TD.10
Eléments de solution

2. Hamiltonien H pour une molécule:

$$H = \frac{p^2}{2m} + K_{rot}$$

où $\vec{p}$ est la quantité de mouvement du centre de masse.

Remarque: pour obtenir l'expression de K_{rot} on fait appel à des notions de mécanique analytique. On note aussi que $\vec{p}_\theta$ et $\vec{p}_\phi$ ont la dimension du moment cinétique.

Fonction de partition canonique:

$$Z = Z_0 \cdot \xi^N$$

où $Z_0 = (V/\lambda^3)^N/N!$ (avec $\lambda = h/\sqrt{2\pi m k_B T}$), et

$$\xi = 8\pi^2 I k_B T/h^2$$

3.

$$H = \frac{p^2}{2m} + K_{rot} - \vec{\mu} \cdot \vec{E}$$

et

$$Z = Z_0 \cdot (8\pi^2 I k_B T/h^2)^N \cdot [sh(\beta\mu E)/\beta\mu E]^N$$

4. Pour une molécule, on a la probabilité par angle solide

$$\mathcal{P}(\Omega) = \frac{\beta\mu E}{4\pi sh(\beta\mu E)} \exp[\beta\mu E \cos \theta]$$

La polarisation électrique

$$\vec{P} = \sum_{i=1}^N \langle \vec{\mu}_i \rangle / V$$

sera parallèle à $\vec{E}$, et l'on montre $P = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial F}{\partial E} \right)_{V,T}$

5. $\epsilon_r = 1 + (N/V)\mu^2/(3\epsilon_0 k_B T)$.

6. A.N. Il faut prendre $\mu = 0.36 \cdot 10^{-29} \text{ C.m}$ (erratum). On obtient alors, $\epsilon_r - 1 = 3.2 \cdot 10^{-3}$.