

|   |                                     |   |
|---|-------------------------------------|---|
| <b>RÉPUBLIQUE TUNISIENNE</b><br><b>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION</b><br><b>EXAMEN DU BACCALAURÉAT</b><br><b>SESSION 2020</b> | <b>Session de contrôle</b>          |   |
|   | Épreuve : <b>Sciences physiques</b> | Section :<br><b>Sciences techniques</b> |
|   | Durée : <b>3h</b>                   | Coefficient de l'épreuve: <b>3</b>      |

❧ ❧ ❧ ❧ ❧ ❧

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

### C H I M I E (7 points)

#### Exercice 1 (3 points) :

Le monofluorure de chlore  $ClF$  est un agent de fluoration, qui peut être formé selon la réaction exothermique symbolisée par l'équation :  $Cl_2(g) + F_2(g) \xrightleftharpoons[(2)]{(1)} 2ClF(g)$

Dans un récipient, de volume constant, on dispose d'un système chimique fermé contenant initialement  $n_1 = 0,2 \text{ mol}$  de  $Cl_2$  et  $n_2 = 0,3 \text{ mol}$  de  $F_2$ .

- 1) a- Dresser le tableau descriptif d'évolution du système.  
b- Montrer que la valeur de l'avancement maximal de la réaction étudiée est  $x_m = 0,2 \text{ mol}$ .
- 2) A une température  $\theta_1$ , la valeur du taux d'avancement final de la réaction étudiée est  $\tau_{f1} = 0,81$ .  
a- Déterminer la valeur de l'avancement final  $x_f$  de la réaction étudiée.  
b- Dédire la composition molaire finale du système chimique étudié.
- 3) On désigne par  $\tau_{f2}$  le taux d'avancement final de la réaction étudiée lorsque la température du système chimique précédent est amenée à une valeur  $\theta_2$ . Sachant que  $\tau_{f2}$  est inférieur à  $\tau_{f1}$ , comparer en le justifiant  $\theta_1$  et  $\theta_2$ .

#### Exercice 2 (4 points) :

Toutes les solutions sont prises à  $25^\circ C$ , température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est  $K_e = 10^{-14}$ . Dans un laboratoire de chimie, on dispose de trois flacons  $F_1$ ,  $F_2$  et  $F_3$  dont les étiquettes sont décollées. Chaque flacon contient l'une des trois solutions aqueuses suivantes :

- une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène  $HCl$  (acide fort) de pH initial  $pH_a$  et de concentration molaire  $C_a$ .
- une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium  $NaOH$  (base forte) de pH initial  $pH_b$  et de concentration molaire  $C_b$ .
- une solution aqueuse d'ammoniac  $NH_3$  (base faible) de concentration molaire  $C_b'$ .

Afin d'identifier le contenu de chacun de ces trois flacons, on réalise les expériences suivantes :

##### Expérience 1 :

On prélève un volume  $V_1 = 20 \text{ mL}$  de la solution contenue dans le flacon  $F_1$ , on y ajoute un volume  $V_e = 80 \text{ mL}$  d'eau distillée.

La mesure du pH de la solution (S) obtenue après dilution donne  $pH_a' = 2,69$ .

- 1) Indiquer, parmi la liste suivante, la verrerie la plus appropriée pour préparer la solution (S) :  
 \* pipettes jaugées : 10 mL ; 20 mL      \* fioles jaugées : 50 mL ; 100 mL ; 500 mL  
 \* erlenmeyer : 50 mL ; 500 mL
- 2) a- Justifier que le flacon  $F_1$  contient la solution de chlorure d'hydrogène.  
 b- Montrer que  $C_a = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$   
 c- Dédire la valeur du  $pH_a$ .

## Expérience 2 :

On dose séparément un échantillon de volume  $V = 10 \text{ mL}$  de la solution du flacon  $F_2$  puis un autre échantillon de même volume de la solution du flacon  $F_3$  par la solution de chlorure d'hydrogène de concentration molaire  $C_a$ .

On obtient les courbes  $(\mathcal{C}_\alpha)$  et  $(\mathcal{C}_\beta)$  de la figure-1 correspondants respectivement aux dosages des échantillons prélevés des flacons  $F_2$  et  $F_3$ .

1) Définir l'équivalence acido-basique.

2) En exploitant les courbes  $(\mathcal{C}_\alpha)$  et  $(\mathcal{C}_\beta)$  de la figure-1 :  
a- identifier, parmi les deux flacons  $F_2$  et  $F_3$ , celui qui contient la solution d'hydroxyde de sodium. Justifier la réponse.

b- préciser la valeur du  $\text{pH}_b$ . En déduire la valeur  $C_b$  de la solution d'hydroxyde de sodium.

c- déterminer la valeur  $C_b$  de la solution d'ammoniaque.

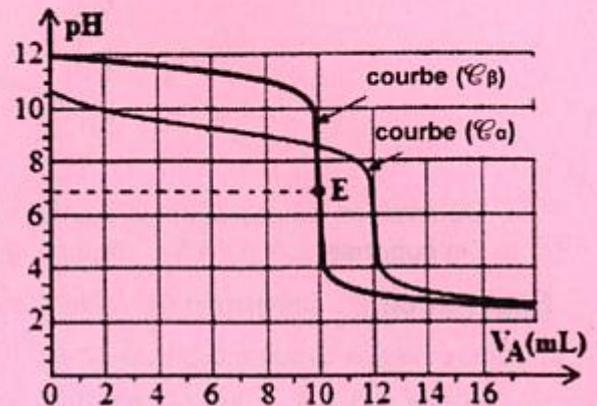


figure-1

## PHYSIQUE (13 points)

### Exercice 1 (5 points) :

Au laboratoire, on dispose du matériel suivant : une bobine  $B$  d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , un premier condensateur de capacité  $C$ , un deuxième condensateur de capacité  $C_1 = 5 \mu\text{F}$ , un conducteur ohmique de résistance  $R$  réglable, un autre conducteur ohmique de résistance  $R_1$ , un générateur de basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale, un générateur de tension supposé idéal de force électromotrice  $E = 6 \text{ V}$ , un oscilloscope numérique, un voltmètre, des fils de connexion et un interrupteur  $K$ .

Afin de déterminer expérimentalement les valeurs de  $C$ ,  $L$ ,  $R_1$  et  $r$ , on réalise les expériences suivantes :

### Expérience 1 : Détermination de la valeur de $C$

On réalise le circuit de la figure-2. Le condensateur est initialement déchargé. A l'instant  $t = 0 \text{ s}$ , on ferme l'interrupteur  $K$ . On visualise simultanément les tensions  $u(t)$  aux bornes du générateur sur la voie  $Y_1$  et  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur sur la voie  $Y_2$  de l'oscilloscope. On obtient les courbes  $(\mathcal{C}_1)$  et  $(\mathcal{C}_2)$  de la figure-3.

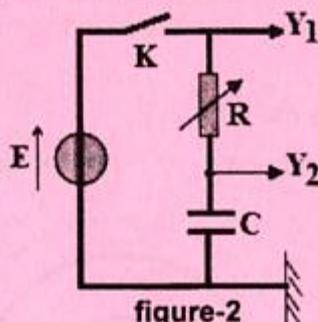


figure-2

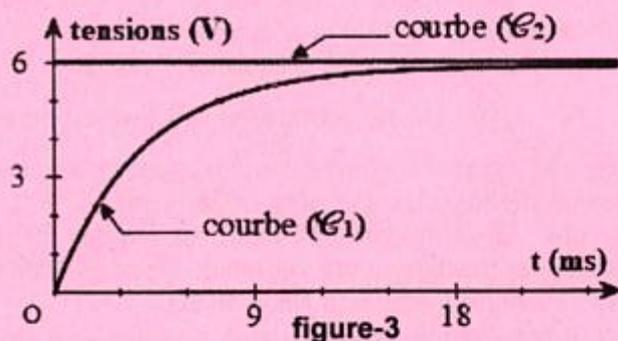


figure-3

1) a- Justifier que la courbe  $(\mathcal{C}_1)$  correspond à la tension  $u_c(t)$ .

b- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution, au cours du temps, de la tension  $u_c(t)$  aux bornes du condensateur s'écrit sous la forme :  $\tau \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = E$ ; où  $\tau$  est la constante de

temps que l'on exprimera en fonction de  $R$  et  $C$ .

2) On fait varier maintenant la résistance  $R$  du conducteur ohmique du circuit précédent. Pour différentes valeurs de  $R$ , on observe une série d'oscillogrammes correspondants aux tensions précédemment visualisées. Ces oscillogrammes ont permis de mesurer, pour chaque valeur de  $R$ , la durée de charge  $\Delta t$  pour que la tension aux bornes du condensateur initialement déchargé atteigne la valeur  $u_c = 0,99 E$ .

Les résultats de mesures ont permis d'obtenir la courbe de la **figure-4** traduisant l'évolution de la durée de charge  $\Delta t$  en fonction de  $R$ .

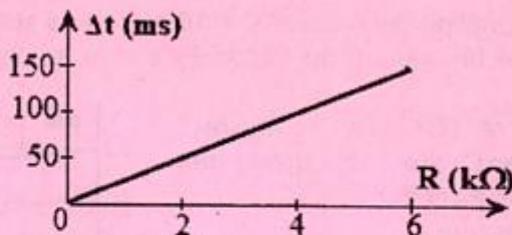


figure-4

- a- Déterminer, en exploitant la courbe de la **figure-4**, l'expression de  $\Delta t$  en fonction de  $R$ .
- b- On suppose que  $\Delta t = 5 \tau$ . Déduire la valeur de  $C$ .

**Expérience 2 : Détermination des valeurs de  $L$ ,  $R_1$  et  $r$**

On réalise le circuit électrique schématisé par la **figure-5**. Le (GBF) délivre une tension alternative sinusoïdale  $u(t) = 5\sqrt{2} \sin(2\pi Nt)$  de fréquence  $N$  réglable. Pour différentes valeurs de la fréquence  $N$ , on mesure à l'aide d'un voltmètre, chacune des tensions efficaces  $U_{R1}$  aux bornes du conducteur ohmique et  $U_{C1}$  aux bornes du condensateur. Les résultats de mesures sont consignés dans le tableau suivant :

|                               |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>N(Hz)</b>                  | 135  | 165  | 195  | 225  | 255  | 285  | 315  |
| <b><math>U_{R1}(V)</math></b> | 2,48 | 3,36 | 4,14 | 4,50 | 4,24 | 3,73 | 3,23 |
| <b><math>U_{C1}(V)</math></b> | 6,51 | 7,20 | 7,51 | 7,08 | 5,90 | 4,64 | 3,63 |

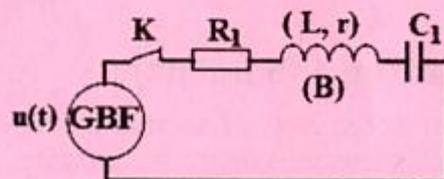


figure-5

- 1) a- Préciser la valeur de la fréquence  $N_0$  pour laquelle l'intensité efficace  $I_0$  du courant électrique qui circule dans le circuit prend sa valeur maximale. Justifier la réponse.
- b- Nommer le phénomène correspondant.
- 2) Déduire la valeur de  $L$ .
- 3) Déterminer la valeur de  $I_0$ . En déduire la valeur de  $R_1$ .
- 4) Déduire la valeur de  $r$ .

**Exercice 2 (5 points) :**

Un vibreur muni d'une fourche à pointe unique verticale impose, à partir de l'instant  $t = 0$  s, en un point  $O$  de la surface libre d'une nappe d'eau d'épaisseur constante d'une cuve à ondes, des vibrations sinusoïdales verticales d'équation horaire :

$$y_0(t) = 3 \cdot 10^{-3} \sin(100\pi t + \varphi_0) ; t \text{ est en seconde et } y_0 \text{ est en mètre.}$$

On suppose que l'amortissement est négligeable au cours de la propagation de l'onde et qu'il n'y a pas de réflexion de celle-ci aux bords de la cuve.

- 1) On éclaire la surface de l'eau à l'aide d'une lumière stroboscopique de fréquence  $N_e$  réglable. Décrire alors l'aspect de cette surface pour une fréquence  $N_e = 50$  Hz.
- 2) La **figure-6** représente l'aspect de la surface libre de l'eau à un instant  $t_1$  où les cercles tracés en traits continus représentent les crêtes et ceux tracés en traits discontinus représentent les creux.
  - a- Définir la longueur d'onde  $\lambda$ .
  - b- Les deux points  $A$  et  $B$  de la surface de l'eau, représentés sur la **figure-6**, sont distants de  $d_{AB} = 12$  mm. En déduire la valeur de  $\lambda$ .
  - c- Déduire la célérité  $v$  de l'onde.

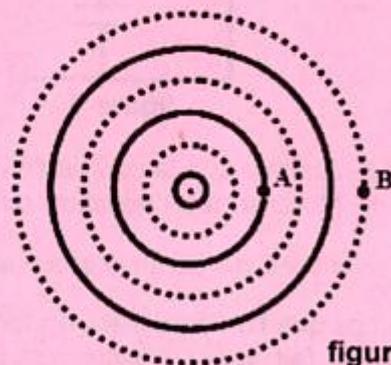
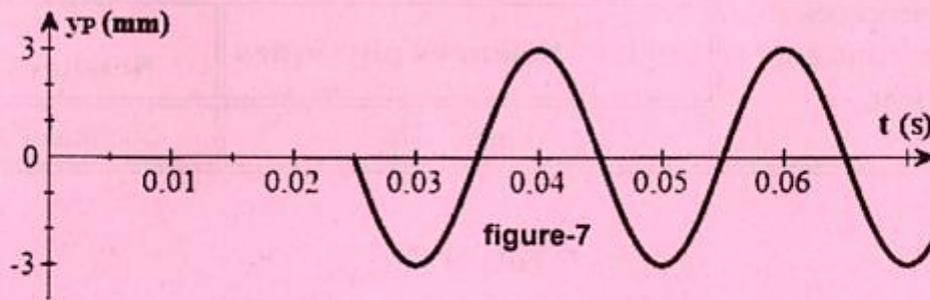


figure-6

- 3) a- Calculer la valeur de la distance  $d_1$  parcourue par l'onde à l'instant de date  $t_1 = 0,06$  s.
- b- Déterminer à cet instant  $t_1$  les lieux géométriques des points  $M$  de la surface de l'eau qui vibrent en phase avec le point  $O$ .

4) On donne maintenant, sur la **figure-7**, le diagramme du mouvement d'un point P de la nappe d'eau situé à une distance **d** du point O :



- Déterminer la valeur de **d**.
- Établir l'équation horaire du mouvement du point P.
- Déduire la valeur de  $\varphi_0$ .

### Exercice 3 (3 points) : Étude d'un document scientifique

#### Filtre électrique

Un filtre passe-haut **CR** est un circuit de filtrage composé, d'une résistance et d'un condensateur qui transmet des signaux haute fréquence et bloque les signaux basse fréquence. Lorsqu'un condensateur, une résistance et un générateur basse fréquence sont placés en série, comme indiqué sur la **figure-8** et si on choisit la sortie aux bornes de la résistance, le circuit forme alors un filtre passe-haut.

Le condensateur est un dispositif réactif dont l'impédance qu'il offre à un signal change en fonction de la fréquence du signal, en effet, il offre une impédance très élevée aux signaux à basse fréquence et qui décroît en fonction de la fréquence du signal. Par conséquent, lorsqu'il est mis en série avec une source d'alimentation conformément au circuit de la **figure-8**, il bloque les signaux basse fréquence de passer à la sortie. Cependant, les signaux de haute fréquence sont capables de passer puisque les condensateurs offrent une impédance très faible.

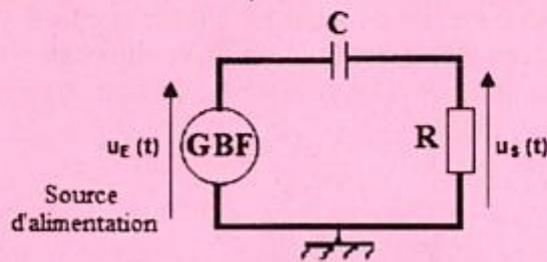


figure-8

[www.learningaboutelectronics.com](http://www.learningaboutelectronics.com)

#### Questions :

1) En se référant au texte :

- donner la définition d'un filtre passe-haut.
- Préciser la qualification donnée au condensateur dont l'impédance change en fonction de la fréquence du signal.

2) a- Préciser, en s'appuyant sur l'expression de l'impédance  $Z_C = \frac{1}{2\pi fNC}$  du condensateur (où **N** est la fréquence de la source d'alimentation), les limites de cette impédance face aux basses et hautes fréquences.

b- En exploitant l'expression de la transmittance  $T = \frac{U_{Sm}}{U_{Em}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{Z_C}{R})^2}}$  de ce filtre, déduire le

comportement de ce filtre face aux basses et hautes fréquences.

On désigne par  $U_{Em}$  et  $U_{Sm}$  respectivement les amplitudes des tensions d'entrée et de sortie du filtre.