

Übungsaufgabenblatt MoPhy-IV

Experimentalphysik IV, SoSe 2014

Prof. Grundmann

Ausgabe: 05. 05. 2014

Abgabe: **12. 05. 2014, 12:00 Uhr**

MP09. 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]**

M10. Ein Absorptionsspektrum von HCl zeigt folgende Absorptionslinien in cm^{-1} : 83,03; 103,73; 124,30; 145,03; 165,51 und 185,86.

Sind diese Linien Schwingungs- oder Rotationsübergängen zuzuordnen?

Für den Fall, dass es sich um Schwingungsübergänge handelt, geben Sie die charakteristische Frequenz ν_0 an!

Für den Fall, dass es sich um Rotationsübergänge handelt, geben Sie die zu den Übergängen gehörigen J -Werte an, bestimmen Sie das Trägheitsmoment des Moleküls und schätzen Sie den Abstand d der Atomkerne an! **[6 Punkte]**

- M11.** (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 CO_2 nicht ramanaktiv? (Klassisches Bild!) Ist die Mode IR-aktiv?



- (c) Berechnen Sie das Intensitätsverhältnis von Stokes- und Antistokeslinien bei einer Temperatur $T = 300$ K, wenn der Wellenzahlunterschied zwischen gestreuten und einfallenden Licht um 1000 cm^{-1} beträgt.

Hinweis: Stokes → Anregung, Antistokes → Abregung. Verwenden Sie Boltzmannstatistik.

- (d) Bei homonuklearen zweiatomigen Molekülen findet man im Rotationsspektrum Intensitätsunterschiede zwischen den Linien, die zu geraden Rotationsquantenzahlen j gehören und denen, die zu ungeraden gehören. Bei ortho-H₂ (Gesamtkernspin $I = 1$) fehlen die Linien zu gerader Quantenzahl j völlig. Erklären Sie diesen Befund.

Hinweis: Die Rotationseigenfunktionen haben folgende Eigenschaft:

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

[8 Punkte]