



Übungsblatt 3

Aufgabe 7: Rotationsschwingungsspektren

Die Fundamentalschwingung des HCl-Moleküls hat eine Wellenzahl von 2885.9 cm^{-1} . Die Rotationskonstante beträgt $B = 10.6 \text{ cm}^{-1}$.

- Berechnen Sie unter Vernachlässigung von Anharmonizitäten die Wellenzahlen für die ersten drei Linien der Zweige P und R im Rotationsschwingungsspektrum.
- Im experimentellen Rotationsschwingungsspektrum von HCl nehmen die Abstände zwischen den Rotationslinien im P-Zweig mit wachsender Quantenzahl J zu, während Sie im R-Zweig mit wachsendem J abnehmen. Geben Sie eine Erklärung für diese Beobachtung.

Aufgabe 8: RAMAN-Spektroskopie

Bei Anregung mit einer Wellenlänge von 435.83 nm enthält das RAMAN-Spektrum von flüssigem Chloroform Linien bei 428.99 nm , 430.91 nm , 435.83 nm , 440.87 nm , 442.90 nm , 448.91 nm , 450.79 nm , 460.22 nm und 501.87 nm .

- Berechnen Sie die Frequenzen von sechs Fundamentalschwingungen.
- Welche der genannten Linien gehören zu STOKES-Übergängen und welche zu anti-STOKES-Übergängen?
- RAMAN-Spektren können an einzelnen Molekülen und mit hoher Ortsauflösung ($< 1 \text{ nm}$) gemessen werden. Erklären Sie, mit welchen Verfahren dies möglich ist.

Aufgabe 9: Ramanspektroskopie und Bindungslängen

Aus den reinen Raman-Rotationsspektren von gasförmigem C_6H_6 und C_6D_6 (Benzol) bestimmt man die folgenden Rotationskonstanten: $B(\text{C}_6\text{H}_6) = 0.18960 \text{ cm}^{-1}$ und $B(\text{C}_6\text{D}_6) = 0.15681 \text{ cm}^{-1}$. Aus diesen Werten kann man die Trägheitsmomente I der beiden Moleküle bezüglich der zur C_6 -Drehachse senkrechten Achsen berechnen. Man erhält $I(\text{C}_6\text{H}_6) = 1.4759 \cdot 10^{-45} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ und $I(\text{C}_6\text{D}_6) = 1.7845 \cdot 10^{-45} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Berechnen Sie die C-C, C-H und C-D-Abstände.

Aufgabe 10: Synchrotronstrahlung

- Im Speicherring der Synchrotron-Strahlungsquelle *Diamond Light Source* laufen Elektronen mit einer Energie von 3 GeV um. Berechnen Sie den Öffnungswinkel des emittierten Lichtkegels. Warum ist es wichtig, dass der Öffnungswinkel möglichst klein ist?
- Erklären Sie die Bedeutung und Funktionsweisen von Ablenkmagneten, Wigglern und Undulatoren im Speicherring.
- Was ist ein Freier Elektronenlaser?

Aufgabe 11: Laserstrahlung

- Erklären Sie, warum für die Verstärkung von Licht eine Besetzungsinversion erforderlich ist.
- Erläutern Sie die Funktionsweisen des Nd-YAG Lasers, des HeNe-Lasers, des CO_2 -Lasers und des Halbleiter-Lasers. Nennen Sie Beispiele für chemische Laser und Exiplex/Eximer-Laser.
- Wie kann gepulste Laserstrahlung erzeugt werden und wofür wird sie benutzt?