

Wstęp do Optyki i Fizyki Materii Skondensowanej
Ćwiczenia 3

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:

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

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

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

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

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

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

2. Przedstawić schemat wszystkich możliwych przejść między stanami $p_{1/2}$ i $d_{3/2}$ w słabym polu magnetycznym B. Obliczyć przesunięcia składowych widma względem linii widmowej rejestrowanej dla $B = 0$.
3. 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 Boltzmanna $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K
- jednostka masy atomowej $u = 1.66 \cdot 10^{-27}$ kg