

Benutzen Sie die Simulation “ Verschränkte Spin 1/2 Teilchenpaare und verborgene Parameter” um folgende Aufgaben zu bearbeiten.

1) a) Spielen Sie etwas mit der Simulation bevor Sie die folgenden Aufgaben beantworten. Machen Sie sich mit der Steuerung und den angezeigten Größen vertraut. Nennen Sie drei Dinge die Sie herausbekommen haben.

b) Verborgene Parameter Theorien nehmen an, dass die Quantentheorie unvollständig ist. **Verborgene Parameter** sind zusätzliche physikalische Größen die nicht Teil der Quantentheorie und somit den Beobachtern unbekannt (verborgen) sind. **Lokalität** besagt, dass die Messung eines Beobachters A keinen Einfluss auf das Messergebnis eines entfernten Beobachters B hat.

Erklären Sie, inwiefern die Ergebnislisten in der Simulation ein Beispiel lokaler verborgener Parameter sind.

2) Warum wären die Ergebnisse der nachstehenden Tabelle keine mögliche Ergebnisliste für das Experiment in der Simulation? Warum kann es in der Simulation nicht mehr als die acht gezeigten Ergebnislisten geben?

SGA A			SGA B		
0°	120°	240°	0°	120°	240°
+	-	-	-	+	-

3) Erklären Sie, wie die Wahrscheinlichkeiten P_{gleich} and P_{ungl} definiert sind.

Berechnen Sie diese Wahrscheinlichkeiten einzeln für jede der acht Ergebnislisten. Vergleichen Sie Ihre Wahrscheinlichkeiten mit denen in der Simulation (wählen Sie die Schaltfläche „Fest“ im Ergebnislisten-Feld).

4) Nehmen Sie nun an, dass die Teilchenpaare gleichermaßen über die acht Ergebnislisten verteilt sind (d.h. es gibt von jeder der acht Sorten Teilchenpaare dieselbe Anzahl).

Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeiten P_{gleich} and P_{ungl} über alle Ergebnislisten gemittelt.

Vergleichen Sie Ihre Wahrscheinlichkeiten mit denen in der Simulation (wählen Sie die Schaltfläche „Zufällig“ im Ergebnislisten-Feld).

Stimmen diese Wahrscheinlichkeiten mit den Vorhersagen der Quantentheorie überein?

5) Nehmen Sie nun an, dass die Teilchenpaare unterschiedlich über die acht Ergebnislisten verteilt sein können (d.h. es gibt von jeder der acht Sorten Teilchenpaare unterschiedliche Anzahlen). Bestimmen Sie das Intervall der möglichen Werte von P_{gleich} . Schreiben Sie Ihr Ergebnis als Ungleichung $a \leq P_{gleich} \leq b$ (mit Zahlen a und b) welche für jede Verteilung der Teilchenpaare über die Ergebnislisten gültig ist.

Bestimmen Sie auf ähnliche Weise eine Ungleichung $a \leq P_{ungl} \leq b$ für die Wahrscheinlichkeit P_{ungl} .

Ihre Ungleichungen sind ein Spezialfall der Bellschen Ungleichung, die 1964 von John Bell aufgestellt wurde.

6) Gibt es eine Verteilung der Teilchenpaare über die Ergebnislisten die mit den Vorhersagen der Quantentheorie (und somit den tatsächlich beobachteten Wahrscheinlichkeiten P_{gleich} und P_{ungl}) übereinstimmt? Verwenden Sie Ihre Ungleichungen für P_{gleich} and P_{ungl} von Aufgabe 5.

7) Interpretieren Sie Ihr Ergebnis von Aufgabe 6 bezüglich lokaler verborgener Parameter.