

**Aufgabe 7: Mittelwerte und Unschärfen**

(mündlich, 5 Punkte)

a) Gegeben sei die eindimensionale Wellenfunktion

$$\psi(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{\pi x}{a}\right) & \text{für } 0 \leq x \leq a \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

Berechnen Sie die Mittelwerte  $\langle x \rangle$  und  $\langle p \rangle$ , die Unschärfen  $\Delta x$  und  $\Delta p$  sowie das Unschärfeprodukt  $\Delta x \Delta p$ .

b) Zeigen Sie, dass für jede reelle eindimensionale Wellenfunktion  $\psi(x)$  der Impulsmittelwert  $\langle p \rangle$  verschwindet.

c) Gegeben sei eine eindimensionale Wellenfunktion  $\psi(x)$  mit  $\langle x \rangle = x_0$ ,  $\langle p \rangle = p_0$ ,  $\Delta x = \sigma_x$  und  $\Delta p = \sigma_p$ . Welche Werte haben  $\langle x \rangle$ ,  $\langle p \rangle$ ,  $\Delta x$  und  $\Delta p$  für die Wellenfunktion  $\tilde{\psi}(x) = \psi(x) e^{ikx}$ ?

**Aufgabe 8: Wellenfunktionen und Stromdichten**

(schriftlich, 2 Punkte)

Berechnen Sie für die folgenden Wellenfunktionen die Wahrscheinlichkeitsdichten und die Wahrscheinlichkeitsstromdichten:

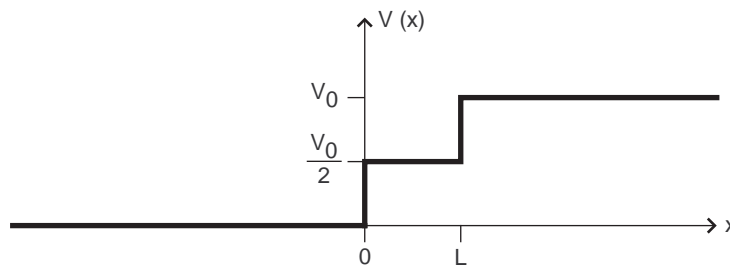
a)  $\psi(x) = A e^{ikx} + B e^{-ikx}$  mit  $A, B \in \mathbf{C}$ . Interpretieren Sie das Ergebnis.

b)  $\psi(\vec{r}) = \frac{A}{r} e^{\pm ikr}$ . (Verwenden Sie den Nabla-Operator in Kugelkoordinaten.) Wie groß ist der gesamte Wahrscheinlichkeitsstrom durch eine Kugelfläche mit Radius  $R$  und Mittelpunkt bei  $\vec{r} = 0$ ?

**Aufgabe 9: Potentialtreppe**

(schriftlich, 9 Punkte)

Ein Teilchen mit der Energie  $E > V_0$  bewege sich von links auf eine doppelte Potentialstufe  $V(x)$  zu.



a) Wie lauten die Ansätze für die Wellenfunktionen in den drei Bereichen  $x \leq 0$ ,  $0 < x < L$ ,  $L \leq x$  und welche Anschlussbedingungen müssen an den Sprungstellen des Potentials erfüllt sein?

b) Berechnen Sie den Reflexionskoeffizienten  $R$  für die in den Bereich  $x < 0$  reflektierte Welle. Was ergibt sich für den Grenzfall  $L = 0$ ?

c) Skizzieren Sie (z. B. unter Verwendung eines Grafikprogramms)  $R$  als Funktion von  $E/V_0$  für  $L/L_0 = 0, 7, 10$ , wobei  $L_0^2 = \hbar^2/(m V_0)$  ist. Diskutieren Sie kurz Ihr Ergebnis.

**Aufgabe 10: Volumen von Edelmetallen****(mündlich, 4 Punkte)**

Berechnen Sie die Größe von Cu-, Ag- und Au-Atomen und vergleichen Sie den erhaltenen Wert mit Abständen in einkristallinen Festkörpern dieser Materialien.

Massendichte:

- Cu:  $8,93 \text{ g cm}^{-3}$
- Ag:  $10,50 \text{ g cm}^{-3}$
- Au:  $19,32 \text{ g cm}^{-3}$