

Theoretische Physik E — Quantenmechanik II

V: Prof. Dr. D. Zeppenfeld, Ü: Dr. S. Gieseke

Übungsblatt 9

Abgabe: Fr, 7.1.'11, 11.30 Uhr, Erdgeschoss Physikhochhaus.

Aufgabe 31: Radialsymmetrisches System im E-Feld

[5 + 1 = 6]

Ein radialsymmetrisches System im Grundzustand ($1s$) wird in einem Plattenkondensator dem homogenen, zeitabhängigen elektrischen Feld

$$\vec{E} = E_0 \hat{z} e^{-t/\tau}$$

ausgesetzt, das bei $t = 0$ eingeschaltet wird.

- Wie groß ist jeweils die Wahrscheinlichkeit, das System für $t \gg \tau$ in einem der drei $2p$ -Zustände vorzufinden?
- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit für einen Übergang in den $2s$ -Zustand?

Aufgabe 32: Impuls im Wasserstoffgrundzustand

[5 + 2 = 7]

Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit $|\phi(\vec{p})|^2 d^3\vec{p}$, den Impuls $\vec{p}$ des Elektrons eines Wasserstoffatoms im Grundzustand zu messen. Wodurch ist die Breite der Impulsverteilung bestimmt?

Aufgabe 33: Permutationen und Spin

[2 + 2 + 3 = 7]

Ein System zweier Elektronen werde von einem spinunabhängigen Hamiltonoperator H beschrieben.

- Durch welche Eigenzustände wird das System charakterisiert? Zeigen Sie, dass diese Eigenzustände gleichzeitig Eigenzustände des Zweivertauschungsoperators P_{12} mit den Eigenwerten ± 1 sind. Es gilt $P_{12} |a\rangle^{(1)} |b\rangle^{(2)} = |b\rangle^{(1)} |a\rangle^{(2)}$.
- Zeigen Sie, dass P_{12} in der Form

$$P_{12} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{4}{\hbar^2} \vec{S}_1 \cdot \vec{S}_2 \right)$$

durch die Spins $\vec{S}_1, \vec{S}_2$ der zwei Elektronen ausgedrückt werden kann.

- Wie muss die Gesamtortswellenfunktion also für die verschiedenen Eigenzustände von P_{12} durch die Wellenfunktionen der Einzelelektronen ausgedrückt werden? Berechnen Sie die Energiekorrektur ΔE durch ein Potential $U(\vec{x}_1 - \vec{x}_2)$ in erster Ordnung Störungstheorie.

$\Sigma_{\text{Blatt9}} = 20$