

N° d'inscription

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

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5.

La page 5/5 est à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (4 points)

On se propose d'étudier la réaction entre l'acide éthanoïque CH_3COOH et l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Cette réaction est symbolisée par l'équation chimique suivante :



Pour cela, un groupe d'élèves prépare dans des tubes à essais propres et secs placés dans un bain d'eau glacée, des échantillons identiques et de même volume V comportant chacun n_0 mol d'acide éthanoïque, n_0 mol d'éthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. À un instant pris comme origine du temps, on place les tubes dans un bain-marie à une température θ adéquate, après les avoir équipés chacun d'un réfrigérant à air. À différents instants t , les élèves font sortir un tube du bain-marie, lui ajouter quelques millilitres d'eau glacée et doser les acides (éthanoïque et sulfurique) présents dans ce tube par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire $C_B = 1 \text{ mol.L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré approprié. Les résultats expérimentaux des dosages effectués pour les tubes préparés, ont permis de dresser le tableau ci-dessous, où x représente l'avancement de la réaction étudiée dans un tube à un instant t et Π désigne la fonction usuelle des concentrations associée à l'équation de cette réaction.

t (min)	5	15	25	40	60	70	80
x (10^{-3} mol)	2,50	6,00	8,20	10,20	11,53	11,53	11,53
Π	0,03	0,28	0,81	2,06	4	4	4

- 1) a- Nommer la réaction étudiée.
b- Préciser le rôle du réfrigérant à air.
- 2) a- Dresser le tableau descriptif en avancement x de la réaction étudiée relatif à un échantillon.
b- Montrer qu'à un instant t donné, Π s'écrit : $\Pi = \frac{\tau^2}{(1 - \tau)^2}$; où τ représente le taux d'avancement de la réaction étudiée dans un tube à l'instant t .
- 3) a- En exploitant le tableau ci-dessus, déterminer l'avancement final x_f et la valeur de la constante d'équilibre K de la réaction étudiée.
b- Montrer que le taux d'avancement final τ_f de la réaction étudiée a pour valeur $\tau_f = \frac{2}{3}$.
c- En déduire la valeur de n_0 .
- 4) Déterminer le volume V_B de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, nécessaire au dosage de l'acide éthanoïque restant dans un tube à la fin de la réaction étudiée.

Exercice 2 (3 points) « Étude d'un document scientifique »

Protéger les structures marines !

La mer est un milieu corrosif, au-delà de tout ce qu'on peut imaginer : rien ne lui résiste ! L'acier, qui reste le matériau de structure privilégiée des constructeurs de bateaux, rouille en quelques années. Développer des techniques pour le protéger est un objectif tout à fait essentiel, mais que l'on ne sait atteindre que de façon très imparfaite [...]. L'acier reste donc le matériau essentiel de réalisation des structures marines. Elles doivent donc être protégées de la corrosion par des revêtements et des systèmes de protection cathodique. Pour cela, on utilise des anodes sacrificielles en zinc qui se corrodent à la place de la structure en acier qu'elles protègent ou des systèmes dits « à courant imposé » où l'on crée un courant qui va protéger l'acier.

Pour réaliser le revêtement d'une pièce en acier, on réalise le montage de la **figure 1** où l'électrolyte est constitué d'une solution aqueuse de sulfate de zinc (ZnSO_4) et l'anode d'une lame de zinc (Zn).

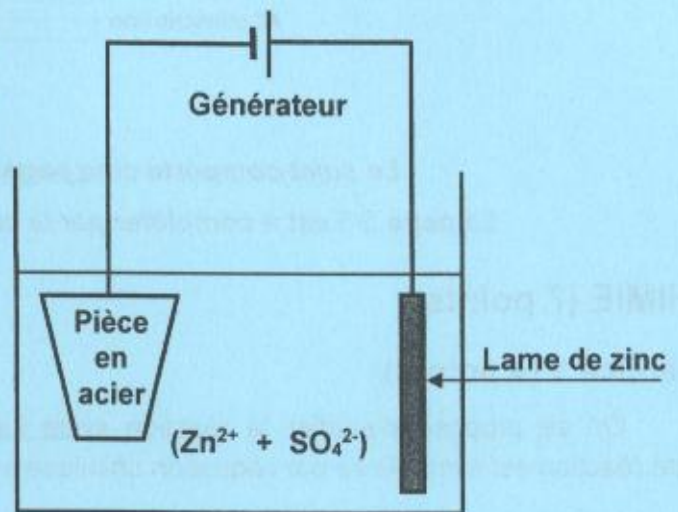


Figure 1

D'après www.mediachimie.org/sites/default/files/transports_p93.pdf

- 1) L'acier est le matériau de structure privilégiée des constructeurs des bateaux, mais il présente un inconvénient. En se référant au texte, préciser cet inconvénient.
- 2) En se référant au texte, préciser comment peut-on protéger les structures marines à base d'acier contre la corrosion.
- 3) Représenter sur le schéma de la **figure 2** de la **page 5/5** (à compléter par le candidat et à rendre avec la copie), le sens du courant électrique, le sens de circulation des électrons et le sens de déplacement des porteurs de charges dans la solution aqueuse de sulfate de zinc.
- 4) a- Expliquer pourquoi qu'avec un tel branchement, la pièce en acier pourra être zinguée.
b- Écrire les équations des transformations se produisant à l'anode et à la cathode.
c- Préciser en le justifiant, s'il s'agit d'une électrolyse à anode soluble ou inattaquable.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (4,75 points)

Le circuit de la **figure 3**, comporte montés en série, un générateur idéal de tension de fem E , un conducteur ohmique de résistance R variable, une bobine d'inductance L et de résistance r et un interrupteur K . À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

- 1) a- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique s'écrit : $\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R(t) = \frac{RE}{L}$; où $\tau = \frac{L}{R+r}$ représente la constante de temps du circuit.
b- Exprimer en régime permanent, la tension U_0 aux bornes du conducteur ohmique en fonction de R , r et E .

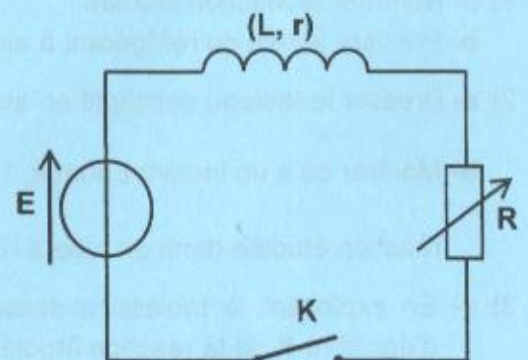


Figure 3

- 2) Pour deux valeurs $R_1 = 30 \, \Omega$ et $R_2 = 90 \, \Omega$ de la résistance R , on suit les évolutions au cours du temps des tensions correspondantes $u_{R1}(t)$ et $u_{R2}(t)$. On obtient les courbes (a) et (b) de la **figure 4**.

a- Préciser en le justifiant, parmi les deux valeurs R_1 et R_2 celle qui permet d'atteindre plus rapidement le régime permanent.

b- En déduire que la courbe (b) de la figure 4 correspond à $u_{R2}(t)$.

3) a- En exploitant les courbes (a) et (b) de la figure 4, déterminer :

- Les valeurs de U_{01} et U_{02} correspondant respectivement aux tensions $u_{R1}(t)$ et $u_{R2}(t)$ en régime permanent ;
- les constantes de temps τ_1 et τ_2 des circuits comportant les conducteurs ohmiques de résistances respectives R_1 et R_2 .

b- Exprimer le rapport $\frac{\tau_1}{\tau_2}$ en fonction

de R_1 , R_2 et r . En déduire que $r = 10 \Omega$.

c- Déterminer les valeurs de E et L .

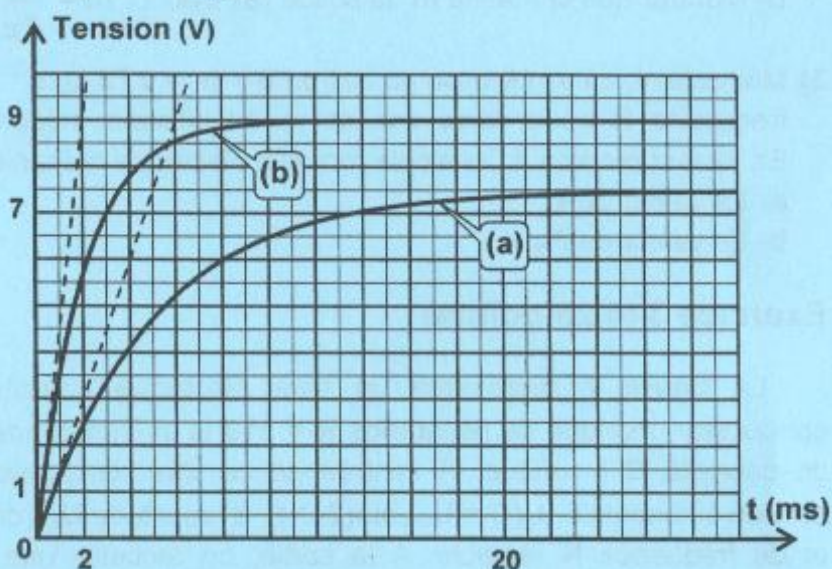


Figure 4

Exercice 2 (4 points)

L'oscillateur mécanique de la figure 5 comporte un solide (S) de masse m et de centre d'inertie G , attaché à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives de raideur k et de masse négligeable ; l'autre extrémité du ressort étant fixe. L'ensemble {(R), (S)} est disposé horizontalement. Au cours de son mouvement, le solide (S) est soumis à une force de frottement de type visqueux $\vec{f} = -h\vec{v}$; où $\vec{v}$ est le vecteur vitesse instantanée de G et h est le coefficient de frottement. À l'aide d'un dispositif approprié, on applique sur (S) une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_m \sin(2\pi Nt) \vec{i}$ d'amplitude

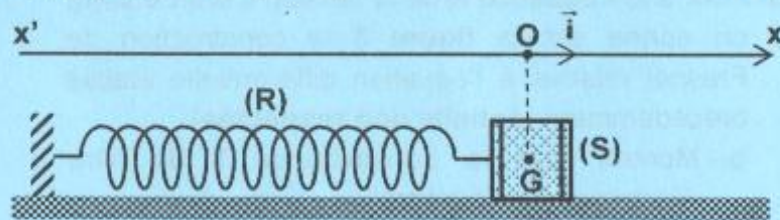


Figure 5

F_m constante et de fréquence N réglable. Le solide (S) effectue alors des oscillations mécaniques forcées. On désigne par $x(t)$ l'élongation du centre d'inertie G à un instant t , par rapport à un repère $(O, \vec{i})$ porté par un axe horizontal $x'x$. À l'équilibre, G coïncide avec l'origine O .

On rappelle que l'amplitude X_m de l'élongation $x(t)$ s'écrit :
$$X_m = \frac{F_m}{\sqrt{4\pi^2 h^2 N^2 + (k - 4\pi^2 m N^2)^2}}$$

On fait varier la fréquence N de la force excitatrice et on mesure à chaque fois l'amplitude X_m des oscillations. Pour deux valeurs du coefficient de frottement $h_1 = 0,72 \text{ kg.s}^{-1}$ et $h_2 = 1,20 \text{ kg.s}^{-1}$, on obtient les courbes (A) et (B) de la figure 6 de la page 5/5 donnant l'évolution de X_m en fonction de la fréquence N . On désignera par X_{mA} et X_{mB} les amplitudes les plus élevées associées respectivement aux courbes (A) et (B).

1) a- Nommer le phénomène dont l'oscillateur est le siège lorsque l'amplitude X_m atteint sa valeur la plus élevée.

b- Déterminer graphiquement X_{mA} et X_{mB} .

c- Justifier que la courbe (A) correspond au coefficient de frottement h_1 .

2) La fréquence N_r de la force excitatrice qui correspond à la valeur la plus élevée de l'amplitude X_m , vérifie

la relation : $N_r^2 = N_0^2 - \frac{h^2}{8\pi^2 m^2}$; avec N_0 est la fréquence propre de l'oscillateur mécanique.

a- Déterminer graphiquement les fréquences N_{r1} et N_{r2} correspondant respectivement aux coefficients h_1 et h_2 .

b- Montrer que la masse m du solide (S) s'écrit : $m = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{h_2^2 - h_1^2}{2(N_{r1}^2 - N_{r2}^2)}}$. Calculer la valeur de m .

3) Maintenant, on s'intéresse au cas où $h = h_1 = 0,72 \text{ kg.s}^{-1}$. Pour une valeur particulière $N_1 = 2,25 \text{ Hz}$ de la fréquence N de la force excitatrice, l'oscillateur mécanique est en état de **résonance de vitesse**. En faisant recours à l'analogie formelle électrique-mécanique, déterminer :

a- La valeur de k ;

b- La valeur de F_m .

Exercice 3 (4,25 points)

La **figure 7** représente un filtre électrique constitué d'un conducteur ohmique de résistance $R = 318 \Omega$ et d'un condensateur de capacité C inconnue. À l'entrée de ce filtre, on applique une tension sinusoïdale $u_E(t) = U_{Em} \sin(2\pi Nt)$, d'amplitude U_{Em} constante et de fréquence N réglable. À la sortie, on recueille une tension $u_S(t) = U_{Sm} \sin(2\pi Nt + \varphi_S)$, d'amplitude U_{Sm} constante et de phase initiale φ_S .

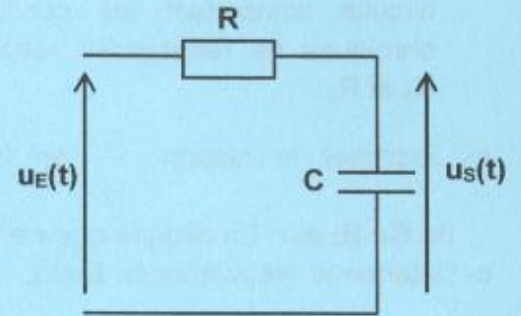


Figure 7

1) a- Définir un filtre électrique.

b- Justifier pourquoi le filtre électrique étudié est qualifié de « linéaire ».

2) a- Établir l'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de la tension de sortie $u_S(t)$.

b- Pour une fréquence N de la tension d'entrée $u_E(t)$, on donne sur la **figure 8** la construction de Fresnel relative à l'équation différentielle établie précédemment (**échelle non respectée**).

b₁- Montrer que la transmittance T du filtre électrique étudié s'écrit :

$$T = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi NRC)^2}}$$

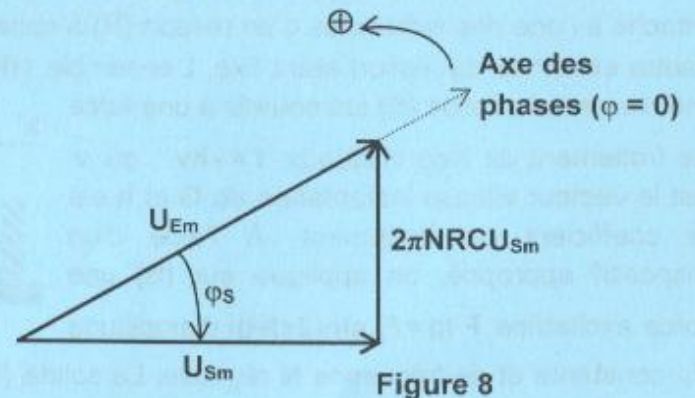


Figure 8

b₂- En déduire la nature du filtre électrique étudié (passe bas, passe haut ou passe bande).

c- On rappelle qu'un filtre électrique est passant lorsque sa transmittance T vérifie la condition :

$$T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}} ; \text{ où } T_0 \text{ est la valeur maximale de } T. \text{ En déduire l'expression de la fréquence de coupure } N_c$$

en fonction de R et C .

3) a- Montrer que : $\text{tg}(\varphi_S) = -\frac{N}{N_c}$.

b- Pour une valeur $N_1 \approx 1065 \text{ Hz}$ de la fréquence N , on trouve $\varphi_S = -\frac{\pi}{4} \text{ rad}$. Déduire :

- la valeur de la capacité C du condensateur ;

- la largeur ΔN de la bande passante du filtre électrique étudié.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants



Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences techniques
Session de contrôle (2026)
Annexe à rendre avec la copie

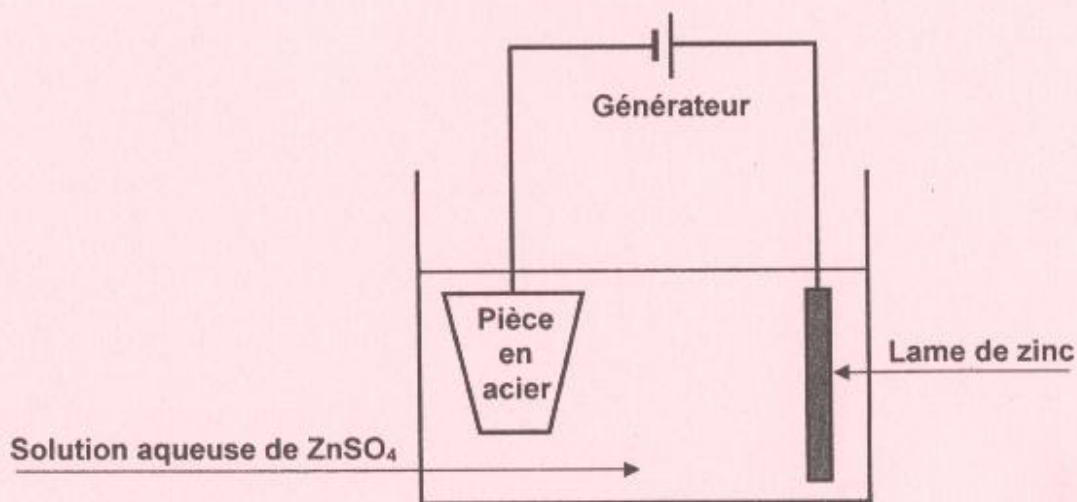


Figure 2

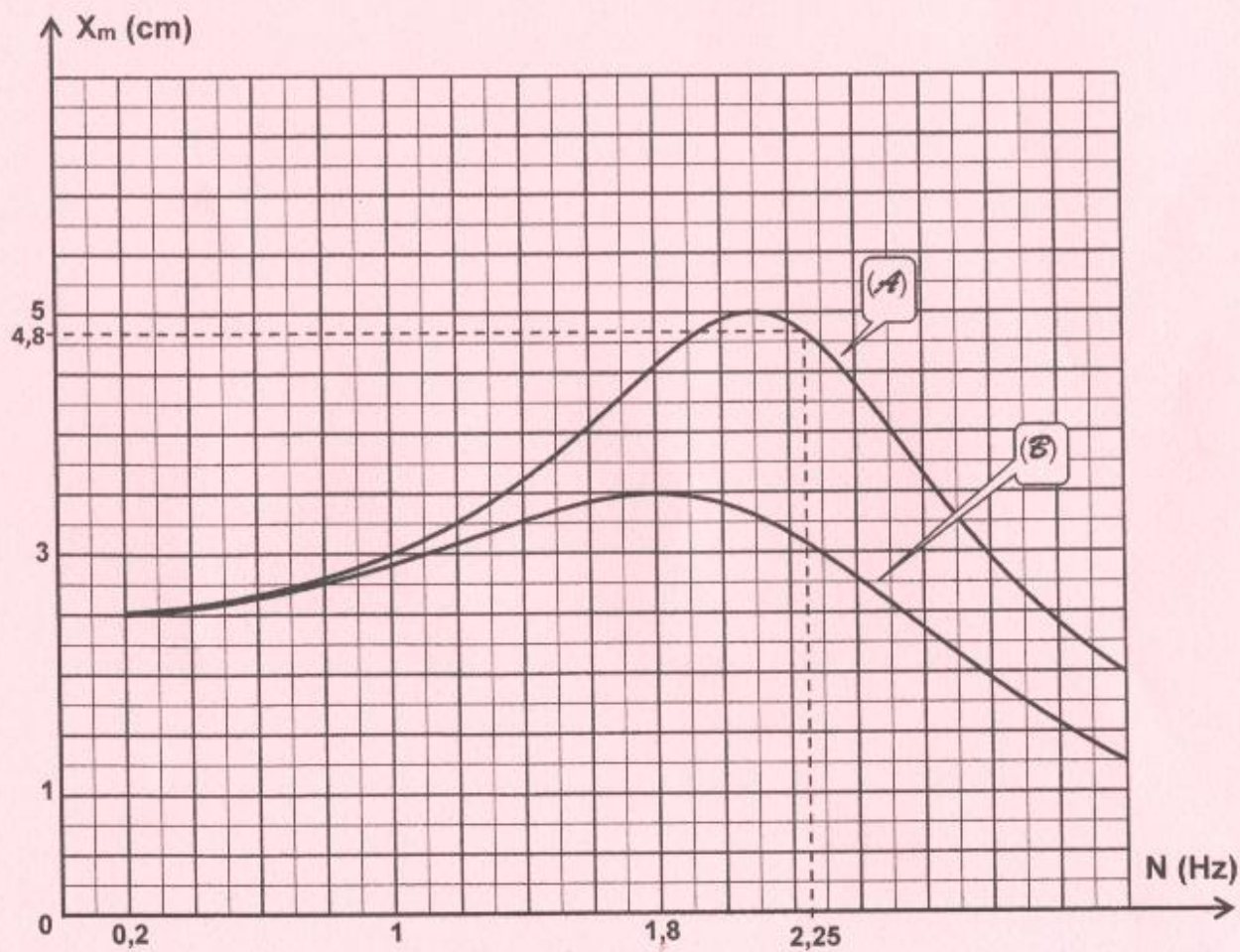


Figure 6