

Übungen zu Theoretische Physik II - Quantenmechanik I
Blatt 4 (abzugeben am 17. Mai)

Aufgabe 1 Propagator eines freien Teilchens (10 Punkte)

Finden Sie für ein freies Teilchen mit

$$H = \frac{\hat{p}^2}{2m} \quad (1)$$

den Propagator $U(t)$ in der Ortsbasis, d.h., $\langle x|U(t)|x'\rangle$. Finden Sie dann im Ortsraum die Wellenfunktion $\psi(x, t) \equiv \langle x|\psi(t)\rangle$ für $t > 0$ mit

$$\psi(x, 0) = \frac{1}{(2\pi d^2)^{1/4}} e^{-\frac{1}{4} \frac{x^2}{d^2}}. \quad (2)$$

Berechnen Sie nun den Erwartungswert $\langle \psi(t)|\hat{x}|\psi(t)\rangle$ und die Varianz

$$\Delta x^2 = \langle \psi(t)|\hat{x}^2|\psi(t)\rangle - \langle \psi(t)|\hat{x}|\psi(t)\rangle^2. \quad (3)$$

Aufgabe 2 Wellenfunktion für konstante Kraft (10 Punkte)

Finden Sie für den Hamilton Operator

$$H = \frac{\hat{p}^2}{2m} - f\hat{x} \quad (4)$$

die Eigenzustände $|E\rangle$ mit

$$H|E\rangle = E|E\rangle \quad (5)$$

im Impulsraum, d.h., finden Sie $\langle p|E\rangle$. Ist die Wellenfunktion normierbar?

Hinweis: Finden Sie zunächst eine Differentialgleichung für $\psi_E(p) = \langle p|E\rangle$ und machen Sie dann den Ansatz $\psi_E(p) = e^{g_E(p)}$ mit Funktion $g_E(p)$.