

12. ÜBUNGSBLATT ZUR VORLESUNG QUANTENMECHANIK I

Abgabe am Dienstag der 14. Semesterwoche in der Vorlesung.

Aufgabe 34: (6 Punkte)

Ein Teilchen der Masse m bewege sich zwischen zwei konzentrisch angeordneten Kugeln mit Radius a bzw. b (also zwischen $a < r < b$). Das Potenzial verschwinde in diesem Bereich. Finden Sie die Energie des Grundzustandes und die normierte Grundzustandswellenfunktion.

Aufgabe 35: (6 Punkte)

Betrachten Sie das Wasserstoffatom (verallgemeinert auf eine beliebige Kernladungszahl Z) und berechnen Sie folgende Erwartungswerte für Potenzen des Abstands vom Ursprung bezüglich des Grundzustands:

$$\langle r \rangle, \quad \langle r^2 \rangle, \quad \left\langle \frac{1}{r} \right\rangle, \quad \left\langle \frac{1}{r^2} \right\rangle.$$

Gilt $\langle r \rangle^{-1} = \langle r^{-1} \rangle$? Wie verhält sich der wahrscheinlichste Abstand zum mittleren Abstand?

Aufgabe 36: (6 Punkte)

Zum Zeitpunkt $t = 0$ ist die Wellenfunktion eines Elektrons in einem Wasserstoffatom gegeben durch $\psi(\vec{r}, 0) = \frac{1}{\sqrt{10}}(2\psi_{100} + \psi_{210} + \sqrt{2}\psi_{211} + \sqrt{3}\psi_{21-1})$.

- Geben Sie den Erwartungswert der Energie in diesem Zustand an.
- Geben Sie die Wellenfunktion zum Zeitpunkt $t > 0$ an.
- Was ist die Wahrscheinlichkeit, das Elektron zu irgendeinem Zeitpunkt $t > 0$ im Zustand $l = 1, m = +1$ zu finden?