

Exercice 1 :

Instructions :

1. Construire la structure de Lewis des molécules suivantes : H_2O_2 , SO_2 , PCl_5 , SF_6 , CCl_4
2. Calculer les charges formelles pour les ions suivants : NO_3^- , ClO_3^-
3. Utiliser la théorie de Gillespie (VSEPR) pour déterminer la géométrie des molécules suivantes : SF_4 , ClF_3 , XeF_4 . Identifier les angles théoriques et les modifications qualitatives pour chaque molécule (doublet non liant, liaisons multiples, électronégativité)
4. Appliquer les concepts de polarité pour déterminer la polarité des molécules suivantes : H_2O_2 , PCl_5 , CCl_4
5. A quel type de solvant l'acide acétonitrile CH_3CN s'assimile-t-il ? Pour quelles réactions serait-il utilisé ?
6. Généraliser les caractéristiques physico-chimiques d'un solvant (polarité, permittivité diélectrique, caractère protique et caractère aprotique) et l'effet de ces caractéristiques sur la mise en solution d'un soluté dans un solvant.

Réponses :

1. H_2O_2 : O-O-H-H ; SO_2 : S=O-O ; PCl_5 : P-Cl-Cl-Cl-Cl ; SF_6 : S-F-F-F-F-F ; CCl_4 : C-Cl-Cl-Cl-Cl
2. NO_3^- : charge formelle -1 ; ClO_3^- : charge formelle -1
3. SF_4 : géométrie tétraédrique ; ClF_3 : géométrie tétraédrique .
 SF_4 : géométrie tétraédrique avec angles théoriques de 109.5, ClF_3 : géométrie tétraédrique avec angles théoriques de 120, XeF_4 : géométrie tétraédrique avec angles théoriques de 109.5 . SF_4 : angle théorique 109.5, modification qualitative : doublet non liant, ClF_3 : angle théorique 120, modification qualitative : électronégativité, XeF_4 : angle théorique 109.5, modification qualitative : doublet non liant
4. H_2O_2 : molécule polaire, PCl_5 : molécule non polaire, CCl_4 : molécule non polaire
5. Les forces intermoléculaires sont des forces qui s'exercent entre les molécules. Il existe plusieurs types de forces intermoléculaires, notamment les liaisons de Van der Waals et les liaisons hydrogène. Le solvant acétonitrile est un solvant moléculaire polaire, qui possède des propriétés de solvation similaires à celles de l'éthanol et de l'acétone. Il est utilisé dans les réactions organiques et les extractions.
6. Les propriétés physico-chimiques d'un solvant peuvent avoir un impact considérable sur la solubilité d'un soluté dans un solvant. Les propriétés clés à considérer sont la polarité, la permittivité diélectrique, le caractère protique et aprotique. Les solvants polaires ont des propriétés électrostatiques qui les rendent capables de dissoudre des solutés polaires, tandis que les solvants apolaires ont des propriétés électrostatiques qui les rendent capables de dissoudre des solutés apolaires.

Exercice 2 :

Instructions :

1. Pour chaque molécule ou ion suivant, construire sa structure de Lewis et expliquer les règles de stabilité utilisées : NH_4^+ , HNO_3 , ClO_3^- , PCl_5 , CO_3^{2-} .
2. Identifier les acides et les bases de Lewis dans les réactions suivantes :
 - a) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$
 - b) $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$
 - c) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
3. Utiliser la théorie de Gillespie (VSEPR) pour déterminer la géométrie et la polarité des molécules suivantes :
 - a) SF_6
 - b) H_2O_2
 - c) PCl_5
4. Expliquer comment les propriétés d'un solvant (polarité, permittivité diélectrique, caractère protique) affectent la solubilité d'un soluté dans un solvant en utilisant l'exemple suivant : dissolution de l'acétone dans l'eau.

Réponses :

2.a) $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$: NH_3 est une base de Lewis car elle possède un atome d'azote avec une paire d'électrons non liée. HCl est un acide de Lewis car il possède un atome d'hydrogène avec un électron non lié. Il s'agit d'une réaction d'échange d'un proton entre NH_3 et HCl qui forme NH_4Cl (acide salifère) b) $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$: CH_3NH_2 est une base de Lewis car elle possède un atome d'azote avec une paire d'électrons non liée. H_2O est un solvant polaire qui peut donner un ion hydronium H_3O^+ et un ion hydroxide OH^- . Il s'agit d'une réaction d'échange d'un proton entre CH_3NH_2 et H_2O qui forme CH_3NH_3^+ (ion méthylammonium) et OH^- (ion hydroxide). c) $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$: H_2SO_4 est un acide sulfurique qui possède deux atomes d'hydrogène non liés. NH_3 est une base de Lewis car elle possède un atome d'azote avec une paire d'électrons non liée. Il s'agit d'une réaction d'échange de proton entre H_2SO_4 et NH_3 qui forme $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (acide salifère)

3.a) SF_6 : la théorie de Gillespie (VSEPR) montre que SF_6 a une géométrie octaédrique. Il a 6 atomes de liaison, donc il est polaire, car il y a une répartition non symétrique des charges électriques. b) H_2O_2 : la théorie de Gillespie (VSEPR) montre que H_2O_2 a une géométrie linéaire. Il a 2 atomes de liaison symétriques, donc il est apolaire. c) PCl_5 : la théorie de Gillespie (VSEPR) montre que PCl_5 a une géométrie bipyramidale. Il a 5 atomes de liaison symétriques, donc il est apolaire.

4. Les propriétés d'un solvant comme la polarité, la permittivité diélectrique et le caractère protique affectent la solubilité d'un soluté dans un solvant. L'acétone est un soluté non polaire, qui est soluble dans des solvants non polaires comme l'éther. En revanche, l'eau est un solvant polaire, et elle a une forte permittivité diélectrique et un caractère protique qui peuvent attirer les ions et les molécules polarisées. Cela signifie que l'acétone sera peu soluble dans l'eau, car les forces d'attraction entre les

Exercice 5.6 Structure moléculaire

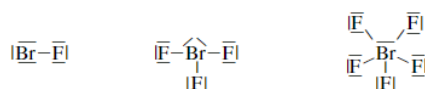
Le brome Br et le fluor F donnent trois composés BrF , BrF_3 et BrF_5 .

- 1) Expliquez la possibilité de leur existence, et décrivez leur structure de Lewis.
- 2) Br et F sont deux éléments de la colonne 17 (Halogènes) et ils ont donc *a priori* des caractères chimiques analogues. Pourtant les composés inverses FBr_3 et FBr_5 n'existent pas. D'autre part, BrF_7 n'existe pas non plus, alors que IF_7 (l'iode I étant aussi un halogène) existe. Quelles raisons peuvent justifier la non-existence de ces trois composés ?

Solution

1) Clairement, ces trois composés correspondent à trois états de valence du brome [Ex. 4.3].

La couche de valence de Br a la configuration ($4s^2, 4p^5$) avec 7 électrons qui peuvent être engagés dans des doublets de liaison ou des doublets libres. De plus, l'atome Br est volumineux, il peut s'entourer de plusieurs atomes et échanger ainsi un grand nombre de liaisons, pouvant conduire à une structure de Lewis s'écartant de la règle de l'octet. Il donne cependant, comme les autres halogènes, des structures ayant un nombre impair de partenaires monovalents afin de construire des édifices à nombre total pair d'électrons. Les formules de Lewis des trois composés avec respectivement 7, 14 et 21 doublets sont donc :



2) Le fluor est un élément de la deuxième période, il respecte toujours la règle de l'octet et ne prendra donc qu'un seul voisin. L'atome I étant encore plus gros que celui de Br pourra s'entourer d'un nombre plus grand de voisins. Il en aura au maximum 7.

F est le plus petit des halogènes, il respecte la règle de l'octet et il est monovalent ; Br est plus petit que I, il peut s'entourer au maximum de 5 voisins.

Exercice 5.18 Géométrie moléculaire

Quelle est la géométrie la plus probable pour la molécule $\text{H}-\text{CO}-\text{CO}-\text{H}$?
Dans cette géométrie, est-elle polaire ?

Pourquoi, ce résultat étant acquis, se pose-t-il encore des questions à propos de la géométrie de cette molécule ?

Chaque moitié de la molécule forme un sous-ensemble plan, mais la liaison simple centrale C-C devrait permettre une rotation de ces deux moitiés l'une par rapport à l'autre. Il se pose donc deux questions :

– La molécule dans son ensemble est-elle plane ?

– Si elle l'est, les deux O et les deux H sont-ils face à face du même côté de l'axe de la molécule (comme ci-dessus), ou de part et d'autre de cet axe ?



Exercice Chauve- Souris