

De la structure des entités chimiques à leur propriétés physiques macroscopiques

Travaux Dirigés

Il y a une différence entre connaître le chemin et arpenter le chemin.
J.-D. Leroy (citant Morpheus de Matrix).

Savoir-faire

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 magnésium ($Z = 12$), du chlore ($Z = 17$), du fer ($Z = 26$) et de l'or ($Z = 79$) 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 Klechkowski. 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 – Établir la structure de Lewis d'une molécule ou d'un ion polyatomique

Q1. Proposer des représentations de Lewis pour les atomes : C, H, O, N et I.

Q2. Proposer des représentations de Lewis pour les molécules : I_2 , CH_4 , C_2H_4 , H_2O , NH_3 .

Q3. Proposer une représentation de Lewis des ions suivants : HO^- , NH_4^+ , NO_2^+ , CO_3^{2-} , CN^-

Savoir-faire 5 : Identifier les écarts à la règle de l'octet

Q1. Expliquer que l'on trouve dans la nature des molécules de trioxyde de soufre SO_3 ;

Q2. Expliquer que l'on n'observe par contre pas NCl_5 ;

Q3. Expliquer que l'on observe l'hexafluorure de soufre SF_6 .

Savoir-faire 6 : Prévoir la polarisation d'une liaison à partir des électronégativités comparées des deux atomes mis en jeu.

Données : Électronégativité (échelle de Pauling)

$\chi(H) = 2,2$; $\chi(C) = 2,6$; $\chi(N) = 3,0$; $\chi(O) = 3,4$; $\chi(F) = 4,0$; $\chi(S) = 2,6$; $\chi(Cl) = 3,2$.

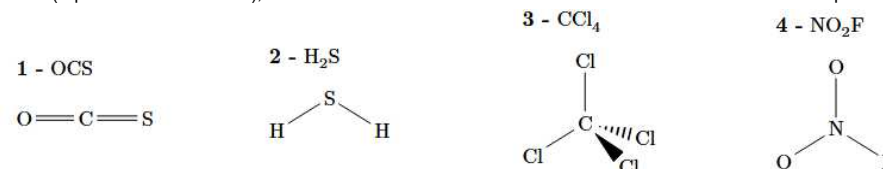
Q1. Déterminer si les liaisons suivantes sont polarisées :

$C - H$, $C - C$, $C - Cl$, $S - H$, $C - O$, $N - O$, $N - F$, $C - S$.

Savoir-faire 7 : Déterminer la polarité de molécules

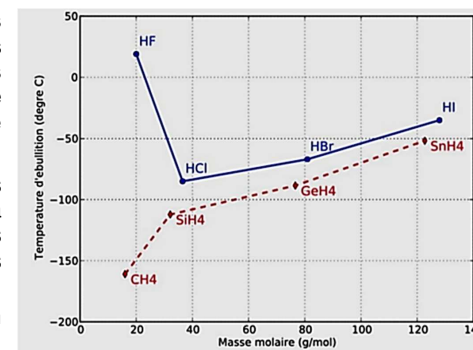
Q2. Préciser la direction et le sens du moment dipolaire de chacune des molécules suivantes.

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 8 : Interpréter l'évolution de températures de changement d'état de corps purs moléculaires

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.



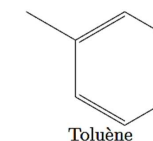
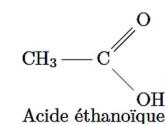
Q1. Pourquoi, à période identique, les composés hydrogénés des éléments de la colonne 14 ont-ils une température plus basse que celles halogénures d'hydrogène ?

Q2. Pourquoi la température d'ébullition augmente-t-elle de HCl à HI ?

Q3. Interpréter l'anomalie apparente observée pour HF .

Savoir-faire 9 : Expliquer les différences de miscibilité

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



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

Exercices incontournables

Exercice 1. Schémas de Lewis (★★★)

Q1. Écrire les représentations de Lewis de : Be ($Z = 4$), Na^+ ($Z = 11$), S^{2-} ($Z = 16$), Ca ($Z = 20$), Si ($Z = 14$).

Q2. Construire les schémas de Lewis des entités suivantes :

1) le dichlorométhane CH_2Cl_2

2) le méthylamine CH_3NH_2

3) l'éthane C_2H_6 et l'éthène C_2H_4

7) Nitrométhane CH_3NO_2 (l'atome d'azote est lié aux deux atomes d'oxygène et à l'atome de carbone).

4) le méthanal H_2CO

5) le benzène C_6H_6 (molécule cyclique)

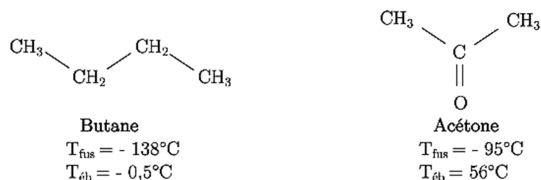
6) l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^-

Exercice 2. Température de transition de phase (★★★)

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

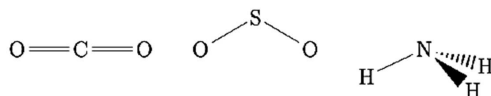
Gaz	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆
θ_{vap} (°C)	-253	-162	-89

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

**Exercice 3. Solvants (★★★)**

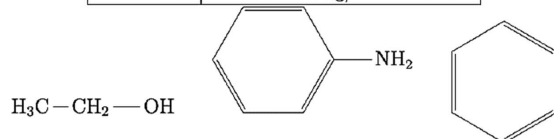
Q1. Interpréter la différence de solubilité dans l'eau à température ambiante des trois composés gazeux suivants :

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

**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 ?

Exercices d'entraînement**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 ₂ O	CH ₂ Cl ₂	CH ₃ CH ₂ OH	C ₂ H ₅ -O-C ₂ H ₅	C ₆ H 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.