

Einführung in die Quantenoptik I

Wintersemester 2014/15

Carsten Henkel

Vorstellungen von Quantenoptik 1

Ausgabe: 14. Oktober 2014

Bearbeitungszeit: während der Vorlesung

Kein Test, keine Noten, nur ein Versuch, Ihr ‘Vorwissen’ über Quantenoptik festzuhalten. Am Ende des Semesters dürfen Sie diesen Bogen noch einmal anschauen und vergleichen, wie Ihre Vorstellungen sich entwickelt haben. – Lesen Sie zunächst alle Fragen durch. Schreiben Sie alle Antworten auf, die Ihnen sofort einfallen. Zu jeder Frage genügen ein, zwei Sätze. Skizzen sagen mehr als tausend Worte.

Frage 1.1 – Was ist ein Photon? Geben Sie drei Eigenschaften an.

Frage 1.2 – Was passiert mit einem Photon an einem Strahlteiler? (Skizze)

Frage 1.3 – Ein grüner Laserstrahl fällt auf einen Detektor, der einzelne Photonen zählt, und liefert dort, sagen wir, 10^6 ‘clicks’ in einer Sekunde. Welche Leistung hat der Laserstrahl? Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, in einer Sekunde etwa $990\,000 \pm 100$ ‘clicks’ zu finden? Skizzieren Sie die Wahrscheinlichkeitsverteilung $p(n)$ für die Anzahl n von ‘clicks’ pro Sekunde.

Frage 1.4 – Erinnern Sie sich an die stationären Zustände eines Alkali-Atoms, zum Beispiel Lithium. Geben Sie einige Eigenschaften des Grundzustands und eines elektronisch angeregten Zustands an. Wenn ein Photon auf den Grundzustand trifft, in welchen angeregten Zustand kann das Atom springen? Oder was springt eigentlich hier? (Zur Erinnerung für Lithium: drei Elektronen, drei Protonen, drei bis vier Neutronen.)

Frage 1.5 – Sei A eine Observable eines quantenmechanischen Systems. Geben Sie eine Formel für den Erwartungswert von A an. Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird für A der Wert a gemessen?

Frage 1.6 – Sie haben ein Gerät erfunden, das ein Wasserstoffatom im Zustand $2p_x$ präpariert. Was ist die Entropie dieses Zustands? Wie ändert sich die Antwort, wenn mit 3% Fehlerwahrscheinlichkeit der Zustand $2s$ präpariert wird?

Frage 1.7 – Seien a und a^\dagger die Leiter-Operatoren im harmonischen Oszillator aus der QM I. Berechnen Sie den Kommutator $[a^\dagger, a]$.

Frage 1.8 – Schreiben Sie die Wechselwirkungsenergie eines elektrischen Dipols mit dem elektromagnetischen Feld auf. Wie viel elektrisches Dipolmoment liegt in einem Kubikzentimeter Wasser vor?

Frage 1.9 – Vergleichen Sie die Frequenz von (o) sichtbarem Licht mit (i) dem Kamerton a', (ii) Schwarzkörperstrahlung bei Raumtemperatur, (iii) Wärmestrahlung an der Temperatur der Sonnenoberfläche, (iv) Röntgenstrahlung, (v) kosmischer Strahlung, (vi) elektromagnetischen Wellen im Mobilfunknetz. Ohne genaue Zahlen anzugeben, ordnen Sie die Frequenzen der Größe nach.