RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2021	Session de contrôle
	Épreuve : **Sciences physiques**	Section : **Sciences techniques**
	Durée : **3h**	Coefficient de l'épreuve: **3**

N° d'inscription

* * * * *

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) **« Etude d'un document scientifique »**

Équilibres chimiques

Soit une réaction du type : $aA + bB \rightarrow \ell L + mM$.

Après avoir attendu le temps suffisant pour qu'elle se produise (elle n'est pas obligatoirement instantanée), on dit qu'elle est totale si le réactif de départ en proportion la plus faible (les proportions employées n'étant pas obligatoirement celles de la réaction) a été consommé entièrement.

Dans le cas contraire, on dit qu'il y a équilibre : les produits d'arrivée et de départ coexistent alors, leurs proportions n'évoluant plus au cours du temps. Si A et B ne peuvent réagir complètement, c'est qu'au-delà d'un certain avancement de la réaction, la recombinaison de L et de M s'y oppose.

Un équilibre implique donc que, si A et B sont susceptibles de réagir de façon limitée, il en soit de même de L et de M, ce qu'on écrit : $aA + bB \rightleftarrows \ell L + mM$

Il semble que ce soit Claude Berthollet qui ait considéré, dès 1803, que les réactions inverses que représente une équation chimique sont limitées l'une par l'autre, de sorte que le système de départ évolue vers ce qu'il appelle déjà un « état d'équilibre » où tous les participants sont présents en quantités déterminées.

Cependant, ce n'est que soixante ans plus tard que les expériences de Marcelin Berthelot et Péan de Saint-Gilles (estérification, 1862) permirent d'étudier systématiquement l'équilibre chimique…

La première relation quantitative entre les proportions des corps en présence à l'équilibre est la loi d'action de masse, due à C. Guldberg et P. Waage (1867), qui n'était fondée que sur des considérations empiriques, mais qui s'est révélée exacte par la suite (Hortsmann, 1873).

D'après un article écrit par : Pierre SOUCHAY universalis.fr/encyclopédie

1) En se référant au texte :

a- Donner la définition d'une réaction totale ;

b- Relever deux passages dont l'un caractérise l'état d'équilibre chimique à l'échelle macroscopique et l'autre à l'échelle microscopique.

2) La réaction d'estérification étudiée par Marcelin Berthelot et Péan de Saint-Gilles est modélisée par l'équation : $R\text{-}COOH + R'\text{-}OH \rightleftarrows R\text{-}COO\text{-}R' + H_2O$.

a- Donner l'expression de la loi d'action de masse relative à cette réaction d'estérification.

b- Pour un mélange équimolaire d'acide et d'alcool mis en réaction, le taux d'avancement final de la réaction est $\tau_f = 0{,}667$.

- Préciser en le justifiant si cette réaction est totale ou limitée.

- Montrer que la constante d'équilibre relative à cette réaction s'écrit : $K = \dfrac{\tau_f^2}{(1-\tau_f)^2}$. La calculer.

Exercice 2 (4 points)

On donne :

- la masse molaire atomique de l'étain : **M (Sn) = 118,7 g.mol^{-1}** ;
- les potentiels standards d'électrodes des couples (Fe^{2+}/Fe) et (Sn^{2+}/Sn) :

$$E^0\,(Fe^{2+}/Fe) = -\,0{,}44\ V \text{ et } E^0\,(Sn^{2+}/Sn) = -\,0{,}14\ V.$$

On réalise, à **25 °C**, une pile électrochimique **(P)** en plongeant une lame de fer dans un compartiment contenant une solution **(S_1)** de sulfate de fer II $FeSO_4$ et une lame d'étain dans un compartiment contenant une solution **(S_2)** de chlorure d'étain $SnC\ell_2$.

On relie ces deux compartiments par un pont salin. Les deux solutions dans les deux compartiments ont le même volume **V = 100 mL** et la même concentration molaire **C = 0,1 mol.L^{-1}.**

L'équation chimique associée à la pile ainsi réalisée est : $Sn + Fe^{2+} \rightleftarrows Sn^{2+} + Fe$.

1) **a-** Donner le symbole de la pile **(P)** ainsi réalisée.

b- Déterminer la fem initiale E_i de cette pile. En déduire la polarité de ses bornes.

2) On relie les bornes de la pile **(P)** à un circuit extérieur comportant un dipôle résistor et on ferme le circuit à l'instant **t = 0 s**.

Écrire l'équation de la réaction qui se produit spontanément. Justifier.

3) **a-** Déterminer la valeur de la constante d'équilibre **K** relative à l'équation chimique associée à la pile **(P)**.

b- Déduire que la réaction qui se produit spontanément dans la pile est totale.

c- Déterminer la concentration des ions Fe^{2+} ainsi que la variation de masse Δm de la lame d'étain lorsque la pile ne débite plus du courant.

On supposera que durant le fonctionnement de la pile **(P)** les volumes des solutions contenues dans les deux compartiments restent inchangés et qu'aucune des deux lames n'est totalement consommée durant le fonctionnement de la pile.

P H Y S I Q U E (13 points)

Exercice 1 (7,5 points) :

On dispose du matériel suivant :

- un générateur supposé idéal de tension continue **E** ;
- deux dipôles électriques D_1 et D_2 dont l'un est une bobine **(B)** d'inductance **L** et de résistance **r** et l'autre est un condensateur de capacité **C** ;
- deux lampes identiques L_1 et L_2 ;
- un conducteur ohmique de résistance **R** variable ;
- un oscilloscope à mémoire ;
- une diode **D** et un petit moteur électrique **M** ;
- un interrupteur **K**, un commutateur **K'** et des fils de connexions.

<u>Les deux parties I- et II- sont indépendantes</u>.

<u>Partie I- Expérience 1</u> :

Pour identifier D_1 et D_2, on réalise le montage de la **figure 1**. Pour une valeur de **R** convenablement choisie et lorsqu'on ferme l'interrupteur **K,** on constate que :

- la lampe L_2 brille tout de suite avec un éclat maximal puis s'éteint après une brève durée ;
- la lampe L_1 atteint son éclat maximal après un certain retard.

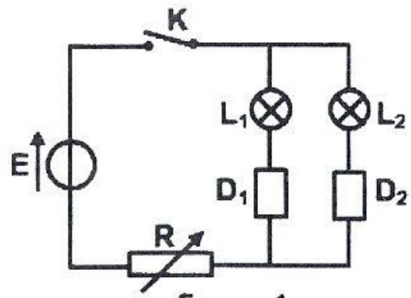

figure 1

1) Justifier que le dipôle D_1 correspond à la bobine **(B)**.

2) Nommer le phénomène physique responsable du retard d'allumage de la lampe L_1.

<u>Expérience 2</u> :

On se propose de déterminer les valeurs de **r**, **E** et **L**. Pour cela, on réalise le montage de la **figure 2** et on règle **R** à la valeur $R_1 = 50\ \Omega$.

On ferme, à l'instant **t = 0 s**, l'interrupteur **K** et à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on obtient la courbe de la **figure 3** traduisant l'évolution au cours du temps de la tension $u_{BM}(t)$ aux bornes de la bobine **(B)**.

1) a- Exprimer $u_{BM}(t)$ en fonction de **L**, de **r**, de l'intensité **i (t)** du courant qui traverse le circuit de la **figure 2** et de la dérivée première $\frac{di(t)}{dt}$.

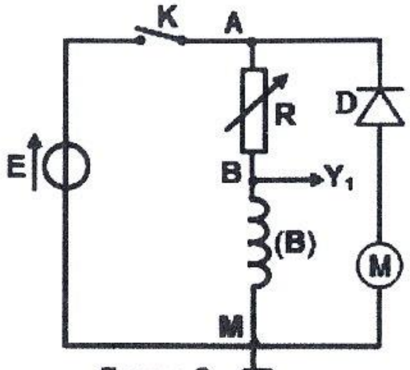

figure 2

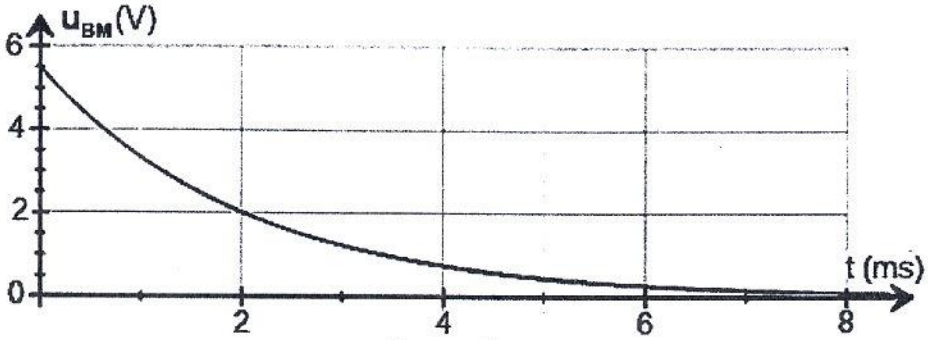

figure 3

b- En exploitant la courbe de la **figure 3**, justifier que la bobine **(B)** est purement inductive (**r = 0 Ω**).

2) a- Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution au cours du temps de l'intensité **i (t)** s'écrit : $\frac{di(t)}{dt}+\frac{R_1}{L}i(t)=\frac{E}{L}$.

b- L'équation différentielle précédente admet une solution de la forme : $i(t)=\frac{E}{R_1}(1-e^{-t/\tau})$.

Montrer que : $\tau=\frac{L}{R_1}$ et exprimer $u_{BM}(t)$ en fonction de **E**, **t** et τ.

c- Déterminer graphiquement la valeur de **E**.

3) a- Vérifier que $u_{BM}(t=\tau)\simeq 2V$. En déduire graphiquement la valeur de τ.

b- Calculer la valeur de **L**.

4) a- Déterminer la valeur I_0 de l'intensité du courant qui s'établit dans le circuit en régime permanent.

b- Calculer l'énergie E_L emmagasinée dans la bobine en régime permanent.

5) Lorsqu'on ouvre l'interrupteur **K**, on constate que le moteur se met à tourner pendant quelques secondes.

a- Justifier le sens du courant traversant la diode.

b- Expliquer l'origine de l'énergie qui a fait fonctionner le moteur.

Partie II- Expérience 3 :

On se propose de déterminer la valeur de la capacité **C** du condensateur. Pour cela, on prend dans ce qui suit **L = 0,1 H**, on règle **R** à une valeur R_2 et on réalise le montage de la **figure 4**.

Le condensateur étant complètement déchargé. On place, à l'instant **t = 0 s**, le commutateur **K'** en position **(1)**. Lorsque le condensateur est complètement chargé, on bascule, à un instant pris comme nouvel origine de temps, le commutateur **K'** en position **(2)**.

Un oscilloscope à mémoire permet de visualiser la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur dans les deux cas suivants :

- **K'** est placé en position **(1)** ;
- **K'** est placé en position **(2)**.

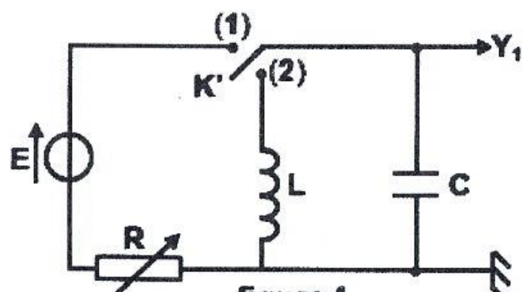

figure 4

On obtient les courbes $(\mathscr{C}_1)$ et $(\mathscr{C}_2)$ de la **figure 5a** et **la figure 5b**.

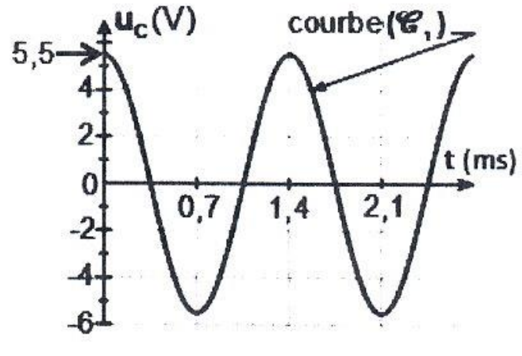

figure 5a

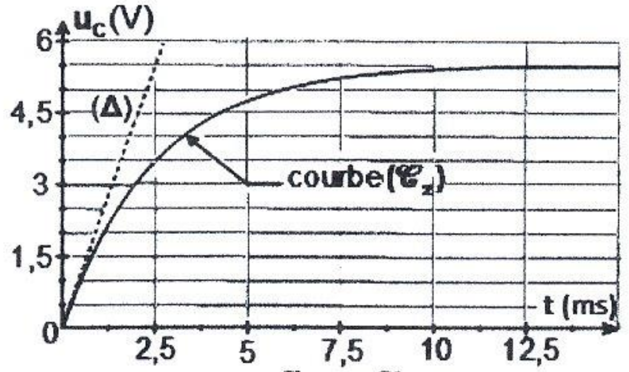

figure 5b

(**Δ**) représente la tangente à la courbe ($\mathscr{C}_2$) à l'instant **t = 0 s**.

1) Identifier, parmi les courbes ($\mathscr{C}_1$) et ($\mathscr{C}_2$), celle obtenue lorsque le commutateur **K'** est placé en position **(1)**. Justifier.

2) **a-** En exploitant les courbes ($\mathscr{C}_1$) et ($\mathscr{C}_2$) déterminer graphiquement :

- la période propre T_0 des oscillations du circuit LC ;
- la valeur de la constante de temps τ' du circuit R_2C.

b- Déduire les valeurs de **C** et R_2.

3) Justifier que l'énergie électromagnétique **E** de l'oscillateur LC se conserve. Calculer sa valeur.

Exercice 2 (5,5 points)

On dispose d'une corde élastique, homogène et tendue horizontalement. L'extrémité **S** de cette corde est attachée à une lame vibrante qui lui impose, à partir de l'instant **t = 0 s**, des vibrations verticales sinusoïdales d'équation horaire $y_S(t) = a \sin(2\pi N t + \varphi_S)$, où **a** représente l'amplitude du mouvement et **N** la fréquence de vibration. L'autre extrémité est liée à un support fixe à travers une pelote de coton.

On néglige toute atténuation de l'amplitude de l'onde issue de la source **S**.

1) L'onde se propageant le long de la corde est une onde <u>mécanique</u>, <u>progressive</u> et <u>transversale</u>. Justifier chaque qualificatif souligné.

2) Décrire ce qu'on observe :

a- en lumière ordinaire ;

b- en lumière d'un stroboscope émettant des éclairs de fréquence **Ne** légèrement inférieure à la fréquence **N**.

3) Les courbes ($\mathscr{C}_3$) et ($\mathscr{C}_4$) de la **figure 6** représentent les diagrammes de mouvement de deux points **A** et **B** de la corde d'abscisses respectives x_A et x_B par rapport à la source et telles que $x_A < x_B$.

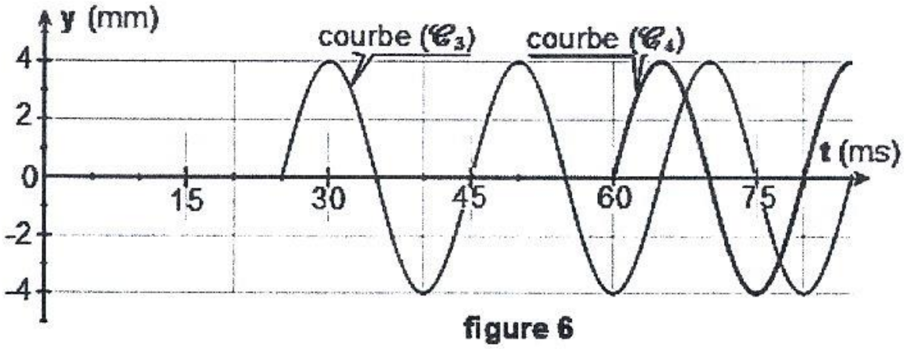

figure 6

a- Justifier que la courbe ($\mathscr{C}_3$) correspond au diagramme de mouvement du point **A** de la corde.

b- En exploitant les courbes de la **figure 6**, déterminer les valeurs de la fréquence **N**, de l'amplitude **a** et de la durée **Δt** de propagation de l'onde entre les points **A** et **B**.

c- Sachant que $(x_B - x_A)$ = **35 cm**, déterminer valeur de la célérité **v** de l'onde. En déduire la valeur de la longueur d'onde λ.

4) Déterminer l'équation horaire de mouvement du point **A**. En déduire l'équation horaire de mouvement de la source **S**.

5) Déterminer, à l'instant de date t_1 = **57 ms**, les abscisses des points de la corde situés entre **A** et **B** qui vibrent en opposition de phase avec la source **S**.