

# Интерференция света

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

Преподаватель: Медведев Борис Абрамович



# Цели работы:

---

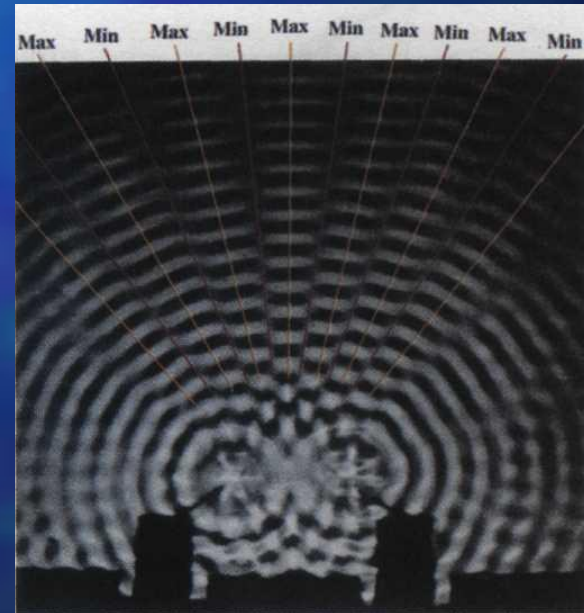
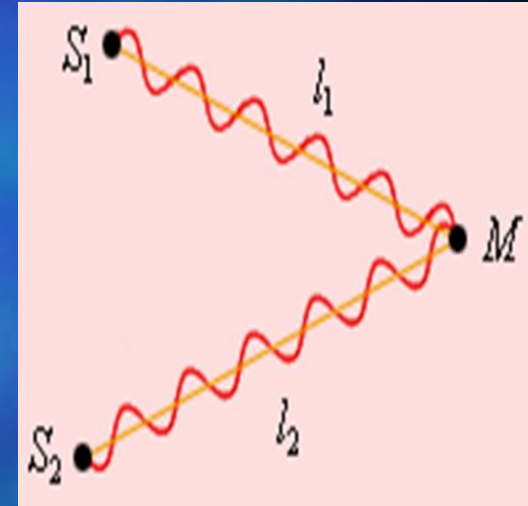
- 1) Сформировать понятия: «интерференция», «когерентные волны», «оптическая разность хода волн», «перераспределение интенсивности»;
- 2) Рассмотреть способы получения когерентных волн;
- 3) Научиться объяснять явление интерференции;
- 4) Познакомиться с условиями минимумов и максимумов;
- 5) Рассмотреть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

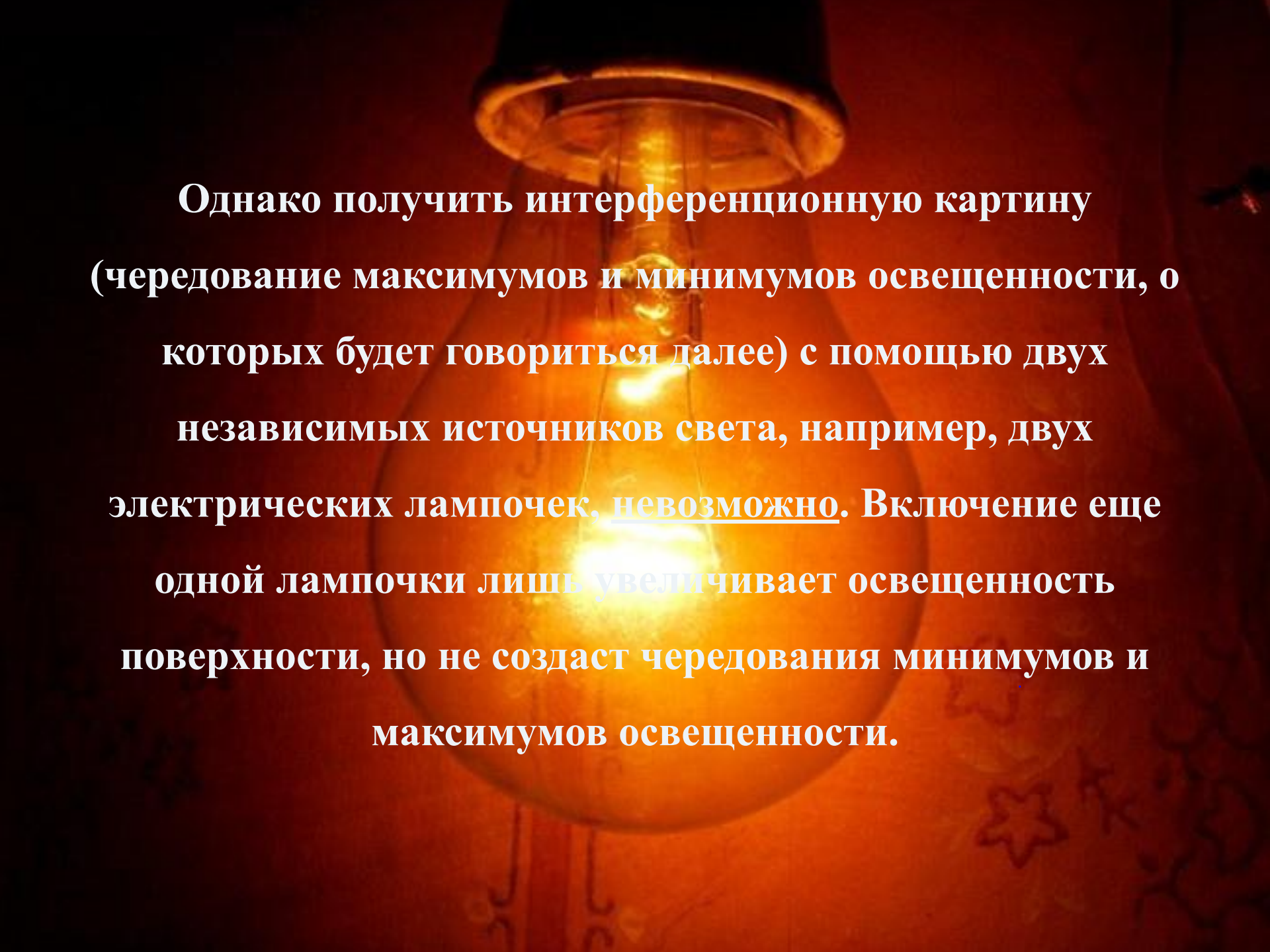
# Понятие интерференции

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, bold, sans-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

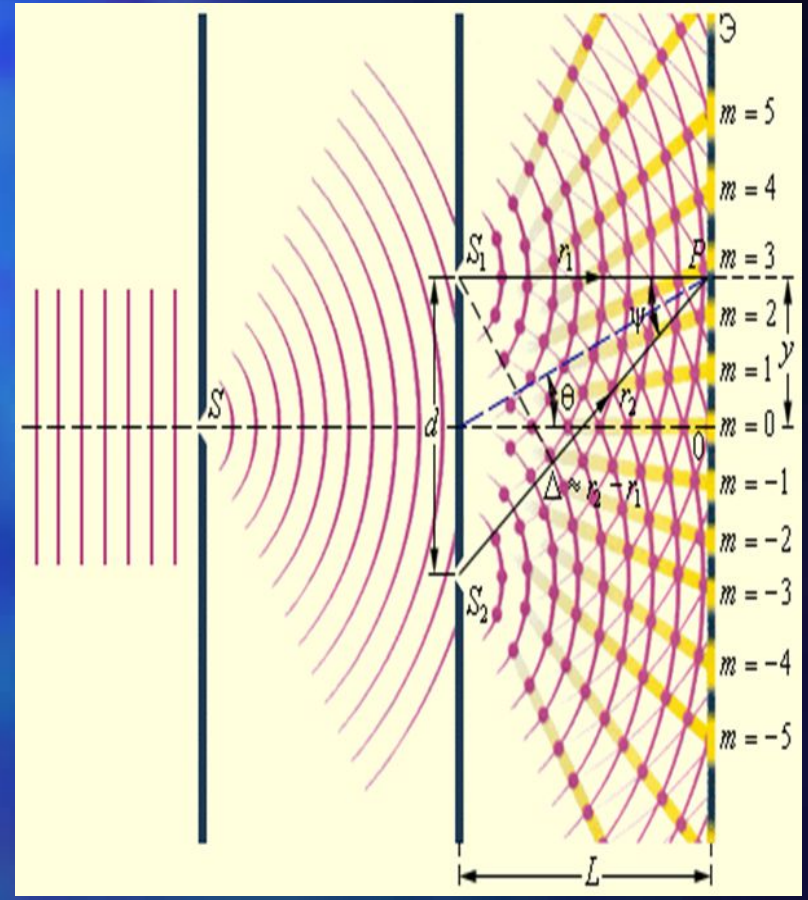
частоту и постоянную разность

фаз их колебаний в

пространстве и во времени.

Такие волны называются

когерентными.



Опыт Юнга с двумя щелями

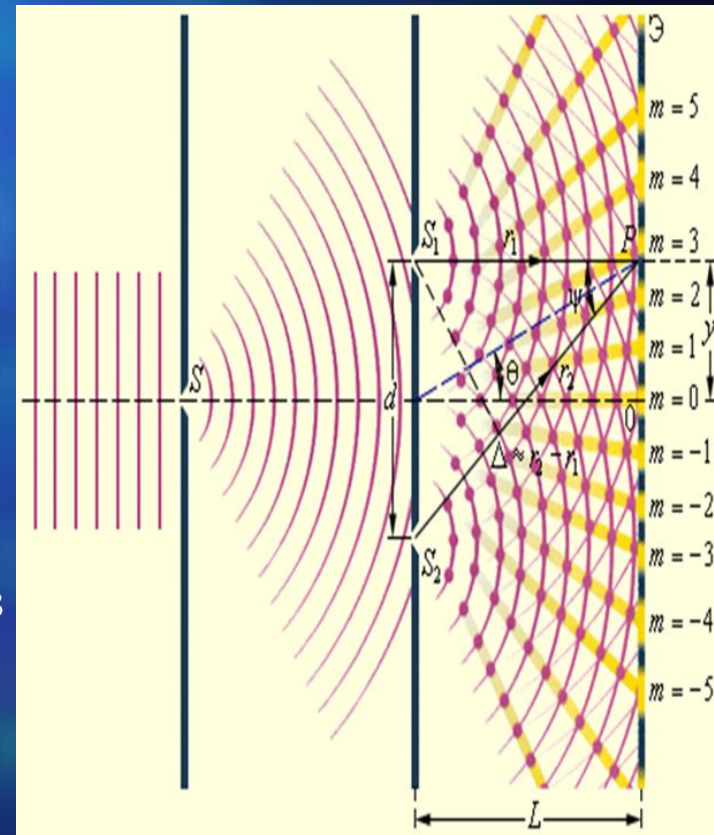
# Опыт Юнга

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.

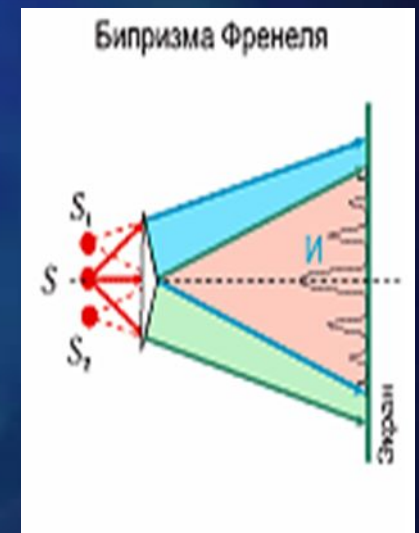
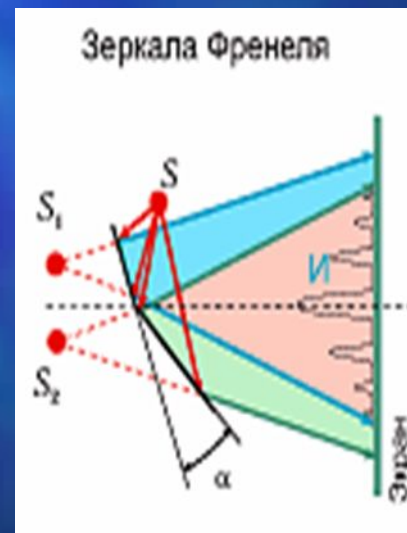
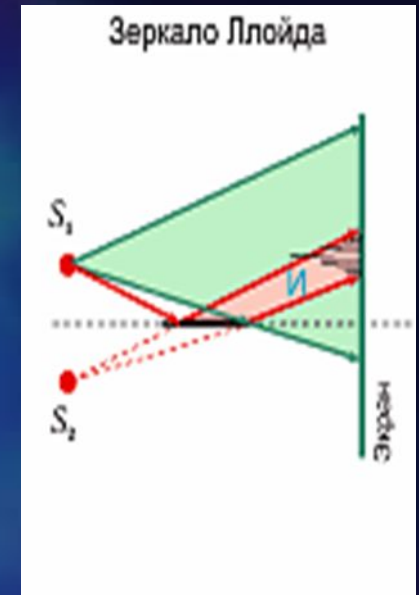
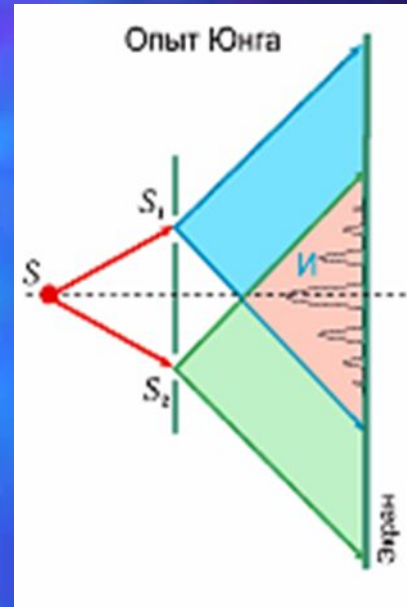
В области перекрытия световых пучков наблюдалась интерференционная картина в виде чередующихся светлых и темных полос.

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

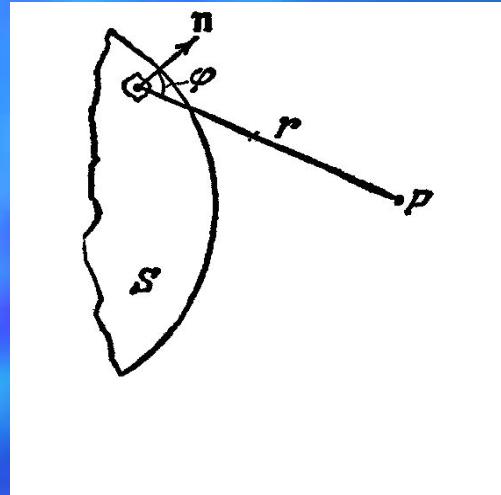


# Принцип Гюйгенса-Френеля

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

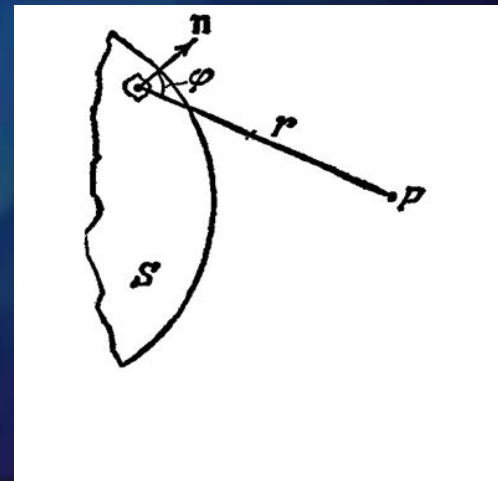
$$dE = K \frac{\alpha_0 dS}{r} \cos(\omega t - kr + \alpha_0); \quad (*)$$

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  $\alpha_0$  определяется амплитудой светового колебания в том месте, где находится  $dS$ . Коэффициент  $K$  зависит от угла  $\varphi$  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  $S$ :

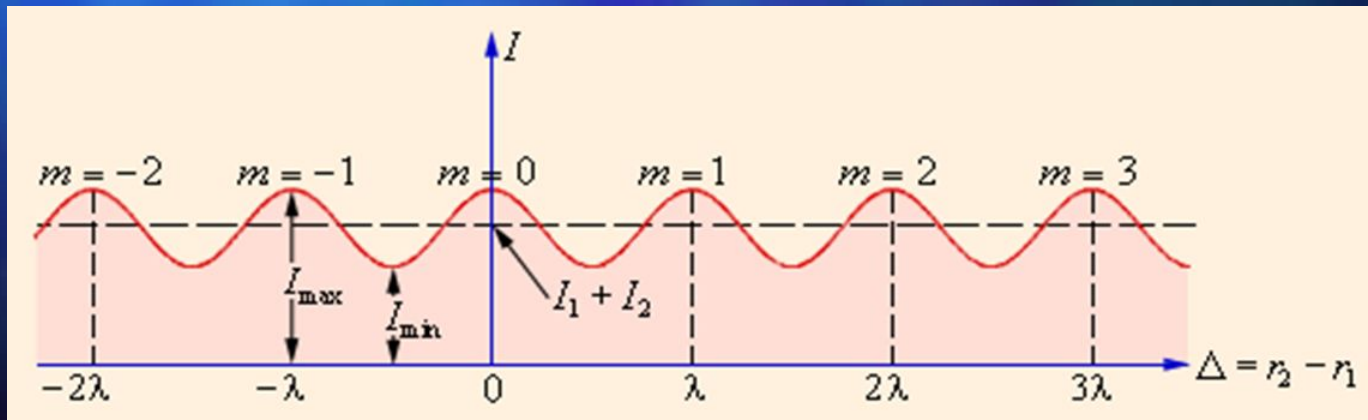
$$E = \int_S K(\varphi) \frac{a_0}{r} \cos(\omega t - kr + \alpha_0) dS \quad (**)$$

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.

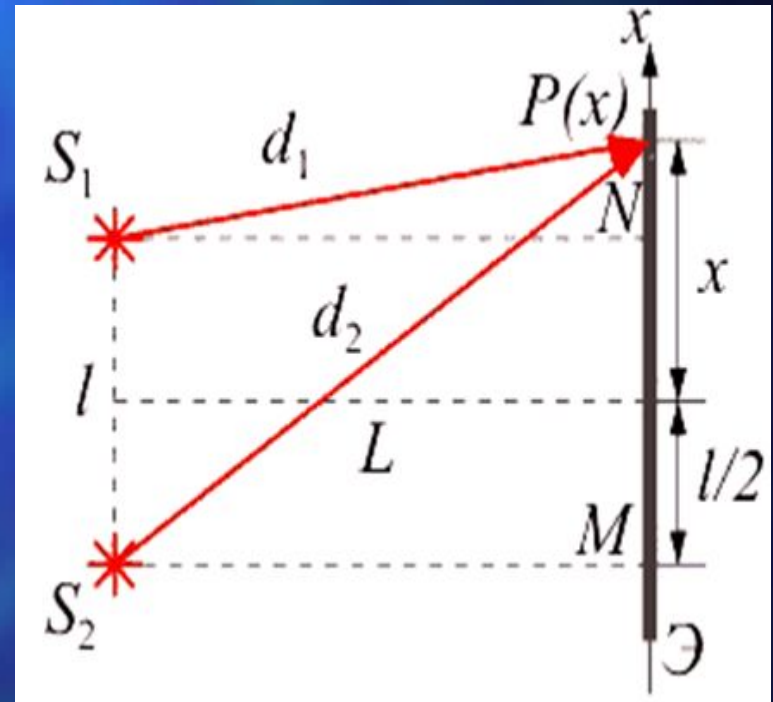




# Условия максимумов интерференции

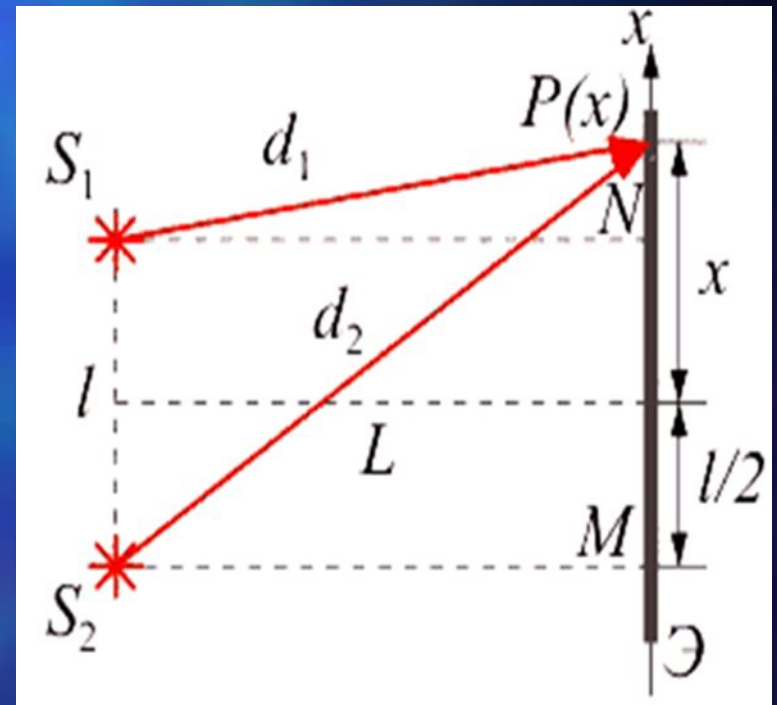
- 1)  $d_2 - d_1 = \Delta d$  -разность хода;
- 2)  $\Delta d = n\lambda$ , где  $n=0,1,2,\dots$  -  
условие усиления волн (условие  
максимума).

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).

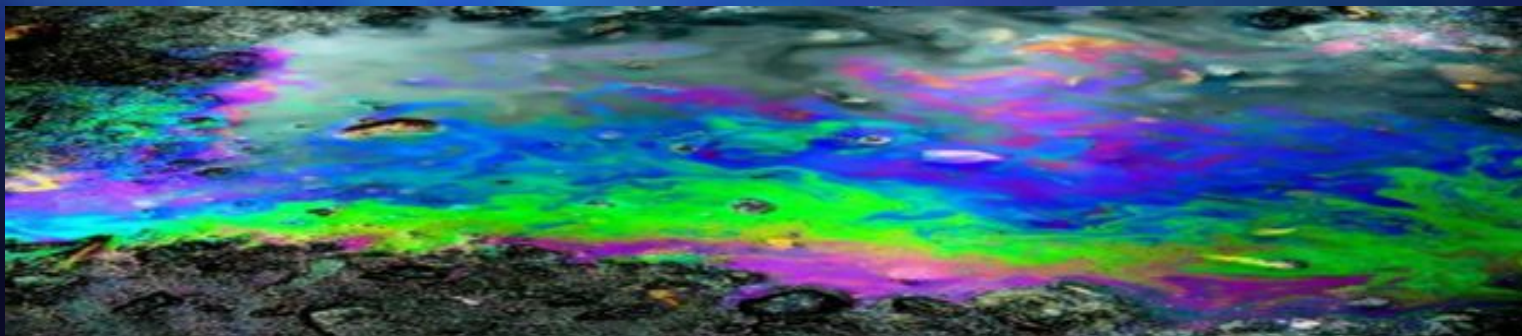




# Интерференция вокруг нас



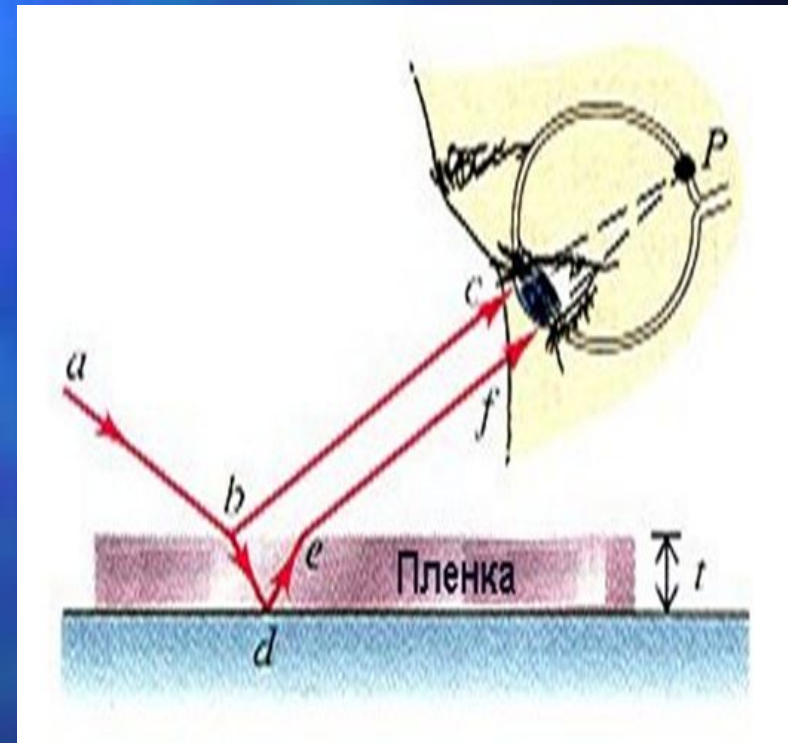
С интерференционными явлениями мы сталкиваемся довольно часто: **цвета масляных пятен на асфальте**, окраска замерзающих оконных стекол, **причудливые цветные рисунки на крыльях некоторых бабочек и жуков** – все это проявление интерференции света.

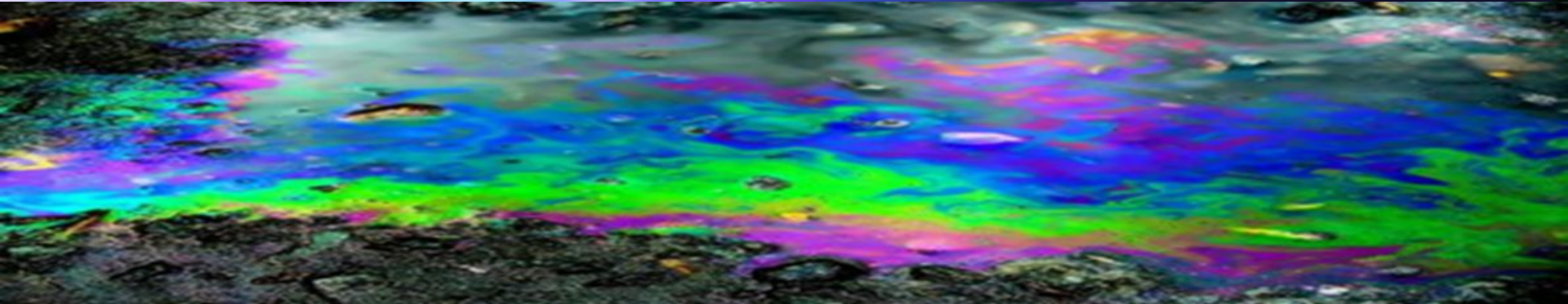




# Интерференция в тонких пленках

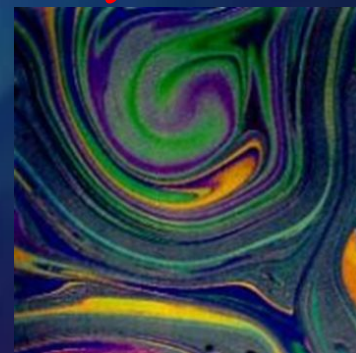
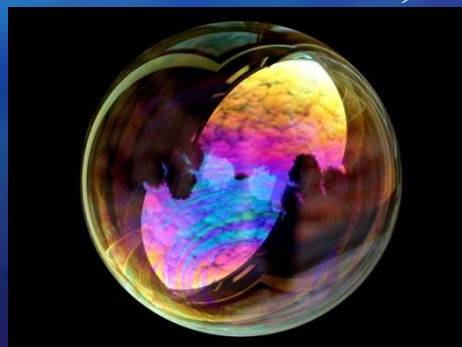
В тонких пленках происходит интерференция световых волн отраженных от передней и задней поверхностей тонкой пленки.





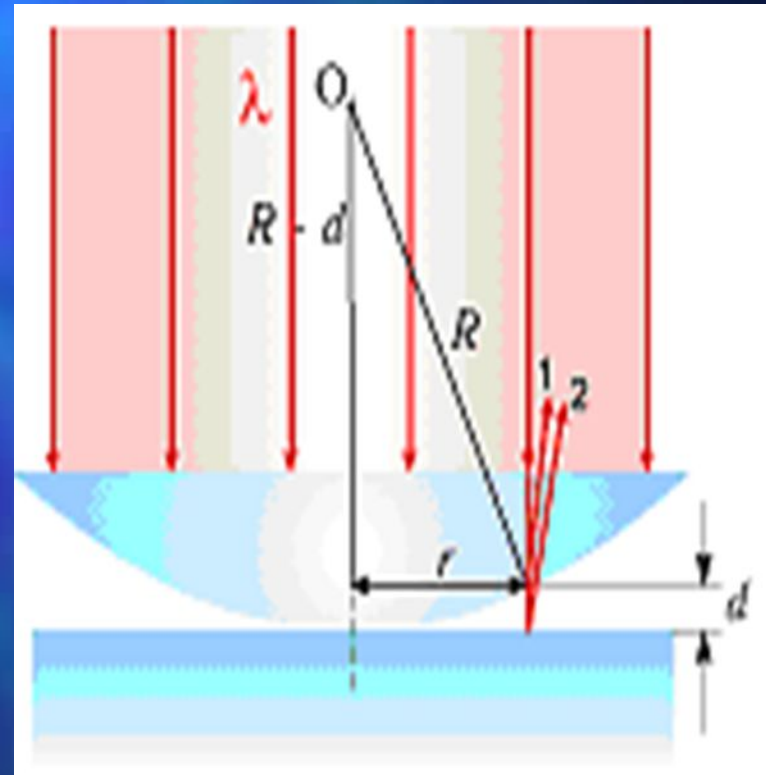
Так как даже очень тонкая пленка имеет определенную толщину, эти две отраженные волны приходят в точку наблюдения разными путями, из-за чего между ними возникает некоторая разность хода. Эта разность хода зависит от толщины пленки, определяющей расстояние, пройденное отраженной волной внутри пленки.

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,  
 $\lambda$  – 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)

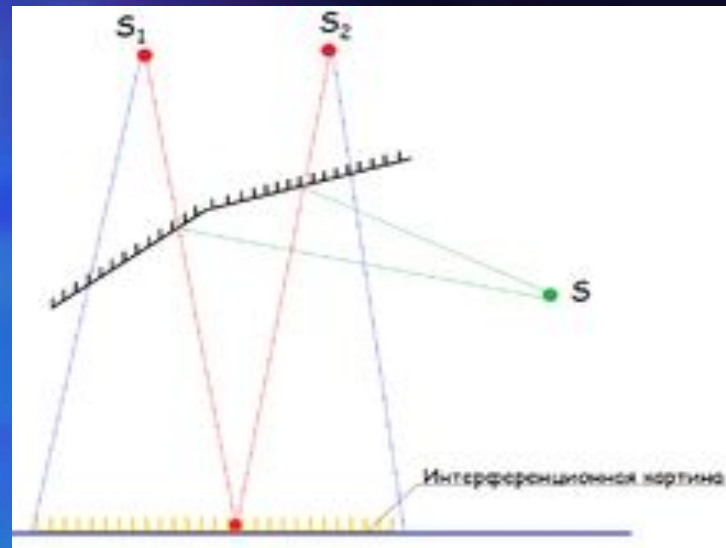
$$\Delta g = (2m-1) \frac{\lambda}{2}$$

Из треугольника

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

$r = \sqrt{mR\lambda}$

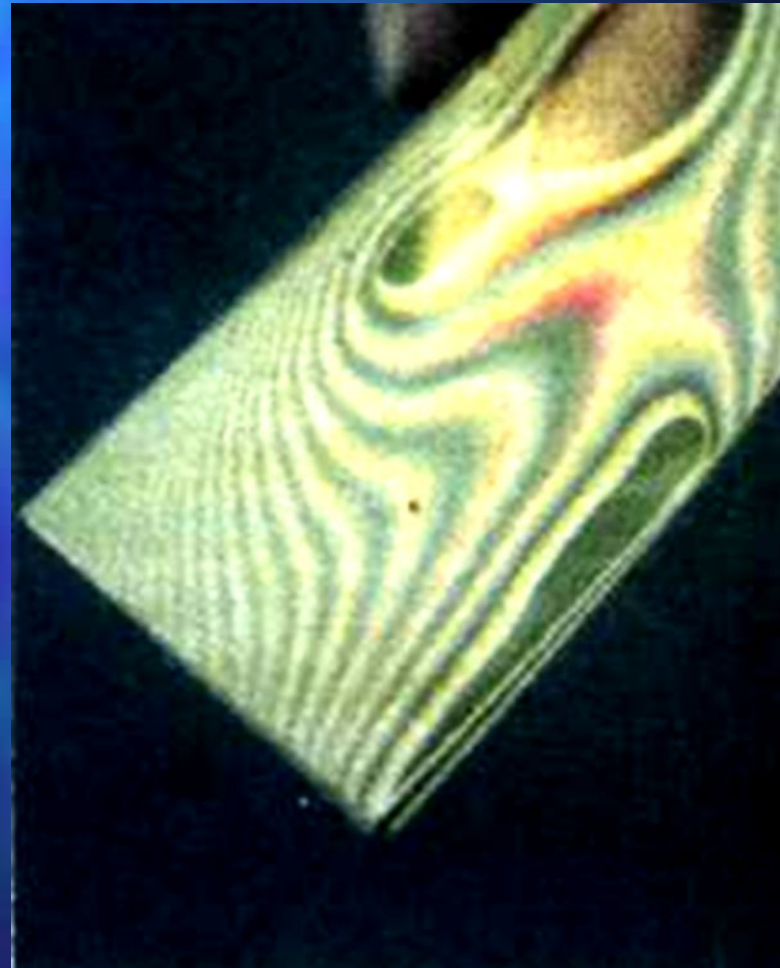
# Бизеркала Френеля



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  $180^\circ$ . Источник S создаёт два мнимых изображения — S1 и S2, 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.

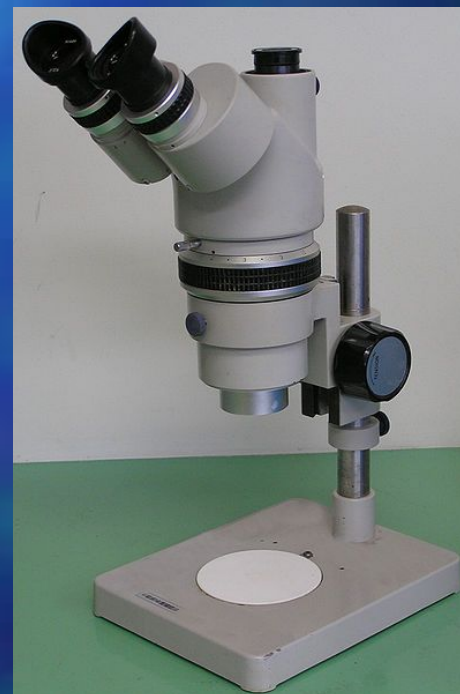


По виду интерференционной картины можно проводить точные измерения расстояний при известной длине волны или, наоборот, определять спектр интерферирующих волн.

*(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.

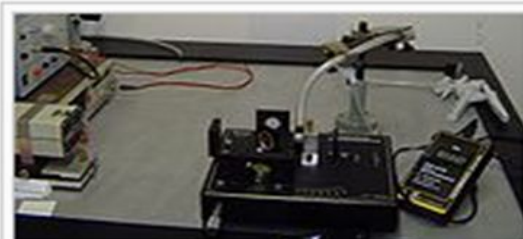




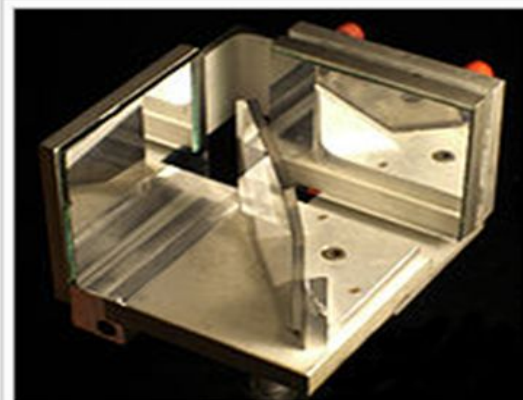
Интерферометр Майкельсона — двухлучевой интерферометр, изобретённый Альбертом Майкельсоном. Данный прибор позволил впервые измерить длину волны света. В опыте Майкельсона интерферометр был использован Майкельсоном для проверки гипотезы о светоносном эфире. Устройство используется и сегодня в астрономических,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



Интерференционная картинка на выходе интерферометра

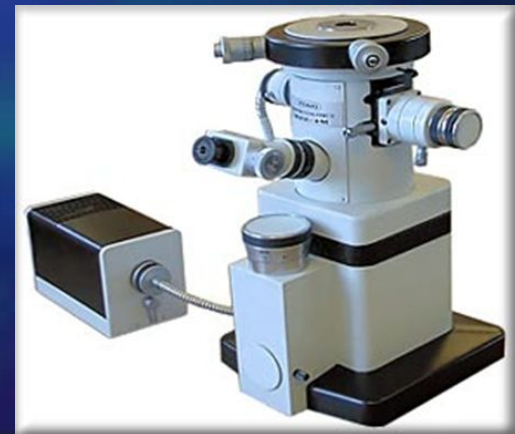


Современный интерферометр Майкельсона



Блок зеркал интерферометра

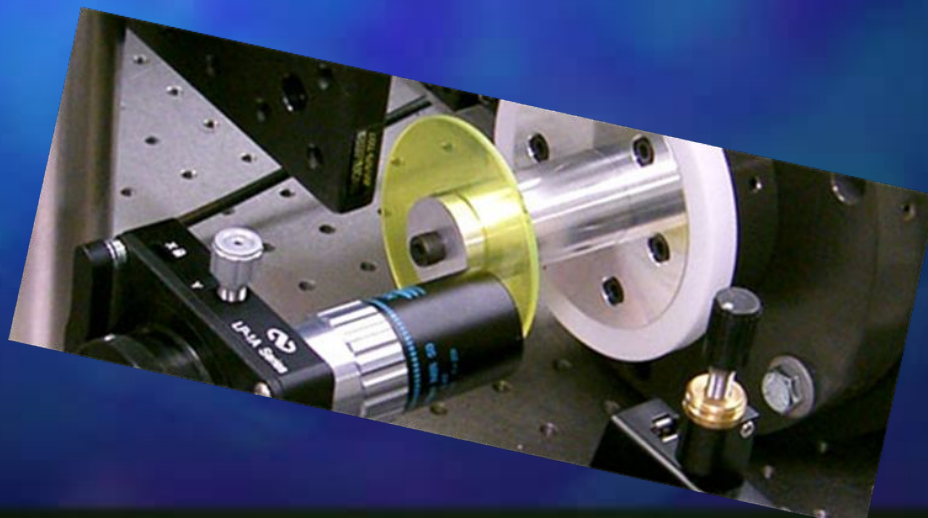
Российский физик В. П. Линник (1889-1984)  
использовал принцип действия интерферометра  
Майкельсона для создания микроинтерферометра  
(комбинация интерферометра и микроскопа),  
служащего для контроля чистоты обработки  
поверхности.





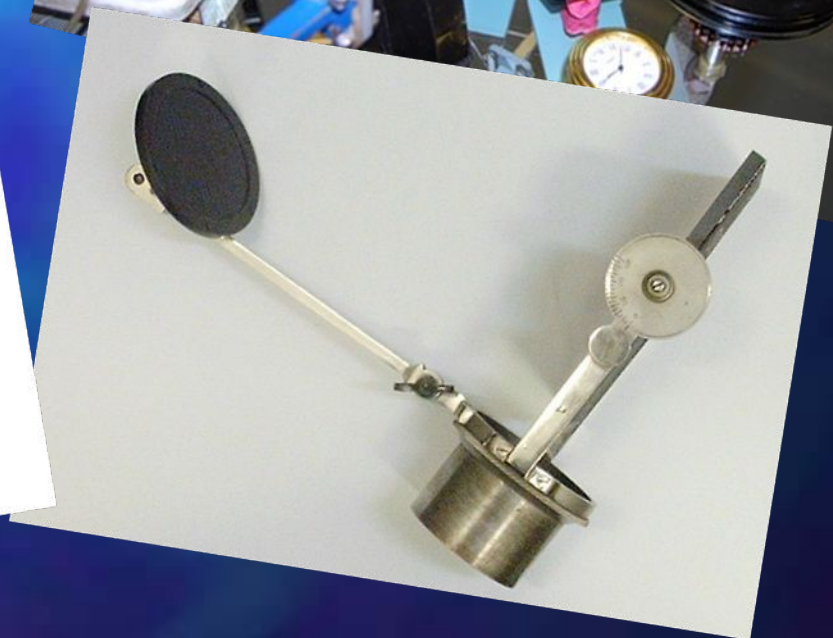
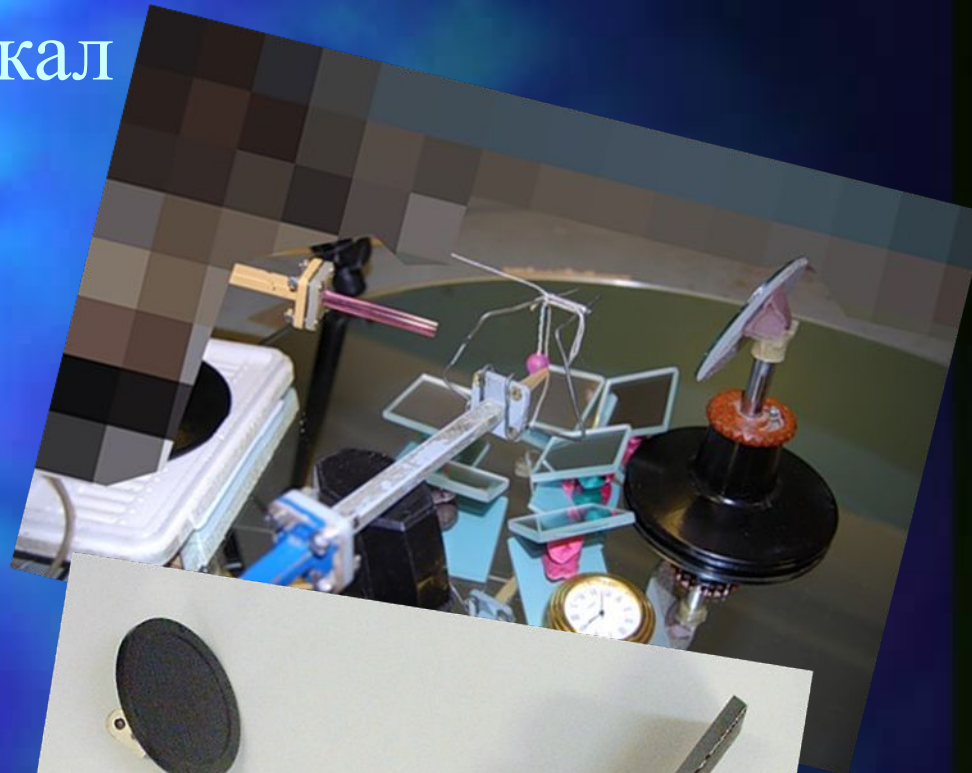
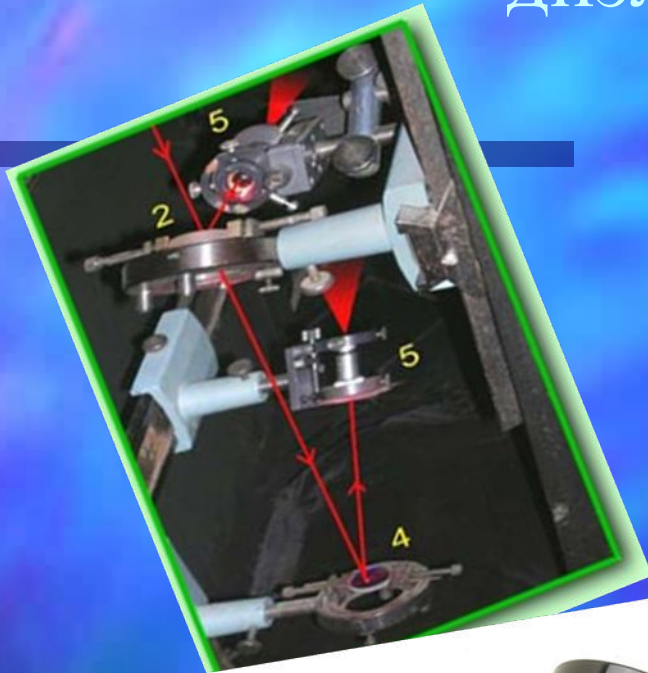


Явление интерференции волн, рассеянных от некоторого объекта (или прошедших через него) с «опорной» волной, лежит в основе голографии (в том числе оптической, акустической)





# Получение высокоотражающих диэлектрических зеркал

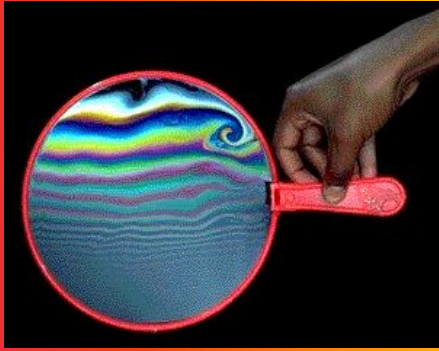


# Выводы:

---

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!

