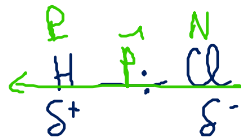


1. Molécule HCl :

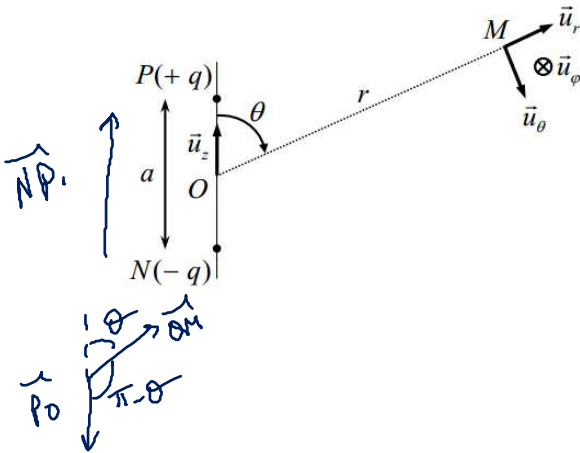


$\neq$ d'électronegativités des atomes

Moment dipolaire:

$$\vec{P}_1 = q \vec{NP} = q a \vec{u}_z$$

2. Approximation dipolaire: elle consiste à se placer loin du dipôle donc $r = OM \gg a$ et à faire des DL à l'ordre le plus bas non nul en a/r .



$$V(M) = V_q(M) + V_{-q}(M) \quad \text{th. de superposition}$$

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 PM} + \frac{-q}{4\pi\epsilon_0 NM}$$

$$PM^2 = \vec{PM}^2 = (\vec{PO} + \vec{OM})^2 = PO^2 + OM^2 + 2\vec{PO} \cdot \vec{OM}$$

$$= a^2 + r^2 + 2ar \cos(\pi - \theta) = r^2 \left[1 + \frac{a^2}{r^2} - \frac{a}{r} \cos\theta \right]$$

$$\frac{1}{PM} = \frac{1}{r} \left(1 - \frac{a \cos\theta}{r} \right)^{-1/2} \approx \frac{1}{r} \left(1 + \frac{a \cos\theta}{2r} \right)$$

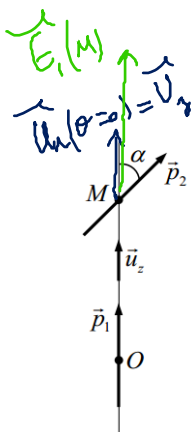
$$\frac{1}{NM} = \frac{1}{r} \left(1 + \frac{a \cos\theta}{r} \right)^{-1/2} = \frac{1}{r} \left(1 - \frac{a \cos\theta}{2r} \right) \quad \left. \vphantom{\frac{1}{NM}} \right\} V(M) = \frac{q a \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

3. Expression de $\vec{E}$

$$\vec{E} = -\text{grad } V = -\left[\frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{P_1 \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} \right) \vec{u}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\frac{P_1 \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^2} \right) \vec{u}_\theta \right] = \frac{P_1 2 \cos\theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{u}_r + \frac{P_1 \sin\theta}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{u}_\theta$$

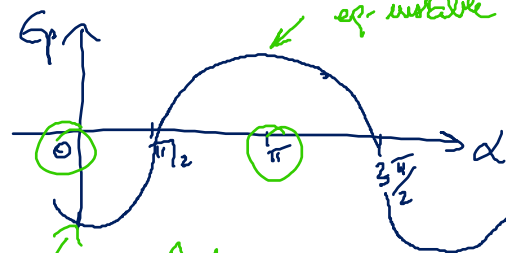
4. Effet du couple et position d'équilibre stable:

$$\vec{\Gamma} = \vec{E}_1(M) \wedge \vec{P}_2 \stackrel{\text{équilibre}}{=} \vec{0} \quad \vec{E}_1(M) \text{ et } \vec{P}_2 \text{ colinéaires}$$



$$\vec{E}_1(M) = \frac{P_1 2}{4\pi\epsilon_0 r^3} \vec{u}_r(\theta=0) \quad \theta=0$$

$$E_p = -\vec{P}_2 \cdot \vec{E}_1 = -E_1 P_2 \cos\alpha$$



5. Energie d'agitation thermique:

$$E = k_B T \sim 10^{-21} \text{ J}$$

l'agitation thermique fait bouger le dipôle sans arrêt

Energie potentielle d'interaction:

$$E_p = -P_2 \frac{2P_1}{4\pi\epsilon_0 r^3} \sim 10^{-21} \text{ J}$$

ce terme tend à aligner le dipôle dans la direction et le sens de $\vec{E}_1(M)$

L'agitation empêche le dipôle de se mettre dans sa position d'éq. stable

6. Ep interaction: $\langle E_{12} \rangle = \frac{-C_k}{r^6}$ où $C_k = \frac{1}{k_B T} \left(\frac{p^2}{2\pi\epsilon_0} \right)^2$.

force attractive

Force: $\vec{F} = -\text{grad} \langle E_{12} \rangle = -\frac{d}{dr} \left(\frac{-C_k}{r^6} \right) \vec{U}_r = \frac{6C_k}{r^7} \vec{U}_r$ $[E_c]$

7. $[f(D)] = \left[\frac{A}{6\pi D^3} \right] = N m^{-2}$ $[A] = [f \times 6\pi D^3] = N m^{-2} \times m^3 = N m = \text{kg m}^2 s^{-2} = J$

8. Un gecko de masse $m = 50 \text{ g}$ est suspendu par ses quatre pattes au plafond. Le gecko possède au total 6 millions de sétules, comportant chacune en moyenne 500 spatules. En modélisant une spatule par une surface carrée de $0,2 \mu\text{m}$ de côté située à une distance $D = 1 \text{ nm}$ du plafond, estimer le pourcentage de sétules utilisées par le gecko pour soutenir sa masse. On prendra $A = 10^{-19} \text{ J}$ et on négligera tout effet de bord.



à l'équilibre

$$P = F = \underset{\substack{\text{nbre} \\ \text{de spatules}}}{f} \times \underset{\substack{\text{surface} \\ \text{d'une} \\ \text{spatule}}}{N} \times a^2$$

$$\Rightarrow N = \frac{P}{f a^2} = \frac{mg 6\pi D^3}{A a^2}$$

$$N = 236 \cdot 10^6 \text{ spatules} \\ (m = 50 \cdot 10^{-3} \text{ kg})$$

$$\% \text{ de spatules : } \frac{N}{6 \cdot 10^6 \times 500} = 8 \cdot 10^{-4} = 0,08 \%$$