

TD 5 - Éléments et molécules

1 Applications

1.1 Masse molaire du fer

On donne les différentes abondances relatives des isotopes de l'élément fer :

${}^{54}_{26}\text{Fe}$	${}^{56}_{26}\text{Fe}$	${}^{57}_{26}\text{Fe}$	${}^{58}_{26}\text{Fe}$	${}^{60}_{26}\text{Fe}$
5,845 (35) %	91,754 (36) %	2,119 (10) %	0,282 (4) %	traces

1. Donner la signification de chacun des nombres accolés ci-dessus au symbole Fe, pour chaque isotope.
2. La masse atomique exacte du fer est de 55,847 g/mol. Expliquer.

1.2 Monoxyde de carbone (d'après banque PT 2013)

La molécule de monoxyde de carbone est constituée d'un atome d'oxygène ($Z = 8$) et d'un atome de carbone ($Z = 6$).

1. Où se situe le carbone dans la classification périodique (ligne, colonne) ?
2. Expliquer pourquoi le carbone est tétravalent.
3. Quels sont les deux isotopes du carbone les plus répandus sur Terre ? Écrire leur représentation symbolique.
4. Où se situe l'oxygène dans la classification périodique (ligne, colonne) ?
5. Citer un élément situé dans la même colonne que l'oxygène.
6. Proposer une représentation possible de Lewis pour la molécule de monoxyde de carbone.
7. Comment évolue l'électronégativité d'un élément au sein d'une ligne du tableau périodique ?

1.3 Propriétés de quelques oxydes

On considère les oxydes de quatre éléments appartenant à la quatrième période : l'oxyde de dipotassium K_2O , l'oxyde de calcium CaO , l'oxyde de zinc ZnO et le dioxyde de sélénium SeO_2 .

1. Rechercher les éléments K, Ca, Zn et Se dans le tableau périodique. À quels blocs appartiennent-ils ?
2. Écrire les équations des réactions de formations de ces oxydes à partir des corps simples correspondants.

Les oxydes de dipotassium, de calcium ainsi que le dioxyde de sélénium sont solubles dans l'eau. Ces oxydes sont respectivement basiques pour les deux premiers et acide pour le dernier.

3. Ces résultats sont-ils en accord avec la position de ces éléments dans la classification ?
4. Écrire les réactions des réactions de ces oxydes avec l'eau.

L'oxyde de zinc n'est pas soluble dans l'eau. Cependant il est soluble dans une solution d'acide chlorhydrique (avec formation de l'ion zinc (II) Zn^{2+}) et aussi dans une solution d'hydroxyde de sodium (avec formation d'ion tétrahydroxydezincate $\text{Zn}(\text{OH})_2^{4-}$). On dit pour cela que c'est un oxyde amphotère.

5. Rappeler ce qu'est un amphotère.
6. Écrire les équations de ces réactions de dissolution de l'oxyde de zinc dans les solutions d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium.

1.4 Structure de Lewis, configuration spatiale et polarité

Écrire les structures de Lewis des molécules suivantes avant de préciser si ces molécules sont polaires ou non. Décrire ensuite les types de liaisons susceptibles de se former avec ces molécules.

1. Ammoniac : NH_3 , hydroxylamine : NH_2OH ; Chlorure de nitrosyle : ClNO ; Acide nitrique : HNO_3 .
Indication : Dans tous ces édifices, l'azote est l'atome central. Préciser s'il y a lieu les charges formelles.
2. Eau : H_2O ; Peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée) H_2O_2
3. Pentane : $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$; Pentan-1-ol : $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{OH}$.
4. Dioxyde de carbone : CO_2

1.5 Nombre d'oxydation et structure de Lewis

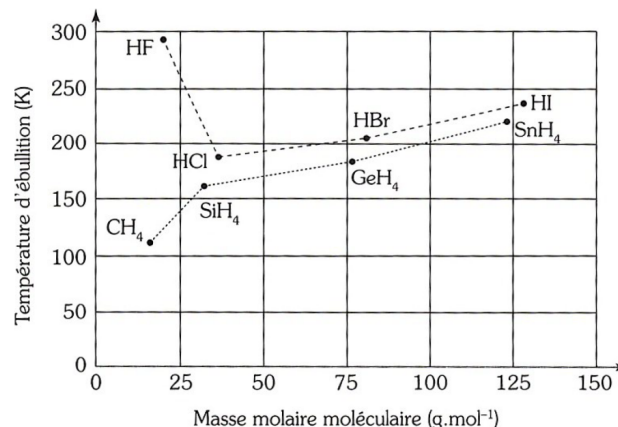
Déterminer le nombre d'oxydation des éléments et, lorsqu'ils forment des liaisons avec d'autres éléments, la structure de Lewis de des espèces chimiques suivantes :

sodium Na ⁺	ferreux Fe ²⁺	ferrique Fe ³⁺	cuivreux Cu ⁺	cuivrique Cu ²⁺	stannique Sn ⁴⁺	stanneux Sn ²⁺	hydroxyde HO ⁻	oxonium H ₃ O ⁺	ammonium NH ₄ ⁺	nitronium NO ₂ ⁺
nitrate NO ₃ ⁻	carbonate CO ₃ ²⁻	phosphate PO ₄ ³⁻	permanganate MnO ₄ ⁻	dichromate Cr ₂ O ₇ ²⁻	sulfate SO ₄ ²⁻	thiosulfate S ₂ O ₃ ²⁻	tétrathionate S ₄ O ₆ ²⁻	chlorate ClO ₃ ⁻	perchlorate ClO ₄ ⁻	
hydrogencarbonate HCO ₃ ⁻	acide carbonique H ₂ CO ₃	acide sulfurique H ₂ SO ₄	acide sulfureux H ₂ SO ₃	acide sulfureux H ₂ SO ₃	nitrite NO ₂ ⁻	sulfite SO ₃ ²⁻	nitrite NO ₂ ⁻	acide phosphorique H ₃ PO ₄		
		cyanure CN ⁻	sulfure S ²⁻	chlorure Cl ⁻	chlorite ClO ₂ ⁻					
	ammoniac NH ₃	peroxyde d'hydrogène H ₂ O ₂	eau H ₂ O	dioxygène O ₂	dioxyde de carbone CO ₂	dihydrogène H ₂				

1.6 Interactions entre molécules (d'après Centrale TSI)

La figure ci-contre 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 la masse molaire moléculaire du composé.

- Rappeler le nom de la famille chimique contenue dans la 17e colonne.
- Pourquoi les composés hydrogénés des éléments de la colonne 14 ont-ils des températures d'ébullition plus basse que celles des composés hydrogénés des éléments de la colonne 17?
- Pourquoi la température d'ébullition augmente-t-elle de HCl à HI?
- Interpréter l'anomalie apparente observée par HF.



Des expériences de diffraction électronique mettent en évidence le fait que le fluorure d'hydrogène peut s'associer en polymère (HF)_n. À l'état solide, le fluorure d'hydrogène se présente sous formes de longues chaînes en "zig-zag". À l'état gazeux, on observe principalement les formes suivantes : le monomère HF, le dimère (HF)₂ et l'hexamère (HF)₆.

- Justifier l'existence de structure polymériques (HF)_n, issues de l'association de plusieurs molécules de fluorure d'hydrogène.
- Dans le dimère (HF)₂, les deux liaisons FH ont-elles la même longueur? Proposer une représentation schématique, en justifiant si HFH est linéaire ou coudée (l'expérience donne un angle inférieur à 120°).

1.7 Solubilité et miscibilité

- Donner les structures de Lewis des molécules du tableau ci-dessous et interpréter la différence de solubilité entre ces molécules dans l'eau.

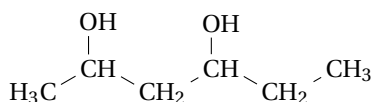
Gaz	CO ₂	SO ₂	NH ₃
solubilité dans l'eau à 0°C (en mol/L)	3,8 × 10 ⁻²	1,77	31,1

- Classer par ordre croissant de solubilité dans l'eau : l'acide formique (méthanoïque) CH₃COOH, le chlorométhane ClCH₃ et le méthanal CH₂O.
- Pour chacun des corps purs ci-dessous, indiquer les interactions responsables de la cohésion et s'il y en a plusieurs, préciser celle qui est la plus importante. Justifier l'évolution observée.

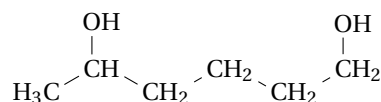
Corps pur	Butan-1-ol CH ₃ -(CH ₂) ₃ -OH	Pentan-1-ol CH ₃ -(CH ₂) ₄ -OH	Éther diéthylique CH ₃ -CH ₂ -O-CH ₂ -CH ₃
T ébullition (°C)	117	138	35

1.8 Isomère 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.



$$T_{\text{éb}} = 188^\circ\text{C}$$



$$T_{\text{éb}} = 238^\circ\text{C}$$