

# Интерферометр Майкельсона

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ группа

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## 1 Аннотация

В работе при помощи интерферометра Майкельсона проводится измерение длины волны красного лазера.

## 2 Теоретические сведения

Схема интерферометра Майкельсона, исследуемого в работе, приведена на рисунке 1.

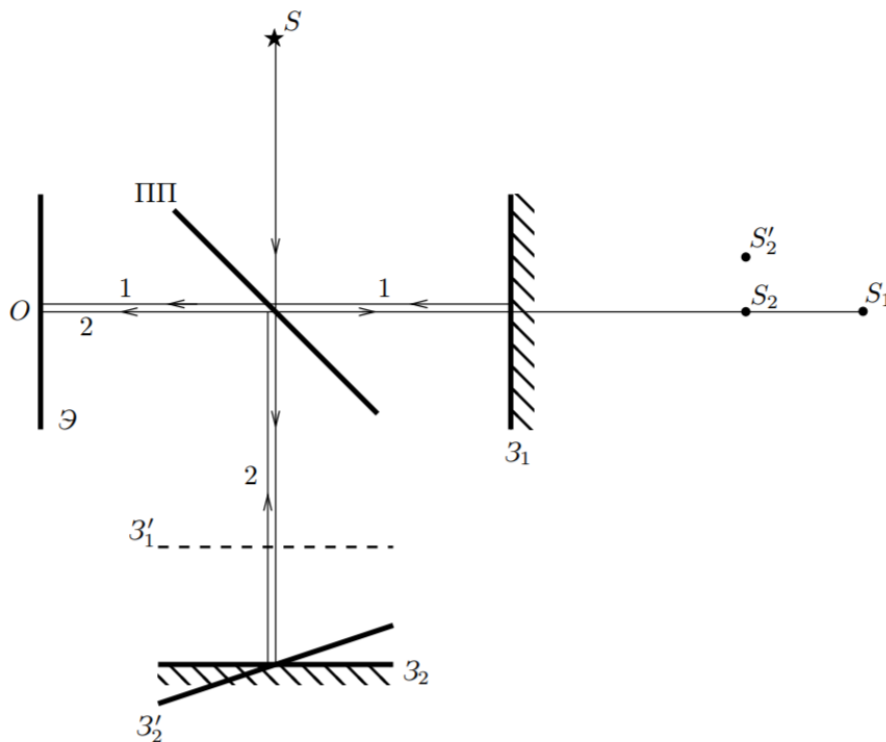


Рис. 1: Схема интерферометра Майкельсона

При помощи полупрозрачного зеркала ПП производится деление луча на две части, которые впоследствии интерферируют на экране О.

$S_1$  и  $S_2$  - первое и второе изображения источника света в зеркале ПП и зеркалах  $Z_1$  и  $Z_2$ . Интерференцию света в интерферометре Майкельсона можно рассматривать, как интерференцию от двух точечных источников.

Если экран перпендикулярен линии, соединяющей два изображения, разность оптического хода лучей на расстоянии  $r$  от центра картины равна

$$\sqrt{L^2 + r^2} - \sqrt{(L - a)^2 + r^2} = a + \frac{r^2 a}{2L(L - a)},$$

где  $L$  - расстояние от  $S_1$  до экрана,  $a$  - расстояние от  $S_1$  до  $S_2$

Если в центре картины наблюдается максимум порядка  $n = \frac{a}{\lambda}$ , то радиусы темных интерференционных колец определяются из формулы

$$a + \frac{r_n^2 a}{2L(L - a)} = n\lambda + a$$

$$r_n = \sqrt{\frac{2n\lambda L(L - a)}{a}}$$

Для больших  $n$  расстояние между кольцами равно

$$\Delta r = \sqrt{\frac{\lambda L(L - a)}{2na}}$$

Если зеркало  $Z_2$  немного повернуто, и источники видны под малым углом  $\beta$ , то расстояние между полосами в центре экрана равно

$$\Delta l = \frac{\lambda}{\beta}$$

Пусть зеркало  $Z_2$  движется со скоростью  $v$ . Если за время  $T$  регистрируется  $N$  колец, то скорость зеркала

$$v = \frac{\lambda N}{2T}$$

Частота отраженного от зеркала сигнала при удалении зеркала  $\omega = \omega_0 \frac{c-v}{c+v}$   
За время  $t$  число колебаний равно

$$N = \frac{2vt}{\lambda(1 + v/c)}$$

### 3 Результаты измерений и их обработки

Настроим установку и измерим радиусы темных интерференционных колец. Для каждого из них рассчитаем величину  $r_n^2/n$ . Здесь  $L_1$  и  $L_2$  - расстояния от экрана до первого и второго изображения источника.

Параметры установки следующие:  $L_1 = 75$  см,  $L_2 = 79$  см. Результаты измерений радиусов колец приведены в таблице.

n	$r_n$ , см	$r_n^2/n$ , см <sup>2</sup>
1	0.45	0.203
2	0.65	0.211
3	0.75	0.188
4	0.90	0.203
5	1.00	0.200
6	1.10	0.202
7	1.20	0.206
8	1.30	0.211
9	1.35	0.203
10	1.40	0.196

Таблица 1: Радиусы темных интерференционных колец

Усредняя, получим

$$\frac{r_n^2}{n} = 0.203 \pm 0.017 \text{ см}^2$$

Можно сделать вывод, что зависимость  $r_n^2 \propto n$  действительно выполняется.

Теперь измерим длину волны излучения. Для этого включим двигатель и посчитаем число колебаний интенсивности  $N$  в центре картины при удалении зеркала на  $l = 32.0$  мм.

Проведем по четыре измерения при двух значениях скорости.

$t$ , мс	$N$
42879	102443
42515	102501
42376	102588
42018	102410

Таблица 2: Результаты измерений для первой скорости

Для первой скорости

$$t_1 = 42.4 \pm 1.0 \text{ с}$$

$$N_1 = 102500 \pm 200$$

$$v_1 = 0.075 \pm 0.002 \text{ см/с}$$

$$\lambda_1 = \frac{2l}{N_1} = 624.5 \pm 1.2 \text{ нм}$$

Для второй скорости:

$t$ , мс	$N$
83808	104442
83533	104496
83118	104285
83464	104295

Таблица 3: Результаты измерений для второй скорости

$$t_2 = 83.5 \pm 0.6 \text{ с}$$

$$N_2 = 104400 \pm 300$$

$$v_2 = 0.038 \pm 0.005 \text{ см/с}$$

$$\lambda_2 = \frac{2l}{N_2} = 613.1 \pm 1.2 \text{ нм}$$

Из двух измерений  $\lambda = 618 \pm 4$  нм.

Точное значение длины волны лазера  $\lambda_{theor} = 638$  нм. Большое различие с измеренной длиной волны можно объяснить неточностью значения смещения зеркала.

## 4 Вывод

Измеренная длина волны оказалась меньше табличного значения. Это можно объяснить неточностью установки.