

N° d'inscription

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

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

## CHIMIE (7 points)

### Exercice 1 (3,75 points)

Toutes les solutions sont prises à  $25\text{ °C}$ , température à laquelle le produit ionique de l'eau est  $K_e = 10^{-14}$ . On néglige les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant ceux provenant de l'ionisation de la monobase et des monoacides étudiés.

On dispose au laboratoire des trois solutions aqueuses suivantes :

- $S_1$  : une solution aqueuse d'un monoacide fort  $A_1H$  de concentration molaire  $C_1$  ;
- $S_2$  : une solution aqueuse d'un monoacide faible  $A_2H$  de concentration molaire  $C_2$  ;
- $S_B$  : une solution aqueuse d'une monobase forte  $B$  de concentration molaire  $C_B$ .

Deux groupes d'élèves réalisent séparément deux dosages pH-métriques. Chaque groupe utilise deux solutions aqueuses parmi  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_B$ . Pour chaque dosage, on verse progressivement à l'aide d'une burette graduée la solution dosante dans un bécher contenant un volume  $V_0 = 20\text{ mL}$  de la solution dosée et à l'aide d'un pH-mètre, on suit l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume  $V$  de la solution dosante. Les suivis pH-métriques des deux dosages ont permis de tracer les deux courbes (I) et (II) de la **figure 1**.  $E_1$  et  $E_2$  désignent les deux points d'équivalence des deux dosages.

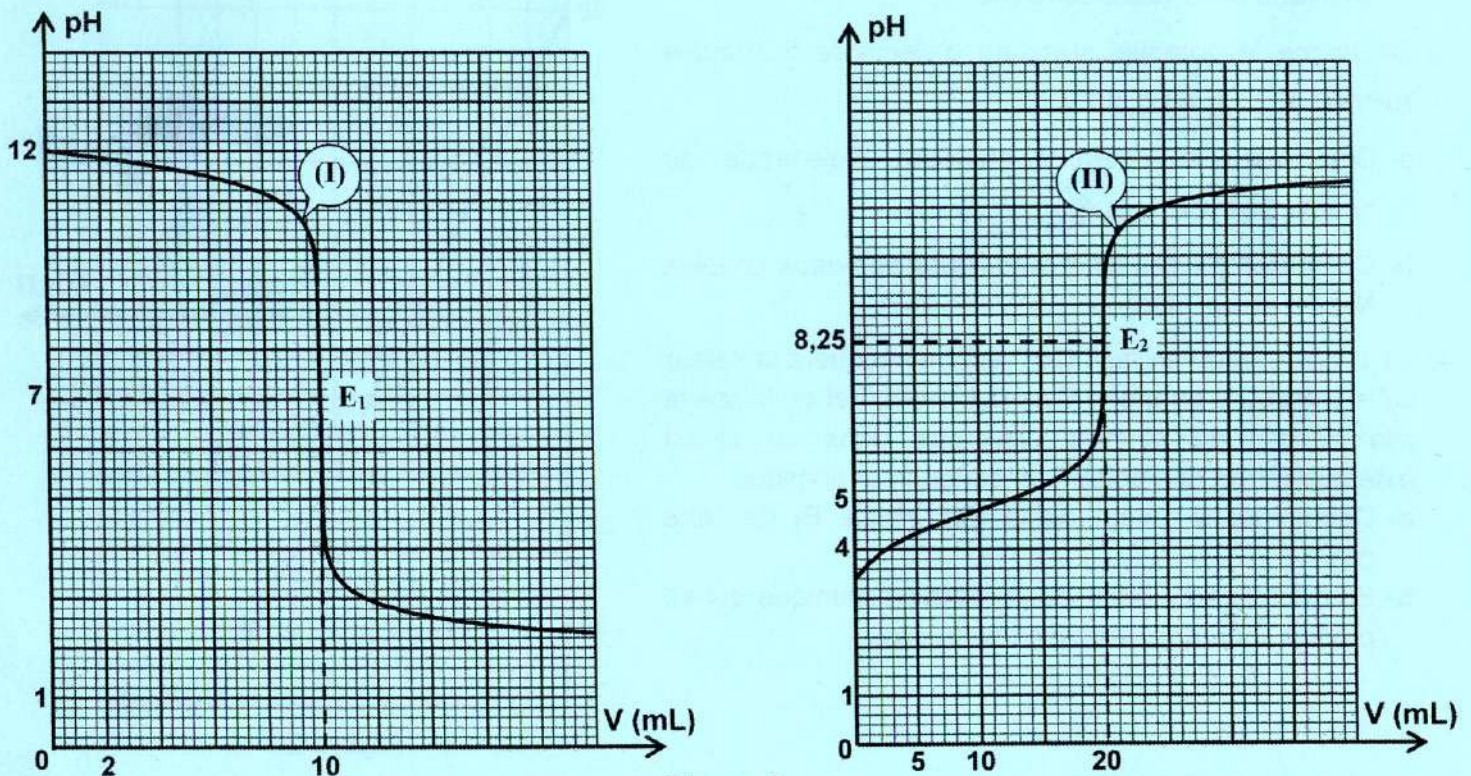
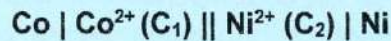


Figure 1

- 1) a- Justifier que la courbe (I) correspond au dosage de la solution  $S_B$  par la solution  $S_1$  et que la courbe (II) correspond au dosage de la solution  $S_2$  par la solution  $S_B$ .  
 b- Donner l'expression du  $\text{pH}$  de la solution aqueuse de la monobase forte  $B$  en fonction du  $\text{p}K_e$  et  $C_B$ .  
 c- Dédurre que  $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .  
 d- Déterminer la valeur de  $C_1$ .
- 2) Déterminer la valeur de  $C_2$  et celle du  $\text{p}K_a$  du couple  $A_2H / A_2^-$ .
- 3) On prélève un volume  $V_p = 10 \text{ mL}$  de chacune des solutions  $S_1$  et  $S_B$  que l'on dilue en lui ajoutant un volume  $V_e$  d'eau, on obtient respectivement deux solutions aqueuses diluées  $S_1'$  et  $S_B'$ . En mesurant le  $\text{pH}$  de chacune des solutions  $S_1'$  et  $S_B'$ , on constate que la valeur du  $\text{pH}$  de chacune de ces deux solutions diffère d'une unité de  $\text{pH}$  respectivement de celle de  $S_1$  et de celle de  $S_B$ .  
 a- Dédurre que  $\text{pH}(S_B') = 11$  et que  $\text{pH}(S_1') \approx 2,7$ .  
 b- Déterminer la valeur de  $V_e$ .

### Exercice 2 (3,25 points)

À la température de  $25^\circ\text{C}$ , on réalise la pile électrochimique (P) symbolisée par :



On suppose qu'aucune des électrodes ne sera complètement consommée et que les volumes des solutions dans les deux compartiments restent constants et égaux.

On prend  $C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$  et on mesure la fem initiale  $E$  de la pile (P) pour différentes valeurs de  $C_2$ . Les résultats expérimentaux obtenus ont permis de tracer la courbe de la figure 2 représentant l'évolution de la fem initiale  $E$  en fonction du logarithme décimale de la fonction usuelle des concentrations  $\Pi$  relative à l'équation chimique associée à la pile (P), soit  $E = f(\log \Pi)$ .

- 1) a- Écrire l'équation chimique associée à la pile (P).  
 b- Exprimer la fem initiale  $E$  de la pile (P) en fonction de sa fem standard  $E^\circ$  et de  $\log \Pi$ .
- 2) En exploitant la courbe de la figure 2, déterminer :  
 a- la fem standard  $E^\circ$  de la pile (P) ;  
 b- la constante d'équilibre  $K$  relative à l'équation chimique associée à cette pile.
- 3) On donne le potentiel standard d'électrode du couple  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$  :  $E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^\circ = -0,26 \text{ V}$ .  
 a- Déterminer le potentiel standard d'électrode du couple  $\text{Co}^{2+}/\text{Co}$ , soit  $E_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}}^\circ$ .  
 b- Comparer les pouvoirs réducteurs des deux couples  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$  et  $\text{Co}^{2+}/\text{Co}$ .
- 4) La concentration en ions  $\text{Co}^{2+}$  est maintenue à la valeur  $C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ , on prend  $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  et on laisse la pile débiter du courant électrique dans un circuit extérieur fermé comportant un conducteur ohmique.  
 a- Déterminer la valeur de la fem initiale  $E_1$  de cette pile.  
 b- En déduire l'équation de la réaction chimique qui se produit spontanément dans cette pile.

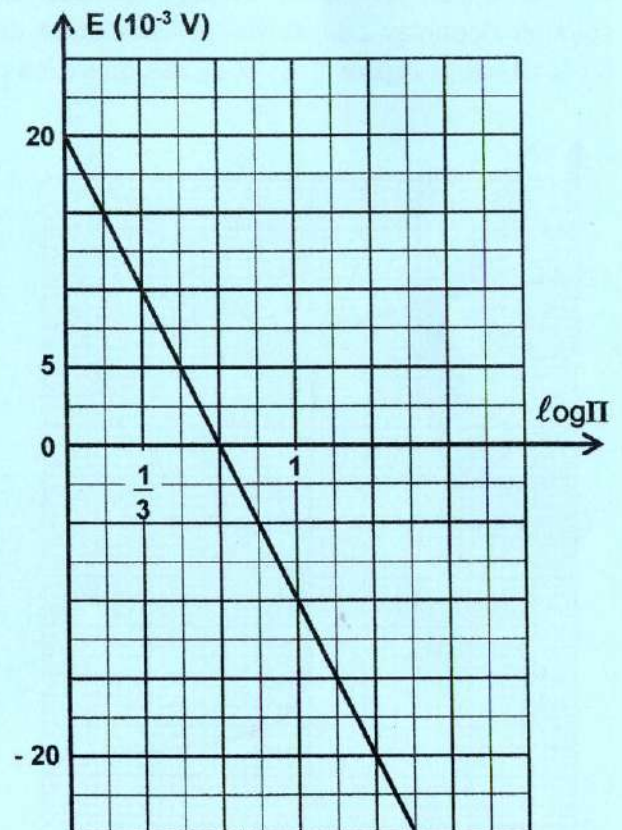


Figure 2

# PHYSIQUE (13 points)

## Exercice 1 (6 points)

Au laboratoire, on dispose d'une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , d'un condensateur de capacité  $C$ , d'un conducteur ohmique de résistance  $R$  variable, d'un voltmètre ( $V$ ), d'un ampèremètre ( $A$ ) et d'un interrupteur  $K$ . On dispose également d'un générateur idéal de tension de fem  $E$  et d'un générateur basses fréquences ( $GBF$ ) délivrant une tension sinusoïdale  $u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$ , de valeur efficace  $U = 4,2\text{ V}$  constante et de fréquence  $N$  réglable.

I) Dans une première expérience, on se propose de déterminer la valeur de la capacité  $C$  et celle de  $E$ . Pour cela, on réalise le montage de la **figure 3** de la **page 5/5**. Le condensateur étant initialement déchargé, on fixe  $R$  à la valeur  $R_0 = 5\text{ k}\Omega$  et à l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur  $K$ . À l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire, on visualise la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur. On obtient la courbe de la **figure 4** de la **page 5/5**. L'équation différentielle régissant l'évolution de  $u_C(t)$  au cours du

temps s'écrit :  $R_0 C \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t) = E$ .

- 1) a- Justifier qu'en régime permanent  $u_C = E$ .  
b- Déduire graphiquement la valeur de  $E$ .
- 2) a- Déterminer graphiquement la constante de temps  $\tau$  du circuit.  
b- Déduire que  $C = 2\text{ }\mu\text{F}$ .

II) Dans une deuxième expérience, on réalise le montage de la **figure 5**. Le condensateur est initialement déchargé et la résistance  $R$  est fixée à une valeur  $R_1$ . On fait varier la fréquence  $N$  et on note à chaque fois la valeur de l'intensité efficace  $I$  du courant électrique indiquée par l'ampèremètre ( $A$ ).

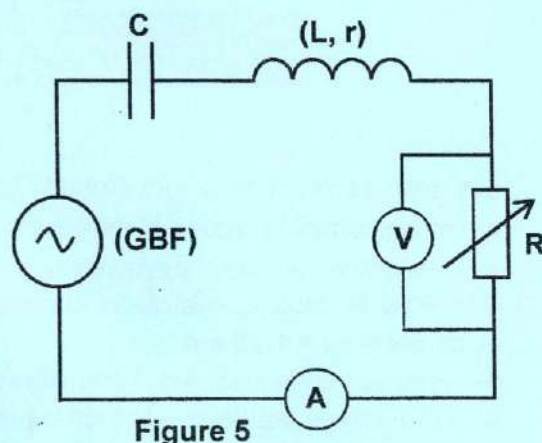


Figure 5

On trace la courbe  $I = f(N)$  de la **figure 6** de la **page 5/5** traduisant l'évolution de  $I$  en fonction de  $N$ .

- 1) a- En exploitant la courbe de la **figure 6**, déterminer la valeur maximale  $I_0$  de l'intensité efficace du courant électrique et celle de la fréquence  $N_0$  qui lui correspond.  
b- Nommer le phénomène physique dont le circuit est le siège pour  $N = N_0$ .  
c- Déterminer alors la valeur de l'inductance  $L$  de la bobine.  
d- Montrer que :  $R_1 + r = 60\text{ }\Omega$ .
- 2) Pour la valeur  $N_1 = 206\text{ Hz}$  de la fréquence  $N$  du ( $GBF$ ), le voltmètre ( $V$ ) branché aux bornes du conducteur ohmique indique la valeur de la tension  $U_1 = 2,45\text{ V}$ .  
a- Pour  $N = N_1$ , préciser si le circuit est capacitif, résistif ou inductif.  
b- Déterminer la valeur de  $R_1$ .  
c- Déduire la valeur de  $r$ .

3) En réalité, le circuit de la **figure 5** représente un filtre électrique passe bande dont la tension d'entrée est celle délivrée par le ( $GBF$ ) et la tension de sortie est celle recueillie aux bornes du conducteur ohmique de résistance  $R = R_1$ . On rappelle que le facteur de qualité  $Q$  de ce filtre s'exprime par :

$$Q = \frac{1}{2\pi N_0 (R_1 + r)C} \quad \text{On prendra : } \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,7.$$

a- Justifier que ce filtre est sélectif.

b- Sachant que le filtre est passant lorsque sa transmittance  $T = \frac{U_{R1}}{U}$  vérifie la condition :  $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$  ; avec

$T_0$  représente la valeur maximale de  $T$  et  $U_{R1}$  est la tension efficace aux bornes du conducteur ohmique de résistance  $R_1$ . Montrer que la fréquence  $N_1$  représente la fréquence de coupure basse de ce filtre électrique.

c- Déterminer graphiquement la valeur de la fréquence de coupure haute  $N_2$  de ce filtre électrique (la trace du travail du candidat doit apparaître sur la **figure 6** de la **page 5/5** (à compléter par le candidat et à rendre avec la copie)).

## Exercice 2 (3,75 points)

On dispose d'un vibreur muni d'une fourche à pointe unique et d'une cuve à ondes. Au repos, la pointe verticale affleure la surface libre de la nappe d'eau de la cuve à ondes en un point **S**. En mettant le vibreur en marche, la pointe impose au point **S** des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude  $a = 2 \text{ mm}$  et de fréquence  $N = 20 \text{ Hz}$ . Ainsi, une onde progressive de longueur d'onde  $\lambda$  prend naissance au point **S** à l'instant  $t = 0$  et se propage à la surface de l'eau avec une célérité  $v$  constante. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement des ondes au cours de la propagation. L'équation horaire du mouvement du point **S**, pour  $t \geq 0$ , s'écrit :  $y_S(t) = a \sin(40\pi t + \varphi_S)$  ; où  $\varphi_S$  est la phase initiale de **S**.

- 1) Préciser en le justifiant, si l'onde qui se propage à la surface de l'eau est transversale ou longitudinale.
- 2) La **figure 7** représente à un instant  $t_1$ , une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par le point **S**.

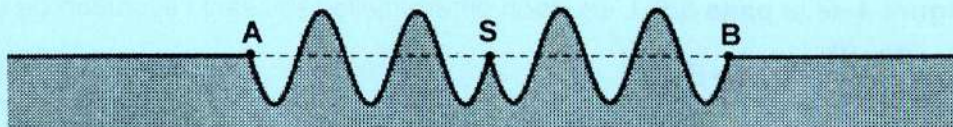


Figure 7

Les deux points **A** et **B** sont distants de  $d = AB = 5 \text{ cm}$ .

- a- En exploitant la **figure 7**, déterminer les valeurs de la longueur d'onde  $\lambda$ , de  $t_1$  et de la célérité  $v$ .
  - b- Déterminer la valeur de la phase initiale  $\varphi_S$ .
- 3) Soit **P** et **N** deux points de la surface de l'eau, distants de **S** respectivement de  $SP = x_P = 0,75 \text{ cm}$  et de  $SN = x_N = 1,25 \text{ cm}$ .
    - a- Préciser en le justifiant, l'état vibratoire du point **P** par rapport au point **N**.
    - b- Déterminer les lieux géométriques des points **M** qui vibrent, à l'instant  $t_1$ , en quadrature retard de phase par rapport au point **P**.

## Exercice 3 (3,25 points) « Étude d'un document scientifique »

### La recharge de voitures électriques par induction électromagnétique

La recharge sans fil repose sur le principe de l'induction électromagnétique. En faisant circuler un courant électrique à travers une première bobine ( $b_1$ ), on crée un champ magnétique dont l'action entraîne l'apparition d'un courant induit au niveau d'une seconde bobine ( $b_2$ ) en circuit fermé.

On peut ainsi transférer de l'électricité d'un appareil à l'autre sans contact physique. Les applications courantes de la recharge par induction exigent tout de même que le chargeur et le récepteur soient situés à proximité immédiate l'un de l'autre. C'est la raison pour laquelle on parle parfois de systèmes de recharge en « champ proche ».

Dans le monde du véhicule électrique, la recharge par induction permet d'envisager des voitures capables de se recharger sans prise ni câble dédié [...]. Sur la route, la recharge par induction est assurée par des bobines de recharge intégrées directement à la route. La voiture électrique qui passe capte leur champ magnétique et le convertit en électricité, ce qui lui permet d'être alimentée en énergie pendant qu'elle roule et retarde d'autant le besoin de s'arrêter à une borne de recharge...

D'après <https://www.renaultgroup.com/magazine/energies-et-motorisation>

- 1) a- Relever à partir du texte le principe de l'induction électromagnétique sur lequel repose la recharge sans fil.  
b- Préciser parmi les bobines ( $b_1$ ) et ( $b_2$ ), celle qui joue le rôle de l'inducteur et celle qui joue le rôle de l'induit.
- 2) Dégager à partir du texte, la condition exigée pour assurer une recharge par induction électromagnétique sans contact physique.
- 3) Le schéma de la **figure 8** de la **page 5/5**, illustre le passage souligné dans le texte à propos de l'induction électromagnétique.
  - a- Énoncer la loi de Lenz.
  - b- Représenter sur la **figure 8 de la page 5/5** (à compléter par le candidat et à rendre avec la copie) le sens du courant induit lorsqu'on ferme l'interrupteur **K**. Justifier.

Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

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

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

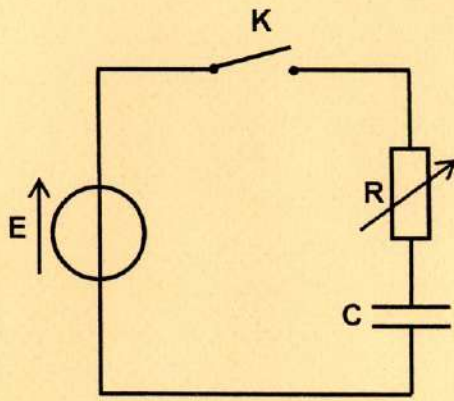


Figure 3

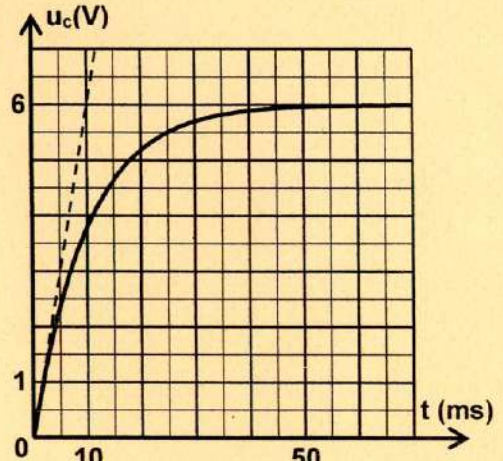


Figure 4

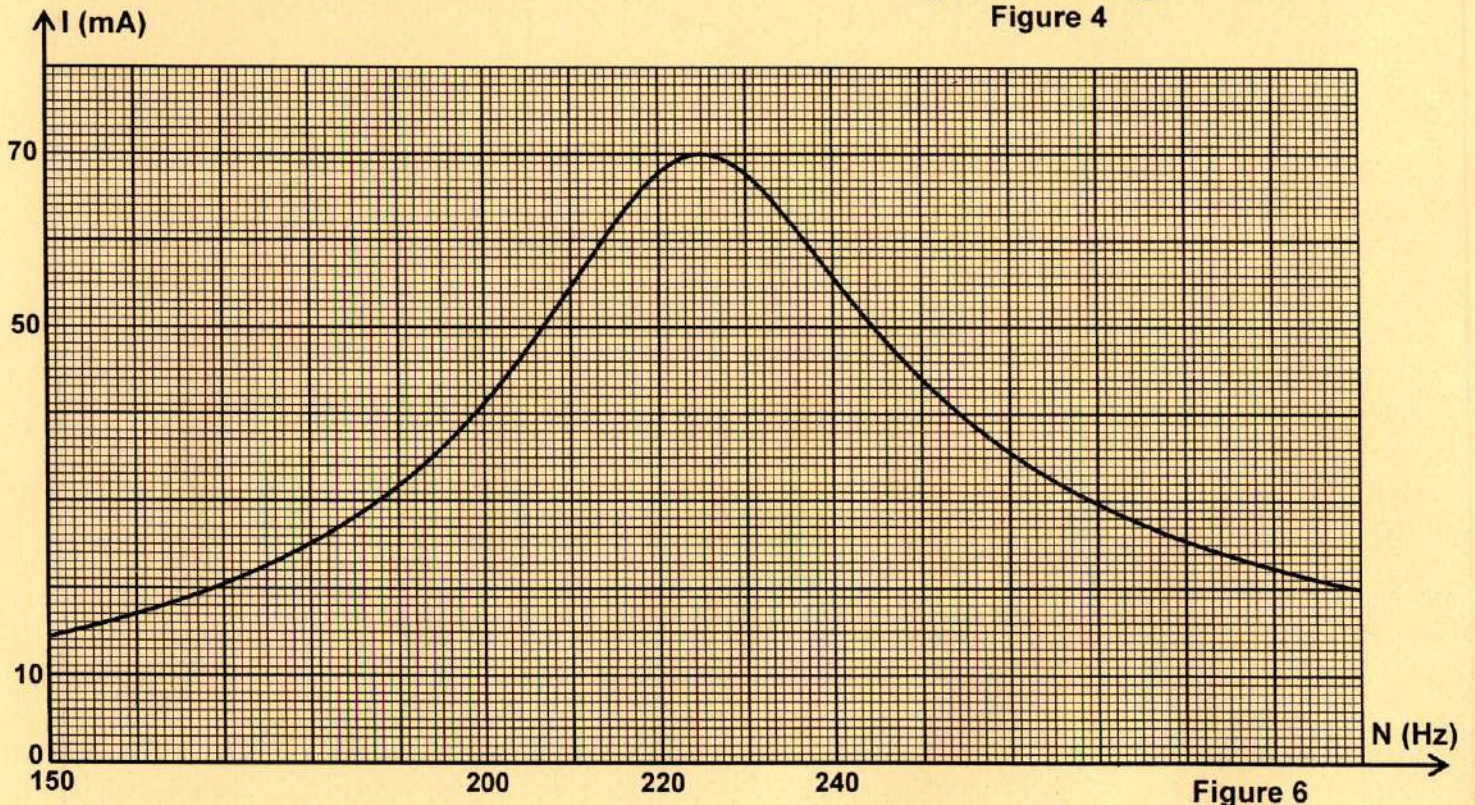


Figure 6

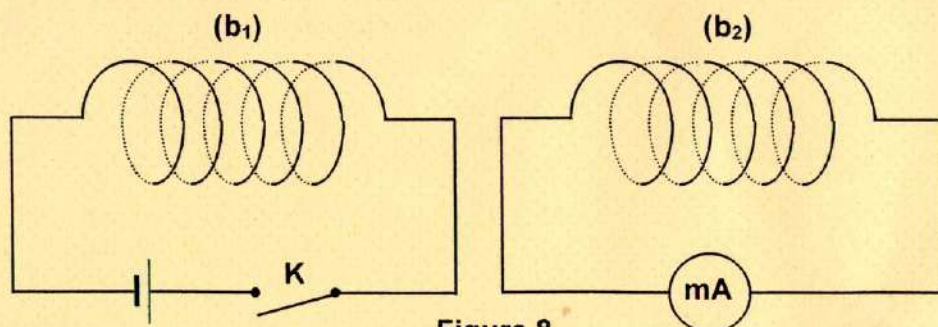


Figure 8