

**LISTA 1**

**WPROWADZENIE: ABSORPCJA I EMISJA PROMIENIOWANIA LASEROWEGO**

**Zadanie 1**

Dioda laserowa GaAs, pracująca w trybie ciągłym, generuje promieniowanie o mocy 50 mW. W ciągu 2 sekund generuje ona  $4,545 \times 10^{17}$  fotonów. Wyznacz długość fali światła emitowanego przez to źródło. Oblicz moc wiązki laserowej zakładając, że nastąpił wzrost ilości emitowanych przez źródło światła fotonów do  $6,25 \times 10^{20}$ .

**Zadanie 2**

Różnica energii pomiędzy podstawowym i wzbudzonym poziomem energetycznym atomu wynosi 2.3 eV. Wyznacz częstotliwość oraz długość fali promieniowania wzbudzającego, które będzie spełniać warunek rezonansu.

**Zadanie 3**

Zakładamy, że komora rezonansowa lasera HeNe ma długość 15 cm oraz średnicę 5 cm i jest wypełniona mieszkanką helu i neonu. Atomy gazu wzbudzone są przez promieniowanie o natężeniu  $8.75 \text{ W/cm}^2$ . Wiedząc, że po jednokrotnym przejściu przez komorę rezonansową natężenie promieniowanie wzbudzającego zmniejszyło się do wartości  $6.0375 \text{ W/cm}^2$  a przekrój absorpcji  $\sigma_a$  wynosi  $25 \times 10^{-13} \text{ cm}^2$ . Określ liczbę atomów gazu absorbujących promieniowanie wzbudzające przypadające na jednostkę objętości oraz procentowe osłabienie wiązki wywołane absorpcją. Jaką długość powinna mieć komora rezonansowa z tą mieszkanką gazową, aby 1000 zwiększyć liczbę wzbudzonych atomów dla tych samych warunków wzbudzenia.

**Zadanie 4**

Zakładamy, że  $6.751 \times 10^{15}$  atomów ośrodka aktywnego lasera na jednostkę objętości zostało wzbudzonych, gdzie  $\Delta E$  wynosi 1.385 eV. Następnie wszystkie atomy przeszły na niższy poziom oscylacyjny kosztem różnicy energii 100 krotnie mniejszej niż  $\Delta E$ . Wiedząc, że podczas relaksacji atomów ośrodka aktywnego zaszła emisja spontaniczna, a jej wydajność wynosiła 60 %, określ długość fali wyemitowanego promieniowania świetlnego, zmianę długości fali związaną z przejściem elektronów na niższy wzbudzony poziom energetyczny oraz wartość strumienia energii wyemitowanej na jednostkę objętości ( $1\text{eV}=1.6 \times 10^{-19}\text{J}$ ).

**Zadanie 5**

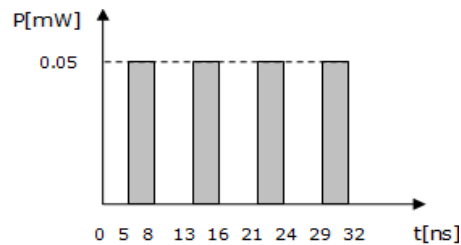
Rozważ przypadek wzbudzenia/absorpcji promieniowania oraz emisji wymuszonej zachodzące w ośrodku aktywnym pewnego lasera gazowego. Komora rezonansowa ma średnicę 6 cm oraz długość 6 cm i jest w jednorodnie wypełniona gazem. Populacja atomów w stanie podstawowym  $N_0$  wynosi  $5.41 \times 10^{16}$  na jednostkę objętości. Atomy ośrodka aktywnego są wzbudzone przez wiązkę świetlną o natężeniu  $I_0$  równym  $7.2 \text{ W/cm}^2$  ze skutecznością 75% dla jednego przejścia wiązki wzbudzającej przez komorę rezonatora. Przekrój aktywny absorpcji ośrodka aktywnego  $\sigma_a$  wynosi  $3 \times 10^{-18} \text{ cm}^2$ . Po przejściu wiązki wzbudzającej przez komorę ulega ona odbiciu na zwierciadle rezonatora i biegnie w przeciwnym kierunku wywołując emisję wymuszoną. Wiedząc, że przekrój aktywny emisji

## Ćwiczenia rachunkowe: BIOMEDYCYNA LASEROWA (opracowanie dr inż. Igor Buzalewicz)

ośrodka jest równy przekrojowi aktywnemu absorpcji, wyznacz natężenie światła wyemitowanego przez laser.

### Zadanie 6

Laser Nd:YAG o długości fali 1064 nm o impulsowym trybie pracy generuje promieniowanie o następującej charakterystyce:



Wyznacz moc szczytową  $P_{szczyt}$ , moc średnią  $P_{sr}$ , częstotliwość repetycji impulsów  $f_{rep}$ , czas trwania impulsu  $t_{imp}$  oraz energię pojedynczego impulsu  $E_{imp}$ .

### LITERATURA

- W.T. Silfvast, "Lasers", module 1.5, Fundamentals of Photonics, SPIE, 2005, (<http://spie.org/Documents/Publications/00%20STEP%20Module%2005.pdf>)
- B. Ziętek, "Lasery", Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, 2009.
- „Optyka biomedyczna- wybrane zagadnienia”, red. Halina Podbielska, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław, 2011.