

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

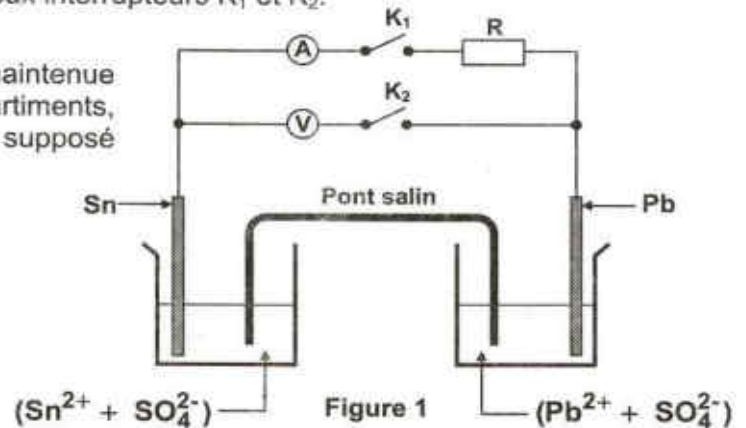
**CHIMIE: ( 7 points )**

**Exercice 1 ( 3,5 points )**

La pile représentée sur la **figure 1**, alimente un circuit extérieur comportant un conducteur ohmique de résistance  $R$ , un voltmètre, un ampèremètre et deux interrupteurs  $K_1$  et  $K_2$ .

Durant toute l'expérience, la température est maintenue constante, égale à  $25^\circ\text{C}$ . Dans les deux compartiments, les deux solutions ont le même volume  $V$ , supposé constant, et la même concentration initiale :

$$[\text{Pb}^{2+}]_0 = [\text{Sn}^{2+}]_0 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$$



- 1) a- Donner le symbole de la pile.  
b- Ecrire l'équation chimique associée à cette pile.
- 2) On ferme  $K_2$  et on laisse  $K_1$  ouvert. L'indication du voltmètre est telle que la **fem** initiale de la pile est :  $E_1 = V_{\text{Pb}} - V_{\text{Sn}} = 0,01 \text{ V}$ .  
a- Préciser, en le justifiant, la polarité des bornes de la pile.  
b- Déterminer la valeur de sa **fem** standard  $E^0$ .  
c- En déduire la valeur de la constante d'équilibre  $K$ .
- 3) A un instant pris comme origine des temps, on ouvre  $K_2$  et on ferme  $K_1$ .  
a- Quel est le rôle du pont salin ?  
b- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément. Justifier.  
c- A un instant ultérieur de date  $t_1$ , la molarité en ion  $\text{Pb}^{2+}$  a varié de  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . La pile est-elle usée à cet instant ? Justifier.

**Exercice 2 ( 3,5 points )**

Toutes les solutions sont prises à  $25^\circ\text{C}$ , 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.

On dispose de deux solutions aqueuses de même concentration molaire initiale  $C_A$ , l'une de chlorure d'hydrogène  $\text{HCl}$  (acide fort) et l'autre d'acide éthanóïque  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

On dose, séparément, un volume  $V_A = 10 \text{ mL}$  de chacune des deux solutions par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium  $\text{NaOH}$  (base forte), de concentration molaire  $C_B = 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ .

A 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. On obtient les courbes (1) et (2) de la **figure 2**.

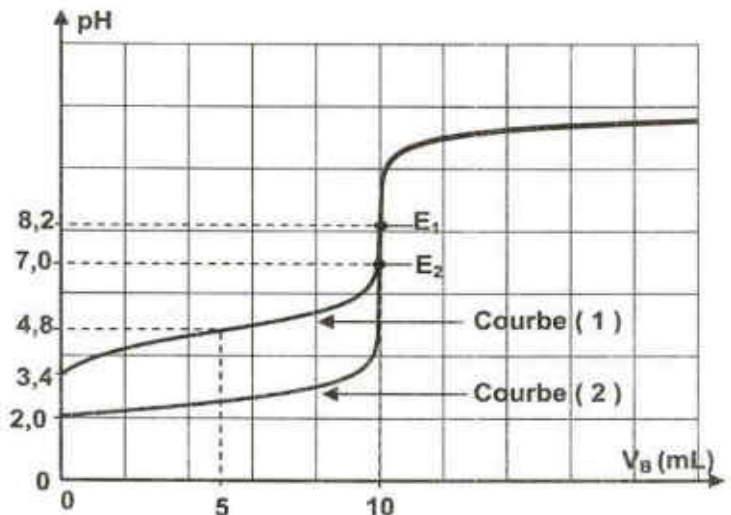


Figure 2

- 1) a- Montrer que la **courbe (2)** correspond au dosage de la solution aqueuse de chlorure d'hydrogène.  
 b- Écrire l'équation chimique de la réaction de ce dosage.  
 c- En exploitant la **courbe (2)**, déterminer la valeur de  $C_A$ .
- 2) Montrer que l'acide éthanóïque est un acide faible.
- 3) a- Écrire l'équation chimique de la réaction d'ionisation de l'acide éthanóïque dans l'eau.  
 b- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système correspondant à la réaction précédente.  
 c- Établir en fonction de  $C_A$  et  $[H_3O^+]$ , l'expression de la constante d'acidité  $K_a$  du couple  $CH_3COOH/CH_3COO^-$ . Calculer la valeur de son  $pK_a$ .  
 d- Retrouver cette valeur par exploitation de la **courbe (1)**. Justifier.

## PHYSIQUE: ( 13 points )

### Exercice 1 ( 5,5 points )

Lors d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves décide de retrouver expérimentalement les valeurs de la capacité  $C$  d'un condensateur, de l'inductance  $L$  et de la résistance  $r$  d'une bobine pour les comparer à celles données par le fabricant.

Le matériel disponible pour cette étude est le suivant :

- une bobine dont les indications du fabricant sont :  $L = 1 \text{ H}$  et  $r = 10 \Omega$ ,
- un condensateur dont l'indication est :  $C = 0,2 \mu\text{F}$ ,
- un générateur de tension constante  $E = 10 \text{ V}$ ,
- un conducteur ohmique de résistance  $R = 90 \Omega$ ,
- un interrupteur  $K$  et un commutateur bipolaire,
- des fils de connexion.

#### I- Vérification des valeurs de $r$ et $L$

Dans cette partie, les élèves cherchent à déterminer les valeurs de la résistance  $r$  et de l'inductance  $L$  de la bobine. Ils réalisent alors le montage de la **figure 3**.

A un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur  $K$  et on suit avec un oscilloscope à mémoire l'évolution au cours du temps de la tension  $u_R$  aux bornes du conducteur ohmique. On obtient l'enregistrement de la **figure 4**.

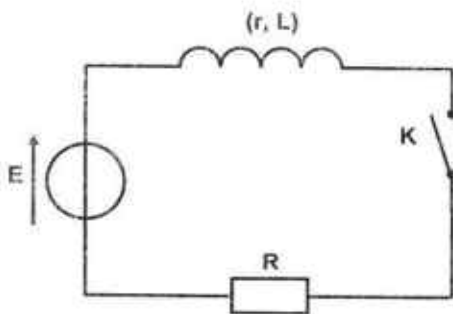
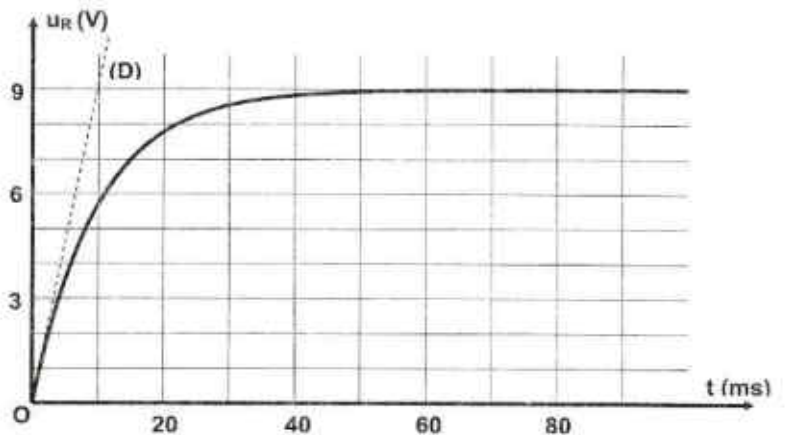


Figure 3



La droite (D) est tangente à la courbe à  $t=0 \text{ s}$ .

Figure 4

- 1) a- Justifier que cet enregistrement permet de suivre l'évolution de l'intensité du courant au cours du temps.  
 b- Quelle est l'influence de la bobine sur l'établissement du courant lors de la fermeture du circuit ?
- 2) L'équation différentielle régissant l'évolution de la tension  $u_R(t)$  s'écrit:

$$\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R(t) = \frac{R}{L} E, \text{ avec } \tau = \frac{L}{R+r}$$

- a- Nommer  $\tau$  puis déterminer graphiquement sa valeur.
- b- Soit  $U_0$  la tension aux bornes du conducteur ohmique en régime permanent. A partir de la **figure 4**, déterminer la valeur de  $U_0$ .

c- Montrer que la résistance  $r$  de la bobine est donnée par la relation :  $r = \frac{E - U_0}{U_0} R$ .

d- Calculer la valeur de  $r$ , puis celle de  $L$ . Comparer ces valeurs à celles données par le fabricant.

## II- Vérification de la valeur de C :

Dans cette partie, les élèves cherchent à déterminer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur. Ils réalisent le montage de la **figure 5**. Le condensateur est initialement chargé sous la tension  $E$  (commutateur en position 1).

Après avoir basculé le commutateur en position 2, on enregistre l'évolution au cours du temps de la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur. La courbe obtenue, représentée sur la **figure 6**, montre que le circuit est le siège d'oscillations faiblement amorties.

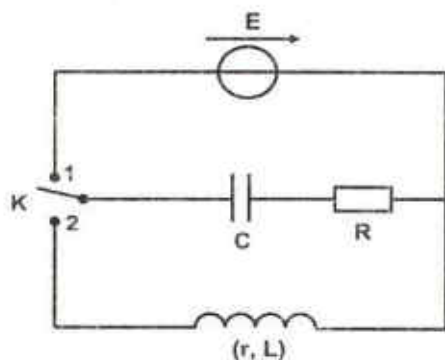


Figure 5

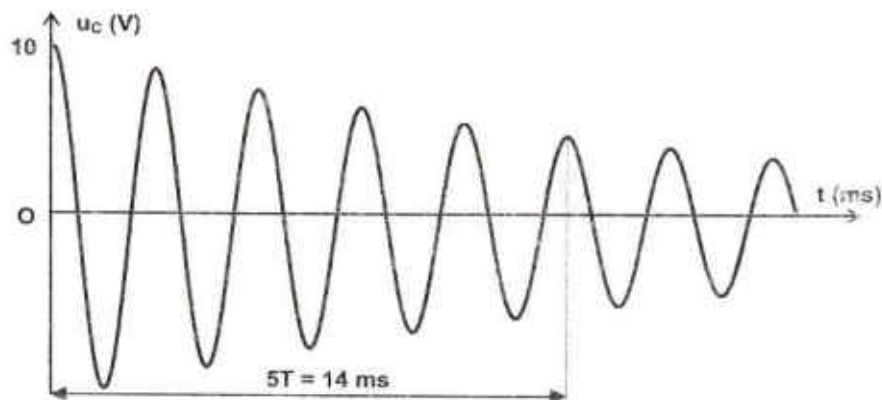


Figure 6

- 1) a- Indiquer la cause de l'amortissement des oscillations enregistrées.
- b- Dire, en le justifiant, si les affirmations ci-dessous sont vraies ou fausses.

**Affirmation 1** : l'énergie totale du circuit ( $R+r$ ,  $L$ ,  $C$ ) est constante au cours du temps.

**Affirmation 2** : en augmentant la résistance totale du circuit, on observe toujours des oscillations amorties.

- 2) a- En admettant que, dans le cas où l'amortissement est faible, la pseudo-période  $T$  est égale à la période propre  $T_0$ , déterminer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.
- b- La valeur de  $C$  calculée est-elle compatible avec celle donnée par le fabricant ?

## Exercice 2 ( 5 points )

A l'entrée du filtre ( $F$ ) schématisé par la **figure 7**, on applique une tension sinusoïdale  $u_E(t)$  de valeur maximale  $U_{E\max}$  constante, et de fréquence  $N$  réglable :  $u_E(t) = U_{E\max} \sin(2\pi Nt)$ . On désigne par  $u_S(t)$ , la tension de sortie du filtre :  $u_S(t) = U_{S\max} \sin(2\pi Nt + \varphi)$ .

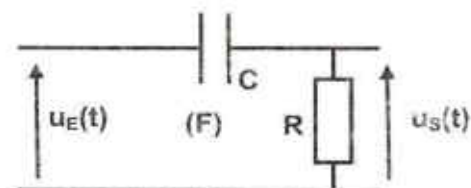


Figure 7

- A- 1) a- Définir un filtre électrique.
- b- Indiquer la différence entre un filtre passe-bas et un filtre passe-haut.

2) La transmittance  $T$  du filtre ainsi réalisé est :  $T = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2}}}$

a- Montrer que le gain  $G$  du filtre s'écrit :  $G = -10 \log \left( 1 + \frac{1}{(2\pi NRC)^2} \right)$ . On rappelle que  $G = 20 \log T$ .

b- Montrer que la valeur maximale  $G_0$  du gain du filtre est nulle ( $G_0 = 0$  dB).

- 3) a- Quelle condition doit satisfaire le gain  $G$  pour que le filtre soit passant ?

b- Montrer que la fréquence de coupure  $N_c$  du filtre est :  $N_c = \frac{1}{2\pi RC}$ .

B- Pour une tension maximale  $U_{E_{max}}$  donnée, l'évolution du gain  $G$  du filtre en fonction de la fréquence  $N$  est donnée par la figure 8.

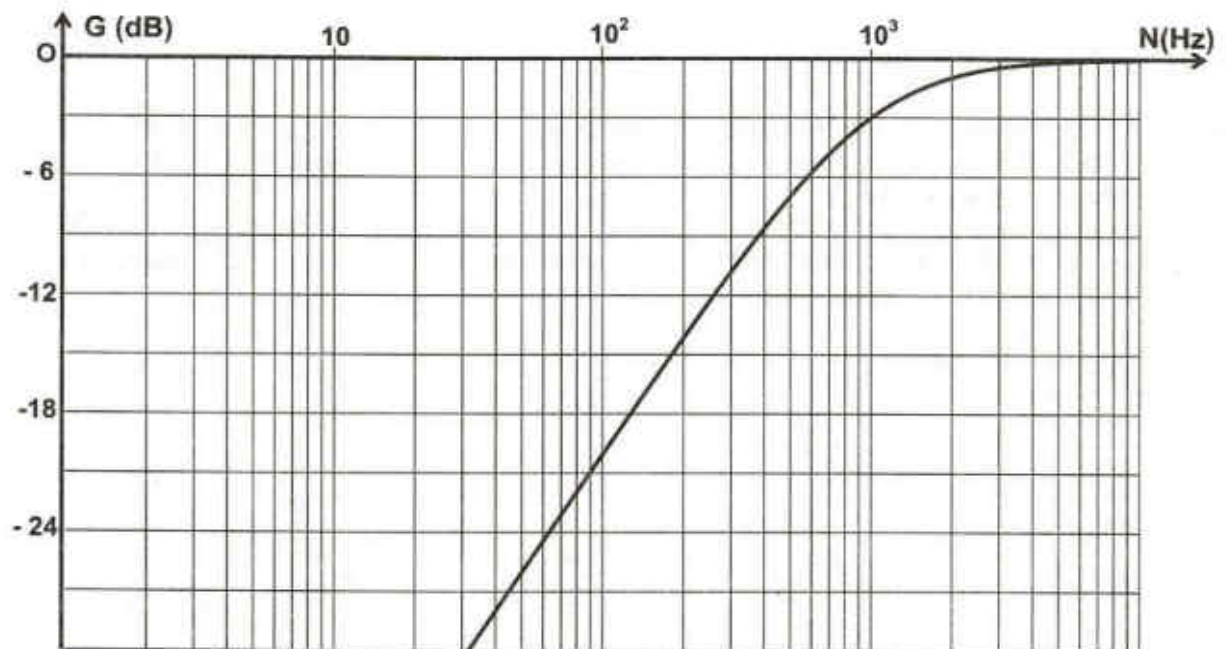


Figure 8

- 1)
  - a- Montrer que le filtre (F) est passif.
  - b- Déterminer graphiquement la valeur de sa fréquence de coupure  $N_c$ .
  - c- En déduire la bande passante du filtre. Ce filtre est-il passe-haut ou passe-bas?
  - d- Déterminer la valeur de la capacité  $C$ . On donne  $R = 500 \Omega$ ,  $\pi = 3,14$ .
- 2) On applique à l'entrée du filtre, deux signaux ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) de fréquences respectives:
 

$N_1 = 600 \text{ Hz}$  et  $N_2 = 2000 \text{ Hz}$ .

  - a- Préciser, en le justifiant, lequel des deux signaux est transmis.
  - b- On garde le condensateur précédent de capacité  $C$ , et on remplace le conducteur ohmique de résistance  $R$  par un autre de résistance  $R' = 2R$ . Justifier que les deux signaux ( $S_1$ ) et ( $S_2$ ) sont transmis.

### Exercice 3 : document scientifique ( 2,5 points )

#### A la découverte des ondes

« ...Il vous est certainement déjà arrivé de jeter un caillou dans l'eau calme d'un lac. Que s'est-il alors passé? La surface du lac, qui était plane, a été localement perturbée au point d'impact du caillou et des vaguelettes sont nées. Ces petites vagues se sont déplacées, s'écartant en cercles concentriques de l'endroit où le caillou est entré dans l'eau. Les vaguelettes disparaissent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point d'impact. Sans le savoir, vous avez créé une onde. Une onde est une perturbation qui se déplace ; on dit qu'elle se propage. Si vous aviez tenté l'expérience à proximité d'un pêcheur, ligne à la main attendant patiemment que le bouchon s'agite, vous auriez pu, en observant ce bouchon à la surface de l'eau, décrire son mouvement: immobile avant que la vague ne l'atteigne, il se serait soulevé à son passage puis aurait repris sa position initiale sans être emporté par la vague... »

#### Site internet

- 1) Quelle est la cause de la naissance des vaguelettes ?
- 2) À partir du texte :
  - donner la définition d'une onde,
  - montrer que la propagation d'une onde correspond à un transport d'énergie et non de matière.
- 3) Quelle est la cause principale de la diminution de l'amplitude des vaguelettes au fur et à mesure qu'elles s'éloignent du point d'impact ?