DM 1

Exercice : Théorie VSEPR

La théorie VSEPR, aussi appelée théorie de Gillespie, est un modèle permettant de prédire la géométrie d'une molécule ou d'un ion polyatomique à l'aide de sa représentation de Lewis. Nous allons étudier quelques géométries particulières prédites par ce modèle.

On donne ci-dessous l'électronégativité de différents éléments dans l'échelle de Pauling :

Élément	H	C	N	O
Électronégativité χ	2,20	2,55	3,04	3,44

La molécule de HCN présente une géométrie linéaire dans le cadre de ce modèle : les trois atomes sont alignés sur un même axe.

1. Proposer une représentation de Lewis pour la molécule de HCN.

2. En déduire si cette molécule est polaire ou apolaire.

La molécule de H_2O présente une géométrie coudée dans le cadre de ce modèle : les trois atomes ne sont pas alignés et forment un angle $\alpha = \widehat{HOH}$.

3. Proposer une représentation de Lewis pour la molécule de H_2O.

4. Calculer l'angle α sachant que le moment dipolaire de la molécule de H_2O vaut $p_{H_2O} = 1{,}85\,\text{D}$ et que celui d'une liaison H–O vaut $p_{O\text{–}H} = 1{,}51\,\text{D}$.

L'ion CH_3^+ présente une géométrie plane trigonale dans le cadre de ce modèle : l'atome central réalise une liaison avec chacun des autres atomes qui se situent aux sommets d'un triangle équilatéral, et les quatre atomes se trouvent dans un même plan.

5. Proposer une représentation de Lewis pour l'ion CH_3^+.

6. En déduire si cet ion est polaire ou apolaire.

La molécule de NH_3 présente une géométrie pyramidale trigonale dans le cadre de ce modèle : l'atome central réalise une liaison avec chacun des autres atomes qui se situent aux sommets d'un triangle équilatéral, et les quatre atomes forment une pyramide dont ce triangle est la base.

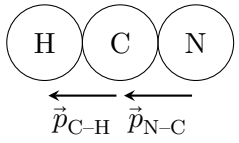
7. Proposer une représentation de Lewis pour la molécule de NH_3.

8. En déduire si cette molécule est polaire ou apolaire.

Correction :

1. Une représentation de Lewis pour la molécule de HCN est : H—C≡N|

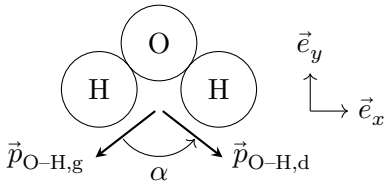
2. On représente la géométrie de cette molécule :



Les deux moments dipolaires ne se compensent pas comme H et N présentent une électronégativité différente, la molécule est donc polaire.

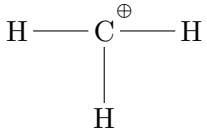
3. Une représentation de Lewis pour la molécule de H_2O est : H—$\overline{\text{O}}$—H

4. On représente la géométrie de cette molécule :

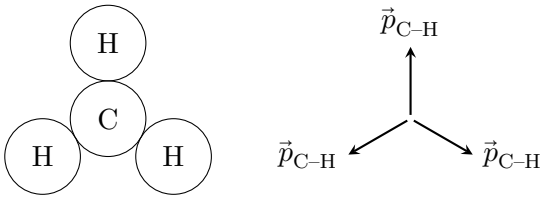


Le moment dipolaire de la molécule s'exprime : $\vec{p}_{H_2O} = \vec{p}_{O\text{–}H,d} + \vec{p}_{O\text{–}H,g}$, avec $\vec{p}_{O\text{–}H,d} = p_{O\text{–}H}\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\vec{e}_x - p_{O\text{–}H}\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\vec{e}_y$ et $\vec{p}_{O\text{–}H,g} = -p_{O\text{–}H}\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\vec{e}_x - p_{O\text{–}H}\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\vec{e}_y$, soit : $\vec{p}_{H_2O} = -2\,p_{O\text{–}H}\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\vec{e}_y$, d'où : $p_{H_2O} = 2\,p_{O\text{–}H}\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, et on obtient : $\alpha = 2\arccos\left(\frac{p_{H_2O}}{2\,p_{O\text{–}H}}\right) = 104°$.

5. Une représentation de Lewis pour l'ion CH_3^+ est :

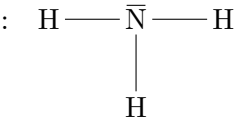


6. On représente la géométrie de cet ion :

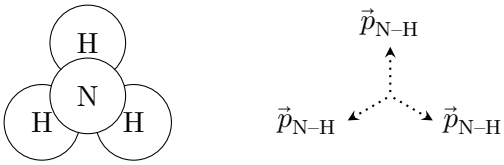


Les trois moments dipolaires se compensent, l'ion est donc apolaire.

7. Une représentation de Lewis pour la molécule de NH_3 est :



8. On représente la géométrie de cette molécule :



Les projections des trois moments dipolaires se compensent dans le plan du triangle, mais pas selon l'axe vertical, la molécule est donc polaire.