



1. Übungsblatt

Gruppe B

Aufgabe 1.1: Quantenphysik

a) Die Theorie der Quantenphysik beschreibt ...

- ... Gravitationskräfte zwischen Materieteilchen.
- ... Licht, Materie und ihre fundamentalen Wechselwirkungen.
- ... Teilchen und Wellen als unterschiedliche Phänomene.

Markieren Sie die richtige Antwort.

b) Im Gegensatz zur Quantenphysik behandelt die klassische Physik ...

- ... Teilchen und Wellen auf identische Weise.
- ... ausschließlich Teilchen.
- ... Teilchen und Wellen auf unterschiedliche Weise.

Markieren Sie die richtige Antwort.

Aufgabe 1.2: Doppelspalt mit klassischen Teilchen

Für das Doppelspaltexperiment mit klassischen Teilchen haben wir eine Rate

$$P(x) = \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

definiert. Hierbei beschreibt $\Delta N(x)$ die Anzahl der detektierten Teilchen an Position x in einem Zeitintervall Δt .

a) Welche Werte sind möglich für ΔN ?

- Nur positive irrationale Zahlen.
- Jede komplexe Zahl.
- Nur natürliche Zahlen.

Markieren Sie die richtige Antwort.

b) $P_1(x)$ und $P_2(x)$ seien die Raten, wenn jeweils nur Schlitz 1 oder Schlitz 2 geöffnet ist. Wie groß ist die Rate $P_{12}(x)$, wenn beide Schlitze geöffnet sind im Vergleich zu $P_1(x)$ und $P_2(x)$?

Aufgabe 1.3: Komplexe Zahlen

- a) Sei $n = (a + ib)$ eine komplexe Zahl, wobei a und b jeweils reelle Zahlen sind. Zeigen Sie, dass das Produkt nn^* immer eine positive reelle Zahl ergibt.
- b) Sei $m = (c + id)$ eine andere komplexe Zahl. Zeigen Sie, dass $|mn| = |m||n|$ gilt.
- c) Zeigen Sie, dass $\exp(i\phi) = \cos(\phi) + i \sin(\phi)$ für jede reelle Zahl ϕ gilt.

Aufgabe 1.4: Doppelspalt mit Licht

In einem Doppelspaltexperiment wird eine Lichtquelle der Wellenlänge 550 nm verwendet. Der Abstand der beiden Schlitze beträgt $150 \mu\text{m}$ und jeder Schlitz ist $30 \mu\text{m}$ breit. Betrachten Sie die das entstehende Interferenzmuster.

- a) Wie viele helle Beugungsmaxima erscheinen zwischen den beiden Minima der Einhüllenden durch den Einzelspalt rechts und links neben dem zentralen Maximum des Doppelspalt-Beugungsmusters?
- b) Wie ist das Intensitätsverhältnis vom zentralen Beugungsmaximum zum dritten Beugungsmaximum (vom zentralen Maximum aus gezählt)?

Aufgabe 1.5: De-Broglie-Wellenlänge

In der Vorlesung wurde gezeigt, dass Elektronen Welleneigenschaften besitzen und ihnen somit eine Wellenlänge zugeordnet werden kann. Allgemeiner kann jedem Teilchen eine sog. De-Broglie-Wellenlänge λ_B zugeordnet werden. Es gilt:

$$p = \frac{h}{\lambda_B},$$

wobei p den Impuls des Teilchens und h das Planck'sche Wirkungsquantum bezeichnet.

- a) Berechnen Sie λ_B eines Tennisballs der Masse $m=60 \text{ g}$ und der Geschwindigkeit $v=10 \text{ km/h}$.
- b) Kann mit diesem Tennisball ein Doppelspaltexperiment durchgeführt werden, bei dem ein Interferenzmuster beobachtet wird? Argumentieren Sie mit λ_B .
- c) Ein Forschungsreaktor erzeugt Neutronen der Wellenlänge $\lambda_B=1 \text{ \AA}$. Wie hoch ist die Geschwindigkeit dieser Neutronen?
- d) Kann man atomare Strukturen mit Hilfe dieser Neutronen auflösen? Begründen Sie Ihre Antwort.