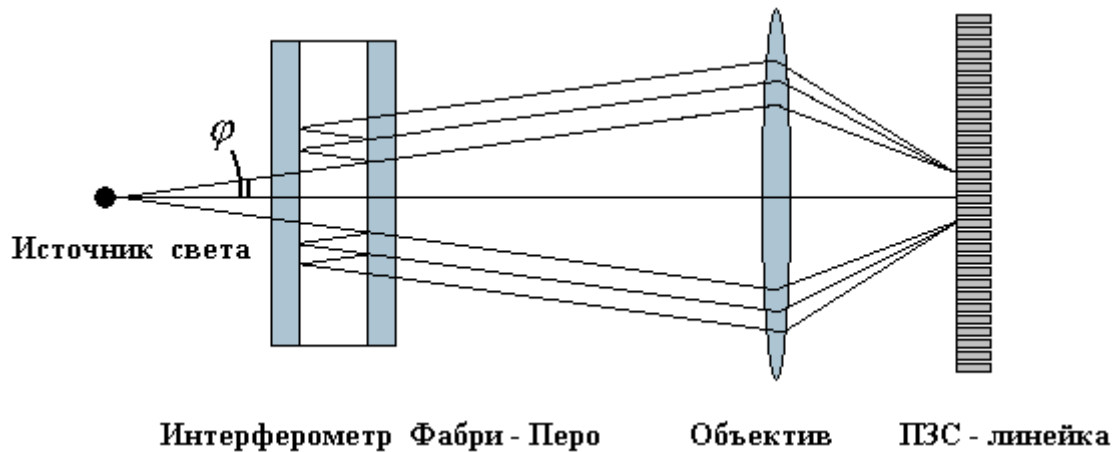
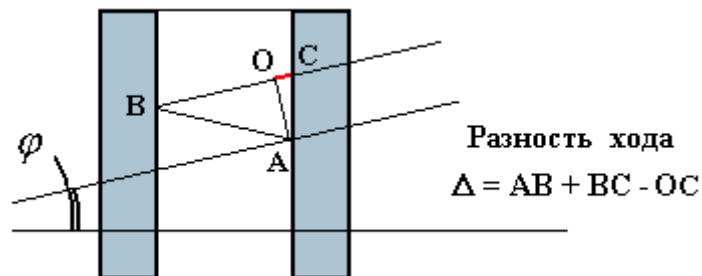


Интерферометр Фабри-Перо .

Интерферометр Фабри-Перо - спектральный прибор высокой разрешающей силы для измерения малых отличий длин волн ($R \sim \lambda / \Delta\lambda \gg \dots > 1$) в спектрах оптического диапазона. Оптическая схема использования интерферометра изображена на рисунке.



В фокальной плоскости объектива образуются яркие интерференционные максимумы плотности излучения в том случае, если разность хода интерферирующих лучей равна целому числу длин волн, а разность фаз равна $2\pi m$, m - целое число, порядок интерференции.



Разность хода в интерферометре Фабри-Перо.

В интерференционном максимуме порядок интерференции (см. рисунок) оказывается равным

$$2 h k \cos \varphi = m ; \quad m - \text{целое} ; \quad k = 1/\lambda;$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2 \varphi}} ; \quad \operatorname{tg} \varphi = r/f; \quad (1)$$

Здесь $k = 1/\lambda$ - волновое число, λ - длина волны, r - радиус интерференционного кольца Фабри-Перо, f - фокусное расстояние объектива.

Радиусы наблюдаемых колец ограничены апертурой спектрографа и обычно малы по сравнению с фокусным расстоянием объектива $r / f \ll 1$, поэтому с высокой точностью можно считать

$$2 h k \left(1 - 1/2 \frac{r^2}{f^2} \right) \cong m . \quad (2)$$

Отметим, что порядок интерференции, и, следовательно, разрешающая сила, уменьшаются с ростом радиуса кольца.

Соотношение (2) определяет радиусы колец для излучения с заданной величиной волнового числа, соседние кольца отличаются по порядку интерференции на единицу.

При достаточно широком спектре излучения различные кольца могут перекрываться; в частности соседние ($\Delta m = 1$) кольца совпадут, если они отличаются по волновому числу на величину Δk , определяемую условиями:

$$2 h k \left(1 - 1/2 \frac{r^2}{f^2} \right) = m - 1$$

$$2 h (k + \Delta k) \left(1 - 1/2 \frac{r^2}{f^2} \right) = m . \quad (3)$$

Эти условия определяют **спектральную ширину** интерферометра Фабри-Перо:

$$\Delta k = \frac{1}{2h} \frac{1}{1 - \frac{r^2}{2f^2}} \cong \frac{1}{2h} . \quad (4)$$

Спектральные линии, отличающиеся по волновому числу не более, чем на Δk , образуют выраженные неперекрывающиеся кольца, в **каждом кольце - один и тот же порядок интерференции m для всех компонентов наблюдаемого мультиплета.**

Отметим, что в пределах кольца $\frac{\Delta k}{k} \approx \frac{1}{m} \ll 1$.

Интерферометр Фабри-Перо, как и всякий интерферометр, измеряет разности (или отношения) волновых чисел (длин волн, частот), но не само по себе волновое число, **поэтому один из компонентов мультиплета должен быть известен.**

В пределах одного кольца ($m = \text{const}$) для компонента с волновым числом $k = k_0 + dk$ из пары соотношений (1) имеем:

$$k = k_0 \sqrt{\frac{1 + \frac{r^2}{f^2}}{1 + \frac{r_0^2}{f^2}}} , \quad (5)$$

или :

$$dk = k_0 \left(\sqrt{\frac{1 + \frac{r^2}{f^2}}{1 + \frac{r_0^2}{f^2}}} - 1 \right) , \quad (6)$$

индекс «ноль» отмечает волновое число k_0 и радиус r_0 кольца **известного** компонента мультиплета ; r - радиус кольца **неизвестного** компонента мультиплета, r и r_0 - измеряемые по интерферограмме величины.

Формулы (5) и (6) решают поставленную задачу - нахождение спектра мультиплета.

Отметим:

- 1) для нахождения спектра достаточно измерения **радиусов** в одном (любом) кольце;
- 2) фокусное расстояние объектива должно учитывать его хроматическую aberrацию.

В пределах одного кольца можно сопоставить каждому значению радиуса определенное волновое число, тогда формулы (5) и (6) дают возможность преобразования одного (любого) кольца интерферограммы Фабри-Перо (распределения интенсивности излучения по радиусу) в «*спектр*» -распределение интенсивности по волновому числу (длине волны). Из (6) находим :

$$r(dk) = f \sqrt{ \left(1 + \frac{r_0^2}{f^2} \right) \left(1 + \frac{dk}{k_0} \right)^2 - 1 } , \quad (7)$$

после чего распределение интенсивности излучения по радиусу преобразуется в *спектр* :

$$I(r) \Rightarrow I(r(dk)) .$$

Условия, позволяющие результат преобразования считать *спектром* (аппаратная функция), в настоящем приложении не обсуждаются.

Литература.

1. Зайдель А.Н., Островская Ю.И. Техника и практика спектроскопии. -М.: Наука, ГИФМЛ, 1972.