

1. 光与物质作用的三个过程.

- ① 自发辐射: 处于高能级 E_2 的电子自发向低能级 E_1 跃迁, 产生 $\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$ 的光子
- ② 受激吸收: 当 $h\nu = E_2 - E_1$ 时, 处于 E_1 的电子吸收光子, 向 E_2 跃迁.
- ③ 受激辐射: 当 $h\nu = E_2 - E_1$ 时, 处于高能级 E_2 的电子受激, 向低能级 E_1 跃迁, 同时产生 ν 的光子. 这个光子的所有信息 ($\nu, \phi, k, s.p.$) 与激发时的光子导致该过程的光子完全一致.

常规条件下没有激光输出:

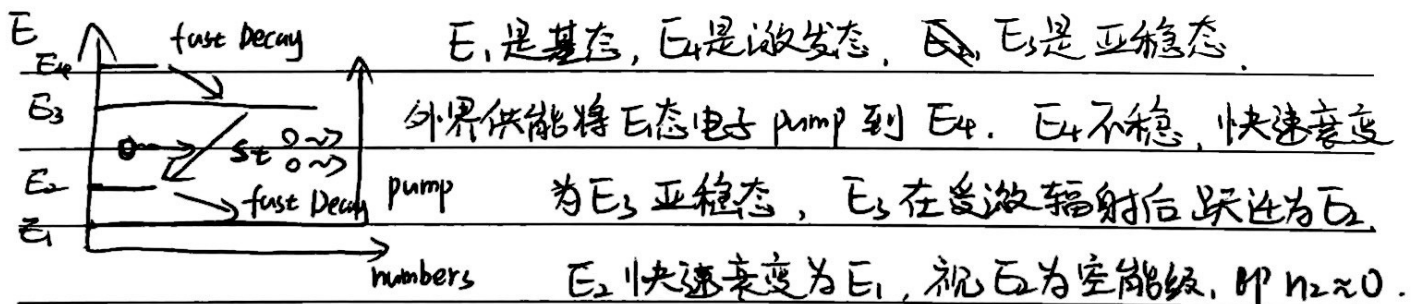
- ① $n_2 W_2 < n_1 W_1$, 电子多在低能级, 吸收的光子比释放的多.
- ② $R \approx W_1$ let $R \approx \frac{W_1}{A_{21}} \approx 10^{-35}$, 受激辐射而产生的光子可以不计.

2. 激光产生的原理.

要想产生激光, 首先要克服上述几个问题:

- ① 构造集居数反转.

二能级不可构造, 三能级耗能大, 具体略去. 使用四能级系统



如此一来, 只需要很少的电子 pump 到 E_4 并衰变为 E_3 , 就可以在 E_3, E_2 之间构造集居数反转, 克服了 $n_2 < n_1$

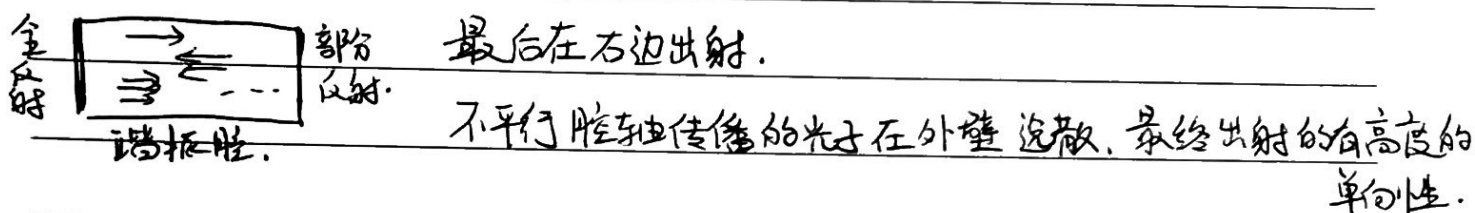
② 利用光子谐振腔.

$$R = \frac{W_{21}}{A_{21}} = \frac{B_{21} \rho_\nu}{A_{21}}, \quad B_{21} \text{ 和 } A_{21} \text{ 是由物质决定的, 只能改变 } \rho_\nu.$$

在谐振腔中, 光子反复与物质形成受激辐射. 在传播过程中 ρ_ν 不断变大.

只要光程够长, $B_{21} \rho_\nu \gg A_{21}$, 就实现了目的.

利用镜面可以使腔不用很长, 但光程可以很长.



③ 振荡条件.

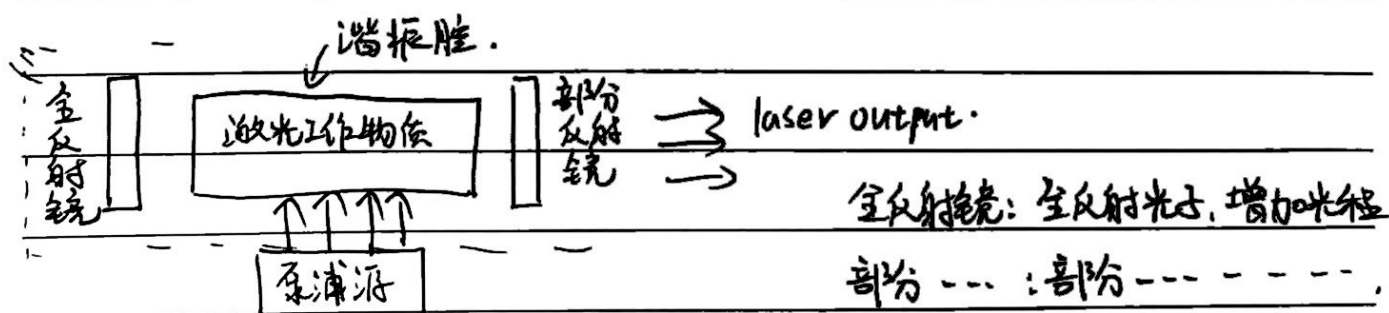
在光传播过程中, 有增益也有损耗, 有 $I(z) = I_0 e^{(g^0 - \alpha)z}$, $g^0 = (1/\ell)$

要使激光产生, 则 $g^0 \geq \alpha$, 此时不论 I_0 多小, 都产生固定 I_m . I_m 取决于腔.

④ 整个过程:

自发辐射产生光子, 光子在谐振腔中振荡. 满足振荡条件的光子就产生激光. 最终留下的是增益最大的光波. 出射.

3. 激光器结构.



谐振腔: 使光子谐振, 产生很多激光光子.

激光工作物质: 与光子受激辐射, 产生光子.

泵浦源: 维持集居数反转, 克服 $h\nu_k < h\nu_l$ (耗能)