Durée : 4 heures

OFFICE DU BACCALAUREAT Séries : S1-S3 – Coef. 8

Téléfax (221) 824 65 81 - Tél. : 824 95 92 - 824 65 81

Epreuve du 1er groupe

SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

NB : Les figures 1, 2, 3, 4 et 5 ne sont pas à rendre avec la feuille de copie. Toutefois, on expliquera au besoin, l'exploitation qui en est faite pour répondre aux questions.

EXERCICE 1. (03 points).

Données : masses molaires atomiques, en $g.mol^{-1}$ M(C) = 12, M(O) = 16, M(H) = 1, M(K) = 39.

L'hydrogénocarbonate de potassium ($KHCO_3$), utilisé en cas d'acidité excessive de l'estomac, est aussi un anti incendie efficace dans l'extinction des feux surtout dans le domaine de l'automobile.

On se propose de vérifier, par deux méthodes indépendantes, le degré de pureté d'un échantillon de cristaux de ce composé, degré défini par $d = \frac{m}{100}$, où m est la masse, en grammes, de $KHCO_3$, contenue dans 100 g de cet échantillon.

1.1 Dans une première expérience, on prépare une solution S par dissolution de 1 g de ($KHCO_3$) dans 100 mL d'eau pure. On prélève ensuite 20 mL de cette solution que l'on dose par une solution d'acide chlorhydrique de concentration C_A = 0,1 $mol.L^{-1}$. La réaction qui se produit lors de ce dosage est traduite par l'équation-bilan : $HCO_3^- + H_3O^+ \rightarrow CO_2 + 2H_2O$.

Par suivi pH-métrique on détermine les coordonnées du point d'équivalence E : (pH = 4 ; V_{AE} = 18,5mL).

1-1-1 Déterminer la concentration de la solution S ainsi préparée. **(0,25 pt)**

1-1-2 Déterminer la quantité de matière d'hydrogénocarbonate de potassium pur contenu dans l'échantillon de masse m = 1 g. En déduire le degré de pureté de l'échantillon. **(01 pt)**

1-2 Dans une seconde expérience, on place 1 g d'échantillon de ce composé dans un erlenmeyer.

On y ajoute V_1 = 25 mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration C_1 = 1 $mol.L^{-1}$. La quantité d'acide versée est en excès par rapport aux ions hydrogénocarbonate. On dose alors l'excès d'acide chlorhydrique par un volume V_2 = 15,5 mL d'une solution de soude de concentration C_2 = 1,0 $mol.L^{-1}$.

1-2-1 Calculer la quantité de matière n_0 d'ions H_3O^+ apportée par l'acide chlorhydrique lors de la première étape de cette deuxième expérience. **(0,25 pt)**

1-2-2 Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui a lieu lors du dosage par la soude de l'excès d'acide chlorhydrique. **(0,25 pt)**

1-2-3 Calculer le nombre de moles d'hydrogénocarbonate de potassium dans l'échantillon de 1 g . En déduire son degré de pureté ; le comparer au résultat obtenu en (**1-1-2**). Conclure. **(01,25 pt)**

EXERCICE 2 (03 points).

Les esters ont généralement une odeur agréable et sont souvent utilisés en parfumerie ; ce qui justifie la préparation par synthèse d'un certain nombre de ces esters.

Le butanoate de pentyle est un ester qu'on peut préparer par action d'un acide carboxylique A sur un alcool B.

Données : masse volumique de l'acide carboxylique A : ρ_A = 0,96 $g.mL^{-1}$,
masses molaires atomiques en $g.mol^{-1}$: M(H) = 1 ; M(C) = 12 ; M(O) = 16.

2-1 Ecrire les formules semi-développées de l'acide carboxylique A et de l'alcool B. Nommer les. **(0,5 pt)**

2-2 Ecrire l'équation-bilan de cette réaction avec les formules semi-développées de A et B. **(0,25 pt)**

2-3 On se propose d'étudier la cinétique de la réaction de synthèse du butanoate de pentyle.

Pour ce faire, on réalise à froid un mélange contenant 15,6 mL de A pur, 0,18 mol de B pur et quelques millilitres d'une solution concentrée d'acide sulfurique qu'on répartit ensuite dans des ampoules.

2-3-1 Préciser le rôle de l'acide sulfurique introduit dans le mélange. **(0,25 pt).**

2-3-2 Le mélange réalisé est-il dans les proportions stœchiométriques ? Justifier la réponse. **(0,25 pt)**

2-3-3 On maintient à froid une des ampoules et, à la date $t_0 = 0$, on plonge les autres dans un bain-marie de température 50°C. A différentes dates, on dose la quantité d'acide présente dans une ampoule par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration C = 2 mol.L^{-1} en présence d'un indicateur coloré. L'équivalence du dosage est obtenue pour un volume V de solution d'hydroxyde de sodium versé.

2-3-3-1 Soit V_0 le volume de soude versée à l'équivalence du dosage de l'ampoule maintenue à froid (à $t_0 = 0$). Ecrire la relation entre V_0, la concentration C, les quantités de matière n_0 d'acide carboxylique et n_S d'acide sulfurique présentes dans l'ampoule. **(0,5 pt)**

2-3-3-2 Ecrire à nouveau la relation entre le volume V d'acide versé à l'équivalence du dosage d'une ampoule à une date quelconque t, la concentration C, les quantités de matière n d'acide carboxylique et n_S d'acide sulfurique présentes à cet instant dans l'ampoule considérée. En déduire que la quantité d'ester formée par mol d'acide éthanoïque à la date t peut s'écrire : $\mathbf{n_E = \frac{C(V_0 - V)}{n_0}}$. **(0,25 pt).**

2-3-3-3 Pour des valeurs données de C et V_0 on obtient la courbe représentative de n_E en fonction du temps (figure 1, page 4).

a) Déterminer le taux d'estérification de l'alcool. **(0,25 pt).**

b) Rappeler la relation définissant la vitesse instantanée de formation de l'ester.

c) Peut-on déterminer à un instant donné, à l'aide de la courbe n_E = f(t), la vitesse instantanée de formation de l'ester ? Si oui, déterminer graphiquement cette vitesse aux dates $t_0 = 0$; $t_1 = 30$ min et à $t_2 = 100$ min. **(0,75 pt).**

EXERCICE 3 **(04 points)**

Les mouvements des planètes autour du Soleil, sous l'action de la force gravitationnelle, sont étudiés dans le référentiel héliocentrique. On supposera que le Soleil, de centre O, a une distribution sphérique de masse. Une planète P, considérée ponctuelle, de masse m, est en orbite circulaire de rayon r autour du Soleil de masse M.

3-1 Schématiser la situation et représenter la force de gravitation $\vec{F}$ exercée par le Soleil sur la planète. **(0,25 pt)**

3-2 Exprimer cette force $\vec{F}$ en fonction de m, de r, de la constante de gravitation G, de la masse M du Soleil et du vecteur unitaire $\vec{u}$ qu'on choisira. **(0,5 pt)**

3-3 Montrer que la planète P effectue un mouvement uniforme. **(0,5 pt)**

3-4 Etablir alors l'expression de sa vitesse linéaire v et de la période T de son mouvement en fonction de r, G et M. **(0,75 pt)**

3-5 Pour une planète donnée, établir la relation entre le carré de la période de son mouvement et le cube du rayon de son orbite. **(01 pt).**

3-6 Le tracé de la courbe $T^2 = f(r^3)$ a permis d'obtenir la figure 2 (page 4). Déterminer la masse M du Soleil. On donne : 1 U.A = $1{,}495.10^{11}$ m. ; G = $6{,}67.10^{-11}$ SI. **(01 pt)**

EXERCICE 4 **(05,5 points)**

Une source lumineuse ponctuelle S située à égale distance de deux fentes S_1 et S_2 émet une radiation lumineuse monochromatique de longueur d'onde λ = 0,650 µm. On observe des franges d'interférence sur un écran E parallèle au plan des fentes et situé à la distance D = 2,5 m dudit plan. La distance des deux fentes S_1 et S_2 est notée **a** (figure 3).

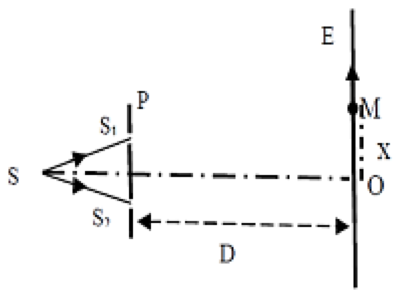

Figure 3

4-1 Etablir l'expression de la différence de marche **δ** au point M de l'écran d'abscisse **x** en fonction de **a**, **D** et **x**. **(0,75 pt).**

4-2 Etablir l'expression de l'interfrange **i** en fonction de **a, D** et **λ**. **(0,75 pt).**

4-3 Déterminer la distance **a** entre les fentes S_1 et S_2, pour que sur l'écran E la distance entre les milieux de la sixième frange brillante et de la neuvième frange brillante, situées de part et d'autre de la frange centrale, soit égale à 1,5 cm. **(0,5 pt).**

4-4 Quelle est la nature de la frange en un point M de l'écran E distant de 2,5 mm de la frange centrale ? **(0,5 pt).**

…

4-5 Avec le même système interférentiel, à quelle distance D' des fentes S_1 et S_2 doit-on placer l'écran pour obtenir le même interfrange avec une lumière de longueur d'onde $\lambda' = 0{,}500\ \mu m$? **(0,75 pt).**

4-6 On éclaire la cathode en potassium d'une cellule photoélectrique avec la lumière de longueur d'onde $\lambda' = 0{,}500\ \mu m$. Des électrons sont émis avec une vitesse négligeable. En déduire le travail d'extraction W_0 d'un électron de cette photocathode. **(0,5 pt).**

4-7 Cette même radiation de longueur d'onde λ' éclaire maintenant la cathode au césium d'une autre cellule photoélectrique. Des électrons sont alors émis avec une vitesse initiale de 365 km/s.

4-7-1 En déduire la longueur d'onde λ'_0 correspondant au seuil photoélectrique du césium. **(0,75 pt)**

4-7-2 On veut que les électrons émis par la cathode C arrivent à l'anode A avec une vitesse nulle.
Pour cela, on applique une différence de potentiel U_{AC} entre les deux électrodes.
Donner, justification à l'appui, le signe de la tension U_{AC} et déterminer la valeur absolue minimale de cette tension. **(01 pt)**

Données: Constante de Planck $h = 6{,}62.10^{-34}$ S.I ; charge de l'électron $-e = -1{,}6.10^{-19}$ C
masse de l'électron : $m = 9{,}1.10^{-31}$ kg ; célérité de la lumière dans le vide : $C = 3.10^{8}\ m.\ s^{-1}$.

EXERCICE 5 **(04,5 points).**

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves réalise le circuit schématisé en figure 4. Ce circuit est constitué des éléments suivants : un générateur délivrant une tension continue de valeur E = 4,0 V; un résistor de résistance R réglable; un condensateur de capacité C = 2,0 µF; une bobine d'inductance L et de résistance r. Un commutateur (K) permet de relier le dipôle (RC) soit au générateur, soit à la bobine. Les entrées Y_1 et Y_2 correspondent aux deux voies d'un oscilloscope (figure 4).

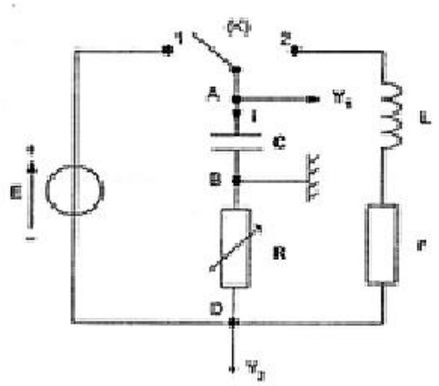

Figure 4

5-1 On bascule le commutateur en position (1) : le condensateur qui était initialement déchargé, commence à se charger à l'instant de date $t_0 = 0$

5-1-1 Etablir l'équation différentielle vérifiée par $u_{AB}(t)$. **(0,75 pt)**

5-1-2 Etablir l'expression de la tension $u_{AB}(t)$, solution de l'équation différentielle en fonction des grandeurs notées E, R, C et t **(01 pt)**

5-1-3 Donner en fonction de u_{AB} l'expression littérale de l'énergie électrique E_e emmagasinée par le condensateur. En déduire l'expression littérale de sa valeur maximale puis la calculer. **(0,5 pt)**

5-2 Une fois le condensateur chargé, le groupe d'élèves bascule rapidement le commutateur (K) de la position (1) à la position (2) ; l'instant de basculement est pris comme nouvelle origine des dates.
Le condensateur se décharge alors. Un dispositif adéquat permet de visualiser l'évolution des tensions u_{AB} et u_{DB} en fonction du temps ou d'étudier l'évolution des différentes énergies au cours du temps.

5-2-1 Exprimer littéralement, en fonction de i(t), l'énergie magnétique E_m emmagasinée dans la bobine. **(0,25 pt)**

5-2-2 Etablir l'expression de l'intensité instantanée i(t) du courant en fonction de u_{AB}. En déduire l'expression de l'énergie magnétique emmagasinée dans la bobine en fonction de u_{AB}. **(0,25 pt)**

5-2-3 Etablir l'expression de l'énergie totale E_T du circuit en fonction des tensions u_{AB} et u_{DB} **(0,5 pt).**

5-2-4 Le graphe de la figure 5 (page 4) indique l'évolution, en fonction du temps, de l'énergie électrique E_e, de l'énergie magnétique E_m et de l'énergie totale E_T.

5-2-4-1 Identifier la courbe correspondant à chacune des trois formes d'énergie en justifiant. Quel phénomène explique la décroissance de la courbe 1 ? **0,5 pt)**

5-2-4-2 Déterminer graphiquement la pseudo période T, l'énergie dissipée par effet joule à la date t = 31,4 ms. **(0,5 pt).**

5-2-4-3 Pour réduire l'énergie dissipée par effet joule pendant chaque pseudo période dans le circuit faut-il augmenter ou diminuer la valeur R ? Justifier la réponse. **(0,25 pt).**

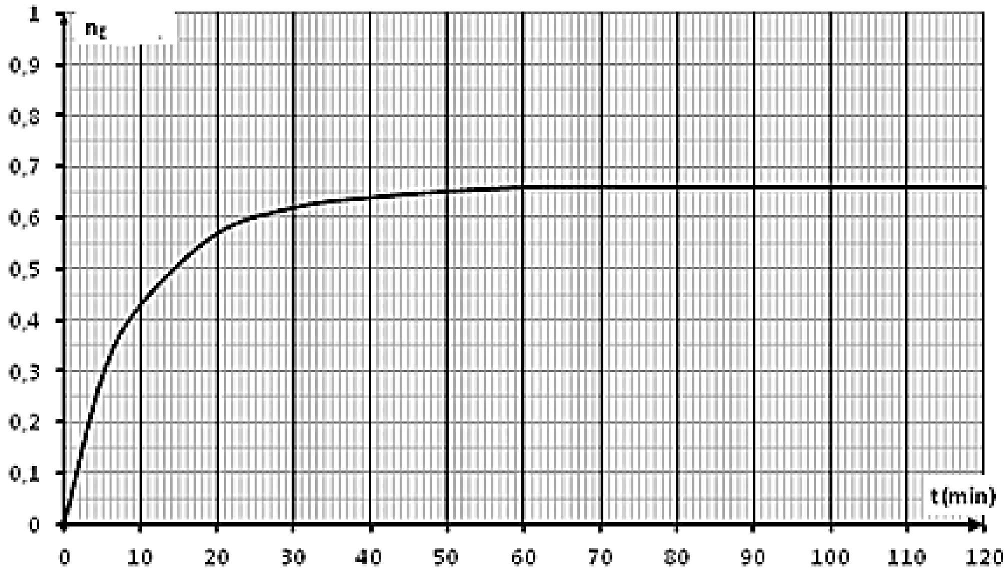

Figure 1

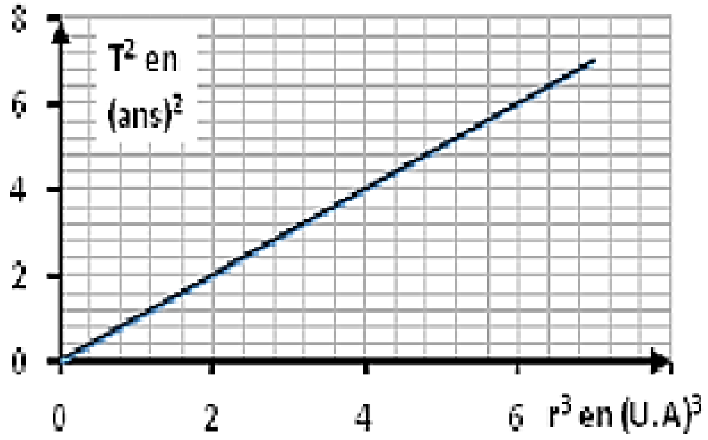

Figure 2

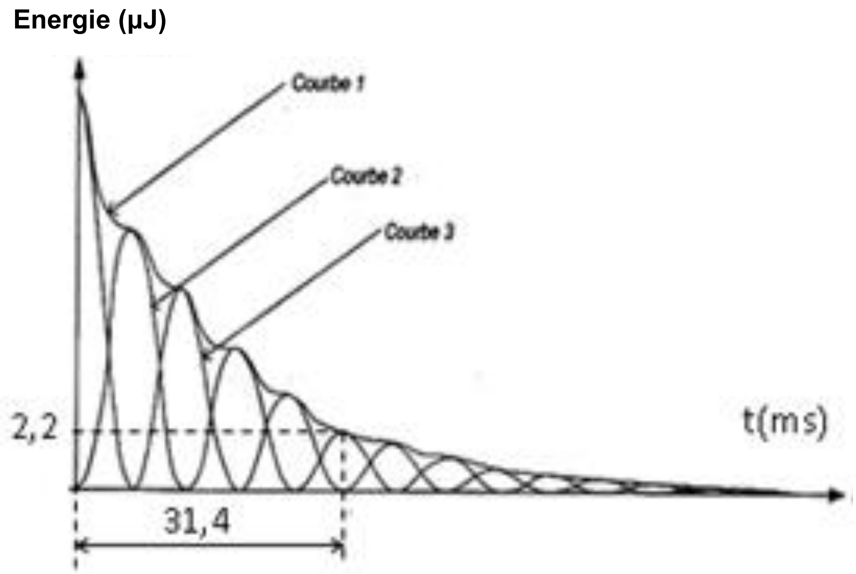

Figure 5