

Aufgabe 1, Hyperfeinaufspaltung des Wasserstoffatoms

Berechnen Sie die Hyperfeinstruktur-Energieaufspaltung für das Wasserstoffatom im Zustand n für $l = 0$

Aufgabe 2, Kernmagnetfeld

Aus der gemessenen Hyperfeinstruktur eines Wasserstoffatoms im $1s$ -Zustand von $\lambda = 21$ cm soll auf die Stärke des Magnetfelds am Kernort geschlossen werden, wenn die Hyperfeinstruktur durch die beiden Einstellungen des Kernspins entstanden ist.

Aufgabe 3, Masseneffekt

Vergleichen Sie die Absorptionsfrequenzen der drei Wasserstoff-Isotope H, D = ${}^2_1\text{H}$ und T = ${}^3_1\text{H}$ der Lyman- α -Linie des Übergangs $1S \rightarrow 2P$.

Aufgabe 4, Volumeneffekt

Zur Beschreibung des Volumeneffekts bei Isotopieverschiebungen benötigen wir das Coulomb Potential des endlich ausgedehnten Kerns mit Radius R :

$$V(r) = \begin{cases} \frac{Ze^2}{(4\pi\epsilon_0)2R} \left(\frac{r^2}{R^2} - 3 \right), & r \leq R \\ -\frac{Ze^2}{(4\pi\epsilon_0)r}, & r > R \end{cases}$$

Leiten Sie diese Formel unter der Annahme her, dass das Potential an der Stelle $r = R$ stetig ist.

Aufgabe 5, Atomare Besetzung

Wie groß ist im thermischen Gleichgewicht bei $T = 300$ K das Besetzungsverhältnis N_i/N_k , wenn auf dem Übergang $E_i \rightarrow E_k$ Licht der Wellenlänge $\lambda = 500$ nm absorbiert wird und der Gesamtdrehimpuls $J_i = 1$ und $J_k = 0$ ist?

Aufgabe 6, Spontane und induzierte Emission

a) Berechnen Sie für beliebige Frequenz ν und Temperatur T das Verhältnis der Wahrscheinlichkeit einer spontanen und einer induzierten Emission. Skizzieren Sie den Verlauf von spontaner und induzierter Emission als Funktion von $h\nu/(k_B T)$.

b) Berechnen Sie die Frequenz, bei der spontane und induzierte Emission gleich wahrscheinlich sind.