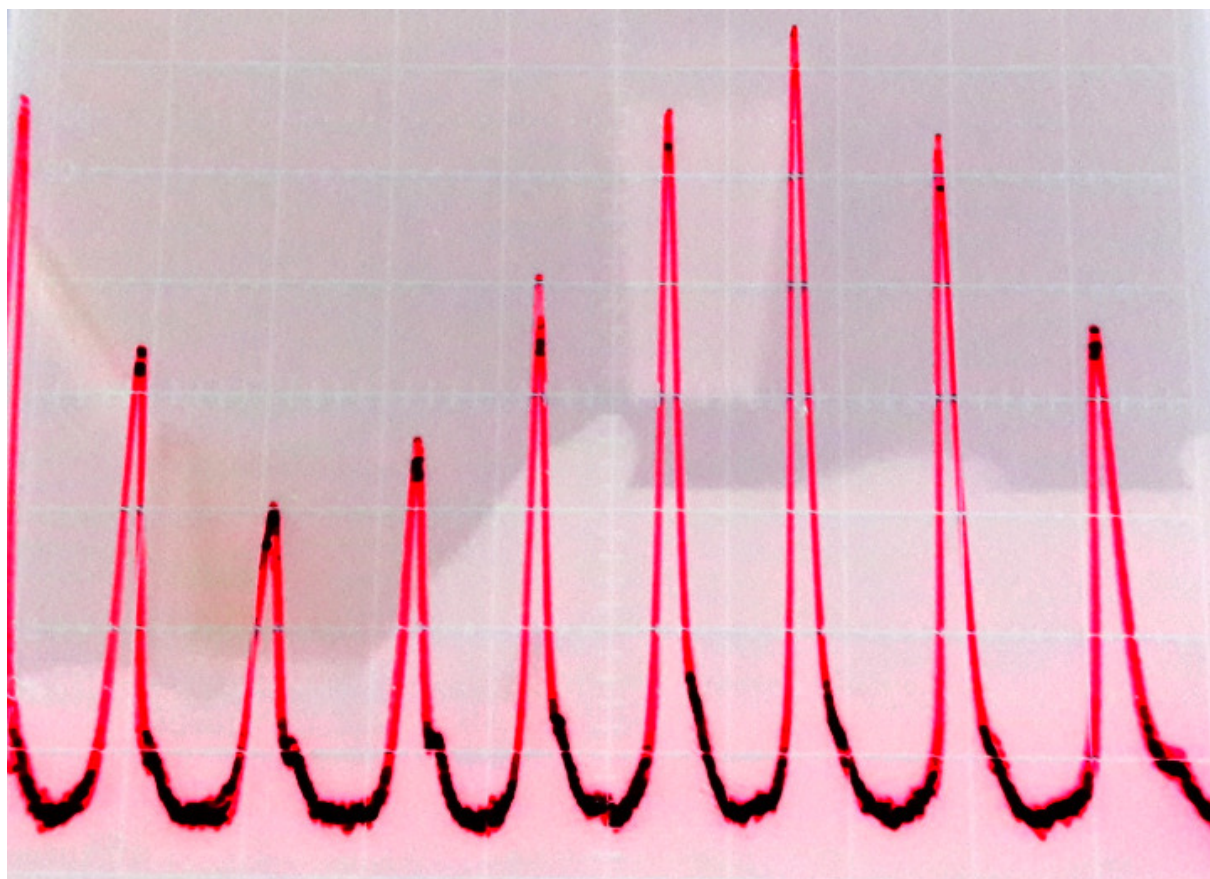


МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.5.3

Сканирующий интерферометр



Маршрут X

10 мая 2019 г.

16 мая 2019 г.

Работу выполнил
Ринат Валиев, 711 гр.

Под руководством
В.В. Лобачёва

Постановка эксперимента

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.

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

Схема установки

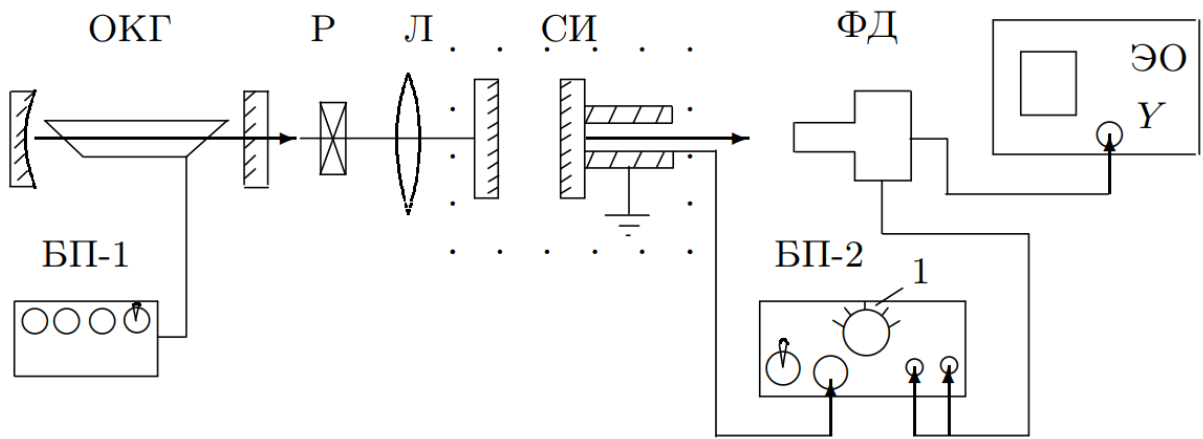


Рис. 1: Схема установки для наблюдения дифракции на акустической решетке

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 6. Излучение He-Ne лазера (ОКГ) проходит через поляризационную развязку Р и линзу Л и поступает на вход сканирующего интерферометра (СИ).

Теоретическая часть

$$\Delta\nu = \frac{c}{2L} \quad \Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2L} \quad - \quad \text{интерферометр внутри лазера.}$$

$$\Delta\nu_{\text{СИ}} = \frac{c}{2l} \quad \Delta\lambda_{\text{СИ}} = \frac{\lambda^2}{2l} \quad - \quad \text{интерферометр Фабри – Перо.}$$

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = \frac{2\pi l}{\lambda(1-r)}$$

$$R = \frac{2\pi l\sqrt{r}}{\lambda(1-r)} = Q\sqrt{r}$$

Выполнение работы

$$\lambda = 6328 \text{ \AA}, l = 9 \text{ см}, L = 55 \text{ мм}$$

1. Рассчитаем межмодовое расстояние резонатора ОКГ в единицах λ и ν по формуле:

$$\Delta\nu = \frac{c}{2L} = 273 \text{ МГц}, \quad \Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2L} = 364 \cdot 10^{-5} \text{ \AA}$$

2. Подсчитаем число промежутков и оценим видимую ширину спектральной линии Неона:

Имеем порядка 7 межмодовых промежутка, тогда:

$$\Delta\lambda(Ne) \approx 7 \cdot \Delta\lambda \approx 2.4 \cdot 10^{-2} \text{ \AA}, \quad \Delta\lambda \approx 1900 \text{ МГц}$$

3. Полагая, что ширина спектральной линии обусловлена только эффектом Доплера и что видимая ширина линии Неона порядка полуширины доплеровского контура ($\Delta\lambda(Ne) \approx \Delta\lambda_D$), оценим скорость атомов Ne и газокINETическую температуру в разряде.

$$v_x \approx c \frac{\Delta\lambda_D}{2\lambda} = 570 \text{ м/с}, \quad T \approx \frac{mv_x^2}{k} = 760 \text{ К}$$

4. Рассчитаем доплеровскую область $\Delta\lambda_{\text{СИ}}$ сканирующего интерферометра:

$$\Delta\lambda_{\text{СИ}} = \frac{\lambda^2}{2l} \approx 2.2 \cdot 10^{-2} \text{ \AA}, \quad \Delta\lambda_{\text{СИ}} = 1670 \text{ МГц}$$

Полученные результаты довольно точно сходятся с ранее полученными данными.

5. Оценим разрешение $\delta\lambda$ и разрешающую способность интерферометра:

$$\delta\lambda \approx \frac{\Delta\lambda}{5} = 73 \cdot 10^{-5} \text{ \AA}, \quad R \approx \frac{\lambda}{\delta\lambda} = 8.7 \cdot 10^6$$

6. Оценим коэффициент отражения зеркал интерферометра:

$$(1 - r) = \frac{2\pi l}{\lambda R} = \frac{\delta\lambda \cdot 2\pi l}{\lambda^2} \implies r = 1 - \frac{\delta\lambda \cdot 2\pi l}{\lambda^2} = 0.897 \approx 0.9$$

Итоги

Изучены интерферометр Фабри-Перо и сканирующий интерферометр. Также оценены различные параметры лазера, резонатора и параметров интерферометра Фабри-Перо.

$$R \approx 0.87 \cdot 10^6 \quad r \approx 0.9 \quad T \approx 760 \text{ К} \quad \Delta\lambda_{\text{СИ}} \approx 2.2 \cdot 10^{-2} \text{ \AA} \quad \Delta\nu_{\text{СИ}} \approx 1670 \text{ МГц}$$