

1. 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: $I_A = 0,12 \text{ mA}$)

2. Verringerung der Dopplerbreite durch Kollimation: Aus einem Dampfbehälter mit der Temperatur $T = 500 \text{ K}$ tritt ein kollimierter Molekularstrahl von Natriumatomen mit einem **Kollimationswinkel $\epsilon = 2^\circ$** 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: $\epsilon = 6,42^\circ$)

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

3. Lichtbremse: Ein Strahl von **Natriumatomen** möge anfänglich eine Geschwindigkeit in **x-Richtung** von $v_x = 700 \text{ m/s}$ haben. Bei Absorption **eines Photons auf der D_2 -Linie** wird ein Atom jeweils um einen Betrag Δv_x abgebremst. Die **Absorptionsrate** der Photonen pro Atom betrage $R = 3 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$.

a) Wie gross ist Δv_x , wenn man annimmt, dass die Bremswirkung **nur in x-Richtung** erfolgt?

(Lösung: $\Delta v_x = 3 \text{ cm/s}$)

b) Welche **Zeit T** vergeht, bis ein Atom des Strahles **vollständig zum Stillstand gekommen** ist?

(Lösung: $T = 778 \mu\text{s}$)

c) Wie gross sind **Bremsbeschleunigung a und Abbremsweg d** ? (Lösung: $a = 91 \text{ 743 g}$, $d = 27,2 \text{ cm}$)

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

4. Laserspektroskopie von Molekülzuständen: Wie gross muss der **zeitliche Abstand Δt** zweier Femtosekunden-Laserpulse sein, welche ein **Na₂-Molekül** in den **Schwingungszustand $n = 1$** des $2^1\Sigma_u$ -Zustandes ($\omega_e = 125 \text{ cm}^{-1}$) anregen, damit der zweite Puls das Molekül **im gleichen Kernabstand** vorfindet, wie der erste Puls? (Lösung: $\Delta t = 177,8 \text{ fs}$)