

Barème

EXERCICE I (4 points)

Propagation des ondes lumineuses

0,5 1) Choisir parmi les propositions suivantes, celle qui est juste.

la lumière blanche :

A	est monochromatique	B	n'est formée que de deux radiations différentes
C	est polychromatique		

2) Une radiation lumineuse jaune se propage dans un milieu transparent en verre.

Données : - la longueur d'onde de la radiation jaune dans le verre est : $\lambda_j = 355 \text{ nm}$;

- la longueur d'onde de la radiation jaune dans le vide est : $\lambda_{oj} = 589 \text{ nm}$;

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

✓ On rappelle que la longueur d'onde λ a pour expression :

$$\lambda = \frac{v}{\nu} \text{ où } v \text{ est la célérité de l'onde et } \nu \text{ sa fréquence.}$$

0,75 2.1) Calculer la fréquence ν_j de la radiation jaune.

0,75 2.2) En déduire la célérité v_j de la radiation jaune dans le verre.

0,75 2.3) Calculer l'indice de réfraction n_j du verre pour la radiation jaune.

3) On éclaire avec une radiation laser, de longueur d'onde λ , une fente fine horizontale de largeur $a = 0,06 \text{ mm}$. On observe sur un écran, placé à une distance D de la fente, un ensemble de taches de direction verticale. La tache centrale a une largeur L (figure 1). On change la distance D et on mesure à chaque fois la largeur L . La courbe de la figure 2 représente les variations de L en fonction de D : $L = f(D)$.

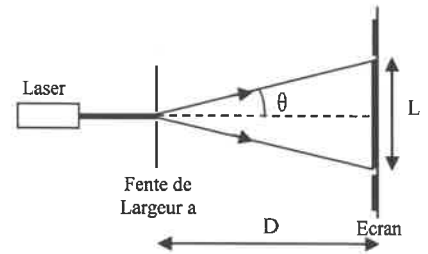


Figure 1

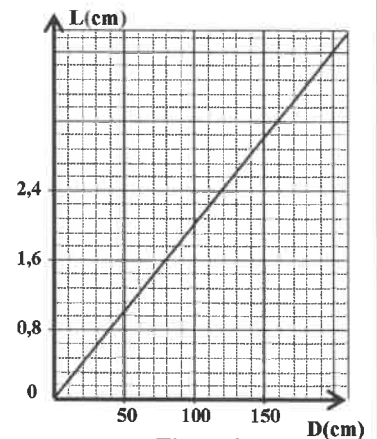


Figure 2

0,75 3.1) Montrer que l'expression de L est : $L = \frac{2\lambda.D}{a}$.

(θ étant petit, on prend : $\tan \theta \approx \theta$).

0,5 3.2) En exploitant la courbe $L = f(D)$, déterminer la valeur de λ .

EXERCICE II (3,5 points)

Désintégration du plutonium 238

Le stimulateur cardiaque (pacemaker) est un dispositif qui, une fois implanté dans l'organisme, fournit des impulsions électriques destinées à stimuler les muscles cardiaques. Ces impulsions permettent d'accélérer la pulsation du cœur lorsqu'il est trop lent. Certains stimulateurs cardiaques fonctionnent à partir de l'énergie libérée lors de la désintégration alpha des noyaux du plutonium 238.

Cet exercice se propose d'étudier un stimulateur cardiaque au plutonium 238.

Données :

noyau	Protactinium238	Uranium234	Uranium238	Neptunium238	Plutonium238
symbole	${}_{91}^{238}\text{Pa}$	${}_{92}^{234}\text{U}$	${}_{92}^{238}\text{U}$	${}_{93}^{238}\text{Np}$	${}_{94}^{238}\text{Pu}$

- ✓ Masse d'un noyau de plutonium 238 : $m({}_{94}^{238}\text{Pu}) = 237,997995 \text{ u}$;
- ✓ Masse d'un noyau d'uranium 234 : $m({}_{92}^{234}\text{U}) = 233,990486 \text{ u}$;
- ✓ Masse d'un noyau d'hélium : $m({}_2^4\text{He}) = 4,001506 \text{ u}$;
- ✓ $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV} \cdot \text{c}^{-2}$.

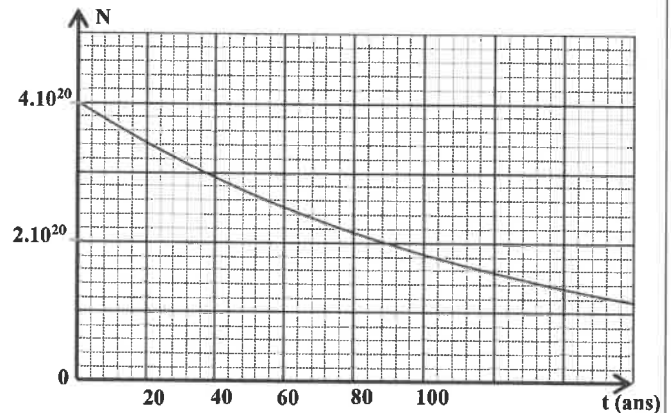
On rappelle :

- la loi de décroissance radioactive : $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ où N est le nombre de noyaux restants dans l'échantillon à un instant de date t , N_0 est le nombre de noyaux présents à l'instant de date $t = 0$ et λ est la constante radioactive.

- l'activité $a(t)$ d'un échantillon : $a(t) = \lambda \cdot N(t)$.

- 0,5 1) Ecrire l'équation de désintégration alpha du plutonium 238 en identifiant le noyau fils.
- 0,75 2) Calculer, en MeV, l'énergie ΔE mise en jeu lors de la désintégration d'un noyau de plutonium 238.

3) La courbe de la figure ci-contre représente les variations du nombre N de noyaux de plutonium 238 présents dans un stimulateur cardiaque en fonction du temps. On choisit l'instant d'implantation de ce stimulateur dans l'organisme comme origine des dates $t=0$.



- 0,5 3.1) Déterminer graphiquement la demi-vie $t_{1/2}$ du plutonium 238.
- 0,5 3.2) Vérifier que la valeur de la constante radioactive est : $\lambda = 7,88 \cdot 10^{-3} \text{ ans}^{-1}$.
- 0,5 3.3) Trouver l'activité a_0 de l'échantillon de plutonium 238 dans ce stimulateur cardiaque à l'instant de date $t = 0$. (on prend : $1 \text{ an} = 365 \text{ jours}$).
- 0,75 4) On considère que ce stimulateur fonctionne de façon efficace lorsque le nombre de noyaux de plutonium 238 restants dans l'échantillon est supérieur ou égal à 70% de N_0 ($N \geq 0,7 \cdot N_0$).

En utilisant la loi de décroissance radioactive, déterminer, en ans, la durée maximale t_{max} du fonctionnement efficace du stimulateur cardiaque.

EXERCICE III (6,5 points)

Les circuits des appareils électriques, utilisés dans plusieurs domaines de la vie courante, sont constitués de condensateurs, de bobines, de conducteurs ohmiques, de circuits intégrés ...

L'objectif de cet exercice est d'étudier :

- la réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension.
- les oscillations électriques non amorties dans un circuit LC.
- la modulation et la démodulation d'amplitude d'un signal.

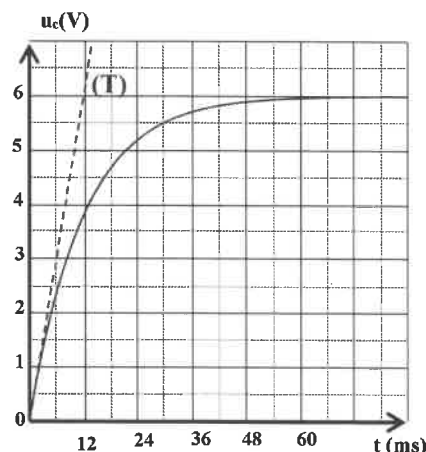
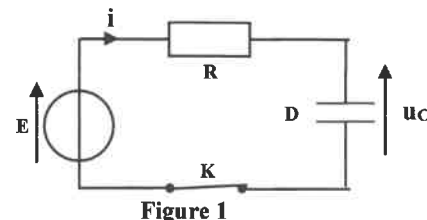
I- Réponse d'un dipôle RC à un échelon de tension

On réalise le montage, représenté sur le schéma de la figure 1, constitué des éléments suivants :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice E ;
- un condensateur D de capacité C initialement déchargé ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 10^3 \Omega$;
- un interrupteur K.

On ferme l'interrupteur à un instant choisi comme origine des dates $t = 0$.

Un système d'acquisition informatisé permet de tracer la courbe représentant l'évolution de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur (figure 2). (T) étant la tangente à la courbe à l'instant de date $t=0$.



- 0,5 1) Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_c(t)$ s'écrit sous la forme:

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC} u_c = \frac{E}{RC}$$

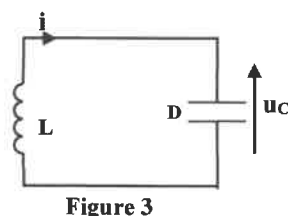
- 0,5 2) Déterminer graphiquement la force électromotrice E.

- 0,5 3) Sachant que la constante de temps d'un dipôle RC est $\tau = RC$, montrer, en exploitant la courbe de la figure 2, que la capacité du condensateur est : $C = 12 \mu F$.

II- Oscillations électriques non amorties dans un circuit LC

On réalise le montage, représenté sur le schéma de la figure 3, constitué du condensateur D initialement chargé et d'une bobine d'inductance L et de résistance négligeable.

Un système d'acquisition informatisé permet de tracer la courbe représentant l'évolution de la charge $q(t)$ du condensateur (figure 4).



- 0,25 1) Préciser, parmi les trois régimes d'oscillations, le régime mis en évidence par la courbe de la figure 4.

- 0,5 2) Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la charge $q(t)$ du condensateur s'écrit ainsi :

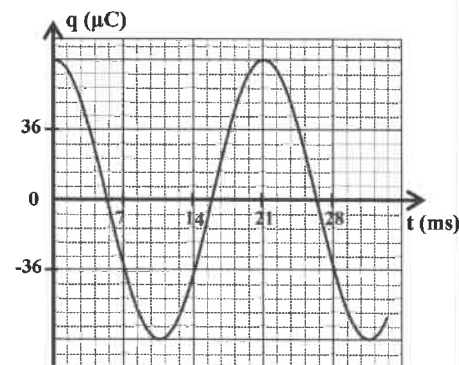
$$\frac{d^2 q}{dt^2} + \frac{1}{LC} \cdot q = 0$$

- 0,5 3) Cette équation différentielle a pour solution :

$$q(t) = Q_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right)$$

Montrer que l'expression de la période

propre du circuit LC est : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$.



- 0,5 4) Déterminer graphiquement la valeur de T_0 .

- 0,5 5) En déduire la valeur de L. (on prend $\pi^2 = 10$).

- 0,5 6) Déterminer l'énergie totale E_t du circuit LC.

On rappelle que l'énergie totale d'un circuit à un instant t est la somme de l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur et de l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine :

$$E_t = E_e + E_m$$

III- Modulation et démodulation d'amplitude d'un signal

1) Modulation d'amplitude

Pour obtenir un signal modulé en amplitude, on réalise le montage représenté sur le schéma de la figure 5 où le multiplieur X est un circuit intégré possédant deux entrées E_1 et E_2 et une sortie S. On applique :

- sur l'entrée E_1 une tension $u_1(t)$ ayant pour expression

$$u_1(t) = P_m \cos(2\pi F_p \cdot t).$$

- sur l'entrée E_2 une tension $u_2(t)$ ayant pour expression $u_2(t) = U_0 + s(t)$ où $s(t) = S_m \cos(2\pi f_s \cdot t)$ est la tension modulante et U_0 est la composante continue de la tension modulante.

On obtient à la sortie S du multiplieur une tension $u_s(t)$ modulée en amplitude.

On visualise la tension $u_1(t)$ sur la voie A de l'oscilloscope et la tension $u_2(t)$ sur la voie B (figure 6).

Données : Sensibilité verticale : 1 V/div

Sensibilité horizontale : 2 ms/div

1.1) Déterminer graphiquement :

0,5 1.1.1) les fréquences F_p et f_s .

0,5 1.1.2) la valeur de S_m et celle de U_0 .

0,5 1.2) La modulation réalisée dans ce cas sera-t-elle de bonne qualité ? Justifier votre réponse.

2) Démodulation

Le schéma de la figure 7 représente le circuit de démodulation de la tension $u_s(t)$. Ce circuit est constitué de deux parties 1 et 2.

0,25 2.1) Préciser le rôle de la partie 2 dans l'opération de démodulation.

0,5 2.2) Sachant que $R = 1,4 \cdot 10^3 \Omega$ et $C = 5 \mu F$, la détection d'enveloppe est-elle de bonne qualité ? Justifier votre réponse.

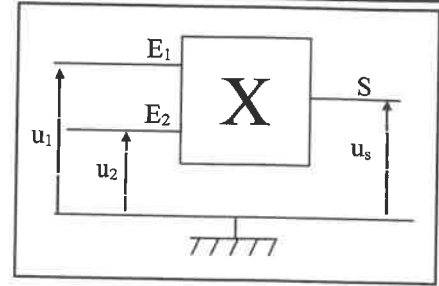


Figure 5

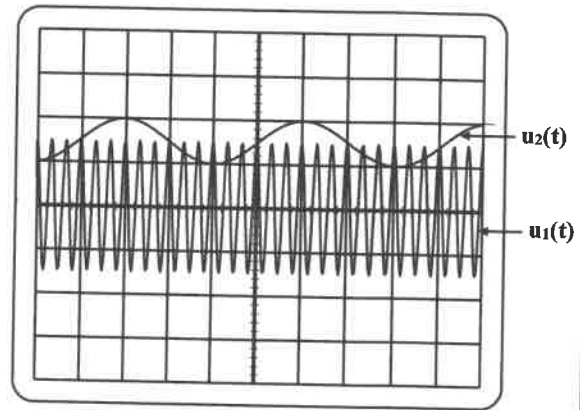


Figure 6

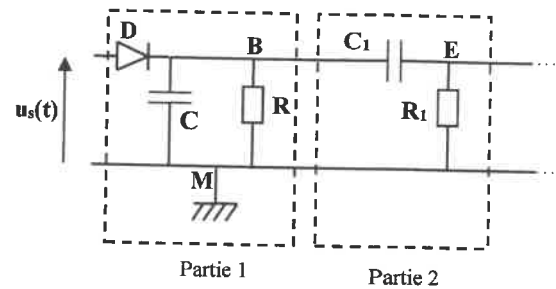


Figure 7

EXERCICE IV (6 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1 : Etude d'une solution aqueuse d'un acide carboxylique

Un flacon, dont l'étiquette est illisible, contient une solution aqueuse S_a d'un acide carboxylique de formule et de concentration inconnues. Cette partie de l'exercice se propose :

- de déterminer la concentration de cette solution aqueuse.
- d'identifier cet acide.

On notera AH pour désigner l'acide carboxylique et A^- pour désigner sa base conjuguée.

Toutes les mesures sont réalisées à 25°C.

1) Dosage de l'acide carboxylique

On dose un volume $V_a = 20$ mL de la solution aqueuse S_a de concentration C_a par une solution aqueuse S_b d'hydroxyde de sodium $\text{Na}_{(aq)}^+ + \text{HO}_{(aq)}^-$ de concentration $C_b = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

La courbe de la figure 1 représente les variations du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_b de la solution basique versée.

- 0,5 1.1) Donner la définition d'un acide selon Bronsted.
0,5 1.2) Ecrire l'équation de la réaction du dosage.
0,5 1.3) Déterminer graphiquement les coordonnées pH_E et V_{bE} du point d'équivalence.
0,5 1.4) Déterminer la valeur de la concentration C_a .
0,5 1.5) Choisir, parmi les indicateurs colorés du tableau ci-dessous, l'indicateur coloré convenable pour réaliser ce dosage. Justifier votre réponse.

Indicateur coloré	Zone de virage
Vert de bromocrésol	3,8 - 5,4
Bleu de bromothymol	6,0 - 7,6
Phénolphtaléine	8,2 - 10
Jaune d'Alizarine	10,1 - 12,1

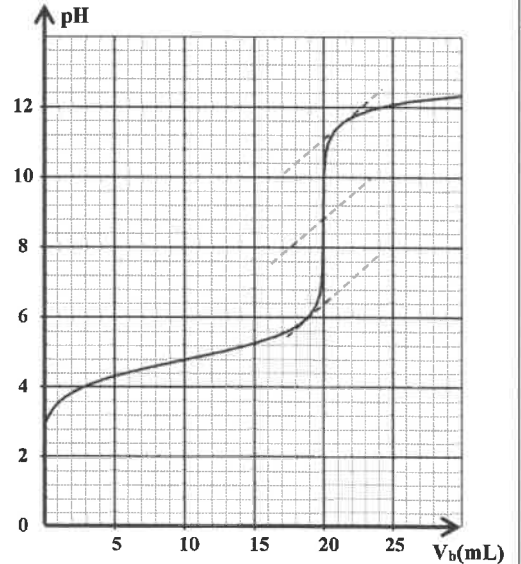


Figure 1

2) Identification de l'acide carboxylique

La solution S_a est préparée par dissolution de l'acide AH dans l'eau. La mesure du pH de la solution S_a donne : $\text{pH} = 2,88$.

- 0,5 2.1) Ecrire l'équation de la réaction de l'acide AH avec l'eau.
0,25 2.2) Montrer que le taux d'avancement final τ de la réaction est : $\tau = 1,32\%$.
0,5 2.3) Montrer que le quotient de la réaction $Q_{r,eq}$ à l'équilibre s'écrit sous la forme : $Q_{r,eq} = \frac{C_a \cdot \tau^2}{1 - \tau}$.
Calculer sa valeur.
0,5 2.4) En déduire la valeur du pK_A du couple AH/A⁻ étudié.
0,25 2.5) Identifier l'acide carboxylique AH étudié en vous aidant des valeurs de pK_A des couples acide/base du tableau ci-dessous.

acide	pK_A du couple acide/base correspondant
HCOOH	3,75
$\text{C}_6\text{H}_5 - \text{COOH}$	4,2
CH_3COOH	4,75
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$	4,9

Partie 2 : Pile zinc-cuivre

Lors de leur fonctionnement, les piles électrochimiques convertissent une partie de l'énergie chimique en énergie électrique.

On étudie dans cette partie de l'exercice le principe de fonctionnement de la pile zinc-cuivre.

On réalise la pile zinc-cuivre en utilisant le matériel et les produits suivants :

الصفحة	7	NS 142	الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2021 - الموضوع - مادة: الفيزياء والكيمياء - شعبة الهندسة الكهربائية بمسالكها
7			

- un bécher contenant une solution aqueuse de sulfate de zinc $Zn^{2+} + SO_{4(aq)}^{2-}$ de concentration effective initiale en ions $Zn^{2+} : [Zn^{2+}]_0 = C_1 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.
- un bécher contenant une solution aqueuse de sulfate de cuivre $Cu^{2+} + SO_{4(aq)}^{2-}$ de concentration effective initiale en ions $Cu^{2+} : [Cu^{2+}]_0 = C_2 = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.
- une lame de zinc et une lame de cuivre.
- un pont salin.

On relie les électrodes de la pile à un conducteur ohmique.

La constante d'équilibre associée à l'équation $Cu^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \xrightleftharpoons[2]{1} Cu_{(s)} + Zn^{2+}_{(aq)}$ est : $K = 1,7 \cdot 10^{37}$.

- 0,5 1) Calculer la valeur du quotient de réaction $Q_{r,i}$ à l'état initial du système chimique.
- 0,5 2) Déduire le sens d'évolution spontanée du système chimique.
- 0,5 3) Ecrire l'équation de la réaction chimique qui se produit à l'anode.



.