

6. 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 28.05.09.

P1 -Kohärente Zustände

Im experimentellen Teil der Vorlesungen wurden die kohärenten Zustandsfunktionen $\varphi_\alpha(x)$ des harmonischen Oszillators als verschobene Grundzustandswellenfunktionen $\psi_0(x + \Delta)$ eingeführt. Im theoretischen Teil wurden sie als Eigenfunktionen des nicht-hermiteschen Vernichtungsoperators \hat{a} definiert

$$\hat{a} \varphi_\alpha(x) = \alpha \varphi_\alpha(x).$$

Zeigen Sie die Äquivalenz dieser Definitionen!

a) Machen Sie hierzu vom Operator der Translation $\exp[i \Delta \hat{p}/\hbar]$ gebrauch. Zeigen Sie hierzu zunächst, dass

$$e^{i \Delta \hat{p}/\hbar} \psi(x) = e^{\Delta \frac{\partial}{\partial x}} \psi(x) = \psi(x + \Delta)$$

gilt.

b) Benutzen Sie dies um den verschobenen Grundzustand durch $\psi_0(x + \Delta) = e^{i \Delta \hat{p}/\hbar} \psi_0(x)$ darzustellen und überprüfen Sie, dass dieser Eigenfunktion zu \hat{a} ist.

c) Wie lautet der Zusammenhang zwischen Δ und dem Eigenwert α ?

Formelsammlung: $p = -i \sqrt{\hbar \omega m/2} (a - a^\dagger)$, BCH: $e^A B e^{-A} = B + [A, B] + \frac{1}{2!} [A, [A, B]] + \dots$