

# Prüfungsfragen Master Physik

## Kursvorlesungen

Aus Mechanik und Elektrodynamik sollte man immer noch parat haben: Newtonsche Axiome, Lagrangesche Gleichungen zweiter Art, Maxwellgleichungen, Wellengleichung, Lorentz-Transformation

Fragen zur

### Fortgeschrittenen Quantenmechanik

1. Was ist die Dirac-Gleichung?
2. Wie lautet sie und welches sind die wesentlichen Ideen bei ihrer Ableitung?
3. Begründen Sie, warum die auftretenden Matrizen wenigstens  $4 \times 4$  sein müssen.
4. Welche Kommutatorrelationen erfüllen die auftretenden Matrizen?
5. Was versteht man unter einer Clifford-Algebra?
6. Diskutieren Sie die Beziehung zwischen Dirac-Gleichung und Klein-Gordon-Gleichung.
7. Welche nichtklassische Größe wird von der Dirac-Gleichung frei Haus geliefert?
8. Was hat Lévy-Leblond für die Schrödinger-Gleichung gezeigt? Liefert das ein überzeugendes Argument für den Spin als nichtrelativistisches Phänomen?
9. Was sagt die Dirac-Gleichung zur Drehimpulserhaltung aus?
10. Was ist laut Dirac-Gleichung das Ergebnis einer idealen Geschwindigkeitsmessung eines Elektrons?
11. Was versteht man unter der Zitterbewegung? Wie kann man sie als Interferenzerscheinung deuten?
12. Wie folgen magnetisches Moment und Spin eines Elektrons aus der Dirac-Gleichung?
13. Mit welchen Standardoperatoren kommutieren die Komponenten des Spinoperators?
14. Wie löst Dirac das Problem der negativen Energien?
15. Worin besteht das Kleinsche Paradoxon und wie ist es innerhalb der Dirac-Theorie deutbar?
16. Von welchen Quantenzahlen hängen die Energieeigenwerte des Wasserstoffproblems gemäß der Dirac-Gleichung ab? Welche Entartung ist also aufgehoben?
17. Wie viele Eigenzustände gibt es zu einer Hauptquantenzahl  $n$  beim Wasserstoff-

problem gemäß der Dirac-Gleichung?

18. Wie sieht die Feinstrukturkorrektur der Energieeigenwerte des Wasserstoffatoms aus, die die Dirac-Gleichung liefert? Welchen experimentellen Aspekt der Feinstruktur erklärt die Dirac-Gleichung nicht?
19. Was ist der Lambshift und wie wirkt er sich aus?
20. Welche relativistischen Effekte auf die Energieeigenwerte des Wasserstoffproblems sind in der Dirac-Gleichung automatisch berücksichtigt?
21. Wodurch wird die Hyperfeinstruktur der Atomspektren bestimmt?
22. Wie sieht die kovariante Form der Dirac-Gleichung aus? Was für Antikommutatorrelationen erfüllen die dabei auftretenden Matrizen?
23. Warum sollte man Felder quantisieren?
24. Wie geht man allgemein bei der Quantisierung eines Feldes vor? Welcher Unterschied besteht zwischen Feldern, die der Fermistatistik genügen und bosonischen Feldern?
25. Erläutern Sie den Unterschied zwischen kanonisch konjugiertem Feldimpuls und dem in Erhaltungssätzen auftretenden Feldimpuls. Operatorenstruktur?
26. In welchem Raum beschreibt man quantisierte Felder? Wie konstruiert man ihn? Welche Operatoren sind bei dieser Beschreibung nützlich?
27. Was versteht man unter zweiter Quantisierung?
28. Welche Besonderheit ist bei der Quantisierung des elektromagnetischen Felds zu beachten?
29. Welche Interpretationen etwa von Gitterschwingungen oder elektromagnetischen Schwingungen liefert die Feldquantisierung?
30. Wie ist die Struktur des Hamiltonoperators für die Coulomb-Wechselwirkung in zweiter Quantisierung?