

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра общей и технической физики

**ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

По дисциплине Физика  
(наименование учебной дисциплины согласно учебному плану)

Тема работы: Технология определения кривизны оптических поверхностей  
и длины световой волны. Кольца Ньютона

Выполнил: студент гр. ТНГ-21 Никитин А.Д.  
(шифр группы) (подпись) (Ф.И.О.)

Оценка: \_\_\_\_\_

Дата: \_\_\_\_\_

Проверил  
руководитель работы: \_\_\_\_\_  
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

Санкт-Петербург 2023

## **Цель работы**

Изучить явление интерференции света. Определить радиус кривизны плосковыпуклой линзы при наблюдении колец Ньютона в монохроматическом свете известной длины волны; определить неизвестную длину волны монохроматического света при заданном радиусе кривизны.

**Явление, изучаемое в работе:** интерференция света.

## **Краткое теоретическое содержание**

**Свет** – электромагнитное излучение, испускаемое нагретым или находящимся в возбуждённом состоянии веществом, воспринимаемое человеческим глазом.

**Интерференция света** – пространственное перераспределение светового потока при наложении двух (или нескольких) когерентных световых волн, в результате чего в одних местах возникают максимумы, а в других – минимумы интенсивности.

**Когерентность** – согласованное протекание во времени нескольких колебательных или волновых процессов, проявляющееся при их сложении.

**Когерентные волны** – это волны, испускаемые источниками, имеющими одинаковую частоту и постоянную разность фаз.

**Монохроматические волны** – неограниченные в пространстве волны одной определенной и строго постоянной частоты.

**Длина волны** – это расстояние между ближайшими друг к другу точками, колеблющимися в одинаковых фазах.

**Кольца Ньютона** – кольцеобразные интерференционные максимумы и минимумы, появляющиеся вокруг точки касания слегка изогнутой выпуклой линзы и плоскопараллельной пластины при прохождении света сквозь линзу и пластину

**Условие максимума** – волны усиливают друг друга (светлые полосы).

**Условие минимума** – волны складываются в противофазе и гасят друг друга (темные полосы).

**Оптическая длина пути** – расстояние, на которое свет (оптическое излучение) распространился бы в вакууме за время его прохождения между этими точками.

**Оптическая разность хода** – это разность оптических длин проходимых волнами путей.

## Схема установки

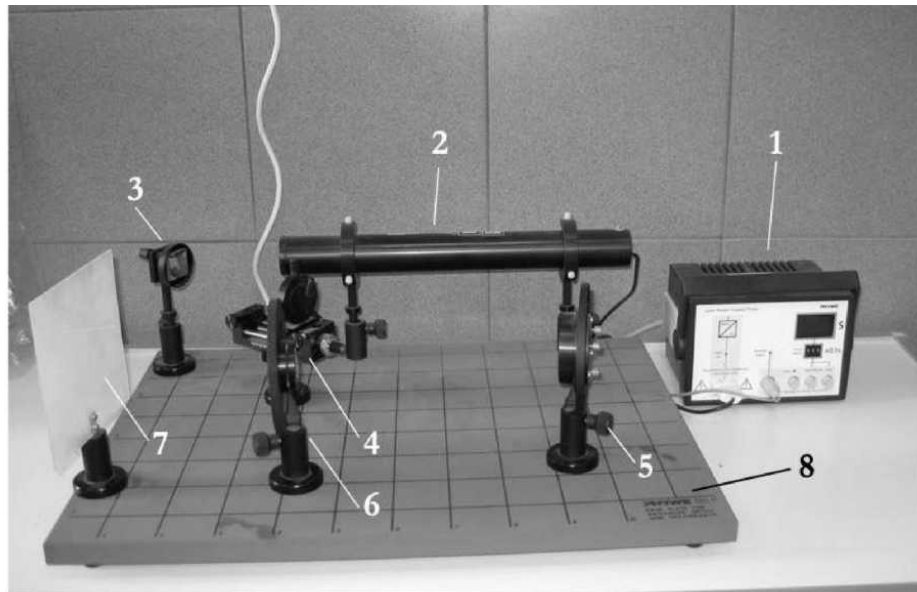


Рисунок 1. Схема установки

1. Источник тока
2. Лазер с длиной волны 632,8 нм
3. Отражатель
4. Диафрагма
5. Устройство для получения колец Ньютона
6. Линза
7. Полупрозрачный экран
8. Столик с магнитным покрытием

### Основные расчётные формулы

Длина волны  $\lambda$ :

$$\lambda = \frac{r_{max}^2}{\left(m + \frac{1}{2}\right) * R} \quad (1)$$

где  $r_{max}$  – радиус кольца Ньютона с максимумом интенсивности,  $R$  – радиус кривизны линзы,  $m$  – соответствующий номер.

Радиус кривизны линзы  $R$ :

$$R = \frac{r_{max}^2}{\left(m + \frac{1}{2}\right) * \lambda} \quad (2)$$

## Погрешности прямых измерений

$$\Delta D = 1 \text{ мм} = \Delta r_{\max} = 0,5 \text{ мм}$$

$$\Delta \lambda = 0,1 \text{ нм}$$

## Исходные данные

$$\lambda = 632,8 \text{ нм}$$

## Формулы для расчета погрешностей косвенных измерений

Относительная погрешность вычисления длины волны

$$\delta_{\lambda} = \left( \frac{2 \Delta r_{\max}}{r_{\max}^2} + \frac{\Delta R}{R} \right) * 100\% \quad (3)$$

Относительная погрешность вычисления радиуса кривизны линзы

$$\delta_R = \left( \frac{2 \Delta r_{\max}}{r_{\max}^2} + \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \right) * 100\% \quad (4)$$

Абсолютная погрешность  $\Delta R$ :

$$\Delta R = \frac{\delta_R * \bar{R}}{100\%} \quad (5)$$

Абсолютная погрешность  $\Delta \lambda$ :

$$\Delta \lambda = \frac{\delta_{\lambda} * \bar{\lambda}}{100\%} \quad (6)$$

## Таблицы

Таблица 1. Данные, полученные в ходе лабораторной работы, и данные, рассчитанные по ним

№ т кольца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D_{1 \text{ изм}}$ (мм)	7,000	9,300	11,500	13,500	15,000	16,600	17,800	18,700	20,000	21,800
$D_{2 \text{ изм}}$ (мм)	7,000	9,600	11,700	13,500	15,000	16,500	18,200	19,300	20,700	22,700
$D_{\text{сред}}$ (мм)	7,000	9,450	11,600	13,500	15,500	16,550	18,000	19,000	20,350	22,500
$D_{\text{абсол}}$ (мм)	1,750	2,363	2,900	3,375	3,875	4,138	4,500	4,750	5,088	5,625
$r$ (мм)	0,875	1,182	1,450	1,688	1,938	2,069	2,250	2,375	2,544	2,813
$r^2$ (мм)	0,766	1,397	2,103	2,849	3,756	4,281	5,063	5,641	6,472	7,913
$R$ (м)	0,807	0,883	0,950	1,000	1,079	1,041	1,067	1,049	1,077	1,191
$R_{\text{сред}}$ (м)	1,014									

## Вычисления

Вычисление радиуса кривизны линзы ( $m=1$ )

$$R = \frac{r_{max}^2}{\left(m + \frac{1}{2}\right) * \lambda} = \frac{0,766 * 10^{-6}}{\left(1 + \frac{1}{2}\right) * 632,8 * 10^{-9}} = 0,807 \text{ м}$$

Погрешности косвенных измерений

$$\delta_R = \left( \frac{2 \Delta r_{max}}{r_{max}} + \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \right) * 100\% = \left( \frac{2 * 0,05}{2,813} + \frac{0,1}{632,8} \right) * 100\% = 3,571\%$$

$$\Delta R = \frac{\delta_R * \bar{R}}{100\%} = \frac{3,571 * 1,191}{100} = 0,043 \text{ м}$$

## Графический материал

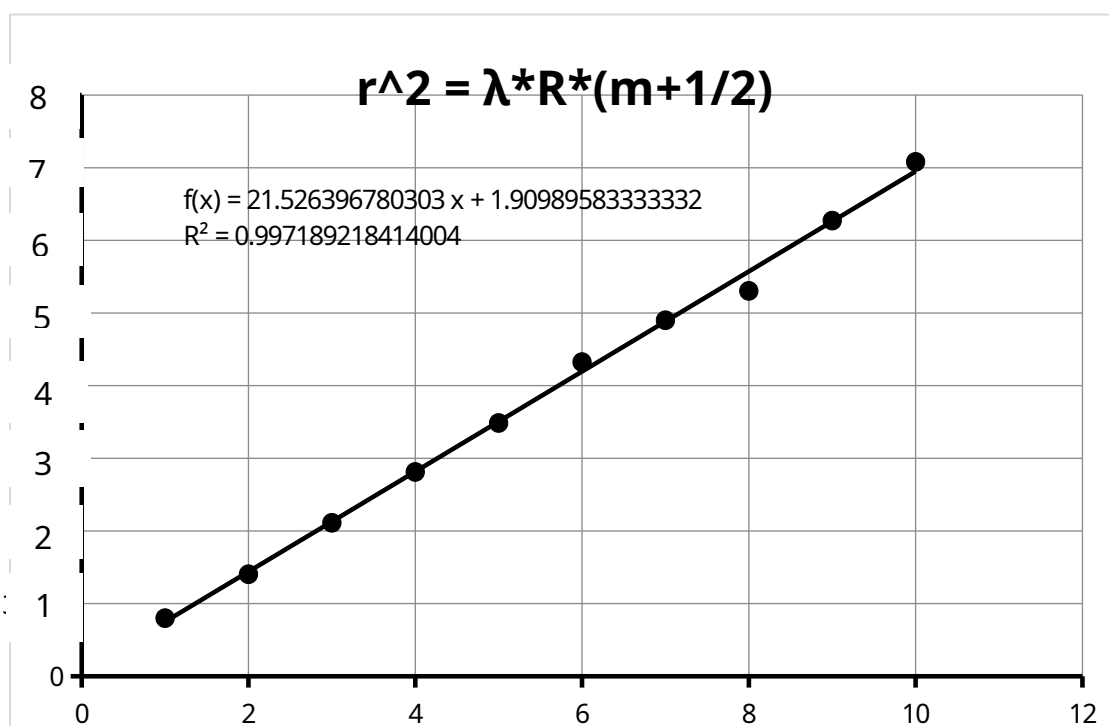


Рисунок 2. График зависимости  $r_{max}^2 = f(m)$

## Результат

$$\bar{R} \pm \Delta R = 1,014 \pm 0,043 \text{ м}$$

$$\delta_R = 3,571\%$$

**Вывод:** в ходе лабораторной работы было изучено явление интерференции на примере интерференционной картины колец Ньютона. Также был определен радиус кривизны плосковыпуклой линзы путем измерения диаметров колец Ньютона и дальнейших расчетов. Высокая погрешность обусловлена сложностью точного измерения колец, так как измерение происходит навесу. График показывает довольно высокую точность аппроксимации данных.