

Wählen Sie zwei von drei Themen aus. Bereiten Sie sich 20 Minuten lang vor, und nehmen Sie sich dann für die beiden Themen jeweils 15 Minuten auf. Schicken Sie uns einen Link auf Ihr Video, aber nicht die Datei selbst, per Email. Bitte kehren Sie in die Zoom-Sitzung zurück, wenn Sie mit der Aufnahme fertig sind und warten Sie dort unsere Eingangsbestätigung ab.

Weitere Hinweise: <http://www.thp.uni-koeln.de/gross/tp-blog/posts/exam-ss2021/>

1 Quantenmechanischer Drehimpuls

Grundlagen:

- Was ist die Definition eines quantenmechanischen Drehimpulses?
- Wie ist L^2 definiert? Warum ist dieser Operator wichtig?
- Sei \mathcal{H} ein Hilbertraum auf dem die Drehimpulsoperatoren wirken. Welche Quantenzahlen nutzt man, um die Elemente einer Basis zu benennen? Wie hängen die Quantenzahlen zusammen?
- Welche Operatoren definieren den Bahndrehimpuls? Wie hängen diese Operatoren mit dem klassischen Drehimpuls zusammen? Ist die Reihenfolge der auftretenden Orts- und Impulsoperatoren wichtig? Begründen Sie!

Für eine gute Note:

- Erklären Sie, wie man mit Hilfe von Leiteroperatoren sehen kann, dass der Betrag der magnetischen Quantenzahl \leq der Drehimpulsquantenzahl ist.

Für eine exzellente Note:

- Seien $\vec{L}^{(1)}$ und $\vec{L}^{(2)}$ zwei Drehimpulse. Wie ist der Gesamtdrehimpulsoperator \vec{L} definiert?
- Nehmen Sie nun an, dass $L^{(1)}$ und $L^{(2)}$ jeweils Spin-1/2-Darstellungen sind. Welche Werte nehmen die Quantenzahlen L und M des Gesamtdrehimpulses an?? Wie sieht man das?

2 Mehrteilchensysteme und Quanteninformation

Grundlagen:

- Wie kombiniert man zwei Hilberträume zu einem Gesamthilbertraum?
- Was ist ein verschränkter Zustand?
- Wie erhält man eine Basis für den Gesamthilbertraum?
- Was ist die Dimension des Tensorprodukts zweier Hilberträume? Warum?

Für eine gute Note:

Betrachten Sie den Singulett-Zustand

$$|\Psi^-\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow\downarrow\rangle - |\downarrow\uparrow\rangle).$$

- Welche Ergebnisse können auftreten, wenn man an beiden Teilsystemen den Spin in z-Richtung misst? Welche Wahrscheinlichkeitsverteilung ergibt sich?

Für eine sehr gute Note:

- Erklären Sie die CHSH-Ungleichung. Was bedeuten die Terme? Was lernt man daraus, dass Verletzungen gemessen werden?

3 Störtheorie

Grundlagen:

- Wofür braucht man Störtheorie?
- Welchen Ansatz macht man für den gestörten Hamiltonian? Welche Annahme über den ungestörten?
- Ganz ohne Formeln: Beschreiben Sie qualitativ anhand eines Diagramms die verschiedenen Möglichkeiten, wie sich die Energien unter der Einwirkung eines Störterms ändern können.

Für eine gute Note:

- Betrachten Sie einen harmonischen Oszillator $H = P^2 + X^2$, gerne mit $\hbar = m = \omega = 1$. Wie behandelt man eine quadratische Störung $W = X^2$ der Grundzustandsenergie in erster Ordnung?

Für eine sehr gute Note:

- Erklären Sie den Potenzreihenansatz, der der in der Vorlesung behandelten Störtheorie nach Rayleigh-Schrödinger zugrunde liegt.
- Wie erhält man dadurch die verschiedenen Ordnungen der Energiekorrektur?
- Leiten Sie die Energiekorrektur erster Ordnung ab.