

4.5.3 Сканирующий интерферометр

Александр Романов Б01-107

1 Введение

1.1 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.

1.2 В работе используются

He—Ne-лазер с блоком питания; сканирующий интерферометр Фабри—Перо; поляризатор; пластинка $\lambda/4$; линза; фотодиод; электронный осциллограф.

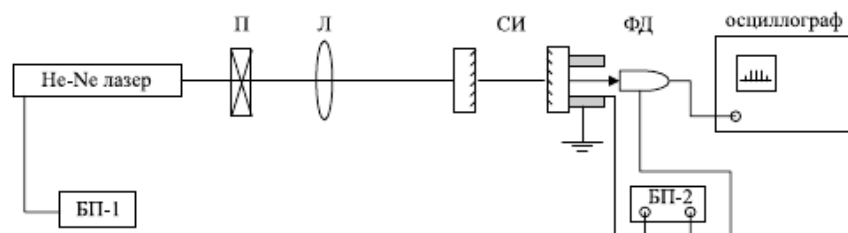


Рис. 1: Схема экспериментальной установки

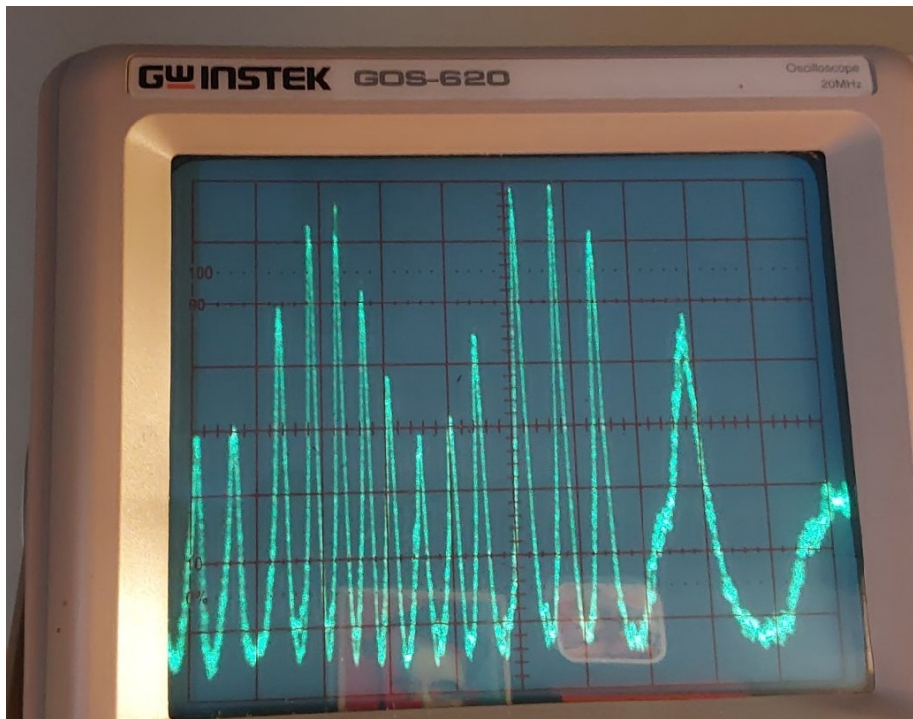


Рис. 2: Картина мод на осциллографе

2 Работа

2.1

Расчитаем межмодовое расстояние резонатора в единицах ν и λ . Длина лазера $L = 65 \text{ см}$ и $\lambda = 632.8 \cdot 10^{-9} \text{ м}$

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

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

2.2

Сосчитаем на экране число промежутков между модами внутри одного доплеровского контура:

$$N = 6 \pm 1$$

Оценим видимую ширину спектральной линии неона:

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

2.3

Полагая, что ширина спектральной линии обусловлена эффектом Доплера и что видимая ширина линии неона порядка полуширины доплеровского контура $[\Delta\lambda(Ne) \simeq \Delta\lambda_D]$, оценим среднюю скорость атомов неона вдоль оси лазера:

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

И газокINETическую температуру ($m = 33.5 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$):

$$\frac{mv_x^2}{2} = \frac{kT}{2} \Rightarrow T = \frac{mv_x^2}{k} \simeq (440 \pm 145) \text{ К}$$

2.4

Расчитаем дисперсионную область сканирующего интерферометра:

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

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

2.5

Сравним ширину отдельной моды на полувысоте с межмодовым расстоянием.

$$n = 3 \pm 0.5$$

Оценим разрешение $\delta\lambda$ сканирующего интерферометра:

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

Оценим разрешающую способность:

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

Оценим коэффициент отражения зеркал интерферометра:

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

3 Выводы