



2. Übungsblatt

Gruppe A

Aufgabe 2.1: Prinzipien der Quantenmechanik

a) Die Wahrscheinlichkeitsamplitude $A(E)$ eines Ereignisses E ist gegeben durch ...

- ... eine komplexe Zahl der Form $A^{(0)}e^{i\phi}$.
- ... das Quadrat einer reellen Zahl.
- ... immer eine positive reelle Zahl.

Markieren Sie die richtige Antwort.

b) Die Wahrscheinlichkeit $P(E)$ für das Eintreten eines Ereignisses E ist ...

- ... immer größer als 1.
- ... gegeben durch $P(E) = |A(E)|^2$ für die Wahrscheinlichkeitsamplitude $A(E)$.
- ... gegeben durch $P(E) = 2i \sin^2(\phi)$ mit $A(E) = e^{i\phi}$.

Markieren Sie die richtige Antwort.

c) Das Ereignis E kann über die unterschiedlichen Wege w_1, w_2, \dots, w_n erreicht werden. Die Interferenz zwischen verschiedenen Wegen verschwindet, ...

- ... wenn der Weg nicht im Experiment identifiziert wird.
- ... immer, wenn das Experiment nicht unter idealen Bedingungen abläuft.
- ... wenn die genommenen Wege im Experiment bestimmt werden.

Markieren Sie die richtige Antwort.

d) Für den Fall, dass die oben genannten Wege w_1, w_2, \dots, w_n nicht im Experiment bestimmt werden: Wie ist der Zusammenhang zwischen der Wahrscheinlichkeitsamplitude $A^\Sigma(E)$ mit Wahrscheinlichkeit $P(E)$ für Ereignis E und den Amplituden $A(w_n)$ ($n=1, \dots, N$) der einzelnen Wege?

Aufgabe 2.2: De-Broglie-Wellenlänge

Welche Wellenlänge wird assoziiert mit

- a) einem Photon der Energie 1 eV?
- b) einem Elektron der Energie 1 eV?
- c) einem Photon der Energie 1 GeV?
- d) einem Elektron der Energie 1 GeV?

Wo muss hier relativistisch gerechnet werden?

Aufgabe 2.3: 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. Wie ist das Intensitätsverhältnis des hellsten Interferenzstreifens im ersten Seitenmaximum der Einhüllenden durch den Einzelspalt zum hellsten Interferenzstreifen im zentralen Maximum?

Aufgabe 2.4: Unbekanntes Teilchen

Ein Teilchen bewegt sich (nichtrelativistisch) dreimal so schnell wie ein Elektron. Das Verhältnis der De-Broglie-Wellenlänge dieses Teilchens zu der des Elektrons beträgt $1,813 \cdot 10^{-4}$. Um was für ein Teilchen handelt es sich?

Aufgabe 2.5: Mikroskop

Die maximale Auflösung eines Mikroskops wird durch die verwendete Wellenlänge limitiert. Es können nur Objekte aufgelöst werden, deren Dimensionen die Wellenlänge des verwendeten Lichts nicht deutlich unterschreiten. Nehmen Sie an, dass Sie die innere Struktur eines Atoms untersuchen wollen. Dazu sollten Sie eine Auflösung von 10 pm oder besser erreichen.

- a) Welche Elektronenenergie ist in einem Elektronenmikroskop dafür mindestens nötig?
- b) Welche Photonenenergie ist in einem Lichtmikroskop dafür mindestens nötig?
- c) Welches Mikroskop erscheint praktikabler? Begründen Sie Ihre Antwort.