

**1. Transitions in Na\***

The lifetime of the  $3^2P_{3/2} \rightarrow 3^2S_{1/2}$  transition of the Na atom at  $5890 \text{ \AA}$  is measured to be 16 ns.

- (a) What are the Einstein A and B coefficients for the transition?
- (b) What is the transition dipole moment (in Debye)?
- (c) What is the peak absorption cross section for the transition in  $\text{\AA}$ , assuming that the line width is determined by lifetime broadening?

In the following assume a gas cell with Na vapour at pressure 10 mbar at i) room temperature and ii) 1 K.

- (d) Assuming the scattering cross section is 10 times the area of the atom, how large (Hz) is the broadening due to pressure?
- (e) How large (Hz) is the Doppler broadening?
- (f) What is the resulting overall lifetime of the transition?

**2. Axiale Lasermoden (freiwillige Korrektur)**

Ein He-Ne-Laser hat einen linearen Resonator der Länge  $L = 24 \text{ cm}$ . Die Breite des Verstärkungsprofils beträgt  $\Delta\nu_G = 1.5 \text{ GHz}$  bei einer Mittelwellenlänge von  $\lambda_0 = 632.8 \text{ nm}$ . Der Brechungsindex im Resonator beträgt  $n = 1$  (Lichtgeschwindigkeit  $c = 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ).

- (a) Wieviele axiale Lasermoden liegen innerhalb des Verstärkungsprofils?
- (b) Das von dem Laser emittierte Licht wird auf einen Detektor gerichtet, der mit einem Mikrowellenspektrumanalysator verbunden ist. Der Mikrowellenspektrumanalysator zeigt eine Frequenz von 628 MHz an. Wie kommt diese Frequenz zustande? Berechne die genaue Resonatorlänge des Lasers.
- (c) Der Laser soll im Einmodenbetrieb operieren. Dabei soll der Resonator die grösstmögliche Länge haben. Wie lang darf der Resonator sein? Was ist die Nummer der oszillierenden Mode?

- (d) Der Resonator aus (c) besteht aus Spiegeln, die auf einem Aluminiumrohr gehalten sind. Der lineare thermische Ausdehnungskoeffizient  $\alpha$  von Aluminium beträgt  $\alpha = 2.4 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$ , wobei  $\Delta L/L = \alpha \cdot \Delta T$  gilt,  $\Delta T$  Temperaturänderung. Wie gross darf  $\Delta T$  höchstens werden, wenn sich die Frequenz der oszillierenden Mode höchstens um 10% der Verstärkungsbandbreite ändern soll?

### 3. Fabry-Perot mit Verlusten (freiwillige Korrektur)

Ein Plättchen der Dicke  $d$  mit Brechungsindex  $n > 1$  und Leistungsabsorptionskoeffizient  $\alpha$  sei in Luft und bilde ein Fabry-Perot Interferometer für senkrecht einfallendes Licht.

- (a) Berechne die Leistungstransmission durch das Fabry-Perot.  
 (b) Zeichne die Transmissionsfunktion als Funktion der Frequenz und für  $d = 1.5 \mu\text{m}$ ,  $\alpha = 0.03 \mu\text{m}^{-1}$ ,  $n = 1.50/5.83/37.98$ .

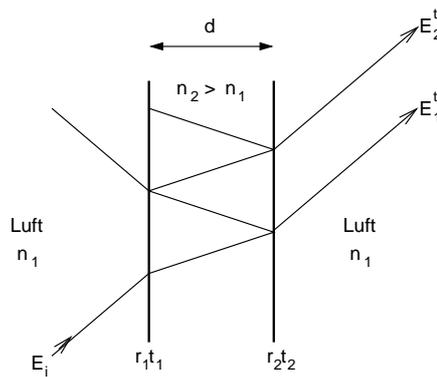


Figure 1: Fabry-Perot-Interferometer