

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Session principale	2024
	Épreuve : Sciences physiques	Section : Mathématiques	
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 4	

N° d'inscription

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

La page 5/5 est à compléter par le candidat et à remettre avec la copie

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (3,5 points)

On se propose d'étudier expérimentalement à une température constante, la réaction supposée totale et lente entre les ions iodure Γ^- et les ions peroxydisulfate $S_2O_8^{2-}$. Cette réaction chimique est symbolisée par l'équation suivante :



À l'instant $t = 0$, on prépare deux mélanges (M_1) et (M_2) de même volume **50 mL**.

- Le mélange (M_1) est formé par un volume $V_1 = 40 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse d'iodure de potassium **KI** de concentration molaire C_1 et un volume $V_2 = 10 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de peroxydisulfate de potassium **K₂S₂O₈** de concentration molaire C_2 .
- Le mélange (M_2) est formé par un volume $V_1 = 40 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse d'iodure de potassium **KI** de concentration molaire $C_1' > C_1$ et un volume $V_2 = 10 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse de peroxydisulfate de potassium **K₂S₂O₈** de concentration molaire C_2 .

À différents instants t , on effectue, séparément et respectivement à partir de (M_1) et (M_2), un prélèvement de volume $V_p = 10 \text{ mL}$ auquel on ajoute de l'eau glacée puis, on y détermine la quantité du diiode formé à l'aide d'un dosage approprié. Les résultats obtenus permettent de tracer les courbes \mathcal{C}_1 et \mathcal{C}_2 de la **figure 1** traduisant l'évolution au cours du temps de la quantité de matière $n(\Gamma^-)$ des ions iodure dans chaque prélèvement.

1) Chacun des deux mélanges réactionnels prend une coloration jaune-brunâtre qui devient de plus en plus foncée au cours du temps.

Préciser en le justifiant, lequel des deux caractères lent ou total, est confirmé par cette observation.

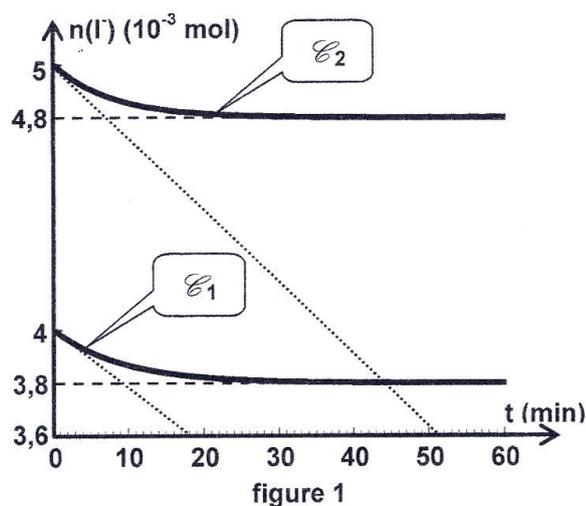
2) En exploitant les courbes de la **figure 1** :

- a- déterminer les quantités de matières initiales n_{01} et n_{02} des ions iodure Γ^- respectivement dans les mélanges (M_1) et (M_2). En déduire les valeurs de C_1 et C_1' ;
- b- préciser en le justifiant, le réactif limitant dans chacun des deux mélanges (M_1) et (M_2).

3) Montrer que l'avancement final x_{f_2} de la réaction dans le mélange (M_2) s'écrit: $x_{f_2} = \frac{C_1' V_1 - 5 n_{f_2}(\Gamma^-)}{2}$; où $n_{f_2}(\Gamma^-)$ désigne la quantité de matière des ions iodure Γ^- dans un prélèvement V_p effectué du mélange (M_2) à la fin de la réaction. En déduire la valeur de C_2 .

4) a- Montrer que dans le cas des deux mélanges (M_1) et (M_2) étudiés, la vitesse de la réaction peut se mettre sous la forme : $v(t) = - \frac{5}{2} \frac{dn(\Gamma^-)}{dt}$; où $n(\Gamma^-)$ désigne la quantité de matière des ions iodure Γ^- dans un prélèvement V_p à un instant t .

- b- Déterminer pour chacun des deux mélanges (M_1) et (M_2), la valeur de cette vitesse à l'instant $t = 0$.
- c- Préciser le facteur cinétique responsable de l'écart entre ces deux valeurs.



Exercice 2 (3,5 points)

Toutes les solutions sont prises à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$. On négligera les ions provenant de l'ionisation propre de l'eau.

On dispose de deux solutions aqueuses (S_1) et (S_2) respectivement de monoacides A_1H et A_2H de même concentration molaire C_0 . L'un des deux monoacides est faible.

Dans le but d'identifier la force de chacun des deux monoacides et de déterminer, par deux méthodes différentes, le pK_a du monoacide faible, on réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1

On prépare respectivement deux solutions (S_1') et (S_2'), en diluant au dixième, dans deux fioles jaugées de 100 mL , un volume $V_0 = 10\text{ mL}$ des solutions (S_1) et (S_2). La mesure du pH de chaque solution, a permis d'obtenir le tableau suivant :

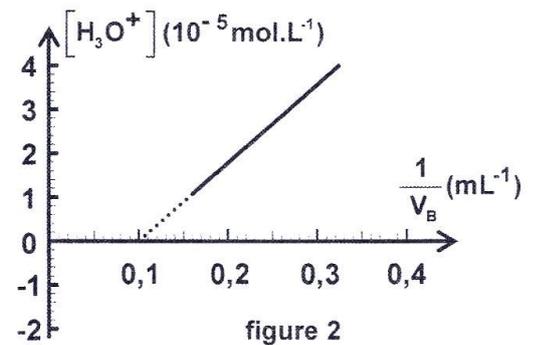
Solution	(S_1)	(S_2)	(S_1')	(S_2')
pH	1,00	2,87	2,00	3,37

- Justifier que A_1H est un monoacide fort alors que A_2H est un monoacide faible.
 - Déduire la valeur de C_0 .
- Écrire l'équation de la réaction d'ionisation de l'acide A_2H dans l'eau.
 - On désigne par τ_f le taux d'avancement final de la réaction du monoacide A_2H avec l'eau dans (S_2). Vérifier que le monoacide A_2H est faiblement ionisé dans la solution (S_2).
 - Montrer que le pK_a du couple A_2H/A_2^- est donné par la relation : $pK_a = -\log(C_0\tau_f^2)$.
Calculer sa valeur.

Expérience 2

On prélève un volume $V = 20\text{ mL}$ de la solution (S_2) du monoacide A_2H que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium $NaOH$ (monobase forte) de concentration molaire C_B .

À l'aide d'un pH -mètre, on suit l'évolution du pH du milieu réactionnel en fonction du volume V_B de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ajouté. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe : $[H_3O^+] = f(\frac{1}{V_B})$ de la figure 2.



- Écrire l'équation de la réaction du dosage.
 - Montrer que : $[H_3O^+] = K_a(\frac{V_{BE}}{V_B} - 1)$; où V_{BE} est le volume de la solution d'hydroxyde de sodium ajouté à l'équivalence.
- En exploitant la courbe de la figure 2, déterminer la valeur de V_{BE} et celle du pK_a du couple A_2H/A_2^- .
 - En déduire la valeur de C_B .

PHYSIQUE (13 points)

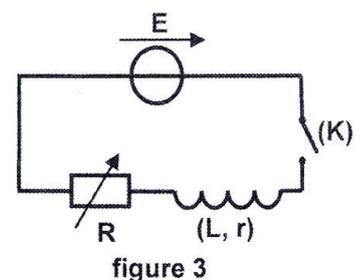
Exercice 1 (6 points)

Dans le but de déterminer les caractéristiques électriques d'une bobine (B) (inductance L et résistance interne r) et d'un condensateur (capacité C), on réalise les expériences suivantes :

Expérience 1

Pour déterminer les valeurs de r et de L , on réalise le montage de la figure 3, comportant, associés en série, la bobine (B), un générateur idéal de tension de fem constante $E = 6\text{ V}$ et un conducteur ohmique de résistance variable ajustée à une valeur $R_1 = 20\ \Omega$.

À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur (K) et à l'aide d'un oscilloscope à mémoire, on visualise la tension $u_{R_1}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique.



On obtient la courbe de la figure 4 de la page 5/5.

- Nommer le phénomène responsable du retard de l'établissement du courant électrique dans le circuit.
- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la tension $u_{R_1}(t)$, s'écrit :

$$\frac{du_{R_1}(t)}{dt} + \frac{1}{\tau}u_{R_1}(t) = \frac{R_1}{L}E ; \text{ où } \tau \text{ est la constante de temps que l'on exprimera en fonction de } L, R_1 \text{ et } r.$$

b- On désigne par U_p la tension aux bornes du conducteur ohmique en régime permanent.

Montrer que : $r = R_1 \left(\frac{E}{U_p} - 1 \right)$. Calculer sa valeur.

c- Déterminer graphiquement la valeur de τ et en déduire celle de L .

Expérience 2

Pour déterminer la valeur de C , on réalise le circuit de la **figure 5**.

La résistance est fixée à la valeur $R_2 = 60 \Omega$. Avec un générateur de courant constant d'intensité I_0 , on charge le condensateur, initialement déchargé, pendant une durée $\Delta t = 3,5 \text{ s}$ au bout de laquelle la tension aux bornes de ce dernier atteint la valeur $u_c = U_0$. À un instant pris comme origine des dates où $u_c = U_0$, on bascule le commutateur à la position **2** et à l'aide de l'oscilloscope à mémoire, on visualise la tension $u_{R_2}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique. La courbe obtenue est représentée sur la **figure 6** de la

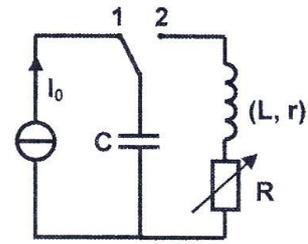


figure 5

page 5/5.

3) a- Justifier que les oscillations sont libres et amorties.

b- En appliquant la loi des mailles, montrer que la tension aux bornes du condensateur s'écrit :

$$u_c(t) = - \left[\frac{L}{R_2} \frac{d u_{R_2}(t)}{dt} + \left(1 + \frac{r}{R_2} \right) u_{R_2}(t) \right]. \text{ En déduire que : } U_0 = 4,47 \text{ V.}$$

4) a- Déterminer graphiquement la valeur de la pseudo-période T des oscillations.

b- En admettant que la pseudo-période T est égale à la période propre T_0 du circuit LC , déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.

c- Déduire la valeur I_0 de l'intensité du courant électrique débité par le générateur.

5) On désigne par E_1 et E_2 les énergies électromagnétiques emmagasinées dans le circuit respectivement aux instants $t_1 = 0$ et $t = t_2$.

a- Préciser la nature de l'énergie emmagasinée dans le circuit à l'instant t_2 .

b- Montrer que : $\frac{E_2}{E_1} = 42,36 \cdot 10^{-3}$. Interpréter ce résultat.

6) On refait maintenant la même expérience mais, en ajustant la résistance à une valeur R_3 et on visualise à l'aide de l'oscilloscope la tension $u_{R_3}(t)$ aux bornes du conducteur ohmique. On obtient la courbe de

la **figure 7** de la **page 5/5**.

En exploitant les courbes représentées sur les **figures 6** et **7**, comparer R_3 à R_2 . Justifier la réponse.

Exercice 2 (4 points)

En un point S d'une nappe d'eau de profondeur constante, initialement au repos, contenue dans une cuve à ondes dont les bords sont tapissés avec de la mousse, une pointe liée à un vibreur impose des vibrations sinusoïdales et verticales d'amplitude $a = 4 \text{ mm}$ et de fréquence N . Une onde progressive se propage alors à la surface de l'eau à partir de S avec une célérité v .

On néglige toute atténuation de l'amplitude.

Le point S débute son mouvement à l'instant $t = 0$ à partir de sa position d'équilibre ($y = 0$).

L'axe des elongations positives passant par S est orienté vers le haut.

1) a- Indiquer le rôle de la mousse avec laquelle les bords de la cuve à ondes sont tapissés.

b- Décrire l'aspect de la surface de l'eau observé en lumière ordinaire.

2) On éclaire la surface de l'eau par un stroboscope de fréquence réglable $N_e \geq 10 \text{ Hz}$. La surface de l'eau paraît immobile uniquement pour les deux valeurs 10 Hz et 20 Hz de la fréquence N_e des éclairs. Justifier que la fréquence du vibreur est $N = 20 \text{ Hz}$.

3) Sur la **figure 8**, on donne à un instant t_1 , une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par S .

Les points S et P sont distants de $d = 25 \text{ mm}$ lorsque la surface de l'eau est au repos ; P étant un point de la surface libre de l'eau.



figure 8

- a- En exploitant la coupe de la **figure 8**, déterminer les valeurs de λ , t_1 et φ_s ; φ_s étant la phase initiale de la source **S**.
 - b- Dédire la valeur de la célérité v .
- 4) On considère deux points **M₁** et **M₂** de la surface libre de l'eau situés au repos respectivement à des distances **SM₁ = 10,0 mm** et **SM₂ = 12,5 mm** de **S**.
- a- Comparer à l'instant t_1 , l'état vibratoire des points **M₁** et **M₂**.
 - b- Déterminer le lieu géométrique des points de la surface de l'eau qui vibrent à l'instant t_1 en opposition de phase par rapport au point **M₂**.
- 5) Représenter sur la **figure 9** de la **page 5/5 à remplir par le candidat et à rendre avec la copie**, une coupe de la surface libre de l'eau par un plan vertical passant par **S** à un instant $t_2 = t_1 + 2,5 \cdot 10^{-2}$ s.

Exercice 3 (3 points) « Étude d'un document scientifique »
Comment la matière absorbe la lumière ?

Il est aisé de comprendre au premier degré par quel procédé un objet – rouge par exemple – nous apparaît d'une certaine couleur. Éclairée par de la lumière dite blanche, il ne renvoie vers notre œil qu'une partie du rayonnement incident – les composantes rouges de la lumière. Les autres composantes sont absorbées ou diffusées dans d'autres directions.

Dans le cas de l'absorption, que se passe-t-il à l'échelle des constituants de l'objet ?

[...] La matière est composée d'atomes formés d'un noyau et d'électrons. En fonction des positions occupées dans l'espace par ces électrons, on définit des niveaux d'énergie de l'atome (l'énergie ne peut pas prendre n'importe quelle valeur : ces niveaux sont discrets). Pour passer d'un niveau d'énergie à un autre, un atome a besoin de recevoir exactement la quantité d'énergie qui correspond à l'écart entre ces deux niveaux. La lumière transporte des photons dont l'énergie est déterminée par la fréquence (ou la longueur d'onde). Si cette énergie est égale à l'écart entre deux niveaux atomiques, alors le photon sera absorbé et l'atome sera excité. À l'inverse, si l'énergie du photon est trop petite, mais également si elle est trop grande, le photon ne sera pas absorbé. Cela est la base de la spectroscopie d'absorption.

Typiquement, l'excitation d'un atome de son état fondamental vers les premiers états excités correspond à l'absorption de photons dans le domaine visible ou proche de l'ultraviolet. Ainsi, si l'on éclaire une vapeur d'atomes métalliques avec de la lumière blanche et que l'on observe la lumière à la sortie, on constate qu'il manque certaines fréquences, qui ont été absorbées par les atomes. De même pour le spectre solaire : dès 1814, Joseph Von Fraunhofer observa que certaines composantes spectrales manquaient, que l'on attribua plus tard à l'absorption par certains éléments constitutifs du Soleil. On analyse encore ainsi la composition superficielle des étoiles.

*D'après un article de Séverine MARTRENCHARD-BARRA (chargée de recherche au C.N.R.S)
 Encyclopédie Universalis*

- 1) En se référant au texte :
 - a- expliquer pourquoi un objet éclairé par une lumière blanche, apparaît avec sa couleur spécifique ;
 - b- relever un passage qui montre que l'énergie d'un atome est quantifiée ;
 - c- indiquer la condition pour laquelle un photon sera absorbé par un atome.
- 2) a- Préciser en le justifiant, si le spectre du soleil est continu ou discontinu.
 b- Expliquer la phrase soulignée dans le texte.
- 3) On envoie sur un atome d'hydrogène pris dans son état fondamental, un faisceau de lumière constitué de deux radiations lumineuses de longueurs d'ondes respectives $\lambda_1 = 102 \text{ nm}$ et $\lambda_2 = 98 \text{ nm}$. Identifier en justifiant la réponse, laquelle des deux radiations peut être absorbée par l'atome d'hydrogène.

On donne: les niveaux d'énergie E_n de l'atome d'hydrogène sont donnés par l'expression: $E_n = - \frac{13,6}{n^2} \text{ (eV)}$;
 avec n un entier naturel non nul ; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

.....

.....

Épreuve: Sciences physiques - Section : Mathématiques
Session principale (2024)
Annexe à rendre avec la copie

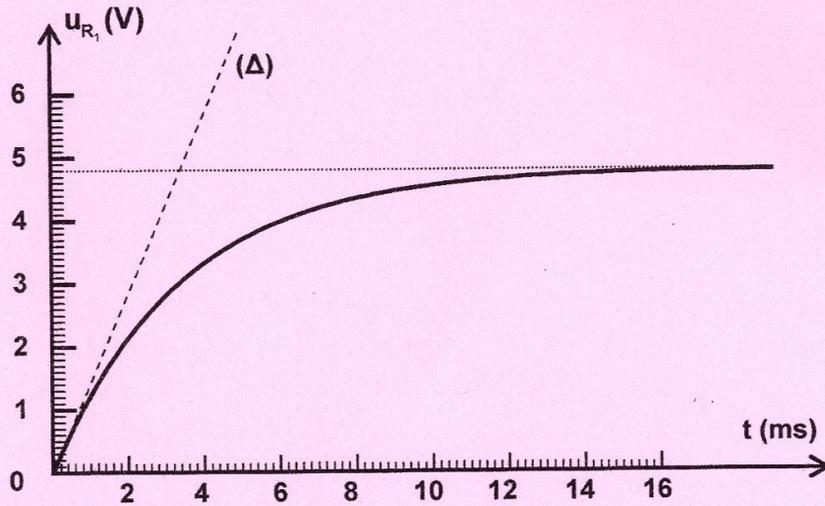


figure 4

(Δ) : tangente à la courbe à l'instant $t = 0$

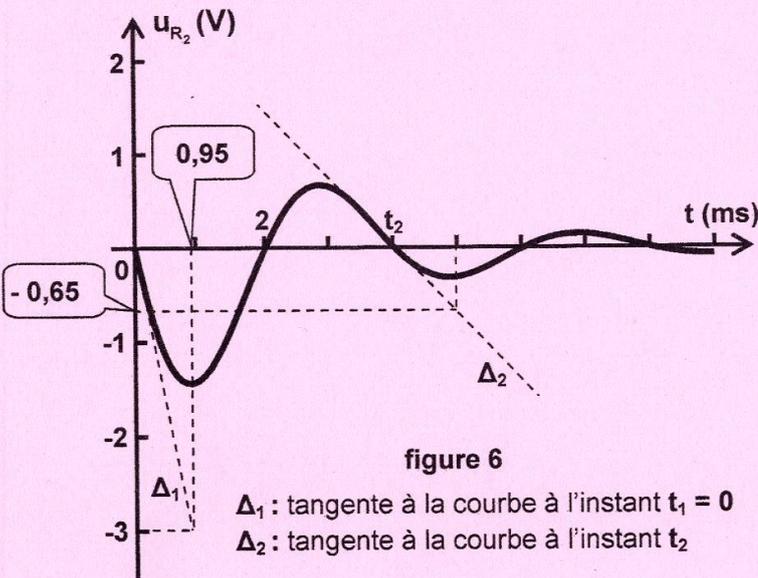


figure 6

Δ_1 : tangente à la courbe à l'instant $t_1 = 0$
 Δ_2 : tangente à la courbe à l'instant t_2

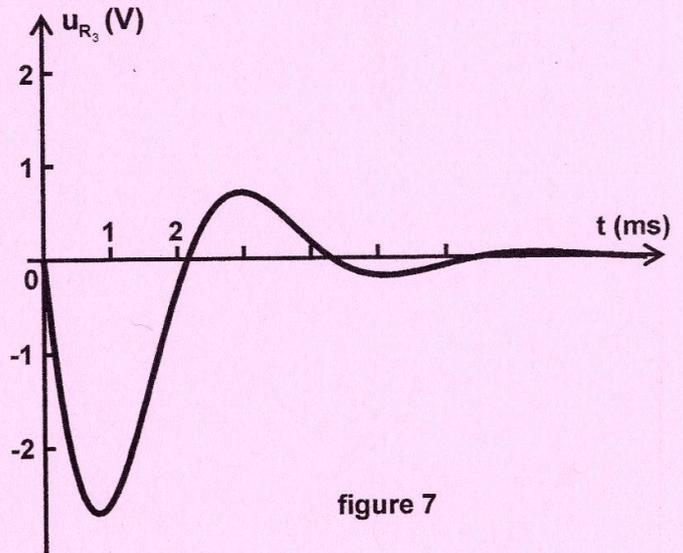


figure 7

S

figure 9