

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2022	Session principale
	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.

Chimie (7 points)

Exercice 1 (3,5 points)

On dispose au laboratoire de chimie, des solutions aqueuses suivantes :

- (S_0) : une solution de thiosulfate de sodium ($Na_2S_2O_3$) de concentration molaire $C_0 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$;
- (S_1) : une solution de peroxydisulfate de potassium ($K_2S_2O_8$) de concentration molaire C_1 ;
- (S_2) : une solution d'iodure de potassium (KI) de concentration molaire $C_2 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$.

À un instant de date $t = 0$, on réalise à température constante, deux mélanges (M_A) et (M_B) :

- le mélange (M_A) formé par un volume $V_1 = 50 \text{ mL}$ de (S_1) et un volume $V_2 = 50 \text{ mL}$ de (S_2) ;
- le mélange (M_B) formé par un volume $V_1 = 50 \text{ mL}$ de (S_1), un volume $V_2 = 50 \text{ mL}$ de (S_2) et un volume V_3 d'eau distillée.

Chacun des deux mélanges est alors le siège de la réaction lente et totale, représentée par l'équation chimique suivante : $2 I^- + S_2O_8^{2-} \rightarrow I_2 + 2 SO_4^{2-}$.

On désigne par x_{f_A} l'avancement final de cette réaction dans le mélange (M_A).

À différents instants de dates t , on prélève un volume $V_p = 10 \text{ mL}$ de chacun des deux mélanges, que l'on dilue immédiatement avec de l'eau glacée, puis on dose le diiode formé par la solution (S_0) en présence d'empois d'amidon. On note V_E : le volume de la solution (S_0) ajoutée à l'équivalence.

La réaction du dosage, rapide et totale, a pour équation : $2 S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow 2 I^- + S_4O_6^{2-}$.

Les mesures effectuées ont permis de dresser le tableau suivant :

	t (min)	0	10	20	60	100	120
V_E (mL)	pour le mélange (M_A)	0	4,5	6,7	9,0	9,0	9,0
	pour le mélange (M_B)	0				6,0	6,0

- Indiquer le rôle de l'empois d'amidon.
 - Montrer que la concentration du diiode formé à un instant de date t , dans chacun des deux mélanges, est donnée par l'expression : $[I_2] = C_0 \frac{V_E}{2V_p}$.
 - En exploitant le tableau ci-dessus, déterminer la valeur de x_{f_A} . En déduire celle de V_3 .
- Justifier que le mélange (M_A) contient initialement, un excès de I^- .
 - En déduire la valeur de C_1 .
- Déterminer, dans le mélange (M_A), la vitesse volumique moyenne de la réaction entre les instants $t_1 = 0$ et $t_2 = 10 \text{ min}$.
 - Dire en le justifiant si, entre ces deux instants, la vitesse volumique moyenne de la réaction dans le mélange (M_B) est supérieure, inférieure ou égale à celle dans le mélange (M_A).

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 pure est $K_e = 10^{-14}$.

On dispose au laboratoire de chimie, de trois solutions aqueuses (S_1), (S_2) et (S_3) de même concentration molaire C_0 , obtenues par dissolution dans l'eau, respectivement des monoacides A_1H , A_2H et A_3H . L'un des trois acides est fort, alors que les deux autres sont faibles.

On réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1 : Sur un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ de chacune des trois solutions, on verse progressivement une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium (monobase forte) de concentration molaire C_B et on relève après chaque ajout, le **pH** du mélange réactionnel. Les résultats des dosages effectués, pour quelques valeurs du volume V_B de la solution (S_B) ajoutée, sont consignés dans le tableau suivant :

		V_B (mL)	0	4	8	12	16	20
Dosage d'un volume V_A de :	(S_1)	pH	3,1	4,3	4,8	5,3		11,5
	(S_2)		2,6	3,4	3,8	4,3		11,5
	(S_3)		1,4	1,7	2,0	2,3	7,0	11,5

- 1- a- En exploitant le tableau pour $V_B = 0$, justifier que A_3H est l'acide fort.
b- En déduire la valeur de C_0 .
- 2- a- Justifier que pour les trois dosages effectués, le volume de la solution (S_B) ajoutée à l'équivalence acido-basique est $V_{BE} = 16 \text{ mL}$.
b- En déduire la valeur de C_B .
- 3- Identifier, dans le tableau ci-dessous, le couple acide/base auquel appartient l'acide A_2H .

Couple acide/base	$\text{HNO}_2 / \text{NO}_2^-$	$\text{H}_2\text{CO}_3 / \text{HCO}_3^-$	$\text{H}_5\text{C}_4\text{O}_6^- / \text{H}_4\text{C}_4\text{O}_6^{2-}$
$\text{p}K_a$	3,4	3,8	4,3

Expérience 2 : À un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ de chacune des trois solutions, on ajoute un volume V_e d'eau distillée puis, on verse progressivement la même solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium. À l'équivalence, on relève les valeurs suivantes de **pH** : **7,0 ; 7,9 ; 8,4**.

- 1- Parmi les valeurs relevées, préciser en le justifiant, celle qui correspond au **pH** du mélange obtenu à l'équivalence lors du dosage de la solution relative à l'acide A_2H .
- 2- Déduire la valeur de V_e .

Physique (13 points)

Exercice 1 (5 points)

Au laboratoire de physique, on dispose du matériel suivant :

- deux condensateurs initialement déchargés, l'un de capacité $C_1 = 2,5 \mu\text{F}$ et l'autre de capacité C_2 ;
- deux conducteurs ohmiques de résistances $R_1 = 2,5 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 50 \Omega$;
- une bobine d'inductance L et de résistance r ;
- un générateur de courant G_1 débitant un courant constant d'intensité $I_0 = 2 \text{ mA}$;
- un générateur idéal de tension G_2 de fem $E = 6 \text{ V}$;
- un oscilloscope à mémoire numérique, un ampèremètre de résistance négligeable, un interrupteur (K_1), un commutateur à deux positions (K_2) et des fils de connexion.

Pour déterminer les valeurs de C_2 , L et r , on réalise les trois expériences suivantes :

Expérience 1 : Avec le générateur G_1 , le condensateur de capacité C_2 , l'un des deux conducteurs ohmiques et l'interrupteur (K_1), on réalise le montage de la **figure 1 de la page 5/5**.

À un instant de date $t = 0$, on ferme l'interrupteur (K_1) et on suit à l'aide de l'oscilloscope, l'évolution temporelle de la tension u_c aux bornes du condensateur et de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique. À un instant ultérieur de date t_1 , on ouvre l'interrupteur (K_1). Sur l'écran de l'oscilloscope, apparaissent les courbes \mathcal{C}_a et \mathcal{C}_b de la **figure 2 de la page 5/5**.

- 1- a- Justifier que la courbe \mathcal{C}_a correspond à la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique.
b- Déduire lequel des deux conducteurs ohmiques a-t-on utilisé dans cette expérience.
- 2- En exploitant la courbe \mathcal{C}_b , déterminer la valeur de C_2 .

Expérience 2 : On réalise maintenant le circuit de la **figure 3 de la page 5/5**, comportant le condensateur de capacité C_1 , les deux conducteurs ohmiques, la bobine, le générateur G_2 , l'ampèremètre et le commutateur (K_2). On place le commutateur (K_2) sur la position (1) et on attend jusqu'à ce que le condensateur soit complètement chargé. À un instant pris comme origine des temps, on bascule le commutateur (K_2) sur la position (2) et on enregistre à l'aide de l'oscilloscope, l'évolution de la tension u_c aux bornes du condensateur en fonction du temps. On obtient la courbe de la **figure 4 de la page 5/5**.

- 1- Juste avant de basculer le commutateur (K_2) sur la position (2) :
 - a- donner la valeur de la tension u_c aux bornes du condensateur ;
 - b- préciser en le justifiant, l'indication de l'ampèremètre ;
 - c- déterminer la valeur de l'énergie électrique emmagasinée par le condensateur.
- 2- Le commutateur (K_2) est placé sur la position (2).
 - a- Déterminer la valeur de la pseudo-période T des oscillations électriques obtenues dans la **figure 4**.
 - b- En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine. On admet que la pseudo-période T est égale à la période propre T_0 du circuit.
 - c- Préciser en le justifiant, la nature (électrique ou magnétique) de l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit à l'instant de date $t_2 = 20 \text{ ms}$. Déterminer sa valeur.
 - d- Déduire la valeur de l'énergie dissipée par effet joule dans le circuit entre les instants $t = 0$ et $t_2 = 20 \text{ ms}$.

Expérience 3 : Afin de déterminer la valeur de la résistance r , on permute dans le circuit de la **figure 3 de la page 5/5**, les positions de la bobine et du condensateur ainsi que celles des deux conducteurs ohmiques. Puis, on place le commutateur (K_2) sur la position (1) ; lorsque le régime permanent s'établit dans le circuit, l'ampèremètre indique $I = 98 \text{ mA}$.

Déterminer la valeur de r .

Exercice 2 (5 points)

Dans le dispositif de la **figure 5**, une réglette mince (R) entraînée par un vibreur de fréquence N réglable, perturbe perpendiculairement la surface libre d'une nappe d'eau contenue dans une cuve rectangulaire et horizontale. Cette perturbation périodique donne naissance à une onde rectiligne sinusoïdale d'amplitude $a = 2 \text{ mm}$ et de fréquence N , qui se propage à la surface de l'eau avec une célérité v .

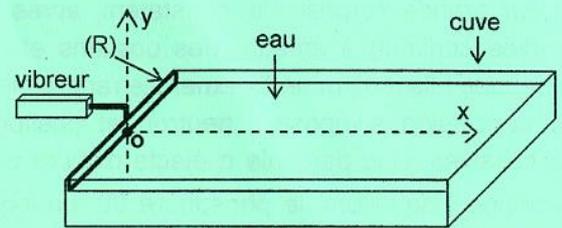


figure 5

Au repos, le bord inférieur de la réglette affleure la surface libre de la nappe d'eau.

La réglette débute son mouvement à l'instant $t = 0$, à partir de sa position de repos qui sera prise comme origine des élongations. On supposera qu'il n'y a ni réflexion ni amortissement de l'onde au cours de la propagation.

Avec le dispositif de la **figure 5**, on réalise les trois expériences suivantes :

Expérience 1 : On règle la fréquence du vibreur à une valeur N_1 . Lorsqu'on éclaire la surface de l'eau par une lumière stroboscopique de fréquence réglable $N_e \geq 10 \text{ Hz}$, on constate que la surface de l'eau paraît immobile uniquement pour trois valeurs de la fréquence N_e des éclairs : $N_{e_1} = 36 \text{ Hz}$; $N_{e_2} = 18 \text{ Hz}$; $N_{e_3} = 12 \text{ Hz}$.

- 1- Dire pourquoi l'onde qui se propage à la surface de l'eau est qualifiée d'onde mécanique.
- 2- Préciser en le justifiant, la valeur de la fréquence N_1 du vibreur.
- 3- Décrire l'aspect de la surface de l'eau lorsque la fréquence des éclairs est réglée à une valeur $N_e = 17,5 \text{ Hz}$.

Expérience 2 : La fréquence N du vibreur est maintenant réglée à une valeur $N_2 = 25 \text{ Hz}$.

La **figure 6** correspond à une photo de la surface de l'eau prise à un instant de date t_1 . On donne sur la **figure 7**, une coupe de cette surface par un plan vertical perpendiculaire à la réglette et passant par O .

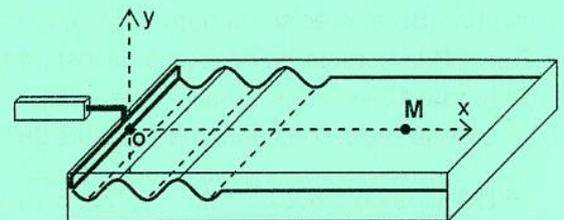


figure 6

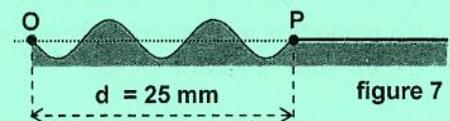


figure 7

- 1- En exploitant la **figure 7** :
 - a- déterminer la valeur de t_1 . En déduire celle de v ;
 - b- préciser si à un instant immédiatement supérieur à t_1 , le point P se déplace : horizontalement vers la droite, verticalement vers le haut ou verticalement vers le bas. En déduire la valeur de la phase initiale φ du mouvement du point O .
- 2- Soit M un point de la surface de l'eau se trouvant à une distance $x = OM = 45 \text{ mm}$ de la réglette.
 - a- Déterminer l'élongation et la vitesse de ce point aux instants de dates $t_2 = 0,14 \text{ s}$ et $t_3 = 0,21 \text{ s}$.
 - b- Déduire l'élongation du point O à l'instant $t = t_3$.

Expérience 3 : On fait varier maintenant la fréquence **N** du vibreur et on mesure à chaque fois, la distance **d** parcourue par l'onde à l'instant de date **t₁**. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous :

N (Hz)	12	25	48
d (mm)	23	25	28

- 1- En exploitant les données de ce tableau, justifier que les ondes qui se propagent à la surface de l'eau subissent le phénomène de dispersion.
- 2- Citer une expérience permettant d'observer ce phénomène avec les ondes lumineuses.

Exercice 3 (3 points)

Étude d'un document scientifique

La découverte de la radioactivité artificielle

En juin 1933, Frédéric et Irène Joliot-Curie observent l'émission de neutrons et de positons à la suite du bombardement d'une feuille d'aluminium par des particules α (${}^4_2\text{He}$) provenant d'une source de polonium, un élément naturellement radioactif ...

Afin de vérifier que neutrons et positons sont bien émis ensemble dans une même réaction nucléaire, ils commencent, le 11 janvier 1934, de nouvelles mesures pour déterminer le seuil d'apparition des positons. À leur grande surprise, ils constatent, après avoir enlevé la source de polonium, que la feuille d'aluminium irradiée continue à émettre des positons et que leur nombre diminue de moitié toutes les trois minutes 15 secondes ! Ils font immédiatement le rapprochement avec la radioactivité naturelle qu'ils connaissent bien.

La conclusion s'impose : neutron et positon ne sont pas émis en même temps, mais en deux étapes successives. Une particule α éjecte d'abord un neutron hors de l'aluminium en créant un noyau d'une espèce inconnue jusqu'alors, le phosphore 30, un isotope radioactif du noyau stable de phosphore ${}^{31}_{15}\text{P}$. Puis ce phosphore 30, produit artificiellement, se transforme spontanément, par émission d'un positon, en silicium 30 stable, selon un nouveau type de radioactivité...

Le lendemain, Frédéric et Irène irradient avec les particules α du polonium toute une série d'éléments chimiques. Ils mettent en évidence un azote 13 de 14 minutes de période, formé dans le bore... Le 15 janvier 1934, ils annoncent leur découverte dans une note aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Cette découverte vaudra au couple de jeunes savants le prix Nobel de chimie de 1935.

D'après un article paru dans la revue « Pour la Science », novembre 2001

- 1- Dégager du texte le constat qui a permis à Frédéric et Irène de conclure que les neutrons et les positons ne sont pas émis en même temps.
- 2- a- En se référant au texte, écrire l'équation de la réaction nucléaire conduisant à la formation du noyau de phosphore 30.
b- Préciser s'il s'agit d'une réaction nucléaire provoquée ou spontanée.
- 3- En exploitant la phrase soulignée dans le texte, déterminer la valeur du nombre de charge **Z** du noyau de silicium (**Si**) et préciser la nature du nouveau type de radioactivité observé.
- 4- Soient **N** le nombre de noyaux à un instant **t**, d'un échantillon radioactif qui peut être soit du **phosphore 30** soit de l'**azote 13** évoqués dans le texte, et **N₀** le nombre de noyaux de cet échantillon à l'instant **t = 0**. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de **N** à différents instants **t** :

N (10⁶)	9,06	8,20	7,43	6,73	6,10	5,52	5,00	4,53	4,10	3,72	3,36	3,05	2,76	2,50
t (min)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28

- a- Donner la définition de la demi-vie **T** d'une substance radioactive.
- b- En exploitant le tableau et des données du texte, identifier l'échantillon étudié.
- c- Déterminer la valeur de **N₀**.

Épreuve: Sciences physiques - Section : Mathématiques
Session principale (2022)
Annexe à ne pas rendre avec la copie

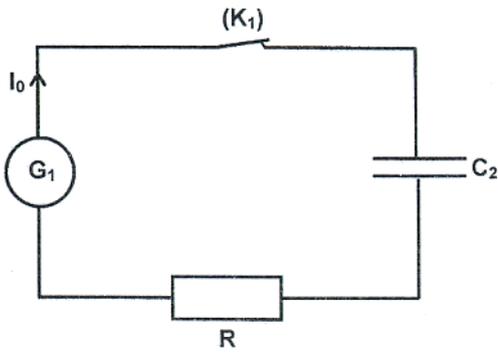


figure 1

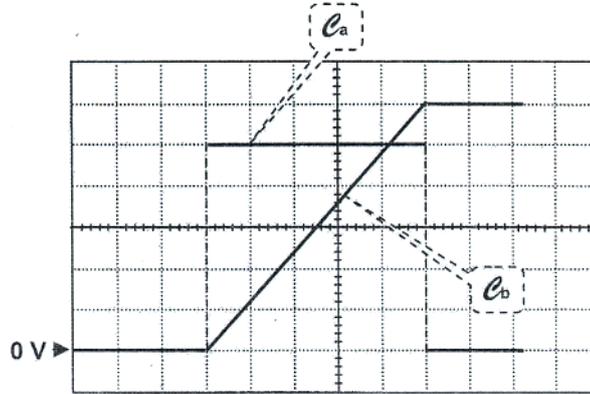


figure 2

Réglages de l'oscilloscope :

- sensibilité horizontale : 2 s/div
- sensibilité verticale sur les deux voies : 1 V/div

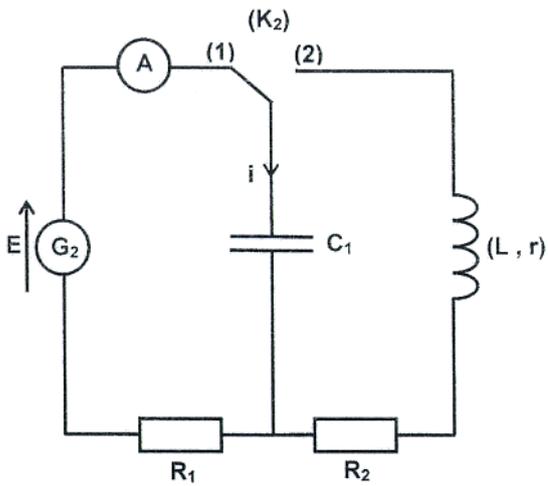
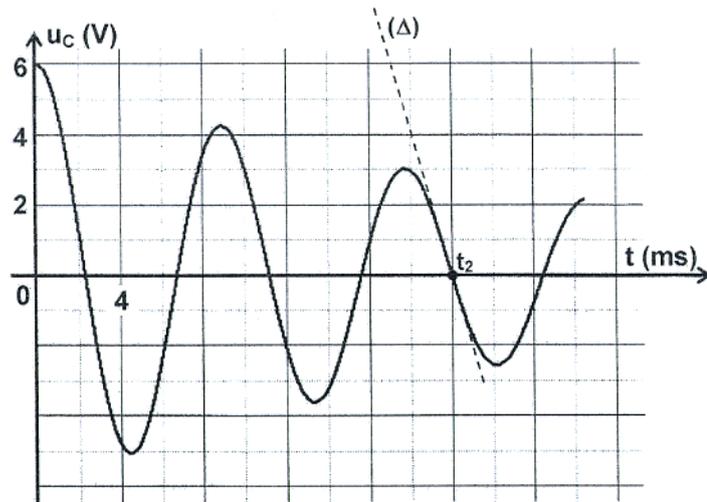


figure 3



(Δ) : droite tangente à la courbe $u_c = f(t)$ à l'instant t_2

figure 4