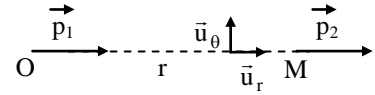


FORCE DE VAN DER WAALS

Une molécule polaire de moment dipolaire \vec{p}_1 placée en O crée un champ électrique au point M où se trouve une molécule apolaire. Ce champ polarise la molécule apolaire et aligne le moment dipolaire induit sur le champ.



Les composantes radiale et orthoradiale du champ \vec{E} créé par \vec{p}_1 au point M situé à la distance r de ce dipôle sont :

$$\vec{E} \begin{cases} E_r = \frac{2\vec{p}_1 \cdot \vec{r}}{4\pi \epsilon_0 r^4} = \frac{2p_1 \cdot r \cdot \cos \theta}{4\pi \epsilon_0 r^4} = \frac{2p_1}{4\pi \epsilon_0 r^3} \\ E_\theta = \frac{|\vec{p}_1 \wedge \vec{r}|}{4\pi \epsilon_0 r^4} = \frac{p_1 \cdot r \cdot \sin \theta}{4\pi \epsilon_0 r^4} = 0 \end{cases} \quad \text{La direction du champ électrique créé par le dipôle } \vec{p}_1 \text{ est radiale.}$$

Le moment dipolaire induit en M est proportionnel au champ existant en ce point (champ créé par \vec{p}_1) : $\vec{p}_2 = \alpha \cdot \vec{E}$

L'énergie potentielle du dipôle \vec{p}_2 placé dans le champ \vec{E} créé par le dipôle \vec{p}_1 est

$$\epsilon_{\text{pot}} = -\vec{p}_2 \cdot \vec{E} = -\alpha \cdot \vec{E} \cdot \vec{E} = -\alpha \cdot E^2 = -\alpha \cdot \left(\frac{2 \cdot p_1}{4\pi \epsilon_0 r^3} \right)^2 = -\alpha \cdot \left(\frac{2 \cdot p_1}{4\pi \epsilon_0} \right)^2 \cdot \frac{1}{r^6}$$

La force électrostatique exercée par le dipôle \vec{p}_1 sur le dipôle \vec{p}_2 s'écrit : $\vec{F} = -\overrightarrow{\text{grad}} \epsilon_{\text{pot}}$.

$$\text{Les composantes de cette force sont : } \vec{F} \begin{cases} F_r = -\frac{\partial}{\partial r} \epsilon_{\text{pot}} \\ F_\theta = -\frac{\partial}{r \partial \theta} \epsilon_{\text{pot}} \end{cases}$$

$$\vec{F} \begin{cases} F_r = -\frac{\partial}{\partial r} \epsilon_{\text{pot}} = -\frac{\partial}{\partial r} \left[-\alpha \cdot \left(\frac{2 \cdot p_1}{4\pi \epsilon_0} \right)^2 \cdot \frac{1}{r^6} \right] = \alpha \cdot \left(\frac{2 \cdot p_1}{4\pi \epsilon_0} \right)^2 \cdot \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r^6} \right) = \alpha \cdot \left(\frac{2 \cdot p_1}{4\pi \epsilon_0} \right)^2 \cdot \left(\frac{-6}{r^7} \right) < 0 \\ F_\theta = -\frac{\partial}{r \partial \theta} \epsilon_{\text{pot}} = -\frac{\partial}{r \partial \theta} \left[-\alpha \cdot \left(\frac{2 \cdot p_1}{4\pi \epsilon_0} \right)^2 \cdot \frac{1}{r^6} \right] = 0 \end{cases}$$

La force s'exerçant entre les molécules, dite **force de Van der Waals**, est une **force attractive** diminuant rapidement avec la distance (force **en 1 sur r⁷**)