

光物性基礎とデバイス応用 演習 4

担当：渡辺正裕 (watanabe@ee.e.titech.ac.jp)

Q1.

It is assumed that total density of electrons N is given to 2 states system shown in the figure. Light with intensity I is illuminated to the system. N_1 and N_2 denote density of electrons for state 1 and state 2, respectively. In this situation, study the possibility whether population inversion ($N_2 > N_1$) is possible or not. 図のような2準位系に一定数 N の電子密度を与え、強度 I の光を照射する。状態1の電子密度を N_1 , 状態2の電子密度を N_2 とする。このとき、定常状態で $N_2 > N_1$ が実現可能かどうかを調べよう。

At first, total density of electrons is assumed to be N , which keeps constant at any time. Therefore, まず、電子密度の総和は一定とした（外部と電子のやり取りはない）ので、

$$N_1 + N_2 = N \quad \dots \textcircled{1}$$

また、And,

stimulated emission rate:

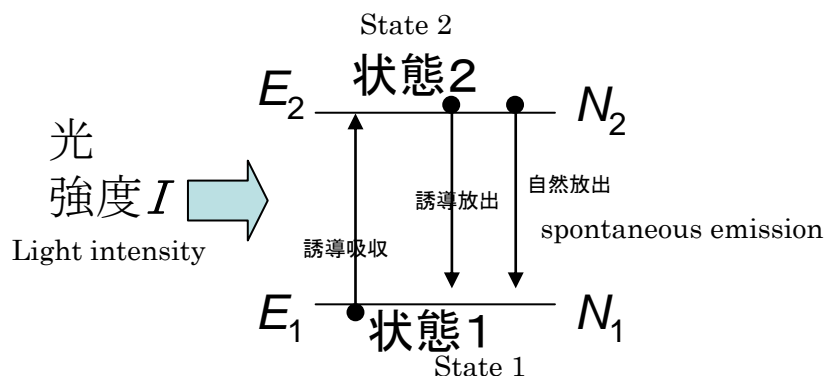
$$\text{誘導放出速度} : B'IN_2$$

spontaneous emission rate

$$\text{自然放出速度} : A_{21}N_2$$

stimulated absorption rate:

$$\text{誘導吸収速度} : B'IN_1$$



where stimulated emission rate, spontaneous emission rate is assumed to be B' , A_{21} respectively.

ただし、誘導放出係数、自然放出係数をそれぞれ B' , A_{21} などとおいた。

Using these notations defined above, rate equation of N_2 and N_1 is expressed as follows. Fill the blanks of ().

これらを用いて N_2 , N_1 のレート方程式は、それぞれ以下のようにになる。() を埋めよ。

(ヒント：左辺は電子密度の時間変化。右辺で+の項は増加，-の項は減少に寄与する項をそれぞれ表す。)

(Left side indicates increasing number of electrons for each state. “+” means “increasing” and “-” means “decreasing” contribution.)

$$\begin{cases} \frac{dN_2}{dt} = B'IN_1 - (\quad) - (\quad) \quad \dots \textcircled{2} \\ \frac{dN_1}{dt} = (\quad) + (\quad) - (\quad) \quad \dots \textcircled{3} \end{cases}$$

From the equations of $\textcircled{1} \sim \textcircled{3}$, discuss the condition for $N_2 > N_1$ at steady state of $\frac{d}{dt} = 0$.

$\textcircled{1} \sim \textcircled{3}$ より、定常状態 $\frac{d}{dt} = 0$ で、 $N_2 > N_1$ (反転分布) が成立する条件について論ぜよ。