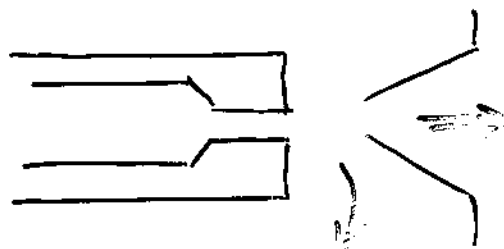


3.3. Metody zmniejszenia poszerzenia dopplerowskiego

- metody wiązkowe

$$\frac{d}{L} \sim 0.01 - 0.1$$

= wiązka maddiwięzkowa

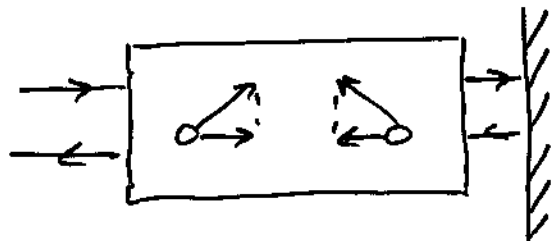


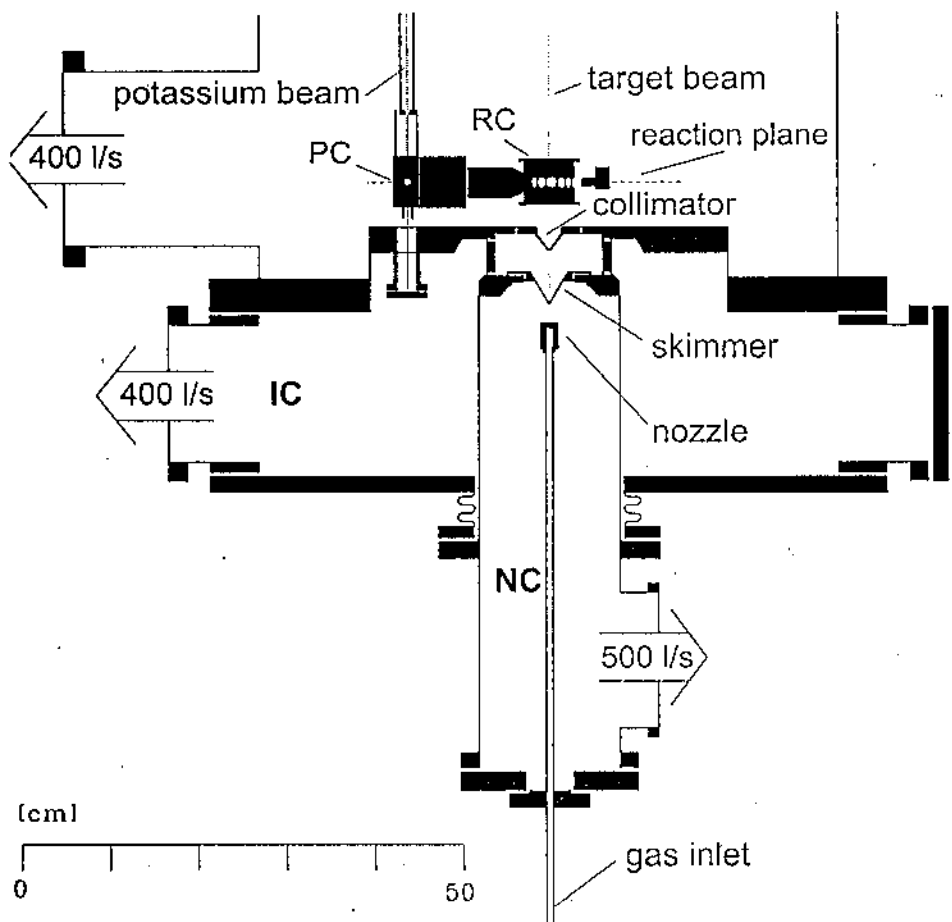
$$\nu_w = \left(\frac{\gamma}{\gamma - 1} \right)^{1/2} \nu_p(T_0)$$

$$M = \left[\frac{2T_0}{(\gamma - 1)T} \right]^{1/2}$$

- Lamb dip spectroscopy

$$\nu_a = \frac{\nu_0}{1 - \frac{v_a}{c}}$$



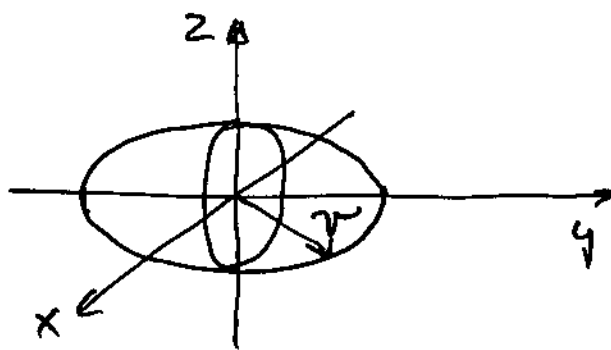


4. Spektroskopia rotacyjna

4.1 Klasyfikacja cząsteczek

$$J = \sum_i m_i d_i^2$$

$$J_c \geq J_b \geq J_a$$



$$\frac{x^2}{J_a} + \frac{y^2}{J_b} + \frac{z^2}{J_c} = 1 \quad |\vec{r}| = \frac{1}{\sqrt{J_r}}$$

- cząsteczka liniowa

$$J_c = J_b > J_a = 0$$

- błąk symetryczny wydłużony

$$J_a < J_b = J_c$$

- błąk symetryczny spłaszczone

$$J_c > J_b = J_a$$

- białe sferyczny

$$J_a = J_b = J_c$$

- białe asymetryczny

$$J_a \neq J_b \neq J_c$$

4.2. Cząsteczki liniowe

$$E_{\text{rot}} = \frac{\hbar^2}{2J} J(J+1)$$

$$J = \mu R_e^2$$

$$J = 0, 1, 2, \dots$$

$$L = \hbar \sqrt{J(J+1)} \quad M = M_J \hbar$$

$$F(J) = \frac{E_{\text{rot}}}{hc} = \frac{\hbar^2}{2Jhc} J(J+1)$$

$$F(J) = B J(J+1)$$

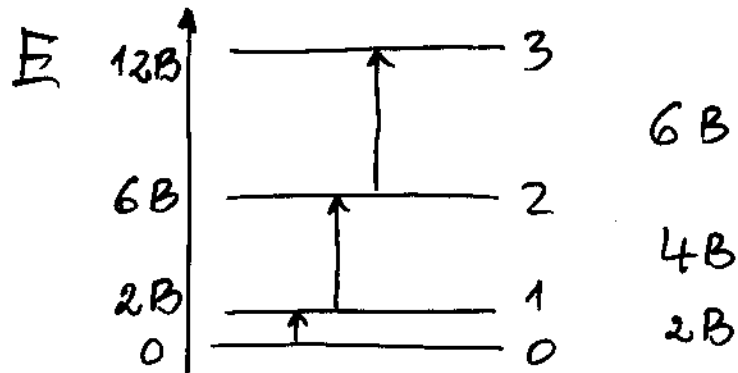
$$R_{J'J''} = \int (\psi_r^{J'})^* \mu (\psi_r^{J''}) d\tau$$

$$\mu \neq 0$$

$$\Delta J = \pm 1$$

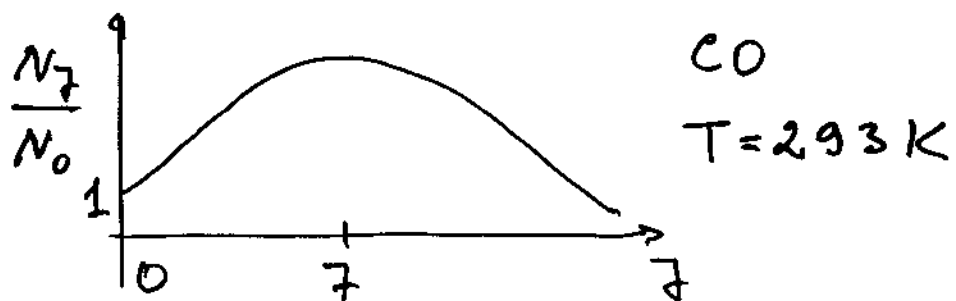
$$\Delta M_J = 0, \pm 1$$

$$\bar{\nu} = F(\bar{J}') - F(\bar{J}'') = F(\bar{J}+1) - F(\bar{J}) = 2B(\bar{J}+1)$$



— Natężenie przejścia

$$\frac{N_{\bar{J}}}{N_0} = (2\bar{J}+1) e^{-\frac{E_{\text{rot}}}{kT}}$$

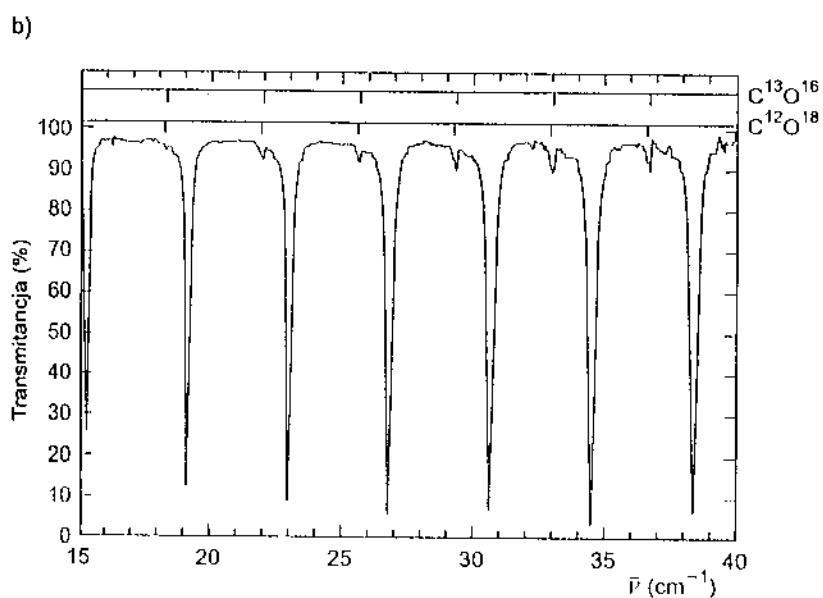
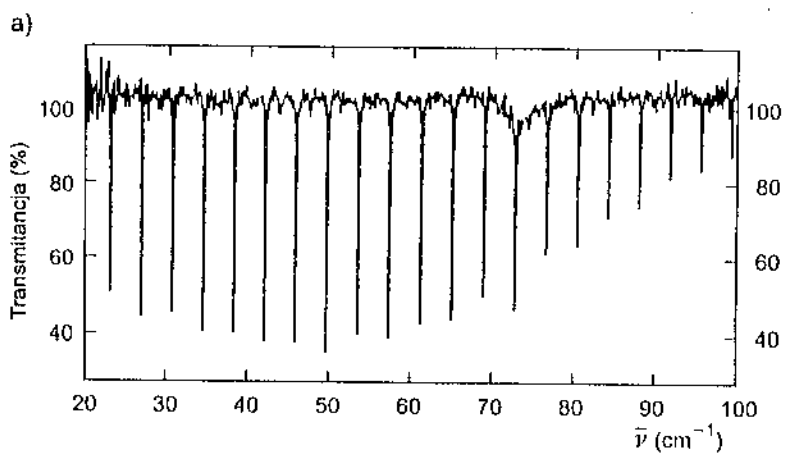


$$J_{\text{max}} = \sqrt{\frac{kT}{2hcB}} - \frac{1}{2}$$

$$J_a = J_{ik} - J_{ki} = (N_i - N_k) B_{ik} g(\nu_{ik}) \frac{h\nu_{ik}}{N}$$

$$\approx \frac{N_i}{N} \frac{h^2 \nu_{ik}^2}{kT} B_{ik} g(\nu_{ik})$$

$$h\nu_{ik} \ll kT$$



Absorpcyjne, czysto rotacyjne widmo cząsteczki CO: a) zarejestrowane przy małej zdolności rozdzielczej; b) widmo dla liczb kwantowych od $J = 3-4$ przy częstotliwości $15,38 \text{ cm}^{-1}$ do $J = 9-10$ przy częstotliwości $38,41 \text{ cm}^{-1}$ (Bernath P. F.: Spectra of Atoms and Molecules, Oxford University Press 1995)

$$|R_{J, J+1}|^2 = \mu^2 \frac{J+1}{2J+1}$$

$$B_{ik} \sim |R|^2$$

$$J_a \sim \mu^2 v_{ik}^2 (J+1) e^{-\frac{hcB_J(J+1)}{kT}}$$

- Odkształcenie odśrodkowe

$$F(J) = B_J(J+1) - D_J^2 (J+1)^2$$

$$\bar{v} = F(J+1) - F(J) =$$

$$= 2B(J+1) - 4D(J+1)^3$$

$$D = \frac{4B^3}{\omega^2}$$

$$CO \quad v = 0$$

$$B_0 = 57.63 \text{ GHz}$$

$$D_0 = 0.18 \text{ MHz}$$