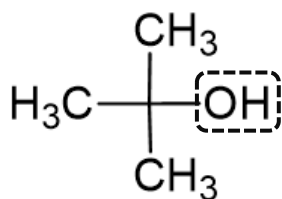


Sciences Physiques : Polynésie Jour 2 (20 juin 2024)

> **Exercice 1 – Suivi cinétique par conductimétrie de l'hydrolyse du chlorure de tertiobutyle**

Suivi conductimétrique de l'hydrolyse du chlorure de tertiobutyle.

Q1. Formule semi-développée de l'alcool produit :



La molécule possède un groupe hydroxyle.

Q2. D'après la loi de Kohlrausch :

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} \times [H_3O^+] + \lambda_{Cl^-} \times [Cl^-]$$

Q3. D'après l'équation de la réaction d'hydrolyse $n_{H_3O^+} = n_{Cl^-}$. À volume constant, on a

$$[H_3O^+] = [Cl^-]$$

Ainsi

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} \times [H_3O^+] + \lambda_{Cl^-} \times [H_3O^+]$$

$$\sigma = (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{Cl^-}) \times [H_3O^+]$$

Q4. L'hydrolyse du chlorure de tertiobutyle conduit à la formation d'ions oxonium dans le milieu. L'augmentation de la concentration en ions H_3O^+ est donc mesurable par conductimétrie.

Q5. On introduit $V = 1 \text{ mL}$ de chlorure de tertiobutyle.

$$n_0 = \frac{m_0}{M} = \frac{\rho \times V}{4M_C + 9M_H + M_{Cl}}$$

$$n_0 = \frac{0,850 \times 1,0}{4 \times 12,0 + 9 \times 1,00 + 35,5}$$

$$n_0 = 9,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$



Q6. Le volume total du mélange réalisé est $V_t = 200 + 1,0 = 201 \text{ mL}$

$$c_0 = \frac{n_0}{V_t}$$

$$c_0 = \frac{9,8 \cdot 10^{-3}}{0,201}$$

$$c_0 = 4,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Q7. La courbe 1 montre une diminution de la concentration en quantité de matière en fonction du temps et à $t = 0$, on peut lire la valeur de $c_0 = 0,046 \text{ mol.L}^{-1}$. La courbe 1 est associée à R-Cl.

La courbe 2 montre l'apparition d'un composé au cours du temps. Il s'agit de la formation des ions oxonium H_3O^+ .

Q8. À l'aide la courbe 2, on détermine la concentration en ions oxonium produits en traçant l'asymptote à la courbe.

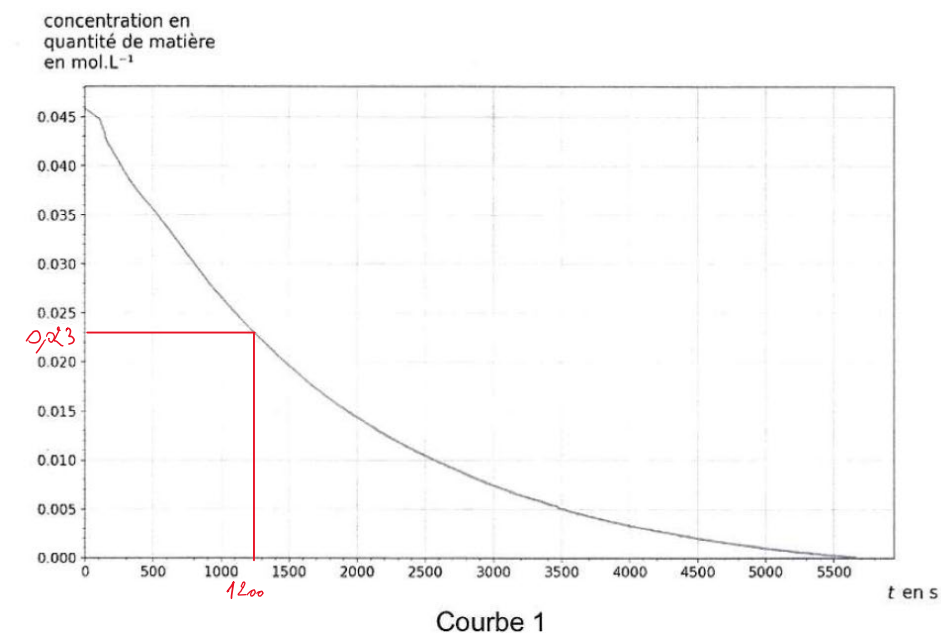
On a $c = 0,046 \text{ mol.L}^{-1}$

Ainsi $c_0 = c$, donc à volume constant $n_{H_3O^+} = n_0$

La réaction est totale.

Q9. Le temps de demi-réaction $t_{\frac{1}{2}}$ est la durée nécessaire à la disparition de la moitié du réactif limitant.

Q10. On mesure $t_{\frac{1}{2}} = 1200 \text{ s}$



Loi de vitesse

Q11. La vitesse volumique de disparition du réactif est

$$v_{RCl} = - \frac{d[RCl]}{dt}$$

Q12. La vitesse volumique de disparition peut être déterminée graphiquement en traçant les tangentes à la courbe 1. Les coefficients directeurs de ces tangentes donnent, en valeur absolue, la valeur de la vitesse volumique de disparition de RCl.

On peut observer que les pentes de ces tangentes sont de moins en moins fortes traduisant une diminution de la vitesse volumique de disparition au cours du temps.

Q13. Si la cinétique est d'ordre 1 alors il y a proportionnalité entre la vitesse volumique de disparition de RCl et sa concentration. La courbe obtenue est une droite passant par l'origine du repère.

Q14. On a d'une part

$$v_{RCl} = - \frac{d[RCl]}{dt}$$

et d'autre part

$$v_{RCl} = k \cdot [RCl]_t$$

Ainsi l'équation différentielle du premier ordre est :

$$- \frac{d[RCl]}{dt} = k \cdot [RCl]_t$$

$$\frac{d[RCl]}{dt} + k \cdot [RCl]_t = 0$$

Q15. À $t = 0$, on a $[RCl]_0 = c_0$

$$Ae^{-k \times 0} = c_0 \Leftrightarrow A = c_0$$

Q16. Déterminons la pente de la droite sur la figure 3

$$\text{À } t = 0, \ln([RCl]) = -3,1$$

$$\text{À } t = 2000, \ln([RCl]) = -4,3$$

$$a = \frac{-4,3 + 3,1}{2000 - 0}$$

$$a = -6,0 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}$$



Q17. Déterminons $t_{\frac{1}{2}}$:

$$k_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{k} = \frac{\ln(2)}{-a}$$

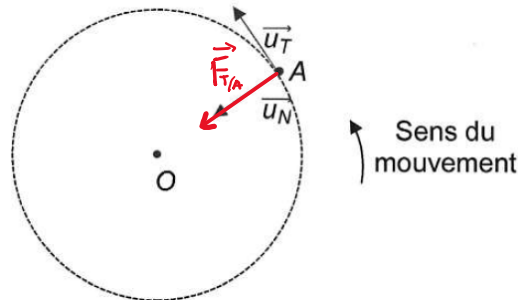
$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{6,0 \cdot 10^{-4}}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 1,2 \cdot 10^3 \text{ s}$$

À deux chiffres significatifs près, la valeur de $t_{\frac{1}{2}}$ déterminée à la question 10 est égale à la valeur calculée ci-dessus.

> Exercice 2 – La masse de la Terre

Q1. La force gravitationnelle qu'exerce T sur A est orientée de A vers O.



Q2. Le vecteur force gravitationnelle a pour expression :

$$\vec{F}_{T/A} = G \times \frac{m \times M_T}{r^2} \vec{u}_n$$

Q3. LE système {satellite} dans le référentiel géocentrique supposé galiléen n'est soumis qu'à la force gravitationnelle qu'exerce la Terre.

D'après la seconde loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{extérieures} = m \times \vec{a}$$

$$\vec{F}_{T/A} = m \times \vec{a}$$

$$G \times \frac{m \times M_T}{r^2} \vec{u}_n = m \times \vec{a}$$

$$G \times \frac{M_T}{r^2} \vec{u}_n = \vec{a}$$

Dans l'hypothèse d'un mouvement circulaire uniforme on a $\vec{a} = \frac{v^2}{r} \vec{u}_n$

$$G \times \frac{M_T}{r^2} \vec{u}_n = \frac{v^2}{r} \vec{u}_n$$

donc

$$\frac{v^2}{r} = G \times \frac{M_T}{r^2}$$

$$v^2 = \frac{GM_T}{r}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$$



Q4. La vitesse du satellite est la distance qu'il parcourt pendant une période.

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

Ainsi

$$\frac{2\pi r}{T} = \sqrt{\frac{GM_T}{r}}$$

$$\frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GM_T}{r}$$

$$T^2 \times GM_T = 4\pi r^3$$

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi}{GM_T}$$

Q5. On a :

$$d = \frac{D_{OB} + D_{OC}}{2}$$

$$d = \frac{6,89 \cdot 10^6 + 8,07 \cdot 10^6}{2}$$

$$d = 7,48 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Le demi-grand axe de l'ellipse mesure $7,48 \cdot 10^6 \text{ m}$.

Q6. La période T d'une révolution du satellite est le temps mis pour réaliser une orbite.

$$T = \frac{9,03 \cdot 10^6}{1400} = 6450 \text{ s}$$

D'après la 3ème loi de Képler on a

$$M_T = \frac{4\pi^2 d^3}{GT^2}$$

$$M_T = 4\pi^2 \times \frac{(7,48 \cdot 10^6)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \times 6450^2}$$

$$M_T = 5,95 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

La masse de la Terre est de $5,95 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.



Q7. Sur la figure 3, on mesure $5T = 10,0 \text{ s}$

$$T = 2,0 \text{ s}$$

Q8. A partir de la relation donnée on a :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\frac{T}{2\pi} = \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{l}{g}$$

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$$

$$g = 4\pi^2 \times \frac{1,0}{2,0^2}$$

$$g = 9,9 \text{ N.kg}^{-1}$$

Q9. En considérant que le poids du pendule est égale à la force d'interaction gravitationnelle qu'exerce la terre sur le pendule on a :

$$P = G \times \frac{m \times M_T}{R_T^2}$$

$$m \times g = G \times \frac{m \times M_T}{R_T^2}$$

$$M_T = g \times \frac{R_T^2}{G}$$

$$M_T = 9,9 \times \frac{(6,37 \cdot 10^6)^2}{6,67 \cdot 10^{-11}}$$

$$M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$



> Exercice 3 – Étude de la calefaction

Q1. Dans la zone B, la durée de vie d'une goutte de 50 μL est quasi nulle. Il n'est donc pas possible d'étudier le phénomène de calefaction dans cette gamme de températures.

Q2. On observe un étalement de la direction de propagation de l'onde lumineuse au passage entre la goutte et la plaque. C'est le phénomène de diffraction.

Q3. Pour être observable la taille de l'espace a doit être du même ordre de grandeur que la longueur d'onde du laser utilisé. Il peut aussi être jusqu'à 100 fois plus petit, le phénomène apparaît encore.

Q4. D'après la trigonométrie on a $\tan(\theta) = \frac{\left(\frac{L}{2}\right)}{D}$

$$\tan(\theta) = \frac{L}{2D}$$

Et dans l'approximation des petits angles, $\tan(\theta) = \theta$

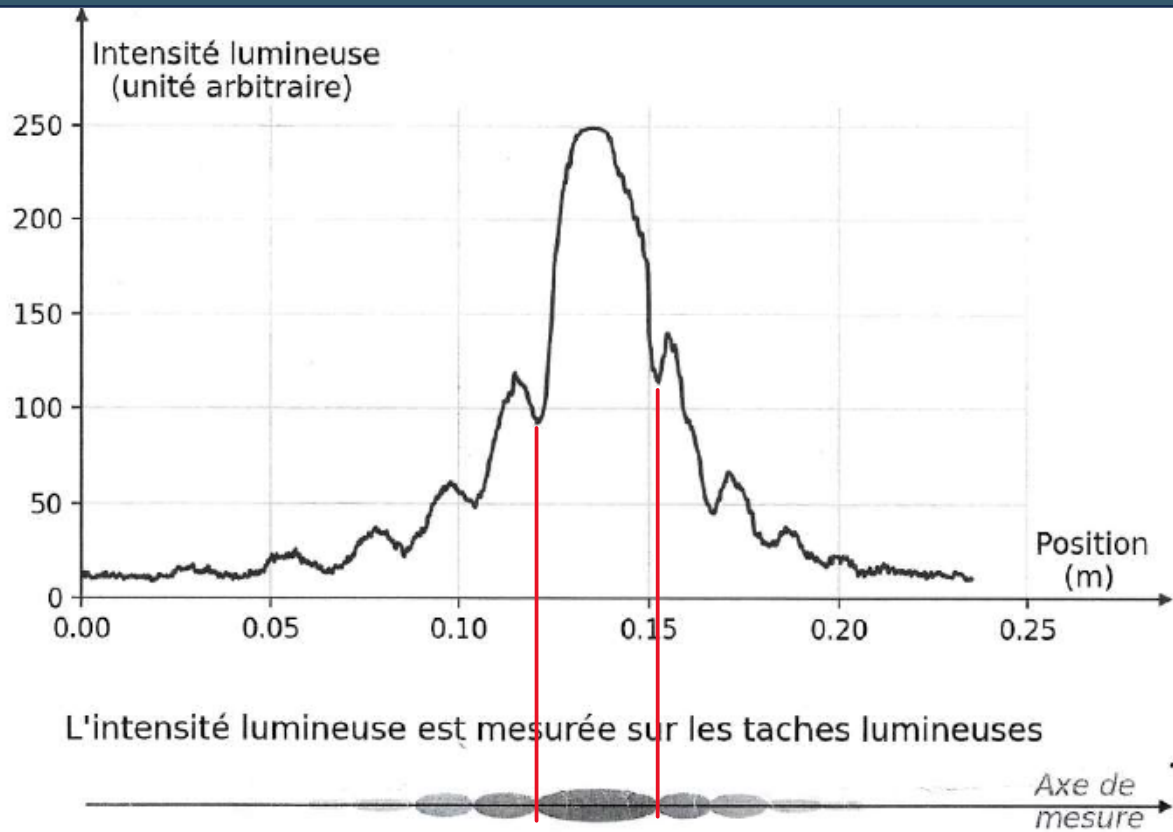
Ainsi $\theta = \frac{L}{2D}$

Q5. D'une part $\theta = \frac{L}{2D}$ et d'autre part $\theta = \frac{\lambda}{a}$

$$\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a}$$

$$a = \frac{2\lambda D}{L}$$

Q6.



Sur la figure 5, on mesure une largeur L de la tache centrale de 3,4 cm.

Q7. Appliquons la relation établie à la question 5.

$$a = \frac{2\lambda D}{L}$$

$$a = \frac{2 \times 532.10^{-9} \times 2,00}{0,034}$$

$$a = 6,3.10^{-5} \text{ m}$$

L'intervalle entre la goutte et la plaque est de 63 μm .