

### Übungsblatt 3

#### **Aufgabe 7: Rotationsschwingungsspektren**

Die Fundamentalschwingung des HCl-Moleküls hat eine Wellenzahl von  $2885.9 \text{ cm}^{-1}$ . 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  $435.83 \text{ nm}$  enthält das RAMAN-Spektrum von flüssigem Chloroform Linien bei  $428.99 \text{ nm}$ ,  $430.91 \text{ nm}$ ,  $435.83 \text{ nm}$ ,  $440.87 \text{ nm}$ ,  $442.90 \text{ nm}$ ,  $448.91 \text{ nm}$ ,  $450.79 \text{ nm}$ ,  $460.22 \text{ nm}$  und  $501.87 \text{ nm}$ .

- 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  $\text{C}_6\text{H}_6$  und  $\text{C}_6\text{D}_6$  (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  $\text{C}_6$ -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  $3 \text{ GeV}$  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  $\text{CO}_2$ -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?