

De la structure des entités chimiques à leur propriétés physiques macroscopiques

Travaux Dirigés

Exemples de questions de 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 ? Donner la représentation de Lewis d'une entité chimique donnée.
- 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 ?
- 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

Données : Electronégativité (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 1 : Établir la configuration électronique d'un atome dans son état fondamental

- Q1.** Écrire la configuration électronique du lithium ($Z = 3$), de l'azote ($Z = 7$), du chlore ($Z = 17$) et du fer ($Z = 26$) dans leur état fondamental.

Savoir-faire 2 : Déterminer les électrons de cœur et de valence

- Q1.** Identifier les électrons de valence et les électrons de cœur dans les configurations trouvées précédemment.
- Q2.** Préciser le nombre d'électrons célibataires en nommant la règle appliquée.

Savoir-faire 3 : Prévoir la formule des ions monoatomiques d'un élément chimique

- Q1.** Trouver les ions monoatomiques formés par le magnésium ($Z=12$) et par le chlore ($Z=17$).
- Q2. Une exception classique :** Le fer ($Z = 26$) présente deux formes ioniques principales : l'ion ferrique avec trois charges positives et l'ion ferreux avec deux charges positives. Donner la configuration électronique de ceux-ci dans leur état fondamental prévue par les règles de Klechkovski. La couche de valence de l'ion ferreux est en réalité $3d^54s^1$ et celle de l'ion ferrique $3d^54s^0$. Expliquer ces différences avec les structures prévues initialement.

Savoir-faire 4 : Identification d'un élément

Un élément a moins de dix-huit électrons et un électron célibataire.

- Q1.** Quelles sont ses configurations possibles ?
- Q2.** Quel est cet élément s'il appartient à la famille de l'indium ${}_{49}In$ et à la période du sodium ${}_{11}Na$?

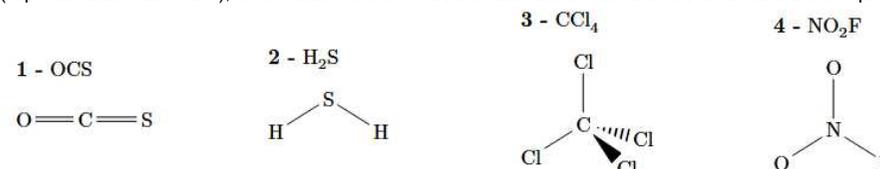
Savoir-faire 5 – Établir la structure de Lewis d'une molécule ou d'un ion polyatomique

- Q1.** Représenter la formule de Lewis pour le dioxyde de carbone CO_2 , le sulfure d'hydrogène H_2S et la phosphine PH_3 .
- Q2.** Même question pour l'ozone O_3 et le monoxyde de carbone CO .
- Q3.** Même question pour NH_4^+ , SO_4^{2-} et NO_3^- .

Savoir-faire 6 : Déterminer la polarité de molécules

- Q1.** 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.

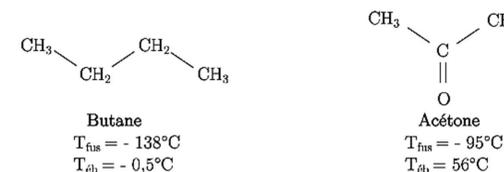


Savoir-faire 7 : Expliquer les différences de températures de changement d'état

- Q1.** Expliquer les différences de température de vaporisation entre ces trois gaz.

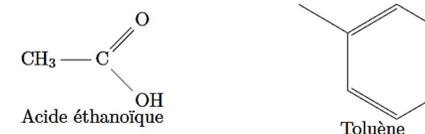
Gaz	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆
θ_{vap} (°C)	-253	-162	-89

- Q2.** Expliquer les différences de changement d'état entre les deux espèces chimiques suivantes :



Savoir-faire 8 : Expliquer les différences de miscibilité

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



- Q1.** Expliquer pour l'eau et l'acide éthanóïque sont miscibles, alors que l'eau et le toluène ne le sont pas.

Exercices incontournables

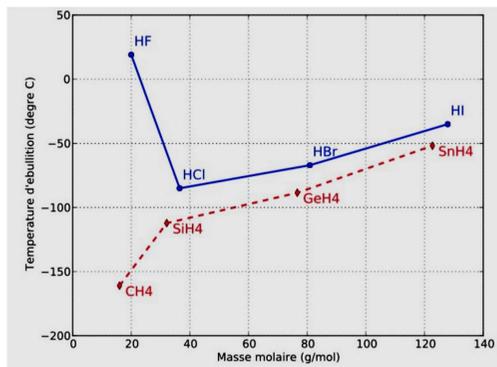
Exercice 1. Schémas de Lewis moins simples

Construire les schémas de Lewis des entités suivantes.

- Q1.** Le borane BH_3 .
- Q2.** 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.
- Q3.** Benzène C_6H_6 : formule cyclique.
- Q4.** Ion hydrogénocarbonate HCO_3^- : pas de liaison $O-O$, l'hydrogène est fixé sur un oxygène.
- Q5.** 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.
- Q6.** Ion cyanure CN^- .

Exercice 2. Température de transition de phase

On représente l'évolution des températures d'ébullition sous une pression de 1 bar des composés hydrogénés des éléments des colonnes 14 et 17 de la classification périodique en fonction de leur masse molaire moléculaire sur la figure ci-contre.

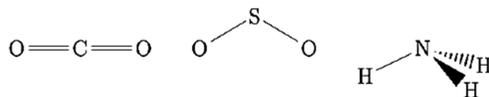


- Q1.** Pourquoi, à période identique, les composés hydrogénés des éléments de la colonne 14 ont-ils une température plus basse que celles halogénures d'hydrogène ?
- Q2.** Pourquoi la température d'ébullition augmente-t-elle de HCl à HI ?
- Q3.** Interpréter l'anomalie apparente observée pour HF .

Exercice 3. Solvants

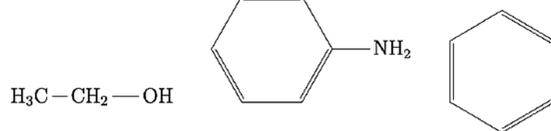
Q1. Interpréter la différence de solubilité dans l'eau à température ambiante des trois composés gazeux suivants :

Gaz	CO_2	SO_2	NH_3
s, en mol/L	$3,8 \times 10^{-2}$	1,77	31,1



Q2. Interpréter la différence de miscibilité à l'eau à température ambiante des trois liquides suivants :

Liquide	Éthanol	Anniline	Benzène
Miscibilité	Totale	36 g/L	Nulle



Exercices d'entraînement

Exercice 4. Monoxyde de carbone (écrit banque PT 2013)

La molécule de monoxyde de carbone est constituée d'un atome d'oxygène et d'un atome de carbone.

- Q1.** Donner la configuration électronique de l'atome d'oxygène ($Z = 8$) puis de l'atome de carbone ($Z = 6$) dans leur état fondamental.
- Q2.** Expliquer pourquoi le carbone est tétravalent.
- Q3.** Quels sont les deux isotopes du carbone les plus répandus sur Terre ? Écrire leur représentation symbolique.
- Q4.** Où se situe l'oxygène dans la classification périodique (ligne, colonne) ?
- Q5.** Citer un élément situé dans la même colonne que l'oxygène.
- Q6.** Proposer une représentation de Lewis possible pour la molécule de monoxyde de carbone en la justifiant par un décompte d'électrons.
- Q7.** Comment évolue l'électronégativité au sein d'une ligne du tableau périodique ?
- Q8.** La formule de Lewis proposée par vos soins est-elle alors en accord avec les électronégativités du carbone et de l'oxygène ?

Exercice 5. Choix de solvant

L'acide benzoïque est utilisé comme conservateur alimentaire dans de nombreuses boissons en particulier les boissons "light" (il apparaît sous le code E210 sur les étiquettes de ces boissons).

On veut extraire l'acide benzoïque d'une boisson au coca à l'aide d'un solvant. On dispose de 4 solvants : dichlorométhane, éthanol, éther et cyclohexane. Dans un livre de chimie, on a trouvé les données suivantes :

Solvant	eau	dichlorométhane	éthanol	éther	cyclohexane
Formule	H_2O	CH_2Cl_2	CH_3CH_2OH	$C_2H_5-O-C_2H_5$	C_6H_{12}
Solubilité de l'acide benzoïque	assez faible	moyenne	bonne	bonne	très faible
densité	1	1,2	0,8	0,6	0,78
Miscibilité avec l'eau	oui	non	oui	non	non
Dangerosité		irritant	facilement inflammable	facilement inflammable	

- Q1.** Pour chaque solvant, indiquer s'il est polaire et/ou protique.
- Q2.** Proposer une interprétation au fait que l'eau et l'éthanol soient miscibles alors que l'éther et l'eau ne le sont pas.
- Q3.** Quel solvant faut-il choisir pour réaliser l'extraction de l'acide benzoïque ?
- Q4.** Proposer un protocole opératoire pour réaliser cette extraction et faire des schémas explicatifs.