

*СПбНИУ ИТМО
Кафедра Физики*

*Лабораторная работа №1
«Определение длины световой волны
при помощи опыта Юнга»*

*Выполнил
Широков О.И
гр.2120*

*Санкт-Петербург
г.2013*

1. Теоретическая часть

В данной лабораторной работе источником служит лазер, обладающий по сравнению с обычными источниками высокой степенью монохроматичности и большой яркостью. Это позволяет наблюдать значительное количество интерференционных полос. Кроме того, лазерное излучение является пространственно когерентным по всему сечению пучка, поэтому, если ширины пучка хватает, чтобы одновременно осветить оба отверстия S_1 и S_2 , то можно обойтись без первого экрана с отверстием S . Для увеличения яркости наблюдаемой интерференционной картины вместо точечных отверстий в качестве S_1 и S_2 в данной работе используются узкие длинные параллельные друг другу щели.

Найдем связь периода интерференционной картины с длиной волны в опыте Юнга. На рисунке 2 изображен ход интерферирующих лучей от источников S_1 и S_2 до точки наблюдения P . Обозначим: d - расстояние между источниками S_1 и S_2 , L - расстояние от источников до плоскости наблюдения интерференционной картины, x - расстояние от точки P до центра O' интерференционной картины. Обычно интерферирующие лучи идут под малыми углами к оси системы OO' , угол $\theta \approx 1$, и для него справедливо соотношение $\theta \approx x/L$. В этом случае разность хода $\Delta = r_2 - r_1$ можно выразить как

$$\Delta \approx d \theta \approx d \frac{x}{L}.$$

(1)

При выполнении условия

$$\Delta = k\lambda, \quad (2)$$

где k - любое целое число, λ - длина волны света, в точке P наблюдается

интерференционный максимум.

Если же

$$\Delta = (k + \frac{1}{2})\lambda, \quad (3)$$

то в точке P наблюдается минимум.

Шириной

интерференционной полосы (периодом интерференционной картины) называют расстояние

между соседними максимумами или минимумами. В данной лабораторной работе период картины определяется по расстоянию между минимумами, поскольку их положения фиксируются точнее. Сравнивая выражения (1) и (3), находим координаты минимумов в плоскости $O'P$:

$$x_k = (k + \frac{1}{2}) \lambda \frac{L}{d}. \quad (4)$$

Отсюда для ширины полосы получаем

$$\Delta x = x_{k+1} - x_k = \frac{\lambda}{d} \times L. \quad (5)$$

Для проверки формулы (5) и увеличения точности определения длины волны период Δx измеряется при нескольких расстояниях L . Как видно из уравнения (5), зависимость Δx от L является линейной, а

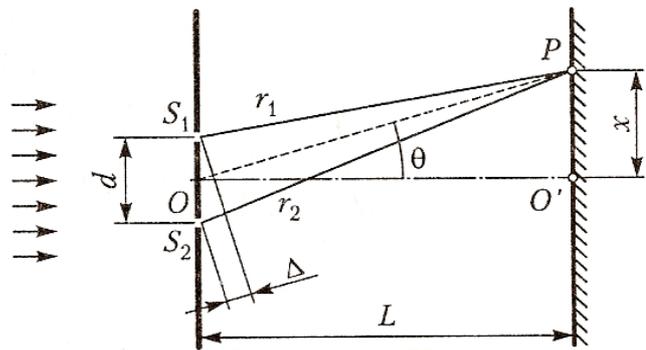


Рис. 1. К определению разности хода интерферирующих лучей

коэффициент наклона графика этой зависимости $K = \frac{\lambda}{d}$. Построив экспериментальный график Δx от L , можно убедиться в том, что зависимость действительно линейна, а по коэффициенту наклона полученной прямой и известному значению d определить длину волны.

2. Обработка результатов измерений

1. Для каждой пары щелей вычислим среднее значение расстояния между щелями:

Для пары щелей №6:

$$d = 4.96 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\Delta d = 1.814 \cdot 10^{-11}$$

Для пары щелей №14:

$$d = 6.7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\Delta d = 3.34 \cdot 10^{-11}$$

2. Для каждого измерения вычислим значение периода картины.

Для пары щелей №6:

$$\text{№1: } 2.57 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{№2: } 3.28 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{№3: } 3.14 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{№4: } 4.0 \cdot 10^{-3}$$

Для пары щелей №14:

$$\text{№1: } 3.1 \cdot 10^{-3}$$

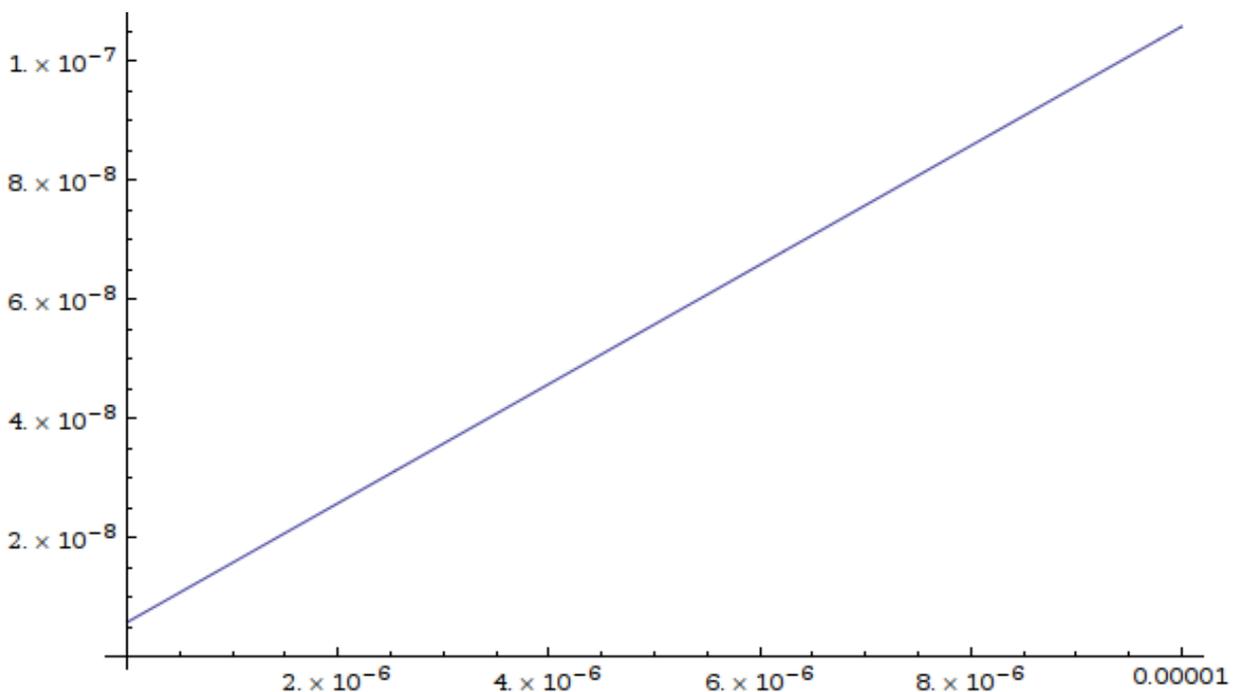
$$\text{№2: } 2.22 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{№3: } 4.14 \cdot 10^{-3}$$

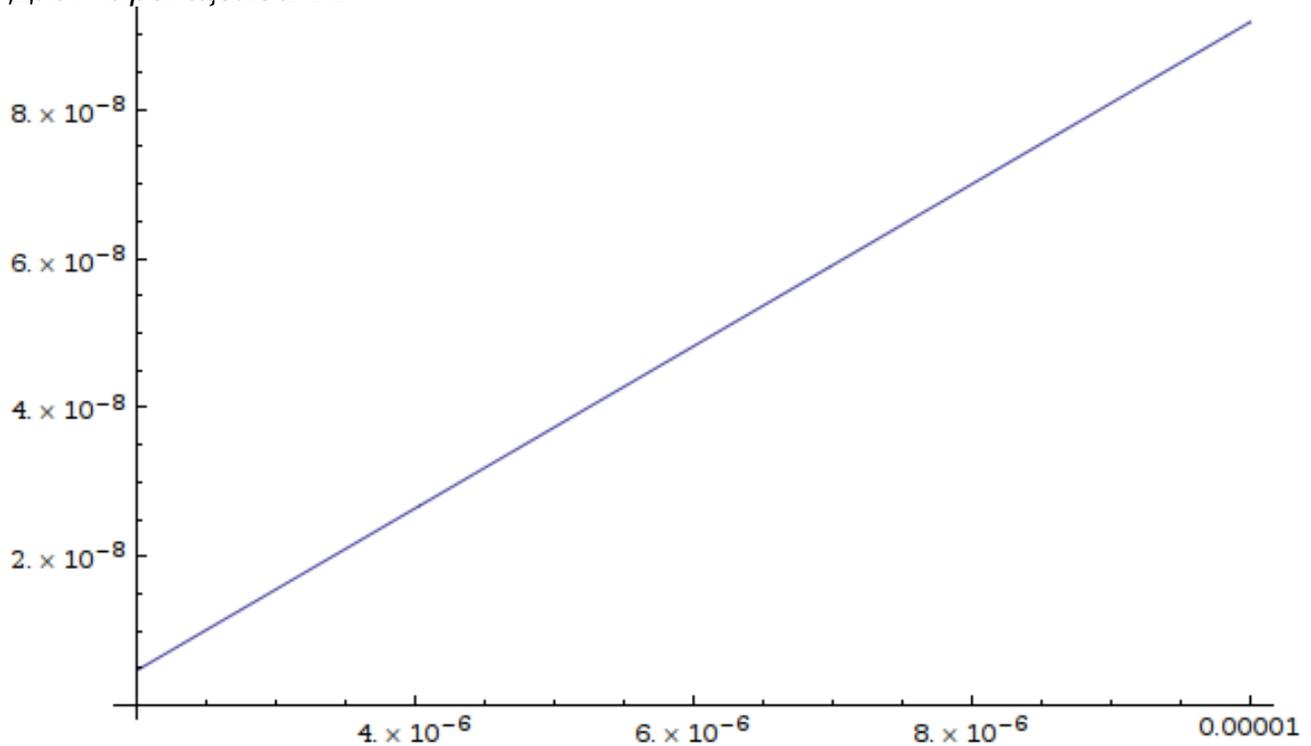
$$\text{№4: } 4.3 \cdot 10^{-3}$$

3.

Для пары щелей 6



Для пары щелей 14



Угловые коэффициенты.

Для первого графика

$$k = (0.01 \pm 1,04 * 10^{-5})$$

Для второго графика

$$k = (0.01088 \pm 6 * 10^{-3})$$

4. Вычисляем длину волны источника

Первое значение

$$i = (4.966 * 10^{-9} \pm 1,9 * 10^{-12})$$

Второе значение

$$i = (7.366 * 10^{-9} \pm 2 * 10^{-12})$$

Среднее

$$i_{avg} = 6.16 * 10^{-9}$$

Примеры вычисления

1. Погрешность Δd вычислялась по сл. формуле

$$\Delta d = \rho(N, P) G_w$$

где $\rho = 0.7, a$

$$G_w = \sqrt{\frac{1}{N * (N - 1)} * \sum (x_i - \bar{x}_i)^2}$$

$$0,7 * G_w = \sqrt{(0,526 - 0,48)^2 + (0,621 - 5,78)^2 + (5,83 - 5,23)^2} = 1,81 * 10^{-11}$$