

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

Toutes les solutions sont prises à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, température à laquelle le produit ionique de l'eau pure est $K_e = 10^{-14}$. Dans la nature, l'acide formique (ou acide méthanoïque) de formule HCOOH se trouve dans le dard et les piqûres de plusieurs insectes comme les fourmis mais aussi, sur les poils qui composent les feuilles de certaines plantes telles que les orties. Son nom vient du mot latin *formica* qui signifie fourmi, car sa première isolation a été réalisée par distillation de corps de fourmis.

On se propose dans cet exercice, d'étudier le comportement de cet acide en solution aqueuse. Pour ce faire, on prépare une solution aqueuse (S_1) d'acide formique de concentration molaire C_1 et on réalise deux expériences.

1- Dans la première expérience, on détermine les valeurs des concentrations des entités chimiques, autres que l'eau, présentes dans la solution (S_1). On obtient alors les résultats consignés dans le tableau suivant :

Entité chimique	H_3O^+	OH^-	HCOO^-	HCOOH
Concentration (mol.L^{-1})	5.10^{-3}	2.10^{-12}	5.10^{-3}	145.10^{-3}

- a- Justifier que l'acide formique est un acide faible.
 - b- Écrire alors l'équation de sa réaction avec l'eau.
 - c- Déterminer la valeur de :
 - la concentration molaire C_1 de la solution (S_1) ;
 - la constante d'acidité K_a du couple $\text{HCOOH} / \text{HCOO}^-$.
 - d- Justifier que l'acide formique est faiblement ionisé dans la solution (S_1).
- 2- Dans la deuxième expérience, on introduit un volume $\text{V}_1 = 10\text{ mL}$ de la solution (S_1) dans une fiole jaugée de capacité 50 mL puis, on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, tout en agitant. On obtient alors une solution (S_2) dont le pH vaut $2,66$.
- a- Vérifier que dans la solution (S_2), l'acide formique n'est plus faiblement ionisé.
 - b- Déterminer le volume maximal d'eau qu'on aurait dû ajouter au volume $\text{V}_1 = 10\text{ mL}$ de la solution (S_1) pour que l'acide formique demeure faiblement ionisé.

Exercice 2 (3,5 points)

À la température de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, on réalise une pile électrochimique (P) en reliant, à l'aide d'un pont salin, deux demi-piles mettant en jeu les couples $\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}$ et $\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}$. Les solutions dans les deux compartiments de la pile ont le même volume V . L'une est une solution aqueuse de sulfate d'étain(II) SnSO_4 de concentration molaire C_1 et l'autre est une solution aqueuse de nitrate de plomb(II) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ de concentration molaire C_2 .

À l'aide de la pile (P), d'un ampèremètre, d'un voltmètre, d'un conducteur ohmique et d'un interrupteur (K), on réalise le montage de la figure 1.

On donne : $\text{E}^{\circ}(\text{Pb}^{2+} / \text{Pb}) = -0,13\text{ V}$; $\text{E}^{\circ}(\text{Sn}^{2+} / \text{Sn}) = -0,14\text{ V}$.

- 1- a- Donner le symbole de la pile (P) et écrire l'équation chimique qui lui est associée.
- b- Déterminer la valeur de la constante d'équilibre K relative à cette équation.

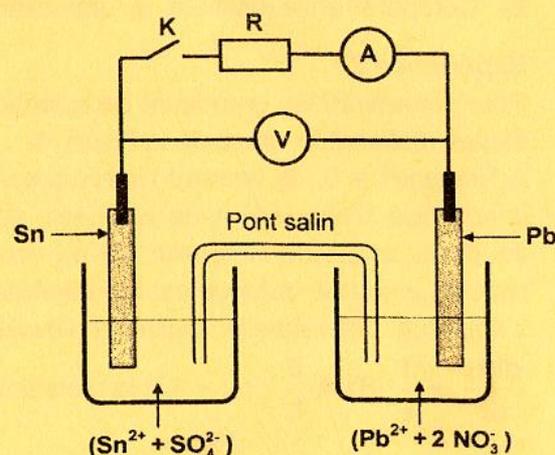


figure 1

2- L'interrupteur (K) est ouvert.

La valeur de C_1 est maintenue constante. On modifie la valeur de C_2 , et à l'aide du voltmètre, on mesure à chaque fois, la fem initiale E de la pile correspondante. Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de la **figure 2**, traduisant l'évolution de E en fonction de $\log C_2$.

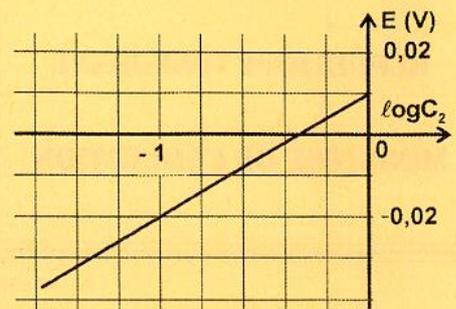


figure 2

En exploitant la courbe de la **figure 2**, déterminer la valeur de C_1 .

3- On prendra dans ce qui suit, $C_1 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$ et $C_2 = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.

À un instant pris comme origine des temps, on ferme l'interrupteur (K).

a- Écrire en le justifiant, l'équation de la réaction qui se produit spontanément lorsque la pile débite du courant électrique.

b- À un instant ultérieur de date t_1 , on détermine à l'aide de moyens appropriés, la concentration des ions Pb^{2+} et la variation de la masse de l'électrode de plomb. On obtient les valeurs suivantes :

$$[\text{Pb}^{2+}]_{t_1} = 0,2 \text{ mol.L}^{-1} \text{ et } |\Delta m|_{t_1} = 2,07 \text{ g}.$$

b₁ - Justifier qu'à l'instant t_1 , l'ampèremètre indique le passage d'un courant électrique.

b₂ - Déterminer la valeur du volume V de chacune des deux solutions.

On donne : Masse molaire du plomb : $M = 207 \text{ g.mol}^{-1}$.

On suppose que durant le fonctionnement de la pile (P), il n'y a ni changement des volumes des solutions ni risque d'épuisement des électrodes.

Physique (13 points)

Exercice 1 (4,5 points)

On dispose au laboratoire de deux dipôles D_1 et D_2 , l'un est une bobine d'inductance L et de résistance r et l'autre est un conducteur ohmique de résistance égale à celle de la bobine.

Lors d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves est chargé d'identifier ces deux dipôles et de déterminer leur(s) grandeur(s) caractéristique(s). Pour y parvenir, ils réalisent les expériences décrites ci-après.

Le matériel mis à la disposition des élèves est le suivant : les deux dipôles D_1 et D_2 , un générateur idéal de tension de fem $E = 6 \text{ V}$, deux lampes identiques L_1 et L_2 , un interrupteur (K), une diode, un dispositif informatisé d'acquisition de données et des fils de connexion.

Expérience 1 :

Pour identifier les dipôles D_1 et D_2 , les élèves réalisent le circuit de la **figure 3**. Immédiatement après la fermeture de l'interrupteur (K), ils constatent que la lampe L_1 brille instantanément alors que la lampe L_2 brille avec un certain retard.

1- Parmi les dipôles D_1 et D_2 , identifier en le justifiant, celui qui correspond à la bobine.

2- Comparer en le justifiant, la luminosité finale des deux lampes.

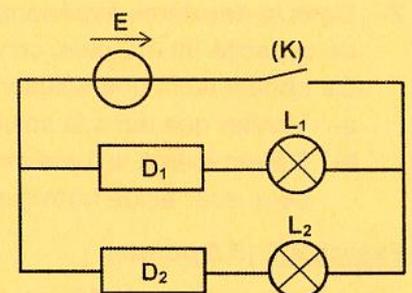


figure 3

Expérience 2 :

Pour déterminer les grandeurs caractéristiques des deux dipôles, les élèves réalisent le circuit de la **figure 4**.

À l'instant $t = 0$, ils ferment l'interrupteur (K) et à l'aide du dispositif informatisé d'acquisition de données, ils enregistrent l'évolution au cours du temps de l'intensité $i(t)$ du courant électrique traversant le circuit. La courbe obtenue est représentée sur la **figure 5**.

L'équation différentielle régissant l'évolution de l'intensité $i(t)$ est :

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} i(t) = \frac{E}{L}; \text{ où } \tau \text{ est la constante de temps du circuit.}$$

Cette équation admet une solution de la forme : $i(t) = A \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$.

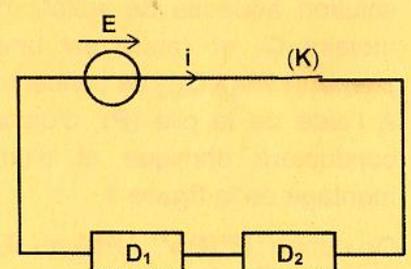


figure 4

1- Dire ce que représente **A** et établir son expression en fonction de **E**, **L** et τ .

2- a- En exploitant la courbe de la **figure 5**, déterminer les valeurs de **A** et τ .

b- Dédurre les valeurs de **L** et **r**.

c- Déterminer la valeur de l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine en régime permanent.

3- À l'ouverture de l'interrupteur (**K**), les élèves observent une étincelle de rupture entre ses bornes.

a- Interpréter brièvement cette observation.

b- Pour éviter l'apparition de l'étincelle de rupture, l'un des élèves propose d'insérer dans le circuit de la **figure 4**, la diode présente dans le matériel mis à leur disposition.

Donner un schéma du nouveau circuit.

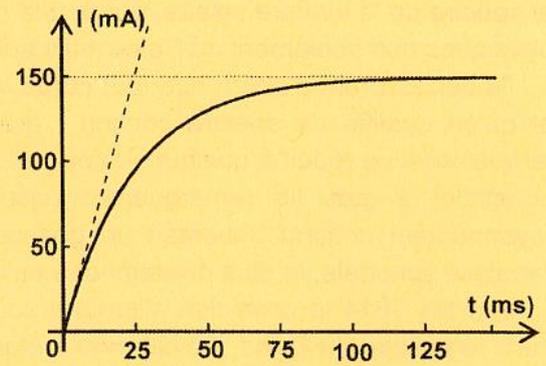


figure 5

Exercice 2 (5 points)

Le circuit de la **figure 6** comporte, montés en série, un générateur basses fréquences (**GBF**) délivrant une tension alternative sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude $U_m = 8 \text{ V}$ et de fréquence **N** réglable, un condensateur de capacité **C**, une bobine d'inductance **L** et de résistance **r**, un conducteur ohmique de résistance **R**, un ampèremètre de résistance négligeable et un interrupteur (**K**).

Pour déterminer les valeurs de **R**, **r**, **L** et **C**, on réalise les deux expériences suivantes :

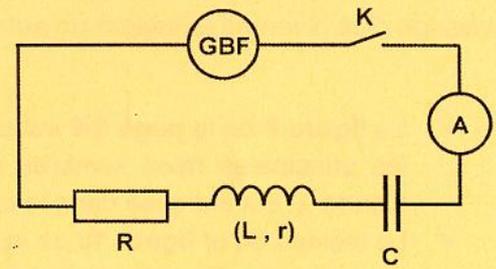


figure 6

Expérience 1 :

On relie la masse d'un oscilloscope à mémoire numérique et ses deux entrées Y_1 et Y_2 à trois points du circuit et on effectue au niveau de l'oscilloscope une opération afin de visualiser simultanément la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et la tension $u_1(t)$ aux bornes de l'ensemble {bobine, condensateur} ; puis, on ajuste la fréquence **N** du (**GBF**) à une valeur $N_1 = 164 \text{ Hz}$. Lorsqu'on ferme l'interrupteur (**K**), un courant électrique oscillant avec la même fréquence N_1 s'établit dans le circuit ; l'ampèremètre indique $70,7 \text{ mA}$ et l'oscilloscope enregistre les courbes de la **figure 7**. La sensibilité verticale sur les deux voies étant la même.

1- Reproduire le schéma du circuit de la **figure 6**, en faisant apparaître le branchement de l'oscilloscope et en indiquant l'opération effectuée pour visualiser simultanément $u_R(t)$ et $u_1(t)$.

2- Préciser en le justifiant, si les oscillations du courant électrique sont libres ou forcées.

3- En exploitant les courbes de la **figure 7** :

a- justifier que N_1 correspond à la fréquence propre N_0 du circuit ;

b- déterminer les valeurs de **r** et **R**.

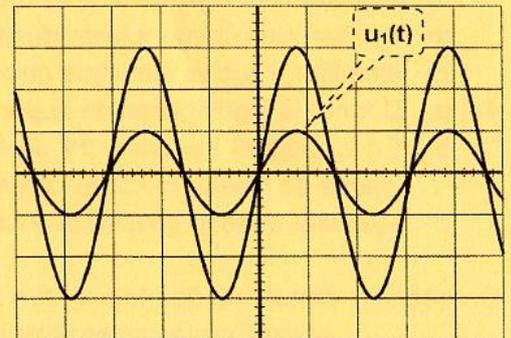


figure 7

Expérience 2 :

On ajuste maintenant la fréquence **N** du (**GBF**) à une valeur $N_2 = 150 \text{ Hz}$. Lorsqu'on ferme l'interrupteur (**K**), l'ampèremètre indique $64,0 \text{ mA}$.

1- Préciser en le justifiant, la nature du circuit (résistif, inductif ou capacitif).

2- Calculer la valeur de l'impédance Z_2 du circuit.

3- Dédurre les valeurs de **L** et **C**.

Exercice 3 (3,5 points)

Étude d'un document scientifique

Les spectres, messages de la lumière

En 1859, le chimiste Robert Bunsen et le physicien Gustav Kirchhoff révolutionnent l'astronomie en analysant le spectre de la lumière solaire, ouvrant la porte à la détermination de la composition chimique et des propriétés physiques non seulement du Soleil mais aussi des étoiles.

Ils découvrirent d'abord que tout corps chaud émet un rayonnement qui couvre tout le spectre de la lumière, et qu'on qualifie de spectre continu ; puis, que le spectre d'un gaz sous faible pression et porté à haute température se réduit à quelques raies caractéristiques brillantes, qui sont la signature de l'élément chimique qui constitue le gaz. Ils remarquèrent enfin que la signature de l'élément chimique s'inversait lorsque le rayonnement continu traversait un gaz de ce même élément à basse température. Ils venaient d'inventer l'analyse spectrale, le plus puissant des outils de l'astrophysique.

Or, dès 1814 le physicien allemand Joseph von Fraunhofer avait remarqué la présence de raies sombres dans le spectre du Soleil. Il avait même établi un catalogue, affectant une lettre à chacune des raies ou groupes de raies... Kirchhoff mesura la position de plusieurs centaines de ces raies et montra qu'elles coïncidaient avec celles émises par divers éléments chimiques. Il en conclut que ces éléments étaient présents dans l'atmosphère du Soleil et absorbaient, aux longueurs d'onde qui les caractérisent, la lumière continue rayonnée par la surface du Soleil. Malheureusement, il ne comprend pas comment la matière peut absorber de telles raies spectrales.

En 1913 le physicien Niels Bohr donna une explication : l'énergie de l'atome d'hydrogène est quantifiée ; le passage d'un niveau d'énergie à un autre, se fait par absorption ou par émission d'un quantum d'énergie $h\nu$.

D'après un texte sur l'histoire des sciences dans le site « CLEA »

- ✓ La **figure 8** de la **page 5/5** est un extrait du spectre solaire (couramment appelé spectre de Fraunhofer), les principales raies sombres sont repérées par les lettres données par Fraunhofer ; leur longueur d'onde λ est indiquée dans le tableau de la **figure 9** de la **page 5/5**.
 - ✓ Le tableau de la **figure 10** de la **page 5/5** donne les longueurs d'onde de certaines raies caractéristiques de quelques éléments chimiques.
 - ✓ On donne sur la **figure 11** de la **page 5/5**, le diagramme d'énergie de l'atome d'hydrogène.
- 1- En se référant au texte, qualifier le spectre d'un gaz sous faible pression et porté à haute température, en choisissant les termes adéquats parmi les suivants : continu, absorption, émission, raies.
 - 2- a- Indiquer si les raies sombres observées par Fraunhofer dans le spectre du Soleil correspondent à des raies d'émission ou d'absorption.
b- Préciser la partie du Soleil (surface ou atmosphère) responsable de l'apparition de ces raies.
c- Indiquer pourquoi la connaissance des longueurs d'onde de ces raies sombres permet de connaître la composition chimique de cette partie du Soleil.
 - 3- En exploitant les **figures 9** et **10** de la **page 5/5** :
a- vérifier que l'élément hydrogène est présent dans l'atmosphère du Soleil ;
b- identifier d'autres éléments chimiques présents dans l'atmosphère du Soleil.
 - 4- a- Donner la signification de la phrase soulignée dans le texte.
b- En exploitant la **figure 11** de la **page 5/5**, calculer la variation d'énergie lorsque l'atome d'hydrogène passe du niveau $n = 2$ au niveau $n = 3$.
c- Identifier dans le spectre de Fraunhofer, la raie qui correspond à cette transition.

On donne : constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$;
célérité de la lumière dans le vide : $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

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

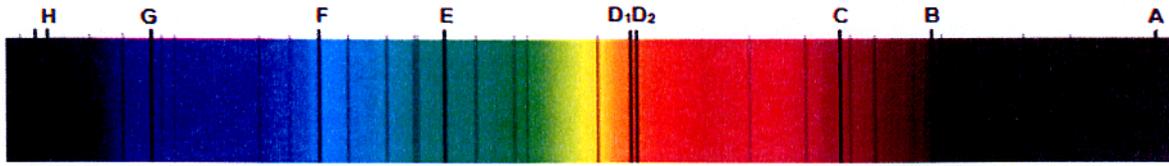


figure 8

Raie	H	G	F	E	D ₁	D ₂	C	B	A
λ (nm)	396,8	430,8	486,1	527,0	589,0	589,6	656,3	686,7	759,4

figure 9

<i>Longueurs d'onde de certaines raies caractéristiques de quelques éléments chimiques</i>					
Élément chimique	Hydrogène (H)	Sodium (Na)	Magnésium (Mg)	Calcium (Ca)	Titane (Ti)
Longueur d'onde (nm)	410,1			396,8	
	434,0			422,7	466,8
	486,1	589,0	470,3	458,2	469,1
	656,3	589,6	516,7	526,2	498,2
				527,0	

figure 10

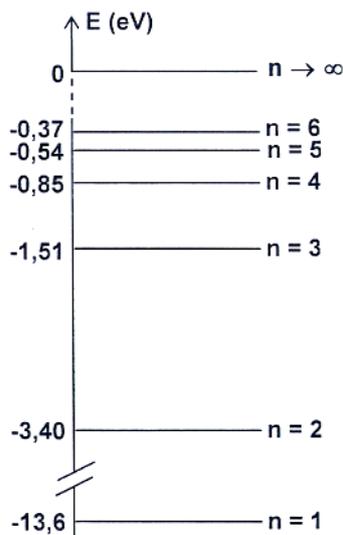


figure 11