

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

\* \* \* \* \*

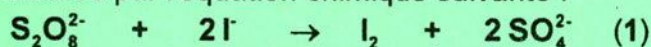
N° d'inscription

Le sujet comporte cinq pages numérotées de 1/5 à 5/5.

## CHIMIE (9 points)

### Exercice 1 (4,5 points)

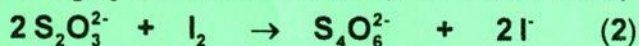
L'oxydation des ions iodure  $I^-$  par les ions peroxodisulfate  $S_2O_8^{2-}$  est une réaction chimique lente et totale. Cette réaction est symbolisée par l'équation chimique suivante :



À une température  $\theta$  constante, on mélange dans un bécher à l'instant  $t = 0$ , un volume  $V_1 = 50$  mL d'une solution aqueuse ( $S_1$ ) de peroxodisulfate de potassium ( $K_2S_2O_8$ ) de concentration molaire  $C_1$  et un volume  $V_2 = 50$  mL d'une solution aqueuse ( $S_2$ ) d'iodure de potassium (KI) de concentration molaire  $C_2 = kC_1$ ; où  $k$  est un réel tel que  $k > 2$ . On obtient un mélange ( $M$ ) de volume  $V_T = V_1 + V_2$ .

On effectue régulièrement, à des instants successifs  $t$ , à partir du mélange ( $M$ ), un prélèvement de volume  $V_p$  constant auquel on ajoute de l'eau glacée (sans variation appréciable de volume), puis on dose la quantité de diiode  $I_2$  formé par une solution aqueuse ( $S$ ) de thiosulfate de sodium ( $Na_2S_2O_3$ ) de concentration molaire  $C = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . On désigne par  $V_E$ , le volume de la solution ( $S$ ) versée pour atteindre le point d'équivalence du dosage de  $I_2$  formé à l'instant  $t$ .

On rappelle que la réaction du dosage de  $I_2$  par les ions thiosulfate  $S_2O_3^{2-}$  est une réaction rapide et totale d'équation :



Les résultats expérimentaux du dosage ont permis de tracer les courbes ( $\mathcal{C}_1$ ) et ( $\mathcal{C}_2$ ) de la figure 1 traduisant l'évolution au cours du temps, respectivement de l'avancement volumique  $y$  de la réaction (1) et celle de la concentration molaire du réactif limitant, noté  $X$ , de cette réaction.

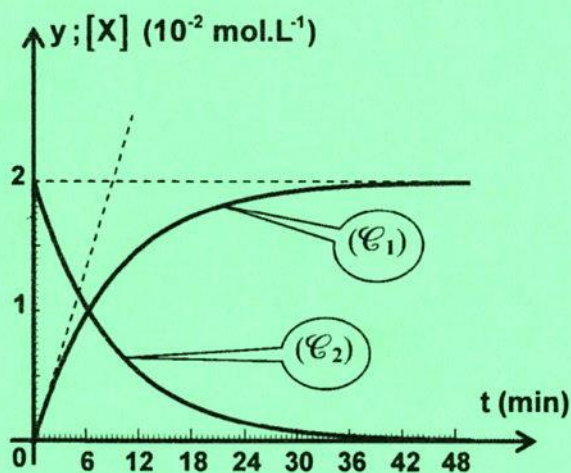


Figure 1

- a- Exprimer les concentrations molaires initiales  $[S_2O_8^{2-}]_0$  et  $[I^-]_0$  dans le mélange ( $M$ ) en fonction respectivement de  $C_1$  et  $C_2$ .

b- Dresser le tableau descriptif en avancement volumique  $y$  relatif à la réaction (1).
- a- Montrer que le réactif limitant  $X$  est  $S_2O_8^{2-}$ .

b- En exploitant les courbes de la figure 1, déterminer :  
 - la valeur de l'avancement volumique final  $y_f$  de la réaction (1) et celle de la concentration molaire  $C_1$  ;  
 - la valeur de la vitesse volumique de la réaction (1) à l'instant  $t = 0$ .
- Montrer que l'avancement volumique  $y$  à un instant  $t$  est donné par la relation :  $y = \frac{CV_E}{2V_p}$ .
- Lorsque la réaction (1) est terminée :  
 - le dosage d'un prélèvement de volume  $V_p$  du mélange ( $M$ ) nécessite un volume  $V_{EF} = 20$  mL de la solution ( $S$ ) pour atteindre le point d'équivalence ;  
 - la concentration molaire finale dans le mélange ( $M$ ) en ions  $I^-$  est telle que :  $[I^-]_f = \frac{y_f}{4}$ .

a- Déterminer la valeur de  $V_p$ .  
 b- Montrer que  $k = 2,25$ .





## Exercice 2 (4,5 points)

Toutes les expériences sont réalisées à  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 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 devant ceux provenant de l'ionisation de l'acide.

On dispose :

- d'une solution aqueuse (S) d'un monoacide AH de concentration molaire  $C_A$  inconnue. On donne :  $3 \cdot 10^{-2} \leq C_A \leq 10^{-1}$  (en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ) ;
- d'une solution aqueuse (S<sub>B</sub>) d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire  $C_B$ .

On dose un volume  $V_A = 20\text{ mL}$  de la solution (S) par la solution (S<sub>B</sub>). Le suivi de l'évolution du pH du mélange réactionnel en fonction du volume  $V_B$  de la solution (S<sub>B</sub>) versée, permet de tracer la courbe (C) de la figure 2. On désigne par  $V_{BE}$ , le volume de (S<sub>B</sub>) versé pour atteindre le point d'équivalence.

- 1) a- En exploitant la courbe de la figure 2 :
    - justifier que AH est un acide faible ;
    - préciser en le justifiant, la valeur du  $\text{p}K_a$  du couple acide / base relatif à l'acide AH.
  - b- Écrire l'équation de la réaction d'ionisation de l'acide AH dans l'eau.
- 2) On désigne par  $\text{pH}_0$  et  $\tau_f$  respectivement, le pH de la solution (S) et le taux d'avancement final de la réaction du monoacide AH avec l'eau dans (S).
    - a- Vérifier que l'acide AH est faiblement ionisé dans la solution (S) ( $\tau_f \leq 0,05$ ).

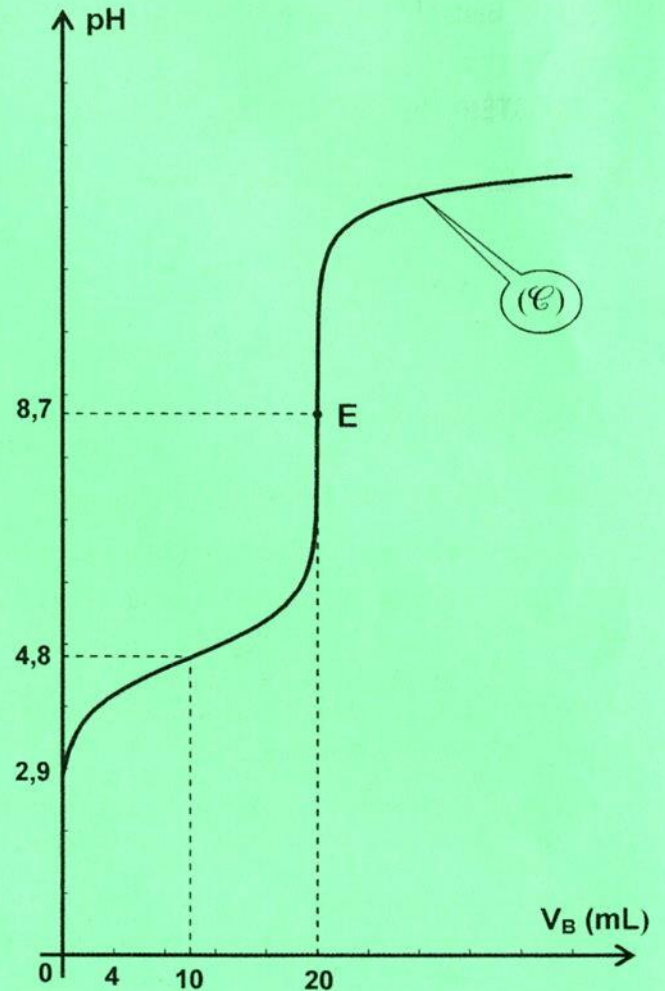


Figure 2

- b- Montrer que  $C_A = 10^{\text{p}K_a - 2\text{pH}_0}$ . Calculer la valeur de  $C_A$ .
  - c- Déterminer la valeur de  $C_B$ .
- 3) On prélève un volume  $V_0 = 25\text{ mL}$  de la solution (S) que l'on verse dans une fiole jaugée (F), puis on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Ainsi, on obtient une solution (S') de volume  $V_F$  et de concentration molaire  $C'_A$ . On suppose que l'acide AH reste faiblement ionisé dans la solution (S'). On dose un volume  $V'_A = 20\text{ mL}$  de la solution (S') par la même solution aqueuse (S<sub>B</sub>) d'hydroxyde de sodium. On désigne par  $V'_{BE}$ , le volume de (S<sub>B</sub>) versé pour atteindre le point d'équivalence.
    - a- Exprimer  $C'_A$  en fonction de  $C_A$ ,  $V_0$  et  $V_F$ .
    - b- Justifier que :
      - le pH de la solution (S'), noté  $\text{pH}'_0$ , est supérieur à 2,9 ;
      - le volume  $V'_{BE}$  est inférieur à  $V_{BE}$ .
    - c- Sachant que  $\text{pH}'_0 = 3,05$ , déterminer la valeur de  $V_F$ . Déduire la valeur de  $V'_{BE}$ .

## PHYSIQUE (11 points)

### Exercice 1 (4,5 points)

On réalise le montage électrique schématisé sur la figure 3 comportant :

- un générateur de tension idéal de fem E ;
- un condensateur de capacité C réglable ;
- un dipôle D qui peut être soit une lampe, soit un conducteur ohmique de résistance R ;
- une bobine d'inductance L et de résistance négligeable ;

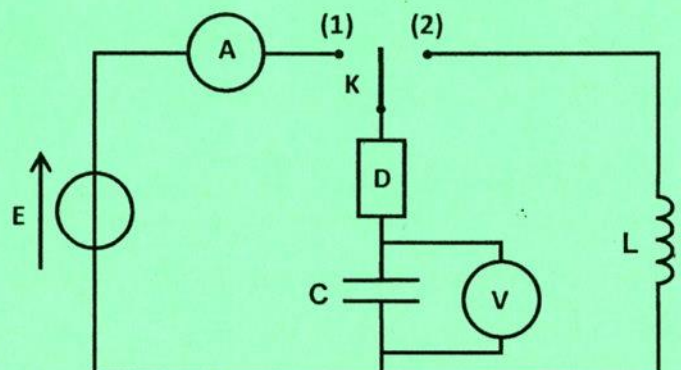


Figure 3



- un ampèremètre (**A**) de résistance négligeable ;
- un voltmètre (**V**) de résistance infinie ;
- un commutateur **K**.

### A) Expérience 1

Le dipôle **D** est une lampe et le condensateur étant de capacité convenablement choisie et initialement déchargé. On ferme **K** sur la position (1), la lampe s'allume immédiatement et s'éteint spontanément.

1) Décrire brièvement ce qu'on observe :

- au niveau du voltmètre (**V**) ;
- au niveau de l'ampèremètre (**A**).

2) Justifier alors, pourquoi la lampe s'éteint spontanément.

### B) Expérience 2

On débranche le circuit de l'expérience 1. On décharge le condensateur et on règle sa capacité à une valeur  $C_1$ . La lampe est remplacée par un conducteur ohmique de résistance  $R = 100 \Omega$ . L'ampèremètre et le voltmètre sont éliminés. À l'instant  $t = 0$ , on ferme **K** sur la position (1). À l'aide d'un oscilloscope numérique à mémoire, on suit l'évolution au cours du temps de la tension  $u_{C_1}(t)$  aux bornes du condensateur. On obtient la courbe de la figure 4.

1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension  $u_{C_1}(t)$  s'écrit :

$$\frac{du_{C_1}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_{C_1}(t) = \frac{E}{\tau} ; \text{ où } \tau \text{ est la constante de temps du}$$

circuit que l'on exprimera en fonction de  $R$  et  $C_1$ .

2) a- En exploitant la courbe de la figure 4 :

- justifier que  $E = 6 \text{ V}$  ;
- déterminer la valeur de  $\tau$

b- Déduire la valeur de la capacité  $C_1$ .

3) Le condensateur de capacité  $C_1$  étant complètement chargé. À un nouvel instant  $t' = 0$ , on bascule le commutateur **K** sur la position (2) et on suit de nouveau l'évolution au cours du temps de la tension  $u_{C_1}(t)$  à l'aide du même oscilloscope. On obtient la courbe de la figure 5 de la page 5/5. On désigne par  $W$  l'énergie électromagnétique de l'oscillateur électrique ainsi obtenu à un instant  $t$  quelconque. Soient  $W_1$  et  $W_2$  les valeurs des énergies électromagnétiques de cet oscillateur, respectivement aux instants  $t_1 = 5 \text{ ms}$  et  $t_2 = 20 \text{ ms}$ .

a- Nommer le régime d'oscillations électriques données par la figure 5.

b- On admet que la pseudo-période  $T$  des oscillations est égale à la période propre  $T_0$  de l'oscillateur ( $L, C$ ). Déduire la valeur de  $L$ .

c- Calculer  $\frac{W_2}{W_1}$  En déduire que l'énergie électromagnétique  $W$  de l'oscillateur électrique ne se conserve pas.

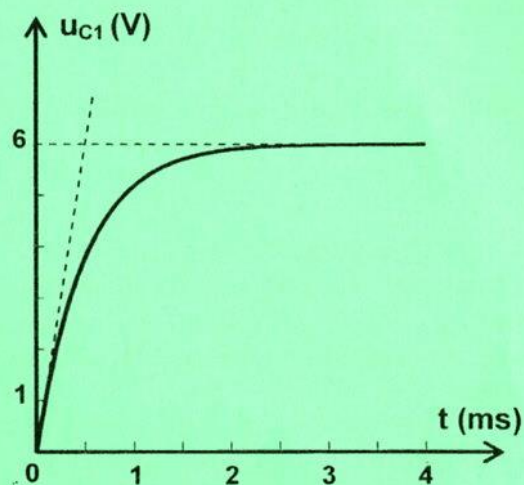


Figure 4

### Exercice 2 (3,5 points)

On considère une corde élastique homogène de longueur  $L = 70 \text{ cm}$ , tendue horizontalement suivant un axe  $x'x$  dont l'origine coïncide avec l'extrémité **S** de la corde. Une lame vibrante impose à cette extrémité de la corde des vibrations sinusoïdales de fréquence  $N$  et d'amplitude  $a = 2 \text{ mm}$ . L'autre extrémité de la corde est reliée à un support fixe à travers une pelote de coton (voir la figure 6). On néglige tout phénomène d'amortissement de l'onde issue de **S** et se propageant le long de la corde. Le mouvement de **S** débute à l'instant  $t = 0$  et admet comme équation horaire :  $y_s(t) = a \sin(2\pi Nt)$ .

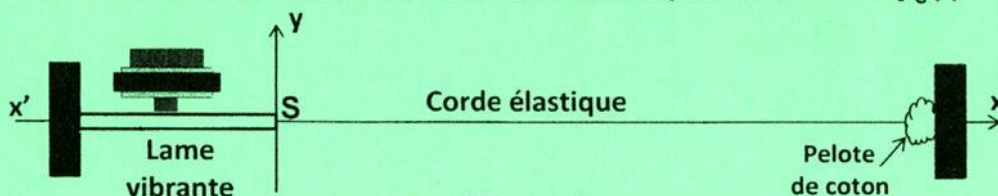


Figure 6





À l'instant  $t_1 = 25 \text{ ms}$ , le point **A** de la corde d'abscisse au repos  $x_A = 25 \text{ cm}$  entre en vibration. La courbe de la **figure 7** de la **page 5/5** représente l'aspect de la corde à un instant  $t_2$ .

- 1) Déterminer la valeur de la célérité  $v$  de l'onde qui se propage le long de la corde élastique.
- 2) a- En exploitant la courbe de la **figure 7** :
  - préciser la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  ;
  - déterminer la valeur de  $t_2$ .b- Dédurre la valeur de la fréquence  $N$ .
- 3) Comparer l'état vibratoire du point **A** par rapport à celui de la source **S** pour  $t > t_1$ .
- 4) a- Déterminer l'instant  $t_F$  au bout duquel le front d'onde issu de **S**, atteint l'abscisse  $x_F = L$  pour la première fois.
  - b- Sans avoir recours aux calculs, représenter sur le même système d'axes de la **figure 7** de la **page 5/5** (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie), l'aspect de la corde à l'instant  $t_F$ .
  - c- Dédurre le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en quadrature avance de phase par rapport au point **A** à l'instant  $t_F$ .

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

#### Quand un circuit résonne...

...Les électriciens découvrirent cent ans plus tard les possibilités infinies du « circuit oscillant », un assemblage de conducteurs électriques et de pièces métalliques dans lequel les courants et les tensions oscillent... Le courant dans un fil produit un champ magnétique... Le même courant électrique accumule dans deux lames métalliques parallèles des charges électriques de signe opposé qui tendent à refluer par les fils.

Le premier effet se traduit par la self-inductance ou par abréviation self du circuit, notée généralement  $L$ , le second par sa capacité  $C$ . Le circuit résonne à une fréquence  $N_0$ . La self est, au plus simple, un fil enroulé ; la capacité, deux plaques métalliques parallèles séparées par un isolant mince.

Le phénomène de résonance le plus simple est que, si l'on applique au circuit une impulsion brève, des courants de fréquence  $N_0$  sont mis en branle dans le circuit... Si l'on applique des excitations répétées à cette fréquence  $N_0$ , dite fréquence propre ou fréquence de résonance du circuit, ces courants oscillants vont croître dans le temps sans limite autre que la destruction d'un élément par fusion ou étincelle (claquage). C'est la résonance.

Le cas le plus intéressant est celui où le circuit est excité à une fréquence différente de sa fréquence propre, ce qui est en fait toujours plus ou moins le cas. Les oscillations restent alors d'amplitude d'autant plus limitée que la fréquence d'excitation est plus éloignée de la fréquence propre. Plus éloignée de combien ? Cela dépend des pertes d'énergie du circuit oscillant du fait de sa structure (résistance du circuit)...

*Extrait tiré de « Les Ondes en Physique : de Pythagore à nos jours » de Georges Mourier ; p. 49-50.*

- 1) a- Dégager du texte un passage qui confirme que le phénomène de résonance d'intensité se produit à une fréquence égale à la fréquence propre du circuit.
  - b- Indiquer le danger qui peut affecter le circuit oscillant à la résonance d'intensité.
  - c- Préciser comment doit-on opérer expérimentalement pour éviter d'endommager le circuit oscillant tout en le maintenant en état de résonance d'intensité.
- 2) Justifier à partir du texte, que le choix d'une fréquence  $N$  de l'excitateur différente de la fréquence propre  $N_0$  constitue aussi une solution pour la protection du circuit oscillant du risque d'endommagement.
- 3) Le circuit oscillant est en état de résonance d'intensité. On désigne par  $I_0$  l'amplitude de l'intensité du courant électrique circulant dans ce circuit pour une valeur  $R_0$  de la résistance du même circuit. Préciser en le justifiant, si l'on doit augmenter ou diminuer la résistance du circuit oscillant à partir de  $R_0$  pour atteindre la même amplitude  $I_0$ , mais, en excitant ce circuit à une fréquence  $N$  différente de sa fréquence propre.





Section : ..... N° d'inscription : ..... Série : .....

Nom et Prénom : .....

Date et lieu de naissance : .....

Signatures des surveillants

.....

.....



**Épreuve: Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales**  
**Session principale (2021)**  
**Annexe à rendre avec la copie**

