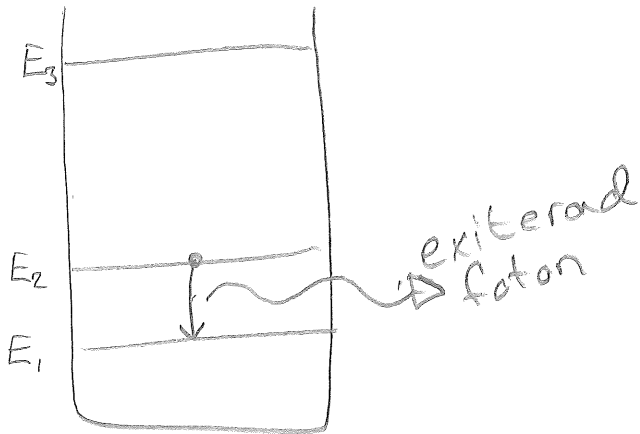


Föreläsning 12

Optiska övergångar



$$hf = h\omega = E_i - E_f$$

↑ initial ↑ final

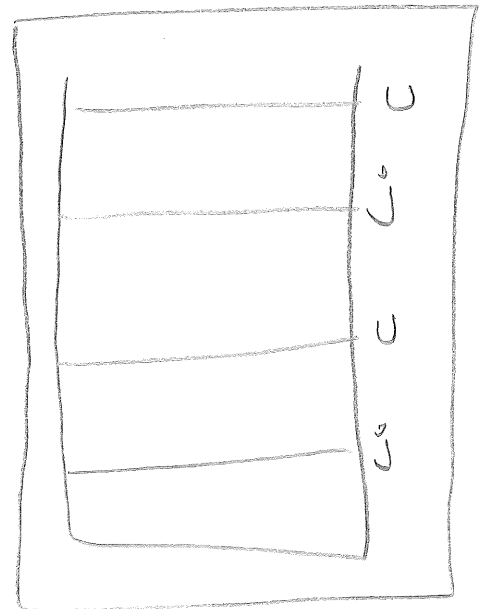
Minnesregel

Optiska övergångar kan enbart ske mellan tillstånd med olika **paritet**.

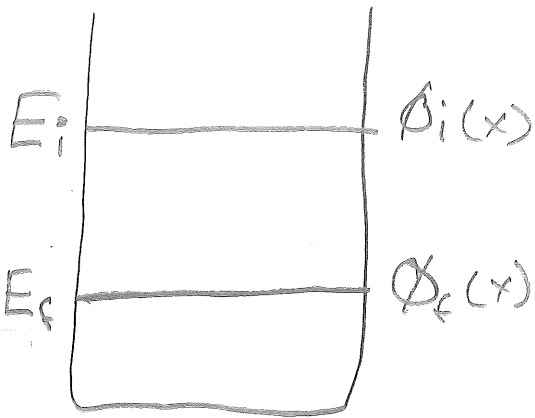
$$P = \int_{-\infty}^{\infty} \psi_f(x) \cdot \psi_i(x) dx$$

JÄMN
och
UDDA
PARITET

→



How LASERS work



$$\Psi(x, t) = \phi(x) \cdot e^{-i\omega t} = \phi(x) \cdot e^{-i \frac{E}{\hbar} \cdot t} \quad , E = \hbar \omega$$

Under övergången:

$$\Psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2}} (\Psi_i(x, t) + \Psi_f(x, t))$$

MATTEBIT PÅ

NÄSTA SIDA

$$\Psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\phi_i(x) \cdot e^{-i \frac{E_i}{\hbar} t} + \phi_f(x) \cdot e^{-i \frac{E_f}{\hbar} t} \right)$$

↓ minus!

$$\rho(x, t) = |\Psi(x, t)|^2 = \frac{1}{2} \left(\phi_i(x) \cdot e^{-i \frac{E_i}{\hbar} t} + \phi_f(x) \cdot e^{-i \frac{E_f}{\hbar} t} \right) \left(\phi_i^*(x) \cdot e^{-i \frac{E_f}{\hbar} t} + \phi_f^*(x) \cdot e^{-i \frac{E_i}{\hbar} t} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \left(|\phi_i(x)|^2 + |\phi_f(x)|^2 + \underbrace{\phi_i(x) \cdot \phi_f(x) \left(e^{i\alpha} + e^{-i\alpha} \right)}_{2 \cos \alpha} \right)$$

$$\cos \alpha + i \sin \alpha + \cos \alpha - i \sin \alpha = 2 \cos \alpha$$

$$\alpha = \frac{E_i - E_f}{\hbar} t$$

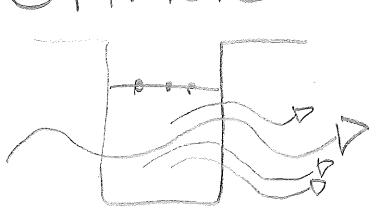
$\frac{p}{\hbar}$

$$\rho(x, t) = \frac{1}{2} \left(|\phi_i(x)|^2 + |\phi_f(x)|^2 + 2 \phi_i(x) \cdot \phi_f(x) \cdot \cos \left(\frac{E_i - E_f}{\hbar} t \right) \right)$$

ωt

• Spontan emission (händer av sig sj. slump)

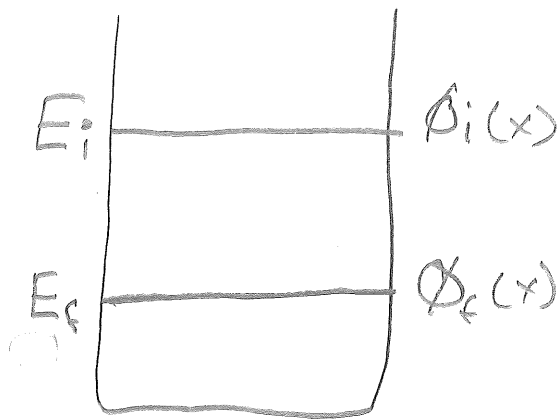
• Stimulerad emission (som att skaka äppelträd)



Man skickar in en foton, då kommer elektronerna stimuleras att ramla ner och skicka ut fotoner som är i fas med den första fotonen.

DU SKICKAR IN EN FOTON

How LASERS work



$$\Psi(x, t) = \phi(x) \cdot e^{-i\omega t} = \phi(x) \cdot e^{-i \frac{E}{\hbar} \cdot t}, \quad E = \hbar \omega$$

Under övergångar:

$$\Psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2}} (\psi_i(x, t) + \psi_f(x, t))$$

MATTEBIT PÅ

NÄSTA SIDA

$$\Psi(x, t) = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\phi_i(x) \cdot e^{-i \frac{E_i}{\hbar} t} + \phi_f(x) \cdot e^{-i \frac{E_f}{\hbar} t} \right)$$

$$\rho(x, t) = |\Psi(x, t)|^2 = \frac{1}{2} \left(\phi_i(x) \cdot e^{-i \frac{E_i}{\hbar} t} + \phi_f(x) \cdot e^{-i \frac{E_f}{\hbar} t} \right) \left(\phi_i^*(x) \cdot e^{-i \frac{E_f}{\hbar} t} + \phi_f^*(x) \cdot e^{-i \frac{E_i}{\hbar} t} \right)$$

$$= \frac{1}{2} \left(|\phi_i(x)|^2 + |\phi_f(x)|^2 + \phi_i(x) \cdot \phi_f(x) \left(e^{i\alpha} + e^{-i\alpha} \right) \right)$$

$$\cos\alpha + i\sin\alpha + \cos\alpha - i\sin\alpha = 2\cos\alpha$$

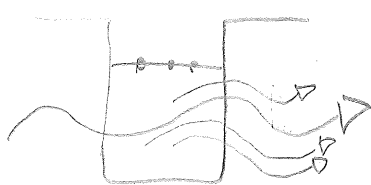
$$\alpha = \frac{E_i - E_f}{\hbar} t$$

$\frac{P}{S \Delta}$

$$\rho(x, t) = \frac{1}{2} \left(|\phi_i(x)|^2 + |\phi_f(x)|^2 + 2 \phi_i(x) \cdot \phi_f(x) \cdot \cos \left(\frac{E_i - E_f}{\hbar} t \right) \right)$$

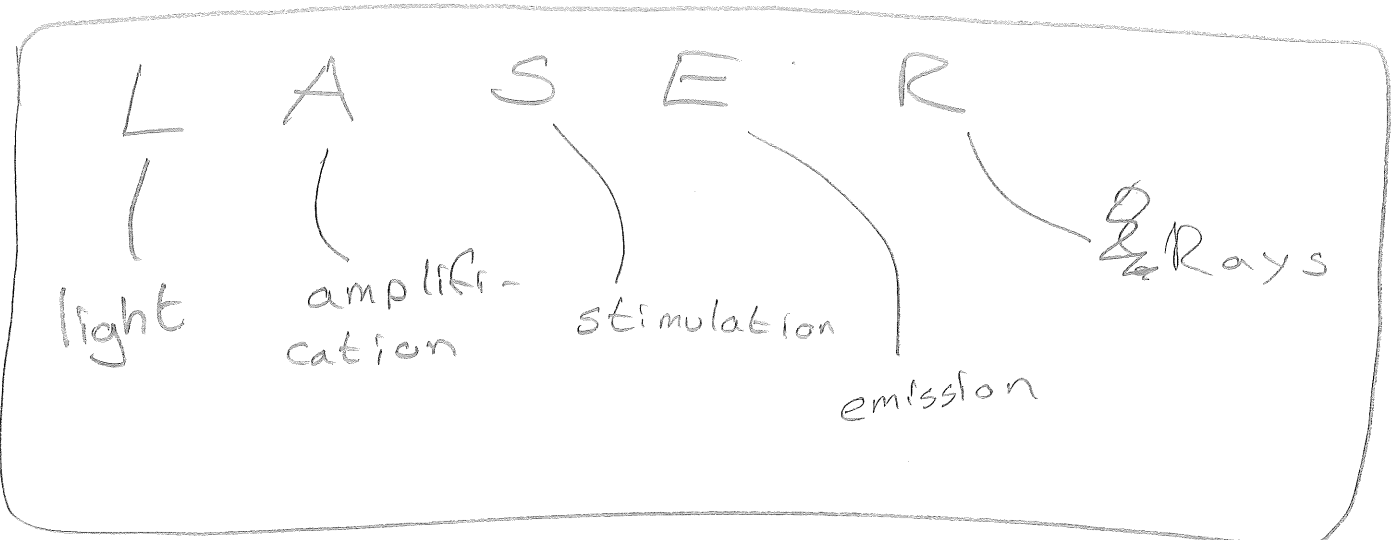
• Spontan emission (händer av sig sj. slump)

• Stimulerad emission (som att skaka äppelträd)



Man skickar in en foton, då kommer elektronerna stimuleras att ramla ner och skicka ut fotoner som är i fas med den första fotonen.

DU SKICKAR IN EN FOTON



Det finns en spegel som gör att ursprungsfotonen gör massa nya.

