

Bac technique

Page No.

physique	I
1 sp2020	2
2 sp2019	6
3 sp-c2019	11
4 sc2019	15
5 sc-c2019	20
6 sp2018	24
7 sc2018	29
8 sp2017	33
9 sp-c2017	38
10 sc2017	42
11 sp-c2017	47
12 sp2016	51
13 sp-c2016	56
14 sc2016	66
15 sp-c2016	71
16 sp2015	81
17 sp-c2015	87
18 sc2015	90
19 sc-c2015	96

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2020	Session principale	
	 Épreuve : Sciences physiques	Section : Sciences techniques
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 3

⌘ ⌘ ⌘ ⌘ ⌘ ⌘

Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1 sur 4 à 4 sur 4.

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (3,75 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 néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On dispose d'une solution aqueuse (S_1) d'acide méthanoïque HCOOH de concentration molaire $C_1 = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et de $\text{pH}_1 = 2,55$ et d'une solution aqueuse (S_2) d'acide lactique $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ de concentration molaire C_2 .

1) a- Calculer la concentration molaire des ions hydronium H_3O^+ dans la solution (S_1) et en déduire que l'acide méthanoïque est faible.

b- Dresser le tableau descriptif d'avancement volumique noté y , relatif à la réaction de l'acide HCOOH avec l'eau.

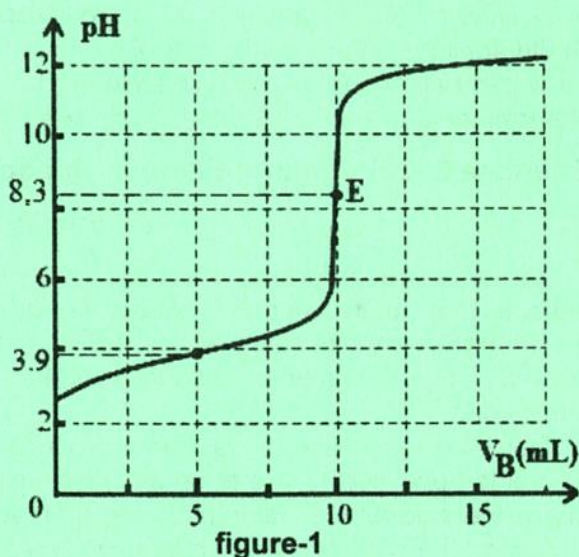
c- c_1 - Donner l'expression de la constante d'acidité K_{a1} du couple $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ et en déduire qu'elle

s'écrit sous la forme : $K_{a1} = \frac{10^{-2\text{pH}_1}}{C_1 - 10^{-\text{pH}_1}}$.

c_2 - Calculer la valeur de K_{a1} , puis celle de $\text{p}K_{a1}$, relative au couple $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$.

2) On prélève un volume $V = 20 \text{ mL}$ de la solution (S_2) d'acide lactique, on y ajoute progressivement une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH (base forte) de concentration molaire $C_B = 6.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. À l'aide d'un pH-mètre, on suit l'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction du volume V_B de la solution d'hydroxyde de sodium ajoutée.

Les mesures effectuées ont permis de tracer la courbe de la figure-1.



a- En exploitant cette courbe :

- justifier que l'acide lactique est un acide faible,
- déterminer la valeur de la concentration C_2 ,
- préciser en le justifiant, la valeur du $\text{p}K_{a2}$ relative au couple $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{COO}^-$.

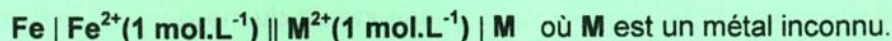
b- Justifier que l'acide méthanoïque est plus fort que l'acide lactique.

3) Indiquer, en se référant au tableau ci-dessous, l'indicateur coloré le plus approprié à ce dosage. Justifier la réponse.

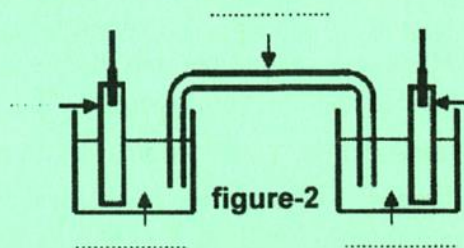
Indicateur coloré	Zone de virage
Hélianthine	3,1 - 4,4
Phénolphthaléine	8,2 - 10,0
Jaune d'alizarine	10,1 - 12,1

Exercice 2 (3,25 points) :

On réalise, à la température 25°C , la pile électrochimique (P) symbolisée par :



La mesure de la fem initiale E_i de cette pile donne $0,04 \text{ V}$.
La figure-2 représente le schéma incomplet de la pile (P).



1) a- Compléter, après avoir reproduit la figure-2, le schéma de cette pile (P).

b- Écrire l'équation chimique associée à cette pile (P).

2) a- Justifier que la valeur de la fem standard E° de la pile (P) est égal à E_i .

b- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile (P).

3) a- Écrire en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite du courant dans un circuit extérieur.

b- Écrire l'expression de la constante d'équilibre K . En déduire que l'avancement volumique y_{eq} , lorsque la pile (P) cesse de débiter du courant dans le circuit extérieur, s'écrit sous la forme :

$$y_{\text{eq}} = \frac{K-1}{K+1}. \quad \text{On suppose que les volumes des solutions contenues dans les deux compartiments de la pile sont égaux et restent inchangés au cours de la réaction.}$$

4) En s'appuyant sur le tableau ci-dessous, déterminer la valeur du potentiel standard d'électrode

$E_{\text{M}^{2+}/\text{M}}^{\circ}$ puis identifier le métal M.

Couples redox	Cd^{2+}/Cd	Cu^{2+}/Cu	Fe^{2+}/Fe
Potentiels standards E° (V)	-0,40	0,34	-0,44

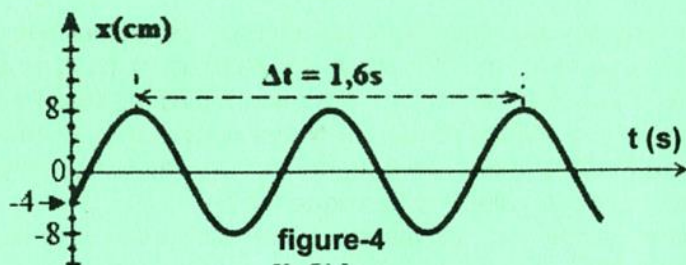
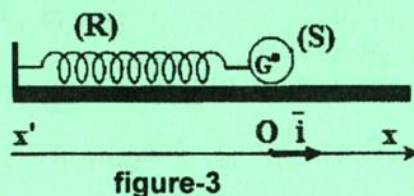
PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (5,25 points) :

Un pendule élastique est constitué comme l'indique la figure-3 d'un solide (S), supposé ponctuel, de masse $m = 240 \text{ g}$ et de centre d'inertie G, attaché à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k . L'autre extrémité du ressort étant fixe.

A l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) coïncide avec l'origine O du repère $(O, \vec{i})$ de l'axe $x'x$ porté par l'horizontale. On désigne par $x(t)$ l'abscisse de G à un instant de date t dans ce repère et par $v(t)$ sa vitesse à cet instant.

I- On écarte (S) de sa position d'équilibre jusqu'au point M_0 d'abscisse x_0 puis on l'abandonne, à l'instant $t = 0 \text{ s}$, avec une vitesse initiale de valeur v_0 . Le solide (S) effectue alors des oscillations autour de sa position d'équilibre. La courbe qui traduit l'évolution de l'abscisse x au cours du temps est donnée par la figure-4.



1) Préciser si les oscillations de G sont libres amorties, libres non amorties ou bien forcées. Justifier.

2) a- Montrer que l'équation différentielle qui régit les oscillations de G s'écrit : $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \omega_0^2 x(t) = 0$

avec ω_0 une constante que l'on exprimera en fonction de k et m .

b- L'équation différentielle précédente admet comme solution : $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$.

En exploitant la courbe de la **figure-4**, déterminer la valeur X_m de l'amplitude des oscillations de G , la valeur T_0 de la période propre et la valeur φ_x de la phase initiale du mouvement de (S) .

c- Déduire la valeur de k . On prendra $\pi^2 = 10$.

3) a- Donner l'expression de l'énergie mécanique E du système $\{(S), (R)\}$ en fonction de k , m , x et v .

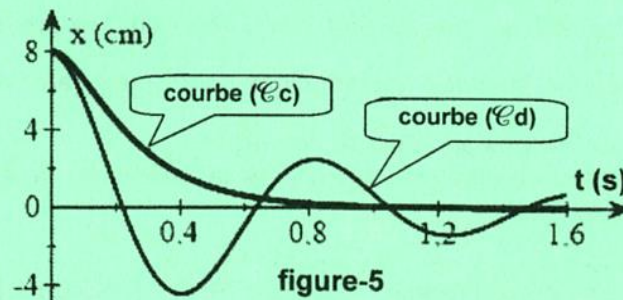
b- Montrer que l'énergie mécanique E de ce système est constante puis calculer sa valeur.

c- Déterminer la valeur de v_0 .

II- À l'aide d'un dispositif approprié, on soumet le solide (S) à des frottements visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$ où h est le coefficient de frottement. On écarte (S) de sa position d'équilibre jusqu'au point d'abscisse X_m puis on l'abandonne, à l'instant $t = 0$ s, sans vitesse initiale. Les deux courbes $(\mathcal{C}c)$ et $(\mathcal{C}d)$ de la **figure-5** représentent l'évolution au cours du temps de l'élongation x de G pour deux valeurs du coefficient de frottement h_1 et h_2 telles que $h_1 < h_2$.

1) Nommer le régime d'oscillation correspondant à chacune des courbes $(\mathcal{C}c)$ et $(\mathcal{C}d)$.

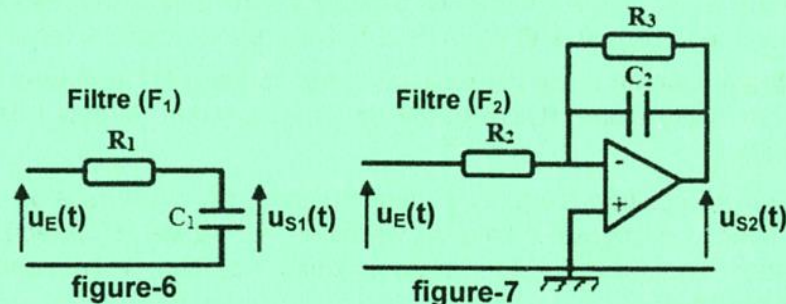
2) Préciser lequel des coefficients h_1 ou h_2 correspond à la courbe $(\mathcal{C}d)$ de la **figure-5**. Justifier.



Exercice 2 (5,25 points) :

À l'aide d'un amplificateur opérationnel idéal, d'un condensateur de capacité $C_1 = 0,5 \mu F$, d'un autre condensateur de capacité C_2 , de trois conducteurs ohmiques de résistances R_1 , R_2 et R_3 (avec $R_3 = 2R_1$), d'un générateur de tension symétrique $\pm 15V$ pour polariser l'amplificateur et des fils conducteurs, on réalise deux filtres électriques passe-bas (F_1) et (F_2) .

Le filtre (F_1) est schématisé par le circuit de la **figure-6** alors que le filtre (F_2) est schématisé par le circuit de la **figure-7**.



L'entrée de chacun de ces deux filtres est alimentée par un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u_E(t)$ d'amplitude U_{Em} constante et de fréquence N réglable. Les deux tensions de sorties $u_{S1}(t)$ et $u_{S2}(t)$ respectivement des filtres (F_1) et (F_2) sont sinusoïdales de même fréquence N que $u_E(t)$ et d'amplitudes respectives U_{S1m} et U_{S2m} .

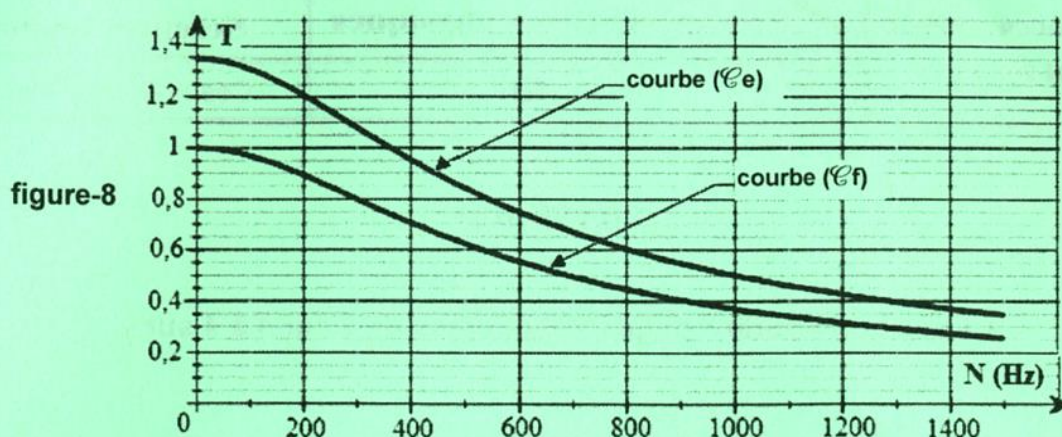
Pour une tension maximale donnée U_{Em} , on fait varier la fréquence N du (GBF) et on mesure U_{S1m} et U_{S2m} pour chaque valeur de la fréquence N .

Ces mesures ont permis de tracer les deux courbes $(\mathcal{C}e)$ et $(\mathcal{C}f)$ de la **figure-8** traduisant l'évolution des transmittances $T_1 = \frac{U_{S1m}}{U_{Em}}$ et $T_2 = \frac{U_{S2m}}{U_{Em}}$ respectivement des deux filtres (F_1) et (F_2) en

fonction de la fréquence N . On rappelle qu'un filtre est passant lorsque sa transmittance T vérifie la condition : $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$ où T_0 est la valeur maximale de T .

1) Définir un filtre électrique.

2) Identifier, parmi les courbes (Ce) et (Cf), celle qui correspond à l'évolution de la transmittance T_2 du filtre (F_2). Justifier.



3) Déterminer graphiquement les valeurs :

a- des transmittances maximales T_{01} et T_{02} respectivement des filtres (F_1) et (F_2).

b- des fréquences de coupures N_{C1} et N_{C2} respectivement des filtres (F_1) et (F_2).

4) On donne les deux expressions des transmittances T_1 et T_2 respectivement des filtres (F_1) et (F_2) :

$$T_1 = \frac{1}{\sqrt{1+(2\pi NR_1C_1)^2}} \quad ; \quad T_2 = \frac{R_3}{R_2\sqrt{1+(2\pi NR_3C_2)^2}}$$

a- Montrer que la fréquence de coupure N_{C1} du filtre (F_1) s'écrit sous la forme : $N_{C1} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$ En

déduire la valeur de la résistance R_1 .

b- Donner l'expression de T_{02} puis en déduire la valeur de la résistance R_2 .

c- Déterminer l'expression de la fréquence de coupure N_{C2} de (F_2). En déduire la valeur de C_2 .

5) On applique à l'entrée du filtre (F_2) une tension alternative sinusoïdale $u_E(t) = 2 \sin(400\pi t)$, u_E étant en volt et t en seconde. Indiquer en le justifiant si cette tension sera transmise ou non.

Déterminer la valeur maximale U_{s2m} de la tension de sortie.

Exercice 3 (2,5 points) : Étude d'un document scientifique

L'induction électromagnétique

La loi de Lenz-Faraday traite les grandeurs électriques variables au cours du temps. Cette loi indique que toute variation temporelle du champ magnétique dans un circuit crée une force électromotrice induite (fem) et que dans le cas où le circuit est fermé, un courant induit circule dans celui-ci. Les phénomènes d'induction électromagnétique sont utilisés pour la production d'énergie électrique.

Dans les alternateurs, la (fem) produite est alternative. Un alternateur est constitué de deux éléments : une bobine fixe et un aimant tournant, source de champ magnétique variable. L'aimant en mouvement de rotation fait naître une (fem) aux bornes de la bobine située à proximité.

Dans les microphones électrodynamiques, les vibrations sonores provoquent la translation d'une membrane solidement reliée à une bobine et se déplaçant aux alentours d'un aimant. Lors de la translation de la bobine, celle-ci s'approche puis s'éloigne de l'un des pôles de l'aimant (nord ou sud). Le signe de la (fem) produite dans la bobine dépend du mouvement d'approche ou d'éloignement de l'aimant. La (fem) induite reproduit fidèlement les vibrations sonores.

D'après Jean-Marie Donnini (Encyclopédie universalis)

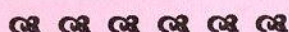
Questions :

1) En se référant au texte, donner la définition du phénomène d'induction électromagnétique.

2) Dans le cas de l'alternateur, préciser l'inducteur et l'induit.

3) Le microphone convertit une onde sonore en un signal électrique. Indiquer s'il y a conversion d'énergie mécanique en énergie électrique ou inversement.

4) Préciser de quoi dépend le signe de la tension produite aux bornes de la bobine.



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 (2,75 points)

Etude d'un document scientifique

Principe de l'électrolyse

Dans le cas d'une pile, un transfert spontané et indirect d'électrons a lieu entre le réducteur d'un couple rédox et l'oxydant d'un autre couple, par l'intermédiaire d'un circuit électrique. La réaction qui a lieu crée un courant dans le circuit et transforme ainsi l'énergie chimique en énergie électrique.

Une électrolyse permet à l'inverse la conversion de l'énergie électrique en énergie chimique. Ce type de réaction est utilisé lorsque les réactifs de départ ne peuvent évoluer spontanément pour former les produits souhaités. Pour activer ce processus, on utilise un générateur qui impose un courant électrique dans le circuit et par conséquent un transfert d'électrons entre le réducteur et l'oxydant.

Dans une solution aqueuse de bromure de cuivre, les ions Cu^{2+} et Br^- ne peuvent évoluer spontanément pour former du cuivre solide Cu et du dibrome aqueux Br_2 . L'électrolyse permet d'imposer la réaction et donc d'obtenir les produits voulus. Le dispositif utilisé pour réaliser cette transformation est appelé électrolyseur ou cellule d'électrolyse. Dans le cas de notre exemple, il est composé d'un récipient en U contenant une solution électrolytique de bromure de cuivre et de deux électrodes de graphite plongées dans cette solution. Un générateur, branché aux bornes des deux électrodes, impose une tension qui permet un transfert d'électrons entre les ions Cu^{2+} et Br^- . La réaction représentée par l'équation (I), peut alors avoir lieu: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Br}^- \rightarrow \text{Cu} + \text{Br}_2$ (I). Le schéma du montage utilisé pour réaliser cette électrolyse est représenté sur la **figure 1 de la page 5/5**.

D'après le site : www.cnrs.fr

1- En se référant au texte:

- a- nommer le dispositif utilisé pour réaliser une électrolyse ;
- b- compléter le **tableau donné dans la page 5/5** en plaçant une croix dans la case qui convient.

2- a- Indiquer sur la **figure 1 de la page 5/5** le sens de circulation des porteurs de charges dans la solution et dans les fils de connexion.

- b- Ecrire les équations des transformations chimiques qui se produisent aux niveaux des deux électrodes P_1 et P_2 .

c- Retrouver alors l'équation (I) de la réaction donnée dans ce texte.

Exercice 2 (4,25 points)

On met à la disposition d'un groupe d'élèves deux flacons: un flacon (f_1) contenant un monoacide carboxylique pur (A) de formule brute $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ et un flacon (f_2) contenant de l'éthanol pur.

Il est demandé à ce groupe d'élèves d'identifier l'acide (A) puis, d'étudier la réaction d'estérification entre cet acide et l'éthanol.

1- Identification de l'acide (A)

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

Pour identifier l'acide carboxylique (A), les élèves préparent un volume $V = 1\text{ L}$ d'une solution (S_A) de concentration molaire C_A en faisant dissoudre, dans de l'eau distillée, une masse $m = 0,9\text{ g}$ de l'acide (A).

Ensuite, ils réalisent un dosage pH-métrique d'un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ de la solution (S_A) avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (base forte) de concentration molaire $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Après avoir tracé la courbe traduisant l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume V_B de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté, ils déterminent, par une méthode appropriée, les coordonnées du point d'équivalence ; les valeurs trouvées sont: $V_{BE} = 15 \text{ mL}$ et $\text{pH}_E = 8,3$.

- a- Justifier que l'acide (A) est faible.
- b- Déterminer la valeur de C_A .
- c- En déduire la formule semi-développée de l'acide (A).

On donne : $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$.

2- Etude de la réaction d'estérification entre l'acide (A) et l'éthanol

Une étude expérimentale réalisée sur des échantillons comportant chacun initialement $n_1 \text{ mol}$ de l'acide (A) et $n_2 \text{ mol}$ d'éthanol a permis aux élèves de déterminer la quantité n_{ac} de l'acide (A) présent dans un échantillon à différents instants. Les résultats de cette étude sont consignés dans le tableau ci-dessous:

t(min)	0	20	40	60	80	100
$n_{ac} (10^{-3} \text{ mol})$	12	6,8	3,9	2,7	2	2

- a- En exploitant le tableau précédent:
 - a₁- dégager une propriété caractéristique de la réaction d'estérification ;
 - a₂- donner la valeur de n_1 ;
 - a₃- déterminer la valeur de l'avancement final x_f de cette réaction.
- b- Sachant que la constante d'équilibre de la réaction étudiée est $K = 4$, montrer que $n_2 = 22,5.10^{-3} \text{ mol}$.
- c- Calculer la valeur du taux d'avancement final τ_f de cette réaction. En déduire une autre propriété caractéristique de la réaction d'estérification.

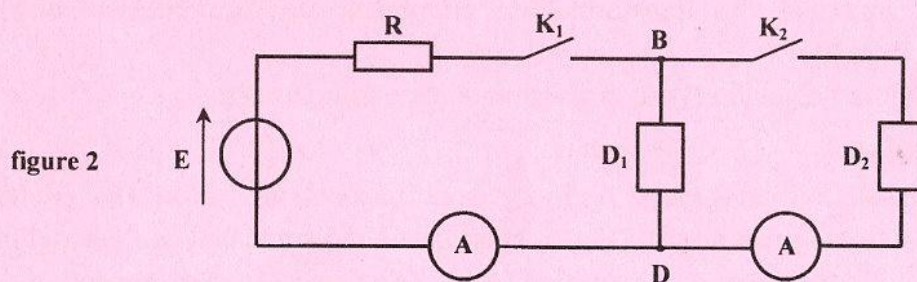
Physique (13 points)

Exercice 1 (8,25 points)

Les parties I et II peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

On dispose au laboratoire de physique du matériel suivant: un générateur basse fréquence (GBF), un générateur idéal de tension de fem $E = 6 \text{ V}$, un conducteur ohmique de résistance $R = 48 \Omega$, deux interrupteurs K_1 et K_2 , deux ampèremètres, un oscilloscope à mémoire numérique et des fils de connexion. On dispose aussi de deux dipôles D_1 et D_2 , l'un est un condensateur de capacité C et l'autre est une bobine d'inductance L et de résistance r .

- I- Pour identifier les dipôles D_1 et D_2 et déterminer leurs grandeurs caractéristiques, on réalise avec le montage de la **figure 2**, les trois expériences suivantes:



Expérience 1: circuit en régime permanent

K_1 et K_2 sont fermés. Lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit, chaque ampèremètre indique la valeur $I = 0,1 \text{ A}$.

- 1- En exploitant les résultats de cette expérience, justifier que le dipôle D_1 est le condensateur.
- 2- Montrer que la résistance de la bobine s'exprime par: $r = \frac{E}{I} - R$. Calculer sa valeur.

Expérience 2: charge du condensateur à travers le conducteur ohmique

K_1 et K_2 sont ouverts et le condensateur est initialement déchargé. A un instant pris comme origine des temps, on ferme K_1 et à l'aide de l'oscilloscope à mémoire numérique, on visualise l'évolution au cours du temps de la tension $u_{BD}(t)$ aux bornes du dipôle D_1 . Une portion de la courbe enregistrée est représentée sur la **figure 3 de la page 5/5**.

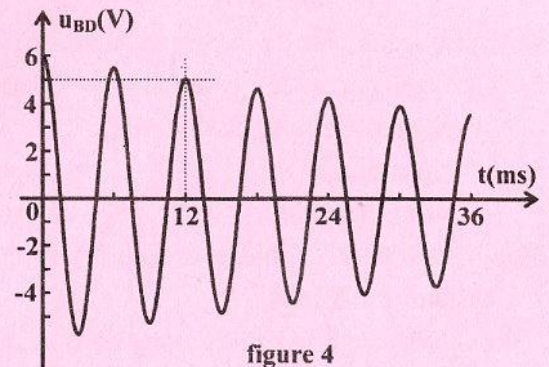
La tension aux bornes du dipôle D_1 est, à tout instant, donnée par : $u_{BD}(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$; où τ est une constante positive non nulle.

- 1- Nommer τ et donner son expression.
- 2- En exploitant la courbe de la **figure 3 de la page 5/5**:
 - a- dire en le justifiant, si à l'instant $t = 0,25 \text{ ms}$, le condensateur est complètement chargé ou non ;
 - b- déterminer la valeur de τ . En déduire celle de C .

Expérience 3: décharge du condensateur dans la bobine

K_1 est fermé et K_2 est ouvert. A un instant pris comme origine des temps, on ouvre K_1 et on ferme K_2 . L'oscilloscope, branché aux bornes du dipôle D_1 , enregistre la courbe représentée sur la **figure 4**.

- 1- Nommer le régime des oscillations obtenues.
- 2- Déterminer la valeur de la pseudo-période T des oscillations électriques enregistrées.
- 3- En admettant que la pseudo-période est égale à la période propre du circuit, déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.
- 4- On désigne par E_1 et E_2 les valeurs respectives de l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit aux instants de dates $t_1 = 0$ et $t_2 = 12 \text{ ms}$.

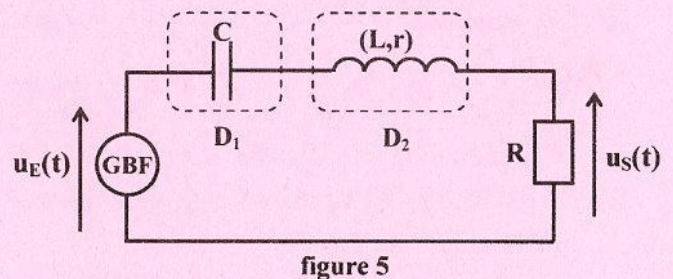


a- Montrer que: $\frac{E_2}{E_1} \approx 0,69$.

- b- En déduire que l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit diminue au cours du temps.
- c- Indiquer la cause de cette diminution.

II- Pour vérifier les valeurs de r , L et C trouvées précédemment, on réalise avec le dipôle D_1 , le dipôle D_2 et le conducteur ohmique de résistance $R = 48 \Omega$, le filtre passe bande schématisé sur la **figure 5**.

L'entrée de ce filtre est alimentée par le (GBF) qui délivre une tension sinusoïdale $u_E(t)$ d'amplitude $U_{E\max}$ constante et de fréquence N réglable. La tension de sortie $u_S(t)$, prise aux bornes du conducteur ohmique, est également sinusoïdale de même fréquence N que la tension d'entrée et d'amplitude $U_{S\max} = T \cdot U_{E\max}$; T étant la transmittance de ce filtre.



Une étude expérimentale, réalisée sur ce filtre, a permis de tracer la courbe de la **figure 6 de la page 5/5** traduisant l'évolution du gain G en fonction de la fréquence N de la tension d'entrée.

- On rappelle que : - $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = 2\pi N_0 \frac{L}{R+r}$; où Q et ΔN désignent respectivement, le facteur de qualité et la largeur de la bande passante du filtre. N_0 étant la fréquence propre du circuit ;
- pour $N = N_0$, la transmittance T du filtre prend sa valeur maximale $T_0 = \frac{R}{R+r}$.

- 1- Donner la relation entre G et T .
- 2- Ecrire la condition que doit satisfaire le gain G pour que le filtre soit passant.
- 3- En exploitant la courbe de la **figure 6 de la page 5/5**, déterminer la valeur maximale G_0 de G , la valeur de N_0 ainsi que celle de ΔN .
- 4- Montrer que: $r = R \left(10^{-\frac{G_0}{20}} - 1 \right)$. Calculer sa valeur.
- 5- Déterminer les valeurs de L et C .

Exercice 2 (4,75 points)

Une corde élastique, tendue horizontalement, est attachée par l'une de ses extrémités S à une lame vibrante qui lui communique, à partir de l'instant $t = 0$, des vibrations verticales sinusoïdales d'amplitude a et de fréquence N . L'autre extrémité de la corde est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton comme le montre la **figure 7**.

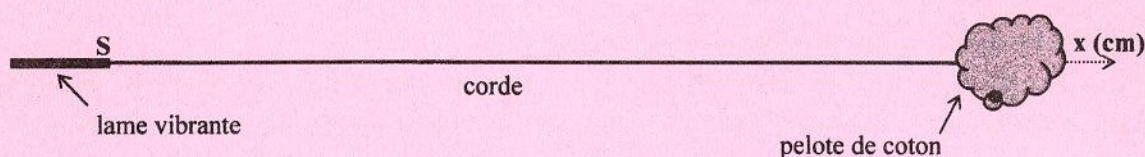


figure 7

- 1- Indiquer le rôle de la pelote de coton.
- 2- Choisir, parmi les propositions données ci-dessous, celle(s) qui qualifie(nt) l'onde issue de S et se propageant le long de la corde.

- mécanique	- sphérique	- transversale
- longitudinale	- progressive	- sonore
- 3- Observée en lumière ordinaire, la corde paraît sous forme d'une bandelette rectangulaire floue de largeur $\ell = 8 \text{ mm}$.
 - a- Dédire que l'onde issue de S se propage le long de la corde sans amortissement.
 - b- Déterminer alors la valeur de a .
- 4- Les **figures 8 et 9** correspondent à deux photos de la corde prises à **20 ms** l'une de l'autre.

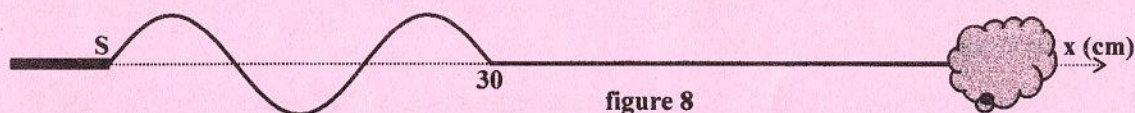


figure 8

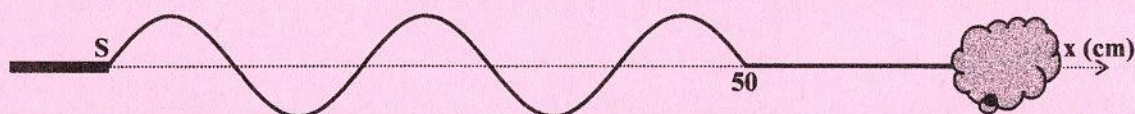


figure 9

- a- Définir la longueur d'onde λ .
- b- En exploitant les **figures 8 et 9**, déterminer:
 - b₁- la valeur de λ ;
 - b₂- la valeur de N . En déduire celle de la célérité v de l'onde.
- c- Déterminer, à l'instant de date $t = 50 \text{ ms}$, les abscisses des points de la corde vibrant en phase avec S .
- 5- On éclaire la corde avec un stroboscope émettant des éclairs de fréquence N_e réglable entre **20 Hz** et **100 Hz**.
Déterminer les valeurs de N_e permettant d'obtenir l'immobilité apparente de la corde.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants



Epreuve : Sciences physiques – Section: Sciences techniques.

(Session principale 2019)

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

	spontanée	imposée	transforme l'énergie chimique en énergie électrique	transforme l'énergie électrique en énergie chimique
Transformation chimique dans une pile				
Transformation chimique lors d'une électrolyse				

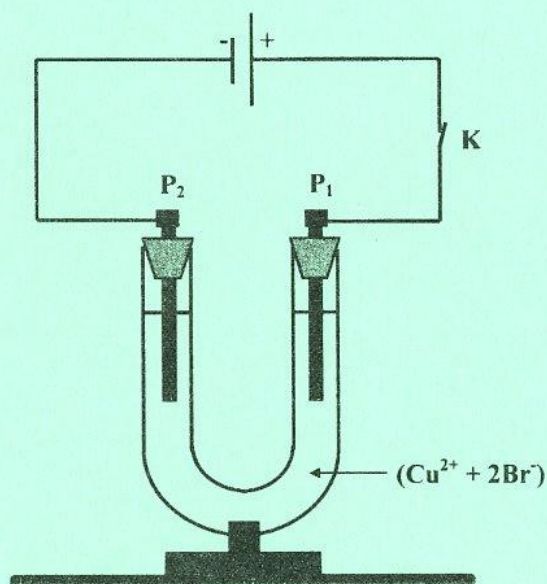


figure 1

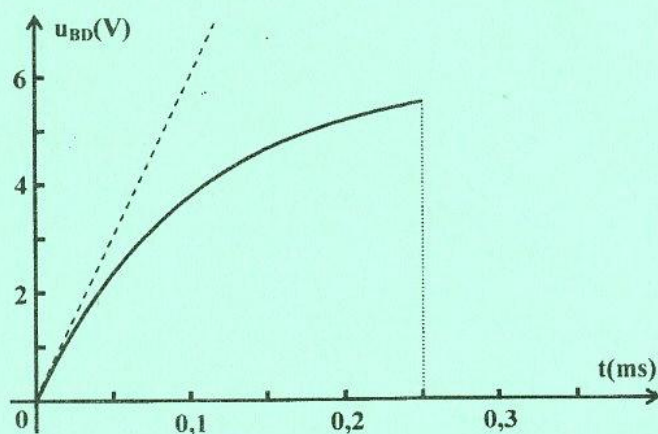


figure 3

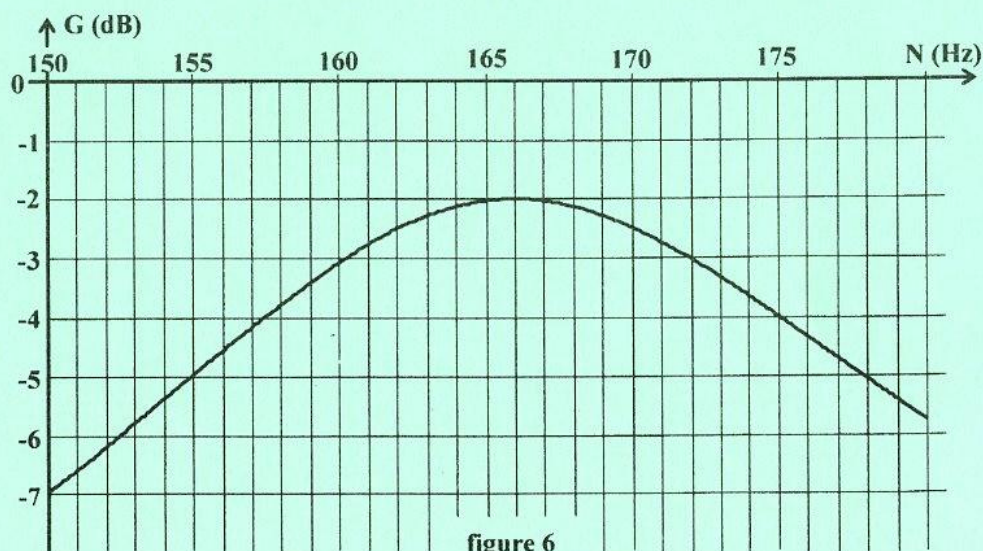


figure 6

CHIMIE

EXERCICE 1 : (2,75 points)

1°) a- Le montage est appelé : Electrolyseur ou cellule d'électrolyse.

0,25

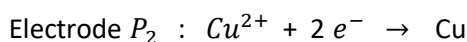
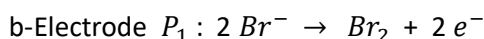
b-

1

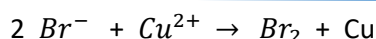
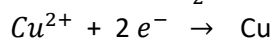
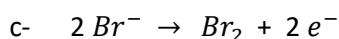
	spontanée	imposée	transforme l'énergie chimique en énergie électrique	transforme l'énergie électrique en énergie chimique
Transformation chimique Dans une pile	x		X	
Transformation chimique lors de l'électrolyse		x		x

2°) a-

0,75



0,5



0,25

EXERCICE 2 : (4,25 points)

1°) Identification de l'acide (A)

a- A l'équivalence : $pH_E = 8,3 \neq 7 \Leftrightarrow$ L'acide A est un acide faible.

On rappelle que pour un acide fort : $pH_E = \frac{1}{2} pK_e = 7$ à $25^\circ C$

0,25

b- A l'équivalence : $n_{acide\ present} = n_{base\ versée} \Leftrightarrow C_A V_A = C_B V_B$

$$C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A} = \frac{10^{-2} \cdot 0,05}{0,010} = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

0,5

$$c- C_A = \frac{n_A}{V} = \frac{m}{M V} \Leftrightarrow M = \frac{m}{C_A V} = \frac{0,9}{1,5 \cdot 10^{-2} \cdot 1} = 60 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Or pour un acide carboxylique : $C_n H_{2n} O_2$

$$M = 12n + 2n + 32 = 14n + 32 \Leftrightarrow n = 2 \Leftrightarrow A : CH_3COOH$$

0,75

2°) Etude de la réaction d'estérification

a- a_1 - La réaction évolue progressivement au cours du temps $\Leftrightarrow$ il s'agit donc d'une réaction lente.

$$a_2 - \text{à } t = 0 \quad n_1 = n_{acide} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

0,25

a_3 - à partir de l'instant $t = 80'$, la quantité d'acide n'évolue plus ; il s'agit donc d'un état final.

$$n_{ac_f} = 12 \cdot 10^{-3} - x_f \Leftrightarrow x_f = 12 \cdot 10^{-3} - n_{ac_f} = 12 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

0,5

$$b- \text{ Loi d'action de masse : } K = \frac{[ester][eau]}{[acide][alcool]} = \frac{n_{ester} n_{eau}}{n_{acide} n_{alcool}} = \frac{x_f^2}{n_{ac_f} (n_2 - x_f)}$$

$$n_2 = \frac{x_f^2}{n_{ac_f} K} + x_f = \frac{0,01^2}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 4} = 22,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

0,75

$$c- \tau_f = \frac{x_f}{x_m} \quad \text{or } n_1 < n_2 \Leftrightarrow \text{l'acide constitue le réactif limitant} \Leftrightarrow x_m = n_1$$

$$\tau_f = \frac{0,01}{12 \cdot 10^{-3}} = 0,83$$

$$\tau_f < 1 \Leftrightarrow \text{la réaction est limitée.}$$

1

PHYSIQUE

EXERCICE 1 : (8,25 points)

I - Expérience 1 :

1°) En régime permanent, un condensateur ne laisse pas passer le courant continu.

Donc le circuit de la figure 2 , constitue un circuit série où la branche BD est ouverte ;

Les deux ampèremètres indiquent la même valeur $\Leftrightarrow I_1 = I_2 = 0,1 \text{ A}$

0,5

2°) Loi des mailles : $E = u_R + u_{D_2}$

Loi d'Ohm : $u_R = R i$ et $u_B = L \frac{di}{dt} + r i$

En régime permanent : $i = I = \text{Constante}$ $L \frac{di}{dt} = 0 \Leftrightarrow E = R i + r i$

$$r = \frac{E - R I}{I} = \frac{E}{I} - R$$

0,5

$$\text{AN : } r = \frac{6}{0,1} - 48 = 12 \Omega$$

0,25

Expérience 2 :

1°) τ : Constante de temps

0,25

$$\tau = R C$$

0,25

2°) a- Pour $t = 0,25 \text{ s} \Leftrightarrow U_{BD} < E \Leftrightarrow$ La charge du condensateur n'est pas terminée.

0,25

b- Graphiquement , en traçant l'asymptote $U_{BD} = E = 6 \text{ V}$; l'abscisse du point d'intersection entre cette asymptote et la tangente à la courbe donne : $\tau = 0,1 \text{ ms}$

0,25

$$\tau = R C \Leftrightarrow C = \frac{\tau}{R} = \frac{0,1 \cdot 10^{-3}}{48} = 2,083 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

0,5

Expérience 3 :

1°) Régime pseudo-périodique ; les oscillations sont amorties.

0,25

2°) $2T = 12 \text{ ms} \Leftrightarrow T = 6 \text{ ms}$

0,25

$$3^\circ) T \approx T_0 = 2 \pi \sqrt{L C} \Leftrightarrow T^2 = 4 \pi^2 L C \Leftrightarrow L = \frac{T^2}{4 \pi^2 C} = \frac{(6 \cdot 10^{-3})^2}{4 \pi^2 2,083 \cdot 10^{-6}} = 0,43 \text{ H}$$

0,5

4°) a- $E = \frac{1}{2} C u_C^2 + \frac{1}{2} L i^2$ or pour $t = 0$ et $t = 2T$, l'énergie est entièrement électrostatique.

$$\text{Pour } t = 0 \Leftrightarrow E_1 = \frac{1}{2} C U_{BD}^2 = \frac{1}{2} C 6^2$$

$$\text{Pour } t = 2T \Leftrightarrow E_2 = \frac{1}{2} C U_{BD}^2 = \frac{1}{2} C 5^2 \Leftrightarrow \frac{E_2}{E_1} = 0,69$$

0,5

b- $\frac{E_2}{E_1} < 1 \Leftrightarrow E_2 < E_1 \Leftrightarrow$ L'énergie diminue au cours du temps

0,25

c- L'énergie diminue suite à sa dissipation à travers les résistances R et r de la bobine

0,25

II - 1°) $G = 20 \log T$: Gain du filtre

0,25

2°) Le filtre est passant $\Leftrightarrow T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$ T : Transmittance

$$\Leftrightarrow 20 \log T \geq 20 \log \frac{T_0}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow G \geq 20 \log T_0 - 20 \log \sqrt{2}$$

$$\Leftrightarrow G \geq 20 \log T_0 - 10 \log 2 \Leftrightarrow G \geq G_0 - 3 \text{ dB}$$

0,5

3°) Valeur maximale du gain : $G_0 = -2 \text{ dB}$

Fréquence propre : $N_0 = 166 \text{ Hz}$

Bande passante : $\Delta N = 178 - 155 = 23 \text{ Hz}$

0,75

$$4^\circ) T_0 = \frac{R}{R+r} \Leftrightarrow G_0 = 20 \log T_0 = 20 \log \frac{R}{R+r} \Leftrightarrow 10^{\frac{G_0}{20}} = \frac{R}{R+r}$$

$$\Leftrightarrow R+r = \frac{R}{10^{\frac{G_0}{20}}} \Leftrightarrow r = \frac{R}{10^{\frac{G_0}{20}}} - R = R \left[\frac{R}{10^{\frac{G_0}{20}}} - 1 \right] = R \left[10^{\frac{-G_0}{20}} - 1 \right]$$

0,75

$$\text{AN : } r = 12 \Omega$$

0,25

$$5^\circ) T_0 = 2 \pi \sqrt{L C} = \frac{1}{N_0} \Leftrightarrow N_0 = \frac{1}{2 \pi \sqrt{L C}}$$

$$\frac{N_0}{\Delta N} = 2 \pi N_0 \frac{L}{R+r} \Leftrightarrow \frac{1}{\Delta N} = 2 \pi \frac{L}{R+r} \Leftrightarrow L = \frac{R+r}{2 \pi \Delta N} = \frac{48+12}{2 \pi 23} = 0,42 \text{ H} \quad 0,5$$

$$N_0^2 = \frac{1}{4 \pi^2 L C} \Leftrightarrow C = \frac{1}{4 \pi^2 L N_0^2} = \frac{1}{4 \pi^2 0,42 166^2} = 2,16 \cdot 10^{-6} \text{ F} \quad 0,5$$

EXERCICE 2 : (4,75 points)

1°) La pelote de coton, constitue un milieu absorbant ; elle absorbe l'énergie transportée par l'onde et évite sa réflexion le long de la corde. 0,25

2°) - Onde mécanique : elle nécessite un milieu matériel propagateur.

- Progressive : elle se propage le long de la corde.

- Transversale : La direction de propagation de l'onde est perpendiculaire à la direction de déplacement d'un point de la corde. 0,75

3°) a- L'aspect de la corde en lumière ordinaire donne une bande floue rectangulaire de largeur ℓ . Donc tous les points de la corde vibrent avec la même amplitude. 0,25

b- $a = \frac{\ell}{2} = 4 \text{ mm}$ 0,25

4°) a- Longueur d'onde : C'est la distance parcourue par l'onde au bout d'un temps égal à une période. 0,25

b- $b_1 - \lambda = 20 \text{ cm}$ 0,25

$b_2 -$ Pendant l'intervalle de temps Δt , l'onde s'est propagée de λ ; donc

$$\Delta t = T \Leftrightarrow N = \frac{1}{T} = \frac{1}{\Delta t} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-3}} = 50 \text{ Hz} \quad 0,25$$

$$\lambda = v \cdot T = \frac{v}{N} \Leftrightarrow v = \lambda \cdot N = 0,2 \cdot 50 = 10 \text{ m.s}^{-1} \quad 0,5$$

c- Les points vibrants en phase avec S, sont distants de S de $k \lambda$

Or au bout de 50 ms, l'onde aurait progressé de $d = v \cdot t = 10 \cdot 50 \cdot 10^{-3} = 0,5 \text{ m} = 2,5 \lambda$

$M_1: x_1 = 20 \text{ cm} \quad M_2: x_2 = 40 \text{ cm}$ 0,75

5°) à l'immobilité apparente : $T_e = k T$ avec $k \in \mathbb{N}^*$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{N_e} = k \frac{1}{N} \Leftrightarrow N = k N_e \Leftrightarrow N_e = \frac{N}{k}$$

$$\text{Or } 20 \text{ Hz} \leq N_e \leq 100 \text{ Hz} \Leftrightarrow 20 \leq \frac{N}{k} \leq 100$$

$$0,4 \leq \frac{1}{k} \leq 2 \Leftrightarrow 0,5 \leq k \leq 2,5 \Leftrightarrow k = 1 ; 2$$

Pour $k = 1$ $N_e = 50 \text{ Hz}$

Pour $k = 2$ $N_e = 25 \text{ Hz}$

1

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

	spontanée	imposée	transforme l'énergie chimique en énergie électrique	transforme l'énergie électrique en énergie chimique
Transformation chimique dans une pile	x		x	
Transformation chimique lors d'une électrolyse		x		x

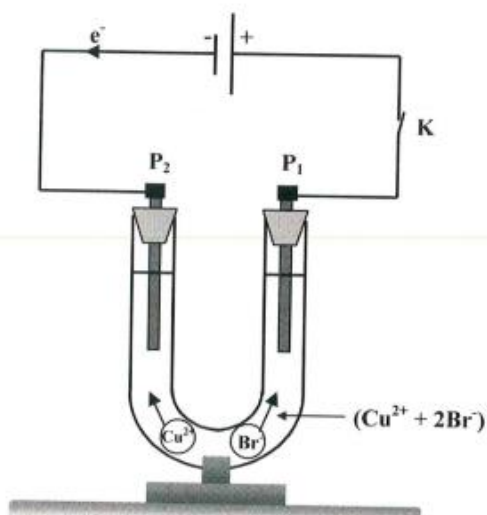


figure 1

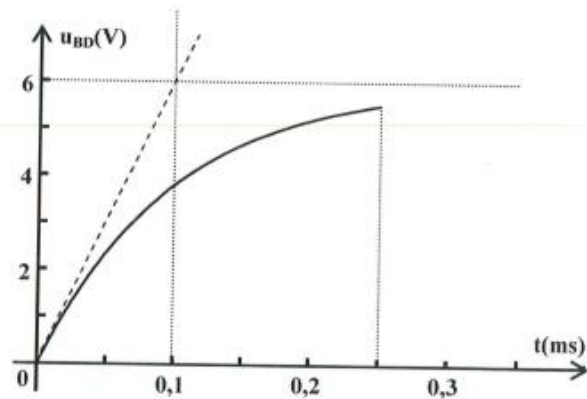


figure 3

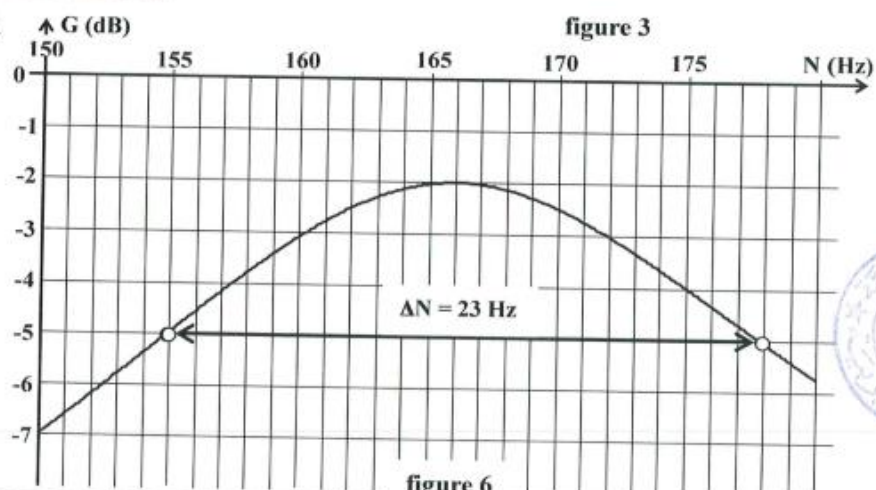


figure 6

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2019	Session de contrôle	
	Épreuve : Sciences physiques	Section : Sciences techniques
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 3

❧ ❧ ❧ ❧ ❧

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 (3 points)

On réalise, à 25 °C, la pile électrochimique (P) représentée sur la figure 1.

- Les solutions dans les deux compartiments de la pile ont la même concentration molaire initiale.
- Les valeurs des potentiels standards d'électrode des couples mis en jeu sont:

$$E^0(\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}) = - 0,13 \text{ V}$$

$$E^0(\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}) = - 0,14 \text{ V}$$

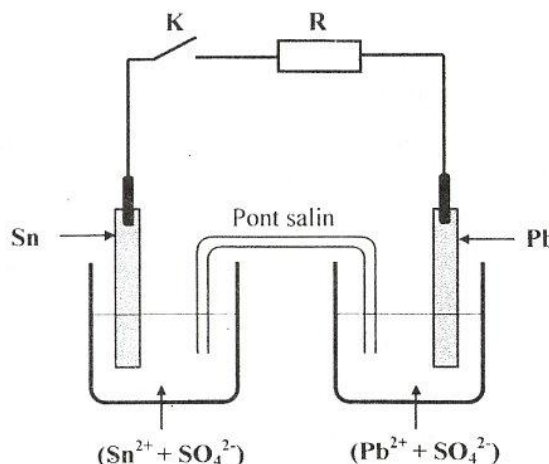


figure 1

- On suppose que durant le fonctionnement de la pile (P), il n'y a ni changement des volumes des solutions ni risque d'épuisement des lames.

1- a- Donner le symbole de la pile (P) et écrire l'équation chimique qui lui est associée.

b- Déterminer la valeur de sa fem initiale E.

2- L'interrupteur K est fermé.

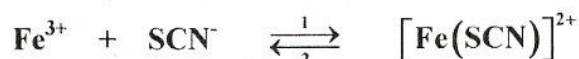
a- Ecrire en le justifiant, l'équation de la réaction chimique qui se produit spontanément dans la pile.

b- Déterminer la valeur du rapport des molarités finales $\frac{[\text{Sn}^{2+}]_f}{[\text{Pb}^{2+}]_f}$ lorsque la pile est usée.

c- Lorsque la pile est usée, on fait dissoudre, sans variation de volume, une faible quantité de sulfate d'étain (SnSO_4) dans le compartiment gauche de la pile. Montrer que la pile débite de nouveau un courant électrique dans le circuit extérieur dans un sens que l'on précisera.

Exercice 2 (4 points)

En solution aqueuse, des ions ferrique Fe^{3+} réagissent avec des ions thiocyanate SCN^- pour donner des ions thiocyanatofer (III) de formule $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ et de couleur rouge. La réaction modélisant cette transformation est **exothermique** et elle est symbolisée par l'équation chimique suivante:



A une température θ_1 , on introduit 10^{-4} mol de thiocyanate de potassium (KSCN) dans un volume $V = 20 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de chlorure de fer III (FeCl_3) de concentration molaire $C = 5.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$. Le volume du système chimique ainsi réalisé est supposé égal à $V = 20 \text{ mL}$.

Lorsque le système étudié cesse d'évoluer (l'intensité de la couleur rouge dans le mélange ne varie plus au cours du temps), on détermine par une méthode appropriée, la molarité des ions $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$;

on obtient: $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}_f = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$.

- 1- a- Calculer la quantité de matière initiale des ions Fe^{3+} .
b- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique étudié.
- 2- a- Déterminer la valeur de l'avancement final x_f de la réaction étudiée.
b- En déduire la valeur du taux d'avancement final τ_f de cette réaction.
c- Préciser en le justifiant, si la transformation étudiée est totale ou limitée.
- 3- a- Déterminer les molarités $[\text{SCN}^-]_f$ et $[\text{Fe}^{3+}]_f$ respectivement des ions SCN^- et Fe^{3+} dans le mélange à l'état final.
b- En déduire la valeur de la constante d'équilibre K de la réaction étudiée.
- 4- Le système étudié est dans un état d'équilibre chimique à la température θ_1 .
Pour rendre plus intense la couleur rouge du mélange, préciser en le justifiant si l'on doit élever ou abaisser la température du milieu réactionnel.

Physique (13 points)

Exercice 1 (4 points)

Pour étudier l'établissement du courant dans un dipôle RL , on réalise le circuit correspondant au schéma de la **figure 2**. Il comporte, montés en série, un générateur idéal de tension de fem $E = 6 \text{ V}$, un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 90 \Omega$, une bobine B_1 d'inductance L_1 et de résistance r_1 et un interrupteur K .

A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K . Un dispositif approprié permet de suivre l'évolution de l'intensité $i(t)$ du courant électrique traversant le circuit en fonction du temps.

La courbe enregistrée est représentée sur la **figure 3 de la page 5/5**.

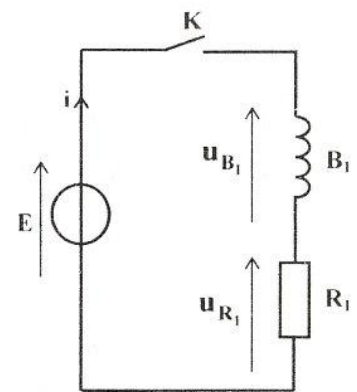


figure 2

- 1- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps, de l'intensité $i(t)$ s'écrit:

$$E = (R_1 + r_1)i(t) + L_1 \frac{di(t)}{dt}.$$

- 2- La courbe de la **figure 3 de la page 5/5** montre que l'établissement d'un courant continu dans le circuit n'est pas instantané.
a- Nommer le phénomène physique mis en évidence par cette expérience.
b- Préciser l'élément du circuit responsable de ce phénomène.
- 3- Soit I l'intensité du courant électrique qui traverse le circuit en régime permanent.
a- Etablir l'expression de I en fonction de E , R_1 et r_1 .
b- Donner graphiquement sa valeur numérique.
c- Déduire que la valeur de la résistance de la bobine est: $r_1 = 10 \Omega$.
- 4- a- Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ_1 du circuit.
b- En déduire la valeur de l'inductance L_1 de la bobine.

- 5- On remplace, dans le circuit précédent, la bobine B_1 par une autre bobine B_2 puis, on enregistre de nouveau l'évolution de l'intensité du courant traversant le circuit en fonction du temps. La courbe obtenue est représentée sur la **figure 4 de la page 5/5**.
- a- Justifier que la valeur de la résistance de la bobine B_2 est égale à celle de la résistance de la bobine B_1 .
- b- Montrer que $L_2 = \frac{L_1}{2}$; L_2 étant l'inductance de la bobine B_2 .

Exercice 2 (5,75 points)

Le circuit de la **figure 5** comporte, montés en série, un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t) = U\sqrt{2} \sin(2\pi Nt)$ de fréquence N réglable et de valeur efficace $U = 8 \text{ V}$, une bobine d'inductance L et de résistance r , un condensateur de capacité C , un conducteur ohmique de résistance R réglable entre 10Ω et 300Ω , un ampèremètre de résistance négligeable et un interrupteur K .

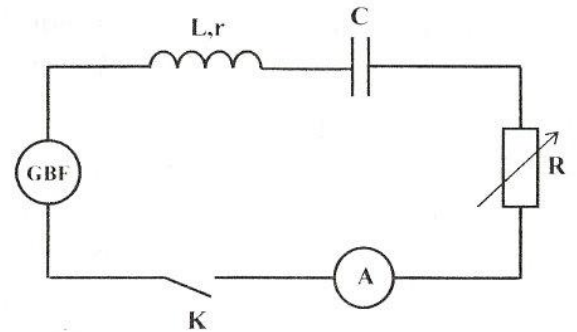


figure 5

Lorsqu'on ferme l'interrupteur K , un courant électrique oscillant d'intensité $i(t) = I\sqrt{2} \sin(2\pi Nt + \varphi)$ s'établit dans le circuit.

- 1- Préciser en le justifiant, si les oscillations du courant électrique sont libres ou forcées.
- 2- Les oscillations électriques de $i(t)$ sont régies par l'équation différentielle suivante:

$$(R + r) i(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i(t) dt = u(t).$$

La résistance du conducteur ohmique étant réglée à la valeur $R_1 = 188 \Omega$. Lorsqu'on ajuste la fréquence N du (GBF) à la valeur $N_1 = 712 \text{ Hz}$, l'ampèremètre indique une valeur efficace $I_1 = 0,02 \text{ A}$. La **figure 6 de la page 5/5** correspond à une construction de Fresnel incomplète relative au circuit étudié à la fréquence N_1 .

- a- Sachant qu'à la fréquence N_1 le circuit est inductif, compléter la construction de la **figure 6 de la page 5/5** en adoptant l'échelle: $1 \text{ V} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$.
- b- En exploitant cette construction, déterminer:
- b₁- la valeur de la résistance r , ainsi que celle de l'inductance L de la bobine ;
 - b₂- la valeur de la capacité C du condensateur ;
 - b₃- la valeur de la phase initiale φ_1 de l'intensité du courant.
- 3- On prendra dans ce qui suit: $L = 0,1 \text{ H}$, $r = 12 \Omega$ et $C = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$.
En faisant varier la fréquence N du (GBF), on constate que pour une valeur N_2 de N , l'ampèremètre indique une valeur efficace maximale.
- a- Nommer, pour $N = N_2$, le phénomène physique dont le circuit est le siège.
- b- Déterminer la valeur de N_2 .

- c- Le circuit étudié constitue un filtre électrique dont la largeur ΔN de sa bande passante est donnée par : $\Delta N = \frac{R + r}{2\pi L}$.
- c₁- Vérifier que, pour $R = R_1$, le filtre est peu sélectif.
- c₂- Pour améliorer la sélectivité de ce filtre, préciser en le justifiant si l'on doit augmenter ou diminuer la valeur de la résistance R du conducteur ohmique.
- c₃- Déterminer alors la largeur minimale de la bande passante du filtre.

Exercice 3 (3,25 points)

Etude d'un document scientifique Le son ... une onde qui se propage

La production et la propagation des sons sont liées à l'existence d'un mouvement vibratoire. A la source, le milieu matériel est déformé (par un choc, une compression, etc...) et, par suite de son élasticité, la déformation gagne les molécules voisines qui, dérangées de leur position d'équilibre, agissent à leur tour de proche en proche. Les particules du milieu entrent en vibration les unes après les autres, mais en moyenne restent sur place, alors que la déformation se propage dans le milieu sur de grandes distances. Le son se propage dans le milieu selon une onde longitudinale. On dit que le son se propage en ondes sonores ou acoustiques.

Une image habituellement donnée pour illustrer le phénomène de propagation des ondes est celle des rides se déplaçant sur une nappe d'eau dans laquelle on a jeté une pierre. La distance parcourue par une ride par unité de temps s'appelle la célérité de l'onde ; la distance entre deux crêtes ou deux creux successifs s'appelle la longueur d'onde.

La célérité v du son dépend de plusieurs facteurs. Le tableau ci-dessous regroupe quelques valeurs de v :

	Milieu de propagation				
	air			eau	acier
Température (°C)	10	20	30	20	20
v (m.s ⁻¹)	337	343	349	1480	5600

D'après : « SONS – Production et propagation des sons », Encyclopédie Universalis

- Dégager de la phrase soulignée dans le texte, une propriété caractéristique des ondes mécaniques.
- Dire en le justifiant, si les vibrations des particules d'un milieu dans lequel se propage une onde sonore s'effectuent dans une direction perpendiculaire ou parallèle à celle de la propagation de l'onde.
 - Pour illustrer le phénomène de propagation des ondes, l'auteur donne l'exemple des rides se déplaçant sur une nappe d'eau. Indiquer si cet exemple, correspond à une onde transversale ou longitudinale.
- Dégager à partir du tableau, deux facteurs dont dépend la célérité du son.
- Les ondes sonores audibles sont caractérisées par des fréquences allant de **20 Hz** à **20 kHz**.
 - Déterminer dans l'air puis dans l'eau, les longueurs d'onde qui limitent le domaine audible à **20 °C**.
 - Dire en le justifiant, si l'on peut caractériser une onde sonore par sa longueur d'onde.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants



Epreuve : Sciences physiques – Section: Sciences techniques.
(Session de contrôle 2019)

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

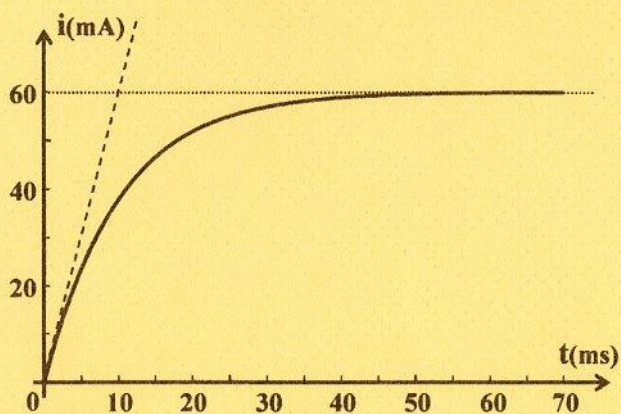


figure 3

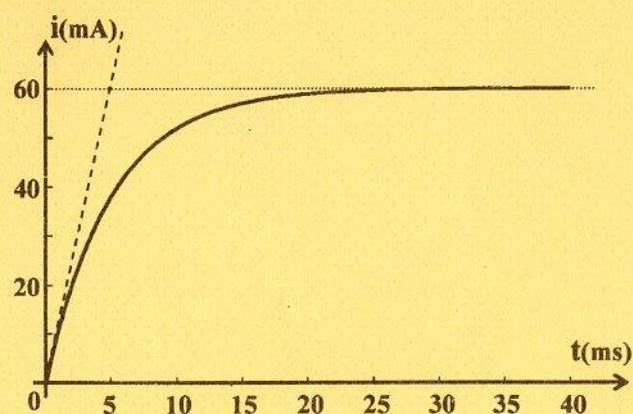


figure 4

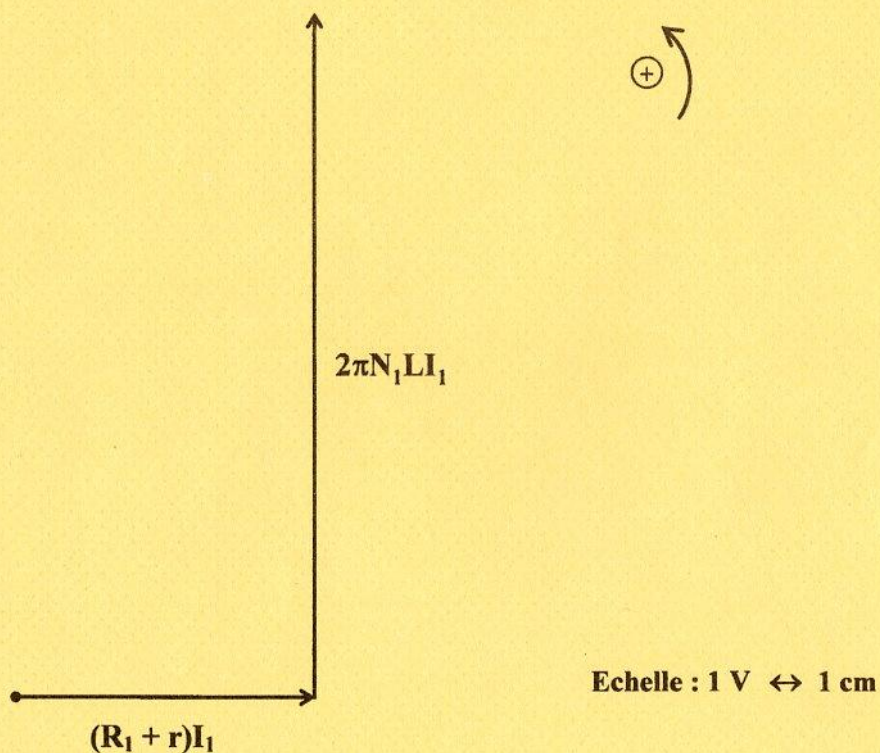


figure 6

Echelle : 1 V $\leftrightarrow$ 1 cm

CHIMIE

EXERCICE 1 : (3 points)

1°) a- Symbole de la pile P : $\text{Sn} / \text{Sn}^{2+} // \text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$

0,25

Réaction chimique associée à la pile : $\text{Sn} + \text{Pb}^{2+} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+} + \text{Pb}$

0,25

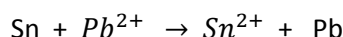
b- $[\text{Sn}^{2+}]_i = [\text{Pb}^{2+}]_i \Leftrightarrow$ La pile est dans les conditions normales.

$$E = E^0 = E_{\text{Droite}}^0 - E_{\text{Gauche}}^0 = E_{\text{Pb}^{2+}}^0 - E_{\text{Sn}^{2+}}^0 = -0,13 - (-0,14) = 0,01 \text{ V}$$

0,75

2°) On ferme l'interrupteur K.

a- $E_{\text{initiale}} = E = 0,01 \text{ V} > 0 \Leftrightarrow$ La réaction se produisant spontanément est celle directe de celle associée à la pile.



0,5

b- Loi de Nernst : $E = E^0 - 0,03 \log \pi$

Pile usée $\Leftrightarrow E = 0$ et $\pi = K \Leftrightarrow 0 = E^0 - 0,03 \log K$

$$\Leftrightarrow \log K = \frac{E^0}{0,03} \Leftrightarrow K = 10^{\frac{E^0}{0,03}}$$

D'après la loi d'action de masse : $K = \frac{[\text{Sn}^{2+}]_f}{[\text{Pb}^{2+}]_f} = 10^{\frac{0,01}{0,03}} = 2,15$

0,5

c- Pile usée $\Leftrightarrow$ Il s'agit d'un état d'équilibre chimique ; l'addition d'une quantité de Sn^{2+} provenant de SnSO_4 , perturbe l'état d'équilibre.

D'après la loi de modération, le système évolue dans le sens à diminuer la quantité de Sn^{2+} .

La réaction évolue dans le sens inverse de celui associé à la pile.

Donc la pile débite de nouveau ; le courant électrique circule à travers le résistor de l'électrode de Sn vers l'électrode de Pb.

0,75

EXERCICE 2 : (4 points)

1°) a- Les ions Fe^{3+} proviennent de FeCl_3 .

$$n_{\text{Fe}^{3+}} = n_{\text{FeCl}_3} = C.V = 5.10^{-3} \cdot 0,02 = 10^{-4} \text{ mol.}$$

0,5

Equation de la réaction		$\text{Fe}^{3+} + \text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$		
Etats du système	Avancement	Quantité de matière (mol)		
t = 0	0	10^{-4}	10^{-4}	0
t	x	$10^{-4} - x$	$10^{-4} - x$	x
t _f	x _f	$10^{-4} - x_f$	$10^{-4} - x_f$	x _f

0,5

2°) a- $[\text{Fe}(\text{SCN})]_f^{2+} = \frac{n}{V} = \frac{x_f}{V} \Leftrightarrow x_f = [\text{Fe}(\text{SCN})]_f^{2+} \cdot V = 1,5.10^{-3} \cdot 0,02 = 3.10^{-5} \text{ mol}$

0,5

b- $\tau_f = \frac{x_f}{x_m}$ Supposons la réaction totale : $10^{-4} - x_m = 0 \Leftrightarrow x_m = 10^{-4} \text{ mol}$

Le mélange étant équimolaire.

$$\tau_f = \frac{3.10^{-5}}{10^{-4}} = 0,3$$

0,5

c- $\tau_f = 0,3 < 1 \Leftrightarrow$ Réaction limitée.

0,5

3°) a- $[\text{Fe}^{3+}]_f = \frac{n}{V} = \frac{10^{-4} - x_f}{V} = \frac{10^{-4} - 3.10^{-5}}{V} = 3,5.10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

0,5

b- Loi d'action de masse : $K = \frac{[\text{Fe}(\text{SCN})]_f^{2+}}{[\text{Fe}^{3+}]_f \cdot [\text{SCN}^-]_f} = \frac{1,5.10^{-3}}{(3,5.10^{-3})^2} = 122,45$

0,5

4°) La réaction de formation de $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ est exothermique ; pour rendre la coloration

Rouge plus intense donc favoriser la formation de $[Fe(SCN)]^{2+}$, donc favoriser la réaction exothermique, il faut d'après la loi de modération abaisser la température. 0,5

PHYSIQUE

EXERCICE 1 : (4 points)

1°) Loi des mailles : $\sum_i u_i = 0 \Leftrightarrow u_{B_1} + u_{R_1} - E = 0$

Loi d'Ohm : $u_{R_1} = R_1 i \Leftrightarrow L_1 \frac{di}{dt} + r_1 i + R_1 i = E \Leftrightarrow L_1 \frac{di}{dt} + (R_1 + r_1) i = E$ 0,5

2°) a- L'établissement du courant est lent : Phénomène d'auto-induction. 0,25

b- C'est la bobine qui est responsable de ce phénomène puisque suite à l'apparition d'une f.e.m auto-induite créée par l'établissement du courant, cette f.e.m crée un courant auto-induit, qui s'oppose à l'installation du courant principal. 0,25

3°) a- En régime permanent : $i = I = \text{Constante} \Leftrightarrow \frac{di}{dt} = 0$

D'après l'équation différentielle : $(R_1 + r_1) I = E \Leftrightarrow I = \frac{E}{R_1 + r_1}$ 0,5

b- Graphiquement : $I = 60 \text{ mA}$ 0,25

c- $I = \frac{E}{R_1 + r_1} \Leftrightarrow R_1 + r_1 = \frac{E}{I} \Leftrightarrow r_1 = \frac{E}{I} - R_1 = \frac{6}{0,06} - 90 = 10 \Omega$ 0,5

4°) a- Méthode de la tangente : $\tau = 10 \text{ ms}$ 0,25

b- L'équation différentielle s'écrit : $\frac{di}{dt} + \frac{R_1 + r_1}{L} i = \frac{E}{L}$

On pose : $\frac{1}{\tau} = \frac{R_1 + r_1}{L} \Leftrightarrow L = (R_1 + r_1) \tau = (90 + 10) \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 1 \text{ H}$ 0,5

5°) a- L'intensité du courant en régime continu est la même.

Or $I = \frac{E}{R_1 + r_1}$ Pour les mêmes valeurs de E et R_1 , donc r_1 doit avoir la même valeur. 0,5

b- Graphiquement : $\tau_2 = 5 \text{ ms}$

$$\tau_1 = \frac{L_1}{R_1 + r_1}$$

$$\tau_2 = \frac{L_2}{R_1 + r_2}$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{R_1 + r_2}{R_1 + r_1} = 2 \quad R_1 + r_1 = R_1 + r_2 \Leftrightarrow \frac{L_1}{L_2} = 2 \Leftrightarrow L_2 = \frac{L_1}{2}$$
 0,5

EXERCICE 2 : (5,75 points)

1°) Il y'a présence d'un générateur basse fréquence $\Leftrightarrow$ Oscillations électriques en régime sinusoïdal forcé. 0,25

2°) a- Voir figure 6. 1

b- $b_1 - (R_1 + r_1) I_1 \rightarrow 4 \text{ cm} \Leftrightarrow (R_1 + r_1) I_1 = 4 \text{ V}$

$r = \frac{4}{I_1} - R_1 = \frac{4}{0,02} - 188 = 12 \Omega$ 0,5

$b_2 - \frac{I_1}{C 2 \pi N_1} \rightarrow 2 \text{ cm} \Leftrightarrow \frac{I_1}{C 2 \pi N_1} = 2 \text{ V} \Leftrightarrow C = \frac{I_1}{2 \cdot 2 \pi N_1} = \frac{0,02}{2 \cdot 2 \pi \cdot 712} = 2,235 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ 0,5

$b_3 - \cos(-\varphi_1) = \frac{(R + r) I_1}{U} = \frac{4}{8} = 0,5 = \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) \Leftrightarrow -\varphi_1 = \pm \frac{\pi}{3} \text{ rd}$

Circuit inductif $\varphi_1 = -\frac{\pi}{3}$ 0,5

3°) a- I est maximale $\Leftrightarrow I_{\max}$ est maximale $\Leftrightarrow$ Résonance d'intensité 0,5

b- A la résonance d'intensité $N_2 = N_0 \Leftrightarrow \omega_2 = \omega_0 \Leftrightarrow LC\omega_2^2 = 1$

$\Leftrightarrow LC 4 \pi^2 N_2^2 = 1 \Leftrightarrow N_2 = \frac{1}{2 \pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{2 \pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{0,1 \cdot 2,2 \cdot 10^{-6}}} = 339 \text{ Hz}$ 0,5

c- $c_1 - \Delta N = \frac{R_1 + r}{2 \pi L} = \frac{188 + 12}{2 \pi \cdot 0,1} = 318,31 \text{ Hz}$

EXERCICE 3 : (3,25 points)

1°) La phrase soulignée montre que l'onde sonore se propage sous forme d'énergie.
Il ne s'agit pas d'un déplacement de matière sur le trajet de l'onde.

En effet, les points du milieu vibrent sur place .

0,5

2°) a- D'après le texte, le son se propage dans le milieu selon une onde longitudinale ;
donc , la direction de propagation de l'onde est parallèle à la direction des petits
déplacements des molécules du milieu.

0,5

b- A la surface de l'eau, l'onde est transversale puisque les particules de l'eau vibrent
verticalement et perpendiculairement à la direction de propagation de l'onde.

0,5

3°) La célérité du son dépend :

- Du milieu.
- De la température.

4°) a- $\lambda = v \cdot T = \frac{v}{N}$

- Dans l'air : $\lambda_{inf} = \frac{343}{20 \cdot 10^3} = 1,715 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

$$\lambda_{sup} = \frac{343}{20} = 17,15 \text{ m}$$

$$1,715 \cdot 10^{-2} \text{ m} \leq \lambda \leq 17,15 \text{ m}$$

- Dans l'eau : $\lambda_{inf} = \frac{1480}{20 \cdot 10^3} = 0,074 \text{ m}$

$$\lambda_{sup} = \frac{1480}{20} = 74 \text{ m}$$

$$0,074 \text{ m} \leq \lambda \leq 74 \text{ m}$$

0,75

b- Une onde sonore est caractérisée par sa fréquence qui est fixe ; la longueur d'onde
dépend du milieu et de la température. Donc la longueur d'onde ne peut caractériser l'onde
sonore.

0,5

$$c_1 - \Delta N = \frac{R_1 + r}{2 \pi L} = \frac{188 + 12}{2 \pi \cdot 0,1} = 318,31 \text{ Hz}$$

$$\frac{\Delta N}{N_0} = \frac{318,31}{339} = 0,938 \approx 1 \Leftrightarrow \text{Le filtre est peu sélectif.}$$

0,75

c_2 - Pour avoir un filtre assez sélectif, il faut que ΔN soit nettement petite

Par rapport à la fréquence propre $N_0 \Leftrightarrow \frac{\Delta N}{N_0} \ll 1$ or $\frac{\Delta N}{N_0} = \frac{R + r}{2 \pi L N_0}$

Donc il faut abaisser R.

0,75

$$c_3 - \Delta N = \frac{R + r}{2 \pi L} N_0$$

Pour $R \rightarrow 0 \Leftrightarrow \Delta N$ est minimale $\Leftrightarrow \Delta N_{minimale} = \frac{r}{2 \pi L} N_0 = \frac{12}{2 \pi \cdot 0,1} 339 = 6474 \text{ Hz}$

0,5

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ●●●●● EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION 2018	Session principale	
	<i>Epreuve :</i> Sciences physiques	<i>Section :</i> Sciences techniques
	Durée : 3h	 Coefficient de l'épreuve: 3

Le sujet comporte 5 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)

Etude d'un document scientifique

Bref historique sur les accumulateurs

Un accumulateur est un système physico-chimique réversible pouvant convertir l'énergie chimique en énergie électrique grâce à des réactions d'oxydoréduction.

Le premier accumulateur est l'accumulateur au plomb, mis au point par Gaston Planté en 1859. Cet accumulateur a pour principal avantage son coût peu élevé. Néanmoins, sa faible densité d'énergie massique (quantité d'énergie stockée par unité de masse) et sa faible cyclabilité (nombre de cycles charge-décharge) ne permettent pas beaucoup d'autres applications qu'un usage dans les véhicules thermiques traditionnels.

Dans les années 1900, les accumulateurs Ni-Cd sont développés, et plusieurs dérivés apparaissent comme les accumulateurs Ni-Zn, Ni-Fe ... Ces accumulateurs, commercialisés à partir des années 1940, se caractérisent par une meilleure cyclabilité, mais leurs densités d'énergie massique restent relativement faibles.

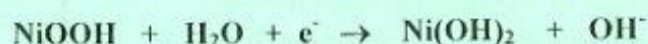


Gaston Planté
1834 - 1889

En 1988, l'accumulateur Nickel-Métal Hydrure Ni-MH, toujours dérivé de Ni-Cd, pose les bases des accumulateurs Li-ion actuels. Il utilise, comme les modèles Ni-Cd, une électrode à base de nickel, en revanche l'autre électrode est maintenant composée d'un alliage M ayant la capacité d'absorber l'hydrogène. Cet accumulateur, qui équipe aujourd'hui la plupart des véhicules hybrides, offre plusieurs avantages par rapport aux modèles précédents: ne contient ni cadmium ni plomb (deux matériaux toxiques et polluants) et permet de stocker plus d'énergie. Toutefois, sa cyclabilité est nettement inférieure à celle de Ni-Cd.

D'après un article rédigé par Marine Cognet et Michaël Carboni, chercheurs à l'Institut de Chimie Séparative de Marcoule (ICSM)

- En se référant au texte:
 - donner la définition d'un accumulateur ;
 - dégager deux caractéristiques principales d'un accumulateur ;
 - compléter le tableau donné à la page 5/5.
- Les équations chimiques des transformations qui se déroulent au niveau des électrodes lors de la **décharge** d'un accumulateur Ni-MH sont les suivantes:



- Donner les couples rédox mis en jeu dans l'accumulateur Ni-MH.
- Ecrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique qui a lieu lors de la **charge** de cet accumulateur. Préciser s'il s'agit d'une transformation chimique spontanée ou imposée.

Exercice 2 (3 points)

Toutes les solutions sont prises à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. On dispose, au laboratoire de chimie, de trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) de même concentration molaire C_0 , obtenues respectivement par dissolution dans l'eau des monobases B_1 , B_2 et B_3 .

À un volume $V_B = 20\text{ mL}$ de chacune des trois solutions, on ajoute progressivement une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène (acide fort) de concentration molaire $C_A = C_0$ et on relève régulièrement le pH du mélange réactionnel. Les résultats des dosages effectués, pour quelques valeurs du volume V_A de la solution de chlorure d'hydrogène ajoutée, sont consignés dans le tableau suivant:

	$V_A\text{ (mL)}$	0	5	10	15	20	25
Dosage de (S_1)	pH du mélange réactionnel	10,6	9,7	9,2	8,7	5,7	2,9
Dosage de (S_2)	pH du mélange réactionnel	12,0	11,8	11,5	11,1	7,0	2,9
Dosage de (S_3)	pH du mélange réactionnel	11,3	10,9	10,6	10,2	6,5	2,9

- 1- Montrer que, pour les trois dosages effectués, l'équivalence acido-basique est obtenue pour un volume $V_{AE} = 20\text{ mL}$ de la solution de chlorure d'hydrogène ajoutée.
- 2- En exploitant le tableau précédent:
 - a- montrer que la base B_2 est forte, alors que les bases B_1 et B_3 sont faibles ;
 - b- déterminer les valeurs des pK_a des couples auxquels appartiennent les deux bases faibles B_1 et B_3 .
- 3-
 - a- Déduire la valeur de C_0 .
 - b- Comparer, en le justifiant, la force des bases B_1 et B_3 .

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (7,5 points)

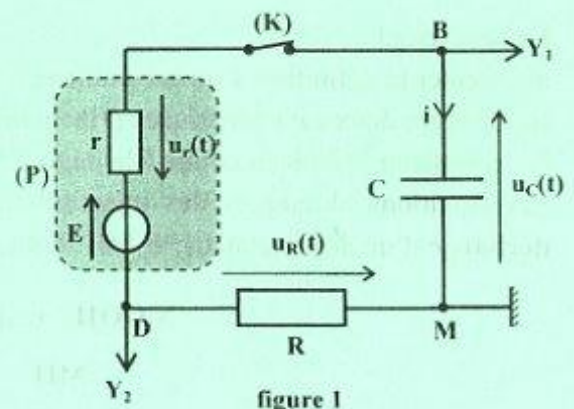
Les parties I et II peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

Lors d'une séance de travaux pratiques, on met à la disposition de deux groupes d'élèves, le matériel suivant: une pile (P) de fem E et de résistance interne r (qui peut être modélisée par l'association en série d'un générateur idéal de tension de fem E et d'un conducteur ohmique de résistance r), un conducteur ohmique de résistance R , un condensateur de capacité $C = 50\text{ }\mu\text{F}$ initialement déchargé, une bobine d'inductance $L = 0,08\text{ H}$ et de résistance négligeable, un interrupteur (K) et un oscilloscope à mémoire.

Le but de la séance est de déterminer expérimentalement les valeurs de E , r et R .

I- Pour ce faire, les élèves du premier groupe réalisent le circuit électrique de la figure 1.

Afin d'enregistrer simultanément l'évolution temporelle de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur, ils relient la masse de l'oscilloscope et ses entrées Y_1 et Y_2 , respectivement, aux points M, B et D du circuit. Ensuite, ils appuient sur le bouton inversion de l'entrée Y_2 . À un instant pris comme origine des temps, ils ferment l'interrupteur (K). L'oscilloscope enregistre alors, les courbes $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$ de la figure 2 de la page 5/5.



- 1-
 - a- Justifier l'inversion faite sur l'entrée Y_2 de l'oscilloscope.
 - b- Identifier, parmi les courbes $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$, celle qui correspond à l'évolution de la tension $u_C(t)$. Justifier.

2- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution, au cours du temps, de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur s'écrit: $E = u_C(t) + \tau \frac{du_C(t)}{dt}$; où τ est la constante de temps du circuit que l'on exprimera en fonction de R , r et C .

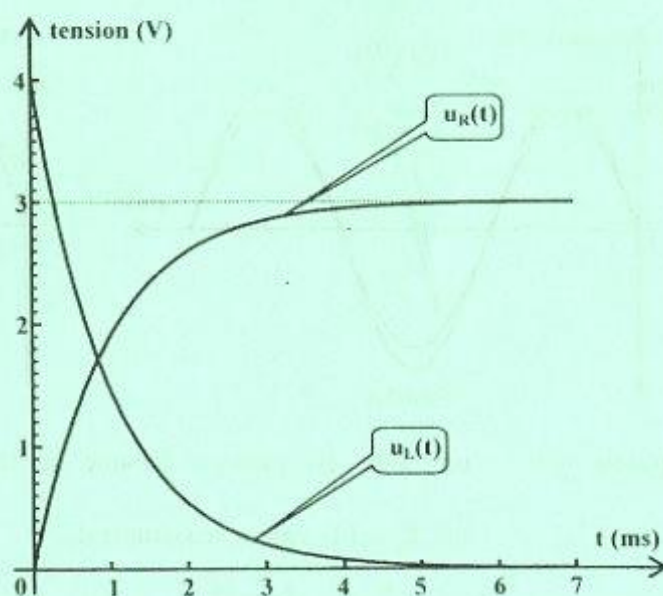
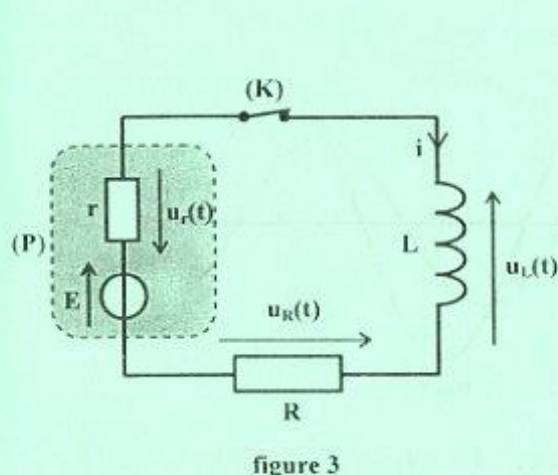
3- En exploitant les courbes $\mathcal{C}_1$ et $\mathcal{C}_2$, de la figure 2 de la page 5/5, déterminer:

- la valeur de la fem E de la pile ;
- la valeur de la constante de temps τ ;
- la valeur U_0 de la tension $u_R(t)$ à l'instant $t = 0$.

4- a- Montrer que: $\frac{r}{R} = \frac{E}{U_0} - 1$.

b- Dédurre les valeurs de R et r .

II- Les élèves du deuxième groupe, quant-à eux, réalisent le circuit électrique de la figure 3. Puis, ils visualisent simultanément sur l'écran de l'oscilloscope les courbes traduisant l'évolution au cours du temps des tensions $u_R(t)$ et $u_L(t)$, respectivement aux bornes du conducteur ohmique et aux bornes de la bobine. Ces courbes sont représentées sur la figure 4 ; l'origine des temps étant l'instant de la fermeture de (K).



L'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité $i(t)$ du courant traversant le circuit est:

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau_i} i(t) = \frac{E}{L} \quad ; \quad \text{avec} \quad \tau_i = \frac{L}{R_0} \quad \text{et} \quad R_0 = R + r.$$

1- L'équation différentielle précédente admet une solution de la forme: $i(t) = A \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_i}} \right)$.

a- Déterminer l'expression de A en fonction de E et R_0 .

b- En déduire l'expression de chacune des tensions $u_R(t)$ et $u_L(t)$.

2- En exploitant les courbes de la figure 4, déterminer:

- la valeur de la fem E de la pile ;
- la valeur U_{Rp} de la tension $u_R(t)$ en régime permanent ;
- la valeur de la constante de temps τ_i ; τ_i étant la durée au bout de laquelle la tension aux bornes du conducteur ohmique atteint 63% de sa valeur maximale.

3- Dédurre de ce qui précède, les valeurs de R_0 , A , R et r .

Exercice 2 (5,5 points)

Le filtre électrique passe bande schématisé sur la **figure 5** est constitué, montés en série, d'un condensateur de capacité $C = 2,5 \mu\text{F}$, d'une bobine d'inductance L et de résistance r et d'un conducteur ohmique de résistance R . L'entrée de ce filtre est alimentée par un générateur basses fréquences délivrant une tension alternative sinusoïdale $u_E(t) = U_{E\max} \sin(2\pi Nt + \varphi_E)$ d'amplitude $U_{E\max}$ constante et de fréquence N réglable.

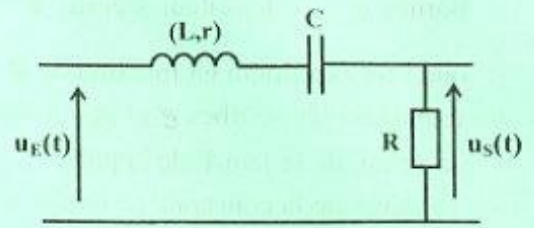


figure 5

À la sortie de ce filtre, prise aux bornes du conducteur ohmique, on recueille une tension $u_S(t)$ également sinusoïdale, de même fréquence N que la tension d'entrée, de phase initiale φ_S et d'amplitude $U_{S\max} = T \cdot U_{E\max}$; T étant la transmittance de ce filtre.

Un oscilloscope bicourbe, convenablement branché, permet de visualiser simultanément les tensions $u_E(t)$ et $u_S(t)$. Pour deux valeurs $N_1 = 159 \text{ Hz}$ et $N_2 = 125 \text{ Hz}$ de la fréquence N de la tension d'entrée, on obtient les courbes représentées, respectivement, sur la **figure 6** et sur la **figure 7**.

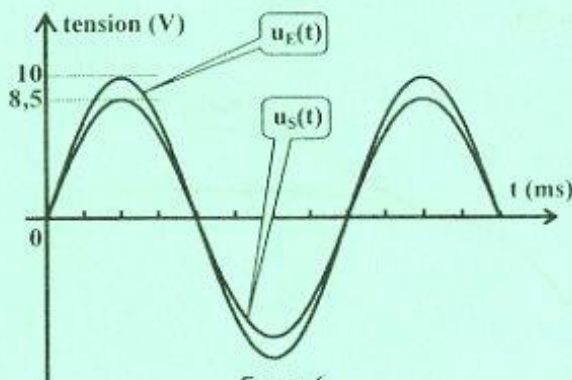


figure 6

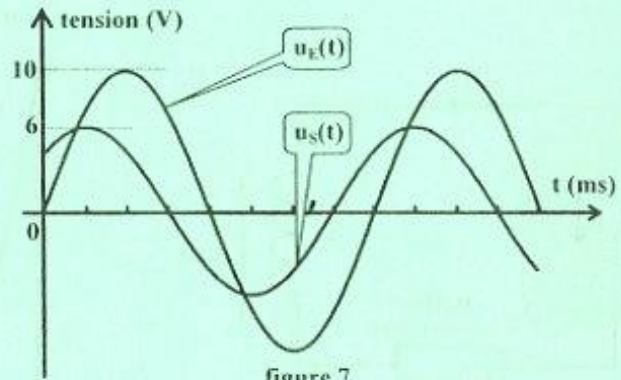


figure 7

On rappelle que: - un filtre est passant lorsque sa transmittance T vérifie la condition $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$;

où T_0 est la valeur maximale de T ;

- $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{1}{R+r} \sqrt{\frac{L}{C}}$; où Q et ΔN désignent respectivement, le facteur de qualité et

la largeur de la bande passante du filtre. N_0 étant la fréquence propre du circuit.

- 1- En exploitant les courbes de la **figure 6** et de la **figure 7**:
 - a- justifier que N_1 correspond à la fréquence propre N_0 du circuit. En déduire la valeur de L ;
 - b- calculer les valeurs T_1 et T_2 de la transmittance T du filtre qui correspondent, respectivement, à la valeur N_1 et à la valeur N_2 de la fréquence N de la tension d'entrée.
- 2- Justifier que T_1 correspond à la transmittance maximale T_0 de ce filtre. Vérifier alors que N_2 est une fréquence de coupure pour ce filtre.
- 3- a- Montrer que la transmittance maximale T_0 de ce filtre est donnée par la relation: $T_0 = \frac{R}{R+r}$.
 b- En déduire que: $R = \frac{17}{3} r$.
- 4- a- Déterminer, à partir de la **figure 7**, le déphasage $\Delta\varphi = (\varphi_E - \varphi_S)$. En déduire que: $R+r = 195 \Omega$.
 b- Déduire les valeurs de r et R .
- 5- a- Déterminer la largeur ΔN de la bande passante du filtre étudié.
 b- En déduire la valeur N_3 de la deuxième fréquence de coupure de ce filtre.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

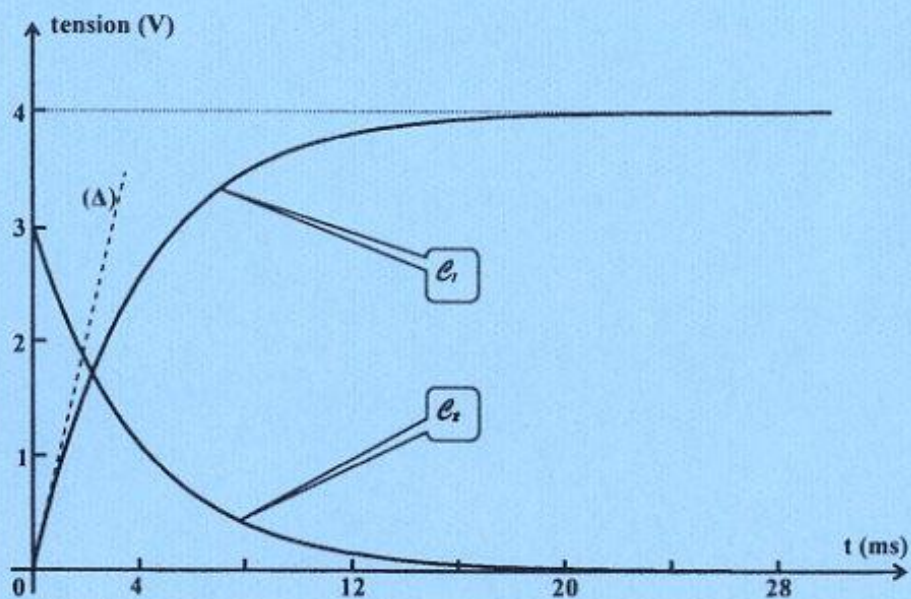
Signatures des surveillants



Épreuve: sciences physiques- Section: sciences techniques- Session principale - 2018

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie

Type d'accumulateur	Avantage(s)	Inconvénient(s)
Plomb	-	- toxique et polluant - -
Ni-Cd	-	- faible densité d'énergie -
Ni-MH	- non toxique et non polluant -	-



(Δ) est tangente à la courbe (U_c) au point d'abscisse $t = 0$.

figure 2

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTRE DE L'EDUCATION ●●●●● EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION 2018	Session de contrôle	
	Epreuve : Sciences physiques	Section : Sciences techniques
	Durée : 3h	 Coefficient de l'épreuve: 3

Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4.

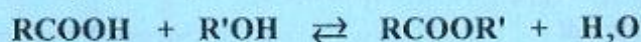
CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (3,25 points)

Etude d'un document scientifique

Action d'un acide carboxylique sur un alcool

Les esters sont fréquemment préparés par action directe d'un acide carboxylique sur un alcool:



Cette réaction a fait l'objet d'une des premières études précises sur les équilibres chimiques en phase liquide. Pour des quantités équimolaires d'acide et d'alcool mises en réaction, le milieu renferme à l'équilibre, une proportion d'ester et d'eau non pas sensible à la nature de l'acide mais à celle de l'alcool. Le taux d'avancement final τ_f de la réaction est de 0,67 pour les alcools primaires, 0,60 pour les alcools secondaires et reste inférieur à 0,10 pour les alcools tertiaires. En pratique, on déplace l'équilibre soit en mettant en réaction un grand excès d'alcool, soit en éliminant l'eau par distillation.

À température ambiante, un mélange équimolaire d'acide et d'alcool met plusieurs mois pour atteindre l'équilibre ; à 100 °C, il faut plusieurs jours.

D'après un extrait d'un article écrit par Jacques METZGER : professeur de chimie organique à la faculté des sciences de Marseille. Encyclopédie Universalis.

- 1- Nommer la réaction évoquée dans ce texte.
- 2- Donner, en le justifiant à partir du texte, deux propriétés caractéristiques de cette réaction.
- 3- En se référant au texte, donner deux procédés permettant d'améliorer le taux d'avancement final de cette réaction.
- 4- a- Montrer que, dans le cas d'un mélange équimolaire d'acide et d'alcool, la constante d'équilibre de la

réaction s'exprime par: $K = \left(\frac{\tau_f}{1 - \tau_f} \right)^2$.

- b- Sachant que la constante d'équilibre K vaut 4 pour un alcool primaire et 2,25 pour un alcool secondaire, vérifier les valeurs des τ_f données dans le texte pour ces deux classes d'alcool.

Exercice 2 (3,75 points)

À la température de 25 °C, on réalise une pile électrochimique en reliant, à l'aide d'un pont salin, deux demi-piles mettant en jeu les couples $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$ et $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$.

Les solutions dans les deux compartiments de la pile ont le même volume $V = 100 \text{ mL}$. L'une est une solution aqueuse de sulfate de fer II (FeSO_4) de concentration molaire C_1 et l'autre est une solution aqueuse de sulfate de nickel II (NiSO_4) de concentration molaire C_2 .

L'équation chimique associée à la pile ainsi réalisée est: $\text{Fe} + \text{Ni}^{2+} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{Ni}$

La constante d'équilibre relative à cette équation est: $K = 10^6$.

- 1- a- Donner le symbole de la pile ainsi réalisée.
- b- Montrer que la fem initiale E de cette pile peut s'écrire sous la forme:

$$E = (0,18 - 0,03 \log C_1) + 0,03 \log C_2.$$

2- On fixe la valeur de C_1 ; on modifie celle de C_2 et on mesure à chaque fois la valeur de la fem initiale E de la pile correspondante. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe (C) de la figure 1 traduisant l'évolution de E en fonction de $\log C_2$.

a- En exploitant la courbe (C), déterminer l'expression de la fem initiale E en fonction de $\log C_2$.

b- Déduire la valeur de C_1 .

3- Dans ce qui suit on prendra :

$$C_1 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1} \quad \text{et} \quad C_2 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$$

a- Déterminer la valeur de la fem initiale E de la pile ainsi réalisée.

b- On laisse la pile débiter du courant dans un circuit extérieur.

b₁- Ecrire, en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément.

b₂- Déterminer la concentration des ions Fe^{2+} ainsi que la variation de masse Δm de l'électrode de nickel lorsque la pile ne débite plus du courant.

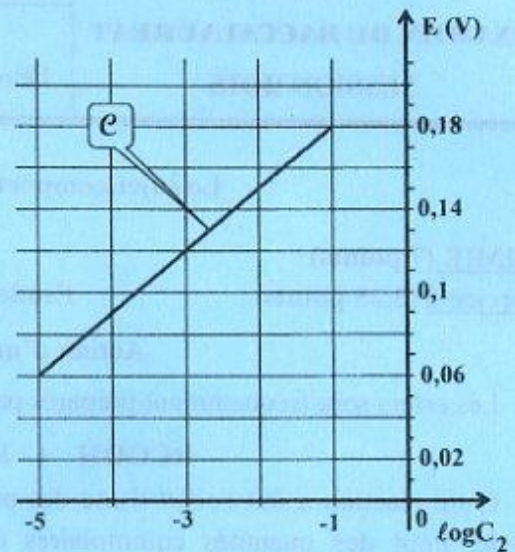


figure 1

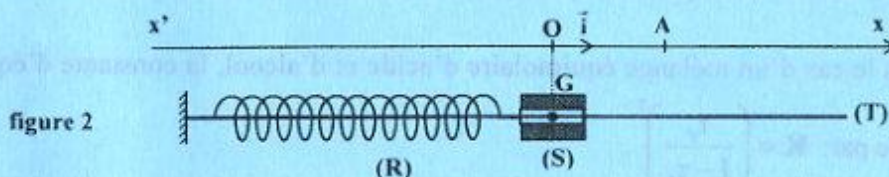
On donne : masse molaire du nickel $M(\text{Ni}) = 58,7 \text{ g.mol}^{-1}$.

On supposera que le volume de la solution contenue dans chaque compartiment de la pile reste constant et qu'aucune des deux électrodes n'est totalement consommée durant le fonctionnement de la pile.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (4 points)

Un solide (S) de masse m et de centre d'inertie G peut coulisser sans frottements sur une tige horizontale (T). Le solide (S) est accroché à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur k . L'autre extrémité du ressort est attachée à un support fixe comme l'indique la figure 2.



À l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) coïncide avec l'origine O du repère $(O, \vec{i})$ porté par l'axe $x'x$.

On désigne par $x(t)$ l'élongation de G à un instant de date t dans le repère $(O, \vec{i})$ et par $v(t)$ sa vitesse à cet instant.

On écarte le solide (S) de sa position d'équilibre jusqu'au point A d'abscisse $x_A = 2\sqrt{2} \text{ cm}$ puis on l'abandonne, à l'instant $t = 0$, avec une vitesse $v_0 > 0$. Le solide (S) se met à osciller de part et d'autre du point O. L'équation différentielle régissant les oscillations de G est : $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \frac{k}{m}x(t) = 0$.

1- Sachant que $x(t) = X_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi_x\right)$ est une solution de cette équation différentielle, déterminer

l'expression de la période propre T_0 des oscillations de G en fonction de k et m .

2- a- Donner l'expression de l'énergie mécanique E du système $\{(S) + (R)\}$ en fonction de k , x , m et v .

b- Montrer que le système $\{(S) + (R)\}$ est conservatif.

- 3- La courbe traduisant l'évolution au cours du temps de l'énergie potentielle $E_p(t)$ du système $\{(S) + (R)\}$ est donnée par la figure 3.

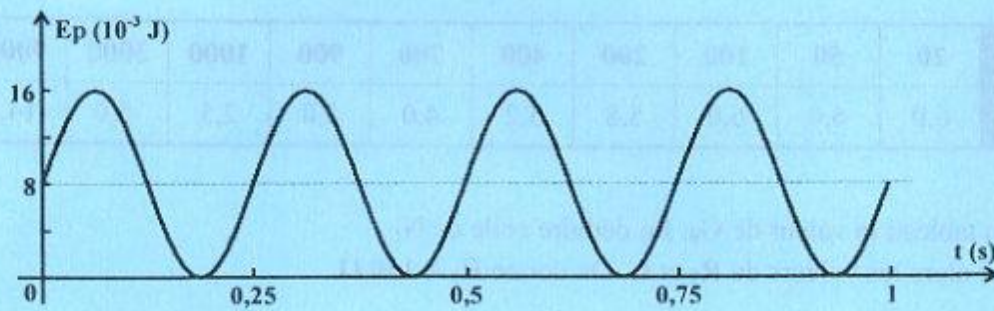


figure 3

On rappelle que $E_p(t)$ est périodique de période $T = \frac{T_0}{2}$.

- a- En exploitant la courbe de la figure 3, déterminer la valeur de:
- la raideur k du ressort ;
 - la période propre T_0 . En déduire celle de la masse m du solide (S) ;
 - l'amplitude $X_{\max}$ des oscillations de G ;
 - la vitesse initiale v_0 .
- b- Déterminer la phase initiale ϕ_0 du mouvement de G.

Exercice 2 (5 points)

Le filtre électrique schématisé sur la figure 4, est constitué d'un condensateur de capacité C , de deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 et d'un amplificateur opérationnel supposé idéal.

À l'entrée de ce filtre, on applique une tension alternative sinusoïdale $u_E(t)$, d'amplitude $U_{E\max}$ constante et de fréquence N réglable. À la sortie, on recueille une tension $u_S(t)$, également sinusoïdale, de même fréquence N que la tension d'entrée et

d'amplitude $U_{S\max} = \frac{R_1}{R_2} \frac{U_{E\max}}{\sqrt{1 + (2\pi N R_1 C)^2}}$.

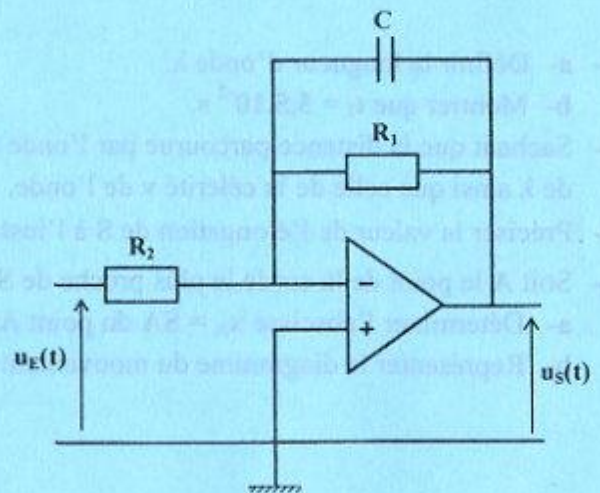


figure 4

- 1- a- Définir un filtre électrique.
- b- Justifier que ce filtre est linéaire.
- c- Préciser, en le justifiant, si le filtre étudié est actif ou passif.
- d- Par exploitation de l'expression de $U_{S\max}$, indiquer la nature (passe-bas ou passe-haut) de ce filtre.
- 2- a- Montrer que le gain G de ce filtre s'exprime par: $G = G_0 - 10 \log[1 + (2\pi N R_1 C)^2]$; où G_0 est la valeur maximale de G que l'on exprimera en fonction de R_1 et R_2 .
On rappelle que $G = 20 \log T$; où T désigne la transmittance du filtre étudié.
- b- Rappeler la condition sur G , pour qu'un filtre électrique soit passant.
- c- En déduire l'expression de la fréquence de coupure N_C de ce filtre.

3- Le suivi expérimental de l'évolution du gain G de ce filtre pour quelques valeurs de la fréquence N de la tension d'entrée, fournit les résultats consignés dans le tableau suivant:

$N(\text{Hz})$	20	50	100	200	400	700	900	1000	3000	9000
$G(\text{dB})$	6,0	6,0	6,0	5,8	5,2	4,0	3,0	2,5	-5,0	-14,0

- Relever du tableau la valeur de G_0 . En déduire celle de N_C .
- Déterminer alors les valeurs de R_2 et C . On donne $R_1 = 150 \Omega$.

Exercice 3 (4 points)

Une corde souple et très longue, tendue horizontalement, est attachée par l'une de ses extrémités S à une lame vibrante qui lui communique, à partir de l'instant $t = 0$, des vibrations verticales sinusoïdales d'équation: $y_s(t) = 4 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t + \varphi_s)$; l'élongation y est exprimée en (m) et le temps t en (s).

On néglige tout amortissement et toute réflexion de l'onde issue de S .

L'aspect de la corde à un instant de date t_1 est donné par la courbe de la figure 5.

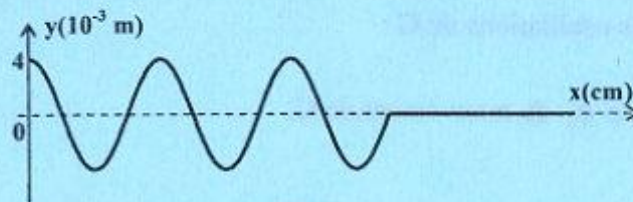


figure 5

- Définir la longueur d'onde λ .
 - Montrer que $t_1 = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.
- Sachant que la distance parcourue par l'onde à l'instant de date t_1 est égale à 66 cm, déterminer la valeur de λ ainsi que celle de la célérité v de l'onde.
- Préciser la valeur de l'élongation de S à l'instant de date t_1 . En déduire celle de sa phase initiale φ_s .
- Soit A le point de la corde le plus proche de S et vibrant en opposition de phase avec S .
 - Déterminer l'abscisse $x_A = SA$ du point A .
 - Représenter le diagramme du mouvement du point A .

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 $C_A = 4.10^{-2}\text{ mol.L}^{-1}$. 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.

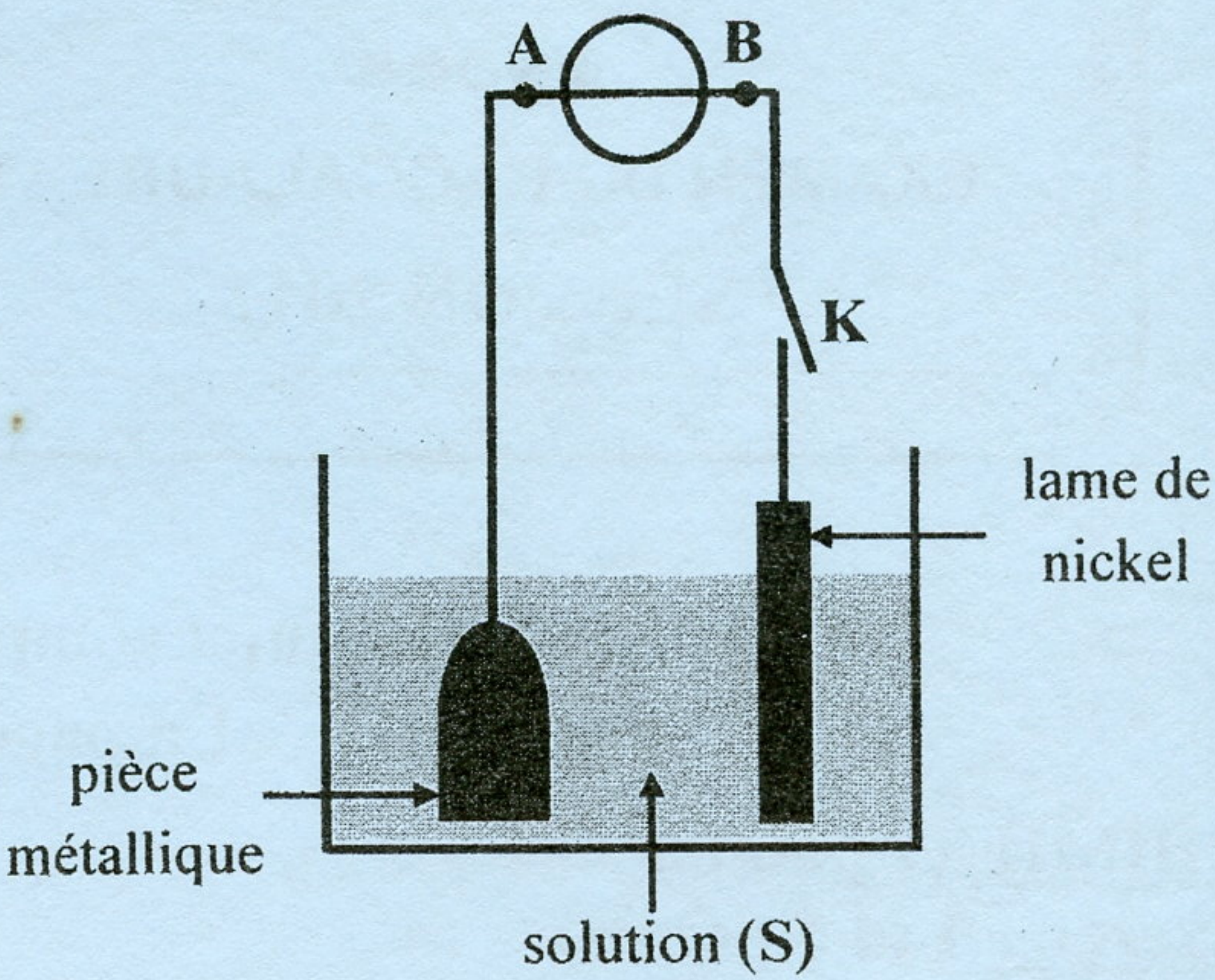


figure 1

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
$I(\text{A})$	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.

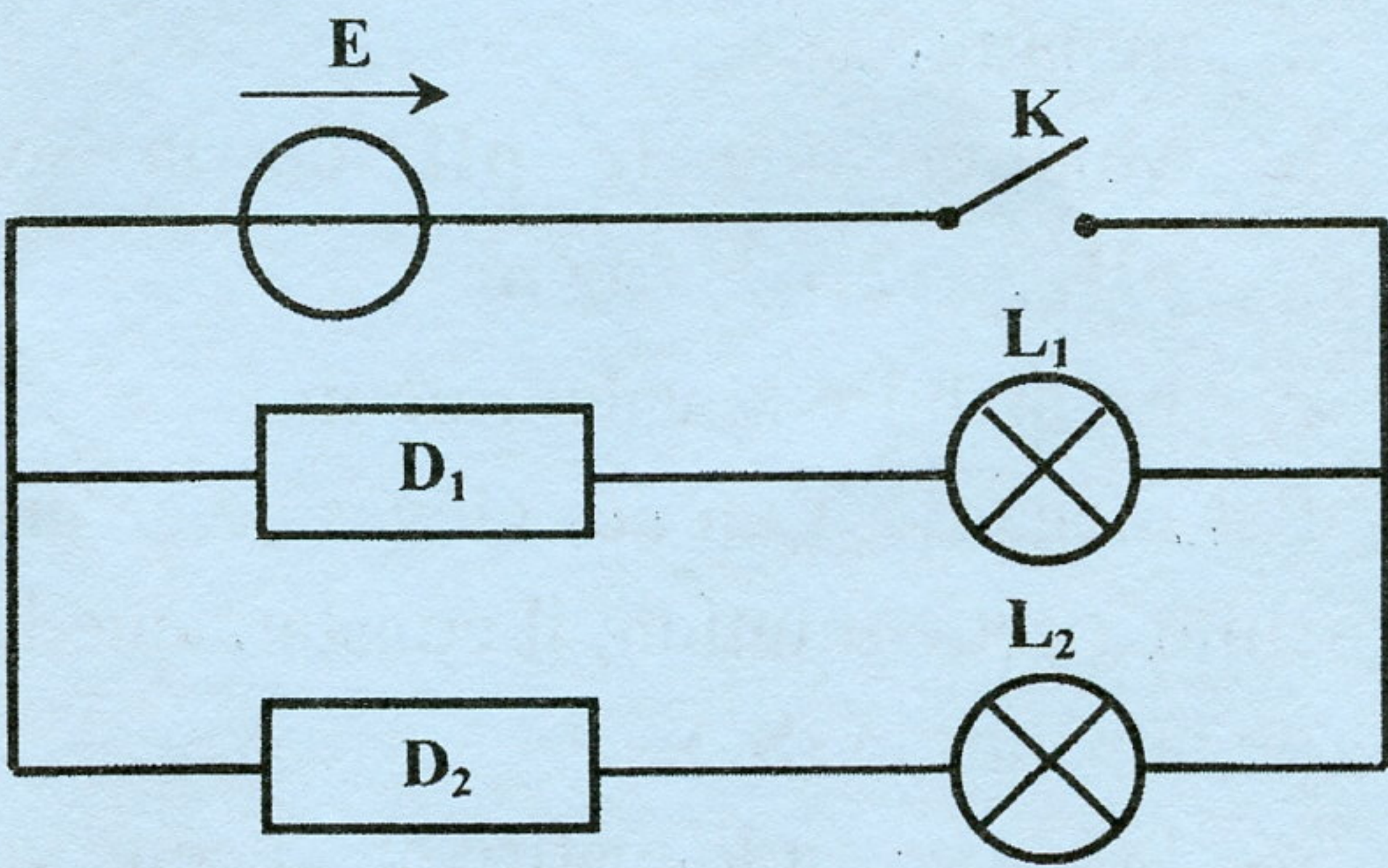


figure 2

- 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 $5 \, \tau$; 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.

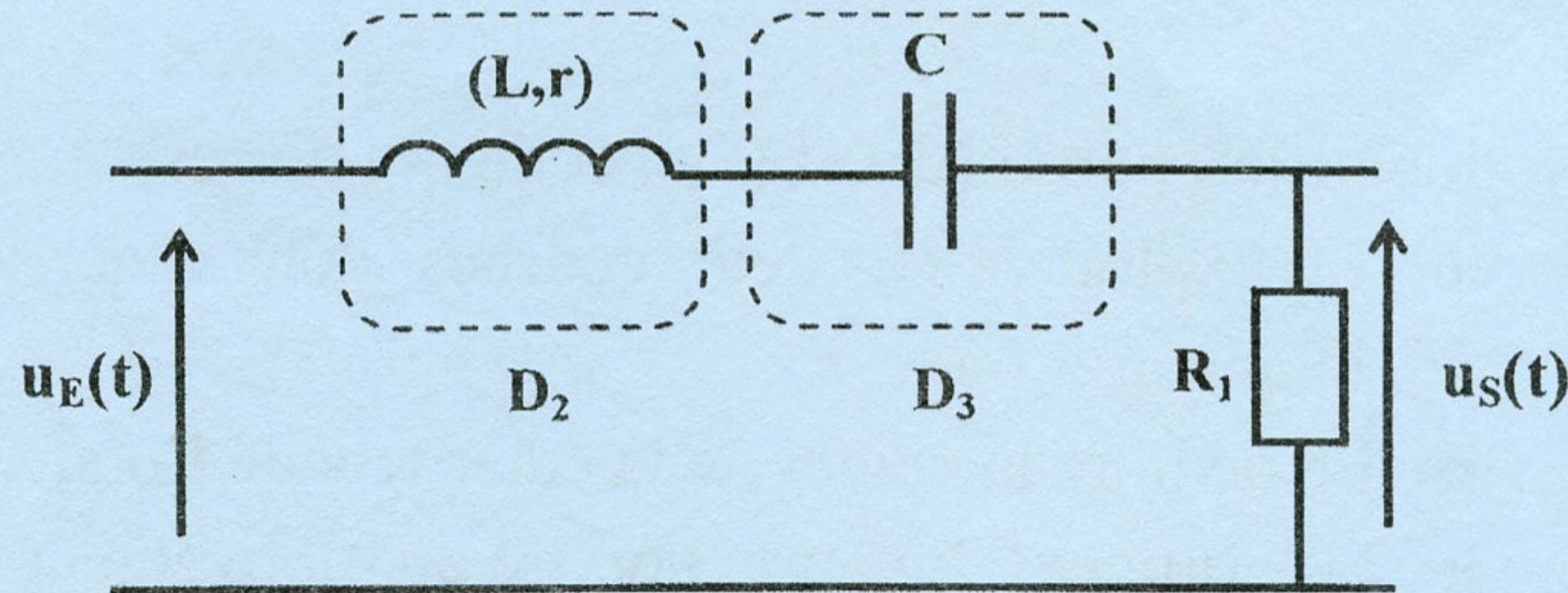


figure 3

- 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 .

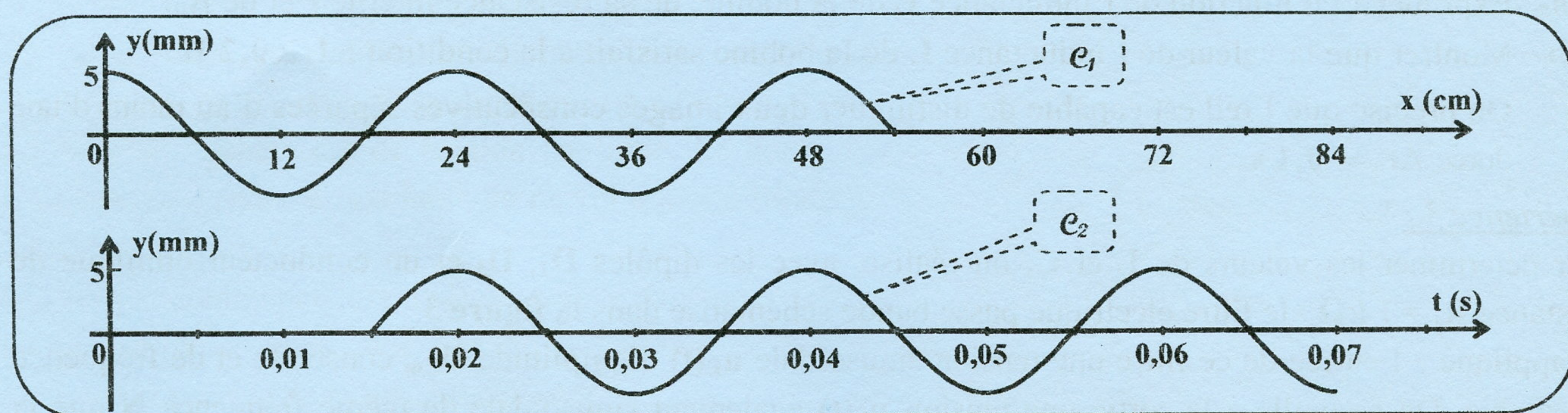


figure 5

- 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.

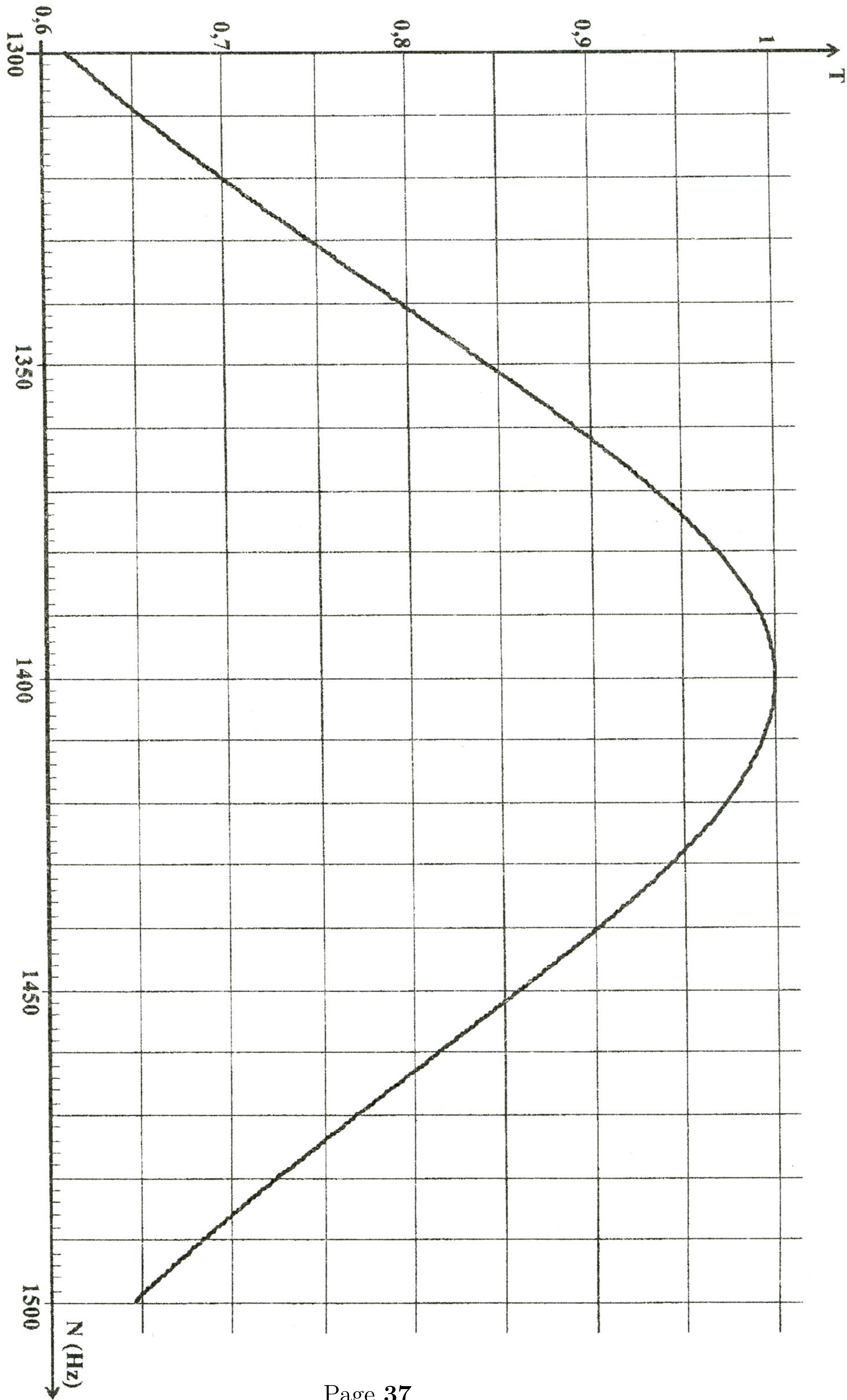
Section : N° d'inscription : Série :
Nom et Prénom :
Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants
.....
.....

Epreuve de sciences physiques (sciences techniques)

Feuille à rendre avec la copie.

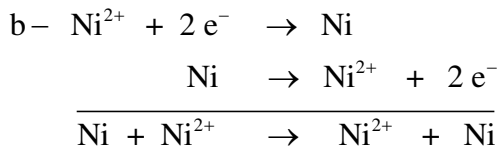
figure 4



EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2017	Session principale	Épreuve : Sciences Physiques	Section : Techniques
--	-------------------------------	---	---------------------------------

Corrigé

Chimie : (7 points)	
Exercice 1 : (4,5 points)	
I-	
1- a-	$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ $K = \frac{1}{[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1}{K_e} = 10^{14} \quad (K > 10^4), \text{ donc la réaction est totale.}$
b-	A l'équivalence: $C_B V_1 = C_A V_E \Rightarrow C_B = \frac{C_A V_E}{V_1}$; A.N: $C_B = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ $n_B = C_B V_B = \frac{m}{M_{\text{NaOH}}} \Rightarrow m = C_B V_B M_{\text{NaOH}} \quad ; \quad \text{A.N: } m = 0,5 \text{ g}$
2- a-	Lors d'un dosage acido-basique, l'indicateur coloré sert à repérer l'équivalence acido-basique.
b-	Lors d'un dosage d'une base forte par un acide fort, la solution obtenue à l'équivalence est neutre ($\text{pH}_E = 7$). $6,0 < \text{pH}_E < 7,6$; donc le BBT est l'indicateur le plus approprié à ce dosage.
II- 1- a-	$\text{pH} = 14 + \log C_B$
b-	$\text{pH}_B = 14 + \log C_B$, avec $C_B = \frac{m}{M_{\text{NaOH}} V_B}$ $\Rightarrow \text{pH}_B = 14 + \log(m) - \log(V_B \cdot M_{\text{NaOH}})$; soit : $\text{pH}_B = 12,70 + \log(m)$
c-	$m = 10^{(\text{pH}_B - 12,7)}$; A.N: $m = 0,5 \text{ g}$
2- a-	Il s'agit d'une diminution. En effet, la dilution d'une solution basique entraîne la diminution de son pH.
b-	Avant dilution: $\text{pH} = 14 + \log C_B$ après dilution: $\text{pH}' = 14 + \log C'_B = 14 + \log \frac{C_B V_2}{V_2 + V_e}$
Exercice 2 : (2,5 points)	
$\text{pH} - \text{pH}' = \log C_B - \log \frac{C_B V_2}{V_2 + V_e} = \log \frac{V_2 + V_e}{V_2} = \log \left(1 + \frac{V_e}{V_2}\right)$	
1- a-	Soit: $V_e = \frac{10^{\text{pH} - \text{pH}' - 1} \cdot V_2}{1} \rightarrow \text{A.N: } V_e = 53,1 \text{ mL}$
b-	L'électrode constituée par la pièce métallique est le siège d'une réduction ; elle constitue donc la cathode.
c-	A : Borne négative. B : Borne positive.
2- a-	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2 e^-$



c- Electrolyse à anode soluble.

Physique : (13 points)

Exercice 1 : (6,25 points)

Expérience 1 :

1- En régime permanent, $u_C = U = \text{constante}$; par suite, $i = C \frac{du_C}{dt} = C \frac{dU}{dt} = 0$

2- $U = RI \Rightarrow R = \frac{U}{I} = 8 \Omega$

En régime permanent : $U_B = r.I = U \Rightarrow r = \frac{U}{I} = 8 \Omega$

Expérience 2 :

1- Dans la branche comportant la lampe L_2 , le courant s'établit avec un retard ; ceci est dû à la présence d'une bobine, d'où D_2 correspond à la bobine.

2- Les deux lampes sont identiques et les dipôles D_1 et D_2 ont la même résistance. Donc, à la fin de l'expérience les deux lampes auront la même luminosité.

3- a- $\tau = \frac{L}{R_{\text{totale}}} \Rightarrow \tau = \frac{L}{R_0 + r}$

b- Pour détecter le retard, il faut que: $5\tau \geq \Delta t \Rightarrow L \geq \frac{(R_0 + r)\Delta t}{5}$
A.N: $L \geq 0,2 \text{ H}$.

Expérience 3 :

1- La transmittance T est maximale lorsque $U_{Sm} = R_1 I_m$ est maximale, c-à-d à la résonance d'intensité qui se produit pour $N = N_0$.

2- a- $N_0 = 1400 \text{ Hz}$; $T_0 = 1$

b- Le filtre est passant pour $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$, c.à.d pour $T \geq 0,7$.

A partir de la courbe de la figure 4, pour $T = 0,7$, on aura: $\Delta N = 166 \text{ Hz}$.

3- a- $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$; $Q = \frac{2\pi N_0 L}{R_1}$

b- $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{2\pi N_0 L}{R_1}$; soit : $L = \frac{R_1}{2\pi \Delta N}$, A.N: $L = 0,96$ H.
c- $4\pi^2 N_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L}$; A.N: $C = 13,5$ nF
Exercice 2 : (4,25 points)
1- La courbe ($\mathcal{C}_2$) correspond au diagramme du mouvement du point A, car elle représente l'évolution de l'élongation au cours du temps.
2- a- $a = 5$ mm ; $T = 0,02$ s , donc $N = \frac{1}{T} = 50$ Hz ; $\lambda = 24$ cm
b- $v = \lambda \cdot N$; A.N: $v = 12$ m.s ⁻¹
3- a - Pour $t \geq \theta = 0,015$ s , $y_A(t) = a \sin(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_A)$ A l'instant $t = T = 0,02$ s , $y_A = a \Rightarrow \sin(2\pi + \varphi_A) = 1$, ce qui donne $\varphi_A = \frac{\pi}{2}$ rad soit $\begin{cases} y_A(t) = 0 , & \text{pour } t \leq 0,015 \text{ s} \\ y_A(t) = 5.10^{-3} \sin(100\pi t + \frac{\pi}{2}) , & \text{pour } t \geq 0,015 \text{ s} \end{cases}$
b- $y_S(t) = y_A(t + \theta)$, pour $t \geq 0$ $y_S(t) = a \sin(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi}{T} \frac{3T}{4} + \frac{\pi}{2}) = a \sin(\frac{2\pi}{T}t)$, d'où $\varphi_s = 0$
c- $\Delta\varphi = \varphi_A - \varphi_s = \frac{\pi}{2}$ rad : A vibre en quadrature avance de phase par rapport à S
4- Il s'agit de déterminer les abscisses des points vibrant en phase avec le point A (d'abscisse $x_A = 18$ cm). Ces points sont distants de $k\lambda$ du point A D'après la courbe ($\mathcal{C}_1$), il ya deux points qui vibrent en quadrature avance de phase par rapport à S : A ($x_A = 18$ cm) et B ($x_B = 42$ cm).
Exercice 3 : (2,5 points)
1- - premier cas : libres amorties - deuxième cas : forcées
2- Excitateur : le parent par son intervention régulière Résonateur : balançoire + enfant
3- Le texte parle du phénomène de la résonance d'élongation ; celle-ci se produit pour une fréquence excitatrice $N_r < N_0$. Or l'auteur précise que ce phénomène se produit pour une fréquence $N = N_0$, fréquence pour laquelle le système est le siège d'une résonance de vitesse.

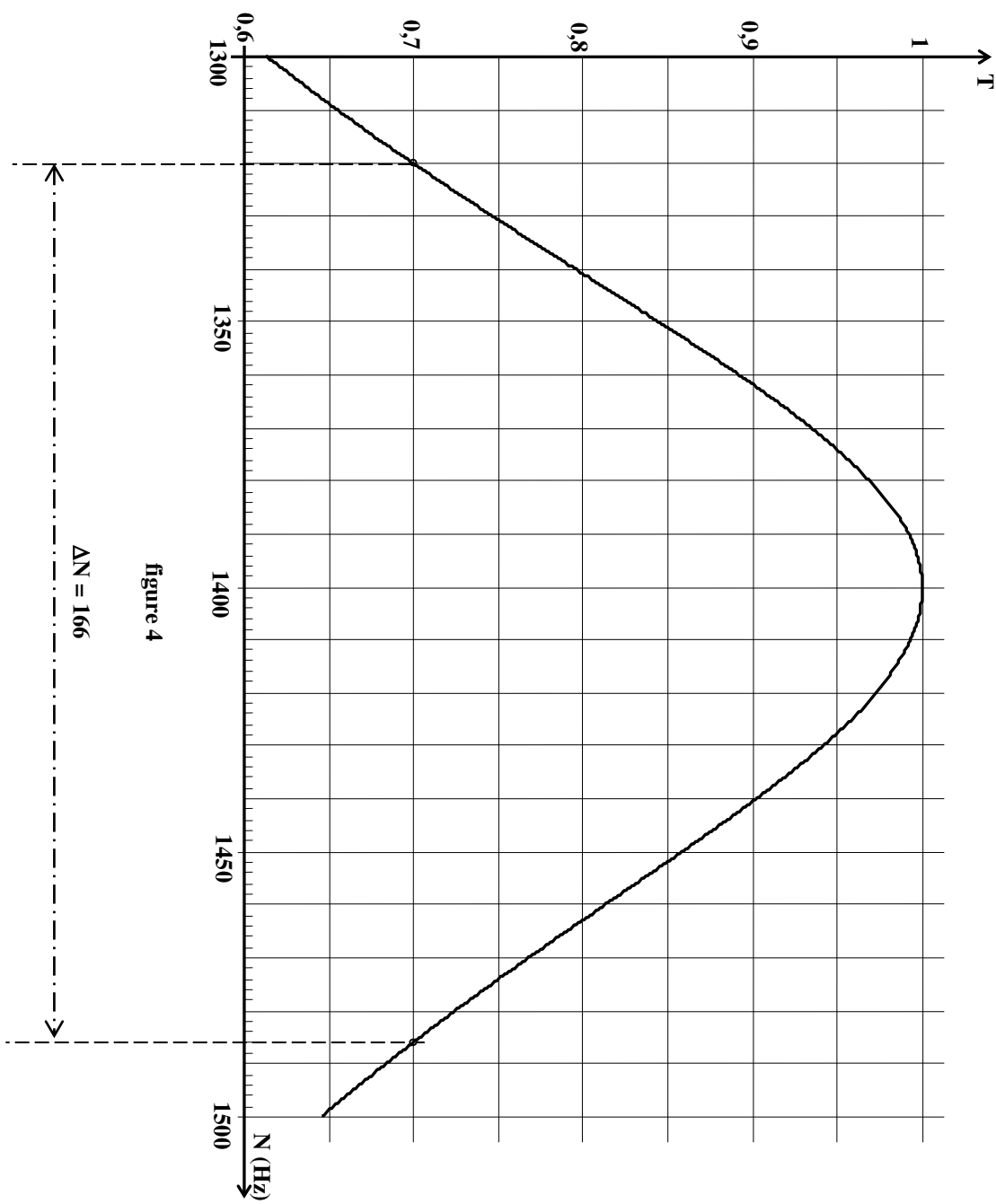


figure 4

$\Delta N = 166$

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

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

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (4 points)

Toutes les solutions sont prises à 25°C, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. On dispose, au laboratoire de chimie, d'une solution aqueuse (S_1) d'un monoacide A_1H et d'une solution aqueuse (S_2) d'un monoacide A_2H de concentrations molaires respectives C_1 et C_2 .

Pour déterminer la nature (fort ou faible) de chacun de ces deux acides et comparer leurs forces relatives, on dose séparément, un volume $V_1 = 32 \text{ mL}$ de (S_1) et un volume $V_2 = 10 \text{ mL}$ de (S_2) par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $NaOH$ (base forte) de concentration molaire $C_B = 0,05 \text{ mol.L}^{-1}$.

A l'aide d'un pH-mètre, on suit, dans chaque cas, l'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction du volume V_B de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté. Les résultats obtenus ont permis de tracer les courbes (1) et (2) de la figure 1, sur lesquelles sont indiqués les points d'équivalence acido-basique E_1 et E_2 correspondants. La courbe (1) correspond au dosage du volume V_1 de (S_1).

- 1- a- En exploitant les courbes de la figure 1, justifier que A_1H et A_2H sont deux acides faibles.
- b- Déterminer graphiquement, la valeur du pK_a de chacun des couples acide-base auxquels appartiennent les acides A_1H et A_2H .
- c- Comparer, en le justifiant, les forces de ces deux acides.
- 2- a- Définir l'équivalence acido-basique.
- b- Déterminer les valeurs des concentrations molaires C_1 et C_2 des deux solutions (S_1) et (S_2).
- 3- a- Comparer, graphiquement, les valeurs des pH initiaux des solutions (S_1) et (S_2).
- b- Confirmer alors, la comparaison faite dans la question 1-c.

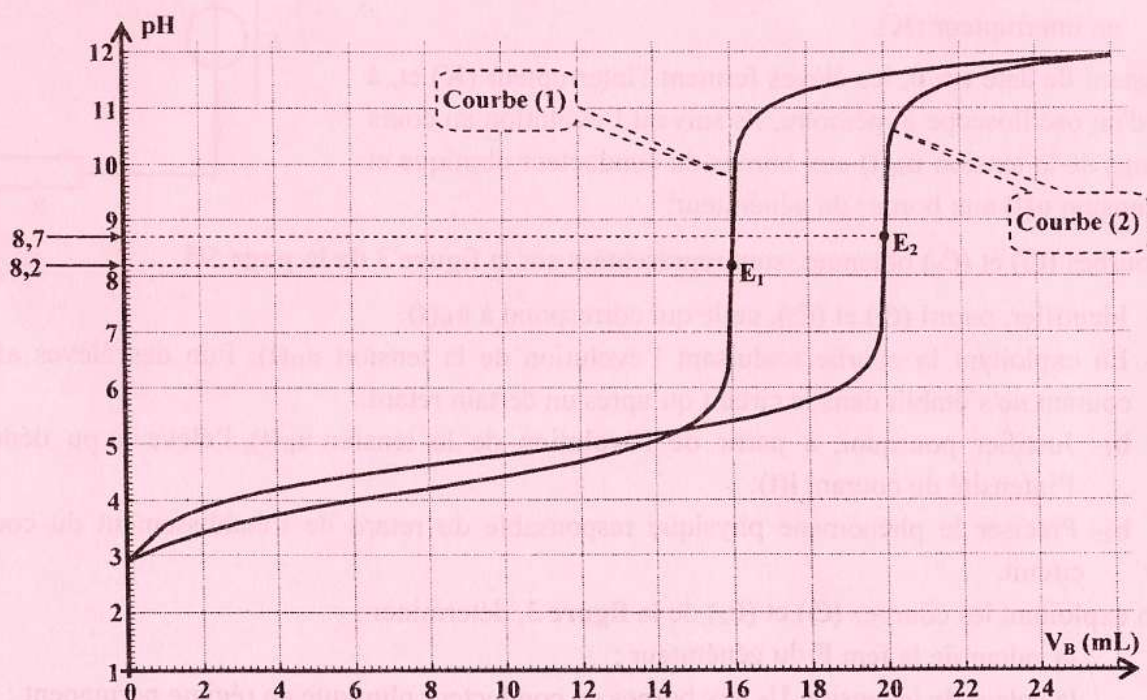
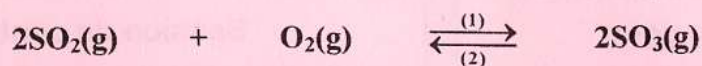


figure 1

Exercice 2 (3 points)

La réaction de synthèse du trioxyde de soufre SO_3 , étape importante dans la préparation industrielle de l'acide sulfurique, est exothermique. Elle est symbolisée par l'équation :



Considérons un système chimique fermé, contenant initialement **4 mol** de dioxyde de soufre (SO_2) et **2 mol** de dioxygène (O_2).

- 1- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique étudié.
- 2- Sous une pression $P = 1 \text{ bar}$ et à une température θ_1 , la quantité du dioxyde de soufre restant à la fin de la réaction est : $n(\text{SO}_2)_f = 0,6 \text{ mol}$.
 - a- Déterminer la composition molaire finale du système chimique étudié.
 - b- Calculer la valeur du taux d'avancement final τ_f de la réaction de synthèse du trioxyde de soufre à la température θ_1 .
 - c- En déduire si cette réaction est totale ou limitée.
- 3- En maintenant la pression P constante, on amène la température du système chimique précédent, de la valeur θ_1 à une valeur $\theta_2 > \theta_1$. Comparer, en le justifiant, la valeur de τ_f à celle de τ_{f_2} (τ_{f_2} étant le taux d'avancement final de la réaction de synthèse du trioxyde de soufre à la température θ_2)

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (6,5 points)

Un groupe d'élèves parvient à extraire, d'un poste de télévision usagé, un condensateur et une bobine et décide, lors d'une séance de travaux pratiques, de déterminer les grandeurs caractéristiques de ces deux dipôles. Pour ce faire, les élèves procèdent comme suit :

I- Détermination de L et r

Pour déterminer les valeurs de l'inductance L et de la résistance r de la bobine, les élèves réalisent le circuit de la **figure 2**. Ce circuit comporte, montés en série :

- la bobine ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 48 \, \Omega$;
- un générateur de tension idéal de fem E ;
- un interrupteur (K).

A l'instant de date $t = 0$, les élèves ferment l'interrupteur (K) et, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, ils suivent l'évolution au cours du temps de la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et de la tension $u(t)$ aux bornes du générateur.

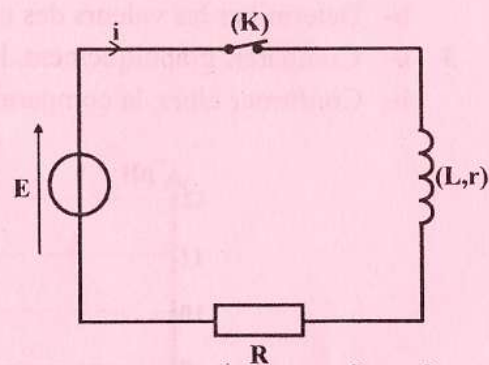


figure 2

Les courbes ($\mathcal{C}_1$) et ($\mathcal{C}_2$) obtenues, sont représentées sur la **figure 3 de la page 5/5**.

- 1-
 - a- Identifier, parmi ($\mathcal{C}_1$) et ($\mathcal{C}_2$), celle qui correspond à $u_R(t)$.
 - b- En exploitant la courbe traduisant l'évolution de la tension $u_R(t)$, l'un des élèves affirme que le courant ne s'établit dans le circuit qu'après un certain retard.
 - b1- Justifier pourquoi, à partir de l'évolution de la tension $u_R(t)$, l'élève a pu déduire celle de l'intensité du courant $i(t)$.
 - b2- Préciser le phénomène physique responsable du retard de l'établissement du courant dans le circuit.
- 2- En exploitant les courbes ($\mathcal{C}_1$) et ($\mathcal{C}_2$) de la **figure 3**, déterminer :
 - la valeur de la fem E du générateur ;
 - la valeur de la tension U_0 aux bornes du conducteur ohmique en régime permanent ;
 - la valeur de la constante de temps τ du circuit.

3- a- Montrer que la résistance r de la bobine s'exprime par : $r = R \left(\frac{E}{U_0} - 1 \right)$. Calculer sa valeur.

b- En déduire la valeur de L .

II- Détermination de C

Pour déterminer la valeur de la capacité C du condensateur, les élèves chargent ce dernier à l'aide du générateur de tension idéal de fem E puis, à un instant pris comme origine des temps, ils enregistrent à l'aide d'un dispositif approprié, l'évolution temporelle de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur lors de sa décharge dans la bobine précédemment étudiée. La courbe enregistrée est représentée sur la **figure 4**.

1- Donner un schéma du montage réalisé par les élèves.

2- Nommer le régime des oscillations obtenues dans la **figure 4**.

3- a- Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T .

b- En admettant que T est égale à la période propre T_0 de l'oscillateur, déterminer la valeur de C .

4- Les courbes de la **figure 5**, traduisent l'évolution au cours du temps de l'énergie électrique E_c emmagasinée par le condensateur, de l'énergie magnétique E_L emmagasinée par la bobine et de l'énergie totale $E = E_c + E_L$ emmagasinée par l'oscillateur électrique.

L'origine des temps étant la même pour toutes les courbes des **figures 4 et 5**.

a- Donner l'expression de E_c en fonction de C et u_c , ainsi que celle de E_L en fonction de L et de l'intensité i du courant traversant le circuit.

b- Identifier les trois courbes de la **figure 5**, en ne justifiant que l'identification de la courbe traduisant l'évolution de E_c .

c- Préciser la cause de la décroissance de l'énergie totale E de l'oscillateur électrique.

d- Déterminer la valeur de l'énergie dissipée pendant les quatre premières millisecondes.

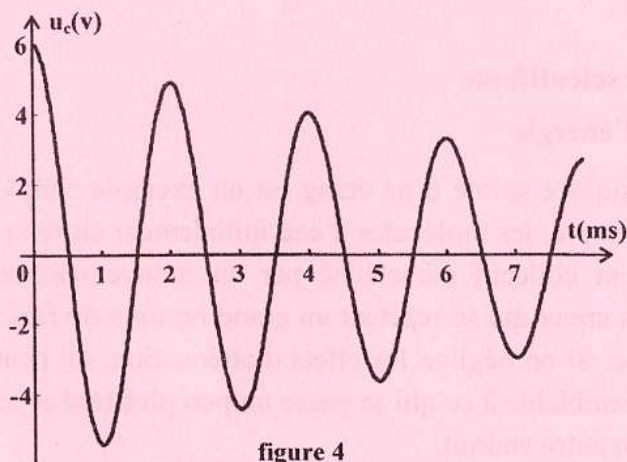


figure 4

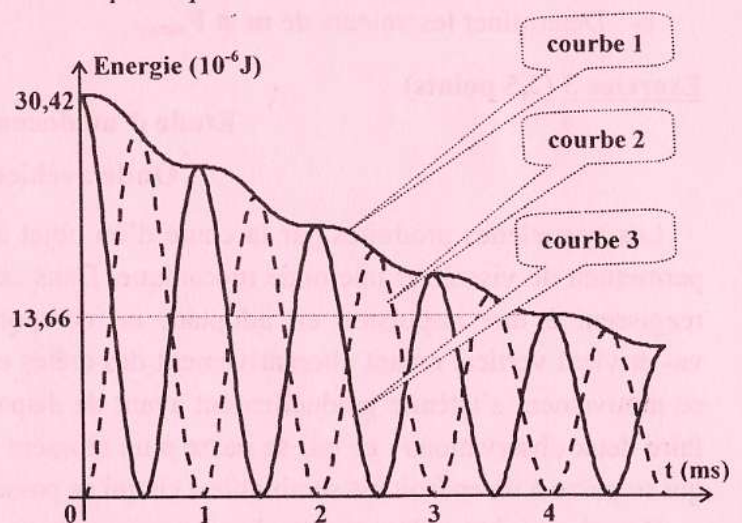


figure 5

Exercice 2 (4 points)

Le pendule élastique de la **figure 6** est constitué d'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, d'axe horizontal, de masse négligeable et de raideur $k = 12 \text{ N.m}^{-1}$. L'autre extrémité du ressort est reliée à un support fixe.

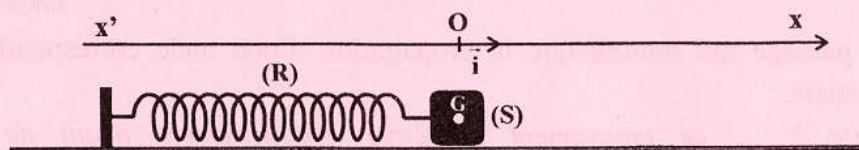


figure 6

A l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) coïncide avec l'origine O du repère $(O, \vec{i})$.

A l'aide d'un dispositif approprié, on applique sur (S) une force excitatrice $\vec{F}(t) = F_{\max} \sin(2\pi Nt + \frac{\pi}{2}) \vec{i}$, d'amplitude $F_{\max}$ constante et de fréquence N réglable.

Au cours de son mouvement, (S) est soumis à des frottements de type visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$, où h est le coefficient de frottement et $\vec{v}$ est la vitesse instantanée du centre d'inertie G de (S). On donne $h = 59,7 \cdot 10^{-2} \text{ kg.s}^{-1}$.

La position de G est, à chaque instant, repérée par son abscisse $x(t)$ dans le repère $(O, \vec{i})$.

L'équation différentielle régissant les oscillations de G est donnée par : $m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + h \frac{dx(t)}{dt} + kx(t) = F(t)$.

Cette équation admet une solution de la forme : $x(t) = X_{\max} \sin(2\pi Nt + \varphi_x)$.

On ajuste la fréquence de la force excitatrice à une valeur $N_1 = 2 \text{ Hz}$, puis on enregistre, à l'aide d'un dispositif approprié, l'évolution au cours du temps de la valeur instantanée $T(t) = T_{\max} \sin(2\pi N_1 t + \varphi_T)$ de la tension du ressort. La courbe obtenue est représentée sur la figure 7.

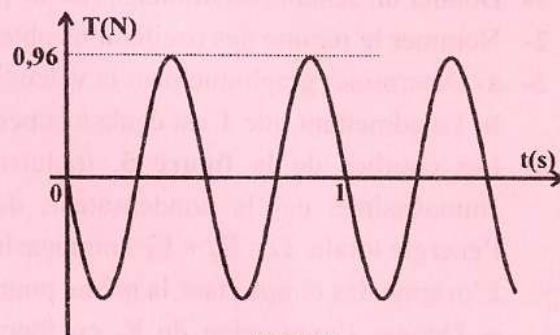


figure 7

- 1- a- En exploitant la courbe de la figure 7, déterminer la valeur de l'amplitude $T_{\max}$ ainsi que celle de la phase initiale φ_T de la tension $T(t)$.
b- En déduire les valeurs de $X_{\max}$ et φ_x .
- 2- a- Compléter, à l'échelle $0,1 \text{ N} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$, la construction de Fresnel de la figure 8 de la page 5/5, qui correspond à l'équation décrivant l'état de l'oscillateur pour $N = N_1$.
b- En déduire que l'oscillateur est le siège d'une résonance de vitesse.
c- Déterminer les valeurs de m et $F_{\max}$.

Exercice 3 (2,5 points)

Etude d'un document scientifique

Onde : véhicule d'énergie

Les vaguelettes produites par la chute d'un objet à la surface calme d'un étang est un exemple simple permettant de visualiser une onde mécanique. Dans cet exemple, les molécules d'eau initialement au repos réagissent à une impulsion en adoptant un comportement collectif caractérisé par un mouvement de va-et-vient vertical créant alternativement des crêtes et des creux qui se répètent un grand nombre de fois ; ce mouvement s'atténue graduellement avant de disparaître. Si on néglige les effets d'atténuation, on peut faire deux observations : ce qui se passe à un moment est semblable à ce qui se passe un peu plus tard et ce qui se passe à un endroit est semblable à ce qui se passe à un autre endroit.

Dans le cas des ondes sonores, le mouvement de va-et-vient du fluide transmettant le son est parallèle à la direction de propagation de l'onde.

Dans ces deux exemples, il faut soigneusement distinguer le mouvement de la matière, qui reste sur place, de la propagation de l'onde et donc du transport d'énergie qui affecte de grandes distances.

*D'après un extrait d'un article de Bernard Pire (directeur de recherche au C.N.R.S)
Encyclopédie Universalis*

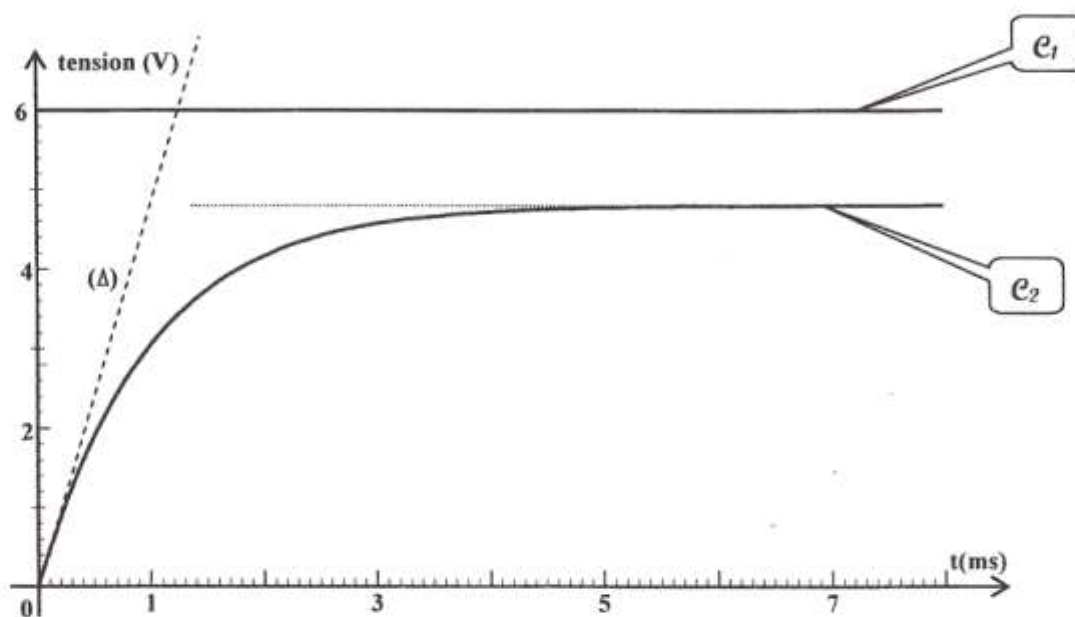
- 1- Relever du texte un passage qui montre que la propagation d'une onde correspond à un transport d'énergie et non de matière.
- 2- On lit dans le texte : " ... ce mouvement s'atténue graduellement avant de disparaître. " Préciser la cause principale de cette atténuation.
- 3- Une onde est caractérisée par une double périodicité (une périodicité temporelle et une périodicité spatiale). Dégager du texte un passage qui le prouve.
- 4- Parmi les deux exemples d'onde cités dans le texte, préciser celui qui correspond à une onde longitudinale. Justifier.

Section : N° d'inscription : Série :
 Nom et Prénom :
 Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

Épreuve de sciences physiques (sciences techniques)

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie



(Δ) est tangente à la courbe (C_2) au point d'abscisse $t = 0$.

figure 3

Echelle : 0,1 N $\leftrightarrow$ 1 cm

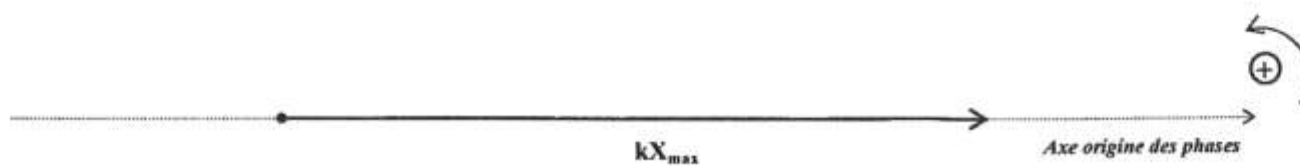
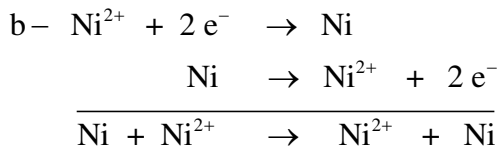


figure 8

EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2017	Session principale	Épreuve : Sciences Physiques	Section : Techniques
--	-------------------------------	---	---------------------------------

Corrigé

Chimie : (7 points)	
Exercice 1 : (4,5 points)	
I-	
1- a-	$\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ $K = \frac{1}{[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1}{K_e} = 10^{14} \quad (K > 10^4), \text{ donc la réaction est totale.}$
b-	A l'équivalence: $C_B V_1 = C_A V_E \Rightarrow C_B = \frac{C_A V_E}{V_1}$; A.N: $C_B = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ $n_B = C_B V_B = \frac{m}{M_{\text{NaOH}}} \Rightarrow m = C_B V_B M_{\text{NaOH}} \quad ; \quad \text{A.N: } m = 0,5 \text{ g}$
2- a-	Lors d'un dosage acido-basique, l'indicateur coloré sert à repérer l'équivalence acido-basique.
b-	Lors d'un dosage d'une base forte par un acide fort, la solution obtenue à l'équivalence est neutre ($\text{pH}_E = 7$). $6,0 < \text{pH}_E < 7,6$; donc le BBT est l'indicateur le plus approprié à ce dosage.
II- 1- a-	$\text{pH} = 14 + \log C_B$
b-	$\text{pH}_B = 14 + \log C_B$, avec $C_B = \frac{m}{M_{\text{NaOH}} V_B}$ $\Rightarrow \text{pH}_B = 14 + \log(m) - \log(V_B \cdot M_{\text{NaOH}})$; soit : $\text{pH}_B = 12,70 + \log(m)$
c-	$m = 10^{(\text{pH}_B - 12,7)}$; A.N: $m = 0,5 \text{ g}$
2- a-	Il s'agit d'une diminution. En effet, la dilution d'une solution basique entraîne la diminution de son pH.
b-	Avant dilution: $\text{pH} = 14 + \log C_B$ après dilution: $\text{pH}' = 14 + \log C'_B = 14 + \log \frac{C_B V_2}{V_2 + V_e}$
Exercice 2 : (2,5 points)	
$\text{pH} - \text{pH}' = \log C_B - \log \frac{C_B V_2}{V_2 + V_e} = \log \frac{V_2 + V_e}{V_2} = \log \left(1 + \frac{V_e}{V_2}\right)$	
1- a-	Soit: $V_e = \frac{10^{\text{pH} - \text{pH}' - 2} \cdot V_2}{1} \rightarrow \text{A.N: } V_e = 53,1 \text{ mL}$
b-	L'électrode constituée par la pièce métallique est le siège d'une réduction ; elle constitue donc la cathode.
c-	A : Borne négative. B : Borne positive.
2- a-	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2 e^-$



c- Electrolyse à anode soluble.

Physique : (13 points)

Exercice 1 : (6,25 points)

Expérience 1 :

1- En régime permanent, $u_C = U = \text{constante}$; par suite, $i = C \frac{du_C}{dt} = C \frac{dU}{dt} = 0$

2- $U = RI \Rightarrow R = \frac{U}{I} = 8 \Omega$

En régime permanent : $U_B = r.I = U \Rightarrow r = \frac{U}{I} = 8 \Omega$

Expérience 2 :

1- Dans la branche comportant la lampe L_2 , le courant s'établit avec un retard ; ceci est dû à la présence d'une bobine, d'où D_2 correspond à la bobine.

2- Les deux lampes sont identiques et les dipôles D_1 et D_2 ont la même résistance. Donc, à la fin de l'expérience les deux lampes auront la même luminosité.

3- a- $\tau = \frac{L}{R_{\text{totale}}} \Rightarrow \tau = \frac{L}{R_0 + r}$

b- Pour détecter le retard, il faut que: $5\tau \geq \Delta t \Rightarrow L \geq \frac{(R_0 + r)\Delta t}{5}$
A.N: $L \geq 0,2 \text{ H}$.

Expérience 3 :

1- La transmittance T est maximale lorsque $U_{Sm} = R_1 I_m$ est maximale, c-à-d à la résonance d'intensité qui se produit pour $N = N_0$.

2- a- $N_0 = 1400 \text{ Hz}$; $T_0 = 1$

b- Le filtre est passant pour $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$, c.à.d pour $T \geq 0,7$.

A partir de la courbe de la figure 4, pour $T = 0,7$, on aura: $\Delta N = 166 \text{ Hz}$.

3- a- $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$; $Q = \frac{2\pi N_0 L}{R_1}$

b- $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{2\pi N_0 L}{R_1}$; soit : $L = \frac{R_1}{2\pi \Delta N}$, A.N: $L = 0,96$ H.
c- $4\pi^2 N_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L}$; A.N: $C = 13,5$ nF
Exercice 2 : (4,25 points)
1- La courbe ($\mathcal{C}_2$) correspond au diagramme du mouvement du point A, car elle représente l'évolution de l'élongation au cours du temps.
2- a- $a = 5$ mm ; $T = 0,02$ s , donc $N = \frac{1}{T} = 50$ Hz ; $\lambda = 24$ cm
b- $v = \lambda \cdot N$; A.N: $v = 12$ m.s ⁻¹
3- a - Pour $t \geq \theta = 0,015$ s , $y_A(t) = a \sin(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_A)$ A l'instant $t = T = 0,02$ s , $y_A = a \Rightarrow \sin(2\pi + \varphi_A) = 1$, ce qui donne $\varphi_A = \frac{\pi}{2}$ rad soit $\begin{cases} y_A(t) = 0 , & \text{pour } t \leq 0,015 \text{ s} \\ y_A(t) = 5.10^{-3} \sin(100\pi t + \frac{\pi}{2}) , & \text{pour } t \geq 0,015 \text{ s} \end{cases}$
b- $y_S(t) = y_A(t + \theta)$, pour $t \geq 0$ $y_S(t) = a \sin(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi}{T} \frac{3T}{4} + \frac{\pi}{2}) = a \sin(\frac{2\pi}{T}t)$, d'où $\varphi_s = 0$
c- $\Delta\varphi = \varphi_A - \varphi_s = \frac{\pi}{2}$ rad : A vibre en quadrature avance de phase par rapport à S
4- Il s'agit de déterminer les abscisses des points vibrant en phase avec le point A (d'abscisse $x_A = 18$ cm). Ces points sont distants de $k\lambda$ du point A D'après la courbe ($\mathcal{C}_1$), il ya deux points qui vibrent en quadrature avance de phase par rapport à S : A ($x_A = 18$ cm) et B ($x_B = 42$ cm).
Exercice 3 : (2,5 points)
1- - premier cas : libres amorties - deuxième cas : forcées
2- Excitateur : le parent par son intervention régulière Résonateur : balançoire + enfant
3- Le texte parle du phénomène de la résonance d'élongation ; celle-ci se produit pour une fréquence excitatrice $N_r < N_0$. Or l'auteur précise que ce phénomène se produit pour une fréquence $N = N_0$, fréquence pour laquelle le système est le siège d'une résonance de vitesse.

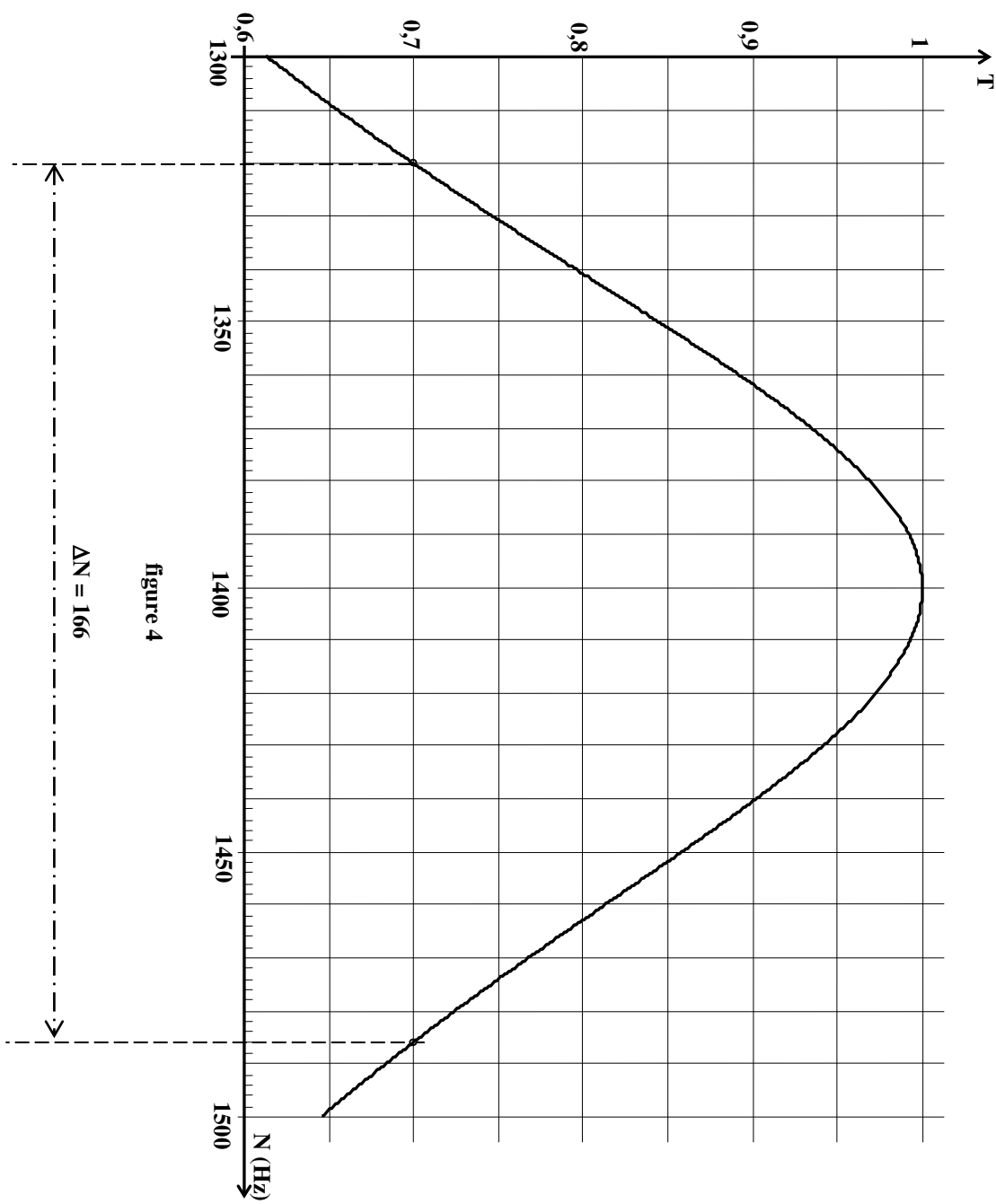


figure 4

$\Delta N = 166$

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION ***** EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Épreuve : Sciences Physiques	
	Section : Sciences techniques	
	Durée : 3 h	Coefficient : 3
SESSION 2016	Session principale	

Le sujet comporte 5 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)

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

On dispose, au laboratoire de chimie, de deux solutions aqueuses acides (S_1) et (S_2).

- (S_1) : une solution aqueuse de fluorure d'hydrogène (HF) de concentration molaire $C_1 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
- (S_2) : une solution aqueuse d'acide méthanoïque (HCOOH) de concentration molaire C_2 .

Afin de déterminer la nature (fort ou faible) de ces deux acides et de comparer leurs forces relatives, on réalise les expériences suivantes :

1- Expérience n°1 :

A l'aide d'un pH-mètre, on mesure le pH de la solution (S_1), on trouve $\text{pH}_1 = 2,7$.

- a- Montrer que le fluorure d'hydrogène est un acide faible.
- b- Ecrire l'équation de sa réaction avec l'eau.

2- Expérience n°2 :

On réalise le dosage pH-métrique d'un volume $V_A = 20 \text{ mL}$ de la solution (S_2) avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire $C_B = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

On porte dans le tableau suivant les coordonnées de deux points de la courbe d'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction du volume V_B de la solution de base ajouté.

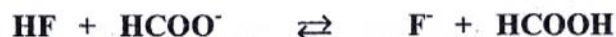
$V_B \text{ (mL)}$	pH	Nature du point
10	7,8	Point d'équivalence
5	3,8	Point de demi-équivalence

En exploitant le tableau précédent :

- a- justifier que l'acide méthanoïque est faible ;
- b- trouver le $\text{p}K_a$ du couple $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$;
- c- déterminer la valeur de C_2 .

3- Expérience n°3 :

Dans un volume $V_1 = 100 \text{ mL}$ de la solution (S_1), on introduit, sans variation de volume, une quantité $n_0 = 2.10^{-4} \text{ mol}$ de méthanoate de sodium (HCOONa). Il se produit une réaction acide-base symbolisée par l'équation chimique suivante :



- a- Sachant que l'avancement final de cette réaction est $x_f = 1,73.10^{-4} \text{ mol}$, compléter le tableau d'avancement de la réaction, donné dans la figure 1 de la page 5/5.
- b- En déduire la valeur de la constante d'équilibre K relative à cette réaction.
- c- Comparer alors, la force des deux acides HF et HCOOH.

Exercice 2 (3 points)

Un groupe d'élèves est chargé, lors d'une séance de travaux pratiques, de réaliser une pile électrochimique (P) afin d'étudier son fonctionnement. On met à leur disposition un fil de nickel, un fil de cuivre, un pont salin et deux béchers (1) et (2) contenant respectivement un volume $V_1 = 100 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de sulfate de nickel (NiSO_4) de concentration molaire $C_1 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ et un volume $V_2 = 100 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre (II) (CuSO_4) de concentration molaire $C_2 = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$.

L'équation chimique associée à la pile (P) ainsi réalisée est : $\text{Ni} + \text{Cu}^{2+} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + \text{Cu}$

L'étude est faite à la température de 25°C . A cette température, la constante d'équilibre relative à l'équation associée à la pile (P) est $K = 10^{20}$.

On supposera que durant le fonctionnement de la pile (P), il n'y a ni changement des volumes des solutions ni risque d'épuisement des fils.

On rappelle que la fem de la pile étudiée s'exprime par : $E = E^0 - 0,03 \log \frac{[\text{Ni}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]}$; E^0 étant la fem standard de la pile.

- 1- a- Donner le schéma de la pile (P).
b- Déterminer la valeur de la fem initiale E_i de cette pile.
c- Préciser, en le justifiant, le pôle positif de la pile (P).
- 2- La pile ainsi réalisée est placée dans un circuit électrique comportant un conducteur ohmique, un ampèremètre et un interrupteur. On ferme le circuit à l'instant de date $t = 0$.
a- Ecrire l'équation de la transformation chimique qui se déroule au niveau de chaque fil, au cours du fonctionnement de la pile (P).
b- En déduire l'équation de la réaction modélisant la transformation spontanée qui a lieu dans cette pile.
c- A un instant ultérieur de date t_1 , la pile cesse de débiter du courant dans le circuit extérieur. Déterminer pour $t \geq t_1$, la molarité des ions Ni^{2+} ainsi que la variation de masse $|\Delta m|$ du fil de nickel en précisant s'il s'agit d'une diminution ou d'une augmentation.

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

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (6 points)

Le pendule élastique de la figure 2 est constitué d'un solide (S) de masse m , relié à l'une des extrémités d'un ressort (R) à spires non jointives, d'axe horizontal, de raideur k et de masse négligeable devant m . L'autre extrémité du ressort est attachée à un support fixe.

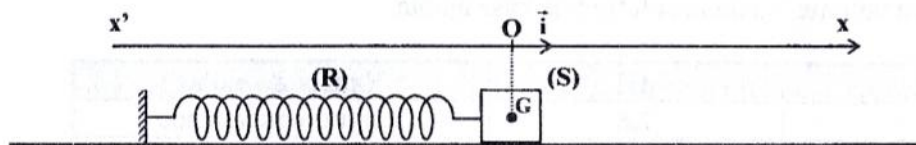


figure 2

A l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) coïncide avec l'origine O du repère $(O, \vec{i})$ de l'axe $x'x$.

Ecarté de sa position d'équilibre puis abandonné à l'instant de date $t = 0$, le solide (S) se met à osciller de part et d'autre du point O. On désigne par $x(t)$ et $v(t)$ respectivement, l'élongation et la vitesse de G à un instant de date t .

Le mouvement du centre d'inertie G de (S) est étudié dans le référentiel terrestre considéré comme galiléen. Les forces de frottements ainsi que l'amortissement du mouvement sont considérés comme négligeables.

- 1- a- Représenter sur la figure 3 de la page 5/5, les forces extérieures exercées sur (S).
b- En appliquant le théorème du centre d'inertie, montrer que les oscillations de G sont régies par l'équation différentielle : $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \omega_0^2 x(t) = 0$; où ω_0 est une constante à exprimer en fonction de k et m .
c- Préciser le nom de ω_0 .
d- Vérifier que $x(t) = X_{\max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$ est une solution de cette équation différentielle.

2- La courbe traduisant l'évolution de l'élongation x au cours du temps, est représentée sur la **figure 4**.

a- En exploitant la courbe de la **figure 4**:

a₁- déterminer la valeur de $X_{\max}$ ainsi que celle de ω_0 ;

a₂- montrer que : $\varphi_x = \frac{5\pi}{6} \text{ rad.}$

b- En déduire la valeur de l'amplitude $V_{\max}$ de la vitesse $v(t)$ ainsi que celle de sa phase initiale φ_v .

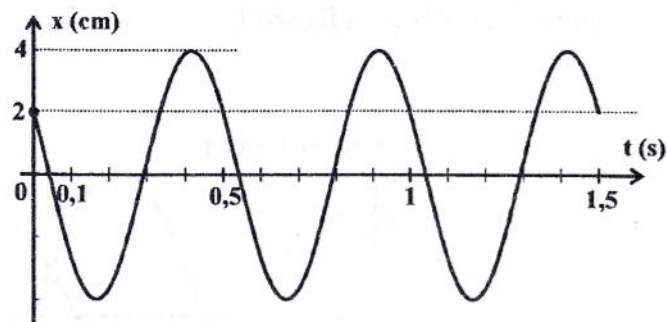


figure 4

3- Les courbes $(\mathcal{E}_1)$ et $(\mathcal{E}_2)$ de la **figure 5** traduisent l'évolution, au cours du temps, des énergies

cinétique $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ et potentielle

$E_p = \frac{1}{2}kx^2$ du système $\{(S) + (R)\}$.

a- Identifier, parmi $(\mathcal{E}_1)$ et $(\mathcal{E}_2)$, celle qui correspond à $E_p(t)$.

b- Vérifier que le système $\{(S) + (R)\}$ est conservatif.

c- Déterminer les valeurs de k et m .

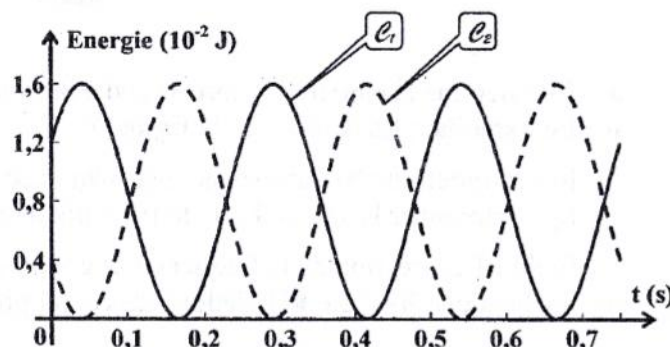


figure 5

Exercice 2 (4,5 points)

Le filtre électrique (F) schématisé sur la **figure 6**, est constitué d'un amplificateur opérationnel supposé idéal, d'un condensateur de capacité C et de deux conducteurs ohmiques de résistances respectives R_1 et R_2 . L'entrée de ce filtre est alimentée par un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u_E(t)$ d'amplitude $U_{E\max}$ constante et de fréquence N réglable. La tension de sortie $u_S(t)$ de ce filtre est également sinusoïdale, de même fréquence N que la tension d'entrée et d'amplitude

$$U_{S\max} = \frac{R_2}{R_1} \frac{U_{E\max}}{\sqrt{1 + (2\pi N R_2 C)^2}}.$$

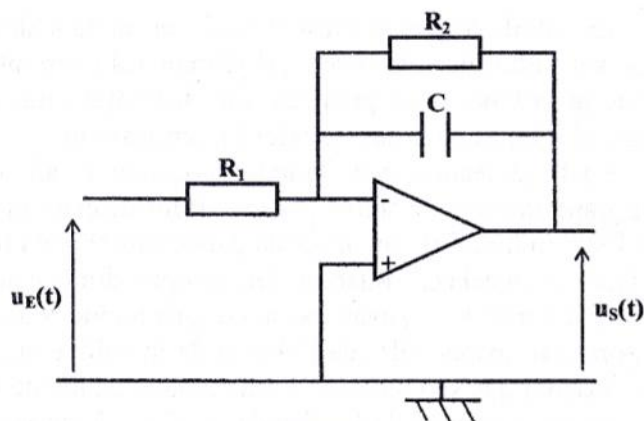


figure 6

On rappelle qu'un filtre est passant lorsque sa transmittance $T = \frac{U_{S\max}}{U_{E\max}}$ vérifie la condition $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$; où

T_0 est la valeur maximale de T .

1- Choisir, parmi les propositions ci-dessous, celles qualifiant le filtre (F). Justifier votre choix.

- actif
- passe-haut
- linéaire

- passif
- passe-bande
- passe-bas

- 2- Un oscilloscope bicourbe convenablement branché, permet de visualiser simultanément, les tensions $u_E(t)$ et $u_S(t)$. Pour une valeur particulière N_1 de la fréquence N de la tension d'entrée, on obtient les courbes (1) et (2) de la figure 7.

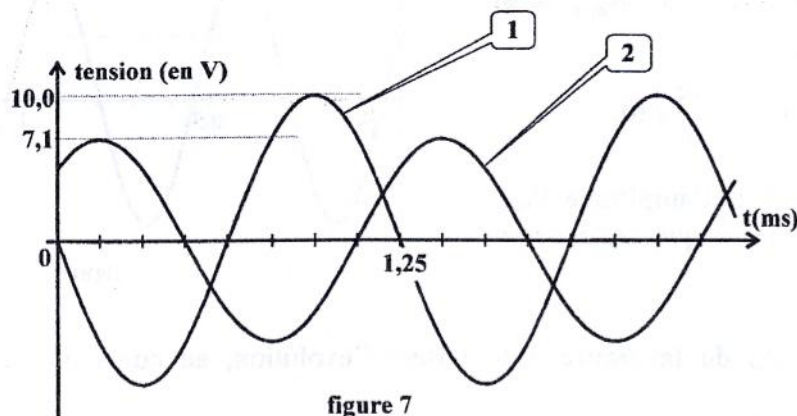


figure 7

- a- Justifier que la **courbe (1)** correspond à la tension de sortie $u_S(t)$.
- b- En exploitant les courbes de la **figure 7** :
 - b₁- montrer que N_1 correspond à la fréquence de coupure du filtre (F). Déterminer sa valeur ;
 - b₂- déterminer la valeur T_1 de la transmittance T du filtre (F). En déduire sa valeur maximale T_0 .
- c- Etablir l'expression de la fréquence de coupure N_1 du filtre (F).
- d- Sachant que $R_2 = 1,6 \text{ k}\Omega$, déduire de ce qui précède, les valeurs de R_1 et C .

Exercice 3 (2,5 points)

Etude d'un document scientifique

L'aimant, source de courant

En 1820, Augustin Fresnel place un aimant dans une bobine en cuivre et, pour déceler un éventuel courant induit dans la bobine, il plonge ses extrémités dans une solution aqueuse. Si un courant est induit dans la bobine, il se produira une décomposition de l'eau. En répétant cette expérience plusieurs fois, Fresnel n'a pas pu observer cette décomposition.

En 1825 Jean-Daniel Colladon présente le pôle d'un fort aimant à l'extrémité d'une bobine comportant un grand nombre de spires isolées. Pour détecter un éventuel courant induit, il utilise non pas l'électrolyse de l'eau comme Fresnel, mais un galvanomètre très sensible, appareil qui n'existait pas en 1820. Encore une fois, c'est un échec. Colladon n'en comprendra la cause qu'après la découverte de l'induction par Faraday en 1831, il écrit : « ... j'avais porté ce galvanomètre dans une chambre éloignée de celle où j'opérais [...], je rapprochai un des pôles de l'aimant de la bobine puis, sans me presser, je retournai vers le galvanomètre et je constatai que son index était exactement au même point qu'auparavant... ».

Le 24 septembre 1831, Faraday a réussi à observer pour la première fois l'induction d'un courant par un aimant. Un bref courant est induit en enfonçant très rapidement l'aimant dans la bobine ou en le retirant. De même, le simple fait d'approcher ou d'éloigner d'un aimant une bobine suffit à faire apparaître, pendant la durée du déplacement, un courant induit.

En 1833, Heinrich Lenz publie une loi qui porte son nom et qui donne le sens du courant induit.

*D'après : La découverte de l'induction
Par Christine Blondel et Bertrand Wolff*

- 1- a- Nommer le phénomène physique ayant eu lieu, lors des expériences réalisées par Fresnel, Colladon et Faraday
- b- Dégager du texte une caractéristique de ce phénomène qui le laisse inaperçu par Colladon.
- 2- Préciser, dans les expériences décrites dans le texte, l'induit et l'inducteur.
- 3- a- Enoncer la loi de Lenz.
- b- Indiquer, sur la **figure 8 de la page 5/5**, le sens du courant induit produit par le déplacement de l'aimant suivant l'axe de la bobine.

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

Equation chimique		$\text{HF} + \text{HCOO}^- \rightleftharpoons \text{F}^- + \text{HCOOH}$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol)			
Initial	0	8.10^{-4}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	0
Final	x_f				

figure 1

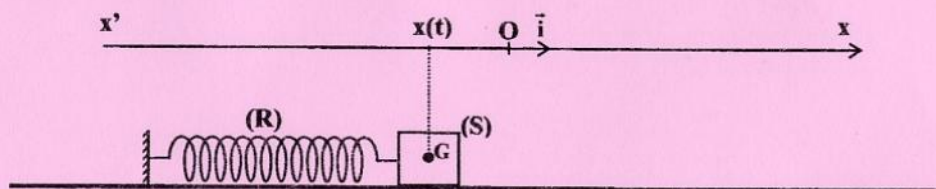


figure 3

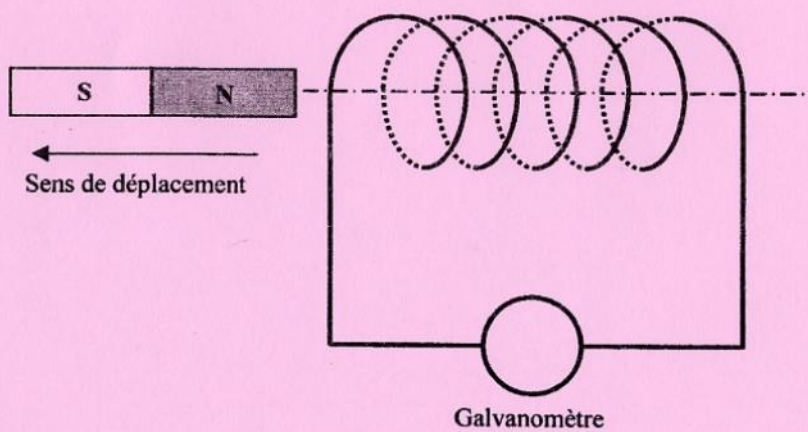


figure 8

Session principale
Section sciences techniques

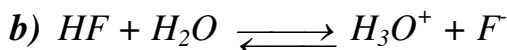
CHMIE

Exercice 1

1)

a) $[H_3O^+] = 10^{-pH}$, AN : $[H_3O^+] = 2.10^{-3}$

$[H_3O^+] < C_1$ donc l'acide HF est faible.



2)

a) Le pH du mélange au point d'équivalence est basique ($pH_E = 7,8$) ce qui signifie que l'acide méthanoïque est faible.

b) Le pK_a du couple $HCOOH / HCOO^-$ est égale au pH du mélange à la demi-équivalence ; $pK_a = 3,8$.

c) Au point d'équivalence la quantité de matière de base introduite dans le mélange est égale à la quantité de matière de l'acide.

$$n_B(E) = n_A \text{ signifie } C_B \cdot V_B(E) = C_A \cdot V_A$$

d'où ,

$$C_2 = \frac{C_B \cdot V_B(E)}{V_A}$$

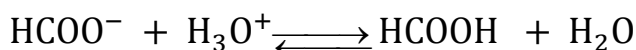
$$\text{AN : } C_2 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

3) Le volume V_1 de la solution S_1 est le siège d'un équilibre dynamique modélisé par l'équation (1-b-). La composition molaire de cette solution est :

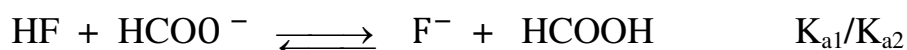
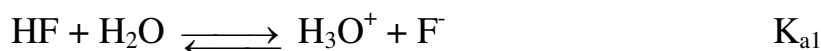
$$n(H_3O^+) = n(F^-) = V \cdot 10^{-pH} = 2.10^{-4} \text{ mol.}$$

$$n(HF) = C_1 V_1 - V \cdot 10^{-pH} = 8.10^{-4} \text{ mol.}$$

la dissolution du méthanoate de sodium $HCOONa$ (électrolyte fort) apporte dans la solution $n_0 = 2.10^{-2}$ mol d'ion méthanoate $HCOO^-$. L'ion méthanoate, étant une base faible il réagit avec les ions hydronium de la solution suivant l'équation :



Une transformation chimique prend naissance, dont l'équation bilan est :



L'avancement finale de cette transformation chimique est $x_f = 1,73 \cdot 10^{-4}$ mol.

a)

Equation chimique		$HF + HCOO^- \rightleftharpoons F^- + HCOOH$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol)			
Initial	0	$8 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0
final	x_f	$8 \cdot 10^{-4} - x_f$ $= 6,27 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4} - x_f$ $= 0,27 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4} + x_f$ $= 3,73 \cdot 10^{-4}$	$x_f = 1,73 \cdot 10^{-4}$

b)

$$K = \frac{[F^-]_{eq} [HCOOH]_{eq}}{[HCOO^-]_{eq} [HF]_{eq}}$$

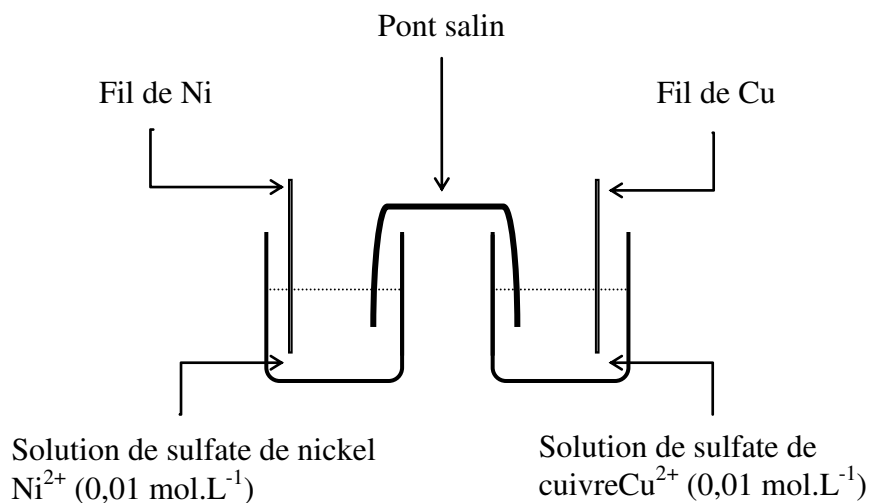
AN : $K = 3,81$

c) $K = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} > 1$ donc l'acide fluorhydrique HF est plus fort que l'acide méthanoïque HCOOH.

Exercice 2

1)

- a) Le schéma de la pile est déduit à partir l'équation de la réaction associée et des solutions dans chaque compartiment de la pile.



- b) La fem initiale est $E_i = E^0 - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2} = E^0$

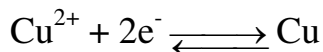
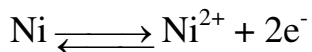
Avec $E^0 = 0,03 \log K$

AN : $E_i = 0,6 \text{ V}$.

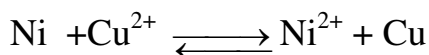
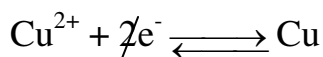
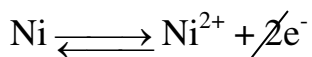
- c) $E = V(\text{Cu}) - V(\text{Ni}) > 0$; le fil de cuivre représente le pôle positif de la pile (P).

2)

- a) Les électrons circulent dans le conducteur ohmique de l'électrode de Nickel vers l'électrode de cuivre.



- b) L'équation de la réaction spontanée



c) La pile cesse de débiter du courant électrique lorsque la réaction associée atteint l'état final d'équilibre dynamique.

$K = 10^{20}$ l'équilibre est très avancé vers la droite, la réaction peut être considérée comme **totale** le réactif en défaut est donc totalement consommé à la fin de la réaction.

Equation chimique		$Ni + Cu^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Cu$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol.L ⁻¹)			
Initial	0	$n_0(Ni)$ excès	$C_2.V$	$C_1.V$	$n_0(Cu)$
final	x_f	$n_0(Ni) - x_f$	$C_2.V - x_f = 0$	$C_1.V + x_f$	$n_0(Cu) + x_f$

$C_2.V - x_f = 0$, l'avancement finale est alors $x_f = C_2.V$

A la fin de la réaction $n(Ni^{2+}) = C_1.V + x_f$ et $[Ni^{2+}] = C_1 + C_2 = 2.10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$

La masse de cuivre déposé est $|\Delta m| = M(Ni) |\Delta n|$.

AN : $|\Delta m| = 58,7.10^{-3} \text{ g}$

- Il s'agit d'une diminution car le fil de Nickel est le siège d'une oxydation.

PHYSIQUE

Exercice I

1)

a) Le solide (S) est soumis à une force à distance (le poids) et deux forces de contact (la réaction du plan et tension du ressort). Le Tension du ressort est à chaque instant opposée à la déformation $\overrightarrow{\Delta l}$. Le ressort étant comprimé.

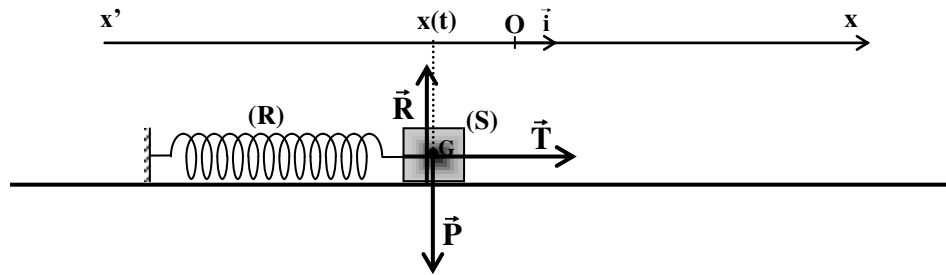


Figure 3

b) dans le référentiel terrestre, supposé galiléen, la somme des forces extérieures exercées sur le solide est égale au produit de sa masse par l'accélération de son centre d'inertie.

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}_G$$

Par projection de relation vectorielle précédente sur le repère $(o, \vec{i})$ on obtient la relation algébrique :

$$-Kx(t) = m \frac{d^2x(t)}{dt^2}$$

D'où

$$m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + Kx(t) = 0$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \omega_0^2 x(t) = 0 \quad (E)$$

Avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$.

c) ω_0 est la pulsation propre du pendule élastique.

$$\text{d)} \quad x(t) = X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$$

Cherchons l'expression de la dérivée seconde de $x(t)$;

$$\frac{dx(t)}{dt} = \omega_0 X_{max} \sin\left(\omega_0 t + \varphi_x + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = \omega_0^2 X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x + \pi) = -\omega_0^2 X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\omega_0^2 x(t)$$

Remplaçons cette expression dans l'équation différentielle (E) ;

$$-\omega_0^2 x(t) + \omega_0^2 x(t) = 0$$

La fonction $x(t) = X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$, vérifie l'équation différentielle (E) donc elle en est une solution générale ; les paramètres X_{max} et φ_x sont imposés par les conditions initiales du mouvement.

2)

a)

$$\text{a}_1. \quad X_{max} = 4 \text{ cm} = 4.10^{-2} \text{ m}, \quad T_0 = 0,5 \text{ s} \quad , \quad \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$$

$$\text{AN : } \omega_0 = 4\pi \text{ rad.s}^{-1} = 12,56 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\text{a}_2. \quad x(t) = X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$$

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \omega_0 X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi_x) = \omega_0 X_{max} \sin\left(\omega_0 t + \varphi_x + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$v(t) = V_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_v)$$

D'après la courbe de la figure 4 l'élongation initiale du centre d'inertie du solide vaut 2 cm et sa vitesse initiale est négative.

$$\begin{cases} x(0) = X_{max} \sin(\varphi_x) = 2.10^{-2} \\ v(0) = \omega_0 X_{max} \cos(\varphi_x) < 0 \end{cases} ; \begin{cases} \sin(\varphi_x) = \frac{x(0)}{X_{max}} \\ \cos(\varphi_x) < 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sin(\varphi_x) = \frac{1}{2} \\ \cos(\varphi_x) < 0 \end{cases} \quad d'ou \quad \varphi_x = \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$$

$$\text{b)} \quad V_{max} = \omega_0 X_{max} \quad \text{et} \quad \varphi_v = \varphi_x + \frac{\pi}{2}$$

AN :

$$V_{max} = 0,5 \text{ m.s}^{-1} \quad \text{et} \quad \varphi_v = \frac{4\pi}{3} \text{ rad}$$

3)

- a) L'énergie potentielle est nulle lorsque l'élongation $x(t)$ est nulle, d'après les courbes des figures 4 et 5 on voit que la courbe $\mathcal{C}_2$ passe par 0 aux mêmes instants où l'élongation $x(t)$ s'annule, ce qui permet d'affirmer que la courbe $\mathcal{C}_2$ représente l'évolution de l'énergie potentielle $E_p(t)$.
- b) D'après les courbes d'évolution de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique on vérifie qu'à chaque instant l'énergie totale du système $\{(S), (R)\}$ se conserve ; $E = E_p(t) + E_c(t) = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ J}$. donc le système est conservatif.
- c) Lorsque le solide est aux extrémités ($x(t) = \pm X_{max}$) toute l'énergie du système est potentielle. .

$$E_{c_{max}} = \frac{1}{2} K X_{max}^2 = E$$

De même lors du passage par l'origine ($x(t) = 0$) toute l'énergie du système est cinétique.

$$E_{c_{max}} = \frac{1}{2} m V_{max}^2 = E$$

$$K = \frac{2E}{X_{max}^2} \quad \text{et} \quad m = \frac{2E}{V_{max}^2}$$

AN :

$$K = 20 \text{ N.m}^{-1} = \text{et} \quad m = 0,128 \text{ kg}.$$

Exercice 2

1)

- Actif : présence d'un AOP
- Linéaire : u_s et u_e sont sinusoïdales de même fréquence N .
- Passe-bas :
 - U_{smax} est une fonction strictement monotone N

$$\blacksquare \begin{cases} - \text{ pour les faibles fréquences } (N \rightarrow 0), U_{S\max} = \frac{R_2}{R_1} U_{E\max} \\ - \text{ pour les hautes fréquences } (N \rightarrow \infty), U_{S\max} \rightarrow 0 \end{cases}$$

2)

a) Pour un filtre passe bas actif, la tension de sortie est en avance de phase par rapport à la tension d'entrée ; d'où la courbe 1 correspond à u_s .

b)

b₁.

$$\begin{aligned} \Delta\varphi = \varphi_s - \varphi_e &= -\frac{2\pi}{T} \Delta t = -\frac{2\pi}{T} (t_s - t_e) \\ &= -\frac{2\pi}{T} \left(0 - \frac{3T}{8}\right) = \frac{3T}{4} \end{aligned}$$

Ce déphasage correspond à la fréquence de coupure du filtre actif passe bas

$$N_1 = \frac{1}{T} = 800 \text{ Hz}$$

b₂.

$$T_1 = \frac{U_{S\max}}{U_{E\max}}$$

AN :

$$T_1 = \frac{10}{7,1} = 1,41$$

A la fréquence de coupure

$$T_1 = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$$

AN : $T_0 = 2$

c) A la fréquence de coupure

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 + (2\pi N_1 R_2 C)^2}} = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$$

Soit

$$2\pi N_1 R_2 C = 1 \text{ d'où}$$

$$N_1 = \frac{1}{2\pi R_2 C}$$

d)

$$T_0 = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{R_2}{T_0} \quad \text{AN: } R_1 = 800 \, \Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi N_1 R_2} \quad \text{AN: } C = 1,24 \cdot 10^{-7} \, F$$

Exercice 3

1)

a) Il s'agit du phénomène d'induction magnétique.

b) Instantané (n'apparaît que pendant la durée de déplacement, bref,...)

2) Induit : la bobine

Inducteur : l'aimant

3)

a) Loi de Lenz : le courant induit a un sens tel qu'il s'oppose par ses effets à la cause qui lui donne naissance.

b) Le courant induit crée une face sud pour s'opposer à l'éloignement de la face nord de l'aimant.

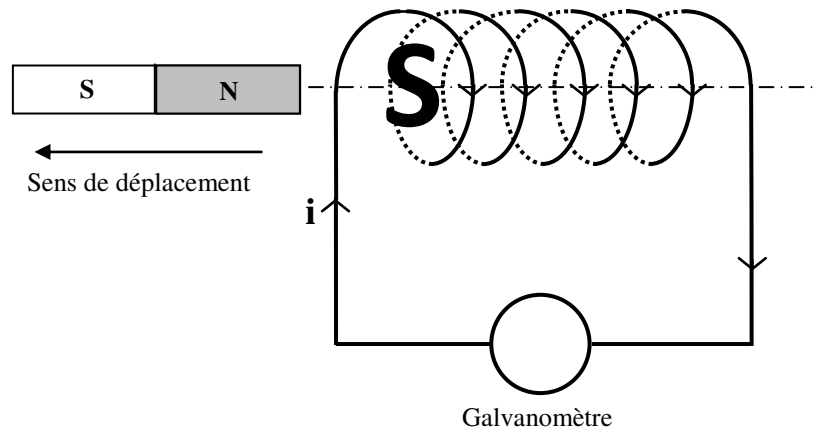


figure 8

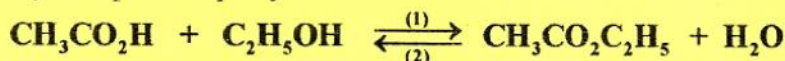
Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 5/5.

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

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (4 points)

L'éthanoate d'éthyle ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$) est un ester utilisé comme agent de saveur dans l'industrie alimentaire. On le prépare au laboratoire par action de l'acide éthanoïque ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) sur l'éthanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$). L'équation qui symbolise cette réaction est :



Pour étudier cette réaction, on procède comme suit: on introduit dans un erlenmeyer sec placé dans un bain d'eau glacée, une masse m_1 d'acide éthanoïque, une masse m_2 d'éthanol et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, pris comme catalyseur. Le mélange ainsi préparé est équimolaire. On le répartit de façon égale dans quatre tubes à essais placés préalablement dans un bain d'eau glacée. Chaque tube renferme une quantité n_0 mol de chaque réactif.

A un instant pris comme origine des temps, on place les tubes dans un bain thermostaté à 55°C , après les avoir équipés chacun d'un réfrigérant à air. Puis on dose, à des instants déterminés, les acides restants dans chacun des tubes par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (soude) de concentration molaire $C_B = 2 \text{ mol.L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré approprié.

Une étude préalable a permis de déterminer le volume de la solution de soude nécessaire au titrage de l'acide sulfurique présent dans chacun des tubes. Les résultats expérimentaux des titrages successifs sont consignés dans le tableau ci-dessous, où V_B désigne le volume de la solution de soude nécessaire au titrage de l'acide éthanoïque seul.

t(min)	0	40	80	100
$V_B(\text{mL})$	15	8	5	5

- Donner le nom de la réaction étudiée.
- Préciser le rôle de l'indicateur coloré.
 - En raisonnant sur le contenu d'un tube, montrer qu'à un instant t donné, l'avancement de la réaction est donné par la relation: $x = n_0 - C_B \cdot V_B$.
- En utilisant la question 2-b et les résultats du tableau ci-dessus, déterminer :
 - la valeur de n_0 ;
 - les valeurs x_1 , x_2 et x_3 de l'avancement x respectivement aux instants $t_1 = 40 \text{ min}$, $t_2 = 80 \text{ min}$ et $t_3 = 100 \text{ min}$. En déduire la valeur de l'avancement final x_f de la réaction.
- Déterminer la valeur du taux d'avancement final τ_f de la réaction étudiée. En déduire une propriété caractéristique de cette réaction.
 - Dégager, à partir du tableau précédent, une autre propriété caractéristique de la réaction étudiée.
- Déterminer les valeurs de m_1 et m_2 .

Données : Masses molaires : $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$

Exercice 2 (3 points)

Etude d'un document scientifique

Pourquoi les piles alcalines ne sont pas rechargeables ?

Théoriquement, toutes les piles sont rechargeables, car elles produisent toutes de l'électricité à partir d'une réaction électrochimique entre deux électrodes plongées dans une substance conductrice (électrolyte), jusqu'à épuisement de la réaction. Si on leur apporte de l'électricité, on obtient donc la réaction inverse.

Dans une pile alcaline les deux électrodes baignent dans une solution gélifiée d'hydroxyde de potassium (KOH). La première électrode est en zinc ; elle cède progressivement des électrons au fur et à mesure que le zinc se solubilise dans l'électrolyte. L'équation chimique traduisant cette transformation est : $\text{Zn} + 4 \text{OH}^- \rightarrow \text{Zn(OH)}_4^{2-} + 2\text{e}^-$. La seconde électrode, en dioxyde de manganèse, peut capter des électrons selon : $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{MnOOH} + \text{OH}^-$. Si un circuit extérieur relie ces deux électrodes, une réaction électrochimique se produit spontanément créant ainsi un courant électrique. Or, quand on inverse la réaction et qu'on recharge la pile, le zinc solubilisé présent dans l'électrolyte s'accumule sur l'électrode de zinc et forme des dendrites (ou filaments) de zinc qui provoqueront, à terme, un court-circuit avec l'autre électrode. Cette recharge produit également du dihydrogène dont la pression peut détruire l'enveloppe de la pile.

Les accumulateurs (piles rechargeables) fonctionnent sur le même principe mais contiennent des additifs qui empêchent la formation de dépôts sur les électrodes et sont équipés de valves permettant d'évacuer le dihydrogène formé.

D'après un article publié par Science et Vie le 19 avril 2014

- 1- La recharge d'une pile repose sur le principe de l'électrolyse. Relever du texte un passage qui le prouve.
- 2- La pile décrite dans le texte est qualifiée d'alcaline. Justifier cette qualification.
- 3- Préciser, en le justifiant, la polarité des électrodes de cette pile.
- 4- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite un courant dans un circuit extérieur.
- 5- a- Dégager du texte, deux obstacles qui empêchent la recharge d'une pile alcaline.
b- Préciser comment ces obstacles sont franchis dans le cas des accumulateurs.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (8 points)

Les parties I et II peuvent être traitées indépendamment l'une de l'autre.

On dispose, au laboratoire d'un lycée, d'un condensateur de capacité C et d'une bobine d'inductance L et de résistance r dont on se propose de déterminer expérimentalement leurs grandeurs électriques caractéristiques. Pour ce faire, un groupe d'élèves réalise les deux expériences suivantes:

I- Expérience 1 : détermination de la valeur de la capacité C du condensateur.

Pour déterminer la valeur de la capacité C , les élèves réalisent le circuit schématisé sur la **figure 1**.

Il comporte, montés en série:

- le condensateur ;
- un conducteur ohmique de résistance $R = 415 \, \Omega$;
- un générateur de tension idéal de fem E ;
- un interrupteur (K).

A l'instant $t = 0$, les élèves ferment l'interrupteur (K) et suivent, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, l'évolution au cours du temps de la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur.

La courbe obtenue est représentée sur la **figure 2** de la **page 5/5 à compléter et à rendre avec la copie**.

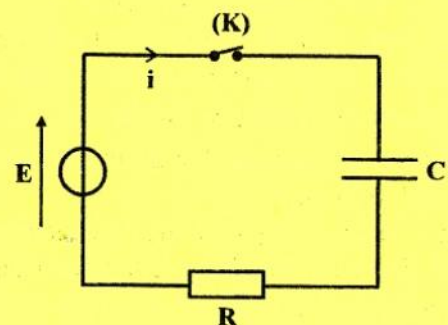


figure 1

- 1- Nommer le phénomène subi par le condensateur au cours de cette expérience.
- 2- a- Exprimer la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique en fonction R , C et $\frac{du_c(t)}{dt}$.

- b- En appliquant la loi des mailles, montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_c(t)$ s'écrit sous la forme: $u_c(t) + \tau \frac{du_c(t)}{dt} = E$, où τ désigne la constante de temps du dipôle RC.
- 3- a- En exploitant la courbe de la **figure 2 de la page 5/5**, déterminer :
- a₁- la valeur de la fem E du générateur ;
 - a₂- la valeur de la constante de temps τ .
- b- En déduire la valeur de la capacité C , ainsi que celle de la charge maximale Q_0 emmagasinée dans le condensateur.

II- Expérience 2 : détermination de l'inductance L et de la résistance r de la bobine.

On prendra dans ce qui suit : $C = 6,75 \mu F$

Pour déterminer les valeurs de L et r , les élèves réalisent un circuit série comportant la bobine, le condensateur, un conducteur ohmique de résistance $R_1 = 85 \Omega$ et un générateur basses fréquences (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable. Ils utilisent ensuite un oscilloscope bicourbe pour visualiser simultanément sur son écran, la tension $u(t)$ et la tension $u_{R_1}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.

Pour une valeur $N_1 = 130 \text{ Hz}$ de la fréquence N du (GBF), les élèves obtiennent les courbes de la **figure 3**.

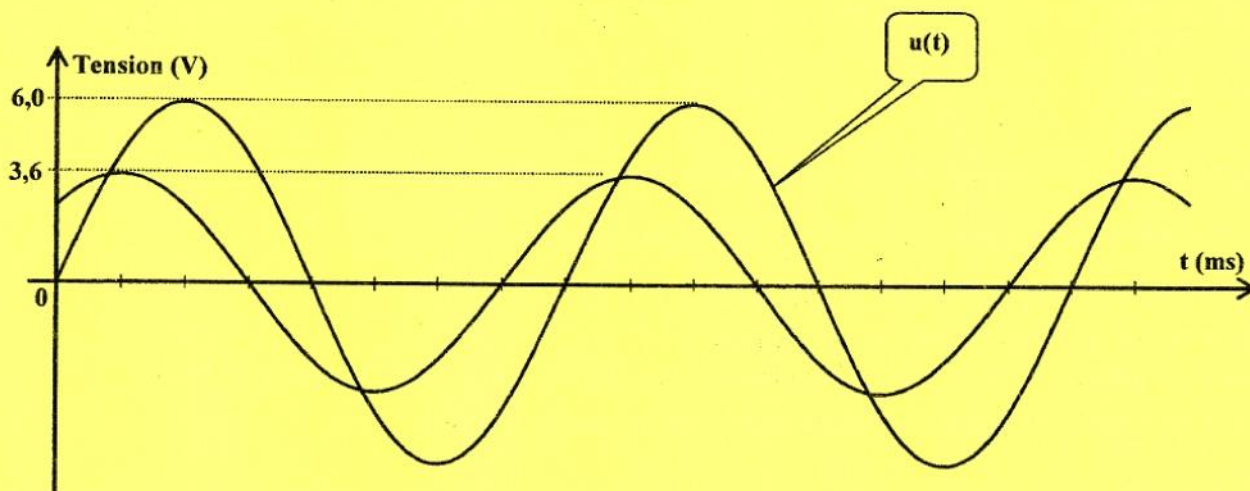


figure 3

- 1- Donner un schéma du circuit électrique réalisé par les élèves. Faire apparaître, sur ce schéma, le branchement de l'oscilloscope.
- 2- En exploitant les courbes de la **figure 3**, déterminer:
 - a- les valeurs maximales U_m et $U_{R,m}$, respectivement des tensions $u(t)$ et $u_{R_1}(t)$;
 - b- le déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ de la tension $u(t)$ par rapport à l'intensité du courant $i(t)$. Préciser la nature du circuit (inductif, capacitif ou résistif).
- 3- a- Exprimer l'impédance Z du circuit en fonction de U_m , $U_{R,m}$ et R_1 .
 - b- En déduire que r peut se mettre sous la forme: $r = R_1 \left(\frac{U_m}{\sqrt{2} \cdot U_{R,m}} - 1 \right)$. Calculer sa valeur.
 - c- Déterminer la valeur de L .
- 4- L'un des élèves du groupe agit sur la fréquence du (GBF) afin d'annuler le déphasage entre $u(t)$ et $i(t)$.
 - a- Préciser, en le justifiant, si l'élève a augmenté ou a diminué la fréquence du (GBF) initialement ajustée à la valeur N_1 .
 - b- Déterminer, dans ce cas, la valeur maximale de la tension $u_{R_1}(t)$.

Exercice 2 (5 points)

Une corde élastique de longueur $L = 90 \text{ cm}$, tendue horizontalement, est attachée par son extrémité S au bout d'une lame vibrante qui lui communique, à l'instant $t = 0$, des vibrations verticales sinusoïdales d'équation : $y_S(t) = a \sin(2\pi Nt + \varphi)$; où a , N et φ désignent respectivement l'amplitude, la fréquence et la phase initiale de S .

On suppose qu'il n'y a ni amortissement, ni réflexion de l'onde issue de S .

- 1- a- Donner la définition d'une onde mécanique.
b- Préciser, en le justifiant, la nature (transversale ou longitudinale) de l'onde issue de S et se propageant le long de la corde.
- 2- Les courbes de la **figure 4** représentent les diagrammes de mouvement de deux points A et B de la corde distants, lorsque la corde est au repos, de : $d = AB = 0,15 \text{ m}$.

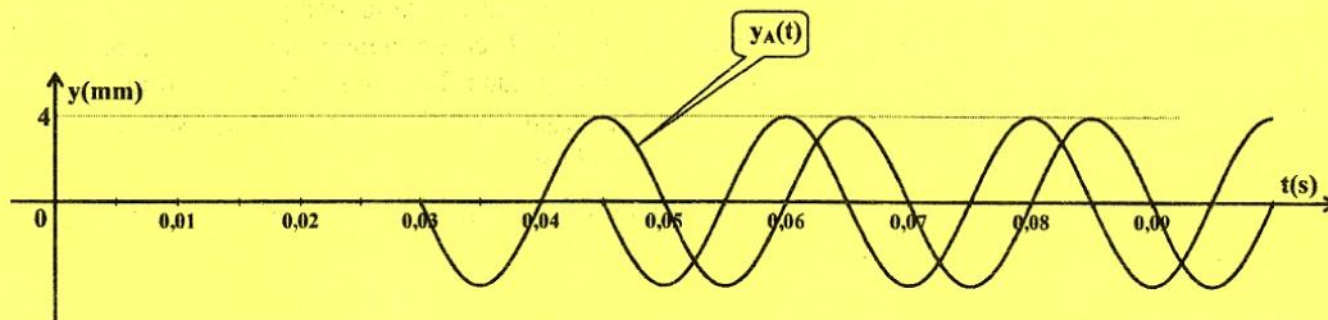


figure 4

- a- Déterminer les valeurs de l'amplitude a et de la fréquence N de l'onde issue de S .
 - b- Montrer que la longueur d'onde $\lambda = \frac{4d}{3}$. Calculer sa valeur.
 - c- Déterminer la valeur de la phase initiale φ de S .
 - d- Comparer les mouvements des points A et B .
 - e- Préciser la valeur de l'élongation du point A et le signe de sa vitesse à l'instant $t_1 = 70 \text{ ms}$.
- 3- L'aspect de la corde à l'instant $t_1 = 70 \text{ ms}$ est représenté sur la **figure 5**.

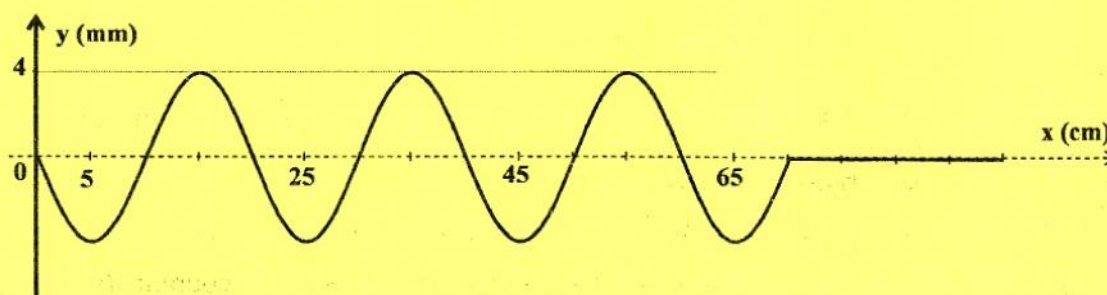
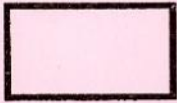
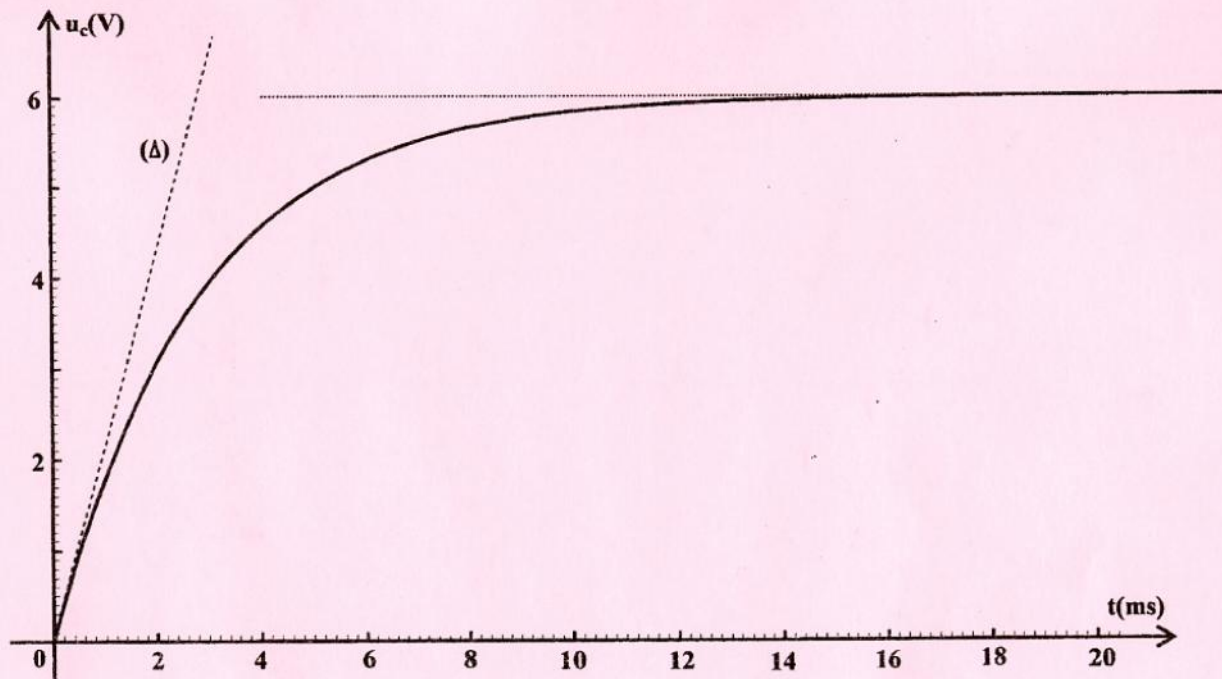


figure 5

- a- Déterminer à l'instant t_1 , les abscisses des points de la corde ayant la même élongation que le point A et une vitesse positive.
- b- Représenter, sur la **figure 6 de la page 5/5**, l'aspect de la corde à l'instant $t_2 = 85 \text{ ms}$.



Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.



La droite (Δ) est tangente à la courbe à $t = 0$

figure 2



figure 6

Session principale
Section sciences techniques

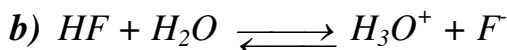
CHMIE

Exercice 1

1)

a) $[H_3O^+] = 10^{-pH}$, AN : $[H_3O^+] = 2.10^{-3}$

$[H_3O^+] < C_1$ donc l'acide HF est faible.



2)

a) Le pH du mélange au point d'équivalence est basique ($pH_E = 7,8$) ce qui signifie que l'acide méthanoïque est faible.

b) Le pK_a du couple $HCOOH / HCOO^-$ est égale au pH du mélange à la demi-équivalence ; $pK_a = 3,8$.

c) Au point d'équivalence la quantité de matière de base introduite dans le mélange est égale à la quantité de matière de l'acide.

$$n_B(E) = n_A \text{ signifie } C_B \cdot V_B(E) = C_A \cdot V_A$$

d'où ,

$$C_2 = \frac{C_B \cdot V_B(E)}{V_A}$$

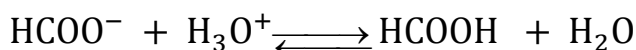
$$\text{AN : } C_2 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

3) Le volume V_1 de la solution S_1 est le siège d'un équilibre dynamique modélisé par l'équation (1-b-). La composition molaire de cette solution est :

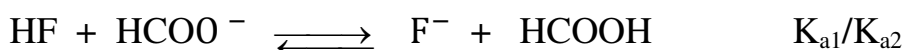
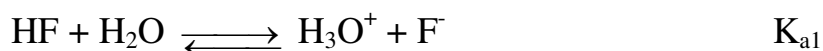
$$n(H_3O^+) = n(F^-) = V \cdot 10^{-pH} = 2.10^{-4} \text{ mol.}$$

$$n(HF) = C_1 V_1 - V \cdot 10^{-pH} = 8.10^{-4} \text{ mol.}$$

la dissolution du méthanoate de sodium $HCOONa$ (électrolyte fort) apporte dans la solution $n_0 = 2.10^{-2}$ mol d'ion méthanoate $HCOO^-$. L'ion méthanoate, étant une base faible il réagit avec les ions hydronium de la solution suivant l'équation :



Une transformation chimique prend naissance, dont l'équation bilan est :



L'avancement finale de cette transformation chimique est $x_f = 1,73 \cdot 10^{-4}$ mol.

a)

Equation chimique		$HF + HCOO^- \rightleftharpoons F^- + HCOOH$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol)			
Initial	0	$8 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	0
final	x_f	$8 \cdot 10^{-4} - x_f$ $= 6,27 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4} - x_f$ $= 0,27 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4} + x_f$ $= 3,73 \cdot 10^{-4}$	$x_f = 1,73 \cdot 10^{-4}$

b)

$$K = \frac{[F^-]_{eq} [HCOOH]_{eq}}{[HCOO^-]_{eq} [HF]_{eq}}$$

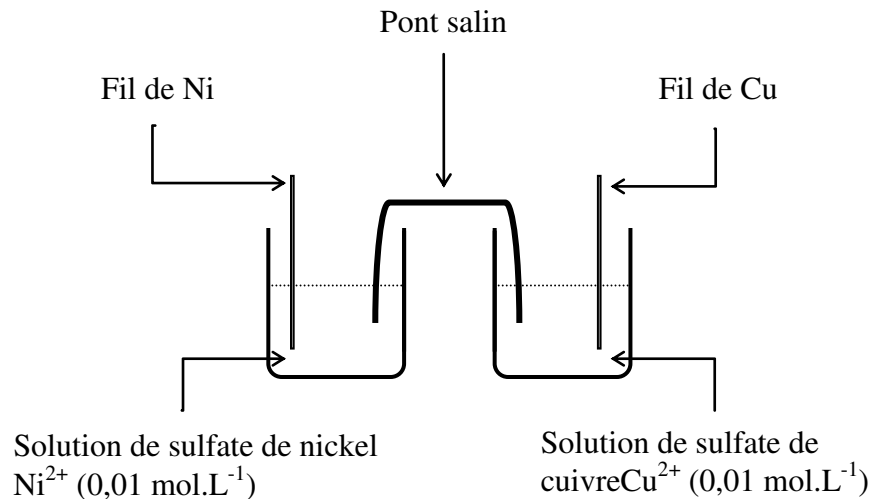
AN : $K = 3,81$

c) $K = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} > 1$ donc l'acide fluorhydrique HF est plus fort que l'acide méthanoïque HCOOH.

Exercice 2

1)

- a) Le schéma de la pile est déduit à partir l'équation de la réaction associée et des solutions dans chaque compartiment de la pile.



- b) La fem initiale est $E_i = E^0 - 0,03 \log \frac{C_1}{C_2} = E^0$

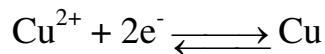
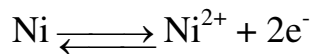
Avec $E^0 = 0,03 \log K$

AN : $E_i = 0,6 \text{ V}$.

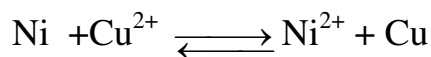
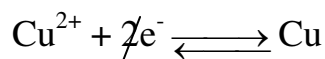
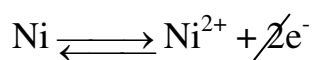
- c) $E = V(\text{Cu}) - V(\text{Ni}) > 0$; le fil de cuivre représente le pôle positif de la pile (P).

2)

- a) Les électrons circulent dans le conducteur ohmique de l'électrode de Nickel vers l'électrode de cuivre.



- b) L'équation de la réaction spontanée



c) La pile cesse de débiter du courant électrique lorsque la réaction associée atteint l'état final d'équilibre dynamique.

$K = 10^{20}$ l'équilibre est très avancé vers la droite, la réaction peut être considérée comme **totale** le réactif en défaut est donc totalement consommé à la fin de la réaction.

Equation chimique		$Ni + Cu^{2+} \longrightarrow Ni^{2+} + Cu$			
Etat du système	Avancement (mol)	Quantité de matière (mol.L ⁻¹)			
Initial	0	$n_0(Ni)$ excès	$C_2.V$	$C_1.V$	$n_0(Cu)$
final	x_f	$n_0(Ni) - x_f$	$C_2.V - x_f = 0$	$C_1.V + x_f$	$n_0(Cu) + x_f$

$C_2.V - x_f = 0$, l'avancement finale est alors $x_f = C_2.V$

A la fin de la réaction $n(Ni^{2+}) = C_1.V + x_f$ et $[Ni^{2+}] = C_1 + C_2 = 2.10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$

La masse de cuivre déposé est $|\Delta m| = M(Ni) |\Delta n|$.

AN : $|\Delta m| = 58,7.10^{-3} \text{ g}$

- Il s'agit d'une diminution car le fil de Nickel est le siège d'une oxydation.

PHYSIQUE

Exercice I

1)

a) Le solide (S) est soumis à une force à distance (le poids) et deux forces de contact (la réaction du plan et tension du ressort). Le Tension du ressort est à chaque instant opposée à la déformation $\overrightarrow{\Delta l}$. Le ressort étant comprimé.

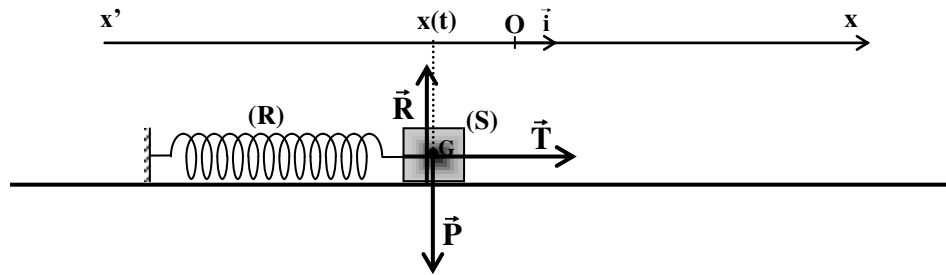


Figure 3

b) dans le référentiel terrestre, supposé galiléen, la somme des forces extérieures exercées sur le solide est égale au produit de sa masse par l'accélération de son centre d'inertie.

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}_G$$

Par projection de relation vectorielle précédente sur le repère $(o, \vec{i})$ on obtient la relation algébrique :

$$-Kx(t) = m \frac{d^2x(t)}{dt^2}$$

D'où

$$m \frac{d^2x(t)}{dt^2} + Kx(t) = 0$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + \omega_0^2 x(t) = 0 \quad (E)$$

Avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{K}{m}}$.

c) ω_0 est la pulsation propre du pendule élastique.

$$\text{d)} \quad x(t) = X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$$

Cherchons l'expression de la dérivée seconde de $x(t)$;

$$\frac{dx(t)}{dt} = \omega_0 X_{max} \sin\left(\omega_0 t + \varphi_x + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = \omega_0^2 X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x + \pi) = -\omega_0^2 X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$$

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\omega_0^2 x(t)$$

Remplaçons cette expression dans l'équation différentielle (E) ;

$$-\omega_0^2 x(t) + \omega_0^2 x(t) = 0$$

La fonction $x(t) = X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$, vérifie l'équation différentielle (E) donc elle en est une solution générale ; les paramètres X_{max} et φ_x sont imposés par les conditions initiales du mouvement.

2)

a)

$$\text{a}_1. \quad X_{max} = 4 \text{ cm} = 4.10^{-2} \text{ m}, \quad T_0 = 0,5 \text{ s} \quad , \quad \omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$$

$$\text{AN : } \omega_0 = 4\pi \text{ rad.s}^{-1} = 12,56 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\text{a}_2. \quad x(t) = X_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_x)$$

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = \omega_0 X_{max} \cos(\omega_0 t + \varphi_x) = \omega_0 X_{max} \sin\left(\omega_0 t + \varphi_x + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$v(t) = V_{max} \sin(\omega_0 t + \varphi_v)$$

D'après la courbe de la figure 4 l'élongation initiale du centre d'inertie du solide vaut 2 cm et sa vitesse initiale est négative.

$$\begin{cases} x(0) = X_{max} \sin(\varphi_x) = 2.10^{-2} \\ v(0) = \omega_0 X_{max} \cos(\varphi_x) < 0 \end{cases} ; \begin{cases} \sin(\varphi_x) = \frac{x(0)}{X_{max}} \\ \cos(\varphi_x) < 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sin(\varphi_x) = \frac{1}{2} \\ \cos(\varphi_x) < 0 \end{cases} \quad d'ou \quad \varphi_x = \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2} = \frac{5\pi}{6} \text{ rad}$$

$$\text{b)} \quad V_{max} = \omega_0 X_{max} \quad \text{et} \quad \varphi_v = \varphi_x + \frac{\pi}{2}$$

AN :

$$V_{max} = 0,5 \text{ m.s}^{-1} \quad \text{et} \quad \varphi_v = \frac{4\pi}{3} \text{ rad}$$

3)

- a) L'énergie potentielle est nulle lorsque l'élongation $x(t)$ est nulle, d'après les courbes des figures 4 et 5 on voit que la courbe $\mathcal{C}_2$ passe par 0 aux mêmes instants où l'élongation $x(t)$ s'annule, ce qui permet d'affirmer que la courbe $\mathcal{C}_2$ représente l'évolution de l'énergie potentielle $E_p(t)$.
- b) D'après les courbes d'évolution de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique on vérifie qu'à chaque instant l'énergie totale du système $\{(S), (R)\}$ se conserve ; $E = E_p(t) + E_c(t) = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ J}$. donc le système est conservatif.
- c) Lorsque le solide est aux extrémités ($x(t) = \pm X_{max}$) toute l'énergie du système est potentielle. .

$$E_{c_{max}} = \frac{1}{2} K X_{max}^2 = E$$

De même lors du passage par l'origine ($x(t) = 0$) toute l'énergie du système est cinétique.

$$E_{c_{max}} = \frac{1}{2} m V_{max}^2 = E$$

$$K = \frac{2E}{X_{max}^2} \quad \text{et} \quad m = \frac{2E}{V_{max}^2}$$

AN :

$$K = 20 \text{ N.m}^{-1} = \quad \text{et} \quad m = 0,128 \text{ kg}.$$

Exercice 2

1)

- Actif : présence d'un AOP
- Linéaire : u_s et u_e sont sinusoïdales de même fréquence N.
- Passe-bas :
 - U_{smax} est une fonction strictement monotone N

$$\blacksquare \begin{cases} - \text{ pour les faibles fréquences } (N \rightarrow 0), U_{S\max} = \frac{R_2}{R_1} U_{E\max} \\ - \text{ pour les hautes fréquences } (N \rightarrow \infty), U_{S\max} \rightarrow 0 \end{cases}$$

2)

a) Pour un filtre passe bas actif, la tension de sortie est en avance de phase par rapport à la tension d'entrée ; d'où la courbe 1 correspond à u_s .

b)

b₁.

$$\begin{aligned} \Delta\varphi = \varphi_s - \varphi_e &= -\frac{2\pi}{T} \Delta t = -\frac{2\pi}{T} (t_s - t_e) \\ &= -\frac{2\pi}{T} \left(0 - \frac{3T}{8}\right) = \frac{3T}{4} \end{aligned}$$

Ce déphasage correspond à la fréquence de coupure du filtre actif passe bas

$$N_1 = \frac{1}{T} = 800 \text{ Hz}$$

b₂.

$$T_1 = \frac{U_{S\max}}{U_{E\max}}$$

AN :

$$T_1 = \frac{10}{7,1} = 1,41$$

A la fréquence de coupure

$$T_1 = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$$

AN : $T_0 = 2$

c) A la fréquence de coupure

$$T = \frac{T_0}{\sqrt{1 + (2\pi N_1 R_2 C)^2}} = \frac{T_0}{\sqrt{2}}$$

Soit

$$2\pi N_1 R_2 C = 1 \text{ d'où}$$

$$N_1 = \frac{1}{2\pi R_2 C}$$

d)

$$T_0 = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{R_2}{T_0} \quad \text{AN: } R_1 = 800 \, \Omega$$

$$C = \frac{1}{2\pi N_1 R_2} \quad \text{AN: } C = 1,24 \cdot 10^{-7} \, F$$

Exercice 3

1)

a) Il s'agit du phénomène d'induction magnétique.

b) Instantané (n'apparaît que pendant la durée de déplacement, bref,...)

2) Induit : la bobine

Inducteur : l'aimant

3)

a) Loi de Lenz : le courant induit a un sens tel qu'il s'oppose par ses effets à la cause qui lui donne naissance.

b) Le courant induit crée une face sud pour s'opposer à l'éloignement de la face nord de l'aimant.

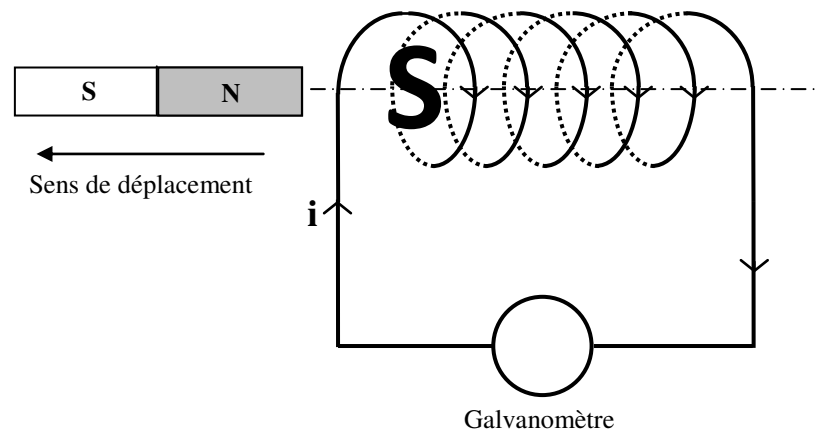


figure 8

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ♦♦♦♦ EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION 2015	Epreuve : SCIENCES PHYSIQUES
	Durée : 3 H
	Coefficient : 3
Section : Sciences techniques	Session principale

Le sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

Les pages 5/6 et 6/6 sont à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (4 points)

On réalise à 25°C, une pile électrochimique (P) alimentant un circuit extérieur comportant un conducteur ohmique de résistance (R), un ampèremètre (A) et un interrupteur (K) (voir figure 1).

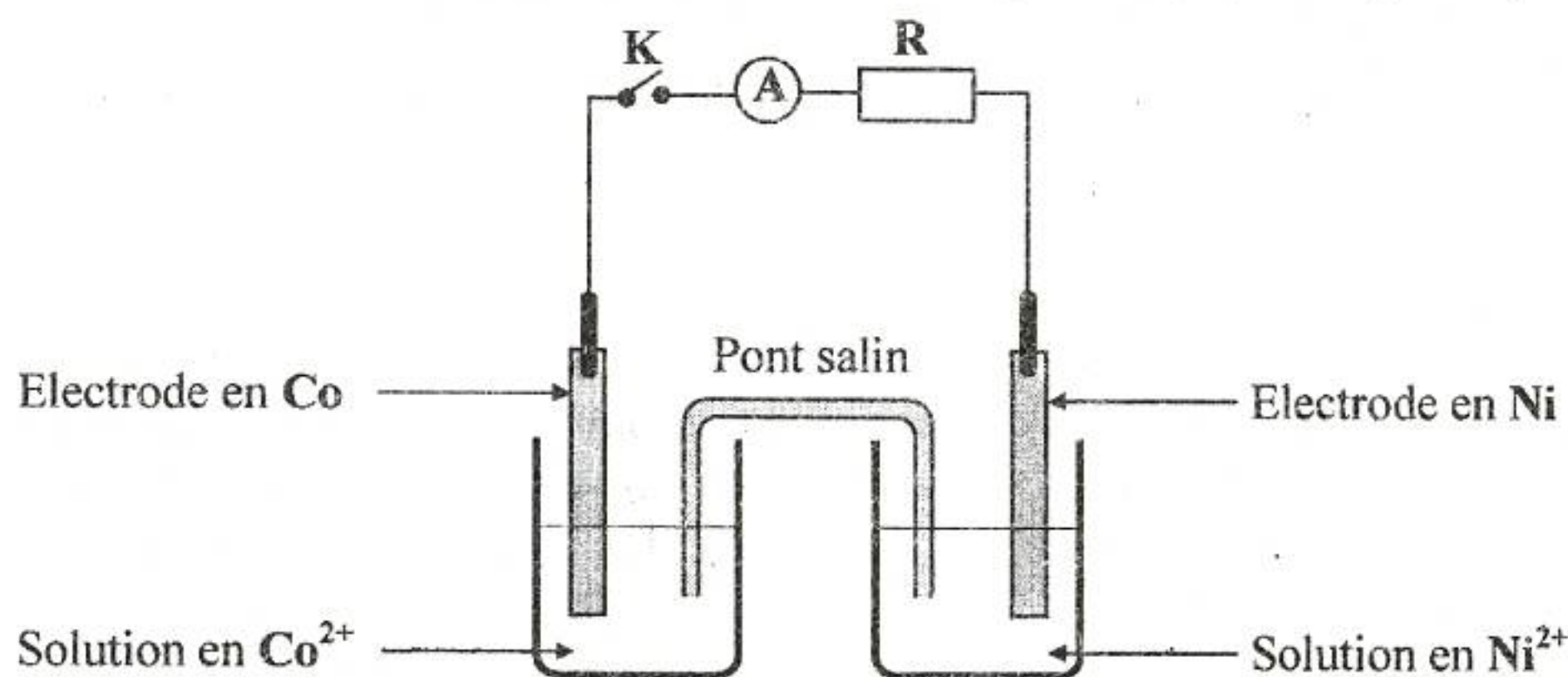


figure 1

- L'équation chimique associée à cette pile est : $\text{Co} + \text{Ni}^{2+} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + \text{Ni}$.
 - La constante d'équilibre relative à l'équation chimique associée est : $K_1 = 4,64$.
 - La fem de la pile étudiée est donnée par la relation : $E = E^0 - 0,03 \log \frac{[\text{Co}^{2+}]}{[\text{Ni}^{2+}]}$; E^0 étant la fem standard de la pile.
 - On suppose que durant le fonctionnement de la pile (P), aucune des lames ne disparaisse complètement et que les volumes des solutions dans les deux compartiments restent constants et égaux.
- 1- Donner le symbole de la pile (P).
 - 2- L'interrupteur (K) est ouvert. La mesure de la fem initiale de cette pile, à l'aide d'un voltmètre de très grande résistance, donne : $E_i = -0,01 \text{ V}$.
 - a- Préciser, en le justifiant, le pôle positif de la pile (P).
 - b- Déterminer la valeur de E^0 puis comparer, en le justifiant, les pouvoirs réducteurs des couples rédox mis en jeu dans la pile (P).
 - c- Montrer que la valeur du rapport des concentrations molaires initiales est : $\frac{[\text{Co}^{2+}]_0}{[\text{Ni}^{2+}]_0} = 10$.
 - 3- L'interrupteur (K) est fermé.
 - a- Ecrire l'équation de la réaction chimique qui se produit spontanément. Justifier.
 - b- La pile cesse de débiter du courant dans le circuit extérieur lorsque la concentration molaire des ions Co^{2+} prend la valeur $90,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
 - b₁- Montrer que les concentrations molaires initiales des ions Co^{2+} et Ni^{2+} vérifient la relation suivante : $[\text{Co}^{2+}]_0 + [\text{Ni}^{2+}]_0 = 1,10 \text{ mol.L}^{-1}$.
 - b₂- Dédire de ce qui précède les valeurs de $[\text{Co}^{2+}]_0$ et $[\text{Ni}^{2+}]_0$.

Exercice 2 (3 points)

Le gaz phosgène COCl_2 est employé dans la fabrication de verres d'optique de grande qualité. A des températures assez élevées, il se décompose en dichlore Cl_2 et en monoxyde de carbone CO . La réaction modélisant cette transformation est symbolisée par l'équation chimique suivante :



On introduit, à l'instant $t = 0$, une quantité $n_0 = 0,80 \text{ mol}$ de phosgène dans un réacteur préalablement vide et maintenu à une température $\theta = 400^\circ\text{C}$. Sous une pression P_1 , la quantité de phosgène restant dans le réacteur à la fin de la réaction est : $n_f = 0,68 \text{ mol}$.

- 1- a- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique étudié.
b- Déterminer la composition molaire finale du mélange (M) présent dans le réacteur.
c- Déterminer le taux d'avancement final τ_f de la réaction de décomposition du phosgène.
d- Préciser en le justifiant, si la transformation étudiée est totale ou limitée.
- 2- On maintient la température du mélange (M) constante et égale à 400°C , et on amène la pression de la valeur P_1 à une valeur P_2 . Le taux d'avancement final de la réaction de décomposition du phosgène devient : $\tau_f = 0,17$. Comparer, en le justifiant, P_2 à P_1 .

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (6 points)

Lors d'une séance de travaux pratiques, un élève est chargé de trouver expérimentalement les valeurs de la capacité C d'un condensateur et de l'inductance L d'une bobine de résistance supposée nulle.

On met à sa disposition le condensateur, la bobine, un générateur de résistance négligeable et de fem E réglable, un conducteur ohmique de résistance R_1 réglable, un conducteur ohmique de résistance $R_2 = 20 \Omega$, un oscilloscope, deux interrupteurs et des fils de connexion.

Avec ce matériel, l'élève réalise le montage schématisé sur la **figure 2 de la page 5/6** (à rendre avec la copie) puis, il procède comme suit :

Première expérience : détermination de la capacité C du condensateur.

Le condensateur étant déchargé. A l'instant $t = 0$, l'élève ferme l'interrupteur K_1 (en maintenant K_2 ouvert) et suit, à l'aide de l'oscilloscope, l'évolution temporelle de la tension u_c aux bornes du condensateur.

Pour $R_1 = 220 \Omega$ et $E = 3,8 \text{ V}$, il obtient la courbe de la **figure 3 de la page 5/6**.

L'expression en fonction du temps de la tension aux bornes du condensateur est : $u_c(t) = U_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$;

où U_0 et τ sont deux constantes positives non nulles.

- 1- a- En se référant à l'expression de $u_c(t)$, préciser la limite vers laquelle tend u_c pour un temps de charge très long.
b- En déduire graphiquement, la valeur de U_0 .
- 2- a- Nommer τ , puis donner son expression en fonction des grandeurs caractéristiques du circuit.
b- Calculer la valeur de u_c à l'instant $t = \tau$.
c- En déduire graphiquement, la valeur de τ . Trouver alors celle de C .
- 3- a- Donner l'expression de l'intensité i du courant traversant le circuit en fonction de C et $\frac{du_c}{dt}$.
b- En déduire l'expression de la tension u_{R_1} aux bornes du conducteur ohmique de résistance R_1 en fonction du temps.
c- Tracer sur la **figure 3 de la page 5/6**, l'allure de la courbe traduisant l'évolution de la tension u_{R_1} en fonction du temps dans l'intervalle $[0 ; 3,5 \text{ ms}]$.
- 4- Pour charger plus rapidement le condensateur, préciser en le justifiant, s'il faut augmenter la valeur de E ou diminuer celle de R_1 .

Deuxième expérience : détermination de la valeur de l'inductance L de la bobine.

Une fois la première expérience réalisée (condensateur complètement chargé), l'élève ouvre K_1 puis, à un instant pris comme origine des temps, il ferme K_2 . A l'aide de l'oscilloscope, il enregistre l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps. La courbe obtenue est représentée sur la **figure 4**.

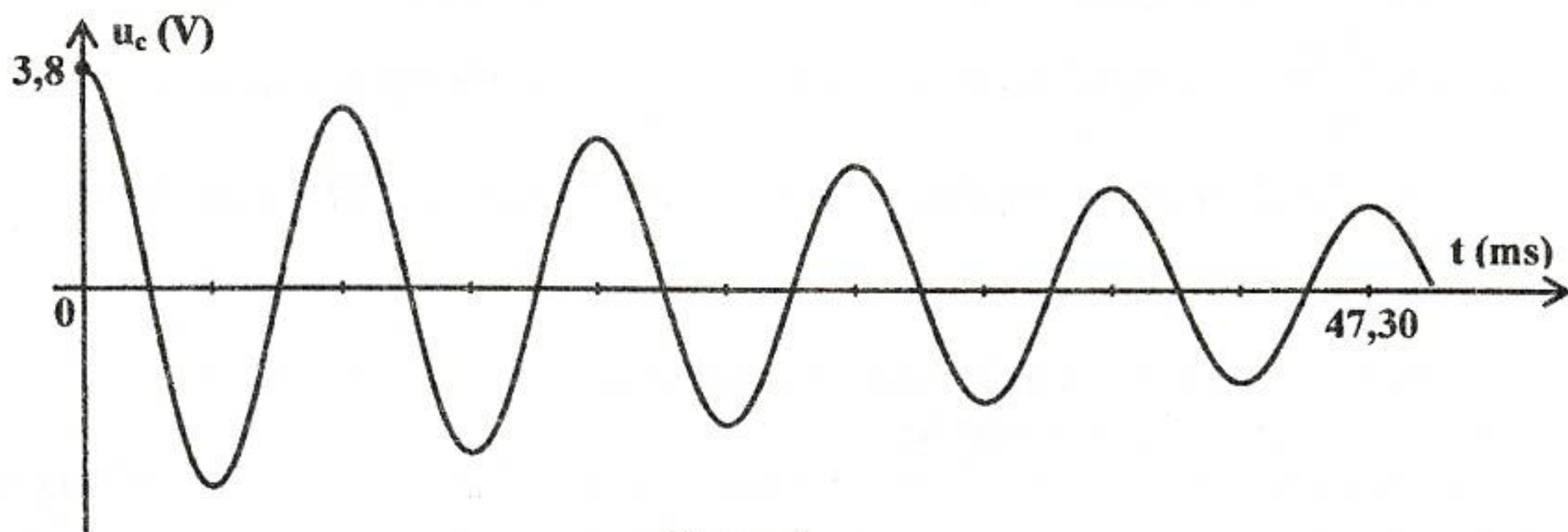


figure 4

Les oscillations électriques enregistrées sont régies par l'équation différentielle suivante :

$$LC \frac{d^2 u_c(t)}{dt^2} + R_2 C \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = 0$$

- 1- Qualifier les oscillations enregistrées sur la **figure 4** en choisissant un ou plusieurs adjectifs parmi : **amorties ; périodiques ; libres ; apériodiques ; forcées ; non amorties.**
- 2- a- Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T de ces oscillations.
b- En admettant que T est égale à la période propre T_0 du circuit LC , déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine.
- 3- a- Rappeler, en fonction de C , L , i et u_c , les expressions des énergies E_e et E_m emmagasinées respectivement par le condensateur et par la bobine ; i étant l'intensité du courant traversant le circuit à un instant t .
b- Montrer que : $\frac{dE_t}{dt} = -R_2 i^2$; où E_t désigne l'énergie totale emmagasinée dans le circuit à un instant t .
c- En déduire une explication de la diminution de l'amplitude des oscillations électriques enregistrées sur la **figure 4**.

Exercice 2 (4 points)

Le pendule élastique de la **figure 5 de la page 6/6** (à rendre avec la copie) est constitué d'un ressort hélicoïdal à spires non jointives, de constante de raideur $k = 12 \text{ N.m}^{-1}$, d'axe horizontal et de masse négligeable. L'une de ses extrémités est fixée à un support immobile. A l'autre extrémité est accroché un solide (S), de centre d'inertie G et de masse m , pouvant osciller selon l'axe horizontal $x'x$. Au cours de son mouvement oscillatoire, (S) est soumis à des frottements de type visqueux équivalents à une force $\vec{f} = -h\vec{v}$; où h est une constante positive et $\vec{v}$ est la vitesse instantanée du centre d'inertie G de (S).

A 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 F_m constante et de fréquence N réglable ; $\vec{i}$ étant le vecteur directeur unitaire de l'axe $x'x$.

La position de G est repérée par son abscisse x dans le repère $(O, \vec{i})$. L'origine O correspond à la position de G lorsque (S) est au repos.

L'élongation $x(t) = X_m \sin(2\pi Nt + \varphi_x)$ de G , est une solution de l'équation différentielle :

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + h \frac{dx(t)}{dt} + k x(t) = F(t) \quad (I)$$

- 1- La courbe de la **figure 6 de la page 6/6**, représente l'évolution au cours du temps de l'élongation x de G lorsque la fréquence de l'excitateur est ajustée à une valeur $N = N_1$.
 - a- En exploitant la courbe de la **figure 6**, déterminer les valeurs de la fréquence N_1 , de l'amplitude X_{m_1} et de la phase initiale φ_{x_1} de l'élongation $x(t)$.
 - b- Sur la **figure 7 de la page 6/6**, est représenté le vecteur de Fresnel $\overline{OA}$ associé à la fonction $Y(t) = \left(m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + k x(t) \right)$ pour la fréquence $N = N_1$. Compléter la construction de Fresnel relative à l'équation (I) en représentant les vecteurs $\overline{AB}$ et $\overline{OB}$, associés respectivement, à $h \frac{dx(t)}{dt}$ et à $F(t)$.
 - c- En exploitant la construction de Fresnel, déterminer les valeurs de F_m , h et m .
- 2- Dans ce qui suit, on prendra: $m = 0,08 \text{ kg}$.
 Pour une valeur particulière N_2 de la fréquence N de la force excitatrice, la fonction $Y(t)$ s'annule.
 - a- Montrer que N_2 correspond à la fréquence propre N_0 de l'oscillateur. Calculer sa valeur.
 - b- Déterminer en fonction de N_2 , h et F_m , l'expression de l'amplitude X_{m_2} des oscillations de G à la fréquence N_2 . Calculer sa valeur.

Exercice 3 (3 points)

Etude d'un document scientifique Créer de l'électricité avec du magnétisme

Si un courant peut générer un champ magnétique, l'inverse est-il vrai ? Pour répondre à cette question, Michael Faraday réalise, en 1831, l'expérience schématisée sur la **figure 8**: sur un anneau de fer il enroule deux bobines ; l'une reliée à une pile via un interrupteur, l'autre à un galvanomètre indiquant le passage éventuel d'un courant. Que l'interrupteur soit ouvert ou fermé, rien ne se passe sur le galvanomètre, rien d'autre qu'une petite déviation de son aiguille à la fermeture du circuit suivi d'une autre, en sens contraire, à l'ouverture. Faraday comprend que ce n'est pas le champ magnétique lui-même mais sa variation qui induit un courant dans la bobine voisine...

Faraday ouvre ainsi la voie à la deuxième révolution industrielle, celle de l'industrie électrique qui a besoin de générateurs dynamos, alternateurs, puis de moteurs électriques et transformateurs qui sont tous basés sur l'induction de Faraday.

D'après la recherche n°315, décembre 1998.

- 1- Préciser dans l'expérience de Faraday, le circuit induit et le circuit inducteur.
- 2- Indiquer les observations qui amènent Faraday à conclure que le courant induit n'est pas dû au champ magnétique lui-même mais à sa variation.
- 3- Donner, à partir du texte, deux applications du phénomène d'induction.

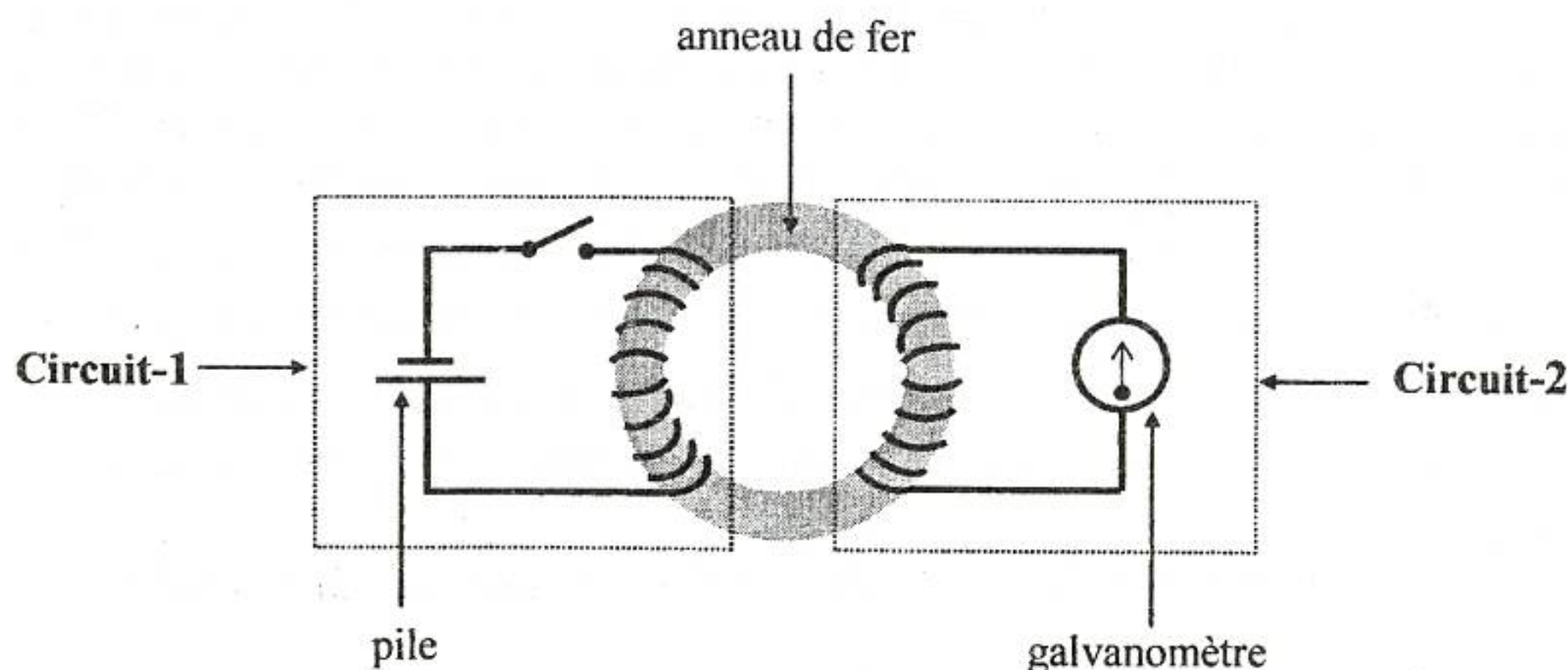


figure 8



Section : N° d'inscription : Série :
Nom et prénom :
Date et lieu de naissance :

Signatures des
surveillants
.....
.....

Epreuve de sciences physiques (sciences techniques)

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

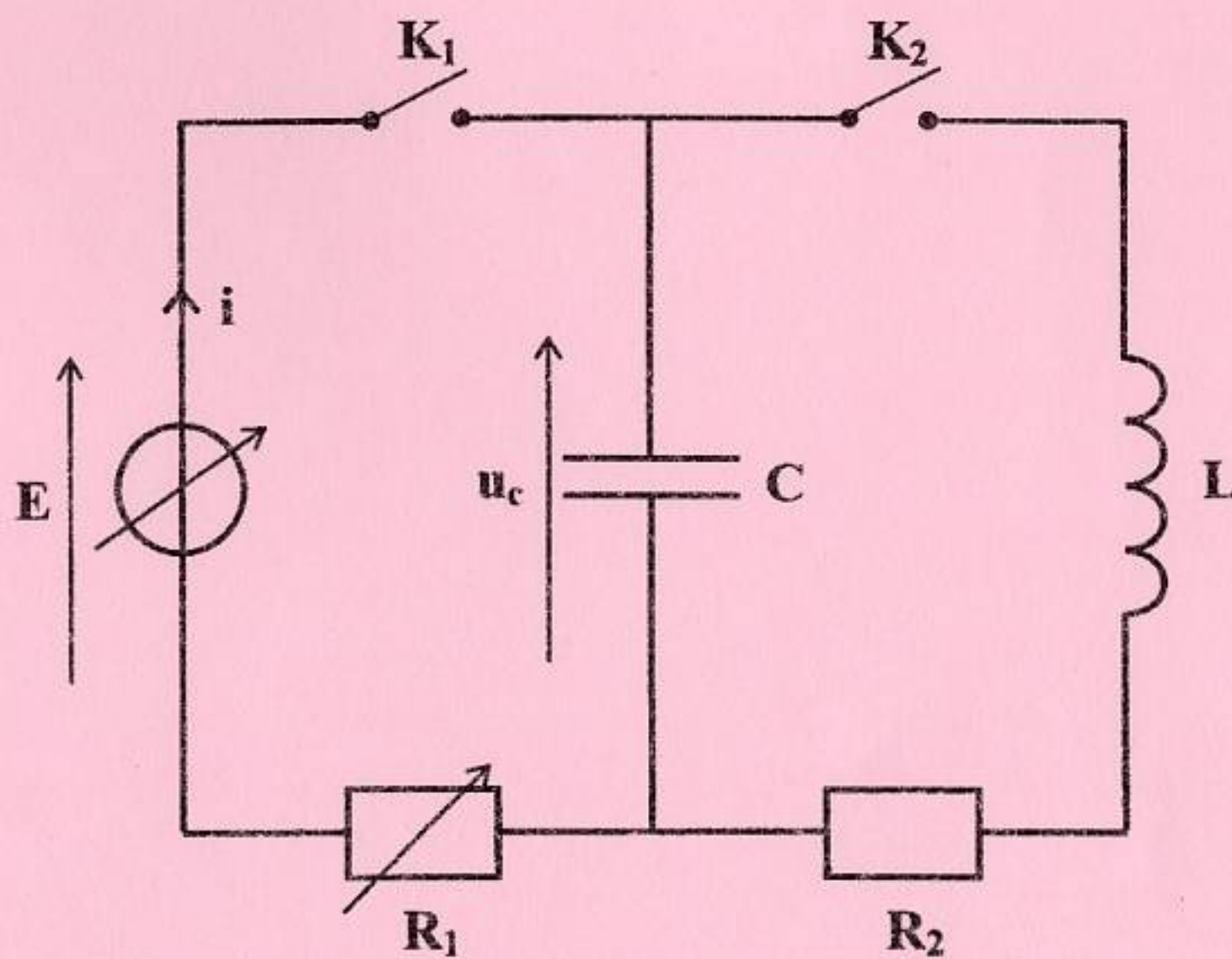


figure 2

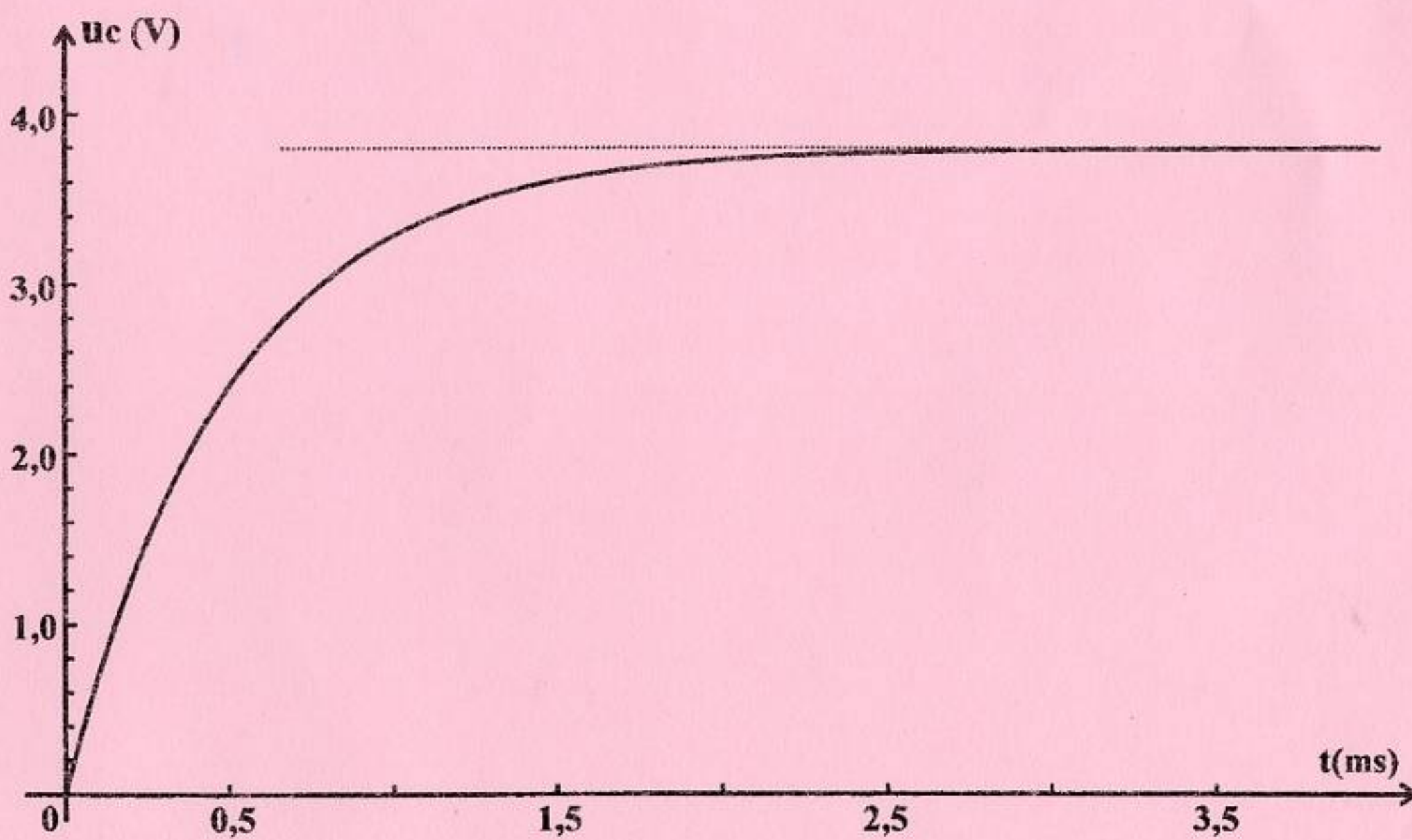


figure 3

Ne rien écrire ici

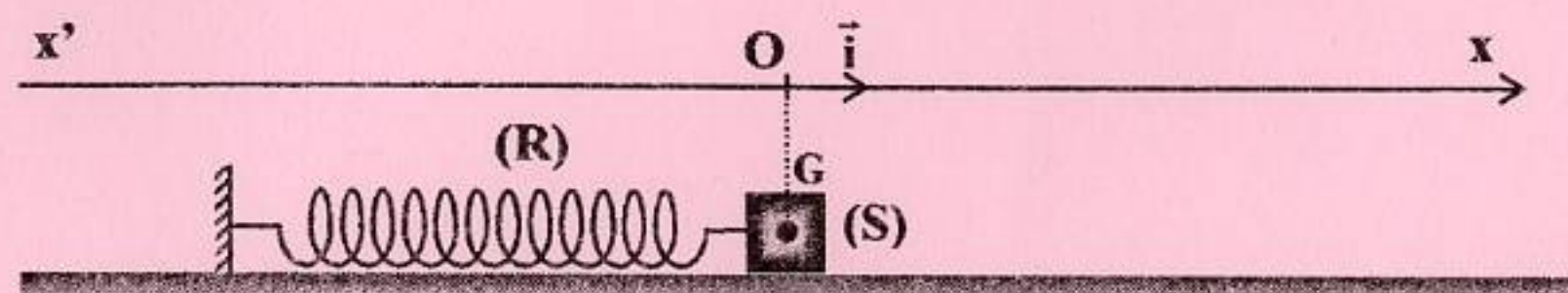


figure 5

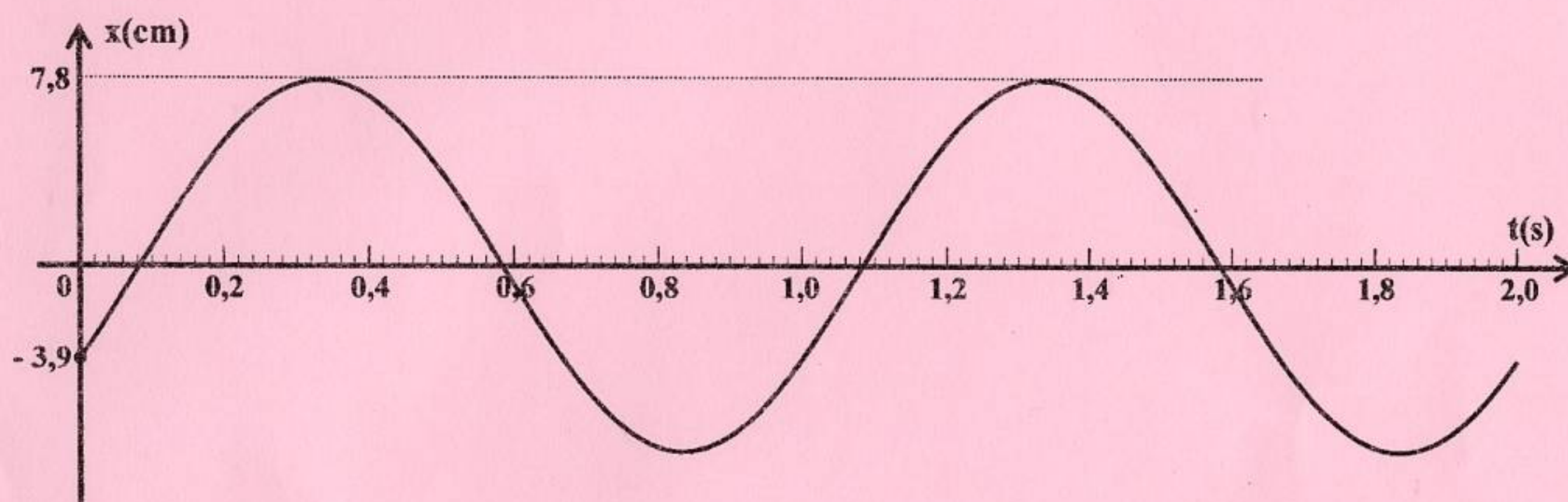


figure 6

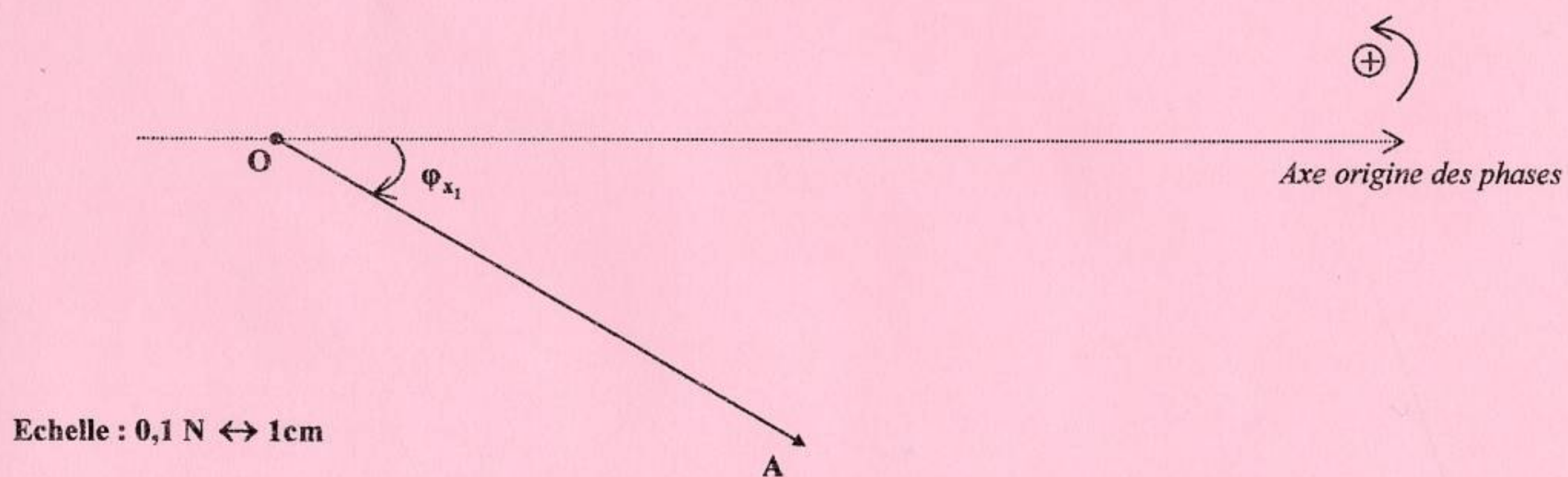
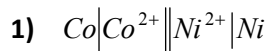


figure 7

Exercice 1 **Chimie**



2) a- $E_i < 0 \implies$ Co est le pôle positif de la pile (P).

b- $E^\circ = 0,03 \log K_1$; $E^\circ = 0,02 \text{ V}$. $E^\circ = E^\circ_{(Ni^{2+}/Ni)} - E^\circ_{(Co^{2+}/Co)} > 0 \implies$ Co est plus réducteur que Ni.

c- $E_i = E^\circ = 0,03 \log \frac{[Co^{2+}]_0}{[Ni^{2+}]_0} \implies \frac{[Co^{2+}]_0}{[Ni^{2+}]_0} = 10^{\frac{E^\circ - E_i}{0,03}}$; AN : $\frac{[Co^{2+}]_0}{[Ni^{2+}]_0} = 10$.

3) a- $E_i < 0 \implies$ la réaction se produit inversement.

b-b₁ $[Co^{2+}]_f = [Co^{2+}]_0 - y_f$ et $[Ni^{2+}]_f = [Ni^{2+}]_0 + y_f \implies [Co^{2+}]_0 + [Ni^{2+}]_0 = [Co^{2+}]_f + [Ni^{2+}]_f$ or $K_1 = \frac{[Co^{2+}]_f}{[Ni^{2+}]_f}$

$\implies [Co^{2+}]_0 + [Ni^{2+}]_0 = [Co^{2+}]_f \left\{ 1 + \frac{1}{K_1} \right\}$. AN : $[Co^{2+}]_0 + [Ni^{2+}]_0 = 1,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

b-b₂ $[Co^{2+}]_0 = 10 [Ni^{2+}]_0$ et $[Co^{2+}]_0 + [Ni^{2+}]_0 = 1,10 \text{ mol.L}^{-1} \implies [Co^{2+}]_0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ et $[Ni^{2+}]_0 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

Exercice 2 **Chimie**

1- a-

Etat	Avancement	$COCl_{2(g)} \rightleftharpoons CO_{(g)} + Cl_{2(g)}$
Initial	0	$n_0 = 0,8$ 0 0 mol
Intermédiaire	x	$0,8 - x$ x x
Final	x_f	$n_f = 0,8 - x_{f1}$ x_{f1} x_{f1}

b- $n_f = 0,8 - x_{f1} = 0,68 \text{ mol} \implies x_{f1} = 0,12 \text{ mol}$.

$n(COCl_2)_f = 0,68 \text{ mol}$; $n(CO)_f = n(Cl_2) = 0,12 \text{ mol}$.

c- $\tau_{f1} = \frac{X_{f1}}{X_{\max}}$ AN : $\tau_{f1} = 0,15$

d- $\tau_{f1} < 1 \implies$ Transformation limitée.

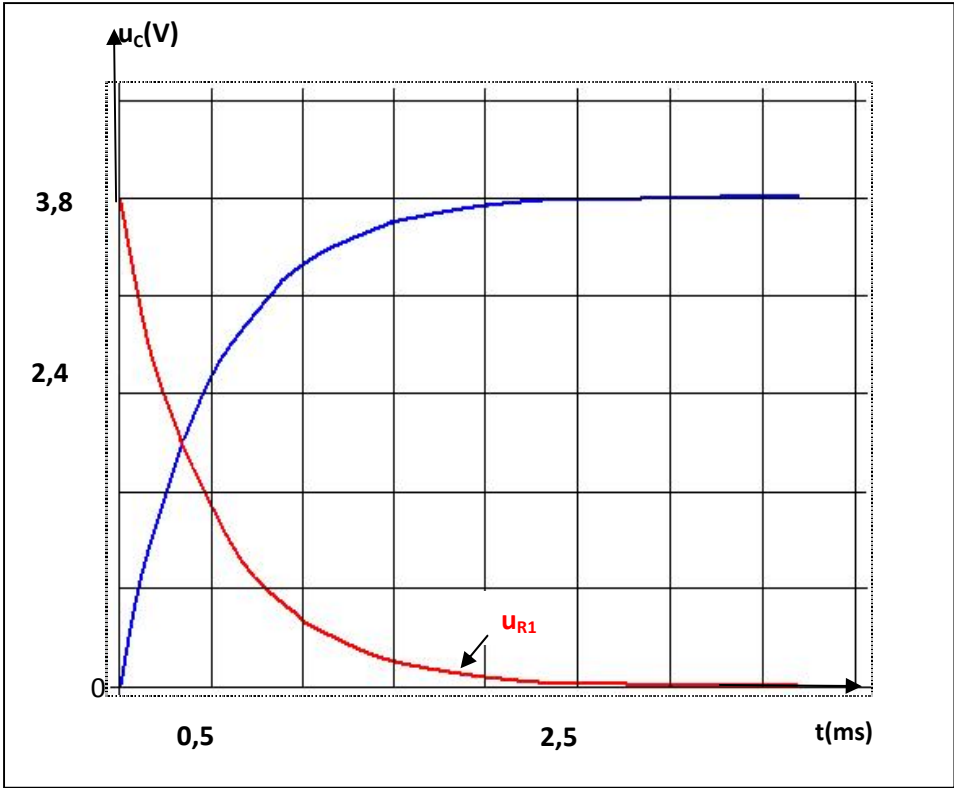
2- $\tau_{f2} > \tau_{f1}$ ($x_{f2} = 0,136 x_{f1}$) : la variation de pression a donc favorisé le sens (1), sens qui tend à augmenter le nombre de moles des constituants gazeux ; ceci correspond , d'après la loi de modération, à une diminution de la pression. D'où $P_2 < P_1$.

Exercice 1 **Physique**

Première expérience

1) a-La tension u_c tend vers la valeur U_0

b-graphiquement $U_0 = 3,8 \text{ V}$

Suite de l'exercice 1	Physique
2) a- Constante de temps ; $\tau = R_1 C$. b- $u_c(t) = U_0(1 - e^{-t/\tau}) = 2,4 \text{ V}$ c- $\tau = 0,5 \text{ ms}$; $C = \frac{\tau}{R_1}$ <u>AN</u> : $C = 2,27 \cdot 10^{-6} \text{ F}$. 3) a $i(t) = C \frac{du_c}{dt}$ b- $u_{R1}(t) = R_1 C \frac{du_c}{dt} = U_0 e^{-t/\tau}$. c-	
	
4) Pour charger plus rapidement le condensateur, il faut diminuer la valeur de τ ; donc il faut la valeur de R_1.	
Deuxième expérience	
1) Les oscillations sont libres et amorties. 2) a- $T = 47,3 / 5 = 9,46 \text{ ms}$. b- $T = T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \implies L = \frac{T_0^2}{4\pi^2 C}$; <u>AN</u> : $L = 1 \text{ H}$.	

Suite de l'exercice 1

Physique

3) a- $E_c = \frac{1}{2} Cu_C^2$; $E_m = \frac{1}{2} Li^2$

b- $E_t = \frac{1}{2} Cu_C^2 + \frac{1}{2} Li^2$

$$\frac{dE_t}{dt} = Cu_C \frac{du_C}{dt} + Li \frac{di}{dt} = i.LC \frac{d^2 u_C}{dt^2} = i(u_C + LC \frac{d^2 u_C}{dt^2}) = -R_2 i^2.$$

c- $\frac{dE_t}{dt} < 0 \implies$ Et décroît au cours du temps. La diminution de l'amplitude des oscillations est due à une perte d'énergie par effet Joule.

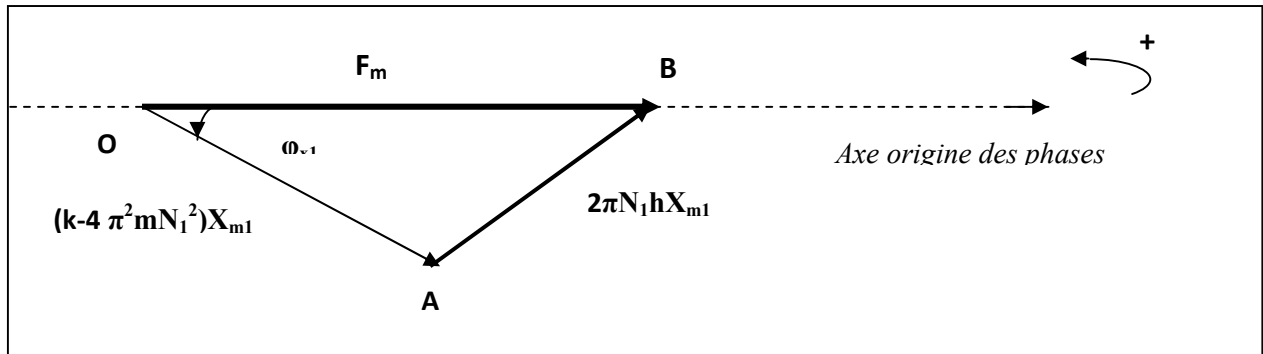
Exercice 2

Physique

1) a- $N_1 = 1\text{Hz}$; $X_{m1} = 7,8.10^{-2}\text{ m}$.

à $t=0$, on a : $x = X_{m1} \sin \phi_{x1} = -\frac{X_{m1}}{2}$ et $\frac{dx}{dt} > 0 \implies \sin \phi_{x1} = -\frac{1}{2}$ et $\cos \phi_{x1} > 0$. D'où $\phi_{x1} = -\frac{\pi}{6}\text{ rad}$.

b-



c- $F_m = 0,78\text{ N}$, $2\pi N_1 h X_{m1} = 0,39\text{ N}$; soit $h = \frac{0,39}{2\pi N_1 X_{m1}}$; AN : $h = 0,796\text{ kg.s}^{-1}$.

$$(k - 4\pi^2 m N_1^2) X_{m1} = 0,68\text{ N, soit } m = \frac{k - \frac{0,68}{X_{m1}}}{4\pi^2 N_1^2} ; \text{ AN : } m = 0,083\text{ kg}.$$

2) a- $Y(t) = 0 \iff m \frac{d^2 x}{dt^2} + kx = 0$. D'où $-4\pi^2 m x N_1^2 + kx = 0 \implies N_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = N_0$; AN : $N_2 = 1,95\text{ Hz}$.

b- L'équation (I) $\implies h \frac{dx}{dt} = F(t) \implies 2\pi N_2 h X_{m2} = F_m \implies X_{m2} = \frac{F_m}{2\pi N_2 h}$; AN : $X_{m2} = 8.10^{-2}\text{ m}$.

Exercice 3

Physique

1-Inducteur : circuit-1. Induit : circuit-2.

2- - Lorsque l'interrupteur est fermé, rien ne se passe.

-A l'ouverture et à la fermeture de l'interrupteur, on observe une petite déviation de l'aiguille du Galvanomètre.

3- Alternateur, transformateur.....

Correction élaborée par l'inspecteur Hedi KHALED

REPUBLICUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ♦♦♦♦ EXAMEN DU BACCALAUREAT SESSION 2015	Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES
	Durée : 3 H
	Coefficient : 3
Section : Sciences techniques	Session de contrôle

Le sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.

Les pages 5/6 et 6/6 sont à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

CHIMIE (7 points)

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 NH_2SO_3H , 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 $C_b = 8.10^{-2}\text{ mol.L}^{-1}$, 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 $E = 6 \, V$;
- un interrupteur K .

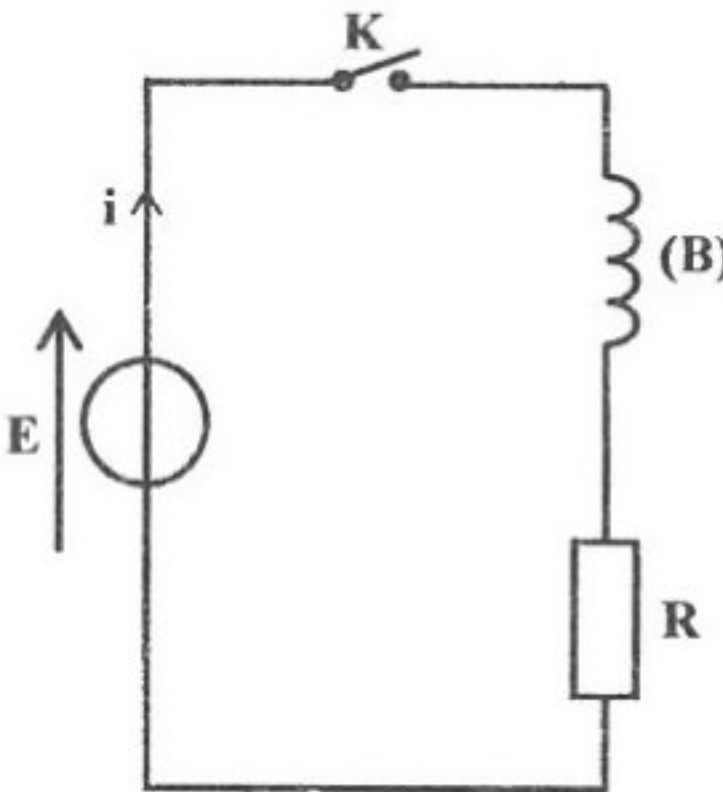


figure 2

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**.

- 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**.

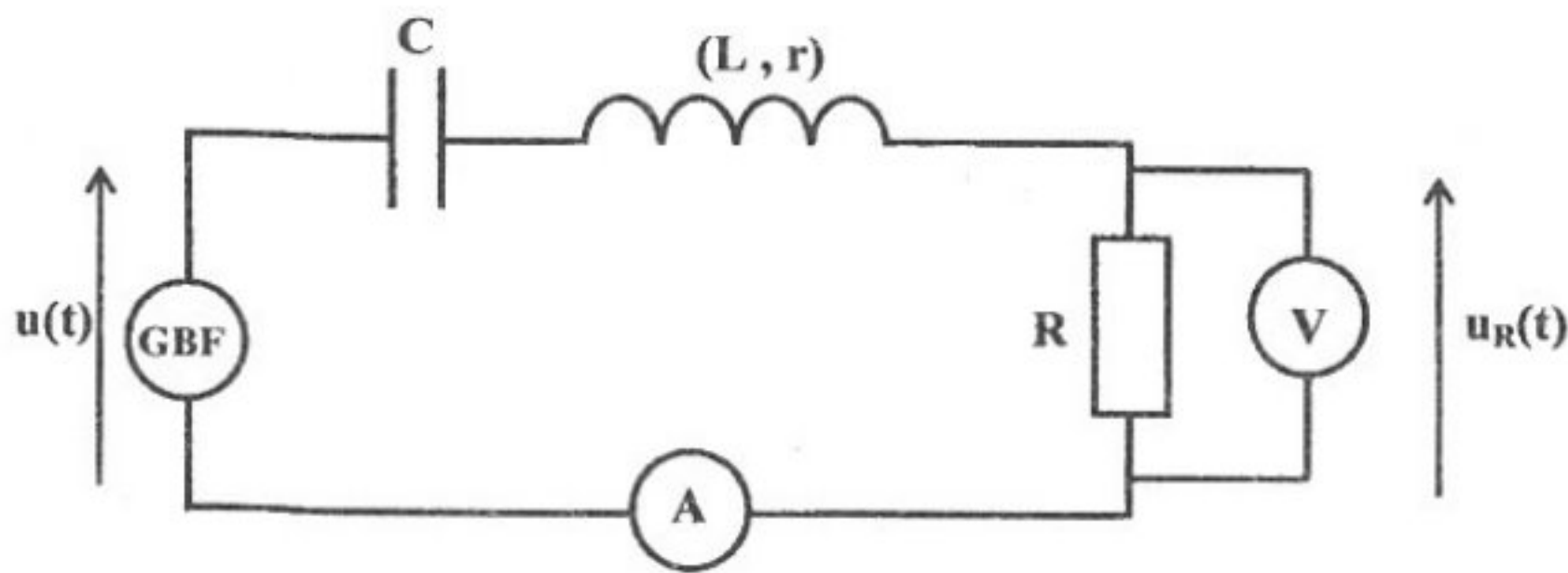


figure 5

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 : $y_s(t) = 2.10^{-3} \sin(40\pi t)$ 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.

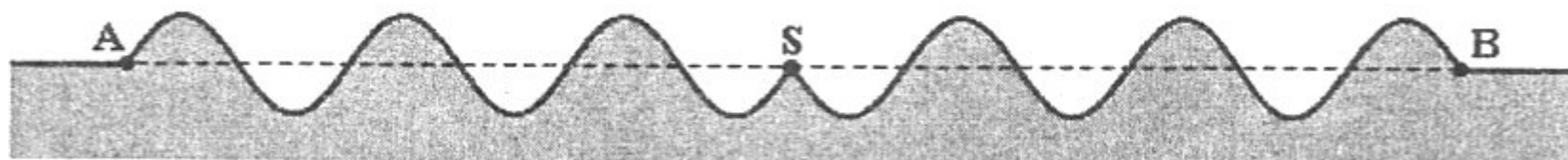
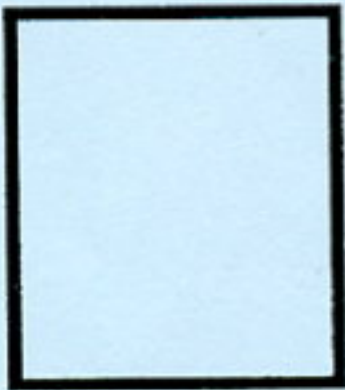


figure 7

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.



Section : N° d'inscription : Série :
Nom et prénom :
Date et lieu de naissance :

Signatures des
surveillants
.....
.....



Epreuve de sciences physiques (sciences techniques)

Feuille à compléter par le candidat et à rendre avec la copie.

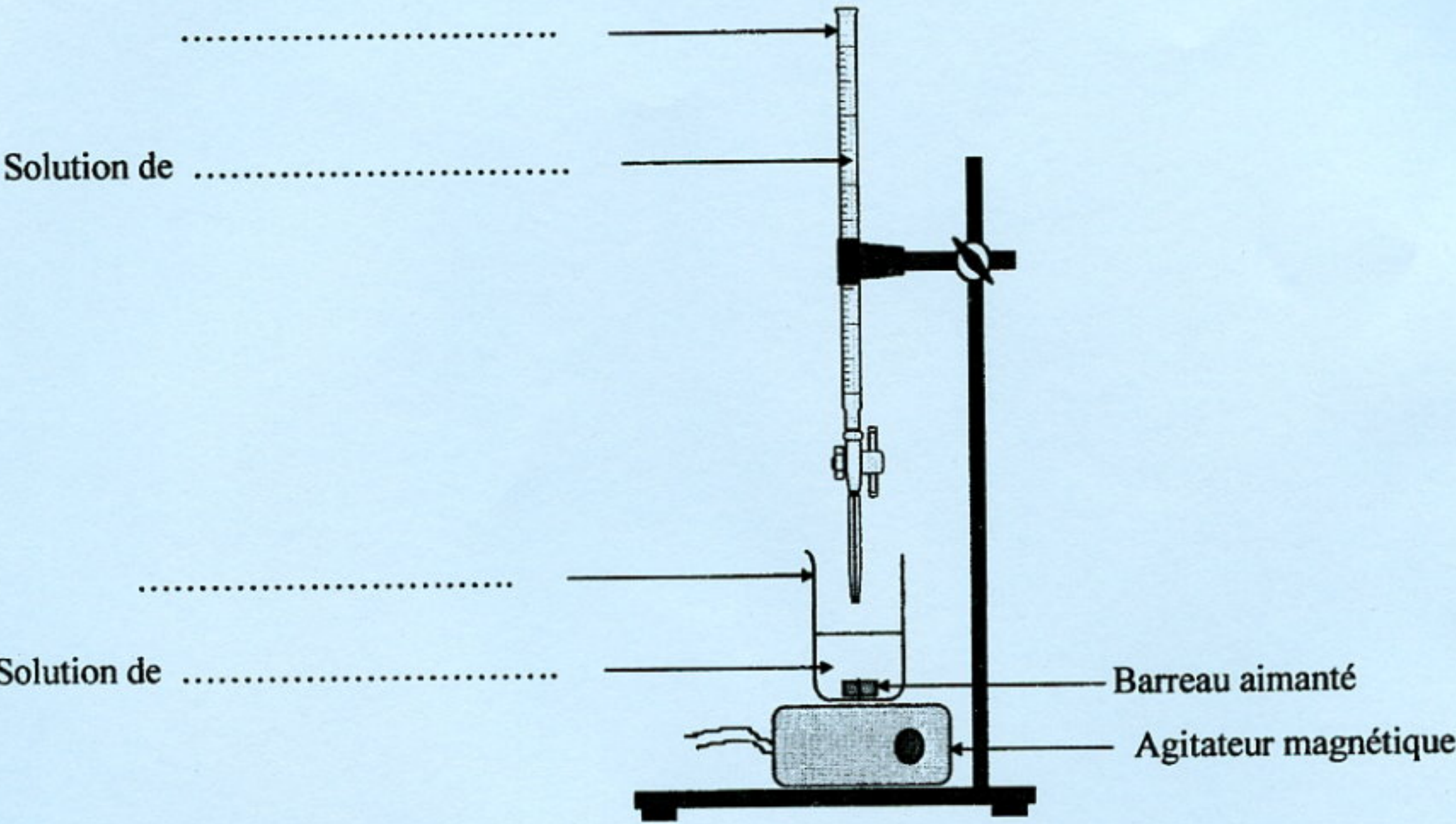


figure 1

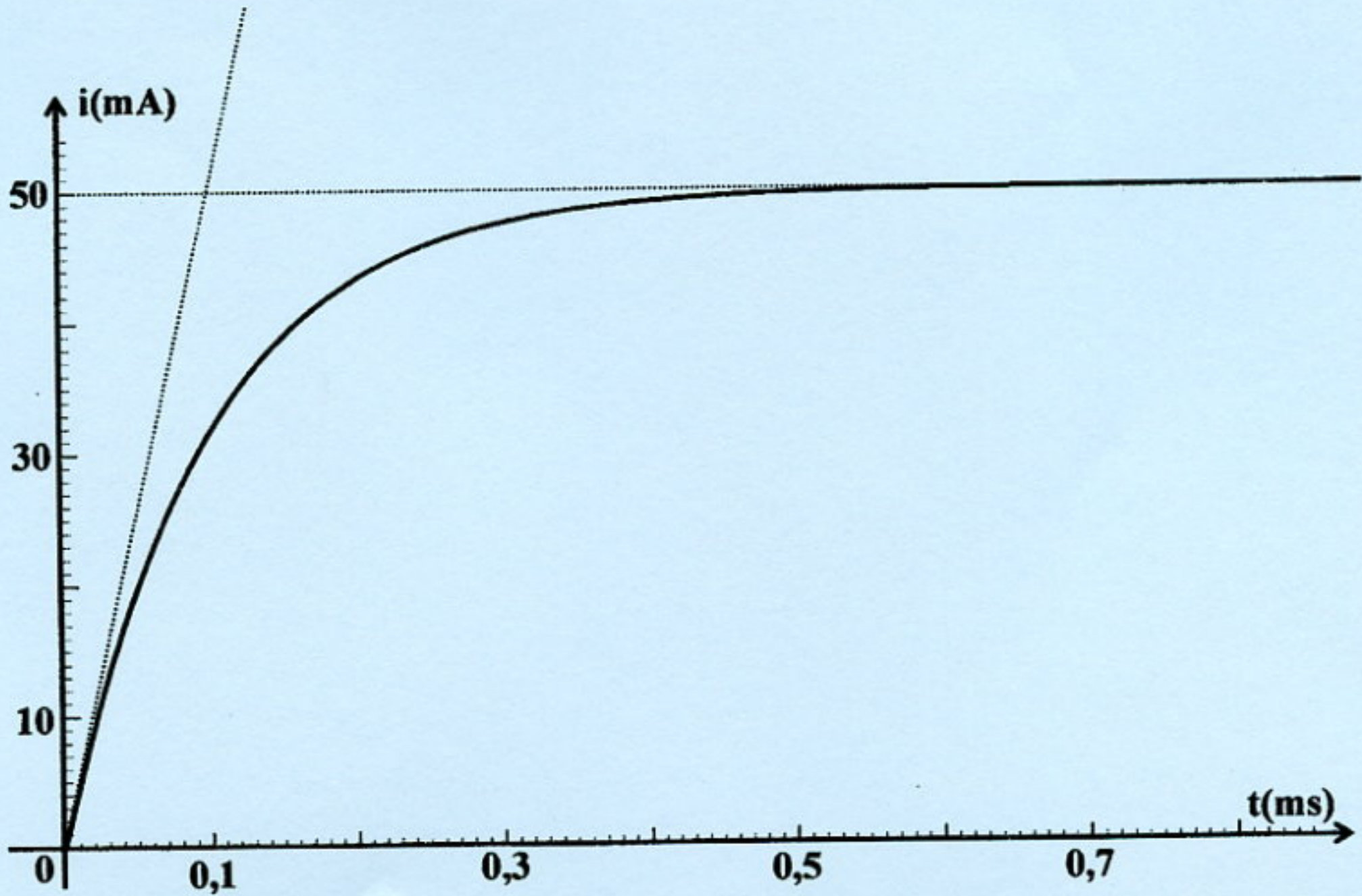


figure 3

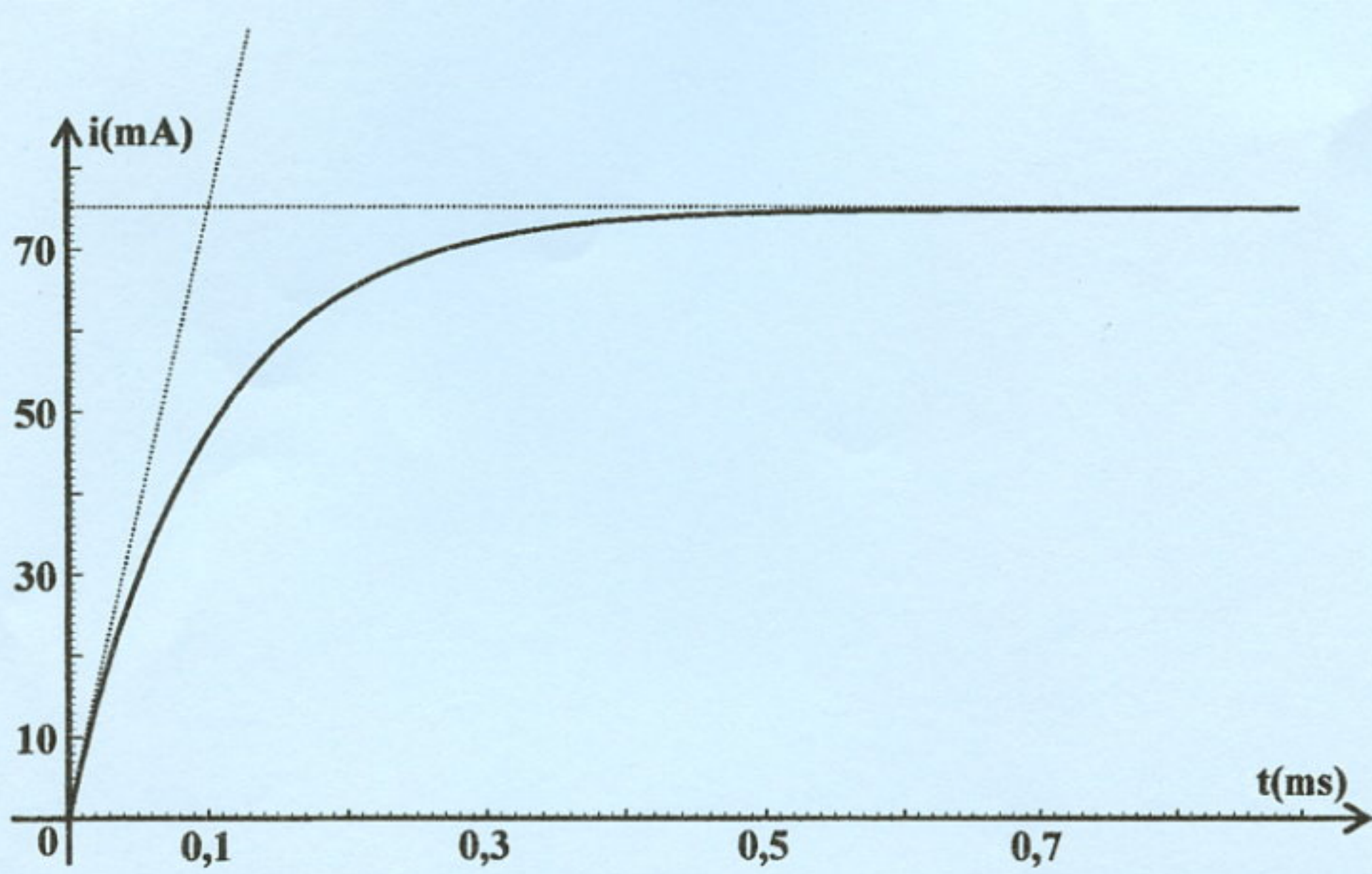


figure 4

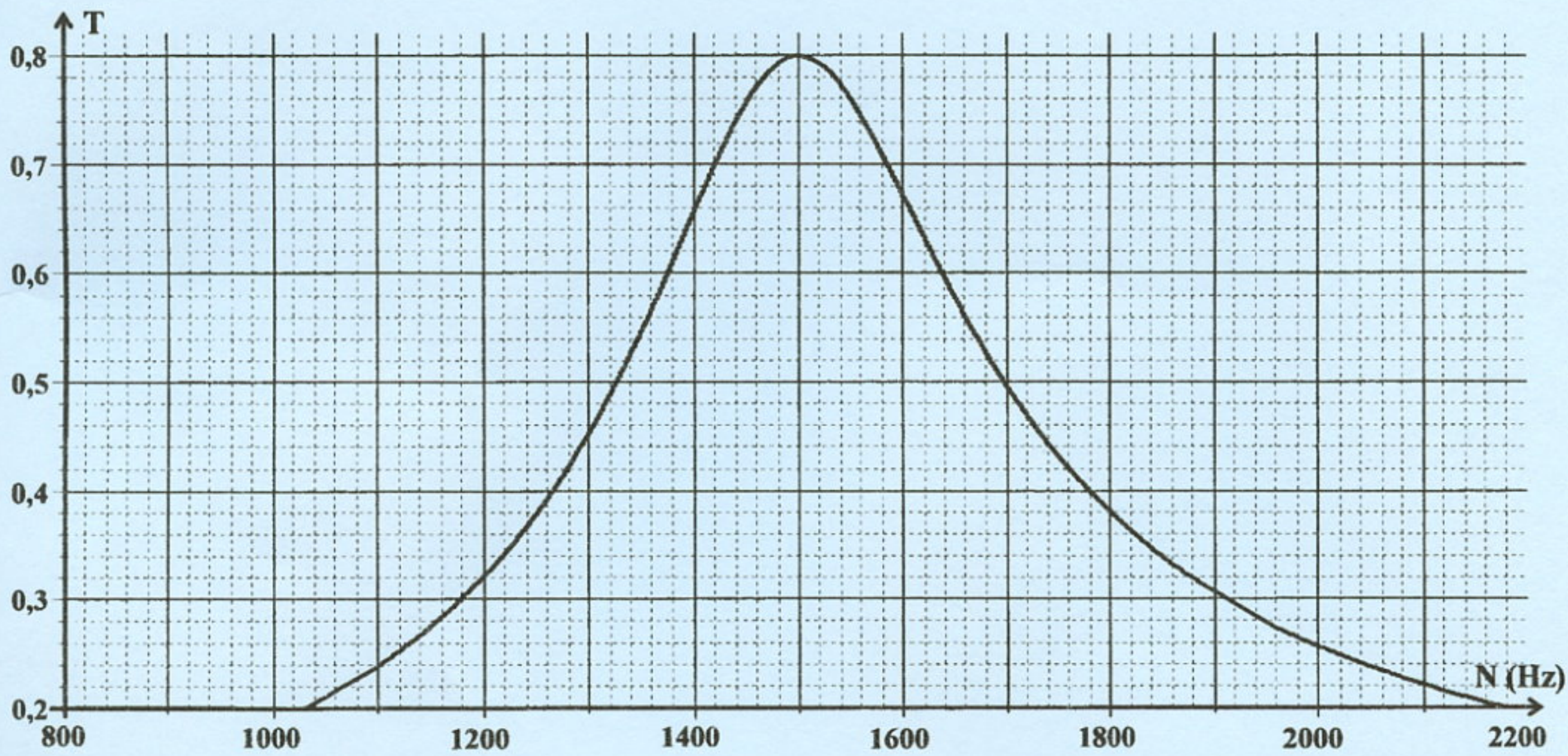


figure 6



figure 8

Exercice 1	Chimie
1) Voir figure 1 de la page 3/4. 2) $A^- + H_3O^+ + Na^+ + OH^- \rightarrow 2 H_2O + A^- + Na^+$ 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 $\Rightarrow pH_E = 7 \in [6,0 ; 7,6]$. 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- $i(t) = I_0(1 - e^{-t/\tau}) \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{I_0}{\tau} e^{-t/\tau}$ $\Rightarrow \frac{I_0}{\tau} e^{-t/\tau} + \frac{\alpha}{L} I_0(1 - e^{-t/\tau}) = \frac{E}{L} \Rightarrow I_0 \left(\frac{1}{\tau} - \frac{\alpha}{L} \right) e^{-t/\tau} + \frac{\alpha I_0}{L} = \frac{E}{L}$ $\Rightarrow \frac{1}{\tau} - \frac{\alpha}{L} = 0 \quad \text{et} \quad \frac{\alpha I_0}{L} = \frac{E}{L}$ 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- $r = \frac{E}{I_0} - R$ <u>AN</u> : $r = 10 \Omega$. $L = (r + R) \cdot \tau$ <u>AN</u> : $L = 12 \text{ mH}$.	
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 $I'_0 = 75 \text{ mA}$. <u>AN</u> : $E' = 9 \text{ V}$.	
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)	<u>Résonance d'intensité</u> 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- $R = \frac{T_0 U}{I_0}$ <u>AN</u> : $R = 60 \Omega$.	
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- $r = R(\frac{1}{T_0} - 1)$ <u>AN</u> : $r = 15 \Omega$.	
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- $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$ <u>AN</u> : $Q = 5$. b- $Q = \frac{2\pi N_0 L}{R + r}$. $L = \frac{(R + r)Q}{2\pi N_0}$ <u>AN</u> : $L \approx 0,04 \text{ H}$. c- $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L}$ <u>AN</u> : $C = 0,28 \mu\text{F}$.	
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- $AB = 6\lambda = 6 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 1 \text{ cm}$. $v = \lambda \cdot N$ <u>AN</u> : $v = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$. c- $t_1 = \frac{SA}{v} = \frac{AB}{2v}$ <u>AN</u> : $t_1 = 0,15 \text{ s}$.	

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

$$\begin{cases} y_c(t) = 2.10^{-3} \sin(40\pi t + \pi) & \text{pour } t \geq 0,125 \text{ s} \\ y_c(t) = 0 & \text{pour } t \leq 0,125 \text{ s} \end{cases}$$

b- Voir figure 8 de la page 4/4

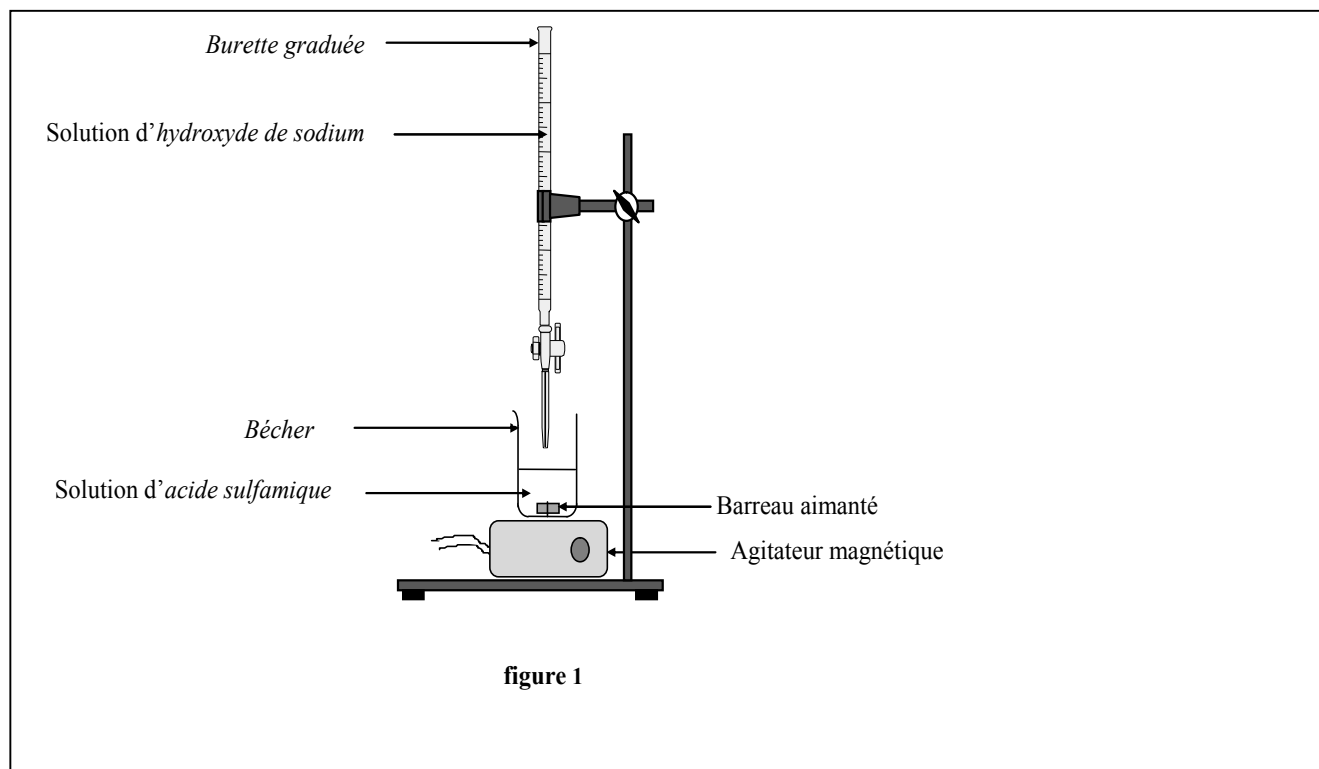


figure 1

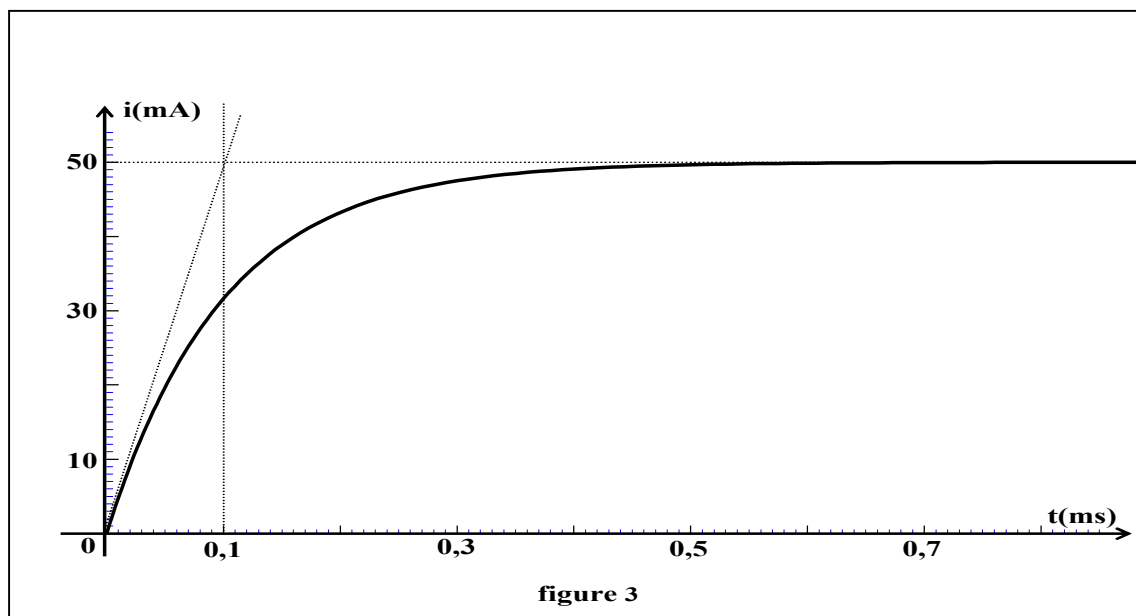
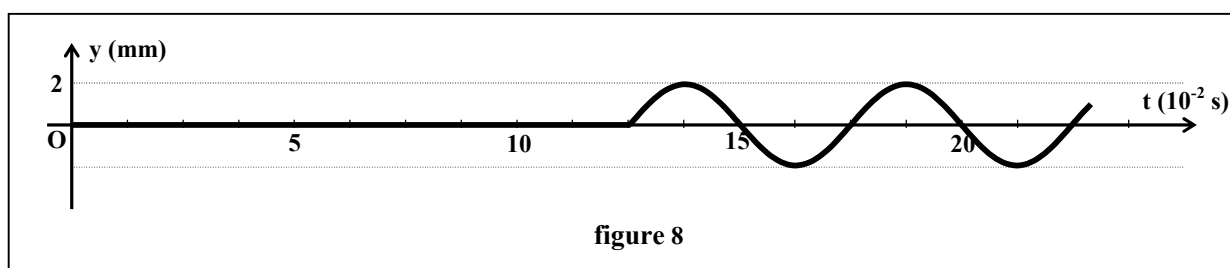
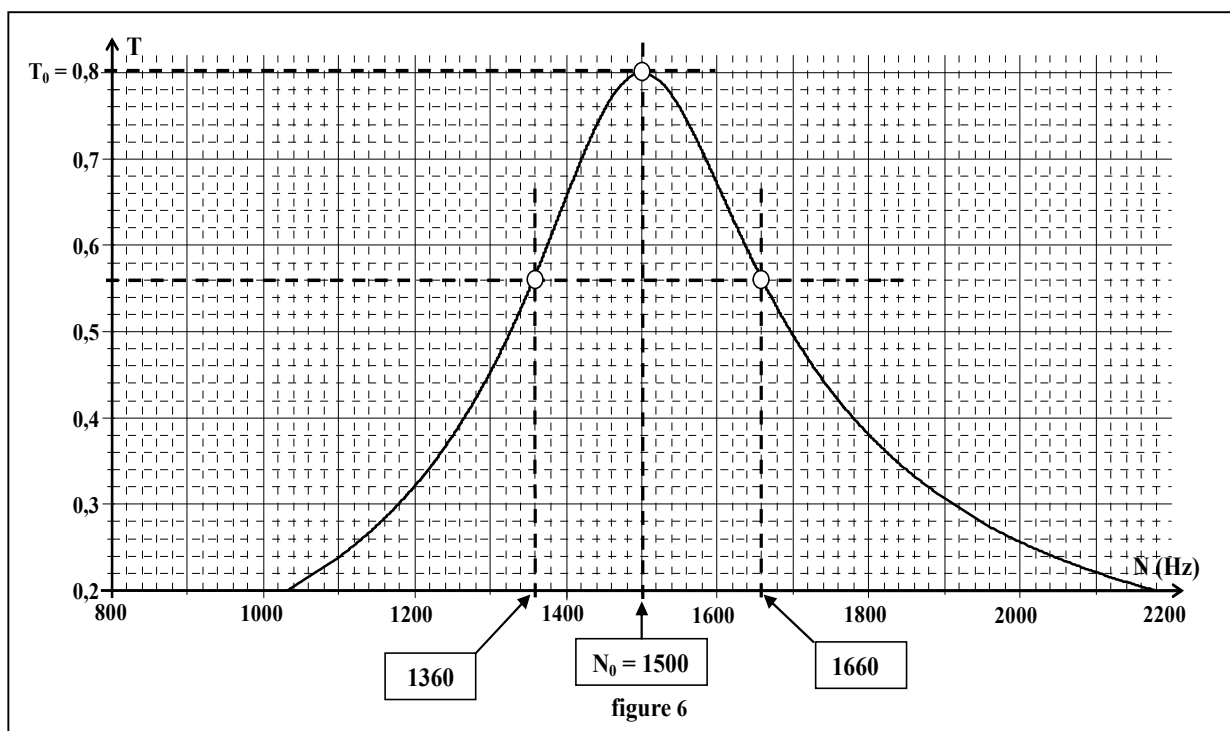
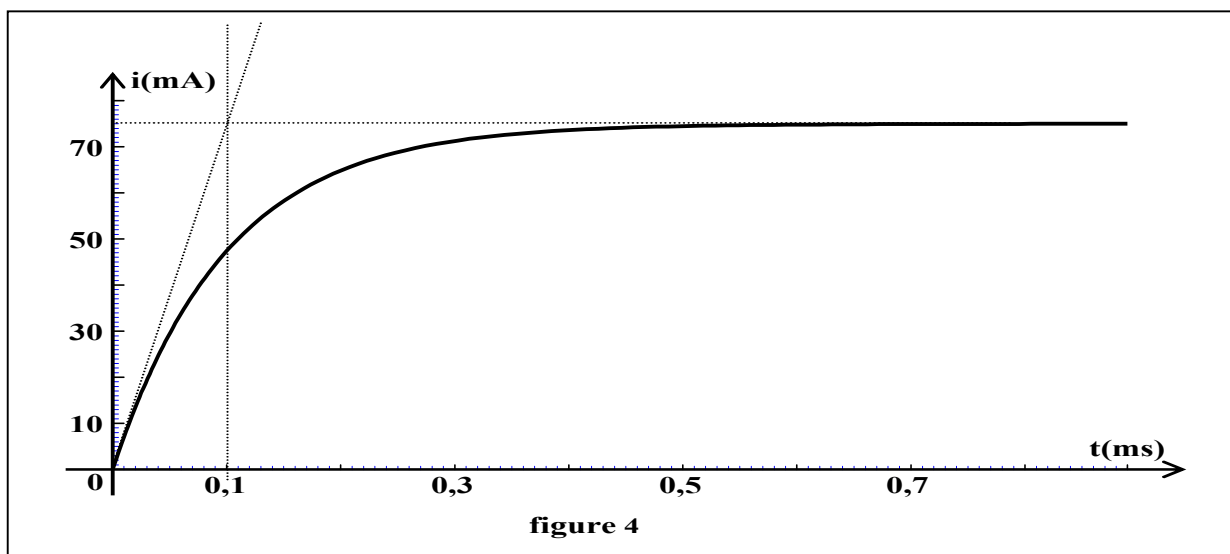


figure 3



Correction élaborée par l'inspecteur Hedi KHALED