

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE  MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2021	Session de contrôle
	Épreuve : <b>Sciences physiques</b>	Section : <b>Sciences expérimentales</b>
	Durée : <b>3h</b>	Coefficient de l'épreuve: <b>4</b>

N° d'inscription

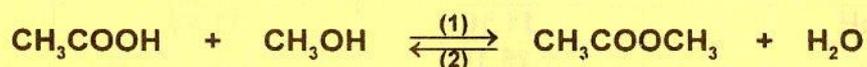
\* \* \* \* \*

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

## CHIMIE (9 points)

### Exercice 1 (4,5 points)

On se propose d'étudier l'équilibre estérification-hydrolyse modélisé par l'équation chimique suivante :



À la température de l'expérience, la constante d'équilibre relative à la réaction (1) est :  $K = 4$ .

À une température  $\theta$  convenable, on prépare, à l'instant  $t = 0$ , un mélange réactionnel (M) renfermant  $n_1$  mol d'acide éthanoïque ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ),  $n_1$  mol de méthanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ),  $n_2$  mol d'éthanoate de méthyle ( $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ ) et  $n_2$  mol d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), auquel on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré de volume négligeable. On suit expérimentalement l'évolution de la composition du mélange (M) au cours du temps. Les mesures faites permettent de tracer les courbes ( $\mathcal{C}_1$ ) et ( $\mathcal{C}_2$ ) de la figure 1 traduisant l'évolution au cours du temps respectivement, de la quantité de matière  $n_A$  de l'acide éthanoïque et celle de l'avancement  $x$  relatif à la réaction ayant lieu spontanément dans le mélange (M).

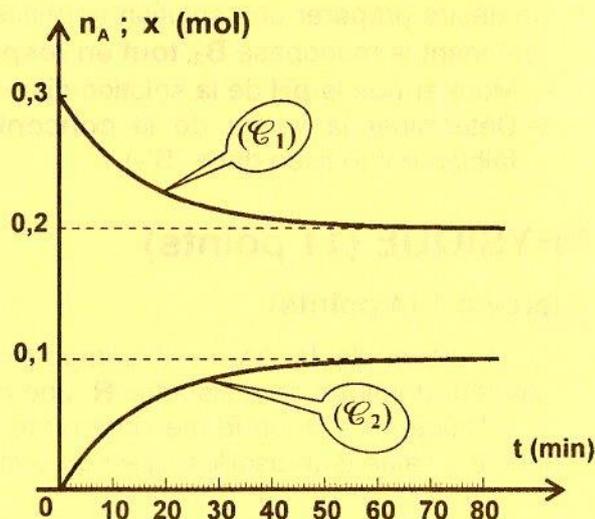


Figure 1

- 1) En exploitant les courbes de la figure 1 :
  - a- préciser en le justifiant, si le système chimique du mélange (M) évolue, à partir de l'instant  $t = 0$ , dans le sens de la réaction d'estérification ou de celle d'hydrolyse ;
  - b- dresser alors, le tableau descriptif en avancement  $x$  relatif à la réaction ayant lieu spontanément ;
  - c- déterminer la valeur de  $n_1$  et celle de l'avancement final  $x_f$  de la réaction ayant lieu spontanément.
- 2) Déduire la valeur de  $n_2$  et celle du taux d'avancement final  $\tau_f$  de la réaction ayant lieu spontanément.
- 3) Déterminer la composition du mélange réactionnel à l'équilibre chimique.
- 4) On aurait pu obtenir la même composition du mélange réactionnel à l'équilibre chimique que précédemment, mais en partant d'un mélange initial équimolaire renfermant uniquement  $n_0$  mol d'acide éthanoïque et  $n_0$  mol de méthanol.
  - a- Déterminer la valeur de  $n_0$ .
  - b- Calculer la nouvelle valeur du taux d'avancement final  $\tau'_f$  dans ces conditions.



## Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les solutions sont prises à 25 °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 chacune des monobases étudiées.

On considère une solution aqueuse (S) d'une monobase faible B, de concentration molaire C et de pH donné. On suppose que la monobase B est faiblement ionisée dans (S).

- 1) a- Écrire l'équation de la réaction de la monobase B avec l'eau.  
 b- Le taux d'avancement final de la réaction de la monobase B avec l'eau dans la solution (S) est noté  $\tau_f$ . Exprimer  $\tau_f$  en fonction du pH de la solution (S), sa concentration C et  $pK_e$ .  
 c- Montrer que  $\tau_f$  s'écrit :  $\tau_f = 10^{pK_a - pH}$  ; où  $pK_a = pK_a(BH^+/B)$ .
- 2) On prépare deux solutions aqueuses (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>) contenant respectivement les monobases faibles B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> et de concentrations molaires respectives C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub>. Les deux monobases B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> sont supposées faiblement ionisées dans leurs solutions respectives. On mesure le pH de chacune des solutions aqueuses (S<sub>1</sub>) et (S<sub>2</sub>). Les pH des deux solutions, les valeurs des  $\tau_f$  et les valeurs des  $pK_a$  relatifs aux monobases B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> sont consignés dans le tableau suivant :

Solution	(S <sub>1</sub> )	(S <sub>2</sub> )
pH	11,10	11,45
$\tau_f$	$1,26 \cdot 10^{-2}$	.....
$pK_a$	.....	9,9

Reproduire et compléter le tableau ci-dessus.

- 3) a- Comparer les forces relatives des monobases B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub>.  
 b- Vérifier que  $C_1 \approx C_2 \approx 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .
- 4) On désire préparer une solution aqueuse (S'<sub>2</sub>) par dilution avec de l'eau distillée de la solution (S<sub>2</sub>) contenant la monobase B<sub>2</sub>, tout en respectant la condition :  $\tau_f \leq 0,05$  (base faiblement ionisée).  
 a- Montrer que le pH de la solution diluée (S'<sub>2</sub>), noté pH', est tel que :  $pH' \geq 11,20$ .  
 b- Déterminer la valeur de la concentration minimale C<sub>2min</sub> telle que la monobase B<sub>2</sub> reste faiblement ionisée dans (S'<sub>2</sub>).

## PHYSIQUE (11 points)

### Exercice 1 (4 points)

Le circuit de la figure 2 comporte un générateur de tension supposé idéal de fem E, un conducteur ohmique de résistance R, une bobine (B) et un interrupteur K, tous branchés en série.

À l'instant  $t = 0$ , on ferme l'interrupteur K et on visualise la tension  $u_B(t) = u_{PM}(t)$  aux bornes de la bobine à l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire. On obtient la courbe de la figure 3.

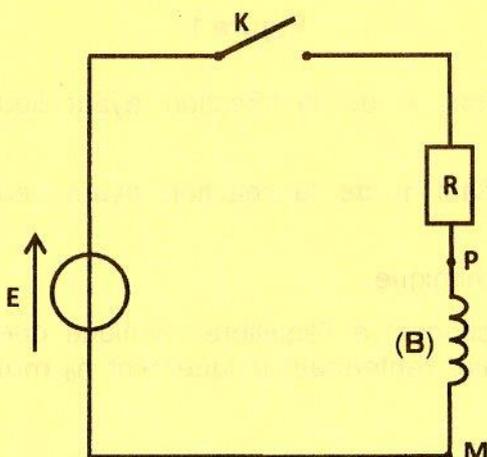


Figure 2

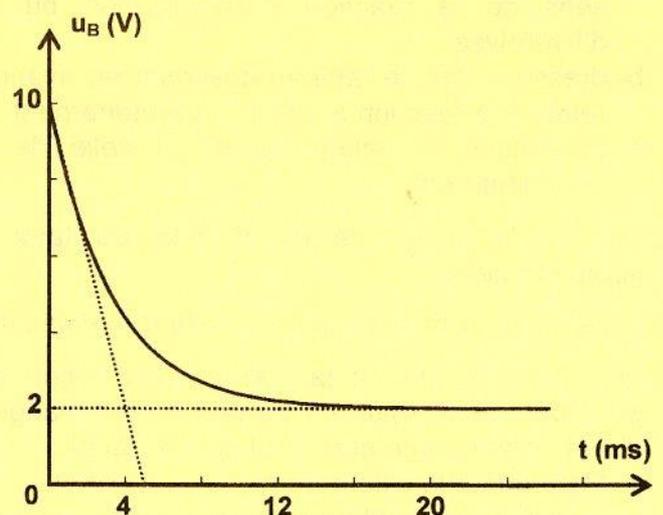


Figure 3



1) En exploitant la courbe de la **figure 3** :

- a- justifier que la bobine a une résistance  $r$  non nulle ;
- b- déterminer la constante de temps  $\tau$  du circuit.

2) L'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps de la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique s'écrit :

$$\frac{du_R(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_R(t) = \frac{R}{L} E ; \text{ où } L \text{ représente l'inductance de la bobine et } \tau = \frac{L}{R+r}.$$

a- En déduire l'expression de l'intensité  $I_0$  du courant électrique circulant dans le circuit en régime permanent, en fonction de  $E$ ,  $r$  et  $R$ .

b- La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit sous la forme :

$$u_R(t) = \frac{R}{R+r} E (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}). \text{ Montrer que : } u_B(t) = \frac{R}{R+r} E e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{r}{R+r} E.$$

c- Déduire la valeur de  $E$ .

3) Sachant que  $R = 40 \Omega$ , déterminer les valeurs de  $I_0$  et  $r$ .

4) Déduire la valeur de  $L$ .

### Exercice 2 (4 points)

Le circuit électrique de la **figure 4** comporte montés en série, un conducteur ohmique de résistance  $R = 89 \Omega$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $r$ , un condensateur de capacité  $C = 0,5 \mu\text{F}$  et un ampèremètre (A) de résistance négligeable. Un générateur basse fréquence (GBF) impose aux bornes de ce circuit, une tension sinusoïdale  $u(t) = U\sqrt{2}\sin(2\pi Nt)$  de valeur efficace  $U = 4,6 \text{ V}$  constante et de fréquence  $N$  réglable. L'intensité instantanée du courant électrique qui circule dans le circuit est  $i(t) = I\sqrt{2}\sin(2\pi Nt + \varphi_i)$  ; avec  $I$  sa valeur efficace et  $\varphi_i$  sa phase initiale. 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). On trace la courbe  $I = f(N)$  de la **figure 5** traduisant l'évolution de  $I$  en fonction de  $N$ .

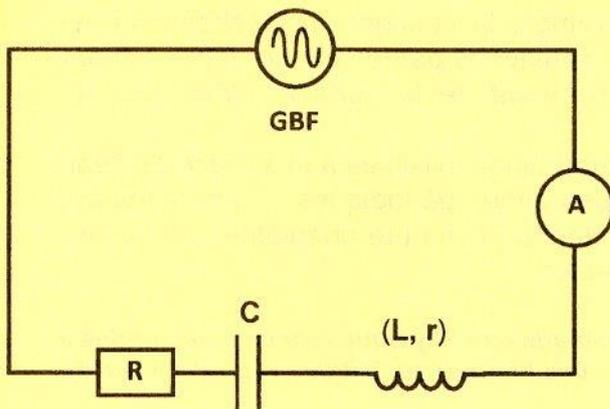


Figure 4

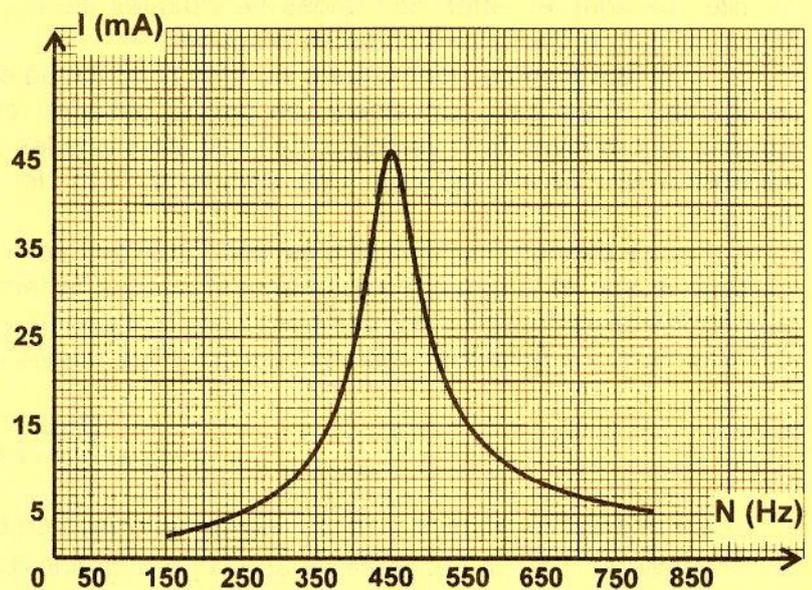


Figure 5

- 1) a- En exploitant la courbe de la **figure 5**, déterminer la valeur de l'intensité efficace maximale  $I_0$  et celle de la fréquence  $N_0$  qui lui correspond.
- b- Nommer le phénomène physique ayant lieu pour  $N = N_0$ .
- c- Déterminer les valeurs de  $L$  et  $r$ .



2) On fait varier la fréquence  $N$  à partir de  $N_0$ . Pour une fréquence  $N = N_1$ , on visualise simultanément à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, la tension  $u(t)$  et la tension  $u_R(t)$  aux bornes du conducteur ohmique de résistance  $R$ . On obtient les courbes de la figure 6.

a- Montrer que le déphasage de la tension  $u(t)$  par rapport à l'intensité instantanée  $i(t)$  du courant électrique est :

$$\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i = -\frac{\pi}{3} \text{ rad.}$$

b- Comparer  $N_1$  à  $N_0$ . Justifier la réponse.

3) Déterminer la valeur de  $N_1$ .

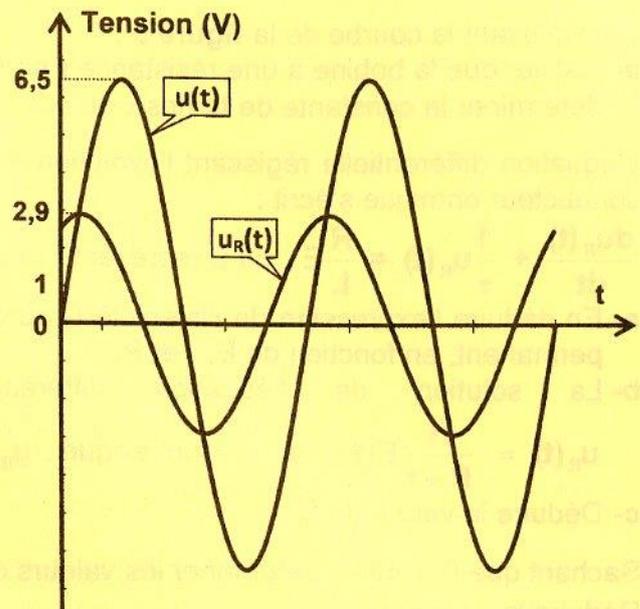


Figure 6

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

#### Histoire des ondes

Le mot « onde » est issu du latin « unda » qui se rapporte à une « eau qui se déplace en se soulevant et en s'abaissant ». Il se traduit en anglais par « wave », mot de la même racine que « vague », hérité de l'ancien scandinave pour désigner l'onde formée par le vent à la surface de la mer ou d'un lac. On est donc forcé de constater que, très tôt, le concept d'onde a émergé de l'observation du mouvement de la surface libre des océans, des lacs, des canaux et des rivières. Des phénomènes apparemment aussi différents que les marées, les vagues sur l'océan... sont de la même famille. Ce sont, en effet, des ondes périodiques caractérisées par un mouvement de la surface de l'eau, de nature oscillatoire et qui se propage...

... Il faut bien souligner que c'est bien l'ondulation de la surface que l'on voit se déplacer et non le liquide... Pour s'en convaincre, on pourra observer par exemple le bouchon du pêcheur qui est soumis aux mouvements verticaux de l'eau alors que les rides soulevées par le vent se déplacent par rapport à lui : l'onde véhicule une information (ici, le déplacement de la surface), mais pas de matière...

... Le phénomène d'onde n'est pas limité aux seules déformations visibles à la surface de l'eau puisque le son et la lumière appartiennent aussi à la famille des ondes périodiques... Contrairement aux ondes de surface, il n'est pas possible « d'observer » directement la nature ondulatoire du son ou de la lumière. Il a fallu pour cela réaliser des expériences indirectes.

*D'après Olympiades de Physique France « Des ondes à la surface de l'eau : une histoire qui fait des vagues ! » (2011).*

- 1) En se référant au texte, préciser l'origine historique du concept onde.
- 2) Dégager du texte ce qui confirme que la propagation d'une onde à la surface de l'eau :
  - est transversale ;
  - correspond à un transport d'énergie sans transport de matière.
- 3) a- En se référant au texte, citer deux exemples d'ondes progressives dont on ne peut pas observer directement la nature ondulatoire.
  - b- Proposer une expérience qui met en évidence la nature ondulatoire de la lumière.

