

Übungsblatt 11

zur Vorlesung Prinzipien der Spektroskopie

Besprechung am 31.01.2020

Aufgabe 1: Maximum im Rotationsspektrum

Die Intensität in einem Absorptions-Rotationsspektrum ist gegeben durch:

$$I \propto (2J + 1) \exp\left(-\frac{hcBJ(J+1)}{k_B T}\right). \quad (1)$$

Bestimmen Sie das J , bei dem die Intensität für eine gegebene Temperatur maximal wird.

Aufgabe 2: Röntgen-Absorption

Erläutern Sie die Benennung von Übergängen (K_i, L_i, \dots mit $i = \alpha, \beta, \dots$).

Aufgabe 3: Moseley-Gesetz

Bestimmen Sie die Frequenz der K_α -Linie für a) Molybdän und b) Wolfram als Gegenkathode. Welche Röhrenspannung ist für die Anregung notwendig?

Aufgabe 4: Dopplerverbreiterung

Bewegt sich ein Molekül, das Strahlung emittiert, ist die detektierte Frequenz ν gegeben durch

$$\nu = \nu_0 \left(\frac{c \pm s_E}{c \pm s_M} \right) \quad (2)$$

Dabei ist ν_0 die Frequenz der Strahlung im Ruhesystem des Moleküls, s_E ist die Geschwindigkeit des Empfängers und s_M die Geschwindigkeit des Moleküls.

Nehmen Sie an, dass sich der Empfänger nicht bewegt und die Geschwindigkeit des Moleküls klein im Vergleich zur Lichtgeschwindigkeit ist.

(a) Zeigen Sie, dass dann näherungsweise gilt:

$$\nu - \nu_0 \approx \pm \frac{\nu_0 s_M}{c} \quad (3)$$

(b) Gehen Sie weiterfolgend davon aus, dass die Geschwindigkeitsverteilung ρ_s der Moleküle durch eine Boltzmann-Verteilung gegeben ist, die sich aus der kinetischen Energie E_{kin} ergibt:

$$\rho_s \propto \exp\left(-\frac{E_{\text{kin}}}{k_B T}\right) \quad (4)$$

Setzen Sie den Ausdruck für die kinetische Energie ein und drücken Sie die Geschwindigkeit der Teilchen mithilfe der obigen Näherung durch die Frequenzverschiebung $\nu - \nu_0$ aus, um die Frequenzverteilung aufgrund des Dopplereffektes zu bestimmen.

- (c) Normieren Sie Ihre Verteilung so, dass ein Integral über alle Frequenzen eins ergibt.
- (d) Bestimmen Sie die Halbwertsbreite der Verteilung