

FREIE UNIVERSITÄT BERLIN

Fachbereich Physik

Übungen zur Vorlesung

‘‘Einführung in die Physik der Atome und Moleküle I’’ (SoSe 2008)

- Prof. Karsten Heyne -

Aufgabenblatt 9 vom 19.06.2008

---

Abgabe bei der Vorlesung oder per E-Mail an: [fidder@physik.fu-berlin.de](mailto:fidder@physik.fu-berlin.de)

vor Donnerstag 26.06.2008, 12h30.

---

**Aufgabe 9–1** (2.5 Punkte)

Berechnen Sie die vier total antisymmetrischen Wellenfunktionen von angeregtem Helium  $(1s)^1(2s)^1$  mit Hilfe der Slater-Determinanten.

**Aufgabe 9–2** (2.5 Punkte)

Helium im Grundzustand mit Variationsverfahren:

Als normierte Testfunktion für den Helium-Grundzustand wählen wir

$$\psi_{1s}(r_1, r_2) = \psi_{1s}(r_1)\psi_{1s}(r_2),$$

mit

$$\psi_{1s}(r_1) = \sqrt{\left(\frac{\alpha^3}{\pi}\right)} e^{-\alpha r_1}; \quad \psi_{1s}(r_2) = \sqrt{\left(\frac{\alpha^3}{\pi}\right)} e^{-\alpha r_2}.$$

Bestimmen Sie den Wert für  $\alpha$ , bei dem  $\epsilon$  sein Minimum hat. Für die Berechnung des Coulomb-Integrals  $J$  siehe Vorlesung. Interpretieren Sie den für  $\alpha$  gefundenen Wert im Rahmen der effektiven Abschirmung der Kernladung. Warum ist das Ergebnis wesentlich besser als das aus der Störungsrechnung erster Ordnung ( $-74.8$  eV)?

**Aufgabe 9–3** (1 + 2 Punkte)

- Geben Sie alle Termsymbole  $^{2S+1}L_J$  (und die Entartung) für die 2-Elektronen-Konfiguration  $(nd)(n'd)$  an.
- Geben Sie alle Termsymbole  $^{2S+1}L_J$  (und die Entartung) für die 2-Elektronen-Konfiguration  $(nd)^2$  an.

Argumentieren Sie in beiden Fällen, wie Sie zu diesem Resultat gekommen sind.

**Aufgabe 9–4** (2 Punkte)

Berechnen Sie den  $g$ -Faktor für einen  ${}^2D_{5/2}$ -Zustand. Berechnen Sie das Magnetfeld, das benötigt wird, um bei einer Mikrowellenfrequenz von 9.5 GHz ein Umklappen des Elektronenspins zu induzieren. Wie groß ist die relative Differenz ( $\Delta N/N$ ) der Boltzmann-Besetzungszahlen beider Energieniveaus bei einer Temperatur von 100 K? Wie groß muss die Temperatur sein, um ( $\Delta N/N$ ) konstant zu halten, wenn die Mikrowellenfrequenz bzw. das Magnetfeld verzehnfacht wird?