

Le sujet comporte 5 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 pure est $K_e = 10^{-14}$. On dispose, au laboratoire de chimie, d'un volume $V_B = 500 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_B) de concentration molaire C_B , obtenue par dissolution dans l'eau distillée d'une masse m d'hydroxyde de sodium NaOH (base forte).

Au cours d'une séance de travaux pratiques, deux groupes d'élèves sont chargés de déterminer la valeur de la masse m . Pour y parvenir, le premier groupe procède à un dosage acido-basique, alors que le deuxième groupe opte pour la mesure du pH de la solution (S_B).

I- Dosage acido-basique

A un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ de la solution (S_B), les élèves du premier groupe ajoutent progressivement, en présence d'un indicateur coloré approprié, une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène HCl (acide fort) de concentration molaire $C_A = 4 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. L'équivalence acido-basique est obtenue lorsque le volume de la solution de chlorure d'hydrogène ajouté est $V_E = 12,5 \text{ mL}$.

- 1- a- Ecrire l'équation de la réaction du dosage effectué et vérifier qu'elle est totale.
- b- Déterminer la valeur de C_B . En déduire celle de m . On donne : $M_{\text{NaOH}} = 40 \text{ g.mol}^{-1}$.
- 2- Au laboratoire, on dispose des indicateurs colorés suivants :

Indicateur coloré	Zone de virage
Phénolphtaléine	8,2 – 10,0
Bleu de bromothymol	6,0 – 7,6
Hélianthine	3,2 – 4,4

Les élèves de ce groupe choisissent d'utiliser le bleu de bromothymol; ils jugent que c'est l'indicateur coloré le plus approprié à ce dosage.

- a- Préciser le rôle d'un indicateur coloré lors d'un dosage acido-basique.
- b- Justifier le choix des élèves.

II- Mesure du pH de la solution (S_B)

1- Les élèves du deuxième groupe prélèvent un volume $V_2 = 10,0 \text{ mL}$ de la solution (S_B) et à l'aide d'un pH -mètre, ils mesurent le pH de cette solution. La valeur trouvée est $\text{pH}_B = 12,4$.

- a- Rappeler l'expression du pH d'une solution aqueuse de base forte en fonction de sa concentration molaire C_B .
- b- Montrer que le pH de la solution (S_B) s'exprime, en fonction de m , par la relation :
 $\text{pH}_B = 12,7 + \log m$.
- c- En déduire la valeur de m .

2- Par mégarde, l'un des élèves de ce groupe ajoute au volume V_2 précédent, un volume V_e d'eau distillée; suite à cette dilution, il constate que la valeur du pH de la solution obtenue diffère de 0,8 de celle du pH de la solution (S_B).

- a- Préciser, en le justifiant, si cette variation de pH correspond à une augmentation ou une diminution.
- b- Déterminer la valeur de V_e .

Exercice 2 (2,5 points)

Dans l'industrie, le nickelage consiste à recouvrir une pièce métallique d'une mince couche protectrice de nickel. Le protocole consiste à réaliser une électrolyse en utilisant une solution aqueuse (S) de sulfate de nickel ($\text{Ni}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$). 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 de tension continue. La borne B du générateur étant reliée à une lame de nickel comme l'indique le schéma de la figure 1.

L'électrolyse commence lors de la fermeture de l'interrupteur K. Quelques minutes après, une couche métallique de nickel se dépose sur la surface de la pièce métallique.

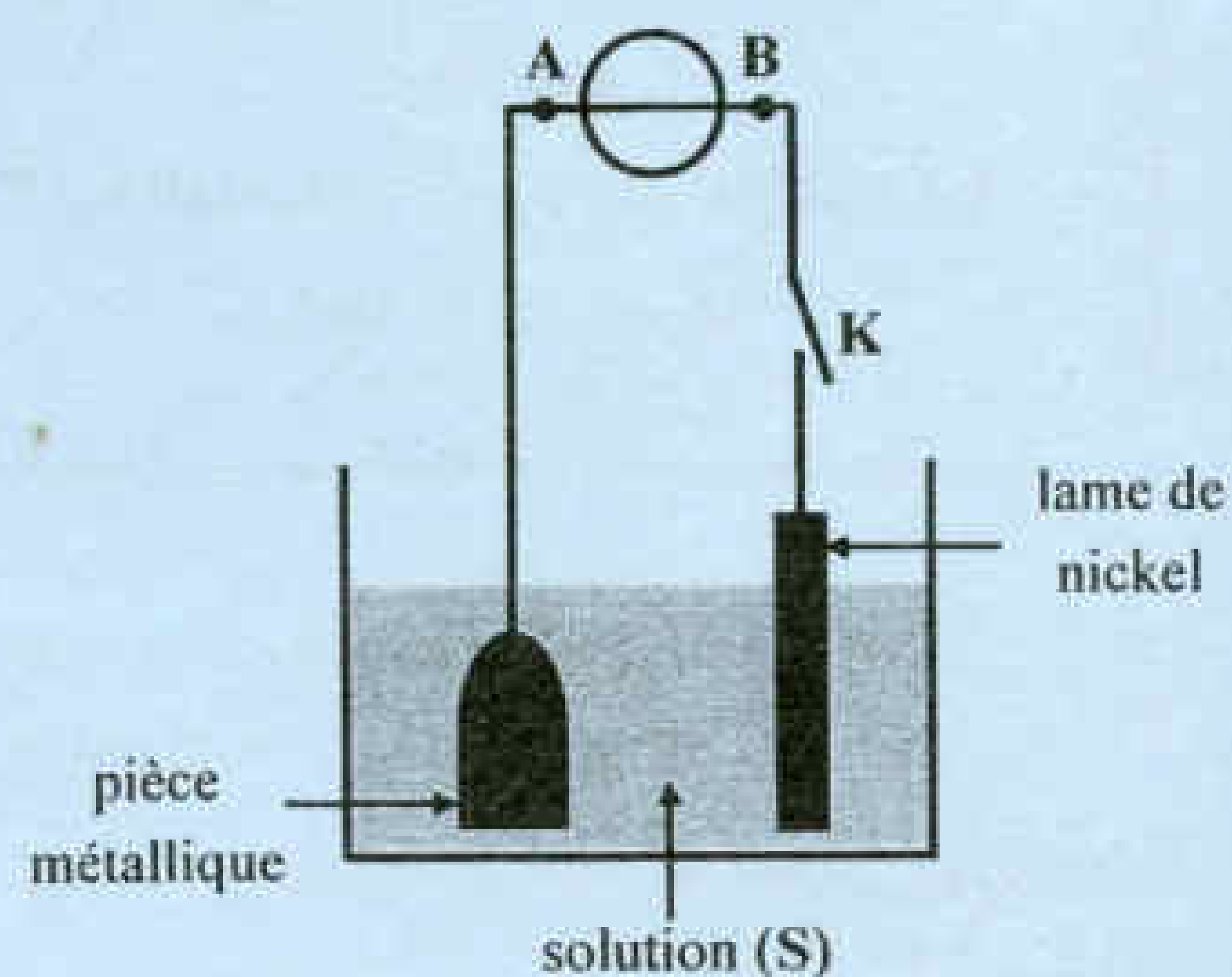


figure 1

On supposera que seul le couple Ni^{2+}/Ni intervient au cours de cette électrolyse.

- 1- a- Ecrire l'équation de la transformation chimique qui se produit au niveau de l'électrode constituée par la pièce métallique.
b- Préciser, en le justifiant, si cette électrode constitue l'anode ou la cathode.
c- En déduire la polarité des bornes A et B du générateur.
- 2- a- Ecrire l'équation de la transformation chimique qui se produit au niveau de la lame de nickel.
b- Déduire l'équation de la réaction qui se déroule dans l'électrolyseur.
c- Donner le nom de ce type d'électrolyse.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (6,25 points)

On dispose, au laboratoire, de trois dipôles différents de nature inconnue, notés D_1 , D_2 et D_3 . Chaque dipôle peut être soit un condensateur de capacité C , soit une bobine d'inductance L et de résistance r , soit un conducteur ohmique de résistance R . On désire déterminer la nature et les grandeurs caractéristiques de chaque dipôle. Pour cela, on réalise les expériences décrites ci-après:

Expérience 1 :

On applique à chaque dipôle une tension continue $U = 4 \text{ V}$ et on mesure l'intensité I du courant électrique qui le traverse en régime permanent. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Dipôle	D_1	D_2	D_3
I(A)	0,5	0,5	0

- 1- Justifier que D_3 correspond à un condensateur.
- 2- Déterminer les valeurs de R et r .

Expérience 2 :

Pour identifier les dipôles D_1 et D_2 , on les insère dans le circuit de la figure 2.

En plus de ces deux dipôles, le circuit comporte un générateur de tension idéal de fem E , deux lampes identiques L_1 et L_2 et un interrupteur K .

Immédiatement après la fermeture de K , on constate que les deux lampes ne s'allument pas simultanément :

- la lampe L_1 brille instantanément ;
- la lampe L_2 brille avec un retard.

- 1- Justifier que D_2 correspond à la bobine.
- 2- Comparer la luminosité des deux lampes à la fin de l'expérience. Justifier.

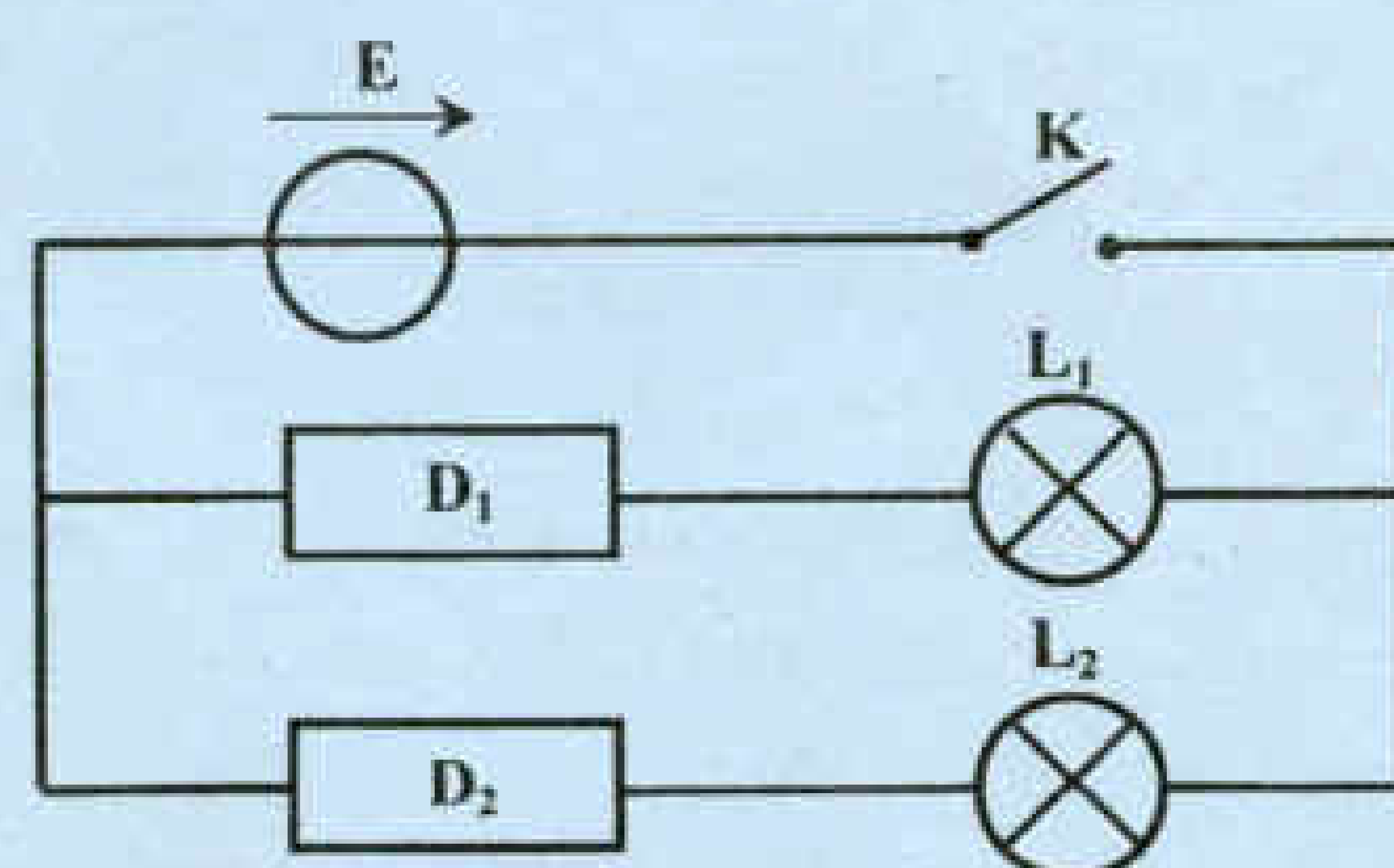


figure 2

3- On supposera que la lampe L_2 a le même comportement électrique qu'un conducteur ohmique de résistance $R_0 = R_{\text{lampe}} = 2 \Omega$, et que la durée nécessaire pour atteindre sa luminosité finale est de l'ordre de 5τ ; τ étant la constante de temps caractérisant l'évolution temporelle de l'intensité du courant électrique dans la branche comportant la lampe L_2 .

- a- Exprimer τ en fonction de l'inductance L de la bobine, de sa résistance interne r et de R_0 .
- b- Montrer que la valeur de l'inductance L de la bobine satisfait à la condition : $L \geq 0,2 \text{ H}$.

On précise que l'œil est capable de distinguer deux images consécutives séparées d'au moins d'une durée $\Delta t = 0,1 \text{ s}$.

Expérience 3 :

Pour déterminer les valeurs de L et C , on réalise, avec les dipôles D_2 , D_3 et un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, le filtre électrique passe bande schématisé dans la figure 3.

On applique à l'entrée de ce filtre une tension sinusoïdale $u_E(t)$ d'amplitude U_{Em} constante et de fréquence N réglable. On recueille à la sortie une tension $u_S(t)$ également sinusoïdale de même fréquence N que la tension d'entrée et d'amplitude U_{Sm} .

Une étude expérimentale a permis de tracer la courbe traduisant l'évolution de la transmittance

$$T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}}$$

de ce filtre en fonction de la fréquence N de la tension d'entrée. Une zone agrandie de cette courbe est donnée sur la figure 4 de la page 5/5.

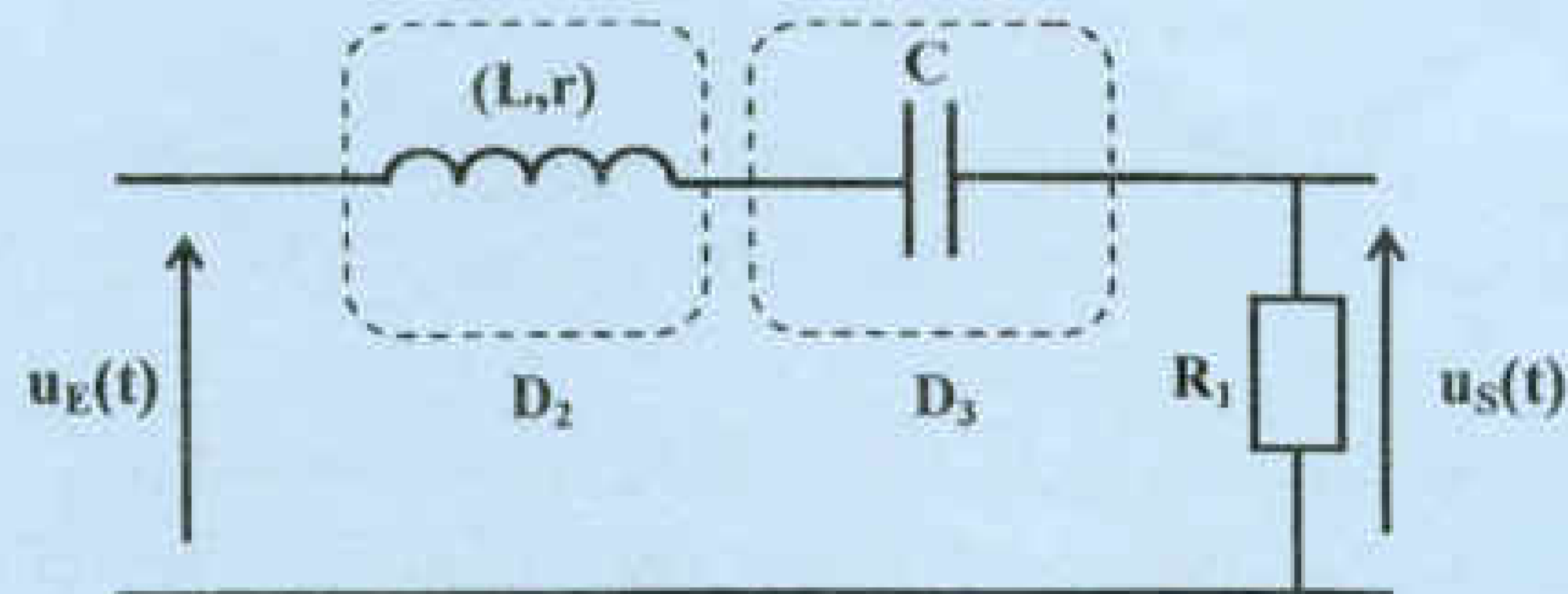


figure 3

On négligera, dans la suite, la valeur de la résistance r de la bobine devant celle de R_1 .

- 1- Prouver que la transmittance T du filtre étudié prend sa valeur maximale T_0 pour une valeur de la fréquence N de la tension d'entrée égale à celle de la fréquence propre N_0 du circuit.
- 2- En exploitant la courbe de la figure 4 de la page 5/5, déterminer:
 - a- les valeurs de N_0 et T_0 ;
 - b- la largeur ΔN de la bande passante du filtre étudié. On prendra : $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0,7$. (La trace du travail effectué par le candidat doit figurer sur la courbe de la figure 4 de la page 5/5).

On rappelle qu'un filtre est passant lorsque sa transmittance T vérifie la condition : $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$.

- 3- a- Donner les expressions du facteur de qualité Q du filtre étudié en fonction de:
 - la largeur ΔN de la bande passante et la fréquence propre N_0 ;
 - l'inductance L de la bobine, la résistance R_1 du conducteur ohmique et la fréquence propre N_0 .
- b- En déduire que l'inductance L de la bobine s'exprime par : $L = \frac{R_1}{2\pi\Delta N}$. Calculer sa valeur.
- c- Déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.

Exercice 2 (4,25 points)

A un instant pris comme origine des temps, une lame vibrante communique à l'extrémité S d'une corde très souple et infiniment longue, tendue horizontalement, des vibrations verticales sinusoïdales d'équation : $y_S(t) = a \sin(2\pi Nt + \varphi_S)$; où a , N et φ_S désignent respectivement l'amplitude, la fréquence et la phase initiale de S .

On négligera dans ce qui suit, toute atténuation de l'amplitude et toute réflexion de l'onde issue de S.

On donne les courbes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) de la figure 5. L'une des deux courbes correspond au diagramme du mouvement d'un point A de la corde, alors que l'autre représente l'aspect de la corde à un instant de date t_1 .

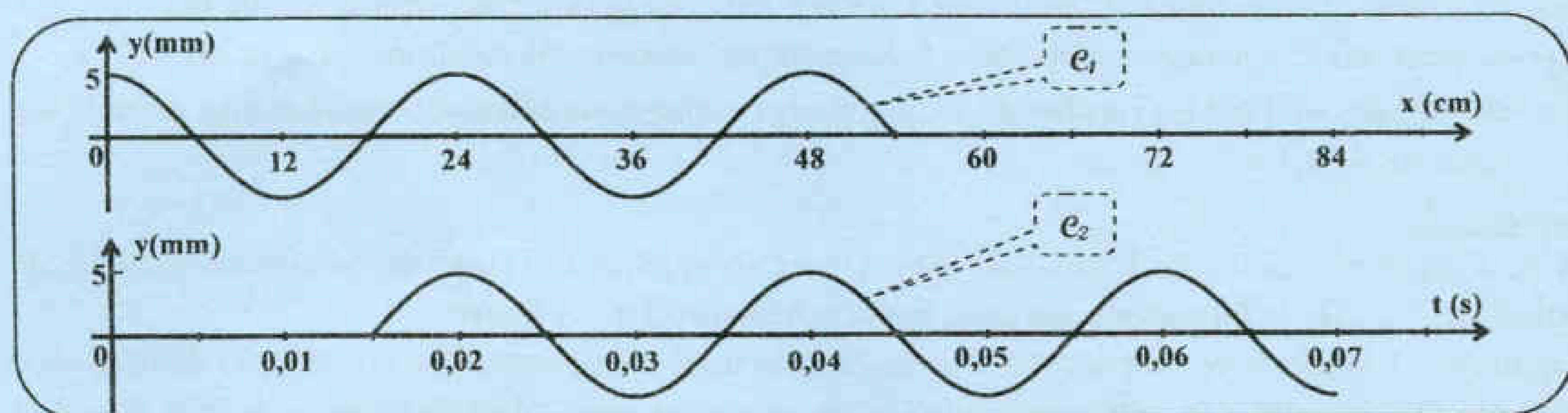


figure 5

- 1- Identifier, parmi (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2), celle qui correspond au diagramme du mouvement du point A. Justifier.
- 2- a- En exploitant ces deux courbes, déterminer les valeurs de l'amplitude a , de la fréquence N et de la longueur d'onde λ .
b- En déduire la valeur de la célérité v de l'onde.
- 3- a- Déterminer l'équation horaire du mouvement du point A.
b- En déduire la valeur de φ_S .
c- Comparer, pour $t \geq 0,015$ s, le mouvement de A par rapport à celui de S.
- 4- Déterminer, pour $t = t_1$, les abscisses des points vibrant en quadrature avance de phase par rapport à S.

Exercice 3 (2,5 points)

Etude d'un document scientifique Résonance d'élongation ou de vitesse ?

... Rappelons ce qu'est une résonance avec l'exemple d'un enfant sur une balançoire. À cause des frottements, les oscillations de la balançoire cessent d'elles-mêmes si l'on n'apporte pas continuellement de l'énergie au système. Les pertes d'énergie étant faibles (mais non négligeables), il suffit à un parent compatissant de pousser régulièrement l'enfant pour entretenir le mouvement ou pour en augmenter l'amplitude des oscillations. S'il règle précisément la fréquence de ses interventions sur la fréquence propre des oscillations de la balançoire, il lui suffira d'exercer une toute petite force pour que l'amplitude des oscillations prenne sa valeur maximale: c'est le phénomène de résonance.

D'après Pour la Science N°364 - février 2008

- 1- Qualifier les oscillations de la balançoire dans les deux cas suivants, en choisissant un ou plusieurs adjectifs parmi : libres, forcées, non amorties, amorties.
 - **Premier cas** : le système ne reçoit de l'énergie qu'à l'état initial.
 - **Deuxième cas** : le système reçoit régulièrement de l'énergie de la part du parent.
- 2- Préciser, dans le cas où les oscillations sont qualifiées de forcées, l'excitateur et le résonateur.
- 3- Montrer que, dans ce texte, l'auteur confond entre résonance d'élongation et résonance de vitesse.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

.....

.....

Epreuve de sciences physiques (sciences techniques)

Feuille à rendre avec la copie.

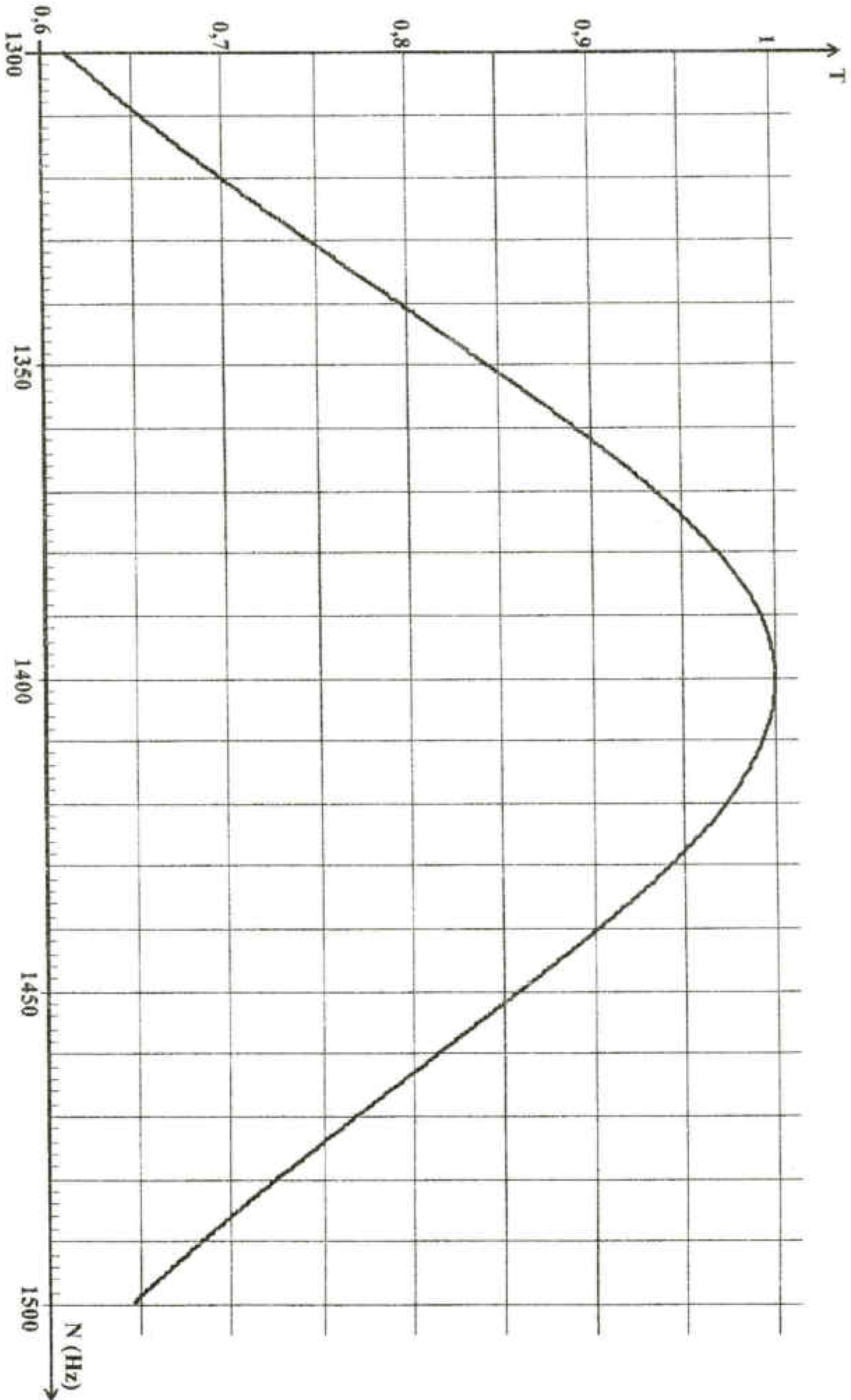


figure 4