

N° d'inscription

Le sujet comporte six pages numérotées de 1/6 à 6/6

Les pages 5/6 et 6/6 sont à rendre avec la copie

Chimie (9 points)

Exercice 1 (4 points)

Toutes les solutions sont prises à **25 °C**, température à laquelle le produit ionique de l'eau est $K_e = 10^{-14}$.

On dispose au laboratoire de chimie d'une solution aqueuse (S_A) d'un monoacide **AH** de concentration molaire C_A et de pH noté pH_A .

On négligera dans ce qui suit, les concentrations des ions provenant de l'ionisation propre de l'eau devant celles des ions provenant de l'ionisation de l'acide **AH**.

On désignera par $r = \frac{[AH]}{[A^-]}$, le rapport de la concentration de la forme acide du couple **AH/A⁻** par celle de

sa forme basique.

On dose un volume $V_A = 12 \text{ mL}$ de la solution (S_A) par une solution aqueuse (S_B) d'hydroxyde de sodium **NaOH** (base forte) de concentration molaire C_B . Quelques résultats du dosage effectué, pour différentes valeurs du volume V_B de la solution (S_B) ajoutée, sont consignés dans le tableau suivant :

$V_B \text{ (mL)}$	0	4	8	12
pH	3,1	4,3	4,8	5,3
r	50,1	3,16	1,00	0,316

- a- En exploitant le tableau, justifier que l'acide **AH** est un acide faible.

b- Écrire alors l'équation de sa réaction avec l'eau.
- Montrer que la concentration C_A s'exprime par : $C_A = (r + 1) \cdot 10^{-pH_A}$. Calculer sa valeur.
- a- Montrer que le pK_a du couple **AH/A⁻** s'écrit : $pK_a = pH + \log(r)$.

b- En exploitant le tableau, déterminer :

 - la valeur du pK_a du couple **AH/A⁻** ;
 - la valeur du volume V_{BE} de la solution (S_B) ajoutée à l'équivalence. En déduire la valeur de C_B .
- a- Écrire l'équation de la réaction du dosage effectué. Montrer que cette réaction est totale.

b- Malgré que la réaction du dosage est totale, la solution obtenue à l'équivalence renferme une très faible quantité de l'acide **AH**. Expliquer son origine et déterminer la valeur de r dans cette solution.

Exercice 2 (5 points)

On désire synthétiser un amide (**E**) et un ester (**F**) à partir des quatre composés organiques suivants :

(A) : $\text{CH}_3\text{—OH}$; (B) : $\text{C}_2\text{H}_5\text{—COOH}$; (C) : $\text{C}_2\text{H}_5\text{—COCl}$; (D) : $\text{C}_2\text{H}_5\text{—CO—O—CO—C}_2\text{H}_5$

- Indiquer la famille chimique de chacun des composés (A), (B), (C) et (D).
- L'amide (**E**) peut être préparé en faisant réagir soit le composé (C), soit le composé (D) avec un excès d'ammoniac NH_3 .

a- Écrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation chimique de chacune de ces deux réactions.

b- Nommer l'amide (**E**).

c- Donner la formule semi-développée et le nom de chacun des amides isomères de (**E**).

3- L'ester (F) peut être préparé en faisant réagir le composé (A) soit avec le composé (B), soit avec le composé (C), soit avec le composé (D).

- Écrire en utilisant les formules semi-développées, l'équation chimique de chacune de ces trois réactions.
- On prépare dans des conditions adéquates, trois mélanges M_1 , M_2 et M_3 comme indiqué dans le tableau suivant :

Mélange	(M_1)	(M_2)	(M_3)
Composition initiale (en mol)	$n_{(A)} = 0,3$; $n_{(B)} = 0,3$	$n_{(A)} = 0,3$; $n_{(C)} = 0,3$	$n_{(A)} = 0,3$; $n_{(D)} = 0,4$

À l'état final, la quantité restante du composé (A) dans l'un de ces trois mélanges est égale à 0,1 mol.

- Identifier en le justifiant, le mélange concerné.
- Déterminer la quantité finale de l'ester (F) formé dans chacun des mélanges (M_1) et (M_3).

Physique (11 points)

Exercice 1 (4 points)

On dispose au laboratoire de physique d'un générateur idéal de tension de fem $E = 6 \text{ V}$, d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et de résistance $r = 10 \Omega$, d'un conducteur ohmique de résistance R réglable et de deux interrupteurs K_1 et K_2 . Pour déterminer les valeurs de L et C , on réalise le montage schématisé sur la figure 1. On ajuste la résistance du conducteur ohmique à la valeur $R_1 = 90 \Omega$, puis on charge le condensateur en fermant l'interrupteur K_1 (K_2 étant ouvert). À un instant de date $t = 0$, on ouvre K_1 , on ferme K_2 et on enregistre, à l'aide d'un oscilloscope à mémoire numérique, l'évolution de la tension u_R aux bornes du conducteur ohmique en fonction du temps. Les oscillations enregistrées sont représentées sur la figure 2 de la page 5/6.

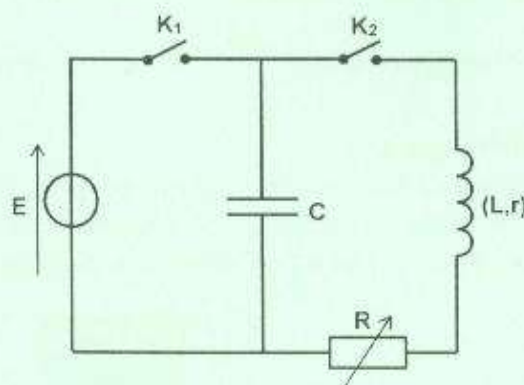


figure 1

- Qualifier les oscillations électriques enregistrées sur la figure 2 de la page 5/6 en choisissant un ou plusieurs adjectifs parmi : amorties ; périodiques ; libres ; forcées.
- a- En appliquant la loi des mailles, montrer qu'à un instant ultérieur de date t , la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur s'exprime par :

$$u_C(t) = - \left[\left(1 + \frac{r}{R_1} \right) u_{R_1}(t) + \frac{L}{R_1} \frac{du_{R_1}(t)}{dt} \right]$$

- En exploitant la courbe de la figure 2 de la page 5/6, montrer que $L = 0,2 \text{ H}$.
- a- Déterminer graphiquement, la valeur de la pseudo-période T des oscillations enregistrées.
b- En admettant que T est égale à la période propre T_0 du circuit, déterminer la valeur de la capacité C du condensateur.
 - a- Montrer que l'énergie électromagnétique emmagasinée dans le circuit à l'instant de date $t_1 = 9 \text{ ms}$,

$$\text{est donnée par l'expression : } E(t_1) = \frac{1}{2} \left[C \left(1 + \frac{r}{R_1} \right)^2 + \frac{L}{R_1^2} \right] u_{R_1}^2(t_1).$$

- Déduire la valeur de l'énergie dissipée dans le circuit entre les instants $t = 0$ et $t_1 = 9 \text{ ms}$.
- On ajuste maintenant la résistance du conducteur ohmique à une valeur $R_2 < R_1$. Indiquer si la valeur de l'énergie dissipée dans le circuit entre les instants $t = 0$ et $t_1 = 9 \text{ ms}$, est supérieure, inférieure ou égale à celle calculée précédemment.

Exercice 2 (4 points)

Une lame (L) entraînée par un vibreur, perturbe perpendiculairement la surface libre d'une nappe d'eau contenue dans une cuve rectangulaire, horizontale et dont les bords sont tapissés avec de la mousse. Cette perturbation périodique donne naissance à une onde rectiligne sinusoïdale d'amplitude $a = 2 \text{ mm}$ et de fréquence $N = 20 \text{ Hz}$, qui se propage à la surface de l'eau avec une célérité v .

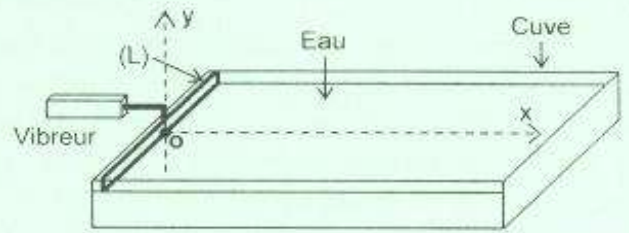


figure 3

Au repos, le bord inférieur de la lame (L) affleure la surface libre de la nappe d'eau (figure 3).

La lame (L) débute son mouvement à l'instant $t = 0$ à partir de sa position de repos qui sera prise comme origine des elongations.

On supposera qu'il n'y a ni réflexion, ni amortissement de l'onde au cours de sa propagation.

- 1-
 - a- Préciser pourquoi les bords de la cuve sont tapissés avec de la mousse.
 - b- Choisir parmi les propositions suivantes, celle(s) qui qualifie(nt) l'onde se propageant à la surface de l'eau : mécanique ; sphérique ; transversale ; longitudinale ; électromagnétique.
- 2- La figure 4 correspond à un schéma à l'échelle, de la surface de l'eau à un instant de date t_1 . En exploitant la figure 4 :
 - a- déterminer la valeur de la longueur d'onde λ . En déduire celle de la célérité v ;
 - b- comparer en le justifiant, les états vibratoires des points A et B ;
 - c- montrer que $t_1 = 23,75 \cdot 10^{-2} \text{ s}$;
 - d- représenter pour $0 \leq t \leq 0,25 \text{ s}$, le diagramme de mouvement du point A. En déduire la phase initiale ϕ du mouvement du point O.
- 3- On place parallèlement à la lame (L), comme l'indique la figure 5 de la page 5/6, un obstacle muni d'une fente (F) de largeur $\ell = 1 \text{ cm}$.
 - a- Nommer le phénomène physique qui se produit au niveau de la fente (F).
 - b- Compléter la figure 5 de la page 5/6, en représentant quelques lignes de crêtes au-delà de la fente.

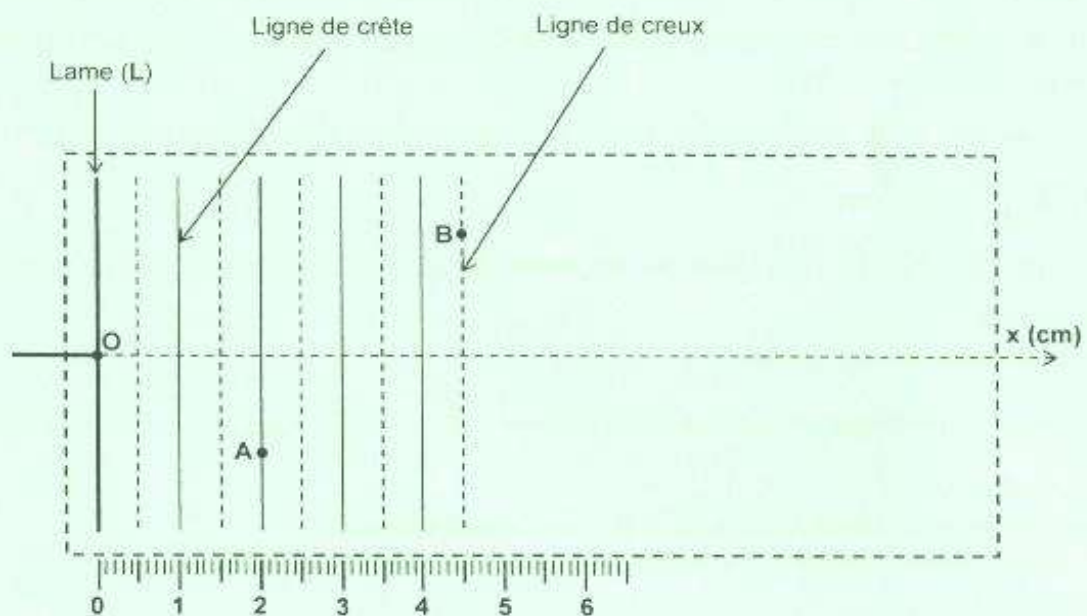


figure 4

Exercice 3 (3 points)

Étude d'un document scientifique Les atomes trahis par la lumière

La matière n'émet pas seulement de la lumière : elle peut aussi en absorber. En astronomie, ce phénomène se produit lorsqu'une lumière blanche provenant, par exemple du Soleil, traverse un nuage de gaz. Au lieu d'obtenir un spectre continu allant du rouge au violet, les astronomes observent alors un spectre interrompu par des raies noires correspondant aux longueurs d'onde absorbées.

Au début du XIX^e siècle, William Hyde Wollaston remarque pour la première fois ces raies noires dans le spectre solaire, sans en comprendre l'origine. En 1814, Josef von Fraunhofer les redécouvre et les mesure avec une grande précision : il en catalogue 324 et désigne les principales par les lettres A, B, C, etc.... En 1859, Gustav Kirchhoff montre que ces raies noires correspondent exactement aux raies lumineuses produites par certains éléments lorsqu'ils sont chauffés. En 1913, Niels Bohr propose un nouveau modèle atomique dans lequel les électrons se trouvent sur des niveaux d'énergie bien définis. Pour passer à un niveau plus élevé, un électron doit absorber un photon dont l'énergie correspond exactement à la différence entre les deux niveaux. Ainsi, dans une étoile, les atomes de son atmosphère absorbent certains photons émis par sa surface chaude, produisant les raies noires observées. L'analyse de ces raies permet de déterminer la composition chimique de l'atmosphère de cette étoile.

D'après <https://astro-canada.ca>

- La **figure 6** de la **page 6/6** est un extrait du spectre solaire (couramment appelé spectre de Fraunhofer).
- Le **tableau 1** de la **page 6/6** donne les longueurs d'onde de certaines raies noires identifiées par Fraunhofer.

1- En se référant au texte :

- a- compléter le **tableau 2** de la **page 6/6** en indiquant la contribution principale de chaque scientifique concernant les raies spectrales ;
- b- indiquer à quoi est due la présence des raies noires dans le spectre du Soleil ;
- c- préciser pourquoi l'étude de ces raies est importante en astronomie.

2- La série de Balmer est un ensemble de raies spectrales de l'atome d'hydrogène. Elle comporte quatre raies $H\alpha$, $H\beta$, $H\gamma$ et $H\delta$ dans le domaine visible de longueurs d'onde respectives λ_α , λ_β , λ_γ et λ_δ . Chaque raie de cette série correspond à une transition électronique d'un niveau d'énergie E_n ($n \geq 3$) vers le premier niveau excité E_2 .

- a- Montrer que les longueurs d'onde des raies de cette série sont données par la relation :

$$\lambda = 365,16 \frac{n^2}{n^2 - 4} \text{ (en nm)}.$$

- b- Sachant que $\lambda_\alpha > \lambda_\beta > \lambda_\gamma > \lambda_\delta$, identifier les raies du spectre du Fraunhofer qui correspondent à la série de Balmer.
- c- Préciser la couleur de la raie $H\beta$.

On donne : - niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène : $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$; avec $E_0 = 13,6 \text{ eV}$ et n un entier positif non nul ;

- célérité de la lumière dans le vide : $c = 2,998.10^8 \text{ m.s}^{-1}$;

- constante de Planck : $h = 6,626.10^{-34} \text{ J.s}$; $1 \text{ eV} = 1,60.10^{-19} \text{ J}$.



Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

.....

.....



Épreuve : Sciences physiques - Section : Sciences expérimentales
Session de contrôle (2026)
Annexe à rendre avec la copie

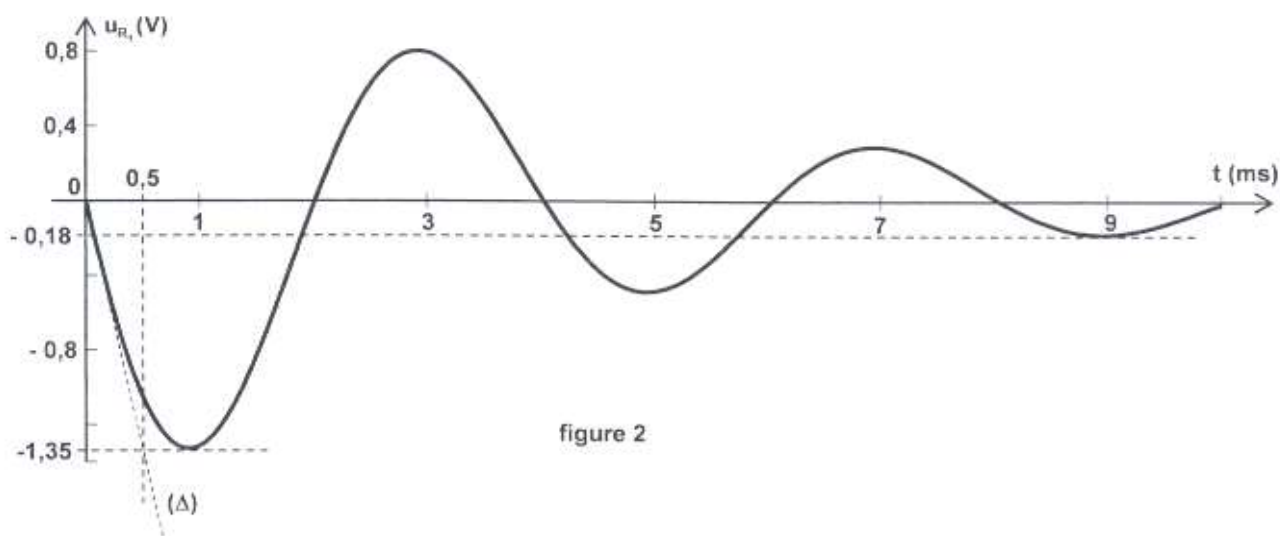


figure 2

(Δ) : droite tangente à la courbe $u_{R_1} = f(t)$ à l'instant $t = 0$.

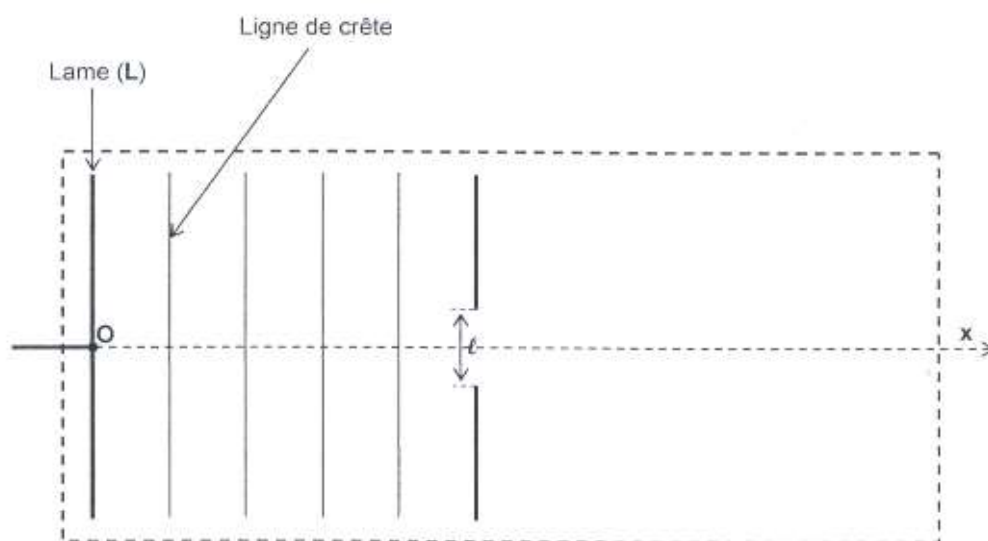


figure 5

Ne rien écrire ici

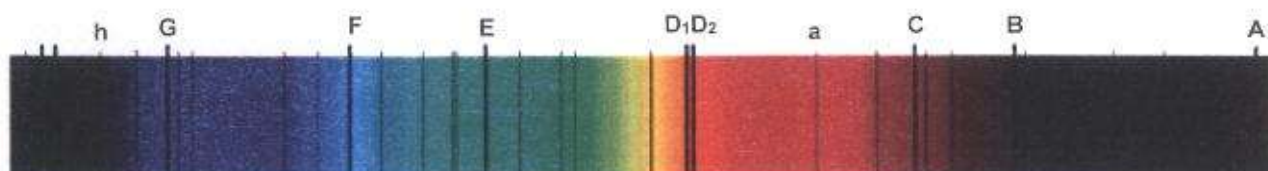


figure 6

tableau 1

Raie	h	G	F	E	Doublet - D ₁ D ₂	a	C	B	A
λ (nm)	410,8	434,7	486,9	527,0	589,0 - 589,6	627,6	657,3	686,7	759,4

tableau 2

Nom du scientifique	Contribution principale
Josef von Fraunhofer	
Gustav Kirchhoff	
Niels Bohr	