

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2022	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)

Toutes les solutions sont considérées à 25 °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 considère une solution aqueuse (S) d'un monoacide faible AH de concentration molaire C_a et de pH donné. On suppose que le monoacide AH est faiblement ionisé dans (S). On désigne par τ_f le taux d'avancement final de la réaction du monoacide AH avec l'eau dans (S).

I/ 1) Écrire l'équation de la réaction du monoacide AH avec l'eau.

2) Montrer que $\text{pH} = \log\left(\frac{\tau_f}{K_a}\right)$; avec K_a la constante d'acidité du couple AH / A⁻.

II/ On dispose maintenant de deux solutions aqueuses (S₁) et (S₂) de concentrations molaires respectives C_{a1} et C_{a2} et contenant respectivement les monoacides A₁H et A₂H. On effectue séparément le dosage d'un même volume $V_a = 10\text{ mL}$ de chacune des deux solutions (S₁) et (S₂) par une même solution aqueuse (S_b) d'hydroxyde de sodium (monobase forte) de concentration molaire C_b . On obtient les résultats consignés dans le tableau suivant :

	(S ₁)			(S ₂)		
	État initial	État de demi-équivalence	État d'équivalence	État initial	État de demi-équivalence	État d'équivalence
Volume V_b de (S _b) versé en mL	0	10	20	0	10	20
pH du mélange (S _{i=1,2} + S _b)	2,4	3,8	8,2	2,9	4,8	8,7

1) En exploitant le tableau :

a- justifier que les deux monoacides A₁H et A₂H sont faibles ;

b- montrer que $C_{a1} = C_{a2}$;

c- préciser en le justifiant, les valeurs de $\text{p}K_{a1}$ et de $\text{p}K_{a2}$ relatives respectivement aux couples A₁H / A₁⁻ et A₂H / A₂⁻.

2) Comparer les forces relatives des monoacides A₁H et A₂H.

3) Les monoacides A₁H et A₂H sont faiblement ionisés respectivement dans (S₁) et dans (S₂). On désigne par τ_{f1} et τ_{f2} les taux d'avancement finaux respectifs de la réaction de A₁H avec l'eau dans (S₁) et de celle de A₂H avec l'eau dans (S₂).

a- Déterminer les valeurs de τ_{f1} et τ_{f2} .

b- Justifier que les valeurs trouvées confirment la réponse à la question II-2).

4) Déterminer la valeur de C_{a1} et déduire celle de C_b .

Exercice 2 (4,5 points)

À 25 °C , on réalise une pile électrochimique (P) à l'aide des deux demi-piles (A) et (B) suivantes :

- la demi-pile (A), placée à gauche, est constituée d'une lame de cobalt (Co) qui plonge dans une solution aqueuse de sulfate de cobalt(II) ($\text{Co}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de volume V_1 et de concentration molaire C_1 ;

- la demi-pile (B), placée à droite, est constituée d'une lame de nickel (Ni) qui plonge dans une solution aqueuse de sulfate de nickel(II) ($\text{Ni}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$) de volume V_2 et de concentration molaire $C_2 = \frac{C_1}{\alpha}$; avec α un réel strictement positif.

Le potentiel standard d'électrode du couple redox $\text{Co}^{2+} / \text{Co}$ est $E^\circ_{\text{Co}^{2+}/\text{Co}} = -0,28 \text{ V}$.

1) a- Écrire l'équation chimique associée à la pile (P).

b- Exprimer la fem initiale E_i de la pile (P) en fonction de sa fem standard E° et α .

2) Les volumes V_1 et V_2 sont considérés constants. Pour différentes valeurs des concentrations C_1 et C_2 , on mesure à l'aide d'un voltmètre la fem initiale E_i de la pile correspondante. Les mesures réalisées ont permis de tracer la courbe de la figure 1 représentant l'évolution de E_i en fonction du logarithme décimal de α : $\log(\alpha)$.

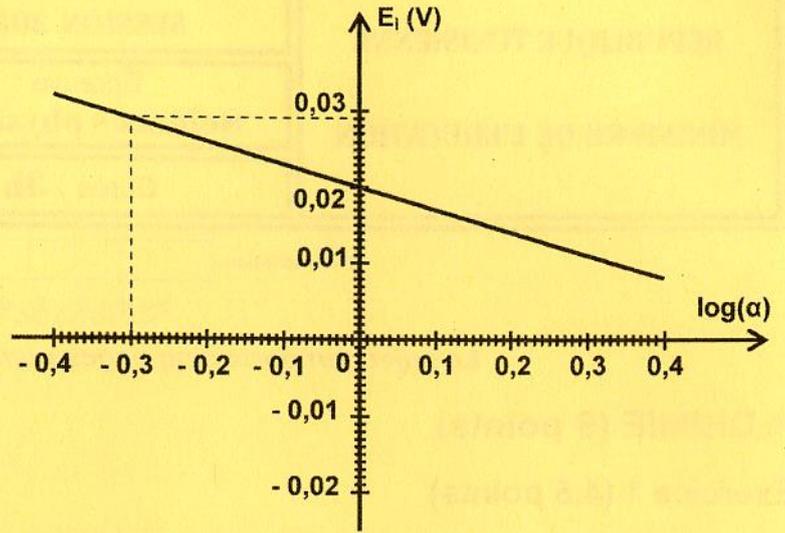


Figure 1

a- Déterminer graphiquement la valeur de E° .

b- Déduire :

b₁- la valeur de la constante d'équilibre K relative à l'équation chimique associée à la pile (P) ;

b₂- la valeur du potentiel standard d'électrode $E^\circ_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}$ du couple $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$.

c- Comparer les pouvoirs réducteurs des couples $\text{Co}^{2+} / \text{Co}$ et $\text{Ni}^{2+} / \text{Ni}$.

3) On considère maintenant la pile (P₁) pour laquelle $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ et $\log(\alpha) = -0,3$. On relie les bornes de cette pile à un circuit extérieur comportant, montés en série, un ampèremètre (A), un conducteur ohmique et un interrupteur (K₁). À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur (K₁).

a- En exploitant la courbe de la figure 1, préciser la valeur de la fem initiale E_{i1} de la pile (P₁).

b- Écrire en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile (P₁) débite du courant électrique dans le circuit extérieur.

c- Après une durée suffisante de fonctionnement de la pile (P₁), l'ampèremètre indique une intensité nulle du courant électrique. Dans ces conditions, l'avancement final de la réaction est $x_f = 7,34 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ et la concentration finale en ions Ni^{2+} est $[\text{Ni}^{2+}]_f = 2,66 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

c₁- Déterminer la concentration finale en ions Co^{2+} : $[\text{Co}^{2+}]_f$.

c₂- Montrer que $V_1 = V_2 = 100 \text{ mL}$.

Durant toute l'expérience, on négligera la variation de volumes et on supposera qu'aucune lame ne sera complètement consommée.

PHYSIQUE (11 points)

Exercice 1 (5 points)

Le circuit électrique de la figure 2 comporte, montés en série :

- une bobine (B) d'inductance L et de résistance r ;
- un résistor de résistance R réglable ;
- un générateur de tension idéal de fem $E = 10 \text{ V}$;
- un interrupteur K ;
- un ampèremètre (A).

On désigne par $R_T = R + r$, la résistance totale du circuit.

A/ À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K .

1) Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de la tension $u_R(t)$ aux bornes du résistor au cours du temps s'écrit :

$$L \frac{du_R(t)}{dt} + (R + r)u_R(t) = RE.$$

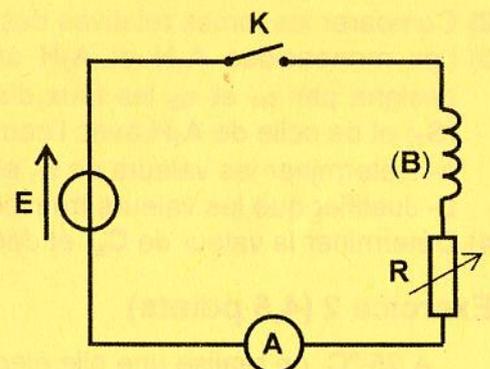


Figure 2

2) La solution de l'équation différentielle précédente s'écrit sous la forme : $u_R(t) = U_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$; avec U_0 la tension aux bornes du résistor en régime permanent et τ la constante de temps du circuit.

Établir l'expression de :

- U_0 en fonction de R , r et E ;
- τ en fonction de L , R et r .

B/ On reprend le circuit de la **figure 2** et on réalise les deux expériences suivantes :

Expérience 1 : On utilise une bobine (B_1) d'inductance L_1 et de résistance r_1 . On règle la résistance R à une valeur $R_1 = 80 \Omega$.

À l'instant $t' = 0$, on ferme l'interrupteur K . On visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire numérique la tension $u_{R1}(t)$ aux bornes du résistor. On mesure l'intensité du courant électrique lorsque le régime permanent est établi.

Expérience 2 : On remplace la bobine (B_1) par une bobine (B_2) d'inductance L_2 et de résistance $r_2 < r_1$. On ajuste la résistance R à une valeur R_2 . À l'instant $t'' = 0$, on ferme l'interrupteur K . On visualise à l'aide du même oscilloscope à mémoire numérique en utilisant les mêmes sensibilités, la tension $u_{R2}(t)$ aux bornes du résistor. On mesure l'intensité du courant électrique lorsque le régime permanent est établi.

Dans les deux expériences, l'ampèremètre indique la même intensité du courant électrique en régime permanent.

La **figure 3** donne les courbes (ζ_b) et (ζ_c) représentant l'évolution au cours du temps des tensions $u_{R1}(t)$ et $u_{R2}(t)$.

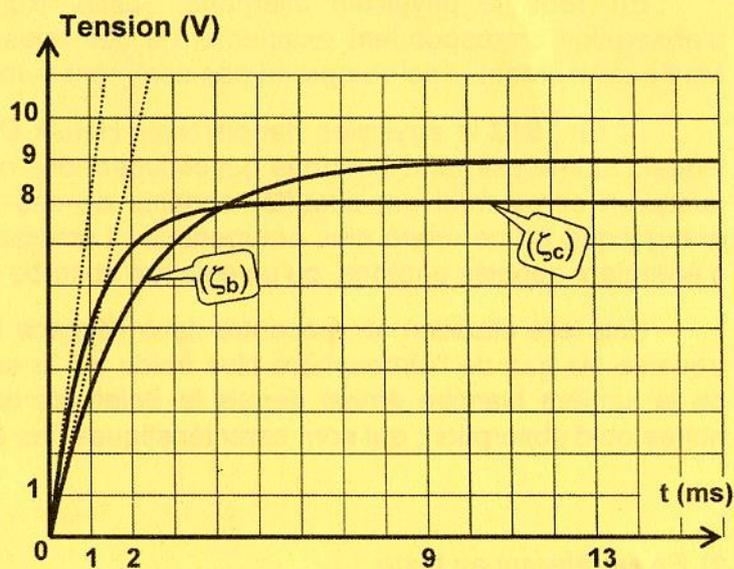


Figure 3

- 1) a- Montrer que la résistance totale R_T du circuit est la même dans les deux expériences.
b- Justifier que la courbe (ζ_b) correspond à $u_{R2}(t)$.
- 2) Déduire les valeurs de R_2 , r_1 et r_2 .
- 3) a- Déterminer graphiquement les constantes de temps τ_1 et τ_2 des circuits comportant respectivement les bobines (B_1) et (B_2).
b- Déduire les valeurs de L_1 et L_2 .
c- Justifier alors, le retard de l'établissement du régime permanent dans l'une des deux expériences par rapport à l'autre.

Exercice 2 (3,25 points)

On dispose d'un vibreur muni d'une fourche à pointe unique et d'une cuve à ondes. Au repos, la pointe verticale affleure la surface libre de la nappe d'eau de la cuve à ondes en un point O . En mettant le vibreur en marche, la pointe impose au point O des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude $a = 2 \text{ mm}$ et de fréquence N . Ainsi, une onde progressive de longueur d'onde λ , prend naissance au point O à l'instant $t = 0$ et se propage à la surface de l'eau avec une célérité v considérée **constante**. On suppose qu'il n'y a ni réflexion ni atténuation de l'onde au cours de sa propagation.

L'équation horaire du mouvement du point O s'écrit : $y_O(t) = a \sin(2\pi Nt + \phi_0)$; $t \geq 0$.

Les courbes (ξ) et (ξ') de la **figure 4** de la **page 5/5** représentent deux aspects de deux coupes de la surface de l'eau par un plan vertical passant par O aux instants t_1 et t_2 tels que : $\Delta t = t_2 - t_1 = 3,75 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.

- 1) Justifier que la courbe (ξ') représente l'aspect de la surface de l'eau à l'instant t_2 .
- 2) En exploitant les courbes de la **figure 4** de la **page 5/5** :
a- préciser la valeur de la longueur d'onde λ ;
b- déterminer la valeur de la célérité v . En déduire la valeur de N ;
c- déterminer la phase initiale ϕ_0 du mouvement du point O .

3) On considère un point **A** de la surface de l'eau, repéré au repos, par son abscisse $OA = x_A$. Le point **A** est atteint par l'onde à l'instant t_0 tel que : $t_1 < t_0 < t_2$. Sachant que **A** vibre en phase avec **O** :

- a- déterminer x_A ;
- b- déduire t_0 .

Exercice 3 (2,75 points) « Étude d'un document scientifique »

Quand la matière absorbe de la lumière

La matière peut émettre de la lumière. Le contraire est également vrai : la matière peut absorber de la lumière. En astronomie, c'est le cas lorsque de la lumière blanche émise depuis la surface du Soleil, traverse un mince nuage de gaz ou de poussière. Ainsi, au lieu de voir un spectre continu allant du rouge au violet, les astronomes observent un spectre auquel il manque plusieurs raies de couleurs ; des raies sombres prenant leurs places.

En 1859 le physicien allemand Gustav Robert Kirchhoff comprend que les raies noires ou d'absorption correspondent exactement à des raies brillantes émises par certains éléments chimiques. Malheureusement, il ne comprend pas comment la matière peut absorber de telles raies spectrales.

... En 1913 le physicien danois Niels Henrik David Bohr, crée un nouveau modèle atomique dans lequel l'atome est fait d'électrons qui occupent des orbites bien spécifiques autour d'un noyau. Selon lui, lorsqu'un corps froid est chauffé, certains de ses électrons ont tendance à passer d'une orbite peu énergétique à une orbite plus énergétique. Il propose alors, que c'est sous la forme de « petits paquets d'énergie » appelés photons, qu'un électron absorbe son surplus d'énergie.

Une telle situation se rencontre dans l'espace lorsque la lumière émise depuis la surface du Soleil traverse les gaz de l'atmosphère plus froide qui la surplombe. L'atmosphère absorbe en effet une partie de la lumière blanche émise depuis le Soleil, ce qui produit un spectre de couleurs marqué de raies noires ou d'absorption, qui sont caractéristiques des éléments chimiques présents dans les gaz.

D'après <http://astro-canada.ca>

1) En se référant au texte :

- a- préciser en le justifiant, si le spectre du Soleil est continu ou discontinu ;
- b- justifier la présence des raies noires dans le spectre du Soleil.

2) Dégager du texte ce qui justifie :

- qu'un élément chimique donné émet les mêmes raies qu'il absorbe ;
- que l'énergie d'un atome donné est quantifiée.

3) Représenter le dispositif expérimental permettant d'obtenir le spectre d'absorption d'un élément chimique donné.

4) Sur la **figure 5**, on donne les extraits ①, ②, ③ et ④ des spectres de raies brillantes émises respectivement par les éléments chimiques mercure (Hg), sodium (Na), magnésium (Mg) et hydrogène (H). Sur la **figure 6** de la page 5/5 (à compléter par le candidat et à remettre avec sa copie), on donne un extrait du spectre solaire, comportant quelques raies sombres et muni d'une échelle de longueur d'onde λ .

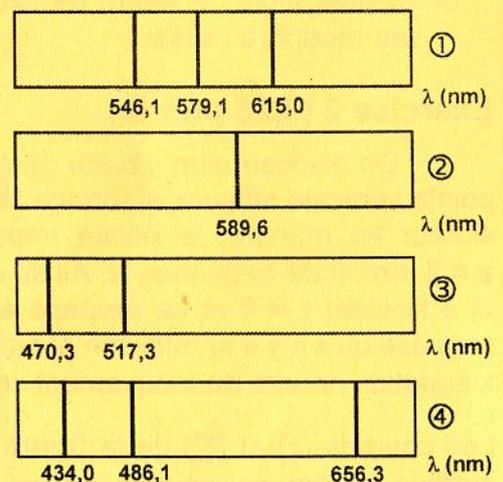


Figure 5

Compléter en le justifiant, l'extrait du spectre solaire de la **figure 6** de la **page 5/5** en indiquant dans chacune des cases vides le symbole de l'élément chimique correspondant.

Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

.....

.....



.....

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

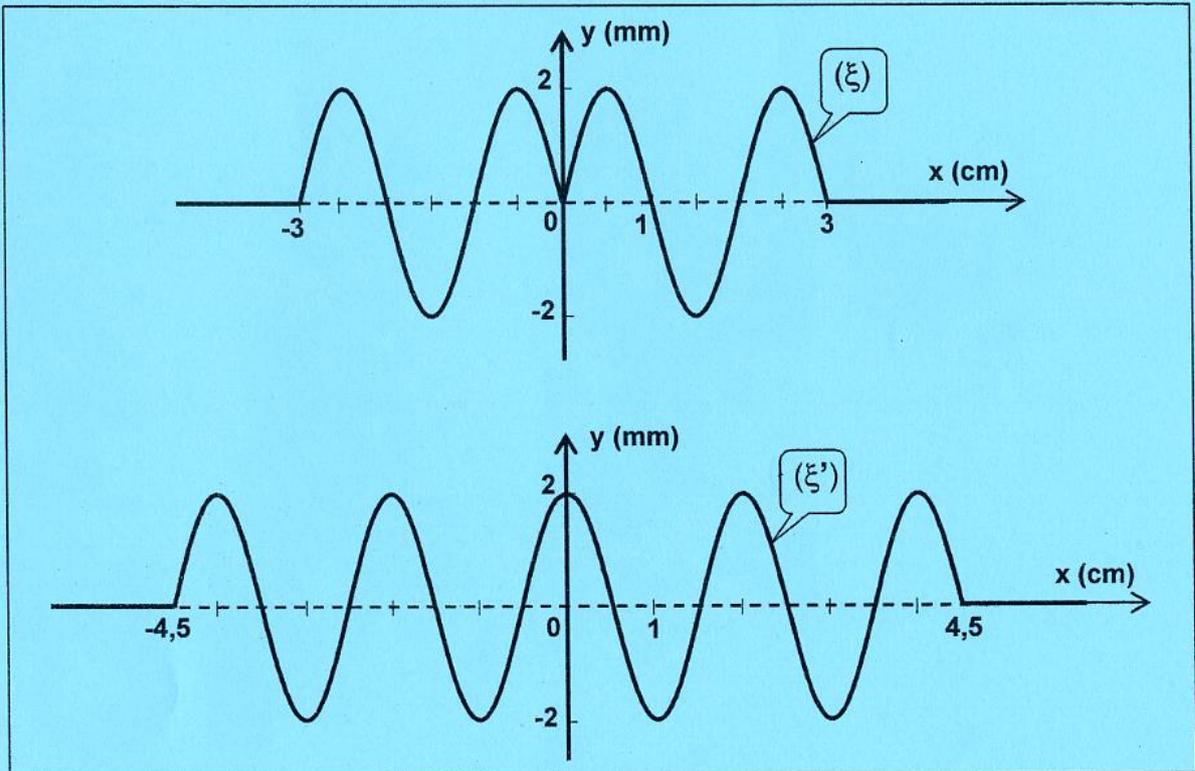


Figure 4

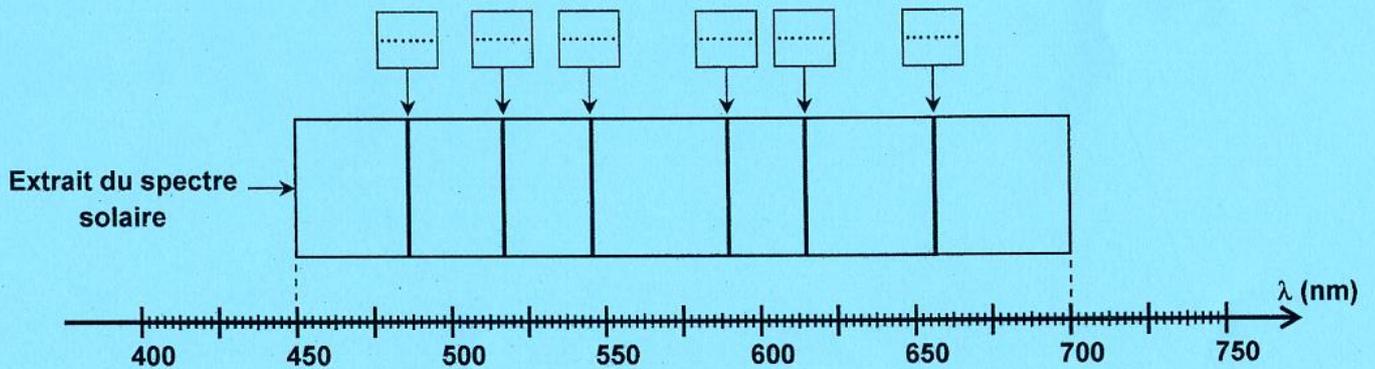


Figure 6