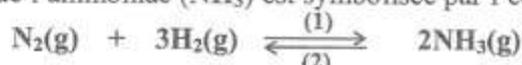


Le sujet comporte 5 pages. La page 5/5 est à rendre avec la feuille de copie.

**CHIMIE (7 points)**

**Exercice 1 (3,25 points)**

La réaction de synthèse de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) est symbolisée par l'équation :



Considérons un système chimique fermé, contenant initialement 1 mol de diazote ( $\text{N}_2$ ) et 3 mol de dihydrogène ( $\text{H}_2$ ).

- 1- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système chimique étudié.
- 2- Sous une pression  $P_1$  et à une température  $\Theta_1$ , la quantité de dihydrogène restante à l'équilibre est :  $n(\text{H}_2) = 1,8 \text{ mol}$ .
  - a- Déterminer la composition molaire du système à l'équilibre.
  - b- Calculer le taux d'avancement final  $\tau_{\text{fi}}$  de la réaction de synthèse de l'ammoniac.
- 3- Sous la même pression  $P_1$ , mais à une température  $\Theta_2 > \Theta_1$ , le taux d'avancement final de la réaction de synthèse de l'ammoniac est  $\tau_{\text{f2}} = 0,36$ .
  - a- La synthèse de l'ammoniac est-elle favorisée par une élévation de la température ?
  - b- Préciser, en le justifiant, si la réaction de synthèse de l'ammoniac est exothermique ou endothermique.
- 4- Le système est maintenu à la température  $\Theta_1$ . Pour favoriser la synthèse de l'ammoniac, faut-il augmenter ou diminuer la pression ? Justifier.

**Exercice 2 (3,75 points)**

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

Sur l'étiquette d'une bouteille de vinaigre commercial on lit, entre autres renseignements, «vinaigre à  $8^\circ$ ». Cela signifie que 100 g de ce vinaigre renferment 8 g d'acide éthanóique  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . On considère que le vinaigre commercial est une solution aqueuse d'acide éthanóique de concentration molaire  $C_0$ .

On désire déterminer, au cours d'une séance de TP, le degré d'acidité de ce vinaigre et de le comparer à la valeur indiquée sur l'étiquette. Pour cela, on dose le vinaigre par une solution ( $S_B$ ) d'hydroxyde de sodium  $\text{NaOH}$  de concentration molaire  $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

- 1- Le vinaigre commercial étant trop concentré pour être dosé par la solution d'hydroxyde de sodium disponible au laboratoire, on le dilue alors 100 fois. On obtient ainsi une solution diluée ( $S_1$ ) d'acide éthanóique de concentration  $C_1$ .

Choisir dans la liste ci-dessous, la verrerie la plus appropriée pour préparer 1 L de solution ( $S_1$ ).

- |                      |  |
|----------------------|--|
| - Fiole jaugée : 1 L | - Eprouvettes graduées : 10 mL ; 20 mL |
| - Erlenmeyer : 1 L   | - Pipettes jaugées : 10 mL ; 20 mL     |

- 2- On prélève un volume  $V_1 = 10 \text{ mL}$  de la solution ( $S_1$ ) que l'on dose avec la solution ( $S_B$ ), en présence d'un indicateur coloré approprié : la phénolphtaléine (zone de virage :  $8,2 - 10,0$ ). L'équivalence acido-basique est obtenue lorsque le volume de la solution ( $S_B$ ) d'hydroxyde de sodium versé est égal à  $V_{\text{BE}} = 13,5 \text{ mL}$ .

- a- La solution obtenue à l'équivalence est-elle acide, basique ou neutre ? Justifier.
- b- En déduire la nature (fort ou faible) de l'acide éthanóique. Ecrire l'équation de sa réaction avec l'eau.

- c- Ecrire l'équation chimique de la réaction du dosage effectué, et montrer qu'elle est totale.
- d- Déterminer la concentration molaire  $C_1$  de la solution ( $S_1$ ). En déduire la valeur de  $C_0$ .
- e- Calculer le degré d'acidité du vinaigre. Le résultat est-il en accord avec l'indication de l'étiquette ?

**Données :**

- masse volumique du vinaigre :  $\rho = 1,01 \text{ kg.L}^{-1}$
- masse molaire de l'acide éthanoïque :  $M = 60 \text{ g.mol}^{-1}$
- constante d'acidité du couple (acide éthanoïque /ion éthanoate) :  $K_a = 1,58.10^{-5}$ .

**PHYSIQUE (13 points)**

**Exercice 1 (4 points)**

On dispose d'une pile (P) de force électromotrice E et de résistance interne r. On peut modéliser cette pile par l'association en série d'un conducteur ohmique de résistance r et d'un générateur idéal de tension de force électromotrice E.

Pour déterminer les grandeurs caractéristiques E et r de la pile (P), on réalise le circuit électrique schématisé dans la **figure 1**. Il comporte, montés en série, la pile (P), un condensateur de capacité  $C = 2200 \mu\text{F}$  et un interrupteur K.

Initialement, le condensateur est complètement déchargé. A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur K et on suit, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, l'évolution de la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur en fonction du temps. On obtient la courbe de la **figure 2**.

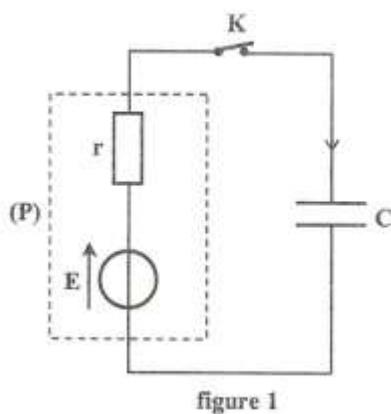


figure 1

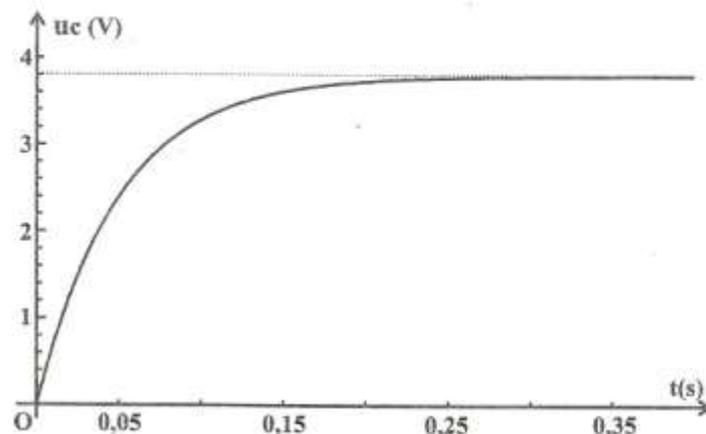


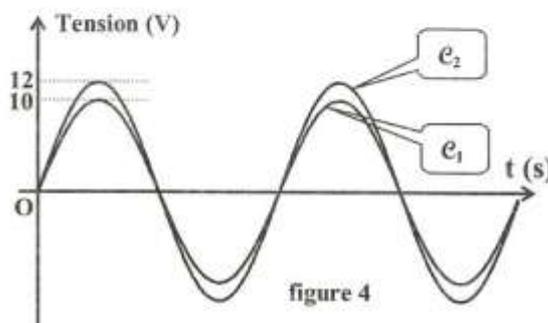
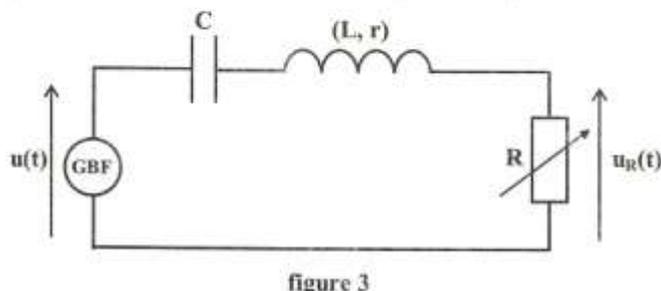
figure 2

- 1- Reproduire, sur votre copie, le schéma du circuit de la **figure 1** en indiquant les connections à réaliser avec l'oscilloscope afin de visualiser la tension  $u_c$ .
- 2- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur s'écrit :  $E = u_c(t) + \tau \frac{du_c(t)}{dt}$ , où  $\tau$  est la constante de temps du dipôle rC.
- 3- Que devient cette équation à la fin de la charge du condensateur ? En déduire la valeur de E.
- 4- a- Vérifier que :  $u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$  est une solution de l'équation différentielle précédente.  
 b- Déterminer la valeur du rapport  $\frac{u_c}{E}$  à l'instant de date  $t = \tau$ .  
 c- En utilisant ce résultat (question 4-b), et en exploitant la courbe de la **figure 2**, déterminer la valeur de  $\tau$ . En déduire celle de r.
- 5- Calculer l'énergie W emmagasinée par le condensateur lorsqu'il est complètement chargé.

### Exercice 2 (6,5 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  $R$  réglable. On dispose également d'un oscilloscope bicourbe, d'un voltmètre et d'un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale  $u(t)$  de fréquence  $N$  réglable.

Un élève curieux désire déterminer, lors d'une séance de TP, les valeurs de  $r$ ,  $L$  et  $C$ . Il réalise alors, le montage schématisé dans la figure 3 et procède comme suit :



#### I- Détermination de la résistance $r$ de la bobine :

L'élève ajuste la fréquence du GBF à une valeur  $N_1$  et il visualise, à l'aide de l'oscilloscope, la tension  $u(t)$  et la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique. Pour une valeur  $R = R_1 = 40 \Omega$  de la résistance du conducteur ohmique, il obtient les courbes  $e_1$  et  $e_2$  de la figure 4.

- 1- Montrer que la courbe  $e_2$  correspond à  $u(t)$ .
- 2- Relever, à partir des courbes  $e_1$  et  $e_2$ , les valeurs maximales  $U_m$  et  $U_{Rm}$ , respectivement, des tensions  $u(t)$  et  $u_R(t)$ .
- 3- En exploitant les courbes de la figure 4, montrer que  $N_1$  correspond à la fréquence propre  $N_0$  du circuit.

- 4- Montrer que:  $r = R_1 \left( \frac{U_m}{U_{Rm}} - 1 \right)$ . Calculer sa valeur.

#### II- Détermination de l'inductance $L$ de la bobine et de la capacité $C$ du condensateur :

Dans la suite de l'exercice, on négligera la résistance  $r$  de la bobine.

L'élève règle la tension efficace délivrée par le GBF à la valeur  $U_1 = 4V$ , et la résistance du conducteur ohmique à la valeur  $R = R_2 = 450 \Omega$ . Il fait varier la fréquence  $N$  du signal sinusoïdal délivré par le GBF et il 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  $U_R = f(N)$  donnée dans la figure 5 de la feuille annexe (page 5/5 : à rendre avec la copie). Une zone de cette courbe a été agrandie sur la figure 6 de la feuille annexe.

On rappelle que :  $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  ;  $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{1}{R_t} \sqrt{\frac{L}{C}}$ , où  $N_0$ ,  $Q$  et  $R_t$  désignent respectivement, la fréquence propre, le facteur de qualité et la résistance totale du circuit.

- 1- Déterminer graphiquement, la valeur de la fréquence propre  $N_0$  du circuit. En déduire la valeur du produit  $L.C$ .
- 2- Le circuit étudié constitue un filtre électrique. Les tensions  $u(t)$  et  $u_R(t)$  sont respectivement, la tension d'entrée et la tension de sortie de ce filtre.
  - a- En exploitant la figure 5, indiquer la nature de ce filtre (passe-bas, passe-haut ou passe-bande).
  - b- Déterminer graphiquement, la (ou les) fréquence(s) de coupure du filtre étudié. En déduire la largeur  $\Delta N$  de sa bande passante. On prendra :  $\frac{\sqrt{2}}{2} = 0,7$ . (On rappelle qu'un filtre est passant lorsque  $T \geq \frac{T_0}{\sqrt{2}}$ , où  $T_0$  est la valeur maximale de la transmittance  $T$  du filtre).
  - c- Calculer la valeur du facteur de qualité  $Q$ . En déduire la valeur du quotient  $\frac{L}{C}$ .

- 3- Dédurre, des calculs précédents, la valeur de  $L$  et la valeur de  $C$ .
- 4- Sans changer les autres composants du circuit, l'élève règle la résistance du conducteur ohmique à une valeur  $R_3 > R_2$ . Indiquer, en le justifiant, si les grandeurs suivantes sont modifiées ou non :
  - la fréquence propre  $N_0$  ;
  - la largeur  $\Delta N$  de la bande passante.

### **Exercice 3 : Etude d'un document scientifique (2,5 points)**

#### **Vitesse du son dans l'air et dans l'eau**

Le son, chacun le sait, se propage comme une onde : l'air vibre, mais en moyenne, reste sur place alors que l'onde, c'est-à-dire le mouvement, se propage de proche en proche sur de grandes distances. On compare souvent ce phénomène à la propagation dans une chaîne de masses séparées par des ressorts : en oscillant, une masse comprime et relâche les ressorts contigus qui déplacent les masses suivantes ; ces oscillations se transmettent ainsi de proche en proche [...]. Que l'air soit un ressort, nous en avons tous l'expérience en bouchant l'extrémité d'une pompe à vélo : si l'on comprime l'air, puis qu'on relâche la poignée, celle-ci est rejetée par l'air. Quant à la masse volumique de l'air, elle est faible : 1,3 kilogramme par mètre cube, soit un peu plus de un millième de celle de l'eau.

Plus le ressort est mou ou plus la masse est forte, moins l'onde se propage rapidement. Ceci explique pourquoi l'eau et l'air ont des vitesses du son qui ne sont pas extrêmement différentes (1500 mètres par seconde pour l'eau contre 340 pour l'air dans les conditions normales) : l'eau est beaucoup plus dense, mais elle est beaucoup plus rigide (ce qu'on peut constater encore avec une pompe à vélo).

*D'après le livre blanc de l'acoustique en France en 2010 (page 45).*

- 1- a- Relever du texte une phrase qui montre que la propagation du son se produit sans transport de matière.  
b- Remplacer le mot souligné dans le texte par un autre plus spécifique aux ondes.
- 2- L'onde sonore, est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier à partir du texte.
- 3- Expliquer pourquoi l'eau et l'air ont " *des vitesses du son qui ne sont pas extrêmement différentes*".

Feuille annexe

figure 5

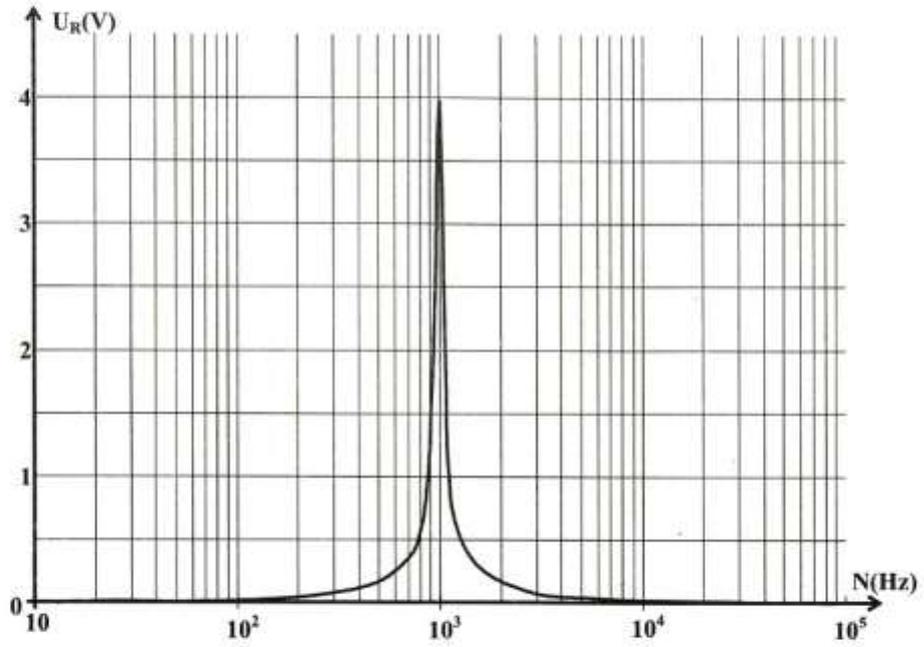


figure 6

