

<b>RÉPUBLIQUE TUNISIENNE</b>  <b>MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION</b>	<b>EXAMEN DU BACCALAURÉAT</b> <b>SESSION 2022</b>	<b>Session de contrôle</b>
	Épreuve : <b>Sciences physiques</b>	Section : <b>Sciences techniques</b>
	Durée : <b>3h</b>	Coefficient de l'épreuve: <b>3</b>

N° d'inscription



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

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

### Exercice 1 : (4 points)

On dispose de deux flacons ( $F_1$ ) et ( $F_2$ ) contenant respectivement de l'acide éthanóique pur et de l'éthanol (alcool éthylique) pur. Ces deux flacons portent des indications concernant la densité et la masse molaire moléculaire de chacun de ces deux composés comme illustré sur la **figure 1**.

Afin d'étudier la réaction d'estérification entre l'acide et l'alcool susmentionnés, on mélange un volume  $V_1 = 16 \text{ mL}$  de ( $F_1$ ) et un volume  $V_2 = 16,3 \text{ mL}$  de ( $F_2$ ). À partir de ce mélange, on effectue des prélèvements de même volume  $V_p$  et contenant chacun  $n_{01} = 17,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  d'acide et  $n_{02} = n_{01}$  moles d'alcool. Ces prélèvements placés dans des tubes à essais, surmontés de tubes réfrigérants, sont introduits à l'origine du temps dans un bain-marie dont la température est maintenue constante.

À des instants différents, on retire chaque fois, un tube du bain-marie, on le trempe dans l'eau glacée puis on dose l'acide restant par une solution aqueuse de soude **NaOH** de concentration molaire  $C_B = 1 \text{ mol.L}^{-1}$  en présence d'un indicateur coloré approprié.

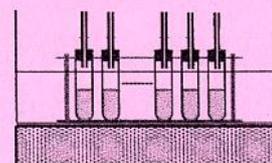
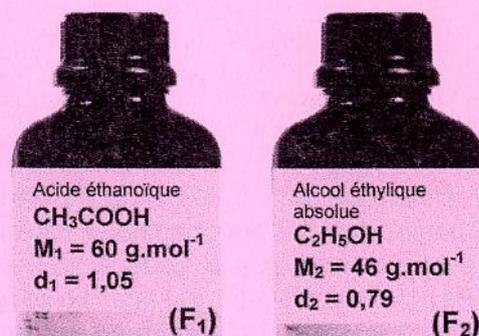


Figure 1

- 1) a- Préciser l'utilité des tubes réfrigérants.  
b- Donner la raison pour laquelle on trempe le tube dans l'eau glacée avant le dosage.  
c- Indiquer ce que signifie l'expression "**indicateur coloré approprié**" pour le dosage en question.
- 2) a- Montrer que le volume  $V_p$  s'écrit :  $V_p = \frac{n_{01} \cdot (V_1 + V_2)}{d_1 \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V_1} \cdot M_1$ . Calculer sa valeur.

On donne :  $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g.mL}^{-1}$  et on rappelle que la densité  $d$  s'écrit :  $d = \frac{\rho_{\text{corps}}}{\rho_{\text{eau}}}$ .

- b- Dresser, pour un prélèvement, le tableau descriptif d'avancement de la réaction symbolisée par l'équation :  $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{-OH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{-COO-C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ .
- c- Exprimer l'avancement  $x$  de la réaction en fonction de  $n_{01}$ ,  $C_B$  et du volume  $V_{BE}$  de la solution de soude ajouté pour atteindre l'équivalence.
- 3) Lorsque le système n'évolue plus, le volume de la solution de soude ajouté est  $(V_{BE})_f = 5,8 \text{ mL}$ .  
a- Calculer l'avancement final de la réaction et justifier qu'elle est limitée.  
b- Déterminer la valeur de sa constante d'équilibre  $K$ .

### Exercice 2 : (3 points)

#### Etude d'un document scientifique Protection de l'acier<sup>1</sup> contre la corrosion

Pour protéger l'acier de la corrosion, une méthode consiste à le recouvrir d'une fine couche protectrice : peinture, film plastique, déposition d'un autre métal ...

Le zinc est un métal pouvant protéger le fer contre la corrosion. Deux techniques sont utilisées :

- la galvanisation : réalisée par immersion de la pièce en acier dans un bain de zinc fondu;
- l'électrozingage : opération au cours de laquelle du zinc est déposé par électrolyse.

Dans le procédé de zingage électrolytique, un revêtement de zinc est déposé sur la surface d'une pièce, soigneusement préparée, au moyen d'un courant direct <sup>2</sup>. L'épaisseur du revêtement de zinc est généralement comprise entre 5  $\mu\text{m}$  et 25  $\mu\text{m}$ . Ce procédé est utilisé sur des pièces relativement petites, produites en grande série, telles que vis, boulons, crochets, etc. Les tôles et fils d'acier peuvent également être électrozingués en continu; et l'épaisseur du revêtement de zinc est comprise dans ce cas entre 2,5 et 7,5  $\mu\text{m}$ .

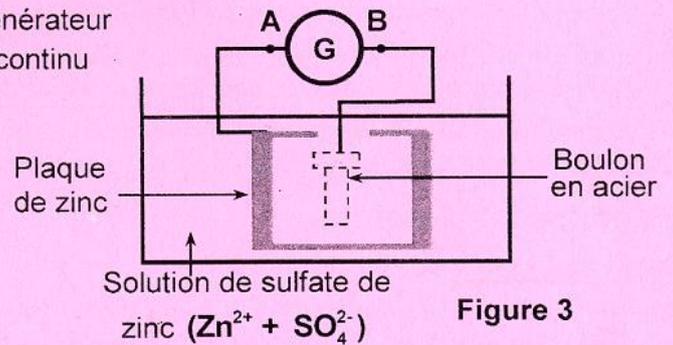
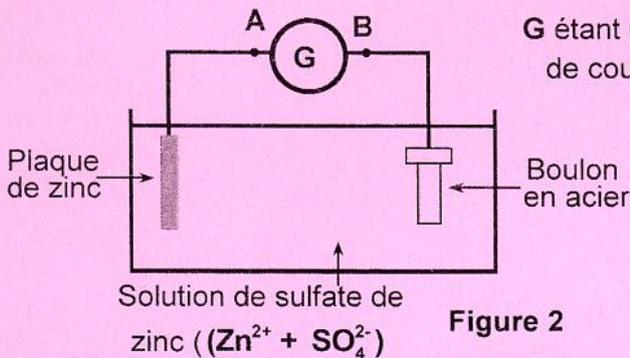
D'après : [cedric.despax.free.fr](http://cedric.despax.free.fr)

<sup>1</sup> L'acier : alliage de fer et de carbone.    <sup>2</sup> Courant direct : courant continu.

**Questions :**

- 1) Nommer les deux techniques utilisées dans le revêtement avec le zinc.
- 2) Justifier, par une phrase du texte, que la réaction chimique accompagnant l'électrozingage est forcée.
- 3) Au laboratoire, il est possible de réaliser l'expérience d'électrozingage à l'aide du dispositif de la **figure 2**.

- a- Indiquer en le justifiant si le boulon à revêtir doit constituer l'anode ou la cathode.
- b- Ecrire l'équation de la transformation chimique ayant lieu au niveau de chaque électrode. En déduire l'équation bilan de la réaction chimique accompagnant l'électrozingage du boulon en acier.



- c- Indiquer s'il s'agit d'une électrolyse à électrode soluble ou inattaquable. Justifier.
- d- Il est possible de changer la plaque de zinc précédente par une autre de forme cylindrique, entourant le boulon en acier de plusieurs côtés, comme l'indique la **figure 3**. Préciser l'intérêt pratique de cette modification de la forme de la plaque de zinc.

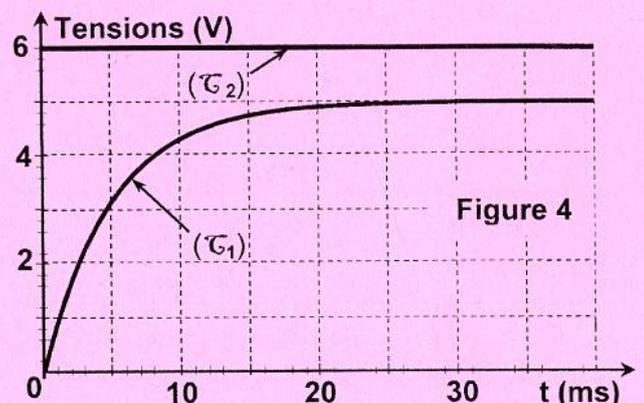
**PHYSIQUE (13 points)**

**Exercice 1 : (4,5 points)**

On se propose de déterminer les caractéristiques électriques d'une bobine (B) d'inductance L et de résistance r et d'un condensateur de capacité C.

I- En une première étape, on réalise un circuit électrique, montés en série, comprenant un générateur idéal de tension continue de fem E, la bobine (B), un conducteur ohmique de résistance R = 50  $\Omega$  et un interrupteur K.

En visualisant les tensions  $u_R(t)$  et  $u(t)$ , respectivement aux bornes du conducteur ohmique et du générateur, sur l'écran d'un oscilloscope numérique, on obtient les courbes ( $\mathcal{C}_1$ ) et ( $\mathcal{C}_2$ ) de la **figure 4**.



- 1) a- Schématiser le circuit tout en indiquant les connexions à l'oscilloscope.  
 b- Identifier la courbe qui justifie l'opposition de la bobine à l'établissement du courant électrique dans ce circuit. Nommer le phénomène physique mis alors en évidence.
- 2) a- Etablir l'équation différentielle qui régit les variations de la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique.

b- En exploitant cette équation, montrer que la résistance de la bobine s'écrit :  $r = R \left( \frac{E}{(U_R)_P} - 1 \right)$  avec

$(U_R)_P$  la valeur de  $u_R(t)$  en régime permanent.

3) a- Déterminer graphiquement les valeurs de  $E$  et  $(U_R)_P$ .

b- Dédire la valeur de  $r$ .

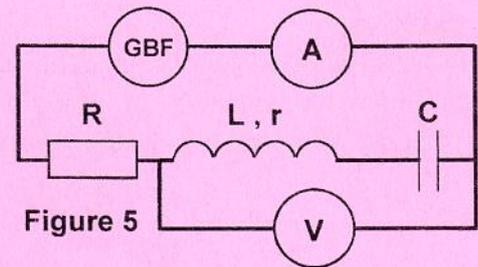
4) L'évolution, au cours du temps, de la tension aux bornes du conducteur ohmique est régie

par l'expression :  $u_R(t) = (U_R)_P \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ .

a- Déterminer alors l'expression de  $\tau$  en fonction de  $L$ ,  $R$  et  $r$ . Préciser ce que représente cette grandeur pour le circuit en question.

b- Déterminer graphiquement la valeur de  $\tau$ . Dédire celle de  $L$ .

II- En une deuxième étape et afin de déterminer la capacité  $C$  du condensateur, on l'associe en série avec la bobine ( $B$ ) et le conducteur ohmique de résistance  $R = 50 \Omega$  comme l'indique la **figure 5**. Un générateur basse fréquence (GBF) alimente ce circuit par une tension sinusoïdale  $u(t) = U_{\max} \sin(2\pi Nt)$ , de valeur maximale constante et de fréquence  $N$  réglable.



Pour une fréquence  $N = N_1 = 130 \text{ Hz}$ , le voltmètre et l'ampèremètre indiquent respectivement  $0,5 \text{ V}$  et  $50 \text{ mA}$ .

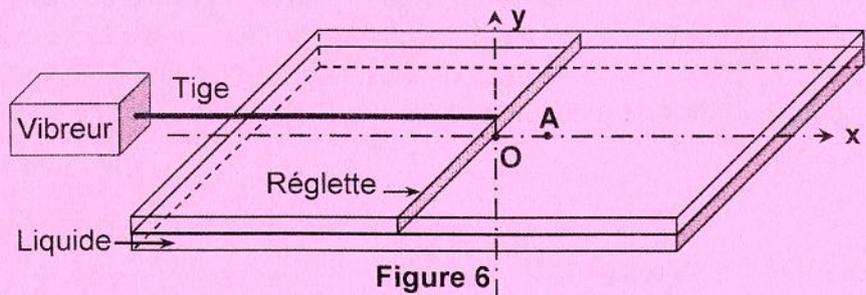
1) Justifier que pour la fréquence  $N_1$ , le circuit ainsi réalisé est résistif.

2) Déterminer la valeur de la capacité  $C$  du condensateur.

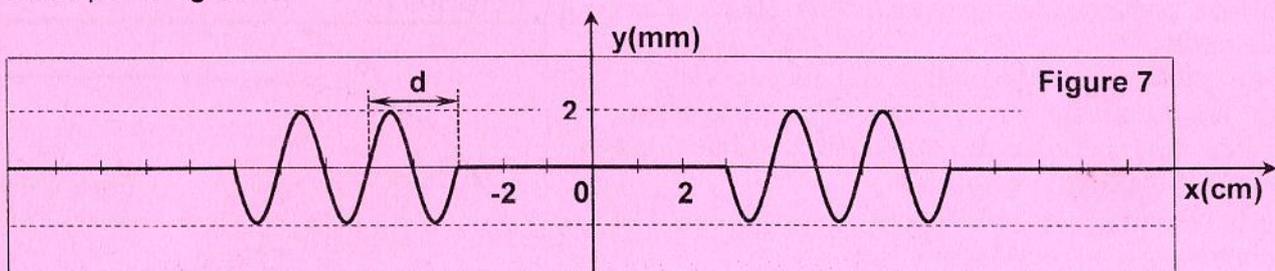
## Exercice 2 : (4 points)

### A- Expérience 1 :

La surface libre d'un liquide contenu dans une cuve à onde est excitée par une réglette vibrant sinusoïdalement à la fréquence  $N$  et avec une faible amplitude. Au repos, la réglette affleure cette surface et son bord inférieur passe par un point  $O$ . L'onde prenant naissance est supposée progressive et non atténuée. On observe alors une alternance de crêtes et de creux rectilignes et parallèles à la réglette. Le mouvement de tout point de la surface libre du liquide appartenant à la droite  $(Ox)$ , perpendiculaire à la réglette en  $O$ , est étudié dans le système d'axes  $(Ox, Oy)$  comme l'indique la **figure 6**.



1) Dans un premier temps, on laisse la réglette vibrer pendant une durée  $\Delta t = 0,10 \text{ s}$  puis on l'arrête. La coupe, à un instant ultérieur, de la surface du liquide par un plan  $(P)$  orthogonal à la réglette en  $O$  est illustrée par la **figure 7**.



a- Préciser ce que représente la distance  $d$ . Déterminer graphiquement sa valeur.

b- Exprimer la fréquence  $N$  en fonction de  $\Delta t$ . La calculer.

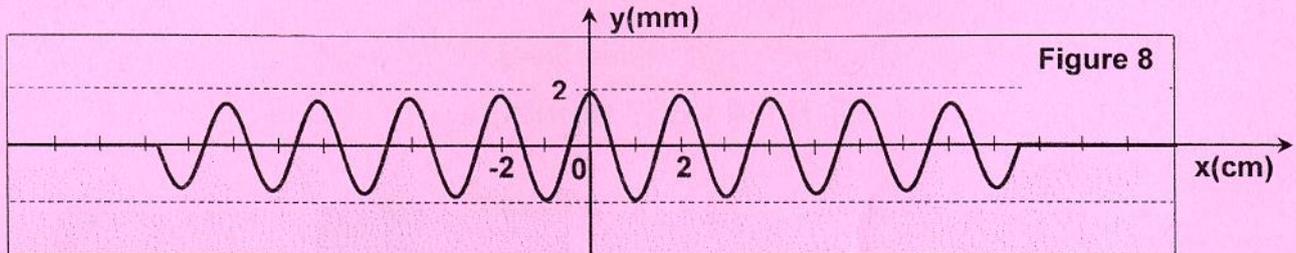
c- Vérifier que la célérité  $v$  de l'onde à la surface de ce liquide est égale à  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ .

2) Dans un deuxième temps, on laisse la réglette vibrer sans arrêt. Après une durée  $\Delta t_1 = 0,09 \text{ s}$ , le point  $A$  de la surface du liquide, d'abscisse au repos  $x_A = 4 \text{ cm}$ , prend pour la première fois son élongation maximale.

- a- Déterminer l'instant  $t_A$  à partir duquel le point **A** commence à vibrer sachant que la règle débute son mouvement à l'instant de date  $t = 0$  s.
- b- Représenter alors le diagramme de mouvement du point **A** et en déduire sans calcul la phase initiale du mouvement du point **O**.
- c- Représenter la coupe de la surface du liquide par le plan (**P**) à l'instant de date  $t = 0,09$  s.

**B- Expérience 2 :**

On remplace la règle par une pointe vibrant sinusoidalement à la même fréquence **N** et avec la même amplitude que la règle. Au repos, la pointe affleure la surface du liquide au point **O** et elle débute son mouvement à l'instant de date  $t = 0$ s. La **figure 8** illustre la coupe de la surface du liquide par le plan (**P**) à un instant de date  $t$  ultérieure.

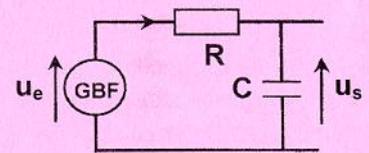


Lors de cette expérience, on note une diminution de l'amplitude de l'onde au fur et à mesure qu'elle progresse.

- 1- Décrire l'aspect de la surface du liquide en lumière ordinaire.
- 2- Justifier que la célérité de l'onde est la même que dans l'expérience 1.
- 3- Choisir, parmi les propositions suivantes, celle qui explique la diminution de l'amplitude de l'onde lors de sa progression à la surface du liquide :
  - (P1) : l'onde transporte l'énergie et ne transporte pas la matière ;
  - (P2) : l'énergie communiquée par la pointe au liquide subie un phénomène de dilution ;
  - (P3) : l'onde est transversale.

**Exercice 3 : (4,5 points)**

On réalise le circuit de la **figure 9**, comportant un GBF délivrant un signal sinusoidal d'amplitude constante et de fréquence **N** réglable, un résistor de résistance  $R = 500 \Omega$  et un condensateur de capacité **C**.



**Figure 9**

- 1) Justifier que ce circuit est un quadripôle.
- 2) a- Etablir l'équation différentielle régissant les variations de  $u_s(t)$ .
- b- Déduire, en exploitant cette équation, que le rapport des tensions efficaces vérifie l'égalité  $\frac{U_s}{U_e} = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi NRC)^2}}$ .
- c- Justifier, en étudiant le comportement de ce quadripôle pour les faibles et les hautes fréquences, qu'il s'agit d'un filtre dont on précisera la nature.
- 3) a- Exprimer le terme  $Y = 20 \log \frac{U_s}{U_e}$  en fonction de **N**, **R** et **C**.
- b- Préciser ce que représente ce terme **Y** pour ce filtre.
- c- Déterminer l'expression de la fréquence  $N_1$  pour laquelle  $Y = -3$  dB.
- 4) On montre que pour les fréquences élevées, **Y** peut s'exprimer par  $Y = -20 \log N + 20 \log \frac{1}{2\pi RC}$ .
  - a- Déterminer l'expression de la fréquence  $N_2$  pour laquelle **Y** s'annule. Préciser en le justifiant ce que représente cette fréquence pour le filtre étudié.
  - b- Déterminer la valeur de la capacité **C** du condensateur sachant que  $N_2 = 670$  Hz.