

## Übung 2

Abgabe: Dienstag, 11. November 2003

### Aufgabe 1

- 1.1 Wie groß ist die de-Broglie-Wellenlänge von **(a)** der sich um die Sonne drehenden Erde (Masse  $6 \cdot 10^{24}$  kg; Geschwindigkeit  $3 \cdot 10^4$  m s<sup>-1</sup>), **(b)** einer zu Fuß gehenden Person?
- 1.2 Wie groß ist die kinetische Energie (in eV) von **(a)** einem Elektron, **(b)** einem Proton, wenn die de-Broglie-Wellenlänge 1 Å beträgt?
- 1.3 Die kinetische Energie von Leitungselektronen in Kupfer beträgt ungefähr 7 eV. Wie groß ist ihre de-Broglie-Wellenlänge? Man vergleiche das Ergebnis mit dem Atomabstand in festem Kupfer (man mache eine grobe Abschätzung, ausgehend von der Dichte  $\rho = 8,9 \cdot 10^3$  kg m<sup>-3</sup> von Kupfer und der Molmasse  $M = 63,5$  g mol<sup>-1</sup>).

### Aufgabe 2

Welche Größenordnung hat die kleinstmögliche Impulsunschärfe eines Balls mit der Masse 1 kg (als Quantensystem betrachtet), wenn die Ortsunschärfe von der Größenordnung 1 nm ist? Wie groß ist die entsprechende Geschwindigkeitsunschärfe?

### Aufgabe 3

Der Zustand eines Teilchen wird durch folgende Wellenfunktion beschrieben:

$$\Psi(x) := C e^{-x^2/4\sigma_x^2} e^{ik_0x},$$

wobei  $C$ ,  $\sigma_x$  und  $k_0$  reelle Konstanten sind. In bung 1, Aufgabe 4 wurde bereits gezeigt, daß

$$C = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sqrt{\sigma_x}}.$$

- 3.1 Man zeige, daß  $\Delta x = \sigma_x$  gilt.

*Hinweis:* Man benutze

$$\int_{-\infty}^{\infty} x^2 e^{-\alpha x^2} dx = \frac{\sqrt{\pi}}{\alpha^{3/2}}. \quad (1)$$

$\Psi(x)$  läßt sich als Integral von Planwellen  $e^{ikx}$  schreiben gemäß

$$\Psi(x) = \int_{-\infty}^{\infty} a(k) e^{ikx} dk. \quad (2)$$

- 3.2 *Fakultativ!* Man zeige, daß  $a(k)$  gegeben ist durch

$$a(k) = \text{const } e^{-(k-k_0)^2 \sigma_x^2}$$

*Hinweis:* Den Ausdruck für  $a(k)$  durch quadratische Ergänzung im Exponenten in die Form (1) bringen.

- 3.3 Wie lautet die „Impulsfunktion“  $\Phi(p)$ ? Wie hängen  $\Delta x$  und  $\Delta p$  zusammen?

- 3.4 Man ordne die drei Wellenfunktionen in Abb. 1 jeweils den drei „Impulsfunktionen“ zu.

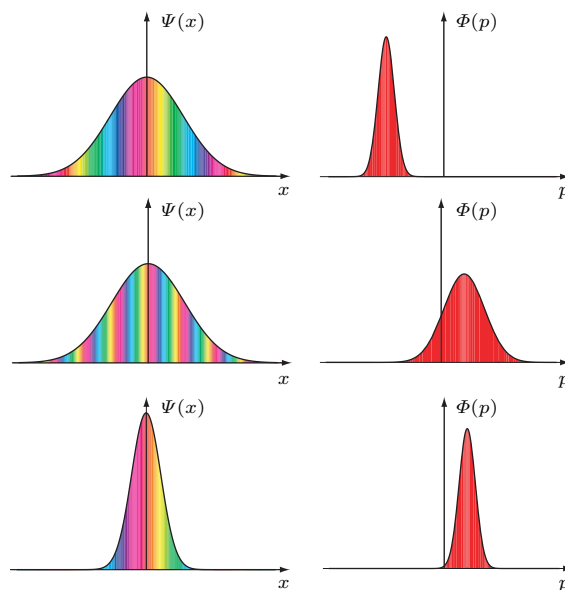


Abbildung 1: Drei Wellenfunktionen und drei Fouriertransformierte