

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ФИЗТЕХ-ШКОЛА РАДИОТЕХНИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Лабораторная работа 4.5.3
Сканирующий интерферометр

Устюжанина Мария
Группа Б01-107

Цель работы: Знакомство с устройством и работой газового лазера непрерывного действия, со спектральными характеристиками лазерного излучения, а также с устройством и принципом действия сканирующего интерферометра Фабри—Перо.

В работе используются: *He – Ne*-лазер с блоком питания; сканирующий интерферометр Фабри—Перо; поляроид; пластинка $\lambda/4$; линза; фотодиод; электронный осциллограф.

1 Установка

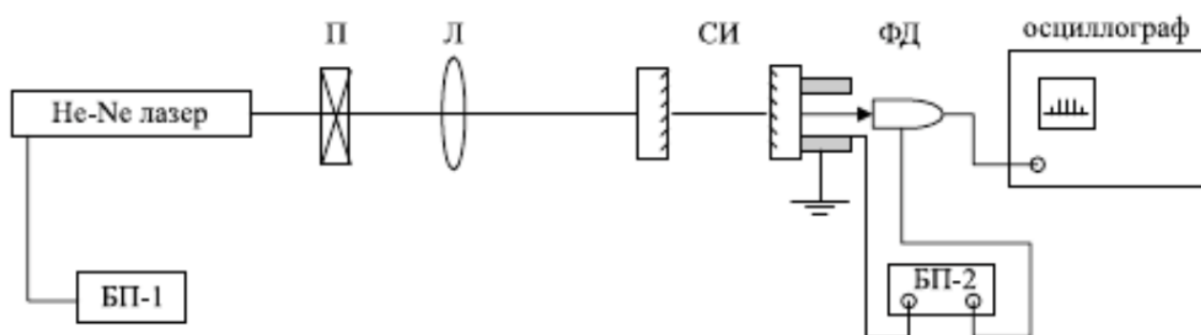


Рис. 1: Схема экспериментальной установки

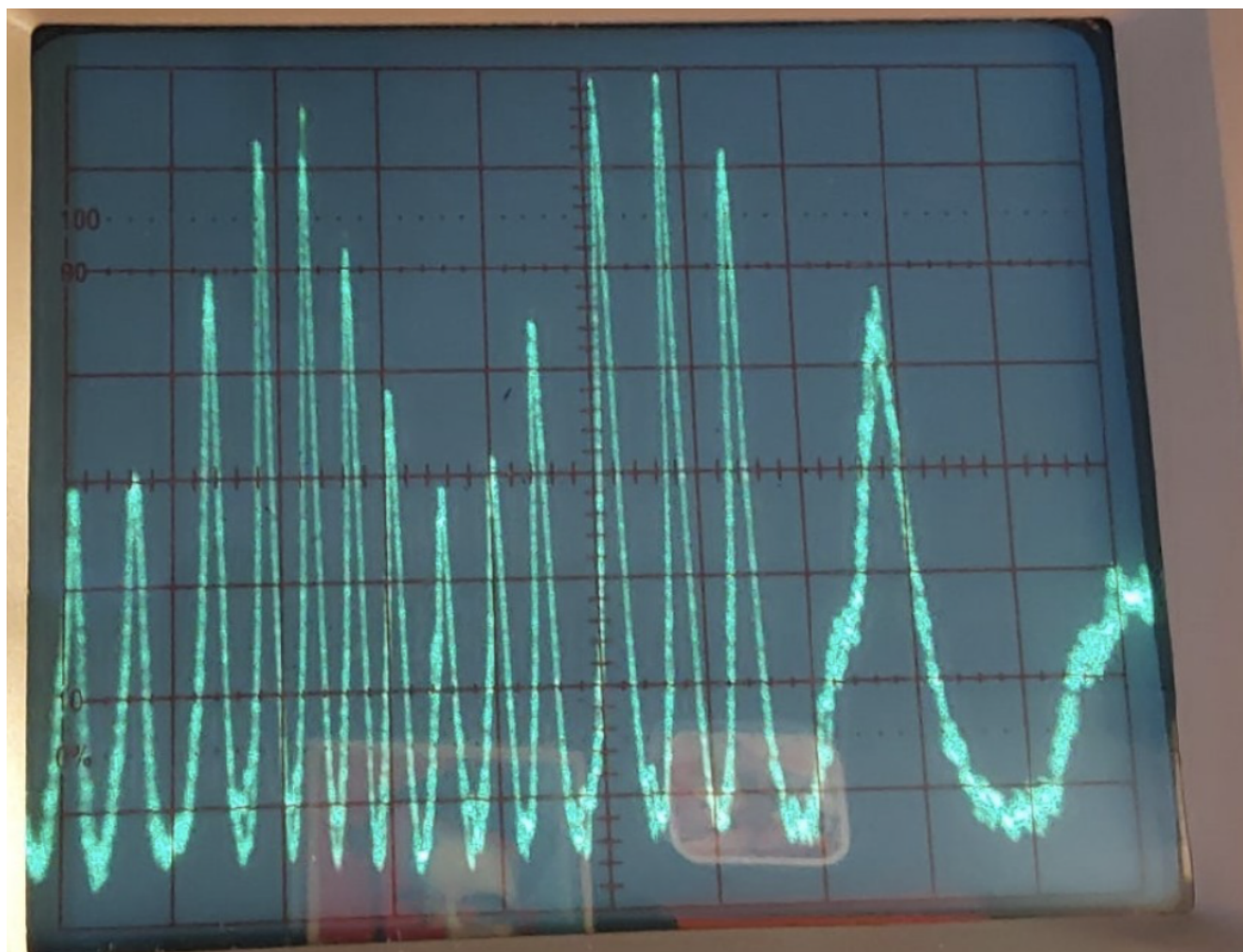


Рис. 2: Картина мод на осциллографе

2 *Ход работы:*

1. Вычислим межмодовое расстояние резонатора в единицах ν и λ . Учитывая, что длина лазера $L = 65$ см и $\lambda = 632.8 \cdot 10^{-9}$ м

$$\Delta\nu = \nu_{m+1} - \nu_m = \frac{c}{2L} \simeq 2.3 \cdot 10^8 \text{ Гц}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_{m+1} - \lambda_m = \frac{\lambda^2}{2L} = 0.3 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

2. По картине на осциллографе определим число промежутков между модами внутри одного доплеровского контура:

$$N = 6 \pm 1$$

3. Найдем видимую ширину спектральной линии неона:

$$\Delta\lambda_{Ne} = \frac{m \cdot \Delta\lambda}{2} = (0.9 \pm 0.15) \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

4. Учитывая, что ширина спектральной линии обусловлена эффектом Доплера и что видимая ширина линии неона порядка полуширины доплеровского контура $[\Delta\lambda(Ne) \simeq \Delta\lambda_D]$, найдем

среднюю скорость атомов неона вдоль оси лазера:

$$v_x \simeq \frac{\Delta\lambda_D}{\lambda} \cdot c \simeq (426 \pm 71) \text{ м/с}$$

А также значение газокINETической температуры ($m = 33.5 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$):

$$\frac{mv_x^2}{2} = \frac{kT}{2} \Rightarrow T = \frac{mv_x^2}{k} = 440 \pm 145 \text{ K}$$

5. Найдем дисперсионную область сканирующего интерферометра:

$$\Delta\lambda_{SI} = \frac{\lambda}{m} = \frac{\lambda^2}{2l} = \frac{(632.8 \cdot 10^{-9})^2}{2 \cdot 0.09} \simeq 2.2 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

она получилась в 2 раза больше, чем $\Delta\lambda_{Ne}$

6. Сравним значения ширины отдельной моды на полувысоте с межмодовым расстоянием:

$$n = 3 \pm 0.5$$

7. Найдем разрешение $\delta\lambda$ сканирующего интерферометра:

$$\delta\lambda = \frac{\Delta\lambda}{n} = (0.1 \pm 0.016) \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

8. Оценим разрешающую способность:

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = (6.328 \pm 1.012) \cdot 10^6$$

9. Рассчитаем коэффициент отражения зеркал интерферометра:

$$R = \frac{2\pi l}{\lambda(1-r)} \Rightarrow r = 1 - \frac{2\pi l}{\lambda R} = 0.86 \pm 0.02$$

3 Выводы

Мы в ходе работы познакомились со сканирующим интерферометром Фабри—Перо.

Нашли видимую ширину спектральной линии неона:

$$\Delta\lambda_{Ne} = (0.9 \pm 0.15) \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

Оценили среднюю скорость атомов неона вдоль оси лазера:

$$v_x = (426 \pm 71) \text{ м/с}$$

Посчитали газоеинтеическую температуру атомов неона:

$$T = (440 \pm 145) \text{ K}$$

Нашли разрешение интерферометра Фабри-Перо:

$$\delta\lambda = (0.10 \pm 0.02) \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

Оценили разрешающую способность интерферометра:

$$R = (6 \pm 1) \cdot 10^6$$

Посчитали коэффициент отражения зеркал интерферометра:

$$r = (0.86 \pm 0.02)$$