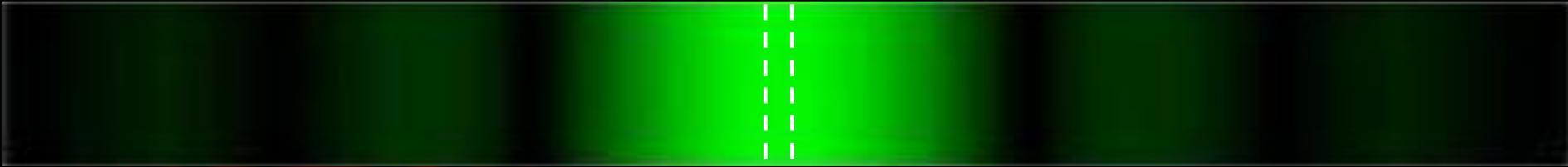


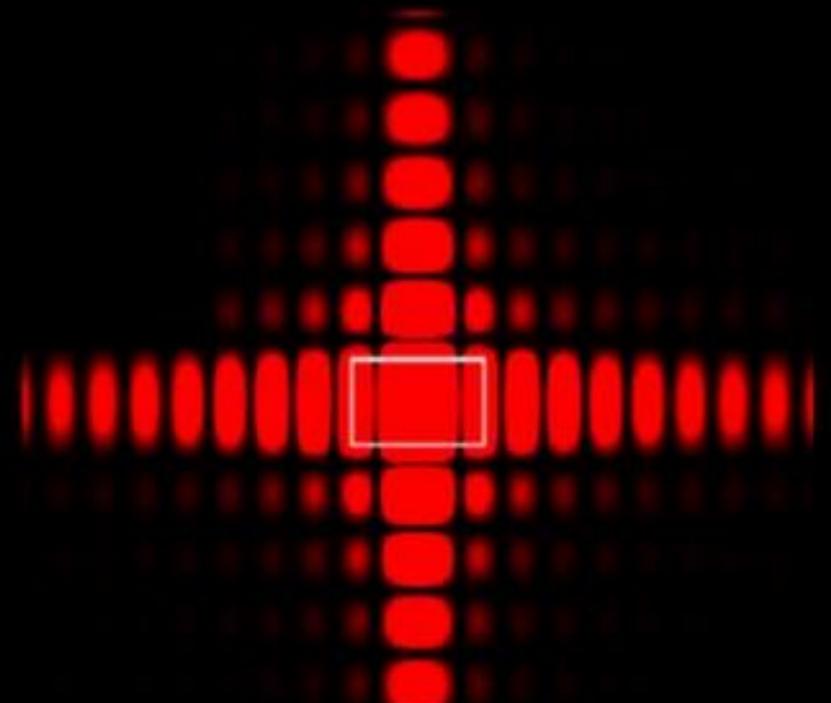
Лекция 11. Дифракция Фраунгофера



щель



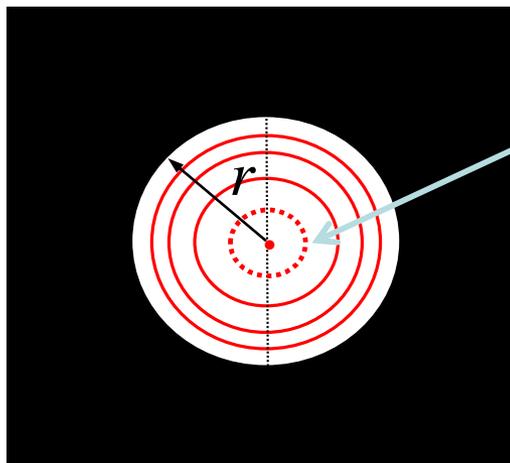
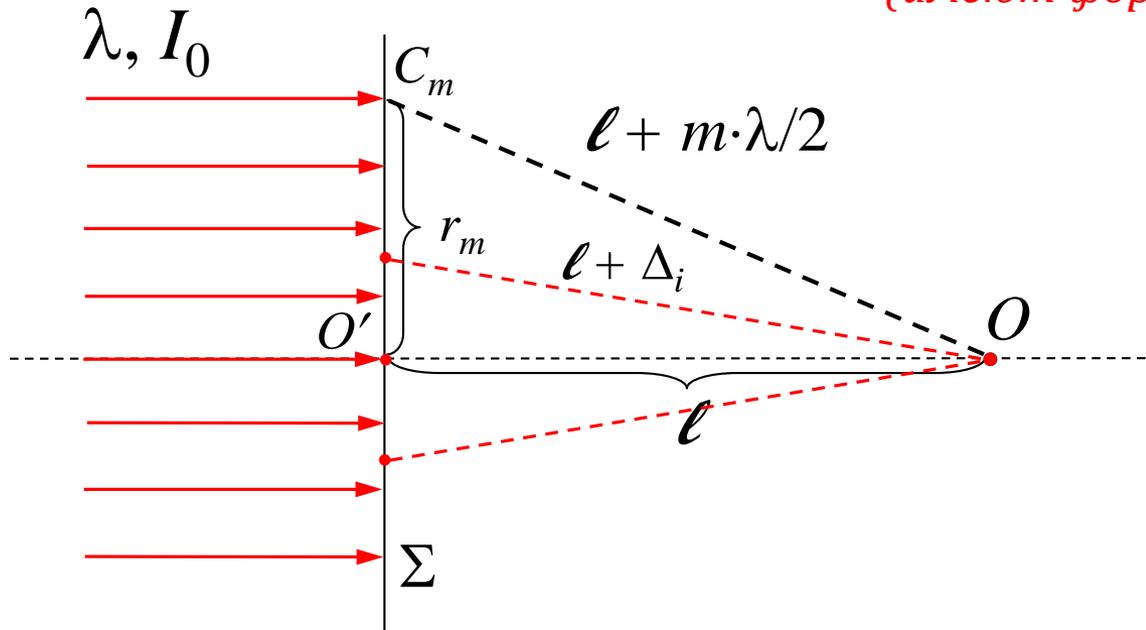
Круглое отверстие



Прямоугольное отверстие

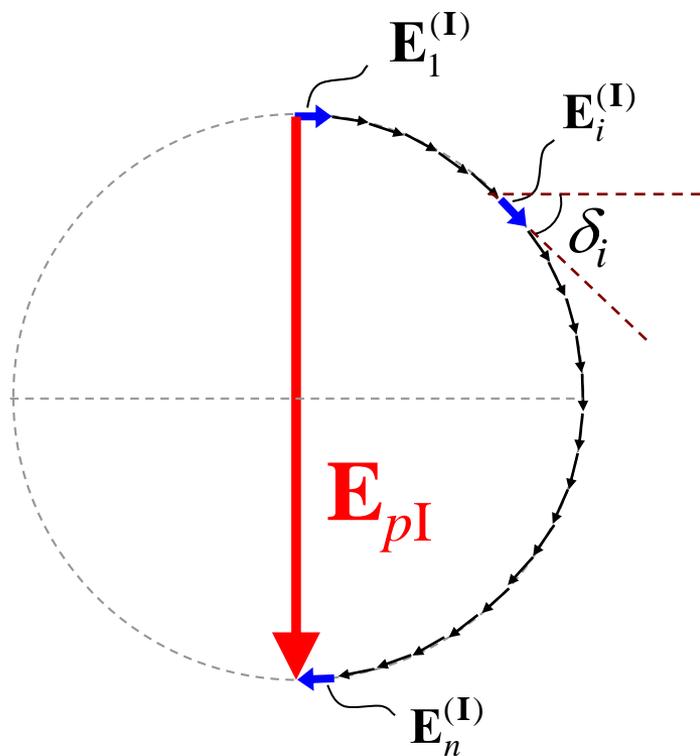
2.1. Спираль Френеля

*Вторичные источники (и зоны Френеля)
(имеют форму!)*



*“i”-й вторичный источник и
несколько первых зон Френеля
внутри отверстия*

2.2. Основные результаты

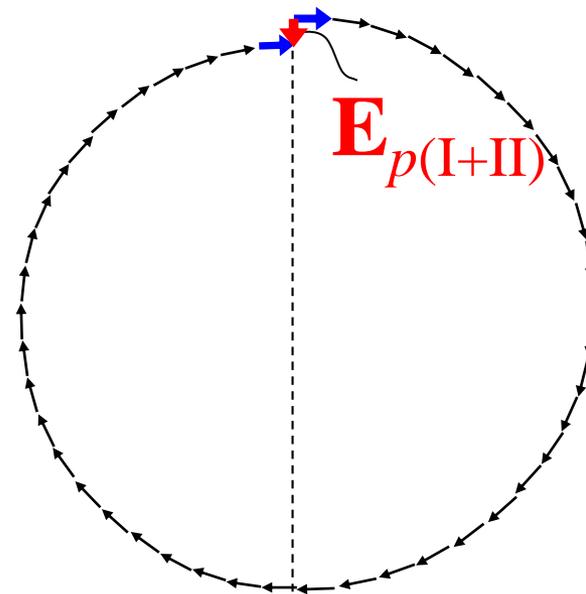


a) открыта одна зона Френеля

$$I = 4I_0$$

max

(нечётное число – *max*)



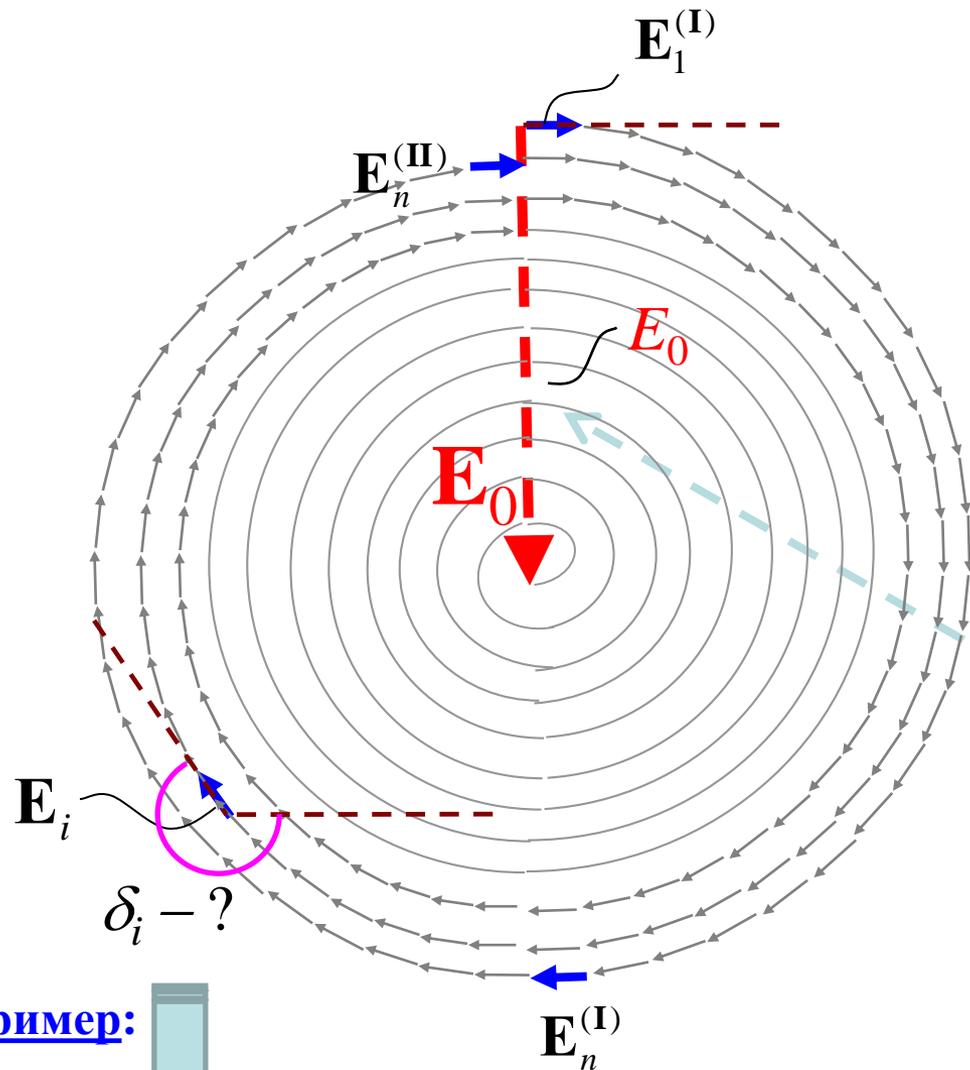
б) Открыто две зоны Френеля

$$I = 0$$

min

(чётное число – *min*)

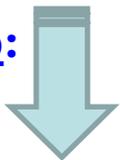
Спираль Френеля – векторы-колебания для центра дифракционной картины



*“Работают” ВСЕ
вторичные источники
(открытый волновой фронт)*

!!

Пример:



Расчёт фазового запаздывания δ_i :

(для любого вторичного источника номером "i")

$$(l + \Delta_i)^2 = l^2 + r_i^2$$

\Rightarrow

$$\Delta_i = \frac{r_i^2}{2l}$$

$$l + \Delta_i$$

S_i

r_i

S_1

O

" Σ "

l

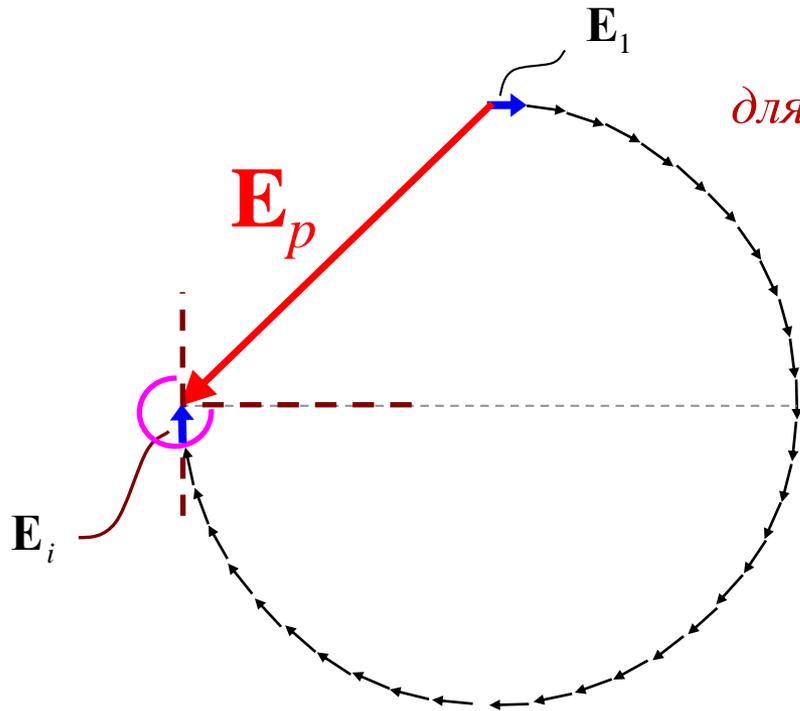
Колебание: $E_{0i} \cdot \cos(\omega t - \delta_i)$

Запаздывает по фазе (!) $-\delta_i$

$$\delta_i = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta_i$$

Пример

На преграду с круглым отверстием радиуса $r = 1$ мм падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 670$ нм (красный свет) и с интенсивностью I_0 . Какова интенсивность света напротив отверстия в центре на расстоянии $l = 1$ м за препятствием?



*Векторная диаграмма
для центра дифракционной картины
на расстоянии l*

*i – номер «последнего» вторичного
источника внутри отверстия*

$$\delta_i = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{r^2}{2l} = \frac{r^2}{l\lambda} \cdot \pi = \frac{10}{6,7} \cdot \pi \cong \frac{3}{2} \pi$$

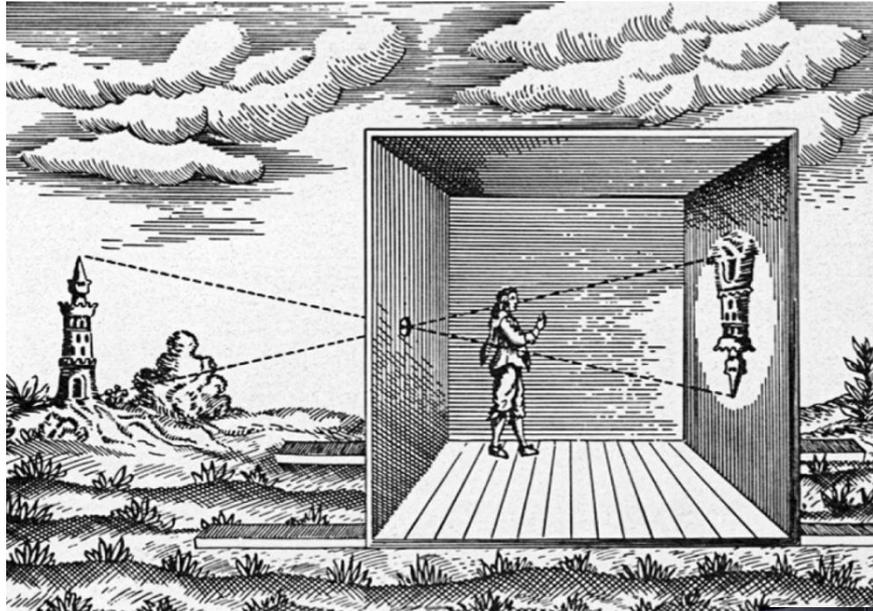
А где «фокус»?

$$l_1 = \frac{r^2}{\lambda}$$



«Камера-обскура»

«Камера-обскура»



Эдинбург



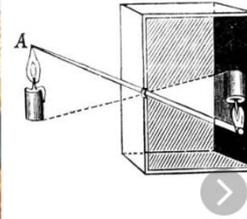
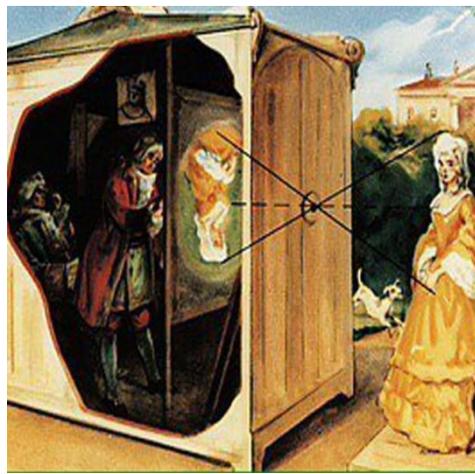
«Камера-обскура»

$$r_1 = \sqrt{l\lambda}$$



$$l_1 = \frac{r^2}{\lambda}$$

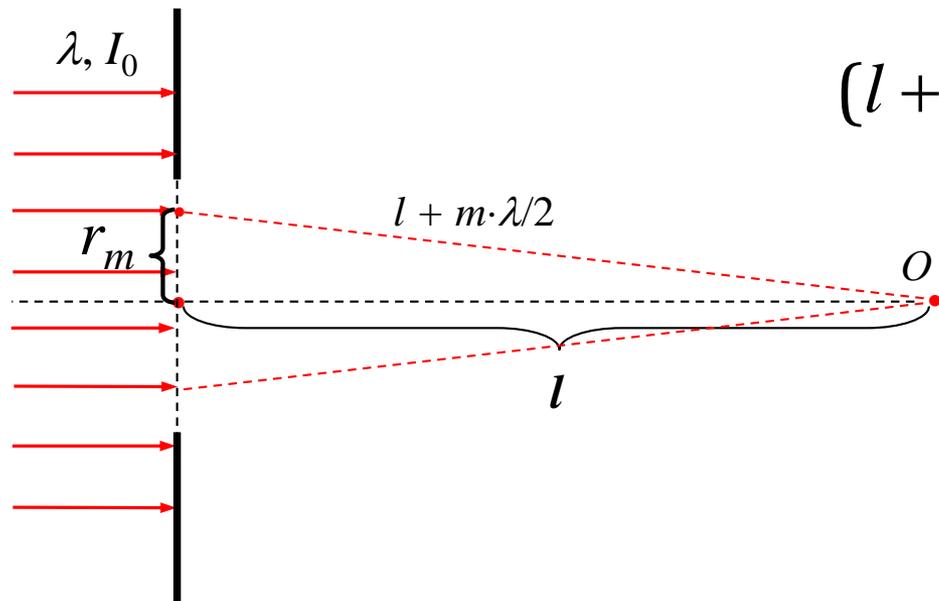
$$"F" = \frac{r^2}{\lambda}$$



Фото, выполненное при помощи камеры

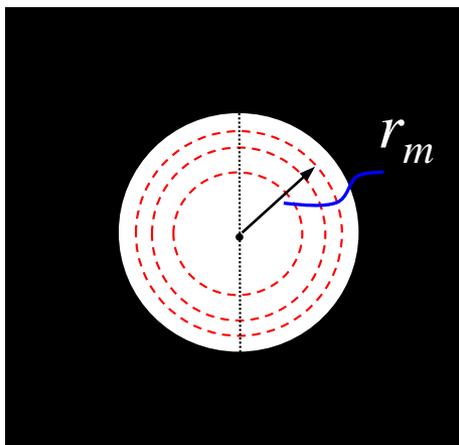


2.3. Размеры зон Френеля. Зонные пластинки



$$(l + m \cdot \lambda / 2)^2 = l^2 + r_m^2$$

$$r_m = \sqrt{m \cdot l \lambda}$$



площади зон Френеля

$$S_m = \pi l \lambda$$

Радиусы зон Френеля

Зонные пластинки

Несколько первых зон Френеля внутри отверстия

Зонные пластинки – амплитудные (A) и фазовые (Φ)

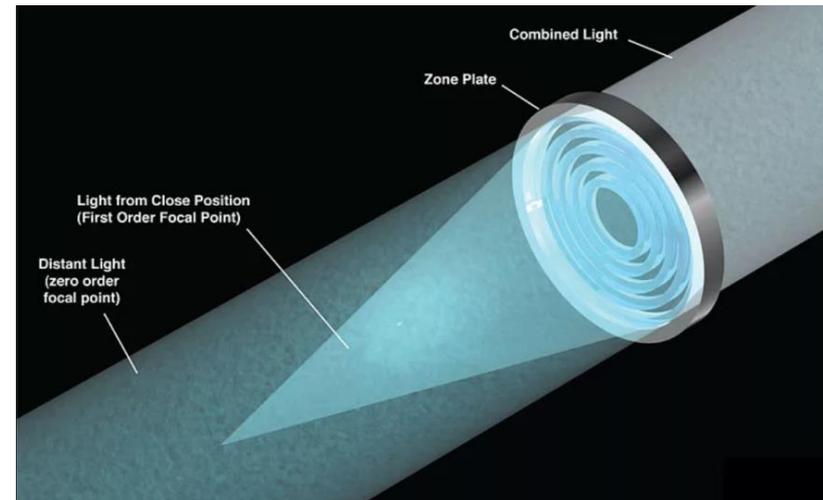
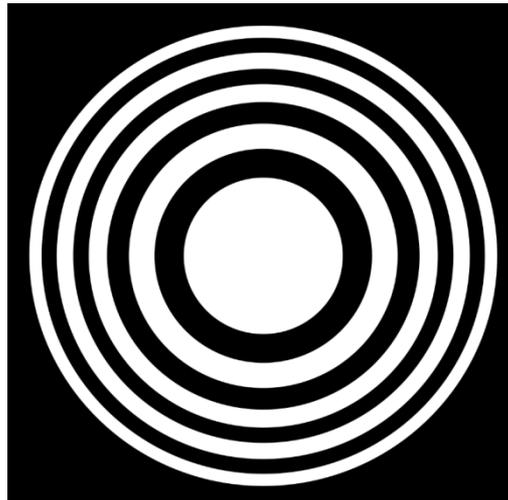
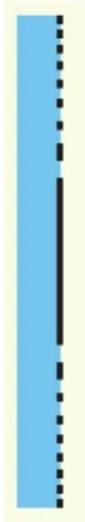
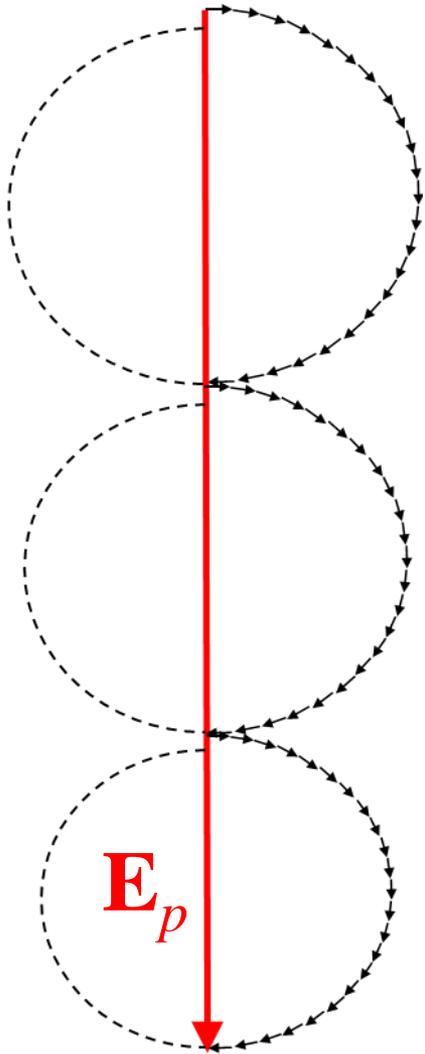
$$I^{(A)} = 4N^2 \cdot I_0$$

(амплитудная –
«линза Вуда»)

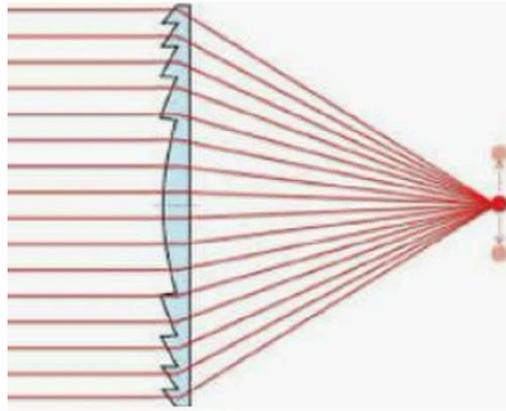
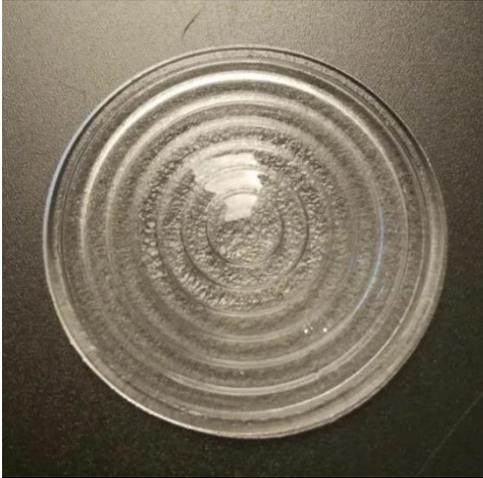
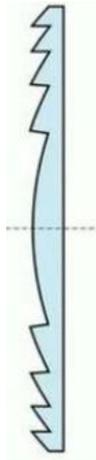
$$I^{(\Phi)} = 4 \cdot I^{(A)}$$

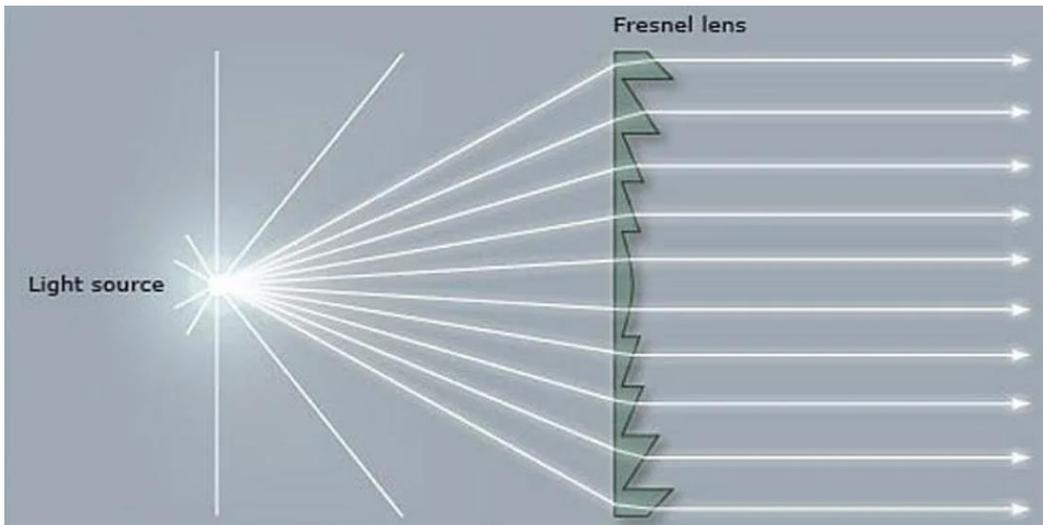
(фазовая –
«линза Френеля»)

$$r_m = \sqrt{m \cdot F \cdot \lambda}$$



Линзы Френеля



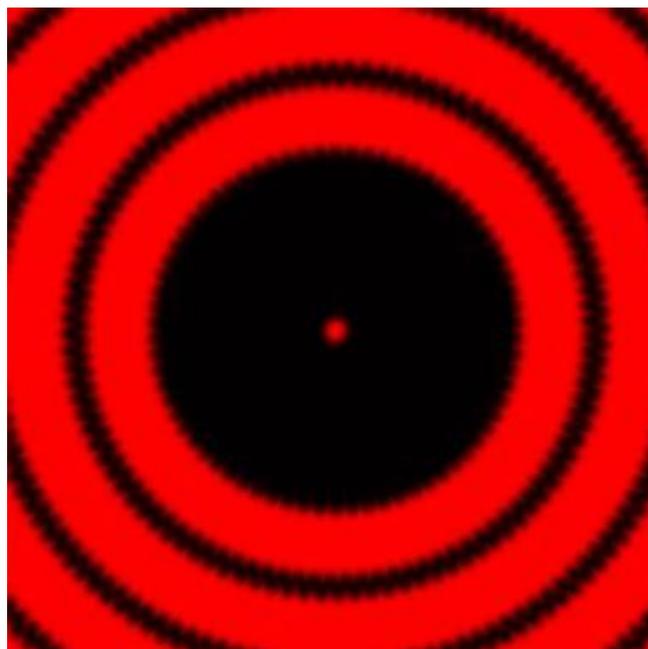


3 EU
COMPANY

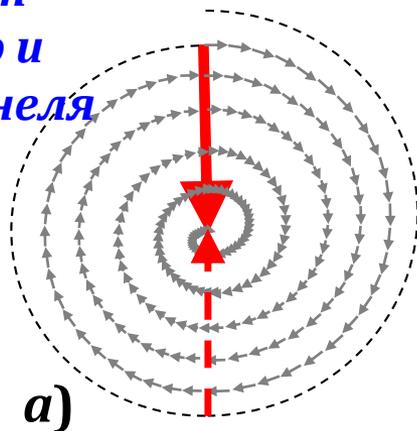




2.4. Дифракция на диске. Пятно Пуассона – Араго

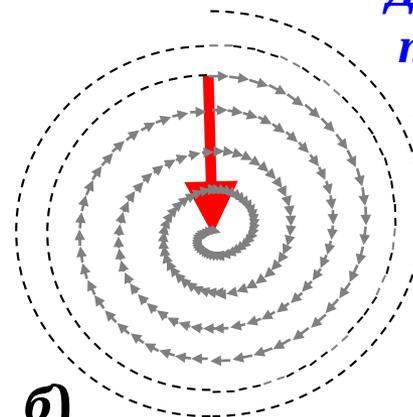


*Диск закрывает
первую / первую и
вторую зоны Френеля*



a)

*Диск закрывает
первые четыре
зоны Френеля*

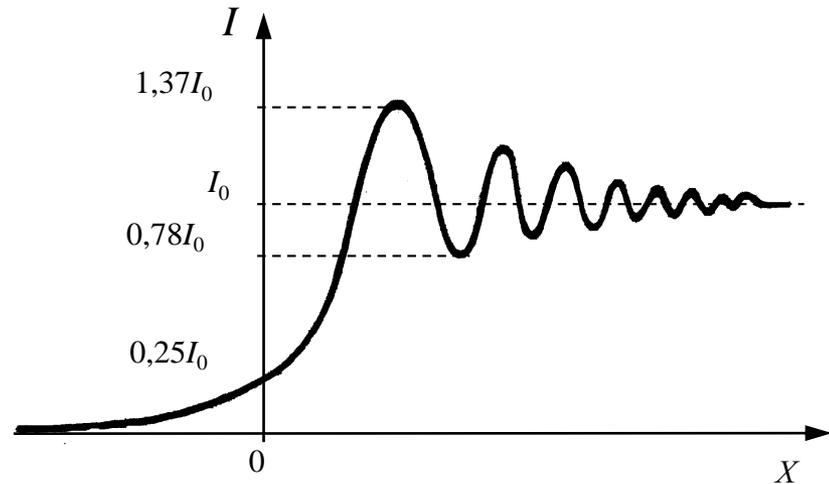
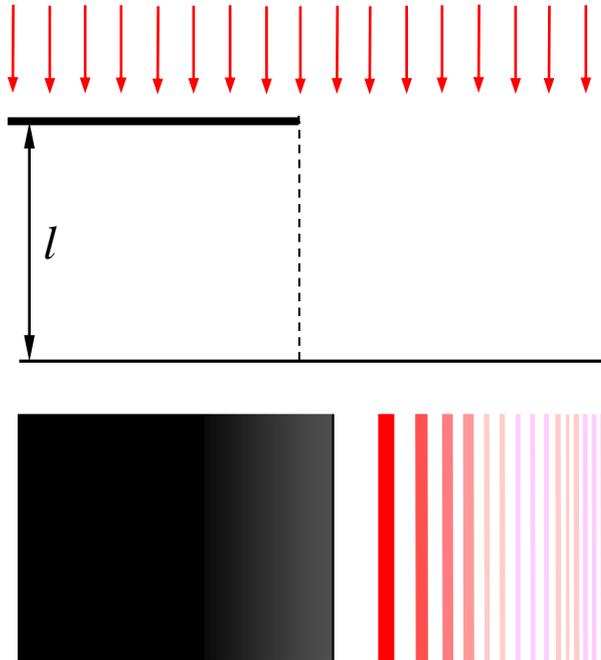


б)

2) Форма препятствия

??

**) Дифракция Френеля на полуплоскости и на щели !!



в области тени

вне тени

“Зоны Шустера” и “Спираль Корню” **) см. old book стр. 97 - 104

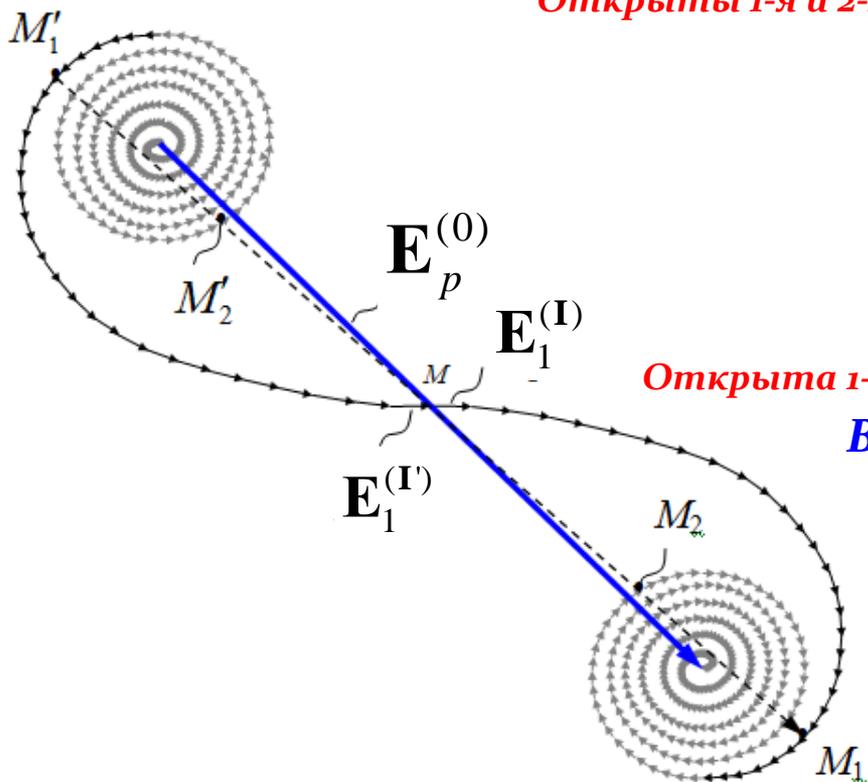
Дифракционная картина Френеля при дифракции на щели:

горизонтальная щель

****) Анализ:
“Спираль Корню”**

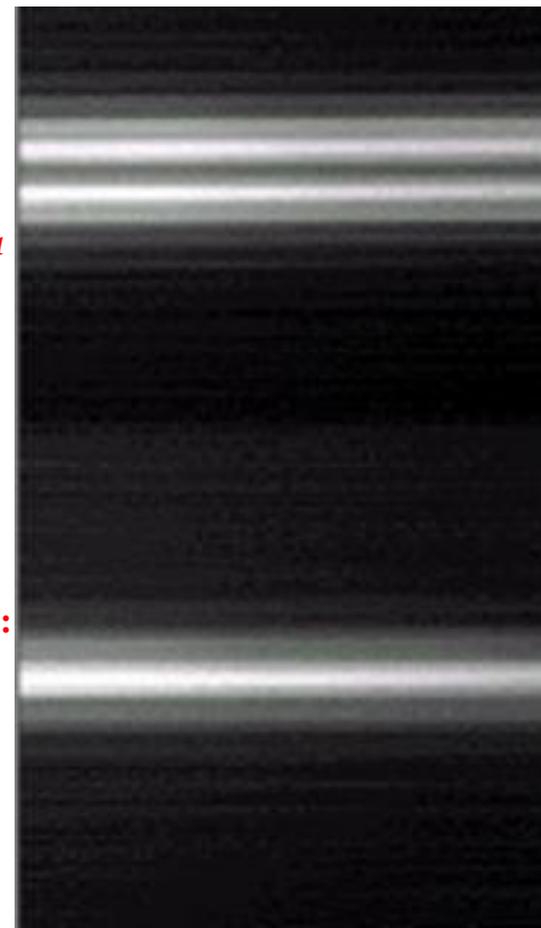
В центре минимум !

Открыты 1-я и 2-я зоны Френеля-Шустера

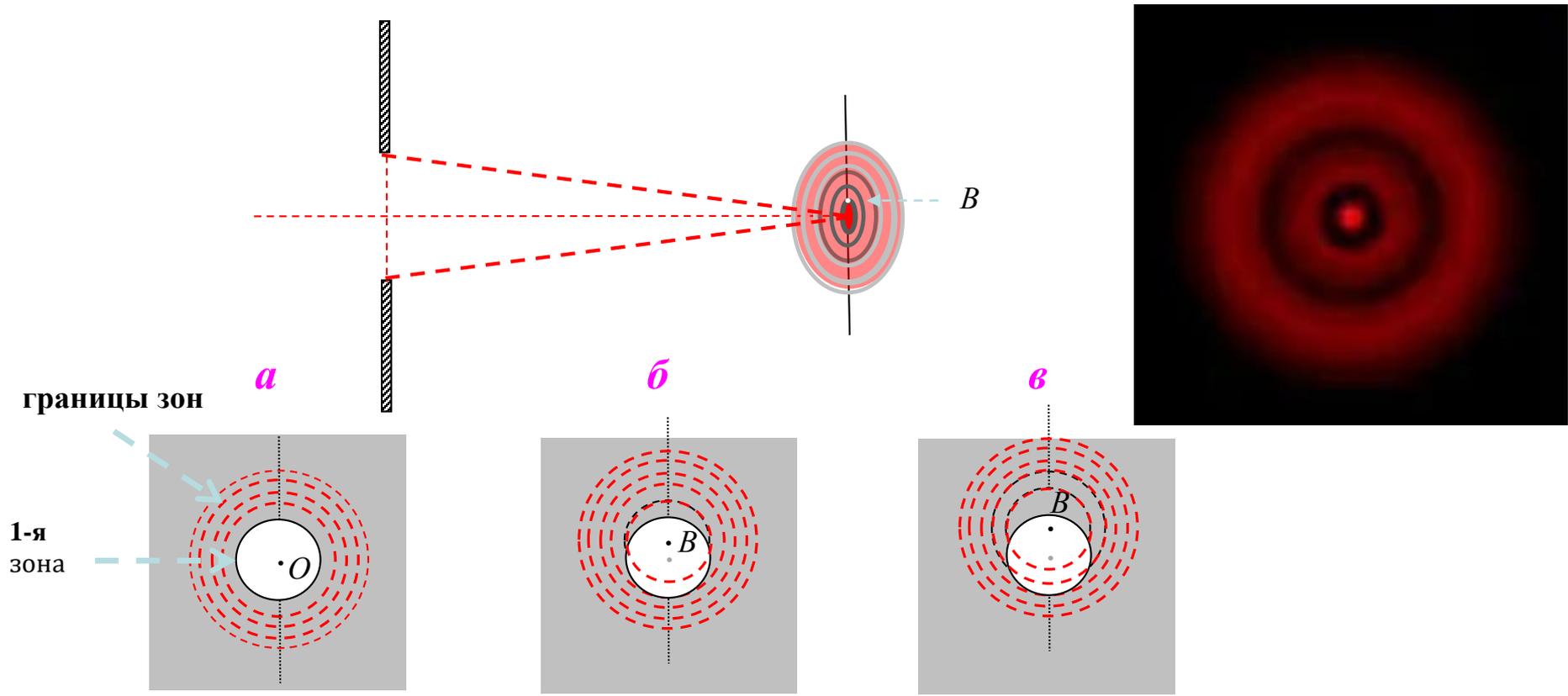


Открыта 1-я зона Френеля-Шустера:

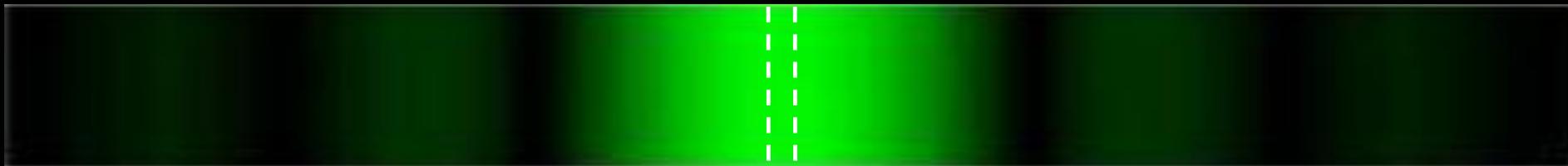
В центре максимум



3) **) *Распределение интенсивности света по экрану –
формирование дифракционной картины Френеля*



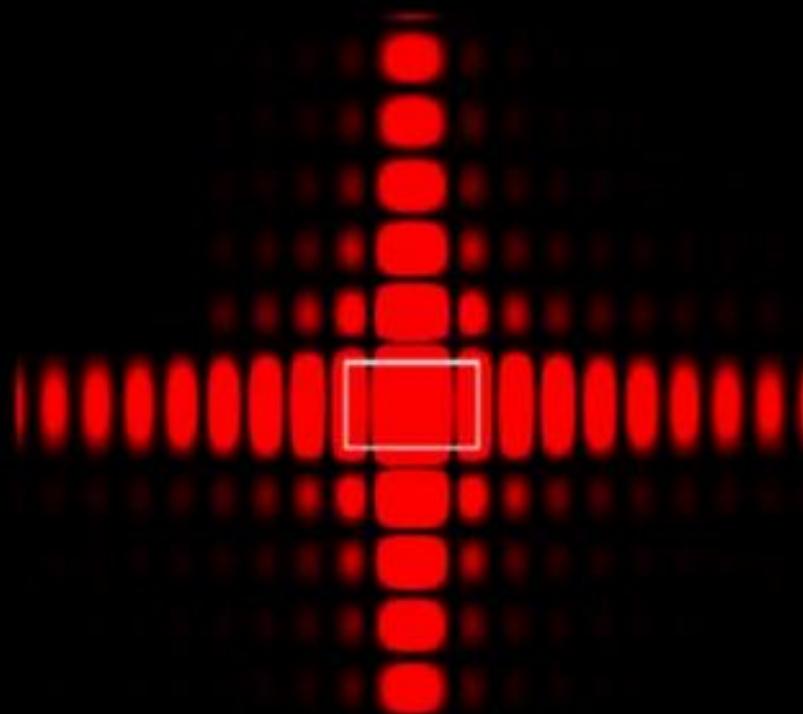
Дифракция Фраунгофера



щель



Круглое отверстие

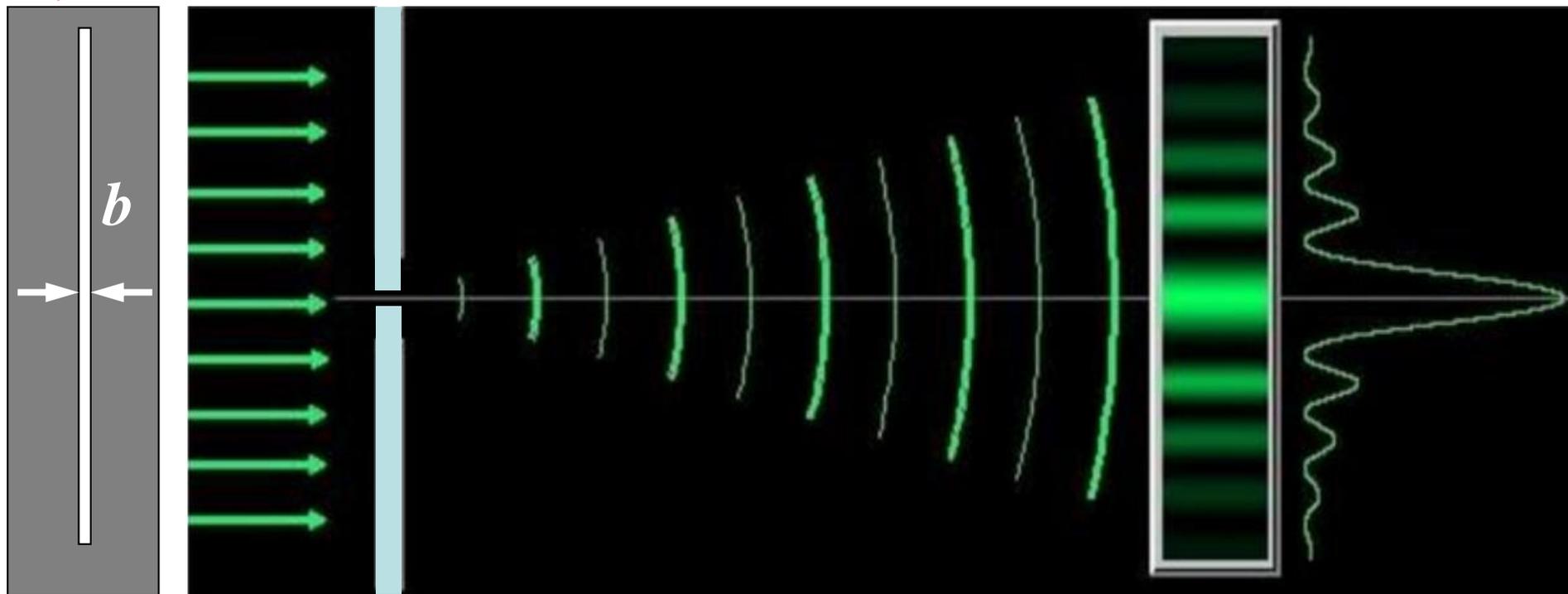


Прямоугольное отверстие

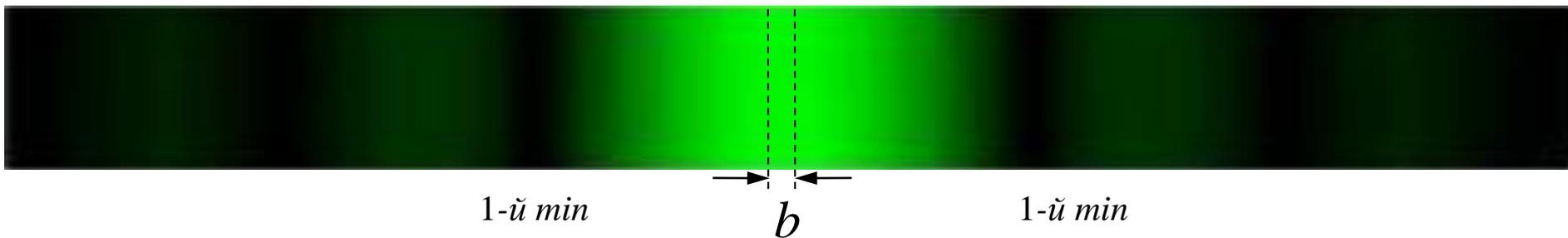
§ 1. Дифракция Фраунгофера на щели

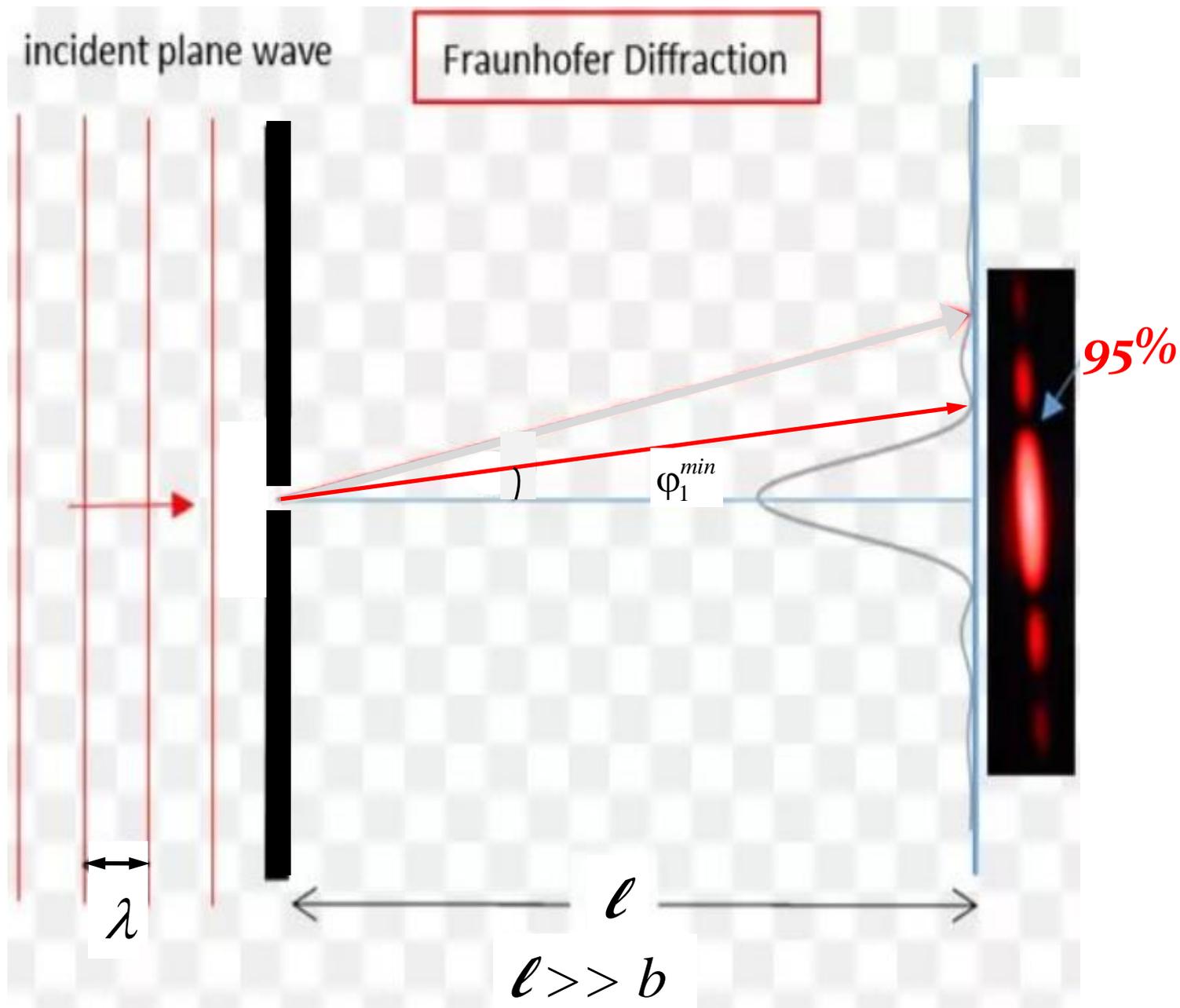
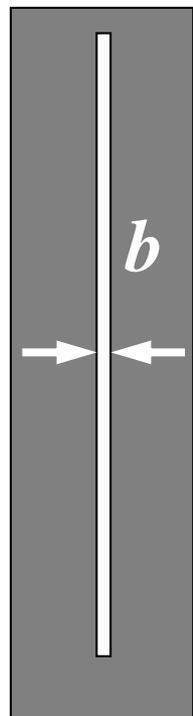
Щель

3.1. Постановка задачи



Центральный максимум: $\approx 95\%$ энергии





3.2. Угловое распределение интенсивности – минимумы и максимумы

Ширина щели b

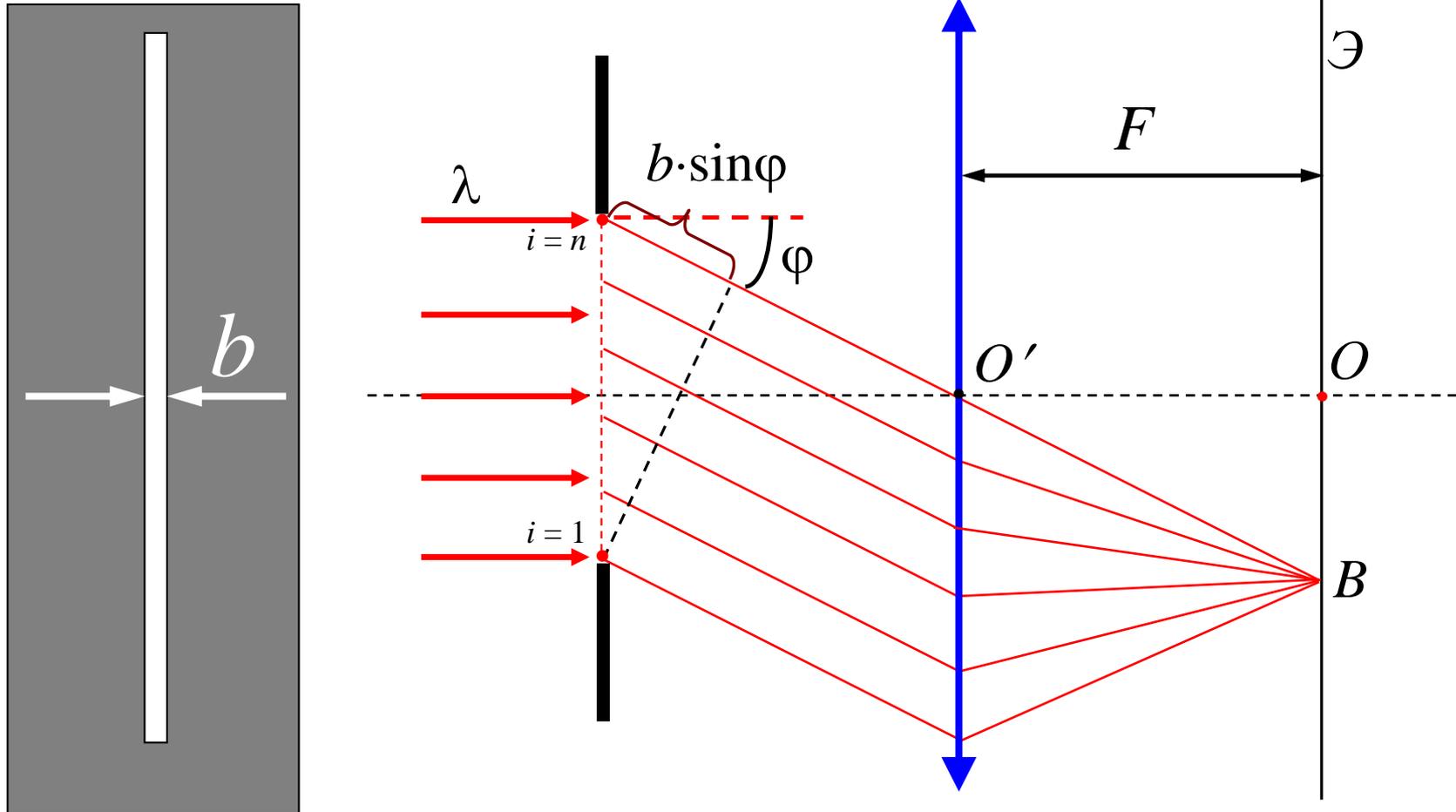
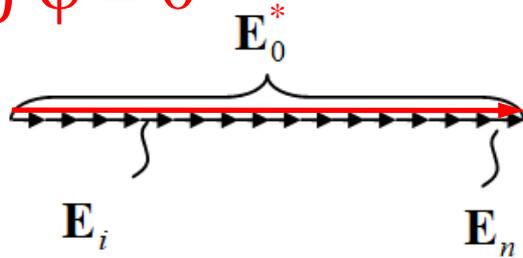


Рис. Схема наблюдения при дифракции Фраунгофера на щели

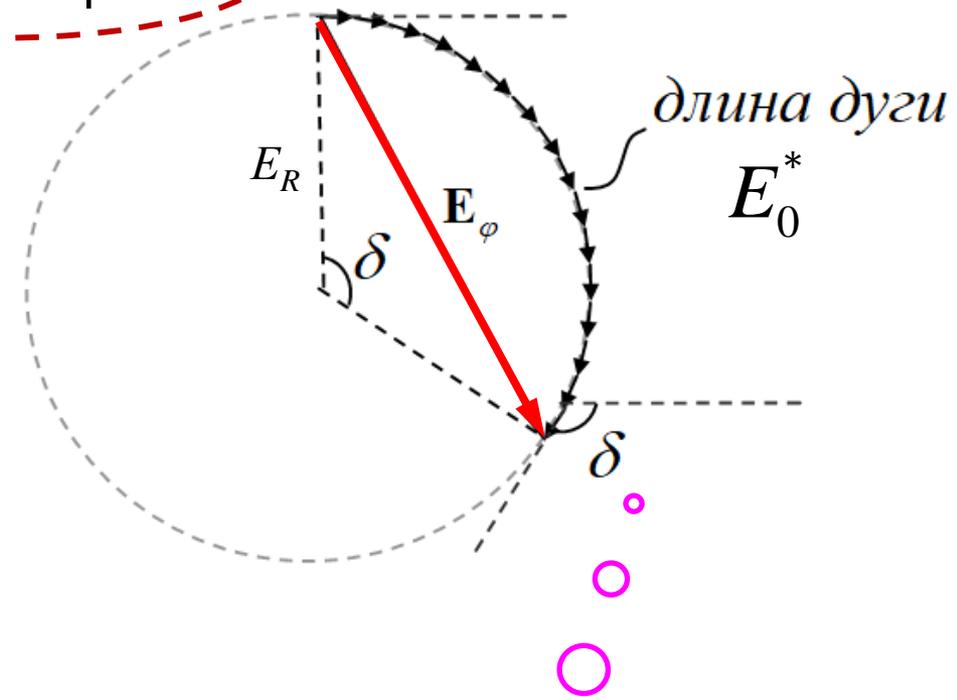
Векторные диаграммы

а) $\varphi = 0$

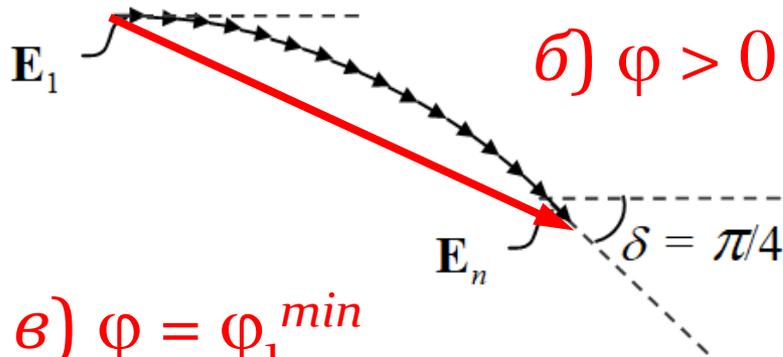


$$\Delta = b \sin \varphi !$$

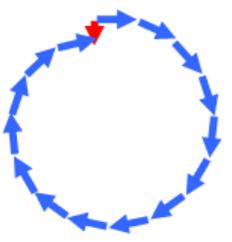
б) $0 < \varphi < \varphi_1^{min}$



в) $\varphi > 0$



г) $\varphi = \varphi_1^{min}$

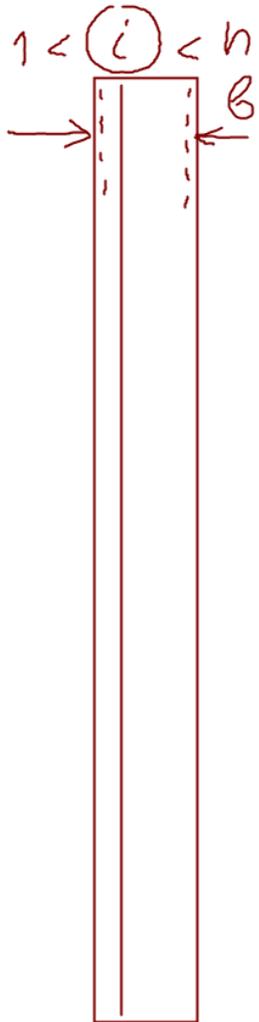


$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot b \sin \varphi$$

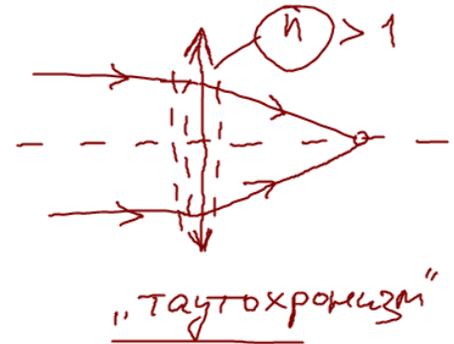
первый минимум

$$b \sin \varphi_1 = \pm \lambda$$

Доска



a), $\varphi = 0$, т. "0"



I_0

E_0^* | $I_0^* \sim (E_0^*)^2$

Смпа.
 \vec{E} в центре г. картины

b) $0 < \varphi < \varphi_1^{(min)}$

$$\Delta = b \cdot \sin \varphi$$

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda_0} \cdot b \sin \varphi$$

