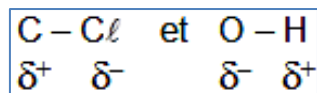


1. Étude de la transformation chimique

1.1. (0,25 pt) **Electronégativité de la liaison C-Cl** : L'atome le plus électronégatif attire davantage les électrons partagés de la liaison, il est porteur d'une charge partielle négative ; l'autre atome est porteur d'une charge partielle positive.

(0,25 pt) 1.2. **À l'aide des formules de Lewis de l'eau et du 2-chloro-2-méthylpropane données précédemment, identifier les sites donneurs et accepteurs d'électrons pouvant être mis en jeu dans cette réaction.** On a :



1.2. (0,5 pt) **Sites donneurs et accepteurs d'électrons pouvant être mis en jeu dans cette réaction.**

On peut envisager que l'atome de carbone central du 2-chloro-2-méthylpropane soit un site accepteur de doublet d'électrons, et que l'atome d'oxygène de l'eau soit un donneur de doublet d'électrons.

1.3. (0,5 pt) 1.3. **La réaction chimique entre l'eau et le 2-chloro-2-méthylpropane peut conduire à deux produits par une substitution ou une élimination. Attribuer à chaque molécule représentée ci-dessous, le type de réaction, en le justifiant.**

Le produit P1 résulte d'une réaction de substitution, en effet l'atome de chlore du 2-chloro-2-méthylpropane a été substitué par un groupe hydroxyle OH.

Le produit P2 résulte d'une réaction d'élimination.

1.4. **A partir du spectre IR fourni sur le document 1, indiquer la présence ou l'absence de chaque groupe caractéristique mentionné dans le tableau ci-dessous.**

Groupe	O - H ⁽¹⁾	C - H ⁽²⁾	C - H ⁽³⁾	C = C
Nombre d'onde (cm ⁻¹)	3200 - 3400	3000-3100	2810-3000	1620 - 1680

- (1) Alcool avec liaisons H
 (2) C lié à une double liaison
 (3) C ayant 4 liaisons covalentes simples.

1.4. (0,75 pt)

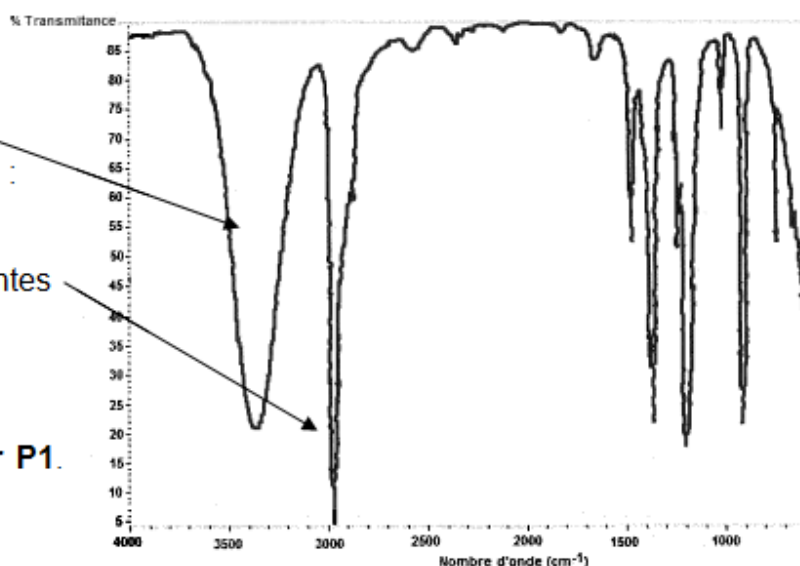
Groupe O - H : **présent**

Groupe C - H, C lié à une double liaison : **absent**

Groupe C - H, C ayant 4 liaisons covalentes **présent**

Groupe C = C : **absent**

La spectroscopie IR permet d'identifier P1.

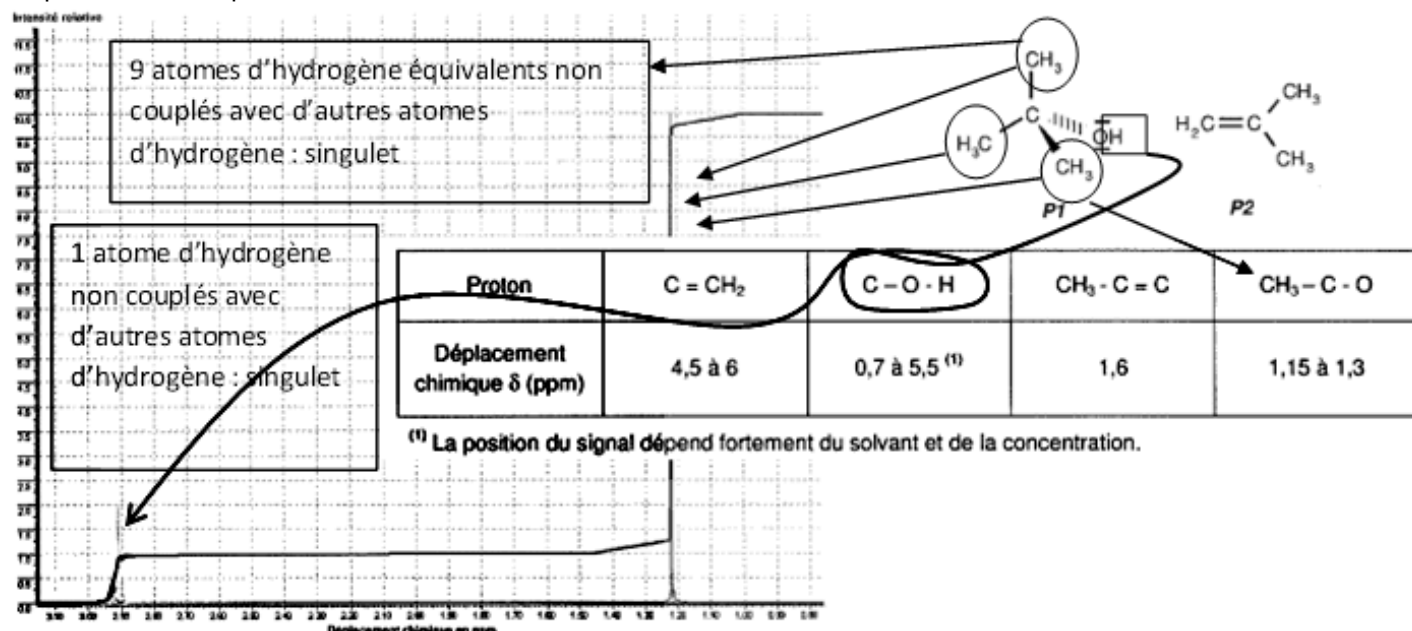


1.5. (0,75 pt) 1.5. **Identifier le produit de réaction P1 ou P2 à partir du spectre de RMN du proton fourni en document 2 de l'annexe 1 et en utilisant éventuellement les résultats de la question 1.4.**

Proton	C = CH ₂	C - O - H	CH ₃ - C = C	CH ₃ - C - O
Déplacement chimique δ (ppm)	4,5 à 6	0,7 à 5,5 ⁽¹⁾	1,6	1,15 à 1,3

⁽¹⁾ La position du signal dépend fortement du solvant et de la concentration.

Le spectre de RMN permet d'identifier P1.



1.6. (0,25 pt) A partir des réponses aux questions 1.3 et 1.5, donner la nature de la réaction étudiée.

Comme le produit de la réaction est P1, la réaction étudiée est une **substitution**.

1.7. (0,25 pt) Justifier qualitativement que cette réaction puisse être suivie par conductimétrie.

Écrivons l'équation de la réaction : $(\text{CH}_3)_3\text{CCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_3)_3\text{COH} + \text{Cl}^- + \text{H}^+$

Au cours de la réaction **des ions apparaissent** dans le milieu réactionnel, ainsi l'augmentation de la conductivité permet de suivre l'avancement de la réaction.

2. Étude de la cinétique de la réaction.

2.1. (0,25 pt) En comparant les expériences A₁, A₂ et A₃ et en justifiant brièvement, indiquer l'influence de la température sur la vitesse de la réaction.

Pour une durée de 1200 s, $\sigma_{A3} > \sigma_{A2} > \sigma_{A1}$ comme $\sigma = k \cdot x$ on en déduit que $x_{A3} > x_{A2} > x_{A1}$.

Pour une même durée, plus l'avancement est élevé et plus la vitesse de réaction est grande.

On constate que la vitesse de réaction est plus grande lorsque la température est plus élevée.

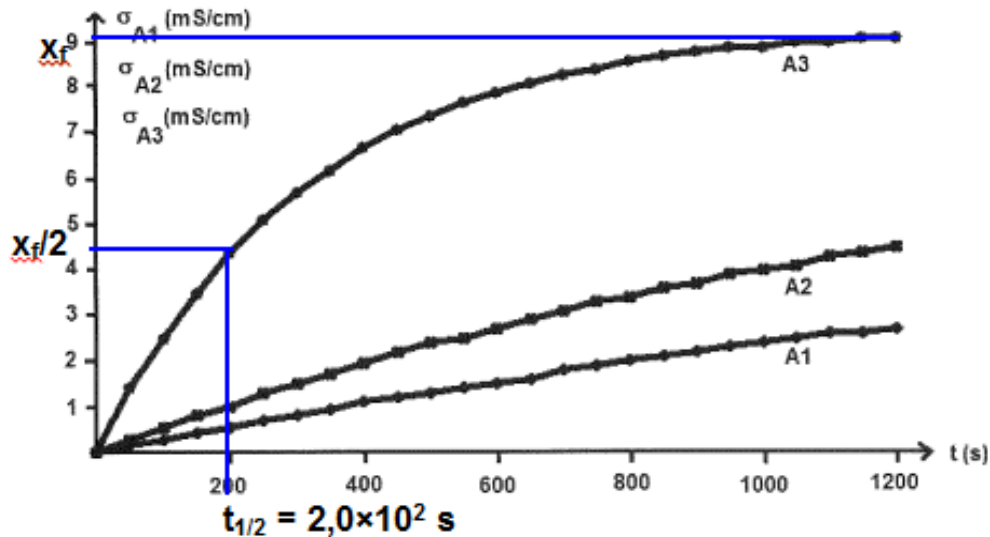
2.2. (0,5 pt) En comparant les expériences A₃ et B, indiquer l'influence de la proportion eau / acétone sur la vitesse de la réaction chimique. Justifier la réponse.

$\sigma_B(t = 1200 \text{ s}) < \sigma_{A3}(t = 1200 \text{ s})$.

La diminution de la proportion eau / acétone (Exp. B) a pour conséquence une diminution de la vitesse de réaction.

2.3. (0,25 pt) Définir le temps de demi-réaction. Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur finale.

2.4. (0,5 pt) Donner la valeur du temps de demi-réaction dans le cas de l'expérience A₃. $t_{1/2} = 2,0 \cdot 10^2 \text{ s}$ (graphe)



3. Cinétique relativiste.

3.1. (0,5 pt) Définir la notion de temps propre.

Le temps propre est la durée mesurée dans le référentiel propre, c'est-à-dire dans le référentiel de l'engin spatial où les événements émission 1 et émission 2 du signal lumineux ont lieu au même endroit.

3.2. (0,25 pt) Indiquer les deux référentiels étudiés ici.

Les deux référentiels étudiés sont le référentiel propre qu'est l'engin spatial et le référentiel lié à la Terre (et aux balises).

3.3. (0,25 pt) Donner les noms de Δt_m et de Δt_p dans la relation $\Delta t_m = \gamma \cdot \Delta t_p$.

Δt_p durée propre et Δt_m durée mesurée.

3.4. (0,25 pt) Dans quels référentiels sont déterminés respectivement Δt_m et Δt_p ?

Δt_p mesurée dans l'engin spatial et Δt_m mesurée dans le référentiel lié à la Terre.

3.5. (0,25 pt) Quel est le nombre suffisant d'horloge(s) qu'il faut utiliser pour mesurer la durée Δt_p

Pour mesurer Δt_p une seule horloge suffit, les événements début de la réaction et $x(t = t_{1/2})$ ont lieu au même endroit.

3.6. Sachant que $\frac{1}{\gamma^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$, calculer γ puis la durée inconnue

$$\frac{1}{\gamma^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{(0,80 \cdot c)^2}{c^2} = 1 - 0,80^2 \quad \text{donc l'inverse : } \gamma^2 = \frac{1}{1 - 0,800^2} \quad \text{soit } \gamma = \sqrt{\frac{1}{1 - 0,800^2}} = 1,7 \quad (0,25 \text{ pt})$$

$$\text{Durée inconnue : } \Delta t_m = \gamma \cdot \Delta t_p \quad \text{soit } \Delta t_m = \sqrt{\frac{1}{1 - 0,800^2}} * 1000 = 1,7 \cdot 10^3 \text{ s.} \quad \text{On a : } \Delta t_m = 1,7 \cdot 10^3 \text{ s.} \quad (0,25 \text{ pt})$$

3.7. (0,25 pt) Comparer Δt_m et Δt_p . Commenter.

$\Delta t_m = 1,7 \cdot 10^3 \text{ s}$ (référentiel lié à la Terre) et $\Delta t_p = 1,0 \cdot 10^3 \text{ s}$ (énoncé : référentiel de la navette). On a donc : $\Delta t_m > \Delta t_p$.

La vitesse du vaisseau spatial est très élevée et proche de celle de la lumière, elle entraîne une dilatation des durées pour un observateur situé dans le référentiel lié à la Terre.

3.8. (0,25 pt) Citer une expérience réaliste qui permet d'observer ce phénomène.

La dilatation des durées est constatée expérimentalement avec des particules cosmiques que sont les muons. Leur durée de vie est plus grande mesurée sur Terre quand dans leur référentiel propre.