

N° d'inscription

--	--	--	--	--	--

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5
La page 5/5 est à rendre avec la copie

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.
On négligera les ions dus à l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de l'acide ou de la base.

Au laboratoire de chimie, on dispose de quatre solutions aqueuses suivantes :

- (S₁) solution d'acide benzoïque C₆H₅COOH ;
- (S₂) solution d'acide éthanoïque CH₃COOH ;
- (S₃) solution de chlorure d'hydrogène HCl (monoacide fort) ;
- (S₄) solution d'hydroxyde de sodium NaOH (monobase forte).

Toutes ces solutions ont la même concentration molaire C.

Les mesures des pH des solutions (S₁), (S₂) et (S₃) ont donné les valeurs consignées dans le tableau suivant :

Solution	(S ₁)	(S ₂)	(S ₃)
pH	2,80	3,10	1,40

- 1- En exploitant le tableau ci-dessus :
 - a- déterminer la valeur de la concentration molaire C ;
 - b- déduire que l'acide benzoïque et l'acide éthanoïque sont faibles ;
 - c- comparer, en le justifiant, les forces relatives de ces deux acides.
- 2- Déterminer le pH de la solution (S₄).
- 3- On réalise séparément trois dosages notés (1), (2) et (3) d'un volume V_A = 10 mL de chacune des trois solutions respectives (S₁), (S₂) et (S₃) par la solution (S₄). On suit à chaque fois, l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de la solution (S₄) ajoutée.
 - a- Écrire l'équation de la réaction mise en jeu lors de chacun des dosages (1) et (3).
 - b- Définir l'équivalence acido-basique.
 - c- Pour un volume V_B = 5 mL de la solution (S₄) ajoutée lors des dosages (1) et (2), les mesures des pH des mélanges réactionnels obtenus valent respectivement 4,20 et 4,80.
 - c₁- Justifier que chacun des deux mélanges obtenus est à l'état de demi-équivalence acido-basique.
 - c₂- Déduire les valeurs de pK_{a1} et pK_{a2} des couples acide-base auxquels appartiennent respectivement les acides C₆H₅COOH et CH₃COOH.
 - d- Les mesures des pH à l'équivalence acido-basique lors des trois dosages (1), (2) et (3) donnent dans un ordre quelconque, les valeurs : 8,55 ; 7,00 et 8,25.
 - d₁- Attribuer, en le justifiant, à chacun des trois dosages, la valeur du pH correspondant.
 - d₂- Le tableau suivant donne quelques indicateurs colorés ainsi que leurs zones de virage :

Indicateurs colorés	Zones de virage
Hélianthine	3,1 à 4,4
Bleu de bromothymol	6,0 à 7,6
Phénolphtaléine	8,2 à 10,0

Préciser, en le justifiant, l'indicateur coloré le plus approprié pour chacun des dosages (2) et (3).

Exercice 2 (2,5 points)

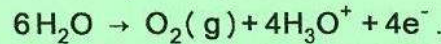
Le nickelage consiste à recouvrir une pièce métallique d'une mince couche de nickel. Pour cela, on réalise une électrolyse en utilisant une solution aqueuse (S) de sulfate de nickel ($\text{Ni}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de volume $V = 0,2 \text{ L}$ et de concentration molaire $C = 1 \text{ mol.L}^{-1}$.

La pièce métallique, préalablement décapée, est complètement immergée dans la solution (S) et reliée par un fil conducteur à la borne A d'un générateur G de tension continue. La borne B du générateur étant reliée à une électrode inattaquable, comme l'indique la figure 1 de la page 5/5.

L'électrolyse commence lors de la fermeture de l'interrupteur K à l'instant $t = 0$.

Sur l'électrode constituée par la pièce métallique, on constate qu'il se forme un dépôt de nickel.

- 1- Préciser si l'électrolyse est une transformation chimique spontanée ou imposée. Justifier.
- 2- a- Écrire l'équation de la transformation chimique qui se produit au niveau de l'électrode constituée par la pièce métallique.
b- Préciser si cette électrode constitue l'anode ou la cathode. Justifier.
c- Compléter la figure 1 de la page 5/5, en y indiquant la polarité des bornes A et B du générateur G.
- 3- Écrire l'équation bilan de la réaction de l'électrolyse réalisée, sachant que la transformation chimique au niveau de l'électrode inattaquable est modélisée par l'équation :



- 4- À un instant t_1 , on arrête l'électrolyse. On constate qu'il se dépose une couche fine de nickel, répartie sur la pièce métallique, de masse $m = 8,80 \text{ g}$.

Déterminer la concentration molaire en ions Ni^{2+} de la solution (S) à l'instant t_1 .

On suppose que le volume de la solution (S) reste constant.

On donne la masse molaire atomique du nickel : $M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (4,5 points)

1- Le circuit électrique de la figure 2 comporte, montés en série, un générateur idéal de tension continue de fem E , un condensateur initialement déchargé de capacité $C = 10 \mu\text{F}$, deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 et un interrupteur K.

À l'instant $t = 0$, pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K.

Un système d'acquisition de données permet de tracer les courbes des figures 3 et 4, traduisant respectivement l'évolution de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur en fonction de sa dérivée par rapport au temps ainsi que l'évolution temporelle de la tension $u_{R_1}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_1 .

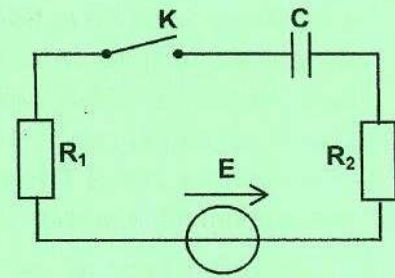


Figure 2

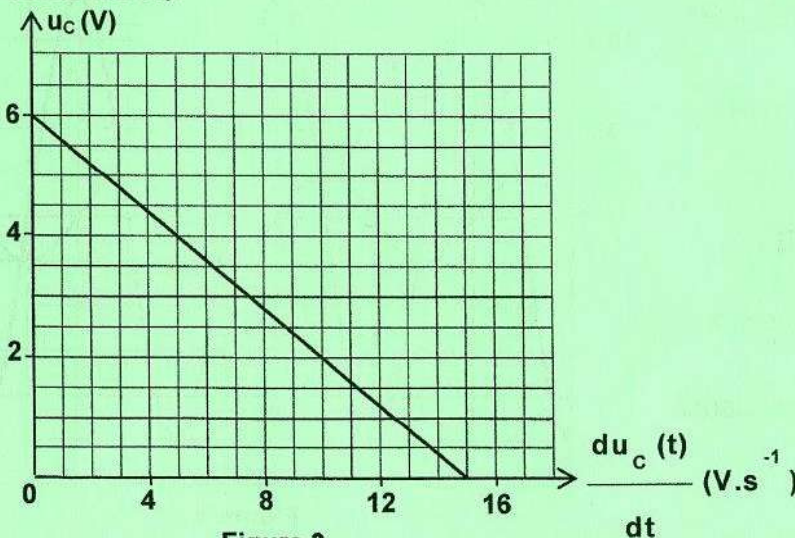


Figure 3

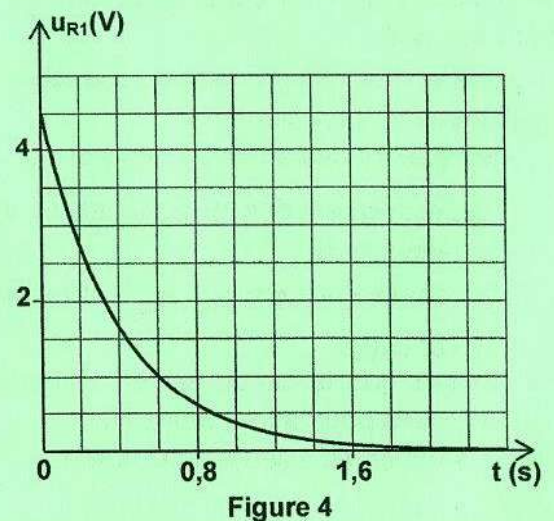


Figure 4

- 1- a- En appliquant la loi des mailles, montrer que : $u_C(t) = -\tau \frac{du_C(t)}{dt} + E$; où τ est la constante de temps du circuit, que l'on exprimera en fonction de R_1 , R_2 et C .
b- En exploitant la courbe de la figure 3 et les résultats de la question 1-a, déterminer la valeur de E et celle de τ . En déduire que $R_1 + R_2 = 40 \text{ k}\Omega$.

2- a- Dédurre à partir de la courbe de la **figure 4**, que $\frac{R_1}{R_2} = 3$.

b- Déterminer alors la valeur de R_1 ainsi que celle de R_2 .

II- On réalise le circuit de la **figure 5** comportant le condensateur précédent, une bobine d'inductance L et de résistance interne négligeable et un commutateur K à deux positions (1) et (2).

Le condensateur est initialement chargé sous une tension continue U_0 (K en position (1)). À l'instant $t = 0$, on bascule le commutateur K en position (2). Un dispositif approprié permet de suivre l'évolution temporelle de l'énergie magnétique E_L emmagasinée dans la bobine. On obtient alors la courbe de la **figure 6**.

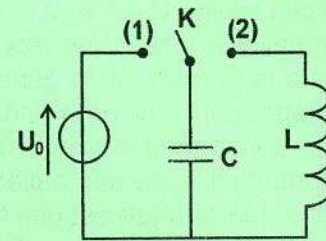


Figure 5

1- En exploitant la courbe de la **figure 6** :

a- justifier que le circuit étudié est le siège d'oscillations électriques non amorties ;

b- déduire la valeur de l'énergie totale E de ce circuit.

2- On rappelle que l'énergie magnétique E_L est périodique de période

$$T = \frac{T_0}{2} ; \text{ où } T_0 \text{ est la période propre des oscillations.}$$

Déterminer à partir de la courbe de la **figure 6** :

a- la valeur de T_0 . En déduire celle de l'inductance L ;

b- la valeur de U_0 .

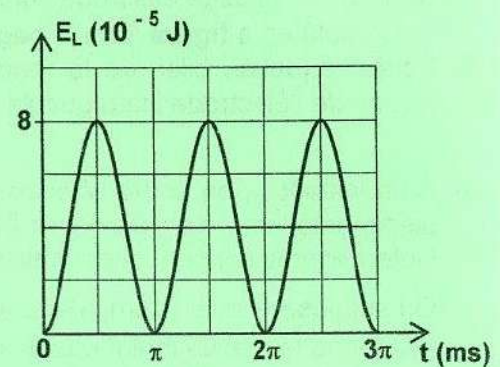


Figure 6

Exercice 2 (6 points)

On réalise le circuit de la **figure 7** de la **page 5/5**, comportant, montés en série, un condensateur de capacité C , une bobine d'inductance L et de résistance r , un conducteur ohmique de résistance $R = 60 \Omega$, un générateur basse fréquence (**GBF**) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U_m \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_m constante et de fréquence N variable et un ampèremètre (**A**) de résistance négligeable.

1- Représenter sur la **figure 7** de la **page 5/5**, les branchements d'un oscilloscope permettant de visualiser simultanément la tension $u(t)$ sur la voie Y_1 et la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur sur la voie Y_2 .

2- Pour une valeur N_1 de la fréquence N du (**GBF**), l'ampèremètre indique une intensité $I_1 = 47,1 \text{ mA}$. On reproduit les oscillogrammes obtenus sur l'écran de l'oscilloscope ; on obtient les courbes \mathcal{E}_1 et \mathcal{E}_2 de la **figure 8**.

a- Justifier que \mathcal{E}_1 correspond à la tension $u_C(t)$.

b- Déterminer graphiquement :

- les valeurs des amplitudes U_m et U_{C_m}

respectivement des tensions $u(t)$ et $u_C(t)$;

- la valeur de N_1 ;

- le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_U - \varphi_{U_C}$ entre les tensions $u(t)$ et $u_C(t)$.

c- Justifier que le circuit est en état de résonance d'intensité pour la fréquence N_1 .

d- Déterminer les valeurs de C , L et r .

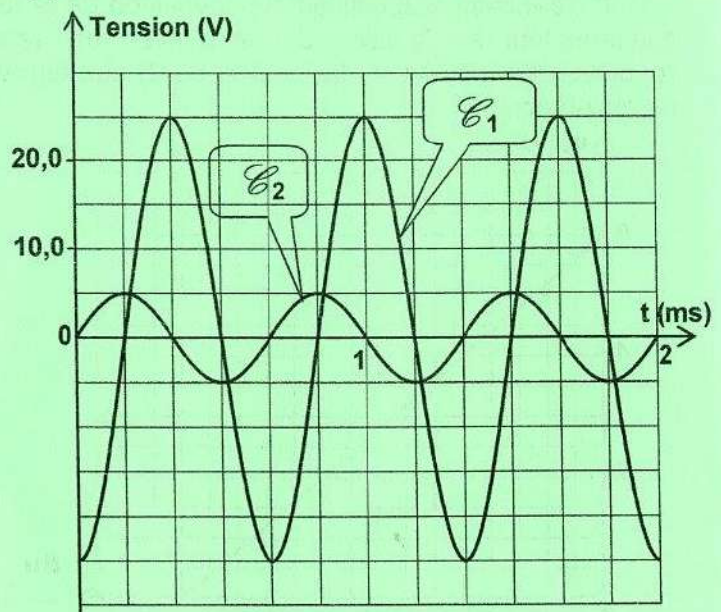


Figure 8

3- On modifie le circuit de la **figure 7** de la **page 5/5** pour réaliser un filtre. On alimente ce filtre avec une tension d'entrée alternative sinusoïdale, délivrée par le (**GBF**), de même amplitude U_m que précédemment et de fréquence N variable. On recueille une tension de sortie aux bornes du conducteur ohmique ; elle est également alternative sinusoïdale, d'amplitude U_{R_m} et de même fréquence N que la tension d'entrée.

On fait varier la fréquence N du (**GBF**) et on mesure à chaque fois, la valeur de U_{R_m} . Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de la **figure 9** de la **page 5/5**, traduisant l'évolution de U_{R_m} en fonction de N .

On rappelle que :

- la largeur de la bande passante notée ΔN , est l'ensemble des fréquences pour lesquelles $U_{R_m} = \frac{U_{R_{m_0}}}{\sqrt{2}}$; où $U_{R_{m_0}}$ est la valeur de U_{R_m} à la résonance d'intensité ;

- le facteur de qualité étant défini par : $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{2\pi N_0 L}{R + r}$; où N_0 est la fréquence propre de l'oscillateur.

- Attribuer, en le justifiant, le ou les qualificatif(s) parmi les suivants pour caractériser le filtre réalisé: linéaire, passif, actif.
- En exploitant la courbe de la **figure 9** de la **page 5/5**, déterminer N_0 et ΔN .
La trace du travail effectué par le candidat doit apparaître sur la **figure 9** de la **page 5/5**.
- Déduire la valeur de Q .
- On fait augmenter la valeur de la résistance R du conducteur ohmique.
Préciser, en le justifiant, si chacune des grandeurs suivantes est modifiée ou non :
 - la fréquence propre N_0 ;
 - le facteur de qualité Q ;
 - la largeur ΔN de la bande passante.

Exercice 3 (2,5 points)

Étude d'un document scientifique

L'onde sonore : un outil pratique pour l'examen de la qualité d'un béton

Dans un milieu compressible, le plus souvent dans l'air, le son se propage sous forme d'une variation de pression créée par la source sonore. Seule la compression se déplace et non les molécules d'air. La propagation du son se fait dans la même direction que celle des vibrations des molécules d'air.

Le son se propage également dans les solides sous forme de vibrations des atomes appelées phonons. Là encore, seule la vibration se propage, et non les atomes qui ne font que vibrer très faiblement autour de leur position d'équilibre.

Le son ne se propage pas dans le vide, car il n'y a pas de matière pour supporter les ondes produites.

La célérité du son dépend de la nature, de la température et de la pression du milieu. Le principal facteur jouant sur la valeur de la célérité du son est la densité du milieu de propagation : dans un gaz, sa célérité est plus faible que dans un liquide. Les ondes sonores se déplacent à environ **344 m/s** dans l'air à **20 °C** et à **1482 m/s** dans l'eau à la même température.

Dans des milieux solides, le son peut se propager encore plus rapidement. Ainsi, la célérité du son dans l'acier est de **5050 m/s**. Dans le béton, la célérité du son est beaucoup plus élevée que dans l'air. Elle est de l'ordre de **3100 m/s**. Cette propriété est notamment utilisée pour examiner la qualité d'un béton, car une propagation plus rapide signifie que le béton contient peu des bulles d'air.....

La mesure de la célérité du son dans le béton coffré est relativement simple. Un émetteur est placé sur une des faces du coffrage et un récepteur est placé sur l'autre face. La mesure consiste à enregistrer le temps de vol Δt de l'onde sonore entre les deux capteurs. Connaissant la distance d entre les capteurs, on peut en déduire la célérité v en divisant la distance d par la durée Δt . Cependant, la présence des aciers au sein du béton peut entraîner une célérité supérieure à la célérité réelle. Dans ce dernier cas, il est préférable de repérer préalablement le positionnement des aciers pour que le trajet de l'onde passe préférentiellement dans le béton.

D'après : Techno-Science.net et www.afgc.asso.fr

Questions

En se référant au texte :

- dégager deux phrases qui montrent que l'onde sonore est une propagation d'énergie sans transport de matière ;
- justifier que le son est une onde mécanique ;
- préciser, en le justifiant, la nature transversale ou longitudinale de l'onde sonore ;
- citer trois facteurs dont dépend la célérité du son dans un milieu donné ;
- décrire le mode opératoire permettant de déterminer la célérité du son dans le béton ;
 - préciser comment procéder pour que la valeur trouvée de cette célérité soit égale à sa valeur réelle.

Section : N° d'inscription : Série :

Signatures des surveillants

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences techniques
Session principale (2025)
Annexe à rendre avec la copie

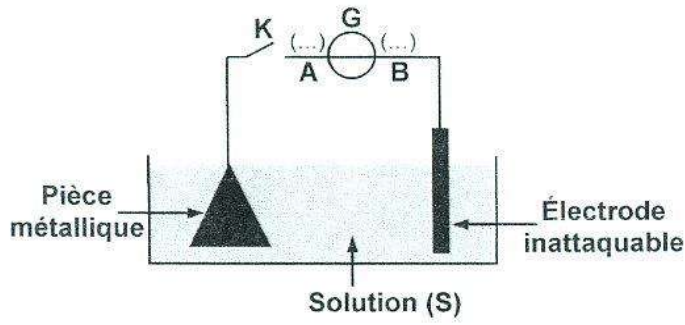


Figure 1

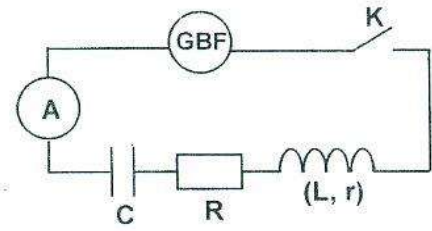


Figure 7

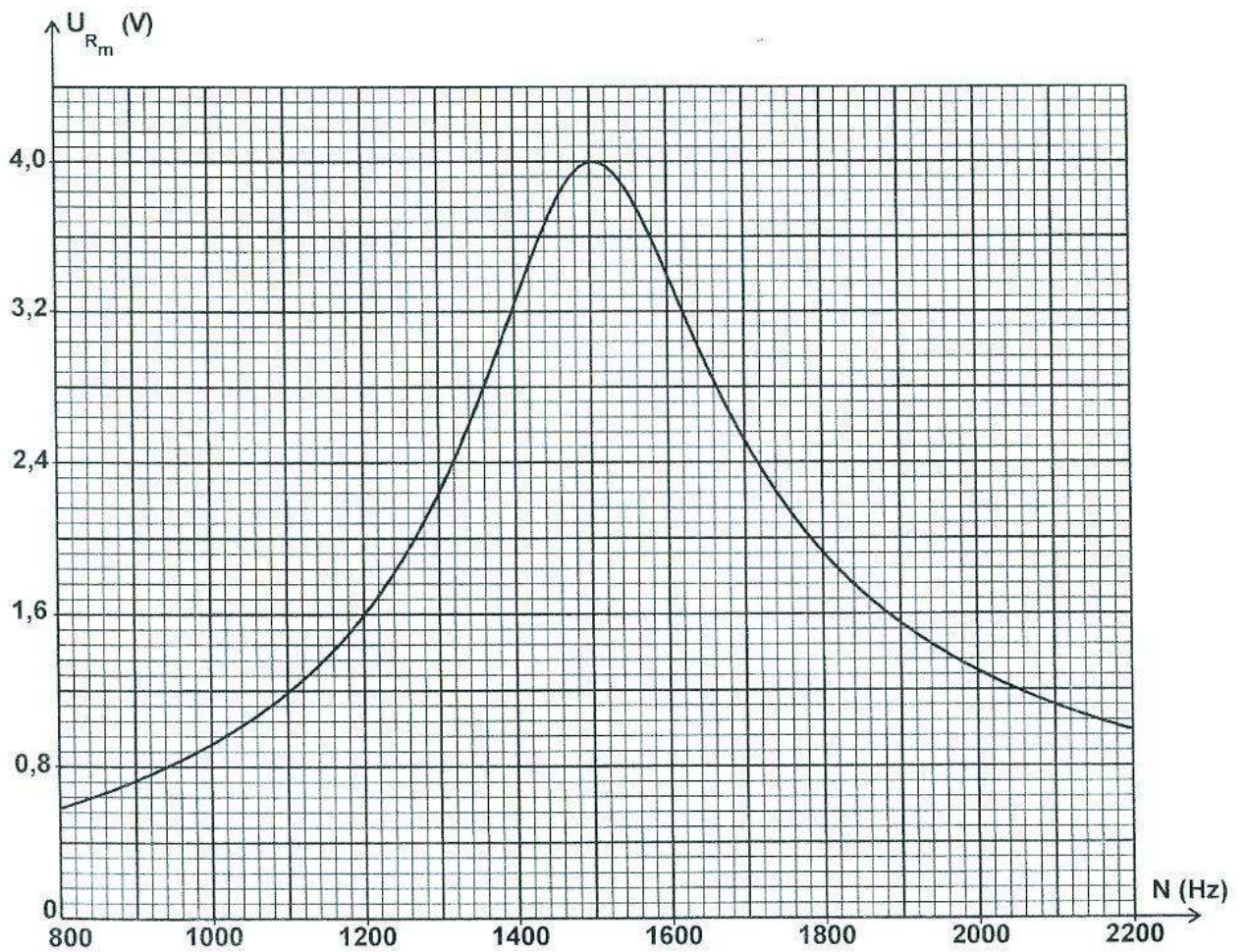


Figure 9