중간고사 모범답안

Ⅱ $R_{12} = B_{12} N_1 \rho(h\nu)$

$R_{21} = A_{21} N_2 + B_{21} N_2 \rho(h\nu)$ 5점

at equilibrium,

$R_{12} = R_{21}$

$\therefore\ B_{12} N_1 \rho(h\nu) = A_{21} N_2 + B_{21} N_2 \rho(h\nu)$

$\Rightarrow \rho(h\nu)(B_{12} N_1 - B_{21} N_2) = A_{21} N_2$

$\Rightarrow \rho(h\nu) = \dfrac{A_{21} N_2}{-B_{21} N_2 + B_{12} N_1} = \dfrac{A_{21}}{B_{21}} \dfrac{1}{\frac{B_{12}}{B_{21}}\left(\frac{N_1}{N_2}\right) - 1}$ 5점

한편,

$\rho(h\nu) = \dfrac{8\pi h\nu^3}{c^3 \left(\exp(\frac{h\nu}{k_b T}) - 1\right)}$, $\dfrac{N_2}{N_1} = \exp\left[-\dfrac{(E_2 - E_1)}{k_0 T}\right]$
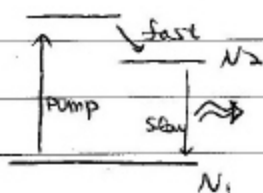
$\therefore \dfrac{A_{21}}{B_{21}} \cdot \dfrac{1}{\left(\frac{B_{12}}{B_{21}} \exp\left[\frac{h\nu}{k_0 T}\right] - 1\right)} = \dfrac{A_{21}}{B_{21}} \cdot \dfrac{1}{\frac{B_{12}}{B_{21}}\left(\frac{N_1}{N_2}\right) - 1}$

$= \dfrac{8\pi h\nu^3}{c^3} \dfrac{1}{\left(\exp(\frac{h\nu}{k_b T}) - 1\right)}$

$\Rightarrow \dfrac{B_{12}}{B_{21}} = 1$, $\dfrac{A_{21}}{B_{21}} = \dfrac{8\pi h\nu^3}{c^3}$

.... 여기까지 구하면 20점
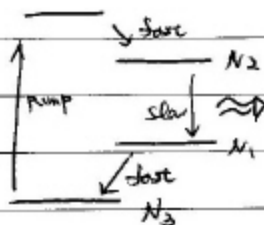
2 ⓐ 3 level laser.

population inversion 이 쉽지않다.

그러나 이 경우 N_2 에서 N_1으로 내려온 전자가

다시 pump 되기전까지 N_1이 계속 증가되어

population inversion에 불리하다

4 level laser

N_1 에 도착한 전자는 빠르게

N_3 으로 떨어지므로 3 level 보다

population inversion에서 유리하다.

N_3에 전자가 덜 머물고 N_1은 금방 떨어져 N_2의 활성

전자가 많이 오게된다.

..... 각 5점

ⓑ energy level의 특성상 에너지 레벨로 간 경우면 decay 되기 쉽고

다양하게 나올수가 있다. 이를 처음측정 오차 10분에 불과 대출하면 10^{2n}

통전 응명 ·관계없는 실방이 와요시 간한다

3 electron concentration $= g(E)f(E)$

→ $g(E) \propto (E-E_c)^{\frac{1}{2}}$

$f(E) \simeq B(E) \propto \exp\left(-\frac{E-E_{F_n}}{k_BT}\right)$ (non-degenerate)

⇒ $\frac{d}{dE} g(E)f(E) = 0$ 이 될 때 최대 electron concentration 이 됨이기

··· 5점

$\frac{d}{dE} g(E)f(E) = C\frac{d}{dE}\left[(E-E_c)^{\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{E-E_F}{k_BT}\right)\right]$

$= C(E-E_c)^{-\frac{1}{2}}\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{k_BT}(E-E_c)\right)\exp\left(-\frac{E-E_F}{k_BT}\right)$

$= 0$

∴ $\frac{1}{2} - \frac{1}{k_BT}(E-E_c) = 0$ 이므로

$E = E_c + \frac{1}{2}k_BT$. ··· 🅐🅑

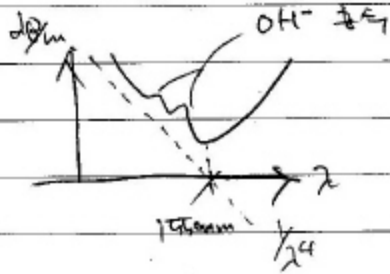즉 E_c 보다 $\frac{1}{2}k_BT$ 만큼 위 쪽 에너지에서

electron concentration이 최대값이 존재한다.

··· 여기까지 20점

[4] 파장보다 작거나 비슷한 크기의 impurity 에 의해
입사한 E.M wave 가 산란되어 손실을 일으키게 되는현상.
이것은 것이 반비례되게되게 glass 위계의 amorphous한 특성으로
rayleigh scattering을 따라기 나타든다. fiber에서 attenuation 따른 의 관련한
한계는

이 한계를 보여지면 이 광통신에서 파장주로 1400 를
되는 1550 nm 는 사용하기도 한다.

특성과 설명, 수식, 그래등은 충실히
하였 그러 떠떠거나 특별없는경우

⑤ $2a = 7\mu m$, $n_1 = 1.458$, $n_2 = 1.452$ $\lambda = 1.3 \mu m$.

ⅰ) $V = \dfrac{2\pi a}{\lambda}(n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}} = 2.235$

                                             ... 5점

ⅱ) MFD ⇒ $2w_0 \simeq 2a\dfrac{1+V}{V} = 10.13 \times 10^{-6} m$.

                                              ... 5점

ⅲ) λ_c 는 $V = 2.405$ 일때의 λ 이므로,   ... 5점

$$\lambda_c = \dfrac{2\pi a(n_1^2 - n_2^2)^{\frac{1}{2}}}{2.405} = 1.208 \mu m$$

                                             ... (#)까지 20점