

Quantenmechanik I
Wintersemester 2011/12
Aufgabenblatt 3

Abgabetermin: Freitag 18.11.2011 (bis 12 Uhr)

Abgabeort: Kästen in der Theresienstr. 37, 3. Stock

QMI3.1: (7 Punkte) Schödinger schlug ein Gedankenexperiment vor, das die Probleme der Kopenhagen-Deutung der Quantenmechanik angewandt auf makroskopische Objekte verdeutlicht:

Schrödingers Katze befinde sich in einer Kiste zusammen mit einem instabilen Atomkern, der mit 50 Prozent Wahrscheinlichkeit innerhalb einer vorgegeben Zeitspanne zerfällt. Der Zerfall werde von einem Geigerzähler detektiert. Im Falle einer Detektion soll ein giftiges Gas freigesetzt werden, das die Katze tötet.

- (a) Der Zerfall des Atomkerns muss quantenmechanisch beschrieben werden. Nach Ablauf der Zeitspanne befindet sich der Atomkern also in einer Superposition, die durch Zustände beschrieben ist, die den zerfallenen und den nicht zerfallenen Atomkern charakterisieren. Wie überträgt sich diese Eigenschaft auf das makroskopische System Katze-Detektor-Gas? Stellen Sie eine symbolische Wellenfunktion auf, die die Katze beschreibt. Verwenden Sie hierfür folgende Messeigenzustände: $|\ominus\rangle$ (Messung ergibt tote Katze.) und $|\otimes\rangle$ (Messung ergibt lebendige Katze.)
- (b) Was passiert gemäß der Kopenhagen-Deutung im Moment der Messung (Beobachter schaut in die Kiste.)? Ist die Katze vor der Messung gleichzeitig tot und lebendig? Diskutieren Sie.

Referatvorschlag: Viele-Welten-Interpretation der Quantenmechanik (30 Punkte)

QMI3.2: (13 Punkte) Auf ein Quantensystem werden aufeinanderfolgend drei verschiedene Filter A , B und C angewandt (siehe die schematische Messapparatur aus Abbildung 1). Der Filter A lässt nur den Zustand $|a'\rangle$, B nur den Zustand $|b'\rangle$ und C nur den Zustand $|c'\rangle$ passieren.

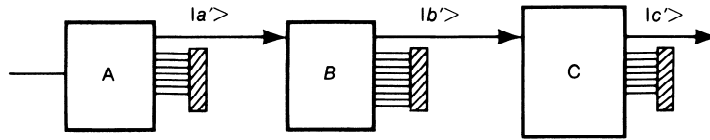


Abbildung 1: Intermediäre Observable B

- (a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, ein Signal hinter dem Filter C messen zu können (gehen Sie davon aus, dass der einfallende Quantenzustand einen nicht verschwindenden Überlapp mit dem Zustand $|a' \rangle$ besitzt).
- (b) Ersetzen Sie nun den zweiten Filter durch ein Messgerät, das die Observable B misst und den resultierenden Zustand in jedem Fall an Apparatur C weiterleitet (also keinen Zustand blockiert wie die Filterapparatur in Teilaufgabe a). Wie groß ist nun die Wahrscheinlichkeit hinter dem dritten Filter ein Signal messen zu können?
- (c) Betrachten Sie nun die Apparatur aus Abbildung 2.

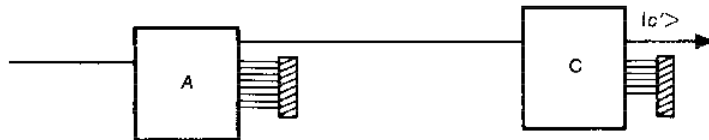


Abbildung 2: Ohne intermediäre Observable B

Wie groß ist nun die Wahrscheinlichkeit, ein Signal hinter dem Filter C messen zu können (gehen Sie wiederum davon aus, dass der einfallende Quantenzustand einen nicht verschwindenden Überlapp mit dem Zustand $|a' \rangle$ besitzt)? Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem Resultat aus Aufgabenteil (b) und interpretieren Sie es.