

Teste modelo: Fotônica I (2021-2022)

Perguntas de resposta rápida:

A. Descreva dois exemplos de alargamento do perfil da linha que aumentam a largura do espectro da absorção acima do que é observado nas condições de alargamento natural.

B. Estime o número dos modos eletromagnéticos que podem interagir com átomos Ne ($A = 20.2$) na transição laser a 632.8nm que se encontram numa cavidade laser com um diâmetro de 1mm , um comprimento de 20 cm e uma temperatura de 600K . (pode assumir que o índice de refração de gás é 1)

1. Um conjunto de 10^{10} átomos de “dois níveis” foi arrefecido até o efeito Doppler seja desprezável. A transição ocorre num comprimento de onda igual a 600nm e as degenerescências dos dois níveis são iguais.

Quando um laser de irradiância constante é sintonizado em ressonância com a transição, ao atingir um estado estacionário, 25% dos átomos se encontram no estado excitado. Ao dessintonizar a radiação por um valor igual a $\Delta\omega = \omega - \omega_0 = 10^8\text{ s}^{-1}$ apenas 1/12 dos átomos se encontram no estado excitado quando um estado estacionário é atingido. Determine:

(a) o tempo da vida do estado excitado, assumindo que apenas alargamento natural contribua para o perfil da linha.

(b) a potência da luz emitida espontaneamente pelos átomos quando o laser está sintonizado em ressonância com a transição.

(c) a irradiância (W/m^2) do laser.

(d) Qual é temperatura duma fonte da radiação térmica que excitava 25% dos átomos no estado estacionário?

2. Os dois amplificadores óticos considerados neste problema se operam numa transição com alargamento homogênea e sobre condições de estado estacionário.

(a) Quando um sinal ótico com uma irradiância de 3.0 kW/m^2 é incidente num amplificador de 1m de comprimento a irradiância a saída é 36 kW/m^2 . Se o sinal de entrada é reduzido até 1.0 kW/m^2 a irradiância a saída é 20 kW/m^2 . Determine a irradiância da saturação e o coeficiente de ganho dos sinais pequenos, γ_0 .

(b) Um outro amplificador ótico produz uma irradiância de $5I_0$ quando a irradiância incidente é I_0 e é sintonizada em ressonância (ω_0) com a transição. Quando o sinal de entrada é dessintonizado para uma frequência próxima ω_1 uma irradiância de $3I_0$ é amplificada até $7I_0$. Determine a razão entre as secções eficazes $\sigma(\omega_0)/\sigma(\omega_1)$

3. Considere um sistema laser de 3 níveis com alargamento homogêneo como ilustrado em baixo. Assuma que uma das frequências próprias da cavidade está em ressonância com a transição entre níveis 1 e 2 e despreze os efeitos de degenerescência.

(a) Escrever as equações dinâmicas para a variação das populações em ordem do tempo. No limite dos sinais pequenos com $A_{32} \gg P, A_{21}$ derive uma expressão para a inversão da população entre níveis 2 e 1, $\Delta N_{21} = N_2 - N_1$ no estado estacionário, em termos da taxa de excitação P a taxa de emissão espontânea, A_{21} e a população total $N_T = N_1 + N_2 + N_3$.

(b) Dado os valores, $\sigma(\omega_0) = 10^{-12} \text{ cm}^2$; $N_T = 3 \times 10^9 \text{ cm}^{-3}$; $A_{21} = 10^8 \text{ s}^{-1}$; $P = 2A_{21}$; $R_1 = 1$, qual é o valor mínimo de R_2 que permite obter oscilação laser?

(c) No caso em que $R_2 = 0.99$ qual seria a irradiância do feixe laser emitida?

Tomar $\lambda_{21} = 694 \text{ nm}$

