactifs présents par : $A(t) = \lambda N(t)$

(0,5 point)

3.6.2 Rappeler l'expression liant N , N_0 , λ et t respectivement, nombre de noyaux radioactifs à un instant quelconque t , nombre de noyaux radioactifs initial (à $t = 0$), constante radioactive et instant quelconque.

(0,25 point)

3.6.3 Dans le tableau qui suit N représente le nombre de noyaux radioactifs à la date t .

Recopier puis compléter le tableau.

(0,5 point)

t	0	8 jours	1 an	30 ans
$N(^{131}_{53}\text{I})$	$1,0 \cdot 10^8$			
$N(^{137}_{55}\text{Cs})$	$3,0 \cdot 10^8$			

3.6.4 En supposant que le danger lié à l'absorption d'un liquide contaminé est dû uniquement au nombre de noyaux radioactifs présents dans l'organisme, déduire de ce qui précède, lequel de P_1 ou P_2 est encore plus menacé un an après l'ingestion.

(0,5 point)

3.7 L'apport d'iode est essentiel à l'organisme humain qui le capte sous forme d'ions iodure au niveau de la glande thyroïde. L'isotope iode 127 ($^{127}_{53}\text{I}$) n'est pas radioactif contrairement à l'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) qui est particulièrement cancérigène. En cas de fuite radioactive on fait absorber le plus rapidement possible des comprimés d'iode 127 sous forme d'iodure de potassium.

3.7.1 Justifier l'utilité de cette mesure.

(0,25 point)

3.7.2 Expliquer pourquoi, en cas d'absorption d'iode 131 à un instant t , des noyaux d'iode continuent à irradier la thyroïde bien après cet instant.

(0,25 point)

.../... 3

EXERCICE 4 (04 points)

Un sportif dans son véhicule démarre sans vitesse, en D, un mouvement sur une route rectiligne et horizontale (figure 2). La masse totale (sportif et véhicule) est de 90 kg.

4.1. La phase de démarrage, considérée comme une translation rectiligne, a lieu sur un parcours DE d'une longueur de 50 m. Au point E, la vitesse atteint la valeur de 5 m.s^{-1} .

Pendant cette phase, la vitesse est proportionnelle au temps compté à partir de l'instant de démarrage.

4.1.1. Quelle est la nature du mouvement sur le parcours DE ? Justifier la réponse. Vérifier que l'accélération du mouvement sur ce parcours a pour valeur $0,25 \text{ m.s}^{-2}$ **(0,5 point)**

4.1.2. Etablir l'équation horaire du mouvement sur ce parcours. **(0,25 point)**

4.1.3. Calculer la durée de la phase de démarrage. **(0,25 point)**

4.1.4. En admettant que le mouvement est dû à la résultante d'une force motrice constante parallèle au mouvement et d'une force de frottement constante, de norme égale au quart de la force motrice, de sens contraire au mouvement, calculer l'intensité de la force de frottement. **(0,5 point)**

4.2. A partir du point E, le véhicule parcourt la distance EF = 1100 m à la vitesse constante de 5 m/s. A partir du point F, le sportif supprime la force motrice : le véhicule roule alors en roue libre et les frottements ont une valeur constante et égale à 7,5 N sur le parcours FA.

Le véhicule parcourt la distance FA et arrive au point A avec une vitesse nulle..

4.2.1. Déterminer la distance FA. **(0,5 point)**

4.2.2. Calculer la durée totale du parcours du point D au point A. **(0,5 point)**

4.3. Le véhicule aborde en A, sans vitesse initiale, une piste AB, parfaitement polie, de forme circulaire et de plan vertical. Sa position M est repérée par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OM})$.

4.3.1. Exprimer en fonction de θ , r et g la vitesse du véhicule en M et exprimer l'intensité de la réaction du plan en ce point en fonction de m , g et θ . **(0,75 point)**

4.3.2. Déterminer la valeur θ_1 de l'angle $(\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OM})$ quand le véhicule quitte la piste. **(0,5 point).**

4.3.3. Montrer que le véhicule quitte la piste quand son accélération est égale à l'accélération de la pesanteur g . **(0,25 point).**

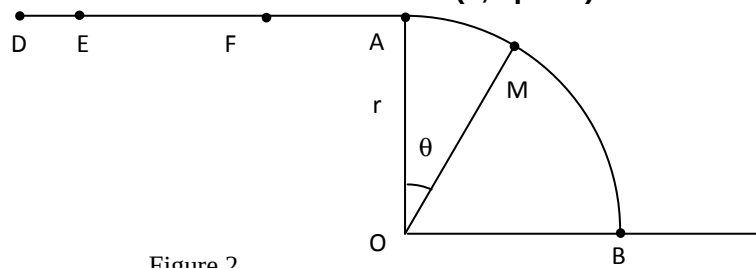


Figure 2

EXERCICE 5 (05 points)

Il n'est pas demandé de faire des applications numériques pour cet exercice.

5.1 Etude des dipôles RC, RL et RLC série.

On réalise successivement les circuits électriques correspondant aux schémas 1 et 2.

Dans le circuit correspondant au schéma 1 sont associés, en série, un condensateur de capacité C initialement déchargé, un conducteur ohmique de résistance R et un générateur de f.e.m constante E et de résistance négligeable.

Dans le circuit correspondant au schéma 2 sont associés, en série, une bobine d'inductance L, de résistance négligeable, un conducteur ohmique et un générateur identiques à ceux qui sont utilisés dans le premier circuit. Le sens positif de l'intensité du courant i est indiqué sur les schémas.

5.1.1 On ferme l'interrupteur K de chacun des circuits et on visualise, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, l'évolution de la tension u_R aux bornes de chaque conducteur ohmique au cours du temps. On observe les oscillogrammes a et b. Le trait pointillé correspond à la trace du spot en l'absence de tension sur les deux voies.

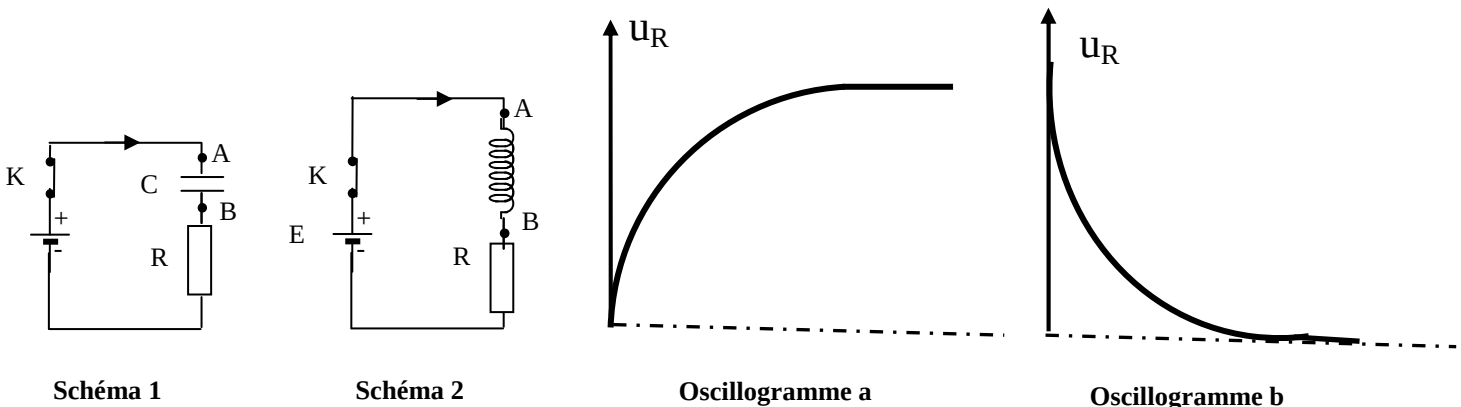


Schéma 1

Schéma 2

Oscillogramme a

Oscillogramme b

Epreuve du 1^{er} groupe

5.1.1.1 Montrer que ces oscillogrammes visualisent les variations de l'intensité du courant électrique dans ces circuits. **(0,5 point)**

5.1.1.2 Affecter à chaque schéma l'oscillogramme correspondant. Justifier les réponses. **(0,5 point)**

5.1.2 On considère le schéma 1. Lorsque le condensateur est chargé, le générateur est déconnecté du circuit et remplacé par une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et aussitôt l'interrupteur est fermé à une date prise comme origine des temps $t = 0$.

5.1.2.1 Exprimer l'énergie W_0 initialement emmagasinée par le condensateur.

(0,25 point)

5.1.2.2 Préciser les échanges d'énergie qui ont lieu dans ce nouveau circuit et justifier que pour t suffisamment grand, l'intensité du courant $i(t) \rightarrow 0$.

On considérera que la valeur de R est telle que le régime est pseudo périodique **(0,75 point)**

5.2 Etude du dipôle RLC série en régime sinusoïdal forcé.

On associe maintenant, en série, un générateur de basse fréquence (GBF), le conducteur ohmique de résistance R , la bobine d'inductance L , de résistance négligeable et le condensateur de capacité C .

Le générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale de valeur efficace U constante et de fréquence réglable.

On fixe la fréquence à une valeur N et on visualise sur l'écran d'un oscilloscope les tensions $u_1(t)$ aux bornes du conducteur ohmique à la voie Y_1 et $u_2(t)$ aux bornes du générateur à la voie Y_2 .

Les oscillogrammes de la figure 3 sont obtenus. Les réglages de l'oscilloscope (temps de balayage horizontal et sensibilités verticales des voies) ne sont pas donnés. On sait cependant que les deux voies ont la même sensibilité.

5.2.1 Schématiser le circuit et indiquer les connexions à l'oscilloscope.

(0,5 point).

5.2.2 Affecter chaque courbe de la figure 3 à la voie correspondante. Justifier

(0,5 point).

5.2.3 Déterminer, en utilisant les oscillogrammes, le déphasage φ de la tension $u_2(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$. En déduire l'expression de l'intensité instantanée $i(t)$ si $u_2(t) = U\sqrt{2} \cos(2\pi N t)$.

(0,5 point)

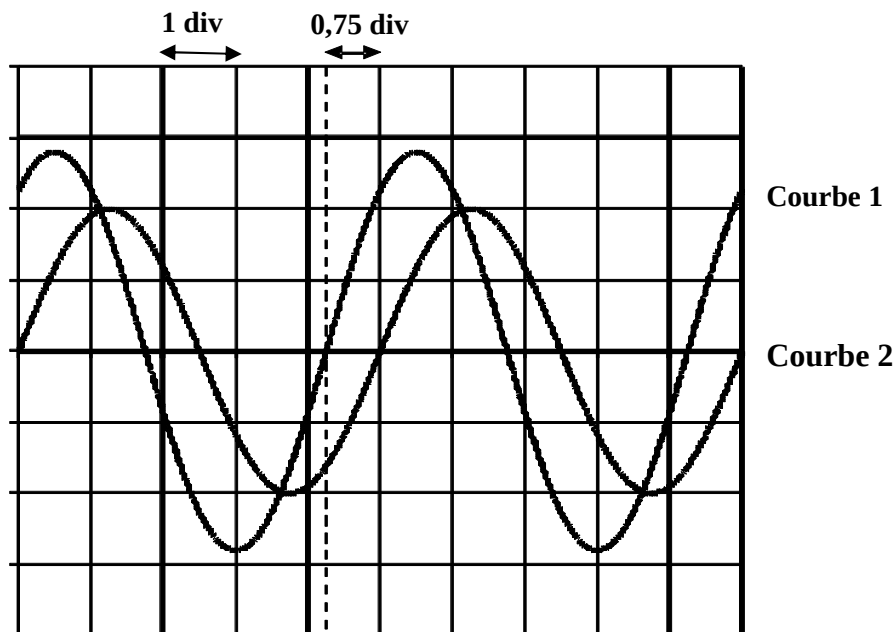


Figure 3

5.3 Etude de la résonance d'intensité.

Dans le circuit précédent on choisit la fréquence N de façon à réaliser la résonance d'intensité.

5.3.1 Montrer que la puissance électrique moyenne P_0 reçue par le dipôle constitué par le conducteur ohmique, la bobine et le condensateur est maximale.

Exprimer P_0 en fonction de U et de R .

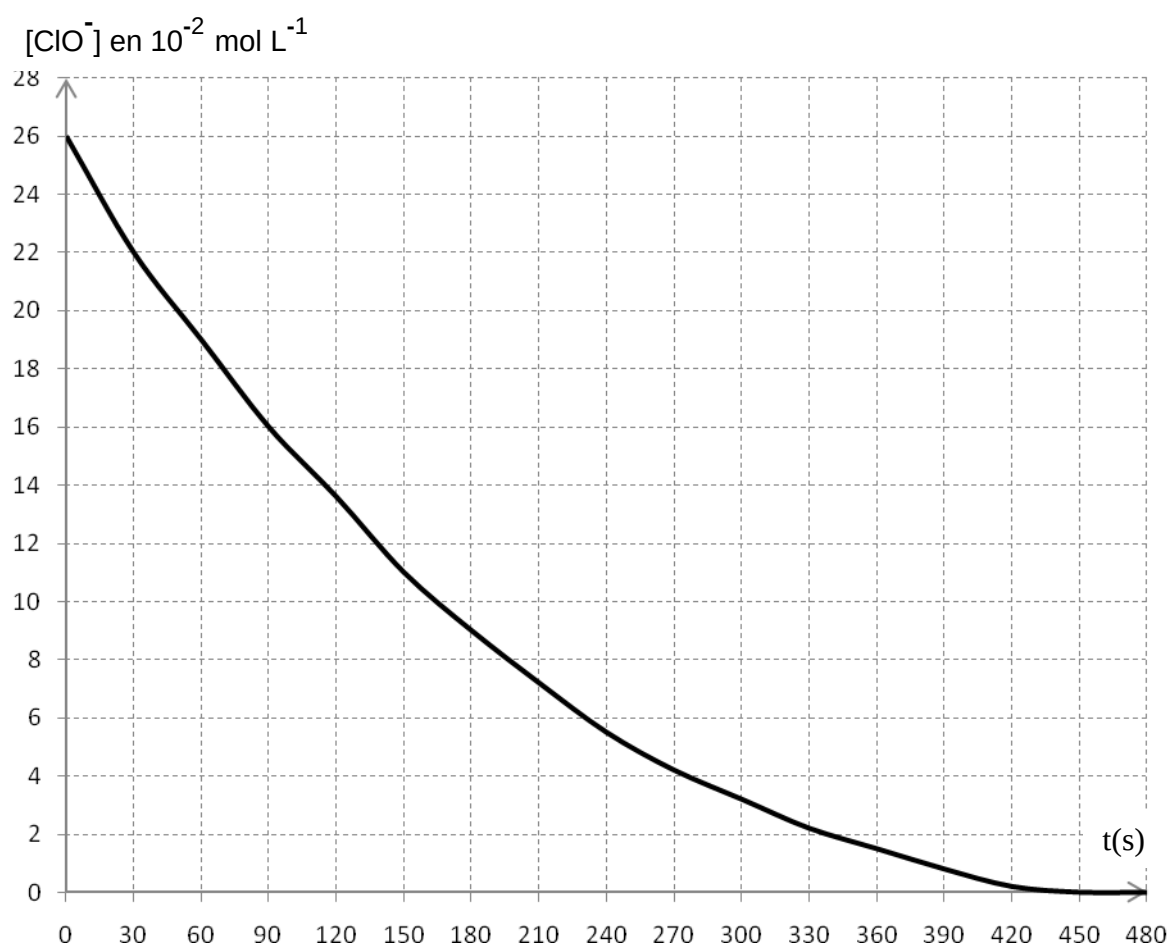
(0,5 point)

5.3.2 Exprimer, en fonction du temps, l'énergie magnétique W_L emmagasinée dans la bobine et l'énergie électrique W_C emmagasinée dans le condensateur.

Montrer que l'énergie électrique totale W_t emmagasinée dans le dipôle R, L, C est constante.

Que devient donc à chaque instant l'énergie électrique reçue par le dipôle ?

(01 point)

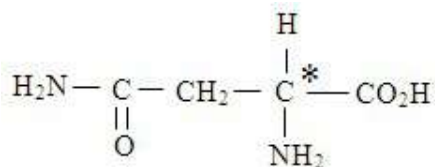
Annexe à rendre avec la copie**Figure 1**



Corrigé

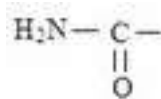
Exercice 1

1.1 : Oui, la molécule est chirale puisqu'elle possède un atome de carbone asymétrique ;
 il s'agit de l'atome de carbone repéré par un astérisque.

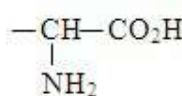


1.2 : Fonctions chimiques de l'asparagine :

Fonction amide correspondant au groupe :

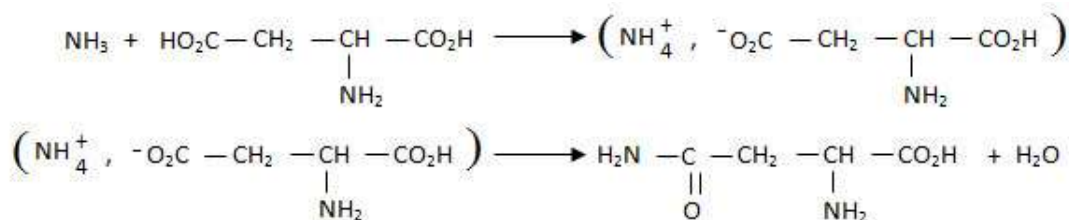


Fonction acide aminé correspondant au groupe :



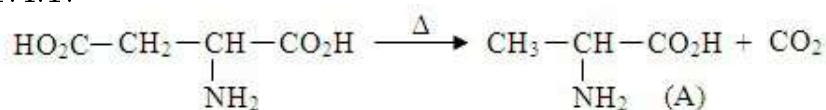
1.3 : Composé à faire réagir avec l'acide aspartique. C'est l'ammoniac NH_3 car il s'agit de la formation d'amide non substitué à partir de l'acide carboxylique correspondant.

Equations des réactions :



1.4 : Décarboxylation de l'acide aspartique

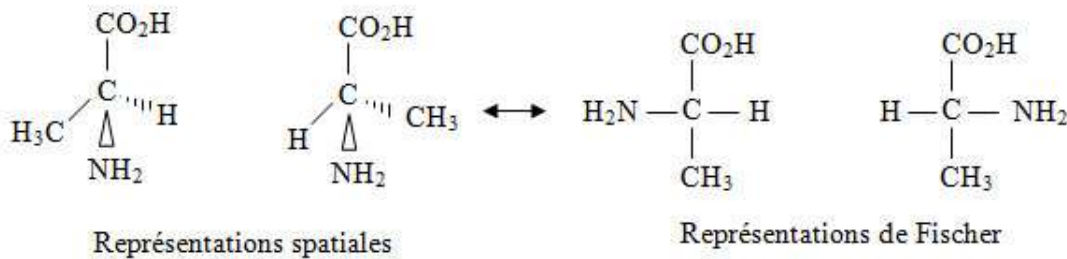
1.4.1.



A = acide amino-2 propanoïque

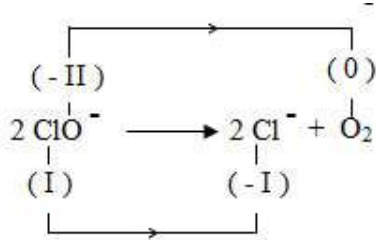
1.4.2 :

Représentations des énantiomères



Exercice 2 :

2.1 : On utilise les nombres d'oxydation :



Le nombre d'oxydation de l'élément chlore décroît de +I à -I et celui de l'oxygène croît de -II à 0 → la décomposition de ClO^- est une réaction rédox.

2.2 :

2.2.1 : Relation donnant $[\text{ClO}^-]$

On a $n(\text{ClO}^-) = n(\text{ClO}^-)_{\text{initial}} - n(\text{ClO}^-)_{\text{transforme}}$

$$\rightarrow n(\text{ClO}^-) = n(\text{ClO}^-)_0 - 2n(\text{O}_2) \rightarrow [\text{ClO}^-] = [\text{ClO}^-]_0 - \frac{2V(\text{O}_2)}{V_1 \cdot V_m}$$

2.2.2 : Définition de la vitesse volumique instantanée de disparition de ClO^- .

$v(t)$ est l'opposée de la dérivée par rapport au temps de $[\text{ClO}^-]$

$v(t) = -\frac{d[\text{ClO}^-]}{dt} \rightarrow$ correspond à la valeur absolue du coefficient directeur de la tangente à la courbe $[\text{ClO}^-] = f(t)$ à la date t .

Valeur de la vitesse à la date $t_1 = 240 \text{ s}$: graphiquement, on trouve

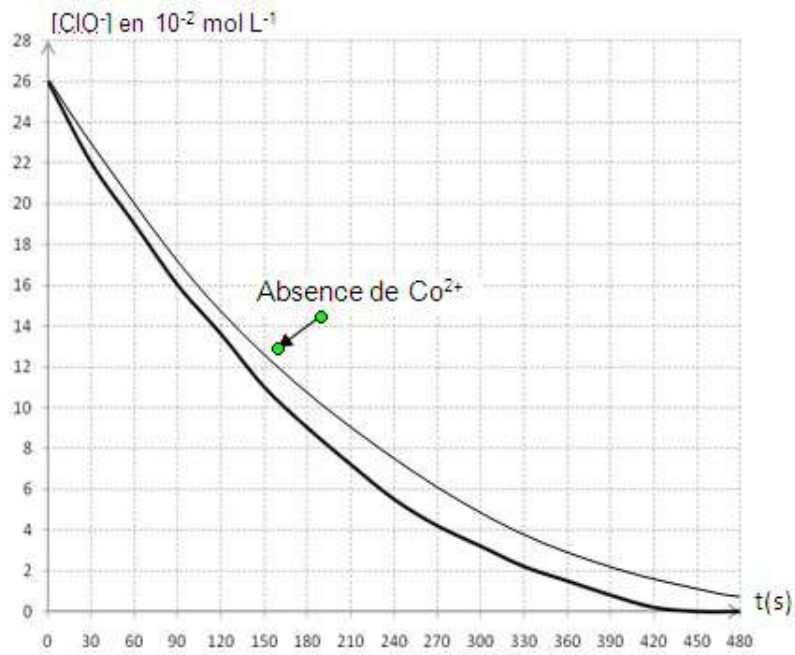
$$v(t_1) = 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

2.2.3 : Date à laquelle $v(\text{O}_2) = 200 \text{ cm}^3$

$$\text{On calcule } [\text{ClO}^-]; \text{ soit } [\text{ClO}^-] = 2,6 \cdot 10^{-1} - \frac{2 \times 0,2}{22,4 \times 0,1} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

On en déduit la date t graphiquement : $t = 195 \text{ s}$

2.3 : A l'absence d'ions Co^{2+} la décomposition est plus lente (voir courbe ci-jointe).



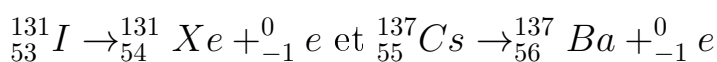
Exercice 3 :

3.1 : Explication des termes :

- Aléatoire a le sens d'imprévisible
- spontané : survient sans intervention extérieure
- inéluctable : qui se produira tôt ou tard.

3.2 : Le rayonnement β^- est peu ionisant mais pénétrant.

3.3 : Equation-bilan

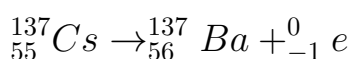


N.B : Prendre en compte le raisonnement du candidat s'il a utilisé $Z=54$ au lieu de $Z=53$ pour l'Iode.

3.4 : On obtient en même temps une émission de rayonnements γ parce que les noyaux fils résultant de ces désintégrations sont obtenus dans un état excité. En revenant à l'état fondamental (désexcitation) ils émettent un rayonnement γ selon les équations :



3.5 : Energie libérée par la désintégration de ${}^{137}\text{Cs}$



On a $\Delta E = \Delta mc^2$ avec $\Delta m = m(\text{Ba}) + m(\text{e}) - m(\text{Cs})$

A.N : $\Delta E = - 1,1 \text{ MeV}$

3.6 :

3.6.1 : Nombre de noyaux initial pour I et Cs :

On a $A(t) = \lambda N(t) \rightarrow A_0 = \lambda N_0 \rightarrow N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$ et $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ soit $N_0 = \frac{A_0 T}{\ln 2}$

A.N : On exprime T en s pour chaque noyau

soit $N_0 (^{131}_{54}\text{I}) = 1,0.10^8$ noyaux et $N_0 (^{137}_{55}\text{Cs}) = 3,0.10^8$ noyaux

3.6.2 : Expression liant N, N_0 , λ et t.

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ loi de la décroissance.

3.6.3 : Tableau à compléter

Pour chaque date t on calcule N en utilisant la loi de la décroissance. On obtient :

t	0	8 jours	1 an	30 ans
N(I)	$1,0.10^8$	$5,0.10^7$	$1,9.10^{-6}$	0
N(Cs)	$3,0.10^8$	$3,0.10^8$	$2,9.10^8$	$1,5.10^8$

3.6.4 : La personne la plus menacée

A $t = 1 \text{ an}$, le tableau indique qu'il ne reste plus de noyaux d'iode 131 (en fait il n'existe pas $1,9.10^{-6}$ noyaux) dans l'organisme de P1 tandis que dans celui de P2 il reste encore $2,9.10^8$ noyaux de césium 137. Donc P2 est plus menacé.

3.7 :

3.7.1 : justification de l'utilité de la mesure.

Cette mesure est prise pour saturer la thyroïde d'iode 127 non radioactif avant l'absorption d'iode 131 radioactif et cancérigène.

3.7.2 : Explication

La fin de l'absorption ne signifie pas la disparition instantanée des noyaux radioactifs ; ils ne disparaîtront qu'au bout d'un an pratiquement.

Exercice 4 :

4.1 :

4.1.1 : $V = kt \rightarrow a = \frac{dv}{dt} = k = \text{cte}$ par ailleurs le mouvement est rectiligne $\rightarrow$ mouvement

rectiligne uniformément varié.

$$\text{Valeur de } a : a = \frac{v^2}{2x} \rightarrow a = 0,25 \text{ m.s}^{-2}$$

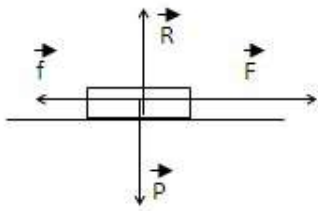
$$4.1.2 : x = \frac{1}{2}at^2 \rightarrow x = 0,125t^2 \text{ avec un choix convenable du repère } X'OX \text{ et de l'origine}$$

des temps.

$$4.1.3 : t = \sqrt{\frac{x}{0,125}} \rightarrow t = 20 \text{ s}$$

4.1.4 :

Système : véhicule + sportif



Bilan des forces : $\vec{P}$, $\vec{R}$, $\vec{F}$, $\vec{f}$

Théorème du centre d'inertie : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{f} = m\vec{a}$

$$\text{Projection suivant } X'X \rightarrow F - f = ma \rightarrow 4f - f = ma \rightarrow f = \frac{ma}{3} = 7,5 \text{ N}$$

4.2 :

4.2.1 : Distance FA

Théorème de l'énergie cinétique entre F et A.

$$E_C(A) - E_C(F) = \sum W \rightarrow 0 - \frac{1}{2}mv^2 = \sum W = -f \times \ell \rightarrow \ell = \frac{mv^2}{2f}$$

$$\text{A.N : } \ell = 150 \text{ m}$$

4.2.2 : Durée totale du parcours

$$\Delta t = t_1 + t_2 + t_3$$

Durée du freinage t_3

Durant le freinage $\vec{F} = \vec{f} = c\vec{t}e \rightarrow$ mouvement rectiligne uniformément décéléré

$$\rightarrow v^2(A) - v^2(F) = 2a'(x_A - x_F) \rightarrow 0 - v^2(F) = 2a'l \rightarrow a' = -\frac{v^2(F)}{2l}$$

$$\rightarrow v = a't_3 + v_F = 0$$

$$\rightarrow t_3 = \frac{2l}{v(F)} \rightarrow t_3 = 60 \text{ s}$$

Durée de la phase uniforme EF

$$t_2 = \frac{l'}{v} \rightarrow t_2 = \frac{1100}{5} = 220s$$

Durée totale du parcours :

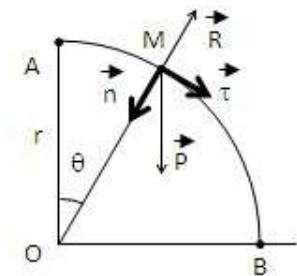
$$\Delta t = 20 + 220 + 60 = 300 \text{ s soit } \Delta t = 5 \text{ min.}$$

4.3.

4.3.1. Théorème de l'énergie cinétique entre A et M

$$\frac{1}{2}mv^2 - 0 = mgr(1 - \cos\theta) \rightarrow v^2 = 2gr(1 - \cos\theta) \rightarrow v = \sqrt{2gr(1 - \cos\theta)}$$

Théorème du centre d'inertie appliqué au solide en M : $\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$



$$\text{Projection suivant } \vec{n} \rightarrow P\cos\theta - R = ma_n = m\frac{v^2}{r} \rightarrow R = mg(3\cos\theta - 2)$$

4.3.2. Valeur de θ_1

$$\text{Le véhicule quitte la piste si } R = 0 \rightarrow \cos\theta_1 = \frac{2}{3} \rightarrow \theta_1 = 48$$

4.3.3. Théorème du centre d'inertie $\rightarrow \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$

$$\text{le véhicule quitte la piste } \rightarrow \vec{R} = \vec{0} \rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \rightarrow \vec{g} = \vec{a}$$

Exercice 5 :

5.1.

5.1.1. On a $i = \frac{u_r}{R} \rightarrow$ les variations de $i(t)$ sont proportionnelles à celles de $u_R \rightarrow$ les oscillogrammes visualisent les variations de l'intensité au facteur $\frac{1}{R}$ près.

5.1.2. Oscillogramme a

i est non nulle si K fermé, puis i diminue jusqu'à s'annuler. Ce graphe correspond au schéma 1 car l'équation électrique de ce circuit s'écrit : $E = u_{AB}(t) + u_R(t) \rightarrow E = u_{AB}(t) + Ri(t)$

$$\text{à } t = 0 \text{ on a } u_{AB}(0) = 0 \text{ d'où } i(0) = \frac{E}{R} \neq 0$$

$$\text{Par ailleurs } i(t) = \frac{dq}{dt} = C \frac{du_{AB}}{dt} \rightarrow \text{à la fin de la charge } u_{AB} = E = \text{cte et } i = 0$$

Oscillogramme b

i est nulle puis augmente et prend une valeur constante. On observe un retard à l'établissement du courant caractéristique d'un dipôle R, L. L'oscillogramme b correspond au schéma 2.

5.1.2.

5.1.2.1. L'énergie initialement emmagasinée dans le condensateur.

A la fin de la charge du condensateur (schéma 1) on a : $u_C = E \rightarrow W_0 = \frac{1}{2}Cu_C^2 = \frac{1}{2}CE^2$

5.1.2.2. Les échanges d'énergie

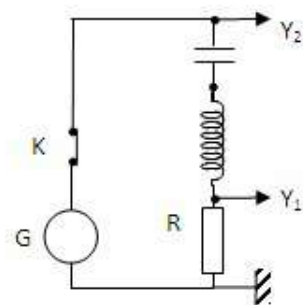
Initialement toute l'énergie électrique est emmagasinée dans le condensateur. Celui ci se décharge dès que l'interrupteur est fermé; une partie de son énergie est progressivement emmagasinée sous forme magnétique au niveau de la bobine, une autre est dissipée dans le conducteur ohmique sous forme d'effet Joule.

Quand le condensateur finit de se décharger, c'est au tour de la bobine de restituer l'énergie qu'elle a emmagasinée. Le phénomène se poursuit jusqu'à ce que l'énergie initialement emmagasinée dans le condensateur soit complètement dissipée par effet Joule.

Au bout d'un temps t suffisamment grand $i(t) \rightarrow 0$ car toute l'énergie est dissipée sous forme d'effet Joule.

5.2.

5.2.1. Schéma du circuit :



5.2.2. Les deux voies ont même sensibilité.

Comme $Z_{circuit} > Z_R \rightarrow \frac{U_G}{I} > \frac{U_R}{I} \rightarrow U_G > U_R$ où U_G et U_R sont les tensions efficaces aux bornes de G et R $\rightarrow U_{Gm} > U_{Rm} \rightarrow$ la courbe 1 correspond à la tension $u_2(t)$ aux

bornes du générateur donc à la voie Y₂ La courbe 2 correspond à la tension u₁(t) aux bornes du conducteur ohmique, donc à la voie Y₁.

5.2.3. Déphasage ϕ de la tension u₂(t) par rapport à la tension u₁(t).

Le décalage horaire est $\theta = 0,75k$ si k est le temps de balayage et la période est $T = 5k$

$$\text{alors } \frac{\theta}{T} = \frac{0,75}{5} \rightarrow \theta = \frac{0,75}{5}T$$

$$\text{Or } |\phi| = \omega\theta \rightarrow |\phi| = \frac{2\pi}{T} \times \frac{0,75}{5}T \rightarrow \phi = 0,3\pi \text{ car } u_2(t) \text{ est en avance sur } i(t)$$

$$\rightarrow i(t) = I\sqrt{2}\cos(2\pi Nt - \phi) = I\sqrt{2}\cos(2\pi Nt - 0,3\pi)$$

Remarque : On pourrait exprimer I en fonction de U.

$$\text{On a } I = \frac{U_R}{R}$$

$$\text{Des oscillogrammes, on tire } \frac{U_m(R)}{U_m(G)} = \frac{2}{2,75} \rightarrow \frac{U_R}{U} = \frac{2}{2,75} \rightarrow I = \frac{2}{2,75} \frac{U}{R} = 0,72 \frac{U}{R}$$

$$\text{d'où } i = 0,72\sqrt{2} \frac{U}{R} \cos(2\pi Nt - 0,3\pi)$$

5.3.

5.3.1. Expression de P₀

A la résonance d'intensité ($Z_{\text{maximale}} = R$; $\phi = 0$ et $I = \frac{U}{R}$)

$$P_0 = UI\cos\phi = UI = \frac{U^2}{R}$$

P₀ est maximale car $\cos\phi = 1$

$$P_0 = \frac{U^2}{R}$$

5.3.2. A la résonance i et u_G sont en phase : $\phi = 0$.

On peut poser $u_2(t) = U\sqrt{2}\cos\omega_0 t$ et $i(t) = I\sqrt{2}\cos\omega_0 t$

$$W_L = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L \times 2I^2\cos^2\omega_0 t = LI^2\cos^2\omega_0 t$$

$$W_C = \frac{1}{2}Cu_C^2$$

$$\text{et } u_C = U_C\sqrt{2}\cos(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}) \rightarrow u_C = \frac{I}{C\omega_0}\sqrt{2}\sin\omega_0 t$$

$$\text{soit } W_C = \frac{I^2}{C\omega_0^2}\sin^2\omega_0 t$$

$$\text{Comme } LC\omega_0^2 = 1 \rightarrow \frac{1}{C\omega_0^2} = L \rightarrow W_C = LI^2\sin^2\omega_0 t$$

$$W_t = W_L + W_C = LI^2\cos^2\omega_0 t + LI^2\sin^2\omega_0 t = LI^2$$

$$\text{Or } I = \frac{U}{R} \rightarrow W_t = \frac{LU^2}{R^2} = \text{cte}$$

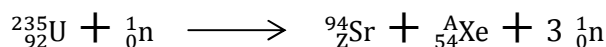
A la résonance, l'énergie emmagasinée dans le circuit reste constante ; par conséquent l'énergie reçue à chaque instant par le dipôle (R, L, C) est donc entièrement transformée en chaleur par effet Joule dans le conducteur ohmique.

**SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1 (06 points)**

L'uranium naturel se compose de trois isotopes principaux : l'uranium 238 ($^{238}_{92}\text{U}$), l'uranium 235 ($^{235}_{92}\text{U}$), l'uranium 234 ($^{234}_{92}\text{U}$). Seul l'isotope naturel $^{235}_{92}\text{U}$ est fissile.

Actuellement les centrales nucléaires utilisent la chaleur libérée par des réactions de fission de l'uranium 235 qui constitue « le combustible nucléaire ». Cette chaleur vaporise l'eau d'une cuve. La pression de la vapeur permet de faire tourner à grande vitesse une turbine qui entraîne un alternateur produisant ainsi de l'électricité. Certains produits de fission sont des noyaux radioactifs à forte activité dont la demi-vie peut-être très longue.

- 1.1.** Donner un titre à ce texte. (01 point)
1.2. Donner la définition des mots soulignés dans le texte. (03 points)
1.3. Préciser, dans le système international, l'unité de l'activité d'une source radioactive. (0,5 point)
1.4. On bombarde le noyau $^{235}_{92}\text{U}$ par un neutron. On obtient la réaction nucléaire suivante :



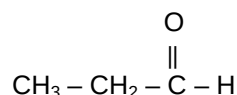
Déterminer les valeurs des nombres A et Z en précisant les lois utilisées. (1,5 point)

EXERCICE 2 (05 points)**A. Choisir la bonne réponse et justifier si nécessaire**

- 2.1.** Un transformateur possède 200 spires au primaire et 600 spires au secondaire. Si on lui applique une tension alternative de valeur efficace 12 V au primaire, la valeur efficace de la tension au secondaire est : a) 12 V b) 24 V c) 36 V (0,75 point)
2.2. L'isotope $^{192}_{77}\text{Ir}$ de l'iridium utilisé par la curiethérapie contient :
a) 77 neutrons et 115 protons ; b) 77 protons et 192 neutrons ; c) 77 protons et 115 neutrons (0,75 point)
2.3. Une cellule photoélectrique recouverte du métal calcium de longueur d'onde seuil $\lambda_0 = 652 \text{ nm}$, est éclairée par une lumière constituée de deux radiations de fréquence respective $\nu_1 = 3,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ et $\nu_2 = 6,0 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. On observe l'effet photoélectrique avec la radiation de fréquence : a) ν_1 b) $\nu_2 - \nu_1$ c) ν_2 (01 point)
Célérité de la lumière dans le vide : $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

B. Répondre par VRAI ou FAUX

- 2.4.** On comprime les spires d'un ressort assez long disposé horizontalement puis on le lâche. L'onde qui se propage est alors longitudinale. (0,75 point)
2.5. L'acide propanoïque a pour formule semi-développée : (0,5 point)

**C. Recopier et compléter les phrases suivantes**

(1,25 point)

Le polystyrène résulte de la polymérisation du monomère appelé..... . Le nombre moyen de que comporte la macromolécule est appelé.....de polymérisation.

La saponification est une réaction entre et un triglycéride ; elle permet d'obtenir un savon et du.....

Voir suite à la page suivante

EXERCICE 3 (05 points)

3.1. Ecrire la formule semi-développée de l'acide butanoïque (A) et celle du propan-1-ol (B).

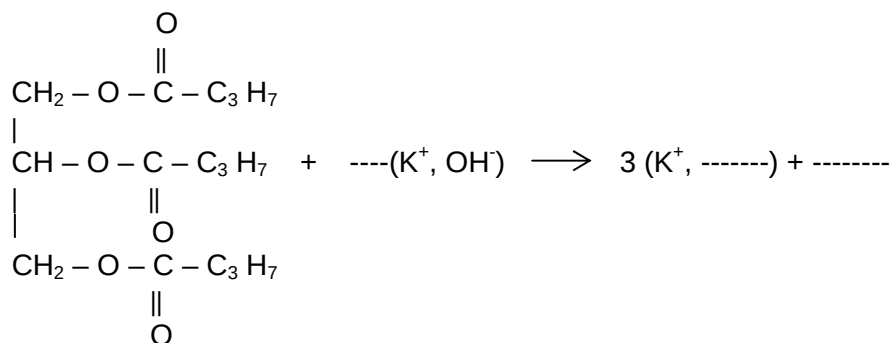
(01 point)

3.2. Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre A et B. Nommer le composé organique E obtenu. Préciser les caractéristiques de la réaction.

(1,5 point)

3.3. Pour fabriquer du savon mou, on fait réagir la potasse (K^+ , OH^-) sur la butyrine.

3.3.1. Recopier l'équation-bilan de la réaction et la compléter :



(1,5 point)

3.3.2. Nommer cette réaction, préciser ses caractéristiques et son intérêt.

(01 point)

EXERCICE 4 (04 points)

La fibre optique associée à un rayon laser permet de détruire des tumeurs cancéreuses. En endoscopie, elle éclaire l'intérieur du corps et transmet les images au médecin. Dans les télécommunications, elle permet de réaliser des réseaux haut débit (image, son, texte.....) et ceci grâce à un transport de lumière par une succession de réflexions totales entre deux milieux d'indices de réfraction différents sur une longue distance.

Le schéma ci-dessous représente une fibre optique, laquelle est constituée d'un cœur et d'une gaine qui se comporte comme un miroir plan.

Un rayon laser se propage dans l'air puis pénètre en I dans le cœur de la fibre optique.

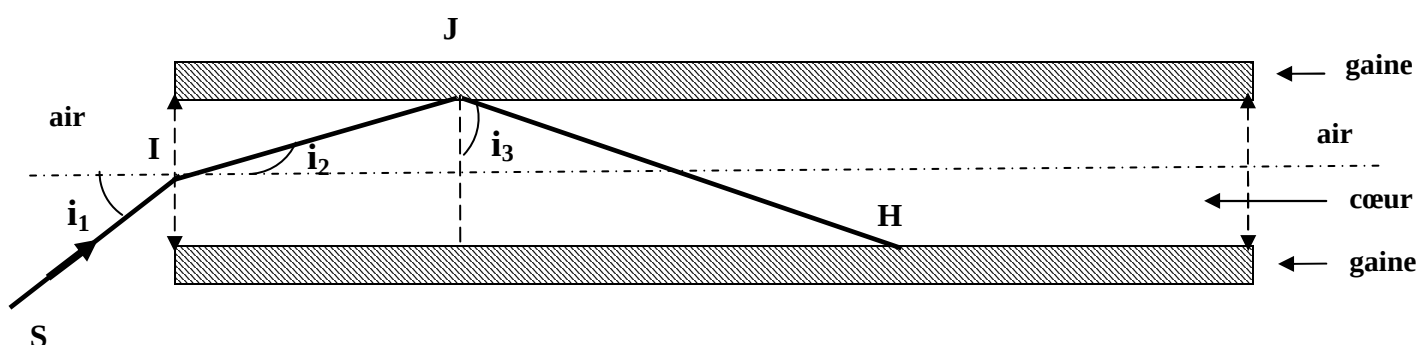
4.1. La surface de séparation entre deux milieux est appelée dioptre, Identifier les différents dioptres rencontrés par le rayon lumineux. Nommer les rayons SI, IJ et JH ainsi que les angles i_1 , i_2 et i_3 . (02 points)

4.2. Découper la partie de la feuille de copie contenant le schéma. Compléter le schéma en traçant le cheminement du rayon lumineux du point H jusqu'à la sortie de la fibre optique. (02 points)

Découper suivant la ligne ci-dessous. Le schéma est à compléter et à rendre avec la copie

.....

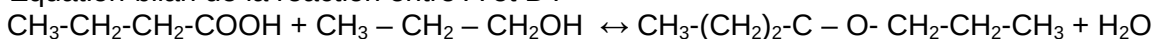
Numéro de table :



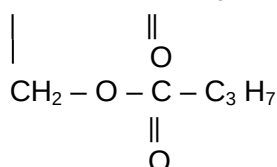
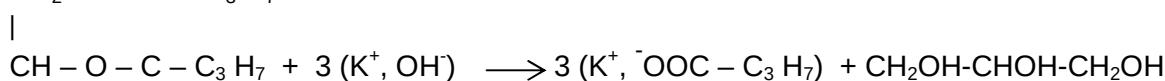
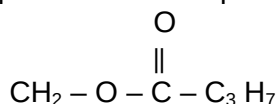
**CORRIGE****EXERCICE 1 (06 points)****1.1.** L'uranium 235 « combustible » de centrales nucléaires. (01 point)**1.2.** Fissile : se dit d'un nucléide susceptible de subir des réactions de fission.

Demi-vie : durée pour laquelle la moitié des noyaux radioactifs d'un échantillon radioactif est désintégrée.

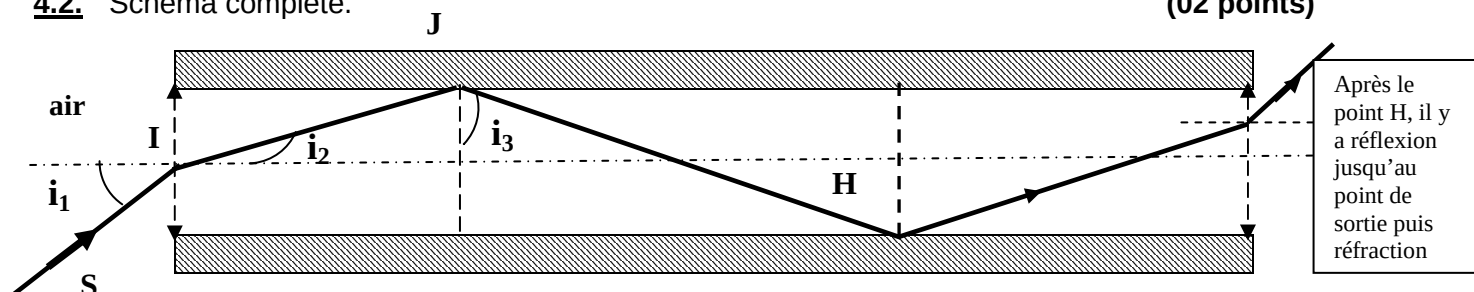
Activité : nombre de désintégrations par seconde d'un échantillon radioactif. (03 points)

1.3. L'unité d'activité dans le système international est le becquerel (Bq). (0,5 point)**1.4.** Conservation du nombre de nucléons : $235 + 1 = 94 + A + 3 \rightarrow A = 139$ Conservation du nombre de charges : $92 = Z + 54 \rightarrow Z = 38$ L'équation nucléaire s'écrit alors : ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{94}_{38}\text{Sr} + {}^{139}_{54}\text{Xe} + 3 {}^1_0\text{n}$ (1,5 point)**EXERCICE 2 (05 points)****A. La bonne réponse****2.1.** c) 36 V car $U_2/U_1 = n_2/n_1 \rightarrow U_2 = U_1 n_2/n_1$ (0,75 point)**2.2.** c) 77 protons et 115 neutrons (0,75 point)**2.3.** Bonne réponse c) v_2 car on observe l'effet photoélectrique pour toute fréquence supérieure ou égale à la fréquence seuil ν_0 donnée par : $\nu_0 = C/\lambda_0 = 4,6 \cdot 10^{14}$ Hz (01 point)**B. Répondre par VRAI ou FAUX****2.4.** Vrai (0,75 point)**2.5.** Faux (0,5 point)**C. Phrases complétées** (1,25 point)Le polystyrène résulte de la polymérisation du monomère appelé **styrène**. Le nombre moyen de **motifs** que comporte la macromolécule est appelé **degré** de polymérisation.La saponification est une réaction entre **une base forte** et un triglycéride ; elle permet d'obtenir du savon et du **glycérol**.**EXERCICE 3 (05 points)****3.1.** Acide butanoïque (A) : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ Propan-1-ol (B) : $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ (01 point)**3.2.** Equation-bilan de la réaction entre A et B :

E = butanoate de propyle (1,5 point)

3.2.1. Equation-bilan complétée :

(1,5 point)

3.2.2. Cette réaction est une saponification, elle est lente et totale et permet de fabriquer du savon. (01 point)**EXERCICE 4 (04 points)****4.1.** En suivant le cheminement d'un rayon lumineux on peut considérer les dioptries : (air – cœur) ; (cœur – gaine) ; (cœur – air) : SI = rayon incident ; IJ = rayon réfracté ; JH = rayon réfléchi ; i_1 = angle d'incidence ; i_2 = angle de réfraction ; i_3 = angle de réflexion. (02 points)**4.2.** Schéma complété. (02 points)

2012



PHYSIQUE



CHIMIE

CLUB SCIENCES DE SIMBANDI
BRASSOU

**Epreuve du 1^{er} groupe****SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1 (03 points)**

L'acétanilide est anciennement utilisé comme antipyrétique sous le nom d'antifébrine (calme la fièvre). La formule semi-développée de l'acétanilide est écrite ci-contre :

1.1 Nommer le groupe fonctionnel encadré dans cette formule. (0,25 point)

1.2 Ecrire les formules semi-développées de l'amine et de l'acide carboxylique dont est issu, formellement, l'acétanilide. (0,5 point)

1.3. Dans la pratique, la synthèse de l'acétanilide se fait en chauffant à reflux un mélange de l'amine et de l'anhydride éthanóïque (au lieu d'acide éthanóïque).

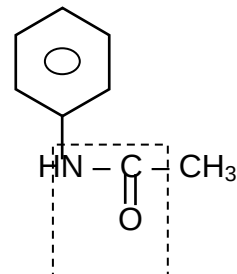
1.3.1 Pourquoi utilise-t-on l'anhydride éthanóïque plutôt que l'acide éthanóïque pour synthétiser l'acétanilide ? (0,5 point)

1.3.2 Au cours d'une expérience, on introduit dans un ballon sec, un volume $V_1 = 10,0$ mL d'aniline pure ($C_6H_5NH_2$) dans un solvant approprié et on ajoute un volume $V_2 = 15,0$ mL d'anhydride éthanóïque. On chauffe à reflux pendant quelques minutes. Après refroidissement, on verse dans l'eau froide ; des cristaux blancs d'acétanilide apparaissent progressivement. Après filtration, lavage à l'eau et séchage, le solide obtenu a une masse de 12,7 g.

a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de synthèse de l'acétanilide (on considère que le second produit organique obtenu en même temps que l'acétanilide ne réagit pas avec l'aniline dans les conditions de l'expérience). (0,5 point)

b) Calculer les quantités de réactifs utilisées. Préciser le réactif limitant. (0,75 point)

c) Calculer le rendement de la synthèse de l'acétanilide (0,5 point)

**Données :**

Densité de l'aniline : $d_1 = 1,02$; densité de l'anhydride éthanóïque : $d_2 = 1,08$

Masses molaires en $g \cdot mol^{-1}$: $M(C) = 12$; $M(N) = 14$; $M(H) = 1$; $M(O) = 16$

EXERCICE 2 (03 points)

2.1 Une solution aqueuse d'un monoacide noté AH de concentration molaire $C = 7,9 \cdot 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$ a un $pH = 2,1$.

2.1.1 Le monoacide AH est-il un acide fort ou faible? Justifier la réponse. (0,5 point)

2.1.2 Ecrire alors l'équation-bilan de sa réaction avec l'eau. (0,25 point)

2.2 On prépare une solution en dissolvant une masse m d'un monoacide fort de masse molaire M dans un volume V d'eau pure. On négligera la variation de volume consécutive à la dissolution de l'acide.

2.2.1 Exprimer le pH de la solution en fonction de m , M et V . (0,25 point)

2.2.2 On mesure les pH de plusieurs solutions obtenues chacune par dissolution d'une masse m de cet acide dans un volume $V = 1L$ d'eau. Le graphe $pH = f(\log m)$ est reproduit en annexe [courbe (I)].

a) Montrer, à partir du graphe, que le pH peut se mettre sous la forme : $pH = a \log m + b$ où a et b sont des constantes dont on déterminera les valeurs. (0,5 point)

NB : il n'est pas demandé de rendre la courbe(I) avec la copie, on expliquera seulement l'exploitation qui en est faite pour répondre à la question posée.

b) Dédire des résultats précédents la masse molaire M de l'acide et l'identifier parmi les acides de formules : HCl ; HNO_3 ; H_2SO_4 ; $HClO_3$ (0,5 point)

Données : masses molaires en $g \cdot mol^{-1}$: $M(H) = 1$; $M(O) = 16$; $M(S) = 32$; $M(N) = 14$; $M(Cl) = 35,5$

2.3 On prélève un volume $V_a = 20$ mL d'une des solutions de l'acide de $pH = 2,1$ et on y ajoute un volume

$V_b = 30$ mL d'une solution d'hydroxyde sodium de concentration molaire $C_b = 5 \cdot 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$.

2.3.1 Le mélange obtenu est-il acide, basique, ou neutre ? Justifier la réponse. (0,5 point)

2.3.2 Calculer le pH de ce mélange. (0,25 point)

2.3.3 Quel volume de la solution d'hydroxyde sodium devrait-on ajouter pour neutraliser exactement le volume d'acide prélevé? (0,25 point)

EXERCICE 3 (05 points)**N.B. Les questions 3.2 et 3.3 sont indépendantes de la question 3.1.**

Le premier lanceur Ariane est une fusée à trois étages qui pèse, avec sa charge utile (satellite), 208 tonnes au décollage. *Le premier étage qui fonctionne pendant 145 secondes est équipé de 4 moteurs Viking V alimentés par du peroxyde d'azote N_2O_4 (masse de peroxyde emportée : 147,5 tonnes). L'intensité de la force de poussée totale $\vec{F}$ est **constante** pendant le fonctionnement des réacteurs et vaut $F = 2445 \text{ kN}$.*

Ce lanceur peut mettre en orbite circulaire basse de 200 km d'altitude un satellite de 4850 kg ; il peut également placer sur une orbite géostationnaire un satellite ; comme il peut placer en orbite héliosynchrone des satellites très utiles pour des applications météorologiques.

3.1 Etude du mouvement d'ascension de la fusée.

On étudie le mouvement de la fusée dans le référentiel terrestre qu'on suppose galiléen.

Le champ de pesanteur est supposé uniforme dans le domaine étudié et son intensité est : $g_0 = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

On choisit un axe Oz vertical dirigé vers le haut.

On néglige les frottements et la poussée d'Archimède dans l'air ainsi que l'action des autres planètes.

La fusée Ariane s'élève verticalement sous l'action de la force de poussée $\vec{F}$ due à l'éjection des gaz.

Cette force est donnée par : $\vec{F} = -\mu \vec{V}_E$, relation où $\vec{V}_E$ est la vitesse d'éjection des gaz par rapport à la fusée

et μ le débit constant des gaz qui s'exprime par : $\mu = -\frac{dm}{dt} \frac{dm}{dt}$ avec $-dm$ la masse de gaz éjectée

pendant la durée dt .

3.1.1 On désigne par m_0 la masse de la fusée à la date $t = 0$, début de l'ascension et m la masse de la fusée à la date t . Montrer que : $m = m_0 - \mu t$. **(0,5 point)**

3.1.2 Calculer, à l'aide des données numériques utiles fournies en début d'énoncé, le débit des gaz μ et la norme V_E de la vitesse d'éjection des gaz. **(0,5 point)**

3.1.3 Appliquer le théorème du centre d'inertie à la fusée et en déduire l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ en fonction du poids $\vec{P}$ de la fusée, de m et de la force de poussée $\vec{F}$. **(0,25 point)**

3.1.4 En déduire que la norme de $\vec{a}$ s'écrit $a(t) = \frac{\mu V_E}{m_0 - \mu t} - g_0$. Le mouvement de la fusée est-il uniformément accéléré ? Justifiez sans calcul. **(0,5 point)**

3.2. Étude du mouvement d'un satellite artificiel situé à basse altitude ($h = 200 \text{ km}$)

On suppose que la Terre, de masse M_T , de rayon R_T et de centre O , est une sphère et qu'elle présente une répartition de masse à symétrie sphérique et que le satellite peut être assimilé à un point matériel.

Le satellite artificiel S, de masse m_s , décrit une orbite circulaire de rayon r autour de la Terre. On suppose que le satellite est soumis uniquement à la force gravitationnelle exercée par la Terre. On notera K , la constante de gravitation universelle.

3.2.1 Exprimer l'intensité du champ de gravitation terrestre $G(h)$ en fonction de M_T , R_T , h et K puis en fonction de R_T , h et G_0 (G_0 étant l'intensité du champ de gravitation terrestre au sol). **(0,5 point)**

3.2.2 Montrer que le mouvement du satellite dans le référentiel géocentrique est uniforme. **(0,5 point)**

3.2.3 En déduire l'expression de la vitesse V_s du satellite en fonction de G_0 , R_T et h puis celle de sa période de révolution T_s . **(0,5 point)**

3.2.4 Calculer V_s et T_s sachant que $G_0 = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$; $h = 200 \text{ km}$ et $R_T = 6400 \text{ km}$. **(0,5 point)**

3.3. METEOSAT 8 : un satellite géostationnaire.

Les satellites météorologiques comme Météosat sont des appareils d'observation géostationnaires.

Ce satellite a été lancé par ARIANE 5 le 28 août 2002. Il est opérationnel depuis le 28 janvier 2004.

Il fournit de façon continue des informations couvrant une zone circulaire représentant environ 42% de la surface de la Terre.

3.3.1. Préciser les conditions à remplir par METEOSAT 8 pour qu'il soit géostationnaire. **(0,5 point)**

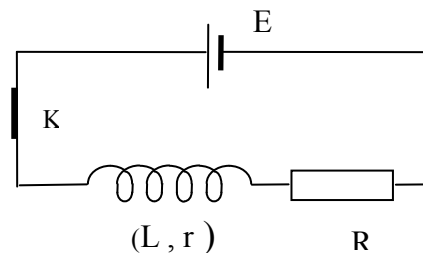
3.3.2. En déduire, pour METEOSAT 8, la valeur du rayon $R_T + h$ de son orbite puis celle de son altitude h . **(0,75 point)**

Données : $G_0 = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$; $R_T = 6370 \text{ km}$; $K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$; $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

Epreuve du 1^{er} groupe**EXERCICE 4 (04 points)**

Afin de déterminer la résistance r d'une bobine et son inductance L on réalise, comme indiqué sur le schéma ci-contre, un circuit série comportant cette bobine, un conducteur ohmique de résistance $R = 390 \, \Omega$, un générateur de résistance négligeable et de force électromotrice $E = 4 \, \text{V}$ et un interrupteur. On ferme l'interrupteur à la date $t = 0$.

Un dispositif approprié a permis d'enregistrer l'évolution de l'intensité i du courant qui parcourt le circuit au cours du temps t . Le tableau suivant indique des valeurs de i à différentes dates t .



$i \, (10^{-3} \, \text{A})$	0,00	6,25	8,30	9,20	9,80	10,00	10,00	10,00
$t \, (10^{-3} \, \text{s})$	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75

4.1 Tracer la courbe de variation de l'intensité du courant en fonction du temps : $i = f(t)$ [courbe II à rendre avec la copie] ; Echelles : 2 cm pour $0,25 \cdot 10^{-3} \, \text{s}$; 1 cm pour $10^{-3} \, \text{A}$ (0,5 point)

4.2 Quel est le phénomène physique responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit?

Expliquer brièvement.

(0,5 point)

4.3 Déterminer graphiquement l'intensité I_0 du courant traversant le circuit lorsque le régime permanent est atteint.

(0,5 point)

4.4 Etablir l'équation différentielle suivante régissant la variation dans le temps de l'intensité du courant :

$$L \frac{di}{dt} + (R+r) i = E \quad (0,5 \text{ point})$$

4.5 Dédire de cette équation l'expression de I_0 en fonction de E , R et r . En déduire la valeur de la résistance r de la bobine.

(0,5 point)

4.6 Vérifier que $i = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ est solution de l'équation différentielle où τ sera exprimé en fonction de L , R et r .

(0,5 point)

4.6.1 Définir τ et donner sa signification physique. Déterminer graphiquement la valeur de τ .

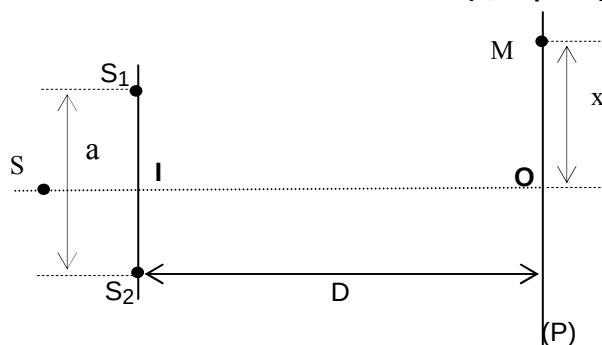
(0,75 point)

4.6.2 En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine.

(0,25 point)

EXERCICE 5 (05 points)

On considère le dispositif de Young représenté ci-contre : S_1 et S_2 sont deux sources lumineuses ponctuelles distantes de $a = 1 \, \text{mm}$. Le plan (P) de l'écran observation parallèle à $S_1 S_2$ est situé à la distance $D = 1 \, \text{m}$ du milieu I du segment $S_1 S_2$; le point O est la projection orthogonale de I sur (P). Sur la droite perpendiculaire à IO au point O et parallèle à S_1 et S_2 , un point M est repéré par sa distance X du point O (X est l'abscisse de M sur un axe orienté colinéaire à cette droite).



Les deux sources S_1 et S_2 , sont obtenues, grâce à un dispositif interférentiel approprié, à partir d'une source ponctuelle S située sur l'axe IO .

5.1 La source S émet une radiation monochromatique de longueur d'onde λ .

5.1.1 Décrire ce que l'on observe sur l'écran.

(0,5 point)

5.1.2 Etablir, en fonction de a , x et D , l'expression de la différence de marche δ au point M.

NB : x et a étant petits devant D on supposera que $S_1 M + S_2 M \approx 2D$.

(0,5 point)

5.1.3 En déduire l'expression de l'interfrange i en fonction de a , D et λ . Calculer la longueur d'onde λ sachant que $i = 0,579 \, \text{mm}$.

(0,5 point)

5.2. La source S émet maintenant deux radiations de longueurs d'onde λ_1 et λ_2 .

5.2.1 Dans une première expérience, on utilise des radiations verte et rouge de longueur d'onde respective

$\lambda_1 = 500 \, \text{nm}$ et $\lambda_2 = 750 \, \text{nm}$.

a) Au milieu O de l'écran, on observe une coloration jaune. Expliquer cette observation.

(0,5 point)

b) Quel est l'aspect du champ d'interférences :

- au point M_1 tel que : $OM_1 = 0,75 \, \text{mm}$?

- au point M_2 tel que : $OM_2 = 1,5 \, \text{mm}$?

(0,5 point)

.../... 4

Epreuve du 1^{er} groupe

5.2.2 Dans une deuxième expérience les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 sont voisines :

$\lambda_1 = 560 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 528 \text{ nm}$.

A quelle distance minimale x du point O observe-t-on une extinction totale de la lumière ?

(0,75 point)

5.3. La source S émet de la lumière blanche que l'on supposera composée de toutes les radiations de longueur d'onde λ telle que : $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 800 \text{ nm}$

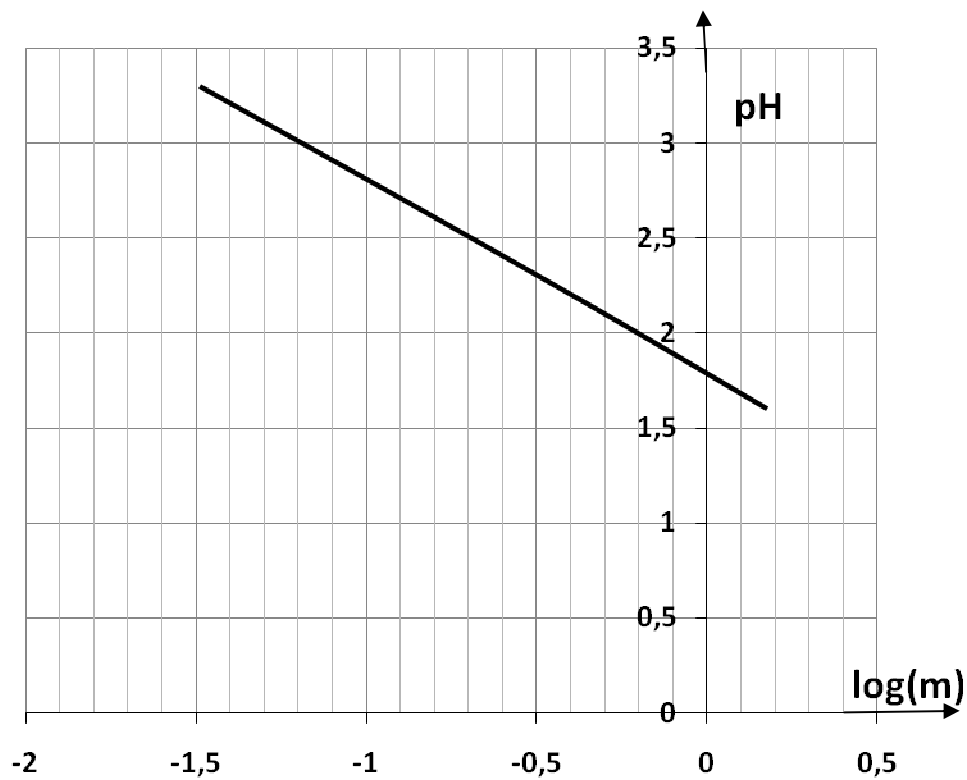
5.3.1. Qu'observe-t-on sur l'écran? Justifier brièvement la réponse.

(0,75 point)

5.3.2 Quelles sont les longueurs d'onde des radiations éteintes au point M tel que $OM = x = 1,5 \text{ mm}$?

(01 point)

Courbe (I) de l'exercice 2



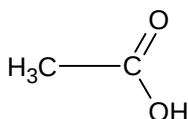
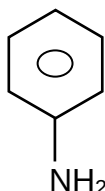


CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1

1-1 Le groupe fonctionnel encadré est le groupe amide

1-2 Les formules semi-développées de l'amine et de l'acide carboxylique dont dérive l'acétanilide sont respectivement.

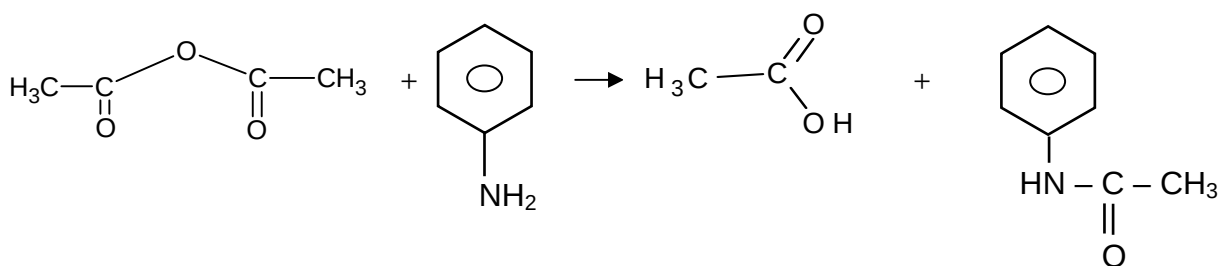


1-3

1-3-1 On utilise l'anhydride éthanoïque plutôt que l'acide éthanoïque pour améliorer le rendement de la réaction en la rendant totale et rapide

1-3-2

a- Equation-bilan de la réaction



b- On désigne n_1 et n_2 les quantités de matières respectives d'aniline et d'anhydride éthanoïque avant la réaction.

$$n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{\rho_1 V_1}{M_1}$$

Or $\rho_1 = d_1 \rho_e \rightarrow n_1 = \frac{d_1 \rho_e V_1}{M_1}$

AN

$$M_1 = 6M_C + 7M_H + M_N = 6 \cdot 12 + 7 \cdot 1 + 14 = 93 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$n_1 = \frac{1,02 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{93} = 1,1 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

$$n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{d_2 \rho_e V_2}{M_2}$$

AN : $M_2 = 4M_C + 6M_H + 3M_O = 4 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 3 \cdot 16 = 102 \text{ g.mol}^{-1}$

$$n_2 = \frac{1,08 \cdot 10^3 \cdot 15 \cdot 10^{-3}}{102} = 1,6 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

On a : $\frac{n_1}{1} < \frac{n_2}{1}$ donc l'aniline est le réactif limitant d'après la stœchiométrie de la réaction

c- Le rendement de la réaction s'écrit ; $\eta = \frac{(m_3)_{réelle}}{(m_3)_{attendue}} \cdot 100$ où m_3 est la masse d'acétanilide.

$$: \eta = \frac{m_3}{n_1 \cdot M_3} \cdot 100$$

AN

$$: \eta = \frac{12,7 \cdot 100}{1,1 \cdot 10^{-1} \cdot 135} = 85,8\%$$

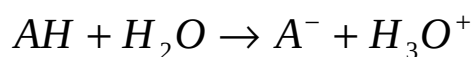
EXERCICE 2

2-1

2-1-1 On a $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-2,1} = 7,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ d'où $[H_3O^+] = C$ donc le monoacide AH est complètement ionisé dans l'eau ; c'est un acide fort.

NB : On aurait pu vérifier, par calcul, que le coefficient d'ionisation $\alpha = 1$ prouvant que la dissociation de l'acide est totale et que par conséquent l'acide est fort.

2-1-2 Equation bilan de la réaction avec l'eau.



2-2

2-1-1 $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{MV}$

$$C = [H_3O^+] \Rightarrow$$

$$pH = - \log \frac{m}{MV}$$

2-2-1

a- La courbe est une droite ne passant par l'origine O, son équation est de la forme

$$pH = a \log m + b$$

a est la pente de la droite et b l'ordonnée à l'origine.

Graphiquement on trouve :

$$a = -1$$

et

$$b = 1,8$$

b- Masse molaire M de l'acide

$$pH = -\log \frac{m}{MV} \Rightarrow pH = -(\log m - \log MV) = -\log m + \log MV \quad \text{par identification on a : } b = \log MV$$

$$MV = 10^b ; \quad M = \frac{10^b}{V}$$

AN :

$$M = \frac{10^{1,8}}{1} = 63 g.mol^{-1}$$

$$M(HNO_3) = M_N + M_O + M_H = 14 + 3 \cdot 16 + 1 = 63 g.mol^{-1}$$

Le monoacide fort a pour formule : HNO_3

2-3

2-3-1 Comparons $n(H_3O^+)$ avec $n(OH^-)$.

$$n(H_3O^+) = n_a = C_a V_a$$

AN :

$$: n(H_3O^+) = 7,9 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 1,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(OH^-) = n_b = C_b V_b$$

$$n(OH^-) = 5 \cdot 10^{-2} \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

$$n(H_3O^+) < n(OH^-) \text{ donc}$$

le mélange est basique

2-3-2 pH de la solution finale.

$$[OH^-]_{\text{res tant}} = \frac{nOH^- - nH_3O^+}{V_a + V_b} :$$

$$[OH^-]_{\text{res tant}} = \frac{1,53 \cdot 10^{-3} - 1,58 \cdot 10^{-4}}{(20 + 30) \cdot 10^{-3}} = 2,74 \cdot 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$$

$$\text{A } 25^\circ\text{C, } pH = 14 + \log[OH^-] \quad \text{AN} \quad : \quad pH = 14 + \log 2,74 \cdot 10^{-2} = 12,4$$

2-3-3 Volume de soude à ajouter exactement pour neutraliser l'acide

Il s'agit ici de déterminer le volume de base V_b' qu'il aurait fallu ajouter au volume $V_a = 20 \text{ mL}$ d'acide initialement prélevé pour atteindre l'équivalence acido-basique ; d'où $C_a V_a = C_b V_b'$

;

$$V_b' = \frac{C_a V_a}{C_b} = \frac{7,9 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-2}} = 3,1 \text{ mL}$$

EXERCICE 3

3-1

3-1-1 Montrer que $m = m_0 - \mu t$

De $\mu = -\frac{dm}{dt}$ on tire par intégration $m = -\mu t + cte$

à $t = 0$ on a $m = m_0$ d'où

$$m = -\mu t + m_0$$

3-1-2 Calcul de μ

$$\mu = \frac{147,5 \cdot 10^3}{145} = 1,017 \cdot 10^3 \text{ kg.s}^{-1}$$

Calcul de V_E

$$F = \mu V_E \Rightarrow V_E = \frac{F}{\mu} \quad \text{AN : } V_E = \frac{2445.10^3}{1,017.10^3}$$

$$V_E = 2404 \text{ m.s}^{-1}$$

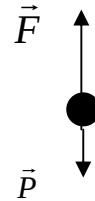
3-1-3 Expression du vecteur accélération en fonction du poids et de la poussée.

Système : fusée

Référentiel terrestre supposé galiléen.

Bilan des forces appliquées : le poids $\vec{P} = m\vec{g}$

la poussée $\vec{F} = -\mu\vec{V}_E$



Théorème du centre d'inertie

$$\vec{P} + \vec{F} = m \vec{a}$$

D'où

$$\vec{a} = \frac{\vec{P} + \vec{F}}{m}$$

3-1-4 Expression de la norme de $\vec{a}$:

$$\vec{P} + \vec{F} = m\vec{a}$$

Projection suivant un axe vertical ascendant : $F - P = ma$

$$\mu V_E - mg = ma \Rightarrow a = \frac{\mu V_E}{m} - g \Rightarrow a = \frac{\mu V_E}{m_o - \mu t} - g$$

a est variable ; le mouvement n'est pas uniformément accéléré

3-2

3-2-1 Expressions du champ de gravitation $G(h)$

Par définition, la force de gravitation qui agit sur le satellite s'exprime par :

$$\vec{F} = m\vec{G} = -\frac{KM_T m}{(R_T + h)^2} \vec{u} \quad \text{avec } \vec{u} \text{ vecteur unitaire centrifuge ; } \Rightarrow \text{ en norme } G = \frac{KM_T}{(R_T + h)^2}$$

$$\text{A l'altitude } h = 0, G = G_o = \frac{KM_T}{R_T^2} \Rightarrow KM_T = G_o R_T^2 \Rightarrow G = G_o \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$$

3-2-2 Mouvement uniforme

Appliquons le théorème du centre d'inertie au satellite dans le référentielle géocentrique supposé galiléen. Seule la force de gravitation agit sur le satellite $\vec{F} = m\vec{G} = m\vec{a}$

$\vec{F}$ est centripète donc $\vec{a}$ est centripète : dans la base de Freinet, $\vec{a} = \vec{a}_N \Rightarrow a_T = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = cte$: le mouvement est uniforme.

3-2-3 Expressions de V_S et T_S respectivement vitesse et période de révolution du satellite.

$$a_N = \frac{V_S^2}{R_T + h} = G = G_o \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2} \Rightarrow V_S^2 = \frac{G_o R_T^2}{R_T + h} \Rightarrow V_S = R_T \sqrt{\frac{G_o}{R_T + h}}$$

La période T_s est la durée d'une révolution : $T_s = \frac{2\pi(R_T + h)}{V_s} \Rightarrow$

$$T_s = \frac{2\pi}{R_T} \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G_o}}$$

AN : $V_s = 6,4 \cdot 10^6 \sqrt{\frac{9,8}{6,4 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10^5}}$

$$V_s = 7,8 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$$

$$T_s = \frac{2\pi}{6,4 \cdot 10^6} \sqrt{\frac{(6,4 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10^5)^3}{9,8}}$$

$$T_s = 5,3 \cdot 10^3 \text{ s}$$

3-3

3-3-1 Conditions à remplir par METEOSAT 8 pour être géostationnaire.

Pour qu'il soit géostationnaire, il doit tourner, dans le plan équatorial, dans le même sens que la Terre (vers l'Est) et avec la même vitesse angulaire que celle-ci..

3-3-2 Calcul du rayon de l'orbite $R_T + h$ et de l'altitude h .

$$T = \frac{2\pi}{R_T} \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G_o}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{R_T} \frac{(R_T + h)^3}{G_o} \Rightarrow$$

$$R_T + h = \sqrt[3]{\frac{T^2 R_T^2 G_o}{4\pi^2}}$$

$$h = (R_T + h) - R_T$$

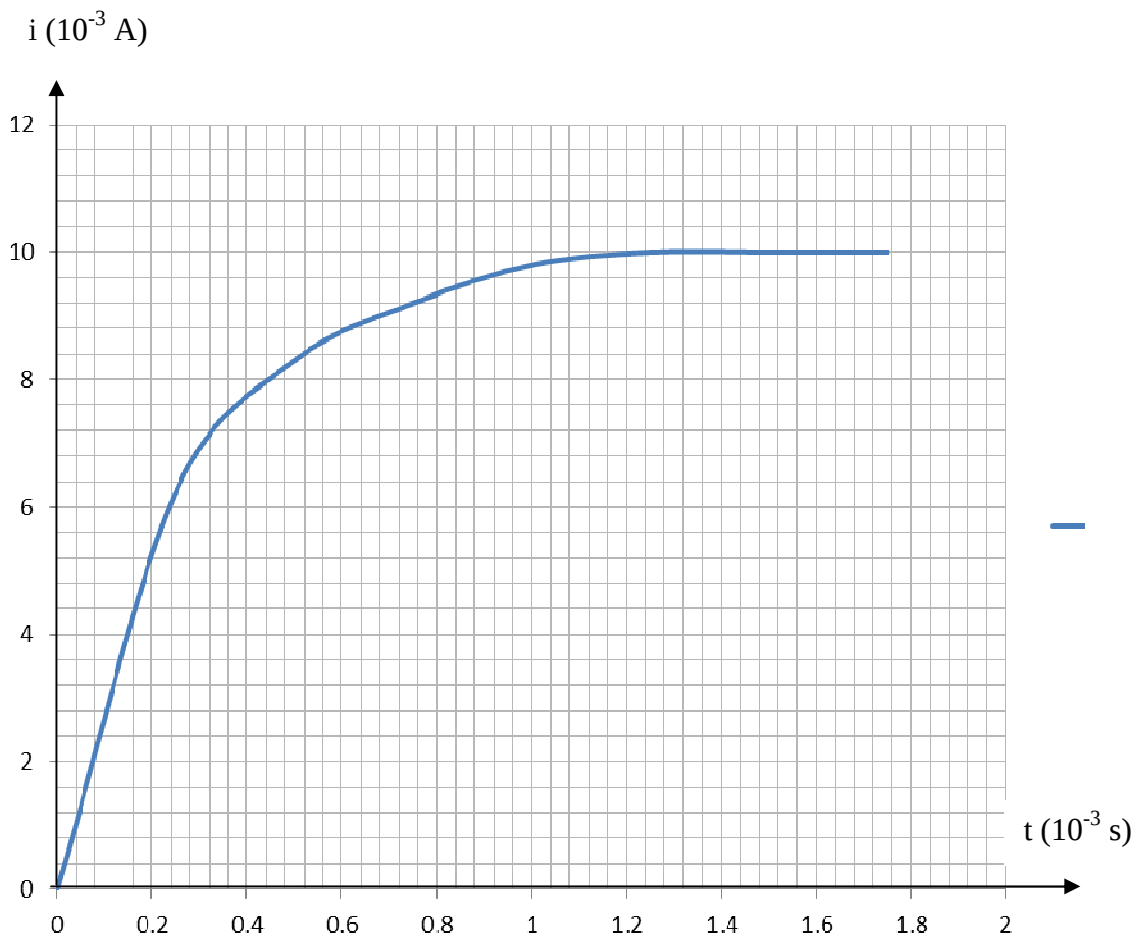
AN : $R_T + h = \sqrt[3]{\frac{86164^2 * 6,37 \cdot 10^6 * 9,8}{4\pi^2}}$

$$R_T + h = 4,23 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$h \approx 36000 \text{ km}$$

EXERCICE 4

4-1 Courbe $i = f(t)$:



4-2 Phénomène physique responsable du retard. Explication brève.

Il s'agit d'un phénomène d'auto-induction : lorsqu'on ferme l'interrupteur pour établir le courant électrique dans le circuit, il se produit une variation du flux à travers la bobine, entraînant une f.e.m d'auto-induction qui tend à s'opposer à la cause qui lui donne naissance.

4-3 Détermination graphique de l'intensité I_0

En régime permanent $i = \text{constante} = I_0$. Graphiquement on lit $I_0 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 10 \text{ mA}$.

4-4 Equation différentielle

$$u_{AB} + u_{BC} = E$$

$$ri + L \frac{di}{dt} + Ri = E$$

$$L \frac{di}{dt} + (R+r)i = E$$

4-5 Expression de I_0 si $i = \text{cte} \Rightarrow$

$$i = I_0 = \frac{E}{R+r}$$

Résistance de la bobine $r = \frac{E}{I_0} - R$

AN : $r = \frac{4}{10 \cdot 10^{-3}} - 390$

$$r = 10 \Omega$$

4-6 Vérification

$$i = \frac{E}{R+r} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{E}{(R+r)\tau} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$L \frac{di}{dt} + (R+r)i = E \Rightarrow \frac{LE}{(R+r)\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} + (R+r) \frac{E}{(R+r)} - \frac{(R+r)E}{R+r} e^{-\frac{t}{\tau}} = E$$

$$\left[\frac{LE}{(R+r)\tau} - \frac{R+r}{R+r} \right] e^{-\frac{t}{\tau}} = 0 \Rightarrow \frac{L}{(R+r)\tau} = 1 \Rightarrow \tau = \frac{L}{R+r}$$

$$\tau = \frac{L}{R+r}$$

4-6-1 .

τ est la constante de temps du circuit. C'est la durée au bout de laquelle l'intensité i vaut 63% de sa valeur en régime permanent. Elle permet de mesurer pratiquement la durée du phénomène transitoire : on peut estimer qu'au bout de 5τ le régime transitoire est terminé, il s'établit un régime permanent.

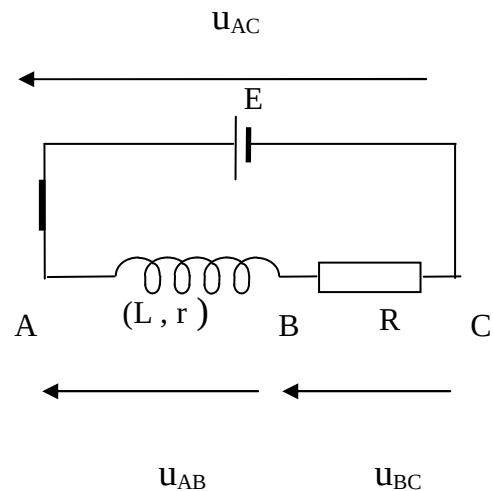
Détermination de τ

A $t = \tau \Rightarrow i(t) = 0,63I_0 = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ A} \Rightarrow \tau \approx 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ s}$ (abscisse du point d'ordonnée $6,3 \cdot 10^{-3}$)

4-6-2 Inductance L

$$\tau = \frac{L}{R+r} \Rightarrow L = (R+r)\tau = 400 * 2,5 \cdot 10^{-4} = 0,1$$

$$L = 0,1 \text{ H}$$



EXERCICE 5

5-1

5-1-1 Observation sur l'écran

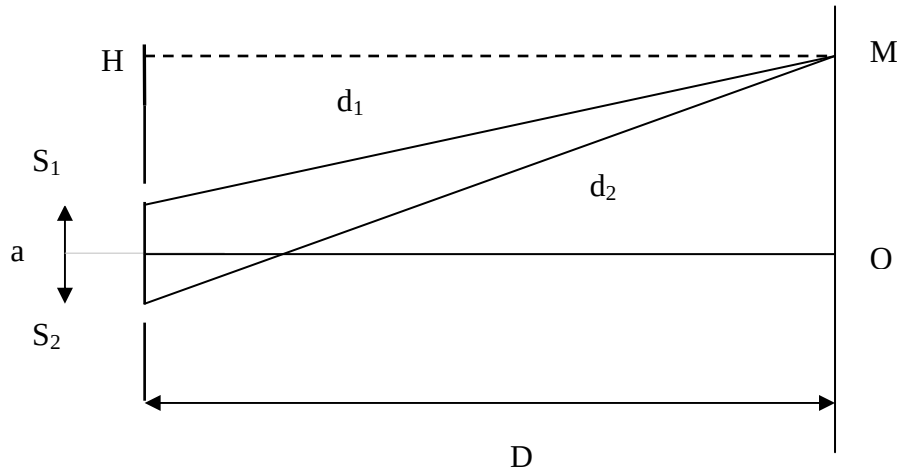
On observe des segments alternativement brillants et sombres représentant des franges d'interférences.

5-1-2 Expression de $\delta = d_2 - d_1$

Considérons les triangles rectangles S_2HM et S_1HM :

$$d_2^2 = D^2 + \left(x + \frac{a}{2}\right)^2$$

$$d_1^2 = D^2 + \left(x - \frac{a}{2}\right)^2$$



$$d_2^2 - d_1^2 = (d_2 - d_1)(d_2 + d_1) = 2ax \Rightarrow \delta(d_2 + d_1) = 2ax$$

$$x \text{ et } a \ll D \Rightarrow d_2 + d_1 \approx 2D \Rightarrow \delta = \frac{ax}{D}$$

5-1-3 Dédution de l'expression de l'interfrange i et calcul de λ

Franges brillantes $\delta = k\lambda = \frac{ax}{D} \Rightarrow x = \frac{k\lambda D}{a}$ d'où pour deux franges brillantes consécutives

$$i = x_2 - x_1 = \frac{(k+1)\lambda D}{a} - \frac{k\lambda D}{a} = \frac{\lambda D}{a}$$

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$

On peut utiliser les franges sombres.

On tire $\lambda = \frac{ia}{D}$ AN : $\lambda = \frac{0,579 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}{1}$

$$\lambda = 579 \text{ nm}$$

5-2

5-2-1

a) Aspect de l'écran au milieu O.

Cet aspect jaune est dû à la superposition des couleurs verte et rouge

b) Aspects aux points M_1 et M_2

Soit l'ordre d'interférences $p = \frac{\delta}{\lambda}$

En M_1 ($x_1 = 0,75 \text{ mm}$) :

- $\lambda_1 = 500 \text{ nm} \Rightarrow p = \frac{\delta}{\lambda_1} = \frac{ax_1}{D\lambda_1} = \frac{10^{-3} \cdot 0,75 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 500 \cdot 10^{-9}} = \frac{750}{500} = \frac{3}{2} \Rightarrow \text{frange obscure.}$

- $\lambda_2 = 750 \text{ nm} \Rightarrow p = \frac{ax_1}{D\lambda_2} = \frac{10^{-3} \cdot 0,75 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 750 \cdot 10^{-9}} = 1 \Rightarrow \text{frange brillante rouge}$

On déduit qu'en M_1 la frange est brillante rouge

En $M_2(x_2 = 1,5 \text{ mm})$:

- $\lambda_1 \Rightarrow p = \frac{ax_2}{D\lambda_1} = \frac{10^{-3} * 1,5 \cdot 10^{-3}}{1 * 500 \cdot 10^{-9}} = 3 \Rightarrow \text{frange brillante verte.}$
- $\lambda_2 \Rightarrow p = \frac{ax_2}{D\lambda_2} = \frac{10^{-3} * 1,5 \cdot 10^{-3}}{1 * 750 \cdot 10^{-9}} = 2 \Rightarrow \text{frange brillante rouge.}$

On en déduit qu'en M_2 la frange est brillante jaune

5-2-2 Distance minimale où il y a extinction totale de la lumière.

Frange obscure
$$\delta = \frac{(2k+1)\lambda}{2} = \frac{ax}{D} \Rightarrow x = \frac{(2k+1)\lambda D}{2a}$$

$$x_1 = x_2 \Leftrightarrow \frac{(2k_1+1)\lambda_1 D}{2a} = \frac{(2k_2+1)\lambda_2 D}{2a} \Rightarrow (2k_1+1)\lambda_1 = (2k_2+1)\lambda_2 \Rightarrow \frac{2k_1+1}{2k_2+1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\Rightarrow \frac{2k_1+1}{2k_2+1} = \frac{528}{560} = \frac{33}{35} \Rightarrow 2k_1+1 = 33 \Rightarrow k_1 = 16 \text{ et } 2k_2+1 = 35 \Rightarrow k_2 = 17 ;$$

$$x = \frac{(2k_1+1)\lambda_1 D}{2a} = \frac{33 * 560 \cdot 10^{-9} * 1}{2 * 10^{-3}} = 9,24 \cdot 10^{-3} \quad \boxed{x = 9,24 \text{ mm}}$$

5-3

5-3-1 Observation sur l'écran. Explication.

Seule la frange centrale est blanche du fait de la superposition de toutes les franges brillantes des radiations. Sur le reste, les systèmes de franges sont décalés de part et d'autre de la frange centrale : deux à trois franges irisées sont observées au voisinage ; au-delà on observe un blanc d'ordre supérieur là où la plupart des radiations présentent une frange brillante.

5-3-2 Longueur d'onde des radiations éteintes

Position d'une frange obscure $x = \frac{(2k+1)\lambda D}{2a} \Rightarrow \lambda = \frac{2ax}{(2k+1)D}$

$$400 \cdot 10^{-9} \leq \lambda \leq 800 \cdot 10^{-9} \Leftrightarrow 400 \cdot 10^{-9} \leq \frac{2ax}{(2k+1)D} \leq 800 \cdot 10^{-9} \Rightarrow$$

$$\frac{2ax}{800 \cdot 10^{-9} D} \leq 2k+1 \leq \frac{2ax}{400 \cdot 10^{-9} D} \Rightarrow \frac{ax}{800 \cdot 10^{-9} D} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{ax}{400 \cdot 10^{-9} D} - \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{10^{-3} * 1,5 \cdot 10^{-3}}{1 * 800 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{2} \leq k \leq \frac{10^{-3} * 1,5 \cdot 10^{-3}}{1 * 400 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{2} \Leftrightarrow 1,375 \leq k \leq 3,25 \Rightarrow k = 2 \text{ et } k = 3.$$

- $k = 2 \Rightarrow \lambda = \frac{2ax}{5D} = \frac{2 * 10^{-3} * 1,5 \cdot 10^{-3}}{5 * 1} = 6 \cdot 10^{-7}$

- $k = 3 \Rightarrow \lambda = \frac{2ax}{7D} = 4,29 \cdot 10^{-7}$

Les longueurs d'onde des radiations absentes sont

$\lambda = 600 \text{ nm}$

$\lambda = 429 \text{ nm}$

**Epreuve du 1^{er} groupe****SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1 (04,5 points)****A ï Recopier et compléter les phrases suivantes :****(02 points)**

Lorsqu'un faisceau lumineux traverse une petite ouverture, il se produit un phénomène de é é é é ..

Ce phénomène, parmi d'autres, prouve que la lumière a une nature é é é é é Quant au modèle de la lumière, il a été théorisé par le savant Einstein.

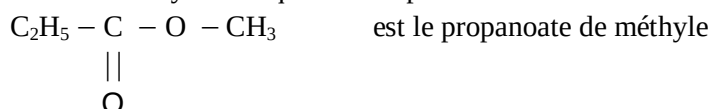
Le test de consiste à plonger la matière plastique dans l'eau.

B - Choisir la bonne réponse.**(01,5 point)**

- Lorsqu'on achète un appareil électroménager, on trouve dans le carton un emballage blanc, solide, léger, il s'agit d'un :
a) P V C c) polyéthylène d) polystyrène
- La réaction entre le méthanoate de méthyle et l'hydroxyde de potassium est une réaction :
a) de polymérisation b) de saponification c) d'estérification
- L'ensemble des atomes dont les noyaux ont les mêmes nombres de protons et de nucléons forment :
a) des isotopes b) des radioéléments c) des nucléides

C - Répondre par Vrai ou Faux**(01 point)**

4 Le nom systématique du composé suivant :



5 Soit N_0 le nombre de noyaux présents dans un échantillon radioactif à la date $t = 0$ s

et soit λ la constante radioactive caractéristique du noyau étudié :

$$\text{Le nombre } N \text{ de noyaux radioactifs restant à la date } t = 2 \frac{\ln 2}{\lambda} \text{ est } N = \frac{N_0}{2}$$

EXERCICE 2 (06 points)

Les applications multiples des matières plastiques sont dues à leurs propriétés légères, solides, transparentes, imperméables, facilement façonnables, peu coûteuses, inaltérables, isolantes etc...

Mais leur succès pose problème. Leur élimination est rendue difficile en raison de leur durée de vie élevée et leur faible biodégradabilité. De ce fait leur accumulation dans l'environnement et par conséquent, leur recyclage semble inévitable.

L'incinération est une alternative qui présente l'avantage d'éliminer les déchets plastiques difficilement triables. De plus, l'énergie fournie par cette combustion est transformée en énergie électrique ou récupérée pour chauffer certains immeubles. Néanmoins l'incinération rejette dans l'atmosphère de nombreux gaz dont certains contribuent au réchauffement de la planète par effet de serre.

De nouvelles pistes de recherche sont explorées pour valoriser les matières plastiques après usage; non seulement il est nécessaire de préserver la nature, mais il faut également éviter l'épuisement des matières premières nécessaires à leur fabrication, le pétrole notamment.

La voie la plus récente s'oriente vers les plastiques biodégradables et les bioplastiques.

2.1 Donner un titre au texte.

(01 point)

2.2 Définir les mots : recyclage, biodégradable.

(01,5 point)

2.3 Pourquoi note-t-on une accumulation de matières plastiques dans l'environnement ?

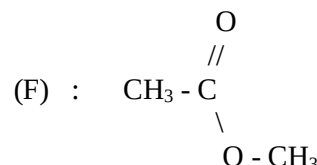
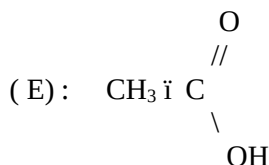
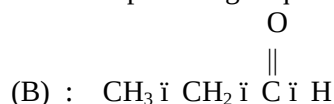
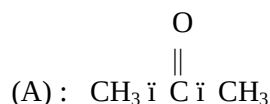
(01,5 point)

2.4 Quels sont les avantages et les inconvénients des solutions préconisées pour éliminer les matières plastiques.

(02 points)

EXERCICE 3 (05 points)

On donne les formules semi-développées des composés organiques A, B, D, E et F suivants :



3.1. Donner la famille à laquelle appartient chacun de ces composés.

(01,25 point)

3.2. Deux de ces composés sont isomères, identifier les.

(01 point)

3.3. On fait réagir D et E, on obtient un produit organique G et de l'eau.

Ecrire l'équation bilan de la réaction.

Comment nomme-t-on cette réaction ? Donner ses caractéristiques.

(01,75 point)

3.4. On fait réagir F et l'hydroxyde de sodium (NaOH). Comment nomme-t-on cette réaction ? Quelles sont ses caractéristiques ?

(01 point)

EXERCICE 4 (04,5 points)

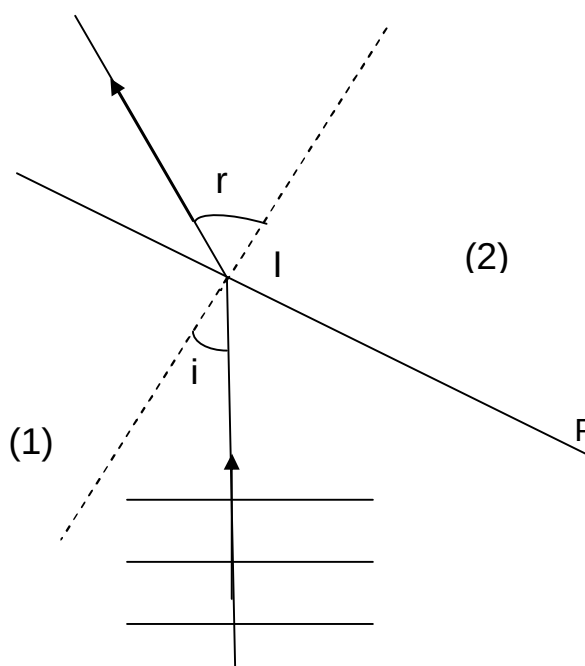
Une onde incidente plane arrive à la surface de séparation plane de deux milieux notés (1) et (2) ; l'angle d'incidence est noté i et l'angle de réfraction r (schéma). Les célérités des deux ondes dans les milieux (1) et (2) sont notées respectivement C_1 et C_2 et les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 respectivement.

On donne la relation : $\frac{C_1}{C_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$.

4.1 Déterminer la longueur d'onde λ_2 de l'onde réfractée sachant que sur la figure la distance séparant deux crêtes consécutives de l'onde incidente vaut 1 cm. On prendra $C_1 = 14 \text{ cm.s}^{-1}$ et $C_2 = 20 \text{ cm.s}^{-1}$ **(02 point)**

4.2 Reproduire le schéma et tracer les faisceaux de l'onde réfléchie et de l'onde réfractée **(02,5 points)**

NB : On tracera pour chaque faisceau 3 lignes de crête.



FIN DE SUJET

**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⁻¹. 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⁻¹ quel serait le volume équivalent ? Commenter le résultat. (0,5 pt)

EXERCICE 2 : (04 points).

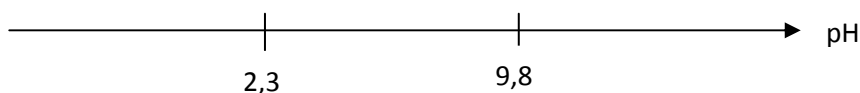
Les acides α aminés jouent un rôle important dans la vie, en particulier en biochimie. Ce sont les éléments constitutifs des protéines.

2.1° L'acide α 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 α aminés des organismes vivants.

- 2.1.1** Donner, dans la nomenclature officielle, le nom de l'acide α aminé A. (0,25 pt)
- 2.1.2** Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de cet acide α aminé. (0,25 pt)
- 2.2** On réalise la réaction de condensation d'un acide α aminé B de formule semi-développée $\text{R-CH}(\text{NH}_2)\text{-CO}_2\text{H}$ sur l'acide α 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⁻¹, déterminer la formule semi-développée et le nom de l'acide α aminé B. (0,75 pt)
- 2.3** L'acide α 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 pK_a de ces couples acide/base ont pour valeur $pK_{a1} = 2,3$ et $pK_{a2} = 9,6$.
- a).** Associer à chaque couple acide/base un pK_a . (0,25 pt)
- b).** Compléter le diagramme ci-dessous en y indiquant les espèces acido-basiques majoritaires de l'acide α 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.

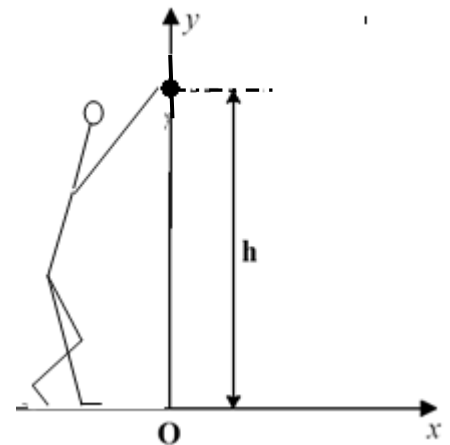
Il cherche à déterminer les conditions initiales avec lesquelles cette performance a pu être réalisée par le vainqueur de l'épreuve.

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 :

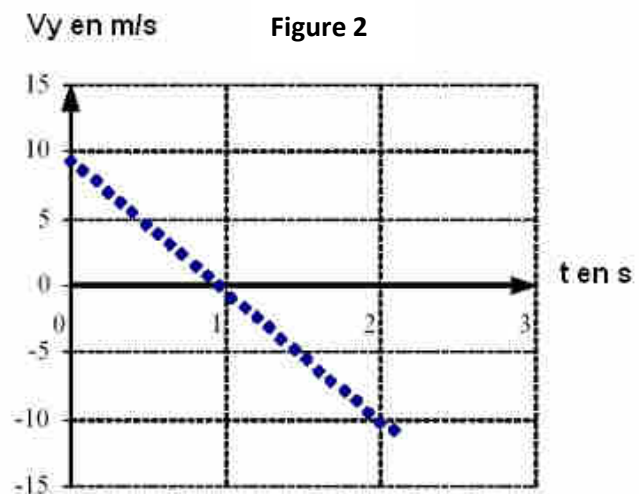
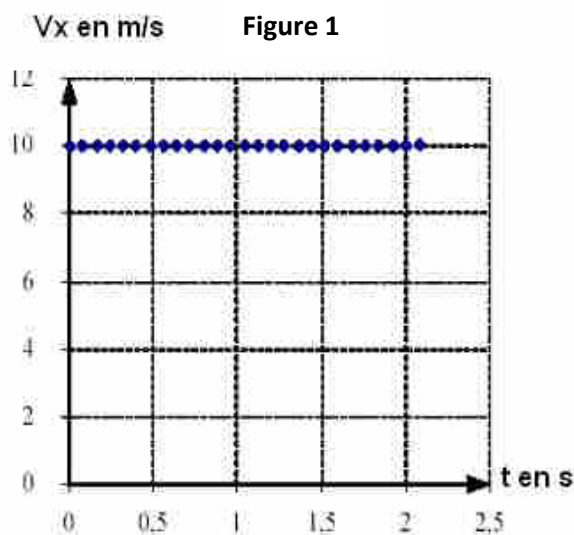
- Oy est un axe vertical ascendant passant par le centre d'inertie du boulet à l'instant où il quitte la main du lanceur.
- Ox est un axe horizontal au niveau du sol.

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 α de ce vecteur avec l'horizontale. **(0,5 pt)**

3.1.4. En déduire la valeur de V_0 et celle de l'angle α . **(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 (Δ) étant orthogonal au plan méridien magnétique. Au centre de cette bobine est placée une petite aiguille aimantée horizontale mobile autour d'un axe vertical (Δ').

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

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 α . (0,75 pt)

4-1-2. Exprimer $\tan \alpha$ en fonction de B_H , N , I , ℓ et μ_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 α 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.

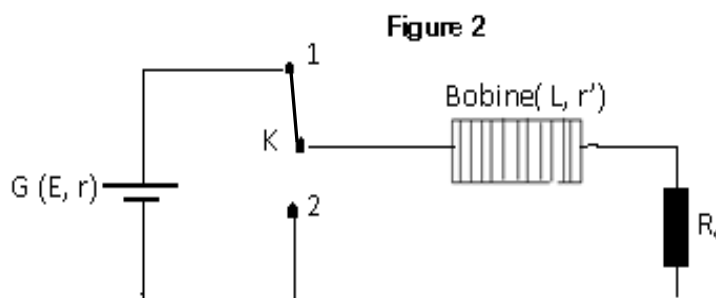
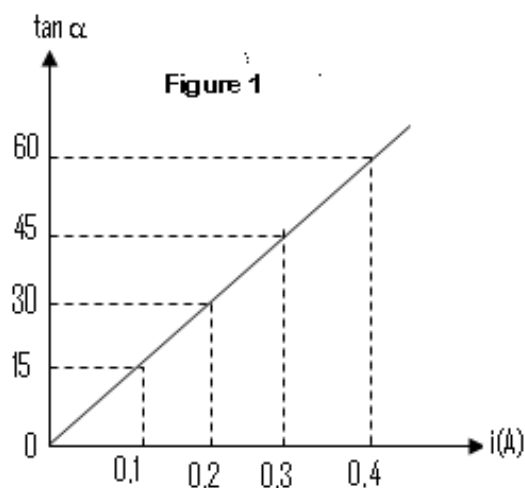
4-3-1. Déterminer l'intensité I_0 du courant dans le circuit en régime permanent.

(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 τ 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)

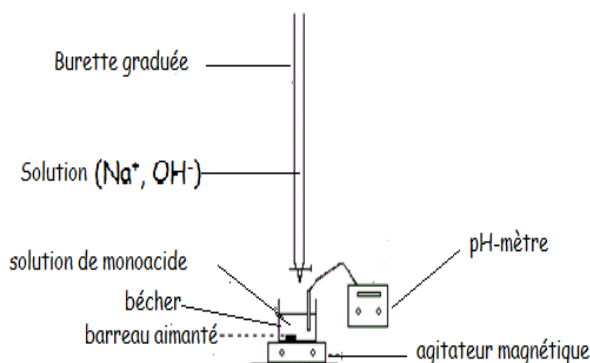
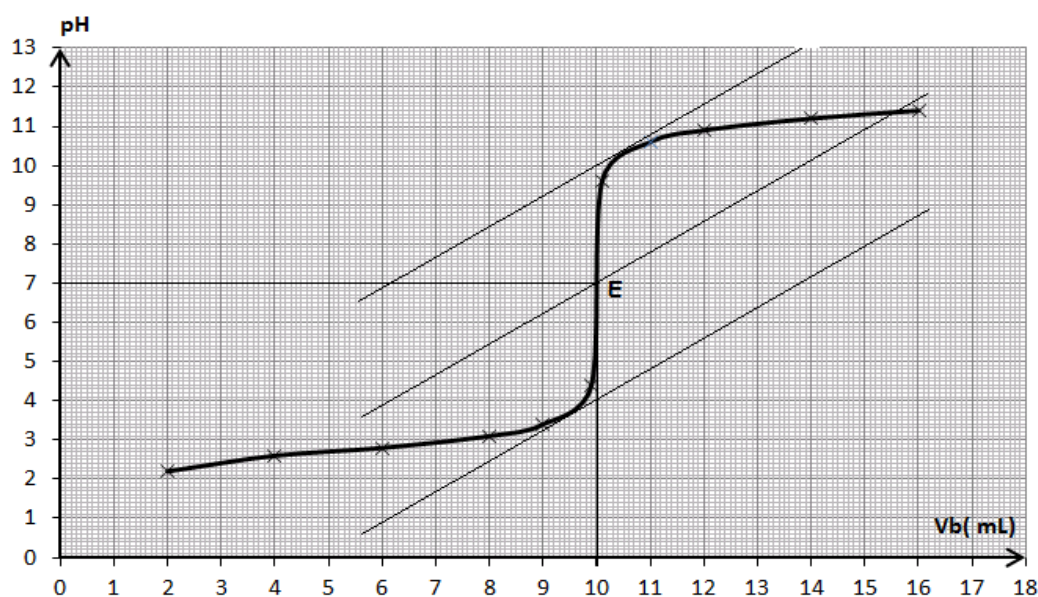
5-2-4. L'activité maximale des doses administrées en ${}^{99}_{43}\text{Tc}$ ne doit pas dépasser 10^9 Bq. Quelle est la masse maximale de technétium 99 que doit contenir la dose préparée ? (0, 75 pt)

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 : $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2 = 1,66.10^{-27} \text{ kg}$.

Particule ou noyau	${}^{60}_{27}\text{Co}$	${}^{60}_{28}\text{Ni}$	électron	${}^{99}_{43}\text{Tc}$
Masse en u	59,934	59,931	$5,486.10^{-4}$	98,882

FIN DU SULET

**CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES****EXERCICE 1****1.1 Schéma annoté du dispositif de dosage :****1.2 Courbe pH= f(V_b)**courbe pH= f(V_b)**1.3 Détermination graphique des coordonnées du point d'équivalence :**

On applique la méthode des tangentes (voir courbe) ; on en tire : E (V_{bE}= 10 mL ; pH_E=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 C₀ :

A l'équivalence on a : C_SV_S = C_bV_{bE} or C_SV_S = C₀V₀ d'où C₀V₀=C_bV_{bE} ⇒ C₀= $\frac{C_b V_{bE}}{V_0}$

A.N : C₀= $\frac{0,2 \times 10}{20}$ = 0,10 mol.L⁻¹.

1.5 Erreur relative sur C₀ :

pH= 3,3 ⇒ V_{bE}' ≈ 8,5 ⇒ C₀'= $\frac{0,2 \times 8,5}{20}$ = 0,085 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 $C_a V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow V_{bE} = \frac{C_a V_a}{C_b}$

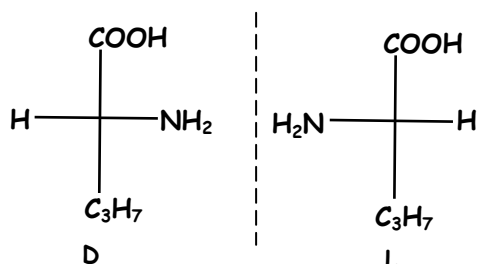
$$\text{or } C_a = \frac{0,1 \times 20}{500} = 0,004 \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow V_{bE} = \frac{0,004 \times 50}{0,2} = 1 \text{ mL}$$

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

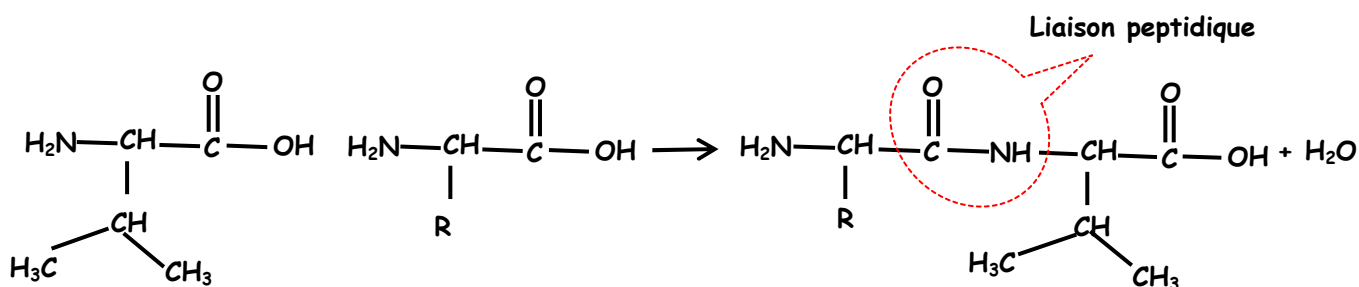
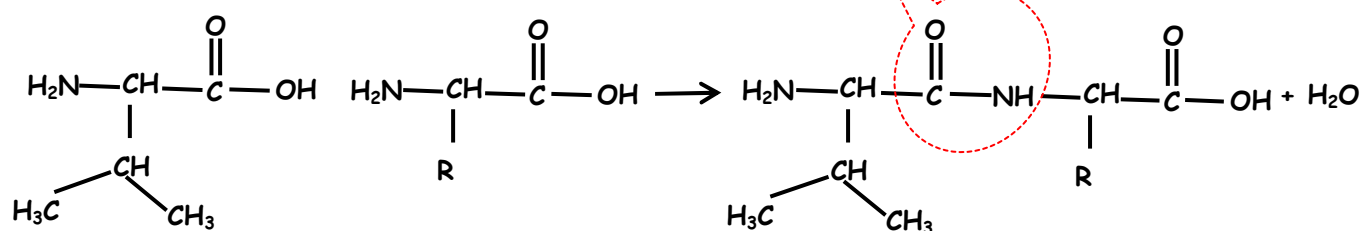
2.1.1 Nom officiel de A : acide 2-amino-3-méthylbutanoïque

2.1.2 Représentation de Fischer des énantiomères :



2.2.1 Nombre de dipeptides : deux (02)

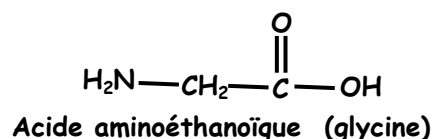
Equations des réactions mises en jeu :



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

2.2.3 Formule semi-développée et nom de B :

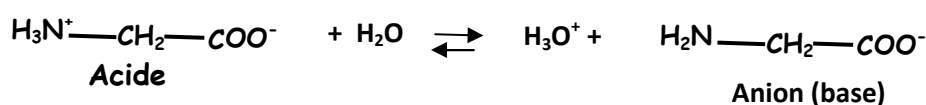
$$M(B) = M(R) + 7 \times 12 + 3 \times 16 + 2 \times 14 + 13 = 174 \Rightarrow M(R) = 1 \Rightarrow R = \text{H}$$



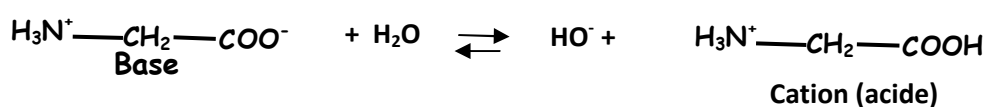
2.3.1 Formule semi-développée de l'ion bipolaire : $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}_2-\text{COO}^-$

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

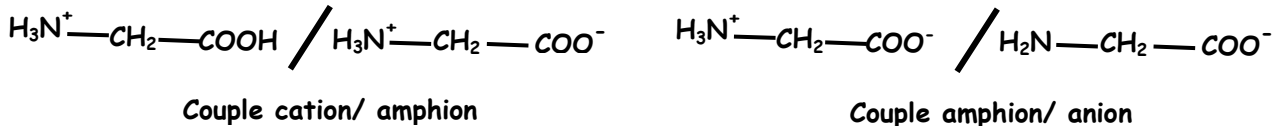
Comportement acide de l'amphion : sa réaction avec l'eau se traduit par l'équation qui suit.



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

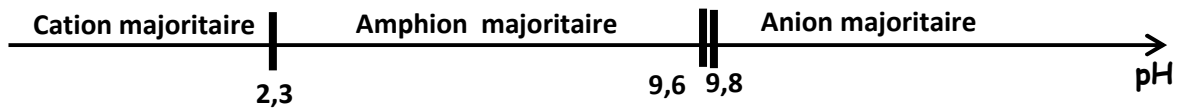


2.3.3 Les couples acides bases associés à l'amphion :



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 α : $V_0 = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0y}^2} \Rightarrow V_0 = 13,45 \text{ m.s}^{-1}$

$$\tan \alpha = \frac{V_{0y}}{V_{0x}} = \frac{9}{10} \Rightarrow \alpha = 42^\circ$$

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.

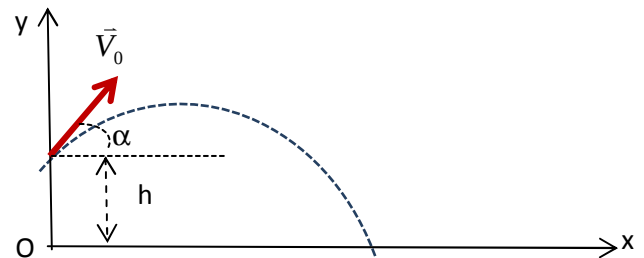
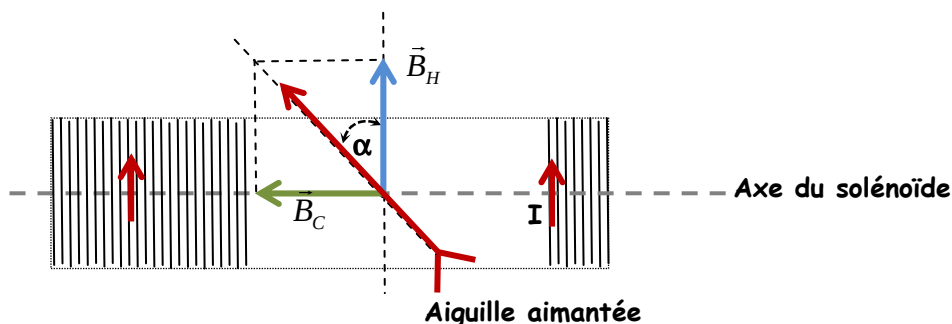
3.2.3 Les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$

$$\begin{cases} x(t) = 10t \\ y(t) = -4,9t^2 + 9t + 2,62 \end{cases}$$

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 Dédution 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.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.N : $L = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 \cdot (1195)^2}{0,5} = 2,82 \cdot 10^{-2} \text{ H}$

$L = 28,2 \text{ mH}$.

4.3.1 Intensité du courant en régime permanent :

$I_0 = \frac{E}{R + r + r'} = \frac{12}{10 + 5 + 5} = 0,6 \text{ A}$.

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 $U_{AD} = 0 \Rightarrow 0 = r' \cdot i + L \frac{di}{dt} + R_0 \cdot i \Rightarrow L \frac{di}{dt} + (R_0 + r') \cdot i = 0 \Rightarrow \frac{di}{dt} + \left(\frac{R_0 + r'}{L}\right) \cdot i = 0$

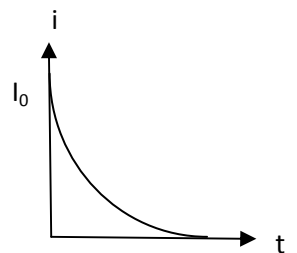
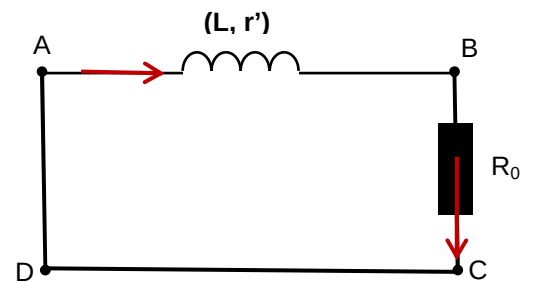
4.3.2 b) Vérification que $i = A \cdot e^{-t/\tau}$ est solution de l'équation différentielle :

$i = A \cdot e^{-t/\tau} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{A}{\tau} e^{-t/\tau} \Rightarrow \frac{di}{dt} + \left(\frac{R_0 + r'}{L}\right) \cdot i = -\frac{A}{\tau} e^{-t/\tau} + \frac{R_0 + r'}{L} A \cdot e^{-t/\tau} = A \cdot e^{-t/\tau} \left(\frac{R_0 + r'}{L} - \frac{1}{\tau}\right)$

$\frac{di}{dt} + \left(\frac{R_0 + r'}{L}\right) \cdot i = 0 \Rightarrow \left(\frac{R_0 + r'}{L} - \frac{1}{\tau}\right) = 0 \Rightarrow \tau = \frac{L}{R_0 + r'}$; à $t=0$ $i = I_0 \Rightarrow A = I_0$.

D'où : $i = I_0 \cdot e^{-t/\tau}$ avec $\tau = \frac{L}{R_0 + r'}$

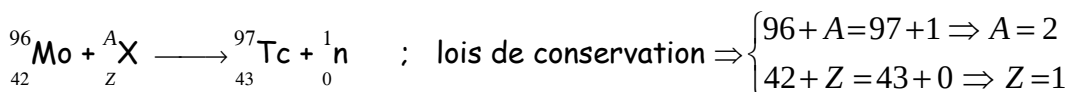
Allure courbe $i = f(t)$: décroissance exponentielle à partir de la valeur $i = I_0$.



EXERCICE 5

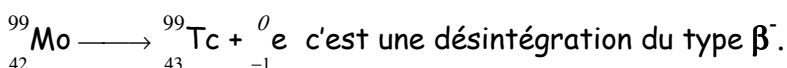
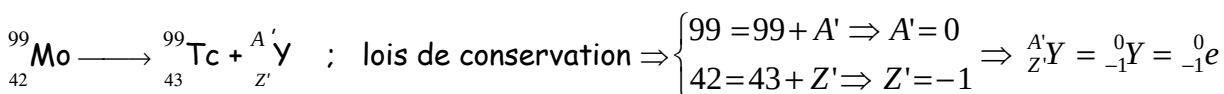
5.1.1 On appelle noyaux isotopes des noyaux ayant le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

5.1.2 Equation de la réaction de synthèse du $^{97}_{43}\text{Tc}$ à partir du $^{96}_{42}\text{Mo}$:



Le noyau de deutérium est donc ${}^2_1\text{X} \Rightarrow Z=1$: il appartient à l'élément hydrogène (${}^2_1\text{X} = {}^2_1\text{H}$).

5.2.1 Equation de la réaction nucléaire permettant d'obtenir du $^{99}_{43}\text{Tc}$ à partir du $^{99}_{42}\text{Mo}$:



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 $\frac{A}{A_0} = \frac{79,5}{100} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot \ln 2}{\ln \frac{1}{0,795}} = 6,04 \text{ h} \quad T = 6,0 \text{ h.}$

5.2.4 Masse maximale de $^{99}_{43}\text{Tc}$:

$$m_{\max} = N_{\max} \cdot m_{\text{noyau}} \text{ or } A = \lambda \cdot N \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda} \Rightarrow m_{\max} = \frac{A \cdot m_{\text{noyau}}}{\lambda} \Rightarrow m_{\max} = \frac{A \cdot m_{\text{noyau}} \cdot T}{\ln 2}$$

$$m_{\max} = \frac{10^9 \cdot (98,882 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}) \cdot (6,04 \cdot 3600)}{\ln 2} = 5,1 \cdot 10^{-12} \text{ kg} \quad m_{\max} = 5,15 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 5,1 \text{ ng.}$$

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 DU PREMIER GROUPE****EXERCICE 1 (04,5 points)****A – Phrases complétées :****(02 points)**

Lorsqu'un faisceau lumineux traverse une petite ouverture, il se produit un phénomène de **diffraction**.

Ce phénomène, parmi d'autres, prouve que la lumière a une nature **ondulatoire**. Quant au modèle **corpusculaire** de la lumière, il a été théorisé par le savant Einstein.

Le test de **densité** consiste à plonger la matière plastique dans l'eau.

B - La bonne réponse.**(01,5 point)**

1. d) polystyrène
2. b) de saponification
3. c) des nucléides

C - Répondre par Vrai ou Faux**(01 point)**

- 4 Vrai
- 5 Faux

EXERCICE 2 (06 points)**2.1 Matières plastiques et environnement.****(01 point)****2.2 Définitions :**

- recyclage : ensemble des opérations de collecte et traitement des déchets (ici les plastiques) permettant de réintroduire dans un cycle de fabrication les matériaux qui constituaient ces déchets.

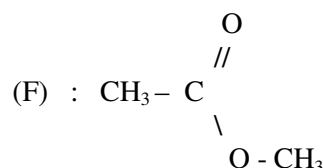
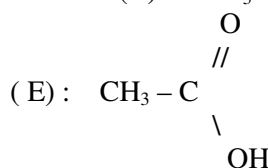
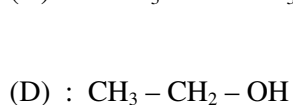
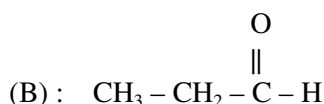
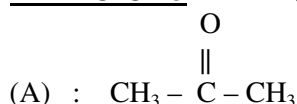
- biodégradable : qui peut être décomposé ou détruit naturellement par des organismes vivants **(01,5 point)**

2.3 L'accumulation de matières plastiques dans l'environnement est liée essentiellement à leur faible biodégradabilité et à l'heure durée de vie élevée. **(01,5 point)**

2.4

Avantages : production d'énergie électrique, chauffage de certains immeubles, baisse des quantités de déchets (préservation de l'environnement).

Inconvénients : pollution de l'atmosphère avec comme conséquence le réchauffement de la planète par effet de serre, risque d'épuisement des matières premières servant à la fabrication des plastiques (le pétrole notamment).

(02 points)**EXERCICE 3 (05 points)**

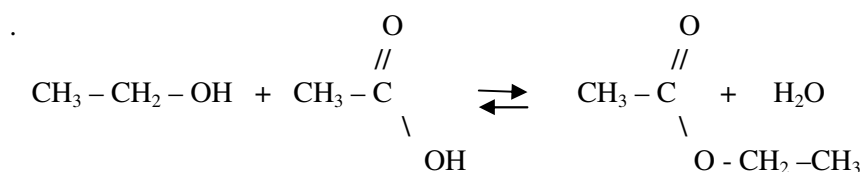
3.1. A : cétone ; B : aldéhyde ; D : alcool ; E : acide carboxylique ;

F : ester. **(01,25 point)**

3.2. Composés isomères : A et B.

(01 point)

3.3. Equation-bilan de la réaction :



C'est une réaction d'estérification directe.

Caractéristiques : réaction lente, athermique et limitée.

(01,75 point)

3.4. C'est une réaction de saponification

Caractéristiques : réaction lente, exothermique et totale.

(01 point)

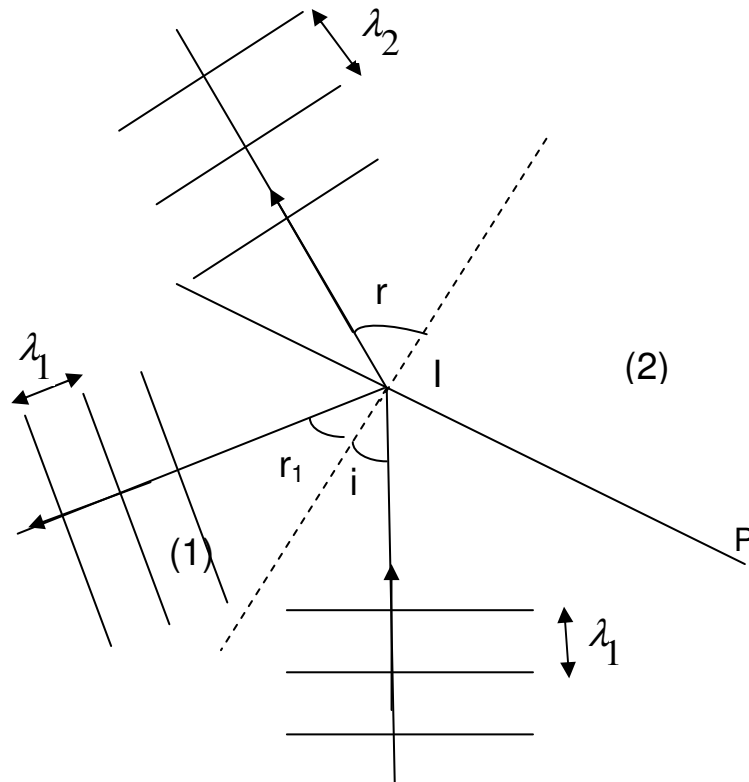
EXERCICE 4 (04,5 points)**4.1**

On a : $\lambda_2 = \lambda_1 \frac{C_2}{C_1} = 1,43 \text{ cm}$

(02 point)

4.2 Schéma complété :

(02,5 points)



Onde réfléchi :

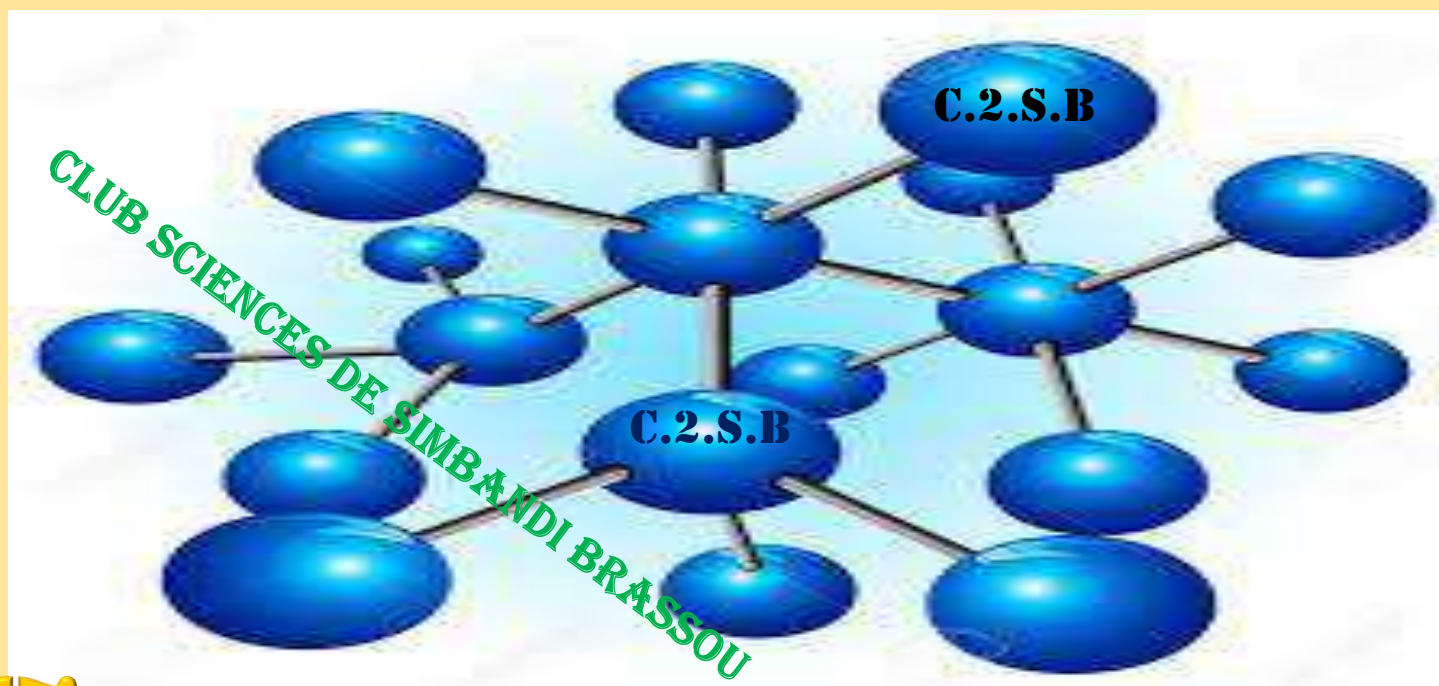
- angle de réflexion r_1 = angle d'incidence i ;
- distance entre deux lignes de crête consécutives = λ_1

Onde réfractée : distance entre deux lignes de crête consécutives = λ_2

2013

PHYSIQUE

CHIMIE



CLUB SCIENCES

DE SIMBANDI BRASSOU



SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1

(03 points)

On réalise la décomposition catalytique du peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) de formule H_2O_2 dans un ballon maintenu à température constante.

A un instant pris comme origine des dates, on verse dans le ballon contenant déjà le catalyseur, une quantité d'eau oxygénée nécessaire pour que la solution ait un volume de 1 L et une concentration C_0 de $5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ en eau oxygénée. La mesure du volume de dioxygène dégagé a permis de déterminer la concentration molaire volumique C en eau oxygénée. Cette concentration varie en fonction du temps dans l'intervalle $[0, 6 \text{ h}]$ selon la loi suivante : $C = C_0 e^{-kt}$ avec $k = 0,464 \text{ h}^{-1}$.

1.1 Ecrire l'équation-bilan de la réaction de décomposition de l'eau oxygénée. Potentiels normaux des couples : $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2$ (0,68 V) ; $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ (1,77 V) **(0,25 point)**

1.2 Tracer la courbe représentant la concentration C en fonction du temps $C = f(t)$ dans l'intervalle de temps $[0, 6 \text{ h}]$. **(0,5 point)**

1.3 Donner l'expression de la vitesse v de disparition de l'eau oxygénée en fonction du temps dans l'intervalle $[0, 6 \text{ h}]$. Calculer v pour $t = 3 \text{ h}$. **(0,75 point)**

1.4 Retrouver la valeur de v calculée précédemment pour $t = 3 \text{ h}$ par une méthode graphique. **(0,5 point)**

1.5 Définir le temps de demi-réaction sachant que la réaction est totale. Déterminer graphiquement puis par calcul sa valeur. **(01 point)**

EXERCICE 2

(03 points)

2.1 L'acide méthanoïque a pour formule semi-développée HCO_2H et pour masse molaire moléculaire $M(\text{HCO}_2\text{H}) = 46,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

Dans ce qui suit, la solution commerciale S_0 d'acide méthanoïque utilisée a une masse volumique $\rho = 1,15 \text{ kg.L}^{-1}$ et contient en masse 80,0 % d'acide méthanoïque pur.

2.1.1 Montrer que la concentration C_0 de la solution commerciale S_0 est de l'ordre de 20 mol.L^{-1} **(0,25 point)**

2.1.2 Un professeur propose, en TP, à un groupe d'élèves de préparer un volume. $V = 1,00 \text{ L}$ d'une solution S d'acide méthanoïque de concentration $C = 5,00.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

2.1.2.1 Déterminer le volume V_0 de la solution commerciale à prélever pour préparer la solution S . **(0,25 point)**

2.1.2.2 Décrire le protocole expérimental de préparation de la solution S **(0,5 point)**

2.1.2.3 La mesure du pH de la solution S obtenue montre que la concentration des ions hydronium est $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,50.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Montrer que l'acide méthanoïque réagit partiellement avec l'eau. **(0,25 point)**

2.2 Pour réaliser le dosage de 10 mL de la solution S , on dispose au laboratoire de solutions aqueuses de soude (ou d'hydroxyde de sodium).

2.2.1 Ecrire l'équation chimique de la réaction support du dosage de l'acide méthanoïque par la soude. **(0,25 point)**

2.2.2 Calculer la constante de réaction K pour cette réaction support du dosage. Pourrait-on en déduire que cette réaction peut être utilisée pour doser l'acide ? **(0,5 point)**

2.2.3 Définir l'équivalence acido-basique. **(0,5 point)**

2.2.4 Pour réaliser le dosage le groupe d'élèves dispose sur la paillasse de deux solutions aqueuses de soude S_1 et S_2 de concentrations molaires respectives : $C_1 = 2,00.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et $C_2 = 2,5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Quelle est parmi les deux solutions de soude proposées, celle qui semble la plus adaptée au dosage ? Justifier votre réponse. **(0,5 point)**

Données : $\text{pK}_e = 14,0$; $\text{pK}_a(\text{HCO}_2\text{H}/\text{HCO}_2^-) = 3,8$.

EXERCICE 3 (03,5 points)

Le cobalt ${}^{60}_{27}\text{Co}$ radioélément très utilisé en médecine pour le traitement du cancer (« bombe au cobalt ») est obtenu par bombardement neutronique du cobalt « naturel » ${}^{59}_{27}\text{Co}$.

3.1 Ecrire l'équation de production du cobalt ${}^{60}_{27}\text{Co}$ (0,25 point)

3.2 Le cobalt ${}^{60}_{27}\text{Co}$ est radioactif β^- et a une constante radioactive $\lambda = 4.10^{-9} \text{ s}^{-1}$.

Ecrire l'équation de la réaction de désintégration de ${}^{60}_{27}\text{Co}$ (0,5 point)

Extrait de la classification périodique :

${}_{25}\text{Mn}$	${}_{26}\text{Fe}$	${}_{27}\text{Co}$	${}_{28}\text{Ni}$	${}_{29}\text{Cu}$
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

3.3 Le noyau fils Y est obtenu à l'état excité d'énergie $E_3 = 2,50 \text{ MeV}$. Sa désexcitation s'effectue en deux étapes comme indiqué ci-contre. :

Calculer les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 des deux photons émis au cours de la désexcitation du noyau fils Y. (0,5 point)

3.4 Un centre hospitalier dispose d'un échantillon de « cobalt 60 » de masse $m_0 = 1 \mu\text{g}$

3.4.1. Déterminer le nombre de noyaux N_0 contenus dans l'échantillon à la date $t = 0$. (0,25 point)

3.4.2. Soit $N(t)$ le nombre de noyaux présents dans l'échantillon à la date t .

Etablir la relation $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$. (0,25 point)

3.4.3. Le technicien du laboratoire est chargé de contrôler cette source, tous les ans, en déterminant son activité.

3.4.3.1. Définir l'activité $A(t)$ d'une substance radioactive puis l'exprimer en fonction de A_0 (activité à $t = 0$), λ et t . (0,5 point)

3.4.3.2. Le technicien obtient les résultats suivants :

t (ans)	0	1	2	3	4	5	7
A (10^7 Bq)	3,980	3,515	3,102	2,670	2,368	2,038	1,540
ln A							

a) Recopier puis compléter le tableau et tracer le graphe $\ln A = f(t)$. (0,75 point)

b) En déduire la constante radioactive λ du « cobalt 60 ». (0,5 point)

On donne : Constante d'Avogadro $N_A = 6,02.10^{23} \text{ mol}^{-1}$; $M({}^{60}_{27}\text{Co}) = 60 \text{ g.mol}^{-1}$

Célérité de la lumière $C = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$; Constante de Planck : $h = 6,62.10^{-34} \text{ J.s}$

EXERCICE 4 (05,25 points)

Pour créer un champ magnétique uniforme on utilise les bobines de Helmholtz. Ce sont deux bobines plates identiques, coaxiales, séparées par une distance égale à leur rayon R et parcourues par des courants de même intensité I et de même sens. Dans l'espace entre les bobines règne un champ magnétique uniforme horizontal $\vec{B}$ (figures a et b)

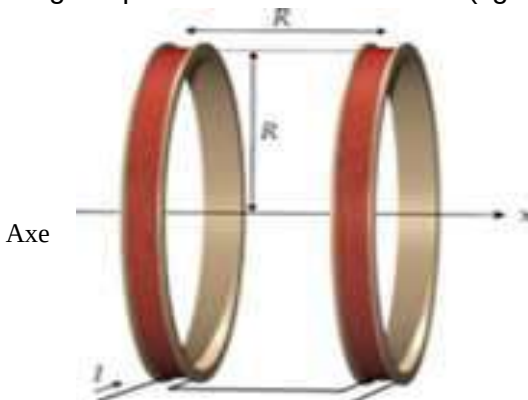


Figure a

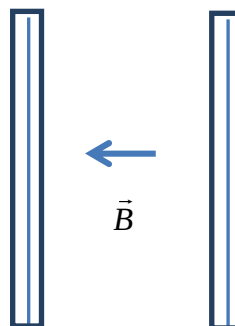


Figure b (vue de face)

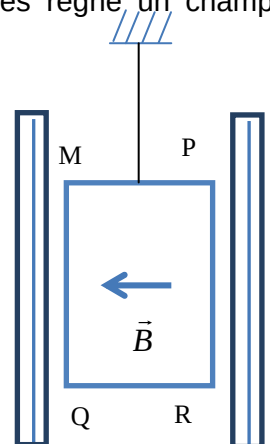


Figure c

4.1 Sur la figure b est représenté le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ créé par les bobines. Recopier cette figure, indiquer le sens des courants dans les bobines et représenter trois lignes de champ. (0,5 point)

4.2 Pour étudier le mouvement d'une particule chargée dans $\vec{B}$, on place entre les deux bobines une ampoule contenant un canon à électrons. En faisant pivoter l'ampoule on peut donner une orientation au vecteur vitesse $\vec{v}_0$ des électrons sortant du canon. On négligera dans la suite le poids de l'électron.

4.2.1 Donner l'expression vectorielle de la force subie par un électron animé d'une vitesse $\vec{v}_0$ dans le champ magnétique. **(0,25 point)**

4.2.2 L'ampoule est orientée de sorte que la vitesse $\vec{v}_0$ des électrons soit parallèle à $\vec{B}$. Déterminer la nature du mouvement de ces électrons. Justifier. **(0,25 point)**

4.2.3 L'ampoule est maintenant orientée de sorte que $\vec{v}_0$ soit orthogonale à $\vec{B}$. Déterminer dans ce cas la nature du mouvement des électrons. **(0,75 point)**

4.3 On place maintenant entre les deux bobines de Helmholtz une bobine plate rectangulaire de cotés $MP = QR = a = 4 \text{ cm}$ et $MQ = PR = b = 6 \text{ cm}$ comportant $N = 40$ tours de fil conducteur. Elle est suspendue par un fil de constante de torsion C , vertical, passant par le milieu de MP (figure c).

La bobine plate est en équilibre de telle sorte que $\vec{B}$ soit parallèle aux cotés horizontaux. On fait passer dans la bobine plate un courant d'intensité constante $I' = 0,5 \text{ A}$.

4.3.1 Préciser la nature et le nom des forces exercées par le champ magnétique sur les côtés de la bobine. Donner les caractéristiques de la force agissant sur chaque côté en faisant un schéma clair où figureront les sens du courant I' , de $\vec{B}$ et de la force éventuellement. **(01 point).**

On prendra $B = 4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$.

4.3.2 La bobine plate quittera-t-elle sa position d'équilibre initiale ? Justifier. **(0,25 point).**

4.3.3 Sachant que la bobine plate tourne d'un angle de $\frac{\pi}{6}$ rad et s'immobilise à nouveau, exprimer la somme des moments des forces par rapport à l'axe du fil de suspension. En déduire la constante de torsion C du fil. **(0,75 point)**

4.4 La bobine plate est en équilibre et placée de telle sorte son plan soit orthogonal au vecteur champ magnétique $\vec{B}$; on y fait passer un courant d'intensité $I' = 0,5 \text{ A}$.

4.4.1 Donner les caractéristiques de la force agissant sur chaque côté en faisant un schéma clair où figureront les sens du courant I' , de $\vec{B}$ et de la force. **(01 point).**

4.4.2 La bobine quittera-t-elle sa position d'équilibre ? Justifier la réponse. **(0,5 point).**

EXERCICE 5 (05,25 points)

On réalise le circuit de la figure (1) comprenant :

- un générateur de tension continue de f.e.m $E = 4,5 \text{ V}$
- un condensateur de capacité C ,
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable,
- un conducteur ohmique de résistance $R = 1000 \Omega$,
- un conducteur ohmique de résistance R' variable.

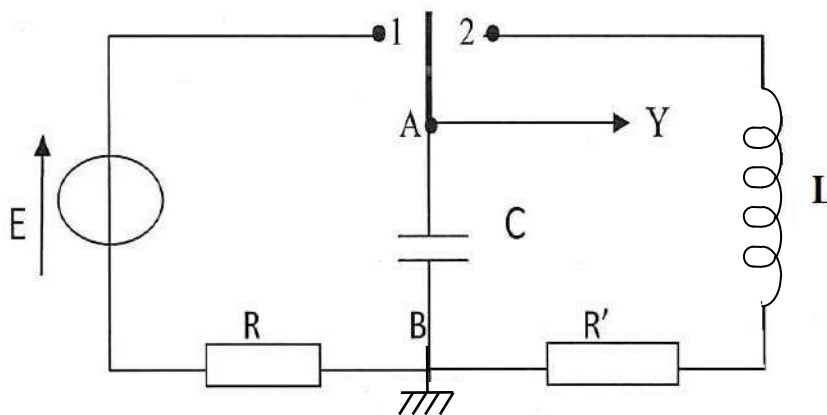


Figure 1

Un oscilloscope permet de visualiser la tension aux bornes du condensateur.

5.1 On ferme l'interrupteur K en position 1. L'oscillogramme visualisé sur l'écran de l'oscilloscope est reproduit sur la figure (2) jointe en annexe en page 5.

5.1.1 Que se passe-t-il pour le condensateur ? **(0,25 point)**

5.1.2 Montrer que la tension u_{AB} aux bornes du condensateur, notée u , vérifie l'équation différentielle :

$$\frac{du}{dt} + a u = b, \text{ équation où } a \text{ et } b \text{ sont des constantes à déterminer. } \quad \textbf{(0,5 point)}$$

5.1.3 Exprimer la constante de temps τ du circuit en fonction des données et donner sa signification physique. **(0,5 point)**

5.1.4 Déterminer graphiquement τ et en déduire la capacité C du condensateur. **(0,5 point)**

5.2 On ferme l'interrupteur en position 2 après avoir annulé la valeur de R' à la date $t = 0$.

5.2.1. Ecrire l'équation différentielle vérifiée par la charge q du condensateur. **(0,25 point)**

5.2.2. En déduire l'équation différentielle vérifiée par la tension u . **(0,25 point)**

5.2.3. On admet que la solution de l'équation différentielle est de la forme : $u(t) = D \cos F t$, expression où D et F sont des constantes. Déterminer D et F en fonction des caractéristiques des dipôles du montage. **(0,5 point)**

5.2.4. Calculer l'énergie maximale emmagasinée par le condensateur. **(0,25 point)**

5.3 L'interrupteur toujours fermé en position 2, on réalise les trois expériences ci-dessous en faisant varier les valeurs de la résistance R' et de l'inductance L .

Expériences	$R'(\Omega)$	$L (H)$	$C (\mu F)$
E_1	100	1,0	5
E_2	50	0,2	5
E_3	50	1,0	5

Les oscillogrammes obtenus ont été reproduits sur les figures (3), (4) et (5) jointes en annexes à la page 5. On admet que l'amortissement ne modifie pas sensiblement la fréquence des oscillations..

5.3.1. Calculer pour chaque expérience la période propre des oscillations. **(0,5 point)**

5.3.2. Déterminer les valeurs des périodes à partir des figures (3), (4) et (5). **(0,5 point)**

5.3.3. Faire correspondre chaque figure à une des trois expériences en justifiant. **(0,5 point)**

5.3.4. Calculer dans chaque expérience l'énergie dissipée par effet joule lors de la première oscillation. **(0,75 point)**

Voir Annexes à la page 5

ANNEXES : Figures 2, 3, 4 et 5 de l'exercice 5

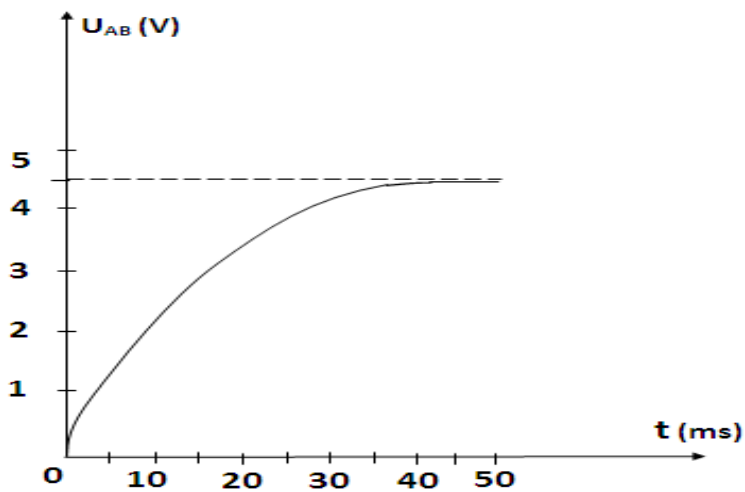


Figure 2

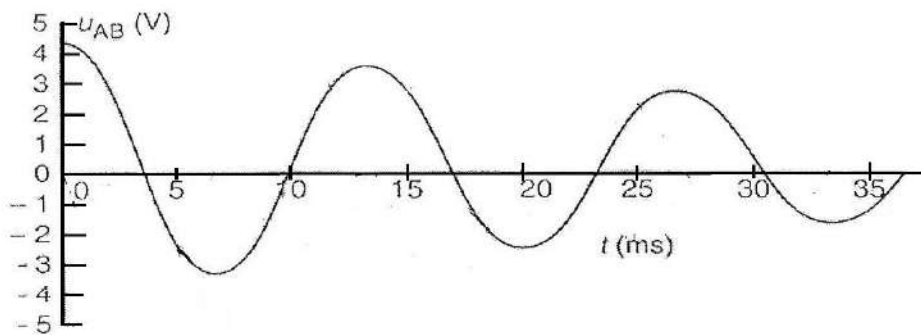


Figure 3

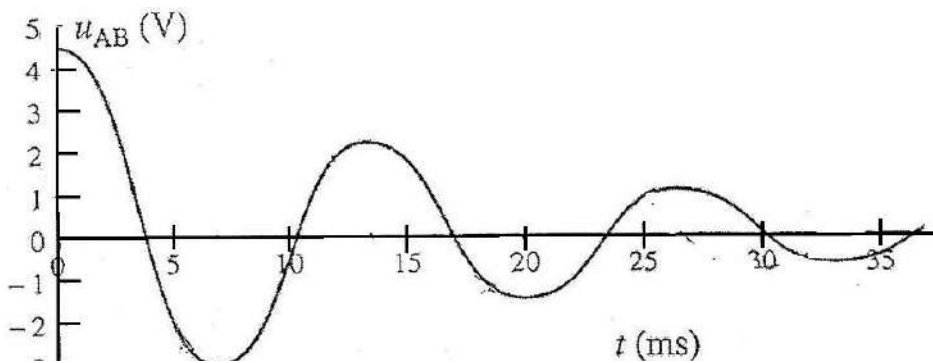


Figure 4

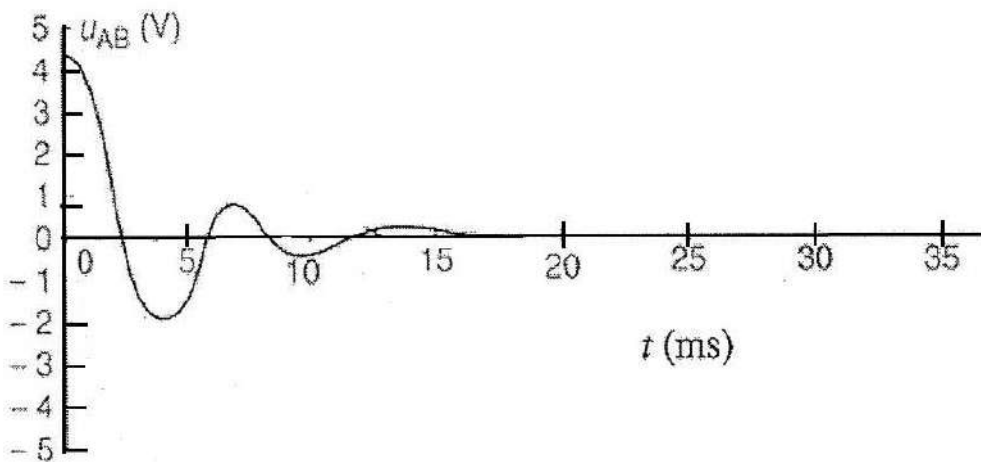


Figure 5



CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1

1.1. Equation bilan de la réaction de décomposition : $2H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H_2O$

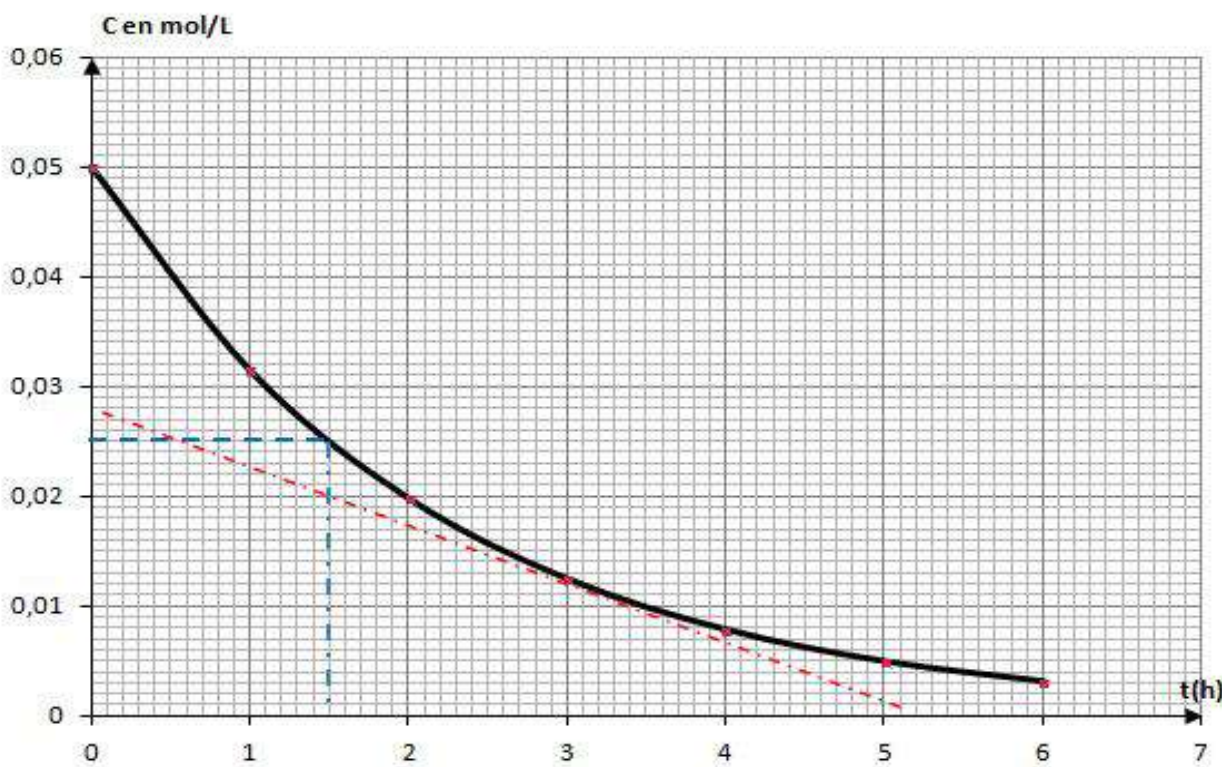
1.2. Courbe :

Première méthode : à partir d'un tableau de valeurs, la courbe peut être tracée point par point.

t(h)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C en $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$	5,00	3,14	1,98	1,24	0,78	0,49	0,31	0,19	0,13	0,08	0,05

Deuxième méthode : Solution mathématique, $C = f(t)$ est une fonction exponentielle décroissante.

$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = 0$ montre que la courbe est asymptotique à la droite $f(t) = 0$. Les valeurs de C_0 et $C(t \text{ infini})$ permettront d'une part de tracer la courbe.



1.3. Expression de la vitesse $V = -\frac{dC}{dt} = 2,32 \cdot 10^{-2} \cdot e^{-0,464 \cdot t}$ A.N : à $t = 3h \Rightarrow V = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot h^{-1}$.

1.4. Graphiquement $V(t = 3h)$ est l'opposée du coefficient directeur de la tangente à la courbe à $t = 3h$:

La valeur déterminée par la méthode graphique est : $V = -\frac{0 - 2,9 \cdot 10^{-2}}{5,1} = 5,69 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot h^{-1}$.

1.5. Le temps de demi-réaction est ici la durée au bout de laquelle la moitié de la quantité de peroxyde d'hydrogène introduite initialement s'est décomposée.

Graphiquement : si $C = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ alors $t_{1/2} = 1,5 \text{ h}$.

Par le calcul $C_0 e^{-0,464t} = \frac{C_0}{2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{0,464} = 1,49 \text{ h}$.

EXERCICE 2

2.1. Acide méthanoïque :

2.1.1. Montrer que $C_0 = 20 \text{ mol/L}$

$$C_0 = \frac{n}{V_s} = \frac{m}{M \cdot V_s} = \frac{80\% \cdot m_s}{M \cdot V_s} = \frac{0,80 \cdot \rho \cdot V_s}{M \cdot V_s} = \frac{0,80 \cdot \rho}{M} \quad \text{A.N : } C_0 = \frac{0,80 \cdot 1150}{46} = 20 \text{ mol.L}^{-1}.$$

2.1.2. .

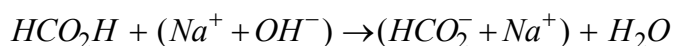
2.1.2.1. Détermination de V_0 : $n_0 = n \Rightarrow C_0 V_0 = C \cdot V \Rightarrow V_0 = \frac{C \cdot V}{C_0} = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 1}{20} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 2,5 \text{ mL}$.

2.1.2.2. Protocole : prélever 2,5 mL de la solution S_0 avec une pipette graduée. Placer ce prélèvement dans une fiole jaugée de 1 litre puis compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

2.1.2.3. $[H_3O^+] = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L} \Rightarrow [H_3O^+] < C$ toutes les molécules d'acide méthanoïque introduites dans l'eau ne sont pas dissociées; l'acide méthanoïque est donc partiellement dissocié dans l'eau; c'est un acide faible.

2.2. Dosage

2.2.1. Equation bilan de la réaction support du dosage :



2.2.2. Calcul de la constante de réaction K :

On a $K = [HCO_2^-] / [HCO_2H] \cdot [HO^-]$ d'où $K = K_a / K_e$; A.N : $K = 10^{14-3,8} = 1,58 \cdot 10^{10}$.

La réaction est quasi-totale donc elle pourrait être utilisée pour doser l'acide méthanoïque.

2.2.3. Il y a équivalence acido-basique lorsque les réactifs sont mélangés dans des proportions stœchiométriques.

2.2.4. Solution la plus adaptée :

Pour S_1 : $V_1 = \frac{C \cdot V_p}{C_1} = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 10}{2 \cdot 10^{-1}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 2,5 \text{ mL}$ volume faible.

Pour S_2 : $V_2 = \frac{C \cdot V_p}{C_2} = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 10}{2,5 \cdot 10^{-2}} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 20 \text{ mL}$

Donc c'est la solution S_2 qui est la plus adaptée.

EXERCICE 3

3.1. Equation de la production du ${}^{60}_{27}\text{Co}$: ${}^{59}_{27}\text{Co} + {}^1_0n \rightarrow {}^{60}_{27}\text{Co}$

3.2. Equation de la réaction de désintégration de ${}^{60}_{27}\text{Co}$: ${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_{-1}e + {}^0_0\bar{\nu}$

3.3. Calcul des longueurs d'onde :

$$\frac{hc}{\lambda_1} = E_3 - E_2 \Rightarrow \lambda_1 = \frac{hc}{E_3 - E_2} \quad \text{A.N : } \lambda_1 = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{(2,5 - 1,33) \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} = 1,06 \cdot 10^{-12} \text{ m} \quad \lambda_1 = 1,06 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$\text{De même } \lambda_2 = \frac{hc}{E_2 - E_1} \quad \text{A.N : } \lambda_2 = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{(1,33 - 0) \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} = 9,33 \cdot 10^{-13} \text{ m} \quad \lambda_2 = 9,33 \cdot 10^{-13} \text{ m}$$

3.4. Un centre hospitalier dispose d'un échantillon de masse $m = 1\mu\text{g}$.

3.4.1. le nombre de noyau N_0 : $N_0 = n.N_a = \frac{m_0}{M} N_a = \frac{1.10^{-6}.6,02.10^{23}}{60} = 1.10^{16} \text{ noyaux}.$

3.4.2. Relation $N = N_0.e^{-\lambda t}$:

$$dN = -\lambda N dt \Rightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt \Rightarrow \int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = \int_0^t -\lambda dt \Rightarrow [\ln N]_{N_0}^N = -\lambda [t]_0^t \Rightarrow \ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda t \Rightarrow N = N_0.e^{-\lambda t}$$

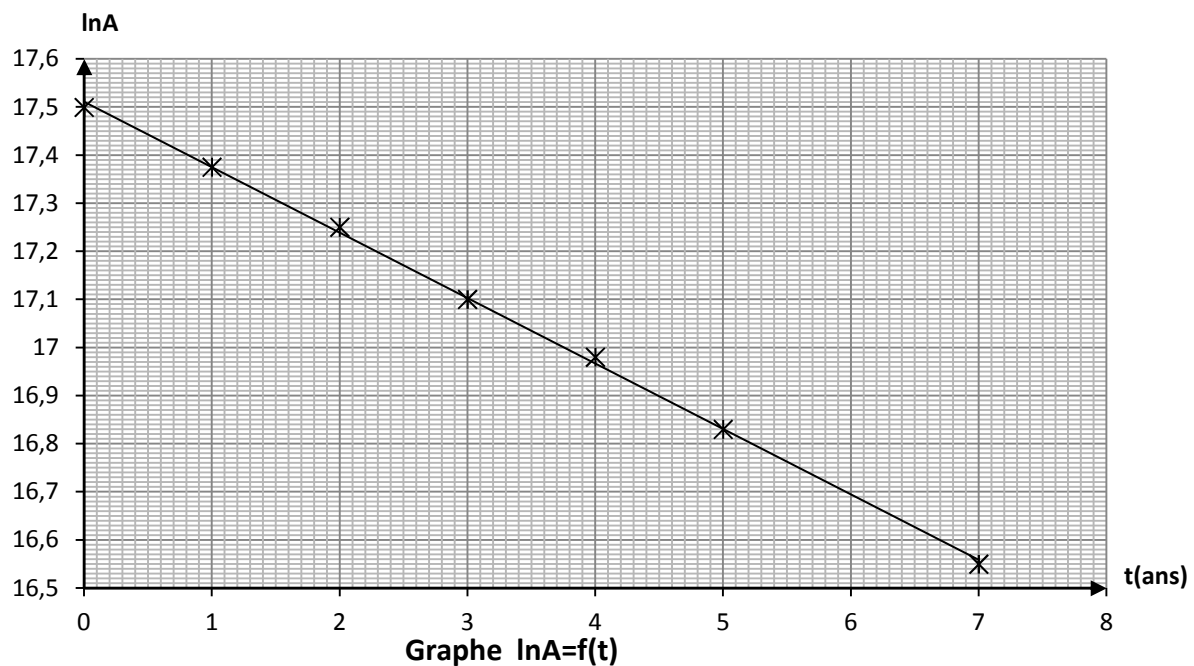
3.4.3. Le technicien de laboratoire :

3.4.3.1. Définition : l'activité d'une source radioactive est le nombre de désintégration par unité de temps.

Expression : $A = A_0.e^{-\lambda t}$

3.4.3.2. a)

t(ans)	0	1	2	3	4	5	7
A(10^7 Bq)	3,98	3,515	3,102	2,67	2,368	2,038	1,54
lnA	17,50	17,37	17,25	17,10	16,98	16,83	16,55



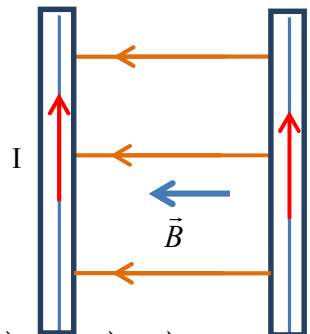
b) déduction de la constante radioactive : $A = A_0.e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln A = -\lambda t + \ln A_0$

La courbe obtenue est une droite d'équation $\ln A = a.t + b$ avec

$$a = \frac{16,55 - 17,52}{7 - 0} = -0,14 \text{ et } b = 17,5 \text{ or } \lambda = -a \Rightarrow \lambda = 0,14 \text{ an}^{-1} = 4,4.10^{-9} \text{ s}^{-1}$$

EXERCICE 4

4.1. Le sens des courants et les lignes de champ :



4.2. .

4.2.1. Expression vectorielle de $\vec{F}$: $\vec{F} = q\vec{V}_0 \wedge \vec{B} = -e.\vec{V}_0 \wedge \vec{B}$

4.2.2. Si $\vec{V}_0 \parallel \vec{B} \Rightarrow \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \sum \vec{F} = \vec{0}$ mouvement rectiligne uniforme

4.2.3. Si $\vec{V}_0 \perp \vec{B} \Rightarrow \vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow -e\vec{V} \wedge \vec{B} = m\vec{a} \Rightarrow$

$\vec{a} \perp \vec{V} \Rightarrow \vec{a} = \vec{a}_n$ le mouvement est circulaire.

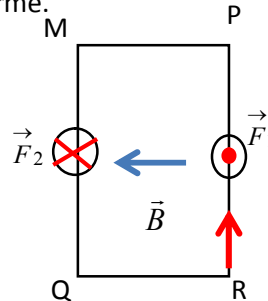
$\vec{a} = \vec{a}_n \Rightarrow \vec{a}_t = \vec{0} \Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow V = \text{constante}$ Le mouvement est uniforme.

Le mouvement de l'électron est donc circulaire uniforme.

4.3..

4.3.1. Nature et nom des forces :

Forces électromagnétiques appelées forces de Laplace.



Caractéristiques de $\vec{F}_1$:

- point d'application : milieu de PR
- direction : perpendiculaire au plan du cadre
- sens : sortant (voir figure)
- intensité : $F_1 = NI'Bb = 40.0,5.4.10^{-2}.6.10^{-2} = 0,048N$

Caractéristiques de $\vec{F}_2$:

- point d'application : milieu de MQ
- direction : perpendiculaire au plan du cadre
- sens : entrant (voir figure)
- intensité : $F_2 = NI'Bb = 40.0,5.4.10^{-2}.6.10^{-2} = 0,048N$

Sur les côtés QR et MP les forces magnétiques sont nulles.

4.3.2. La bobine quittera sa position d'équilibre sous l'effet du couple de force $(\vec{F}_1, \vec{F}_2)$ et va tourner d'un angle α autour de l'axe Δ (qui supporte le fil de torsion).

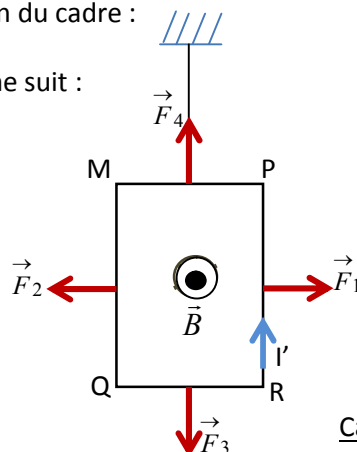
4.3.3. Expression de la somme des moments et déduction de la constante de torsion C du fil :

$$\sum \mathcal{M}_{\Delta}^{\vec{F}} = \mathcal{M}_{\Delta}^{\vec{F}_1} + \mathcal{M}_{\Delta}^{\vec{F}_2} + \mathcal{M}_{\Delta}^{\vec{P}} + \mathcal{M}_{\Delta}^C = 0 \Rightarrow F \cos \alpha - C \cdot \alpha = 0 \text{ avec } F_1 = F_2 = F \Rightarrow$$

$$C = \frac{F \cdot a}{\alpha} \cos \alpha = \frac{NI' Bba}{\alpha} \cos \alpha \quad \text{A.N : } C = 3,17.10^{-3} \text{ N.m.rad}^{-1}.$$

4.4. Le champ $\vec{B}$ est orthogonal au plan du cadre :

4.4.1. Si $\vec{B}$ et I' sont choisis comme suit :



Caractéristiques de $\vec{F}_1$:

- point d'application : milieu de PR
- direction : parallèle à MP
- sens : de M vers P (voir figure)
- intensité : $F_1 = NI'Bb = 40.0,5.4.10^{-2}.6.10^{-2} = 0,048N$

Caractéristiques de $\vec{F}_2$:

- point d'application : milieu de MQ
- direction : parallèle à MP
- sens : de P vers M (voir figure)
- intensité : $F_2 = NI'Bb = 40.0,5.4.10^{-2}.6.10^{-2} = 0,048N$

Caractéristiques de $\vec{F}_3$:

- point d'application : milieu de QR
- direction : parallèle à MQ
- sens : de M vers Q (voir figure)
- intensité : $F_3 = NI' Ba = 40.0,5.4.10^{-2}.4.10^{-2} = 0,032N$

Caractéristiques de $\vec{F}_4$:

- point d'application : milieu de MP
- direction : parallèle à MQ
- sens : de Q vers M (voir figure)
- intensité : $F_4 = NI' Ba = 40.0,5.4.10^{-2}.4.10^{-2} = 0,032N$

4.4.2. La bobine ne quittera pas cette position car $\sum \vec{F} = 0$ et $\sum \mathcal{M}_{\Delta} \vec{F} = 0$

EXERCICE 5

5.1. L'interrupteur en position 1

5.1.1. Le condensateur se charge.

5.1.2. Equation différentielle : $u_G = u_R + u_C \Rightarrow E = Ri + u_C$

$$u_C = u \text{ et } i = \frac{dq}{dt} \text{ or } q = Cu \Rightarrow i = C \cdot \frac{du}{dt} \Rightarrow E = RC \cdot \frac{du}{dt} + u \Rightarrow$$

$$\frac{du}{dt} + \frac{1}{RC}u = \frac{E}{RC} \text{ on tire } a = \frac{1}{RC} \text{ et } b = \frac{E}{RC}$$

5.1.3. La constante de temps : $\tau = RC$ c'est la durée au bout de laquelle le condensateur atteint 63% de sa valeur maximale lors de la charge ou 37% de sa valeur maximale lors de sa décharge.

5.1.4. pour $t = \tau$ on a $u = 0,63 * 4,5 = 2,83V \Rightarrow$ à partir du graphe on trouve $\tau = 15 ms$

$$\tau = RC \Rightarrow C = \frac{\tau}{R} \text{ A.N : } C = \frac{15.10^{-3}}{1000} = 15.10^{-6} F \quad C = 15.10^{-6} F$$

Remarque importante :

La constante de temps τ peut être également obtenue à partir de la tangente à l'origine de la courbe $u_{AB} = f(t)$.

On prendrait l'abscisse du point de rencontre de cette tangente avec l'asymptote horizontale.

Avec cette méthode on obtient une valeur de C inférieure (de l'ordre $5.10^{-6} F$).

On acceptera également cette valeur. L'écart entre les deux valeurs est dû à la reproduction approximative de l'oscillogramme $u_{AB} = f(t)$.

5.2. L'interrupteur en position 2 :

5.2.1. Equation différentielle vérifiée par q : $u_C + u_L \Rightarrow \frac{q}{C} + L \frac{di}{dt} = 0$ or $i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2} \Rightarrow$

$$\frac{q}{C} + L \frac{d^2q}{dt^2} = 0 \Rightarrow \ddot{q} + \frac{1}{LC}q = 0$$

5.2.2. Dédution de l'équation différentielle vérifiée par u:

$$q = Cu \Rightarrow \ddot{q} = C\ddot{u} \Rightarrow \ddot{u} + \frac{1}{LC}u = 0$$

5.2.3. Détermination de F et D : la solution de l'équation différentielle est $u = u$

solution générale de l'équation : $u = U_m \cos(\omega t)$ avec $\omega^2 = 1/LC$

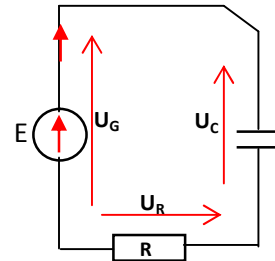
Tenant compte des conditions initiales on trouve

$$D = E \text{ et } F = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

5.2.4. Energie maximale emmagasinée par la bobine :

$$E_{C(\max)} = \frac{1}{2} C U_m^2 = \frac{1}{2} \cdot 15.10^{-6} \cdot (4,5)^2 = 15,2.10^{-5} J$$

$$E_{C(\max)} = 15,2.10^{-5} J$$



5.3. On fait varier R' et L :

5.3.1. Calcul des périodes : $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$

$E_1: T_0 = 2\pi\sqrt{1.5 \cdot 10^{-6}} = 14 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ $E_2: T_0 = 2\pi\sqrt{0.25 \cdot 10^{-6}} = 6,28 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ $E_3: T_0 = 2\pi\sqrt{1.5 \cdot 10^{-6}} = 14 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

5.3.2. Déterminations des périodes à partir des graphes :

figure 3 $T_0 \approx 14 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

figure 4 $T_0 \approx 14 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

figure 5 $T_0 \approx 6,25 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

5.3.3. Correspondance : $E_1 \leftrightarrow \text{figure 4}$ $E_2 \leftrightarrow \text{figure 5}$ $E_3 \leftrightarrow \text{figure 3}$

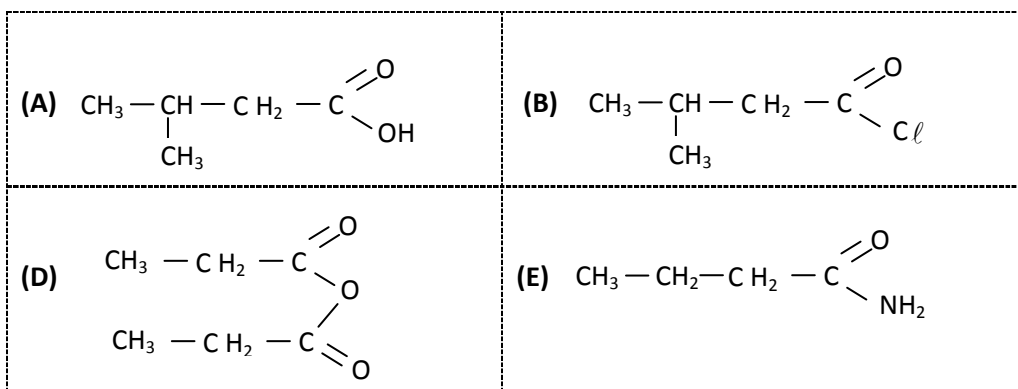
5.3.4. Calcul de l'énergie dissipée $E_{\text{joule}} = |E_{C(\text{initiale})} - E_{C(\text{oscillation})}| = \frac{1}{2}C[E^2 - U^2]$

E_1 $E_{\text{joule}} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} [4,5^2 - 2,5^2] = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ E_2 $E_{\text{joule}} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} [4,5^2 - 1^2] = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ J}$

E_3 $E_{\text{joule}} = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 10^{-6} [4,5^2 - 3,5^2] = 2 \cdot 10^{-5} \text{ J}$

**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 : $\text{C}_{15}\text{H}_{31} - \underset{\text{OH}}{\overset{\text{O}}{\text{C}}}$

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 g.mol^{-1} : $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{H}) = 1$; $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{Na}) = 23$

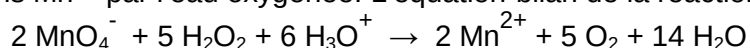
EXERCICE 2 (04 points)

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⁻¹. 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 ⁻¹)										

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⁻¹. **(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 η 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 ρ 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 τ sont des constantes.

(0,5 point)

3.2.2. Donner l'expression de C en fonction de g , ρ_{ac} (masse volumique de l'acier) et ρ_h (masse volumique de « l'huile moteur ») puis exprimer τ en fonction de ρ_{ac} , r et η (viscosité de l'huile moteur). Vérifier que $C = 8,4 \text{ m.s}^{-2}$.

(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 τ et C .

(0,5 point)

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

(0,5 point)

3.2.4. Déterminer la valeur de la viscosité η 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 : $\eta(\text{air}) = 1,85 \cdot 10^{-5} \text{ SI}$

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

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).

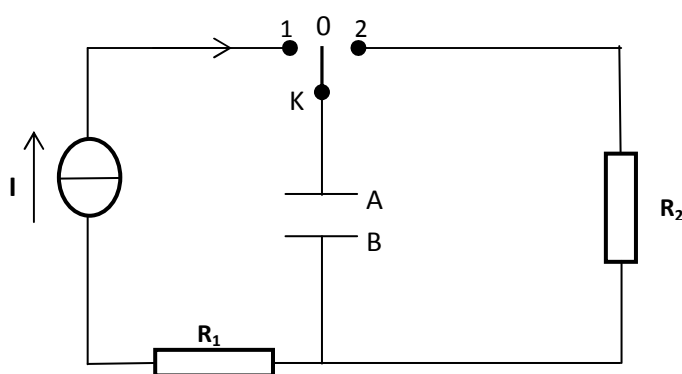


Figure 1

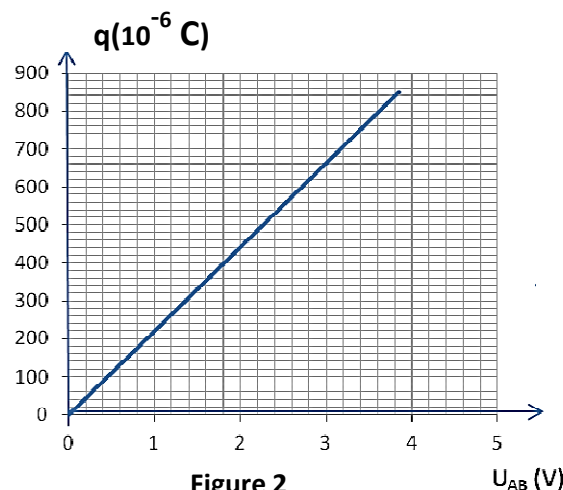


Figure 2

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 β 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 α est une constante.

4.2.3.1 Préciser la valeur de α . 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 $\lambda_l = 633 \text{ nm}$. 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 $D = 3 \text{ m}$ 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 δ 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 δ 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

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

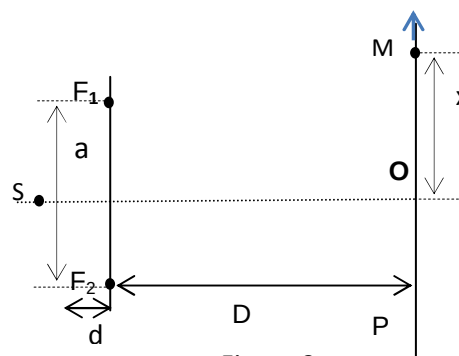


Figure 3

5.3. Sur l'écran on mesure la distance entre cinq franges brillantes successives et on trouve $\Delta x = 25 \text{ mm}$. On remplace le laser He – Ne par une diode laser de longueur d'onde λ_d , sans rien modifier d'autre ; on mesure maintenant une distance $\Delta x' = 27 \text{ mm}$ 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 λ_l , D et Δx . Faire l'application numérique. (0,5 point)

5.3.2. Trouver la relation donnant la longueur d'onde λ_d de la diode laser en fonction de λ_l , Δx 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 $\nu_0 = 4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

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 $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$



CORRIGE DE L'EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES

EXERCICE 1

Partie A

1.1. Noms des composés et leurs familles chimiques :

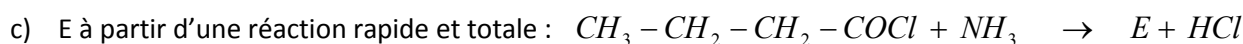
A : acide 3-méthylbutanoïque ; famille des acides carboxyliques.

B chlorure de 3-méthylbutanoyl ; 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 :



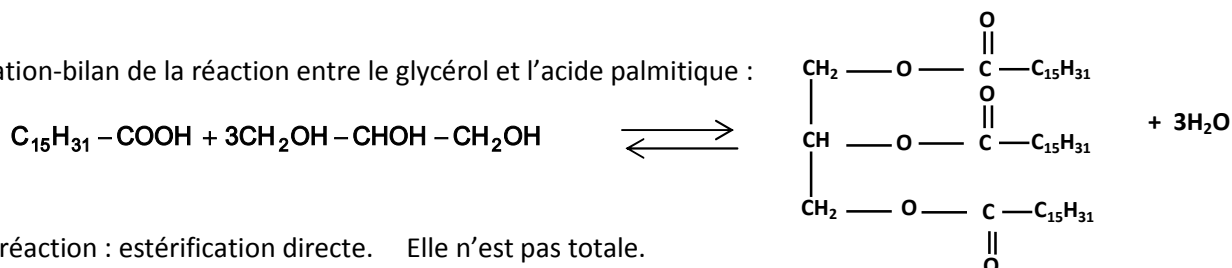
Partie B

1.3. Un triglycéride est un triester du glycérol et d'acide gras.

1.4. Formule semi-développée du glycérol : $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHOH} - \text{CH}_2\text{OH}$

1.5.

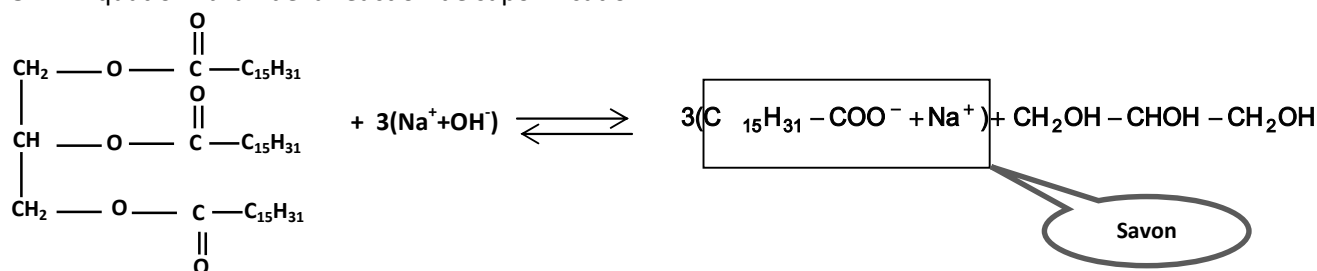
1.5.1. Equation-bilan de la réaction entre le glycérol et l'acide palmitique :



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 :

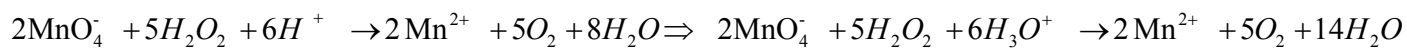
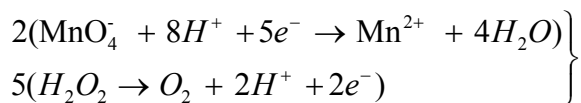
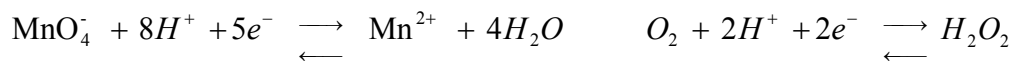
$$m_s = n_{s(\text{exp})} M_s \text{ or } n_{s(\text{exp})} = r \cdot n_{s(\text{theor})} \quad n_{s(\text{theor})} = 3 \cdot n_{\text{palmitine}} = 3 \cdot \frac{m_{\text{palmitine}}}{M_{\text{palmitine}}} \Rightarrow n_{s(\text{exp})} = r \cdot 3 \cdot \frac{m_{\text{palmitine}}}{M_{\text{palmitine}}} \Rightarrow$$

$$\text{or } m_{\text{palmitine}} = 0,47 \cdot m_{\text{huile}} \Rightarrow m_s = \frac{3 \cdot 0,47 \cdot M_s \cdot r}{M_{\text{palmitine}}} \quad A.N : m_s = \frac{3 \cdot 0,47 \cdot 1500 \cdot 278 \cdot 0,80}{806} = 583,59 \text{ kg}$$

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 :



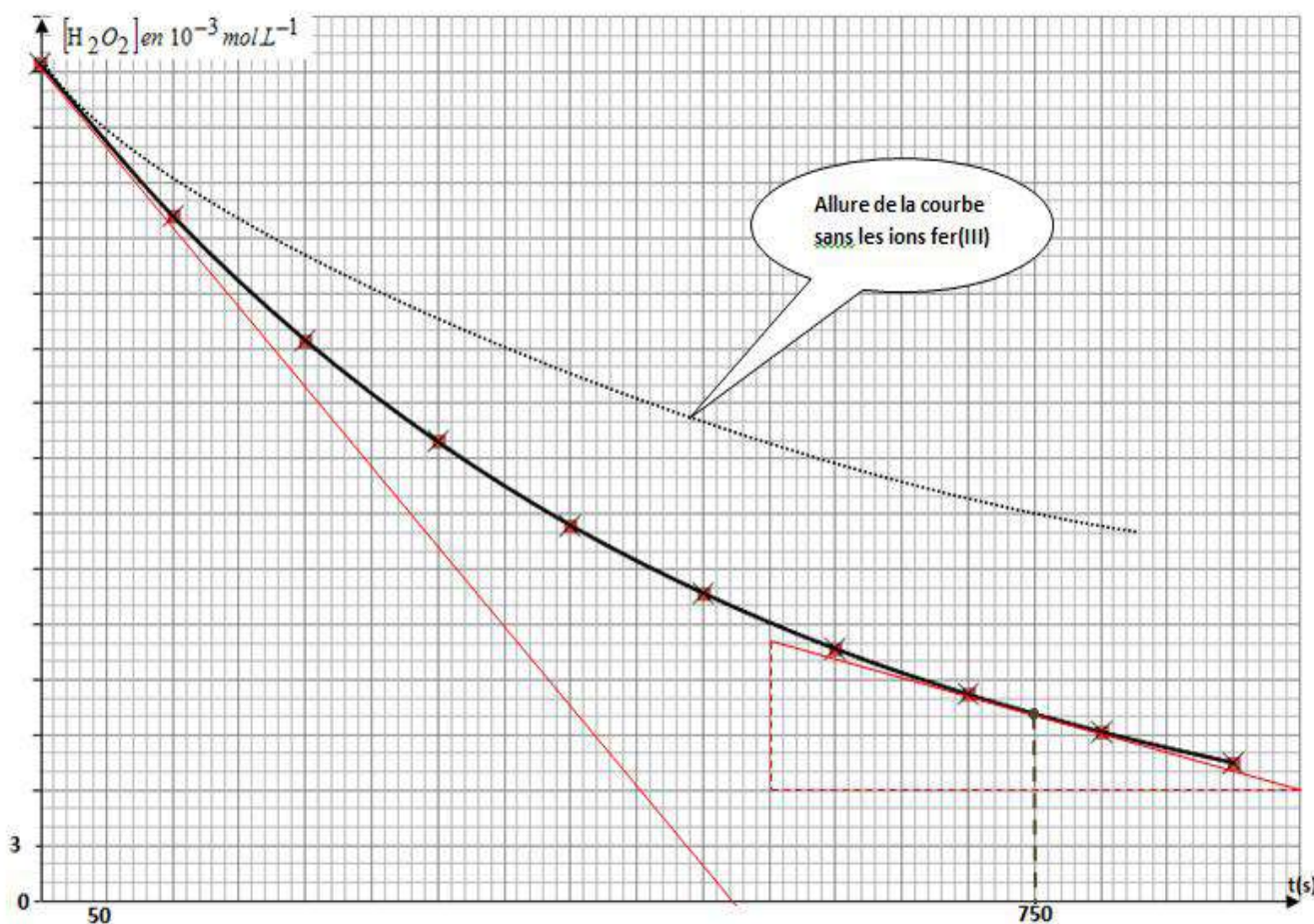
2.3.

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
$[\text{H}_2\text{O}_2] \text{ en } 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$	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 :

$$P = mg = \rho_{ac} V_B g = \rho_{ac} \frac{4\pi r^3}{3} g = 7,8 \cdot 10^3 \cdot \frac{4\pi (1,5 \cdot 10^{-3})^3}{3} \cdot 10 = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$F = \rho_0 V_B g = \rho_0 \frac{4\pi r^3}{3} g = 1,3 \cdot \frac{4\pi (1,5 \cdot 10^{-3})^3}{3} \cdot 10 = 1,83 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

$$f = 6\pi\eta_{(air)} r V = 6\pi \cdot 1,85 \cdot 10^{-5} \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 2,61 \cdot 10^{-6} \text{ N}$$

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 $v(t)$:

$$T.C.I. \Rightarrow \vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g} = \text{cste} \text{ MRUV} : \begin{cases} V_x = a_x t + V_{0x} \\ x = \frac{1}{2} a_x t^2 + V_{0x} t + x_0 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} V_x = gt \\ x = \frac{1}{2} a_x t^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_x = 10t \\ x = 5t^2 \end{cases} \quad \text{le mouvement est rectiligne de direction verticale et uniformément accéléré.}$$

3.1.4. Montrons les informations données confirment l'approximation en 3.1.2 :

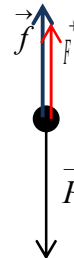
$$MRUV : 2a_x(x-0) = V^2 - 0 \Rightarrow a_x = \frac{v^2}{2x} = \frac{3,16^2}{2 \cdot 0,5} = 9,986 \approx 10 \text{ m.s}^{-2}$$

$$a_x \approx g \Rightarrow \vec{a} \approx \vec{g} \Rightarrow m\vec{a} \approx m\vec{g} \Rightarrow \vec{P} \approx m\vec{a} \Rightarrow \sum \vec{F}_{ext} \approx \vec{P} \quad \text{Toutes les forces autres que le poids ont été négligées.}$$

3.2. Etude du mouvement dans l'huile

3.2.1. Montrons que l'équation différentielle peut se mettre sous la forme : $\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C$

$$T.C.I. : \vec{P} + \vec{F} + \vec{f} = m\vec{a} \quad \text{Projetons suivant l'axe } ox : P - F - f = m.a_x \Rightarrow mg - \rho_h V_B g - 6\pi\eta.r.V = m \frac{dV}{dt}$$



$$\rho_{ac} V_B \cdot g - \rho_h V_B g - 6\pi\eta \cdot r \cdot V = \rho_{ac} V_B \frac{dV}{dt} \Rightarrow \frac{dV}{dt} + \frac{6\pi\eta \cdot r}{\rho_{ac} \frac{4\pi r^3}{3}} V = \frac{(\rho_{ac} - \rho_h) \frac{4\pi r^3}{3} \cdot g}{\rho_{ac} \frac{4\pi r^3}{3}} \Rightarrow$$

$$\frac{dV}{dt} + \frac{9\eta}{2\rho_{ac} r^2} V = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}}\right) g$$

3.2.2. L'expression des constantes C et τ :

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C \quad \text{et} \quad \frac{dV}{dt} + \frac{9\eta}{2\rho_{ac} r^2} V = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}}\right) g$$

Par identification $C = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_{ac}}\right) g$ et $\tau = \frac{2\rho_{ac} r^2}{9\eta}$ A.N: $C = 8,4 m.s^{-2}$

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.

$$\frac{dV}{dt} + \frac{1}{\tau} V = C \quad \text{si} \quad a=0 \Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{1}{\tau} V = C \Rightarrow V_{\lim} = C \cdot \tau$$

b) Dédution de τ : $\tau = \frac{V_{\lim}}{C}$ A.N $\tau = \frac{4,2 \cdot 10^{-2}}{8,4} = 0,5 \cdot 10^{-2} s$ $\tau = 0,5 \cdot 10^{-2} s$

3.2.4. Détermination de la valeur de la viscosité :

$$\tau = \frac{2\rho_{ac} r^2}{9\eta} \Rightarrow \eta = \frac{2\rho_{ac} r^2}{9\tau} \quad \text{A.N: } \eta = \frac{2 \cdot 7,8 \cdot 10^3 \cdot (1,5 \cdot 10^{-3})^2}{9 \cdot 0,5 \cdot 10^{-2}} = 7,8 \cdot 10^{-1}$$

$\eta = 7,8 \cdot 10^{-1} S.I$

EXERCICE 4

4.1. Etude de la charge du condensateur :

4.1.1. Expression de q en fonction du temps t :

$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow dq = idt ; \quad \int dq = \int idt \quad \text{or} \quad i = I = cste \Rightarrow q = I \cdot t + cste \quad \text{à } t=0 \quad q=0 \Rightarrow cste = 0$$

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 $U_{AB} = 1,8 V$:

$$\text{si } U_{AB} = 1,80 V \quad q = 400 \cdot 10^{-6} C \quad \text{or} \quad q = I \cdot t \Rightarrow t = \frac{q}{I} \quad \text{A.N: } t = \frac{400 \cdot 10^{-6}}{17 \cdot 10^{-6}} = 23,5 s. \quad t = 23,5 s.$$

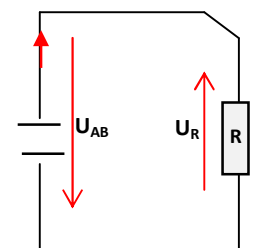
4.2. Etude de la décharge du condensateur :

4.2.1. Equation différentielle

$$u_R + u_{AB} = 0 \Rightarrow Ri + u_{AB} = 0$$

$$i = \frac{dq}{dt} \quad \text{or} \quad q = C u_{AB} \Rightarrow i = C \cdot \frac{du_{AB}}{dt} \Rightarrow RC \cdot \frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = 0$$

4/6



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 α :

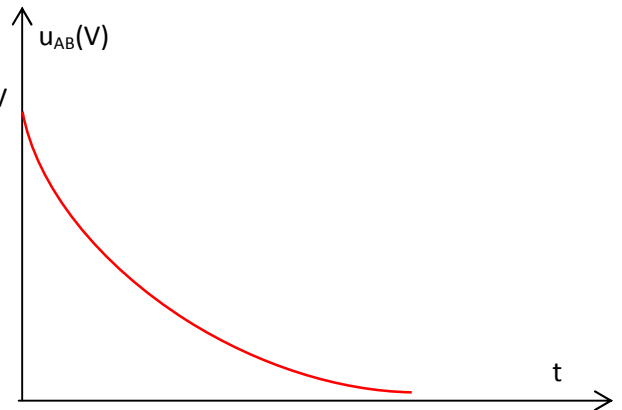
$$u_{AB} = \alpha \cdot e^{-\beta t} \text{ à } t=0 \quad u_{AB} = 3,85V \Rightarrow 3,85 = \alpha \cdot e^0 \\ \Rightarrow \alpha = 3,85V$$

Ebauche de la courbe $u_{AB} = f(t)$: ci-contre

4.2.3.2. Expression et calcul de l'énergie :

$$E_0 = \frac{1}{2} C U_0^2 \quad E_0 = \frac{1}{2} \cdot 225 \cdot 10^{-6} \cdot 3,85^2 = 1,67 \cdot 10^{-3} J$$

4.2.3.3. Puissance moyenne : $P_m = \frac{E_0}{\Delta t}$ A.N : $P_m = \frac{1,67 \cdot 10^{-3}}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 16,7 W$ $P_m = 16,7 W$



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 δ 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 Δx , D , a et λ_1 :

$$\Delta X = 4i \text{ or } i = \frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow \Delta X = 4 \cdot \frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow \Delta X = 4 \cdot \frac{\lambda_1 D}{a} \Rightarrow a = 4 \cdot \frac{\lambda_1 D}{\Delta X} \quad a = 4 \cdot \frac{633 \cdot 10^{-9} \cdot 3}{25 \cdot 10^{-3}} = 303 \cdot 10^{-6} m$$

$$a = 303 \cdot \mu m$$

5.3.2. Relation entre λ_1 , λ_d , Δx , $\Delta x'$:

$$\Delta X = 4 \cdot \frac{\lambda_1 D}{a} \text{ et } \Delta X' = 4 \cdot \frac{\lambda_d D}{a} \Rightarrow \frac{\lambda_d}{\lambda_1} = \frac{\Delta X'}{\Delta X} \Rightarrow \lambda_d = \frac{\Delta X'}{\Delta X} \cdot \lambda_1 \text{ A.N : } \lambda_d = \frac{27'}{25} \cdot 633 = 683,64 nm$$

5.4. Les deux radiations sont utilisées pour éclairer une cellule photo émissive :

5.4.1. $\lambda_0 = \frac{C}{\gamma_0}$ $\lambda_0 = \frac{3 \cdot 10^8}{4,5 \cdot 10^{14}} = 666 \cdot 10^{-9} m = 667 nm$ 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 λ_1

$\lambda_d > \lambda_0$ il y aura pas effet photoélectrique avec la radiation de longueur d'onde λ_d

$$E_{C\max} = E_{\text{photon}} - W_0 = \frac{hC}{\lambda_1} - h\gamma_0 = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{633 \cdot 10^{-9}} - 6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 4,5 \cdot 10^{14} = 1,58 \cdot 10^{-18} J = 9,875 eV$$

$$E_{C\max} = 1,58 \cdot 10^{-18} J = 9,875 eV$$

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).