



Integrierter Kurs Physik IV
Exp.-Teil – Atomphysik
SS 12

Prof. G. Maret, Dr. P. Pfleiderer

Übungsblatt 7

Ausgabe: 04.06.2012, Abgabe: 08.06.2012

Aufgabe 15: Peak im Topf (schriftlich abzugeben) (5 Punkte)

Ein Teilchen der Masse m befindet sich in einem unendlichen Potentialtopf der Breite a (von $x = -a/2$ bis $x = a/2$). Sein Zustand zur Zeit $t = 0$ werde näherungsweise beschrieben durch

$$\Psi(x, t = 0) = \delta(x)$$

was bekanntlich keine Eigenfunktion des Hamilton-Operators ist (und nebenbei auch nicht normierbar).

- Schreiben Sie die normierten Eigenfunktionen $\psi_n(x)$ dieses Klassikers auf.
- Da die Eigenfunktionen orthonormal und vollständig sind, lässt sich jede Funktion durch eine Superposition dieser Eigenfunktionen darstellen, eben auch

$$\Psi(x, t = 0) = \delta(x) = \sum_{i=1}^{\infty} c_n \psi_n(x)$$

Berechnen Sie die Koeffizienten c_n , ohne sie zu normieren (was auch nicht geht).

- Skizzieren Sie die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Energie.
- Skizzieren Sie die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Impulses.

Aufgabe 16: Welcher Zustand? (je ein Häkchen für a, b+c)

Eine vollständige Orthonormalbasis eines Systems werde aus den beiden Funktionen φ_1 und φ_2 gebildet. Ein Zustand Ψ ist dann als $\Psi = a\varphi_1 + b\varphi_2$ darstellbar, also durch den Koeffizientenvektor $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ anzugeben (a und b sind komplexe Zahlen). Der Erwartungswert eines Operators L berechnet sich, wie Sie wissen, als $\langle \Psi | L | \Psi \rangle$. Das

System befinde sich in einem Zustand Ψ , für den die Erwartungswerte der - hier als Matrizen angegebenen - Operatoren

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 0 & 2i \\ -2i & 0 \end{pmatrix}$$

$\langle A \rangle = 2$, $\langle B \rangle = \frac{1}{2}$ und $\langle C \rangle = 0$ betragen.

- a) Finden Sie den Zustand Ψ , also den normierten Vektor $\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$. (Dieses Vorgehen, also aus Erwartungswerten den Zustand rekonstruieren, heißt quantum state tomography.)
- b) Lösen Sie dieselbe Aufgabe, wenn die Erwartungswerte $\langle A \rangle = 3$, $\langle B \rangle = 1$ und $\langle C \rangle = 0$ lauten.
- c) Können Sie die Observablen A, B und C an einem einzelnen System messen?