BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

Obligatoire

SESSION 2007

PHYSIQUE – CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3 h 30 **Coefficient : 6**

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce sujet comporte 1 exercice de PHYSIQUE et de CHIMIE, 1 exercice de PHYSIQUE et 1 exercice de CHIMIE présentés sur 12 pages numérotées de 1 à 12, y compris celle-ci.

Ce sujet comporte 6 annexes réparties sur 3 pages.

Le candidat doit traiter les 3 exercices, qui sont indépendants les uns des autres :

Exercice n°1 : Principe de l'allumage d'une voiture (6,5 points)
Exercice n°2 : À propos des étoiles filantes (5,5 points)
Exercice n°3 : Étude cinétique d'une réaction (4 points)

Il sera tenu compte de la qualité de la présentation et de l'expression des résultats numériques en fonction de la précision des données fournies par l'énoncé (emploi correct des chiffres significatifs).

Exercice n°1 (6,5 points)

PRINCIPE DE L'ALLUMAGE D'UNE VOITURE

1. La batterie : principe de fonctionnement

La batterie d'une voiture est un accumulateur au plomb constitué de deux électrodes en plomb $Pb_{(s)}$ dont l'une est recouverte de dioxyde de plomb $PbO_{2(s)}$. L'ensemble est immergé dans une solution concentrée d'acide sulfurique $2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$.

Lorsque la voiture démarre, l'accumulateur fonctionne **comme une pile**.

1.1. Par souci de simplification, on considérera que les couples mis en jeu sont $Pb^{2+}_{(aq)}/Pb_{(s)}$ et $PbO_{2(s)}/Pb^{2+}_{(aq)}$. Écrire les demi-équations électroniques associées à ces deux couples.

1.2. L'accumulateur est schématisé en **ANNEXE 1 (à rendre avec la copie).** Flécher les sens de circulation des porteurs de charge dans les fils de connexion et dans la solution d'acide sulfurique.

1.3. Justifier que l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique qui a lieu lors du démarrage de la voiture peut s'écrire : $Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 4H^+_{(aq)} = 2Pb^{2+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

Lorsque la voiture roule, la batterie se recharge et fonctionne **comme un électrolyseur.**

1.4. Indiquer si la transformation chimique envisagée est spontanée ou forcée. En déduire, sur l'**ANNEXE 2 (à rendre avec la copie)**, le sens de circulation du courant électrique.

1.5. Sachant que les mêmes couples oxydant / réducteur interviennent lors du démarrage de la voiture et lorsqu'elle roule, écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation chimique qui a lieu lors de la recharge de la batterie.

1.6. Préciser pour chaque électrode la nature (oxydation ou réduction) de la réaction observée. Puis indiquer, sur l'**ANNEXE 2 (à rendre avec la copie)**, la cathode et l'anode.

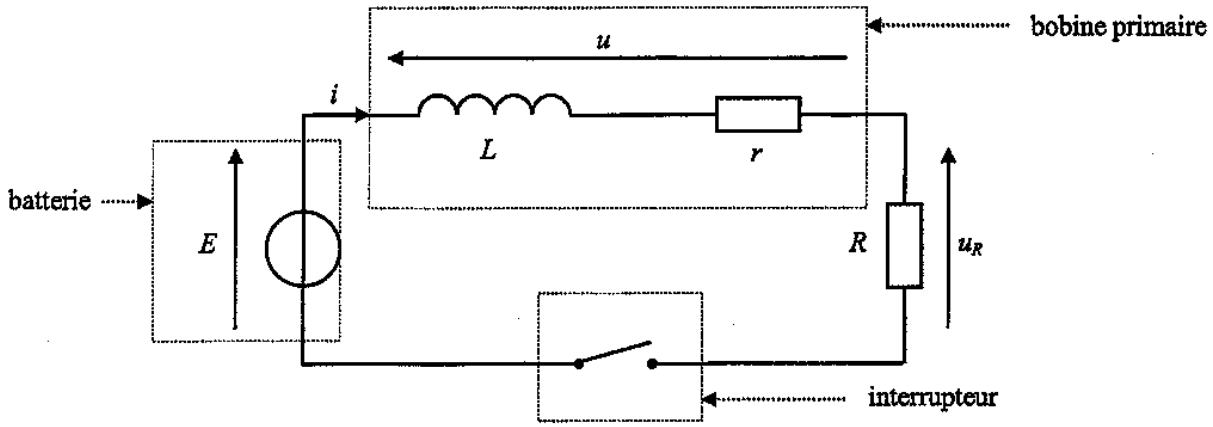
2. Étude de l'allumage de la voiture

Pour permettre l'allumage des bougies d'une voiture, une étincelle est créée au niveau des bougies. La formation de cette étincelle est liée à l'ouverture, puis à la fermeture d'un circuit comprenant notamment une bobine.

Un courant électrique circule dans un circuit comprenant la batterie de la voiture, la bobine appelée bobine primaire et un interrupteur électronique.

On considérera que la batterie de la voiture délivre une tension continue qui vaut $E = 12$ V.
La bobine primaire est caractérisée par une inductance L et une résistance interne $r = 0{,}50\ \Omega$.
Le schéma simplifié du principe est donné ci-dessous où R représente la résistance des autres éléments du circuit. On prendra $R = 2{,}5\ \Omega$.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer



2.1. L'interrupteur est fermé

À $t = 0$, le courant ne circule pas dans le circuit. Puis l'interrupteur est fermé.

2.1.1. Donner l'expression de la tension u aux bornes de la bobine primaire en fonction de r, L et i.

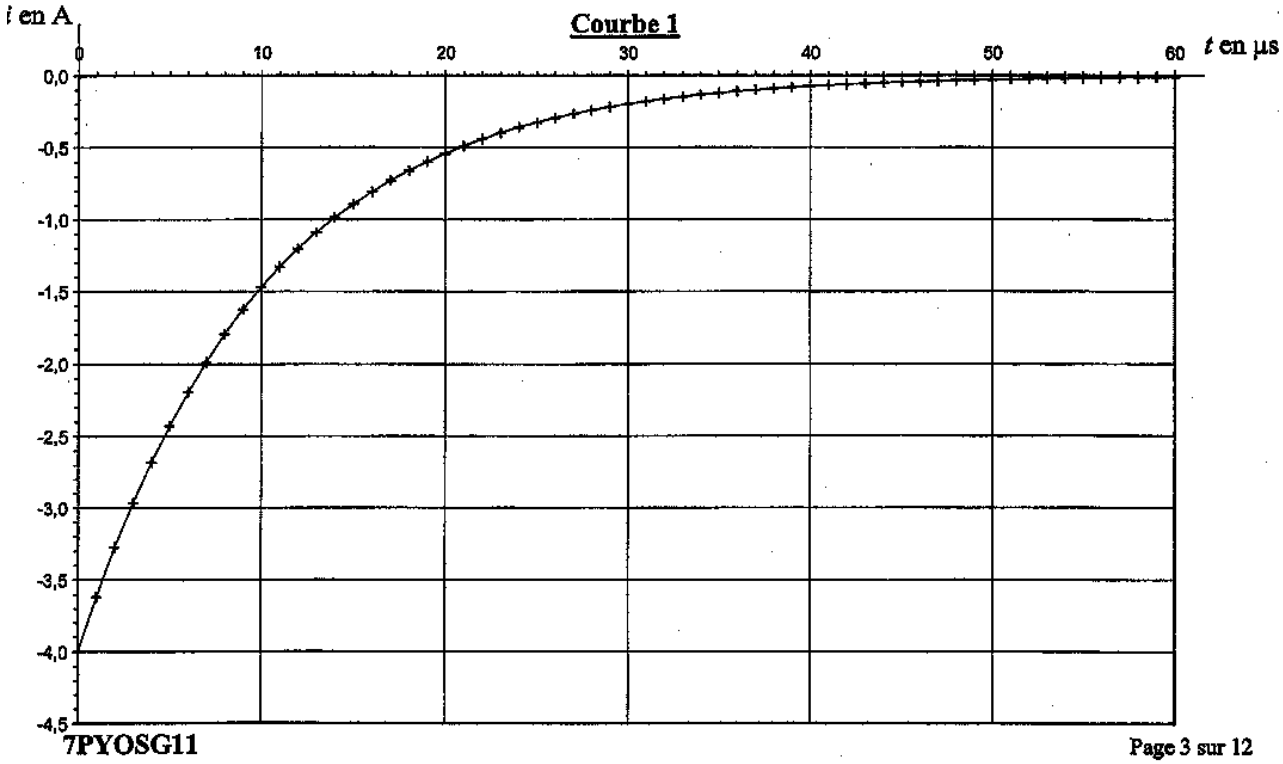
2.1.2. Montrer que l'équation différentielle régissant l'évolution de i est : $L\frac{di}{dt} + Ki = E$ où K est une constante dont on donnera l'expression en fonction des paramètres du circuit.

2.1.3. Une solution de l'équation différentielle peut s'écrire $i = A \times \left(1 - e^{-Bt}\right)$ où A et B sont deux constantes positives non nulles.

2.1.3.1. En utilisant l'équation différentielle, montrer que $A = \frac{E}{K}$ et que $B = \frac{K}{L}$.

2.1.3.2. Calculer la valeur de A. Préciser son unité.

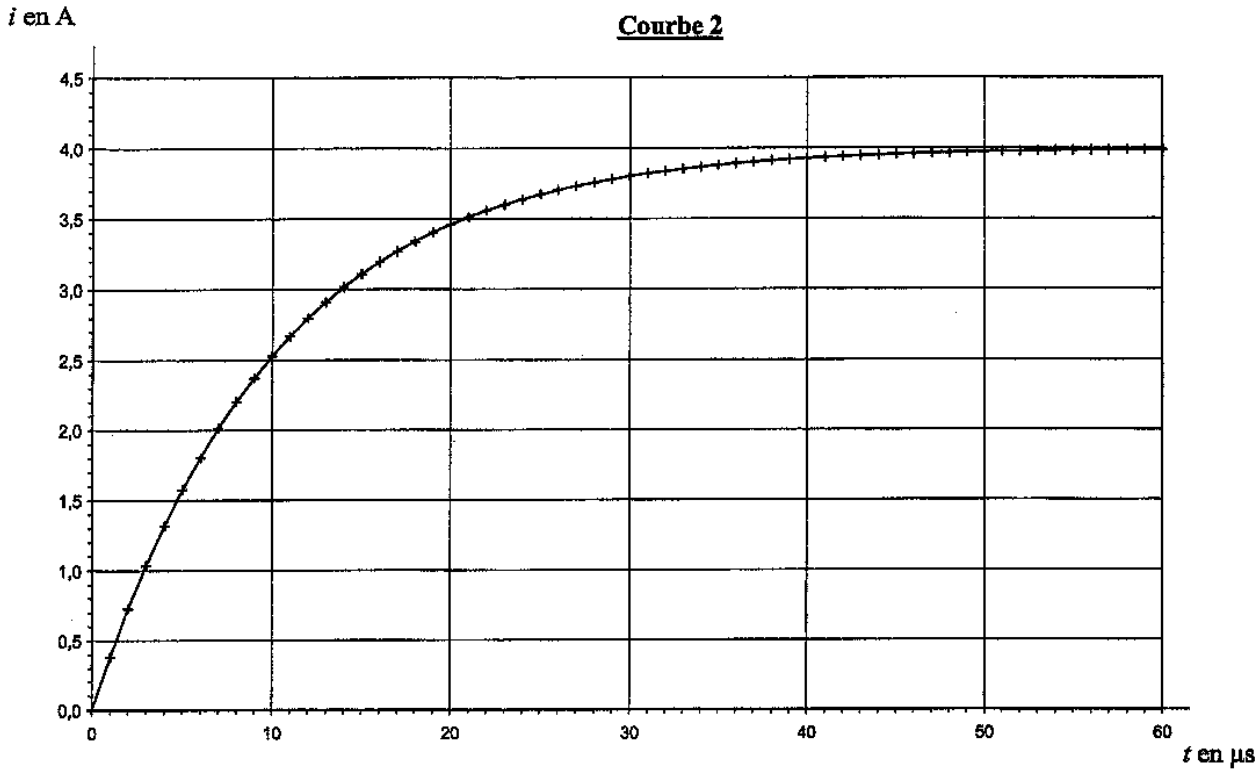
2.1.4. Parmi les courbes 1, 2 et 3 données ci-dessous, indiquer, en justifiant, celle qui peut représenter i.



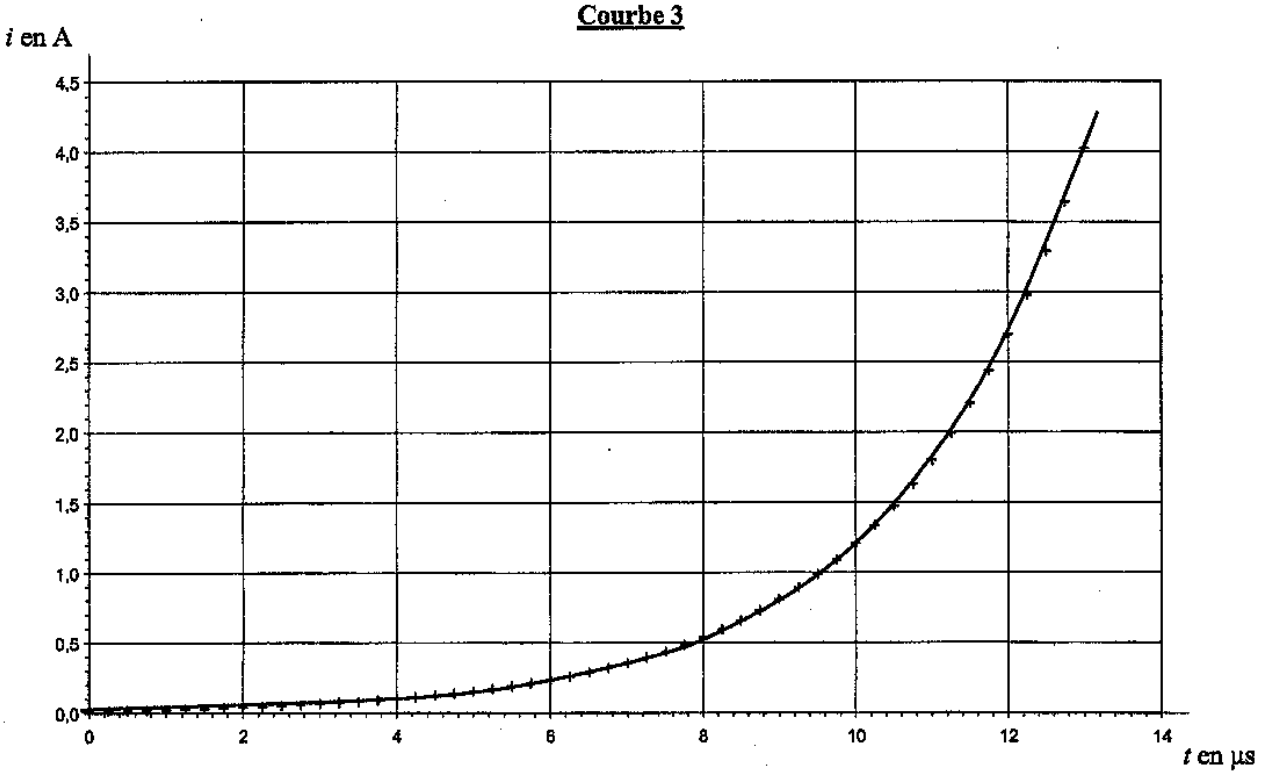
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Courbe 2



Courbe 3



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 4 / 12

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

2.1.5. Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ du circuit à partir de la courbe choisie.

2.1.6. Donner l'expression littérale de la constante de temps τ en fonction des paramètres du circuit.

2.1.7. En déduire la valeur de l'inductance L de la bobine primaire.

2.1.8. Donner l'expression littérale de l'énergie W_L emmagasinée dans la bobine primaire.

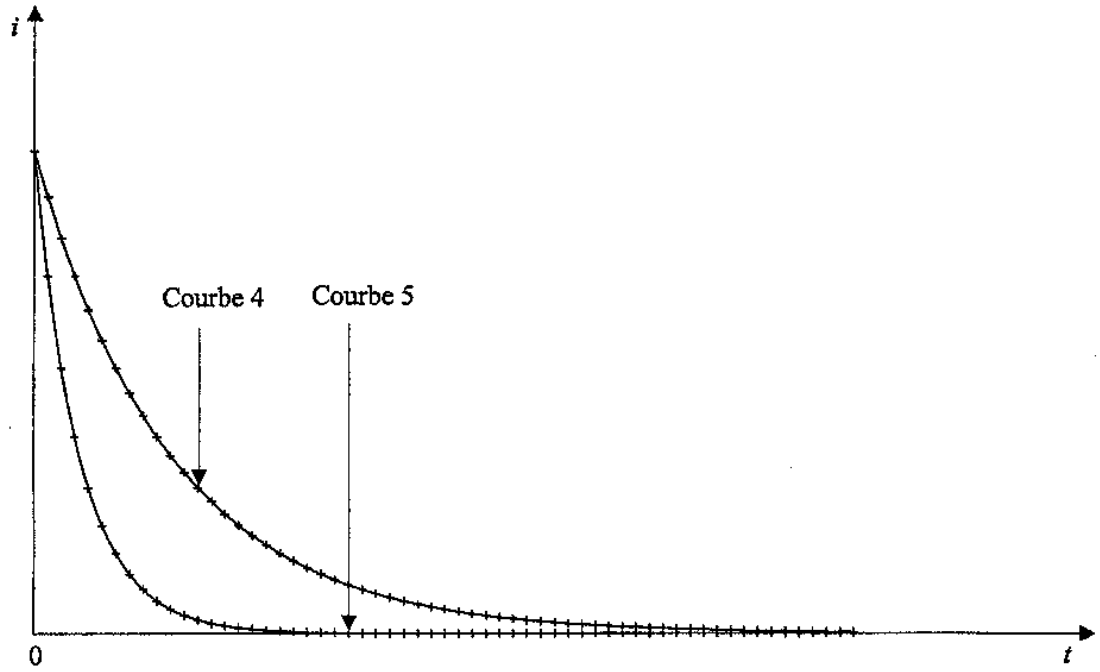
2.1.9. Calculer l'énergie maximale emmagasinée dans la bobine primaire à l'aide de la courbe choisie dans la question 2.1.4.

2.2. Étude de la formation de l'étincelle

Après la phase précédente, on modifie le circuit pour que l'intensité du courant diminue.

2.2.1. En modifiant les paramètres du circuit, on peut obtenir différentes allures de l'intensité du courant circulant dans la bobine. Deux courbes représentant l'allure de cette intensité sont proposées ci-dessous. Le coefficient directeur de la tangente à l'origine est représenté par $\frac{\Delta i}{\Delta t}$.

A quelle courbe correspond la valeur de $\left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|$ à $t = 0$ la plus élevée ?



2.2.2. Cette bobine primaire est associée à une bobine secondaire, placée dans un autre circuit. Ce circuit, que l'on n'étudiera pas, comprend les bougies de l'allumage. La bobine secondaire est choisie de telle sorte que la tension u_2 à ses bornes soit proportionnelle à $\left|\frac{\Delta i}{\Delta t}\right|$ à $t = 0$. L'étincelle au niveau de la bougie apparaît si la tension u_2 est suffisamment importante. Indiquer quelle courbe permettrait d'obtenir plus facilement une étincelle au niveau des bougies.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Exercice n°2 (5,5 points)

A PROPOS DES ETOILES FILANTES

Des comètes circulent dans le système solaire et laissent dans leur sillage des grains de matière de tailles plus ou moins importantes. Il arrive que la Terre croise ces grains de matière abandonnés par une comète derrière elle et qui pénètrent alors dans l'atmosphère terrestre. Lors de leur chute, ils échauffent les gaz de l'atmosphère qui émettent de la lumière pour éliminer l'énergie reçue lors de cet échauffement. On peut alors observer des phénomènes bien connus : les étoiles filantes.

Données :
Masse de la Terre : $M_T = 5{,}98.10^{24}$ kg
Masse du Soleil : $M_S = 1{,}98.10^{30}$ kg
Constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67.10^{-11}$ SI
Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3{,}00.10^{8}$ m.s^{-1}
Constante de Planck : $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s
1 eV (électronvolt) = $1{,}60.10^{-19}$ J

1. Mouvement de la Terre

*On considère le mouvement de la Terre autour du Soleil dans le référentiel héliocentrique considéré comme galiléen. On suppose que ce mouvement est circulaire uniforme, de rayon $R = 1{,}50.10^{11}$ m. On néglige l'action de tout autre astre. On s'aidera du schéma donné en **ANNEXE 3 (à rendre avec la copie)**. On notera $\vec{a}$ le vecteur accélération du centre d'inertie de la Terre.*

1.1. Donner l'expression vectorielle de la force subie par la Terre en utilisant le vecteur $\vec{u}$ du schéma de **l'ANNEXE 3**.

1.2. Énoncer, puis appliquer la deuxième loi de Newton à la Terre.

1.3. En déduire l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$; on donnera sa direction, son sens et l'expression de sa norme ; le représenter sans considération d'échelle sur le schéma fourni en annexe.

1.4. On rappelle que le mouvement est circulaire uniforme. Quelle relation peut-on alors écrire entre l'accélération a et la vitesse v du centre d'inertie de la Terre autour du Soleil ?

1.5. Donner l'expression de la vitesse v du centre d'inertie de la Terre en fonction de la constante de gravitation universelle G, la masse du Soleil M_S et le rayon R de la trajectoire.

1.6. Calculer la valeur de cette vitesse.

1.7. Donner l'expression de la période de rotation T de la Terre autour du Soleil en fonction de la vitesse v et du rayon R de sa trajectoire.

1.8. Montrer alors qu'on peut écrire que $T = \dfrac{2\pi R^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{G M_S}}$, puis calculer sa valeur.

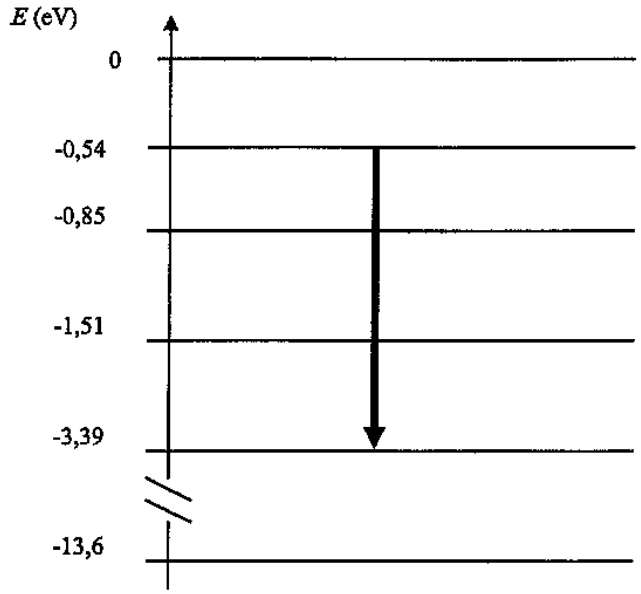
2. Étude d'une étoile filante

Il est très rare de pouvoir enregistrer un tel phénomène, celui-ci étant imprévisible. Pourtant, dans la nuit du 12 au 13 mai 2002, alors qu'ils observaient une supernova dans une galaxie éloignée à l'aide du VLT (Very Large Telescope) à l'observatoire de Paranal au Chili, des astronomes ont eu la chance de voir une étoile filante traverser le champ du télescope, et ont pu ainsi enregistrer le spectre de la lumière émise.

2.1. On donne en **ANNEXE 4 (à rendre avec la copie)**, une partie du spectre obtenu. Indiquer sur ce spectre les domaines de la lumière visible, des rayonnements infrarouges et ultraviolets.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.2. On donne le diagramme des niveaux d'énergie d'un des éléments mis en évidence par le spectre obtenu. Une transition correspondant à l'une des raies de ce spectre y est représentée par une flèche.



La raie correspondante est-elle une raie d'émission ou d'absorption ? Justifier.

2.3. Donner l'expression de l'énergie échangée $|\Delta E|$ entre l'atome et le milieu extérieur lors de cette transition. On notera ν la fréquence de la radiation lumineuse correspondante.

2.4. Donner la relation entre la longueur d'onde λ de cette radiation et sa fréquence ν dans le vide.

2.5. Déterminer sur le diagramme la valeur de $|\Delta E|$. Convertir en joule la valeur trouvée.

2.6. Calculer alors la valeur de la longueur d'onde λ correspondant à cette transition.

2.7. On donne les tableaux de quelques longueurs d'onde de raies de différents éléments. Identifier l'élément mis en évidence par cette raie.

Quelques longueurs d'onde de raie (en nm)

Élément azote											
396	404	424	445	463	480	505	550	575	595	648	661

Élément oxygène						
391	397	420	442	465	616	700

Élément hydrogène				
397	412	436	486	656

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Page 7 / 12

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Exercice n° 3 (4 points)

ETUDE CINÉTIQUE D'UNE RÉACTION

1. La transformation étudiée

Le 2-chloro-2-méthylpropane réagit sur l'eau pour donner naissance à un alcool. Cet alcool est le 2-méthylpropan-2-ol.
La réaction est lente et totale.
On peut modéliser cette transformation par :

$$(CH_3)_3C\text{-}Cl_{(l)} + 2H_2O_{(l)} = (CH_3)_3C\text{-}OH_{(l)} + H_3O^+ + Cl^-_{(aq)}$$

Données :
Masse molaire du 2-chloro-2-méthylpropane : $M = 92{,}0$ g.mol^{-1} ; masse volumique : $\rho = 0{,}85$ g.mL^{-1}.
La conductivité d'un mélange est donnée par $\sigma = \sum_i \lambda_i^0 [X_i]$ où $[X_i]$ désigne la concentration des espèces ioniques présentes dans le mélange, exprimée en mol.m^{-3}.
Conductivités molaires ioniques : $\lambda^0(H_3O^+) = 349{,}8.10^{-4}$ S.m^2.mol^{-1} ; $\lambda^0(Cl^-) = 76{,}3.10^{-4}$ S.m^2.mol^{-1}.

Protocole observé :
Dans une fiole jaugée, on introduit 1,0 mL de 2-chloro-2-méthylpropane et de l'acétone afin d'obtenir un volume de 25,0 mL d'une solution S.
Dans un bécher, on place 200,0 mL d'eau distillée dans laquelle est immergée la sonde d'un conductimètre.
Puis à l'instant $t = 0$ min, on déclenche un chronomètre en versant 5,0 mL de la solution S dans le bécher.
Un agitateur magnétique permet d'homogénéiser la solution obtenue, on relève la valeur de la conductivité du mélange au cours du temps.

1.1. Montrer que la quantité initiale de 2-chloro-2-méthylpropane introduite dans le dernier mélange est $n_0 = 1{,}8.10^{-3}$ mol.

1.2. Compléter le tableau d'avancement donné en **ANNEXE 5 (à rendre avec la copie)**. Quelle relation lie $[H_3O^+]$ et $[Cl^-_{(aq)}]$ à chaque instant ?

1.3. Donner l'expression de la conductivité σ du mélange en fonction de $[H_3O^+]$ et des conductivités molaires ioniques.

1.4. Donner l'expression de la conductivité σ du mélange en fonction de l'avancement x de la réaction, du volume V du mélange réactionnel et des conductivités molaires ioniques des ions présents dans la solution.

1.5. Pour un temps très grand, la conductivité notée σ_∞ du mélange ne varie plus.
Sachant que $\sigma_\infty = 0{,}374$ S.m^{-1}, vérifier que la transformation envisagée est bien totale.

1.6. Exprimer le rapport $\frac{\sigma}{\sigma_\infty}$. En déduire l'expression de l'avancement x en fonction de σ, σ_∞ et de l'avancement maximal x_{max} de la réaction.

1.7. Pour $\sigma = 0{,}200$ S.m^{-1}, quelle est la valeur de x ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Exploitation des résultats

L'expression établie en 1.6 permet de construire la courbe montrant les variations de l'avancement x de la réaction en fonction du temps. La courbe est donnée en **ANNEXE 6 (à rendre avec la copie).**

La vitesse volumique v de réaction est donnée par la relation : $v = \frac{1}{V}\frac{dx}{dt}$ où V est le volume de la solution et x l'avancement de la réaction.

2.1. Expliquer la méthode qui permettrait d'évaluer graphiquement cette vitesse à un instant donné.

2.2. À l'aide de la courbe, indiquer comment évolue cette vitesse au cours du temps.

2.3. Quel facteur cinétique permet de justifier cette évolution ?

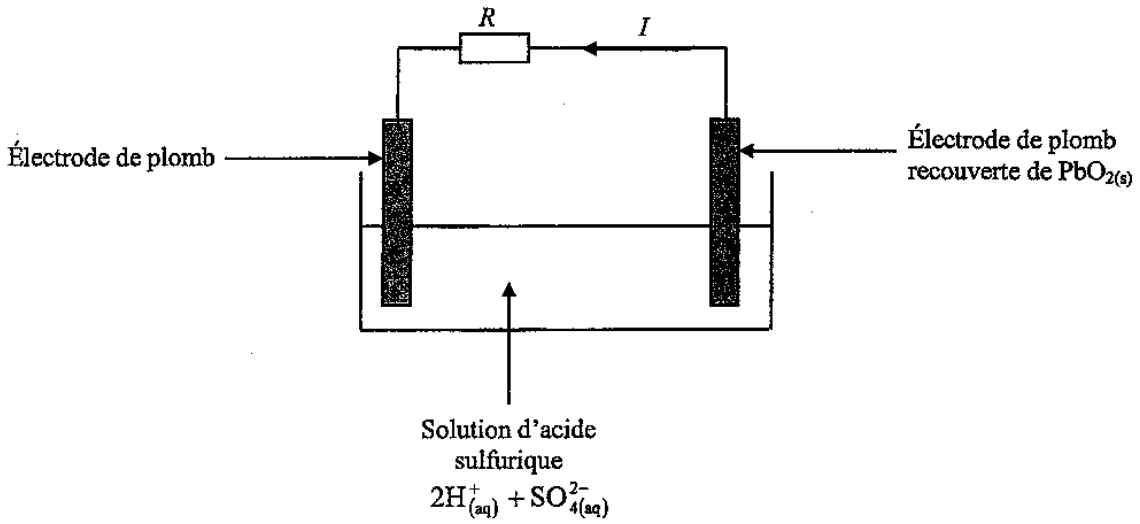
2.4. Définir le temps de demi-réaction et estimer graphiquement sa valeur.

2.5. On réalise maintenant la même expérience à une température plus élevée.

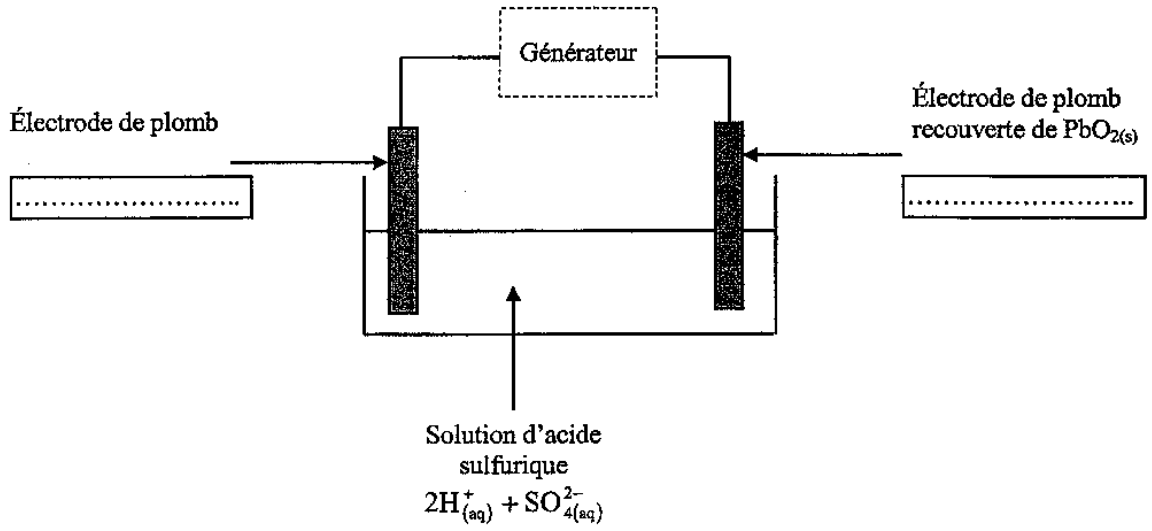
2.5.1. Dessiner qualitativement sur le graphique de l'**ANNEXE 6** l'allure de la courbe montrant les variations de l'avancement x au cours du temps.

2.5.2. La valeur du temps de demi-réaction est-elle identique, inférieure ou supérieure à la valeur précédente ? Justifier.

ANNEXE 1 (à rendre avec la copie)

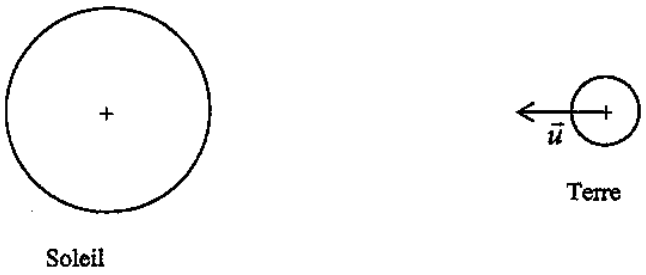


ANNEXE 2 (à rendre avec la copie)



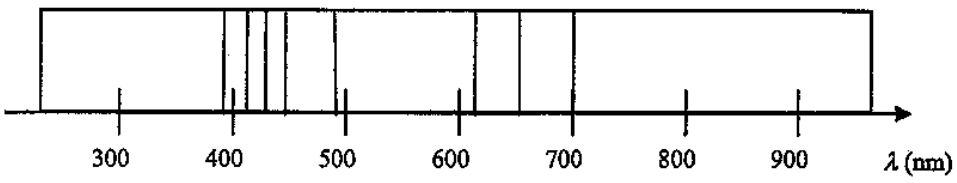
ANNEXE 3 (à rendre avec la copie)

Schéma du système Terre-Soleil



ANNEXE 4 (à rendre avec la copie)

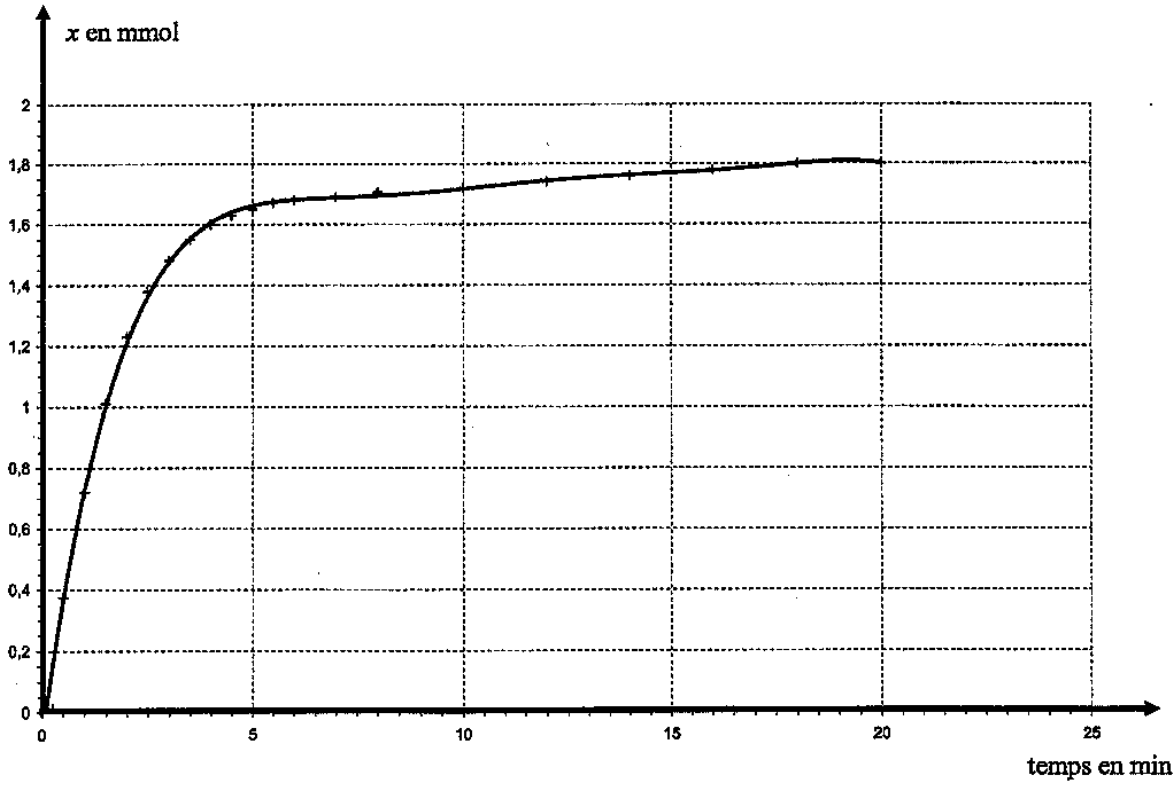
Spectre obtenu



ANNEXE 5 (à rendre avec la copie)

Équation chimique		$(CH_3)_3C\text{-}Cl_{(l)} + 2H_2O_{(l)} = (CH_3)_3C\text{-}OH_{(l)} + H_3O^+ + Cl^-_{(aq)}$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (en mol)				
État initial	0	n_0	excès			
État intermédiaire	x		excès			
État final	x_{max}		excès			

ANNEXE 6 (à rendre avec la copie)



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer