

# Лабораторная работа 4.2.1 КОЛЬЦА НЬЮТОНА

Аксенова Светлана

29 апреля 2021 г.

**Цель работы:** познакомиться с явлением интерференции в тонких плёнках (полосы равной толщины) на примере колец Ньютона и с методикой интерференционных изменений кривизны стеклянной поверхности.

**В работе используются:** измерительный микроскоп с опак-иллюминатором; плосковыпуклая линза; пластинка из чёрного стекла; ртутная лампа ДРШ; щель; линзы; призма прямого зрения; объектная шкала.

## 1 Теоретическое введение

В этом опыте наблюдается интерференция волн, отражённых от границ тонкой воздушной прослойки, образованной сферической поверхностью линзы и плоской стеклянной пластиной. При нормальной падении света (рис. 1) интерференционные полосы локализованы на сферической поверхности и являются полосами равной толщины.

Геометрическая разность хода между интерферирующими лучами равно удвоенной толщине воздушного зазора  $2d$  в данном месте. Для точки на сферической поверхности, находящейся на расстоянии  $r$  от оси системы, имеем  $r^2 = R^2 - (R - d)^2 = 2Rd - d^2$ , где  $R$  - радиус кривизны сферической поверхности. При  $R \gg d$  получим  $d = r^2/2R$ . С учётом изменения фазы на  $\pi$  при отражении волны от оптически более плотной среды (на границе воздух-стекло) получим оптическую разность хода интерферирующих лучей:

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

Условие интерференционного минимума  $\Delta = (2m + 1)\lambda/2$  ( $m = 0, 1, 2, \dots$ ), откуда получаем для радиусов тёмных колец

$$r_m = \sqrt{m\lambda R}. \quad (2)$$

Аналогично для радиусов светлых колец

$$r'_m = \sqrt{(2m - 1)m\lambda R/2}. \quad (3)$$

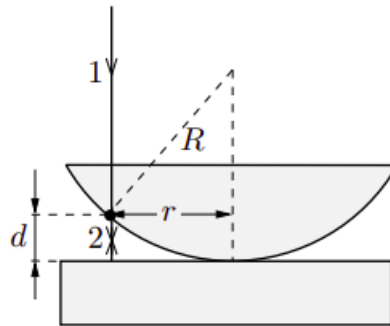


Рисунок 1 – Схема наблюдения колец Ньютона

## 2 Экспериментальная часть

Схема установки для наблюдения колец Ньютона представлена на рис. 2. Изначально проводились измерения с фильтром, который пропускал жёлтую компоненту спектра ртути.

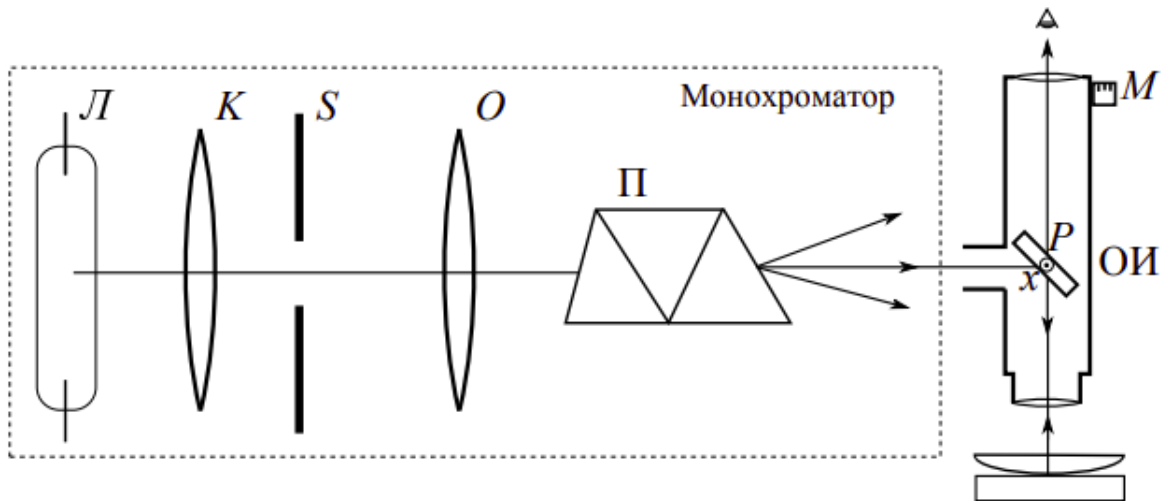


Рисунок 2 – Схема установки для наблюдения колец Ньютона

Измеренная цена деления микроскопа

$$1 \text{ дел} = 0,1 \text{ мм.}$$

Были определены координаты диаметров тёмных колец и построен график зависимости  $r_m^2$  от  $m$  (рис. 3). Из коэффициента наклона по формуле (2) был рассчитан радиус кривизны линзы

$$R = 12,43 \pm 0,23 \text{ мм.}$$

Далее фильтр (монохроматор) был заменён на фильтр, который пропускает две спектральные компоненты: жёлтую и зелёную, поэтому наблюдалась характерная картина биений. Это объясняется наложением двух интерференционных колец, возникающих для разных длин волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ . Чёткие кольца в результирующей картине образуются при наложении светлых колец и тёмных на тёмные. Размытие кольца получаются при наложении светлых колец одной картины на тёмные кольца другой.

Количество тёмных полос между двумя центрами соседних чётких участков  $\Delta m = 16$ , значит между центрами этих систем поместилось 16 периодов жёлтого цвета ( $\lambda_1$ ) и 17 зелёного цвета ( $\lambda_2$ )

$$\Delta m \lambda_1 = (\Delta m + 1) \lambda_2. \quad (4)$$

Преобразуем формулу

$$\begin{aligned} \Delta m(\lambda_2 + \Delta \lambda) &= (\Delta m + 1) \lambda_2, \\ \Delta m &= \frac{\lambda_2}{\Delta \lambda}, \end{aligned} \quad (5)$$

табличное значение  $\lambda_2 = 546,07 \text{ нм}$ , тогда

$$\Delta \lambda = 34,13 \text{ нм.}$$

Следовательно, длина волны  $\lambda_1 = 580,20 \text{ нм}$ .

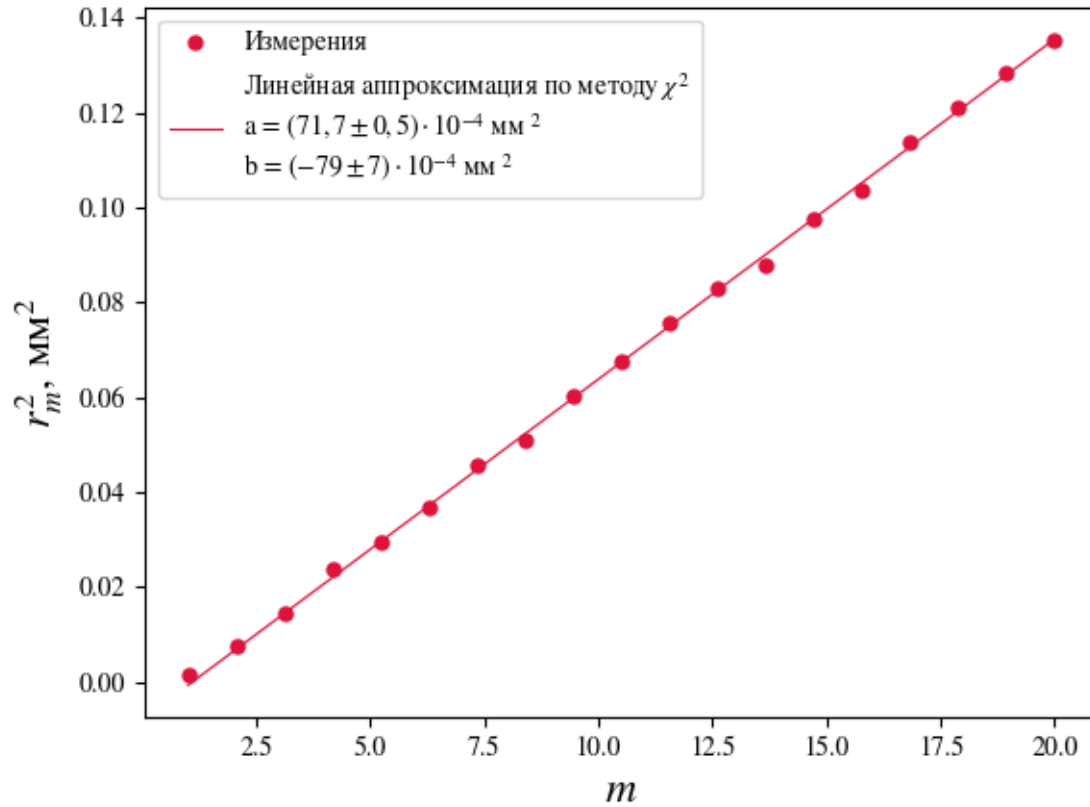


Рисунок 3 – Зависимость  $r_m^2(m)$

### 3 Вывод

В результате была изучена методика интерференционных измерений кривизны стеклянной поверхности с помощью колец Ньютона. Таким образом, был измерен радиус кривизны линзы, которая использовалась в опытах.

Также было проведено наблюдение «биений», которые были результатом интерференции двух спектральных линий ртутной лампы. Был измерен период возникающих биений и рассчитана разность длин волн жёлтой и зелёной линии ртути. В результате была получена длина волны  $\lambda_1$  жёлтой линии спектра ртутной лампы, значение отличается от табличного (579,07 нм) примерно на 0,2 %.

## 4 Список литературы

1. Лабораторный практикум по общей физике: учеб. пособие. В трёх томах. Т.2. Оптика / А. В. Максимычев, Д. А. Александров, Н. С. Берюлёв и др.; под ред. А. В. Максимычева. - М.: МФТИ, 2014. - 446 с.

## 5 Приложение

[Ссылка на данные и их обработку](#)