TD 13 Molécules et solvants

Questions de cours

En vérifiant que vous savez répondre à ces questions, vous contrôlez votre apprentissage du cours.

- ⇝ Définir une liaison covalente et donner l'ordre de grandeur de la longueur et de l'énergie d'une telle liaison.
- ⇝ Quel est le but de la représentation de Lewis ? Comment représente-t-on les différents types de remplissage des orbitales ?
- ⇝ Que peut-on dire de la géométrie d'une molécule relativement à son énergie ?
- ⇝ Comment évolue l'électronégativité au sein d'une période dans la classification ? Au sein d'une famille ?
- ⇝ Définir une molécule polaire. Représenter le moment dipolaire d'une molécule polaire A-B dans le cas où A est plus électronégatif que B. Quelle est l'unité du moment dipolaire d'une liaison ?
- ⇝ Quels sont les deux types d'interactions intermoléculaires ? Quelle est la plus forte ? Donner des ordres de grandeurs énergétiques.
- ⇝ Qu'est-ce que la polarisabilité d'une molécule ? Comment évolue l'intensité des interactions intermoléculaires avec la polarité et la polarisabilité des molécules ?
- ⇝ Quelles sont les conséquences des interactions intermoléculaires sur les températures de changement d'état d'une espèce chimique ?
- ⇝ Quelles sont les conséquences des interactions intermoléculaires sur la miscibilité ou la non-miscibilité de deux solvants ?
- ⇝ Quelles sont les conséquences des interactions intermoléculaires sur la solubilité d'un soluté dans un solvant ?

Savoir-faire

Ces exercices sont à savoir résoudre en priorité. Ne passez pas aux exercices suivants sans avoir compris la correction de ceux-ci.

Savoir-faire 1 : Établir la structure de Lewis d'une molécule ou d'un ion polyatomique

Représenter la formule de Lewis pour le dioxyde de carbone CO_2, le sulfure d'hydrogène H_2S et la phosphine PH_3.

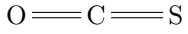
Même question pour l'ozone O_3 et le monoxyde de carbone CO.

Même question pour NH_4^+, SO_4^{2-} et NO_3^-.

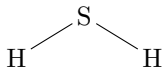
Savoir-faire 2 : Déterminer la polarité de molécules

Préciser la direction et le sens du moment dipolaire de chacune des molécules suivantes. Pour schématiser la géométrie de la molécule, seuls les doublets liants ont été représentés (représentation de Cram), en omettant les éventuels doublets non liants et les lacunes électroniques.

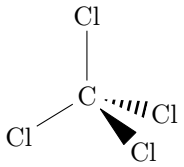
1 - OCS



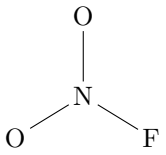
2 - H_2S



3 - CCl_4



4 - NO_2F



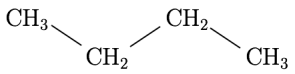
Données : Sur l'échelle de Pauling, $\chi(H) = 2,2$, $\chi(C) = 2,6$, $\chi(N) = 3,0$, $\chi(O) = 3,4$, $\chi(F) = 4,0$, $\chi(S) = 2,6$, $\chi(Cl) = 3,2$.

Savoir-faire 3 : Expliquer les différences de températures de changement d'état

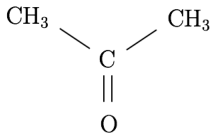
1/ Expliquer les différences de température de vaporisation entre ces trois gaz.

Gaz	H_2	CH_4	C_2H_6
θ_{vap} (°C)	-253	-162	-89

2/ Expliquer les différences de changement d'état entre les deux espèces chimiques suivantes.



Butane
T_{fus} = - 138°C
$T_{éb}$ = - 0,5°C

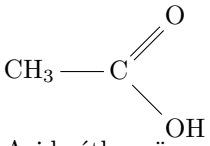


Acétone
T_{fus} = - 95°C
$T_{éb}$ = 56°C

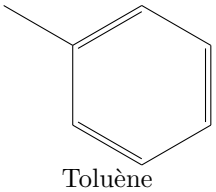
Savoir-faire 4 : Expliquer les différences de miscibilité

Expliquer pour l'eau et l'acide éthanoïque sont miscibles, alors que l'eau et le toluène ne le sont pas.

On donne la formule semi-développée de l'acide éthanoïque et la formule topologique du toluène :



Acide éthanoïque



Toluène

Les Incontournables

Ces exercices sont classiques et doivent être maîtrisés avant d'aller plus loin.

Exercice 1 : Schémas de Lewis moins simples

Construire les schémas de Lewis des entités suivantes.

1/ Le borane BH_3.

2/ Acide phosphorique H_3PO_4 : le phosphore est central, et tous les hydrogènes sont liés à des oxygènes. Le schéma de Lewis ne fait apparaître aucune charge formelle.

3/ Benzène C_6H_6 : formule cyclique.

4/ Ion hydrogénocarbonate HCO_3^- : pas de liaison O —— O, l'hydrogène est fixé sur un oxygène.

5/ Nitrométhane CH_3NO_2 : l'atome d'azote est lié aux deux atomes d'oxygène et à l'atome de carbone, tous les atomes d'hydrogène sont liés à l'atome de carbone.

6/ Ion cyanure CN^-.

Exercice 2 : Sulfure d'hydrogène

1/ Représenter la structure de Lewis de la molécule de sulfure d'hydrogène H_2S et de celle d'eau H_2O.

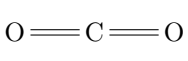
2/ Le moment dipolaire du sulfure d'hydrogène vaut $0,96$ D tandis que celui de l'eau vaut $1,85$ D. Expliquer pourquoi.

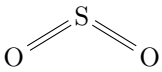
3/ La température de fusion du sulfure d'hydrogène est de -86 °C et sa température d'ébullition est de -61 °C. Comparer à celles de l'eau. Qu'en dites-vous ?

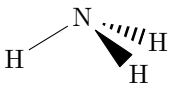
Exercice 3 : Solubilité

Interpréter la différence de solubilité dans l'eau à température ambiante des trois composés gazeux suivants :

Gaz	CO_2	SO_2	NH_3
s (mol · L^{-1})	$3,8.10^{-2}$	1,77	31,1







Pour s'Entraîner

Ces exercices sont un peu plus étoffés et permettent d'approfondir la maîtrise des outils abordés jusqu'alors.

Exercice 4 : Différents enchaînements des atomes C, N et O

L'enchaînement des atomes diffère dans l'ion cyanate NCO^- et l'ion fulminate CNO^-.

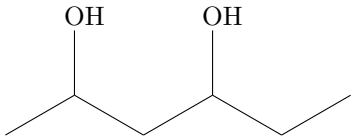
1/ Proposer un schéma de Lewis pour chacune des ces deux espèces.

2/ Alors que l'ion cyanate forme des composés ioniques stables avec de nombreux cations métalliques, l'ion fulminate forme des composés instables, dont certains sont explosifs. Proposer une explication.

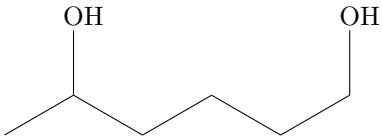
3/ L'ion NOC^- n'existe pas. Proposer une explication.

Exercice 5 : Isomères de position

Expliquer la différence de température d'ébullition sous 1 bar des deux isomères de position que sont l'hexane-2,4-diol et l'hexane-2,6-diol.



hexane-2,4-diol
$T_{éb} = 188$ °C



hexane-2,6 -diol
$T_{éb} = 238$ °C

Devoir-Maison : Chimie du Brome

Cet exercice est un premier pas vers le travail du devoir surveillé. Assurez-vous que vos réponses manifestent d'une maîtrise des compétences données ci-après.

Composés interhalogénés

1/ Avec le fluor, le brome forme diverses molécules de type BrFn, avec n inférieur ou égal à 6. Préciser les valeurs de n possibles en justifiant.

2/ Donner une représentation de Lewis pour l'ion BrF_2^+. Est-ce un cation ou un anion ?

Composés oxygénés et oxoacides

On étudie l'oxyde de brome Br_2O.

3/ Donner sa formule de Lewis.

4/ Sachant que cette molécule a la même géométrie qu'une molécule d'eau, est-elle polaire ?

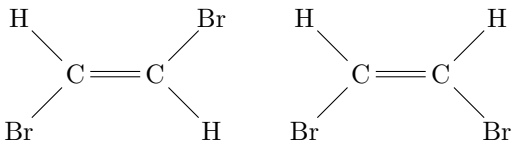
Parmi les oxoacides, les plus importants sont HOBr et HO_3Br.

5/ Sachant que l'atome de brome est central dans la molécule et que l'hydrogène est lié à un oxygène, écrire la structure de Lewis de HO_3Br.

6/ En déduire les trois formules mésomères de l'ion bromate BrO_3^-.

Composés organiques

Le 1,2-dibromoéthène BrHC=CHBr présente deux isomères **A** et **B**.



Ces molécules sont planes et les angles formés par les atomes de brome, d'hydrogène et de carbone valent 120°. On donne $\chi(Cl) > \chi(C) > \chi(H)$.

7/ Placer les doublets non-liants pour compléter les schémas de Lewis donnés ci-dessus.

8/ Sachant que seules les liaisons C−Br présentent un moment dipolaire permanent $\vec{\mu}_0$, identifier **A** et **B** sachant que $\vec{\mu}_A = \vec{0}$ et $\vec{\mu}_B \neq \vec{0}$.

9/ Sachant que $\mu_B = 1,1$ D (avec 1 Debye $= \dfrac{1}{3.10^{-29}}$ C $\cdot$ m^{-1}) et en considérant que les liaisons C$-$H ne jouent pas dans le moment dipolaire de la molécule B, estimer μ_0 le moment dipolaire de la liaison C$-$Br, puis calculer le pourcentage de caractère ionique δ de cette liaison si sa longueur est de 194 pm.
On pourra utiliser ici le fait que le moment dipolaire d'une liaison vaut, en norme, $\mu = \delta e \times \ell$ avec δ le pourcentage de caractère ionique de la liaison, e la charge électrique élémentaire et ℓ la longueur de la liaison.

10/ On mesure les températures d'ébullition $T_A = 108$°C et $T_B = 112,5$°C de ces deux espèces. Expliquer cette différence.