

Blatt 6

Aufgabe 1: Linearer Starkeffekt (5 Punkte)

Berechnen Sie für $n = 2$ die Energieniveaus eines Wasserstoffatoms in einem externen, homogenen elektrischen Feld in Richtung der z-Achse!

Wählt man hierfür die Energieeigenzustände Ψ_{nlm} als Basis, ist zuerst die Störmatrix

$$\begin{pmatrix} \langle \Psi_{200} | H_{St} | \Psi_{200} \rangle & \langle \Psi_{200} | H_{St} | \Psi_{211} \rangle & \langle \Psi_{200} | H_{St} | \Psi_{210} \rangle & \langle \Psi_{200} | H_{St} | \Psi_{21-1} \rangle \\ \langle \Psi_{211} | H_{St} | \Psi_{200} \rangle & \langle \Psi_{211} | H_{St} | \Psi_{211} \rangle & \langle \Psi_{211} | H_{St} | \Psi_{210} \rangle & \langle \Psi_{211} | H_{St} | \Psi_{21-1} \rangle \\ \langle \Psi_{210} | H_{St} | \Psi_{200} \rangle & \langle \Psi_{210} | H_{St} | \Psi_{211} \rangle & \langle \Psi_{210} | H_{St} | \Psi_{210} \rangle & \langle \Psi_{210} | H_{St} | \Psi_{21-1} \rangle \\ \langle \Psi_{21-1} | H_{St} | \Psi_{200} \rangle & \langle \Psi_{21-1} | H_{St} | \Psi_{211} \rangle & \langle \Psi_{21-1} | H_{St} | \Psi_{210} \rangle & \langle \Psi_{21-1} | H_{St} | \Psi_{21-1} \rangle \end{pmatrix}$$

zu bestimmen. Für den Hamiltonoperator des gestörten Gesamtsystems gilt hierbei

$$H_{ges} = H_0 + H_{St} = H_0 + e\vec{r}\vec{E} = H_0 + eE\hat{z}.$$

- Zeigen Sie, dass nur die Elemente $\langle \Psi_{200} | H_{St} | \Psi_{210} \rangle$ und $\langle \Psi_{210} | H_{St} | \Psi_{200} \rangle$ von null verschieden sind!
- Berechnen Sie die Energieeigenwerte und –eigenzustände. Skizzieren Sie den Lösungsweg!
- Zeichnen Sie das resultierende Termschema für $n = 2$ im elektrischen Feld!

Aufgabe 2: (3 Punkte)

- Wie viele Wasserstoffkerne richten sich in einem Liter Wasser bei Zimmertemperatur im Mittel nach Norden im Magnetfeld aus. ($g_{\text{Proton}} = 5.58$, $B_0(\text{Erde}) = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$)
- Wie lange muss eine elektromagnetische Welle mit einer Feldstärke von 0.005 Tesla in ein Wasserstoff-System in y-Richtung eingestrahlt werden, um eine durch ein äußeres Magnetfeld erzeugte z-Magnetisierung um 90° zu drehen? (Hinweis: Protonen- und Kernspinecho einzeln behandeln.)

Aufgabe 3: Zeeman-Effekt (4 Punkte)

- Berechnen Sie den Landé-Faktor g_j des aus Spin- und Bahndrehimpuls resultierenden magnetischen Moments (anomaler Zeeman-Effekt).
- Die niedrigsten nicht voll besetzten Energieterme des Natriumatoms sind die Terme 3^2S und 3^2P . Ein schwaches, homogenes Magnetfeld mit 0.1 Tesla wird an das Na-Atom angelegt. Geben Sie die Aufspaltung der Feinstruktur-niveaus durch den anomalen Zeeman-Effekt in Einheiten von $\mu_B B$ an. Zeichnen Sie die erlaubten Übergänge ein!