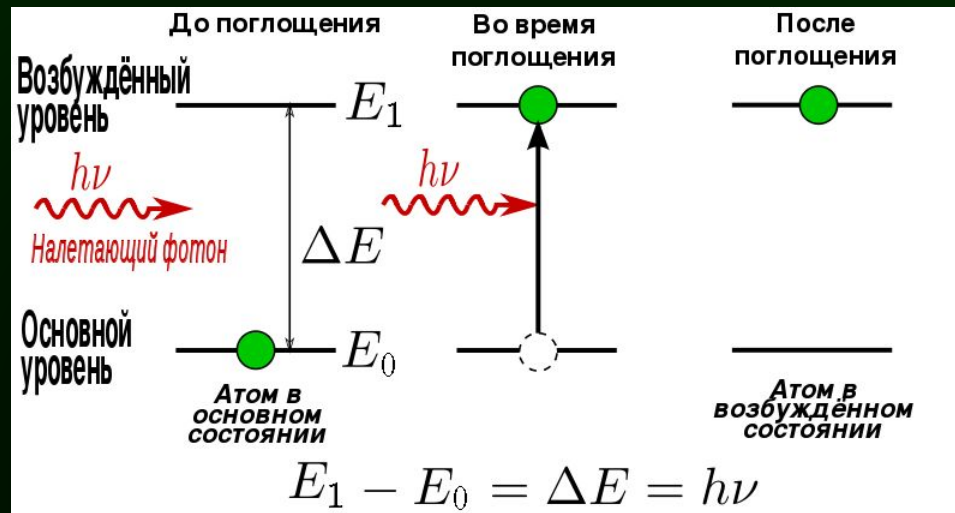
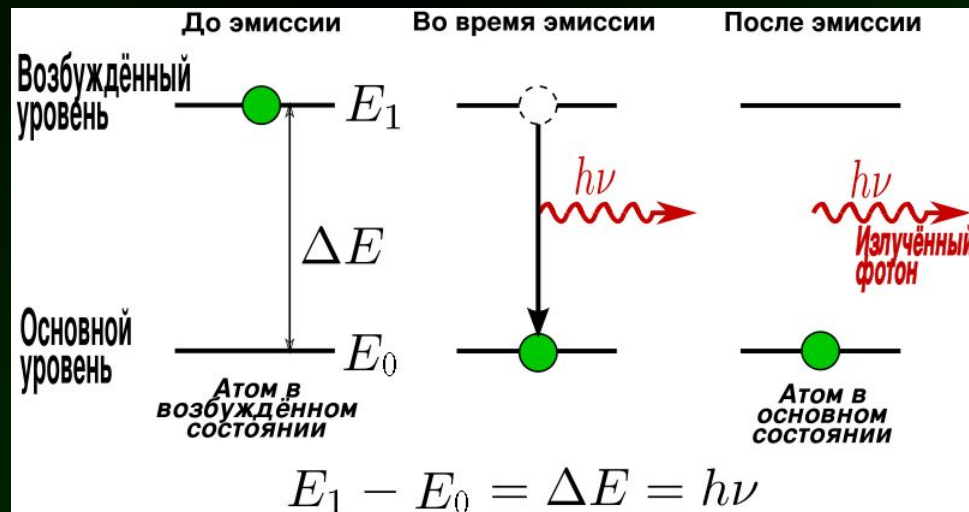


Радиационные переходы

Поглощение

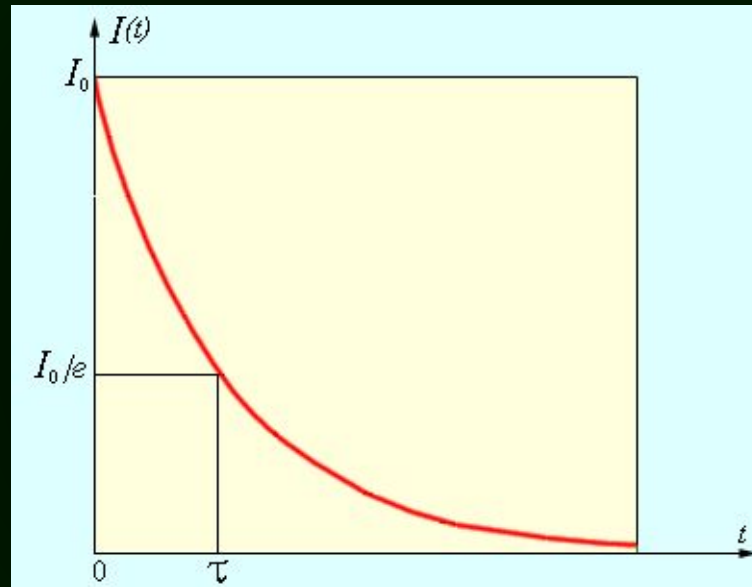


Излучение (спонтанное)



Спонтанное излучение

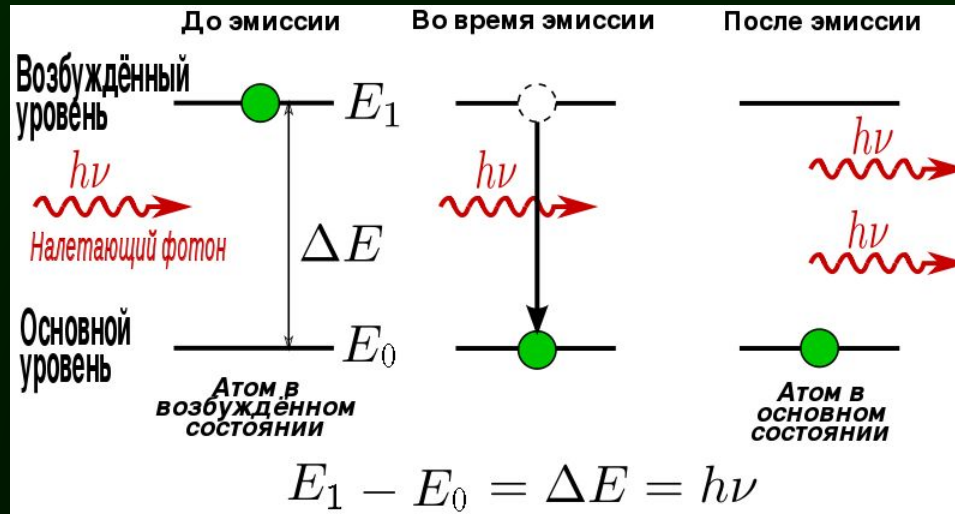
$$dN_{10} = A_{10}N_1 dt \quad N_1(t) = N_{10} \exp(-A_{10}t)$$



$$I(t) = I_0 \exp(-A_{10}t) = I_0 \exp(-t/\tau_1)$$

$$\tau_1 = 1/A_{10} \quad \tau \sim 10^{-8} \dots 10^{-9} \text{ с}$$

Вынужденное излучение

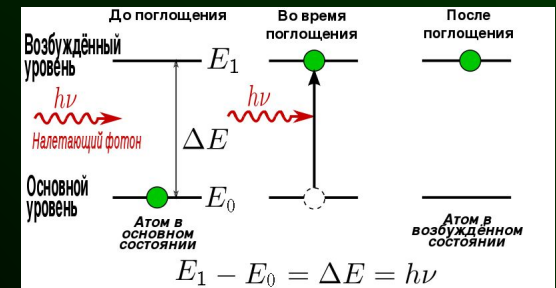
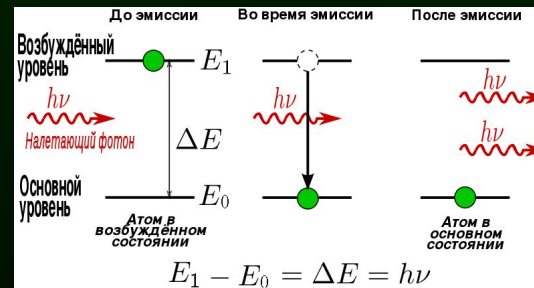
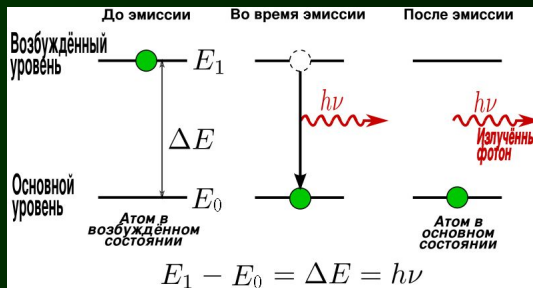


Вынужденное излучение **когерентно**

Вероятность вынужденного излучения

$$B_{10} \cdot U_{\omega}$$

Термодинамическое равновесие



$$N_1 A_{10} + N_1 B_{10} U_\omega = N_0 B_{01} U_\omega$$

Распределение Больцмана:

$$N_1/N_0 = \exp[-(E_1 - E_0)/(kT)] = \exp[-\hbar\omega/(kT)]$$

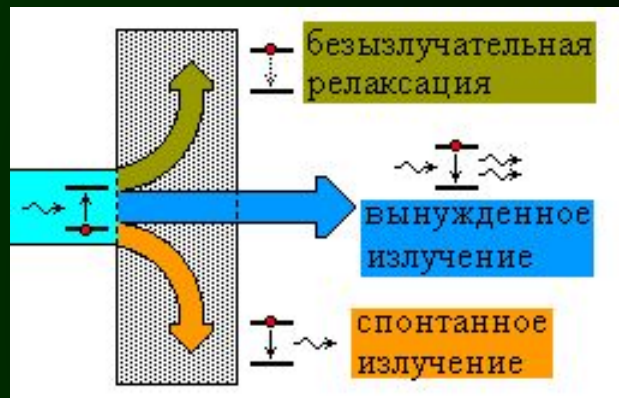
$$B_{01} = B_{10}$$

$$U_\omega(T) = \frac{A_{10}/B_{10}}{\exp[\hbar\omega/(kT)] - 1}$$

$$A_{10}/B_{10} = \hbar\omega^3 / (\pi^2 c^3)$$

Принципы работы лазеров

Лазер: *light amplification by stimulated emission of radiation*



Закон Бугера $I(z) = I_0 \exp(-\alpha z)$

$$\alpha = (N_1 B_{10} - N_0 B_{01}) U_\omega n dz / c$$

$$\alpha = \hbar \omega B (N_0 - N_1) n / c$$

Коэффициент поглощения

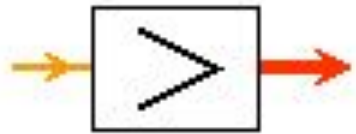
$$N_1 / N_0 = \exp[-\hbar \omega / (kT)] < 1$$

Инверсная населенность: $N_1 > N_0$

Инверсная населенность



МС – метастабильный (долгоживущий) уровень

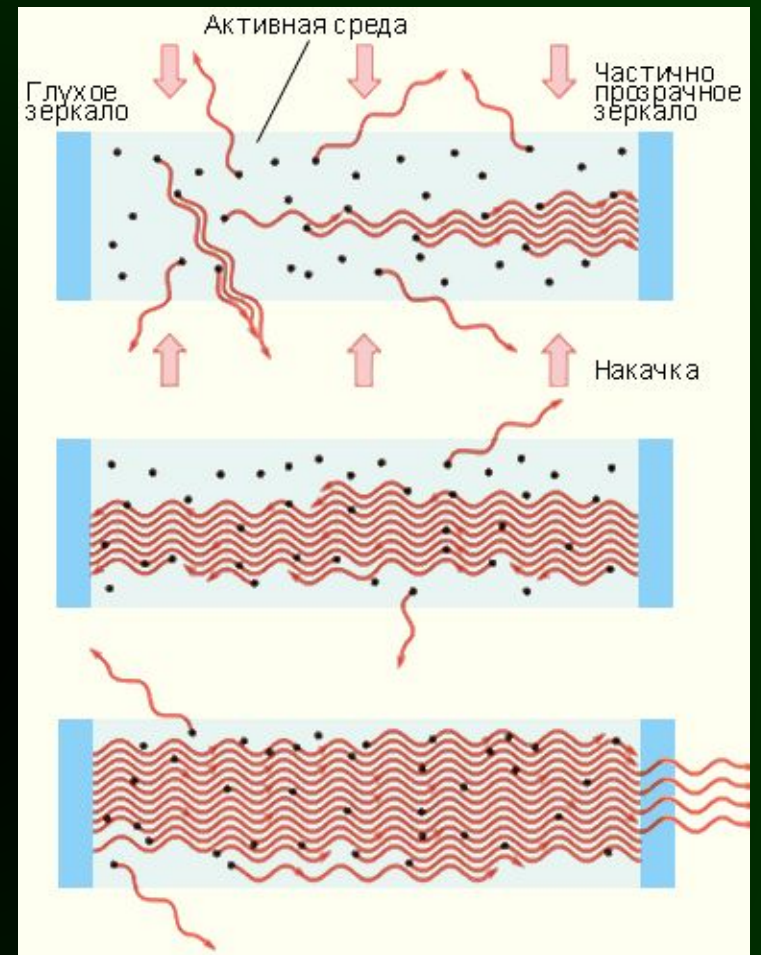


Усилитель



**Генератор =
усилитель +
положительная
обратная связь**

ПОС



Лазер на рубине

Т. Мейман, 1960 г.

Рубин: корунд Al_2O_3 (Cr^{3+})

