



SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1 (03,5 points)

Données : masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ C : 12 ; H : 1 ; O : 16

Les esters ont souvent une odeur agréable généralement à l'origine des arômes naturels et sont très utilisés en parfumerie. On s'intéresse à un ester A qui, par hydrolyse, donne des composés organiques B et C.

1.1. Etude du composé organique B de formule brute $\text{C}_x \text{H}_y \text{O}_z$

1.1.1. La combustion complète d'une mole de B a nécessité 6 moles de dioxygène et a produit uniquement 90 g d'eau et 176 g de dioxyde de carbone.

a) Ecrire l'équation bilan de la combustion du composé B dans le dioxygène. **(0,25 point)**

b) Trouver la formule brute exacte de B. Ecrire les formules semi-développées possibles du composé B puis les nommer. **(0,75 point)**

1.1.2. L'oxydation ménagée de B conduit à un composé B' qui donne un précipité jaune avec la 2, 4 D.N.P.H mais est sans action sur le nitrate d'argent ammoniacal.

a) Quelle est la fonction chimique de B'. En déduire celle de B. **(0,5 point)**

b) Identifier le composé B. **(0,25 point)**

1.2. Etude du composé organique C

Pour identifier C on le fait réagir avec le pentachlorure de phosphore PCl_5 Ce qui conduit à un composé organique C'. Ce composé C' donne le N- méthylmethanamide par réaction avec la méthanimine.

1.2.1. Ecrire la formule semi-développée du N- méthylmethanamide puis celle de C'. **(0,5 point)**

1.2.2. En déduire la fonction chimique, le nom et la formule semi-développée de C. **(0,5 point)**

1.3. Etude du composé organique A

1.3.1 A partir des études précédentes trouver La formule semi-développée et le nom de l'ester A. **(0,25 point)**

1.3.2 Ecrire l'équation bilan de l'hydrolyse de A conduisant à la formation de B et C. **(0,25 point)**

1.3.3. Quel autre dérivé D de C autre que C' peut-on utiliser pour préparer A ? **(0,25 point)**

EXERCICE 2 : (02,5 points)

On traite une masse $m = 2,0 \text{ g}$ de carbonate de calcium par un volume $V = 100 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C = 100 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

L'équation bilan de la réaction est : $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \longrightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2\text{O}$

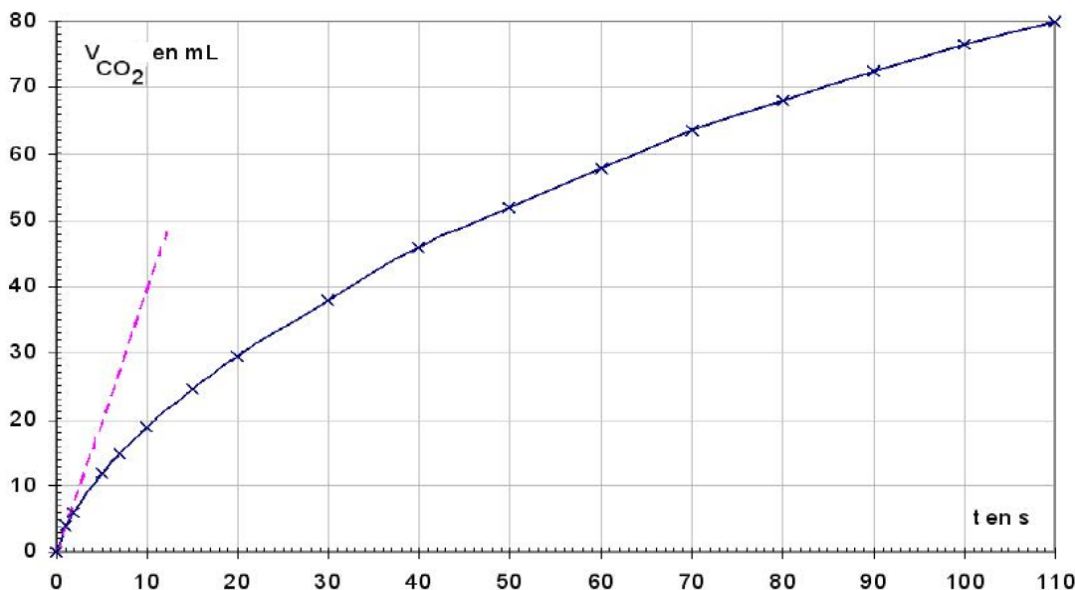


Figure 1.

Le dioxyde de carbone CO₂ formé est récupéré grâce à un montage approprié. Son volume noté V(CO₂) est mesuré à la température T = 293 K et sous la pression P = 101,3 kPa. Le graphe donnant les variations du volume de dioxyde de carbone en fonction du temps est donné par la courbe de la figure 1.

On désigne par x le nombre de mole de CaCO₃ ayant réagi à chaque instant.

2.1 Exprimer V(CO₂) en fonction de x, de la température T et de la pression P. **(0,5 point)**

2.2. Montrer que l'expression de la vitesse volumique de formation de CO₂ en fonction de V(CO₂) , de la température

T, de la pression P et du volume V de la solution est : $V = \frac{p}{RTV} \cdot \frac{dV(CO_2)}{dt}$ où R est la constante du gaz parfait **(0,5 point)**

2.3. Déterminer graphiquement la vitesse volumique de formation de CO₂ à l'instant t = 0 en mmol.L⁻¹.s⁻¹. La tangente à la courbe à l'instant t = 0 est tracée en pointillé sur la figure **(0,5 point)**

2.4. Déterminer le temps de demi-réaction. **(0,75 point)**

2.5. Déterminer la concentration en ions calcium dans la solution au temps de demi-réaction. **(0,25 point)**

Données: R = 8,314 SI ; Masses molaires atomiques en g/mol : M (C) = 12 ; M(O) = 16 ; M (Ca) = 40

EXERCICE 3 (05 points)

On suppose que la Terre, de masse M, de rayon R et de centre O, est une sphère et qu'elle présente une répartition de masse à symétrie sphérique. Un satellite artificiel S, de masse m, décrit une orbite circulaire de rayon r autour de la Terre. Le satellite peut être assimilé à un point matériel ; on suppose qu'il est soumis uniquement à la force gravitationnelle exercée par la Terre. On notera K, la constante de gravitation universelle.

3.1 Exprimer l'intensité du champ de gravitation terrestre g(h) en fonction de M, R, h et K. **(0,5 point)**

3.2 Montrer que le mouvement du satellite dans le référentiel géocentrique est uniforme. **(0,5 point)**

3.3 En déduire l'expression de la vitesse v du satellite en fonction de K, M et r puis celle de sa période T de révolution. **(0,5 point)**

3.4 Le tableau suivant rassemble les valeurs numériques des périodes de révolution T et des rayons r des orbites de quelques satellites artificiels de la Terre.

Base de lancement	Kourou	Baïkonour	Chine	Etats-Unis
Satellite	Intelsat-V	Cosmos-197	Feng-Yun	USA-35
T	23 h 56 min	11 h 14 min	102,8 min	12 h
r (10 ⁴ km)	4,22	2,55	0,73	2,66

3.4.1 Vérifier, à partir des valeurs numériques du tableau, que le rapport $\frac{T^2}{r^3}$ est une constante que l'on déterminera **(0,5 point)**

3.4.2 A partir de la troisième loi de Kepler que l'on établira et de la valeur du rapport $\frac{T^2}{r^3}$, calculer la masse M de On donne : K = 6,67.10⁻¹¹ SI. **(1 point)**

3.5 A partir du travail élémentaire $dW = \vec{F} \cdot d\vec{r}$ de la force de gravitation \vec{F} exercée par la terre sur le satellite, montrer que le travail de \vec{F} , lors de son déplacement du sol jusqu'à l'orbite de rayon r est donné par :

$W = K m M \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right)$. **(1 point)**

3.6 En déduire l'expression de l'énergie potentielle du système terre - satellite en fonction de K, M, m et r.

On choisira le niveau du sol comme état de référence pour l'énergie potentielle. **(0,5 point)**

3.7 Exprimer l'énergie cinétique de S en fonction de m, K, r et M. Déduire l'expression de l'énergie mécanique totale. **(0,5 point)**

EXERCICE 4 (4,5 points)

On réalise le circuit électrique représenté à la figure 2 comportant, en série, un générateur de f.e.m E et de résistance interne négligeable, une bobine d'inductance L réglable et de résistance $r = 8 \Omega$, un interrupteur K et un résistor de résistance R_0 .

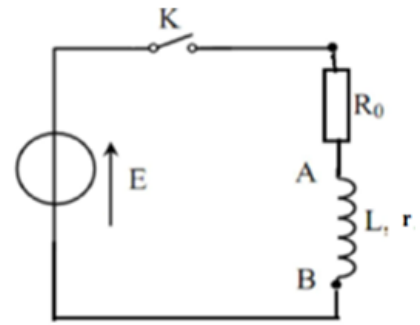


Figure 2

A la date $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et à l'aide d'un oscilloscope, on visualise la tension u_B aux bornes de la bobine. On obtient les courbes (C_1) et (C_2) (figure 3) correspondant respectivement à deux valeurs différentes L_1 et L_2 de l'inductance L de la bobine.

4.1. Recopier le schéma de la figure 2 et compléter le en indiquant les branchements à l'oscilloscope afin de visualiser la tension aux bornes de la bobine. **(0,5 point)**

4.2. Montrer que la tension aux bornes de la bobine $u_b(t=0)$ à la date $t = 0$ est égale à E . Déterminer graphiquement la valeur de E . **(0,5 point)**

4.3.

4.3.1. A partir du graphe de la figure 3, trouver le rapport entre les constantes de temps τ_1 et τ_2 correspondant respectivement à L_1 et L_2 de l'inductance. **(0,25 point)**

4.3.2. Comparer alors les valeurs de L_1 et L_2 . **(0,25 point)**

4.3.3. Sachant que $L_1 = 0,1 \text{ H}$, déduire à partir des courbes, la valeur L_2 de l'inductance L . **(0,5 point)**

4.4.

4.4.1. Etablir, en fonction de r , R_0 et E , l'expression de la tension aux bornes de la bobine lorsque le régime permanent est établi. **(0,5 point)**

4.4.2. En utilisant le graphe de la figure 3, déterminer la valeur R_0 de la résistance du résistor. **(0,5 point)**

4.5.

4.5.1. Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution au cours du temps, de la tension $u_b(t)$ aux bornes de la bobine d'inductance L_1 s'écrit sous la forme : $\frac{du_b}{dt} + \frac{u_b}{\tau_1} = \frac{rE}{L_1}$ **(0,5 point)**

4.5.2. La solution de cette équation différentielle est : $u_b(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau_1}} + B$
Déterminer les valeurs des constantes A et B . **(1 point)**

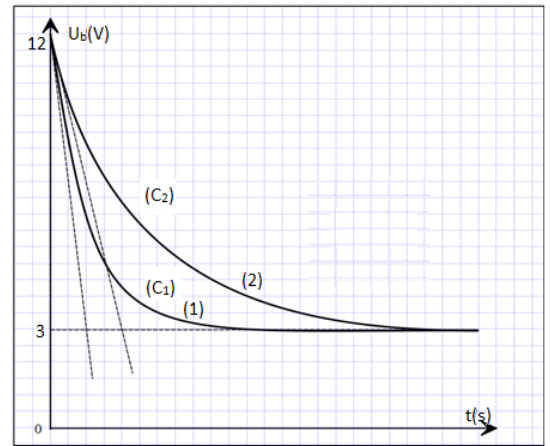


Figure 3.

EXERCICE 5 (4,5 points)

Le chlore (Cl) est un élément chimique présent dans l'eau naturelle des sources et très abondant dans la nature. Son dérivé le plus connu est le chlorure de sodium ou « sel de cuisine ». Il présente 9 isotopes avec des nombres de masse allant de 32 à 40. A l'état naturel les isotopes stables sont le chlore 35 et le chlore 37, de pourcentages respectifs 75,77 % et 24,23 %. Le chlore 36 est naturel mais instable et présent à l'état de trace. Le rapport entre le nombre de noyaux de Cl(36) sur le nombre total de noyaux de chlore présents dans un milieu donné est évalué actuellement à $7,0 \cdot 10^{-13}$.

5.1. Le chlore présente des noyaux naturels et artificiels ; son numéro atomique est $Z = 17$.

5.1.1. Représenter les noyaux isotopes artificiels du chlore. **(0,75 point)**

5.1.2. Le chlore 36 est naturel et instable. Expliquer cette phrase. **(0,5 point)**

SCIENCES PHYSIQUES

4/4

2020 G 18 AR

Séries : S1-S1A-S3

Epreuve du 1^{er} groupe

5.2. Exprimer puis calculer en MeV/nucléon l'énergie de liaison par nucléon des noyaux de chlore $^{35}_{17}\text{Cl}$, $^{36}_{17}\text{Cl}$ et $^{37}_{17}\text{Cl}$. L'énergie de liaison par nucléon permet-elle de donner une explication sur la stabilité des noyaux isotopes ? Justifier. **(1,5 points)**

5.3. Le chlore 36 se désintègre en donnant des noyaux d'argon ($^{36}_{18}\text{Ar}$). Son temps de demi-vie est $\tau = 3,0 \cdot 10^5$ ans.

La datation d'une eau glaciaire marine à partir du chlore 36, montre que cette eau est ancienne seulement de 50 ans

5.3.1 Ecrire l'équation de la désintégration du chlore 36. Identifier la particule émise lors de cette réaction. **(0,5 point)**

5.3.2 Déterminer le nombre de noyaux de chlore 36 actuellement dans un litre d'eau de surface contenant une concentration de 0,9 mol/L d'ions chlorures. **(0,5 point)**

5.3.3 En déduire l'activité actuelle de l'eau de surface puis celle de l'eau glaciaire extraite de la glace en profondeur **(0,75 point)**

Données : masse proton : $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg ; masse neutron : $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg ; masse chlore (35) : 34,9689 u ;
 masse chlore (36) : $35,9689$ u ; masse chlore (37) : 36,9659 u ; $1\text{u} = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J ;
 nombre d'Avogadro $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; célérité de la lumière $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $1\text{an} = 365$ jours.