

Dr. Marco Busch
Institut für Physik
Humboldt-Universität zu Berlin
Brook-Taylor-Straße 6 (MHP)

Übungen zur Vorlesung „Mehrelektronenatome und Moleküle“

Blatt 4

(Abgabe: 11.11.2014 **VOR** der Vorlesung)

Aufgabe 7: (4 Punkte)

Der Hamilton-Operator für zwei Elektronen bzw. zwei Spin- $1/2$ -Teilchen lautet:

$$H = -J\vec{s}_1 \cdot \vec{s}_2 + \mu(s_{1z} + s_{2z})$$

Berechnen Sie die Eigenwerte und geben Sie die Eigenzustände von H in der Basis der Produkte der Ein-Teilchenzustände an. Welche Wechselwirkung beschreibt der zweite Term des Hamilton-Operators H , der nur von den z -Komponenten der beiden Ein-Teilchen-Spinoperatoren abhängt?

Aufgabe 8: (4 Punkte)

Berechnen Sie für das Spektrum des Be^+ -Ions (Be II) die Wellenlängen der elektrischen Dipolstrahlungsübergänge aus den $3p$ - und $4p$ -Niveaus in die möglichen bzw. erlaubten ns -Niveaus aus der Ionisierungsenergie von 18.211 eV und der Wellenlänge von 313.1 nm für den elektrischen Dipolstrahlungsübergang $2p \rightarrow 2s$ und berücksichtigen Sie dabei den Quantendefekt $\Delta(n, \ell)$. Die Feinstruktur- und die Hyperfeinstrukturaufspaltung sowie die Lamb-Shift sollen dabei vernachlässigt werden, jedoch nicht die endliche Kernmasse.

Aufgabe 9: (4 Punkte)

Berechnen Sie die Feinstrukturaufspaltung des $3p \ ^2P$ -Niveaus des Na -Atoms unter der Annahme, dass das Valenzelektron wasserstoffähnlich beschrieben wird mit einer effektiven Quantenzahl $n_{\text{eff}} = n - \Delta(n, \ell)$ und einer effektiven Kernladungszahl $Z_{\text{eff}} = Z_a \cdot Z_i$ (mit einer „äußeren“ Kernladungszahl $Z_a = 1$ und einer „inneren“ Kernladungszahl $Z_i = 7.6$). Welche Wellenlängendifferenz ergibt sich daraus für die beiden Komponenten der $\text{Na-E1-Resonanzlinie}$ $3p \ ^2P \rightarrow 3s \ ^2S$? (Hinweis: Benutzen Sie folgende Werte für die Quantendefekte: $\Delta(3,0) = 1.373$ und $\Delta(3,1) = 0.883$.)