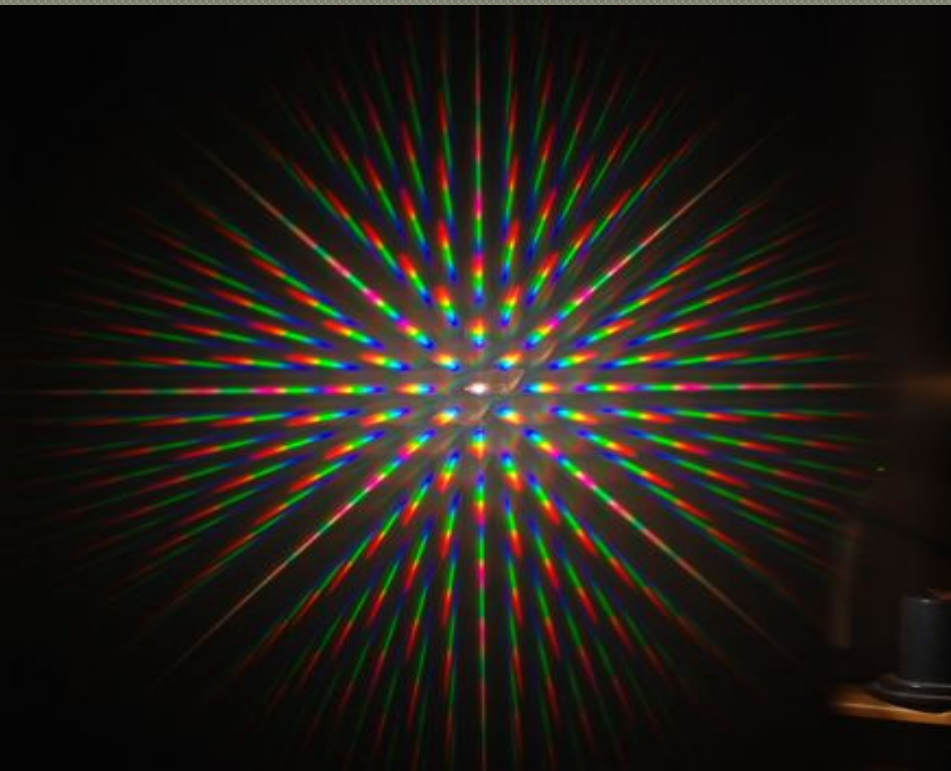




Дифракция

Лекция 3



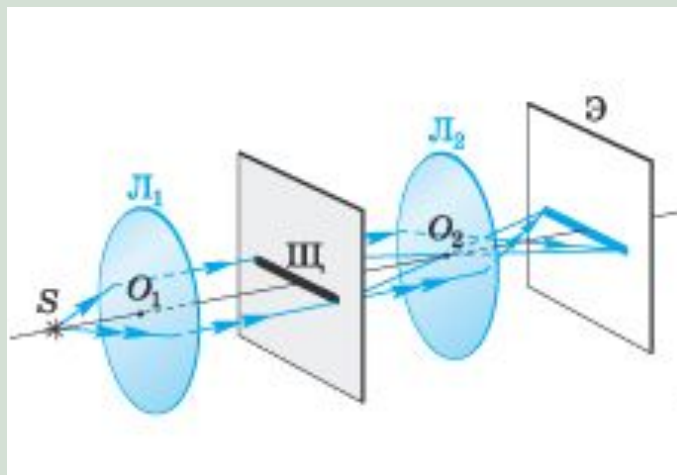
1. Дифракция

- это явление проникновения света в область геометрической тени от преграды, соизмеримой с длиной

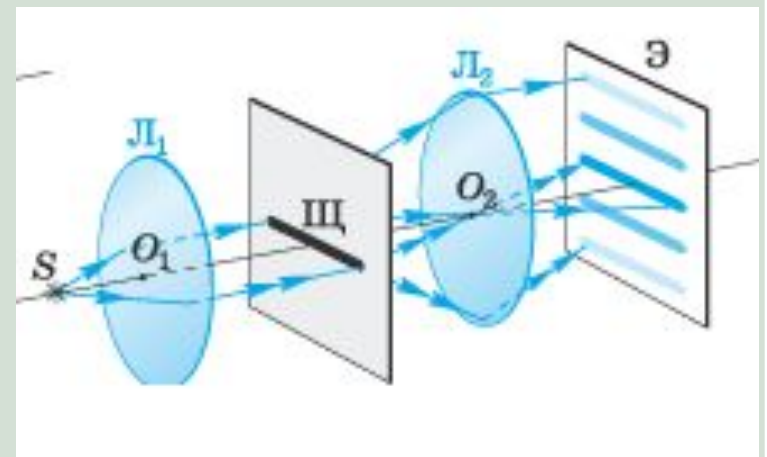
$$L \approx \lambda$$



Геометрическая оптика



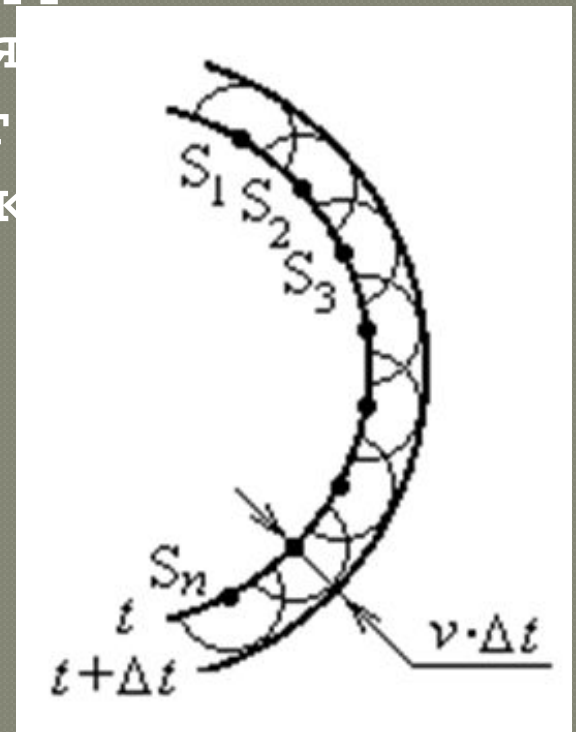
Волновая оптика



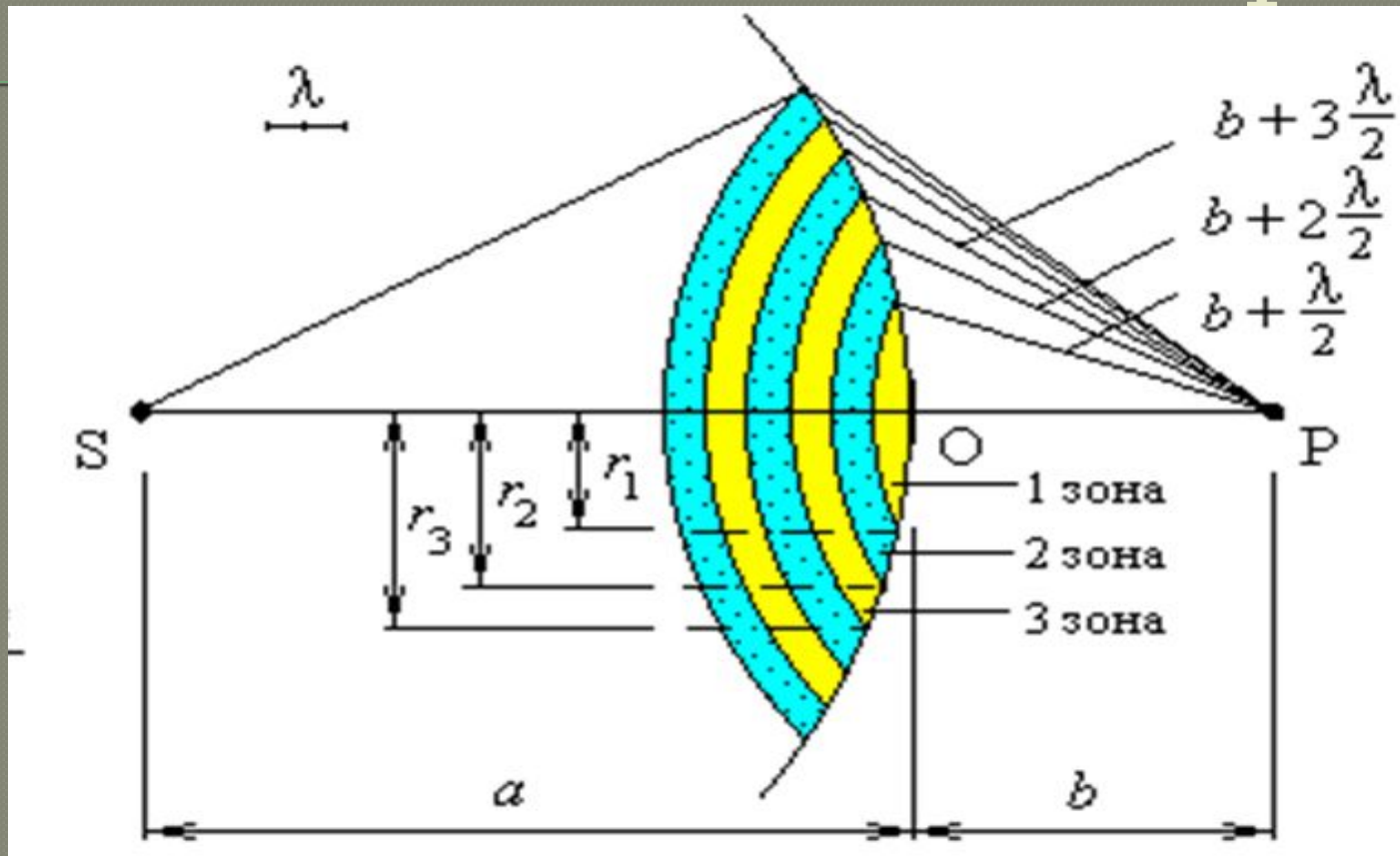
Дифракция всегда сопровождается интерференцией. Оба явления ведут к перераспределению светового потока

2. Принцип Гюйгенса-Френеля

- Всякая точка поверхности, которой достиг фронт волны, является источником вторичных волн. Огибающая этих волн дает новый фронт волны
- Дифракция всегда сопровождается интерференцией. Оба явления ведут к перераспределению светового потока



Принцип Гюйгенса-Френеля

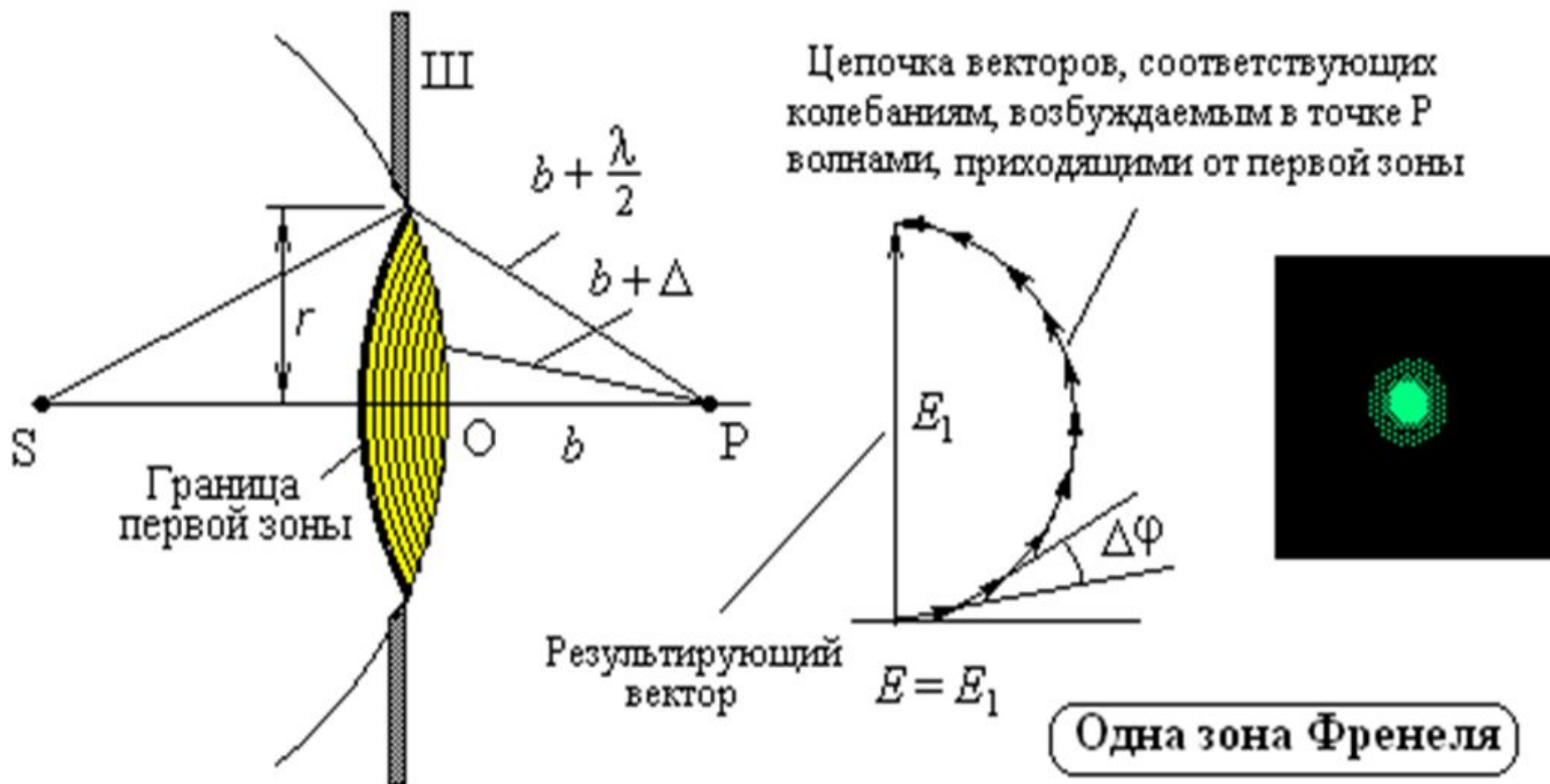


Для нахождения результатов дифракции в точке P Френель предложил разбивать фронт волны на зоны таким образом, чтобы световые волны, приходящие от соседних зон, гасили друг друга.

3. Дифракция на круглом отверстии

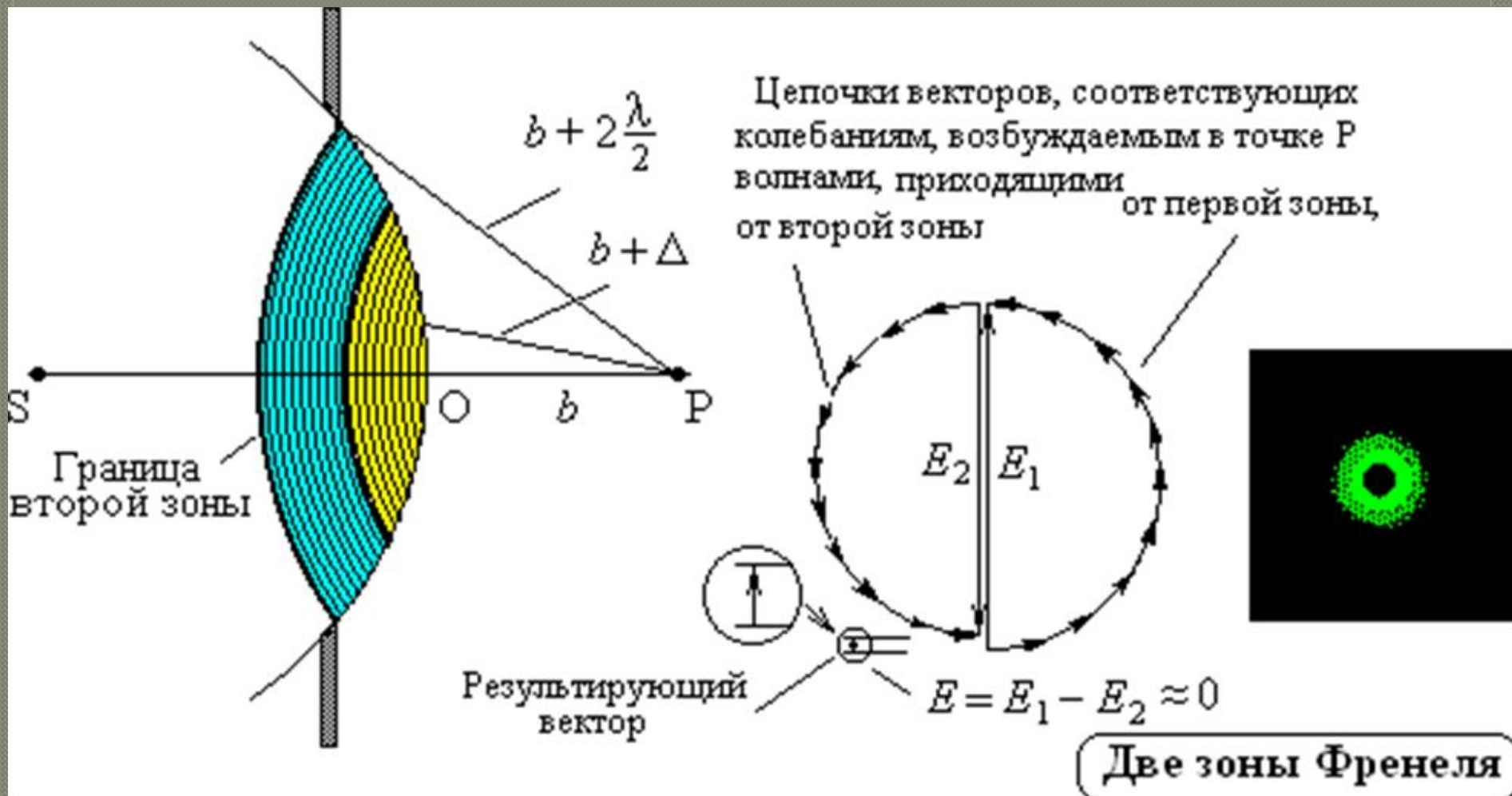
отверстии

В отверстии укладывается одна зона Френеля



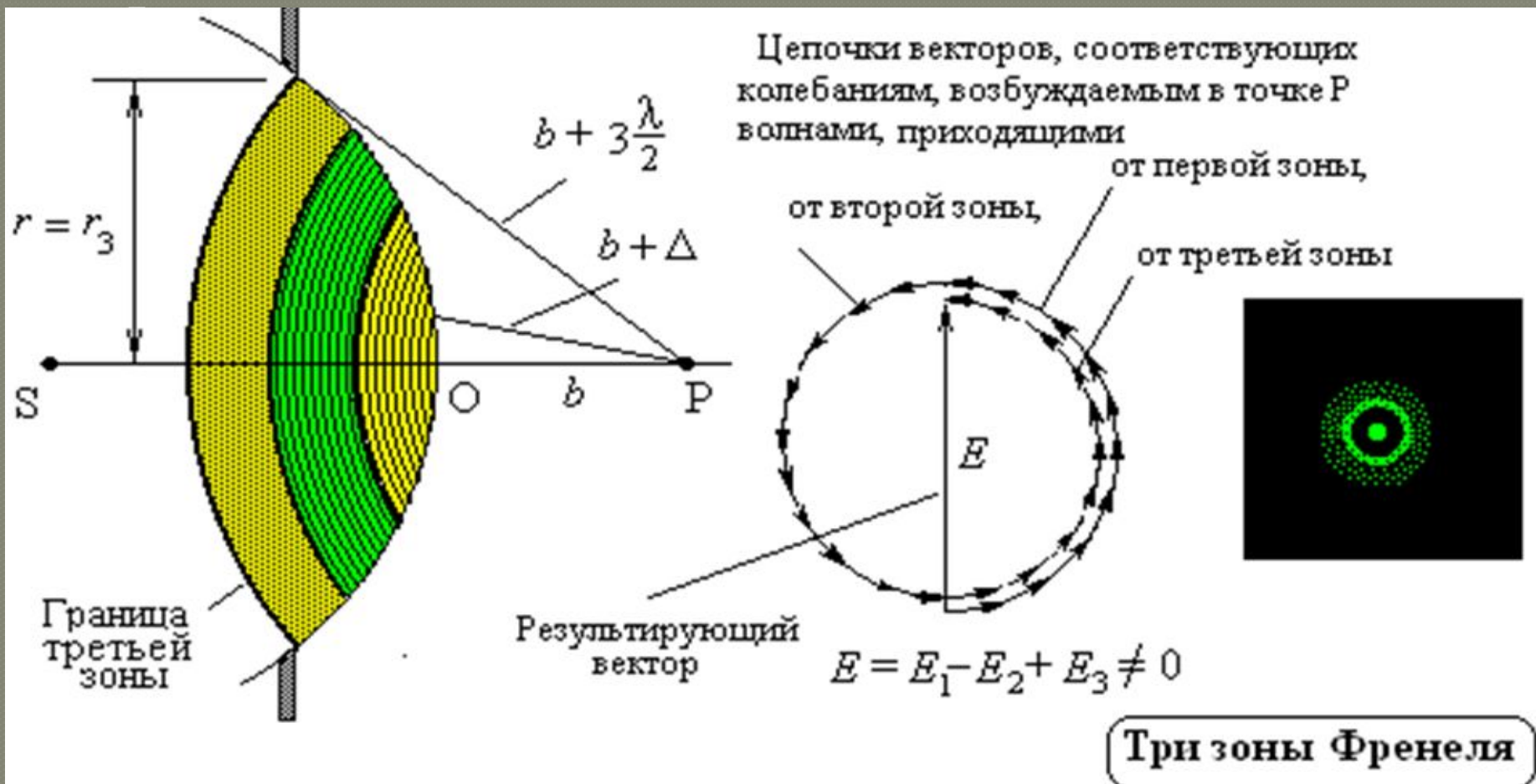
Дифракция на круглом отверстии

В отверстии укладывается две зоны Френеля



Дифракция на круглом отверстии

- В отверстии укладывается три зоны



Дифракция на круглом отверстии

- Амплитуда результирующего колебания в точке Р равна:

$$E = E_1 - E_2 + E_3 - E_4 + \dots + E_m$$

При малых m

- четное число зон...
- нечетное число зон...

Радиус зоны Френеля

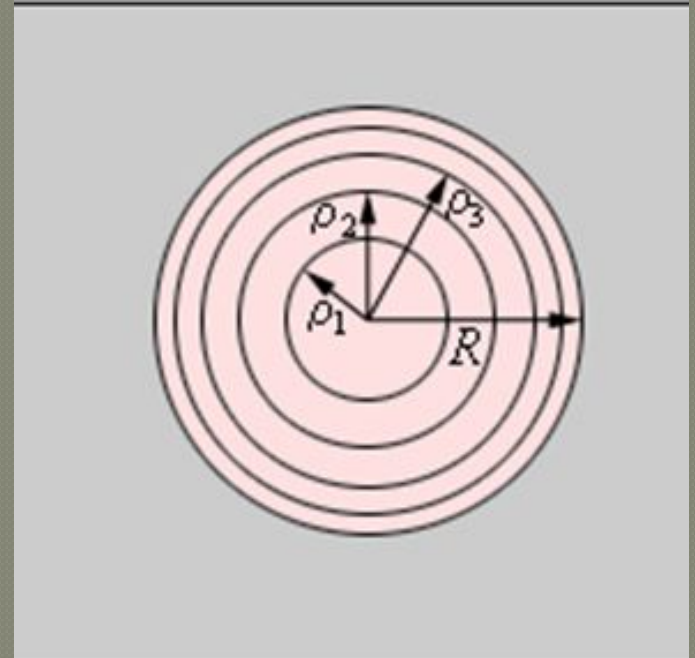
- Источник точечный

$$\rho_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b} m \lambda}$$

- Источник удаленный

$$a \rightarrow \infty$$

$$\rho = \sqrt{m \lambda b}$$



Границы зон Френеля в плоскости отверстия

Дифракция на круглом отверстии

$$\begin{aligned} E &= \frac{E_1}{2} + \left(\frac{E_1}{2} - E_2 + \frac{E_3}{2} \right) + \dots \\ &\dots + \left(\frac{E_{m-2}}{2} + E_{m-1} + \frac{E_m}{2} \right) + \frac{E_m}{2} \\ &\dots + \left(\frac{E_{m-3}}{2} - E_{m-2} + \frac{E_{m-1}}{2} \right) + \frac{E_{m-1}}{2} - E_m \end{aligned}$$

$$E = \frac{E_1}{2} \pm \frac{E_m}{2}$$

Нет препятствия

$$m \rightarrow \infty$$

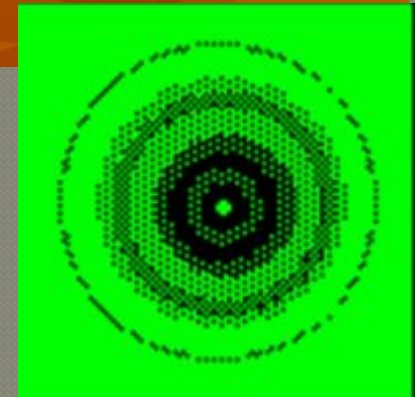
$$E = \frac{E_1}{2}$$

4. Дифракция на круглом диске

Если диск закрывает t зон Френеля

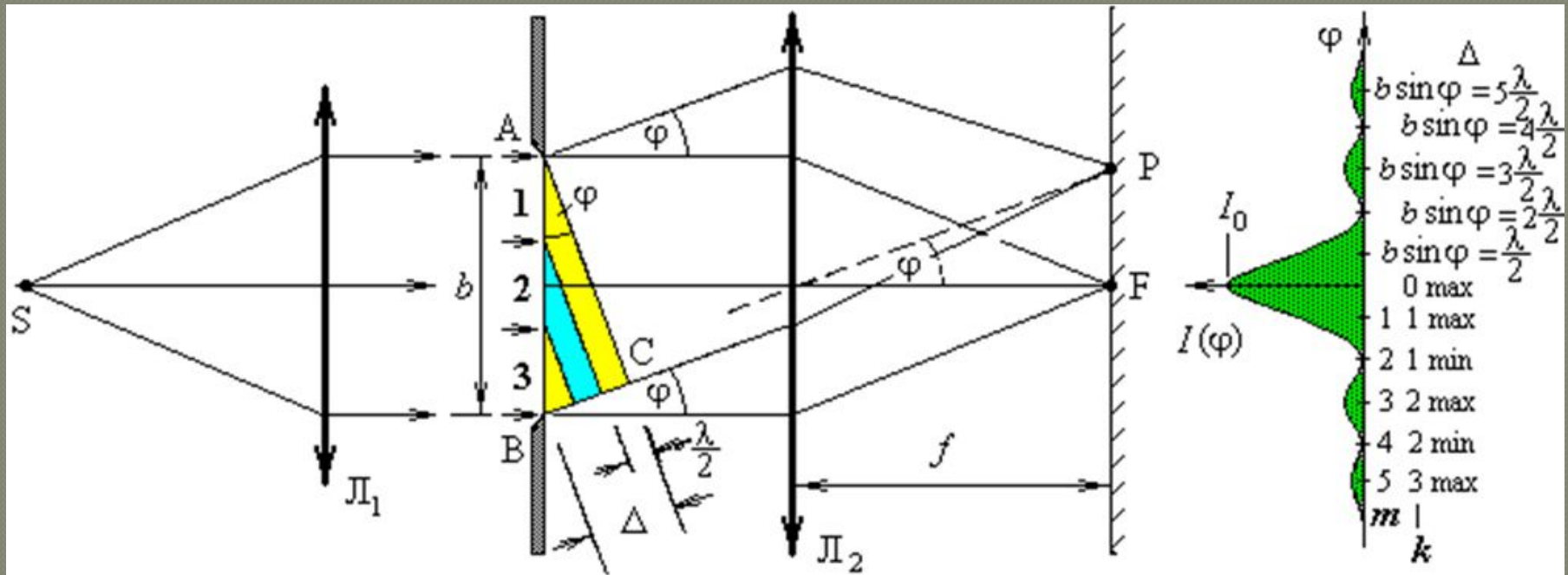
$$E = E_{m+1} - E_{m+2} + E_{m+3} - \dots = \frac{E_{m+1}}{2} + \left(\frac{E_{m+1}}{2} - E_{m+2} + \frac{E_{m+3}}{2} \right) + \dots = \frac{E_{m+1}}{2}$$

Независимо от числа зон, закрываемых круглым диском, в центре дифракционной картины всегда наблюдается светлое пятно (*пятно Пуассона*)



1818 г. - премия Парижской академии наук

5. Дифракция от щели



6. Дифракция на решетке

Дифракционные решетки:

- прозрачные
- отражательные

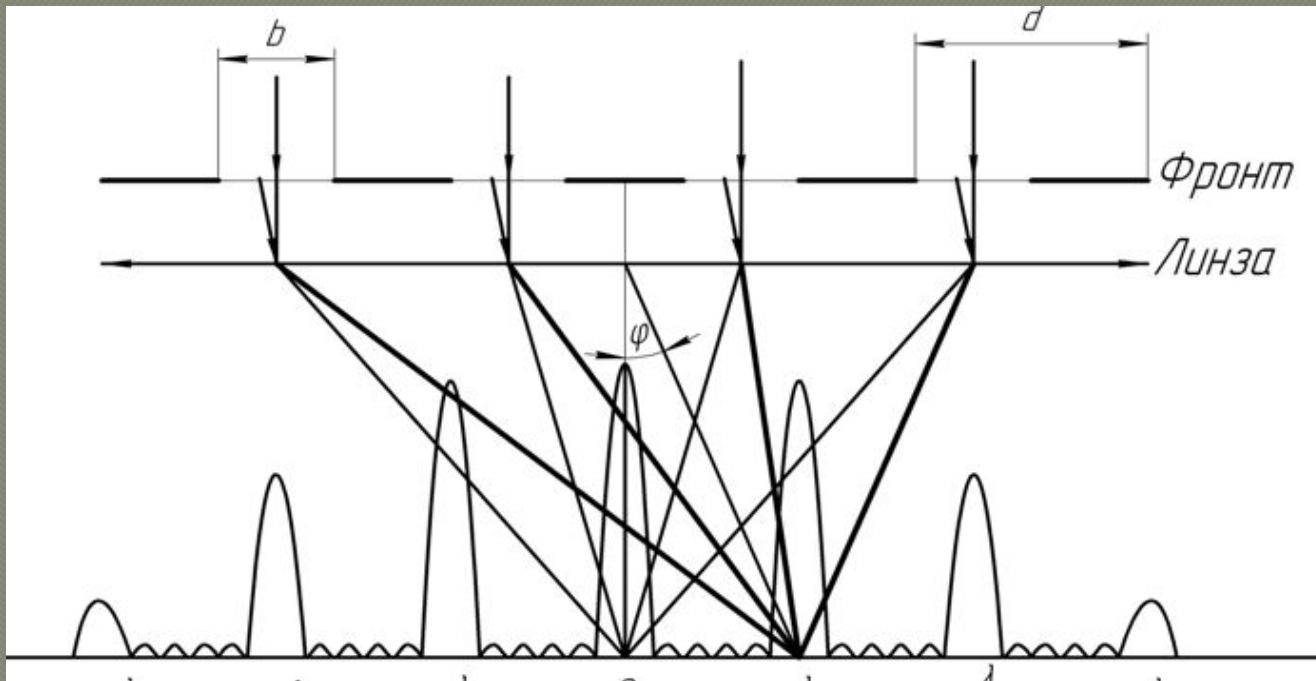
Период решетки:

$$d = \frac{l}{N}$$

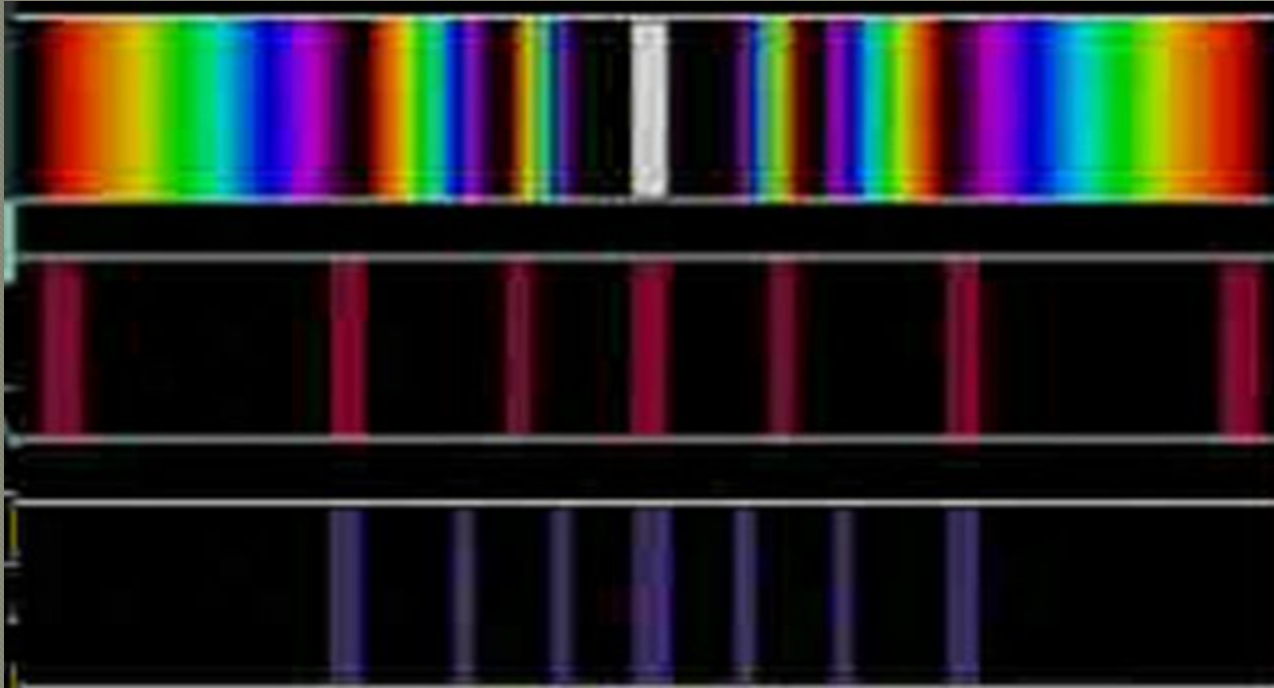


Условие главных максимумов

$$d \sin \varphi = \pm m \lambda$$



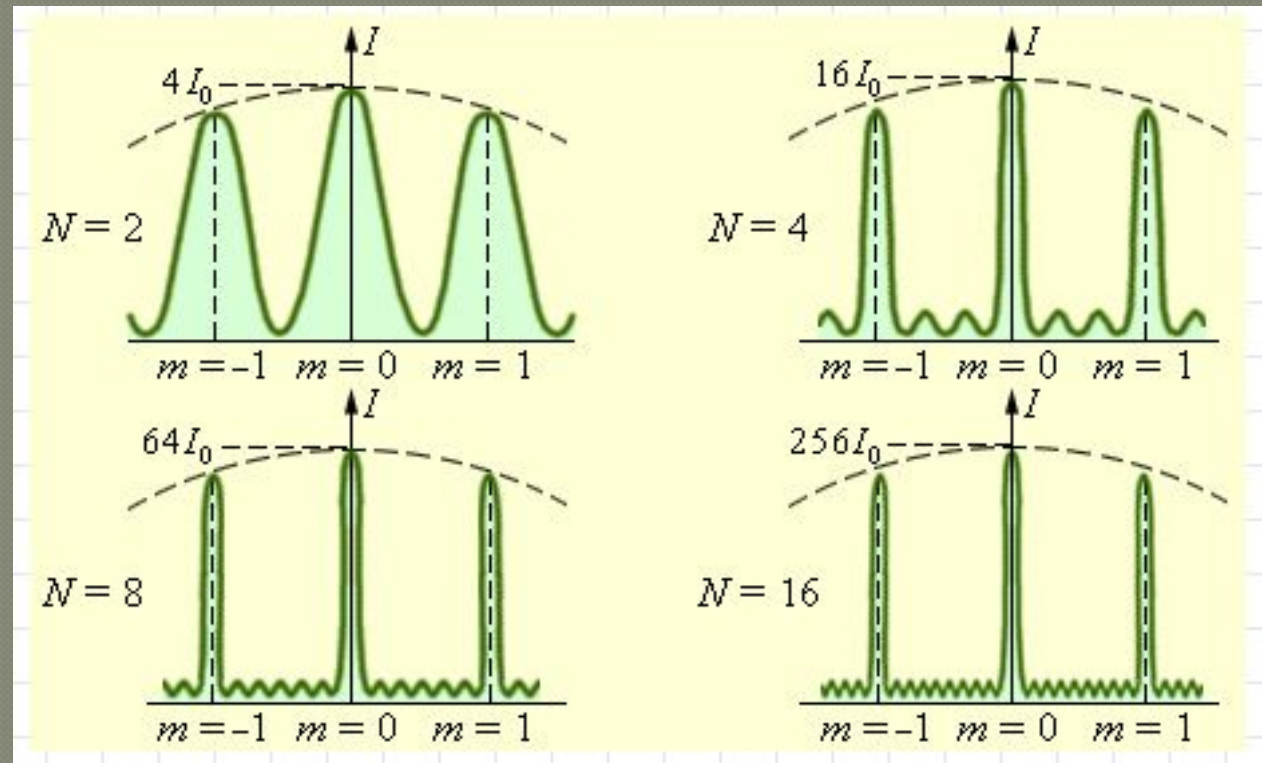
Дифракционная картина



$$d \sin \varphi = \pm m \lambda$$

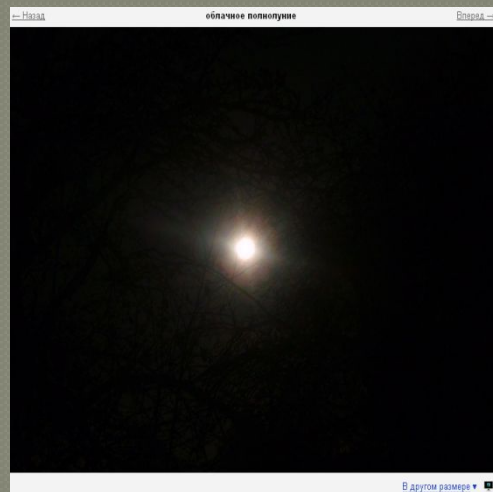
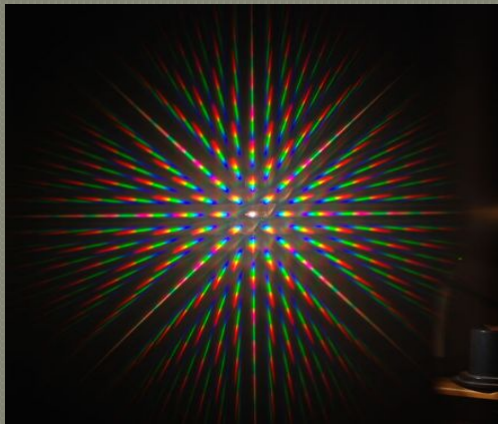
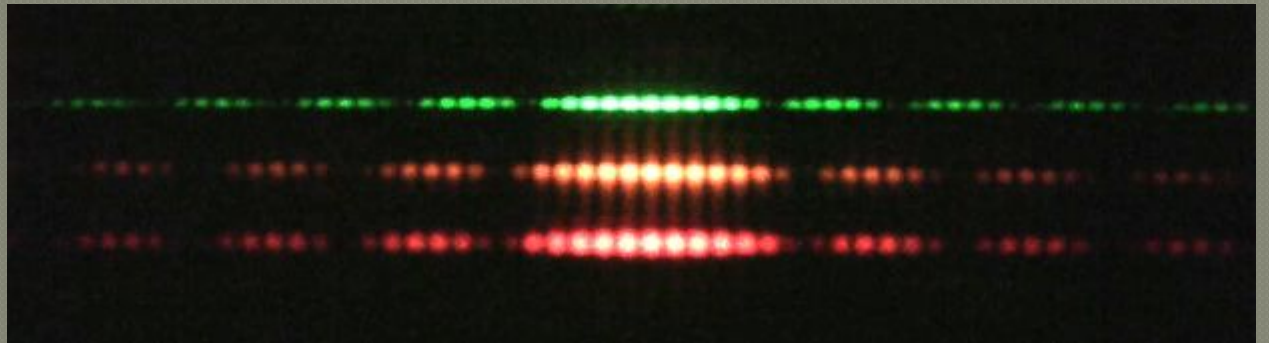
Разрешающая способность дифракционной решетки

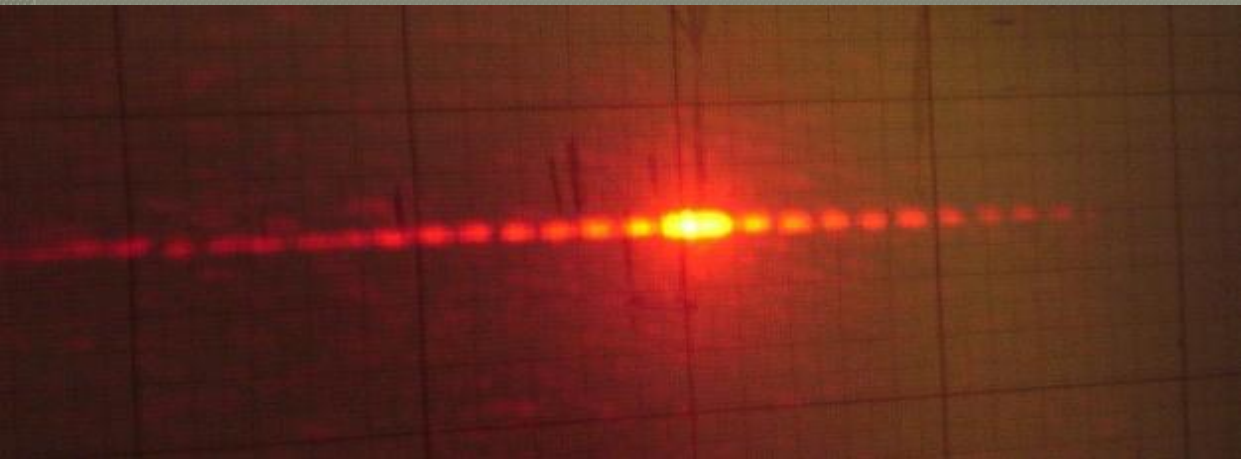
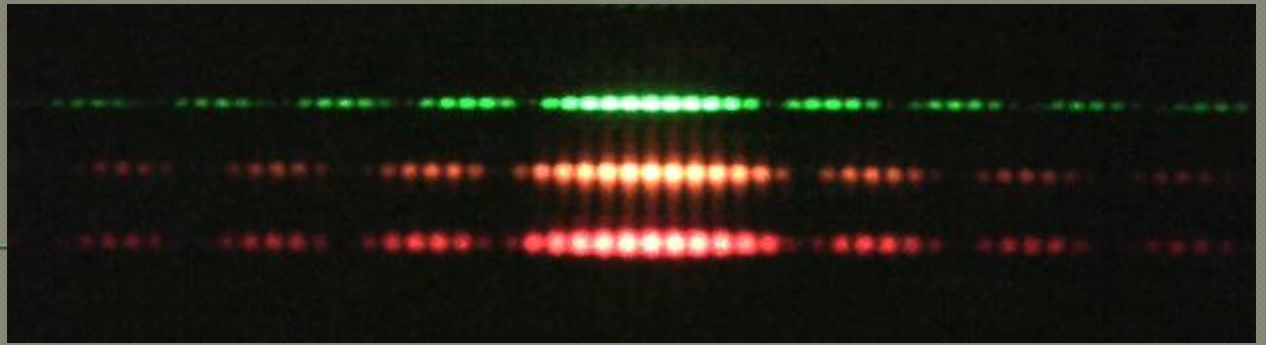
$$R = mN$$



Применение дифракционных решеток

- Дифракционные спектры позволяют измерять с высокой точностью расстояния до звезд, их химический состав, скорость движения и температуру





Дифракция на двумерной дифракционной решетке

- Двумерная решетка – пластина с двумя системами перпендикулярных штрихов

