

# Übungsaufgaben, Blatt VII

## Experimentalphysik IV, SoSe 2019

Prof. Grundmann, Dr. von Wenckstern [wenckst@uni-leipzig.de](mailto:wenckst@uni-leipzig.de)

Ausgabe: 20.05. 2019, 18:00 Uhr

Abgabe: 27.05. 2019, 12:00 Uhr

- MP11.** Die zu den Schwingungsniveaus des NaI gehörigen Wellenzahlen betragen 142,81; 427,31; 710,31 und 991,81  $\text{cm}^{-1}$ . Zeigen Sie, dass diese Wellenzahlen dem Ausdruck  $(\nu+1/2)\tilde{\nu}-(\nu+1/2)^2x_e\tilde{\nu}$  genügen! Berechnen Sie weiter die Kraftkonstante, die Nullpunktsenergie und die Dissoziationsenergie des Moleküls!

[5 Punkte]

- MP12.** Im ersten Schwingungszustand angeregte  $^{14}\text{N}^{15}\text{N}$  Moleküle regen sich über Emission von Photonen in den Schwingungsgrundzustand ab. Geben Sie unter Berücksichtigung der ersten fünf Rotationszustände für beide Schwingungszustände die Energien der emittierten Photonen an. Tragen Sie die Übergänge in einem Energietermschema ein. Verwenden Sie  $\hbar^2/(2I) = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ eV}$  und  $\hbar\omega_0 = 0,29 \text{ eV}$ .

[6 Punkte]

- MP13.** (a) Skizzieren Sie grob das Raman-Spektrum eines zweiatomigen homonuklearen Moleküls. Geben Sie an, welche Linien aufgrund des Schwingungs- und welche aufgrund des Rotations-Raman-Effektes zustande kommen.
- (b) Warum ist folgende asymmetrische Streckschwingung des  $\text{CO}_2$  nicht ramanaktiv? (Klassisches Bild!) Ist die Mode IR-aktiv?



- (c) Berechnen Sie das Intensitätsverhältnis von Stokes- und Antistokeslinien bei einer Temperatur  $T = 300 \text{ K}$ , wenn der Wellenzahlunterschied zwischen gestreuten und einfallenden Licht um  $1000 \text{ cm}^{-1}$  beträgt.  
*Hinweis:* Stokes  $\rightarrow$  Anregung, Antistokes  $\rightarrow$  Abregung. Verwenden Sie Boltzmannstatistik.
- (d) Bei homonuklearen zweiatomigen Molekülen findet man im Rotationspektrum Intensitätsunterschiede zwischen den Linien, die zu geraden Rotationsquantenzahlen  $j$  gehören und denen, die zu ungeraden gehören. Bei ortho- $\text{H}_2$  (Gesamtkernspin  $I = 1$ ) fehlen die Linien zu gerader Quantenzahl  $j$  völlig. Erklären Sie diesen Befund.  
*Hinweis:* Die Rotationseigenfunktionen haben folgende Eigenschaft:

$$\Phi = (-1)^j \Phi^*$$

wobei  $\Phi^*$  die komplex konjugierte Wellenfunktion ist.

[8 Punkte]

**MP14.** Der Gleichgewichtsabstand der Atome in einem  $^{14}\text{N}^{16}\text{O}$  Molekül beträgt 0.115 nm. Verwenden Sie für die Massenzahlen der Atome die ganzzahligen Werte 14 bzw. 16.

- (a) Wie groß ist das Trägheitsmoment des Moleküls? **[2 Punkte]**
- (b) Berechnen Sie die Wellenlänge des Rotationsübergangs von  $j = 4$  nach  $j = 3$ . **[2 Punkte]**
- (c) Die Schwingungsfrequenz für die Moleküle  $^{14}\text{N}^{16}\text{O}$  und  $^{15}\text{N}^{16}\text{O}$  unterscheiden sich um  $\Delta\nu = 1.5 \times 10^{12}$  Hz. Berechnen Sie die Federkonstante  $C$  für die beiden Moleküle unter der Annahme, daß  $C$  für beide Moleküle gleich ist. **[2 Punkte]**
- (d) Geben Sie die größte Wellenlänge des R-Zweigs und die kleinste Wellenlänge des P-Zweigs im Absorptionsspektrum einer kombinierten Rotationsschwingungsanregung des  $^{14}\text{N}^{16}\text{O}$  Moleküls an. Nehmen Sie an, daß der Gleichgewichtsabstand der beiden Atome konstant ist. **[2 Punkte]**

**Gesamt:**

**27 Punkte**

**ZA04.** Nutzen Sie die in der Tabelle angegebenen Wellenzahlen von Schwingungszuständen um die damit die Übergangswellenzahlen  $\tilde{\nu}$  und den Parameter der Anharmonizität des Potentials  $x_e$  zu bestimmen!

$\nu$	0	1	2	3	4
$\Delta\tilde{G} \text{ (cm}^{-1}\text{)}$	2143,1	2116,1	2088,9	2061,3	2033,5

**[4 Punkte]**