

**Übungsblatt 2** (zu bearbeiten bis 02.11.2011)**Aufgabe 1: Impuls von Photonen**

Ein Laserpointer (50 g) schwebt frei im Raum und emittiert rotes Licht mit einer Wellenlänge von 700 nm und einer Leistung von 5 W in eine Richtung. Nach 10 Jahren sind die Batterien alle.

- (a) Welche Geschwindigkeit hat der Laserpointer?
 (b) Wie hängt der in (a) gefundene Geschwindigkeitswert von der Wellenlänge ab, bzw. was ändert sich bei kleinerer oder größerer Wellenlänge?

Aufgabe 2: Unschärferelation

- (a) Welche Unsicherheit ergibt sich nach der HEISENBERGSchen Unschärferelation für den Impuls eines Elektrons, wenn sein Ort auf 100 pm genau festgelegt werden kann? Wie groß ist die entsprechende Unschärfe in der Geschwindigkeit?
 (b) Berechnen Sie die Ortsunschärfe für eine Kugel mit einer Masse von 1 g, deren Geschwindigkeit von 100 m/s Sie mit einer Genauigkeit von 0.1% bestimmt haben.

Aufgabe 3: Spektrum des Wasserstoffatoms

Zwei aufeinander folgende Linien des Atomspektrums von Wasserstoff haben die Wellenzahlen $\tilde{\nu}_i = 2.057 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$ und $\tilde{\nu}_{i+1} = 2.304 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$. Berechnen Sie, welcher Serie die beiden Linien angehören und welchen Übergängen sie entsprechen.

Aufgabe 4: Eigenfunktionen 1

Welche Funktionen (a-e) sind Eigenfunktionen der Operatoren $\frac{\partial}{\partial x}$ (1) bzw. $\frac{\partial^2}{\partial x^2}$ (2):

e^{ikx} (a), $\cos kx$ (b), k (c), kx (d), e^{-ax^2} (e) (k, a reell). Wie lautet jeweils der zugehörige Eigenwert?

Aufgabe 5: Eigenfunktionen 2

(a) Zeigen Sie, dass die Funktion $\psi = xe^{-ax^2}$ eine Eigenfunktion des Operators $\frac{d^2}{dx^2} - 4a^2x^2$ ist!

Geben Sie den Eigenwert an!

(b) Ist $\psi = e^{-ax^2}$ eine Eigenfunktion des Operators $\frac{d^2}{dx^2}$?

Aufgabe 6: Anwendung von Operatoren

Wirken zwei Operatoren \hat{A} und \hat{B} nacheinander auf eine Funktion f , so wird das durch die Schreibweise $\hat{A}\hat{B}f$ ausgedrückt. Es ist wichtig, die Operationen in der richtigen Reihenfolge auszuführen, und zwar wendet man zuerst den Operator an, der der Funktion am nächsten steht: $\hat{A}\hat{B}f = \hat{A}(\hat{B}f)$.

Wenden Sie die Operatoren \hat{A} und \hat{B} aus der Tabelle nacheinander auf die Funktionen f an und vergleichen Sie die Ergebnisse. In welchen Fällen gilt $\hat{A}\hat{B}f \neq \hat{B}\hat{A}f$?

	\hat{A}	\hat{B}	f
(a)	$\frac{\partial}{\partial x}$	x	xe^{-ax^2}
(b)	x	$\frac{\partial}{\partial x}$	xe^{-ax^2}
(c)	$y \frac{\partial}{\partial x}$	$x \frac{\partial}{\partial y}$	$e^{-a(x^2+y^2)}$