

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT	Session principale 2023
	Épreuve : Sciences physiques	Section : Sciences techniques
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 3

N° d'inscription



Le sujet comporte 4 pages numérotées de 1/4 à 4/4.

CHIMIE (7points)

Exercice 1 (3,75 points)

Toutes les expériences sont réalisées à une température supposée constante et égale à 25°C .

On dispose d'une solution aqueuse (S_1) d'acide éthanóïque CH_3COOH et d'une solution aqueuse (S_2) d'acide benzoïque $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$. Les deux solutions ont la même concentration molaire $C = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. La mesure du pH de chacune des deux solutions donne respectivement : $\text{pH}_1 = 2,90$ et $\text{pH}_2 = 2,60$.

1) a- Montrer que les deux acides sont faibles.

b- Comparer les forces de ces deux acides. Justifier.

2) On prélève un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ de la solution (S_1) d'acide éthanóïque et on lui ajoute un volume V_B d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium NaOH de concentration molaire $C_B = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}$. À l'aide d'un pH -mètre, on mesure, pour trois valeurs différentes de V_B , le pH du mélange obtenu. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

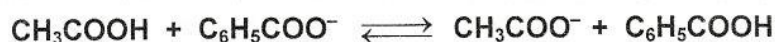
V_B (mL)	5	10	20
pH	4,80	8,81	12,70

a- Ecrire l'équation de la réaction, supposée totale, qui se produit lors du mélange.

b- Préciser, en le justifiant, parmi les trois valeurs de pH du tableau, celle qui correspond à l'équivalence acido-basique.

c- En exploitant le tableau précédent, déduire le pKa_1 du couple $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$.

3) On prélève un volume V_2 de la solution (S_1) d'acide éthanóïque auquel on ajoute quelques cristaux de benzoate de sodium $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ (électrolyte fort). Il se produit dans le mélange la transformation modélisée par la réaction d'équation :



a- Exprimer la constante d'équilibre K relative à cette réaction en fonction des concentrations des entités chimiques figurant dans l'équation.

b- Montrer que le pKa_2 du couple $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} / \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ vérifie la relation : $\text{pKa}_2 = \text{pKa}_1 + \log K$; calculer sa valeur sachant que $K = 0,25$.

4) Vérifier que les valeurs de pKa_1 et pKa_2 trouvées confirment la réponse à la question 1) b-.

Exercice 2 (3,25 points)

L'argenture est un procédé qui consiste à déposer une fine couche d'argent sur une pièce métallique. Le protocole expérimental consiste à réaliser une électrolyse, en utilisant une solution aqueuse (S) de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$). La pièce métallique, préalablement décapée, est complètement immergée dans la solution (S) et reliée par un fil conducteur à la borne B_2 d'un générateur de tension continue. L'autre borne B_1 du générateur est reliée à une électrode de graphite, comme l'indique le schéma de la **figure 1**.

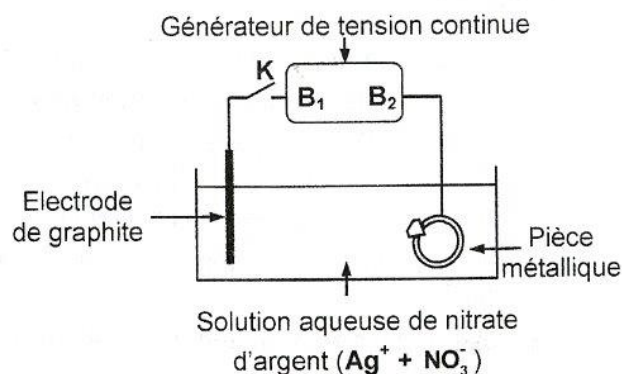


Figure 1

L'électrolyse commence à l'instant de fermeture de l'interrupteur **K**. Au niveau de l'électrode de graphite, on observe un dégagement gazeux et sur l'électrode constituée par la pièce métallique, il se forme un dépôt d'argent.

On considèrera que les ions nitrate NO_3^- ne subissent aucune transformation chimique au cours de cette électrolyse.

- 1) a- Préciser, en le justifiant, si l'électrolyse est une transformation chimique spontanée ou imposée.
 b- Ecrire l'équation de la transformation qui se produit au niveau de l'électrode constituée par la pièce métallique.
 c- Préciser, en le justifiant, si la pièce métallique constitue l'anode ou la cathode.
 d- Indiquer parmi B_1 et B_2 , celle qui représente la borne positive du générateur.
- 2) La transformation chimique qui se produit au niveau de l'électrode de graphite est modélisée par la réaction d'équation : $6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_{2(\text{g})} + 4 \text{H}_3\text{O}^+ + 4 \text{e}^-$
 a- Dédurre que l'équation bilan de la réaction d'électrolyse s'écrit :

$$4 \text{Ag}^+ + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Ag}_{(\text{sd})} + \text{O}_{2(\text{g})} + 4 \text{H}_3\text{O}^+$$

 b- Donner les couples redox qu'elle met en jeu.
 c- Préciser s'il s'agit d'une électrolyse à électrode soluble ou inattaquable.
- 3) Après une durée considérée comme suffisante, on arrête l'électrolyse. Le volume de dioxygène gazeux formé est : $V_{\text{O}_2} = 7,2 \text{ mL}$.
 Déterminer la masse d'argent m_{Ag} déposée sur la pièce métallique.
 On donne : - Masse molaire de l'argent : $M_{\text{Ag}} = 108 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
 - Volume molaire des gaz : $V_{\text{M}} = 24 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (4,25 points)

- Le circuit de la **figure 2** représente un montage en série comportant :
- une pile (**P**) modélisée par l'association en série d'un générateur idéal de tension de fem E et d'un conducteur ohmique de résistance r ;
 - un conducteur ohmique de résistance $R = 20 \Omega$;
 - un dipôle **D** pouvant être une bobine ou un condensateur initialement déchargé ;
 - un interrupteur **K**.

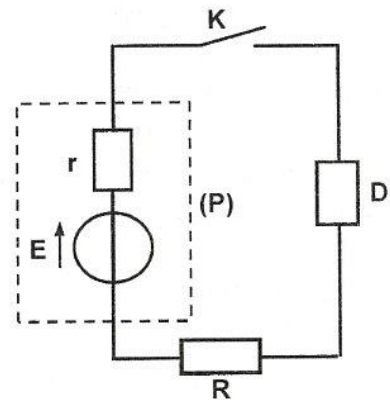


Figure 2

On réalise les deux expériences décrites ci-après dans le but de déterminer les grandeurs caractéristiques de la pile (**P**) et du dipôle **D**.

Expérience 1

L'interrupteur **K** étant ouvert, on branche un voltmètre aux bornes de la pile (**P**), il indique une tension de valeur $U_P = 6 \text{ V}$.

Expérience 2

À un instant de date $t = 0$, pris comme origine des dates, on ferme l'interrupteur **K**.

À l'aide d'un système d'acquisition adéquat, on visualise la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique. On obtient la courbe de la **figure 3**.

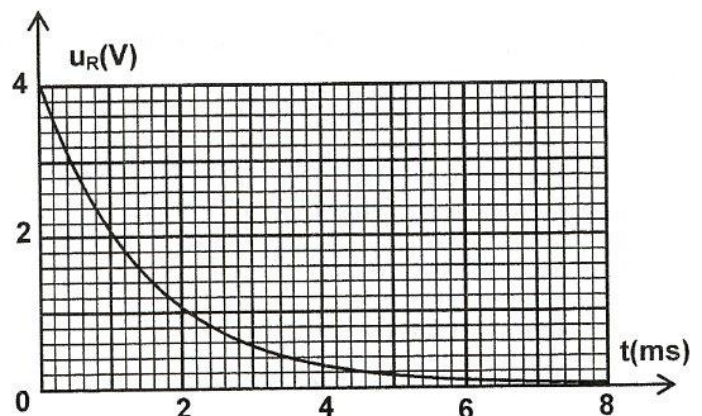


Figure 3

- 1) Vérifier que la fem de la pile est $E = 6 \text{ V}$.
- 2) a- En s'appuyant sur la courbe de la **figure 3**, justifier que le dipôle **D** est un condensateur.
 b- Montrer que l'intensité $i(t)$ du courant électrique circulant dans le circuit et la tension $u_c(t)$ aux bornes du condensateur vérifient la relation : $(R + r)i(t) + u_c(t) = E$.

c- Dédurre de la relation précédente, que la résistance de la pile s'exprime par : $r = \frac{E}{I_0} - R$ où I_0 représente

la valeur de $i(t)$ à l'instant de date $t = 0$.

d- En exploitant la courbe de la **figure 3**, déterminer la valeur de I_0 . Vérifier que $r = 10 \Omega$.

3) La tension aux bornes du conducteur ohmique s'écrit : $u_R(t) = U_{OR} e^{-\frac{t}{\tau}}$ avec U_{OR} sa valeur à l'instant de date $t = 0$ et $\tau = (R+r)C$ la constante de temps du circuit.

a- On désigne par t_0 l'instant pour lequel : $u_R(t_0) = 0,37 U_{OR}$. Montrer que $t_0 = \tau$.

b- Déterminer, à partir de la courbe de la **figure 3**, la valeur de τ et vérifier que $C = 50 \mu F$.

4) Déterminer l'énergie électrique maximale emmagasinée par le condensateur lors de l'expérience 2.

Exercice 2 (5,75 points)

Le pendule élastique de la **figure 4** comporte :

- un solide (S) de masse m de centre d'inertie G ;
- un ressort (R) à spires non jointives, de raideur k , de masse négligeable et d'axe horizontal.

L'une des extrémités du ressort est attachée au solide (S), l'autre étant fixe.

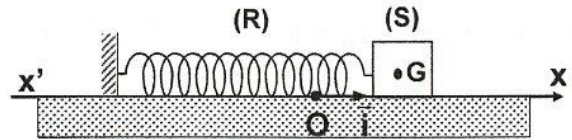


Figure 4

À l'équilibre, le centre d'inertie G de (S) coïncide avec l'origine O d'un repère (O, \vec{i}) porté par l'axe horizontal $x'x$. On désigne par $x(t)$ et $v(t)$ respectivement l'élongation et la vitesse de G à un instant de date t .

Afin de déterminer les valeurs de m et k et d'étudier l'influence de la masse du solide sur certaines grandeurs caractéristiques des oscillations, un groupe d'élèves réalise deux expériences.

Expérience a

Les élèves écartent le solide (S) de sa position d'équilibre d'une distance d puis, à l'instant de date $t = 0$, ils l'abandonnent à lui-même sans vitesse initiale. Le solide (S) se met alors à osciller de part et d'autre du point O. Un dispositif approprié permet aux élèves d'obtenir les courbes (\mathcal{E}_1) et (\mathcal{E}_2) de la **figure 5**, traduisant l'évolution au cours du temps de l'élongation $x(t)$ de G et de sa vitesse $v(t)$.

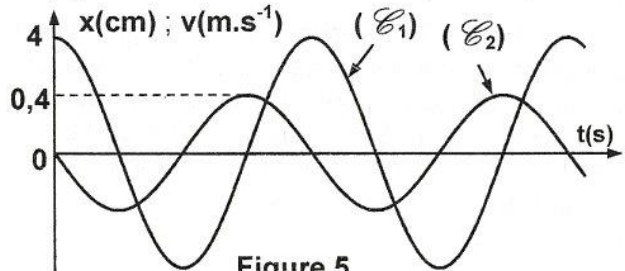


Figure 5

1) Attribuer au mouvement de G, la nature des oscillations parmi les suivantes : amorties, libres, forcées.

2) a- Reproduire le schéma de la **figure 4** et représenter les forces extérieures exercées sur (S).

b- Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de $x(t)$ s'écrit : $\frac{d^2}{dt^2} x(t) + \frac{k}{m} x(t) = 0$.

c- Cette équation différentielle admet une solution de la forme : $x(t) = X_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \varphi_x\right)$;

où T_0 et φ_x représentent respectivement la période propre et la phase initiale du mouvement.

Vérifier que : $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$.

3) a- Justifier que la courbe (\mathcal{E}_1) correspond à $x(t)$.

b- Déterminer, graphiquement, les valeurs de :

- l'amplitude X_m des oscillations ;
- la vitesse maximale V_m de G ;
- la phase initiale φ_x .

c- En déduire que $T_0 = 0,628$ s.

Expérience b

Les élèves remplacent maintenant le solide (**S**) du dispositif de la **figure 4** par un autre solide (**S'**) de masse $m' = 300 \text{ g}$. Ils écartent (**S'**) de sa position d'équilibre de la même distance **d** de l'**expérience a** puis, ils l'abandonnent à lui-même sans vitesse initiale, à un instant de date $t' = 0$ pris comme nouvelle origine des dates.

Pour déterminer la période propre T_0' du mouvement du centre d'inertie de (**S'**), les élèves mesurent la durée de **10 oscillations** consécutives à l'aide d'un chronomètre digital. Ce dernier affiche **7,69 s**.

1) a- Déterminer la valeur de la période propre T_0' .

b- Expliquer pourquoi il est préférable de mesurer la durée de **10 oscillations** au lieu d'une seule pour déterminer la valeur de T_0' .

2) a- Montrer que la masse du solide (**S**) vérifie la relation : $m = m' \left(\frac{T_0^2}{T_0'^2} \right)$. Calculer sa valeur.

b- Dédurre la valeur de la raideur **k** du ressort.

3) On désigne par V_m' la vitesse maximale des oscillations de (**S'**).

a- Montrer que les oscillations de (**S'**) s'effectuent avec la même amplitude que celles de (**S**).

b- Comparer, sans recours au calcul numérique, les valeurs de V_m' et V_m .

Exercice 3 (3 points)

Etude d'un document scientifique

Qu'est-ce qu'une onde acoustique ?

La communication parlée est un processus d'émission/réception d'un message dont le support physique est constitué principalement par une onde acoustique.

Une onde acoustique correspond à un ébranlement répétitif des molécules d'air. Sous l'effet d'une excitation mécanique comme, par exemple, une membrane de haut-parleur, des molécules d'air reçoivent une impulsion qui les met en mouvement dans une certaine direction. Elles rencontrent alors d'autres molécules qu'elles poussent devant elles, formant ainsi une zone de compression.

L'air étant élastique, la zone comprimée ne tarde pas à se détendre, ce qui entraîne une compression dans la région **limitrophe**⁽¹⁾. Le phénomène se propage ainsi de proche en proche comme le renversement d'une rangée de dominos. Si, d'un point de vue macroscopique, l'onde peut se déplacer sur une grande distance, le mouvement des molécules reste très local, de la même façon que la chute de dominos reste très localisée alors que visuellement, l'avalanche peut se propager sur une longueur importante.

Pour se propager, une onde acoustique a besoin d'un support matériel comme, par exemple, l'air où elle se déplace à environ **340 m.s⁻¹**, l'eau à **1450 m.s⁻¹** ...

D'après un extrait de l'article d'Alain Ghio (Ingénieur de recherche au CNRS) : L'onde sonore : réalités physiques et perception

⁽¹⁾ **Région limitrophe** : région voisine

Questions

1) Préciser, à partir du passage souligné dans le texte, si l'onde acoustique est transversale ou longitudinale.

2) Justifier d'après le texte, que l'onde acoustique est une onde mécanique.

3) Dégager du texte, un passage qui confirme que l'onde acoustique se propage sans transport de matière.

4) Une tonalité téléphonique, considérée comme une onde acoustique, peut se propager dans l'air ou dans l'eau à la même fréquence **N = 440 Hz**.

a- Déterminer les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 de cette tonalité téléphonique respectivement dans l'air et dans l'eau.

b- Dire, si on peut vraiment caractériser une onde acoustique par sa longueur d'onde.