

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION 2021	Session de contrôle
	Épreuve : Sciences physiques	Section : Mathématiques
	Durée : 3h	Coefficient de l'épreuve: 4

N° d'inscription



Le sujet comporte 5 pages numérotées de 1/5 à 4/5 et une feuille annexe (page 5/5) à compléter et à rendre avec la copie.

CHIMIE (7 points)

Exercice 1 (3,5 points)

La synthèse d'un ester (E) se fait au laboratoire à partir de la réaction entre un acide carboxylique noté (A) et un alcool noté (B), en présence d'une faible quantité d'acide sulfurique concentré.

Dans une première expérience, on fait réagir à l'instant initial ($t = 0$) **0,1 mol** de (A) avec **0,1 mol** de (B). On suit l'évolution temporelle de la réaction par une méthode appropriée.

Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe (c) de la figure 1, représentant l'évolution temporelle du nombre de moles n_A de l'acide (A) dans le mélange réactionnel.

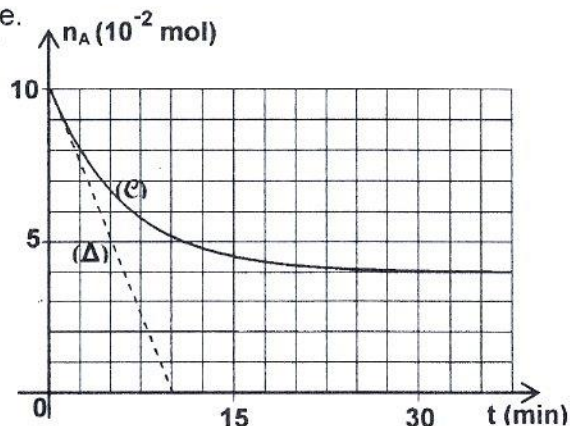


Figure 1

(Δ) : étant la tangente à la courbe (c) à l'origine des temps.

1) Citer le nom d'une méthode opératoire permettant de déterminer le nombre de moles n_A de l'acide (A) dans le mélange.

2) Montrer que la vitesse de la réaction de synthèse du composé

(E) peut s'écrire sous la forme : $v = - \frac{dn_A(t)}{dt}$.

3) En exploitant la courbe (c) donnée par la figure 1 :

a- déterminer la vitesse de la réaction à l'instant $t = 0$;

b- calculer le taux d'avancement final τ_{f_1} de la réaction étudiée dans cette première expérience ;

c- justifier que la réaction étudiée est limitée ;

d- vérifier que la constante d'équilibre associée à la synthèse du composé (E) est : $K = 2,25$.

4) On réalise maintenant une deuxième expérience de façon analogue à l'expérience précédente mais, en utilisant initialement **0,2 mol** de l'acide (A) et **0,1 mol** de l'alcool (B). On constate que le nouveau taux d'avancement final de la réaction est égal à $\tau_{f_2} = 0,78$. Comparer τ_{f_1} et τ_{f_2} .

En déduire une manière d'améliorer le taux d'avancement final de la réaction étudiée.

Exercice 2 (3,5 points)

Un monoacide est considéré comme faiblement ionisé dans l'eau si le taux d'avancement final de sa réaction avec l'eau est inférieur ou égal à $5 \cdot 10^{-2}$.

On se propose de déterminer par dosage pH-métrique, la concentration molaire C_A d'une solution aqueuse S_A d'acide éthanoïque et le pK_a du couple acide/base correspondant. Pour ce faire, on prélève un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ de la solution S_A , que l'on verse dans un bécher. On ajoute peu à peu dans le bécher une solution aqueuse S_B d'hydroxyde de sodium (NaOH) de concentration molaire $C_B = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et on relève à chaque fois le pH à l'aide d'un pH-mètre. On note V_B le volume ajouté de la solution S_B . L'évolution du pH en fonction de V_B est donnée par la courbe (c') représentée sur la figure 2 de la feuille annexe (page 5/5), sur laquelle on a tracé deux droites (Δ_1) et (Δ_2) parallèles entre elles et tangentes à cette courbe.

1) Par exploitation de la courbe (c') de la figure 2 de la feuille annexe (page 5/5), déterminer la valeur du pH au point d'équivalence et celle du pK_a du couple acide/base relatif à l'acide éthanoïque.

La trace du travail effectué par le candidat doit apparaître sur la figure 2 de la feuille annexe (page 5/5) à compléter et à rendre avec la copie.



2) a- Déduire la valeur de la concentration molaire C_A de la solution S_A .

b- Montrer que l'acide éthanoïque est faiblement ionisé dans la solution S_A dont le **pH** initial vaut **2,9**.

3) Pour permettre une immersion convenable de la sonde du pH-mètre dans le mélange, on rajoute un volume V_e d'eau distillée au volume V_A de la solution S_A à doser. On obtient une solution S_A' de volume $V_A' = V_A + V_e$. On constate alors que le **pH** initial varie de **0,5**.

On admet que l'acide éthanoïque demeure faiblement ionisé après cet ajout d'eau. On rappelle également que le **pH** d'une solution aqueuse S d'un monoacide AH faiblement ionisé dans l'eau, s'exprime en fonction de sa concentration molaire C et du pK_a du couple AH/A^- sous la forme :
$$pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C).$$

a- À partir de l'expression du **pH** précédente, préciser si à la suite de l'ajout d'eau, le **pH** initial subit une augmentation ou une diminution.

b- Montrer que le volume d'eau ajoutée est donné par la relation : $V_e = V_A(10^{2\Delta pH} - 1)$; ΔpH étant la variation du **pH** initial de la solution acide après l'ajout de l'eau. Calculer V_e .

PHYSIQUE (13 points)

Exercice 1 (2,5 points)

Étude d'un document scientifique

Expériences de Faraday : un pas vers la création de l'électricité avec le magnétisme

Il faut attendre **1831** pour que Faraday découvre les "courants induits" qui amènera à la construction des premières génératrices. L'idée est simple : si un courant électrique peut "créer" un aimant, un aimant doit être capable de "créer" un courant.

Les montages utilisés par Faraday pour son "enquête expérimentale" sont d'une étonnante simplicité. Dans une première expérience, il enroule alors un fil de cuivre isolé autour d'un cylindre de bois. La bobine ainsi constituée est reliée à une pile. Autour du même cylindre, il bobine un autre fil de cuivre. Cette seconde bobine est connectée à un galvanomètre. Lorsque Faraday établit le courant dans la première bobine, l'aiguille dévie fortement. Mais elle revient au zéro après quelques oscillations. Lorsque le courant est coupé dans la première bobine, le galvanomètre dévie à nouveau. Mais en sens inverse. À nouveau l'aiguille revient au zéro. "Donc un effet évident mais transitoire", note-t-il, "dû à une vague d'électricité causée lors de la rupture ou de l'établissement des contacts avec la pile". Ce caractère transitoire du phénomène, totalement imprévu, fait comprendre les échecs antérieurs.

La deuxième expérience est devenue un classique des cours de physique. Elle consiste à utiliser un barreau aimanté et une bobine conductrice : " l'aimant est rapidement plongé dans la bobine, immédiatement l'aiguille est déviée...l'aimant étant retiré, l'aiguille est déviée dans le sens opposé". La même expérience peut être réalisée en utilisant un solénoïde alimenté en courant (un électroaimant) au lieu d'un aimant permanent.

Pendant plusieurs mois, Faraday se trompe sur le sens des courants induits. Son erreur découle des difficultés expérimentales. En **1834**, Lenz reprend les travaux de Faraday et établit une loi donnant le sens du courant induit.

*D'après : Histoire de l'électricité, de l'ambre à l'électron
Gérard Borvon ; Vuibert, 2009*

Questions

- 1) Nommer le phénomène physique ayant eu lieu lors des expériences de Faraday citées dans le texte.
- 2) Représenter par un schéma clair le dispositif de la première expérience de Faraday citée dans ce texte. Identifier alors le circuit inducteur et le circuit induit dans cette expérience.
- 3) Énoncer la loi de Lenz donnant le sens du courant induit.
- 4) Devant la face d'une bobine reliée à un galvanomètre G , et selon son axe, on approche le pôle Nord d'un aimant droit, comme le montre la figure 3 de la feuille annexe (page 5/5).
Représenter en le justifiant sur la figure 3 de la feuille annexe (page 5/5), à compléter et à rendre avec la copie, le sens du courant induit i apparu dans le circuit. En déduire le signe de la fem $e = V_A - V_B$.



Exercice 2 (6,75 points)

- I. On réalise le montage de la figure 4 constitué par un générateur de tension G , supposé idéal de force électromotrice E , un condensateur de capacité C , un commutateur K à deux positions (1) et (2), un conducteur ohmique de résistance $R = 40 \Omega$ et une bobine (b) qui peut être soit une bobine purement inductive d'inductance L , soit une bobine d'inductance L et de résistance r non nulle.

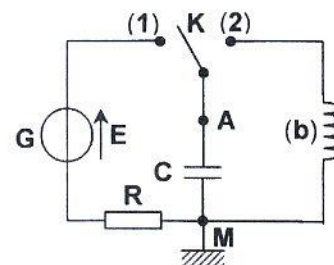


Figure 4

- 1) Le condensateur est initialement déchargé. À l'instant $t = 0$, on place le commutateur K sur la position (1).

On admet que l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la tension $u_C(t) = u_{AM}(t)$ aux bornes du condensateur pendant cette phase, est de la forme : $\frac{du_C(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} u_C(t) = \frac{E}{\tau}$; où $\tau = RC$ la constante de temps du circuit.

Un dispositif d'acquisition de données permet de suivre l'évolution temporelle de la tension u_C , de calculer $\frac{du_C}{dt}$ et

de tracer la courbe $\frac{du_C}{dt} = f(u_C)$ donnée par la figure 5.

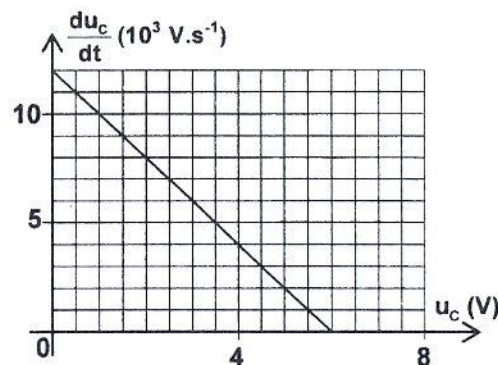


Figure 5

- a- En exploitant la courbe de la figure 5, déterminer la valeur de la constante de temps τ et celle de la fem E .

- b- Déduire la valeur de la capacité C .

- 2) On bascule le commutateur K vers la position (2) à un instant pris comme nouvelle origine des temps.

Le dispositif d'acquisition de données enregistre alors la courbe de la figure 6 représentant l'évolution temporelle de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur.

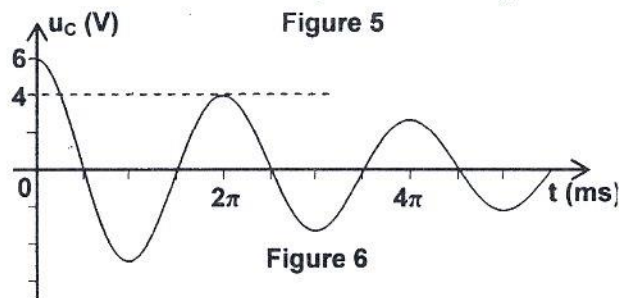


Figure 6

En exploitant la courbe de la figure 6 :

- a- justifier que la bobine (b) n'est pas purement inductive ;

- b- déterminer la valeur de l'inductance L de la bobine sachant que la pseudo-période T des oscillations électriques libres mises en jeu dans le circuit est pratiquement égale à la période propre T_0 des oscillations libres non amorties ;

- c- déduire la valeur de la résistance interne r de la bobine.

On admet que pour des oscillations faiblement amorties $\frac{E(T)}{E(0)} = e^{-\frac{r}{L}T}$; avec $E(T)$ et $E(0)$ les énergies

totales du circuit respectivement aux instants $t_1 = T$ et $t_0 = 0$.

- II. On réalise maintenant le circuit de la figure 7, comportant en série le condensateur de capacité C initialement déchargé, le conducteur ohmique de résistance R , la bobine d'inductance L et de résistance interne que l'on considérera égale à $r = \frac{R}{4}$, un interrupteur K' et un générateur de basses

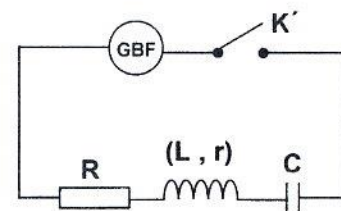


Figure 7

fréquences (GBF) délivrant une tension sinusoïdale d'amplitude U_m constante et de fréquence N réglable.

On règle la fréquence du GBF à une valeur $N_1 = 266,7 \text{ Hz}$; on ferme l'interrupteur K' et à l'aide d'un oscilloscope bicourbe, on visualise simultanément sur l'une de ses voies la tension $u_R(t)$ aux bornes du conducteur ohmique et sur l'autre la tension $u(t)$ aux bornes du GBF. On obtient alors les oscillogrammes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) de la figure 8 de la feuille annexe (page 5/5).

- 1) À partir de l'exploitation des oscillogrammes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2) représentés sur la figure 8 fournie en annexe :

- a- identifier en le justifiant, parmi les oscillogrammes (\mathcal{C}_1) et (\mathcal{C}_2), celui qui correspond à la tension $u_R(t)$;

- b- déterminer l'amplitude U_{R_m} de $u_R(t)$ et déduire l'intensité efficace I_1 du courant dans le circuit ;



c- déterminer la valeur du déphasage $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ entre la tension $u(t)$ et l'intensité $i(t)$ du courant dans le circuit et dire si celui-ci est capacitif, inductif ou résistif ;

d- déduire que : $2\pi L N_1 - \frac{1}{2\pi C N_1} = 50\sqrt{3} \Omega$.

2) On règle maintenant la fréquence du GBF à une valeur $N_2 = 159,0 \text{ Hz}$, tout en gardant la même valeur de l'amplitude U_m que précédemment. On branche également deux voltmètres (V) et (V') respectivement aux bornes du conducteur ohmique et aux bornes de l'ensemble {bobine + condensateur}. On constate alors que la tension efficace aux bornes du conducteur ohmique est égale à quatre (4) fois celle aux bornes de l'ensemble {bobine + condensateur}.

a- Montrer qu'à la fréquence N_2 , le circuit est en état de résonance d'intensité.

b- Écrire une relation simple entre L , C et N_2 .

c- En exploitant les relations établies dans les questions 1) d- et 2) b-, retrouver les valeurs de L et C .

Exercice 3 (3,75 points)

En un point O d'une nappe d'eau d'épaisseur constante, initialement au repos, contenue dans une cuve à ondes dont les bords sont tapissés avec de la mousse, une pointe liée à un vibreur produit des oscillations sinusoïdales verticales de fréquence $N = 20 \text{ Hz}$ et d'amplitude $a = 2 \text{ mm}$ donnant ainsi naissance à une onde qui se propage dans toutes les directions de la surface de l'eau.

On néglige toute atténuation de l'amplitude. On suppose que l'épaisseur de la nappe d'eau est suffisamment grande devant l'amplitude des oscillations.

Le point O débute son mouvement à l'instant $t = 0$ à partir de sa position d'équilibre ($y = 0$).

L'axe des elongations positives est orienté vers le haut.

1) a- Indiquer pourquoi les bords de la cuve à ondes sont tapissés avec de la mousse.

b- Justifier que l'onde qui se propage à la surface de l'eau est transversale.

c- Décrire ce que l'on observe à la surface de l'eau en lumière stroboscopique pour une fréquence des éclairs $N_e = 20 \text{ Hz}$.

2) La figure 9 représente à un instant de date t_1 , les lignes de crêtes (l'ensemble des points de la surface d'eau d'elongation maximale). On note aussi les résultats suivants :

- la mesure selon l'axe ($r'O'r$) de propagation de l'onde de la distance d_1 séparant quatre (4) crêtes consécutives, donne $d_1 = 6,0 \text{ cm}$;
- la mesure de la distance séparant la première ligne de crête du point O au repos, donne $r_1 = 1,5 \text{ cm}$;
- les points situés à une distance $R_1 = 8,0 \text{ cm}$ du point O au repos sont atteints par l'onde à l'instant t_1 .

En exploitant la figure 9 ainsi que les résultats précédents :

a- déterminer la longueur d'onde λ et en déduire la célérité v de l'onde à la surface de l'eau ;

b- déterminer l'instant t_1 ;

c- représenter à l'instant t_1 , la portion de la coupe verticale de la surface d'eau passant par l'axe ($r'O'r$) pour : $-r_1 \leq r \leq r_1$;

d- en déduire à l'instant t_1 , l'elongation et le sens de mouvement du point O et déterminer la valeur de sa vitesse à cet instant.

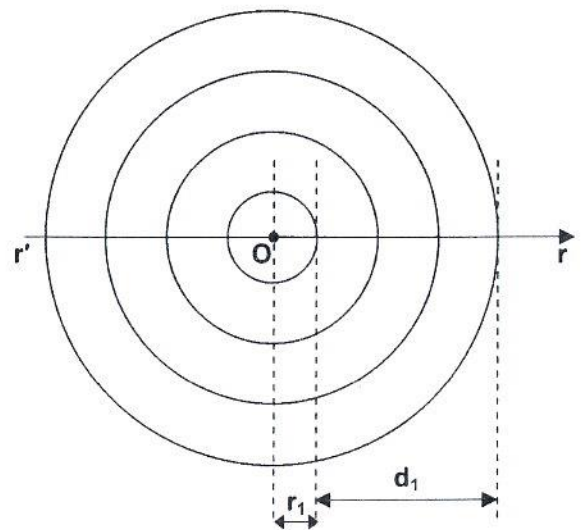


Figure 9



Section : N° d'inscription : Série :

Nom et Prénom :

Date et lieu de naissance :

Signatures des surveillants

.....

.....



Épreuve: Sciences physiques - Section : Mathématiques
Session de contrôle (2021)
Annexe à rendre avec la copie

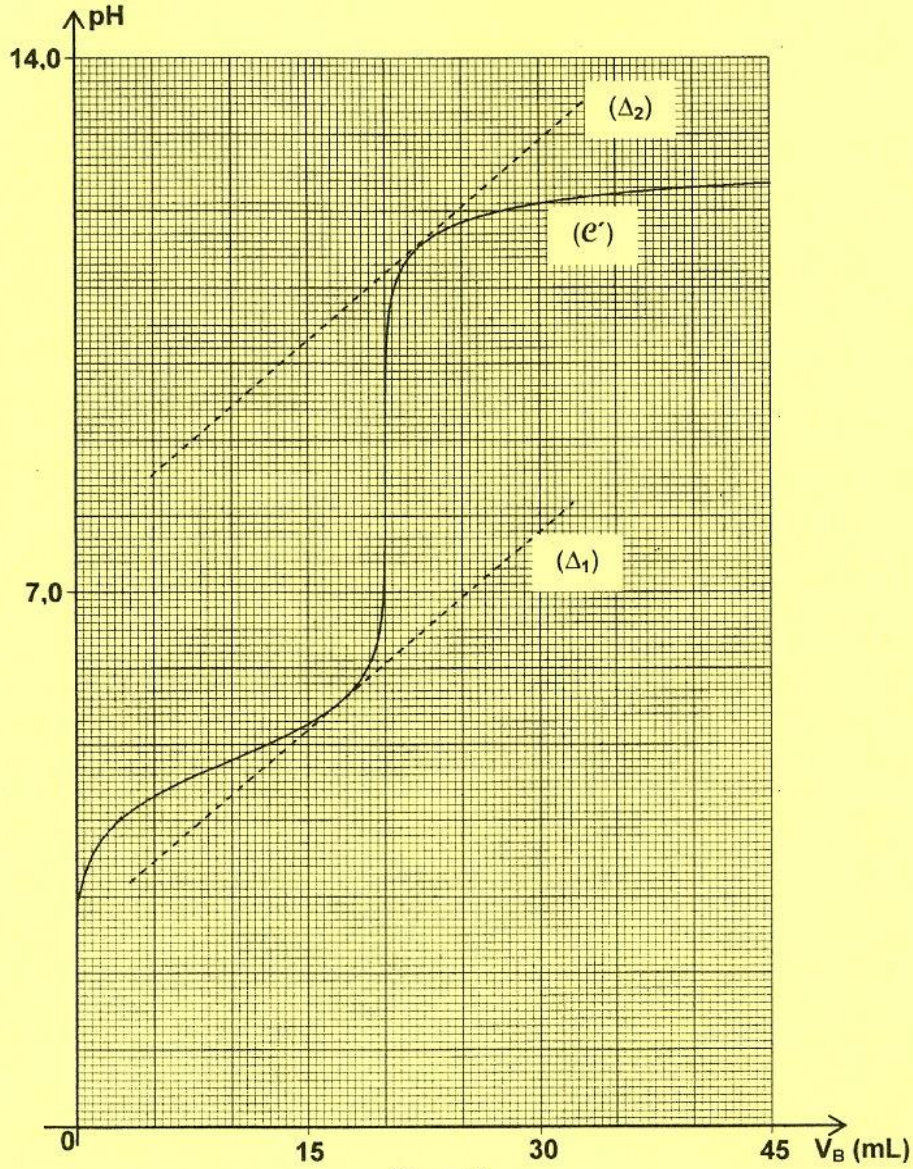


Figure 2

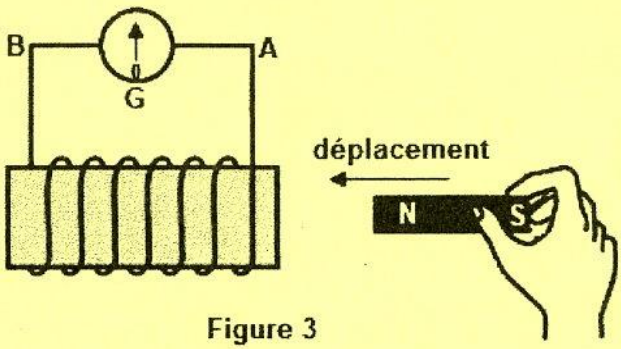


Figure 3

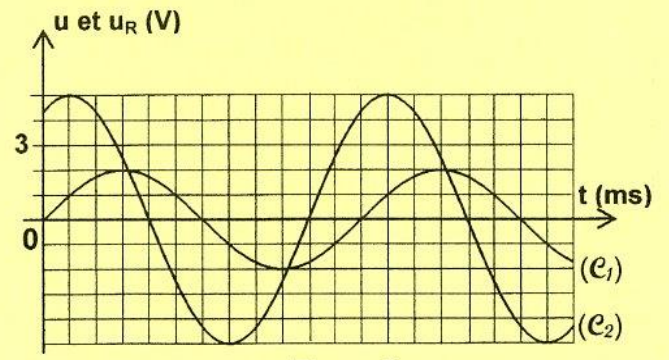


Figure 8