

練習問題

レーザー光生成のための条件式を考える。まず、以下の物理量を定義する。

$n(t)$: 光子数

$N(t)$: 励起原子の個数

G : 利得係数

k : 緩和係数

α : 誘導放出係数

N_0 : ポンピングの強さ

これらの物理量の値は全てゼロまたは正とする。すると、以下の二つの関係式が成立する。

$$\dot{n} = GnN - kn \quad (1)$$

$$N = N_0 - \alpha n \quad (2)$$

1. 式(1)、(2)により、以下が得られることを示しなさい。

$$\dot{n} = (GN_0 - k)n - (\alpha G)n^2 \quad (3)$$

2. $N_0 < k/G$ が成立する時を考える。このとき、式(3)より、 \dot{n} を n の関数と見たとき、図1で示すグラフになることを説明しなさい。また、これにより、時間とともに n が0に近づくことを説明しなさい。

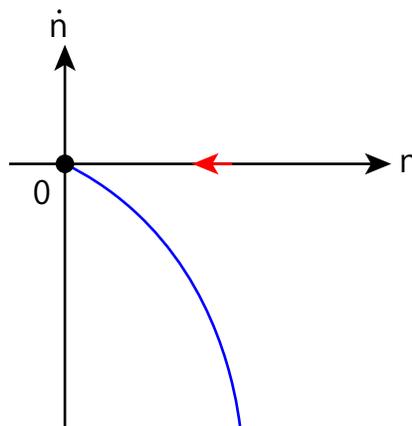


Figure 1: $N_0 < k/G$ のときの n の変化

3. $N_0 > k/G$ が成立する時を考える。このとき、式(3)より、 \dot{n} を n の関数と見たとき、図2で示すグラフになることを説明しなさい。また、これにより、時間とともに n が0でない正の値(図2の黒丸)に近づくことを説明しなさい。
4. 上記の考察により、十分時間が経過した後の n の値の、 N_0 に対する依存性が、図3のグラフで表されることを説明しなさい。従って、レーザー光を生成するには、 $N_0 > k/G$ が成り立たなくてはならないことが分かる。

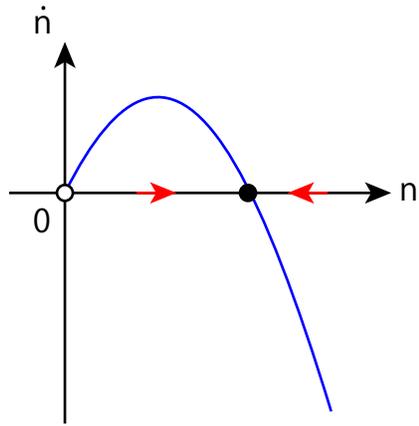


Figure 2: $N_0 > k/G$ のときの n の変化

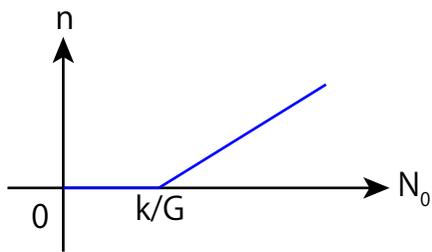


Figure 3: n の N_0 に対する変化