

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

Übungen zur Vorlesung „Mehrelektronenatome und Moleküle“

Blatt 2

(Abgabe: 28.10.2014 **VOR** der Vorlesung)

Aufgabe 3: (5 Punkte)

Wird der Atomkern eines wasserstoffähnlichen Ions mit Kernladungszahl Z als eine homogen geladene Kugel mit dem Radius R angenommen, kann der Einfluss der endlichen Kernaussdehnung auf die Energieniveaus mit einem zusätzlichen Potentialterm $U(r)$ in der Form

$$U(r) = \begin{cases} \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 R} \left(\frac{R}{r} - \frac{3}{2} + \frac{r^2}{2R^2} \right) & \text{für } r < R \\ 0 & \text{für } r > R \end{cases}$$

beschrieben werden. Berechnen Sie für das niedrigste Energieniveau die störungstheoretische Energiekorrektur erster Ordnung in der niedrigsten Ordnung in R/a_{Bohr} (a_{Bohr} bezeichne den Bohrschen Radius) unter der Annahme, dass Z nicht zu groß ist, also $\alpha Z \ll 1$ (α bezeichne die Feinstrukturkonstante). Wie groß ist diese Energiekorrektur bezogen auf die Energie des Grundzustandes der Energieniveau-Grobstruktur beim H-Atom und beim He^+ -Ion (Hinweis: benutzen Sie für den Kernradius die Abschätzung $R \approx A^{1/3} \cdot 1.3 \text{ fm}$)?

Aufgabe 4: (5 Punkte)

Berechnen Sie für das wasserstoffähnliche He^+ -Ion die Energiewerte für alle Zustände mit den Hauptquantenzahlen $n=2$ und 3 unter Berücksichtigung der Feinstrukturaufspaltung. Bestimmen Sie daraus die Wellenlängen der zwischen diesen Zuständen erlaubten elektrischen Dipol(E1)-Strahlungsübergänge unter Beachtung der Auswahlregeln $\Delta j=0, \pm 1$ und $\Delta \ell = \pm 1$. Tragen Sie die berechneten Übergangswellenlängen in das auf der Rückseite abgebildete, experimentell ermittelte hochaufgelöste Spektrum der He II Balmer- α -Linie ein. Wodurch lassen sich die Diskrepanzen zwischen den von Ihnen berechneten Wellenlängen und dem Experiment erklären?

