

III. 分子の極性と磁性

9. 分子の極性

9.1 ミクロな極性

〈永久双極子モーメント〉

$$\boldsymbol{\mu} = q\mathbf{r} \quad (9.1)$$

単位: D (デバイ) = 3.33564×10^{-30} C m

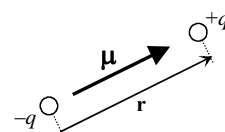
$1 \text{ D} = 10^{-18} \text{ Fr cm}$, $1 \text{ Fr} = 10 \text{ C} / c_0 [\text{cm s}^{-1}] = 3.33564 \times 10^{-10} \text{ C}$

1 \AA 離れた $-e$ と $e \rightarrow 4.80321 \text{ D}$, $1 \text{ D} = 0.20819 e \text{ \AA}$

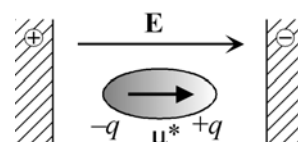
〈誘起双極子〉

$$\boldsymbol{\mu}^* = \alpha \mathbf{E} \quad (9.2)$$

\mathbf{E} : 電場, α : 分極率 [$\text{C V}^{-1} \text{ m}^2 = \text{F m}^2$]



永久双極子モーメント



誘起双極子

9.2 マクロな物性

〈誘電率 ϵ 〉

単位: F m^{-1}

電荷 q_1, q_2 の相互作用ポテンシャル

$$V = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon r} \quad (9.3)$$

比誘電率

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \frac{C}{C_0} \quad (9.4)$$

ϵ_0 : 真空の誘電率, C : 静電容量

〈屈折率〉

$$n_r = \frac{c_0}{c} = \epsilon_r^{1/2} \quad (9.5)$$

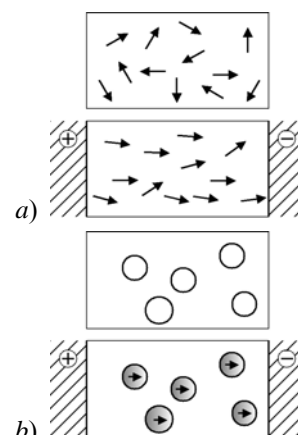
c_0 : 真空中の光速 c : 媒質中の光速

〈Debye の式〉

$$\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 2} = \frac{\rho P_m}{M} \quad (9.6)$$

P_m : モル分極 [$\text{m}^3 \text{ mol}^{-1}$], M : モル質量 [kg mol^{-1}], ρ : 密度 [kg m^{-3}]

$$P_m = \frac{N_A}{3\epsilon_0} \left(\alpha + \frac{\mu^2}{3kT} \right) \quad (9.7)$$



分極への
a) μ と b) α の寄与

問題 9.1

完全気体を仮定して以下の ϵ_r の測定値から H_2O 分子の双極子モーメント μ [D] と分極

率体積 $\alpha' = \frac{\alpha}{4\pi\epsilon_0}$ [$\text{\AA}^3 = 10^{-30} \text{ m}^3$] を求めよ。

温度 / °C	水蒸気圧 / atm	ϵ_r
80	0.467	1.00305
100	1.000	1.00587