

Волновая оптика.

Интерференция и дифракция света.

Электромагнитное излучение.

Интерференция света и ее применения.

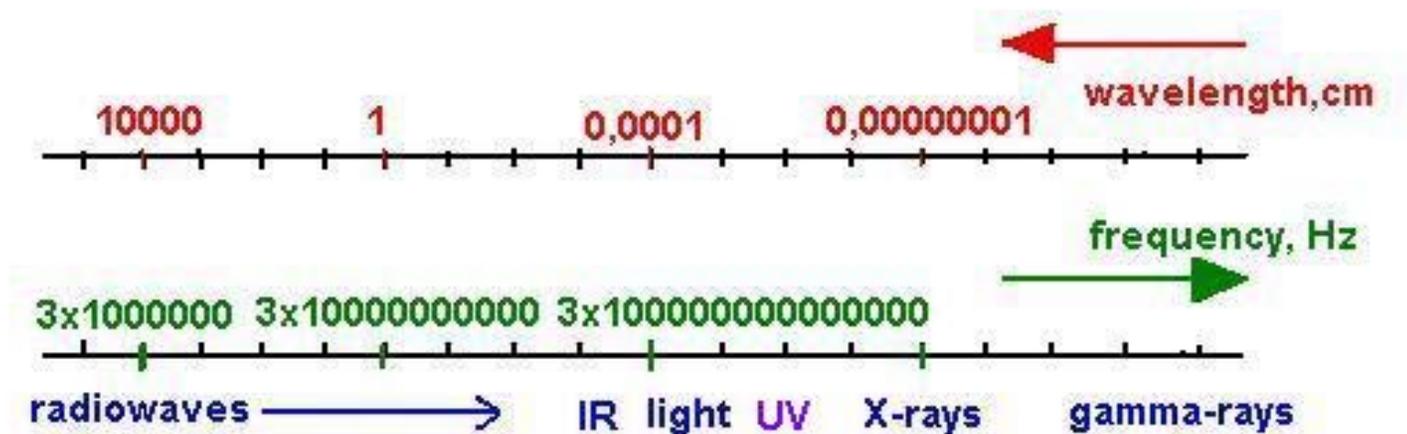
Дифракция света. Принцип Гюйгенса.

Зоны Френеля. Дифракционная решетка.

Поляризация света. Закон Малю(са).

Свет – электромагнитная волна (классический подход)

Шкала ЭМ волн



Сложение световых волн

Имеются две ЭМ волны $E_1 = E_{01} \cos(\omega t - \phi_1)$ и
паралл. направленных: $E_2 = E_{02} \cos(\omega t - \phi_2)$

Их сумма

$$E = E_1 + E_2 = E_0 \cos(\omega t - \phi_0), \quad \text{где}$$

$$E_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos(\phi_2 - \phi_1)}, \quad \text{tg } \phi_0 = \frac{\sin \phi_1 + \sin \phi_2}{\cos \phi_1 + \cos \phi_2}$$

Суммарная интенсивность равна $I_0 = I_1 + I_2 + 2 \cdot \sqrt{I_1 \cdot I_2} \cdot \cos \Delta\phi$,
но для естественного света $\langle \cos \Delta\phi \rangle = 0$, т.о. $I_0 = I_1 + I_2$, поэтому

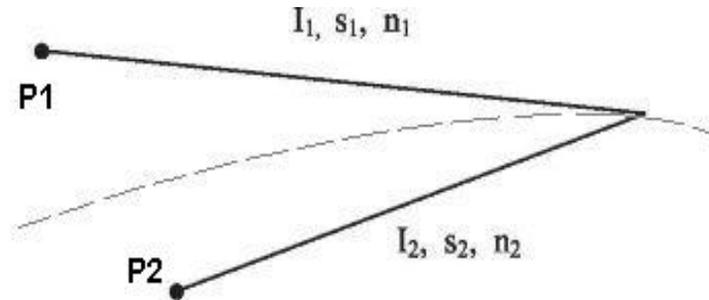
Интенсивности естественного света от разных источников всегда складываются в любой точке!

Когерентный свет. Интерференция.

Источники, генерирующие ЭМ излучение одной частоты (длины волны) с постоянным сдвигом фаз называются **когерентными**. Волны, излучаемые когерентными источниками **когерентные волны**.

$$E_i = E_{0i} \cos\left(\omega t - 2\pi \frac{s_i n_i}{\lambda}\right), i = 1, 2$$

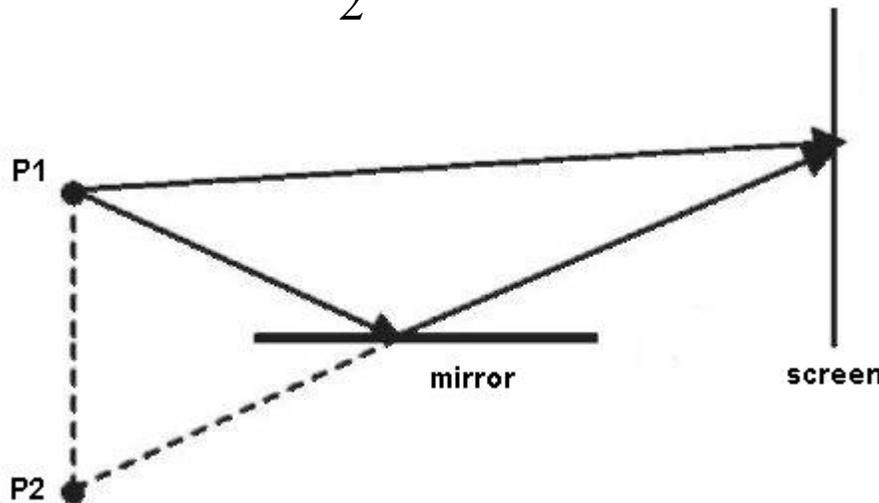
$$\phi_1 - \phi_2 = \frac{2\pi}{\lambda}(s_1 n_1 - s_2 n_2) = \frac{2\pi}{\lambda} \delta$$



$$I = I_1 + I_2 + 2\cos\Delta\phi\sqrt{I_1 I_2}$$

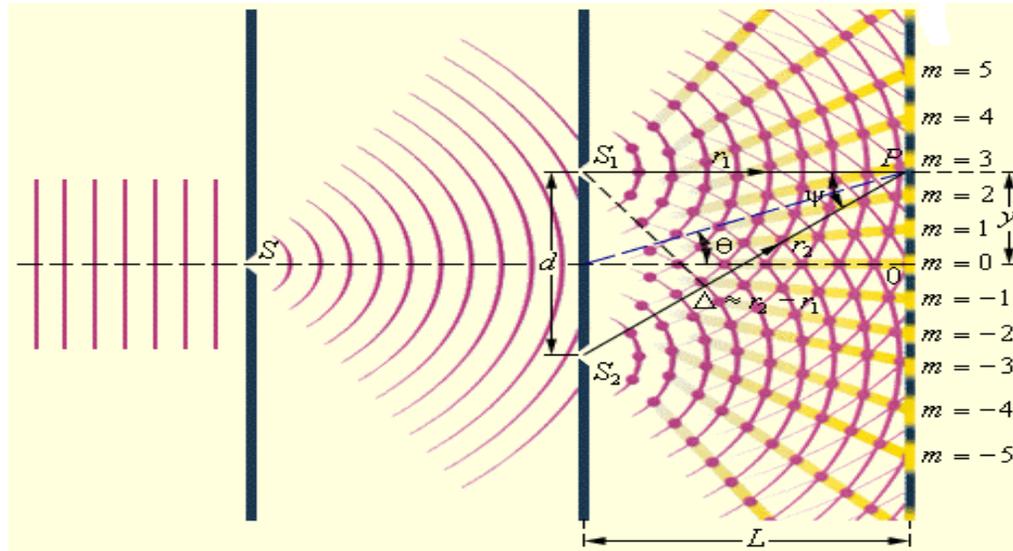
$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(s_1 n_1 - s_2 n_2)$$

Условие максимума $\delta = 2k \frac{\lambda}{2}$, минимума - $\delta = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$

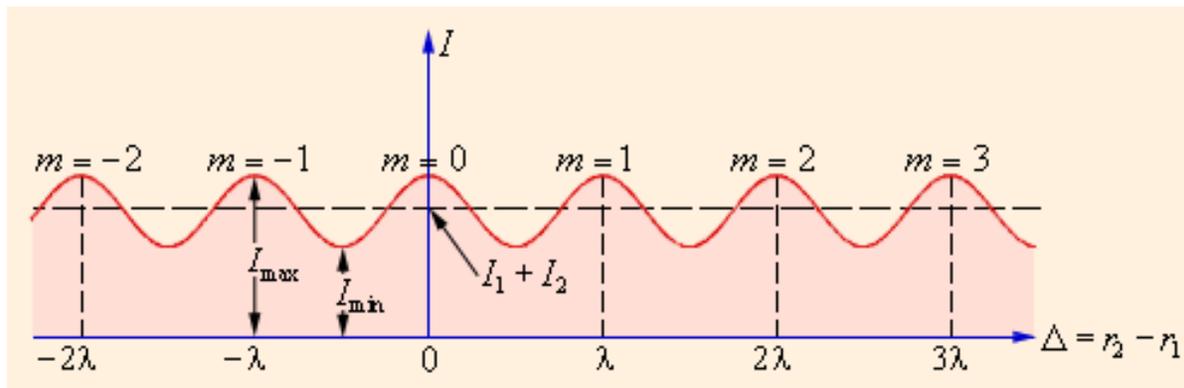


Эксперимент Томаса Янга (Young)

Схема эксперимента:



Результат (интерференционная картина на экране):



Приборы, основанные на интерференции

Схема интерферометра Жамена

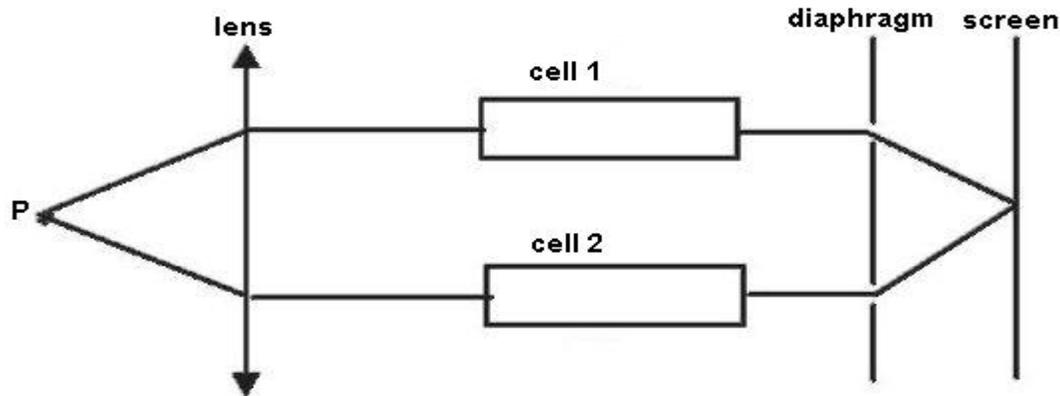
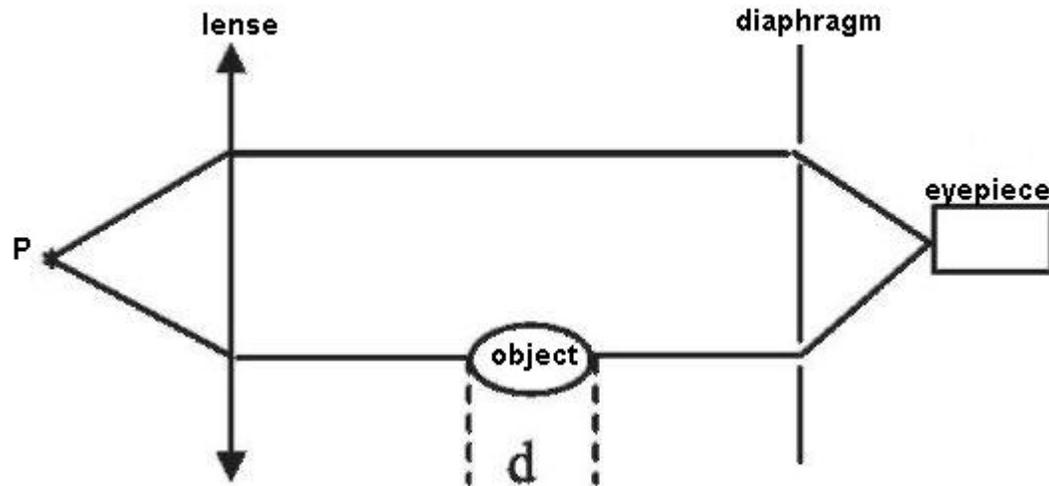


Схема контрастного (интерференционного) микроскопа:



Интерференция в тонких пленках

Отражение света от тонкой пленки:

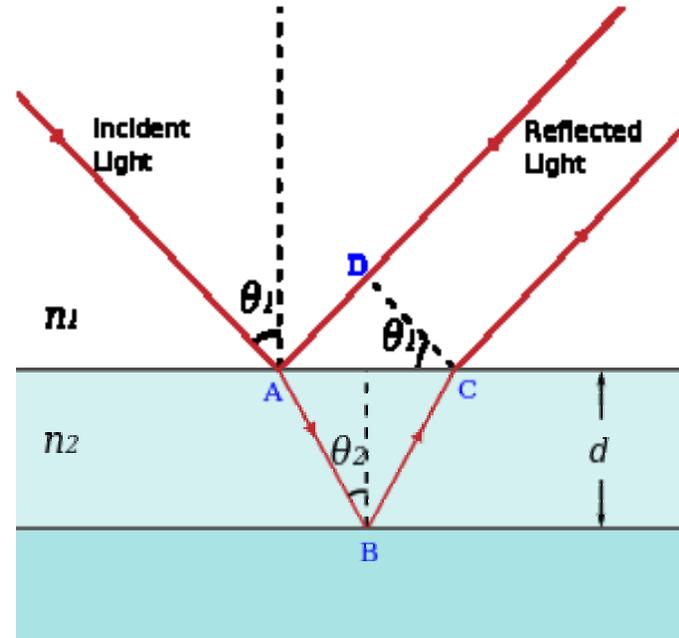
разность хода:
$$\delta = 2L\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} + \left\{ \frac{\lambda}{2} \right\}$$

Условия максимальной интенсивности:

- мыльный пузырь в воздухе

$$2L\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} = \frac{\lambda}{2} \cdot (2k + 1)$$

- нефтяная пленка на воде $2L\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} = \frac{\lambda}{2} \cdot 2k$



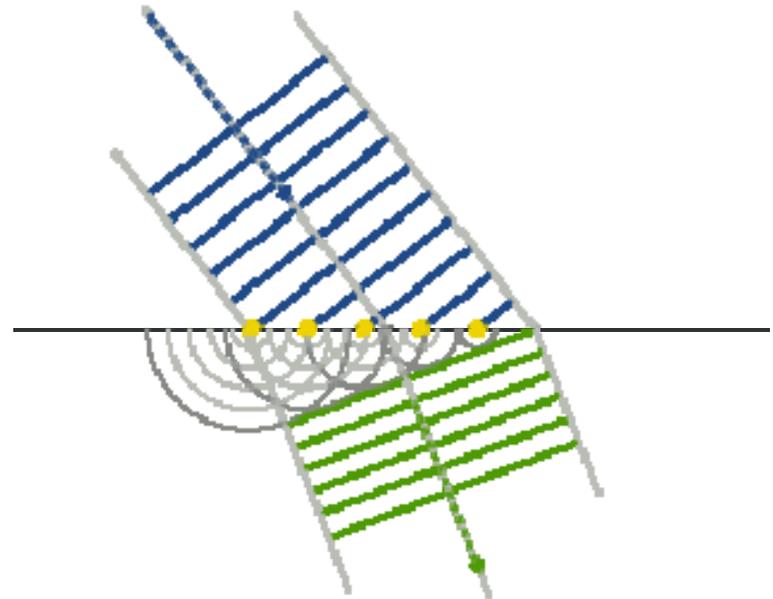
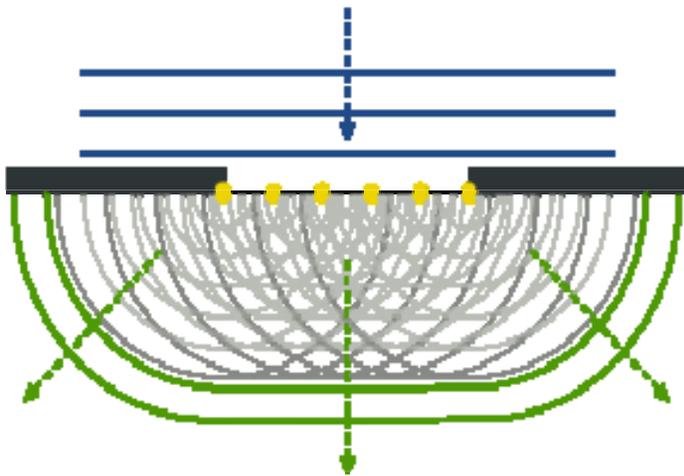
Просветление оптики, цвет мыльных пузырей, крыльев стрекоз



Дифракция света. Принцип Гюйгенса.

Дифракция световых волн – это любое их отклонение от прямолинейного распространения, которое не обусловлено отражением или постепенным изменением показателя преломления среды.

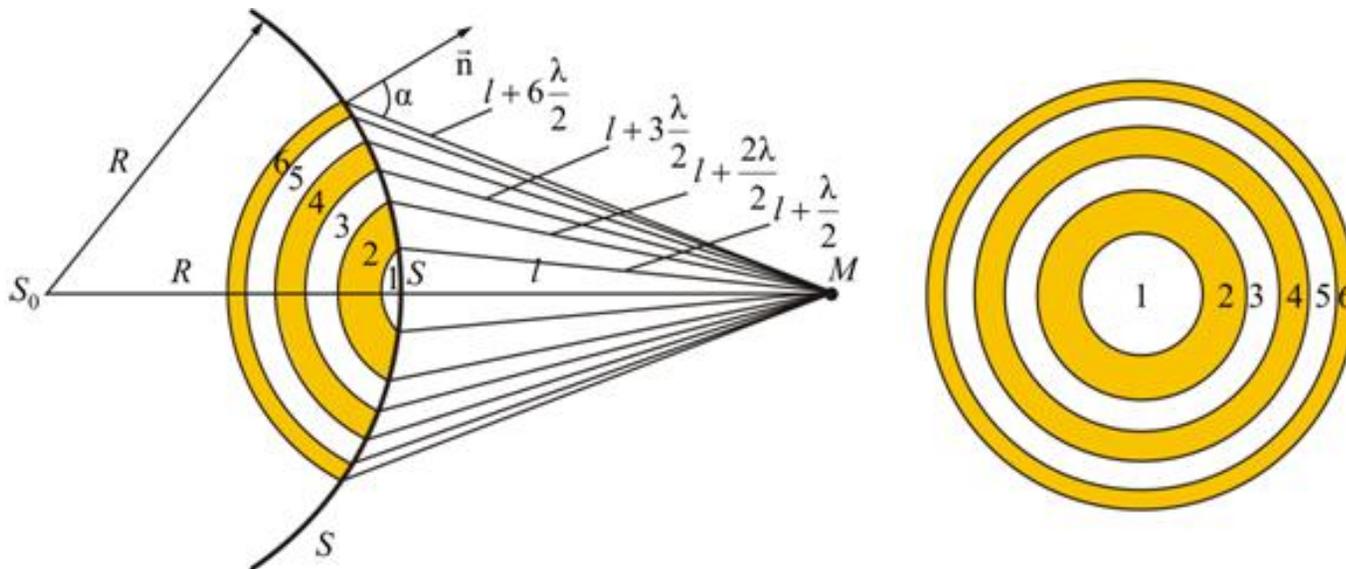
Принцип Гюйгенса: каждая точка, до которой достигло распространение волны, становится источником вторичных волн. Огибающая вторичных волн образует волновой фронт в любой момент времени.



Формулировка Френеля принципа Гюйгенса

Волна в точке наблюдения является суперпозицией всех вторичных волн, излученных из точек, находящихся на волновом фронте. Ее амплитуда рассчитывается по формуле:

$$E = \sum \frac{A \cdot K(\alpha) \cdot \Delta S}{l} \cdot \cos(\omega t - kl)$$



$$E = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n$$

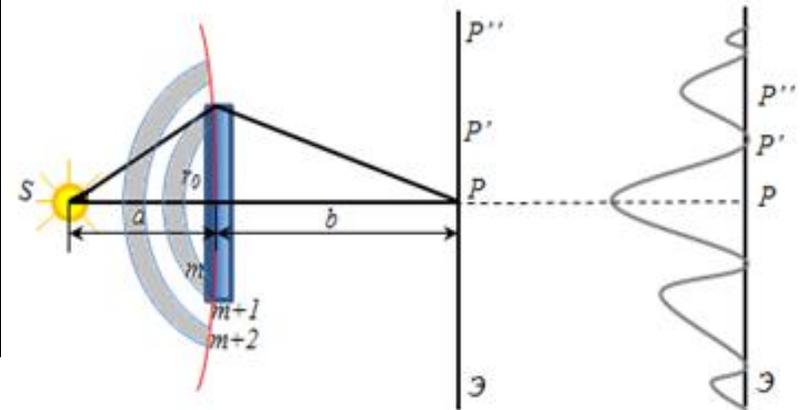
$$\tilde{E} = E_2 + E_3 + \dots + E_{n-1}$$

$$\tilde{E} \approx -E \Rightarrow E \approx \frac{1}{2}(E - \tilde{E}) \approx \frac{1}{2}(E_1 + E_n) \Rightarrow E \approx \frac{1}{2}E_1$$

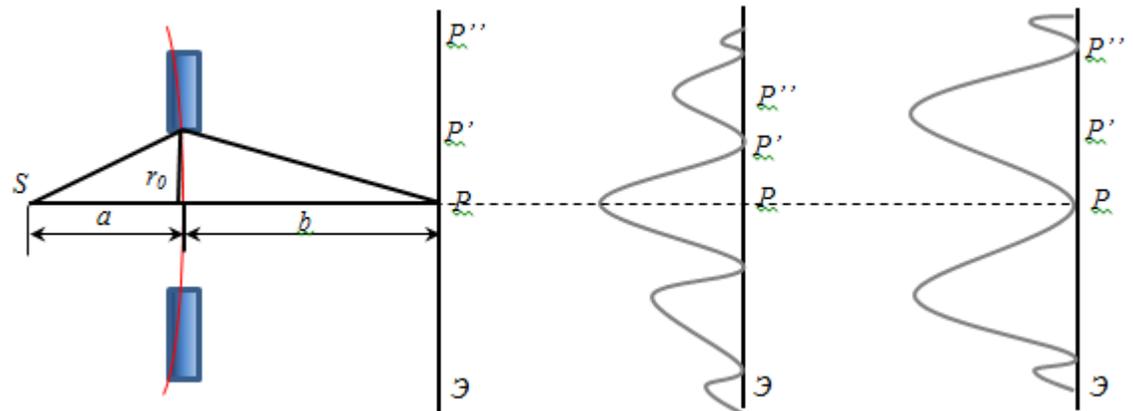
Следствия принципа Гюйгенса-Френеля

Прямолинейное распространение света в однородной среде.

Зонная пластинка



Дифракция света на отверстиях и на диске

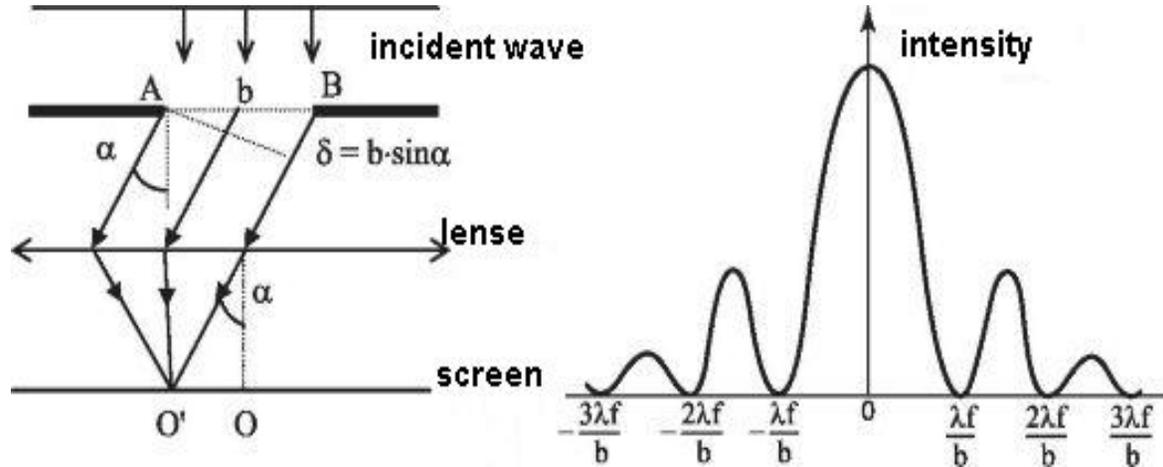


Дифракционная решетка

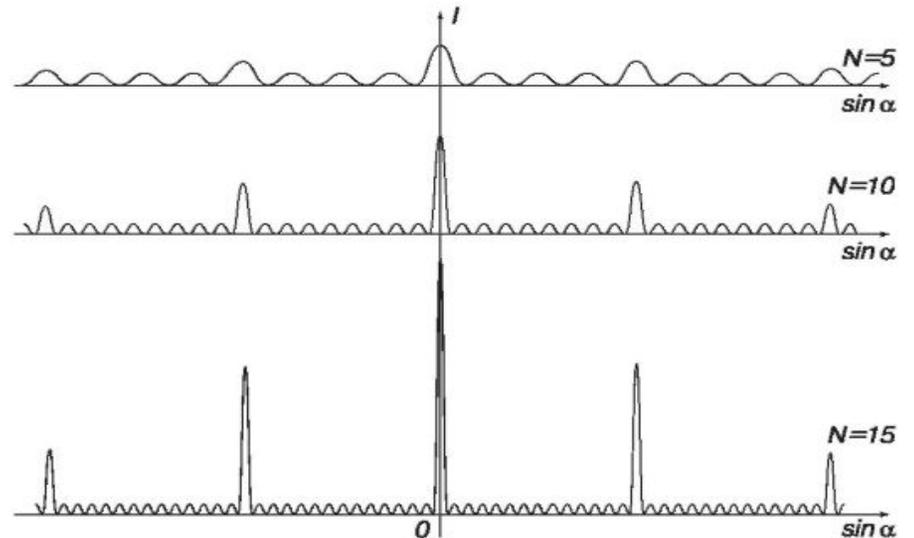
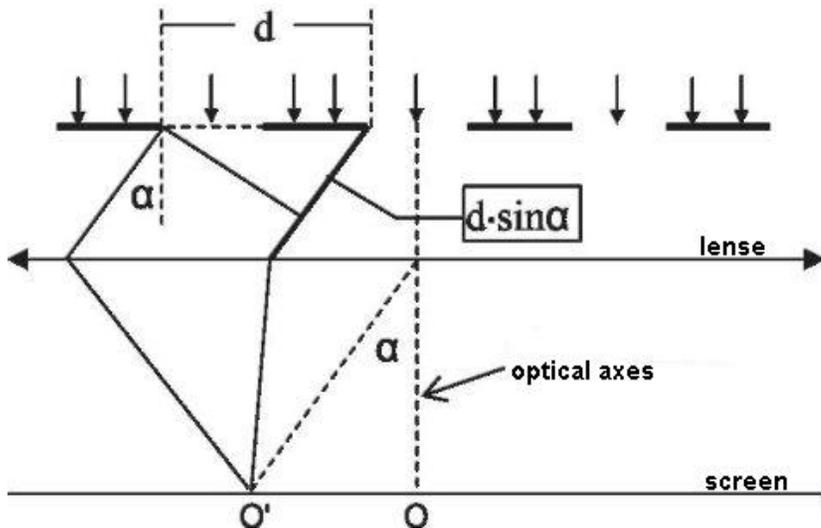
Дифракция на щели

направление на n -ый минимум

$$b \sin \alpha = n \frac{\lambda}{2}, n = 2k$$

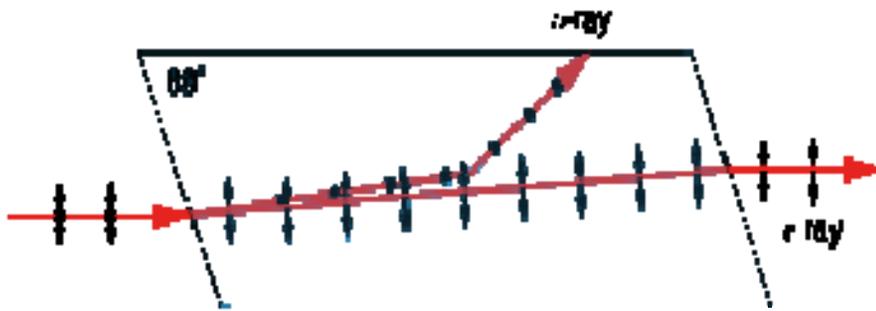
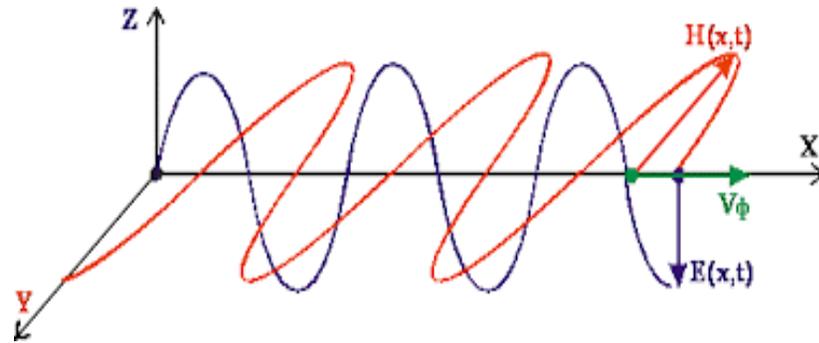


Дифракционная решетка, максимумы $d \sin \alpha = \pm k\lambda$

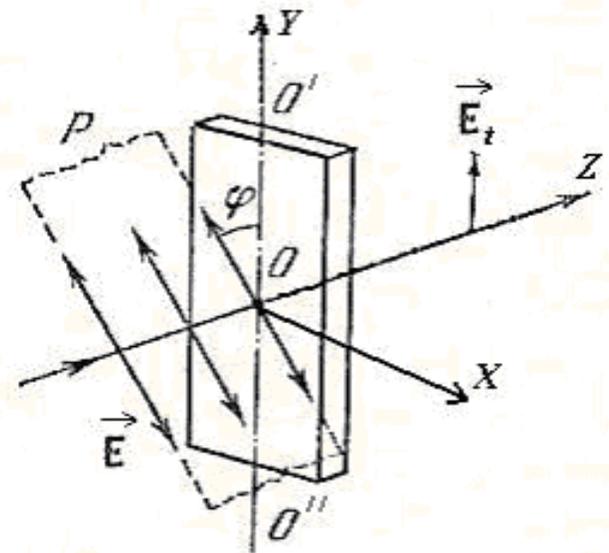


Поляризация света

Структура ЭМ волны



призма Никола



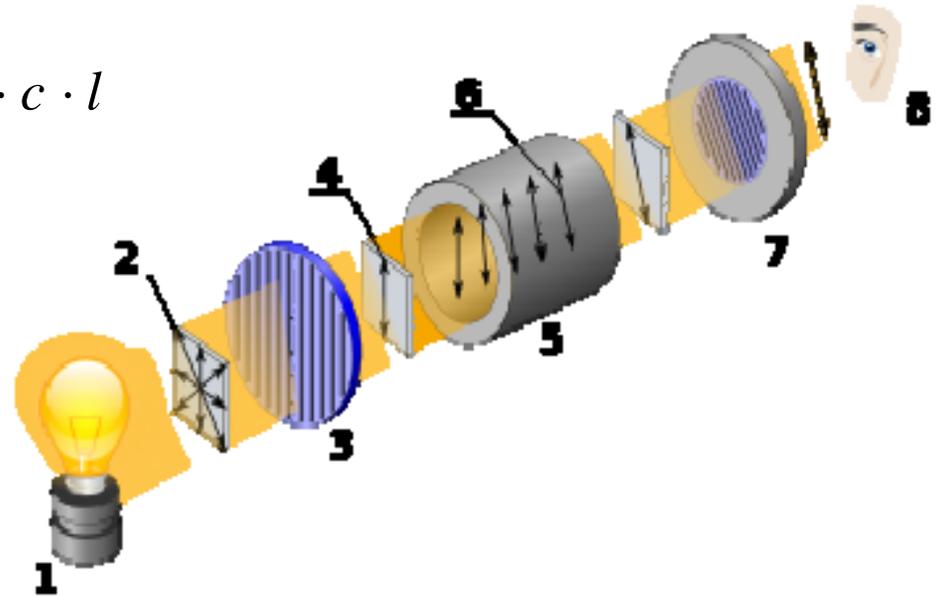
Закон Малю(са): $I = I_0 \cos^2 \phi$

Вращение плоскости поляризации

Закон Био для жидкостей: $\phi = \alpha_l \cdot c \cdot l$

и для кристаллов: $\phi = \alpha_c \cdot l$

1 – источник; 2 – естественный свет;
3 – поляризатор; 4 – линейно поляриз. свет;
5 – ячейка с опт. активным веществом;
6 – вращение плоскости поляризации;
7 – анализатор; 8 – наблюдатель.



Хиральность (зеркальная симметрия) химических веществ

