

1. Spektroskopie am Wasserstoffatom: Ein hochpräzises **Gitterspektroskop** kann die Linie des **162.** und des **163.** Überganges der **Balmer-Serie** gerade noch auflösen.

- a) Wie groß ist das **Auflösungsvermögen** $\Delta\lambda/\lambda$ des Spektroskops? (*Lösung:* $\Delta\lambda/\lambda = 1,87 \cdot 10^{-6}$)
- b) Wie groß sind Wellenlänge und Frequenz der beiden Übergänge?
($\lambda_{162} = 730,2490$ nm, $\lambda_{163} = 730,2476$ nm)
- c) Wie groß ist Energiedifferenz der Übergänge und welcher Temperatur entspricht das?
(*Lösung:* $T = 36,8$ mK)

2. Spektroskopische Auflösung: Eine Spektrallinie mit einer **Wellenlänge von $\lambda = 655$ nm** spalte in einem äußeren Feld um $\Delta\lambda = 0.03$ 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:* $N > ca. 8960$ Linien)
- b) Wie groß muß die **Reflektivität R** der Reflektorschichten eines **Fabry-Perot-Interferometers** (Plattenabstand: $d = 1$ 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.

3. Sättigungsspektroskopie: Ein **angeregter Zustand** in Neongas habe eine **Lebensdauer von $\tau = 3 \cdot 10^{-7}$ s**. Die Übergangswellenlänge betrage $\lambda_0 = 633$ nm. Das Gas habe eine Temperatur von $T = 25^\circ\text{C}$. Um welchen **Faktor Q** können Sie die spektrale Auflösung steigern, wenn Sie an diesem Gas **Sättigungsspektroskopie** betreiben. (*Lösung:* $Q \cong 2500$)

4. Ramanspektroskopie am Wasserstoffmolekül: Um den **1. Vibrationszustand** des Wasserstoffmoleküles anzuregen ist eine Energie von $E_V = 0,55$ eV nötig. Für die Anregung eines **Rotationszustandes** sind $E_R = 77,08$ meV vonnöten. Eine Zelle mit **H₂-Gas** werde mit einem Laser der Wellenlänge vom $\lambda = 488$ 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:* $R = 32$)