

## Übungsblatt 11 zur Quantenelektronik I

Bereitgestellt: 04.06.07

Abgabe: 11.06.07

Rückgabe: 19.06.07

### Aufgabe 1 Gütegeschalteter Laser

Ein gütegeschalteter Laser besteht aus einem Nd:YAG-Kristall (Laser-Wellenlänge 1064 nm, Fluoreszenzlebensdauer 230  $\mu$ s), einer Laserdioden-Anordnung zum Pumpen (bei 808 nm) und einem Resonator, der einen schnellen elektrooptischen Schalter enthält. Die Umlaufdauer des Lichts im Resonator betrage 2 ns.

- a) Wie viel Energie kann im Laserkristall bei 100 W absorbiertes Pumplleistung gespeichert werden, während der elektrooptische Schalter die Laseraktivität verhindert?
- b) Wenn der elektrooptische Schalter betätigt wird, sei die Kleinsignalverstärkung des Laserkristalls 20 % und der Resonatorverlust 5 % (jeweils pro Umlauf). Durch die Fluoreszenz des Laserkristalls befindet sich anfangs eine optische Energie von 1 fJ im Resonator. Wie lange dauert es, bis diese Energie auf 10 mJ angestiegen ist? (In wieweit hat die Sättigung der Verstärkung darauf einen Einfluss?)

### Aufgabe 2 Sättigung von Laserverstärkern

Wir betrachten die Sättigung eines Vier-Niveau-Lasermediums nicht mit einer kontinuierlichen Laserleistung, sondern durch einen Puls der Energie  $E_p$ , der das Verstärkungsmedium einmal durchläuft. Die Pulsdauer sei wesentlich kürzer als die Lebensdauer des oberen Laserzustands. Wir nehmen ferner an, dass die Verstärkung klein ist. Die Intensität des Strahls nehmen wir als konstant über die Querschnittsfläche  $A$  an.

- a) Zeigen Sie, dass die Abnahme der Verstärkung näherungsweise durch die Gleichung 
$$\frac{dg(t)}{dt} = -\frac{g(t)P(t)}{E_{\text{sat}}}$$
 gegeben ist, wobei  $E_{\text{sat}} = h\nu_L A / \sigma_L$  und  $P(t)$  die momentane Leistung des Pulses ist.
- b) Zeigen Sie, dass die Verstärkung nach dem Puls  $g_0 \exp(-E_p / E_{\text{sat}})$  ist, wenn die Verstärkung vor dem Puls  $g_0$  ist.
- c) Diskutieren Sie die Bedeutung der Sättigungsenergie  $E_{\text{sat}}$  für einen Laserverstärker, in dem ein möglichst grosser Anteil der im Lasermedium gespeicherten Energie auf einen einzelnen Puls übertragen werden soll. Muss die Pulsenergie für vollständige Energieextraktion grösser sein als  $E_{\text{sat}}$ ? Begrenzt  $E_{\text{sat}}$  die extrahierbare Energie? Inwieweit können Mehrfachdurchgänge durch das Verstärkungsmedium nützlich sein?