

2. Präsenzübungsblatt zur Quantenphysik SS 09

Dr. J. Henn Dr. O. M. Kind Prof. Th. Lohse Prof. J. Plefka Dr. U. Schwanke

Besprechung in den Übungen am 29./30.04.09.

P1 - Adjungierte Operatoren

Zeigen Sie für die allgemeinen Operatoren A, B, C sowie für den Impulsoperator p und den Ortsoperator x die Relationen

$$\begin{aligned} p^\dagger &= p & (p^2)^\dagger &= p^2 & V(\mathbf{x})^\dagger &= V(\mathbf{x}) \\ (AB)^\dagger &= B^\dagger A^\dagger & [AB, C] &= A[B, C] + [A, C]B \end{aligned}$$

Zeigen Sie ferner, dass

$$[A, B^n] = \sum_{k=0}^{n-1} B^k [A, B] B^{n-1-k} \quad (1)$$

erfüllt ist.

P2 - Kommutator Fingerübungen

Berechnen Sie für die Operatoren $p_i = \frac{\hbar}{i} \frac{\partial}{\partial x_i}$ und $L_i = \epsilon_{ijk} x_j p_k$ die Kommutatoren $[p_i^2, f(\mathbf{x})]$ und $[L_i, L_j]$.

P3 - Statistik

- Wie berechnen sich Mittelwert, Varianz und Standardabweichung von diskreten und kontinuierlichen Verteilungsfunktionen einer Größe x ?
- Zeigen Sie, dass sich in beiden Fällen die Varianz mittels

$$\text{Var}(x) = \langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2$$

berechnen läßt.

- Berechnen Sie den Normierungsfaktor, den Erwartungswert sowie die Breite sowohl für die Gauß- als auch für die Exponentialfunktion.

P3 - Rayleigh-Jeansches Strahlungsgesetz

Bestimmen Sie die spektrale Modendichte der Hohlraumstrahlung in einem Würfel mit Kantenlänge a , und leiten Sie daraus das Rayleigh-Jeansche Strahlungsgesetz ab.