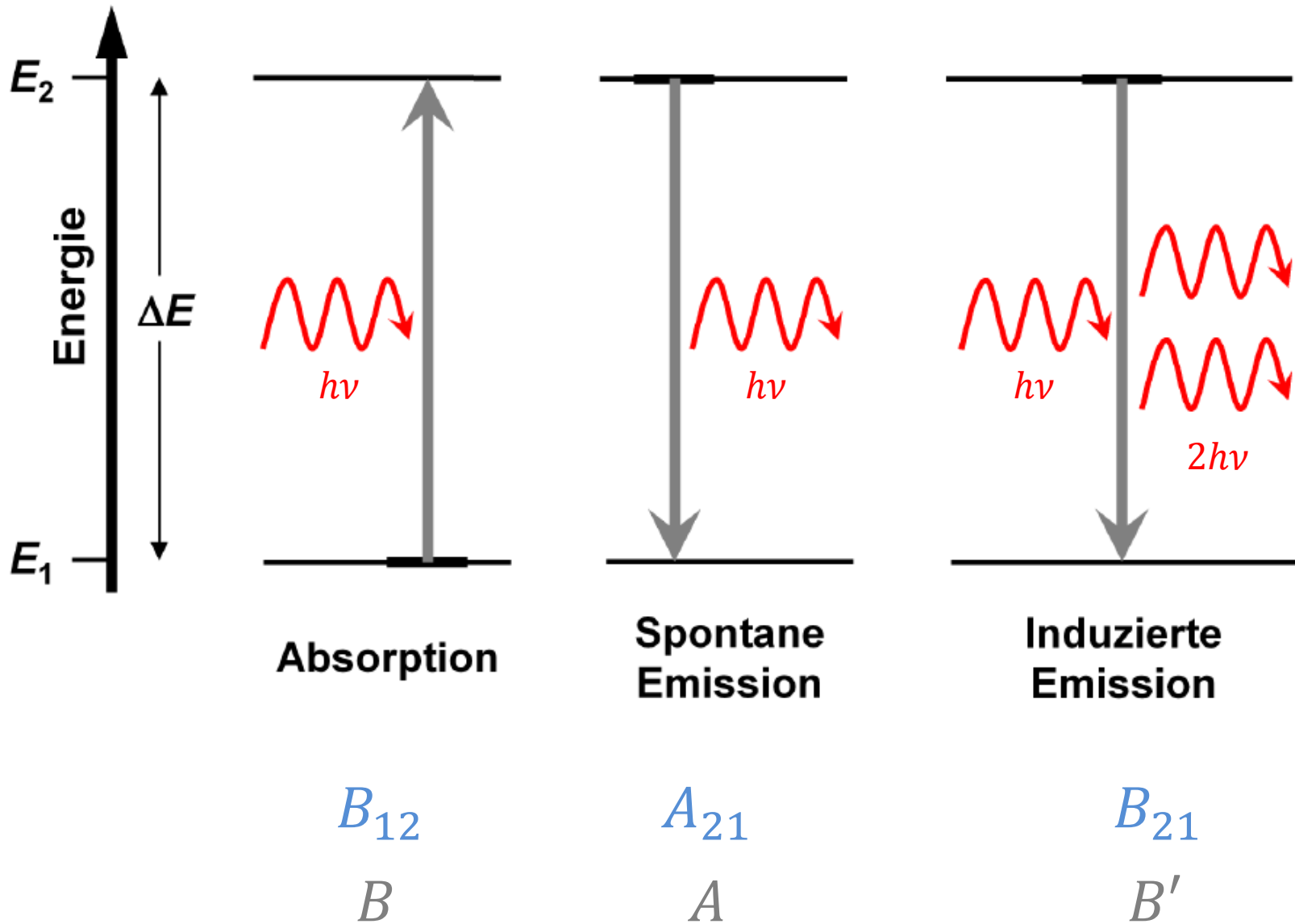


Einstein-Koeffizienten

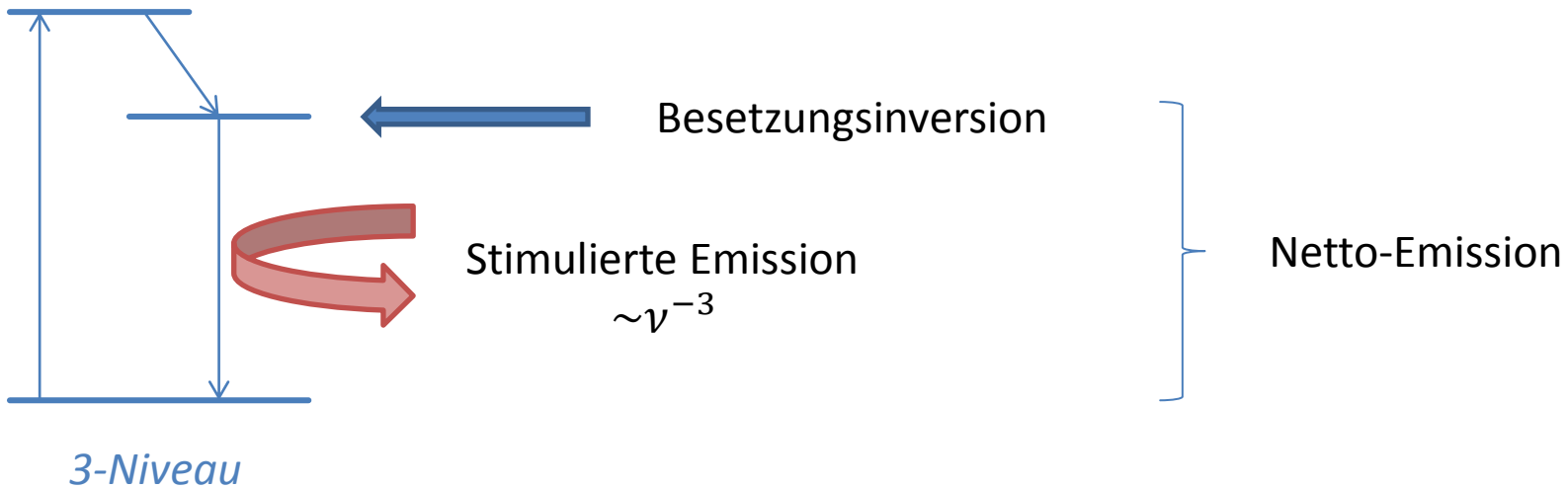
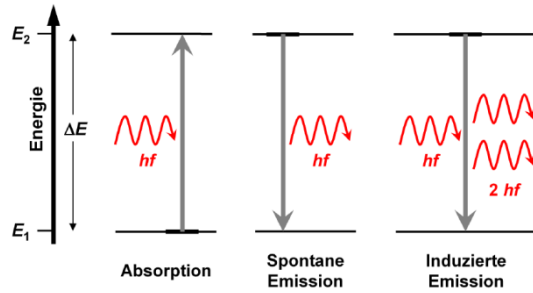


Linienverbreiterung

		$\frac{\delta\nu}{\nu}$	
Doppler-Verbreiterung	$\delta\nu = 2\nu/c \sqrt{\left(\frac{2kT \ln 2}{m}\right)}$	$\sim 10^{-6}$ (N ₂ , 300K)	
Lebensdauer-Verbreiterung	$\delta\nu = \frac{1}{2\pi\tau}$		
Stoß-Verbreiterung	$\delta\nu = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{p\pi d^2 \sqrt{\left(\frac{8kT}{\pi\mu}\right)}}{kT} \right)$	$\sim 10^{-2}$ (Rotation) (N ₂ , 300K; 5x10 ⁹ /s Stöße)	$\sim 10^{-6}$ (el. Anregung)
Natürliche Lebensdauer	$\delta\nu \sim \nu^3$	$\sim 10^{-14}$ (Rotation)	$\sim 10^{-8}$ (el. Anregung)

Laser

(light amplification by stimulated emission of radiation)



- Monochromatisches Licht
- Hohe Leistungsdichte
- Kohärenz
- ...

Kohlendioxid-Laser

(10.6 μm)

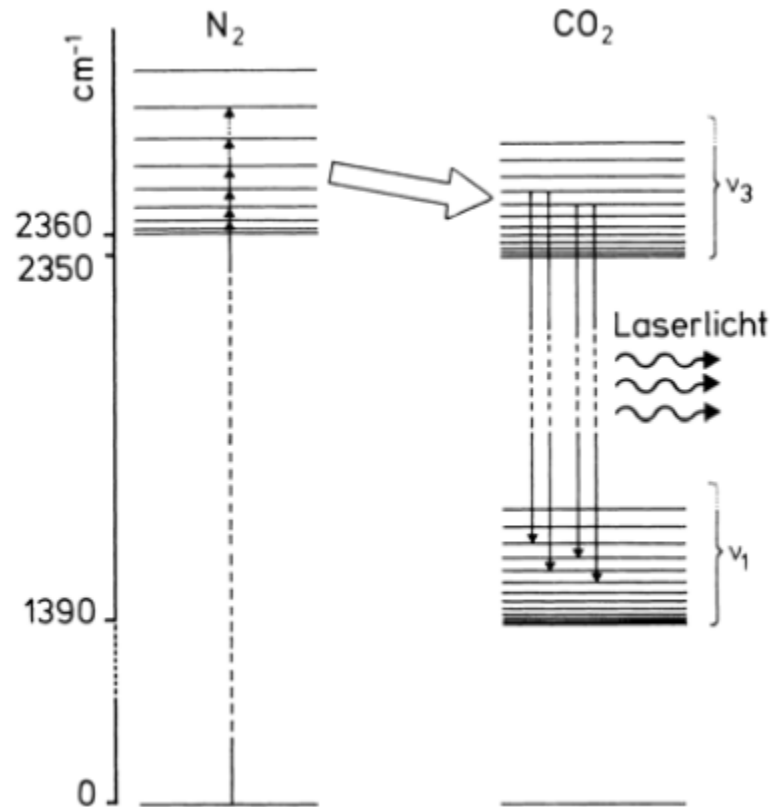
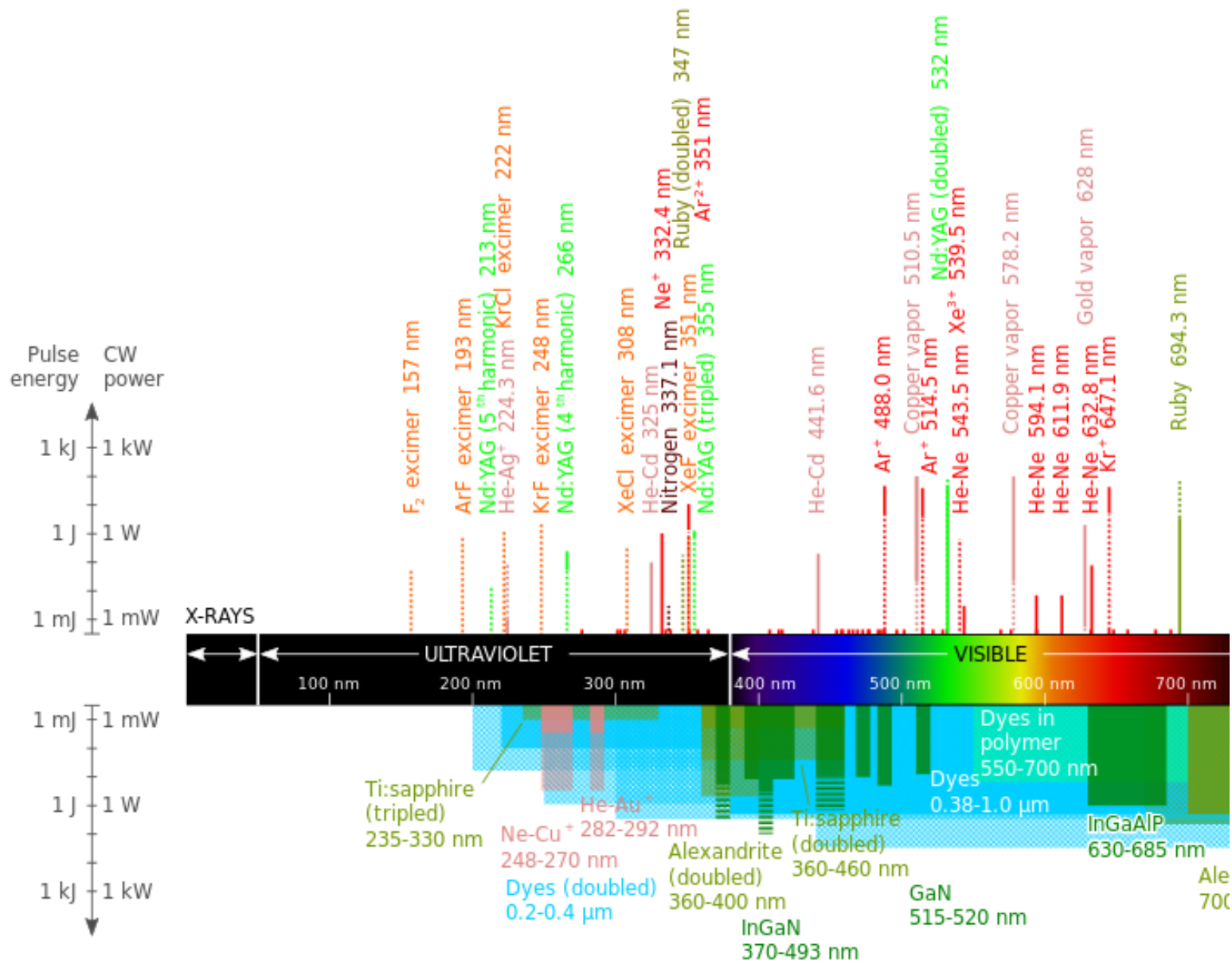
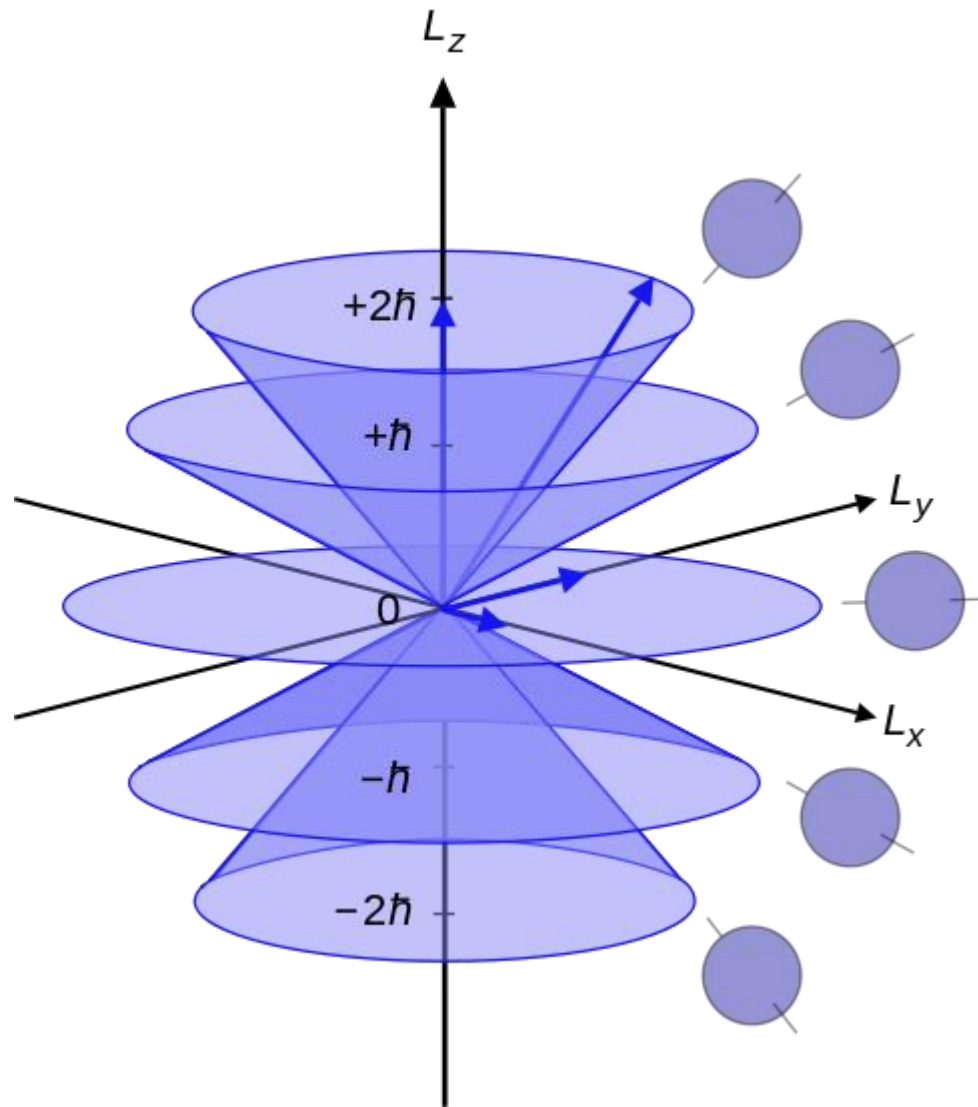


Abb. 10.15. Energieniveaus von Schwingungen und Rotationen der Moleküle N_2 und CO_2 , die beim CO_2 -Laser benutzt werden. Nähere Erläuterung im Text



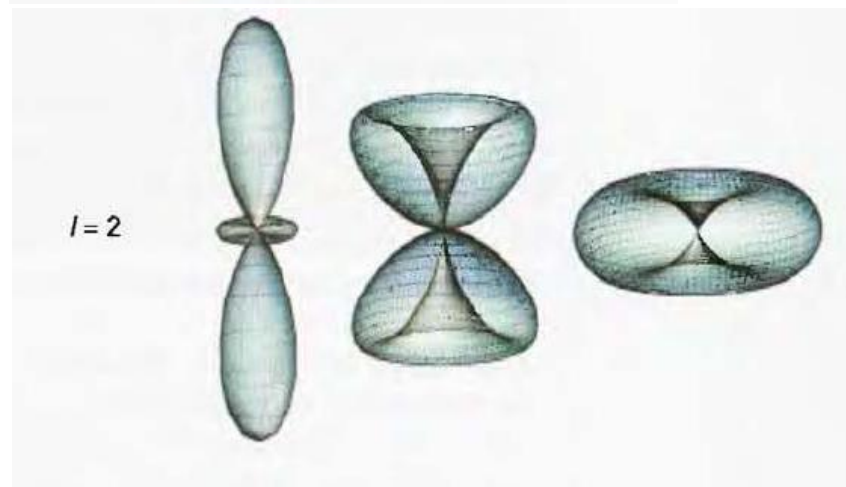
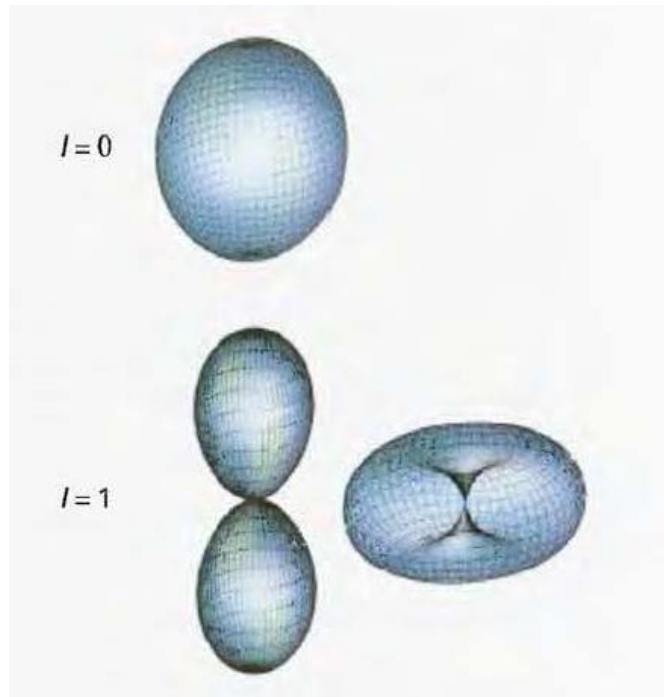
Richtungsquantelung des Drehimpulses



Wellenfunktionen der Rotation (3D): Kugelfunktionen

Table 9.3 The spherical harmonics

l	m_l	$Y_{l,m_l}(\theta,\varphi)$
0	0	$\left(\frac{1}{4\pi}\right)^{1/2}$
1	0	$\left(\frac{3}{4\pi}\right)^{1/2} \cos \theta$
	± 1	$\mp \left(\frac{3}{8\pi}\right)^{1/2} \sin \theta e^{\pm i\varphi}$
2	0	$\left(\frac{5}{16\pi}\right)^{1/2} (3 \cos^2 \theta - 1)$
	± 1	$\mp \left(\frac{15}{8\pi}\right)^{1/2} \cos \theta \sin \theta e^{\pm i\varphi}$
	± 2	$\left(\frac{15}{32\pi}\right)^{1/2} \sin^2 \theta e^{\pm 2i\varphi}$



Rotationsspektrum 2-atomiger linearer Kreisel (starr)

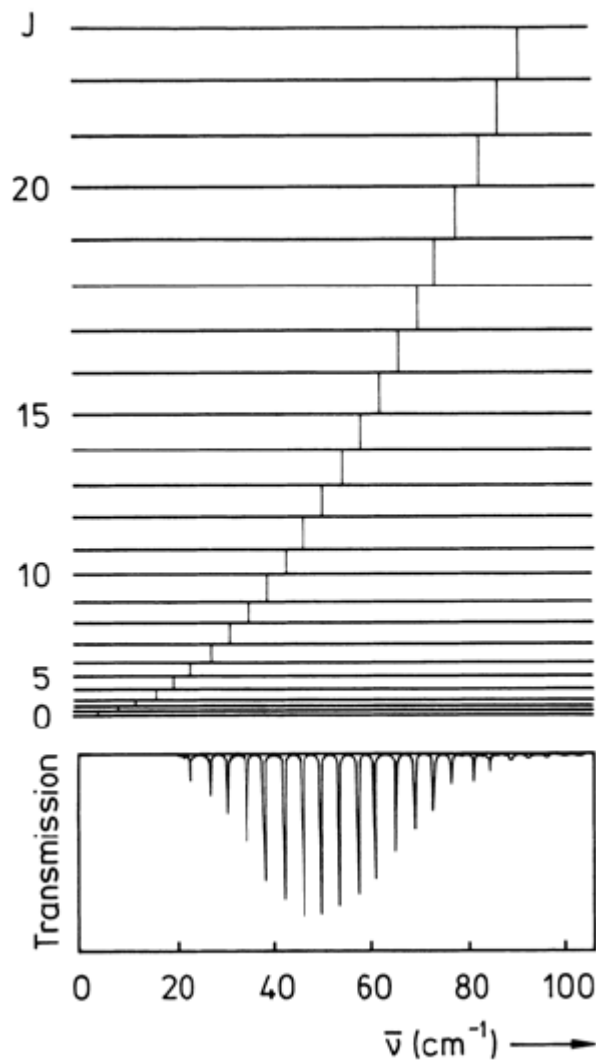


Tabelle 9.1. Rotationskonstanten einiger zweiatomiger Moleküle

$^1\text{H}_2^*$	$2B = 121,6 \text{ cm}^{-1}$
$^1\text{H}^{35}\text{Cl}$	20,79
$^{12}\text{C}^{16}\text{O}$	3,84
$^1\text{H}^{79}\text{Br}$	14,9
$^{39}\text{K}^{35}\text{Cl}$	0,257

Rotationspektrum (MW) von HCl

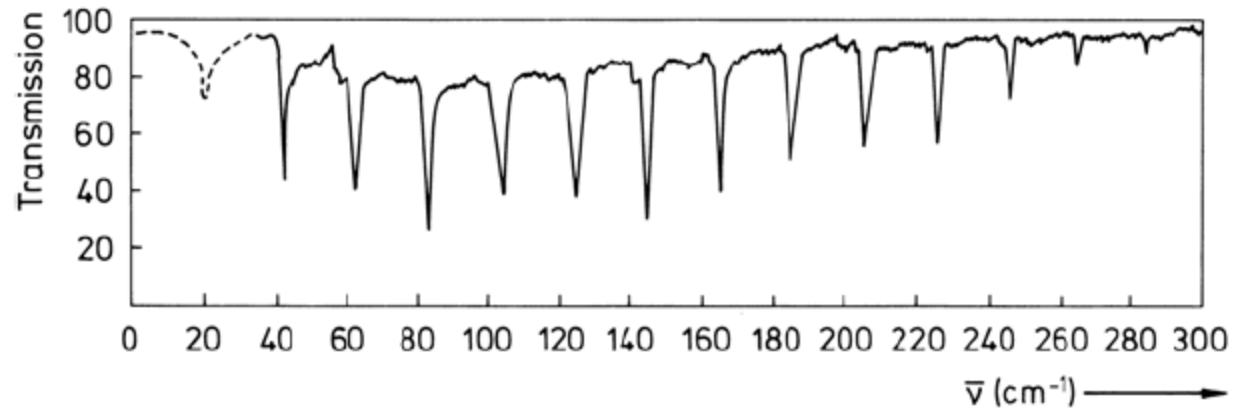
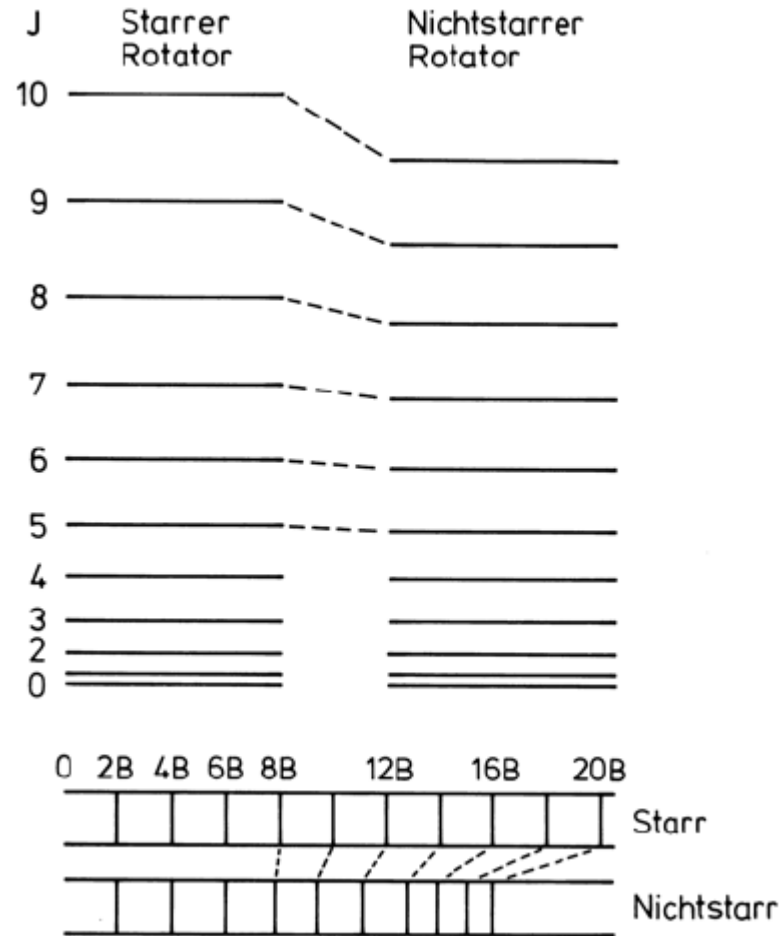


Abb. 9.1. Rotationspektrum von HCl in der Gasphase. Absorptionsspektrum. Die Minima der Transmission entsprechen Maxima der Absorption

Der nicht-starre Rotator (2-atomig)

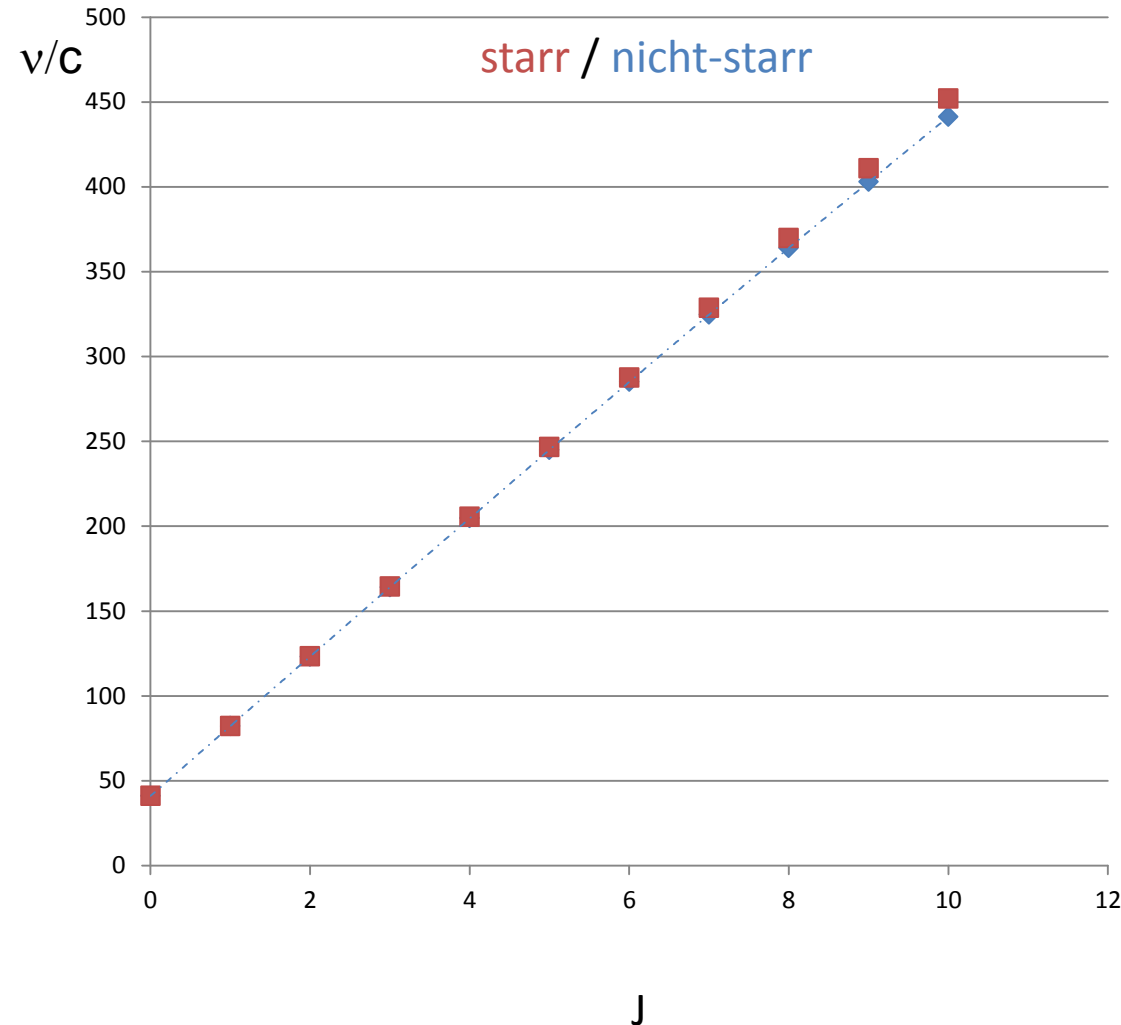


Der nicht-starre Rotator (2-atomig, am Beispiel HF)

J	$\bar{\nu}_{\text{obs.}}^{\text{a}}$ (cm^{-1})	$\bar{\nu}_{\text{calc.}}^{\text{b}}$ (cm^{-1})	$\Delta\bar{\nu}_{\text{obs.}}$ (cm^{-1})	B ($= \frac{1}{2}\Delta\bar{\nu}$)	r nm
0	41,08	41,11			
1	82,19	82,18	41,11	20,56	0,0929
2	123,15	123,14	40,96	20,48	0,0931
3	164,00	163,94	40,85	20,43	0,0932
4	204,62	204,55	40,62	20,31	0,0935
5	244,93	244,89	40,31	20,16	0,0938
6	285,01	284,93	40,08	20,04	0,0941
7	324,65	324,61	39,64	19,82	0,0946
8	363,93	363,89	39,28	19,64	0,0951
9	402,82	402,70	38,89	19,45	0,0955
10	441,13	441,00	38,31	19,16	0,0963
11	478,94	478,74	37,81	18,91	0,0969

^a Linien entsprechend $\bar{\nu}_J = 2B(J + 1) \text{ cm}^{-1}$ durchnummeriert. Beobachtete Werte aus „An Examination of the Far Infrared Spectrum of Hydrogen Fluoride“ von A.A. Mason und A.H. Nielsen, veröffentlicht im Scientific Report No. 5, August 1963, Contract No. AF 19(604)-7981, mit freundlicher Genehmigung der Autoren.

Der nicht-starre Rotator (2-atomig)



Für HF:

$$v/c = 41.122(J+1) - 0.000852(J+1)^3 \text{ cm}^{-1}$$

Daraus folgt:

$$B = 20.56 \text{ cm}^{-1}$$

$$D = 0.000213 \text{ cm}^{-1}$$

$$v_{\text{vib}}/c = 4050 \text{ cm}^{-1}$$

(genauer: 4138.3 cm^{-1})

$$\text{Und } k_{\text{vib}} = 960 \text{ Nm}^{-1}$$