

Aufgabe 1, Spontane Emission

Berechnen Sie die mittlere Lebensdauer τ des 2p-Zustands des Wasserstoffatoms.

Aufgabe 2, Magnetische Dipolübergänge

a) Leiten Sie für das Wasserstoffatom die Auswahlregeln für magnetische Dipolstrahlung her (ohne Berücksichtigung des Elektronenspins).

b) Welche magnetischen Dipolübergänge gibt es beim spontanen Zerfall des Wasserstoffatoms aus den 3s-, 3p und 3d-Zuständen.

Aufgabe 3, Auswahlregeln

Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung einiger Zustände des Cäsiumatoms

a) Geben Sie die Auswahlregeln für die Dipolübergänge eines Atoms ohne externe Magnetfelder an. Zwischen welchen Niveaus aus Abb. 1 können demnach Dipolübergänge stattfinden?

b) Nun betrachten wir die $6P_{1/2}$ und $6D_{3/2}$ Niveaus des Cäsiumatoms. Was ist der Effekt eines Magnetfelds auf diese Energieniveaus? Skizzieren Sie das Niveauschema dieser zwei Niveaus in einem schwachen Magnetfeld. Geben Sie die zusätzlichen Auswahlregeln in diesem Fall an. Welche Übergänge sind in diesem Fall möglich? Wie viele Spektrallinien erwarten Sie für diesen Übergang, wenn Sie geometrische Effekte außer Acht lassen?

Hinweis: Cäsium ist ein Wasserstoffähnliches Atom mit einem Valenzelektron. In der Nomenklatur der Zustände $n X_j$ steht die erste Zahl für die Hauptquantenzahl n . X gibt den Bahndrehimpuls l des Elektrons an ($S: l = 0$, $P: l = 1$, $D: l = 2$) und j ist der Gesamtdrehimpuls ($j = l + s$)

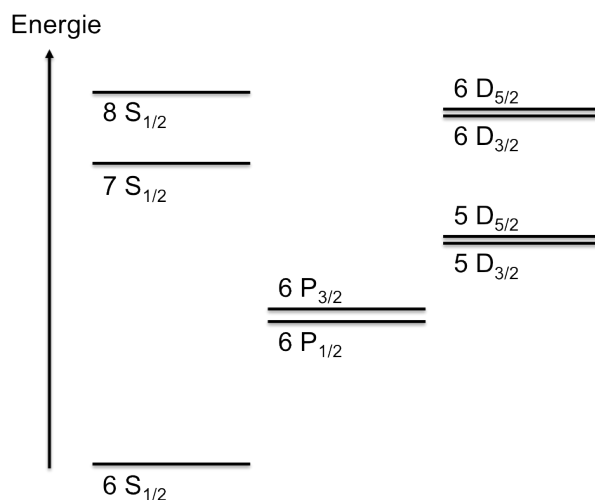


Abbildung 1: Niveauschema von Cäsium mit dem Grundzustand $6S_{1/2}$ und den ersten angeregten Zuständen.

Aufgabe 4, Oszillatorstärke

Zeigen Sie, dass für die Oszillatorstärken die folgende Beziehung richtig ist:

$$\sum_k f_{ka} = 1, \quad (1)$$

wobei f_{ka} die Oszillatorstärke des Absorptionsübergangs $a \rightarrow k$ ist.

Hinweis: Benutzen Sie den Kommutator $[x, p_x] = i\hbar$ und die Identität $x_{ka} = -\frac{i}{m\omega_{ka}}p_{ka}$.

Aufgabe 5, Heliumatom

Berechnen Sie das effektive Potential im Heliumatom, das eines der beiden Elektronen erfährt, wenn sich das andere im Grundzustand befindet.