

Physik der Materie I, WS 2018/2019 - Übungsblatt 9

Übungstermin: 16.1.2019

Aufgabe 1

Analog zum Bohrschen Atommodell lässt sich das Heliumatom in einem quasi-klassischen Modell behandeln, in dem die beiden Elektronen einen Kern mit Ladungszahl $Z = 2$ mit gleicher Geschwindigkeit v auf einer Kreisbahn mit Radius r umkreisen. Im Zustand minimaler potentieller Energie befinden sich die beiden Elektronen zu jedem Zeitpunkt auf entgegengesetzten Punkten der Kreisbahn.

- Berechnen Sie für diesen Fall den resultierenden Radius r . Gehen Sie dabei analog wie beim Bohrschen Atommodell davon aus, dass die Zentripetalkraft durch die auf das Elektron insgesamt wirkende Coulombkraft gegeben ist, und der Bahnumfang in Einheiten der de Broglie Wellenlänge quantisiert ist. Wie unterscheidet sich r vom Radius des Elektrons in einem He^+ Ion?
- Berechnen Sie mit dem Ergebnis aus a) die potentielle, die kinetische und die gesamte Energie des He Atoms im Grundzustand. Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem experimentellen Wert.

Aufgabe 2

Geben Sie für ein Heliumatom mit einem Elektron im zweiten angeregten Zustand und dem anderen im Grundzustand (d.h. $n_1 = 3$ und $n_2 = 1$)

- sämtliche Singulett-Terme
- sämtliche Triplett-Terme

mit den jeweils zugehörigen Quantenzahlen (l_1, L, S, J) und den korrekten Termbezeichnungen an.

Aufgabe 3

Untersuchen Sie näherungsweise den einfachen Fall eines Lithiumatoms mit zwei Elektronen im 1s Zustand (d.h. $n = 1$) und einem Valenzelektron bei $n = 2$.

- Geben Sie zunächst für ein einzelnes Elektron mit $n = 1$, das einen Kern der Ladungszahl $Z = 3$ umkreist, den ungefähren Bahnradius r_1 an (in Einheiten des Bohrschen Radius a_0).
- Nehmen Sie jetzt an, dass die Abschirmung durch die Elektronen in den 1s Zuständen die effektive Ladung des Kerns für das Elektron mit $n = 2$ auf $Z = 1$ reduziert, und geben Sie für dieses den Bahnradius r_2 an.
- Schätzen Sie ab, wie berechtigt die Annahme unter b) ist, indem Sie für die beiden 1s Elektronen den Anteil der Ladung berechnen, der sich in einem Volumen des Radius r_2 befindet.
- Erklären Sie (qualitativ), warum für das Valenzelektron der 2s Zustand energetisch tiefer liegt als der 2p Zustand.

Hinweis: Ziehen Sie dazu die Elektronendichteverteilungen in den beiden Zuständen heran.