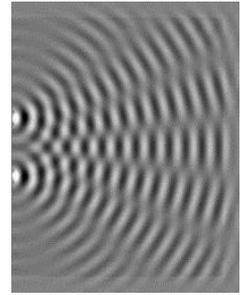


Тема: Интерференция света

Интерференцией света называется явление устойчивого во времени усиления или ослабления света в различных точках пространства, которое происходит при наложении двух или нескольких когерентных волн.



(этот рисунок
делать не надо)

Наблюдаемое при этом перераспределение света называется *интерференционной картиной*.

Монохроматической волной называется гармоническая волна с постоянными во времени частотой, амплитудой и начальной фазой.

Причина интерференции световых волн

Физическая природа интерференции света основана на принципе суперпозиции для электрического и магнитного полей и явлении поляризации света.

Для возникновения интерференции необходимо, чтобы световые волны были когерентными между собой с одинаковой плоскостью поляризации, то есть одинаковым направлением колебаний вектора напряжённости электрического поля \vec{E} .

В этом случае возможны две ситуации:

1. если в данную точку пространства волны приходят в одинаковой фазе, с одинаковой плоскостью поляризации, то направления колебаний векторов \vec{E}_1 и \vec{E}_2 оказываются сонаправленными. В этом случае согласно принципу суперпозиции $\vec{E}_{рез} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ результирующее поле равно $E_{рез} = E_1 + E_2$ и будет наблюдаться усиление света в этой точке пространства (то есть *условие максимума*),

2. если в данную точку пространства волны приходят в противофазе, с одинаковой плоскостью поляризации, то направления колебаний векторов \vec{E}_1 и \vec{E}_2 оказываются противоположно направленными. В этом случае согласно принципу суперпозиции $\vec{E}_{рез} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ результирующее поле равно $E_{рез} = E_1 - E_2$ и будет наблюдаться ослабление света в этой точке пространства (то есть *условие минимума*)

Оптическая длина пути L и оптическая разность хода световых волн Δ

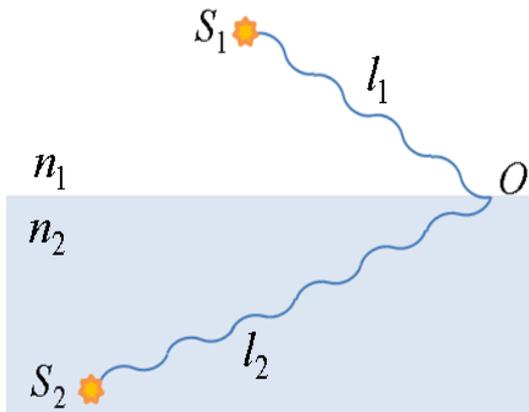


Рис. 1 Возникновение оптической разности хода лучей

Пусть две волны создаются когерентными источниками S_1 и S_2 и до точки O проходят разные **геометрические длины путей** l_1 и l_2 в средах с абсолютными показателями преломления n_1 и n_2 соответственно (см. рис. 1).

Оптической длиной пути $L_{(эль)}$ называется произведение геометрической длины пути $l_{(эль)}$ световой волны на абсолютный показатель преломления $n_{(эн)}$ среды, в которой распространяется свет.

$$L = ln.$$

Оптической разностью хода световых лучей Δ (дэльта) называется скалярная величина, равная

$$\Delta = L_1 - L_2 = n_2 l_2 - n_1 l_1,$$

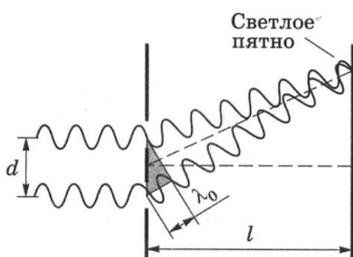
где $[\Delta] = m$, метр,

$L = ln$ - оптическая длина пути интерферирующего луча, м,

n_1 и n_2 - абсолютные показатели преломления 1-ой и 2-й среды, в которых распространяются интерферирующие лучи.

l_1 и l_2 - геометрические длины путей 1-го и 2-го лучей, м.

Условие максимума при интерференции света



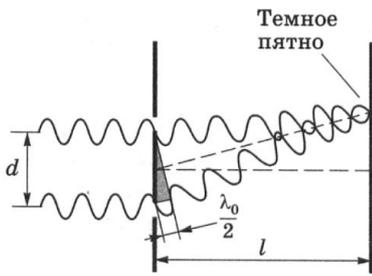
Если оптическая разность хода Δ интерферирующих лучей в данной точке пространства равна чётному числу полуволин $\frac{\lambda}{2}$, то в этой точке пространства будет наблюдаться усиление света, то есть **максимум**

$$\Delta_{max} = 2k \frac{\lambda}{2},$$

где Δ - оптическая разность хода интерферирующих лучей, м.

(в этом случае волны приходят в данную точку пространства в одинаковой фазе)

Условие минимума при интерференции света



Если оптическая разность хода Δ интерферирующих лучей в данной точке пространства равна нечётному числу полуволен $\frac{\lambda}{2}$, то в этой точке пространства будет наблюдаться ослабление света, то есть **МИНИМУМ**

$$\Delta_{min} = (2k + 1) \frac{\lambda}{2},$$

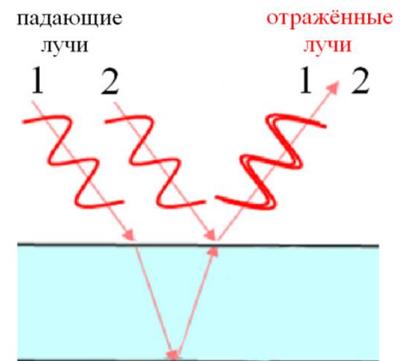
где Δ - оптическая разность хода интерферирующих лучей, м.
(в этом случае волны приходят в данную точку пространства в противофазе)

Интерференция света в тонких плёнках

Тонкими называются плёнки, в которых возможно наблюдение интерференции света.

(их толщина обычно не превышает нескольких десятков длин волн)

При падении света на тонкую прозрачную плёнку происходит отражение от обеих поверхностей плёнки. В результате возникают две световые волны, которые при определённых условиях могут интерферировать.



Интерференция света при отражении от тонкой плоскопараллельной пластинки

Если тонкая плёнка находится в воздухе ($n = 1$), то оптическую разность хода между лучами 1 и 2 можно определить по формуле:

$$\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} + \frac{\lambda}{2} = 2dn \cos \beta + \frac{\lambda}{2},$$

где

Δ - оптическая разность хода интерферирующих лучей, м

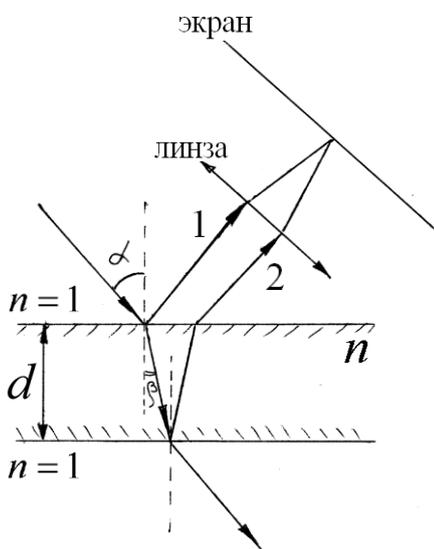
α - угол падения света,

β - угол преломления света,

n - показатель преломления плёнки,

d - толщина плёнки, м,

λ - длина световой волны, м



Кольца Ньютона

Кольцами Ньютона называется интерференционная картинка в виде чередующихся тёмных и светлых концентрических колец, которые возникают при отражении света от двух поверхностей, одна из которых плоская, а другая имеет относительно большой радиус кривизны и соприкасается с первой.

(например, стеклянная пластинка соприкасается с плосковыпуклой линзой).

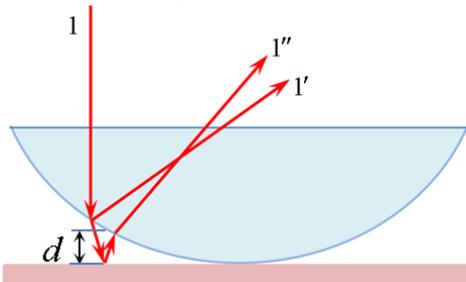
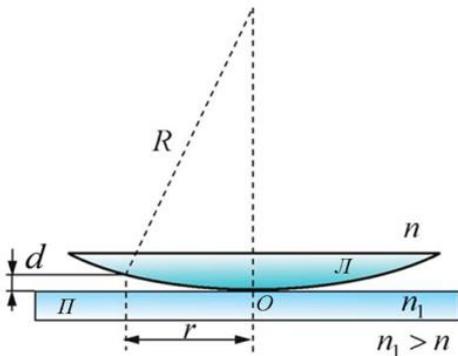


Рис.3. Оптическая схема колец Ньютона

Если плоско-выпуклую линзу в направлении, перпендикулярном плоской поверхности линзы, падает пучок **монохроматического света**, то световые волны, отражённые от нижней границы линзы и верхней границы плоской поверхности стеклянной пластинки, могут интерферировать между собой и образовывать интерференционную картинку в виде

концентрических колец. Впервые они были описаны в 1675 году Исааком Ньютоном, поэтому названы в честь него.

Интерференция света возникает в результате возникновения оптической разности хода Δ между интерферирующими световыми лучами $1'$ и $1''$ в тонком зазоре (обычно в воздушном), разделяющем соприкасающиеся поверхности. Этот воздушный зазор играет роль тонкой плёнки переменной толщины.



Оптическую разность хода Δ между лучами $1'$ и $1''$, отраженными от верхней и нижней поверхностей воздушного зазора на произвольном расстоянии r от точки O , можно найти по следующим формулам:

$$\Delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} \quad \text{или} \quad \Delta = \frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2},$$

где n - показатель преломления воздуха можно принять равным единице, d - толщина воздушного зазора, λ - длина световой волны, m .

Радиусы светлых колец Ньютона в отражённом свете

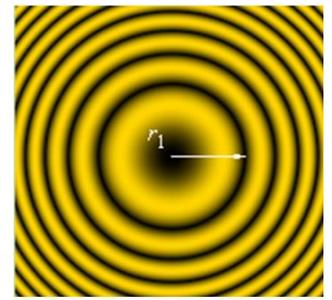
$$r_m^{\text{светл}} = \sqrt{(2m-1) \frac{\lambda}{2} R}, \quad \text{где } m = 1, 2, 3, \dots$$

Радиусы тёмных колец Ньютона в отражённом свете

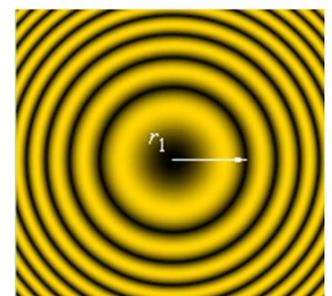
$$r_m^{\text{темн}} = \sqrt{m\lambda R}, \quad \text{где } m = 0, 1, 2, \dots,$$

где R - радиус кривизны линзы, λ -

длина световой волны, m - номер кольца.



Этот рисунок делать не надо



Этот рисунок делать не надо