



## TD 1 – Structure électronique de la matière

### Ce qu'il faut savoir et savoir faire

- Citer les ordres de grandeur de longueurs et d'énergies de liaisons covalentes.
- Déterminer, pour les éléments des blocs s et p, le nombre d'électrons de valence d'un atome à partir de la position de l'élément dans le tableau périodique.
- Liaison covalente localisée.
- Règle de l'octet
- Établir un ou des schémas de Lewis pertinent(s) pour les éléments des blocs s et p.
- Identifier les écarts à la règle de l'octet.
- Électronégativité : liaison polarisée, moment dipolaire, molécule polaire.
- Comparer les électronégativités de deux atomes à partir de données ou de leurs positions dans le tableau périodique.
- Prévoir la polarisation d'une liaison à partir des électronégativités comparées des deux atomes mis en jeu.
- Associer qualitativement la géométrie d'une entité à une minimisation de son énergie.
- Relier l'existence ou non d'un moment dipolaire permanent à la structure géométrique donnée d'une molécule.
- Déterminer direction et sens du vecteur moment dipolaire d'une liaison ou d'une molécule de géométrie donnée.

*J'apprends mon cours : Questions de cours, exercices 1, 2, 4*

### Questions de cours

- Q1.** Énoncer la règle de l'octet.
- Q2.** Expliquer, en prenant l'exemple d'une molécule diatomique AB l'origine de la polarité d'une liaison. En posant les grandeurs nécessaires, donner l'expression du moment dipolaire électrique de la molécule AB.

### Exercices

*Vous devrez utiliser la classification périodique pour déterminer les nombres d'électrons de valence.*

#### Exercice 1 : Schéma de Lewis, on s'entraîne

★★★

- ✓ Schéma de Lewis
- ✓ Écarts à la règle de l'octet

Donner les schémas de Lewis des molécules suivantes : méthane  $CH_4$ , ion azoture  $N_3^-$ , eau oxygénée  $H_2O_2$ , ion nitrate  $NO_3^-$ , ion fulminate  $CNO^-$ , méthylamine  $CH_3NH_2$ , chlorure de magnésium  $MgCl_2$ , radical  $CH_3$ , dioxyde soufre  $SO_2$ , ion thiosulfate  $S_2O_3^{2-}$ , ion phosphate  $PO_4^{3-}$ .

**Exercice 2 : Composés azotés**

★★★

- ✓ Schéma de Lewis
- ✓ Écarts à la règle de l'octet

La synthèse de l'acide nitrique  $\text{HNO}_3$  fait notamment intervenir les espèces chimiques  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  et  $\text{HNO}_2$ .

- 1) Proposer une représentation de Lewis de chaque espèce, sachant qu'aucune d'entre elles ne fait intervenir de liaison  $\text{O} - \text{O}$ . Quelle propriété particulière possèdent  $\text{NO}$  et  $\text{NO}_2$  ?
- 2) L'anhydride nitreux  $\text{N}_2\text{O}_3$  est un composé instable. À température ambiante, il se décompose en  $\text{NO}$  et  $\text{NO}_2$ . En déduire une représentation de Lewis de l'anhydride nitreux.
- 3) L'acide nitrique est ensuite utilisé pour synthétiser du nitrate d'ammonium, de formule brute  $\text{N}_2\text{O}_3\text{H}_4$ , par réaction avec l'ammoniac  $\text{NH}_3$ . Donner la représentation de Lewis de l'ammoniac.
- 4) La manipulation du nitrate d'ammonium doit se faire avec précaution, car sa décomposition thermique produit un gaz enivrant, le protoxyde d'azote  $\text{N}_2\text{O}$ , connu sous le nom de « gaz hilarant ». Sachant que sa structure repose sur un enchaînement  $\text{N} - \text{N} - \text{O}$ , donner la représentation de Lewis du protoxyde d'azote.

**Exercice 3 : Polarité d'une molécule**

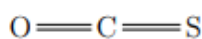
★★★

- ✓ Moment dipolaire d'une liaison
- ✓ Moment dipolaire d'une molécule

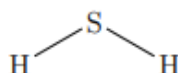
Préciser si les molécules suivantes sont apolaires ou polaires. Dans ce dernier cas, préciser direction et le sens du moment dipolaire de chacun des édifices suivants. Pour schématiser la géométrie de la molécule, seuls les doublets liants ont été représentés. On donne les électronégativités dans l'échelle de Pauling :

Élément	H	C	N	O	F	S	Cl
$\chi$	2.2	2.6	3.0	3.4	4.0	2.6	3.2

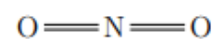
OCS



$\text{H}_2\text{S}$



$\text{NO}_2^+$



**Exercice 4 : Le monoxyde d'azote**

★★★

- ✓ Schéma de Lewis
- ✓ Moment dipolaire d'une liaison
- ✓ Moment dipolaire d'une molécule

Le monoxyde de carbone, de formule brute  $\text{CO}$ , est à l'état gazeux dans les conditions normales de température et de pression. Il s'agit d'un gaz incolore, inodore et très toxique pour les mammifères. Chez l'être humain, il est la cause d'intoxications domestiques fréquentes, parfois mortelles. Son émanation provient d'une combustion incomplète de composés carbonés. Il apparaît comme un gaz impliqué de façon majeure dans les effets néfastes de la pollution atmosphérique.

- 1) Proposer un schéma de Lewis pour le monoxyde de carbone.
- 2) La distribution des charges formelles est-elle en accord avec les différences d'électronégativité ?

- On mesure la norme du moment dipolaire de la molécule  $CO$  :  $\mu = 0,146 D$ . Représenter le moment dipolaire de la molécule  $CO$  avec les conventions habituelles.
- On note la charge  $q$  ou  $-q$  portée par chaque atome sous la forme d'une fraction  $\delta$  de la charge élémentaire  $e$  :  $q = \delta.e$ . Calculer le pourcentage ionique  $\delta$  de la liaison  $CO$ . Commenter.

**Données :**

Longueurs de liaison covalente en pm	Liaison	C-O	C=O	C≡O
	Longueur d(pm)	143	122	112

Charge élémentaire :  $e = 1,6.10^{-19} C$

Unités des moments dipolaires :  $1 D = (1/3).10^{-29} C.m$

**Exercice 5 : Le méthanal**

★★★

- ✓ Schéma de Lewis
- ✓ Moment dipolaire d'une liaison
- ✓ Moment dipolaire d'une molécule

- Donner le schéma de Lewis du méthanal de formule  $H_2CO$ .
- Les moments dipolaires relatifs aux liaisons  $C = O$  et  $C - H$  sont respectivement  $2,3 D$  et  $0,4 D$  dans cette molécule. Sachant que la géométrie de la molécule est triangulaire plane, avec des angles voisins de  $120^\circ$ , calculer le moment dipolaire du méthanal.

**Exercice 6 : Chloroforme et tétrachlorométhane**

★★★

- ✓ Moment dipolaire d'une liaison
- ✓ Moment dipolaire d'une molécule

On donne ci-dessous les représentations spatiales du chloroforme de formule  $CHCl_3$  et du tétrachlorométhane  $CCl_4$ . Ces deux molécules présentent une géométrie tétraédrique.



- Quel est le moment dipolaire de  $CCl_4$  ?
- En vous aidant du résultat précédent, quel moment dipolaire peut-on attribuer au chloroforme sachant que les moments dipolaires des liaisons  $C - H$  et  $C - Cl$  sont  $\mu_{CH} = 0,4 D$  et  $\mu_{CCL} = 1,5 D$  ?