

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?
- Wie sehen die Drehimpulsoperatoren für eine Spin-1/2-Darstellung aus?
- Welche Operatoren definieren den Bahndrehimpuls?

Für eine gute Note:

- Erklären Sie, wie man mit Hilfe von Leiteroperatoren sehen kann, dass der Drehimpuls quantisiert ist.

Für eine exzellente Note:

- Seien $\vec{L}^{(1)}$ und $\vec{L}^{(2)}$ zwei Drehimpulse. Wie ist der Gesamtdrehimpulsoperator \vec{L} definiert?
- Erklären Sie, welche Werte die magnetische Quantenzahl M des Gesamtdrehimpulses annimmt. Gehen Sie insbesondere auf den Fall ein, wenn $L^{(1)}$ und $L^{(2)}$ jeweils Spin-1/2-Darstellungen sind.

2 Der harmonische Oszillator

Sie können $m = \omega = \hbar = 1$ setzen, wenn Sie wollen.

Grundlagen:

- Wie erhält man die Leiteroperatoren?
- Wie kann man den Hamiltonoperator durch Leiteroperatoren ausdrücken?
- Wie kann man Erwartungswerte von Observablen ausrechnen, die als Funktion von Orten und Impulsen gegeben sind?

Für eine gute Note:

- Warum ist die Grundzustandsenergie nicht 0? Was gilt klassisch? Wie kann man den Unterschied erklären?
- Wie sieht die qualitativ Grundzustandswellenfunktion aus? Wie bekommt man sie? Wie kann man die Wellenfunktion für angeregte Zustände bekommen?

Für eine sehr gute Note:

- Beschreiben Sie die Theorie von N ungekoppelten harmonischen Oszillatoren.

3 Mehrteilchensysteme und Quanteninformation

Grundlagen:

- Wie kombiniert man zwei Hilberträume zu einem Gesamthilbertraum?
- Was ist ein Produktzustand?
- Wie erhält man eine Basis für den Gesamthilbertraum?

Für eine gute Note:

Betrachten Sie den Singulett-Zustand

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

- Ist $|\Psi^-\rangle$ verschränkt? Erklären Sie, wie man das feststellt.

Für eine sehr gute Note:

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