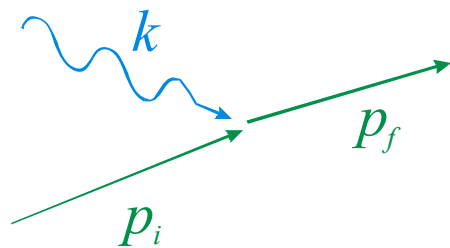




Оптика наноструктур

1. **Межзонное поглощение**
2. **Межподзонное поглощение**

Электрон-фотонное взаимодействие



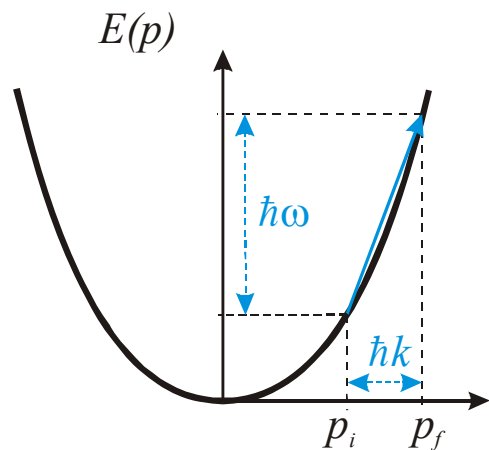
$$\hbar \vec{k}_p + \vec{p}_i = \vec{p}_f$$

$$\hbar \omega + E_i = E_f$$

$$\omega = kc$$

$$E_{i,f} = \frac{p_{i,f}^2}{2m} \Rightarrow$$

$$\boxed{|\vec{p}_f + \vec{p}_i|(2m)^{-1} = c}$$



Свободный электрон не может поглотить фотон, поскольку иначе скорость электрона должна превысить скорость света.

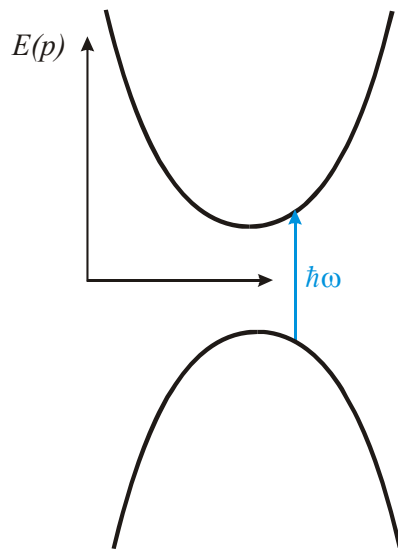
Поглощение света в кристалле

Для красного света $\hbar\omega = 1 \text{ eV}$, что соответствует $\hbar k \sim 10^{-28} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$

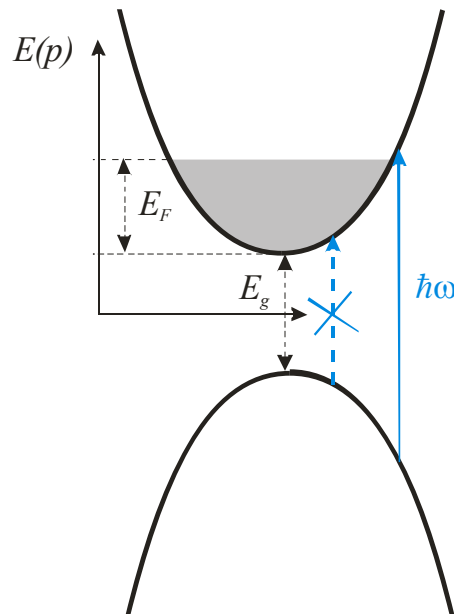
Для электрона в GaAs: $E(p) = 1 \text{ eV}$, что соответствует $p \sim 10^{-25} \text{ кг}\cdot\text{м/с}$

Таким образом, можно пренебречь изменением импульса электрона при поглощении фотона.

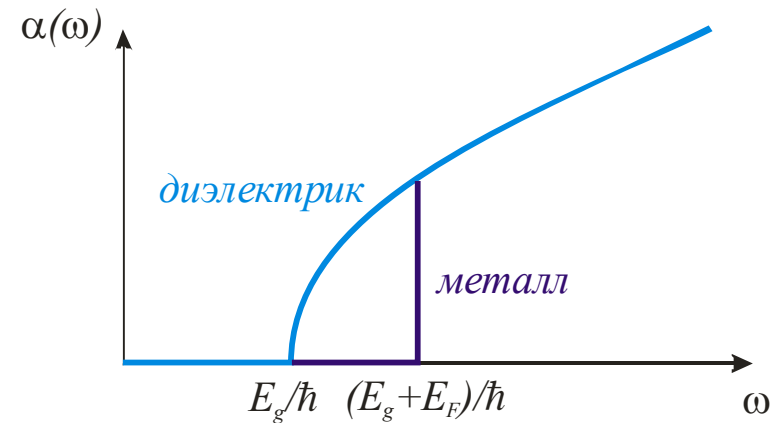
Диэлектрик



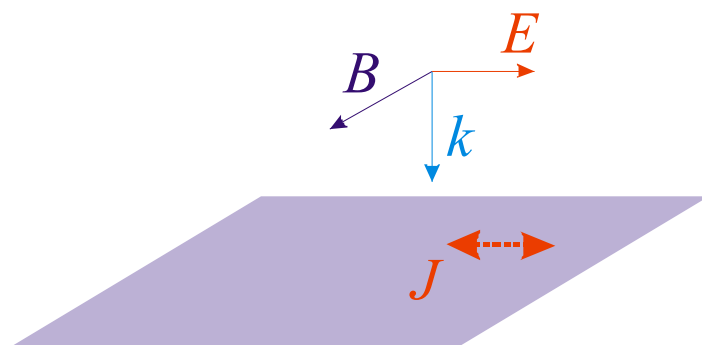
Металл



Спектр поглощения



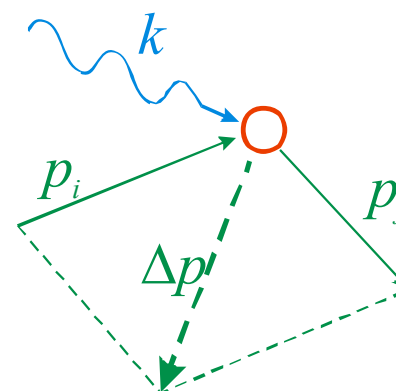
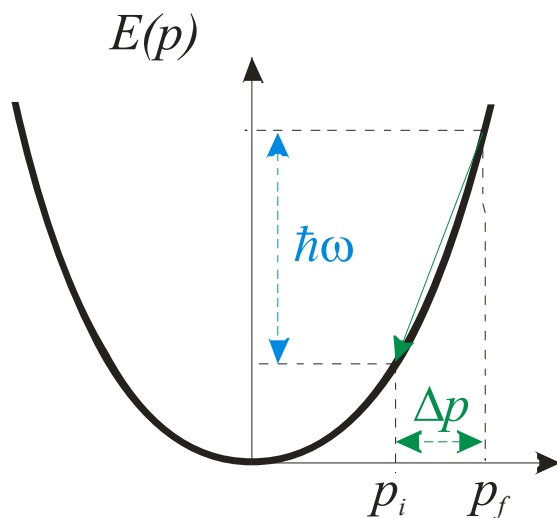
Внутризонное поглощение в металле



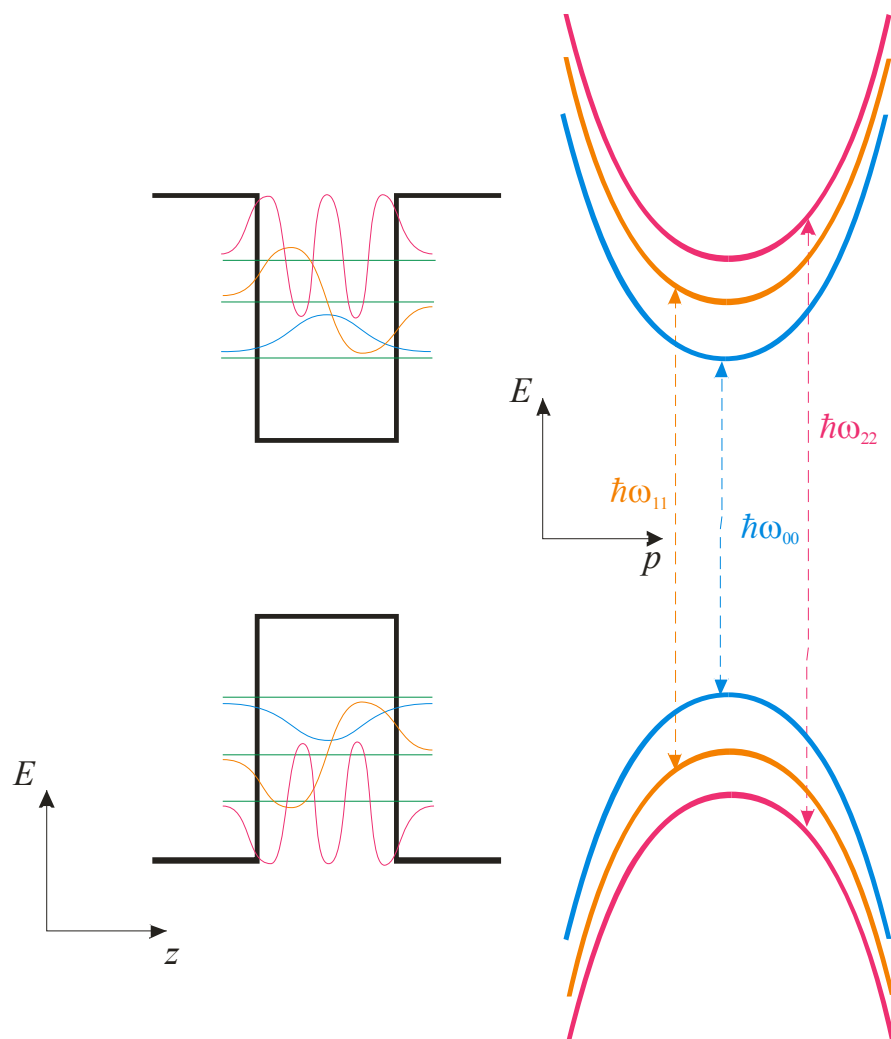
$$P = \vec{J} \vec{E} \quad - \text{поглощаемая мощность}$$

$$J = \sigma E \Rightarrow P = \sigma E^2$$

Таким образом, внутризонное поглощение возможно только при ненулевой проводимости, т. е. при рассеянии электронов на дефектах либо колебаниях кристаллической решетки

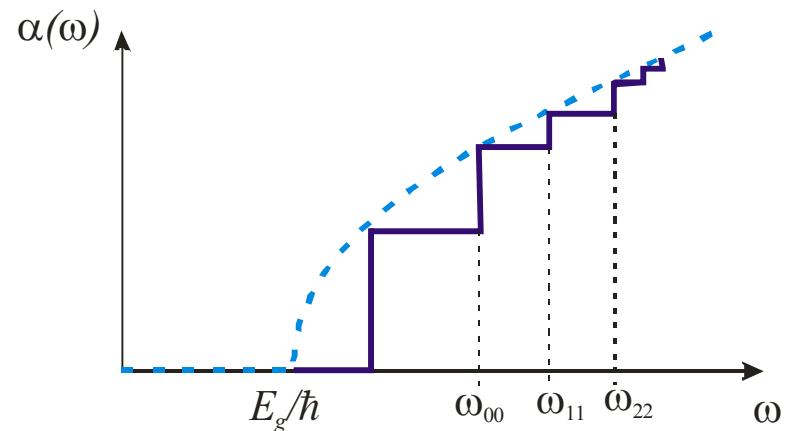


Межзонное поглощение в наноструктурах

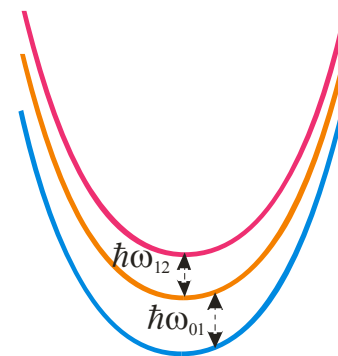
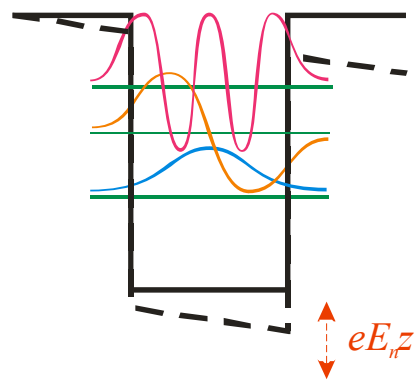
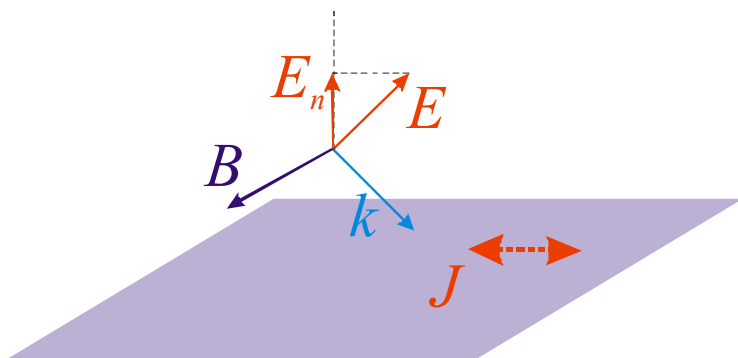


$$W \sim \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi_e(z) \Psi_h(z) dz$$

Пренебрегая разностью эффективных масс и потенциалов квантовых ям в зоне проводимости и валентной зоне, можно получить следующее правило отбора для номеров подзон: $n = m$



Межподзонное поглощение в наноструктурах



$$W \sim \int_{-\infty}^{+\infty} \Psi_i(z) \frac{\partial}{\partial z} \Psi_j(z) dz$$

Таким образом, прямое поглощение света возможно при наклонном падении, при этом разрешены переходы между состояниями с разной четностью, т. е.: $\Delta n = 2k+1$, $k \in \mathbb{Z}$