

Beispiele für die Übungen zu Theoretische Physik für das Lehramt L2 Blatt 4

R. A. Bertlmann

WS 2011/12

Diskussionsbeispiel 1: (ist von jedem vorzubereiten!)

Versuche den Photoeffekt mit

1. einem klassischem Modell des Lichts
2. einem quantenmechanischen Modell des Lichts

zu beschreiben, aber nimm die Energieniveaus der Elektronen im Atom als quantisiert an (z.B. Bohrsches Atommodell). Vollziehe nach und erkläre an welchen Punkten das klassische und quantenmechanische Lichtmodell gleichermaßen zutreffende Voraussagen treffen und welche Aspekte im klassischen Bild falsch und im quantenmechanischen Bild richtig beschreiben werden. Erarbeite die Aspekte, die für eine Präsentation im Unterricht relevant sind und überlege, welche Vereinfachungen getroffen werden müssen, falls das notwendig ist (begründe!).

17) Berechne die Fouriertransformierte der Gaußfunktion

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{\sigma}\sqrt{\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x}{\sigma}\right)^2} \quad (1)$$

mit dem Fourierintegral

$$\tilde{F}(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cdot e^{-\frac{i}{\hbar}px} dx$$

Was fällt dir auf?

18) Berechne die Fouriertransformierte der Funktion

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{wenn } |x| \leq 1 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

und fertige eine Skizze für die Funktion und ihre Fouriertransformierte an.

19) Die Delta-Funktion ist gegeben durch folgendes Integral

$$\delta(p - p') = \frac{1}{\sqrt{2\pi\hbar}} \int_{-\infty}^{\infty} dx e^{\frac{i}{\hbar}(p-p')x}$$

Berechne ihre Fouriertransformierte - was fällt dir auf?

Hinweis: Verwende die Eigenschaften der Delta-Funktion

20) Zeige folgende Kommutatorrelationen

a) $[A, B] = -[B, A]$

b) $[A, BC] = B[A, C] + [A, B]C$

c) $[A, [B, C]] + [C, [A, B]] + [B, [C, A]] = 0$ (Jacobi-Identität)

21) Berechne folgende Größen für das Gaußpaket aus (1) mit dem Skalarprodukt aus Beispiel 13:

a) $\langle X \rangle, \langle X^2 \rangle, \Delta X$

b) $\langle P \rangle, \langle P^2 \rangle, \Delta P$

Wo $\langle A \rangle$ der Erwartungswert und ΔA die Unschärfe des Operators ist.

22) Berechne die Unschärferelation für den Orts- und Impulsoperator und verwende als Wellenfunktion die Gaußfunktion (1) mit dem Skalarprodukt aus Beispiel 13.