

Quantenmechanik I, WS 2023/24

Prof. Dr. Michael Bonitz

Übungszettel 3, Abgabe: Montag, 6. November 10.00

1. Wiederholung: Grundlagen der Quantenmechanik¹

- (a) Erläutern Sie das Versagen des klassischen Atommodells (Planetenmodells).
- (b) Erläutern Sie Idee, Resultate und Probleme des Bohrschen Atommodells.
- (c) Diskutieren Sie experimentelle Befunde zu Interferenzeigenschaften von Elektronen.
- (d) Diskutieren Sie am Beispiel des Doppelspaltexperiments kritisch den “Welle-Teilchen”-Dualismus. Erläutern Sie die wahrscheinlichkeitstheoretische Deutung des Experiments für Licht (Photonen) und Elektronen.
- (e) Diskutieren Sie die Ableitung der Schrödingergleichung und die dabei gemachten Annahmen. Erläutern Sie die physikalische Interpretation der Gleichung.
- (f) Diskutieren Sie die mathematischen Eigenschaften der Schrödingergleichung.

2. Aufgaben²: Grundlagen der Quantenmechanik. (24 Punkte)

- (a) Erläutern Sie den Compton-Effekt und leiten Sie mit Hilfe der Lichtquanten-Hypothese die Änderung der Frequenz und der Wellenlänge des gestreuten Lichts in Abhängigkeit vom Streuwinkel ab. Die relativistische Massenänderung ist zu berücksichtigen. Bestimmen Sie die Frequenzänderung für Protonen, die sich mit einer Geschwindigkeit von a) $0.1c$ und b) $0.99c$ bewegen. (12 Punkte)
- (b) Verallgemeinerung des Photoeffektes: mit Hilfe der Planckschen Hypothese der Quantisierung der Energie des elektromagnetischen Feldes untersuche man die kinetische Energie des Elektrons beim Photoeffekt (vgl. Vorlesung) für den Fall der Absorption von $n > 1$ Photonen in Abhängigkeit von ω und n . Welcher Prozess dominiert bei Graphen, das mit UV-Licht der Wellenlänge 200nm bestrahlt wird? Wie beeinflusst die Intensität der Strahlung die Gesamtzahl und Gesamtenergie der vom Festkörper emittierten Elektronen (qualitativ)? (6 Punkte)
- (c) In der Vorlesung wurde erläutert, dass das “Planetenmodell” des Atoms instabil ist, wegen der Dipolstrahlung des Elektrons. Berechnen Sie die “Lebensdauer” des Planetenmodells für ein Elektron im Feld eines Z -fach geladenen Kerns. Vergleichen Sie mit der Lebensdauer dieses Modells für den Fall von Positronium (Bindungszustand von Positron und Antiproton). *Hinweis*: man verwende Relativ- und Schwerpunktskoordinaten. (8 Punkte)

¹Theoriefragen sind mündlich zu beantworten und an der Tafel zu demonstrieren.

²schriftliche Lösung zur Abgabe