

Experimentalphysik V LA

Übungsserie 3

Deadline: Freitag, 8.5.2015

Problem 9:

5 Punkte

Die Heisenberg'sche Unschärferelation $\Delta x \Delta p \geq \hbar$ ist nicht die einzige Unschärferelation in der Quantenmechanik. Die Unschärferelation ist eine Eigenschaft der Fourier-Transformation eines Wellenpakets.

- a) Gegeben sei ein (normiertes) Gauß'sches Wellenpaket $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma_x^2}\right)$, mit der Standardabweichung σ_x . Berechne die Fourier-Transformation von $f(x)$:

$$\hat{f}(k) = \mathcal{F}[f(x)](k) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) e^{-ikx} dx.$$

- b) Substituiere den Wellenvektor k mit dem Impuls der Materiewelle $p = \hbar k$. Berechne die Standardabweichung σ_p von $\hat{f}(p)$.
- c) Berechne $\sigma_x \sigma_p (= \Delta x \Delta p)$ für die Materiewelle.

Problem 10:

5 Punkte

Zur Beschreibung von Orbitalen von Atomen und Molekülen werden gewöhnlich nicht Ort und Impuls der Elektronen verwendet, sondern Quantenzahlen wie n, l, m etc. die Energie, Drehimpuls und Winkel etc. beschreiben. Finde entsprechende Unschärferelationen für Drehimpuls und Winkel, $\Delta L \Delta \varphi$, sowie Zeit und Energie, $\Delta t \Delta E$. Nutze hierzu einfache (klass. mechanische) Zeichnungen, die Unschärferelation $\Delta x \Delta p \geq \hbar$, sowie bekannte Formeln und Definition aus der klassischen Mechanik und Quantenmechanik.

Problem 11:

5 Punkte

Die Schwingungsenergieniveaus von zweiatomigen Molekülen werden beschrieben durch eine einzige Schwingungsfrequenz f_{vib} , welches die Schwingungsfrequenz entlang der (gedachten) Verbindungslinie der Atome des Moleküls ist. Erwartet man ein anderes Ergebnis für Moleküle mit mehr Atomen als zwei? Nimm als Beispiel das linear CO_2 -Molekül. Zeichne wie die Schwingung oder Schwingungen in diesem Molekül (klass. mechanisch) aussehen müsste.