

1. Spektroskopische Auflösung: Eine Spektrallinie mit einer **Wellenlänge von $\lambda = 655 \text{ nm}$** spalte in einem äußeren Feld um $\Delta\lambda = 0.03 \text{ nm}$ auf. Diese Aufspaltung soll mittels zweier Spektrometer gemessen werden:

- a) Mit einem **Gitterspektrographen**. Wie groß muß das **spektrale Auflösungsvermögen** des Gerätes sein? Wie viele **Gitterstriche** müssen mindestens beleuchtet werden, wenn in der **zweiten Beugungsordnung** gemessen werden soll? (Lösung: $N > ca. 8960 \text{ Linien}$)
- b) Wie groß muß die **Reflektivität R** der Reflektorschichten eines **Fabry-Perot-Interferometers** (Plattenabstand: $d = 1 \text{ cm}$, **Brechungsindex $n = 1$**) mindestens sein, um diese Aufspaltung zu beobachten? (Lösung: $R > 5\%$)

Hinweis: Für die spektrale Auflösung charakteristischen Kenngrößen für den Gitterspektrographen und das Fabry-Perot-Interferometer sind aus der Literatur (z. B.: Demtröder) zu ermitteln.

2. Fluoreszenzdetektor: Ein Laserstrahl einer Leistung von $P_0 = 100 \text{ mW}$ und einer **Wellenlänge von $\lambda = 488 \text{ nm}$** durchlaufe eine Gasabsorptionszelle mit einem **Absorptionskoeffizienten von $\alpha = 10^{-6} \text{ cm}^{-1}$** :

- a) Wie viele **Fuoreszenzphotonen** werden **pro cm Weglänge in einer Sekunde** emittiert, wenn jedes absorbierte Laserphoton die **Emission eines Fluoreszenzphotons** zur Folge hat? (Lösung: $N = 2,45 \cdot 10^{11} \text{ Photonen/s}$)
- b) Wie gross ist der **Ausgangsstrom I_A** eines Photodetektors, welcher die in einen Raumwinkel von $\Omega = 0,2 \text{ Sterad}$ emittierte **Fuoreszenzstrahlung** erfasst? Die Detektorkathode habe einen **Quantenwirkungsgrad von $\eta = 20 \%$** , die **Stromverstärkung** des Detektors sei $G = 10^6$ (Lösung: $I_A = 0,12 \text{ mA}$)

3. Verringerung der Dopplerbreite durch Kollimation: Aus einem Dampfbehälter mit der **Temperatur $T = 500 \text{ K}$** tritt ein kollimierter Molekularstrahl von Natriumatomen mit einem **Kollimationswinkel $\varepsilon = 2^\circ$** aus. Ein Laserstrahl regt die Na-Atome **senkrecht zum Molekularstrahl** an. Dabei wird **Na-D Licht** emittiert.

- a) Wie gross ist die **restliche Dopplerbreite $\delta\nu_D$** ? (Lösung: $\delta\nu_D = 59,3 \text{ MHz}$)
- b) Wie gross **darf ε sein**, damit die Hyperfeinstruktur des **$3^2P_{1/2}$ -Zustandes ($\Delta\nu = 190 \text{ MHz}$)** noch aufgelöst werden kann? (Lösung: $\varepsilon = 6,42^\circ$)

Hinweis: Alle nötigen Informationen über das Na-Atom können der Literatur entnommen werden.

4. Ramanspektroskopie am Wasserstoffmolekül: Um den **1. Vibrationszustand** des Wasserstoffmoleküles anzuregen ist eine Energie von $E_V = 0,55 \text{ eV}$ nötig. Für die Anregung eines **Rotationszustandes** sind $E_R = 77,08 \text{ meV}$ vonnöten. Eine Zelle mit **H_2 -Gas** werde mit einem Laser der Wellenlänge vom $\lambda = 488 \text{ nm}$ bestrahlt:

- a) Um **wie viele nm** ist die zum **Vibrationszustand gehörige Raman-Linie** gegenüber der **Rayleigh Linie** verschoben? (Lösung: $\Delta\lambda = 134,7$)
- b) Welche **Auflösung R** muß ein Spektrometer haben, um die **Raman-Linie des Rotationsüberganges** von der Rayleigh-Linie zu trennen? (Lösung: $R = 32$)