

# ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА

Это перераспределение интенсивности света с образованием **max** и **min** освещенности при суперпозиции **когерентных** волн.

Для получения когерентных световых волн разделяют свет одного источника на две или более систем волн путем его отражения или преломления.

Используются: метод Юнга, бипризма или бизеркало Френеля, зеркало Ллойда и др.

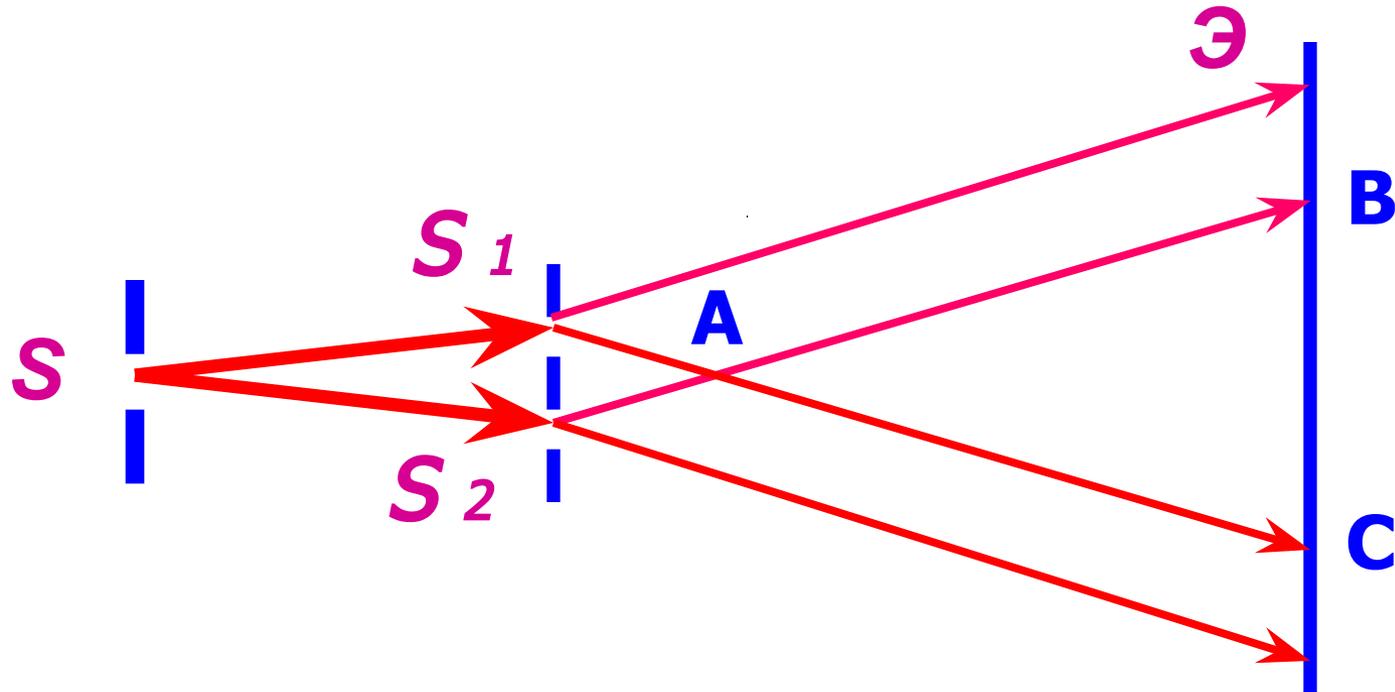
# ТИПЫ КОГЕРЕНТНОСТИ :

- **Временная** – согласованность волн в данной области пространства в разные моменты времени, ограничивается степенью монохроматичности света.
- **Пространственная** – согласованность волн в разных областях в один и тот же момент времени, ограничивается длиной пространственной когерентности.

# Метод Юнга

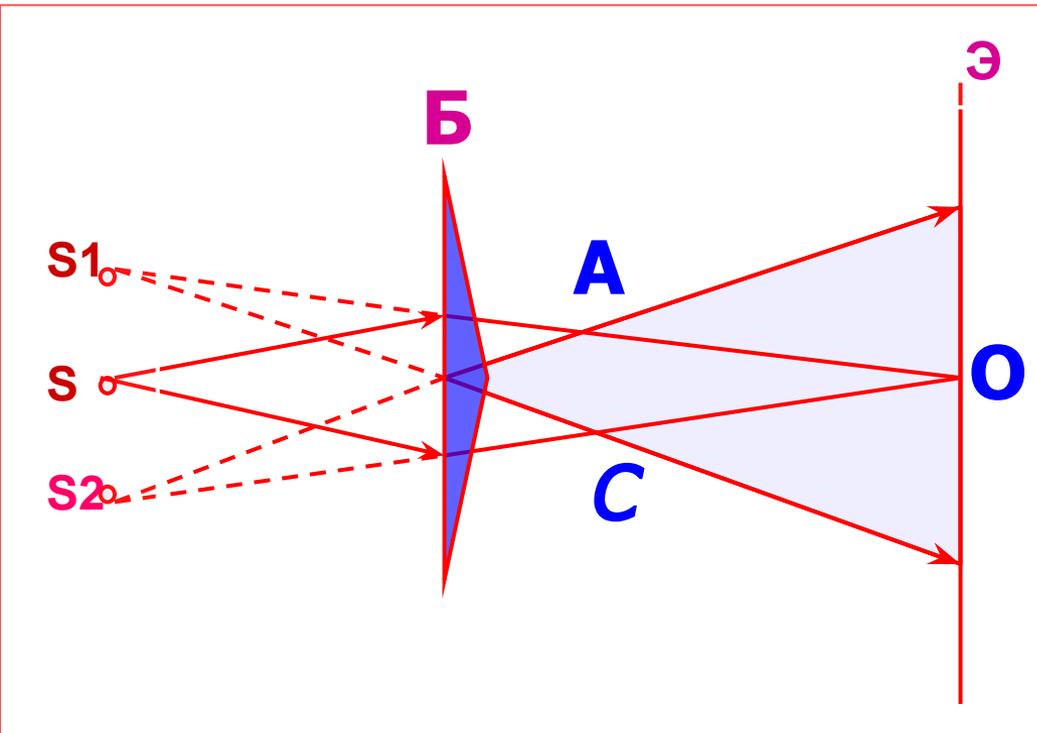
$S$  – освещенная щель,

$S_1$ ,  $S_2$  - щели, параллельные  $S$ .



**ABC – область  
интерференции**

# Бипризма Френеля



$S$  – освещенная  
щель,  
 $S_1, S_2$  – ее мнимые  
изображения,  
 $B$  – бипризма  
Френеля,  
 $\mathcal{Э}$  – экран;

**АОС** - область интерференции.

$S_1, S_2$  – когерентные источники, при  
наложении когерентных волн образуется  
интерференционная картина.

- Геометрическая разность хода

$$s_2 - s_1;$$

- оптическая разность хода

$$\Delta = s_2 n_2 - s_1 n_1.$$

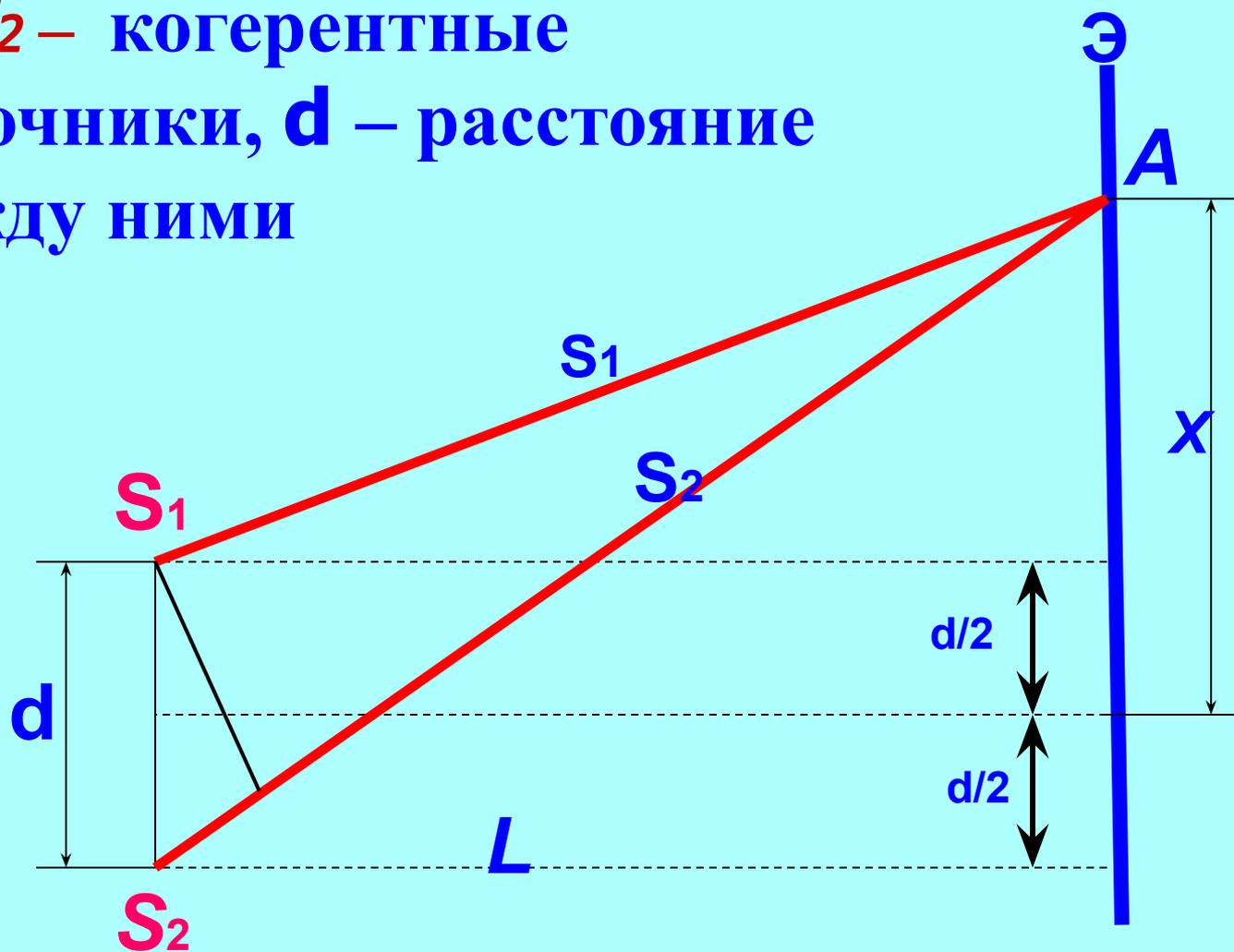
- Условие **max**:  $\Delta = m\lambda;$

- Условие **min**:  $\Delta = (2m + 1)\lambda / 2;$

$m = 0, 1, 2, \dots$  - **целое число.**

# К расчету интерференционной картины

$S_1, S_2$  – когерентные источники,  $d$  – расстояние между ними



$L$  – расстояние от плоскости щелей до экрана

**X** – координата **max** или **min** на экране,

$s_1, s_2$  – расстояние от источников до А.

$$s_2^2 = L^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2 \quad x_m^{\max} = \frac{mL\lambda}{d};$$

-

$$s_1^2 = L^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2 \quad x_m^{\min} = \frac{(2m-1)L\lambda}{2d};$$

---

$$s_2 - s_1 \approx \frac{2xd}{L}; \quad \Delta x = \frac{L\lambda}{d}.$$

# Интерференция в тонких пленках

$d$  – толщина

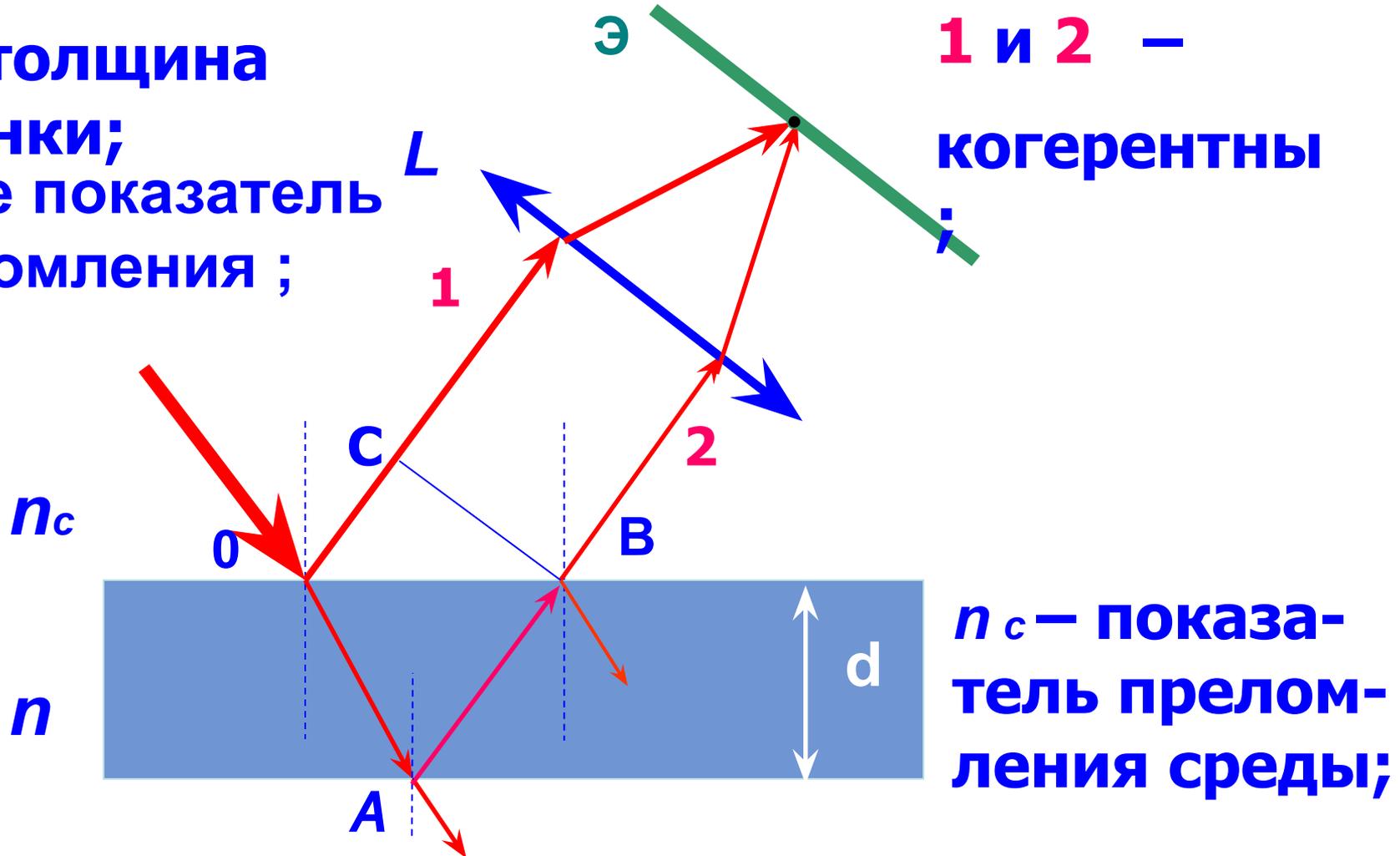
пленки;

$n$  – ее показатель преломления ;

$\varepsilon$

1 и 2 –

когерентны ;

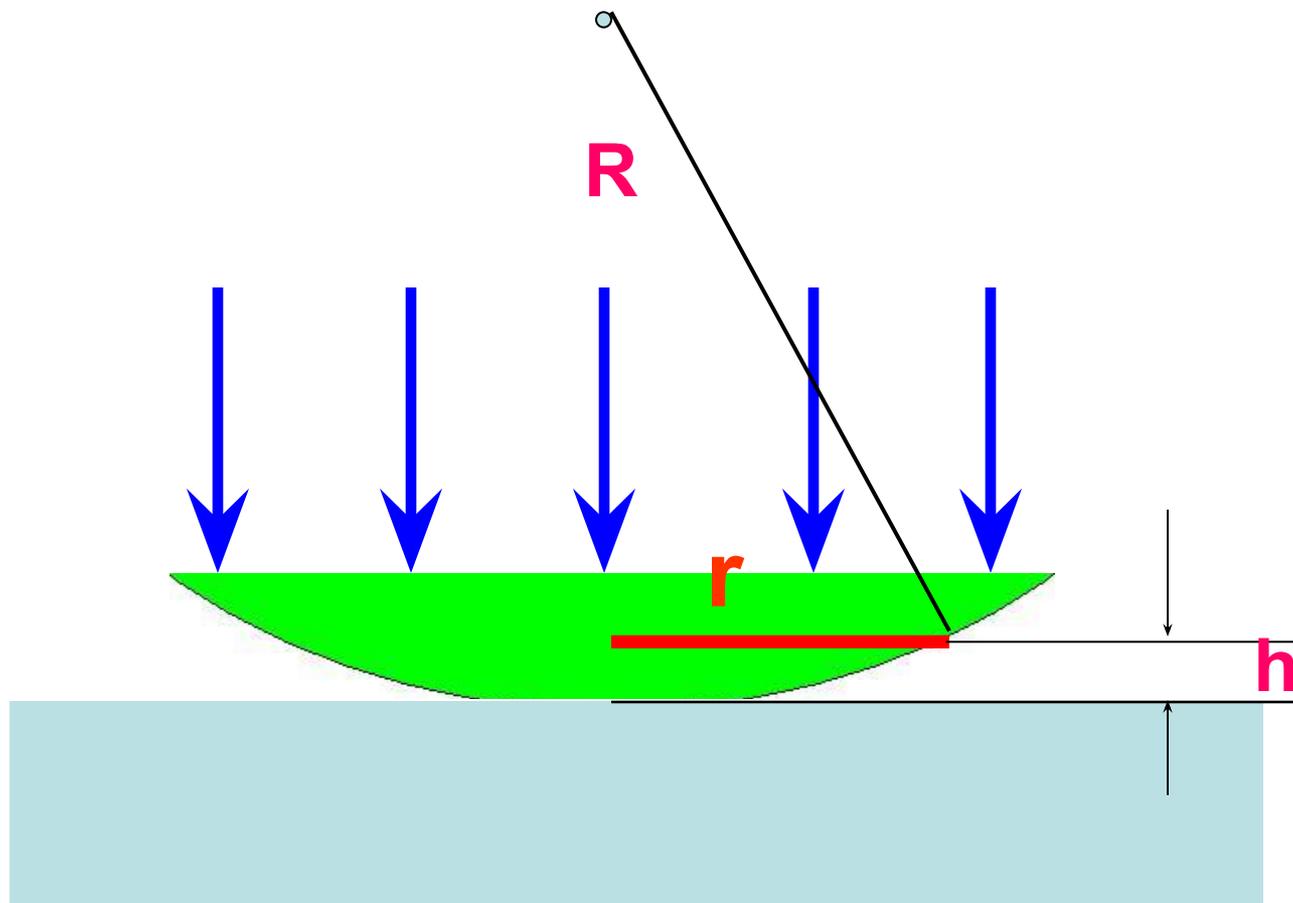


$$\Delta = (OA + AB) \cdot n - OC \cdot n_c ;$$

Линза дополнительной разности хода не

# Получение интерференционной картины

## “Кольца Ньютона”



$h$  - толщина зазора в месте расположения кольца;

$R$  – радиус линзы,  $r$  – радиус кольца Ньютона.

# Расчет радиуса колец

$$\Delta = 2h + \frac{\lambda}{2}$$

Отражен-  
ный свет

- оптическая разность хода;

$$R^2 = (R - h)^2 + r^2;$$

$$h = r^2 / 2R;$$

$$\Delta = m\lambda - \text{max};$$

$$r_m = \sqrt{(2m - 1)R\lambda / 2}$$

- радиус светлого

кольца;

$$\Delta = (2m - 1)\lambda / 2 - \text{min};$$

$m = 1, 2, 3, \dots$  - целое число.

- радиус темного кольца;

$$r_m = \sqrt{mR\lambda}$$



# Интерферометр

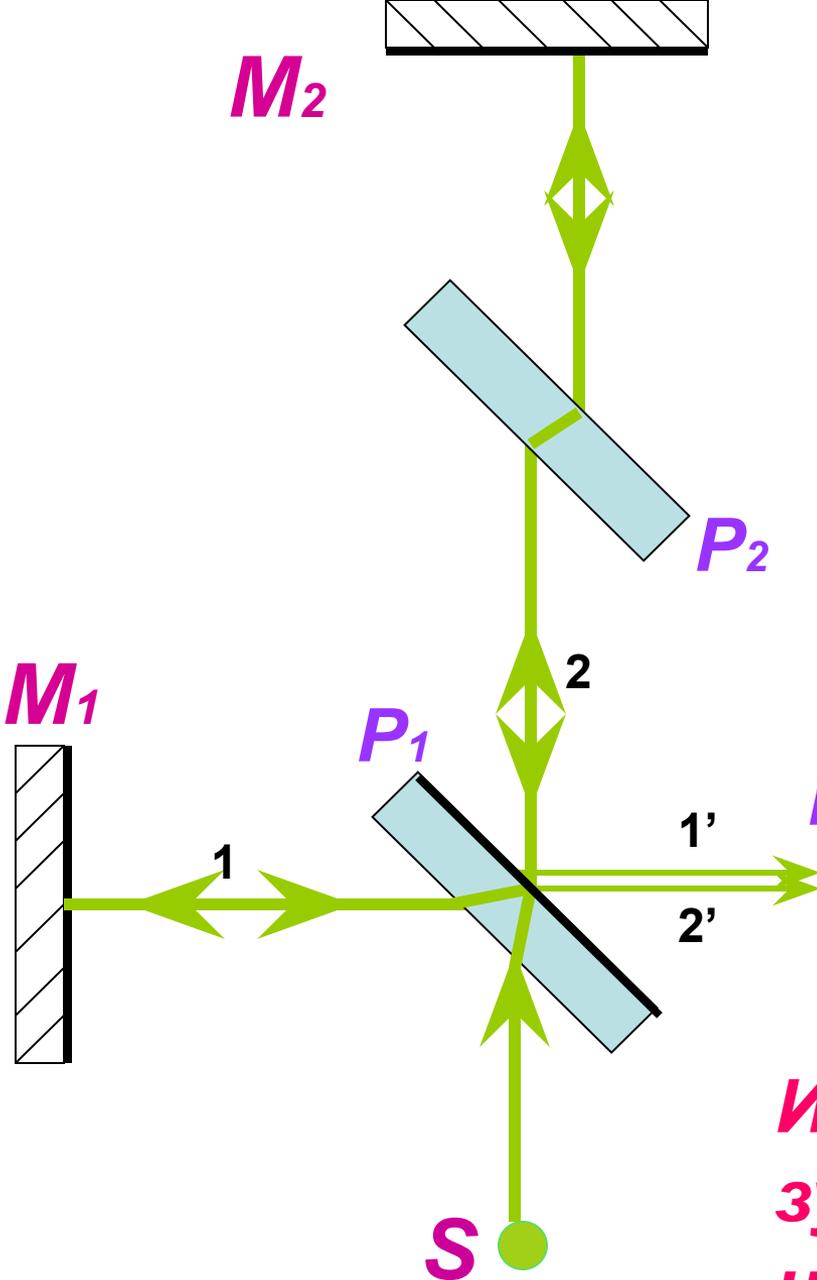
## Майкельсона

$S$  – источник света;  
 $P_1$  – полупрозрачная  
пластинка;

$P_2$  – прозрачная пластинка;

$M_1, M_2$  – подвижные  
зеркала.

Интерферометр используется для точного измерения длины волны света, длины тела и т.д.

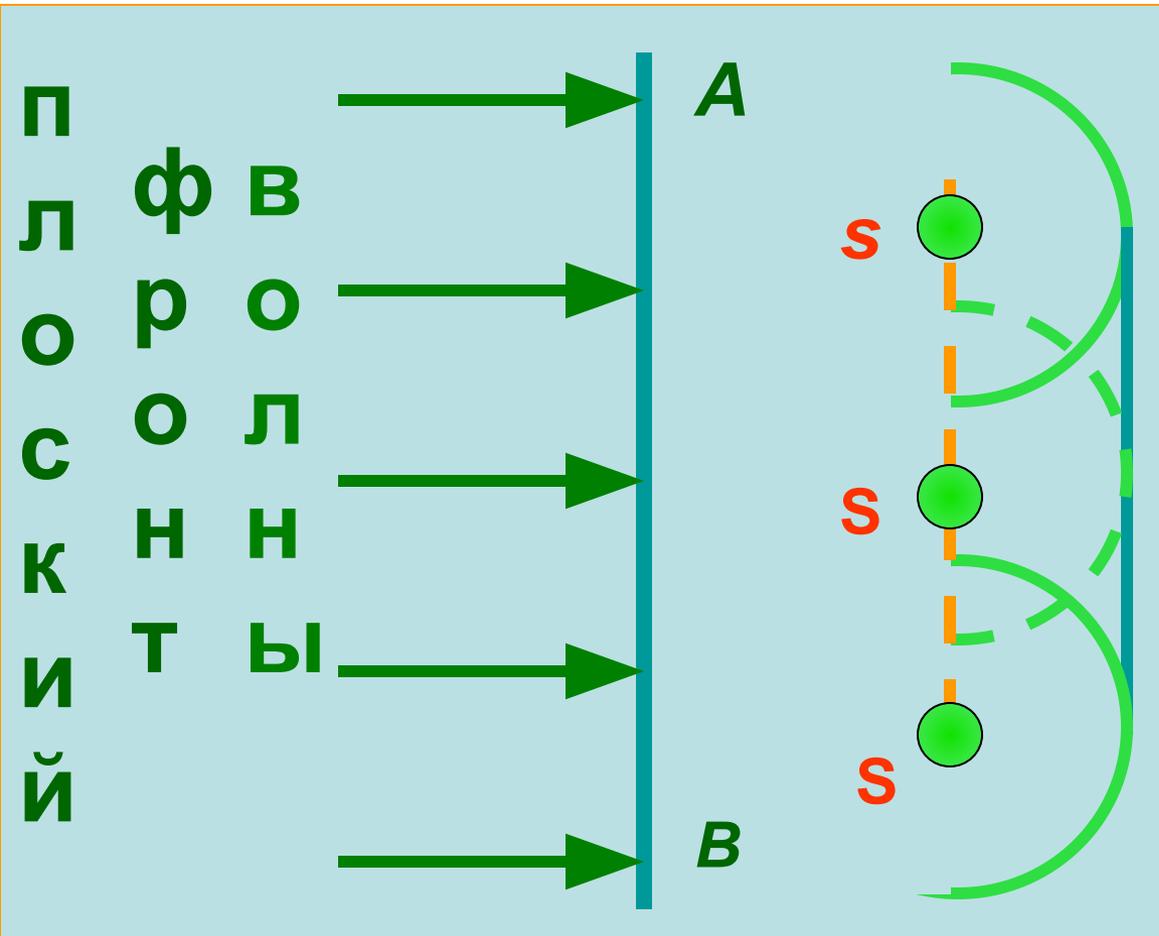


## *Дифракция Френеля:*

**фронт волны – сферический или плоский; на экране, находящемся на конечном расстоянии от препятствия, «дифракционное изображение» препятствия.**

***Дифракция Фраунгофера:***  
**фронт волны - плоский;**  
**на экране, находящемся в**  
**фокальной плоскости линзы,**  
**“ дифракционное изображе-**  
**ние” удаленного источника**  
**света.**

# Принцип Гюйгенса - Френеля



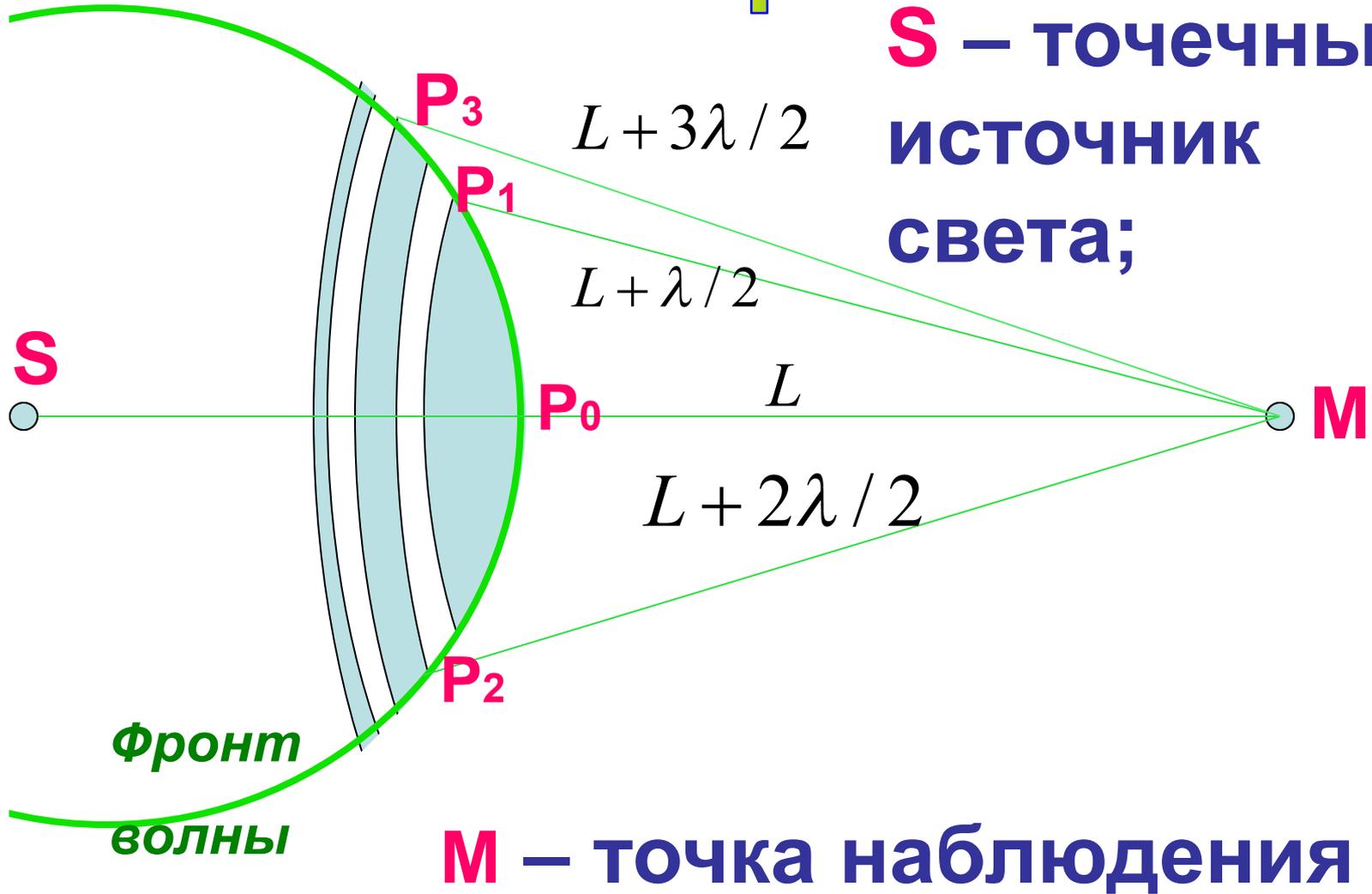
**S** –  
точечные  
источники  
когерентных  
вторичных  
волн.

# Принцип Гюйгенса - Френеля

Каждая точка среды, до которой дошел волновой фронт, становится **точечным** источником вторичных волн.

Для электромагнитных волн наличие среды необязательно.

# Зоны Френеля



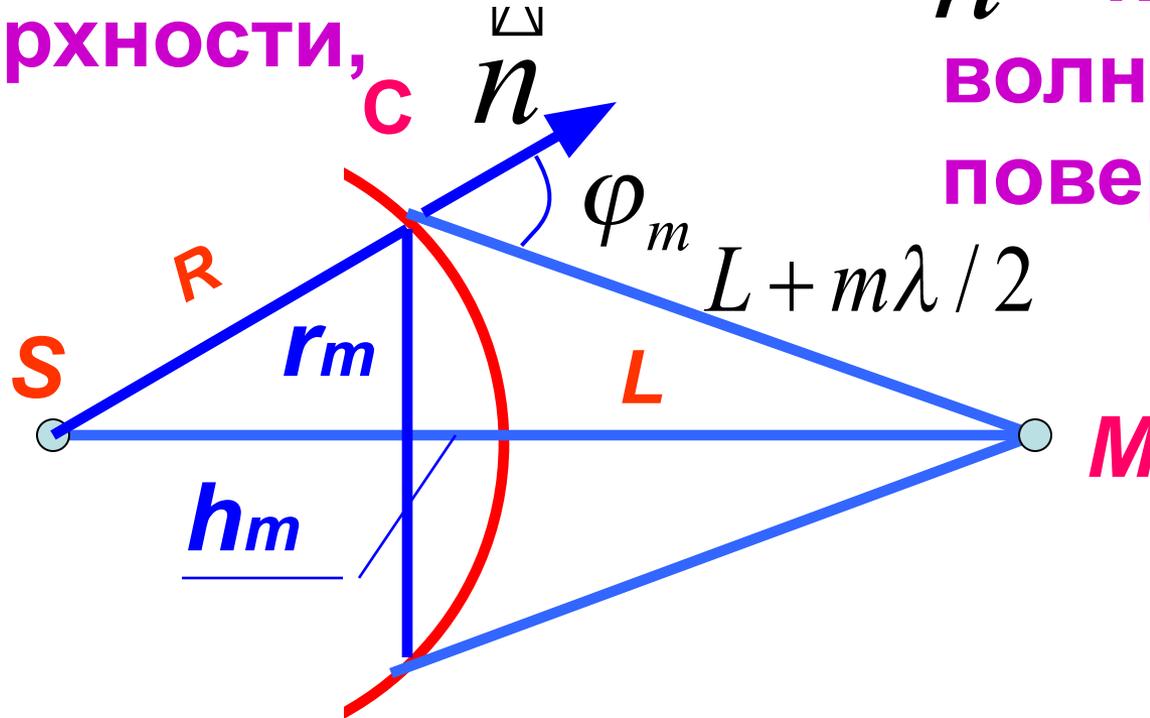
Это участки волновой поверхности, на которые она мысленно разбивается. Площади зон примерно одинаковы. Колебания, возбуждаемые в точке **М** соседними зонами, противоположны по фазе (разность хода от симметричных точек равна половине длины волны).

$$A = A_1 - A_2 + A_3 - A_4 + \dots \pm A_n$$

# Радиус зоны Френеля

$R$  – радиус волновой поверхности,

$\vec{n}$  – нормаль к волновой поверхности,



$\varphi_m$  - угол между нормалью и направлением на точку наблюдения.

$$r_m^2 = R^2 - (R - h_m)^2 = \left( L + \frac{m\lambda}{2} \right)^2 - (L + h_m)^2,$$

**При**  $\lambda \ll L$

$$h_m = \frac{m\lambda L}{2(R + L)} - \text{высота шарового сегмента,}$$

$$r_m = \sqrt{2Rh_m} = \sqrt{\frac{m\lambda RL}{R + L}}$$

**- радиус m-ой зоны.**

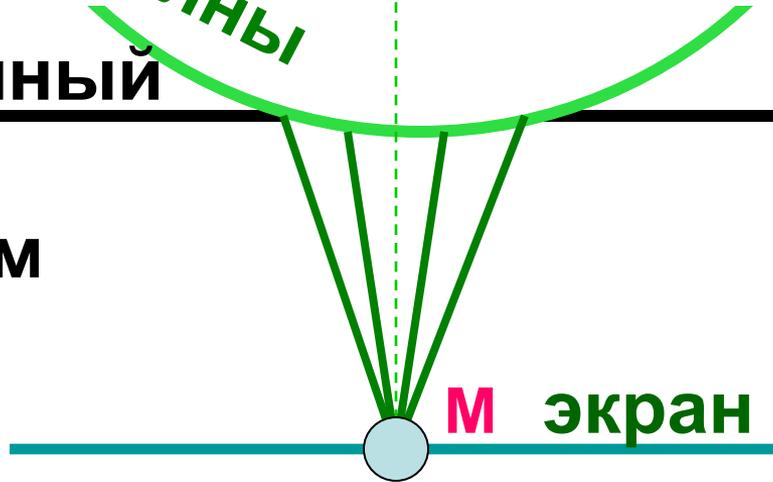
# Дифракция Френеля на круглом отверстии

**S** –точечный  
источник света



ФРОНТ ВОЛНЫ

Непрозрачный  
экран с  
отверстием



В точке **M** *max*  
или *min* в  
зависимости  
от числа зон  
Френеля, укла-  
дывающихся  
на площади  
отверстия.

$$A = \frac{1}{2} ( A_1 + A_m ), \quad m - \text{нечетное} - \textit{max};$$

$$A = \frac{1}{2} ( A_1 - A_m ), \quad m - \text{четное} - \textit{min}$$

# Дифракция на диске

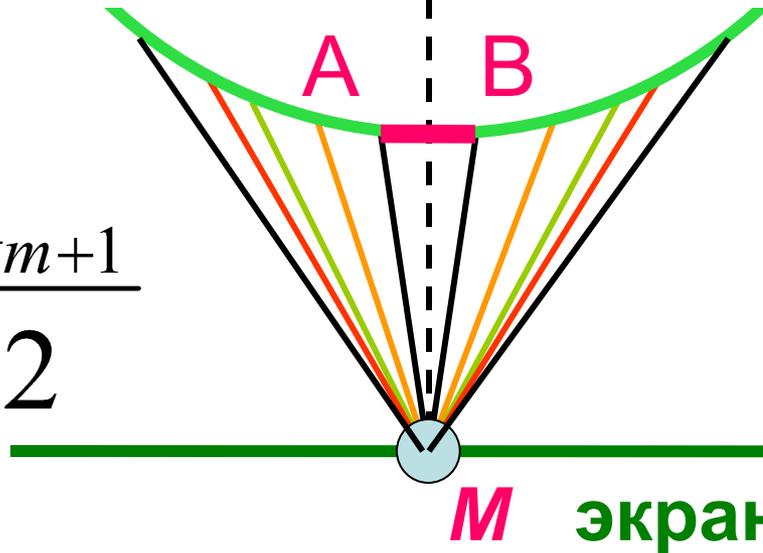
S

В точке M всегда max.

AB – непрозрачный диск закрывает m зон Френеля

Интенсивность света определяется квадратом амплитуды колебаний, приходящих от первой открытой зоны.

$$A = \frac{A_{m+1}}{2}$$



M экран

Интенсивность центрального макс уменьшается с увеличением радиуса диска

# Дифракция на щели

$AB$  – плоский фронт волны;

$MN = b$  – ширина щели;

$L$  – линза;  $\mathcal{E}$  – экран;

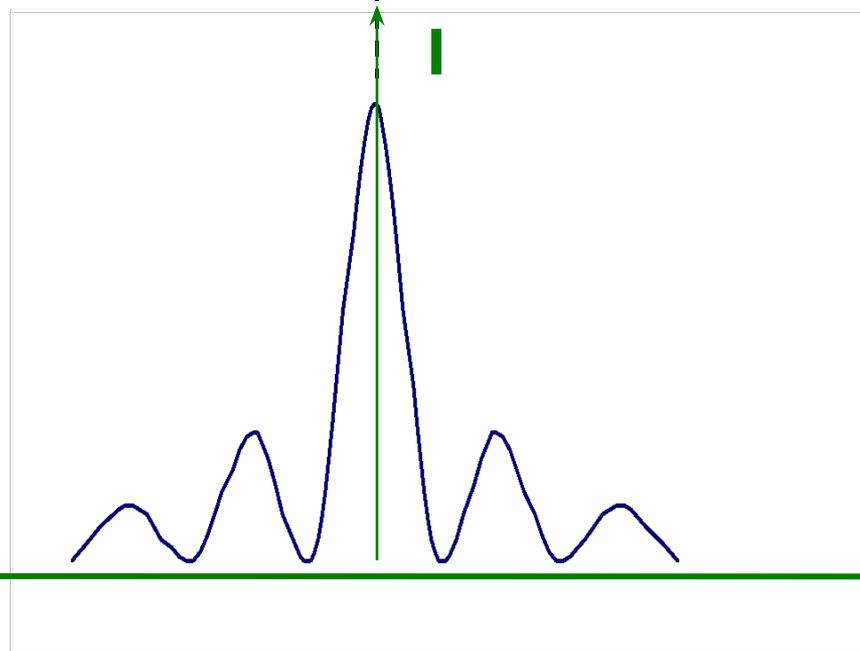
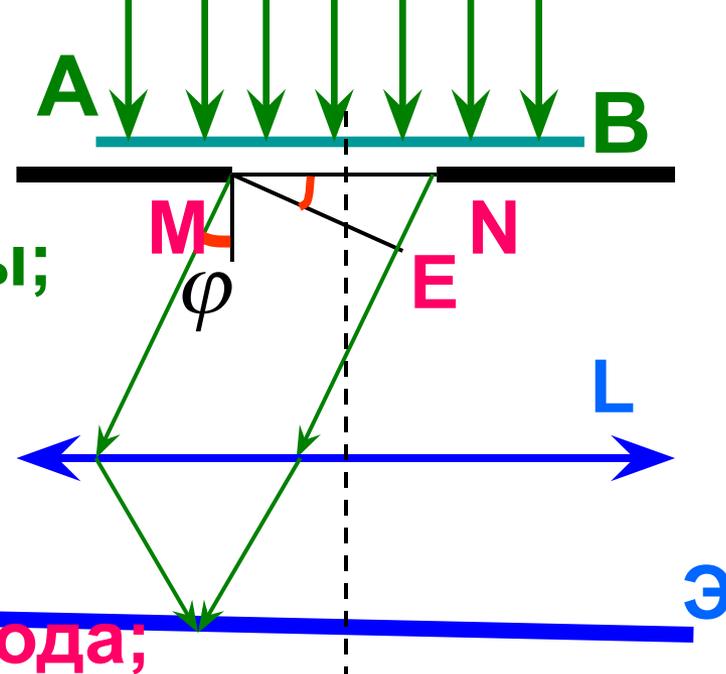
$NE$  – оптическая разность хода;

$\varphi$  – угол дифракции.

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

- условие  $m$ in

где  $m = 1, 2, 3, \dots$



# Дифракция на дифракционной решетке

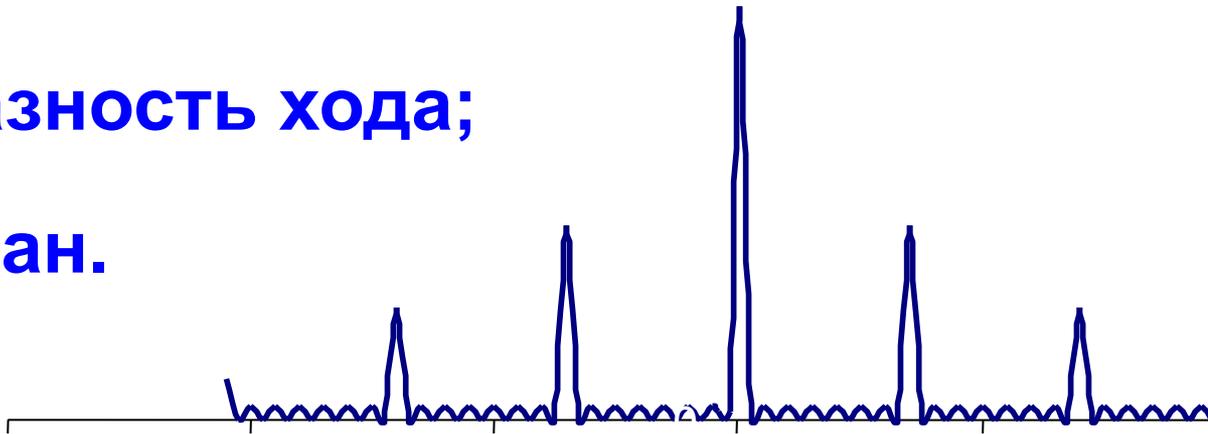
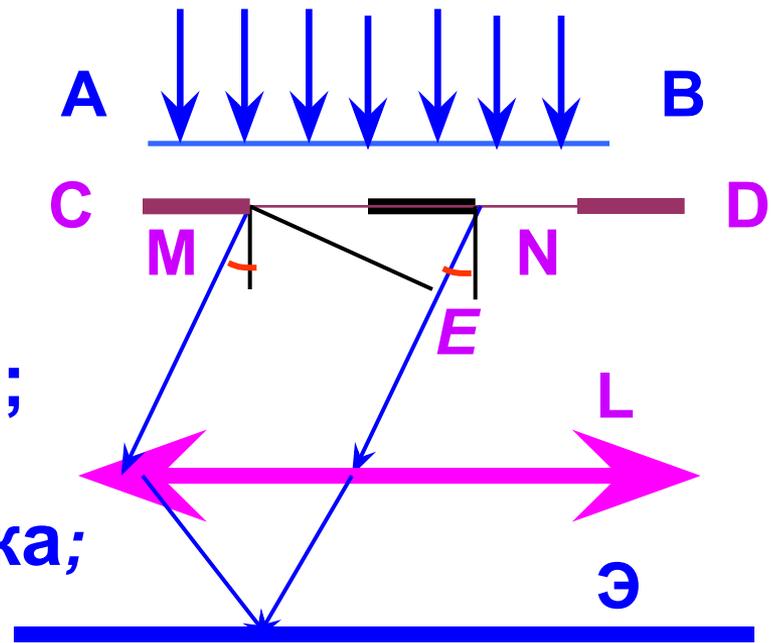
$AB$  – плоский фронт волны;

$CD$  – дифракционная решетка;

$MN = d$  – период дифракционной решетки;

$EN$  – оптическая разность хода;

$L$  – линза;  $\mathcal{E}$  – экран.



**Условие главных максимумов:**

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

$$m = 0, 1, 2, 3 \dots$$

**Условие главных минимумов:**

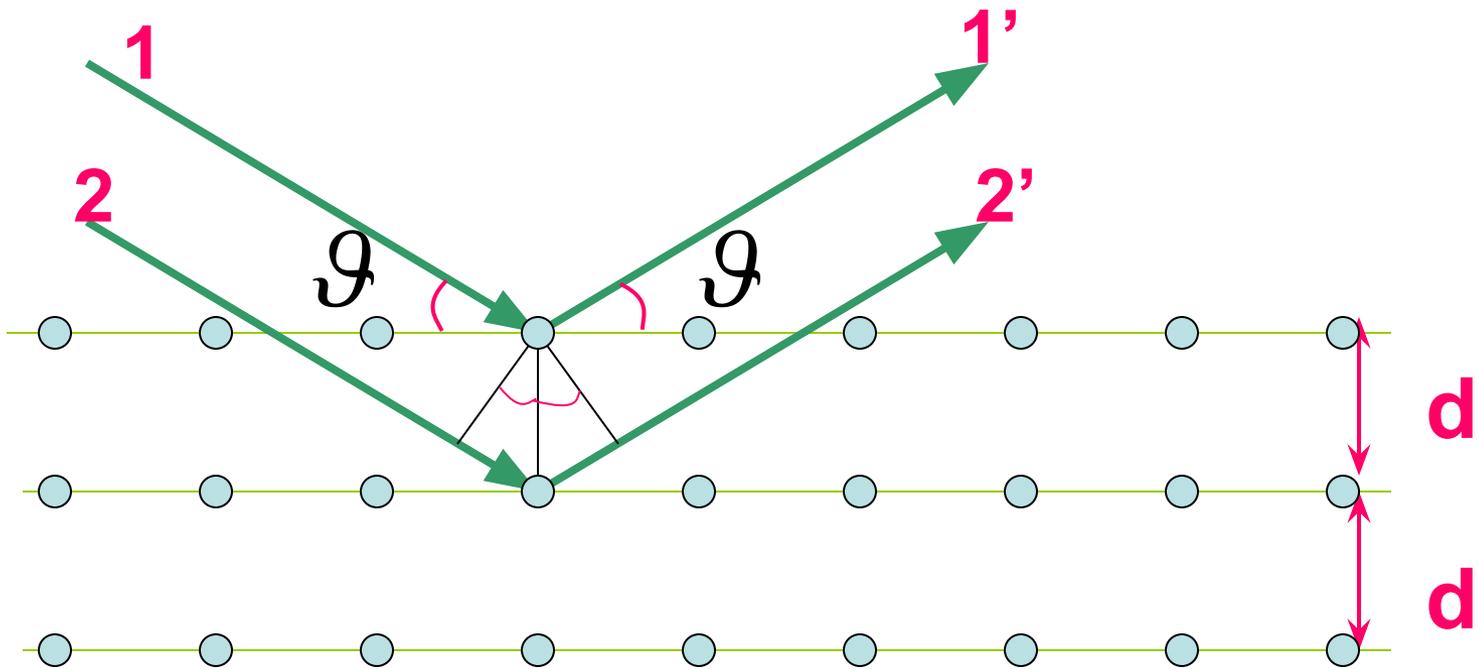
$$b \sin \varphi = \pm m \lambda,$$

$$m = 1, 2, 3 \dots$$

# Дифракция на кристаллической структуре

Кристаллографические

плоскости



$d$  – период решетки,

$\vartheta$  - угол скольжения.

Дифракция рентгеновского излучения – результат его отражения от системы кристаллографических плоскостей.

Отражение возможно при условиях падения излучения на кристалл, при которых возникают интерференционные **max**:

$$2d \sin \vartheta = m\lambda$$

- условие Вульфа – Брэгга,

**m = 1, 2, 3...** - порядок дифракционного **max**