

Доцент Стрижко А. Н.

Лабораторная работа № 4-2 (Н):
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА КРИВИЗНЫ ПЛОСКОВЫПУКЛОЙ ЛИНЗЫ С ПОМОЩЬЮ
КОЛЕЦ НЬЮТОНА

Студент: _____ группа: _____

Допуск _____ Выполнение _____ Защита _____

Цель работы:

1. ознакомиться с явлением интерференции в тонких прозрачных изотропных пластинках, измеряя радиусы колец Ньютона при интерференции в отраженном свете,
2. определить радиус кривизны линзы.

Приборы и принадлежности: установка для определения радиуса кривизны линзы.

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).

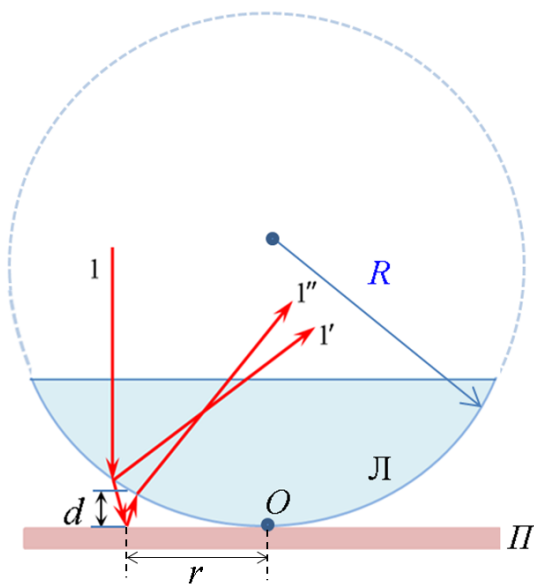


Рис. 1 Оптическая схема колец Ньютона

Если на такую систему в направлении, перпендикулярном плоской поверхности линзы, падает пучок **монохроматического света**, то световые волны, отражённые от нижней границы линзы и верхней границы плоской поверхности пластинки, могут интерферировать между собой.

Оптическая схема для наблюдения колец Ньютона изображена на рис. 1.

Плосковыпуклая линза Л с большим радиусом кривизны R выпуклой поверхностью обращена к плоской пластине П и соприкасается с ней.

Параллельный пучок света падает нормально на плоскую поверхность линзы и частично отражается от верхней и нижней поверхностей воздушного промежутка между линзой и пластиной. Интерференция света возникает в результате появления оптической разности хода Δ между интерферирующими световыми лучами I' и I'' в тонком зазоре толщиной d , разделяющем соприкасающиеся поверхности. Этот воздушный зазор играет роль тонкой плёнки переменной толщины.

При наложении множества отраженных волн I' и I'' возникает интерференционная картинка в виде чередующихся светлых и тёмных концентрических окружностей, в центре которых наблюдается тёмное пятно (минимум нулевого порядка). Ширина и интенсивность этих колец постепенно убывает по мере удаления от центрального пятна. В проходящем свете наблюдается противоположная картина: центральное пятно - светлое, следующее кольцо - темное и т. д.

Оптическую разность хода Δ между лучами, отраженными от верхней и нижней поверхностей воздушного зазора на

произвольном расстоянии r от точки О, равна
$$\Delta = 2nd + \frac{\lambda}{2}, \quad (1)$$

где n – показатель преломления среды между линзой и пластинкой, а слагаемое $\frac{\lambda}{2}$ обусловлено возникновением дополнительной оптической разности хода при отражении света от поверхности пластины, которая имеет больший показатель преломления n , чем воздух.

Оптическая разность хода между лучами, отраженными от верхней и нижней поверхностей воздушного зазора на произвольном расстоянии r от точки О можно так же найти из геометрических соображений. В случае колец Ньютона

можно получить следующее уравнение:
$$\Delta = \frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2}. \quad (2)$$

Радиусы светлых ($r_m^{св}$) и темных ($r_m^{темн}$) колец Ньютона с номером m в отраженном свете можно определить по формулам:

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

$$r_m^{темн} = \sqrt{mR\lambda} \quad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots). \quad (4)$$

В тех точках, для которых оптическая разность хода волн Δ кратна чётному числу полуволин $2k\frac{\lambda}{2}$, наблюдаются светлые кольца, а в точках, для которых оптическая разность хода волн Δ кратна нечётному числу полуволин $(2k+1)\frac{\lambda}{2}$, наблюдаются темные кольца.

Таким образом, приравнявая (1) и (3), а так же (1) и (4) получим следующие соотношения:

$$\text{- для светлых колец Ньютона имеем} \quad \frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = 2k \frac{\lambda}{2} \quad (5)$$

$$\text{- для темных колец Ньютона имеем} \quad \frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = (2k + 1) \frac{\lambda}{2} . \quad (6)$$

Теоретически из условий (5) и (6) можно определить радиусы k -го светлого или тёмного кольца. Однако на практике вследствие упругой деформации стекла или возможного попадания пылинки между линзой и пластинкой между интерферирующими лучами $1'$ и $1''$ набегают дополнительная оптическая разность хода лучей Δd , которую экспериментально определить невозможно. Однако при вычислениях исключить её можно.

Действительно, для тёмных колец, номера которых m и n , равенство (6) дает:

$$\frac{r_m^2}{R} + \frac{\lambda}{2} + \Delta d = (2m + 1) \frac{\lambda}{2} . \quad (7)$$

$$\frac{r_n^2}{R} + \frac{\lambda}{2} + \Delta d = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} . \quad (8)$$

$$\text{Вычитая (8) – (7), получим:} \quad R = \frac{r_m^2 - r_n^2}{\lambda(m - n)} \quad (9)$$

Если на линзу падает белый свет, то в отраженном свете наблюдается центральное темное пятно, окруженное системой цветных колец, соответствующих интерференционным максимумам отражённого света с различными длинами волн λ .

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

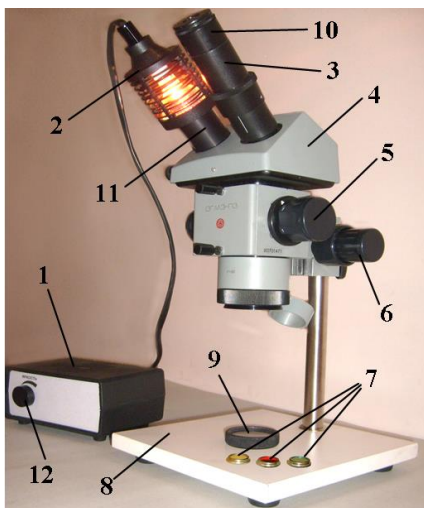


Рис.2

Установка состоит из оптической головки для микроскопа **4**, установленной на основании со стойкой **8**, линзы с пластинкой **9** и комплекта светофильтров **7**.

Линза с пластинкой **9** представляет собой оправу, в которую помещены стеклянная пластинка и плосковыпуклая линза с большим радиусом кривизны R . Устройство предназначено для изучения интерференционной картины "колец Ньютона".

Насадка для микроскопа **11** представляет собой трубку с разрезом и резьбой, позволяющую крепить её на место одного из окуляров. Внутренний диаметр насадки предусматривает возможность установки интерференционных светофильтров **7** и крепления осветителя микроскопа **2**.

Комплект светофильтров состоит из 4 интерференционных светофильтров **7** в оправе, позволяющей вставлять их в насадку для микроскопа, они используются для вырезания определенной длины волны из излучения лампы микроскопа при измерении диаметров колец Ньютона.

Для измерения радиусов колец Ньютона используется головка оптическая для микроэлектроники **4** (в дальнейшем микроскоп). Для нормального падения света на линзу с пластинкой **9** необходимо осветитель **2** при помощи насадки для микроскопа

11 закрепить на место одного из окуляров. Освещение колец производится

монохроматическим светом, вырезаемым одним из светофильтров **7**, устанавливаемых в насадку для микроскопа **11**.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В правую окулярную трубку **3** оптической головки **4** установите окуляр **10** с отсчётной шкалой.
2. Вместо левого окуляра оптической головки **4** установлена насадка для микроскопа **11**, в которую необходимо установить один из 4-х интерференционных светофильтров **7** (задаётся преподавателем), длина волны которого указана на оправе.
3. В эту же насадку для микроскопа **11** установите осветитель микроскопа **2**.
4. Подключите осветитель **2** к блоку питания **1** с тыльной стороны и включите его. Добейтесь нужной интенсивности, вращая ручку «яркость» **12**.
5. Установите на предметный столик микроскопа **8** линзу с пластинкой в оправе **9**.
6. Вращая ручку **6** добейтесь отчетливой (резкой) картины в окуляре **10**.
7. Переключателем **5** установите увеличение объектива микроскопа на $0,6^x$ и, передвигая рукой линзу с пластинкой, отъюстируйте микроскоп до появления в окуляре микроскопа интерференционной картины колец Ньютона. Аккуратным перемещением линзы добейтесь совпадения центрального темного пятна интерференционной картины с центром поля зрения микроскопа.
8. Постепенно меняя увеличение микроскопа (с помощью переключателя **5**) в сторону увеличения, отъюстируйте микроскоп до заполнения интерференционными кольцами всего поля окуляра.

9. Измерьте расстояние D между внешними и внутренними краями тёмных колец (номера колец задаёт преподаватель), как показано на рисунке. Нумерация колец производится от центра ($k=0$ - центральное тёмное кольцо). Полученные результаты занесите в таблицу 1.

10. Поверните окуляр **10** на 90° и повторите измерения, в результате которых получите D' . Полученные результаты занесите в таблицу 1.

11. По формуле $\langle D_i \rangle = \frac{D_i + D'_i}{2}$ определите средние значения диаметров колец (в делениях шкалы) и значения занесите в таблицу 1.

12. Отключите установку от сети.

13. Рассчитайте средние значения радиусов колец Ньютона

$$r_{iN} = \frac{\langle D_i \rangle}{2} \quad (\text{в делениях шкалы}) \text{ и значения занесите в таблицу 1.}$$

14. Найдите средние значения радиусов тёмных колец $\langle r_i \rangle$ с

учётом цены деления шкалы окуляра $a_0 = 0.1 \frac{\text{мм}}{\text{дел}}$ и множителя

$$Z \text{ обозначенного на переключателе } \mathbf{5}: \quad \langle r_i \rangle = \frac{r_{iN} a_0}{Z}.$$

15. Комбинируя попарно радиусы больших r_m и меньших r_n колец по формуле $R_i = \frac{r_m^2 - r_n^2}{\lambda(m-n)}$ определите радиусы кривизны линзы R_i , где m и n - номера колец, λ - длина световой волны, пропускаемой светофильтром (указана на установке).

16. Вычислите среднее значение радиуса кривизны линзы $\langle R \rangle = \frac{\sum R_i}{n}$, где n - число измерений.

17. Погрешность измерений определите по формуле $\Delta R = t_{pk} S_{\langle R \rangle}$,

$$\text{где среднеквадратичное отклонение } S_{\langle R \rangle} \text{ определяется по формуле } S_{\langle R \rangle} = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \langle R \rangle)^2}{n(n-1)}},$$

а коэффициент Стьюдента $t_{pk} = 2,8$ для вероятности доверительного интервала $p = 0,95$.

18. Конечный результат запишите в виде:

$$R = \langle R \rangle \pm t_{pk} S_{\langle R \rangle}.$$

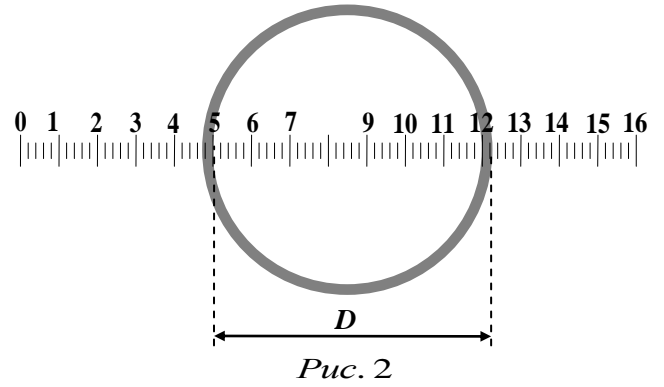
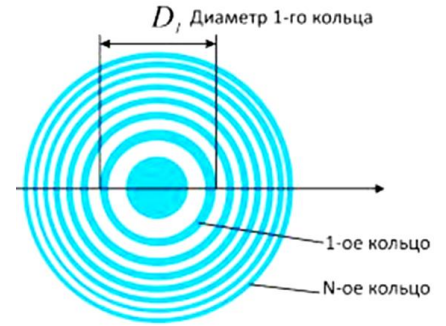


Таблица 1

| Номера колец | $D_i, \text{дел}$ | $D'_i, \text{дел}$ | $\langle D_i \rangle, \text{дел}$ | $\langle r_i \rangle, \text{м}$ | $\Delta r, \text{м}$ | $\lambda, \text{нм}$ | $\Delta \lambda, \text{нм}$ | $\langle R \rangle, \text{м}$ | $\Delta R, \text{м}$ |
|--------------|-------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Контрольные вопросы

- Свет и его природа.
- Что называется интерференцией света? Дайте понятие о монохроматических и когерентных волнах.
- Объясните причину интерференции.
- Сформулируйте условия усиления (максимума) и ослабления (минимума) света при интерференции.
- Объясните оптическую схему "колец Ньютона" в отраженном свете.
- Запишите формулы для определения радиусов темных и светлых колец Ньютона в отраженном свете.

Основные теоретические сведения

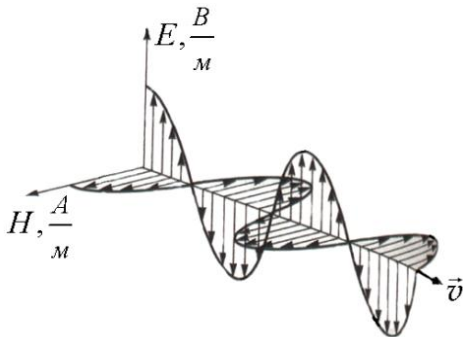


Рис.1 Распределение величины проекций векторов \vec{E} и \vec{H} на направление распространения волны

Светом называются электромагнитные волны с длиной от 380 нм до 760 нм, воспринимаемые органами зрения человека. (1 нм (нанометр) = 10^{-9} м).

Электромагнитной волной называется распространяющееся в пространстве переменное электромагнитное поле.

Из электромагнитной теории света английского физика Дж. Максвелла следует, что в электромагнитной волне вектора напряжённости электрического поля \vec{E} и напряжённости магнитного поля \vec{H} колеблются в одинаковых фазах во взаимно перпендикулярных плоскостях и одновременно перпендикулярно вектору скорости распространения волны \vec{v} (перпендикулярно лучу). Причём в любой момент времени выполняется условие

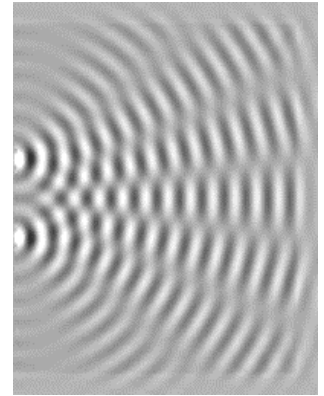
$$\varepsilon\varepsilon_0 E^2 = \mu\mu_0 H^2.$$

Интерференция света

Интерференцией света называется явление перераспределения световой энергии в пространстве, то есть усиление света в одних точках пространства и ослабление света в других точках пространства, в результате наложения когерентных световых волн.

Когерентными называются волны, разность фаз между которыми не изменяется с течением времени (когерентными могут быть только волны одинаковой частоты).

Монохроматическими называются волны какой-либо одной частоты (или длины волны). Интерференция – одно из проявлений волновой природы света. Это явление наблюдается при наложении двух или нескольких когерентных световых волн. Интенсивность света в области перекрытия световых пучков имеет характер чередующихся светлых и темных полос, причем в максимумах интенсивность света больше, а в минимумах меньше суммы интенсивностей отдельных пучков. Наблюдаемое при этом перераспределение света называется **интерференционной картиной**. При использовании белого света интерференционные полосы оказываются окрашенными в различные цвета спектра.



Оптическая длина пути L и оптическая разность хода волн Δ

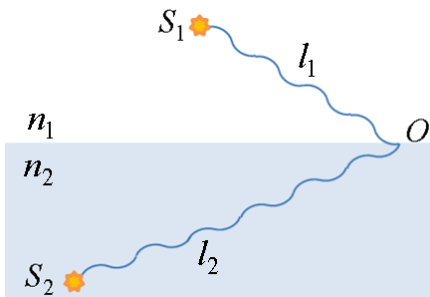


Рис. 2 Возникновение оптической разности хода лучей

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 (рис. 2).

Оптической длиной пути L называется произведение геометрической длины пути l световой волны на абсолютный показатель преломления вещества n , в котором она распространяется волны $L = n l$.

Величину $\Delta = L_2 - L_1 = n_2 l_2 - n_1 l_1$ называют **оптической разностью хода** интерферирующих волн, (Δ -дэльта, метр).

где $L = n l$ - оптическая длина пути светового луча, $м$,

$\Delta = L_2 - L_1 = l_2 n_2 - l_1 n_1$ - оптическая разность хода интерферирующих лучей, $м$,

n_1 и n_2 - абсолютные показатели преломления 1-ой и 2-й среды, в которых

распространяются интерферирующие лучи.

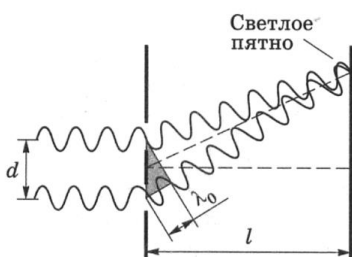
l_1 и l_2 - геометрические длины путей 1-го и 2-го лучей, $м$.

Условие максимума при интерференции света

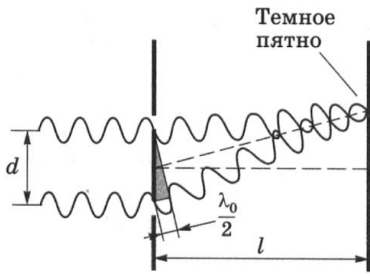
Если оптическая разность хода Δ интерферирующих лучей равна чётному числу полуволин $\frac{\lambda}{2}$, то будет наблюдаться **максимум** (в этом случае волны приходят в данную точку пространства в одинаковой фазе)

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

где $\Delta = L_2 - L_1 = S_2 n_2 - S_1 n_1$ - оптическая разность хода интерферирующих лучей, $м$



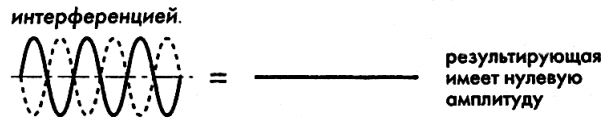
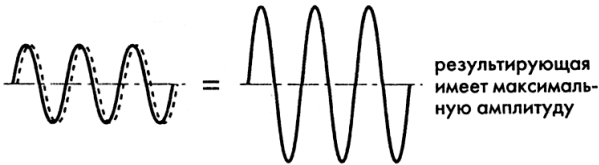
Условие минимума при интерференции света



Если оптическая разность хода Δ интерферирующих лучей равна нечётному числу полуволи $\frac{\lambda}{2}$, то будет наблюдаться **минимум** (в этом случае волны приходят в данную точку пространства в противофазе)

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

где $\Delta = L_2 - L_1 = S_2 n_2 - S_1 n_1$ - оптическая разность хода интерферирующих лучей, M



Причина интерференции световых волн

Как объяснить необычное для нас явление, когда при взаимодействии света вдруг образуются тёмные пятна? Обычно, чтобы в комнате стало ярче, мы включаем больше лампочек и никогда не наблюдаем, что где-то становится темнее. Объясняется это следующим образом.

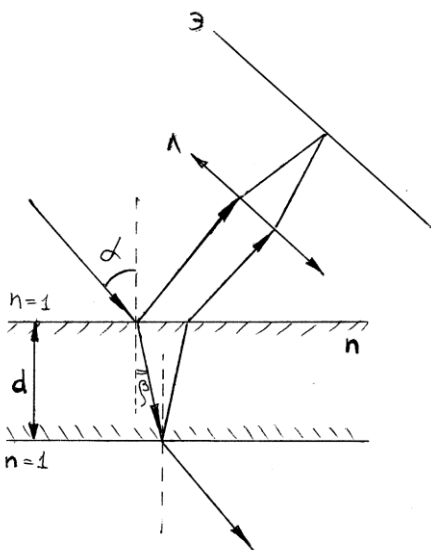
Для возникновения интерференции необходимо, чтобы световые волны были когерентными между собой. Однако естественные источники света являются некогерентными, поэтому при обычных условиях мы интерференцию не наблюдаем. Самый простой способ получения когерентного света из естественного, состоит в разделении одной и той же световой волны на несколько волн, например, при отражении или преломлении света. Если затем заставить эти волны пройти разные оптические пути, а затем наложить их друг на друга, то может наблюдаться интерференция света. Это и происходит при возникновении колец Ньютона и в опыте Юнга.

Однако для интерференции световых волн недостаточно одного условия их когерентности. Необходимо ещё, чтобы интерферирующие волны имели одинаковую плоскость поляризации, то есть одинаковые направления 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 результирующее поле равно $E_{\text{рез}} = E_1 + E_2$ 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 результирующее поле равно $E_{\text{рез}} = E_1 - E_2$ и будет наблюдаться ослабление света в этой точке пространства (то есть условие минимума)

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.

Оптическую разность хода двух волн при отражении от тонкой плоскопараллельной пластинки в отражённом свете 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 волн, M

d - толщина плёнки, M

n - показатель преломления плёнки

α - угол падения света на плёнку

β - угол преломления света в плёнке

λ - длина световой волны, падающей на плёнку, M .

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).

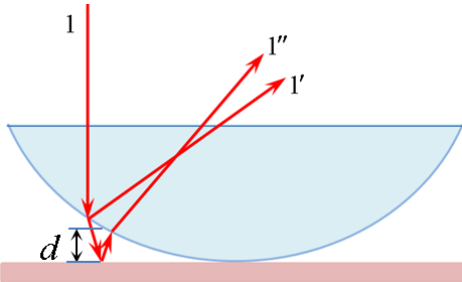


Рис.3. Оптическая схема колец Ньютона

Если на такую систему в направлении, перпендикулярном плоской поверхности линзы, падает пучок **монохроматического света**, то световые волны, отражённые от нижней границы линзы и верхней границы плоской поверхности пластинки, могут интерферировать между собой.

Впервые были описаны в 1675 году Исааком Ньютоном, поэтому названы в честь него. Однако объяснить природу возникновения этих колец он не смог. Впервые дать правильное объяснение этого явления смог английский учёный Томас Юнг в 1801 г.

Наблюдение формы колец Ньютона позволяет осуществлять быстрый и весьма точный контроль качества шлифовки плоских пластин и линз, а также близость поверхностей последних к сферической форме.

Кроме того, кольца Ньютона используются для экспериментального определения радиусов кривизны R сферических поверхностей, измерения длин световых волн λ и показателей преломления вещества n .

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

Оптическая разность хода Δ интерферирующих волн изменяется при переходе от одних точек на поверхности пластинки к другим в соответствии с изменением толщины d воздушного зазора, так что одинаковые условия интерференции возникают в точках, соответствующих одинаковым значениям d . Поэтому рассматриваемая интерференционная картина называется **полосами равной толщины**.

Полосами равной толщины называют интерференционную картину, возникающую в результате наложения световых лучей, падающих на пластину переменной толщины, от мест с одинаковой толщиной.

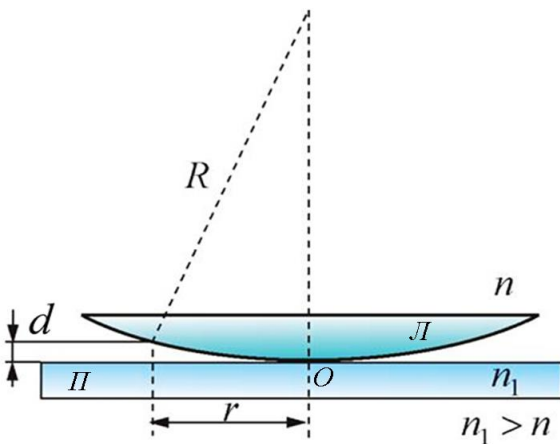


Рис. 4

Таким образом, частным случаем полос равной толщины являются кольца Ньютона, которые наблюдаются в схеме, изображенной на рис. 4. Плосковыпуклая линза L с большим радиусом кривизны R выпуклой поверхностью обращена к плоской пластине Π и соприкасается с ней в точке O . Параллельный пучок света падает нормально на плоскую поверхность линзы и частично отражается от верхней и нижней поверхностей воздушного промежутка между линзой и пластиной. При наложении отраженных волн возникает интерференционная картина в виде концентрических окружностей. В центре наблюдается темное пятно (минимум нулевого порядка). Оно окружено системой чередующихся светлых и темных колец, ширина и интенсивность которых постепенно убывают по мере удаления от центрального пятна. В проходящем свете наблюдается противоположная картина: центральное пятно - светлое, следующее кольцо - темное и т. д.

Оптическая разность хода между лучами, отраженными от верхней и нижней поверхностей воздушного зазора на произвольном расстоянии

$$r \text{ от точки } O, \text{ равна } \Delta = 2nd + \frac{\lambda}{2},$$

где n – показатель преломления воздуха можно принять равным единице, а слагаемое $\frac{\lambda}{2}$ обусловлено возникновением дополнительного сдвига по фазе на π при отражении света от поверхности пластины (т.к. свет при прохождении в воздушном клине отражается от оптически более плотной среды).

Оптическая разность хода между лучами, отраженными от верхней и нижней поверхностей воздушного зазора на произвольном расстоянии r от точки O можно найти так же из геометрических соображений. В случае колец Ньютона

можно получить следующее уравнение:

$$\Delta = \frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2}.$$

Радиусы светлых колец Ньютона в отражённом свете

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

Радиусы тёмных колец Ньютона в отражённом свете

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

R - радиус кривизны линзы, m , λ - длина световой волны, m ,

m – номер кольца

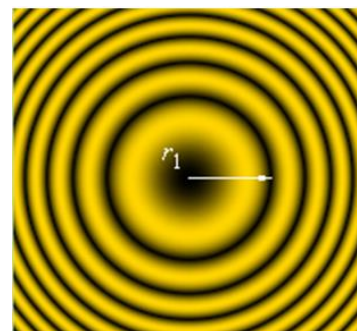


Рис. 5 Кольца Ньютона

Проблема когерентности световых волн

Теория Юнга позволила объяснить интерференционные явления, возникающие при сложении двух монохроматических волн одной и той же частоты. Реальные световые волны не являются строго монохроматическими. В силу фундаментальных физических причин излучение всегда имеет статистический характер. Атомы светового источника излучают независимо друг от друга, в случайные моменты времени, и излучение каждого атома длится очень короткое время ($\tau \leq 10^{-8} \text{ с}$). Результирующее излучение источника в каждый момент времени состоит из вкладов огромного числа атомов. Через время порядка τ , вся совокупность излучающих атомов обновляется. Поэтому суммарное излучение будет иметь другую амплитуду и, что особенно важно, другую фазу. Фаза волны, излучаемой реальным источником света, остается приблизительно постоянной только на интервалах времени порядка τ . Отдельные «обрывки» излучения длительности τ называются **цугами**. Цуги имеют пространственную длину, равную $c \cdot \tau$, где c – скорость света. Длина цуга видимого диапазона света имеет величину $\approx 3 \text{ м}$. Колебания в разных цугах не согласованы между собой. Таким образом, реальная световая волна представляет собой последовательность волновых цугов с беспорядочно меняющейся фазой. Принято говорить, что колебания в разных цугах некогерентны. Интервал времени τ , в течение которого фаза колебаний остается приблизительно постоянной, называют **временем когерентности**.

Интерференция может возникнуть только при сложении когерентных колебаний, то есть колебаний, относящихся к одному и тому же цугу. Хотя фазы каждого из этих колебаний также подвержены случайным изменениям во времени, но эти изменения одинаковы, поэтому разность фаз когерентных колебаний остается постоянной. В этом случае наблюдается устойчивая интерференционная картина и, следовательно, выполняется принцип суперпозиции полей. При сложении некогерентных колебаний разность фаз оказывается случайной функцией времени. Интерференционные полосы испытывают беспорядочные перемещения из стороны в сторону, и за время Δt их регистрации, которая в оптических экспериментах значительно больше времени когерентности ($\Delta t \gg \tau$), происходит полное усреднение. Регистрирующее устройство (глаз, фотопластинка, фотоэлемент) зафиксирует в точке наблюдения усредненное значение интенсивности, равное сумме интенсивностей $I_1 + I_2$ обоих колебаний. В этом случае выполняется закон сложения интенсивностей.

Таким образом, интерференция может возникнуть только при сложении когерентных колебаний. Волны, создающие в точке наблюдения когерентные колебания, также называются когерентными. Волны от двух обычных независимых источников некогерентны и не могут дать интерференции.

Однако, даже в этом случае интерференционная картина исчезает, если оптическая разность хода Δ превысит длину когерентности $c \cdot \tau$.

Опыт Томаса Юнга

В опыте Юнга свет от источника, в качестве которого служила узкая щель S , падал на экран с двумя близко расположенными щелями S_1 и S_2 (рис. 6). Проходя через каждую из щелей, которые выполняли роль когерентных источников света, световой пучок в следствии дифракции расширялся и на экране Э световые пучки, прошедшие через щели S_1 и S_2 , перекрывались. В области перекрытия этих пучков наблюдалась интерференционная картина в виде чередующихся светлых и темных полос.

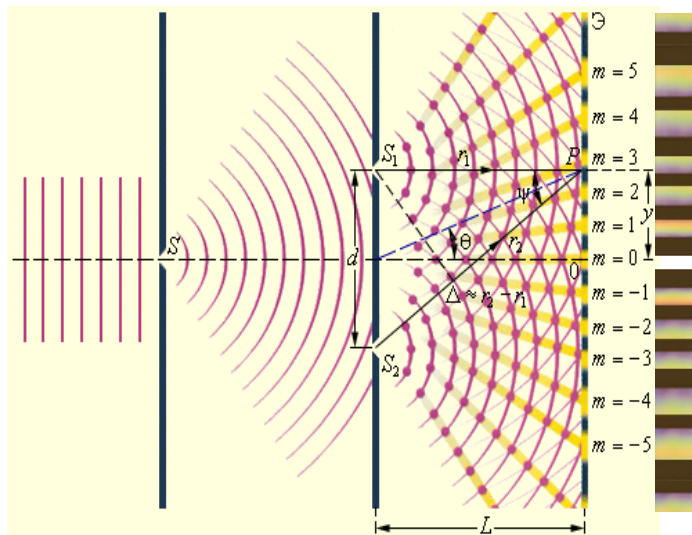


Рис. 6 Схема интерференционного опыта Юнга

Томас Юнг был первым, кто понял, что нельзя наблюдать интерференцию при сложении волн от двух обычных независимых источников света, так как они не являются когерентными источниками. Поэтому он разделил волну от одного источника на две когерентные волны и затем наблюдал на экране результат их сложения. При симметричном расположении щелей вторичные волны, испускаемые источниками S_1 и S_2 , находятся в фазе. Поэтому в его опыте щели S_1 и S_2 , можно рассматривать как источники когерентных волн, свет от которых, пройдя до точки наблюдения P разные расстояния r_1 и r_2 , создаёт на экране интерференционную картину.