

Лабораторная работа 4.4.4.
ИНТЕРФЕРОМЕТР ФАБРИ-ПЕРО

Хайдари Фарид, Б01-901

7 апреля 2021 г.

Содержание

1	Теоретические сведения	3
1.1	Измерение длин волн λ и расстояний $d\lambda$ между спектральными линиями	5
1.2	Дисперсия интерферометра	6
1.3	Дисперсионная область	6
1.4	Разрешающая способность интерферометра Фабри-Перо	6
2	Экспериментальная установка	6
3	Ход работы	6

Цель работы: Изучение интерферометра Фабри-Перо и определение его характеристик, как спектрального прибора.

В работе используются: Интерферометры Фабри-Перо, линзы, светофильтр, ртутная лампа ПРК-2, высокочастотная натриевая лампа, катетометры КМ-6.

1 Теоретические сведения

Интерферометр Фабри-Перо как спектральный прибор высокой разрешающей силы находит широкое применение в лабораторной практике. Он предназначен главным образом для исследования тонкой структуры спектральных линий, а также является неотъемлемым элементом любого лазера, где выполняет роль оптического резонатора.

Интерферометр Фабри-Перо состоит из двух стеклянных (или кварцевых) пластин P_1 и P_2 (рис. 1.1), внутренние плоские поверхности которых хорошо отполированы (с точностью до $10^{-2}\lambda$) и установлены параллельно друг другу. На эти поверхности наносятся хорошо отражающие покрытия. Наряду с металлическими покрытиями (Ag , Al), для которых коэффициент отражения $r \simeq 0.9$, в настоящее время широко применяются диэлектрические многослойные интерференционные покрытия, для которых $r \simeq 0.99$ и даже выше. Наружные поверхности пластин обычно составляют небольшой угол с внутренними, чтобы световой блик, отражённый от наружных поверхностей, не мешал наблюдениям.

Интерферометр Фабри-Перо можно рассматривать как плоскопараллельную воздушную пластину, на которой происходят многократные отражения и интерференция световых лучей. Интерференционная картина, наблюдаемая в фокальной плоскости линзы L , состоит из концентрических колец равного наклона. Для двух соседних лучей,

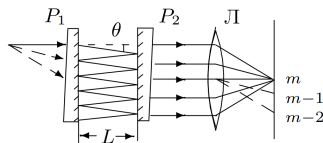


Рис. 1.1: Интерферометр Фабри-Перо

распространяющихся между зеркалами интерферометра под углом θ , разность хода определяется соотношением

$$\Delta = 2L \cos \theta, \quad (1)$$

где L — расстояние между зеркалами интерферометра. Равенство (1) — частный случай известной формулы для плоскопараллельной пластины с показателем преломления n : $\Delta = 2Ln \cos \psi$; ψ — угол преломления луча в пластине.

Пусть r и t — коэффициенты отражения и пропускания зеркал интерферометра (по интенсивности). Если амплитуду падающей волны обозначить через A_0 , то амплитуда первого луча, прошедшего через интерферометр, равна $A_0 t$, второго $A_0 t r$, третьего $A_0 t r^2$ и т. д. В комплексном представлении амплитуды этих лучей составляют бесконечную геометрическую прогрессию

$$A_0 t, A_0 t r e^{ik\Delta}, A_0 t r^2 e^{i2k\Delta}, A_0 t r^3 e^{i3k\Delta}, \dots, \quad (2)$$

где $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ — волновое число для света. Знаменатель прогрессии равен $r e^{ik\Delta}$. В фокальной плоскости линзы происходит сложение всех лучей. Результирующая амплитуда равна

$$A = \frac{A_0 t}{1 - r e^{ik\Delta}}. \quad (3)$$

Найдём интенсивность I прошедшего света:

$$I = AA^* = \frac{I_0 t^2}{1 + r^2 - 2r \cos k\Delta}, \quad (4)$$

где $I_0 = A_0^2$ — интенсивность падающей волны. На рис. 1.2 представлена зависимость отношения $\frac{I}{I_0}$ от порядка интерференции $\frac{\Delta}{\lambda}$ для разных значений коэффициента отражения. Как видно из (4), максимумы этого распределения достигаются при целых значениях $\frac{\Delta}{\lambda}$. При этом $I_{max} = I_0$, т. е. интерферометр в этом случае является идеально прозрачной системой. Разумеется, этот результат справедлив только в отсутствие поглощения света в зеркалах. При достаточно больших значениях коэффициента отражения ($r \gtrsim 0.9$) интерференционная картина состоит из узких светлых колец, разделённых широкими тёмными промежутками. Это является следствием интерференции большого

числа лучей (многолучевая интерференция). При $r \lesssim 0.1$ наблюдается плавное чередование слабо выраженных максимумов и минимумов, характерное для интерференции двух лучей, сильно различающихся по амплитуде.

1.1 Измерение длин волн λ и расстояний $d\lambda$ между спектральными линиями

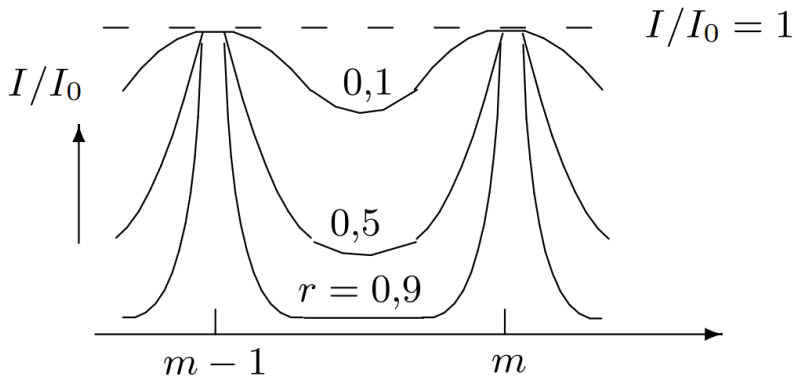


Рис. 1.2: Распределение интенсивности в проходящем свете в зависимости от порядка интерференции $\frac{\Delta}{\lambda}$

1.2 Дисперсия интерферометра

1.3 Дисперсионная область

1.4 Разрешающая способность интерферометра Фабри-Перо

2 Экспериментальная установка

3 Ход работы