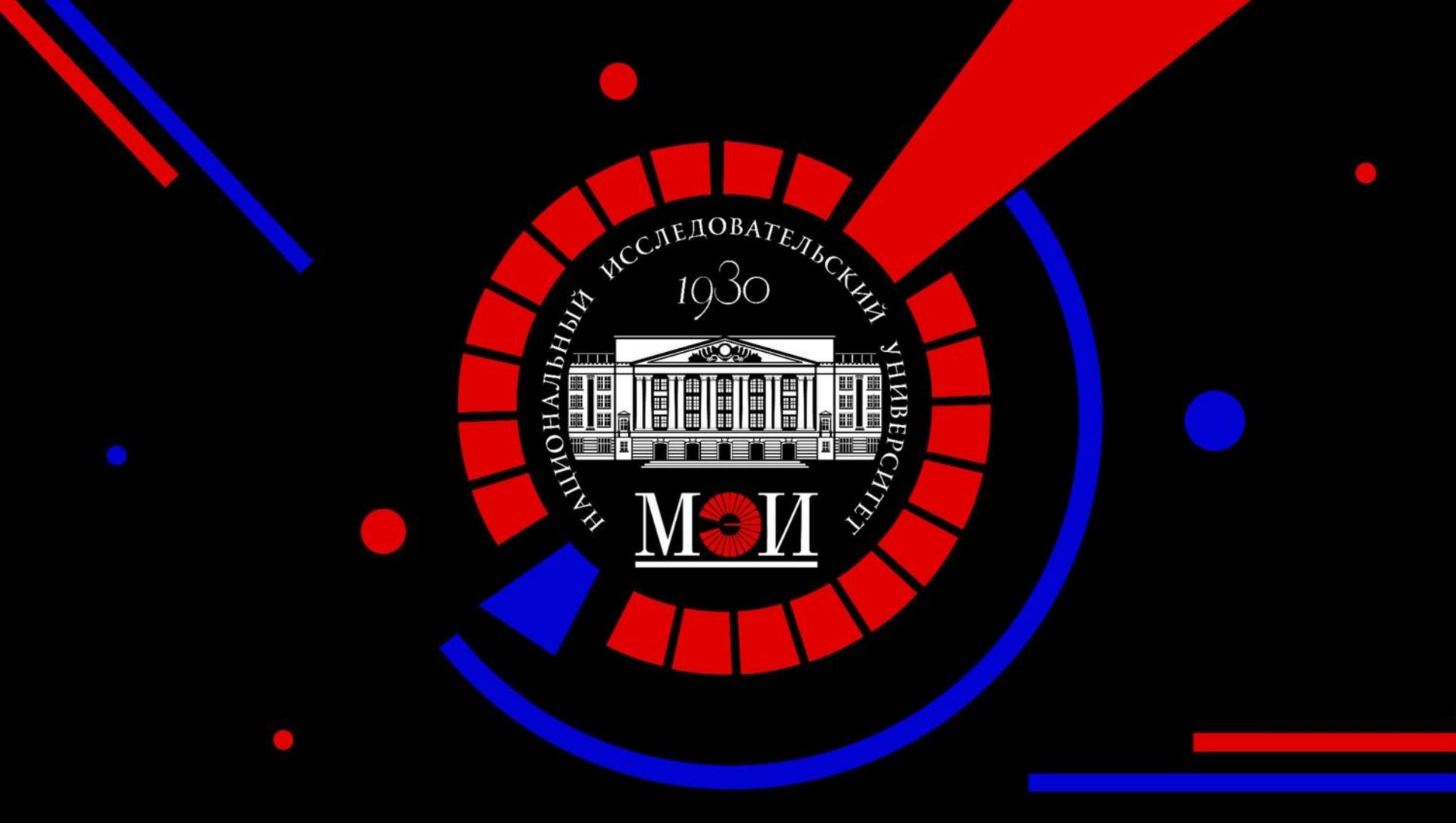


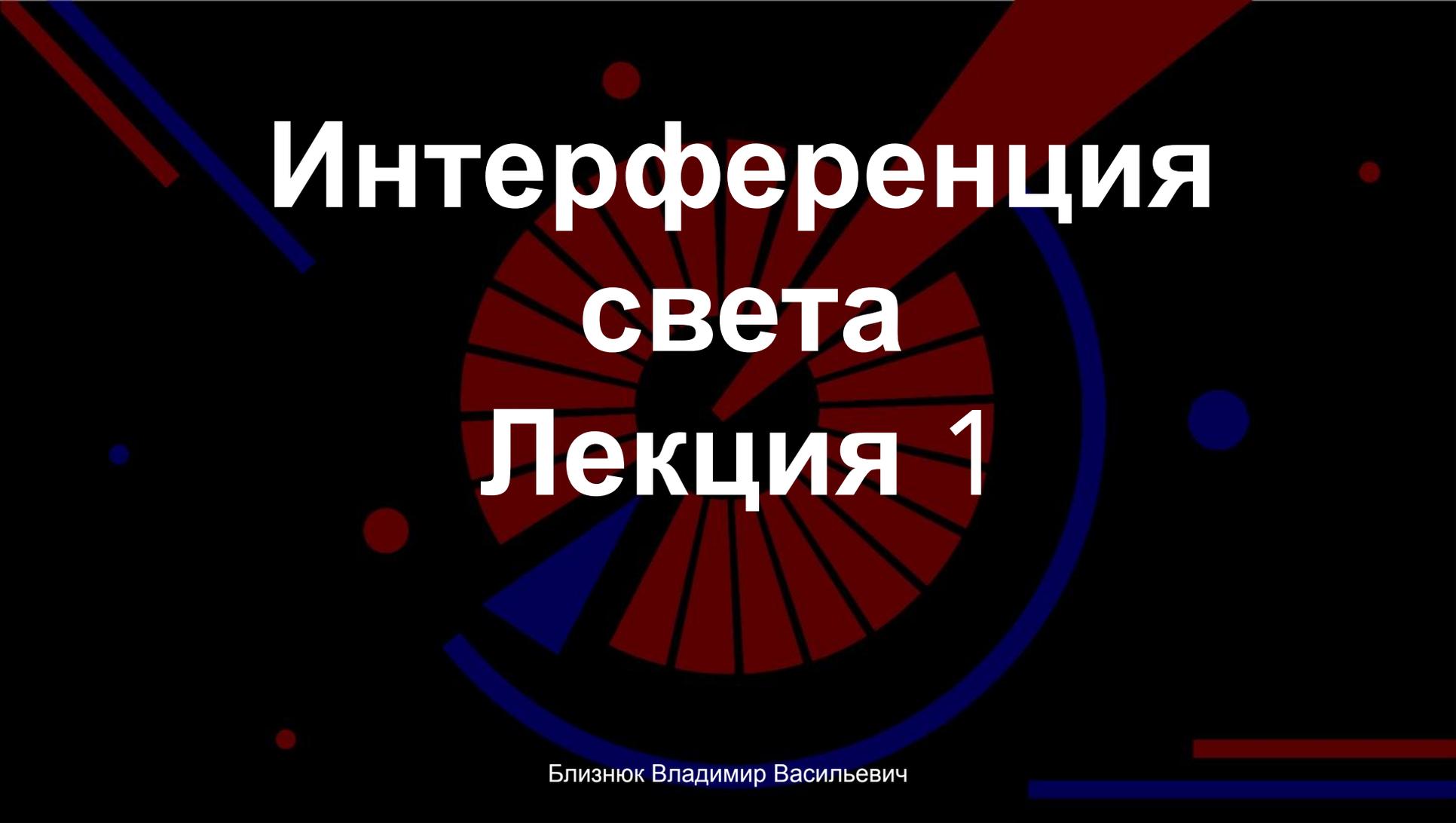
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

1930



МОИ





Интерференция света Лекция 1

Близнюк Владимир Васильевич

Содержание



1.1. Интерференция световых волн. Условие максимума и минимума интерференции. Когерентные волны.

1.2. Когерентность и монохроматичность.

1.3. Методы наблюдения интерференции.

1.4. Интерференция в тонких пленках.

1.5. Применение интерференции

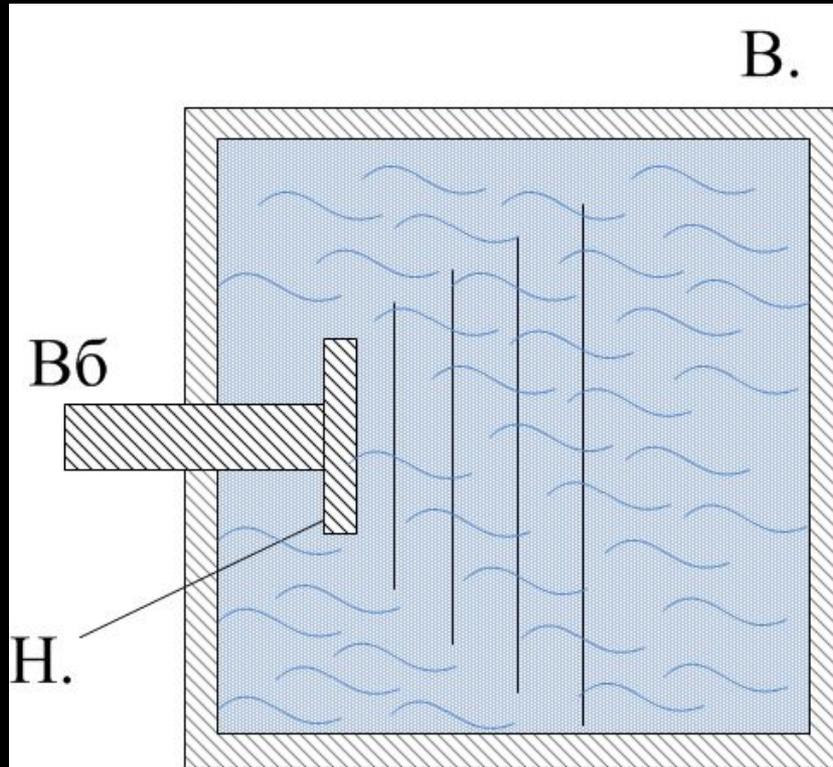
1.1. Интерференция СВЕТОВЫХ ВОЛН.

Условие максимума и
минимума интерференции.
Когерентные волны.



**Явление наложения
световых волн
называется
интерференцией**

Интерференция волн на ванне



В – ванна с водой
Вб – вибратор
Н - насадки

Рис.

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.1.1)$$

где E_0 – амплитуда напряженности электрического поля волны, ω – круговая частота, k – волновое число, φ – начальная фаза колебаний в точке с координатой $x=0$.

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.1.2)$$

из уравнений Максвелла

Виды волн

Волны

Когерентные

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.1.3)$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.1.4)$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.1.5)$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.1.6)$$

Некогерентные

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.1.7)$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.1.8)$$

(1.1.9)

$$\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

$\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ $\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ $\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$

$\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ $\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ $\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$

$$\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

$\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ $\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ $\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$

Условие максимума и минимума интерференции

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad \sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad - \text{ фазовые скорости первой и второй волны}$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

$\Delta = n_2 s_2 - n_1 s_1 = L_2 - L_1$, где Δ – оптическая разность хода, L – оптическая длина пути, s – геометрическая длина пути.

(1.1.10) $\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad \sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ **Условие интерференционного максимума**

(1.1.11) $\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad \sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ **Условие интерференционного минимума**

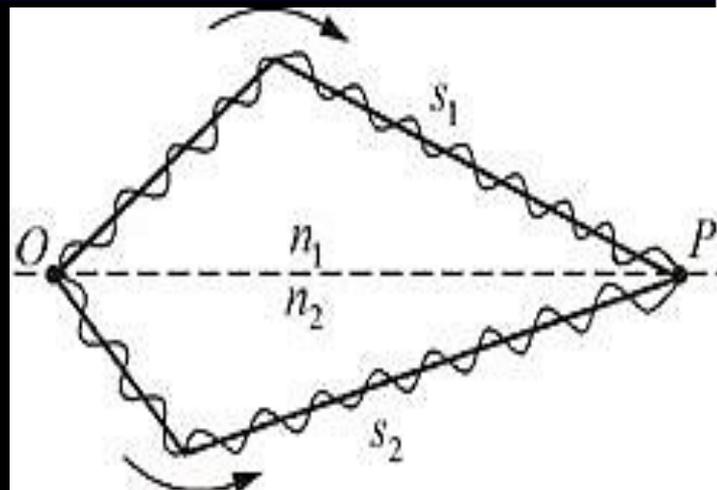


Рис.

1,2



1.2. Когерентность и монохроматичность

Определение

- Когерентность - согласованное протекание во времени и пространстве нескольких колебательных или волновых процессов.
- Монохроматические волны - неограниченные в пространстве волны одной определенной и строго постоянной частоты.

Время когерентности

- Время когерентности – время, по истечении которого разность фаз волны в некоторой, но одной и той же точке пространства изменяется на π .

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.2.1)$$

$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ – время когерентности
немонохроматической
волны

Длина когерентности

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.2.2)$$

где $\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ – длина когерентности (длина гармонического цуга, образующегося в процессе излучения одного атома) – расстояние между точками, разность фаз в которых π .

Длина когерентности

- расстояние, при прохождении которого две или несколько волн утрачивают когерентность

- Чем ближе волна к монохроматической, тем меньше ширина $\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$ и тем больше длина когерентности $\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$, а следовательно и время когерентности $\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$.

Пример.

$$\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

Временная когерентность

**- когерентность колебаний,
определяемая степенью
монохроматичности волн, которые
совершаются в одной и той же
точке пространства**

Условие неразличимости интерференционной картины

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

Радиус когерентности

- Радиус когерентности - максимальное, поперечное направлению распространения волны расстояние, на котором возможно проявление интерференции

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.2.4)$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

Условия когерентности

- 1. Волны, приходящие в точку O , должны иметь одинаковую частоту. Источники излучения должны быть монохроматичны.
- 2. Плоскости колебания электрического вектора электромагнитных волн, приходящих в точку O , должны совпадать.
- 3. Разность фаз не изменяется со временем.



The background features a central red sunburst or fan-like pattern with multiple segments radiating from a dark center. This is overlaid on a dark background with several blue and red geometric elements: a large blue arc at the bottom, a blue line from the top left, a red line from the top right, and various smaller red and blue dots and lines scattered throughout.

1.3. Методы наблюдения интерференции



1.3.1. Опыт Юнга

Интерференционная схема, полученная методом Юнга

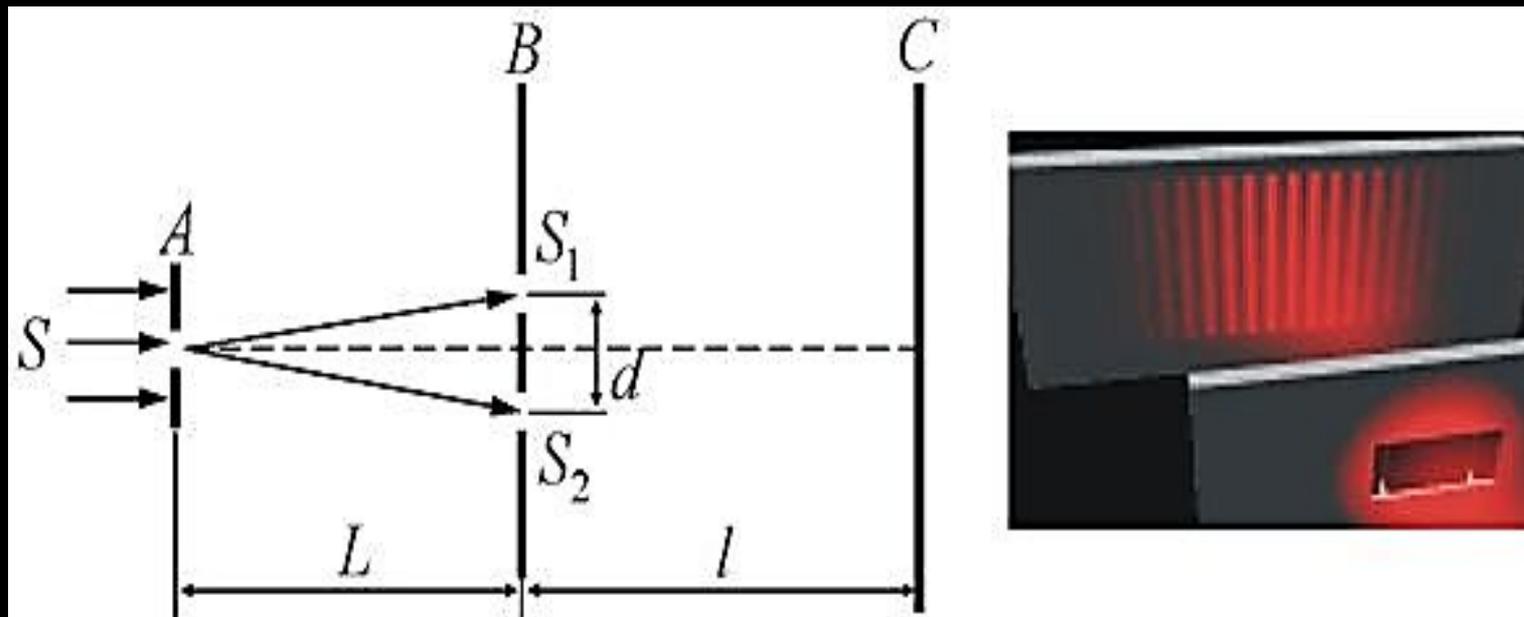


Рис.
1.3.

Интерференционная схема, полученная методом Юнга

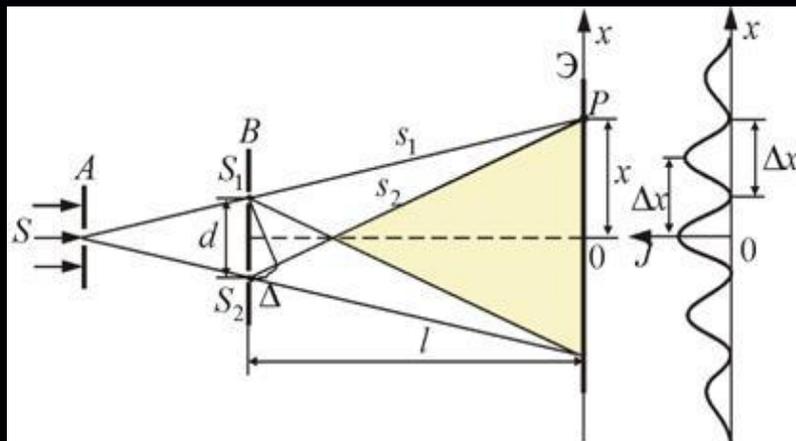


Рис. 1.4

$$\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

(1.3.1)

Интерференционная схема, полученная методом Юнга

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.3.2)$$

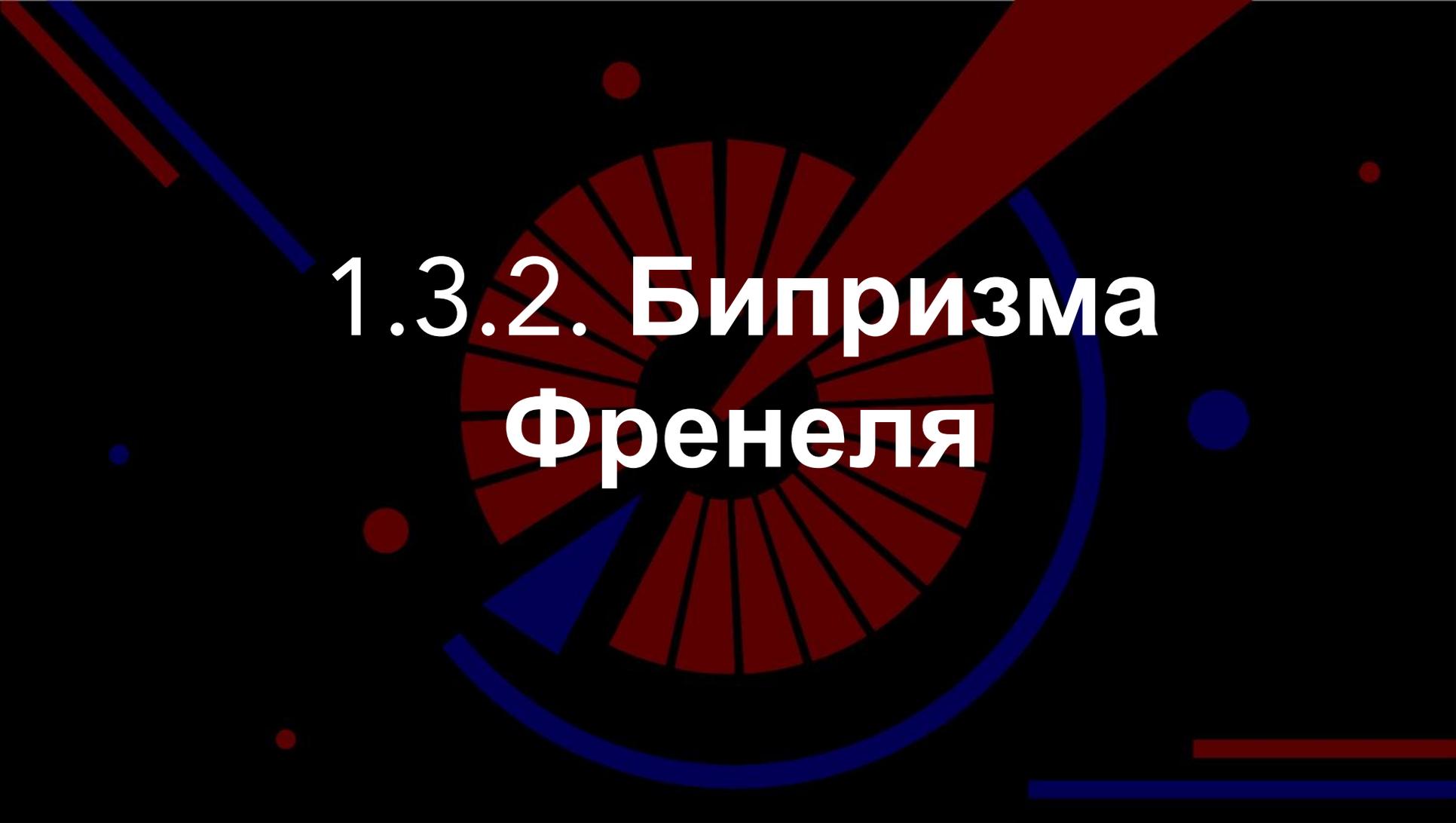
Максимумы интенсивности

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.3.3)$$

Минимумы интенсивности

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.3.4)$$

Расстояние между двумя соседними максимумами (или минимумами)



1.3.2. Бипризма Френеля

Бипризма Френеля

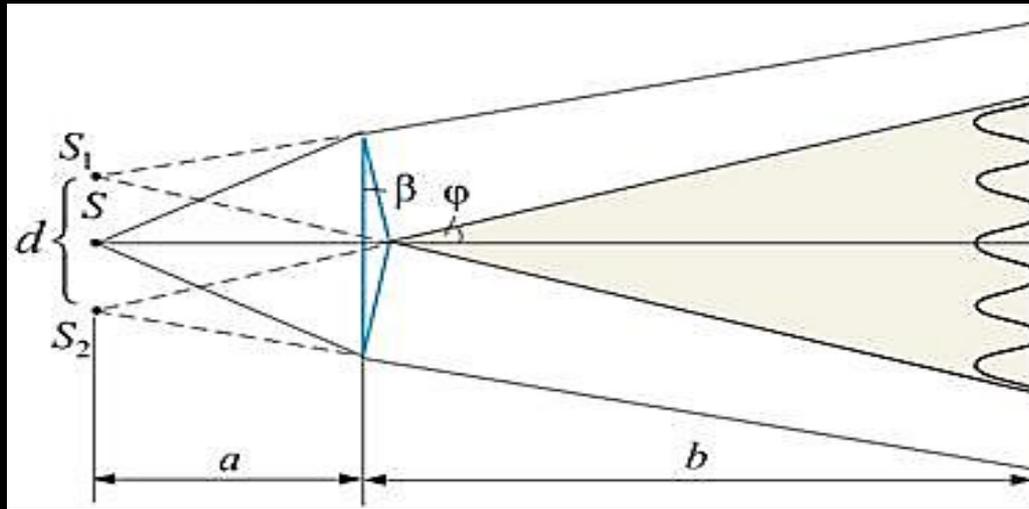
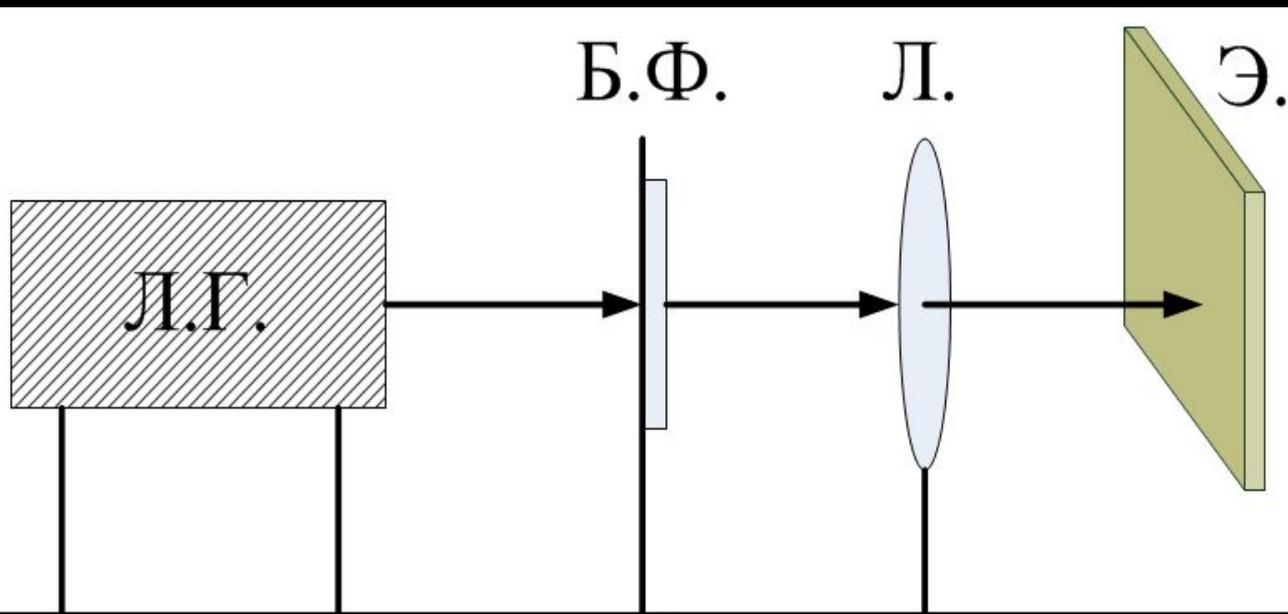


Рис.
1.5.

используют призму с
углом при вершине,
близким к 180°

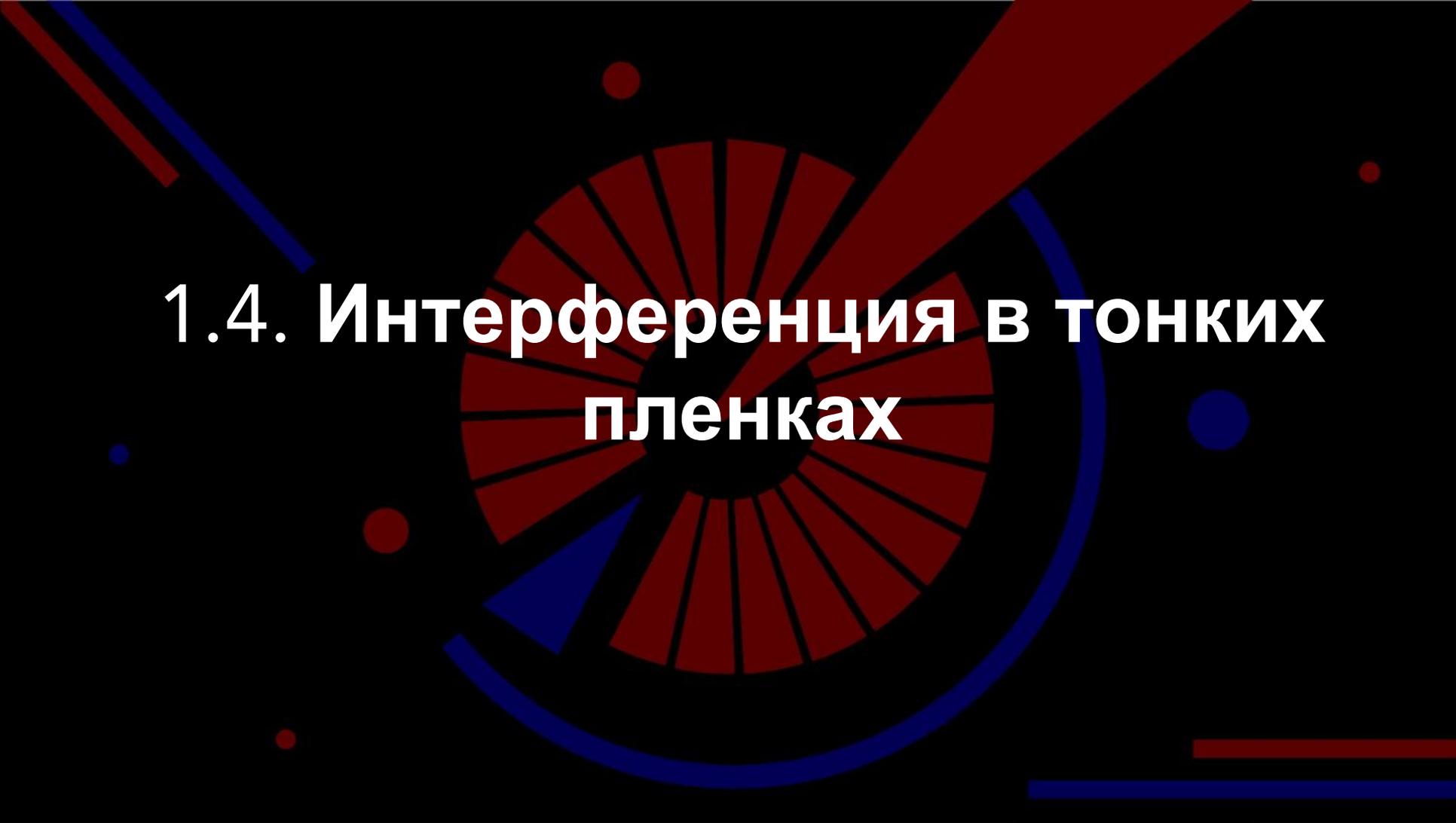
Источником света служит ярко освещенная узкая щель S , параллельная преломляющему ребру бипризмы

Бипризма Френеля



Л.Г. — лазер, Б.
Ф. — бипризма
Френеля,
Л. — линза,
Э — экран.

Рис.
1.6.



1.4. Интерференция в тонких пленках



1.4.1. Опыт Поля

Опыт Поля

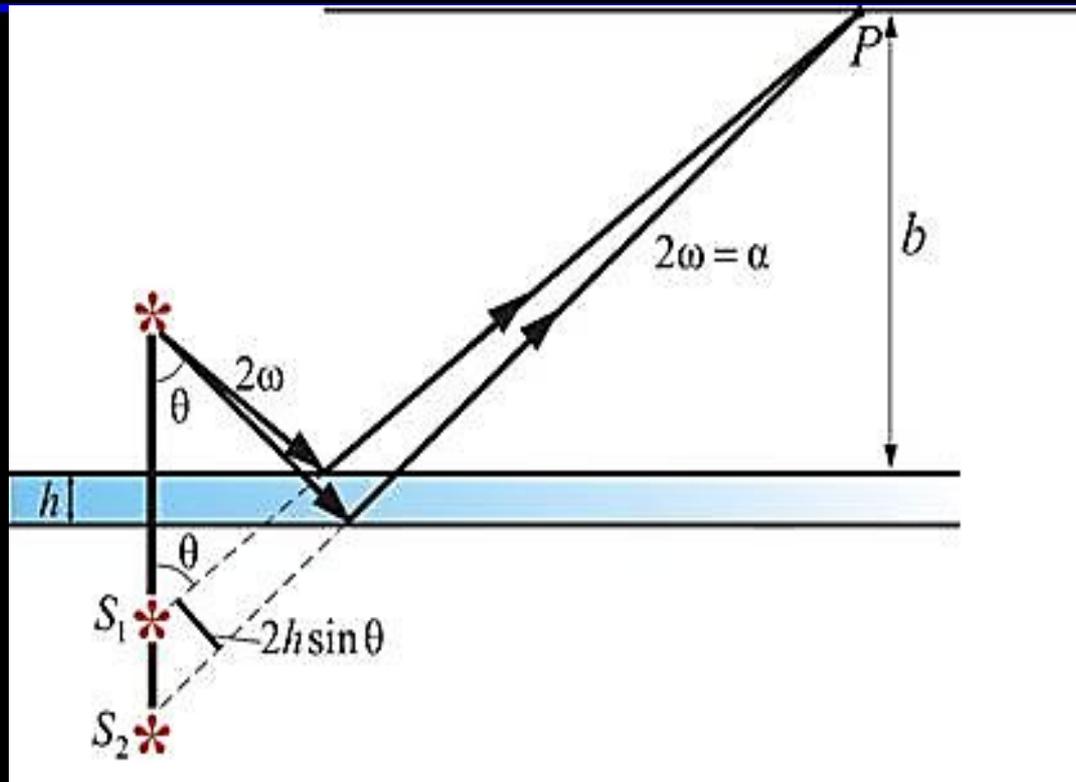
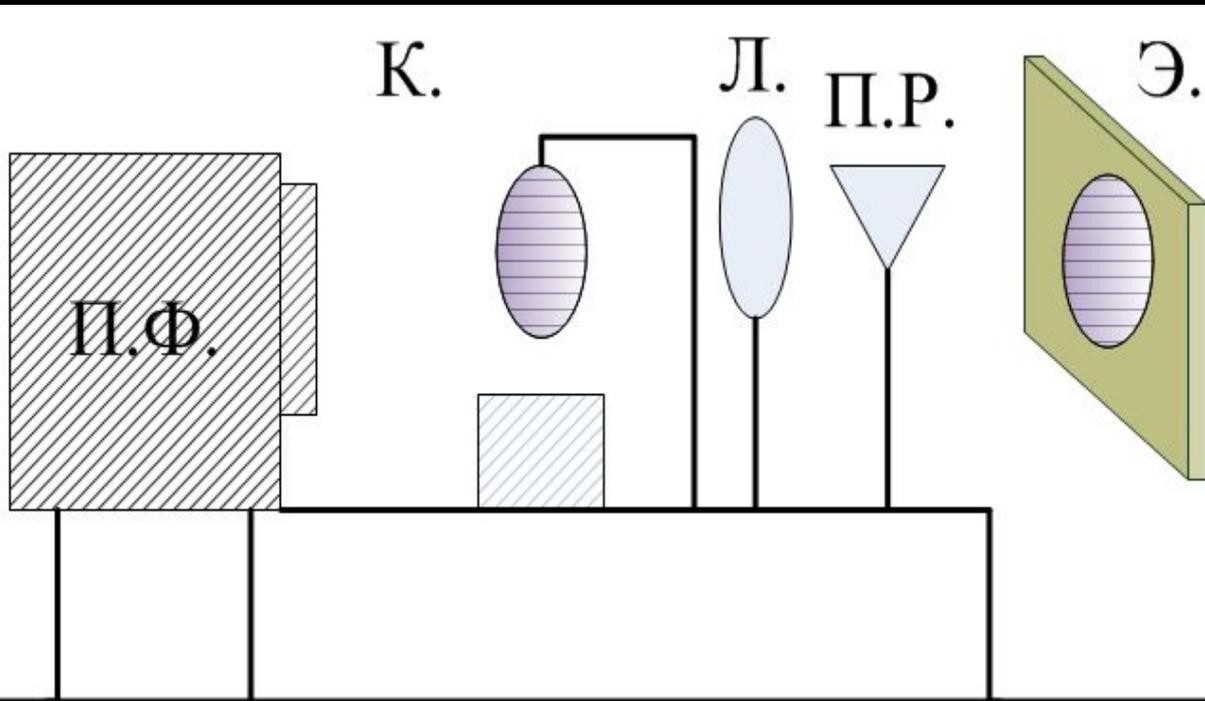


Рис.
1.7

- свет от источника S отражается двумя поверхностями тонкой прозрачной плоскопараллельной пластинки
- в любую точку P , находящуюся с той же стороны от пластинки, что и источник, приходят два луча. Эти лучи образуют интерференционную картину
 - для определения вида полос можно представить, что лучи выходят из создаваемых поверхностями пластинки мнимых изображений источника S : S_1 и S_2 .

Мыльная плёнка



П.Ф. — проектирующий фонарь,
К. — закреплённое в рейтере кольцо, внутри которого находится мыльная плёнка,
Л. — фокусирующая линза,
П.Р. — обратная призма, Э. — экран

Рис.
1.8.

A diagram of Newton's rings, showing a central black circle surrounded by a series of concentric, semi-transparent red rings. The rings are separated by thin black lines, creating a radial pattern. The background is black with various geometric shapes in red and blue, including lines and circles of different sizes.

1.4.2. Кольца Ньютона

Кольца Ньютона

Кольцевые полосы равной толщины, наблюдаемые в воздушном зазоре между линзой со сферической поверхностью малой кривизны и соприкасающейся с ней плоскопараллельной стеклянной пластиной, называют кольцами Ньютона.

Кольца Ньютона

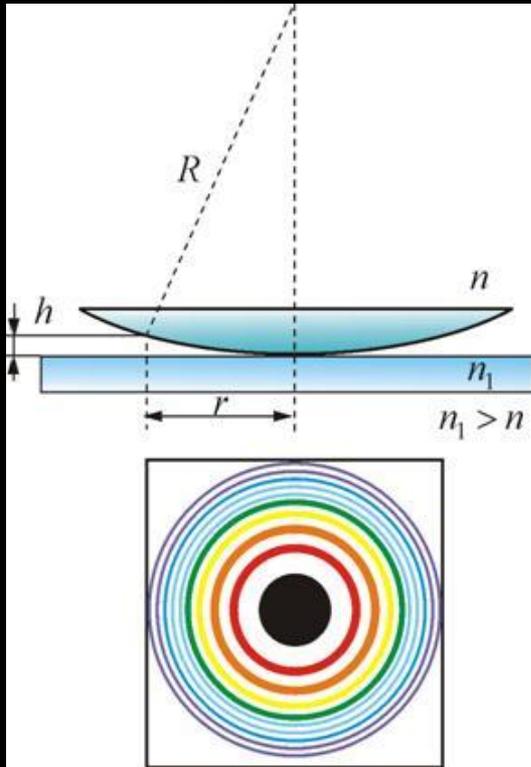


Рис.

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.4.1)$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

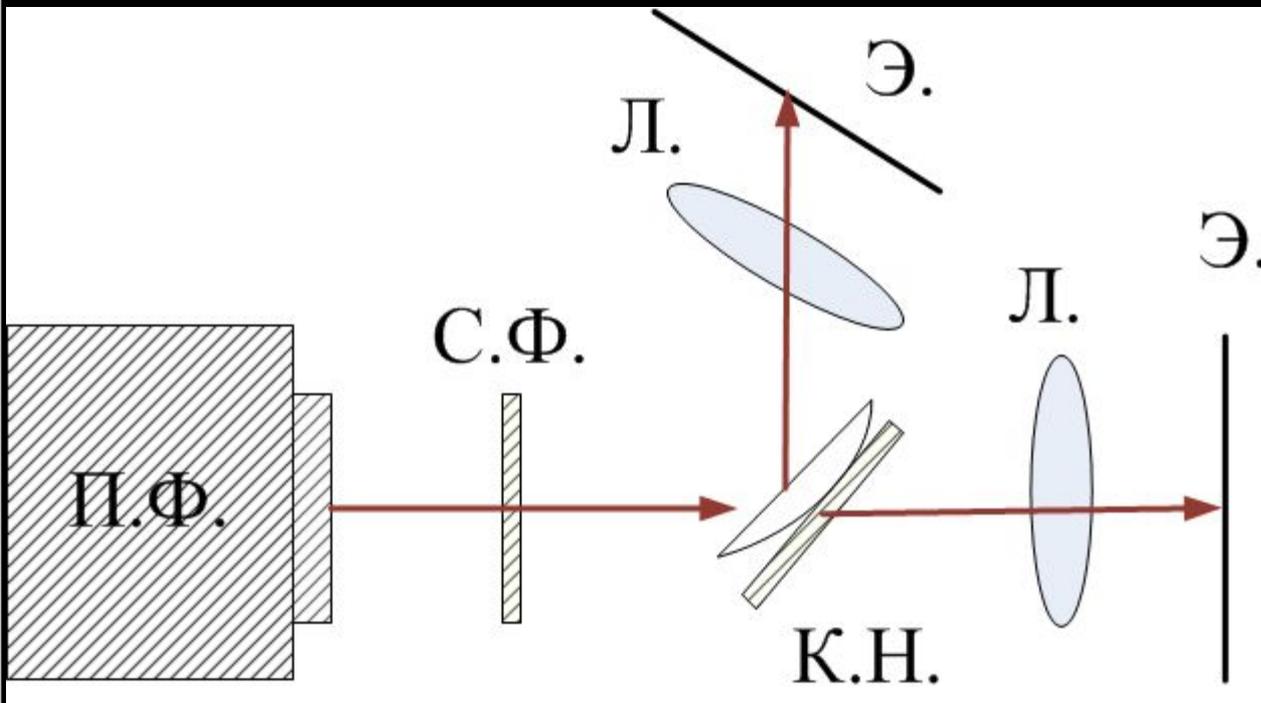
$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.4.2)$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.4.3)$$

Радиус m -го темного
кольца

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.4.4)$$

Кольца Ньютона



П.Ф. — проектирующий фонарь,
С.Ф. — светофильтры,
К.Н. — демонстрационный прибор (выпуклая линза и стеклянная линза в оправе),
Л. — фокусирующие линзы,
Э. — экраны.

Рис. 1.10. Кольца Ньютона в отраженном и проходящем свете

Полосы равной толщины

Разность хода лучей, отразившихся от различных участков клина, будет неодинаковой, освещенность экрана будет неравномерной, на экране будут темные и светлые полосы. Каждая из таких полос возникает в результате отражения от участков клина с одинаковой толщиной. Поэтому их называют полосами равной толщины.

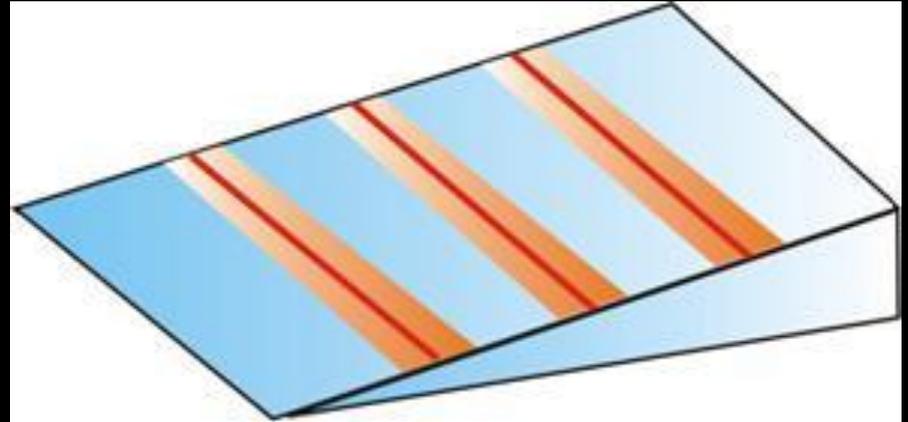
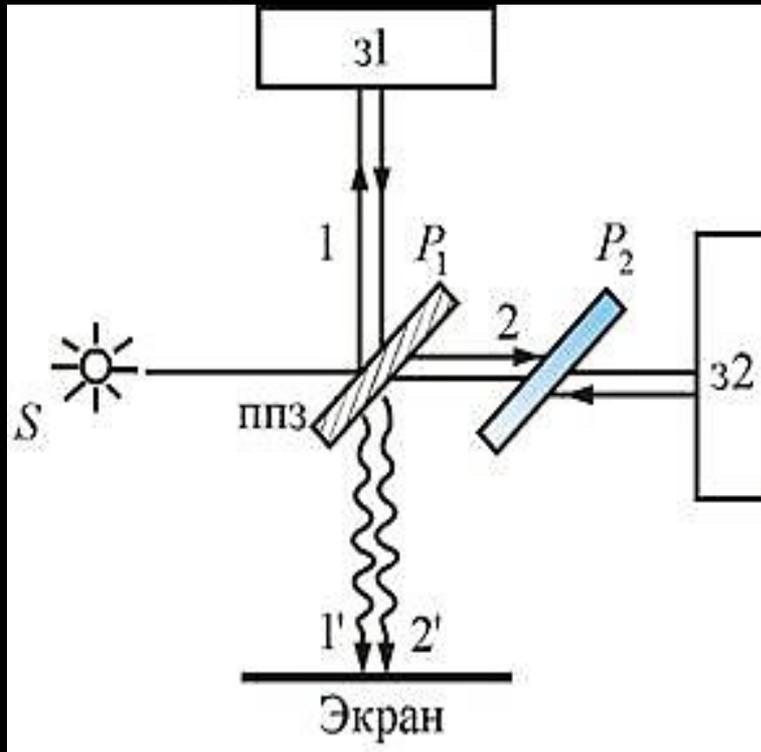


Рис. 1.11.

- Полосы равного наклона получаются при освещении пластинки постоянной толщины ($b = \text{const}$) рассеянным светом, в котором содержатся лучи разных направлений.
- Полосы равной толщины наблюдаются при освещении пластинки переменной толщины (клина) ($b \neq \text{const}$) параллельным пучком света. Полосы равной толщины локализованы вблизи пластинки.

Интерферометр Майкельсона



з1 и з2 — зеркала,
P1 — полупрозрачное
зеркало (ппз),
1 и 2 — лучи,
P2 — пластинка

Рис. 1.12.



1.5. Применение интерференции света

Применение интерференции света

1. Расположение интерференционных полос зависит от длины волны и разности хода лучей, что позволяет по виду интерференционной картины (или по смещению полос) проводить точные измерения расстояний при известной длине волны или, наоборот, определять спектр интерферирующих волн (интерференционная спектроскопия). Для осуществления таких измерений разработаны различные схемы высокоточных измерительных приборов, называемых интерферометрами (двух- и многолучевые) .

Применение интерференции света

2. По интерференционной картине можно выявлять и измерять неоднородности среды (в том числе, фазовые), в которой распространяются волны, или отклонения формы поверхности от заданной.
3. Явление интерференции волн, рассеянных от некоторого объекта (или прошедших через него) с «опорной» волной, лежит в основе голографии (в том числе, оптической, акустической или СВЧ-голографии).
4. Интерференционные волны от отдельных «элементарных» излучателей используются при создании сложных излучающих систем (антенн) для электромагнитных и акустических волн.

Применение интерференции света

5. Просветление оптики и получение высокопрозрачных покрытий и селективных оптических фильтров

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H \quad (1.5.1)$$

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu \mu_0} H$$

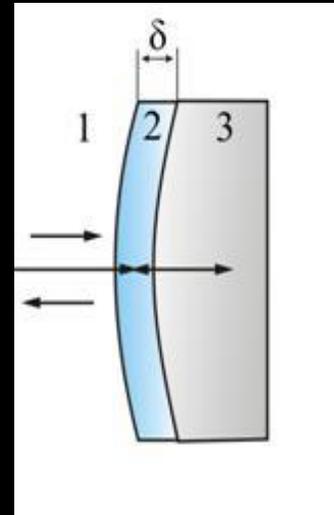


Рис. 1.13.

Применение интерференции света

6. Получение высокоотражающих диэлектрических зеркал

$$\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu_0 \mu} H$$

$$\sqrt{\epsilon_0 \epsilon} E = \sqrt{\mu_0 \mu} H \quad (1.5.2)$$

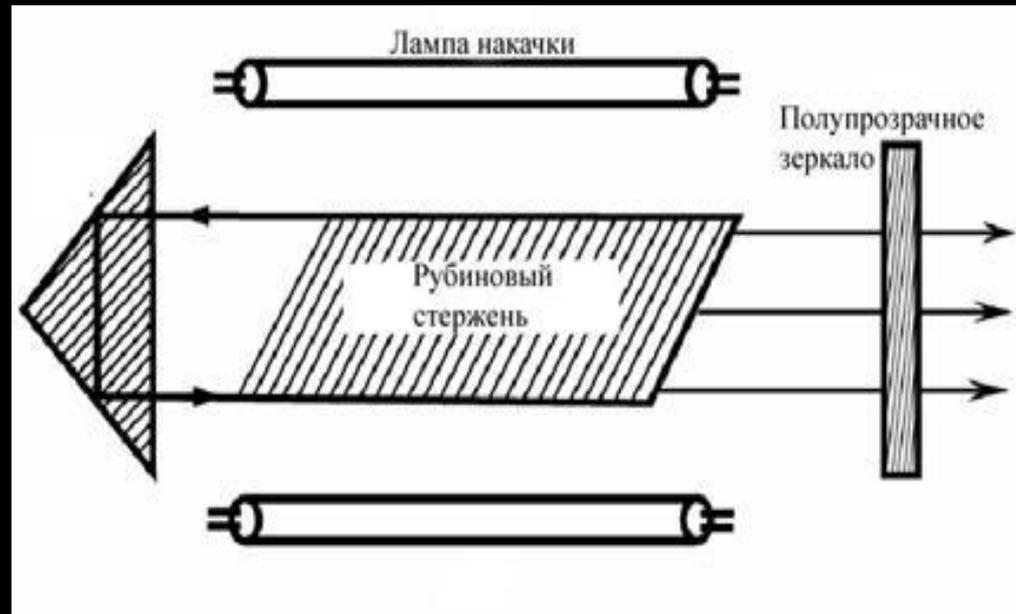


Рис. 1.14.

**СПАСИБО
ЗА
ВНИМАНИЕ!**

