

## Лаба 4.4.4. Интерферометр Фабри—Перо

**Цель работы:** измерение длины волны жёлтых линий ртути, жёлтого дублета натрия, определение спектральных характеристик интерферометра Фабри—Перо.

**В работе используются:** интерферометр Фабри—Перо, линзы, светофильтры, ртутная и натриевая лампы, катетометр КН-6.

**Теоретическая часть:**

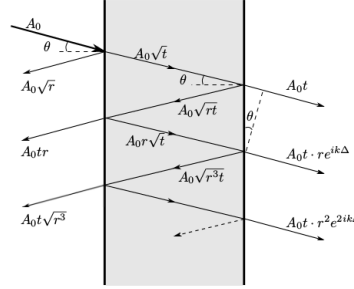


Рис. 1: Амплитуды волн в интерферометре Фабри—Перо. Для прошедших волн также указаны набег фаз

1. Разность хода двух интерферирующих волн, падающих на интерферометр:

$$\Delta = 2L \left( \frac{1}{\cos \theta} - \operatorname{tg} \theta \sin \theta \right) = 2L \cos \theta,$$

где  $L$  — расстояние между зеркалами, или база интерферометра. Интерференционные максимумы:

$$2L \cos \theta_m = m\lambda$$

2. Для малых углов  $\theta_m \ll 1$  и больших порядков спектра имеем  $m \approx M = 2L/\lambda$ ,

$$-2L \sin \theta_m d\theta = -2L \theta_m d\theta = m d\lambda \approx \frac{2L}{\lambda} d\lambda,$$

и угловая дисперсия:

$$D = \frac{d\theta}{d\lambda} = -\frac{m}{2L \sin \theta_m} \approx -\frac{1}{\lambda \theta_m}$$

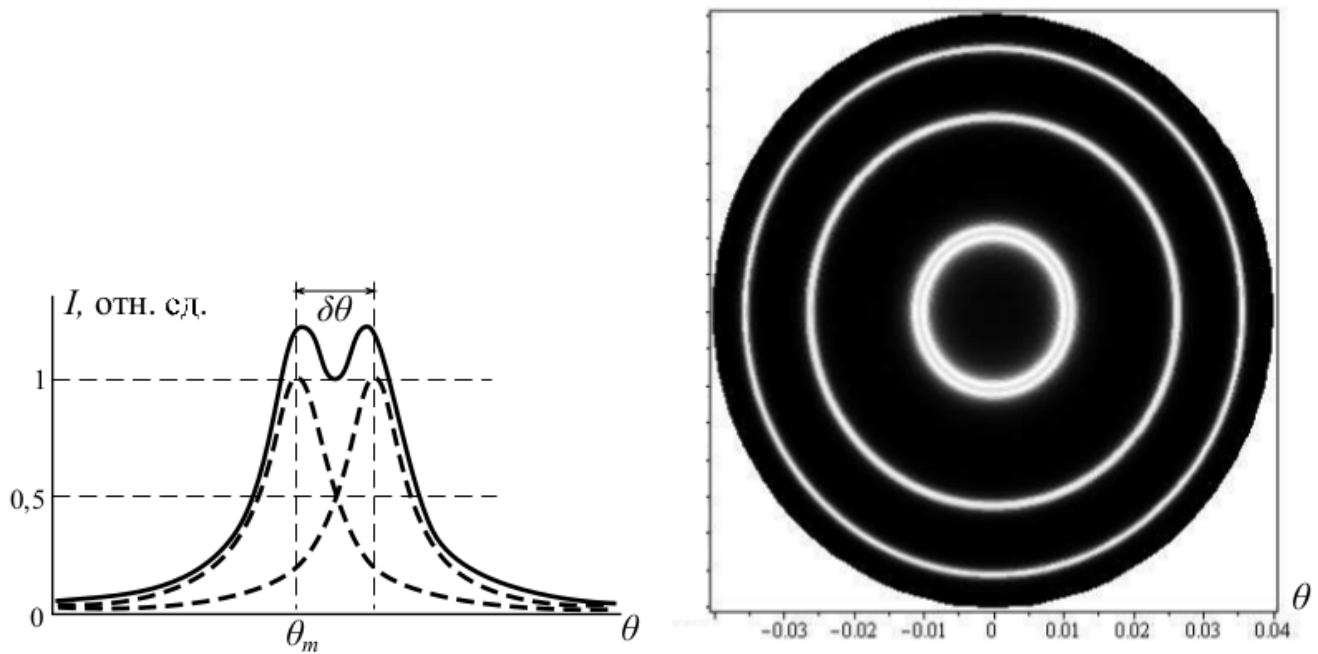


Рис. 2: Условие Релея для интерферометра Фабри–Перо: а) интенсивности близких линий и их сумма (схематично); б) расчётное изображение спектра двух близких линий

Разрешающая способность для порядка спектра  $m \approx 2L/\lambda$  равна:

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = \frac{\pi\sqrt{r}}{1-r}m$$

**Экспериментальная установка:**

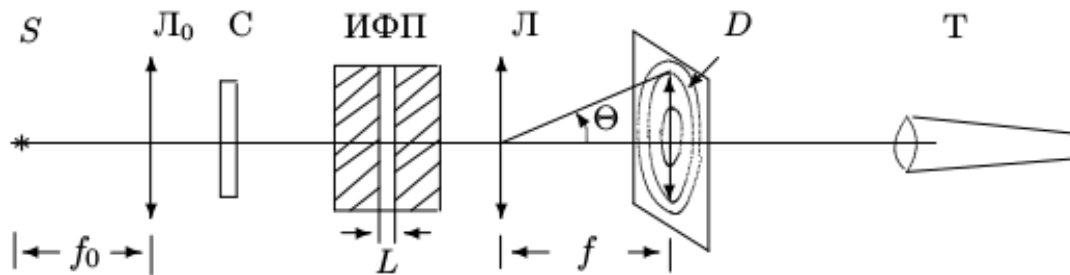


Рис. 3: Схема экспериментальной установки

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Свет от лампы  $S$ , пройдя через линзу  $L_0$  и светофильтр  $C$ , попадает на интерферометр Фабри–Перо (ИФП). Линза  $L_0$  служит для формирования пучка лучей (слегка сходящегося или слегка расходящегося). Интерференционные кольца наблюдаются в фокальной плоскости линзы  $L$ . Картина рассматривается через зрительную трубу  $T$ , сфокусированную на эту плоскость. Диаметры колец измеряются с помощью микроскопа катетометра. Зрительная труба  $T$ , отсчётный микроскоп — элементы катетометра — прибора, предназначенного для измерения расстояний в вертикальной плоскости вдоль вертикальной оси.

## Ход работы:

1. В спектре ртутной лампы лабораторная установка позволяет наблюдать интерференционные кольца от зелёной линии, двух жёлтых и одной фиолетовой, в спектре натриевой лампы — жёлтый дублет. С помощью катетометра измерим вертикальные координаты 5–6 диаметров для каждой спектральной линии. Пройдя центр, последовательно зафиксируем вторые координаты тех же колец. Пронумеровав предварительно кольца для каждой линии  $i = 1, \dots, 5, 6$  ( $i = 1$  для кольца минимального диаметра), запишем соответствующие одному кольцу координаты друг под другом. Для спектра ртутной лампы измеряются диаметры зелёной и двух жёлтых линий (всего 30–36 отсчётов вертикальной координаты).

Положение центра —  $170.52^\circ$ .

Кольцо	1 Ж	1 З	2 Ж	2 З	3 Ж	3 З	4 Ж	4 З	5 Ж	5 З
Начало, °	165.74	165.35	163.96	161.22	160.32	158.54	157.77	156.32	155.57	154.50
Конец, °	165.35	164.32	163.42	160.75	159.95	158.14	157.33	155.95	155.33	154.39

2. Параметры установки:  $F_0 = 50$  мм,  $F_1 = 110$  мм.

3. Рассчитаем номер центрального кольца:

$$m = \frac{2L \cos \theta}{\lambda} \approx 336$$

4. Рассчитаем дисперсионную область:

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda}{m} \approx \frac{\lambda^2}{2L} \approx 1.8 \cdot 10^{-9}$$

5. Рассчитаем расстояние  $L$  между зеркалами:  $L = \lambda 4f^2 \frac{1}{k} \approx 0.12$  мм

6. Оценим аппаратную разрешающую способность интерферометра:

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = \frac{4f^2}{D\delta r} \approx 1.5 \cdot 10^5$$

7. Рассчитаем теоретические значения добротности и числа интерферирующих лучей:

$$Q \approx \frac{2\pi L}{\lambda(1-k)} \approx 9.2 \cdot 10^3$$

$$R = mN \rightarrow N = R/m \approx 4.5 \cdot 10^3$$

## Вывод:

ознакомились с принципом работы интерферометра Фабри-Перо, определили его основные спектральные характеристики, определили длину волны желтого дуплета натрия.