

Chimie :

Exercice 1 (4 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$.

Un détartrant pour cafetière vendu en sachets dans le commerce, se présente sous la forme d'une poudre blanche à base d'acide sulfamique. Cet acide, de formule $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$, sera considéré comme un monoacide fort que l'on notera **AH**.

On souhaite déterminer, lors d'une séance de travaux pratiques, le pourcentage d'acide sulfamique présent dans ce détartrant. Pour cela, on prépare un volume $V = 250 \text{ mL}$ de solution aqueuse (S_a) en dissolvant une masse $m = 1,50 \text{ g}$ de ce détartrant dans l'eau distillée, puis on dose un volume $V_a = 20 \text{ mL}$ de cette solution par une solution aqueuse (S_b) d'hydroxyde de sodium NaOH , de concentration molaire $C_b = 8 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré approprié. L'équivalence est obtenue lorsqu'on ajoute un volume $V_{bE} = 15 \text{ mL}$ de la solution (S_b).

Le dispositif expérimental utilisé dans ce dosage est schématisé sur la **figure 1 de la page 5/6 (à rendre avec la copie)**.

- 1- Compléter l'annotation de la **figure 1 de la page 5/6**.
- 2- Ecrire l'équation de la réaction du dosage effectué, et montrer qu'elle est totale.
- 3- a- Déterminer la concentration molaire C_a , en acide sulfamique, de la solution (S_a).
b- Calculer la masse m_a d'acide sulfamique contenu dans la masse m de détartrant.
On donne : masse molaire de l'acide sulfamique $M = 97 \text{ g.mol}^{-1}$.
c- En déduire le pourcentage massique d'acide sulfamique dans le détartrant.
- 4- Indiquer, en se référant au tableau ci-dessous, l'indicateur coloré approprié à ce dosage. Justifier.

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

Exercice 2 (3 points)**Etude d'un document scientifique****Produire du fer avec de l'électricité**

La technique de production du fer, inventée par Donald Sadoway et son équipe, repose sur le principe de l'électrolyse. L'oxyde de fer est dissous dans un mélange fondu à plus de 1200°C d'oxydes de calcium, d'aluminium et de magnésium. Dans cette solution, les chimistes ont placé deux électrodes (une cathode et une anode). Lorsqu'on fait passer un courant électrique continu entre ces deux électrodes, le fer se dépose sur l'une et l'oxygène se dégage au niveau de l'autre. D'une façon générale, dans un électrolyseur, le choix de l'anode est parfois problématique car le matériau d'anode lui-même peut s'oxyder :

se corroder, brûler ou se recouvrir d'une couche isolante, qui laisse très mal passer le courant électrique. En utilisant un alliage de chrome et de fer, Donald Sadoway et son équipe pensent avoir créé une anode qui résout ces problèmes. Selon eux, c'est la formation, au cours de l'électrolyse, d'un film d'oxyde conducteur protecteur à la surface de l'anode qui assure l'efficacité de cette dernière.

Cette technique présente deux avantages principaux. Le premier est de permettre de produire du fer ne contenant pas de carbone, ce qui n'est pas le cas dans les hauts-fourneaux (technique actuellement employée dans la production du fer). Le second, très attractif pour l'environnement : le procédé mis au point remplace les dégagements énormes de dioxyde de carbone des hauts-fourneaux par des dégagements d'oxygène.

D'après la recherche n°477, juillet 2013.

- 1- Préciser, en le justifiant, si l'électrolyse est une transformation chimique spontanée ou imposée.
- 2- Préciser, en le justifiant, l'électrode au niveau de laquelle se forme le dépôt de fer ainsi que le signe + ou - du pôle du générateur auquel elle est reliée.
- 3- a- Relever du texte, les problèmes rencontrés dans le choix de l'anode d'un électrolyseur.
b- Indiquer comment Donald Sadoway et son équipe ont pu résoudre ces problèmes.
- 4- Dégager, à partir du texte, les avantages de la production du fer par électrolyse.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (4,5 points)

Dans le cadre de la réalisation d'un projet scientifique, un enseignant encadrant dans un club scientifique demande à un groupe d'élèves de déterminer expérimentalement les valeurs de l'inductance L et de la résistance r d'une bobine (B) démontée d'un poste récepteur radio. Pour ce faire, les élèves réalisent le circuit électrique représenté sur la **figure 2**.

Ce circuit comporte, montés en série:

- la bobine (B) ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 110 \Omega$;
- un générateur idéal de tension continue $E = 6 \text{ V}$;
- un interrupteur K .

A l'instant $t = 0$, les élèves ferment l'interrupteur K et à l'aide d'un dispositif approprié, ils enregistrent l'évolution au cours du temps de l'intensité $i(t)$ du courant électrique traversant le circuit. La courbe obtenue est représentée sur la **figure 3 de la page 5/6**.

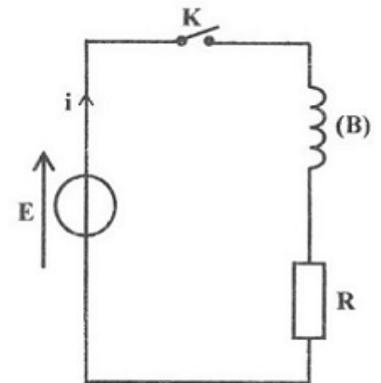


figure 2

- 1- Préciser, en le justifiant, si l'établissement du courant électrique dans le circuit est instantané.
- 2- a- Donner les expressions des tensions $u_R(t)$ et $u_B(t)$, respectivement aux bornes du conducteur ohmique et aux bornes de la bobine, en fonction de R , r , L et $i(t)$.
b- En appliquant la loi des mailles, montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité $i(t)$, s'écrit sous la forme : $\frac{di(t)}{dt} + \frac{\alpha}{L} i(t) = \frac{E}{L}$; où α est une constante positive que l'on exprimera en fonction de R et r .
c- Sachant que l'équation différentielle précédente admet une solution de la forme $i(t) = I_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$,
montrer que : $I_0 = \frac{E}{R+r}$ et $\tau = \frac{L}{R+r}$.
- 3- a- Déterminer graphiquement les valeurs de I_0 et τ .
b- En déduire les valeurs de r et L .

- 4- Dans le circuit précédent, un élève modifie la valeur de l'une des grandeurs suivantes (**L** ou **R** ou **E**) puis, il enregistre de nouveau l'évolution de l'intensité **i(t)** du courant traversant le circuit. La courbe obtenue est représentée sur la **figure 4 de la page 6/6 (à rendre avec la copie)**.
- Identifier, en le justifiant, la grandeur dont la valeur a été modifiée.
 - Déterminer sa nouvelle valeur.

Exercice 2 (5 points)

Au laboratoire, on dispose d'une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, d'un condensateur de capacité **C** et d'un conducteur ohmique de résistance **R**. On dispose également, d'un voltmètre, d'un ampèremètre et d'un générateur basses fréquences (**GBF**) délivrant une tension sinusoïdale **u(t)** de valeur efficace **U = 4 V** et de fréquence **N** réglable.

Pour déterminer les valeurs de **R**, **r**, **L** et **C**, on réalise le filtre électrique schématisé dans la **figure 5**.

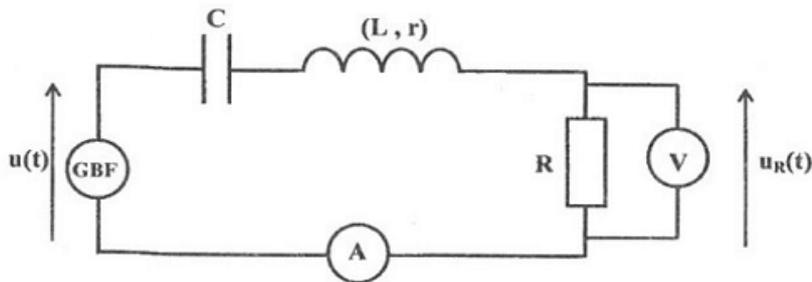


figure 5

On fait varier la fréquence **N** du signal sinusoïdal délivré par le (**GBF**) et on relève, à l'aide du voltmètre branché aux bornes du conducteur ohmique, la tension efficace **U_R** correspondante. Les mesures réalisées permettent de tracer la courbe de la **figure 6 de la page 6/6**, traduisant l'évolution de la transmittance

$$T = \frac{U_R}{U} \text{ du filtre en fonction de la fréquence } N.$$

Au cours de l'expérience, on constate que l'intensité efficace du courant parcourant le circuit passe par un maximum **I₀ = 53,3 mA**, pour une valeur particulière **N₀** de la fréquence **N** du (**GBF**).

On rappelle qu'un filtre est passant lorsque sa transmittance **T** vérifie la condition : $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$; où **T₀** est

la valeur maximale de **T**.

- Définir un filtre électrique.
- Préciser, pour **N = N₀**, le phénomène dont le circuit est le siège.
- Montrer que la transmittance **T** est maximale pour **N = N₀**.
 - Déterminer graphiquement les valeurs de **T₀** et **N₀**.
 - En déduire que **R = 60 Ω**.
- Montrer que : $T_0 = \frac{R}{R+r}$.
 - En déduire la valeur de **r**.
- Déterminer graphiquement, la (ou les) fréquence(s) de coupure du filtre étudié.
 - En déduire la nature de ce filtre (passe-bas, passe-haut ou passe-bande).
- Calculer la valeur du facteur de qualité **Q** du filtre étudié, sachant qu'il s'exprime par : $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$;
 ΔN étant la largeur de la bande passante du filtre.
 - Exprimer **Q** en fonction de **r**, **R**, **N₀** et **L**. En déduire la valeur de l'inductance **L**.
 - Déterminer la valeur de la capacité **C**.

Exercice 3 (3,5 points)

Une lame vibrante munie d'une pointe produit, à partir de l'instant $t = 0$, en un point S d'une nappe d'eau d'épaisseur constante d'une cuve à ondes, des vibrations sinusoïdales verticales d'équation : $y_s(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(40\pi t)$ pour $t \geq 0$; l'élongation y étant exprimée en mètre (m) et le temps t en seconde (s).

On néglige toute atténuation de l'amplitude et toute réflexion de l'onde issue de S . D'autre part, on suppose que l'épaisseur de la nappe d'eau est suffisamment grande devant l'amplitude des vibrations.

- 1- Décrire l'aspect de la surface de l'eau observée en lumière stroboscopique de fréquence $N_e = 20 \text{ Hz}$.
- 2- La courbe de la **figure 7** représente une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par S à un instant t_1 . A cet instant, l'élongation de S est nulle.

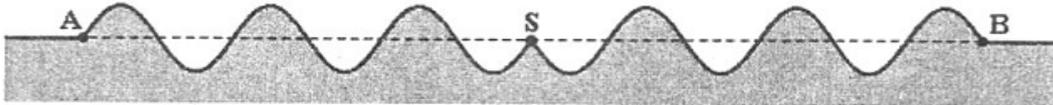


figure 7

Les points A et B sont distants de : $d = 6 \text{ cm}$.

- a- Définir la longueur d'onde λ .
 - b- En exploitant la courbe de la **figure 7**, déterminer la valeur de λ . En déduire celle de la célérité v de l'onde.
 - c- Déterminer la valeur de t_1 .
- 3- a- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point C de la surface libre de l'eau, situé à la distance $SC = 2,5 \text{ cm}$ de la source S .
 - b- Représenter, sur la **figure 8 de la page 6/6**, le diagramme de mouvement du point C .

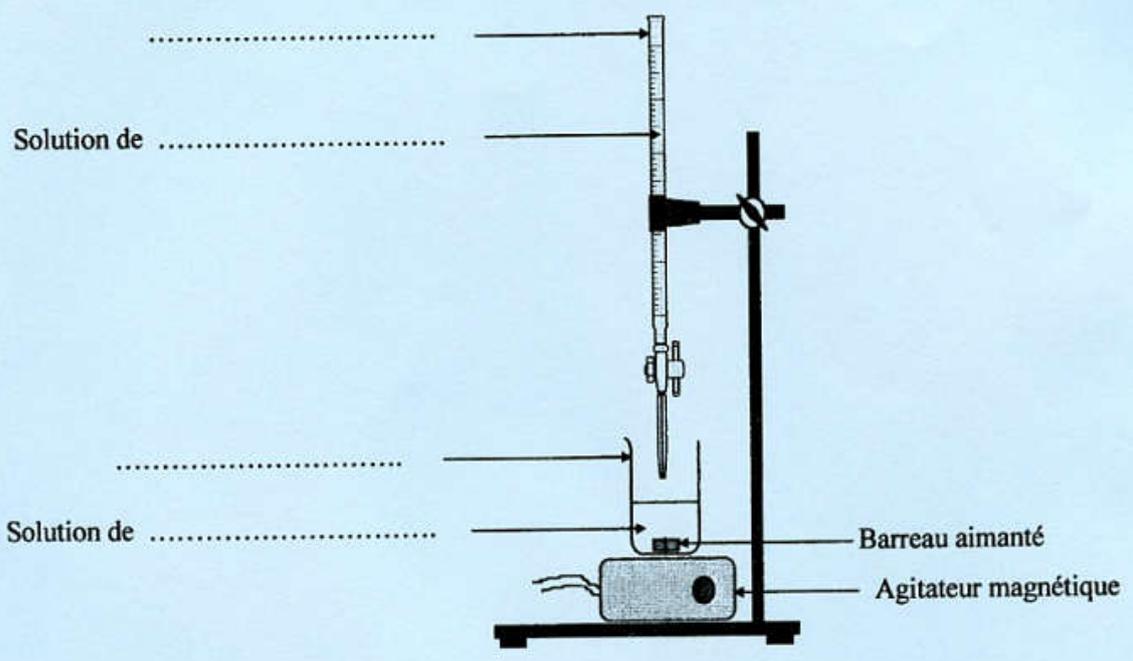


figure 1

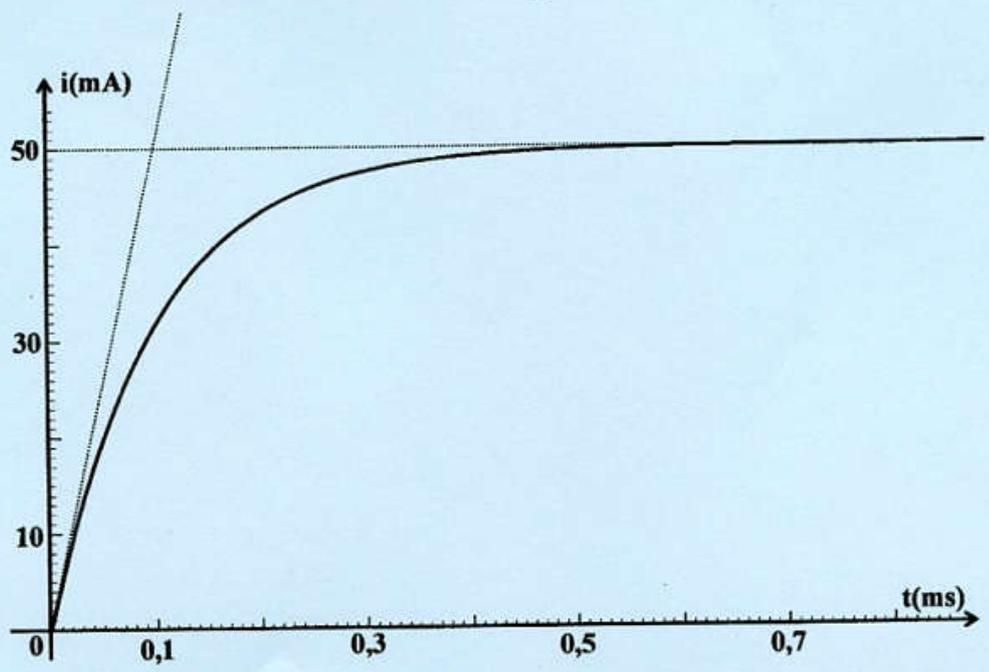


figure 3

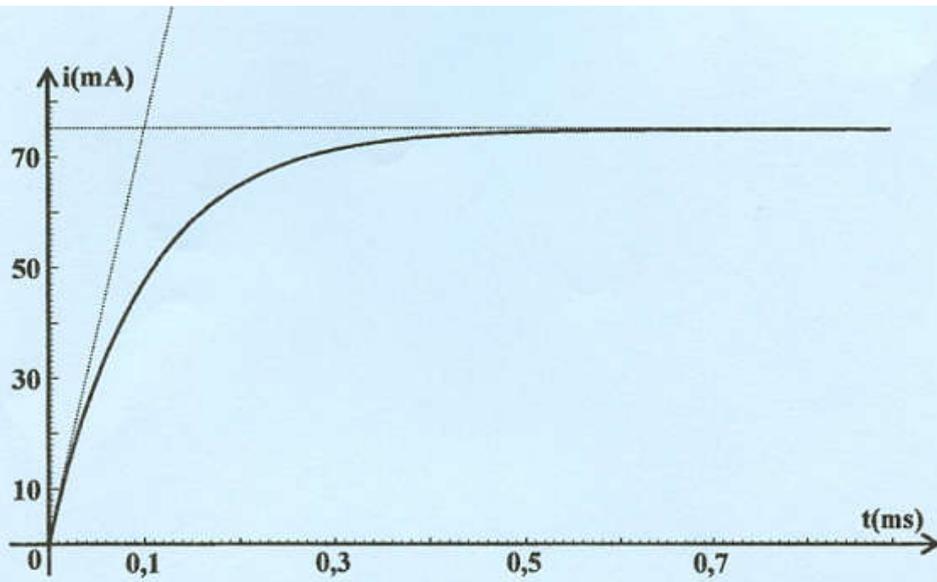


figure 4

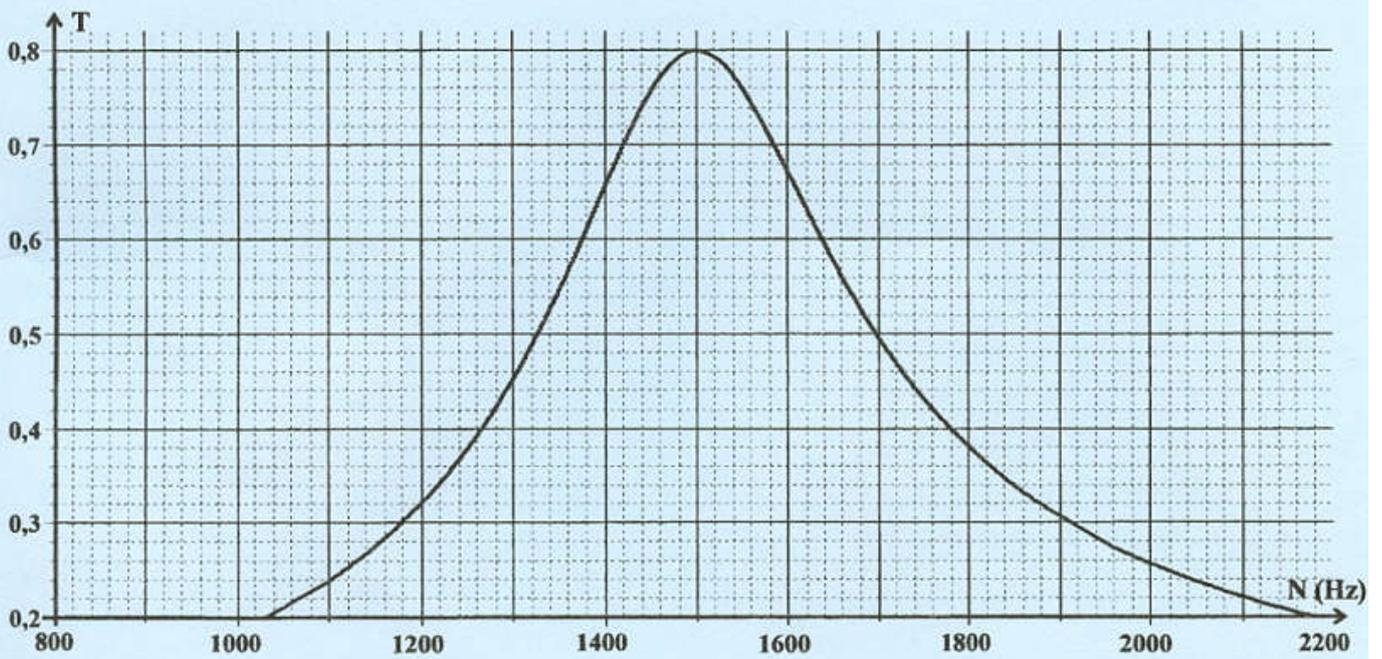


figure 6

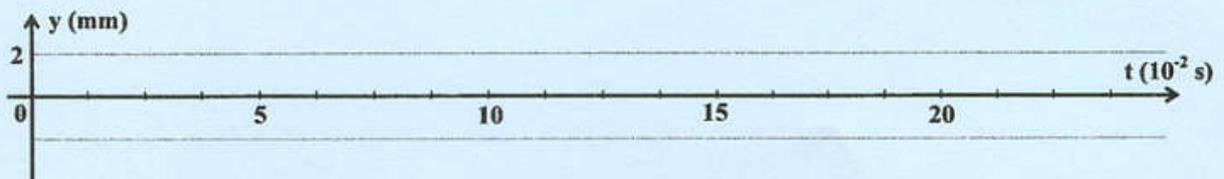


figure 8

Exercice 1

Chimie

1) Voir figure 1 de la page 3/4.



ou plus simplement : $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2 H_2O$

$$K = \frac{1}{[H_3O^+][OH^-]} = \frac{1}{K_e} = 10^{14} \gg 1: \text{ la réaction est totale.}$$

3) a- A l'équivalence : $C_a V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_b V_{bE}}{V_a}$ **AN:** $C_a = 6.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

b- $n_a = C_a V = \frac{m_a}{M} \Rightarrow m_a = C_a \cdot V \cdot M$ **AN:** $m_a = 1,455 \text{ g}$.

c- Pourcentage = $\frac{m_a}{m} \times 100 = \frac{1,455}{1,50} \times 100 = 97\%$.

4) Dosage acide fort - base forte $\Rightarrow \text{pH}_E = 7 \in [6,0 ; 7,6]$. D'où l'indicateur coloré approprié est le BBT.

Exercice 2

Chimie

- 1- Imposée ; elle se produit grâce à un apport continu d'énergie électrique.
- 2- Cathode – électrode au niveau de laquelle se produit la réduction - reliée à la borne négative du générateur.
- 3- a- L'anode peut : se corroder, brûler ou se recouvrir d'une couche isolante.
b- Utilisation d'une anode formée d'un alliage de chrome et de fer ; ce qui permet la formation d'un film d'oxyde conducteur protecteur qui assure l'efficacité de cette anode.
- 4- - Production du fer exempt du carbone.
- Limiter les dégagements énormes de dioxyde de carbone.

Exercice 1

Physique

1) Non ; d'après la figure 3 le régime permanent est atteint après une certaine durée.

2) a- $u_R(t) = Ri(t)$ et $u_B(t) = L \frac{di(t)}{dt} + ri(t)$

b- Loi des mailles : $u_B(t) + u_R(t) - E = 0$. (schéma fléché exigé) $L \frac{di(t)}{dt} + (r + R)i(t) = E$

$$\Rightarrow \frac{di(t)}{dt} + \frac{(r + R)}{L} i(t) = \frac{E}{L} \Rightarrow \frac{di(t)}{dt} + \frac{\alpha}{L} i(t) = \frac{E}{L} \text{ avec } \alpha = r + R.$$

c- $i(t) = I_0(1 - e^{-\alpha t}) \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{I_0}{\tau} e^{-\alpha t}$

$$\Rightarrow \frac{I_0}{\tau} e^{-\alpha t} + \frac{\alpha}{L} I_0(1 - e^{-\alpha t}) = \frac{E}{L} \Rightarrow I_0 \left(\frac{1}{\tau} - \frac{\alpha}{L} \right) e^{-\alpha t} + \frac{\alpha I_0}{L} = \frac{E}{L}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\tau} - \frac{\alpha}{L} = 0 \text{ et } \frac{\alpha I_0}{L} = \frac{E}{L}$$

Soit $\tau = \frac{L}{\alpha} = \frac{L}{R + r}$ et $I_0 = \frac{E}{\alpha} = \frac{E}{R + r}$.

Suite de l'exercice 1

Physique

- 3) a- $I_0 = 50 \text{ mA}$; $\tau = 0,1 \text{ ms}$.
 b- $r = \frac{E}{I_0} - R$ AN: $r = 10 \Omega$. $L = (r + R) \cdot \tau$ AN: $L = 12 \text{ mH}$.
- 4) a- $\tau = \text{Cte}$. Donc, il n'y a pas de modification ni de R, ni de L ;
 et puisque I_0 a augmenté, donc c'est E qui a été modifiée.
 b- $I'_0 = \frac{E'}{r + R}$. Donc $E' = I'_0 (r + R)$ avec $I'_0 = 75 \text{ mA}$. AN: $E' = 9 \text{ V}$.

Exercice 2

Physique

- 1) On appelle filtre électrique, tout quadripôle qui ne transmet que les signaux électriques dont les fréquences sont comprises dans un domaine de fréquences déterminé.
- 2) Résonance d'intensité car, pour $N = N_0$, I est maximale.
- 3) a- Pour $N = N_0$, U_R est maximale. Comme $U = \text{cte}$, alors T est maximale.
 b- $T_0 = 0,8$; $N_0 = 1500 \text{ Hz}$.
 c- $R = \frac{T_0 U}{I_0}$ AN: $R = 60 \Omega$.
- 4) a- A la résonance d'intensité, $U = (R + r)I_0$ et $U_R = R \cdot I_0$. D'où $T_0 = \frac{R}{r + R}$.
 b- $r = R \left(\frac{1}{T_0} - 1 \right)$ AN: $r = 15 \Omega$.
- 5) a- Pour $T = \frac{T_0}{\sqrt{2}} = 0,56$ on a $N_b = 1360 \text{ Hz}$ et $N_h = 1660 \text{ Hz}$.
 b- C'est un filtre passe bande, car il est passant dans le domaine de fréquences limité par N_b et N_h .
- 6) a- $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$ AN: $Q = 5$.
 b- $Q = \frac{2\pi N_0 L}{R + r}$. $L = \frac{(R + r)Q}{2\pi N_0}$ AN: $L \approx 0,04 \text{ H}$.
 c- $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L}$ AN: $C = 0,28 \mu\text{F}$.

Exercice 3

Physique

- 1) $N_e = N$: la surface de l'eau paraît immobile sous forme de rides circulaires équidistantes centrées en S.
- 2) a- La longueur d'onde λ est la distance parcourue par l'onde pendant une durée égale à la période temporelle T.
 b- $AB = 6 \lambda = 6 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 1 \text{ cm}$.
 $v = \lambda \cdot N$ AN: $v = 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
 c- $t_1 = \frac{SA}{v} = \frac{AB}{2v}$ AN: $t_1 = 0,15 \text{ s}$.

3) a- $y_c(t) = y_s(t - \theta)$ avec $\theta = \frac{x_1}{v} = 0,125 \text{ s}$.

$$\begin{cases} y_c(t) = 2 \cdot 10^{-3} \sin(40\pi t + \pi) & \text{pour } t \geq 0,125 \text{ s} \\ y_c(t) = 0 & \text{pour } t \leq 0,125 \text{ s} \end{cases}$$

b- Voir figure 8 de la page 4/4

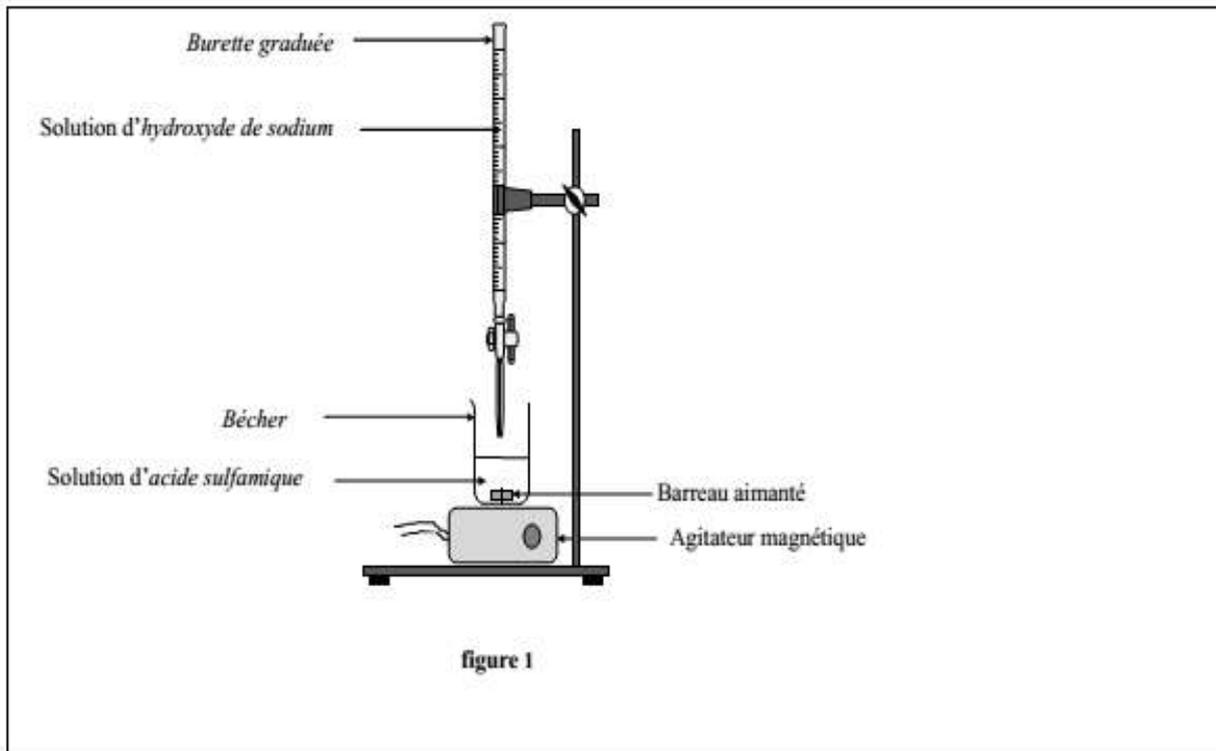


figure 1

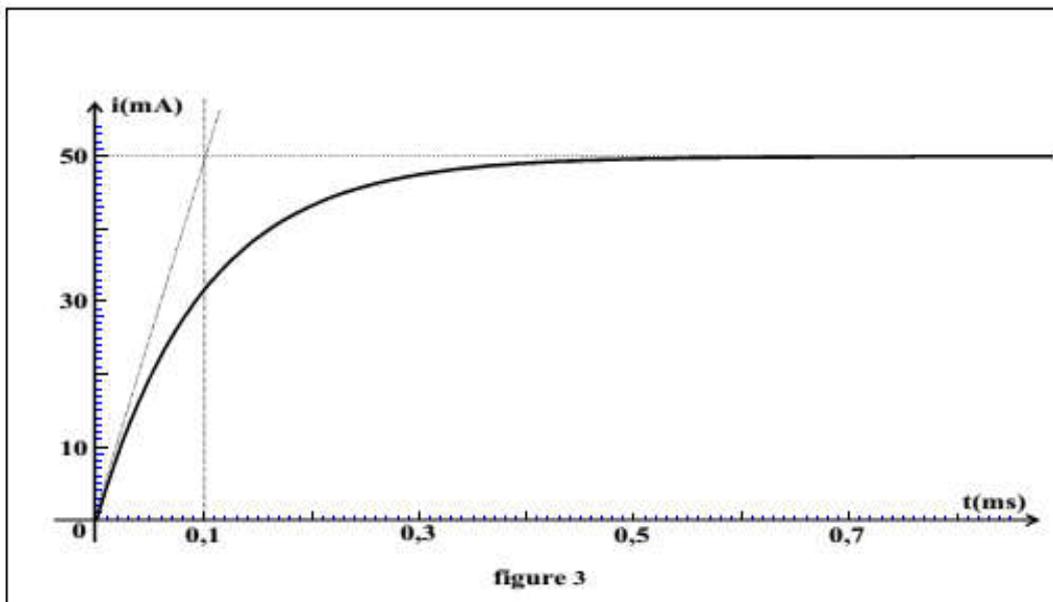


figure 3

