

## 1. Поляризация

В прошлом семестре мы говорили о плоских бесконечных волнах. В реальности волны не бесконечные – о них говорят, как о импульсе, одиночном, кратковременном возмущении. Свет излучается атомами за конечное время, порядка наносекунд. Получаем конечный световой импульс, длину распространения которого можно посчитать –  $l = c \cdot t$ , а значит мы можем говорить о световом импульсе, который локализован, как о частице. Здесь появляется понятие кванта: атом не может излучить меньше одного фотона, поэтому фотон – это квант, неделимая часть.

Из прошлого семестра мы знаем, что электрон может преодолеть потенциальный барьер, действуя как волна, из-за своего размера. Следствием этого является ограничение на размер транзистора.

Такой эффект не сходится с представлениями классической физики. В классической физике (в том числе в механике Ньютона) рассматриваются более высокие порядки размеров и на более низких скоростях, чем скорость света. В механике Гамильтона, основывающейся на концепции гамильтониана (оператора полной энергии) отпадает понятие траектории.

Будем говорить, что волна представляет  $E(z, t) = (E_0 e^{i(\omega t - kz)})$

Если волна не лежит в системе координат, то добавляют матрицу поворота:  $E(z, t) = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} E_0 e^{i(\omega t - kz)}$

Свет считается **поляризованным**, если направления колебания светового вектора  $\vec{E}$  упорядочены каким-либо образом.

В простом случае поляризация бывает линейной (или плоской) – в этом случае вектор напряженности движется в одной плоскости.

Большинство бытовых источников света излучают неполяризованные волны – в них колебания разных направлений быстро и беспорядочно сменяют друг друга. С помощью устройства с названием **поляризатор** можно получить поляризованный свет, поглощая другие. Поляризатор лишь частично задерживающий колебания, перпендикулярные к его плоскости, называется несовершенным. Качество поляризатора зависит от толщины и материала.

С помощью другого прибора – монохроматора – можно получить монохроматическую волну. Так как свет с разной длиной волны имеет разные коэффициенты преломления, то монохроматор способен пропускать свет с нужной длиной волны.

Если свет поляризован плохо, то его называют **частично поляризованным**.

Если пропустить частично поляризованный свет через поляризатор, прибора вокруг направления луча интенсивность прошедшего света будет изменяться от  $I_{\min}$  до  $I_{\max}$ . Причем, так как поляризатор симметричен, то угол между  $I_{\min}$  и  $I_{\max}$  равен  $\frac{\pi}{2}$ .

Степенью поляризации  $P = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$  можно выразить, насколько сильно поляризован свет

Однако, так как поляризатор не пропускает лучи в неправильном направлении, то интенсивность света уменьшиться. **Закон Малюса** гласит, что доля интенсивность выходящего света от интенсивность входящего равна  $\cos^2 \varphi$ , где  $\varphi$  – угол между плоскостью поляризатора и плоскостью колебания  $\vec{E}$

$$I = I_0 \cos^2 \varphi$$

Если пропустить естественный свет через поляризатор, то интенсивность выходящего света равна  $I = \frac{1}{2} I_0$ . Это объясняется тем, что в естественном свете волны направлены во все стороны равновероятно, а среднее значение  $\cos^2 \varphi$  равна  $\frac{1}{2}$

Существует круговая (или эллиптическая) поляризация, когда вектор  $\vec{E}$  вращается в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны