IA PIKINE-GUEDIAWAYE / LYCEE DE THIAROYE / Année Scolaire : 2019-2020
Cellule de Sciences Physiques Classe : TS2

SERIE CHIMIE 2019/2020

C7 : Acides et Bases Faibles

EXERCICE 1

A/ Une solution S d'éthanamine de volume V = 30 mL et de concentration $C = 10^{-2}$ $molL^{-1}$ a un pH de 11,3. On lui ajoute 570 mL d'eau afin d'obtenir une solution S', de concentration C' et de coefficient de dissociation α' = 0,607.

1- S'agit-il d'une base faible ou forte ? Ecrire l'équation de la réaction avec l'eau.
2- Calculer le coefficient de dissociation de la solution S.
3- Calculer la concentration C'ainsi que le pH de S'.

B/ Une solution est formée d'acide éthanoïque à 0,1 $molL^{-1}$. On en prélève 10 mL et on complète à 100 mL avec de l'eau pure. On obtient une solution S'. On prélève 50 mL de S' et on complète à 500 mL toujours avec de l'eau pure. On obtient la solution S''.

1. Calculer la concentration de chaque solution S' et S''.
2. Ecrire l'équation bilan de la réaction de l'acide avec l'eau.
3. Calculer pour les trois solutions le coefficient de dissociation. Conclure.

Donnée : $K_a(CH_3COOH) = 1{,}8.10^{-5}$.

EXERCICE 2 : Les solutions sont prises à 25°C.

A/ Une eau de javel contient 0,2 mol/L d'hypochlorite de sodium (NaClO) et autant de chlorure de sodium (NaCl). Le pH de la solution est égal à 10,4.

1- Ecrire l'équation de la réaction entre la base ClO^- et l'eau.
2- Calculer à l'équilibre les concentrations de toutes les espèces chimiques dissoutes ; les classer en espèces majoritaires, minoritaires et ultra-minoritaires.
3- Ecrire l'équation de l'équilibre d'ionisation par l'eau de l'acide hypochloreux (HClO). Expliciter la constante K_a du couple $HClO/ClO^-$ en fonction des concentrations des espèces chimiques concernées. Calculer K_a, puis pK_a

B/ 1. On prélève V_0 = 10 mL d'une solution d'acide éthanoïque de concentration $C_0 = 10^{-2}$ $molL^{-1}$; on ajoute un volume variable V d'eau distillée.

a- Proposer un montage pour réaliser cette expérience.
b- Ecrire l'équation bilan de la réaction.
c- Soit C la nouvelle concentration de la solution. Etablir la relation entre C, C_0, V_0 et V.
d- On mesure le pH des solutions obtenues pour différentes valeur de V. compléter le tableau et tracer la courbe pH = f (pC).

V (mL)	0	10	20	40	60	90
pH	3,37	3,52	3,61	3,72	3,80	3,87
C						
pC = -logC						

e- Déterminer l'équation de la courbe obtenue.

2. Mette cette équation sous la forme : pH = ½(constante + pC). En déduire la valeur de la constante d'acidité K_a de l'acide éthanoïque et son pK_a.

EXERCICE 3

B/ Le phosphate d'ammonium $(NH_4)_3PO_4$ est un engrais binaire qui apporte au sol les éléments azote N et phosphate P. On prépare une solution de phosphate d'ammonium en dissolvant 0,1 mol de phosphate d'ammonium solide dans un litre d'eau. Le couple NH_4^+/NH_3 a un pK_a égal à 9,2 et le couple HPO_4^{2-}/PO_4^{3-} un pK_a égal à 12,4.

1- Placer les domaines de prédominance des diverses formes de ce deux couples sur un axe gradué en pH.
2- Les ions ammonium et phosphate peuvent-ils être tous les deux majoritaires dans la même solution ?
3- Le pH de la solution est 8,9, quelles sont les espèces effectivement majoritaires ?
4- Déterminer les concentrations en ions ammonium et ammoniac dans la solution.

NB : On négligera les autres couples acido-basiques faisant intervenir l'élément phosphore.

5- Le diéthylamine est une monobase faible.

a- Donner sa formule semi-développée et écrire l'équation de son interaction avec l'eau.

b- Connaissant les pK_a des couples suivants : couple diéthylamonium/ammoniac $pK_{a2} = 11,8$; couple ammonium /ammoniac : $pK_{a3} = 9,2$. Classer les différentes bases selon les basicités croissantes

B/ On souhaite étudier le couple acide base ion éthanammonium/éthanamine $(C_2H_5NH_3^+ / C_2H_5NH_2)$ noté ensuite BH^+/B.

1- Ecrire l'équation de la réaction de l'eau sur le chlorure d'éthanammonium.

2- On place dans un bécher V_a = 50 ml d'une solution de chlorure d'éthanammonium de concentration $C_a = 4.10^{-2}$ mol/L. On ajoute à l'aide d'une burette un volume V_b d'une solution aqueuse d'éthanamine de concentration $C_b=10^{-1}$mol/L. on relève à chaque fois le pH :

Vb (ml)	5	10	15	20	25	30	35
pH	10,07	10,37	10,54	10,67	10,78	10,85	10,91

a- Pour la valeur V_b = 5ml, montre que le rapport $\frac{[B]}{[BH^=]}$ est pratiquement égale à $\frac{C_bV_b}{C_aV_a}$.

On admettra que cette approximation est valable pour les autres valeurs de V_b.

b- Tracer la courbe pH = $f(\log\frac{[B]}{[BH^+]})$ et déterminer son équation.

c- En déduire la valeur du pK_a du couple.

C8 : Réaction Acide Faible/Base forte (et vise versa) ; Effet Tampon. Dosage

EXERCICE 1

La mesure du pH d'une solution aqueuse d'un monoacide carboxylique, RCOOH, de concentration égale à $4,0.10^{-2}$ mol L^{-1}, a donné : pH = 3,1.

1.1. Calculer les concentrations molaires des espèces chimiques présentes dans cette solution.

1.2 Définir le degré d'ionisation α de cet acide, puis calculer sa valeur dans la solution considérée.

1.3 Calculer le pKa du couple acide / base correspondant à cet acide carboxylique.

1.4 Une solution aqueuse S de cet acide, de concentration Ca a été préparée par dissolution d'une masse m = 3,0 g de l'acide dans un volume V = 500 mL d'eau pure. On en prélève un volume Va = 20,0 mL que l'on dose avec une solution d'hydroxyde de sodium de concentration Cb = $1,0.10^{-1}$ $mol.L^{-1}$. Les mesures du pH du milieu réactionnel, en fonction du volume V_b de base versé, ont permis d'obtenir le tableau suivant :

V_b (mL)	0	3,0	5,0	8,0	10,0	14,0	18,0	19,5	19,8	19,9	20,1	20,4	21,0	24,0	30,0
pH	2,8	3,9	4,2	4,5	4,7	5,0	5,6	6,3	6,8	7,2	10,1	11,0	11,1	12,0	12,3

1.4.1 Faire le schéma annoté du dispositif permettant de réaliser le dosage.

1.4.2 Tracer la courbe pH = f(Vb) du milieu réactionnel. (0,75 p) Echelles : 1 cm ↔ 2 mL ; 1 cm ↔ 1 unité pH.

1.5 Déterminer la concentration Ca de la solution S. Déterminer, graphiquement, le pKa du couple de l'acide carboxylique.

1.6 Déterminer la formule semi – développée de l'acide carboxylique et son nom.

EXERCICE 2

Sur l'étiquette d'un flacon contenant une solution S0 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 S0 est lisible, soit P = 63%. Cette indication signifie qu'il y a 63 g d'amine pure dans100 g de la solution S0. 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 :

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

Expérience 2 : Ils diluent un volume Vp = 10 cm^3 de la solution S0 dans une fiole jaugée de 1 L et obtiennent ainsi une solution S_1.

Expérience 3 : Ils dosent un volume $V_1 = 10$ cm^3 de la solution S1 par une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique Ca = 0,040 $mol.L^{-1}$ en présence d'un indicateur coloré. Pour atteindre l'équivalence, ils ont versé un volume Va = 20 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.

2.2 On s'intéresse à l'expérience 3.

2.2.1 Faire un schéma légendé du dispositif de dosage.

2.2.2 En notant l'amine par la formule R – NH2, écrire l'équation-bilan de la réaction chimique support du dosage.

2.2.3 Calculer la constante K de cette réaction. En déduire le caractère total ou partiel de la réaction.

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.

2.2.5 Expliquer pourquoi les élèves ont eu besoin de réaliser l'expérience 2 au lieu de doser directement la solution S_0.

2.3

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

2.3.2 En déduire la masse molaire de l'amine en g.mol^{-1} .

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.

<u>Données :</u> Constante d'acidité : Ka (RNH_3^+/RNH_2) = $2{,}0.10^{-11}$; masse volumique de l'eau ρe= 1 g.cm^{-3}

<u>EXERCICE 3 :</u>

3.1 On fabrique 100 mL d'une solution d'acide chlorhydrique 0,05 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.

3.2 La solution d'acide chlorhydrique 0,05 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 Va représente le volume d'acide versé :

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

3.2.1 Ecrire l'équation de la réaction de dosage.

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

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

3.2.4 En déduire :

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

b) Le pKa du couple associé à la monoéthhylamine.

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 pKa à l'aide des valeurs trouvées.

3.4 On désire préparer une solution tampon.

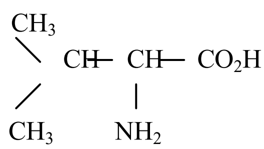
3.4.1 Qu'est ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés caractéristiques ?

3.4.2 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 mol.L-1.

<u>C9 : Acides α aminés (éléments de stéréochimie)</u>

<u>EXERCICE 1 :</u>

La valine (Val) est un acide α aminé de formule chimique



1) a – Le nommer en nomenclature systématique, puis montrer que sa molécule est chirale.

b – Donner la représentation de Fischer des deux énantiomères de la valine et les nommer.

2) En solution aqueuse la valine donne trois formes ionisées dont un ion dipolaire appelé amphion

a – Donner les formules semi développées de ces trois formes ionisées.

b – Ecrire les équations bilan des réaction du zwittérion avec les solutions chlorhydrique et de soude, mettre en évidence les couples acido- basique correspondants.

c – Les pKa de ces deux couples sont dans le désordre $pKa_1 = 2,4$ et $pKa_2 = 9,8$. Attribuer à chaque couple son pKa (justifier).

EXECICE 2

La tyrosine est l'un des composés organique participant à la biosynthèse des protéines. Elle intervient dans la synthèse de la m »lamine, le pigment naturel de la peau et des cheveux. Elle est considérée comme un antioxydant et a aussi une action sur la dépression ou l'anxiété. Dans ce qui suit, on se propose de retrouver la formule brute de la tyrosine que l'on peut noter $C_xH_yO_zN_t$ et d'étudier quelques unes de ses propriétés chimiques.

1. La combustion de 648 mg de tyrosine donne 1,42g de dioxyde de carbone et 354 mg d'eau. On suppose que l'hydrogène du composé est complètement oxydé en eau et le carbone en dioxyde de carbone. A partir de cette combustion, calculer les pourcentages massiques de carbone et d'hydrogène dans la tyrosine. En déduire la formule brute de la tyrosine sachant que sa molécule contient un seul atome d'azote et que sa masse molaire est de 181 $g.mol^{-1}$.
2. La formule semi-développée de la tyrosine est écrite ci-contre : Recopier la formule et encadrer le groupe fonctionnel caractéristique des acides α-aminés présent dans la molécule de tyrosine.
3. Dans la suite, on adopte pour la formule semi-développée de la tyrosine l'écriture simplifiée $R - CH_2 - CH(NH_2) - COOH$ et on suppose que le groupement R ne participe à aucune réaction.

3.1. Montrer que la molécule de tyrosine est chirale puis donner les représentations de Fischer des configurations L et D de la tyrosine.

3.2 En solution aqueuse, la tyrosine existe sous la forme d'un Amphion. Ecrire la formule semi-développée de l'amphion et indiquer les couples acide/base qui lui correspondent.

3.3 En solution aqueuse, il existe une valeur de pH appelé pH du point isoélectrique, notée pH_i, pour laquelle la concentration de l'Amphion est maximale. Les pK_a des couples acide/base associés à l'amphion ont les valeurs $pK_{a1} = 2,2$ et $pK_{a2} = 9,1$.

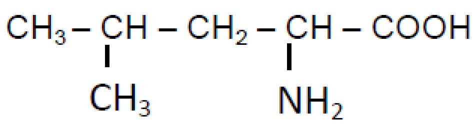
Etablir la relation entre pH_i, pK_{a1} et pk_{a2}. En déduire la valeur de pH_i pour la tyrosine.

EXERCICE 3 :

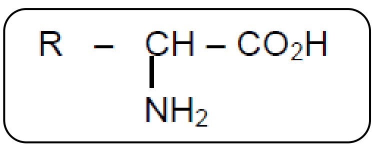
Les protéines sont les macromolécules communément appelées polypeptides qu'on peut obtenir par des réactions de condensation des acides □-animés. Elles jouent un rôle fondamental en biologie en assurant des fonctions diverses. Certaines d'entre elles ont une fonction hormonale, d'autres une fonction 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.

3.1 La leucine est un acide α-aminé de formule semi-développée :



3.1.1 Donner, en nomenclature systématique, le nom de la leucine.
3.1.2 Cette molécule de la leucine est-elle chirale ? (Justifier la réponse).
3.1.3 Donner les représentations de Fischer des deux énantiomères de la leucine.
3.1.4 Ecrire la formule semi-développée de l'amphion correspondant à la molécule de la leucine.
3.2 On fait réagir la leucine avec un acide α-aminé A de formule :



; où R est un radical alkyle ou un atome d'hydrogène.

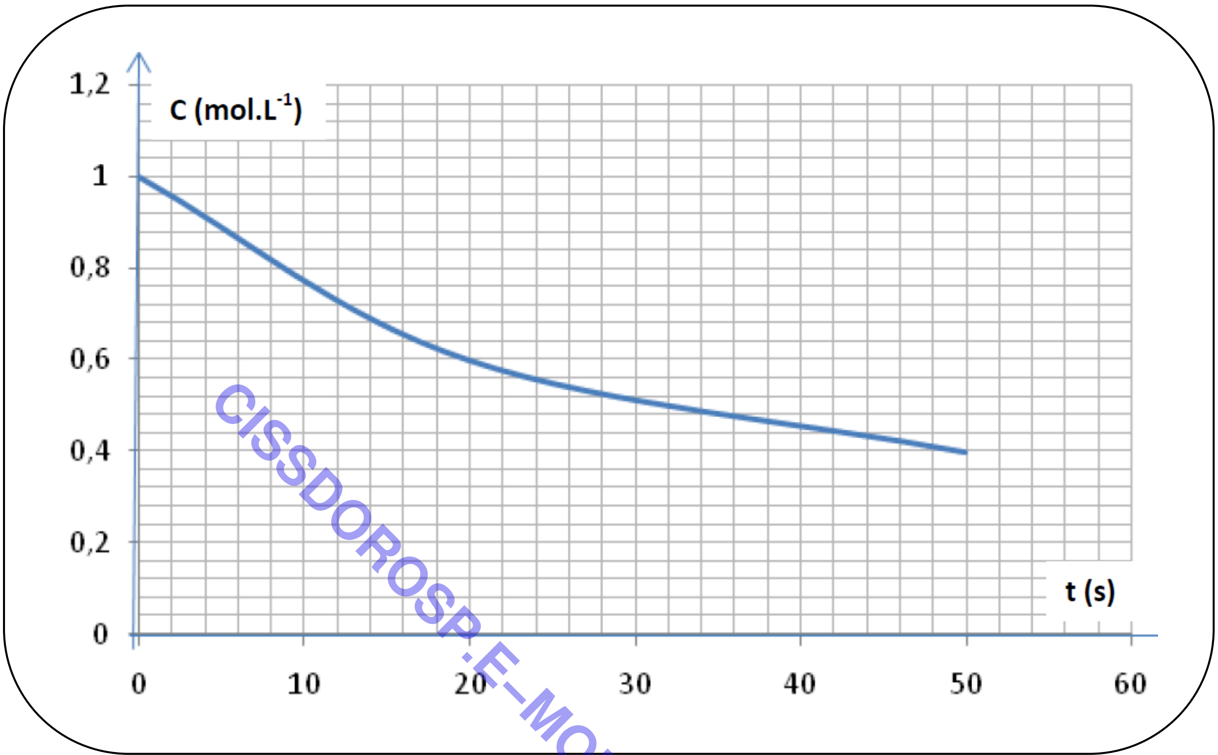
On obtient un dipeptide P dont la masse molaire est égale à 188 $g.moL^{-1}$.
3.2.1 Ecrire, à l'aide des formules semi-développées ci-dessus, les équations-bilan possibles de la réaction de condensation qui se produit. Encadrer la liaison peptidique.
3.2.2 Déterminer R puis la formule semi-développée et le nom, en nomenclature officielle, de l'acide α-aminé A.

3.3 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 ci-dessous représente les variations de la concentration C en fonction du temps t.

3.3.1 A quel instant la vitesse instantanée de disparition de la protéine est-elle maximale ?

3.3.2 Déterminer graphiquement la vitesse instantanée aux dates to = 0 et t1 = 20 s.

3.3.3 Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{½}$



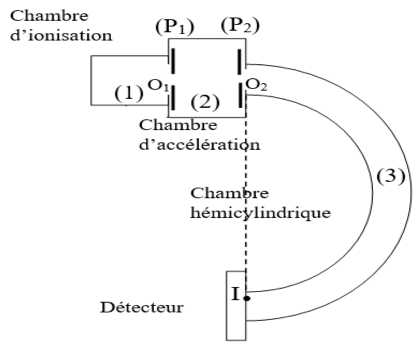
SERIE PHYSIQUE 2019/2020

P6: Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme

EXERCICE 1

Le spectrographe de masse est un dispositif utilisé pour la séparation des isotopes. Il est constitué :
- d'une chambre (1) d'ionisation dans laquelle sont ionisés les isotopes à séparer,
- d'une chambre (2) d'accélération des ions dans laquelle règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$ créé par une tension U_0 appliquée entre deux plaques (P_1) et (P_2),
- d'une chambre (3) hémicylindrique dans laquelle règne un champ magnétique uniforme $\vec{B}$,
- d'un détecteur d'ions.

On se propose de séparer des isotopes de l'élément chlore.



On négligera dans tout l'exercice, le poids de l'ion chlorure devant les autres forces qui interviennent.

1.1. a- Préciser le sens de $\vec{E}$ pour que des ions négatifs, sortant de la chambre d'ionisation en O_1 avec une vitesse nulle, aient, dans la chambre d'accélération, un mouvement rectiligne accéléré suivant la direction O_1O_2? Justifier la réponse.

b- Montrer qu'au point O_2, l'énergie cinétique est la même pour les différents types d'ions accélérés qui correspondent au même élément chimique et qui portent la même charge électrique.

En est-il de même pour les vitesses ? Justifier la réponse.

1.2. Dans la chambre (3) règne un champ magnétique $\vec{B}$ normal au plan contenant O_1, O_2 et **I.** Préciser son sens pour que des ions négatifs soient déviés vers un point d'impact I du détecteur.

1.3. Préciser la nature du mouvement d'une particule chargée dans chacune des chambres (2) et (3).

1.4. Des ions chlorure Cl^- sont accélérés sous une tension U_0 =500V.

a- Déterminer l'intensité du champ magnétique $\vec{B}$ qui doit régner dans la chambre (3) pour que des ions $^{35}Cl^-$ viennent frapper le détecteur au point d'impact I situé à 19 cm de O_2.

b- Au niveau du détecteur et en un point I' situé plus loin que I du point O_2, on reçoit des ions négatifs désigné par $^{A}Cl^-$. Sachant que la distance qui sépare le point I du point I' est 0,6 cm, déterminer le nombre de masse de l'ion $^{A}Cl^-$ considéré.

c- Répondre par vrai ou faux aux propositions suivantes :

Dans un champ électrique uniforme, une particule chargée mobile suit toujours une trajectoire rectiligne.

Dans un champ magnétique uniforme, une particule chargée mobile suit toujours une trajectoire circulaire. Développer, dans chaque cas, ce qui justifie la réponse.

On donne : Charge électrique élémentaire : $e = 1{,}6.10^{-19}$C ; Unité de masse atomique : $u = 1{,}66.10^{-27}$ kg

EXERCICE 2

Données: $D = 40$ cm ; $L = 1$ cm ; $d = 10$ cm ; $m = 9{,}1^{-31}$kg ; $E = 5.10^{4}\text{V.m}^{-1}$.

Dans tout l'exercice, on négligera le poids de l'électron devant les autres forces qui agissent sur lui.

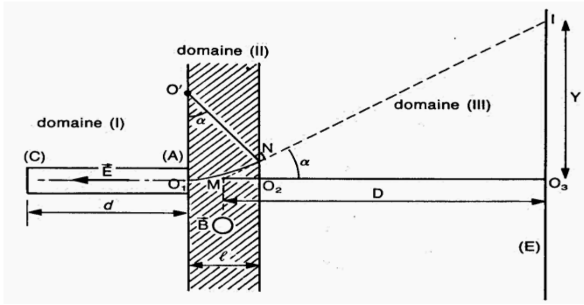
2.1. Des électrons de masse m et de charge q sont émis sans vitesse initiale par la cathode(C). Ils subissent sur la longueur d, l'action du champ électrique uniforme $\vec{E}$.

2.1.1. Quelle est la nature du mouvement de l'électron entre la cathode (C) et l'anode(A)?

2.1.2. Que vaut la vitesse $\|\vec{v}_0\|$ d'un électron au point O_1?

2.1.3. +-

2.2. Arrivés en O_1, les électrons subissent, sur la distance ℓ, l'action d'un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire au plan de la figure (le domaine où règne ce champ $\vec{B}$ est hachuré).



Quel doit être le sens du vecteur $\vec{B}$ pour que les électrons décrivent l'arc de cercle O_1N. Justifier la réponse.

Établir l'expression du rayon $R = O'O_1 = O'N$ de cet arc de cercle. Calculer R pour $B = 2.10^{-3}$ T.

2.3. Quelle est la nature du mouvement de l'électron dans le domaine **(III)** où n'existe aucun champ ?

2.4. Le domaine **(III)** est limité par un écran (E) sur lequel arrivent les électrons. Exprimer en fonction de m, e, B, D, l et v_0 la déflexion magnétique $O_3I = Y$ subie par un électron à la traversée du système**(II)+(III)**. La droite IN coupe l'axe O_1O_2 au point M. L'écran E est à la distance D de ce point M. On fera les hypothèses simplificatrices suivantes :

-Dans le domaine **(II)** de l'espace, on peut confondre la longueur de l'arc avec la longueur $O_1O_2 = l$ où règne le champ$\vec{B}$.

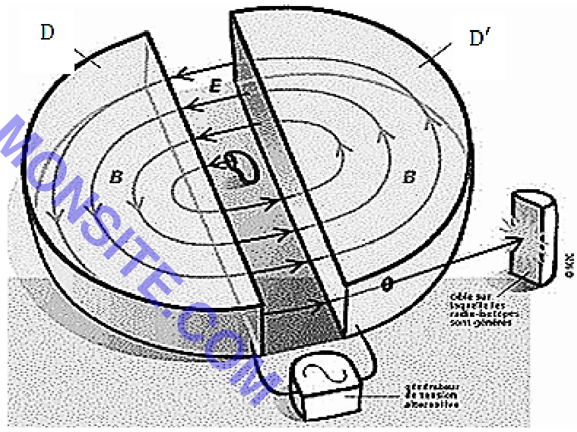
-On supposera que la déviation angulaire est faible.

2.5. Sachant que$Y = 3{,}35$ cm, retrouver la valeur $\|\vec{v}_0\|$ de la vitesse de l'électron au pointO_1.

EXERCICE 3

Un cyclotron est constitué deux demi-bottes cylindriques D et D$'$ à l'intérieur desquelles on établit un champ magnétique uniforme de vecteur représentatif $\vec{B}$. Dans l'espace compris entre les deux demi-boites, on établit une tension $U_{DD'}$ alternative de valeur maximale U. Des ions positifs de charge q, de masse m sont injectés en O avec une vitesse négligeable.

3.1. La tension $U_{DD'}$ est positive



3.1.1. Etablir l'expression en fonction de q, U de l'énergie cinétique E_{C_1}de ces ions à leur première arrivée enD$'$. Calculer cette énergie en joules puis en eV. **(q = 2e et U = 20 kV)**

3.1.2. Exprimer en fonction de q, U et m la vitesse v_1 des ions à leur première arrivée en D$'$. Calculer sa valeur.

3.1.3. Ces ions pénètrent alors dansD$'$. Quel est ensuite leur mouvement ? Exprimer le rayon R_1 de leur trajectoire en fonction deB, q, U etm. Calculer R_1 pour B = 1T et m = 3,984 ;10^{-26}kg.

2.6. Les ions ressortent de D$'$. On inverse alors la tension $U_{DD'}$ en lui gardant la même U. Etablir les expressions :

2.6.1. de leur énergie cinétique E_{C_2}à l'entrée de D en fonction de E_{C_1}.

2.6.2. de leur vitesse v_2 à l'entrée de D en fonction de v_1.

2.6.3. du rayon R_2 de leur trajectoire dans D.

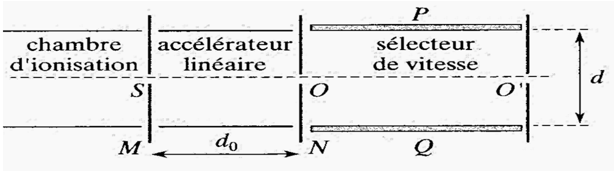
2.6.4. du rayon R_n de la trajectoire des ions en fonction de n, nombre de passage entre D et D$'$ et de R_1.

EXERCICE 4

Données : ${}_2^3He^{2+}$: $m_1 = 5{,}1^{-27}$kg ; ${}_2^4He^{2+}$: $m_2 = 6{,}7^{-27}$kg ; ${}_2^6He^{2+}$: m_3.

4.1. Une chambre d'ionisation produit des noyaux d'hélium ${}_2^3He^{2+}$, ${}_2^4He^{2+}$, ${}_2^6He^{2+}$de masses respectives :m_1, m_2, m_3. Leur poids est négligeable devant les forces électromagnétiques qu'ils subissent. Ils pénètrent en S sans vitesse initiale dans un accélérateur linéaire où ils sont soumis à l'action d'un champ électrique uniforme $\vec{E}_0$ créé par une différence de potentiel $U_0 = V_M - V_N$.

On désignera par $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$, $\vec{v}_3$ les vecteurs vitesse en O des ions ${}_2^3He^{2+}$, ${}_2^4He^{2+}$, ${}_2^6He^{2+}$. On notera e la charge électrique élémentaire.



4.1.1. Déterminer le signe de U_0 et représenter le champ électrique $\vec{E}_0$ dans l'accélérateur.

4.1.2. Exprimer l'accélération d'un ion ${}_2^4He^{2+}$ en fonction de U_0,d_0,e et m_2 ; préciser la nature de son mouvement.

4.2. Montrer qu'en O, à la sortie de l'accélérateur, $m_1.v_1^2 = m_2.v_2^2 = m_1.v_3^2$.

4.3. Les ions pénètrent ensuite dans un sélecteur de vitesse limité par les plaques P et Q. Ils sont alors soumis à l'action simultanée de deux champs : un champ électrique uniforme $\vec{E}$, créé par une différence de potentiel positive $U = V_Q - V_P$, et un champ magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire à $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$, $\vec{v}_3$.

4.3.1. Représenter le champ magnétique $\vec{B}$ pour que la force électrique et la force magnétique aient même direction, mais des sens contraires.

4.3.2. On règle la valeur de U de façon que le mouvement des ions ${}_2^4He^{2+}$ soit rectiligne uniforme de trajectoire OO'. Exprimer U en fonction de B, v_2 et d.

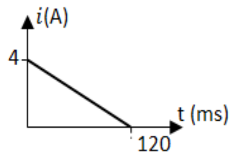
4.4. Comment seront déviés les ions ${}_2^3He^{2+}$ et ${}_2^6He^{2+}$? On se contentera de donner l'allure des trajectoires sans préciser leur nature et sans faire de calcul.

P8 : Induction Magnétique – Etude d'un dipôle (R, L)

EXERCICE 1

On considère une petite bobine (b) de surface S'= 10 cm^2, comportant N'= 100 spires. On la place à l'intérieur d'un solénoïde (S) comportant N = 1000 spires et de longueur l= 1,5 m. Les plans des spires étant parallèles on oriente la bobine dans le sens du courant i circulant dans le solénoïde.

1. L'intensité du courant i dans le solénoïde varie suivant la loi représentée ci-contre. On donne μ_o= 4π.10^{-7} S.I. En déduire :



le champ magnétique b(t) à l'intérieur du solénoïde ; l'expression du flux de $\vec{B}$ à travers la bobine et la force électromotrice dont la bobine est le siège.

2. Préciser sur un schéma clair, le sens de $\vec{B}$ et du courant qui traverserait la bobine si on réunissait ses deux extrémités.

3. On établit dans le solénoïde une intensité I = 4 A supposée constante dans toute cette question. On imprime à la bobine un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe vertical passant par son centre. On branche un oscillographe aux bornes de la bobine. Donner l'expression de la nouvelle f.é.m. e'. En déduire l'allure de la courbe observée sur l'écran de l'oscillographe (donner une représentation qualitative de cette courbe).

EXERCICE 2

Un élève d'une classe de terminale veut déterminer les caractéristiques électriques d'une bobine extraite d'un jouet. Pour cela il réalise le circuit série comportant un générateur de tension continue, la bobine (r, L) et un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω (figure 1)

A la date t = 0, l'interrupteur K est fermé et on enregistre l'évolution des tensions sur les voies Y_1 et Y_2 d'un oscillographe bicourbe.

Les oscillogrammes obtenus sont reproduits sur la figure 2.

1. Préciser les grandeurs représentées par les courbes C_1 et C_2 de la figure 2.

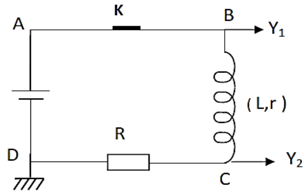
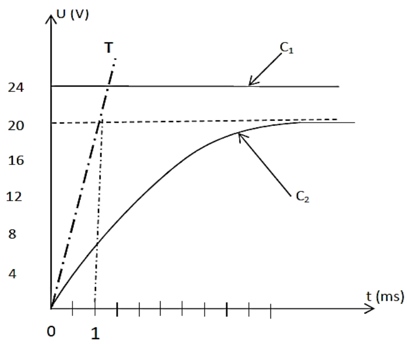


Figure 1



2.

2.1 Déterminer graphiquement :

a) l'intensité I_p du courant parcourant le circuit en régime permanent.

b) la tension aux bornes de la bobine en régime permanent ;

2.2 En déduire la valeur de la résistance de la bobine.

3. Déterminer graphiquement la valeur de la force électromotrice E.

4. Peut-on négliger la résistance interne du générateur (réponse à justifier) ?

5. A partir de la courbe, déterminer la valeur de la grandeur $\dfrac{dU_{CD}}{dt}$ à l'instant t = 0. En déduire la valeur de $\dfrac{di}{dt}$ à t = 0 puis calculer la valeur de la constante de temps **τ** du circuit sachant que $\dfrac{I_p}{\tau} = \left(\dfrac{di}{dt}\right)_{t=0}$. En déduire la valeur de L.

NB : La droite OT est la tangente à la courbe C_2 à la date t = 0s.

6Etablir l'équation différentielle liant i, l'intensité du courant, sa dérivée $\dfrac{di}{dt}$, L, R, r et E.

7La solution de cette équation différentielle est de la forme : $i(t) = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$

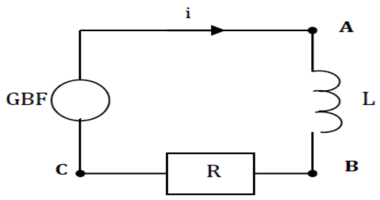
7.1. Déterminer les valeurs des constates A, B et τ.

7.2. Exprim+-er i(t) et u_{BC}(t) en fonction de R, L, r , E.et t

EXERCICE 3

On associe en série avec un générateur basse fréquence délivrant une tension alternative triangulaire de fréquence N, un résistor de résistance R et une bobine d'inductance L= 0,14H et de résistance interne supposée nulle comparée à celle du résistor.

1- Dans le but de déterminer la valeur de R, on réalise le circuit de la figure ci-contre.

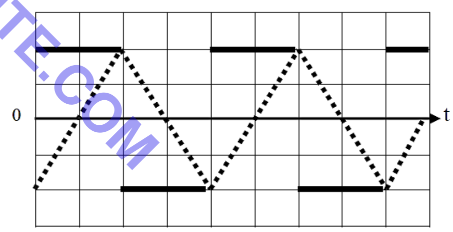


1.1- Reproduire sur votre copie ce circuit et représenter les tensions ; $\mathbf{u_{BC}}$ aux bornes du résistor et $\mathbf{u_{AB}}$ aux bornes de la bobine.

1.2- Indiquer sur le circuit, les branchements à effectuer avec un oscilloscope à mémoire afin de visualiser sur sa voie (x) la tension aux bornes du résistor et sur sa voie (y) la tension aux bornes de la bobine.

2- Une fois la touche inverse de la voie (x) est appuyée et les sensibilités de l'oscilloscope sont fixées aux valeurs suivantes: Voie (x): **5 V/ div ;** Voie (y): **1 V/ div et** Sensibilité horizontale: **5 ms /div.**

Sur l'écran, apparaît les deux oscillogrammes de la figure c



2.1L'intensité i(t) du courant électrique qui circule dans le circuit est-elle constante ? Justifier.

2.2- La bobine est-elle le siège du phénomène d'auto-induction ? Justifier.

2.3- Enoncer la loi de Lenz.

2.4- Montrer que l'oscillogramme en créneau correspond à la tension u_{AB}.

2.5- Déterminer, pendant l'intervalle de temps [0 ms ; 10ms] : la valeur de la tension u_{AB} et l'équation numérique de la courbe représentant u_{BC}

3-

3.1- Rappeler les expressions des tensions u_{AB} et u_{BC} en fonction de i, $\dfrac{di}{dt}$, R et L.

3.2- Montrer alors que tension aux bornes de la bobine s'écrit : $U_{AB} = \dfrac{LdU_{BC}}{dt}$.

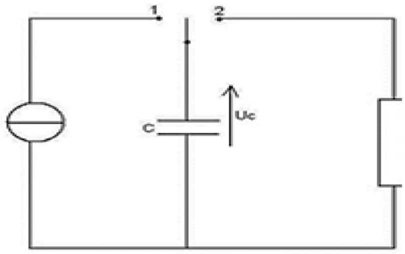
3.3- Déduire la valeur de la résistance R du résistor.

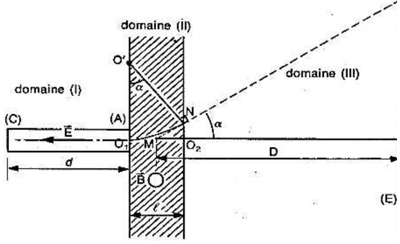
4- L'inductance L de la bobine, dépend-elle de la fréquence N ? Justifier.

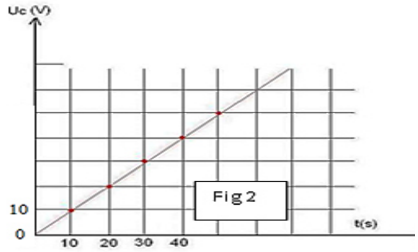
P9 : Etude du dipôle (R,C).

EXERCICE 1

1. Le montage représenté ci-contre permet de charger et de décharger un condensateur dans une résistance R.







1.1 Pour chacune de ces deux opérations, quelle doit être la position de l'interrupteur ?

1.2 Des deux graphes (fig 1 et fig 2) proposés ci-dessus, lequel correspond à la charge de ce condensateur ? Justifier.

2- Le générateur de courant permet une charge, à intensité constante, d'un condensateur. La charge dure 40 s et l'intensité du courant a pour valeur 1µA.

2.1 Calculer la charge du condensateur à la date 40 s.

2.2 Quelle est la valeur de l'énergie emmagasinée par le condensateur à cette date ?

2.3 Quelle est la capacité du condensateur ?

3- Sachant que ce condensateur est plan et que l'aire des deux surfaces communes en regard est $S = 0.1\ m^2$ et que l'épaisseur du diélectrique qui se trouve entre les deux plaques est e=0,02 mm.

3.1 Déterminer la permittivité électrique absolue ε du diélectrique de ce condensateur.

3.2 Déduire la permittivité relative ε_r du diélectrique. On donne $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}$u.s.i

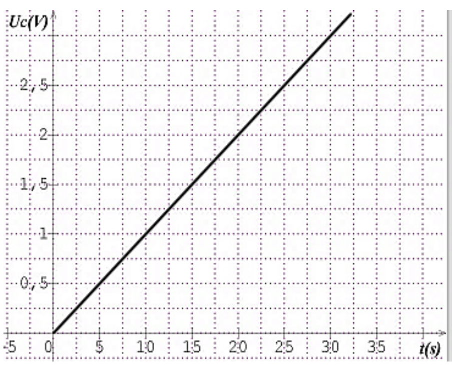
3.3 Déterminer la capacité C' d'un condensateur qu'il faut réunir en série avec ce condensateur pour obtenir un condensateur de capacité $C_e = 0{,}10$ C.

EXERCICE 2

On dispose au laboratoire d'un condensateur de capacité C inconnue, pour déterminer expérimentalement la valeur de C, deux groupes d'élèves proposent deux solutions différentes.

I- Le premier groupe réalise un circuit électrique comportant : Un générateur idéal de courant débitant un courant d'intensité constante **I= 20 µA** ; Un voltmètre ; Le condensateur de capacité C inconnue ; Un conducteur ohmique de résistance R **;** Un interrupteur K et un chronomètre.

A la date **t=0s**, ils ferment l'interrupteur K et mesurent à différentes dates la tension aux bornes du condensateur, ce qui leur a permis de tracer la courbe de variation de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps (**figure 1**).



1- Représenter le schéma du circuit en indiquant le branchement du voltmètre.

2- Etablir l'expression de u_c en fonction de I, C et t.

3- Déterminer graphiquement la valeur de la capacité C.

4- Calculer à la date **t=20 s**, l'énergie emmagasinée dans le condensateur

II- Le deuxième groupe réalise un circuit électrique comportant : Un générateur basse fréquence G.B.F de signaux carrés, de fréquence **N**, fournissant alternativement une tension nulle ou positive $\mathbf{U_m}$ (Tension créneaux) ;Un oscilloscope bicourbe ; Le condensateur de capacité **C** inconnue ; Un conducteur ohmique de résistance R réglable et un interrupteur K**.**

1- Représenter le schéma du circuit en indiquant les branchements des fils de masse et les entrées Y_A et Y_B de l'oscilloscope nécessaire pour visualiser respectivement la tension fournie par le G.B.F et la tension aux bornes du condensateur.

2- Avec $\mathbf{R = 40\,\Omega}$, on observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes de la figure 2. Les réglages de l'oscilloscope indiquent : **Sensibilité verticales sur Y_A : 2V.div^{-1} et sur Y_B : 1V.div^{-1} ; Sensibilité horizontale : 10 ms.div^{-1}.**

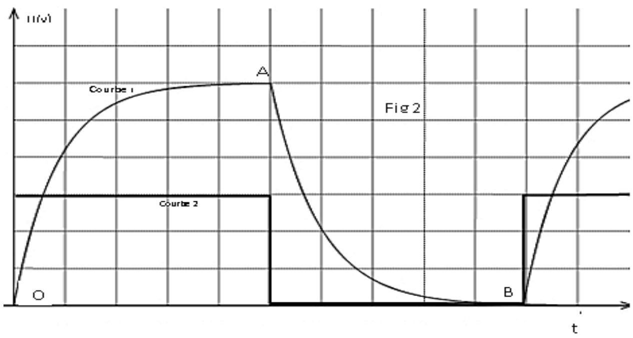
a- Identifier les courbes 1 et 2, interpréter le phénomène observé principalement, dans les zones OA et AB.

b- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de u_c dans la zone OA. Donner l'expression de sa solution en fonction de U_m, R, C et t.

c- Déterminer graphiquement :

- La période T du G.B.F et la tension maximale U_m fournie.
- la constante de temps τ. Déduire la valeur de la capacité C du condensateur, la comparer à celle trouvée par le premier groupe.

d- Tracer sur le même graphe l'allure de la courbe de variation de la tension u_R aux bornes du résistor en fonction du temps. Préciser sur le graphe les deux régimes.



3- On règle la résistance R à la valeur $\mathbf{60\,\Omega}$.

a- Calculer la nouvelle valeur de la constante de temps.

b- Tracer, sur le même graphe, l'allure de la courbe représentant u_c en fonction du temps.

4. Le condensateur précédent, isolé après la charge, est par la suite branché aux bornes d'un second condensateur initialement déchargé, de capacité C' = 0,5 µF. Calculer, à l'équilibre :

4.1. la tension U aux bornes de chaque condensateur ;

4.2. les charges Q et Q' des deux condensateurs ; l'énergie W' totale emmagasinée dans l'association des condensateurs. Comparer cette énergie à W_0. Qu'est devenue la différence d'énergie

EXERCICE 3

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).

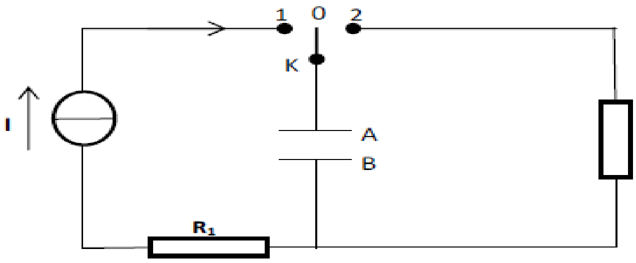


Figure 1

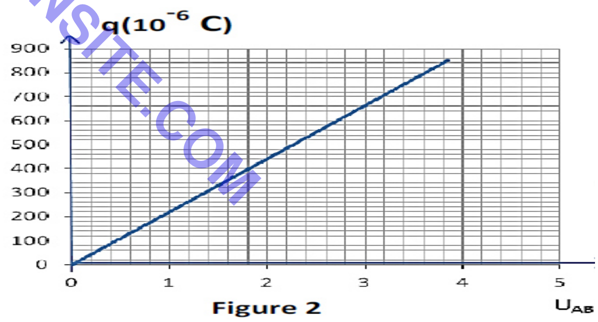


Figure 2

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 µA 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.

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.

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.

b) la date à laquelle la tension u_{AB} prend la valeur 1,80 V.

2 Etude de la décharge du condensateur

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

2.1 Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension instantanée u_{AB} est de la forme : $\frac{1}{\beta}\frac{dU_{AB}}{dt} + U_{AB} = 0$ où β est une constante dont on donnera l'expression en fonction des caractéristiques des dipôles du circuit.

2.2. Donner le nom de la constante : $\frac{1}{\beta}$; préciser sa signification physique.

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

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.

2 3.2 Exprimer, puis calculer l'énergie, E_0, emmagasinée par le condensateur, à la date t= 0.

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 ».

P10 : Oscillations électriques libres et oscillations électriques forcées

EXERCICE 2

On considère le circuit électrique comportant un générateur de tension continue de fem E= 6V, un condensateur de capacité C, une bobine d'inductance L et de résistance propre négligeable, deux conducteurs ohmiques de même résistance R et deux interrupteurs K et K' (figure-2).

Un oscilloscope associé à un système d'acquisition a permis de visualiser sur la voie 1 la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps.

1. Dans une première expérience on ferme K en maintenant K' ouvert. Le dipôle (RC) est alors soumis à une tension continue. Sur la voie 1 on obtient la courbe de la figure-3.

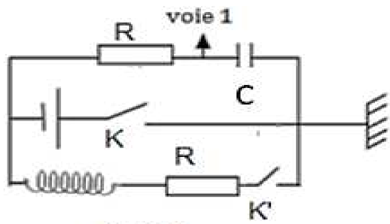


Figure 2

1.1. Reproduire sur la partie du circuit concernée et indiquer le sens du courant et les signes des charges de chacune des armatures du condensateur.

1-2 Quel est le nom du phénomène observé sur la voie 1 à la fermeture de K ?

1-3.Déterminer graphiquement la constante de temps τ du dipôle (RC). Expliciter la méthode utilisée.

1-4. Sachant que R = 20 Ω, en déduire la valeur de la capacité C.

1-5. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur est :

$$RC\frac{dU_C}{dt} + U_C = E$$

1-6.Vérifier que $u_C(t) = E\,(1 - e^{-t/RC})$ est solution de cette équation différentielle.

2 Une fois la première expérience terminée, on ouvre K et on ferme K'. Le circuit est alors le siège d'oscillations électriques. La figure 4 indique la variation de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps.

2-1 Préciser le régime des oscillations obtenues. Déterminer la pseudo-période T des oscillations.

2-2 Reproduire sur la copie la partie du circuit concernée. Etablir l'équation différentielle vérifiée par Uc.

2-3A partir de la figure-4, que peut-on dire de l'énergie totale du circuit ? Quel est le dipôle responsable de ce phénomène ? Montrer que la variation au cours du temps de l'énergie totale du circuit peut s'écrire sous la forme $\frac{dE}{dt} = -2R\left(C\frac{dU_C}{dt}\right)^2$

2-4. On suppose que l'énergie initiale du circuit est contenue dans le condensateur. Calculer les énergies électrique E_C et magnétiques E_L aux instants $t_1 = 0$; $t_2 = 3T$.

2-5. Calculer l'énergie dissipée dans le circuit pendant 3 T.

Figure 3

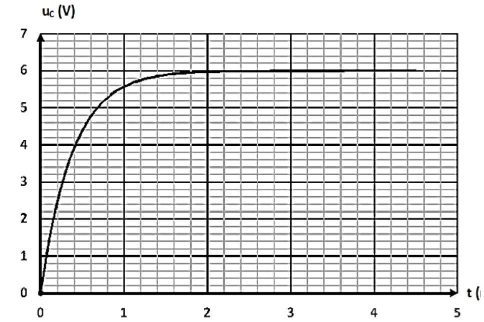
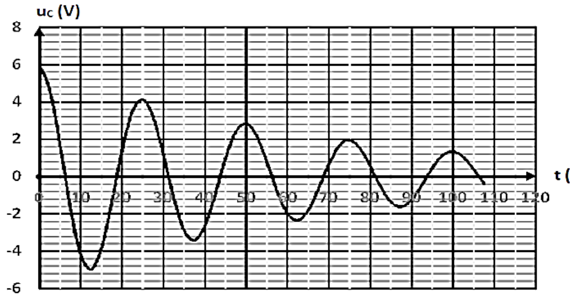


Figure 4



EXERCICE 2

Un dipôle est constitué de l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance R=100 Ω, d'une bobine d'inductance L = 1,0 H et de résistance r = 8,5 Ω et d'un condensateur de capacité C. Aux bornes de ce dipôle un générateur basse fréquence, GBF, impose une tension sinusoïdale de fréquence N et de valeur efficace constante (figure 1). Un branchement convenable à l'oscilloscope permet de visualiser la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique et la tension u_G aux bornes du générateur. On observe sur l'écran de l'oscilloscope, dans un ordre quelconque, les courbes (1) et (2) reproduites sur la figure 2.

La sensibilité verticale, la même sur les deux voies, est de 2,0 V / div. Le balayage horizontale est de 2 ms / div.

2-1 Déterminer l'amplitude de la tension correspondant à chaque courbe.

Des courbes (1) et (2), quelle est celle qui correspond à la tension u_G aux bornes du GBF ? Justifier la réponse.

2.2 Reproduire la figure 1 sur la feuille de copie et faire figurer les branchements à l'oscilloscope permettant d'obtenir ces courbes.

2-3 Déterminer la fréquence de la tension délivrée par le GBF.

2-4 Calculer, en valeur absolue, la différence de phase entre la tension $u_G(t)$ et l'intensité i(t) du courant électrique. Préciser la grandeur électrique en avance de phase.

2-5 Etablir, en fonction du temps, les expressions de l'intensité du courant i(t) et de la tension $u_G(t)$ délivrée par le GBF; la date t = 0 correspond au point O de la figure 2.

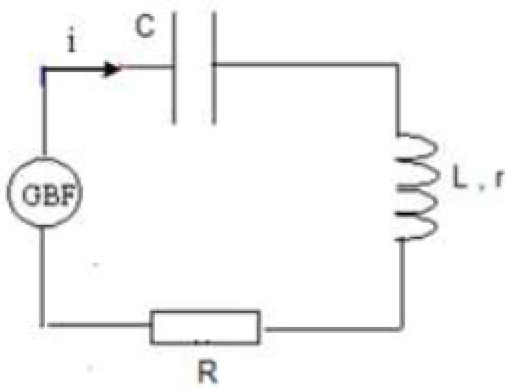


Figure 1

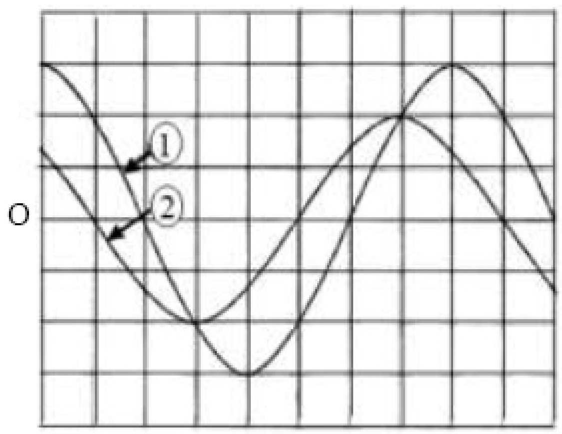


Figure 2

2-5 Calculer la valeur de la capacité C du condensateur.

2-6 On règle la fréquence de la tension aux bornes du GBF de sorte que le circuit fonctionne en résonance d'intensité.

2-6-1 Calculer la nouvelle valeur de la fréquence de la tension délivrée par le GBF.

2-6-2 Représenter, qualitativement, l'allure des courbes observées sur l'écran de l'oscilloscope.

EXERCICE 3

Pour étudier le phénomène de résonance au laboratoire, un groupe d'élèves réalise un circuit (R, L, C) série. Pour cela, ils disposent d'un GBF qui fournit une tension alternative sinusoïdale de fréquence N réglable, un conducteur ohmique de résistance R = 50 Ω, un condensateur de capacité C = 5 **μF**, une bobine de résistance r et d'inductance L.

3.1 Les élèves visualisent sur la voie Y_1 de l'oscilloscope la variation au cours du temps de la tension **u (t)** aux bornes du générateur et sur la voie Y_2 la variation au cours du temps de la tension (**t**) aux bornes du résistor.

3.1.1 Faire le schéma du montage qu'ils ont réalisé en y indiquant clairement les connexions à faire à l'oscilloscope pour visualiser **u** (**t**) **et** (**t**).

3.1.2 Expliquer pourquoi la variation de la tension $\mathbf{u_R}$ (**t**) leur donne en même temps l'allure de la variation de l'intensité i(t) du courant dans le circuit.

3.2 Sur l'écran de l'oscilloscope, sont observés les oscillogrammes reproduits sur le document 1 avec les réglages suivants : Sensibilité verticale voie Y_1 : 5V/div ; voie Y_2 : 0,5V/div.;

Sensibilité horizontale : 1ms/div.

3.2.1 Déterminer :

- la fréquence N de la tension délivrée par le générateur ;
- la tension maximale Um aux bornes du générateur ;
- l'intensité maximale Im du courant.

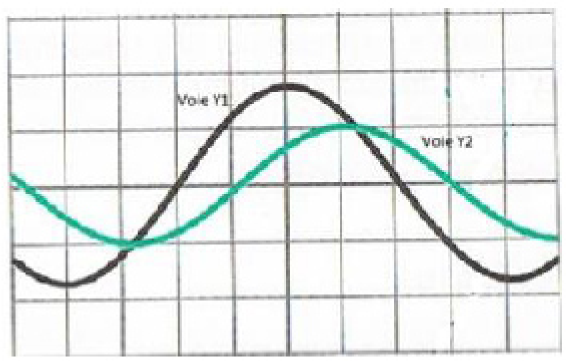
3.2.2 Déterminer le déphasage de la tension aux bornes du générateur sur l'intensité du courant.

3.2.3 Sur un schéma représentant l'aspect de l'écran, montrer comment se positionnerait la courbe 1 visualisée sur la voie (Y_1) par rapport à la courbe 2 visualisée sur la voie (Y_2) à la résonance d'intensité (On tracera l'allure des deux courbes).

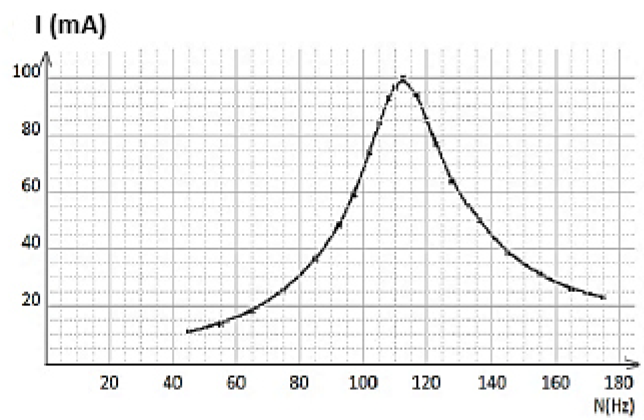
3.3 En maintenant la tension maximale aux bornes du générateur constante, les élèves ont fait varier la fréquence N du GBF et relevé l'intensité efficace I du courant à l'aide d'un ampèremètre. Les mesures ainsi réalisées leur ont permis de tracer la courbe I = f(N) du document 2.

3.3.1 Déterminer graphiquement la fréquence N_0 et l'intensité efficace I_0 à la résonance d'intensité. En déduire l'inductance L de la bobine.

3.3.2 Déterminer la bande passante des fréquences et le facteur de qualité. Donner la signification physique du facteur de qualité.



Document 1



Document 2

EXERCICE 4

Lors d'une séance de travaux pratiques, des élèves d'un lycée se proposent de déterminer la capacité d'un condensateur, l'inductance et la résistance d'une bobine trouvés dans le laboratoire, sans aucune étiquette. Pour cela, ces élèves disposent du matériel suivant : - un générateur de basses fréquences (GBF), un conducteur ohmique de résistance R = 80 Ω, - la bobine d'inductance L et de résistance r, le condensateur de capacité C, - un ampèremètre de résistance négligeable, un voltmètre et des fils de connexion en quantité suffisante. Les élèves réalisent un montage en série avec la bobine, le conducteur ohmique, le condensateur, l'ampèremètre et la génératrice basse fréquence (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale. Le voltmètre, branché aux bornes M et N du GBF, permet de vérifier que la tension efficace à ses bornes est maintenue constante et égale à U = 1,00 V.

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

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

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

4.2.1 Tracer la courbe de l'intensité efficace I en fonction de la fréquence f : I = g (f).
Echelles : en abscisses : 15 mm → 100 Hz ; en ordonnées : 20 mm → 1 mA

4.2.2. Déterminer graphiquement la fréquence fo de résonance du circuit.

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

4.2.4. Déterminer la largeur de la bande passante β du circuit.

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

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