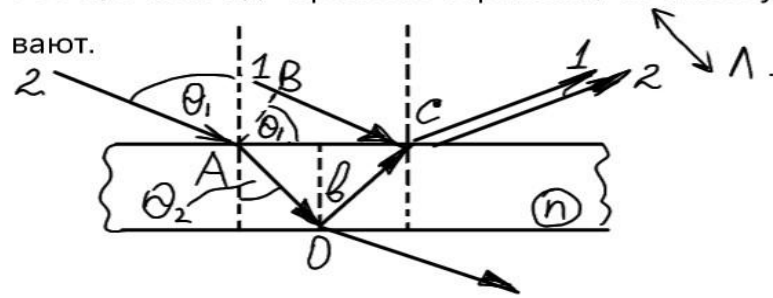


2.2 Способы наблюдения интерференции

1) Отражение от тонких пластинок

При падении световой волны на тонкую пластинку происходит отражение от верхней и от нижней поверхностей пластинки. Вследствие этого пластинка отбрасывает вверх два параллельных пучка. При этом второй пучок претерпевает преломление. Кроме этих двух пучков пластинка отбрасывает вверх пучки, возникающие от 3-х, 5-ти и т.д. -кратного отражения, но их не учитывают.



(1) $\Delta = nS_2 - S_1$ - разность хода, которую приобретают лучи 1 и 2 в точке C.

$$S_1 = BC; S_2 = AO + OC$$

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= 2b \operatorname{tg} \theta_2 \cdot \sin \theta_1 \\ S_2 &= \frac{2b}{\cos \theta_2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow (1) \Rightarrow$$

$$\Delta = \frac{2bn}{\cos \theta_2} - 2b \operatorname{tg} \theta_2 \cdot \sin \theta_1 =$$

Т.к. $n \sin \theta_2 = \sin \theta_1$
 $n \cos \theta_2 = \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1}$,

то последнее равенство можно записать, как:

$$\begin{aligned} \Delta &= 2b \frac{n^2 - n \sin \theta_2 \sin \theta_1}{n \cos \theta_2} = \\ &= 2b \frac{n^2 - \sin^2 \theta_1}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1}} = 2b \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} \\ \Delta &= 2b \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} \quad (2) \end{aligned}$$

При вычислении разности фаз δ между колебаниями 1 и 2 нужно, кроме оптической разности хода Δ учесть возможность изменения фазы волны при отражении. При отражении от оптически более плотной среды в точке C фаза изменяется на π , что эквивалентно потере $\lambda/2$. При отражении в точке O фаза не изменяется, поэтому окончательная формула:

$$\Delta = 2b \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta_1} - \frac{\lambda}{2} \quad (3)$$

Итак, лучи 1 и 2, имея постоянную во времени разность хода, интерferируют.

2) Просветление оптики.

интерференция от тонких плёнок лежит в основе просветления оптики.

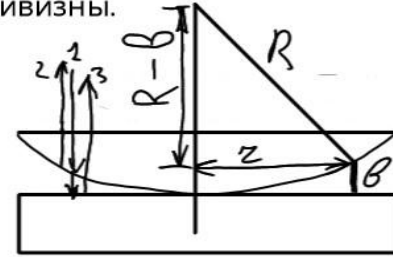
Просветление оптики - это уменьшение коэффициентов отражения от поверхностей оптических деталей путём нанесения на них непоглощающих плёнок, толщина которых соизмерима с длиной волны оптического излучения.

В сложных оптических системах при отражении от каждой границы раздела, т.е. на каждой поверхности линзы, теряется 4% падающего света. В сложных объективах суммарные потери светового потока достигают заметных величин. Кроме того, отражение от поверхностей линз приводят к возникновению бликов.

В просветлённой оптике: 1) на каждую поверхность линзы наносят тонкую плёнку вещества с $n_{пл} = \sqrt{n_{линзы}}$

2) толщина плёнки подбирается так, чтобы волны, отражённые от обеих поверхностей линзы погасали друг друга. При этих условиях интенсивность отражённых от обеих поверхностей плёнки становится одинаковой и волны гасят друг друга.

3) Кольца Ньютона - классический пример полос равной толщины. Линза должна иметь большой радиус кривизны.



Роль тонкой плёнки, на которой происходит отражение, играет воздушный клин между линзой и пластинкой.

При нормальном падении света линии равной толщины имеют вид concentric circles, при наклонном падении - эллипсов.

$$R^2 = (R - b)^2 + z^2 \approx R^2 - 2Rb + z^2$$

$$b^2 \ll 2Rb$$

$$b = \frac{z^2}{2R} \Rightarrow \Delta \sim 2b$$

$$\Delta_{max} = \pm m \lambda \quad \Delta_{min} = \Delta = \frac{z^2}{R} + \frac{\lambda_0}{2} \quad (4)$$

Приравняв (4) условию макс. или мин. интерференции, получим радиус светлых и тёмных колец в отражённом свете:

$$(5) \begin{cases} z = \sqrt{m R \lambda_0} & (m=1, 2, 3, \dots) \\ z = \sqrt{\frac{R \lambda_0}{2} (m-1)}; & (m=1, 2, 3, \dots) \end{cases}$$

2.3 Явление дифракции

Дифракция - это круг явлений, связанный с нарушением законов геометрической оптики (огибание волнами препятствий, проникновение в область геометрической тени).

Между дифракцией и интерференцией нет различий. Оба явления заключаются в перераспределении плотности потока энергии светового пучка в результате суперпозиции волн и наблюдения тёмных и светлых полос.

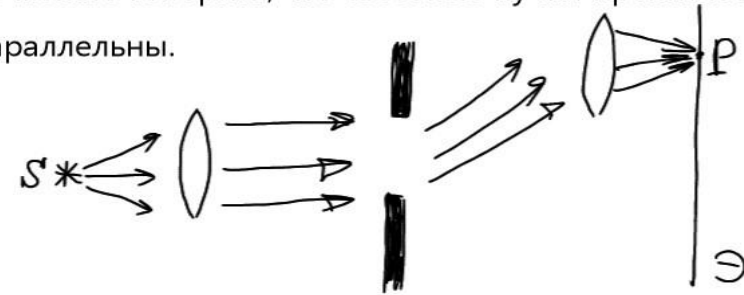
Интерференция света возникает в результате суперпозиции волн, возбуждаемых конечным числом дискретных когерентных источников.

Дифракция волн - это перераспределение интенсивности, возникающее в результате суперпозиции волн, возбуждаемых когерентными источниками, расположенными непрерывно.

Схема наблюдения дифракции: источник, непрозрачная преграда, закрывающая часть волновой поверхности световой волны, затем экран, на котором наблюдают дифракционную картину.

Различают 2 вида дифракции: а) дифракция Фраунгофера и б) дифракция Френеля.

а) Дифракция Фраунгофера, если источник света и точка наблюдения находятся от преграды очень далеко, т.е можно говорить, что световые пучки практически параллельны.



б) Дифракция Френеля, если лучи, идущие от источника и от преграды нельзя считать параллельными.

2.4 Принцип Гюйгенса - Френеля

Необходимым условием для наблюдения дифракции является наличие неоднородностей в среде, где распространяется свет. При этом проникновение в область геометрической тени можно объяснить с помощью принципа Гюйгенса - Френеля.

Согласно принципу Гюйгенса, каждая точка, до которой доходит волновое движение, служит центром вторичных волн; огибающая этих волн задаёт положение фронта волны в следующий момент времени.



На рис. среда предполагается неоднородной - скорость волны в нижней части больше, чем в верхней.



Плоская волна в однородной среде даёт сферические

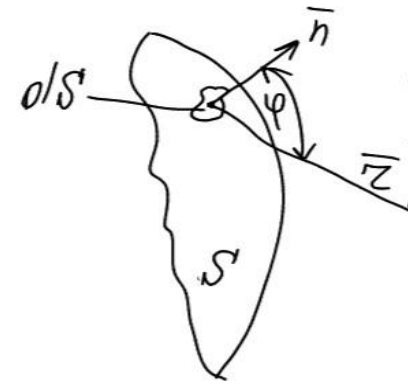
вторичные волны

после прохождения через щель, но огибающая этих волн

является плоской волной.

Принцип Гюйгенса не даёт указаний об интенсивности волн, распространяющихся в различных направлениях.

Френель дополнил принцип Гюйгенса представлением об интерференции вторичных волн. Он учёл амплитуду и фазу вторичных волн и это позволило найти амплитуду и фазу результирующей волны в любой точке пространства. Это принцип Гюйгенса-Френеля.



Согласно принципу Г.-Ф. каждый элемент волновой поверхности служит источником вторичной сферической волны, амплитуда которой пропорциональна величине элемента dS .

От каждого элемента dS в точку P приходит колебание

$$dE = K(\varphi) \frac{a_0 dS}{r} \cos(\omega t - kr + L_0) \quad (1)$$

$(\omega t + L_0)$, a_0 фаза и амплитуда колебания в месте расположения первичной волновой поверхности S ; K - волновое число; r - расстояние от элемента dS до

точки P . Результирующее колебание в точке P представляет собой суперпозицию колебаний, взятых для всей волновой поверхности S :

$$E = \int_S K(\varphi) \frac{a_0}{z} \cos(\omega t - kr + \alpha_0) dS \quad (2)$$

$K(\varphi)$ - коэффициент, зависящий от угла между нормалью \vec{n} к площадке dS и направлением от \vec{n} к точке P .