

Übungsblatt 8

Prinzipien der Spektroskopie

Besprechung am 10.01.2019

Aufgabe 1: Ladung im Wasserstoff-Atom

Ein neutrales Wasserstoffatom kann vereinfachend als positive Punktladung $q_p = +e$ des Protons aufgefasst werden, die von der negativen Ladungswolke $\rho(r) = \rho_0 e^{-\frac{2r}{a_B}}$ des Elektrons (Gesamtladung $q_e = -e$) umgeben ist. a_B ist dabei der Bohrsche Radius, der Vorfaktor ρ_0 ergibt sich auf Grund der Neutralitätsbedingung für das ganze Atom zu $\frac{q_e}{\pi a_B^3}$. Welche Ladungsmenge, abgesehen von der des Protons, befindet sich innerhalb einer um das Proton zentrierten Kugelschale mit dem Radius a_B ?

Hinweis: Es ist hilfreich über Kugelkoordinaten zu integrieren? Wieso? Was sagt das Ergebnis aus?

Aufgabe 2: Auswahlregeln

Wie lautet die allgemeine Auswahlregel für vibratorische Übergänge? Wie lautet die Auswahlregel für Rotationsübergänge?

Aufgabe 3: Strahlungsgleichgewicht, Absorption und Emission

Zwischen zwei Energieniveaus sind nach Einstein drei verschiedene Arten von Strahlungsübergängen möglich:

- Skizzieren sie diese Übergänge und ordnen sie die folgenden Einsteinkoeffizienten zu: B_{12} , B_{21} , A_{21}
- Stellen sie die Bilanzgleichungen für die Änderung der Besetzung der Zustände N_1 und N_2 nach der Zeit auf.
- Ein Molekül wird mit der Frequenz $\nu = 10^{15}$ Hz in einen höheren elektronischen Zustand angeregt. Vernachlässige andere vorhandene Zustände und betrachte dieses als Zwei-Niveau-System. Der Koeffizient A für die spontane Emission hat den Wert $3 \cdot 10^8 \text{ s}^{-1}$. Leiten die folgende Beziehung her und berechne mit dieser B .

$$A = \left(\frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \right) \cdot B \quad (1)$$