

1. Charles Townes 의 부고 기사(New York Times 나 UC Berkeley)를 보고 느낀 점을 반 페이지 쓰시오.

NY Times

http://www.nytimes.com/2015/01/29/us/charles-h-townes-physicist-who-helped-develop-lasers-dies-at-99.html?_r=0

Berkeley newscenter

<http://newscenter.berkeley.edu/2015/01/27/nobel-laureate-and-laser-inventor-charles-townes-dies-at-99/>

2. 흡수, 자발방출, 유도방출 등을 공부한 후 rate equations 란 무엇인지 설명하시오. (수식을 풀 필요는 없으며 수식들의 의미를 설명하면 됨.)

흡수(absorption) 및 자발방출 (Spontaneous emission)

원자나 분자 등에서 전자기파가 방출되기 위해선 일반적으로 높은 에너지 준위에 전자가 존재해야 한다. 외부의 에너지가 존재하지 않는 경우 전자는 낮은 에너지 준위에 머무르려는 경향이 있는데, 때문에 원자나 분자가 빛을 내기 위해서는 어떤 방식으로든 외부로부터 에너지를 받아 높은 에너지 준위로 전자가 이동해야 한다. 이를 흡수(absorption)이라고 하는데, 흡수율(absorption rate)은 낮은 준위의 전자 밀도에 비례한다. 흡수율은 음의 부호를 가지는데, 낮은 준위에 있던 전자들이 줄어드는 비율을 표현하기 때문이다.

$$\left(\frac{dN_1}{dt}\right)_a = -W_{12}N_1$$

여기서 아래첨자는 각각의 에너지 준위이며 N 은 전자 밀도(population)을 의미한다. 계수 W 의 경우 준위의 위치뿐만 아니라 받은 에너지의 세기에도 영향을 받는다.

$$W_{12} = \sigma_{12}F$$

이때 σ 는 단면적, F 는 photon flux 를 의미한다. 일반 백열전등 등은 전자가 주위로부터 열에너지를 받아 높은 에너지 상태의 들뜬 준위로 올라가고, 자연적으로 낮은 에너지 준위로 돌아가면서 그 준위간의 차이만큼의 에너지를 빛으로 방출한다. 이러한 방출을 자발방출(spontaneous emission) 이라고 한다. 자발 방출률은 높은 준위의 전자 밀도에 비례하며 마찬가지로 음의 부호를 가지게 된다.

$$\left(\frac{dN_2}{dt}\right)_{sp} = -AN_2$$

이때 A 는 자발 방출 수명의 역수를 의미한다.

유도방출 (Stimulated emission)

외부로부터 유입된 빛이 높은 에너지준위에 머물고 있는 전자에 작용하여 낮은 에너지 준위로 끌어내리는 형태로 천이(transition) 을 일으키는 방출과정이 유도방출이다. 이 때 입사한 빛의 주파수는 두 에너지 준위의 차에 해당하는 값이어야 한다. 유도 방출은 방출된 빛이 천이를 유도한 빛과 같은 특성을 가지게 된다. 다시 말해 같은 위상, 주파수, 편광, 같은 진행방향을 가지고 있다. 마찬가지로 다음과 같은 방출률을 가지게 된다.

$$\left(\frac{dN_2}{dt}\right)_{st} = -W_{21}N_2$$

3. Mode-locking 의 원리를 설명하시오.

레이저 공진기 내부의 빛은 양쪽에 위치한 거울에서 반복적으로 gain medium 을 순환한다. 레이저의 발진 조건에 따라 일회 순환 후의 파동과 골과 마루가 초기 파동의 골과 마루와 일치해야 발진이 일어난다. 레이저 공진기는 gain medium 의 길이에 따라 무수히 많은 공명주파수를 가지고 있는데, 모든 공명주파수들이 레이저 발진을 일으키는 것은 아니기 때문에, threshold gain 을 넘는 모드를 이용해서 발진해야 한다. Threshold gain 이상의 모드 역시 여러 개가 존재할 수 있기 때문에 이와 같은 조건에서 만들어진 레이저는 multi-mode 레이저가 된다. Mode-locking 이란 다중모드 레이저에서 위상이 제각기 다른 여러 모드들을 강제로 위상을 맞추어 시간적으로 일정한 간격, 일정한 세기의 레이저 펄스를 얻는 것을 말한다.

4. 라식, 라섹의 원리를 설명하시오.

라식(laser-assisted in situ keratomileusis), 라섹(Laser-Assisted Sub-Epithelial Keratectomy) 모두 레이저를 이용한 시력교정술이나 둘 간의 차이점은 다음과 같다. 라식과 라섹의 가장 큰 차이점은 각막편 (Flap, 각을 부분인 각막실질을 노출시키기 위해 얇게 들어 올리는 부분)을 만드는 위치의 차이로, 라식은 상피(각막겹질)에 각막실질(각막속살)의 일부를 포함시켜 각막편을 만들기 때문에 각막편이 좀 두껍다는 것이고, 라섹은 상피층만 들어올려 각막편이 얇다. 따라서 각막편을 들어올리고 남는 각막의 두께가 라섹이 더

두꺼우므로 깎을 수 있는 여유가 라식보다 라섹이 많다. 라식은 각막편을 만들기 위해서 케라툼이라는 칼날 또는 인트라레이저를 이용하는 데 이 때 눈에 들어가야 하는 장치 때문에 눈이 작은 경우 기술적으로 조금 어려움이 있을 수 있다. 라섹은 약물(알콜)을 이용하여 각막 상피만 들어올리기 때문에 눈이 작아도 안전하게 시술을 할 수 있다. 라식의 최대 장점은 통증이 거의 없다는 것과 빠른 시력회복이며 단점은 각막 두께가 얇을 경우 라식이 불가능할 수도 있으며 각막편과 관련된 부작용이 있을 수 있다. 반면 라섹의 장점은 라식보다 깎고 나서 남겨둘수 있는 각막의 두께가 더 많을 수 있다는 점과, 라식이 불가능한 경우에도 라섹은 가능할 수도 있다. 각막편과 관련된 심각한 합병증이 없다. 단점으로는 시력회복이 늦으며 통증이 3~4 일 갈 수 있다는 것인데, 통증은 치료용 콘택트렌즈를 끼워 놓기 때문에 견딜수 있을 정도의 통증이다.