

Интерференция света

Презентацию выполнила
Студентка 2 курса 211 группы
Института химии
Салькова Дарья Владимировна

Преподаватель: Медведев Борис Абрамович



Цели работы:

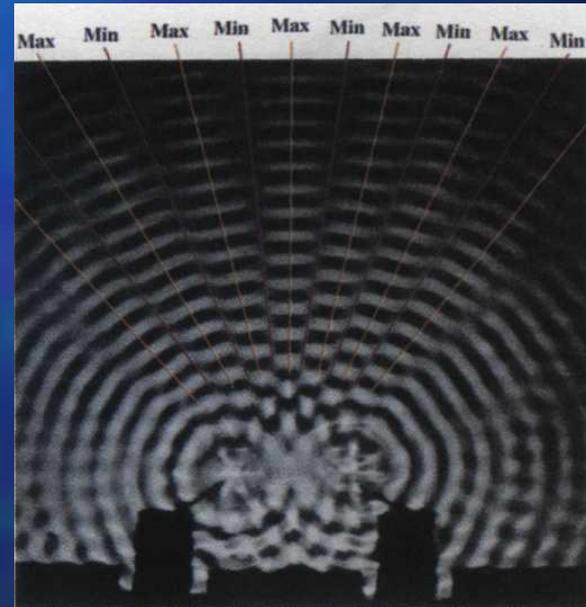
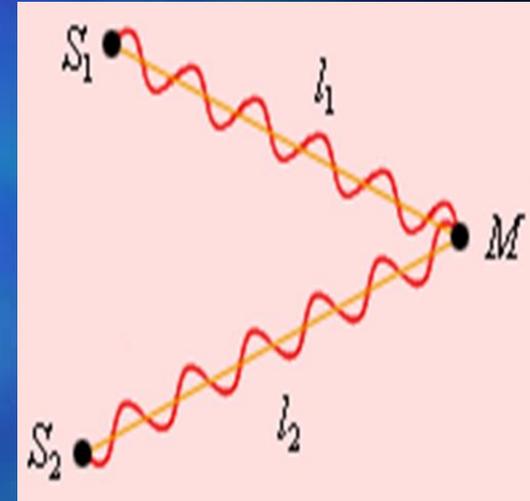
- 1) Сформировать понятия: «интерференция», «когерентные волны», «оптическая разность хода волн», «перераспределение интенсивности»;
- 2) Рассмотреть способы получения когерентных волн;
- 3) Научиться объяснять явление интерференции;
- 4) Познакомиться с условиями минимумов и максимумов;
- 5) Рассмотреть способы наблюдения интерференции;
- 6) Рассмотреть применение интерференции света.

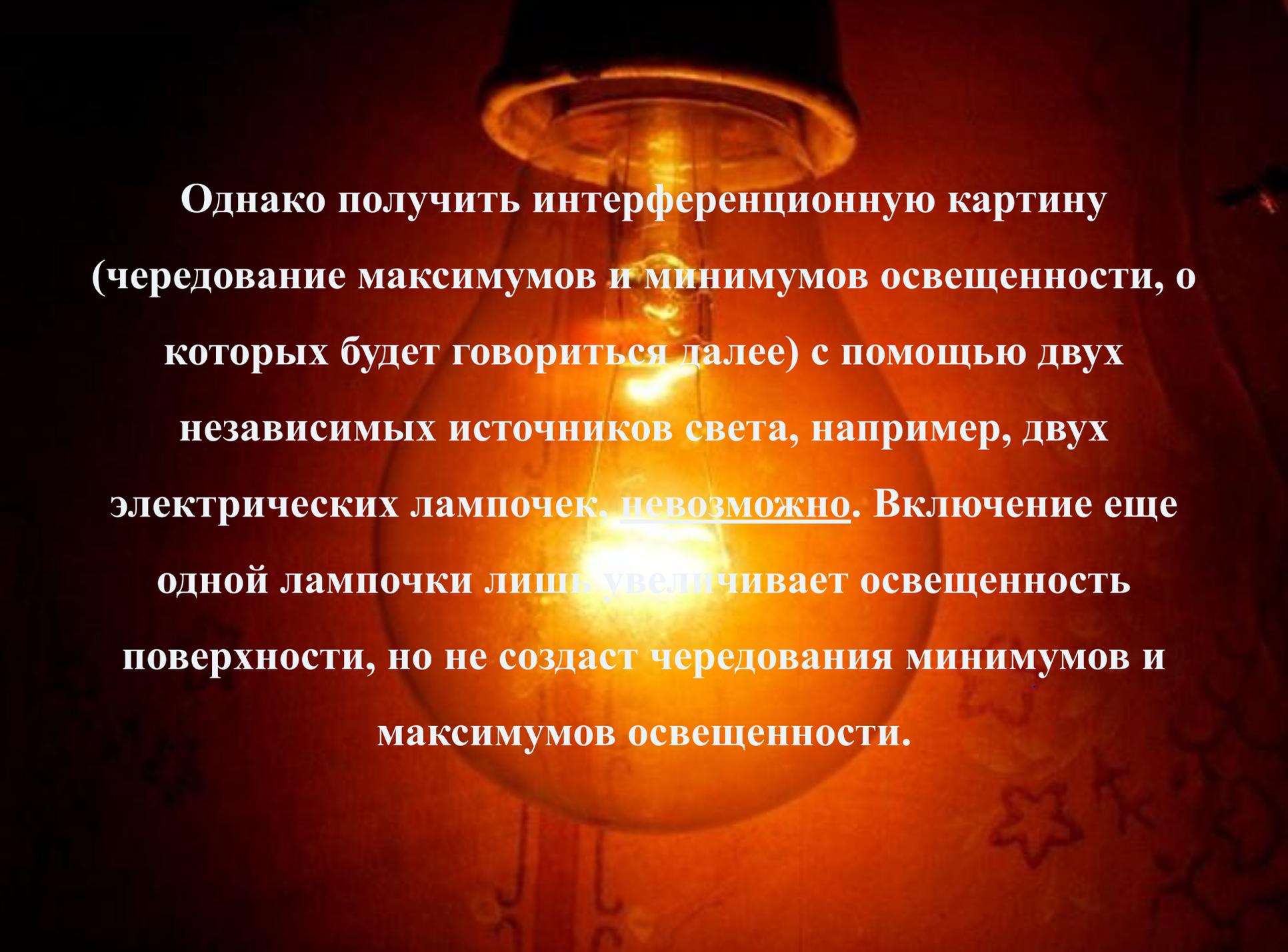
Понятие интерференции

Интерференция – одно из ярких проявлений волновой природы света.

Это интересное и красивое явление наблюдается при определенных условиях, при наложении двух или нескольких световых пучков.

Интерференция света даёт картину чередующихся тёмных и светлых полос.



A glowing incandescent light bulb is the central focus, emitting a warm, yellow-orange light. The background is dark with faint, repeating star patterns. The text is overlaid on the image in a white, serif font.

Однако получить интерференционную картину (чередование максимумов и минимумов освещенности, о которых будет говориться далее) с помощью двух независимых источников света, например, двух электрических лампочек, невозможно. Включение еще одной лампочки лишь увеличивает освещенность поверхности, но не создаст чередования минимумов и максимумов освещенности.

Для образования устойчивой
интерференционной картины

необходимо, чтобы источники

волн имели одинаковую

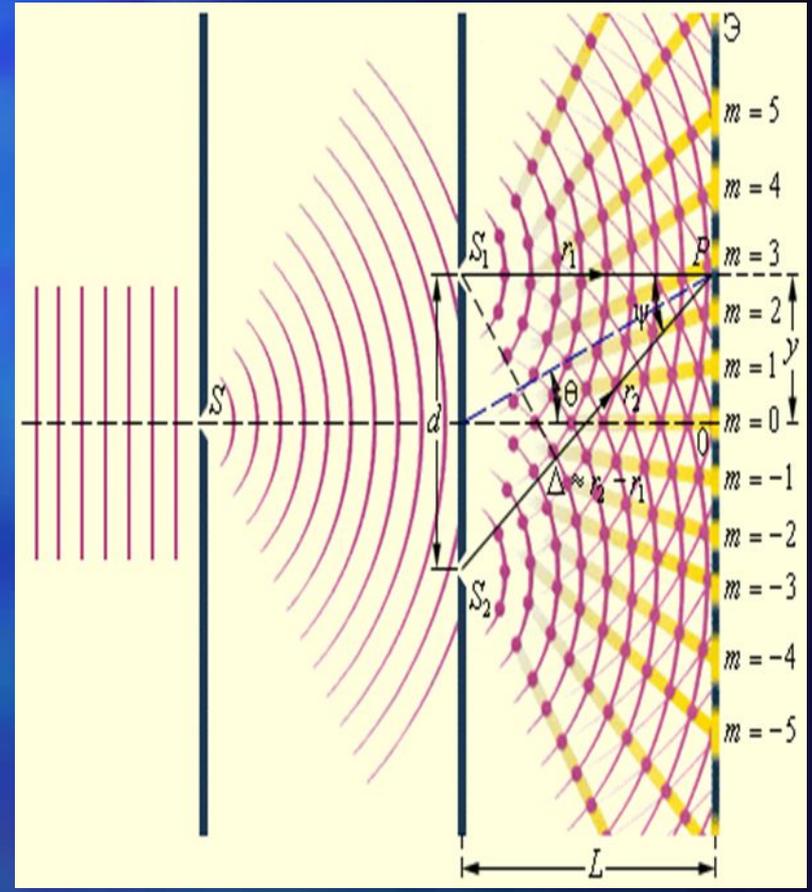
частоту и постоянную разность

фаз их колебаний в

пространстве и во времени.

Такие волны называются

когерентными.



Опыт Юнга с двумя щелями

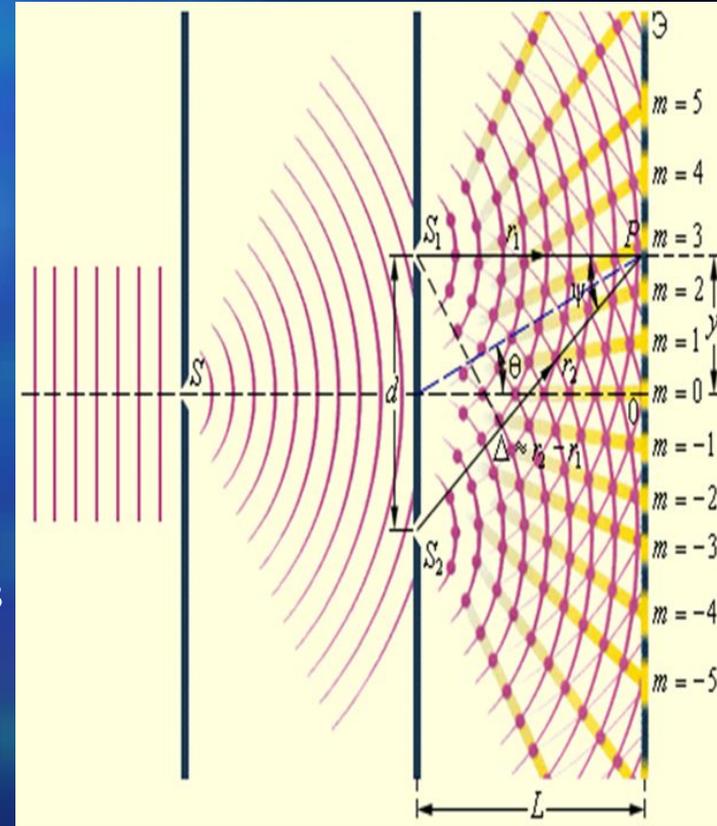
Опыт Юнга

Исторически первым интерференционным опытом, получившим объяснение на основе волновой теории света, явился опыт Юнга (1802 г.).

В опыте Юнга свет от источника, в качестве которого служила узкая щель S , падал на экран с двумя близко расположенными щелями S_1 и S_2 . Проходя через каждую из щелей, световой пучок уширялся вследствие дифракции, поэтому на белом экране \mathcal{E} световые пучки, прошедшие через щели S_1 и S_2 , перекрывались.

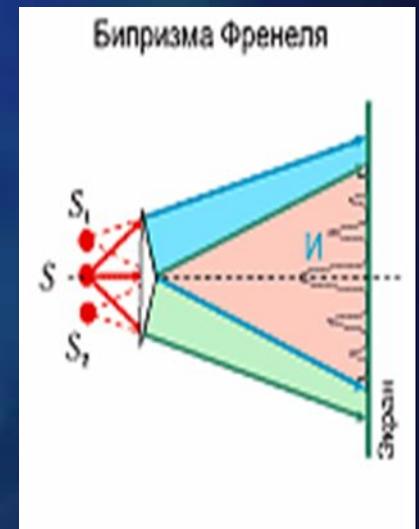
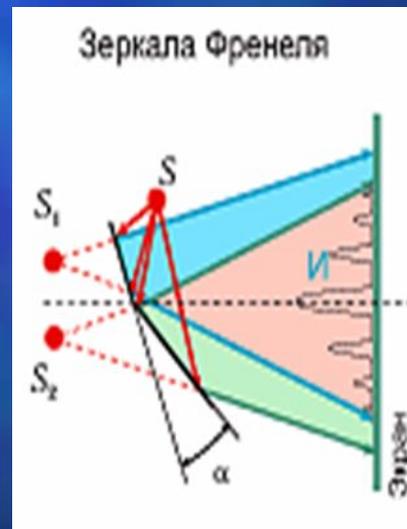
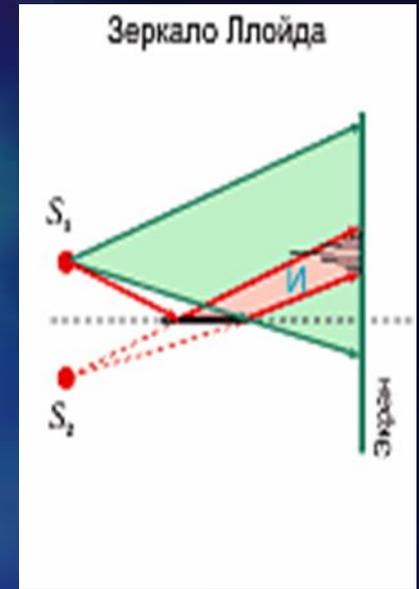
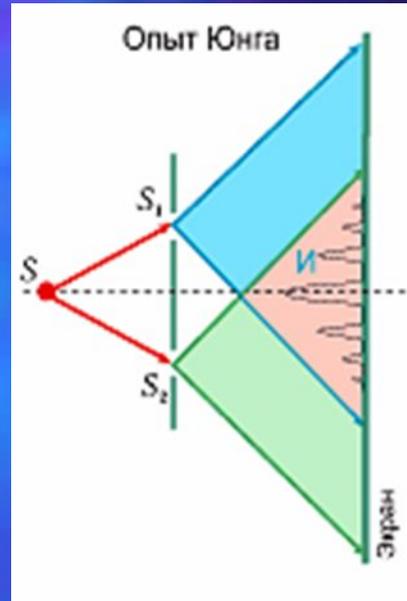
В области перекрытия световых пучков наблюдалась интерференционная картина в виде чередующихся светлых и темных полос.

Юнг впервые определил длины волн световых лучей разного цвета.



Способы получения когерентных волн:

- 1) разделение пучка света от одного источника;
- 2) падающий пучок и отраженный;
- 3) падающий пучок и преломленный.



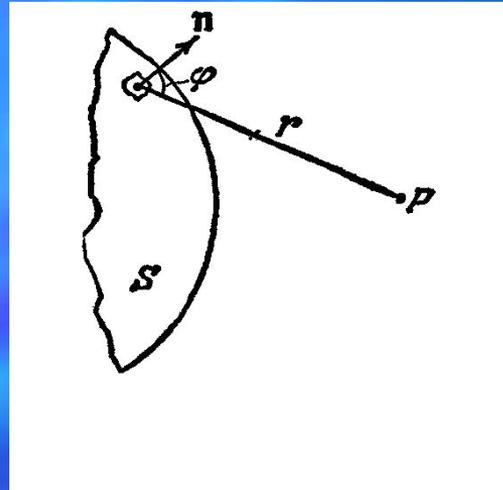
S - источник света,

I - область наблюдения интерференционной картины

Принцип Гюйгенса-Френеля

Проникновение световых волн в область геометрической тени может быть объяснено с помощью принципа Гюйгенса. Однако этот принцип не дает сведений об амплитуде, а следовательно и об интенсивности волн, распространяющихся в различных направлениях. Френель дополнил принцип Гюйгенса представлением об интерференции вторичных волн. Учет амплитуд и фаз вторичных волн позволяет найти амплитуду результирующей волны в любой точке пространства. Развитый таким способом принцип Гюйгенса получил название принципа Гюйгенса-Френеля.

Согласно принципу Гюйгенса-Френеля каждый элемент волновой поверхности S служит источником вторичной сферической волны, амплитуда которой пропорциональна величине элемента dS .



Амплитуда сферической волны убывает с расстоянием r от источника по закону $1/r$. Следовательно, от каждого участка dS волновой поверхности в точку P , лежащую перед этой поверхностью, приходит колебание

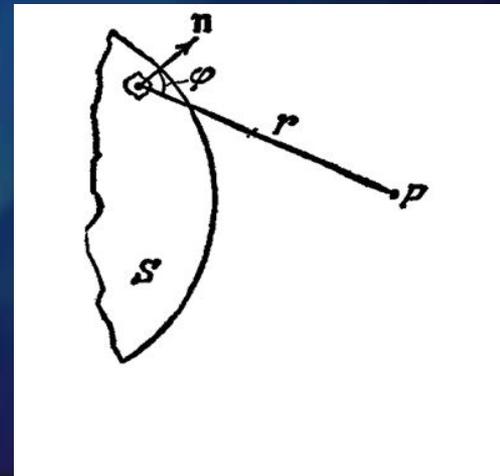
$$dE = K \frac{\alpha_0 dS}{r} \cos(\omega t - kr + \alpha_0); \quad (*)$$

В этом выражении $(\omega t + \alpha_0)$ – фаза колебания в месте расположения волновой поверхности S , k - волновое число, r - расстояние от элемента поверхности dS до точки P . Множитель α_0 определяется амплитудой светового колебания в том месте, где находится dS . Коэффициент K зависит от угла φ между нормалью n к площадке dS и направлением от dS к точке P . При $\varphi=0$ этот коэффициент максимален, при $\varphi=\pi/2$ он обращается в нуль.

Результирующее колебание в точке P представляет собой суперпозицию колебаний (*), взятых для всей волновой поверхности S :

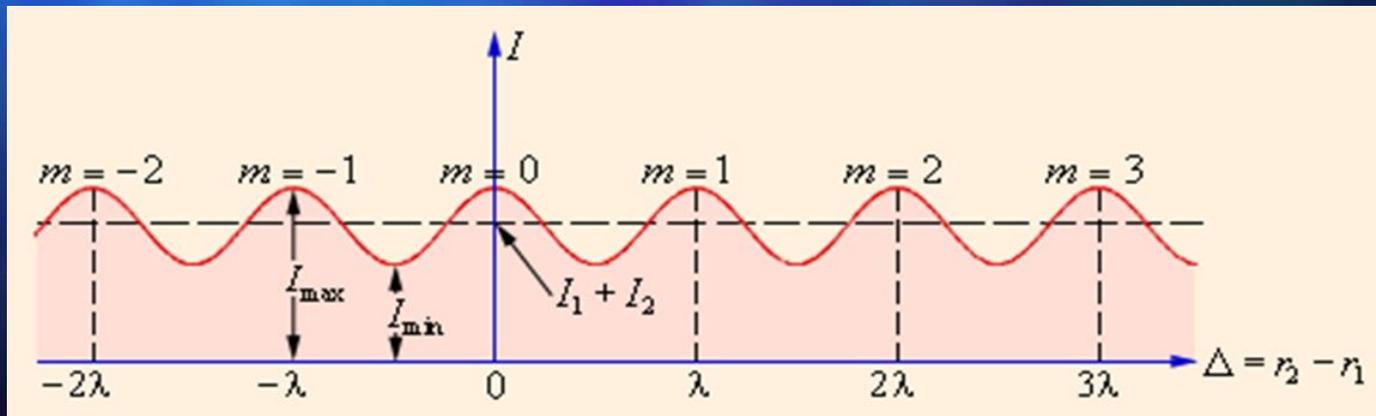
$$E = \int_S K(\varphi) \frac{a_0}{r} \cos(\omega t - kr + \alpha_0) dS \quad (**)$$

Эта формула является аналитическим выражением принципа Гюйгенса – Френеля.



Пространственное перераспределение энергии волны

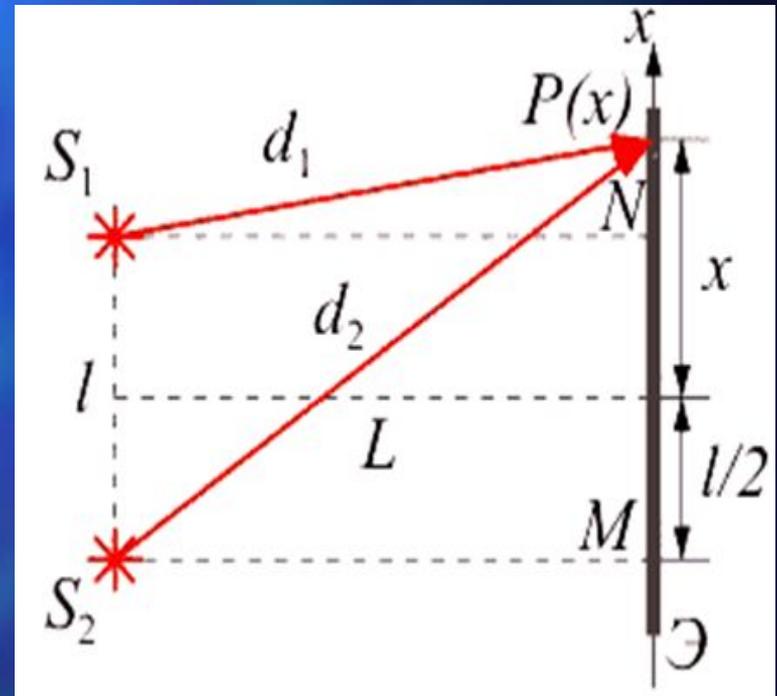
При интерференции в одних точках наблюдается концентрация энергии (интерференционные максимумы), в других - гашение волн (интерференционные минимумы). Причиной перераспределения энергии является разность фаз колебаний в складывающихся волнах.



Условия максимумов интерференции

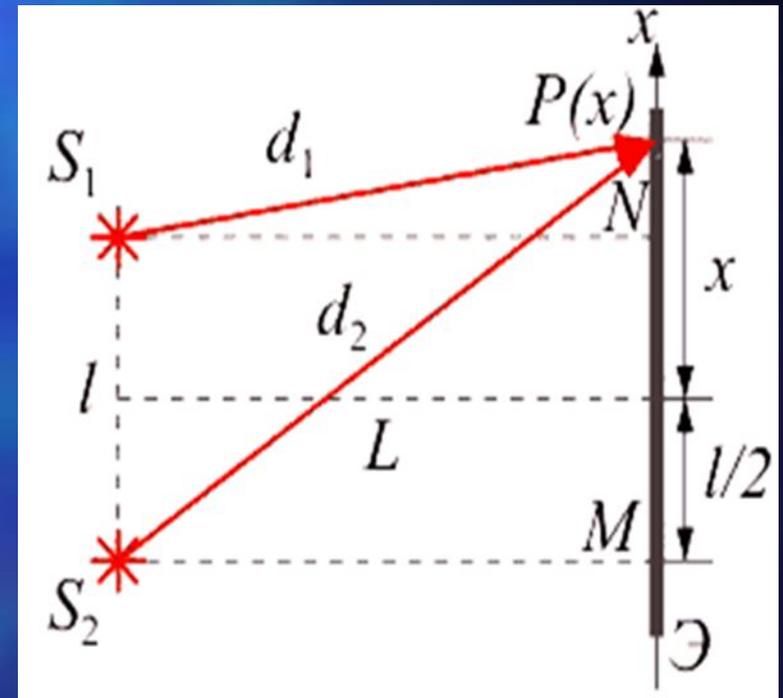
- 1) $d_2 - d_1 = \Delta d$ -разность хода;
- 2) $\Delta d = n\lambda$, где $n=0,1,2,\dots$ -
условие усиления волн (условие
максимума).

В случае, когда на оптической
разности хода лучей
укладывается чётное число
полуволн, наблюдается
максимум интерференционной
полосы.



Условия минимумов интерференции

$\Delta d = (2n + 1) \lambda / 2,$
где $n = 0, 1, 2, \dots$ - условие
ослабления волн
(условие минимума).

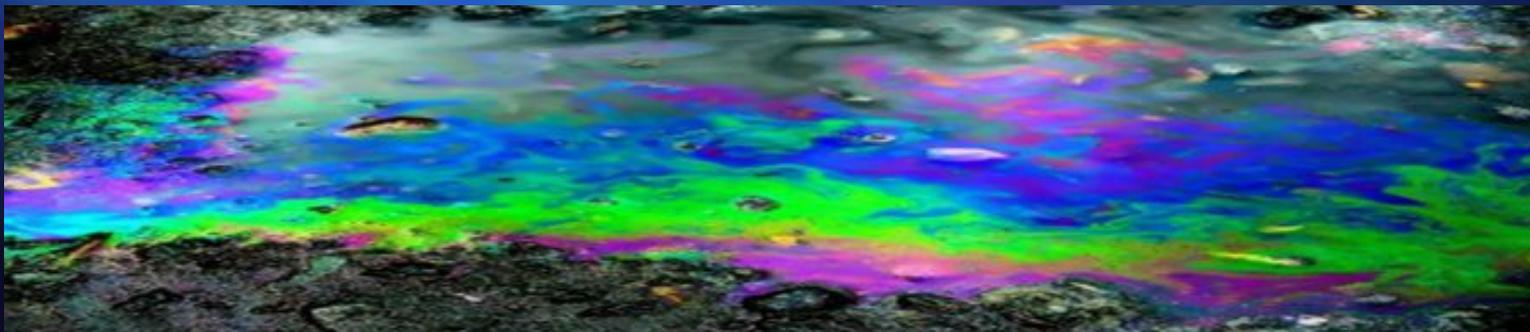




Интерференция вокруг нас

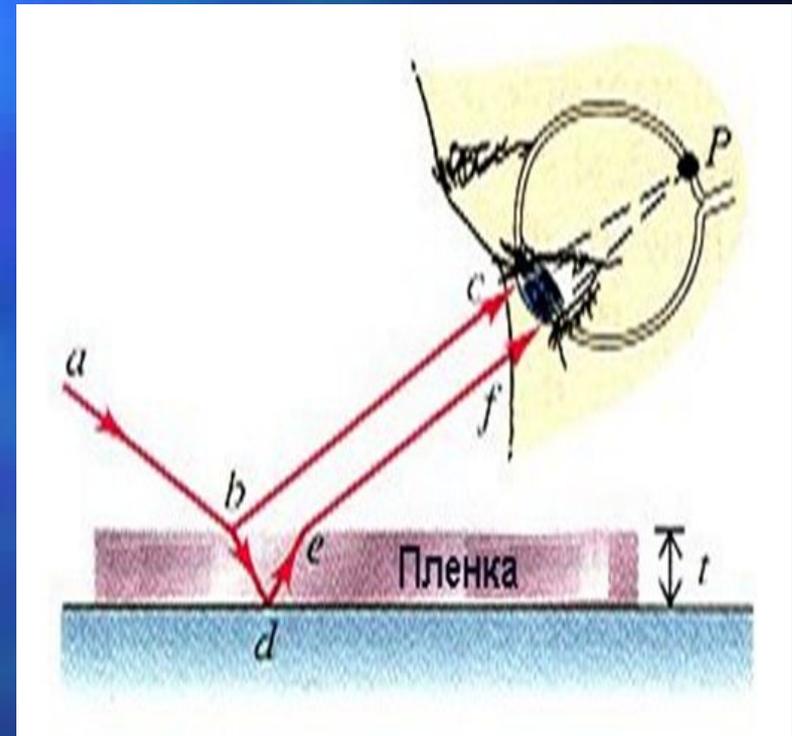


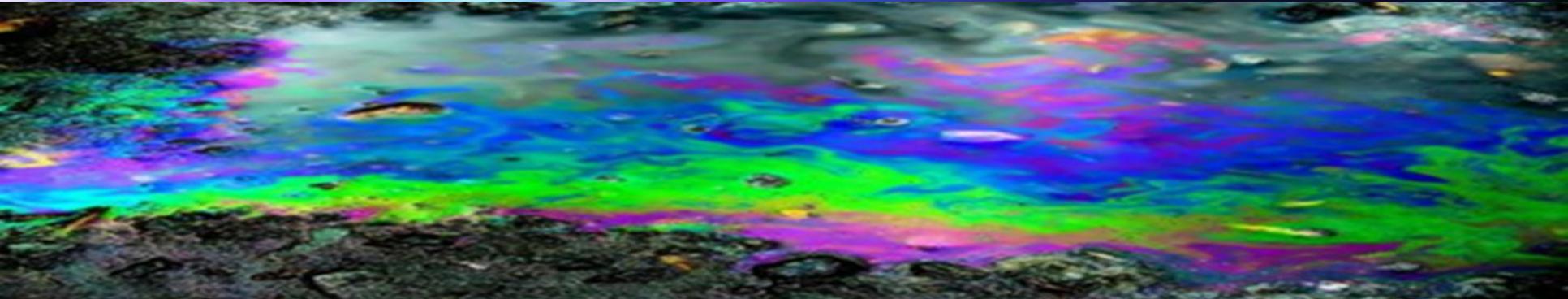
С интерференционными явлениями мы сталкиваемся довольно часто: **цвета масляных пятен на асфальте**, окраска замерзающих оконных стекол, **причудливые цветные рисунки на крыльях некоторых бабочек и жуков** – все это проявление интерференции света.



Интерференция в тонких пленках

В тонких пленках происходит интерференция световых волн отраженных от передней и задней поверхностей тонкой пленки.





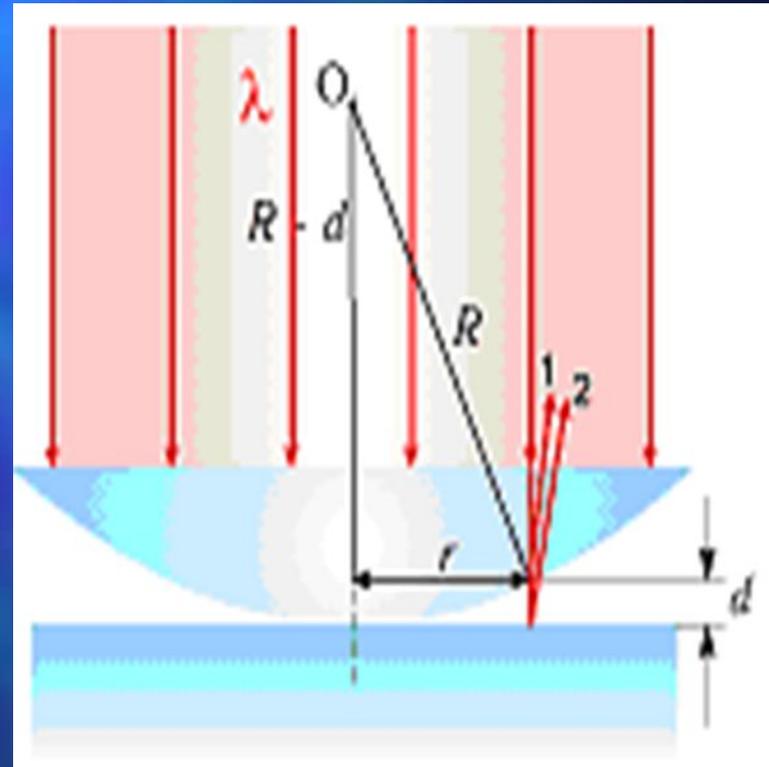
Так как даже очень тонкая пленка имеет определенную толщину, эти две отраженные волны приходят в точку наблюдения разными путями, из-за чего между ними возникает некоторая разность хода. Эта разность хода зависит от толщины пленки, определяющей расстояние, пройденное отраженной волной внутри пленки.

В тех местах пленки, где эта разность хода достигает четного числа полуволн, обе отраженные волны взаимно усиливают друг друга, что соответствует **максимуму**, там же, где разность хода выражается нечетным числом полуволн, имеет место взаимное ослабление волн, то есть **минимум**.



Кольца Ньютона

Простая интерференционная картина возникает в тонкой прослойке воздуха между стеклянной пластиной и положенной на нее плоско-выпуклой линзой, сферическая поверхность которой имеет большой радиус кривизны.



В месте соприкосновения линзы и пластины темное пятно и вокруг него совокупность маленьких радужных колец. Расстояния между соседними кольцами быстро убывают с увеличением их радиуса .

Интерференционная картина, имеющая вид концентрических колец, получила название *кольца Ньютона*.

$r_{\text{св. колец}} = \sqrt{(2k+1)R\lambda/2}$; $r_{\text{темн. колец}} = \sqrt{kR\lambda}$, где
 R – радиус кривизны линзы,
 λ – длина волны монохроматического света,
 $k = 0, 1, 2, 3 \dots$

Красный свет
 $\lambda_1 \approx 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

Зеленый свет
 $\lambda_2 \approx 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$

$r_1 > r_2$

Разность хода лучей 1 и 2

$$\Delta g = 2d + \frac{\lambda}{2}$$

Условие минимума (темных колец)

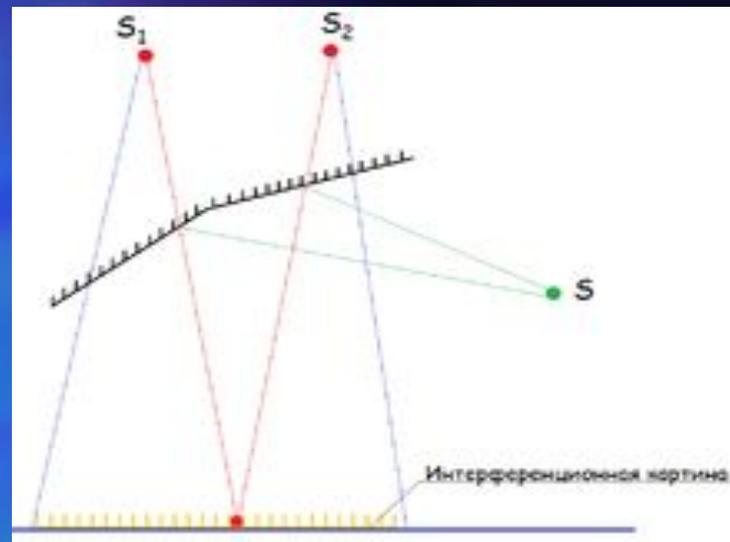
$$\Delta g = (2m-1) \frac{\lambda}{2}$$

Из треугольника

$$R^2 = (R-d)^2 + r^2$$

$r = \sqrt{mR\lambda}$

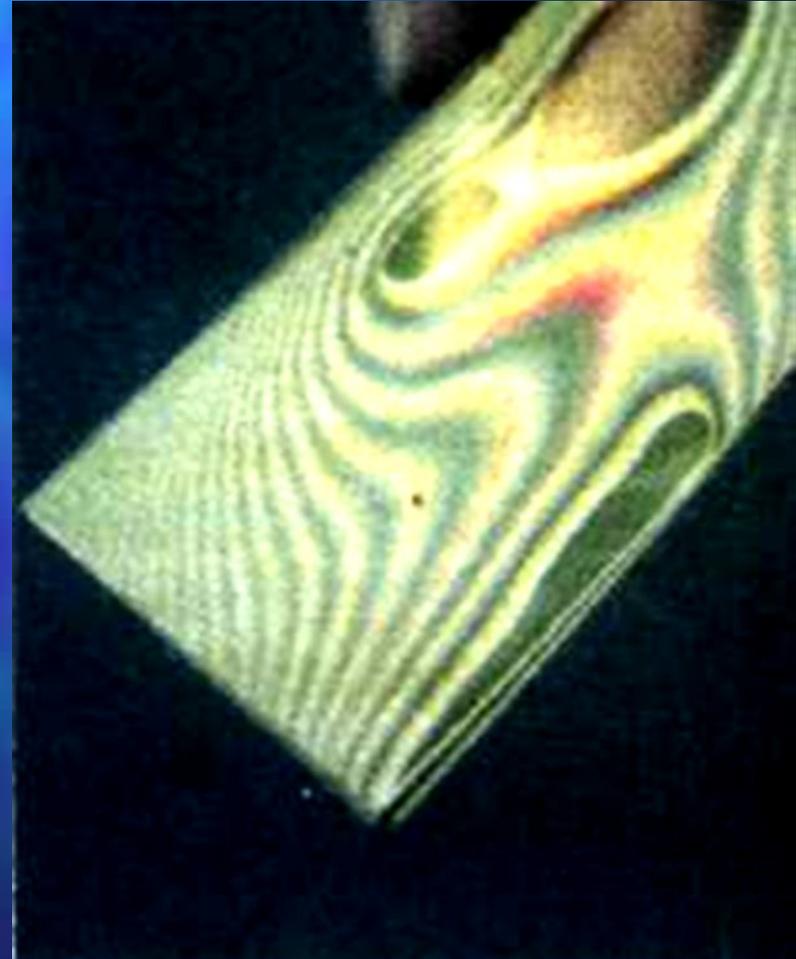
Бизеркала Френеля



Бизеркала Френеля – оптическое устройство, предложенное в 1816 году Френелем для наблюдения интерференции света.

Устройство состоит из двух плоских зеркал, угол между которыми чуть-чуть меньше 180° . Источник S создаёт два мнимых изображения — S_1 и S_2 , которые очевидно являются когерентными и которые могут создавать интерференционную картину.

Интерференционная
картина,
созданная тонким
слоем воздуха
между двумя
стеклянными
пластинками.



Применение интерференции света



Явление интерференции применяется для улучшения качества оптических приборов (просветление оптики) и получения высокоотражающих покрытий. Так как современные объективы содержат большое количество линз, то число отражений в них велико, а поэтому велики и потери светового потока. Таким образом, интенсивность прошедшего света ослабляется и светосила оптического прибора уменьшается. Кроме того, отражения от поверхностей линз приводят к возникновению бликов, что часто (например, в военной технике) демаскирует положение прибора.

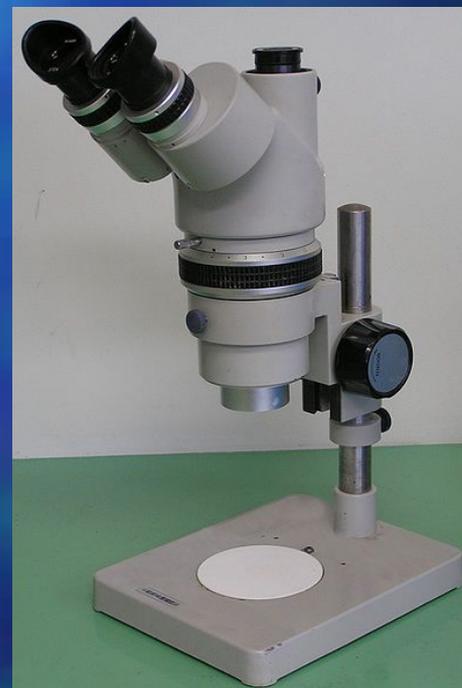


По виду интерференционной картины можно проводить точные измерения расстояний при известной длине волны или, наоборот, определять спектр интерферирующих волн.

(интерференционная спектроскопия)



Резонансная и интерференционная гамма-спектроскопия перспективных материалов



Самопишущий интерференционный газоанализатор

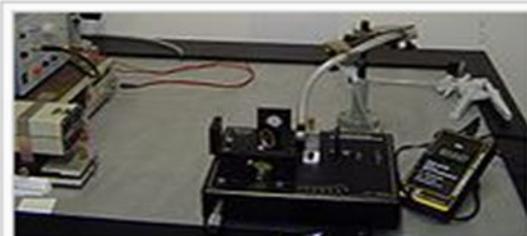
Явление интерференции также применяется в очень точных измерительных приборах, называемых интерферометрами. Все интерферометры основаны на одном и том же принципе и различаются лишь конструкционно.



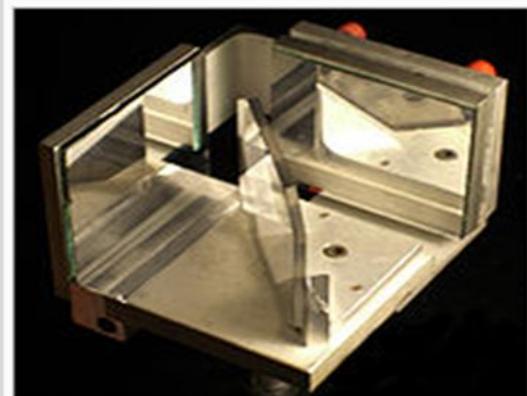
Интерферометр Майкельсона — двухлучевой интерферометр, изобретённый Альбертом Майкельсоном. Данный прибор позволил впервые измерить длину волны света. В опыте Майкельсона интерферометр был использован Майкельсоном для проверки гипотезы о светоносном эфире. Устройство используется и сегодня в астрономических, физических исследованиях, а также в измерительной технике.



Интерференционная картинка на выходе интерферометра

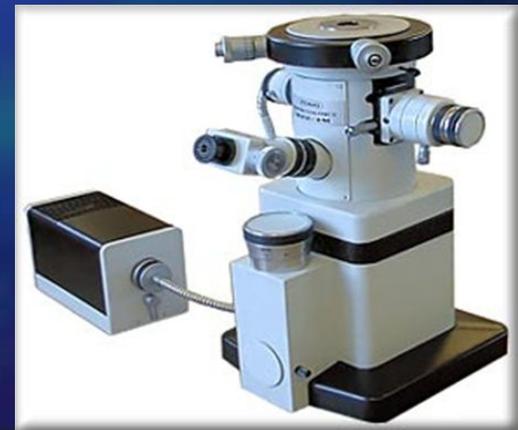


Современный интерферометр Майкельсона



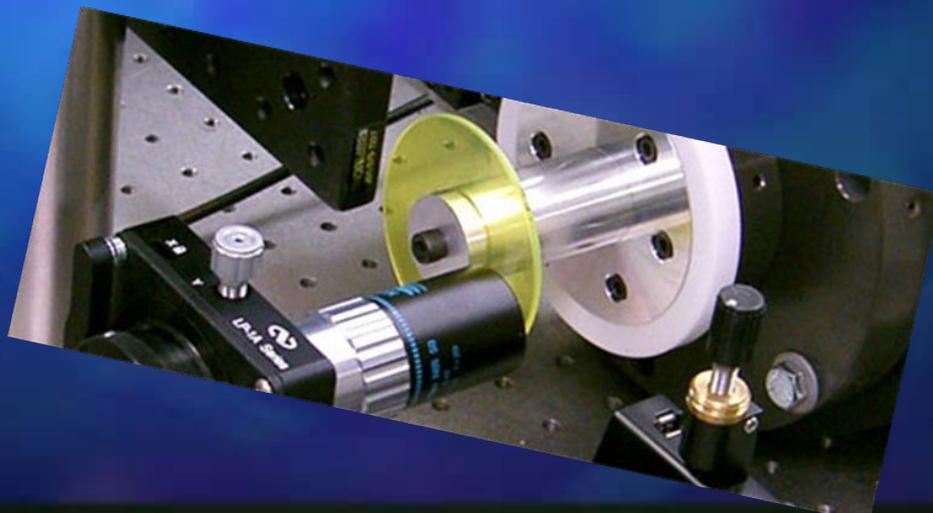
Блок зеркал интерферометра

Российский физик В. П. Линник (1889-1984)
использовал принцип действия интерферометра
Майкельсона для создания микроинтерферометра
(комбинация интерферометра и микроскопа),
служащего для контроля чистоты обработки
поверхности.

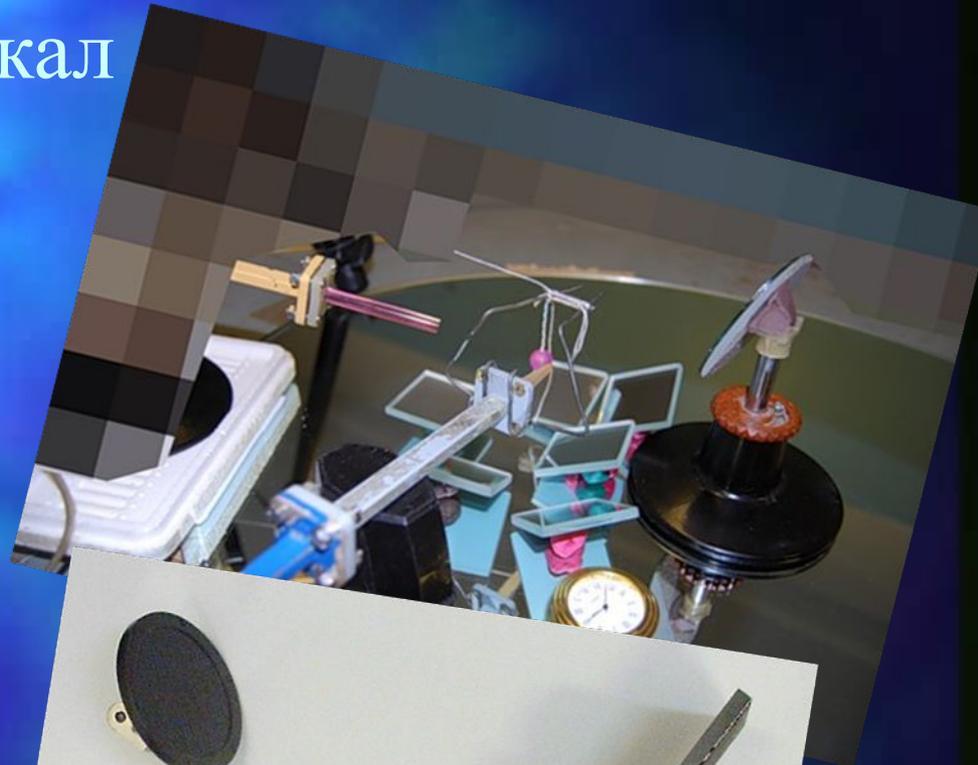
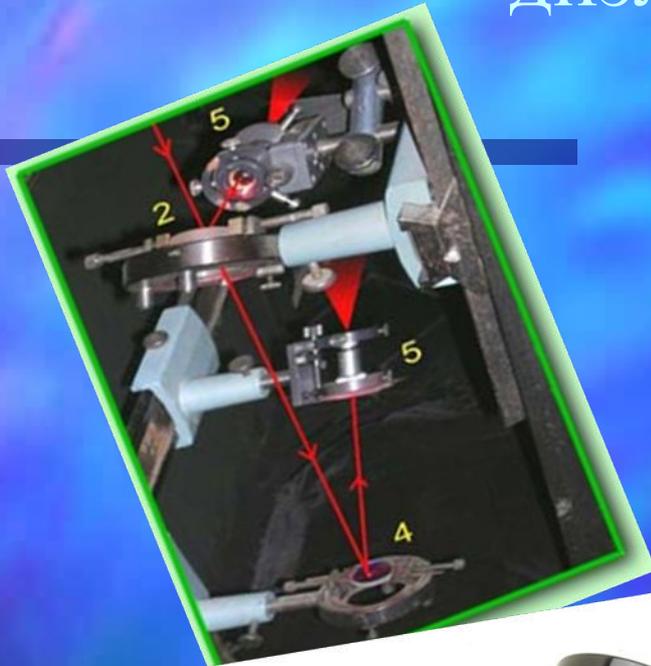




Явление интерференции волн, рассеянных от некоторого объекта (или прошедших через него) с «опорной» волной, лежит в основе голографии (в том числе оптической, акустической)



Получение высокоотражающих диэлектрических зеркал



Выводы:

1. Интерференция света может происходить только тогда, когда волны когерентны.
2. Интерференция света даёт картину чередующихся тёмных и светлых полос.
3. Интерференция света - красивое и удивительное явление, которое применяется в очень точных измерительных приборах.



Спасибо за внимание!

