

Theoretische Physik 4 (Quantentheorie)

Sommersemester 2014

Präsenzübungen 4

Präsenzaufgabe P4.1: Lokalisierung verschiedener Objekte

Welche kinetische Energie braucht man (im Mittel), um

- (a) eine Masse von 1 g mit einer Genauigkeit von 10^{-3} cm
- (b) die Erde mit einer Genauigkeit von 1 m
- (c) ein Proton innerhalb eines atomaren Radius ($\approx 10^{-8}$ cm)
- (d) ein Elektron innerhalb eines atomaren Radius

zu lokalisieren? Welche Folgerungen ergeben sich daraus?

Hinweis: Geben Sie die Energie in eV an, wobei $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$. Die Masse der Erde beträgt etwa $6 \times 10^{24} \text{ kg}$.

Präsenzaufgabe P4.2: Allgemeine Unschärferelation

Zeigen Sie, dass für hermite'sche Operatoren A , die auf Wellenfunktionen wirken, gilt:

- (a) Der Erwartungswert $\langle A \rangle_\psi = \langle \psi | A \psi \rangle$ ist für jedes ψ reell, ebenso das Schwankungsquadrat $(\Delta A)_\psi = (\langle A^2 \rangle_\psi - \langle A \rangle_\psi^2)^{1/2}$.
- (b) Für zwei hermite'sche Operatoren A, B gilt die allgemeine Unschärferelation

$$(\Delta A)_\psi (\Delta B)_\psi \geq \frac{1}{2} |\langle [A, B] \rangle_\psi|. \quad (1)$$

Tipp: gleich wie in der Vorlesung (für x und d/dx), nur mit $i\lambda$ statt λ .