

Wstęp do Optyki i Fizyki Materii Skondensowanej

Ćwiczenia 7

Zadanie 1

Atom sodu (masa atomowa $M = 23 \text{ u}$) jest chłodzony wiązką światła laserowego o długości fali $\lambda = 589 \text{ nm}$ skierowaną przeciwnie do kierunku prędkości atomu. Oblicz:

- a. O ile zmieni się prędkość atomu po zaabsorbowaniu jednego fotonu?
- b. Ile fotonów musi zostać pochłoniętych, by prędkość atomu zmniejszyła się do prędkości bliskiej 0? Przyjmij, że początkowa prędkość atomu odpowiada średniej prędkości atomów przy temperaturze $T = 300 \text{ K}$.
- c. Jaki jest minimalny czas chłodzenia tego atomu do temperatury bliskiej 0 K, jeśli czas życia w stanie wzbudzonym wynosi $\tau = 16 \text{ ns}$?
- d. Jaką minimalną temperaturę można osiągnąć chłodząc atomy tą metodą?
- e. Jakiego przyspieszenia doznaje atom w powyższej sytuacji?
- f. Jaką drogę przebędzie atom podczas procesu chłodzenia?
- g. Jakie musi być początkowe odstrojenie częstości światła od centralnej częstości przejścia?
- h. Z jaką szybkością musi być przestrajana częstość światła podczas chłodzenia w powyższych warunkach?

- stała Plancka $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- stała Boltzmanna $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$
- jednostka masy atomowej $u = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Zadanie 2

W najprostszym modelu jonosfery możemy przyjąć, że składa się ona ze swobodnych ładunków o koncentracji $N = 3 \times 10^5 \text{ cm}^{-3}$. Wyznacz graniczną długość fal radiowych, które nie opuszczają jonosfery. Oblicz także współczynnik odbicia fal radiowych o częstotliwości $\nu = 100 \text{ MHz}$.

Zadanie 3

Wnęka używana do spektroskopii strat we wnęce optycznej (SSWO) ma długość $L = 1 \text{ m}$, a współczynnik odbicia zwierciadeł wynosi $R = 0,99992$.

- a) Znajdź czas zaniku natężenia światła w pustej wnęce τ_0 .
- b) Po wypełnieniu wnęki gazem czas zaniku spadł do $\tau = \tau_0/2$. Jaki jest współczynnik absorpcji α tego gazu?