

Unterscheidbarkeit und Welcher-Weg-Messung

Ziel

Sie können die Begriffe „Unbestimmtheit“, „Realität“ und „Messung“ anwenden und Situationen damit analysieren.

1. Wegmarkierung

Stellen Sie sich das Doppelspalt-Experiment klassisch vor, und zwar als dunklen Raum mit einer Unterteilung in der Mitte, die zwei Türen hat. Eine Person durchquert den Raum und muss dabei durch eine der beiden Türen gehen. Durch welche Tür sie geht, würfelt sie vorher aus. Die Person gelangt zum anderen Ende des Raums, teilt aber nicht mit, durch welche Tür sie gegangen ist.

- Machen Sie eine Skizze von der Situation und erläutern Sie die Unterschiede zu einem Doppelspalt-Experiment mit einzelnen Quantenobjekten.
- Überlegen Sie sich kreative Möglichkeiten, wie man durch eine List herausbekommen könnte, durch welche Tür die Person genommen hat.
- Zählen Sie Möglichkeiten auf, wie man in einem Interferenzexperiment eine Wegmarkierung anbringen kann.
- Erläutern Sie auch hier die Unterschiede zwischen klassischer Wegmarkierung und Quanten-Wegmarkierung.
- Füllen Sie folgende Tabellen für die Wegmarkierung aus:

Für klassische Objekte:

	Vor dem Markieren	Zwischen Markieren und Messung	Nach dem Messen der Markierung
Gibt es eine bestimmte Markierung?			
Ist bestimmt, welcher Weg das klassische Objekt nimmt/genommen hat?			
Trägt das klassische Objekt zu einem Interferenzmuster bei?			

Für Quantenobjekte:

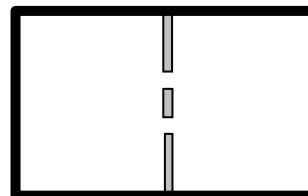
	Vor dem Markieren	Zwischen Markieren und Messung	Nach dem Messen der Markierung
Gibt es eine bestimmte Markierung?			
Ist bestimmt, welcher Weg vom Quantenobjekt nimmt/genommen hat?			
Trägt das Quantenobjekt zu einem Interferenzmuster bei?			

Unterscheidbarkeit und Welcher-Weg-Messung

Lösungen

Aufgabe 1:

- a) Im Doppelspaltexperiment ist unbestimmt, durch welchen Spalt das Quantenobjekt kommt, bei der Person ist nur unbekannt, durch welche Tür sie geht.
Beim Doppelspaltexperiment beobachtet man Interferenz, im klassischen Fall mit Objekten/Personen nicht.



- b) Man kann die Schwellen der zwei Türen mit unterschiedlicher Farbe bestreichen und anschließend die Schuhsohlen der Person betrachten.
Man kann einen Ball Richtung Person werfen und aus der Richtung des abgelenkten Balls auf die durchlaufene Tür schließen.
Man kann an der einen Tür traurige und an der anderen Tür heitere Musik spielen und vom Gesichtsausdruck auf die durchlaufene Tür schließen.
- c) Ein Atom kann man in unterschiedliche Energie-Zustände bringen, diesen Zustand kann man anschließend auslesen.
Ebenso kann ein Photon unterschiedliche Polarisationszustände haben, zu denen man Messungen machen kann.
Man kann Photonen an Elektronen streuen. Vom gestreuten Photon kann man auf den Spalt des Elektrons schließen.
- d) Die klassische Wegmarkierung ist eindeutig und real. Sie besteht unabhängig davon, ob das Licht im Raum an ist oder ob man sie auswertet. Die Quanten-Wegmarkierung befindet sich bis zu ihrer Messung in einem Überlagerungszustand. Außerdem wirkt sie sich so aus, dass sie die zugehörige Interferenz nicht mehr beobachtbar macht. Mit klassischen Objekten gibt es nichts Vergleichbares.

e)

Für klassische Objekte	Vor dem Markieren	Zwischen Markieren und Messung	Nach dem Messen der Markierung
Gibt es eine bestimmte Markierung?	nein	ja	ja
Ist bestimmt, welcher Weg das klassische Objekt nimmt/genommen hat?	ja	ja	ja
Trägt das klassische Objekt zu einem Interferenzmuster bei?	nein	nein	nein

Für Quantenobjekte	Vor dem Markieren	Zwischen Markieren und Messung	Nach dem Messen der Markierung
Gibt es eine bestimmte Markierung?	nein	nein	ja
Ist bestimmt, welcher Weg vom Quantenobjekt nimmt/genommen hat?	nein	nein	nein
Trägt das Quantenobjekt zu einem Interferenzmuster bei?	ja	nein	nein