

Übungsaufgaben zur Experimentalphysik Modul PH-EP4 / PH-DP-EP4

Übungsblatt 04 (17. KW, SoSe 2009)

Ausgabe: 30. April 2009

Abgabe: 8. Mai 2009

Abgabeort: Markierter Briefkasten neben Zimmer 302 (Linnestr. 5, 1. Etage)

Abgabezeit: Bis spätestens 13:00 Uhr zum o.g. Abgabetermin

Aufgaben:

- OA 13:** Gegeben sind die Funktionen: a) e^{ikx} , b) $\cos(kx)$, c) k , d) kx und e) e^{-kx^2} . Identifizieren Sie aus dieser Reihe die Eigenfunktionen des Operators d/dx und geben Sie ggf. den jeweils zugehörigen Eigenwert an. **[6 Punkte]**
- OA 14:** Die normierten Wellenfunktionen für ein Teilchen, das sich auf einer Kreisbahn bewegt, lauten $\Psi(\phi) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)^{1/2} e^{-im\phi}$ mit $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ und $0 \leq \phi \leq 2\pi$. Bestimmen Sie $\langle \phi \rangle$. **[6 Punkte]**
- OA 15:** Die Wellenfunktion für den Grundzustand eines Teilchens in einem eindimensionalen Potentialtopf laute: $\Psi = \left(\frac{2}{L}\right)^{1/2} \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$. Nehmen Sie an, der Topf ist 10,00 nm lang und errechnen Sie die Aufenthaltswahrscheinlichkeiten dieses Partikels für die folgenden Fälle: a) $4,95 \text{ nm} \leq x \leq 5,05 \text{ nm}$, b) $1,95 \text{ nm} \leq x \leq 2,05 \text{ nm}$, c) $9,90 \text{ nm} \leq x \leq 10,00 \text{ nm}$, d) Anwesenheit in der "rechten" Hälfte des Potentialtopfs ($5,00 \text{ nm} \leq x \leq 10,00 \text{ nm}$) und e) im zentralen Drittel des Potentialtopfs. **[8 Punkte]**
- OA 16:** Der Aufenthaltsort eines Teilchen im 1d-Raum sei mit $\langle x \rangle = 0$ und sein mittlerer Impuls mit $\langle p_x \rangle = 0$ gegeben. Es sei weiterhin durch ein Wellenpaket mit $\Psi(p_x) = \Psi_0 e^{ip_x/\hbar}$, wobei $p_x \in I, I = \left[\langle p_x \rangle - \frac{\Delta p_x}{2}, \langle p_x \rangle + \frac{\Delta p_x}{2} \right]$ beschrieben. Seine Aufenthaltswahrscheinlichkeit sei für alle $p_x \in I$ konstant und außerhalb dieses Intervalls Null. a) Berechnen Sie $\Delta p \cdot \Delta x$, wobei Sie für die Breite Δx den Abstand der ersten Nulldurchgänge der Amplitude verwenden. b) Skizzieren Sie Amplitude und Aufenthaltswahrscheinlichkeit im x-Raum. c) Diskutieren Sie die Analogie zu einem Ihnen bekannten Experiment aus dem Bereich der Optik. **[6 Punkte]**