

4.3 Волновая оптика.

4.3.1 Когерентность световых волн

Монохроматические световые волны - это волны одинаковой и строго постоянной частоты. Монохроматические волны когерентны только в том случае если разность их фаз есть величина постоянная.

В общем случае два независимых источника света испускают некогерентные волны (излучателями света являются атомы, которые излучаются в источниках независимо друг от друга).

Для получения когерентных световых волн применяют метод деления волны, излучаемой одним источником, на две части, которые после прохождения разных оптических путей накладываются друг на друга, и наблюдается интерференционная картина.

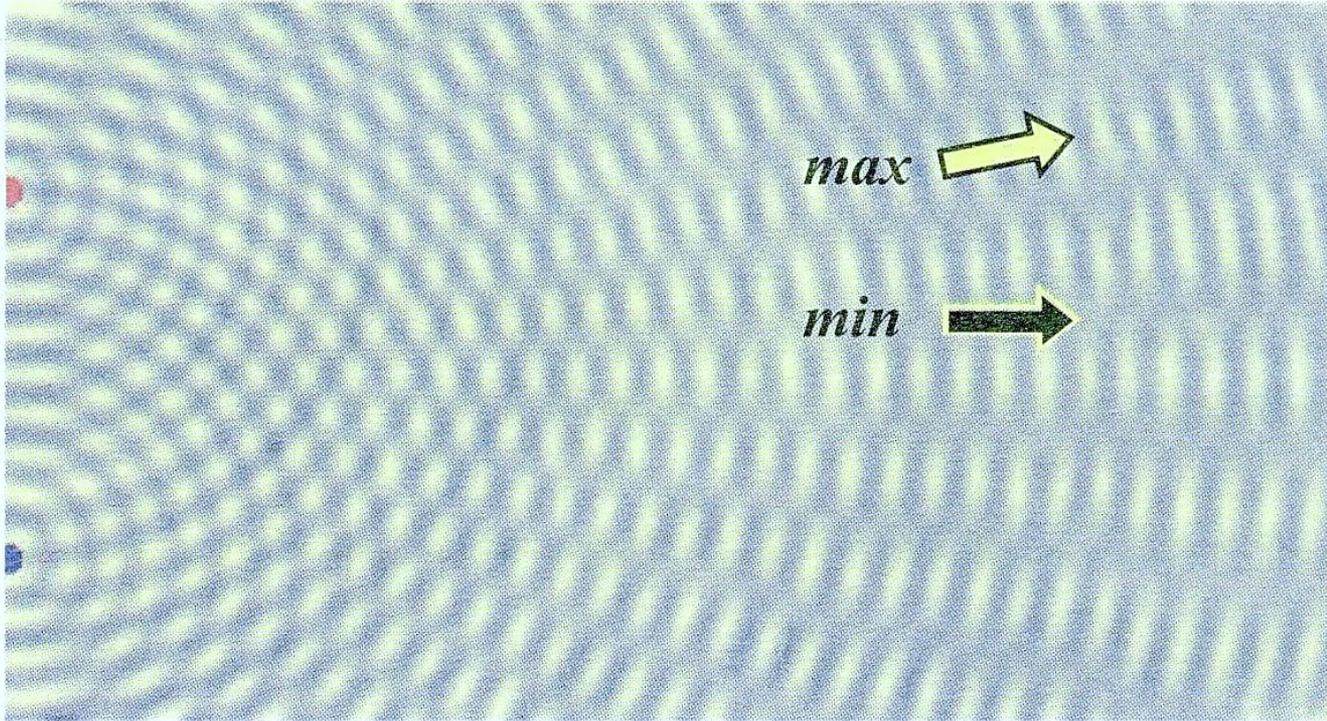
4.3.2 Интерференция

Если в среде распространяются одновременно две (или более) волны, то в каждой точке среды частицы участвуют одновременно в двух (или более) колебательных движениях. Результирующее смещение частицы при этом определяется правилами сложения колебаний.

Сложение двух (или нескольких) плоских волн с одинаковыми периодами (частотами) и с постоянными разностями фаз, в результате которого в одних точках пространства происходит увеличение, а в других – уменьшение амплитуды результирующей волны, называется **интерференцией**.

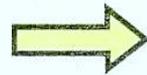
7

Интерференционная картина для двух источников



$$l = 9\lambda$$

максимум
интенсивности

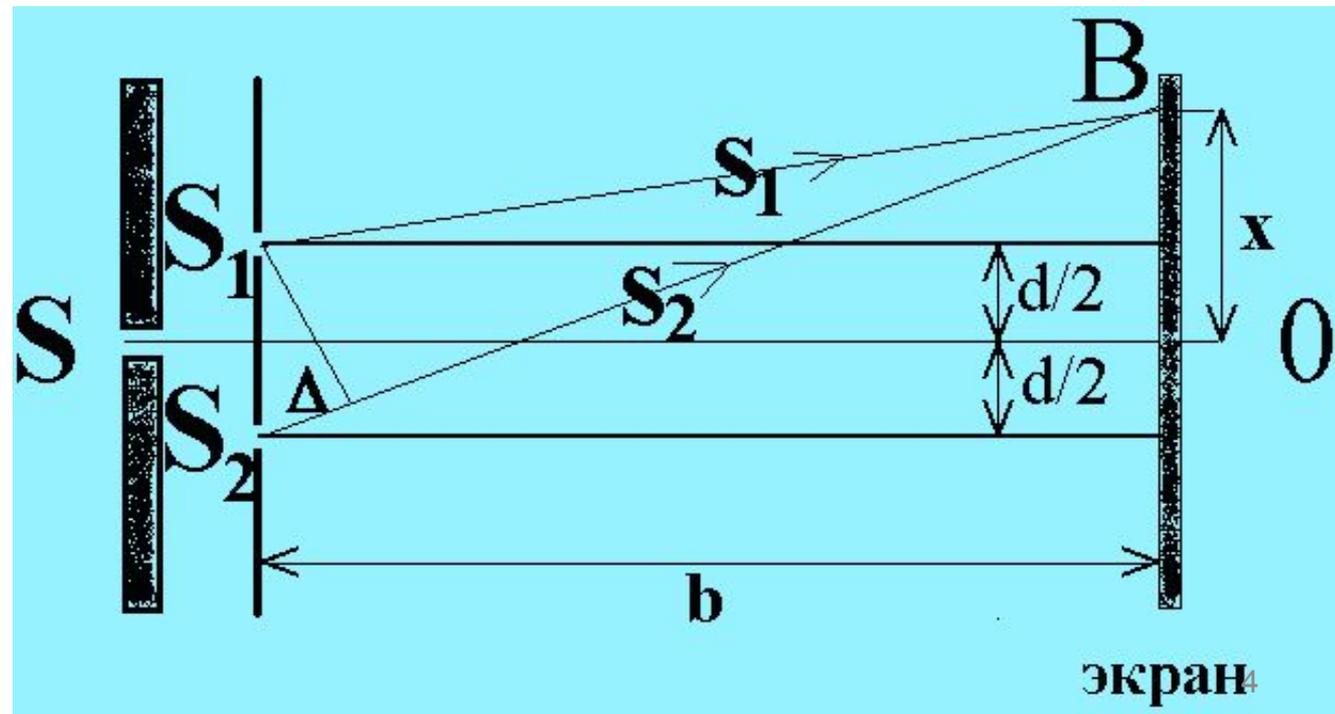


минимум
интенсивности



4.3.3 Интерференционный максимум и минимум

В опытах Юнга источником света служила освещенная щель S , от которой световая волна частоты ω падала на две узкие равноудаленные щели S_1 и S_2 .



Эти щели играют роль когерентных источников (расстояние между ними равно d).

Интерференционная картина наблюдается на экране, расположенным на расстоянии b от щелей S_1 и S_2 .

Световые волны проходят до точки В различные пути S_1 и S_2 .

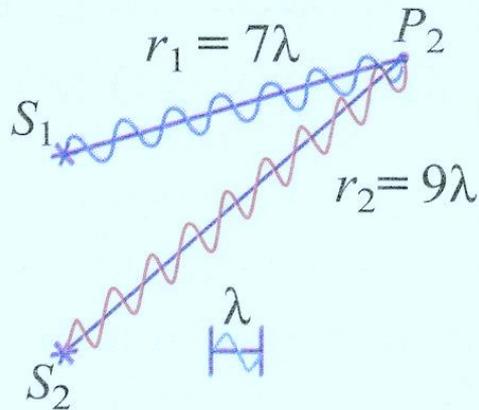
Рассмотрим Δ – разность хода световых волн

$$\Delta = S_2 - S_1.$$

Если разность хода волн равна четному числу полуволн, то световые волны придут в точку В в одинаковых фазах и усилят друг друга – интенсивность будет максимальной и будет наблюдаться **интерференционный максимум**.

Если разность хода волн равна нечетному числу полуволн, то световые волны придут в точку В в противофазе и погасят друг друга – интенсивность будет минимальной и будет наблюдаться **интерференционный минимум**.

⑤ *Образование интерференционных максимумов и минимумов*



Условие интерференционного максимума

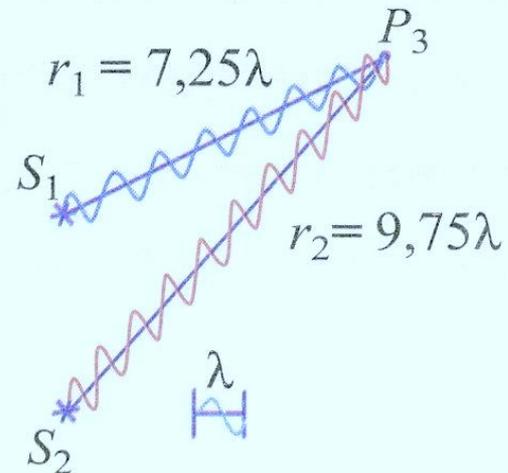
$$\Delta = m\lambda,$$

где $m = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$

⑥ *Условие интерференционного минимума*

$$\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2},$$

где $m = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$



В любой точке, лежащей на расстоянии x от точки O , расположенной на экране симметрично относительно щелей, будет наблюдаться максимумы интенсивности, если :

$$x_{\max} = \pm m \frac{b}{d} \lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

и будут наблюдаться минимумы интенсивности, если

$$x_{\min} = \pm \left[m + \frac{1}{2} \right] \frac{b}{d} \lambda \quad (m = 0, 1, 2, \dots),$$

Таким образом, интерференционная картина представляет собой чередование светлых и темных полос, параллельных друг другу.

4.3.4 Главный максимум. Порядок интерференции. Ширина интерференционной полосы.

Главный максимум (он соответствует $m = 0$) проходит через точку 0.

Справа и слева от него на равных расстояниях друг от друга располагаются максимумы (минимумы) первого ($m=1$), второго ($m=2$) порядков и т.д.

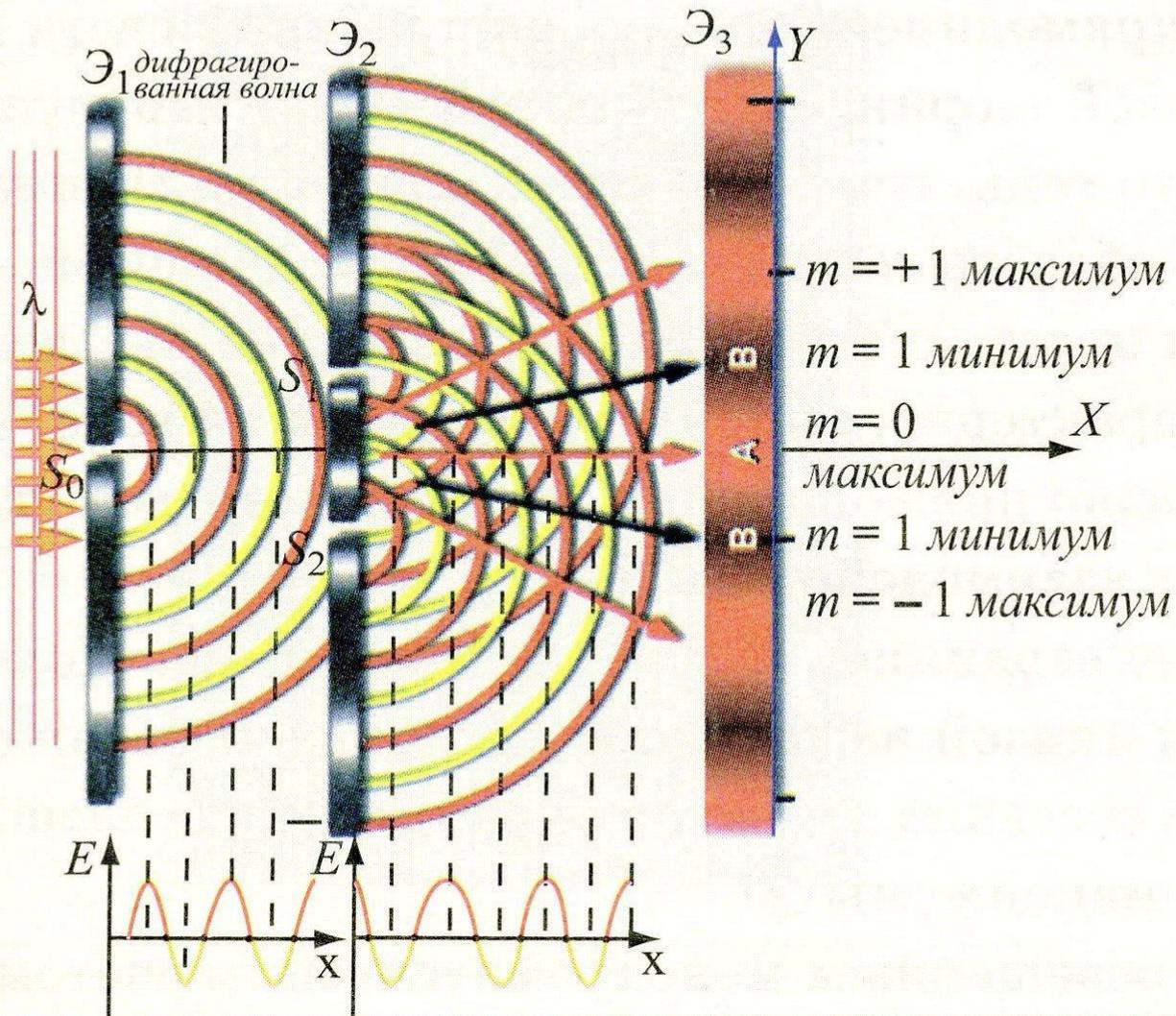
Величина $m = 0, 1, 2, \dots$ называется **порядком интерференции**.

Интенсивности светлых полос уменьшаются по мере удаления от главного максимума.

$$s_1 - s_2 = m\lambda_0$$

ОПЫТ ЮНГА

① Разделение волнового фронта. Интерференция



Расстояние между соседними максимумами (или минимумами) называется ***шириной интерференционной полосы Δx*** .

$$\Delta x = \frac{b}{d} \lambda$$

По измеренным значениям b , d и Δx можно экспериментально определить длину волны света.

4.3.5 Интерференция белого света

Если используется белый свет, который представляет собой непрерывный набор длин волн от $\lambda = 390$ нм (фиолетовая граница спектра) до $\lambda = 750$ нм (красная граница спектра), то интерференционные максимумы для каждой длины волны будут смещены относительно друг друга.

Они имеют вид радужных полос, расположенных симметрично относительно белой полосы в центре экрана (для $m = 0$ максимумы для всех длин волн совпадают и поэтому главный максимум имеет белый цвет).

Причем ближе к белой полосе будет находиться зона фиолетового цвета.

4.3.6 Интерференция в тонких пленках и пластинах

Явление интерференции ответственно за радужное окрашивание тонких пленок (масляные пленки на воде, оксидные пленки на металлах): в этом случае происходит интерференция света, отраженного двумя поверхностями пленки. Аналогичное явление наблюдается и в тонких пластинах, например, - слюды.

