

## Einführung in die Quantenoptik II

Sommersemester 2011

Carsten Henkel

Blatt 7

Ausgabe: 06. Juli 2011

Verfallsdatum: 15. Juli 2011

---

Typische Fragen, wie sie in der "alten" Diplomprüfung im Wahlpflichtfach Quantenoptik auftauchen. Wenn Sie die Aufgaben bis zum 13. Juli 2011 abgeben, erhalten Sie bis zu 20 Bonuspunkte.

### **Aufgabe 7.1** – (1 Punkt)

Was ist ein Dichteoperator?

### **Aufgabe 7.2** – (1 Punkt)

Was tauscht ein System mit einem Bad aus?

### **Aufgabe 7.3** – (2 Punkte)

Erfinden Sie einen Hamilton-Operator, der ein System beschreibt, das an ein Bad koppelt.

### **Aufgabe 7.4** – (1 Punkt)

Erzählen Sie etwas über den Begriff "partielle Spur bilden".

### **Aufgabe 7.5** – (2 Punkte)

Was ist eine vollständig positive Abbildung? Geben Sie eine Abbildung in Kraus-Form und in Lindblad-Form an.

### **Aufgabe 7.6** – (1 Punkt)

Warum und wozu werden in der Quantenoptik Master-Gleichungen benutzt?

### **Aufgabe 7.7** – (1 Punkt)

Welche Größe müssen Sie untersuchen, um sicher zu stellen, dass ein Bad ein "kurzes Gedächtnis" hat?

### **Aufgabe 7.8** – (1 Punkt)

Geben Sie den Lindblad- (oder Sprung-) Operator für den Prozess "spontane Emission in ein Bad bei  $T = 0$ " an.

### **Aufgabe 7.9** – (2 Punkte)

Skizzieren Sie die Photonenstatistik eines Lasers unterhalb und oberhalb der Schwelle. Unter welchen Bedingungen "funktioniert" der Laser?

**Aufgabe 7.10** – (1 Punkt)

Sie kennen von einem System mit drei Zuständen  $a, b, c$  die stationären Besetzungen  $p_a, p_b, p_c$ . Machen Sie eine Skizze, um das Konzept der detaillierten Balance (*detailed balance*) zu illustrieren.

**Aufgabe 7.11** – (1 Punkt)

Geben Sie einen Zusammenhang zwischen Spektrum und Korrelationsfunktion an.

**Aufgabe 7.12** – (1 Punkt)

Wie verhält sich das Spektrum eines Lasers qualitativ oberhalb der Schwelle?

**Aufgabe 7.13** – (1 Punkt)

Welche Observable misst ein Photodetektor? Und welche ein Spektrometer?

**Aufgabe 7.14** – (1 Punkt)

Was ist ein gequetscher Zustand (*squeezed state*)? Mit welcher Art von Messungen können Sie nachweisen, dass eine elektromagnetische Feldmode gequetscht ist (= sich in einem gequetschten Zustand befindet)?

**Aufgabe 7.15** – (2 Punkte)

Lösen Sie die Bloch-Gleichungen für ein Zwei-Niveaux-Atom, das von einem Laser getrieben wird (allgemeine Anfangsbedingungen) und interpretieren Sie das Ergebnis:

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt}\langle\sigma\rangle &= i\Delta\langle\sigma\rangle + (i/2)\Omega\langle\sigma_3\rangle \\ \frac{d}{dt}\langle\sigma_3\rangle &= +i\left(\Omega^*\langle\sigma\rangle - \Omega\langle\sigma^\dagger\rangle\right)\end{aligned}\tag{7.1}$$

**Aufgabe 7.16** – (1 Punkt)

Geben Sie die sogenannte Quanten-Regressions-Formel für die Korrelationsfunktion des Dipoloperators eines Zwei-Niveaux-Atoms an.