

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.

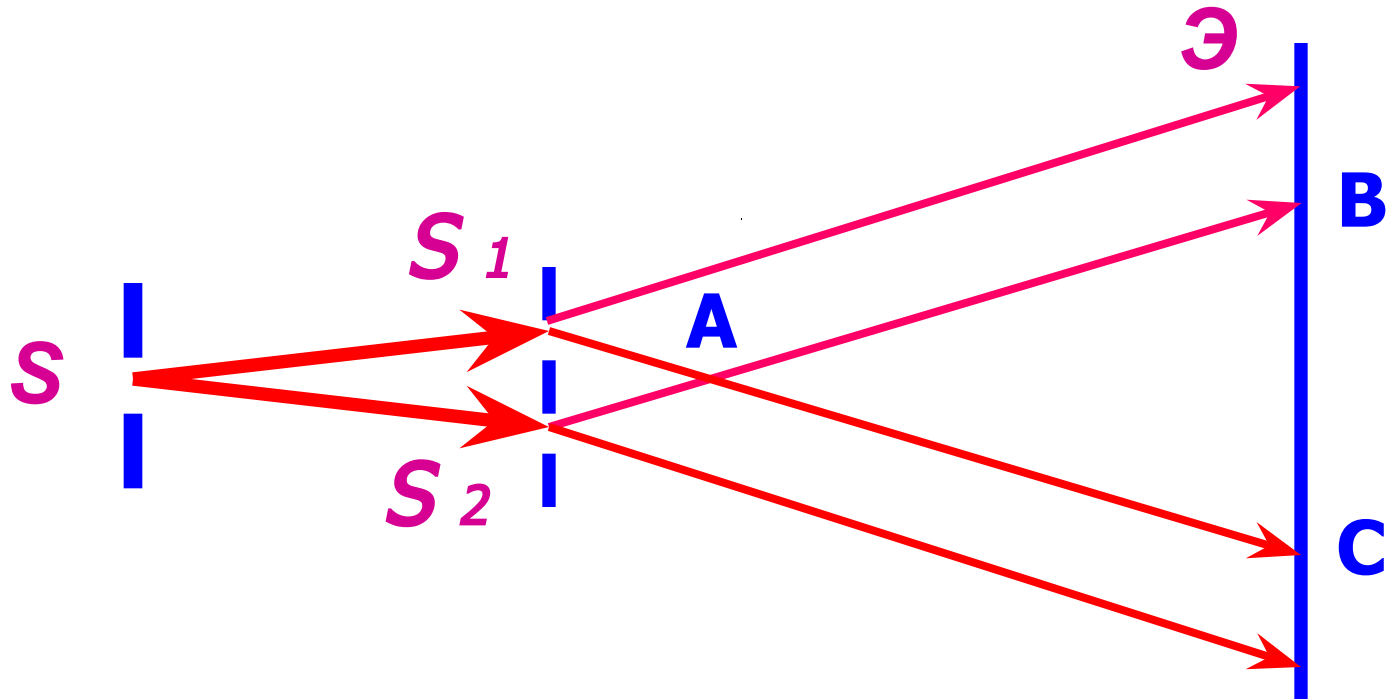
ТИПЫ КОГЕРЕНТНОСТИ :

- **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

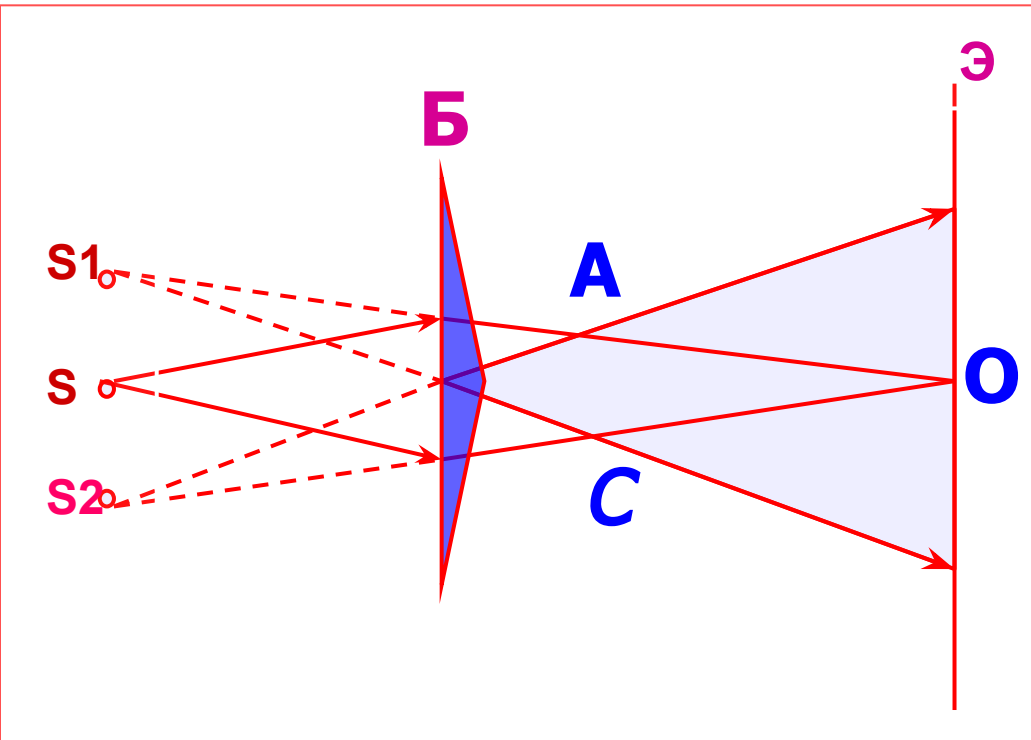
S – освещенная щель,

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{E} – экран;

AOC – 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

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

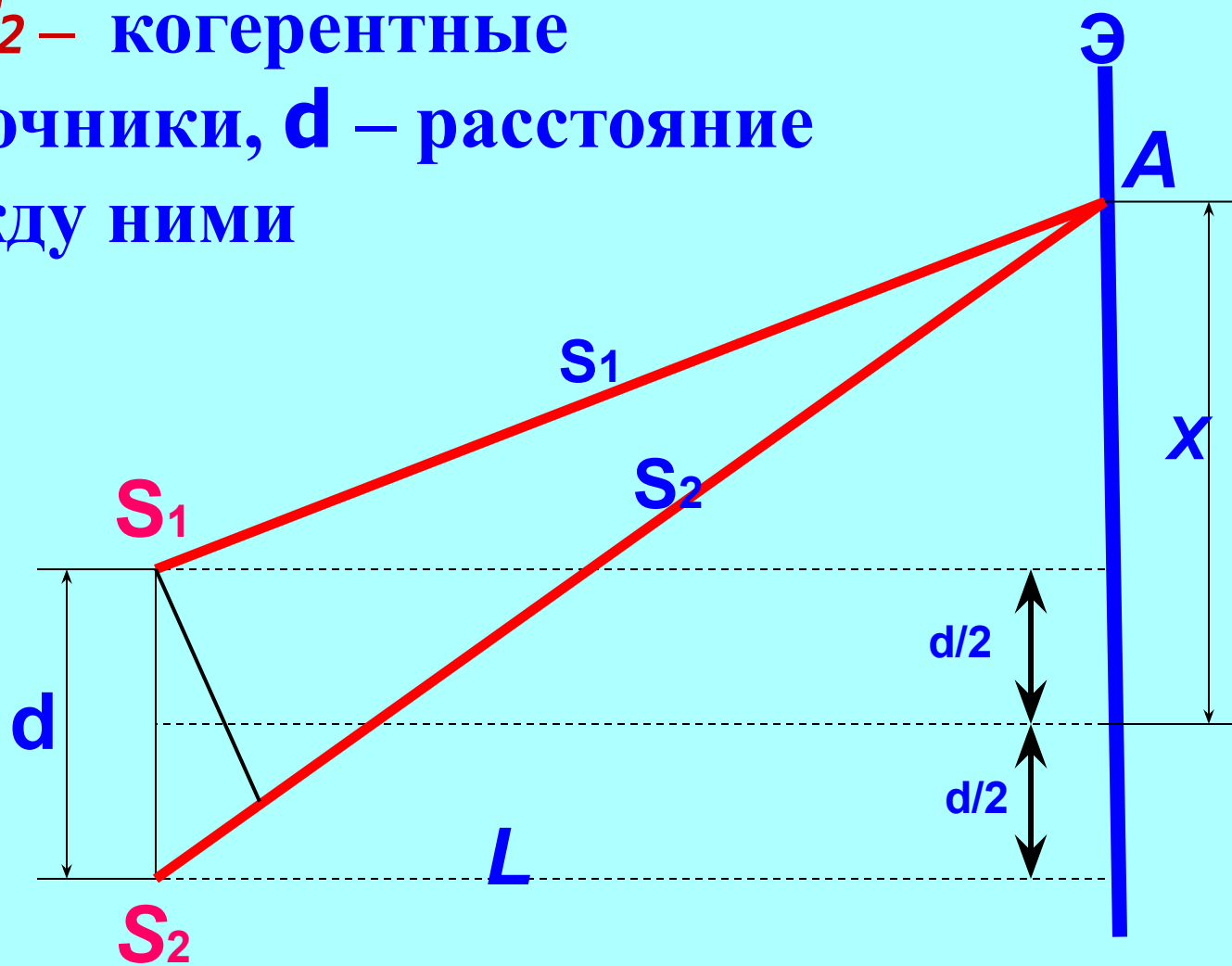
- Условие **max**: $\Delta = m\lambda;$

- 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.

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

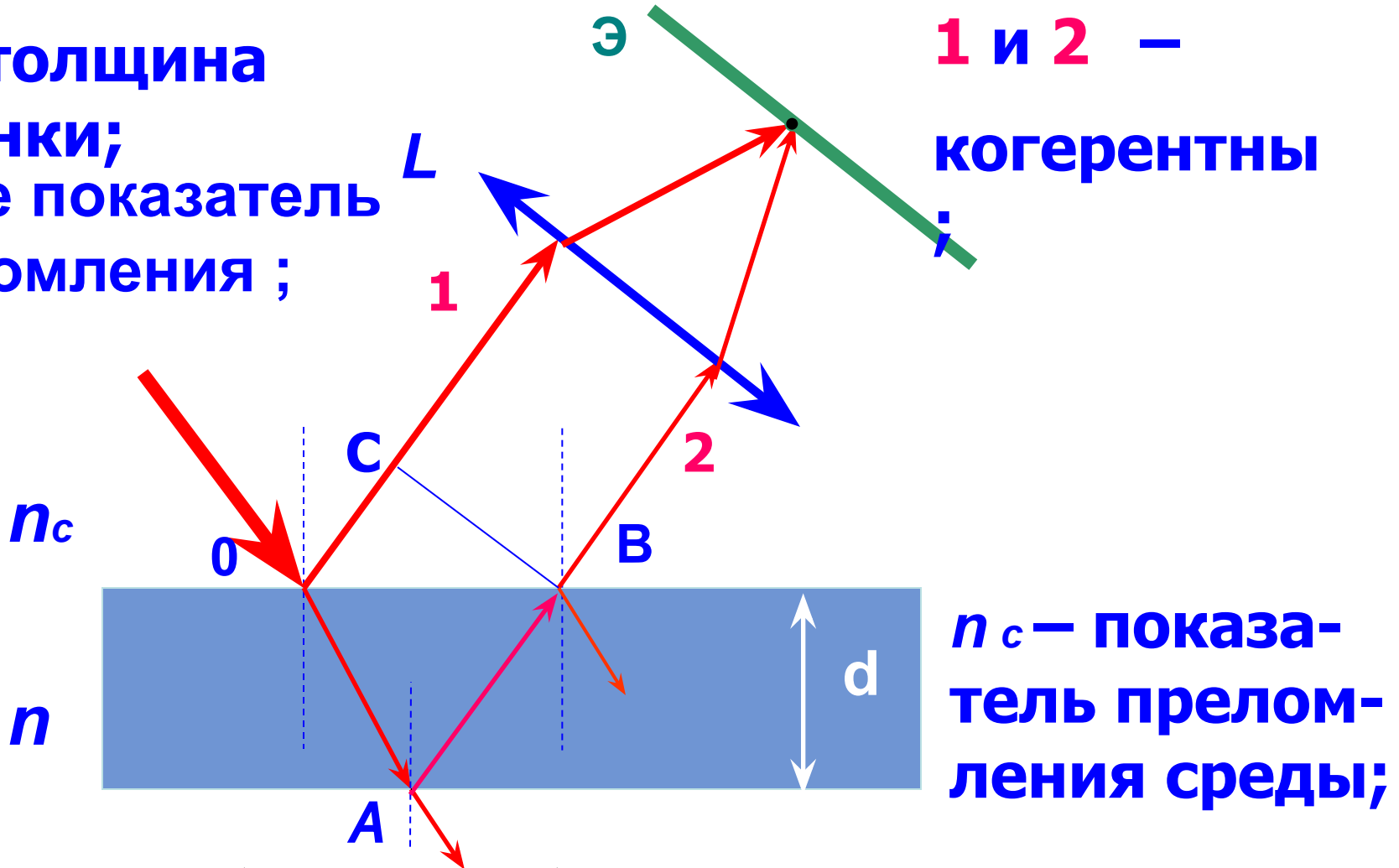
-

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

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

Интерференция в тонких пленках

d – толщина пленки;
 n – ее показатель преломления;



1 и 2 – когерентны;

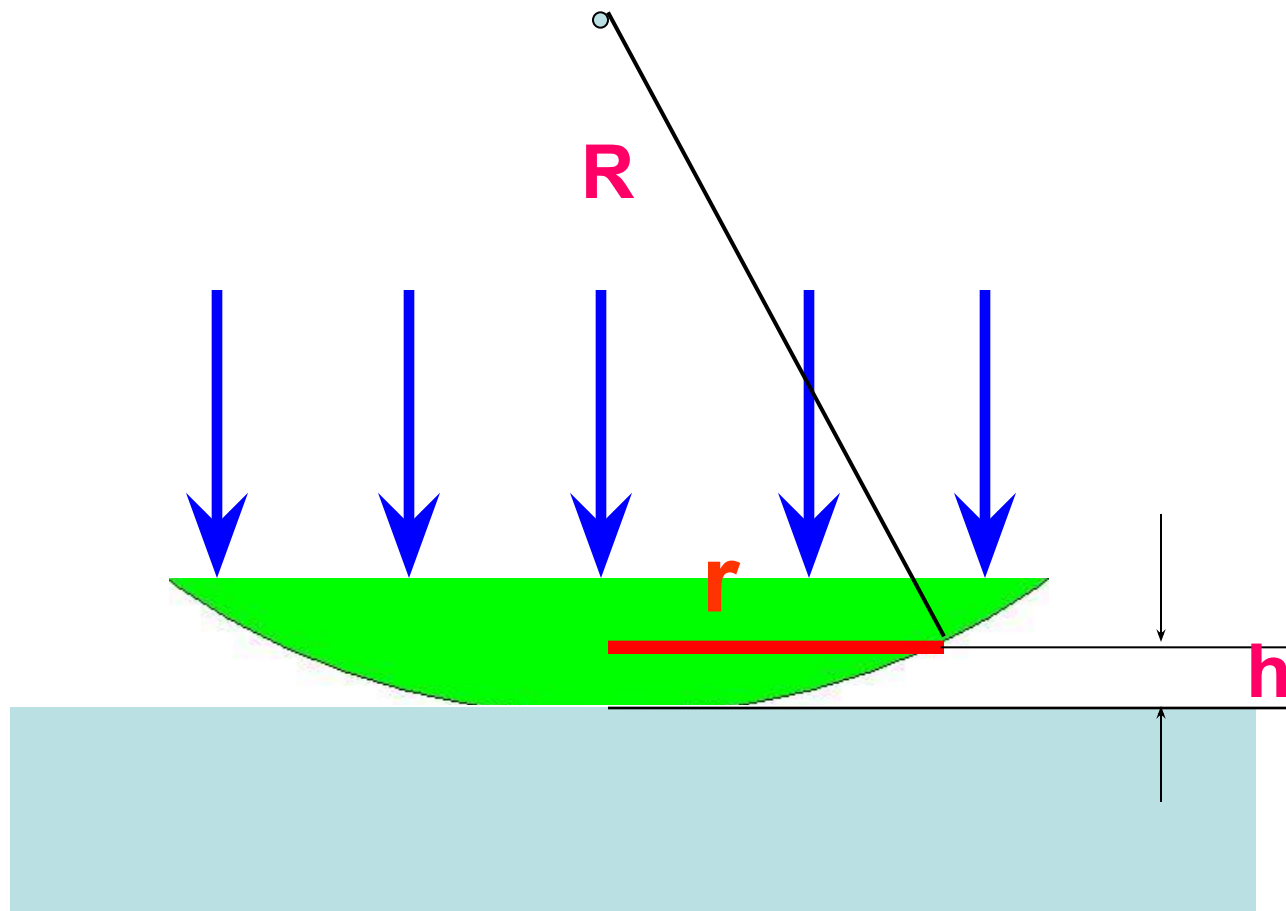
n_c – показатель преломления среды;

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

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;

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

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

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

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

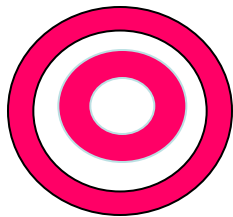
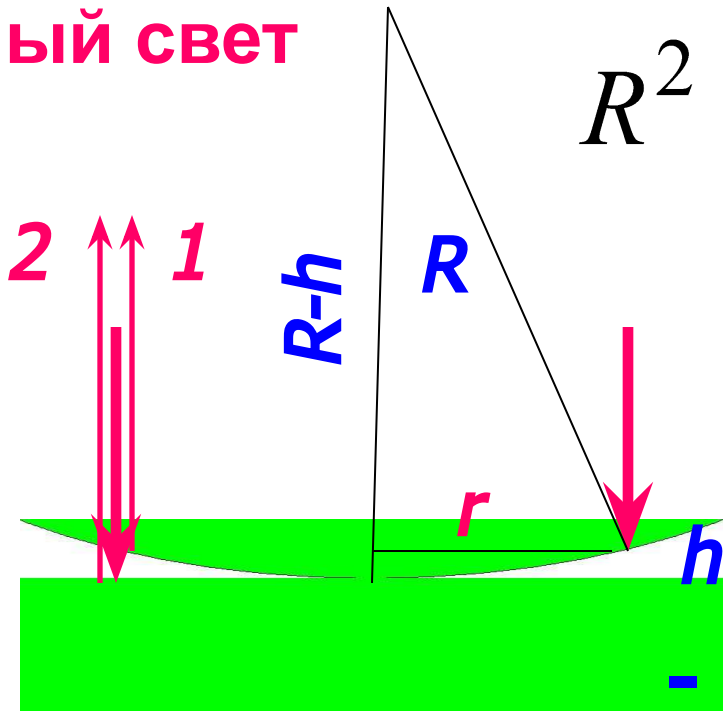
- радиус светлого

кольца;

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

$m = 1, 2, 3, \dots$ - целое число.

- радиус темного кольца;



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

Интерферометр

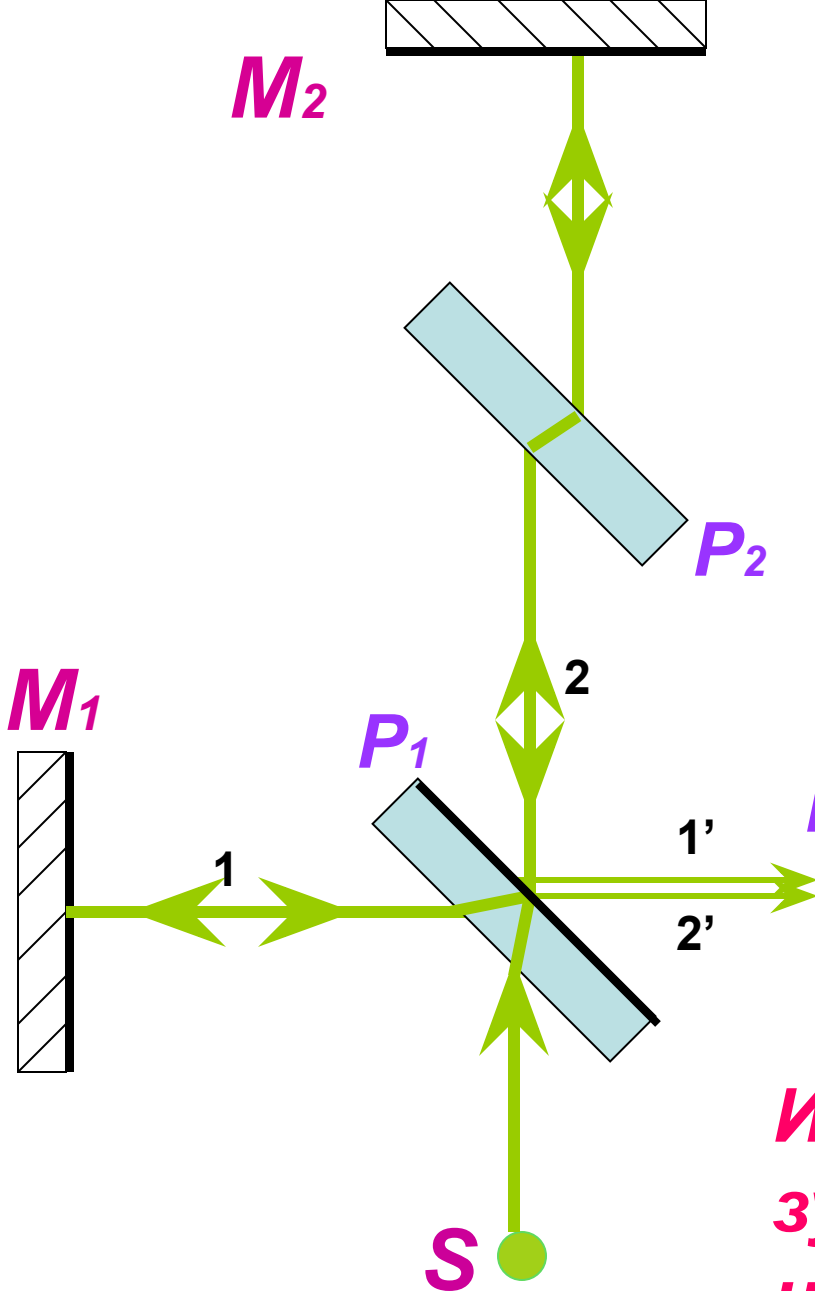
Майкельсона

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.

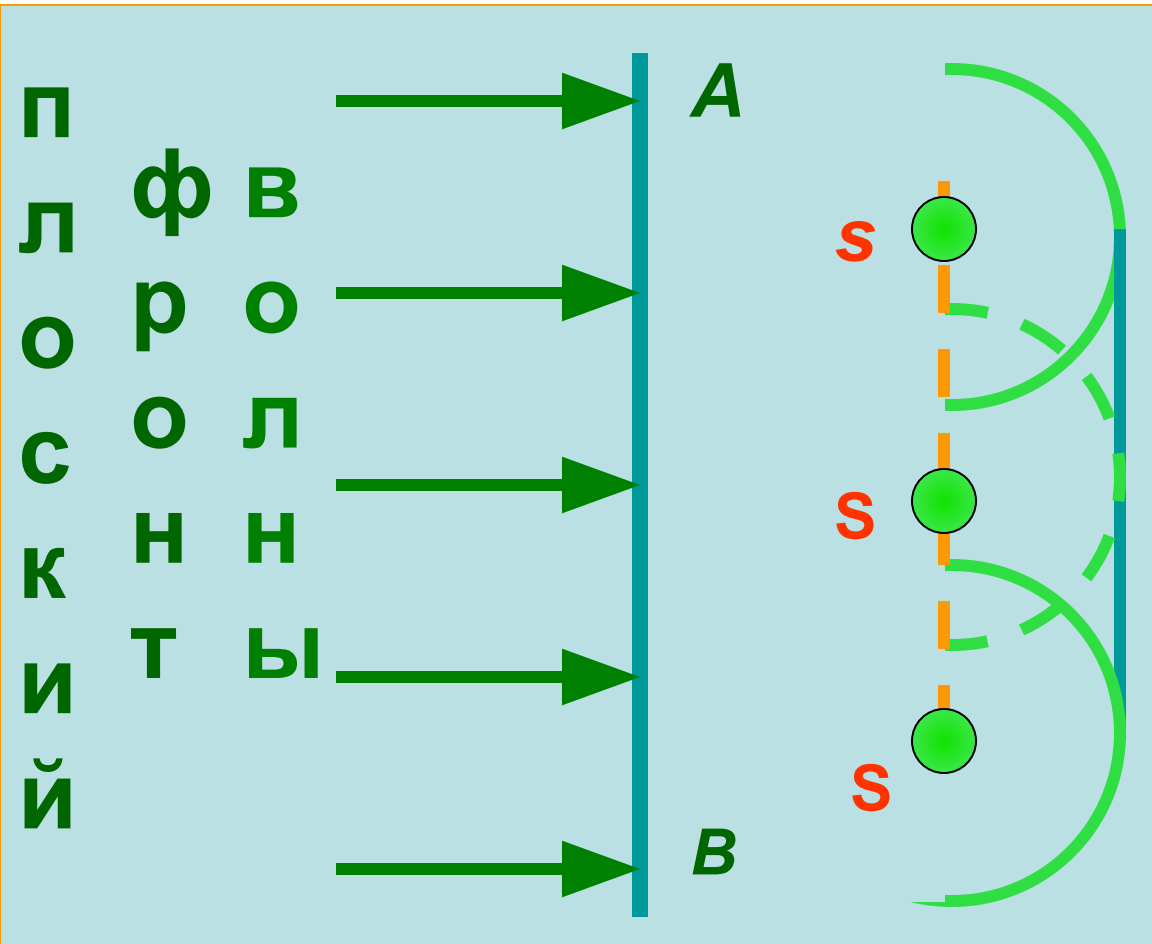


Дифракция Френеля:

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



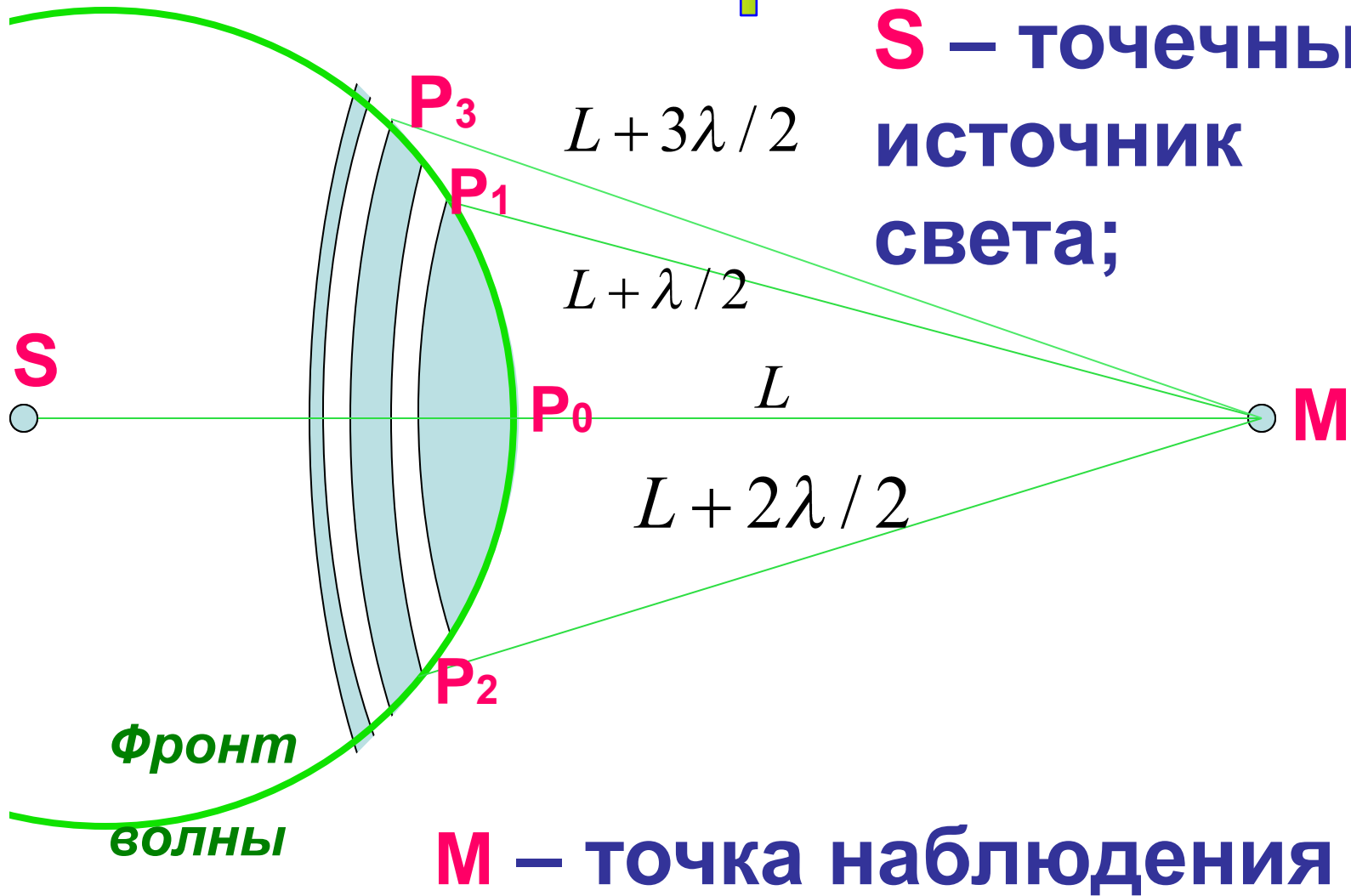
S –
точечные
источники
когерентных
вторичных
волн.

Принцип Гюйгенса - Френеля

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

Для электромагнитных волн наличие среды необязательно.

Зоны Френеля



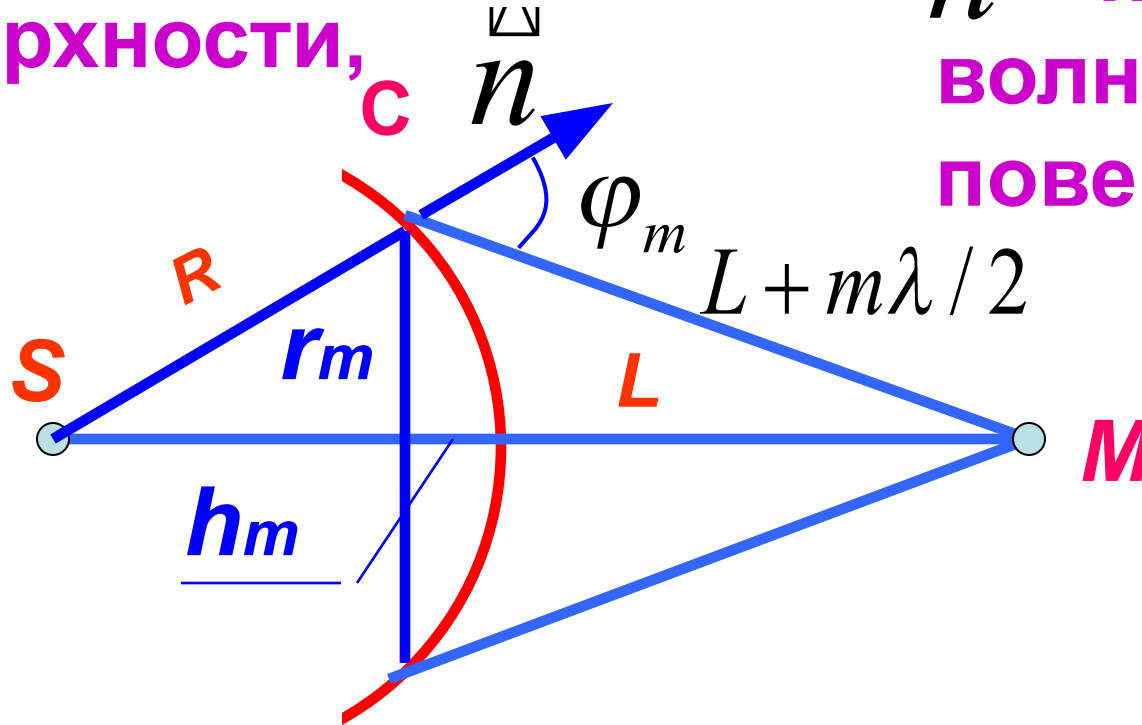
Это участки волновой поверхности, на которые она мысленно разбивается. Площади зон примерно одинаковы. Колебания, возбуждаемые в точке **М** соседними зонами, противоположны по фазе (разность хода от симметричных точек равна половине длины волны).

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

Радиус зоны Френеля

R – радиус волновой поверхности,

\vec{n} – нормаль к волновой поверхности,



φ_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 $\lambda \ll L$

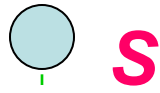
$$h_m = \frac{m\lambda L}{2(R + L)} - \text{высота шарового сегмента,}$$

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

- радиус m-ой зоны.

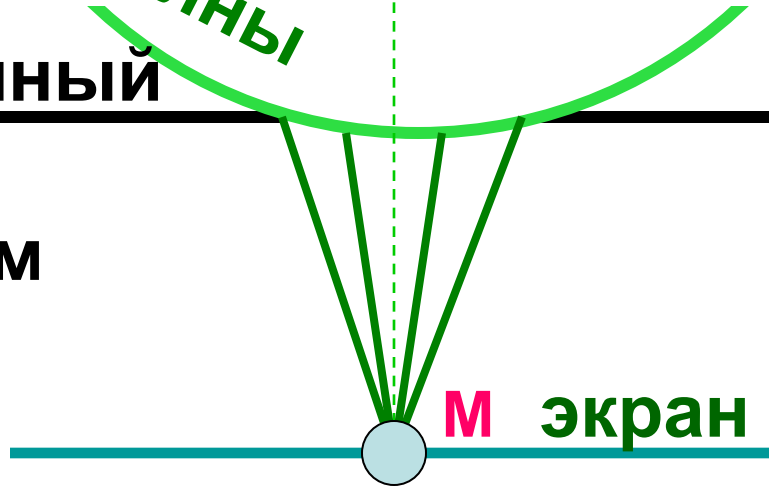
Дифракция Френеля на круглом отверстии

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

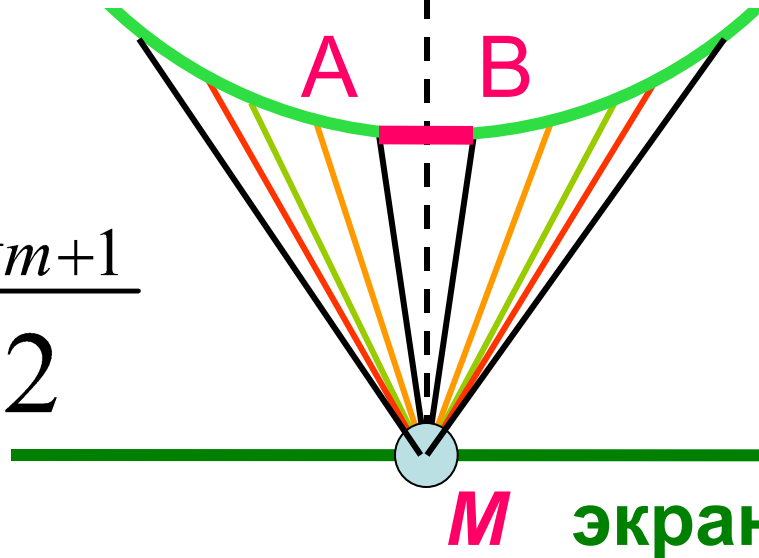
S

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;

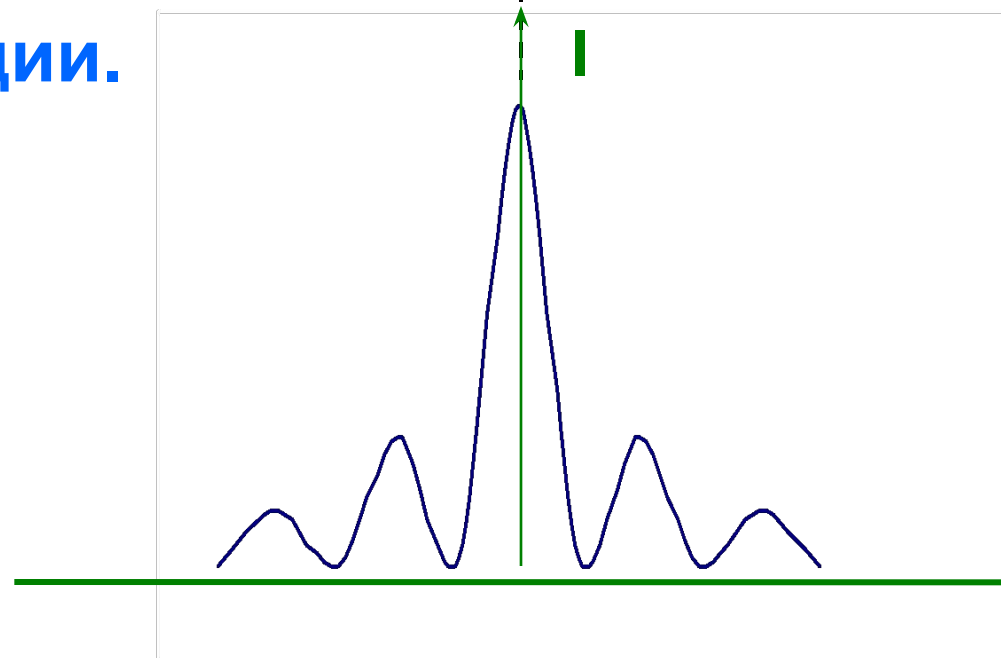
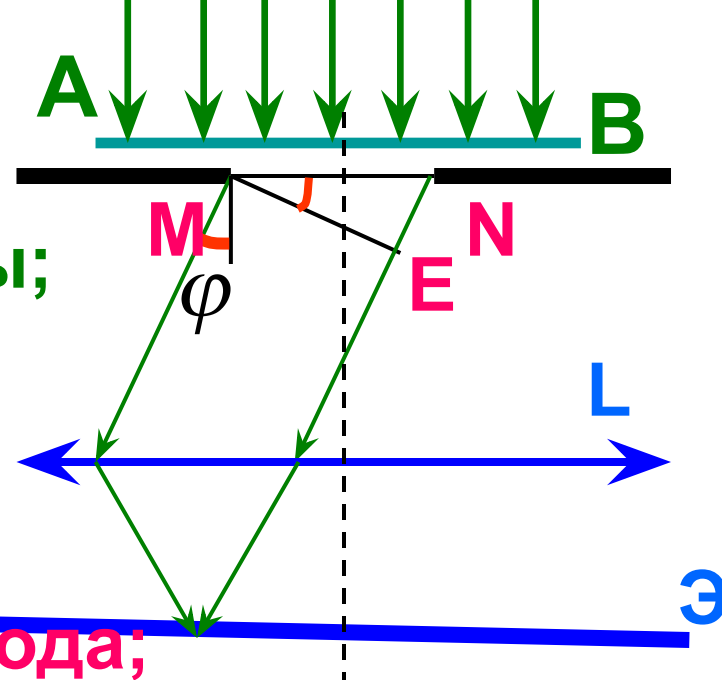
NE – оптическая разность хода;

φ – угол дифракции.

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

- условие m in

где $m = 1, 2, 3, \dots$



Дифракция на дифракционной решетке

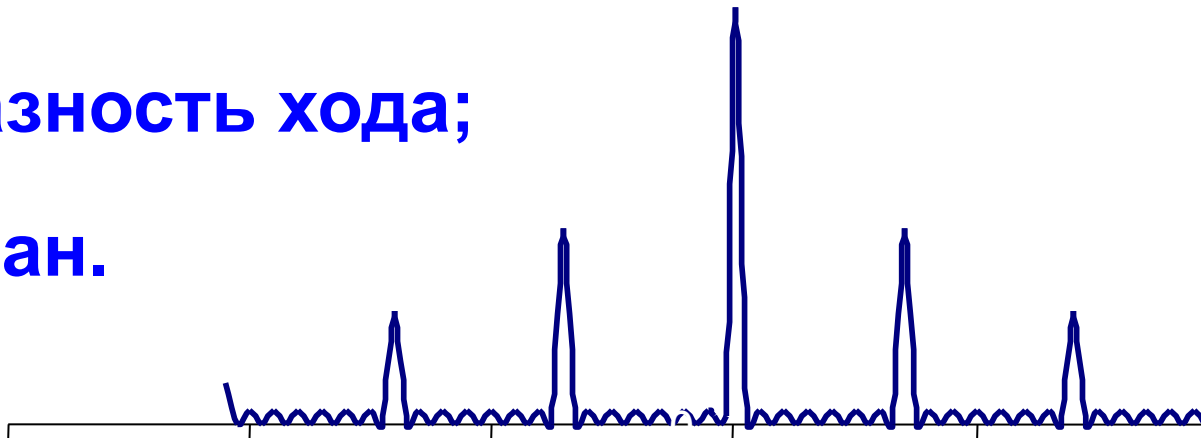
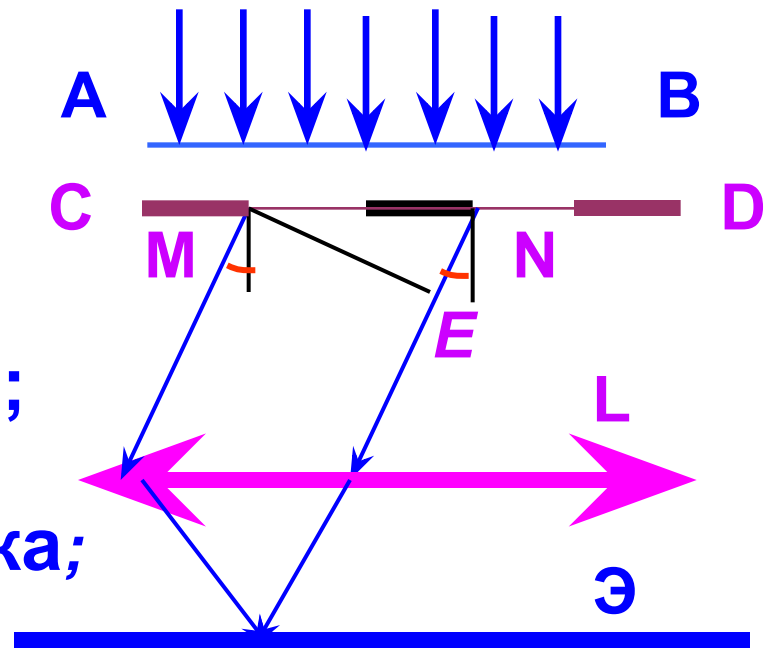
AB – плоский фронт волны;

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:

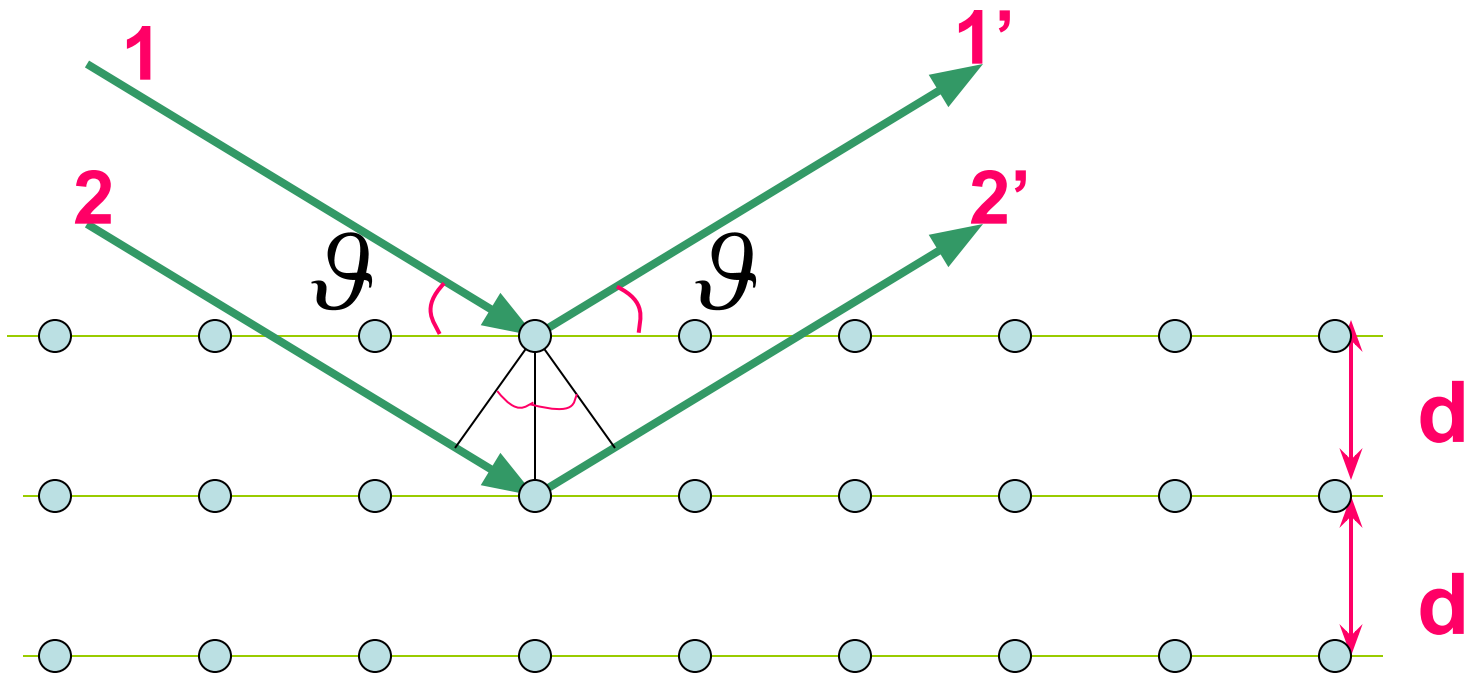
$$b \sin \varphi = \pm m \lambda,$$

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

Дифракция на кристаллической структуре

Кристаллографические

плоскости



d – период решетки,

ϑ - 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,

$m = 1, 2, 3, \dots$ - порядок дифракционного max