

Theoretische Physik III für Lehramtskandidaten, WS 2010/11
Blatt 13 zu den Übungen am 7. u. 9.2., Stefanie Russ
Abgabe: Spätestens 4.2., 12 Uhr, Zi. 1.4.38 (persönlich oder Briefkasten)

Falls Sie an der Klausur teilnehmen, können Sie wahlweise dieses oder das letzte Blatt weglassen. Wenn Sie dennoch beide Blätter abgeben, werden auch beide (normal) gewertet.

Bitte geben Sie Ihre Übungsgruppe an!

Hausaufgaben: (Je 2 Punkte.)

- 1. Wasserstoffatom:** a.) Berechnen Sie den Mittelwert (1.5 Punkte)

$$\left\langle \frac{1}{r} \right\rangle$$

für einen beliebigen Zustand $\psi_{n,\ell,m}$ des Wasserstoffatoms in Abhängigkeit von n und a_B . Verwenden Sie dabei die Normierungsbeziehung der zugeordneten Laguerre-Polynome:

$$\int_0^\infty e^{-x} x^k |L_q^k(x)|^2 dx = \frac{(q+k)!}{q!}.$$

- b.) Zeigen Sie mit Hilfe des Ergebnisses aus a.), dass für das von einem Elektron im Zustand n des Wasserstoffatoms im Mittel "gespürte" Potenzial gilt: (0.5 Punkte)

$$\langle V \rangle = 2E_n.$$

- 2. Wasserstoffatom:**

Bestimmen Sie alle Wellenfunktionen des Wasserstoffatoms mit der Energiequantenzahl $n = 3$ und der Drehimpulsquantenzahl $\ell = 2$. Berechnen Sie dann für ein Elektron, das durch diese Wellenfunktionen beschrieben wird (a) den wahrscheinlichsten Abstand, (b) den mittleren Abstand vom Kern (Ursprung) und (c) die Knotenpunkte in Einheiten des Bohr'schen Radius a_B .

Hinweis: Beachten Sie, dass ψ eine dreidimensionale Struktur besitzt, so dass für Wahrscheinlichkeiten bezüglich r Integrale nach Art der Gl. (5.21) gelten.

Präsenzaufgaben:

Bestimmen Sie alle Wellenfunktionen des Wasserstoffatoms mit der Energiequantenzahl $n = 3$ und der Drehimpulsquantenzahl $\ell = 2$. Berechnen Sie dann für ein Elektron im Zustand $\psi_{3,1,m}$ (m beliebig) (a) den wahrscheinlichsten Abstand, (b) den mittleren Abstand vom Kern (Ursprung) in Einheiten von a_B . (Hinweis wie oben).

Verständnisfrage: Wodurch können die Lösungen des Wasserstoffatoms als Lösungen eines Elektrons im Coulombpotenzial verändert werden?