

TD 4 — Construire les molécules

1 Entraînement — Application du cours

1.1 Moments dipolaires

La molécule HI présente un moment dipolaire permanent de $1,47 \times 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$; la longueur de la liaison est $1,60 \times 10^{-10} \text{ m}$.

1. Indiquer le sens de polarisation de la molécule.
2. Calculer son caractère ionique partiel. Doit-on s'attendre à une valeur plus élevée ou plus faible dans le cas de HBr ? Expliquer pourquoi.

1.2 Solubilité du diiode dans l'eau

Le tableau ci-dessous indique la solubilité du diiode I_2 dans différents solvants à 20°C :

| Solvant | eau H_2O | éther diéthylique CH_3OCH_3 | tétrachlorométhane CCl_4 |
|---|--------------------------|---|-----------------------------------|
| Solubilité ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) | 0,3 | 180 | 41 |

1. Pour chaque solvant, identifier les interactions pouvant avoir lieu avec le diiode.
2. Expliquer les différences de solubilité observées.

En présence d'ions iodure I^- , le diiode forme des ions triiodure I_3^- . La solubilité des ions triiodure dans l'eau est très largement supérieure à celle du diiode.

3. Proposer une représentation de Lewis pour l'ion triiodure, puis donner sa structure dans le modèle VSEPR.
4. Justifier la solubilité très importante des ions triiodure dans l'eau.

1.3 Ozone (d'après Concours Agro-Véto, filière TB)

La molécule d'ozone a pour formule brute O_3 .

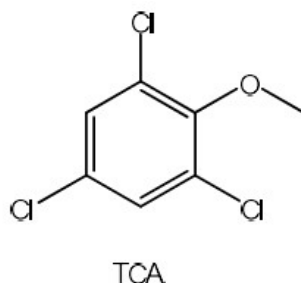
1. Proposer deux formules mésomères de la molécule d'ozone sachant que cette molécule n'est pas cyclique.
2. Donner la représentation spatiale de cette molécule en utilisant la théorie VSEPR et nommer sa géométrie.

3. Expérimentalement on détermine un angle de liaison de $116,8^\circ$. Est-il cohérent avec la géométrie déduite du modèle VSEPR de l'ozone ? Interpréter une éventuelle distorsion.
4. À combien de longueurs de liaisons différentes doit-on s'attendre pour la molécule d'ozone ?
5. La molécule d'ozone est-elle polaire ? Si oui, indiquer le sens et la direction du moment dipolaire permanent $\vec{\mu}$ de cette molécule.
- 6.
7. L'ozone et le dioxygène sont deux variétés allotropiques de l'oxygène. À 0°C et sous 1 bar, ces deux espèces chimiques sont gazeuses. Dans ces conditions de température et de pression, les solubilités dans l'eau de ces deux espèces sont : dioxygène : $15\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; ozone : $1,1\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.
 - (a) Exprimer les solubilités données en $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
 - (b) Interpréter cette différence.

2 Exercices intermédiaires

2.1 Goût de bouchon (d'après concours Agro-Véto 2015, filière TB)

Le goût de bouchon est la hantise des amateurs de vin. C'est la molécule de 2,4,6-trichloroanisole (TCA) qui est responsable la plupart du temps de ce goût de moisi qui rend le vin inconsommable.





Afin de se débarrasser du TCA, une technique consiste à l'extraire des bouchons par le dioxyde de carbone à l'état supercritique. Du dioxyde de carbone gazeux est amené dans un état supercritique dans lequel on laisse les bouchons macérer, afin que le dioxyde de carbone supercritique extraie le TCA. Après filtration, on recueille les bouchons propres. Le TCA est séparé du dioxyde de carbone supercritique en réalisant une détente du fluide qui repasse à l'état gazeux. Le dioxyde de carbone est ensuite recyclé.

1. Écrire la formule de Lewis du dioxyde de carbone et prévoir sa géométrie à l'aide du modèle VSEPR.
2. Rappeler la définition de l'électronégativité et indiquer comment elle évolue dans une ligne de la classification périodique. La molécule de CO_2 est-elle polaire ou apolaire ? Justifier.

3. Expliquer pourquoi le dioxyde de carbone à l'état supercritique est un bon solvant d'extraction du TCA. Citer deux avantages qu'il présente par rapport à d'autres solvants d'extraction classiques comme le diéthyléther (Et-O-Et) ou le dichlorométhane (CH_2Cl_2).

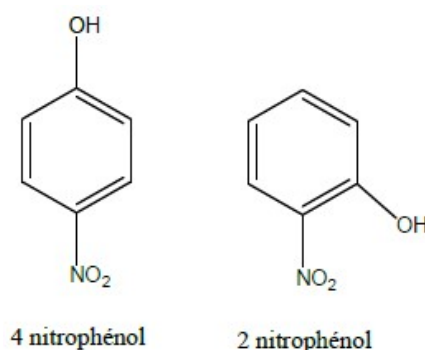
Pictogrammes représentés sur :

| une bouteille de diéthyléther | une bouteille de dichlorométhane |
|---|--|
|  |  |

2.2 Le 2-nitrophénol

Le 2-nitrophénol, de température de fusion de $44\text{ }^{\circ}\text{C}$ et de température d'ébullition de $215\text{ }^{\circ}\text{C}$ est très peu soluble dans l'eau : $2\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Le 4-nitrophénol, de température de fusion de $114\text{ }^{\circ}\text{C}$ et se sublimant vers $280\text{ }^{\circ}\text{C}$ est modérément soluble dans l'eau : $16\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

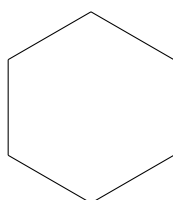


Après avoir donné une représentation de Lewis de ces deux molécules en respectant les angles de liaison, interpréter les différences de températures de changement d'état ainsi que la différence de solubilité dans l'eau.

3 Approfondissement — Résolution de problèmes

3.1 Extraction liquide-liquide

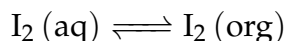
On réalise l'extraction de diiode dissous dans l'eau par du cyclohexane, dont la formule topologique est donnée ci-dessous.



cyclohexane

1. Justifier que le cyclohexane soit non miscible à l'eau.
2. Justifier que le diiode soit beaucoup plus soluble dans le cyclohexane que dans l'eau.
3. Faire le schéma légendé de l'expérience, sachant que le cyclohexane a une densité de 0,78 à 25 °C.
4. Partage

On appelle coefficient de partage la constante d'équilibre de la réaction :



où $\text{I}_2(\text{aq})$ désigne le diiode dissous dans l'eau et $\text{I}_2(\text{org})$ le diiode dissous dans le cyclohexane.

Sa valeur numérique est $K = 8,0$ à 25 °C. On utilise une phase aqueuse initiale S_0 à $C_0 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en diiode.

- 4.1. On réalise l'extraction d'un volume $V_0 = 100 \text{ mL}$ de S_0 par un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ de phase organique.

Calculer la quantité de matière extraite ainsi que la quantité de matière restante en phase aqueuse.

- 4.2. On reprend un volume V_0 de S_0 et on extrait cette fois par un volume $V_1/2$ de phase organique. On sépare les deux phases. La phase aqueuse est à nouveau extraite par un volume $V_1/2$ de phase organique.

Calculer la quantité de matière totale extraite. La comparer à celle de la question précédente. Conclure.