

## Wstęp do Optyki i Fizyki Materii Skondensowanej

### Ćwiczenia 7

#### Zadanie 1

Znajdź stosunki natężeń linii emisyjnych odpowiadających wszystkim możliwym przejściom z dwóch pierwszych stanów wzbudzonych (czyli o liczbach kwantowych  $n = 2$  i  $n = 3$ ) w jednowymiarowej nieskończonej studni kwantowej. Energie własne  $E_n$  są równe  $E_n = n^2 E_1$ , a unormowane funkcje własne mają postać:

$$\varphi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin \frac{n\pi x}{L} \quad \text{dla } 0 \leq x \leq L$$

$$\varphi_n(x) = 0 \quad \text{dla innych } x$$

przy czym  $E_1 = \frac{\hbar^2 \pi^2}{2mL^2}$ . Należy przyjąć, że masa cząstki  $m$  i szerokość studni  $L$  są dane.

$$\sin(ax) \cdot \sin(bx) = \frac{1}{2} [\cos((a-b)x) - \cos((a+b)x)]$$

$$\int x \cdot \cos(ax) dx = \frac{\cos(ax)}{a^2} + \frac{x \cdot \sin(ax)}{a}$$

$$\int x \cdot \sin(cx) dx = \frac{\sin(cx)}{c^2} - \frac{x \cdot \cos(cx)}{c}$$

#### Zadanie 2

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

- O ile zmieni się prędkość atomu po zaabsorbowaniu jednego fotonu?
- 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  $T = 300$  K.
- Jaki jest minimalny czas chłodzenia tego atomu do temperatury bliskiej 0 K, jeśli czas życia w stanie wzbudzonym wynosi  $\tau = 16$  ns?
- Jakiego przyspieszenia doznaje atom w powyższej sytuacji?
- Jaką drogę przebędzie atom podczas procesu chłodzenia?
- Jakie musi być początkowe odstrojenie częstości światła od centralnej częstości przejścia?
- Z jaką szybkością musi być przestrajana częstość światła podczas chłodzenia w powyższych warunkach?

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

#### Zadanie 3

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