

Лекция № 12

Дифракция света

Дифракция Фраунгофера

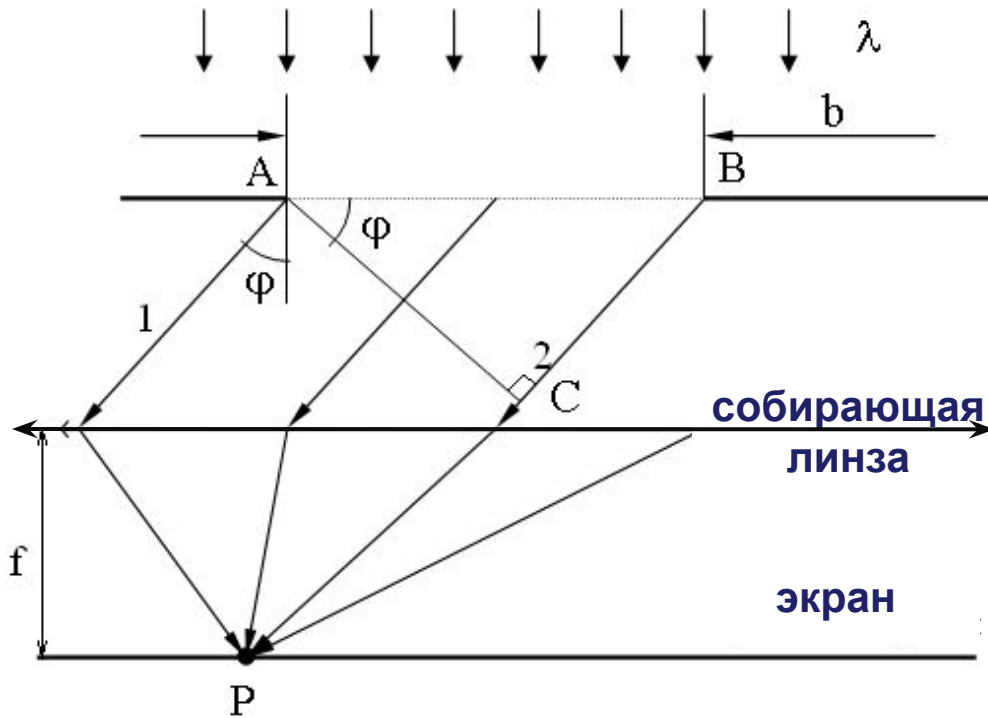
Фраунгофер Йозеф

1787-1826

- **Немецкий физик.**
- **Научные работы относятся к физической оптике.**
- **Внёс существенный вклад в исследование дисперсии и создание ахроматических линз.**
- **Фраунгофер изучал дифракцию в параллельных лучах (дифракция Фраунгофера)**
 - с начала от одной щели, а потом от многих.
- **Большой заслугой учёного является использование с 1821 года дифракционных решеток для исследования спектров.**



Дифракция на одной щели

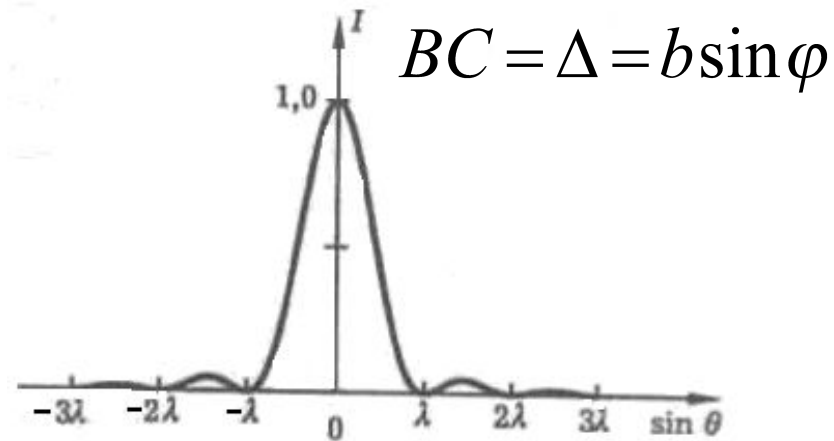
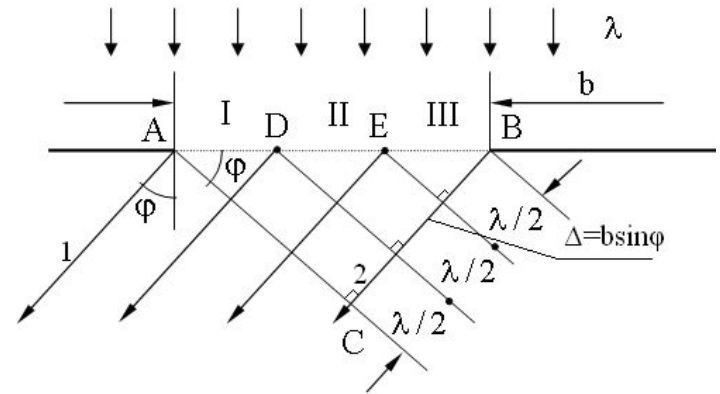


Если

в щели укладывается
НЕЧЕТНОЕ число зон Френеля

$$b \sin \varphi = \pm \left(k + \frac{1}{2} \right) \lambda \quad k=1, 2, 3, \dots$$

в точке P будет наблюдаться
МАКСИМУМ



в щели укладывается
ЧЕТНОЕ число зон Френеля

$$b \sin \varphi = \pm k \lambda \quad k=1, 2, 3, \dots$$

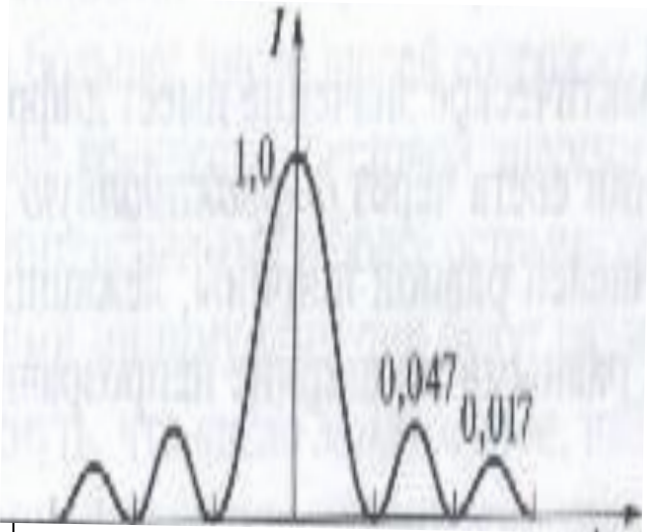
в точке P будет наблюдаться
МИНИМУМ

Дифракция Фраунгофера (1820) -дифракция в параллельных лучах

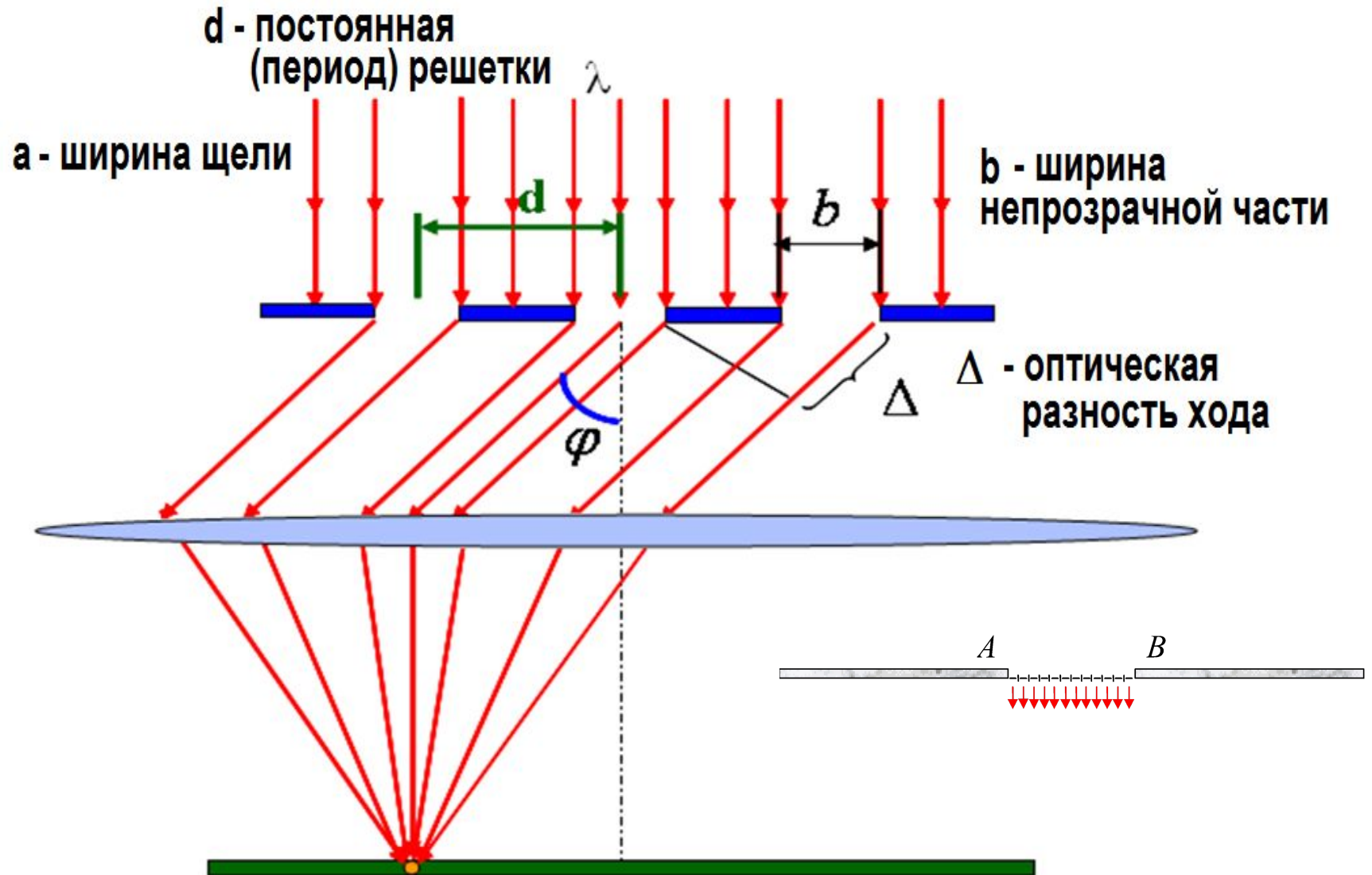


Дифракция Фраунгофера на одной щели

Joseph Fraunhofer
(1787-1826)



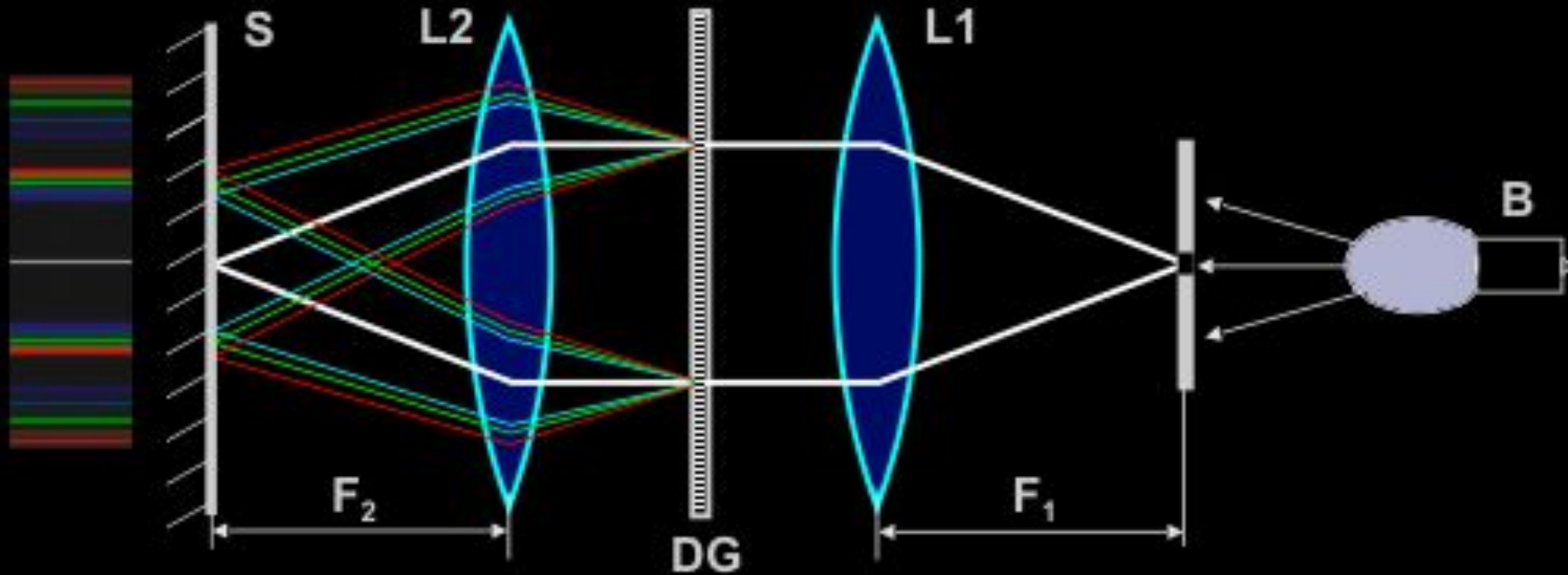
Дифракционная решетка



**Дифракционная решетка -
спектральный прибор, который раскладывает
белый свет в спектр**

- **$d \sin\varphi = \pm m\lambda$ - главные максимумы
 $m = 0, 1, 2, 3 \dots$**
- **$d \sin\varphi = \pm (2m+1)\lambda/2$ - дополнительные
минимумы
 $m = 0, 1, 2, 3 \dots$**

решетке



$$J(\varphi) = J_0 \frac{\sin^2\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \varphi\right)}{\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \varphi\right)^2} \cdot \frac{\sin^2\left(\frac{N\pi d}{\lambda} \sin \varphi\right)}{\sin^2\left(\frac{\pi d}{\lambda} \sin \varphi\right)}, \quad d - \text{период решетки.}$$

Условие главных максимумов: $\frac{\pi d}{\lambda} \sin \varphi = m\pi, \quad d \sin \varphi = \pm m\lambda, \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots$

Условие минимумов: $\frac{N\pi d}{\lambda} \sin \varphi = k'\pi, \quad d \sin \varphi = \pm \frac{k'}{N} \lambda, \quad k' = 1, 2, \dots, (N-1), (N+1), \dots$

Дифракционная решетка

Дифракционная решетка

Совокупность большого числа одинаковых щелей, расположенных друг от друга на одинаковом расстоянии

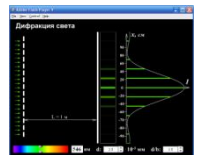
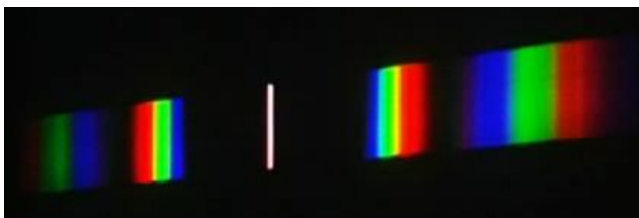
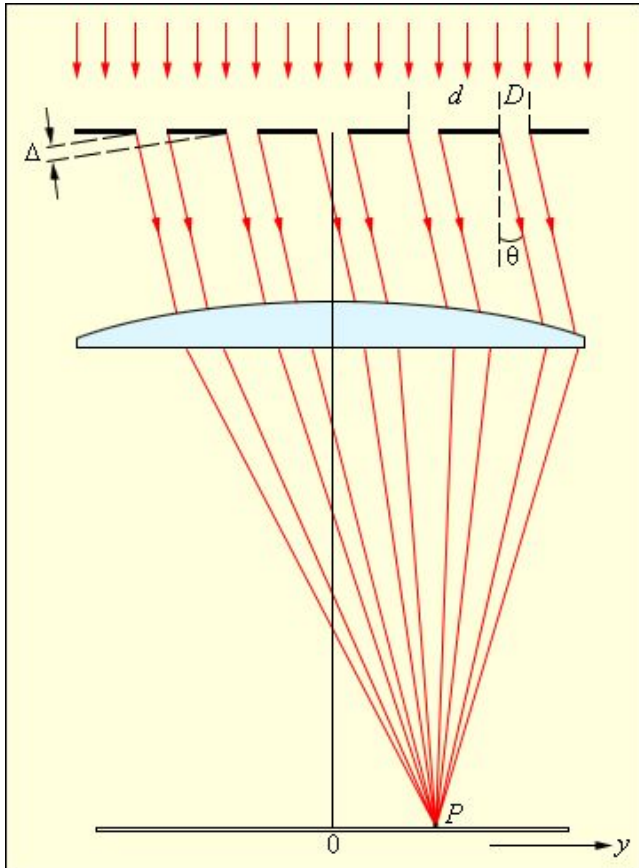
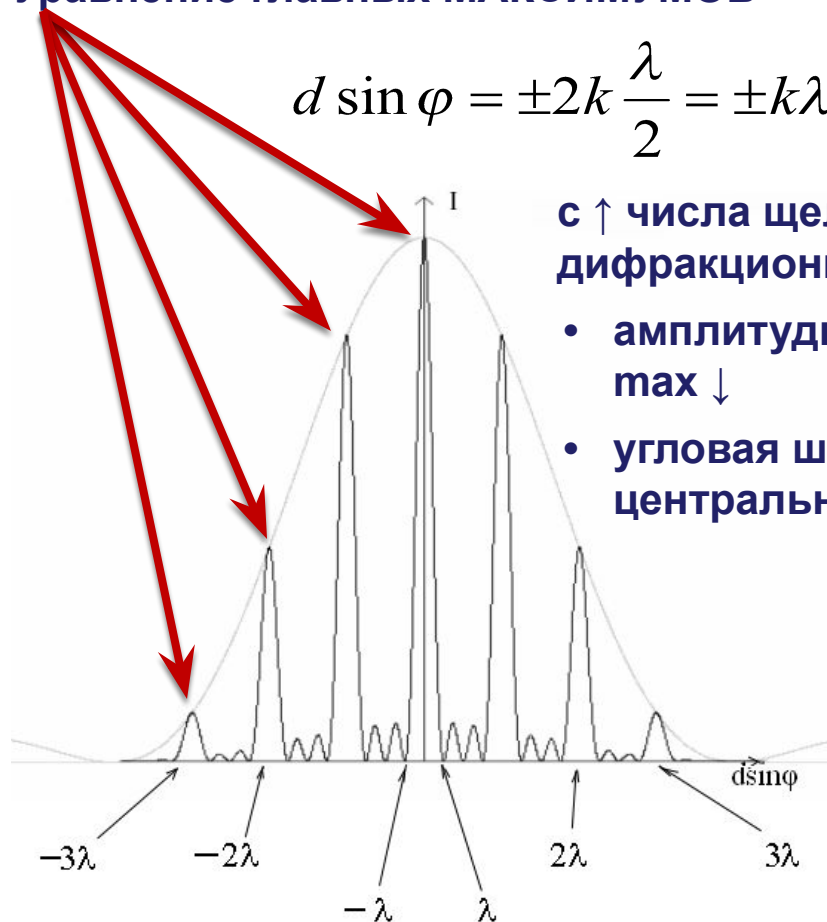
d – постоянная (или период) дифракционной решетки

Уравнение главных МАКСИМУМОВ

$$d \sin \varphi = \pm 2k \frac{\lambda}{2} = \pm k\lambda \quad k=1, 2, 3, \dots$$

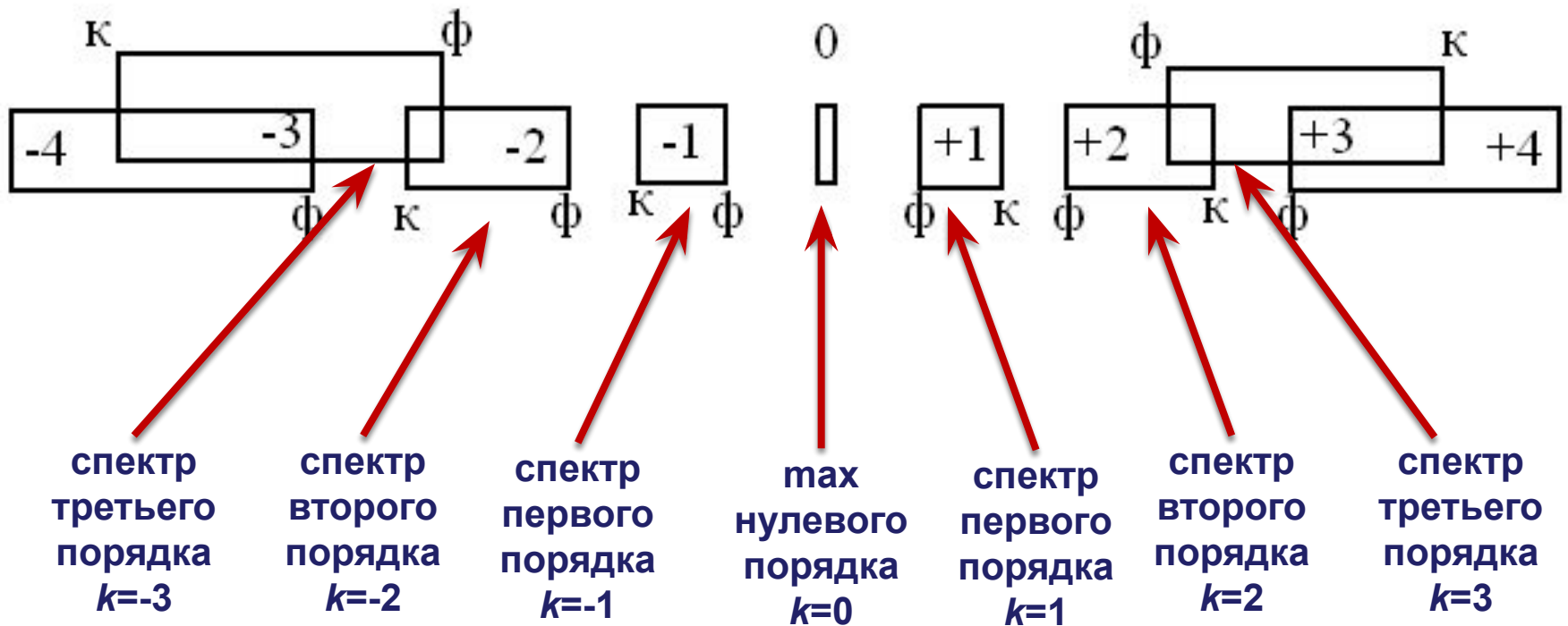
с ↑ числа щелей в дифракционной решетке:

- амплитуды добавочных max ↓
- угловая ширина центрального max ↓



Дифракционный спектр

Спектры, начиная со второго порядка, перекрываются



Дифракционная решетка как спектральный прибор

Основные характеристики спектрального прибора

Дисперсия

определяет угловое или линейное расстояние между двумя спектральными линиями

Угловая дисперсия численно равна углу между двумя тах одного порядка, отличающихся по λ на 1 метр

$$D_y = \frac{d\varphi}{d\lambda} \dots \Rightarrow D_y \approx \frac{k}{d}$$

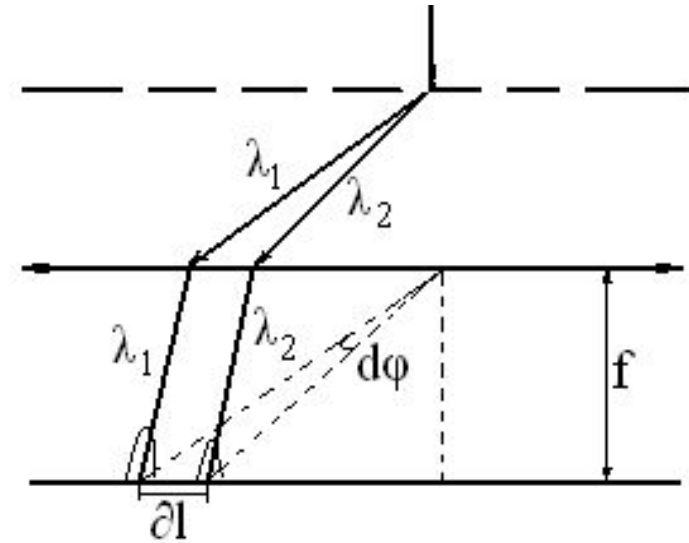
порядок тах
период
решетки

угловое расстояние между спектральными линиями, отличающимися по длине волны на $d\lambda$

Линейная дисперсия численно равна расстоянию на экране между двумя тах одного порядка, отличающихся по λ на 1 м

$$D_l = \frac{dl}{d\lambda}$$

линейное расстояние между соседними тах одного порядка, отличающимися по длине волны на $d\lambda$



$$D_l = f D_y$$

фокусное
расстояние
линзы

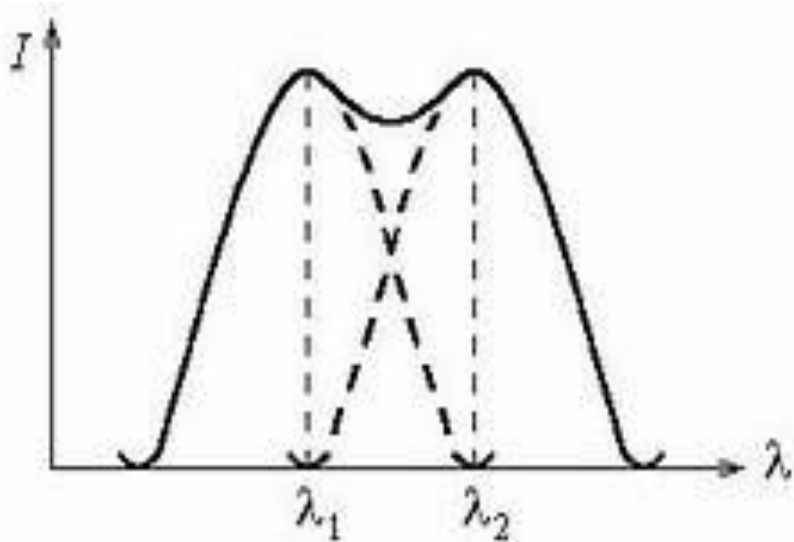
приборов



John Strutt Rayleigh (1842—1919)

Разрешающая способность
равна отношению длины
волны к минимальной
разности длин волн,
видимых раздельно: $R = \frac{\lambda}{\delta\lambda}$

Критерий Рэля:
Изображения двух
близлежащих спектральных
линий с равными
интенсивностями
разрешимы (разделены для
восприятия), если
центральный максимум
одной линии совпадает с
первым минимумом другой.

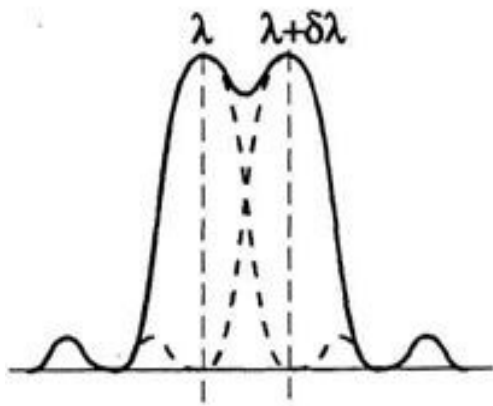


решетки

Спектр излучения лампы дневного света

Спектр излучения ртутной лампы

Линии 579,1 нм и 577,0 нм
во 2-м и в 3-м порядке спектра



$$d \sin \varphi = m(\lambda + \delta\lambda) = \left(m + \frac{1}{N}\right)\lambda,$$

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = mN, m - \text{порядок спектра,}$$

N – число щелей в решетке.