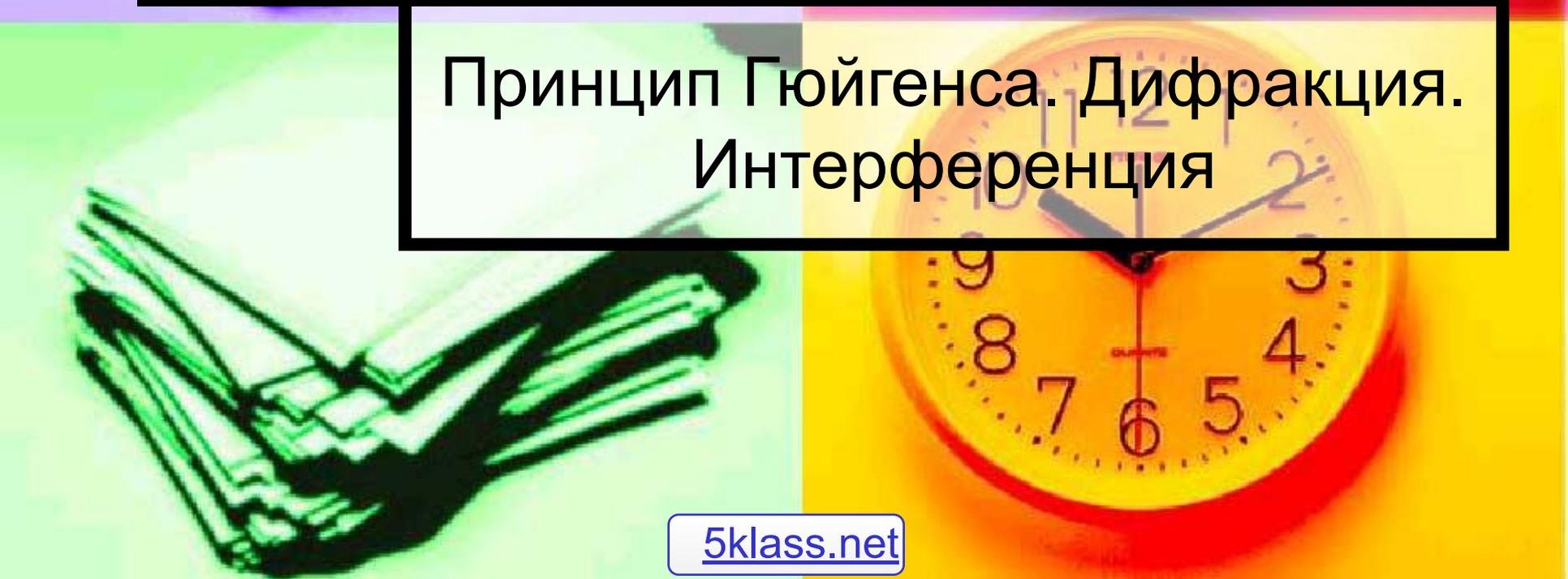


# Волновая оптика



Принцип Гюйгенса. Дифракция.  
Интерференция



## ■ Волновая оптика

### Развитие представлений о природе света



Первые представления о природе света возникли у древних греков и египтян.

По мере изобретения и

совершенствования различных



оптических приборов (параболических зеркал, микроскопа, зрительной трубы)

эти представления развивались и

трансформировались. В конце XVII века

возникли две теории света:

**корпускулярная** (И. Ньютон) и

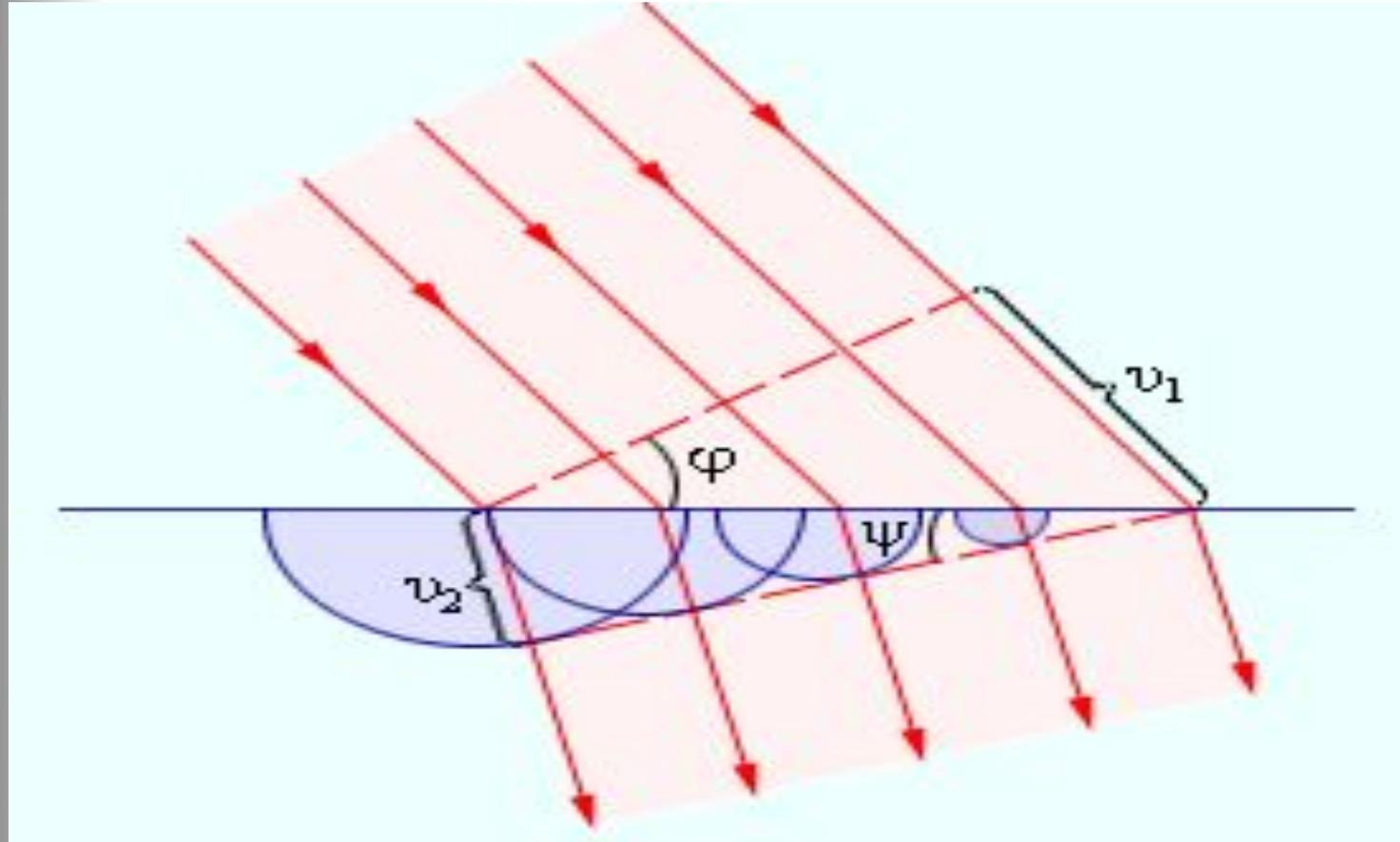
**волновая** (Р. Гук и Х. Гюйгенс).





- Волновая теория, в отличие от корпускулярной- геометрической оптики, рассматривала свет как волновой процесс, подобный механическим волнам. В основу волновой теории был положен **принцип Гюйгенса**, согласно которому каждая точка, до которой доходит волна, становится центром вторичных волн, а огибающая этих волн дает положение **волнового фронта** в следующий момент времени. С помощью принципа Гюйгенса были объяснены законы отражения и преломления.

# Построения Гюйгенса для определения направления волны.





- Таким образом, к началу XVIII века существовало два противоположных подхода к объяснению природы света: корпускулярная теория Ньютона и волновая теория Гюйгенса. Обе теории объясняли прямолинейное распространение света, законы отражения и преломления.
- Хотя к середине XIX века волновая теория была обще признана, вопрос о природе световых волн оставался нерешенным.



- В 60-е годы XIX века Максвеллом были установлены общие законы электромагнитного поля, которые привели его к заключению, что свет – это электромагнитные волны.

- Электромагнитная природа света получила признание после опытов Г. Герца (1887–1888 гг.) по исследованию электромагнитных волн.



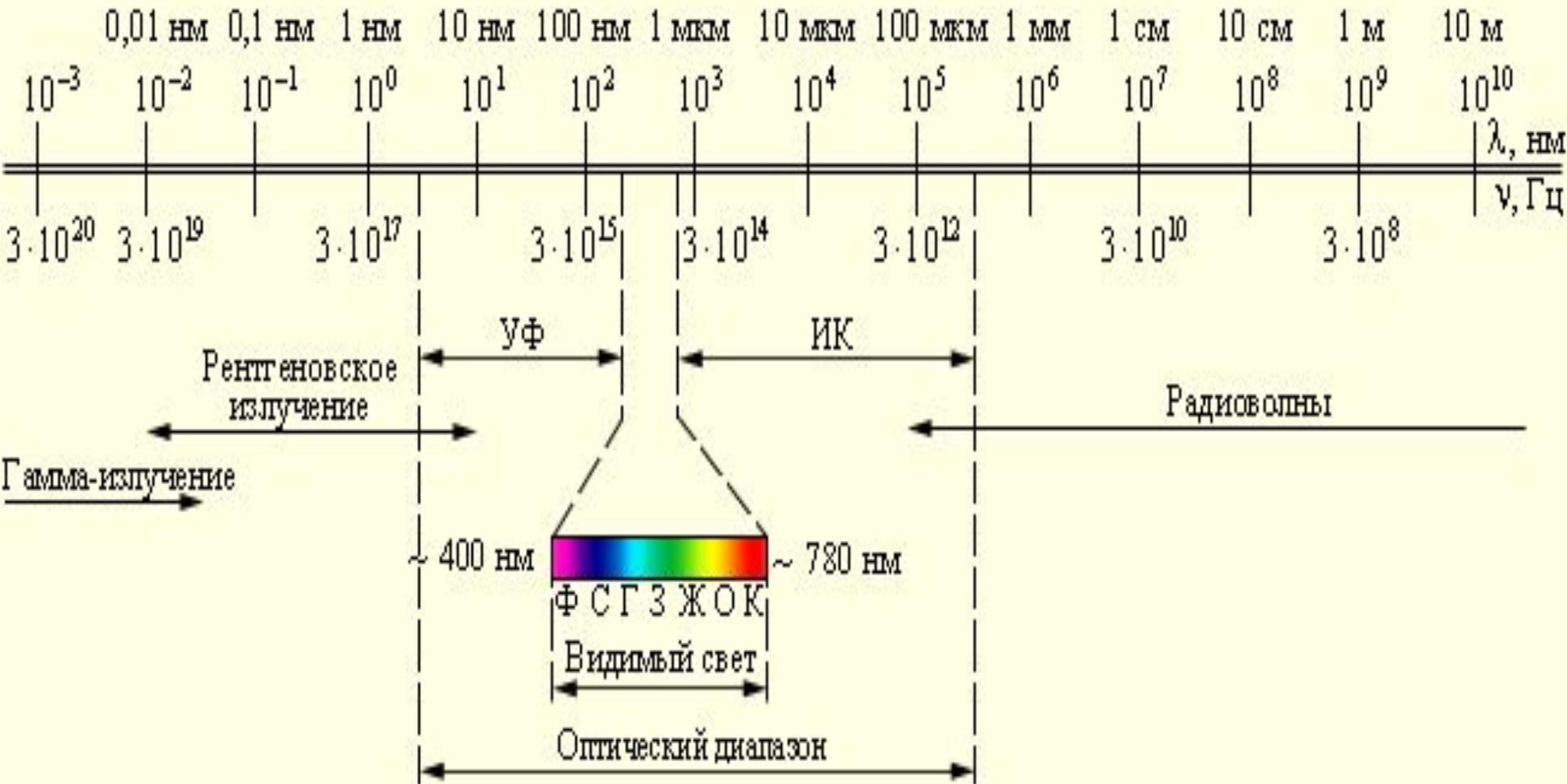
- Свет играет чрезвычайно важную роль в нашей жизни. Подавляющее количество информации об окружающем мире человек получает с помощью света. Однако, в оптике как разделе физике под светом понимают не только **видимый свет**, но и примыкающие к нему широкие диапазоны спектра электромагнитного излучения – **инфракрасный ИК** и **ультрафиолетовый УФ**.



- По своим физическим свойствам свет принципиально неотличим от электромагнитного излучения других диапазонов – различные участки спектра отличаются друг от друга только **длиной волны  $\lambda$**  и **частотой  $\nu$** .



# Шкала электромагнитных волн. Границы между различными диапазонами условны





- Электромагнитная теория света позволила объяснить многие оптические явления, такие как **интерференция, дифракция**, поляризация и т. д. Однако, эта теория не завершила понимание природы света. Уже в начале XX века выяснилось, что эта теория недостаточна для истолкования явлений атомного масштаба, возникающих при взаимодействии света с веществом. Для объяснения таких явлений, как излучение черного тела, фотоэффект и др. потребовалось введение квантовых представлений
- Наука вновь вернулась к идее корпускул – **световых квантов** Наука вновь вернулась к идее корпускул – световых квантов. Тот факт, что свет в одних опытах обнаруживает волновые свойства, а в других – корпускулярные, означает, что свет имеет сложную двойственную природу, которую принято характеризовать термином **корпускулярно-волновой дуализм**.

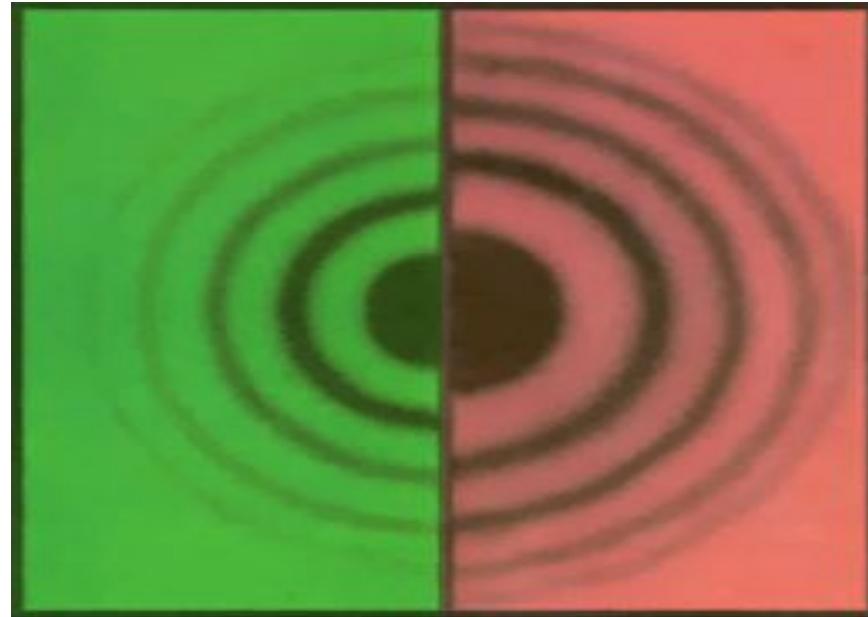


**Интерференция** – одно из ярких проявлений волновой природы света. Это интересное и красивое явление наблюдается при определенных условиях при наложении двух или нескольких световых пучков. Интенсивность света в области перекрытия пучков имеет характер чередующихся светлых и темных полос, причем в максимумах интенсивность больше, а в минимумах меньше суммы интенсивностей пучков. При использовании белого света интерференционные полосы оказываются окрашенными в различные цвета спектра. 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.

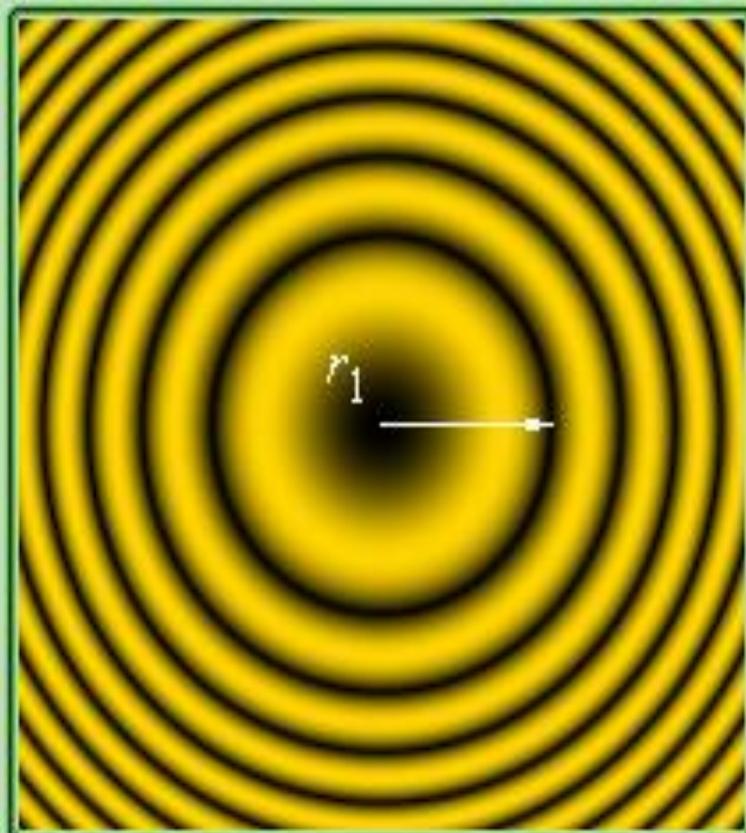
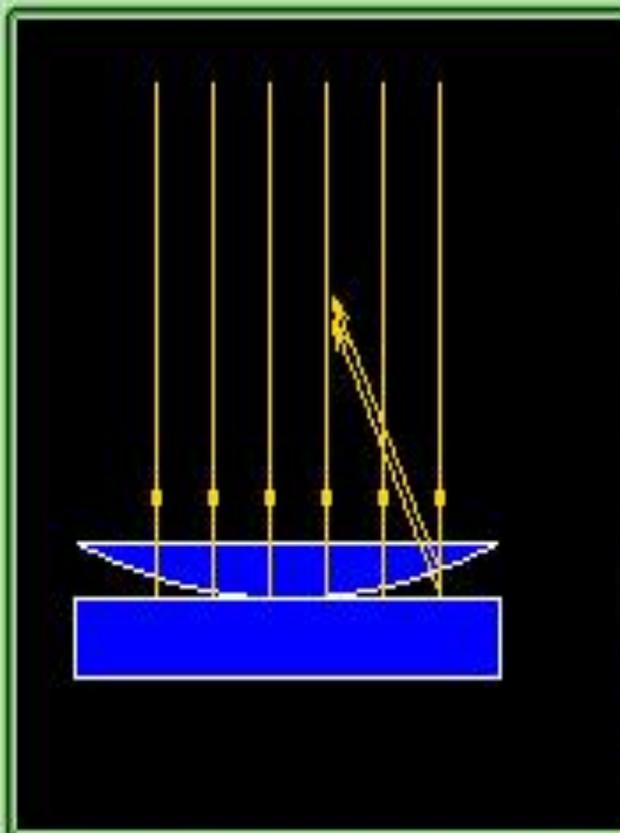


Наблюдение интерференции света в лабораторных условиях принадлежит И. Ньютону. Он наблюдал интерференционную картину, возникающую при отражении света в тонкой воздушной прослойке между плоской стеклянной пластиной и плосковыпуклой линзой большого радиуса кривизны. Интерференционная картина имела вид концентрических колец, получивших название ***колец Ньютона***

# Кольца Ньютона в зеленом и красном свете



# Кольца Ньютона



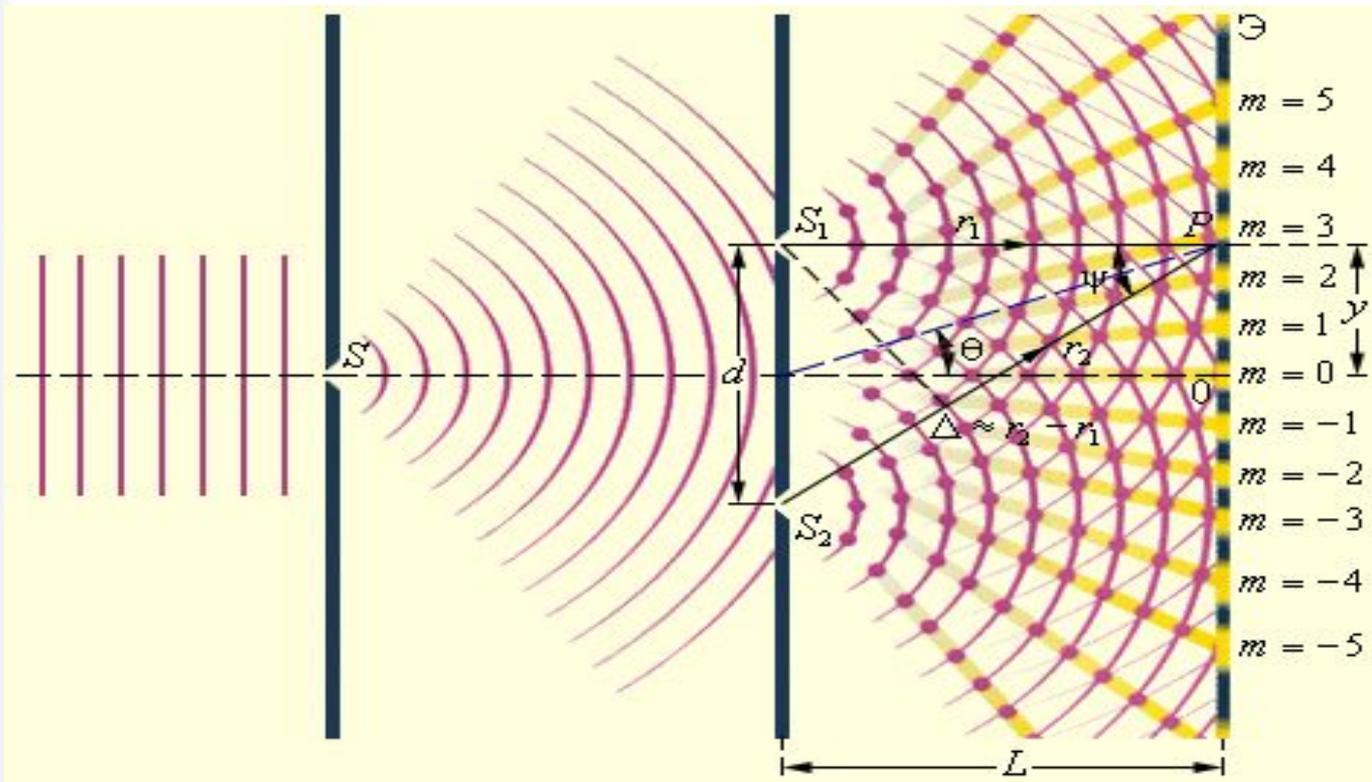
$$r_m = r_1 m^{1/2}$$
$$r_1 = (R\lambda)^{1/2} = 0.77 \text{ MM}$$

$\lambda =$   

$R =$   



- 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  $S_2$

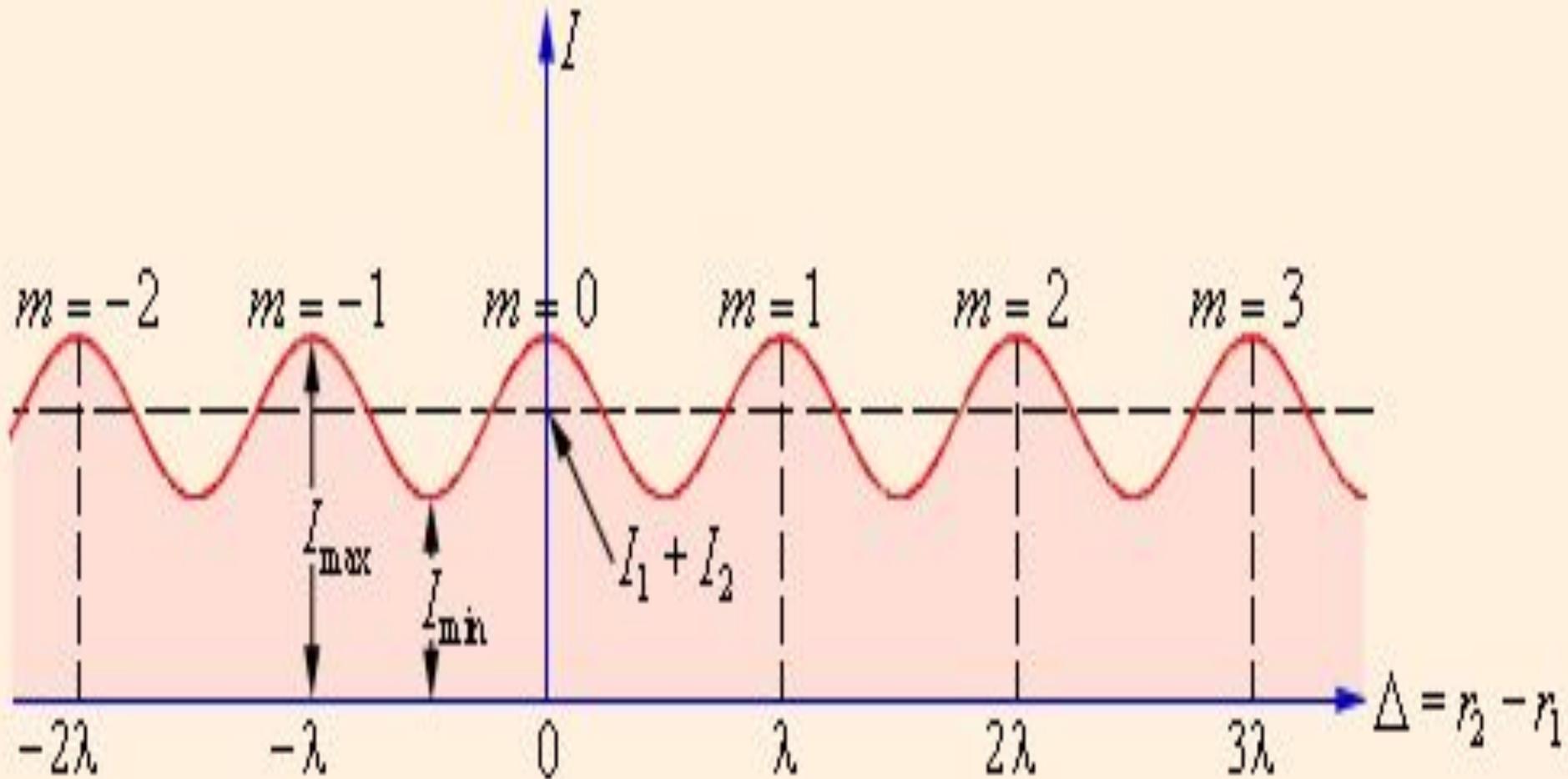




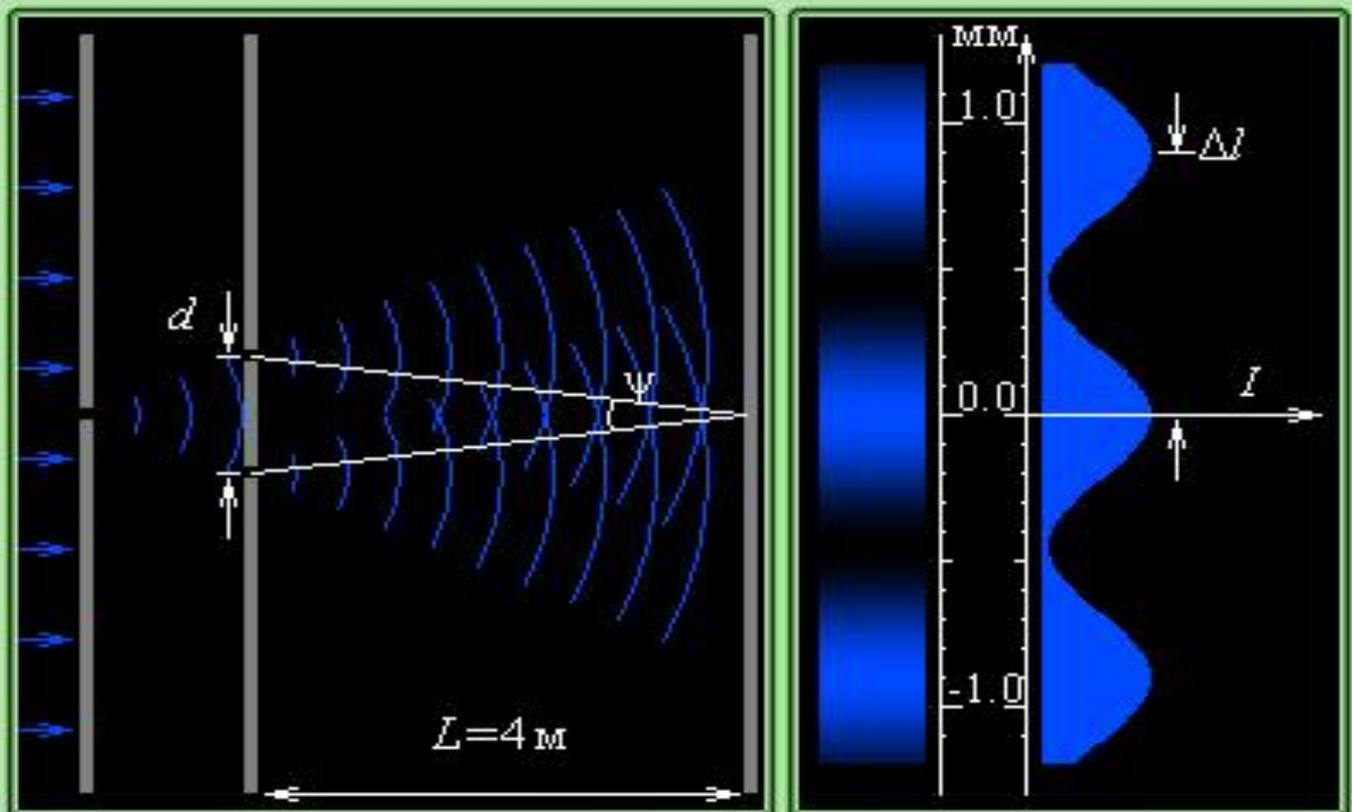
- Юнг был первым, кто понял, что нельзя наблюдать интерференцию при сложении волн от двух независимых источников. Поэтому в его опыте щели  $S_1$  и  $S_2$ , которые можно рассматривать в соответствии с принципом Гюйгенса как источники вторичных волн, освещались светом одного источника  $S$ .



Распределение интенсивности в интерференционной картине.  
Целое число  $m$  – порядок интерференционного максимума.



# Интерференционный опыт Юнга.



$\lambda = 450$



$d = 2.0$  MM

$$\Delta l = \frac{\lambda \cdot L}{d} = 0.8 \text{ мм}$$

$$\psi = \frac{d}{L} = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ рад}$$

# Дифракция света

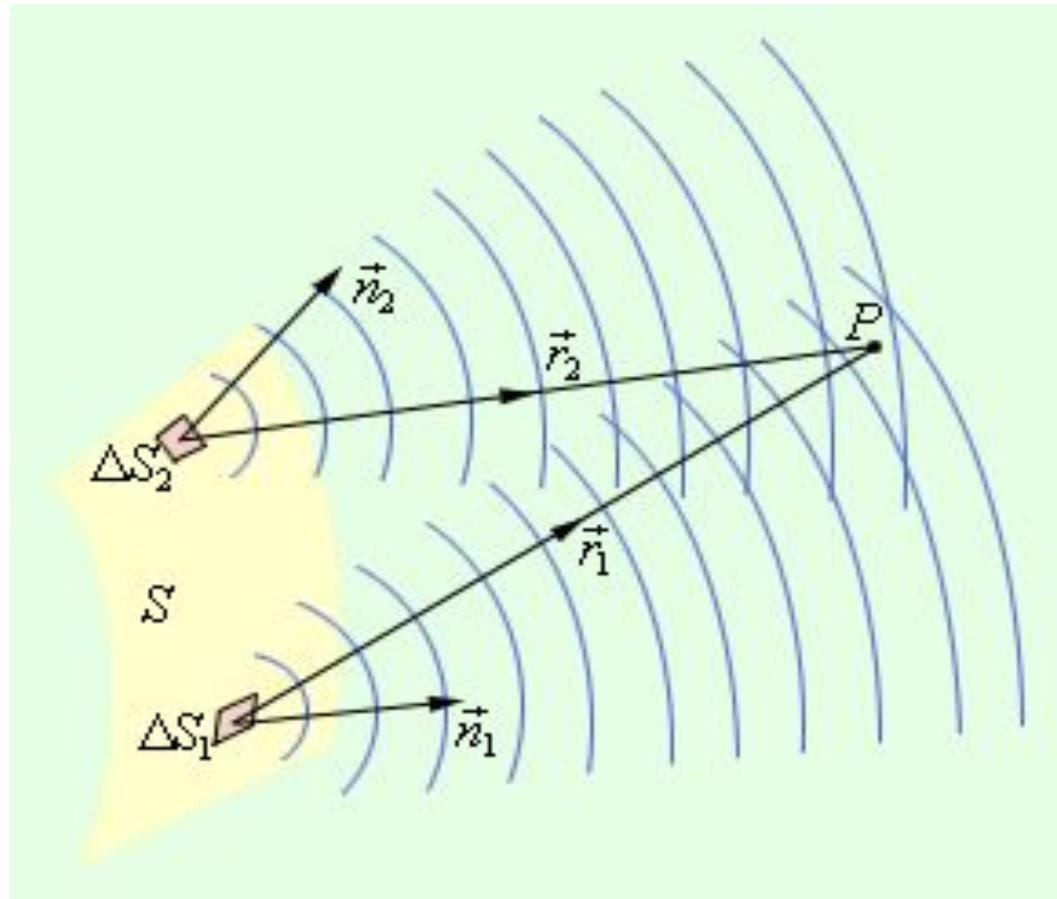
Дифракцией света называется явление отклонения света от прямолинейного направления распространения при прохождении вблизи препятствий. Как показывает опыт, свет при определенных условиях может заходить в область геометрической тени. Если на пути параллельного светового пучка расположено круглое препятствие (круглый диск, шарик или круглое отверстие в непрозрачном экране), то на экране, расположенном на достаточно большом расстоянии от препятствия, появляется дифракционная картина – система чередующихся светлых и темных колец. Если препятствие имеет линейный характер (щель, нить, край экрана), то на экране возникает система параллельных дифракционных полос.



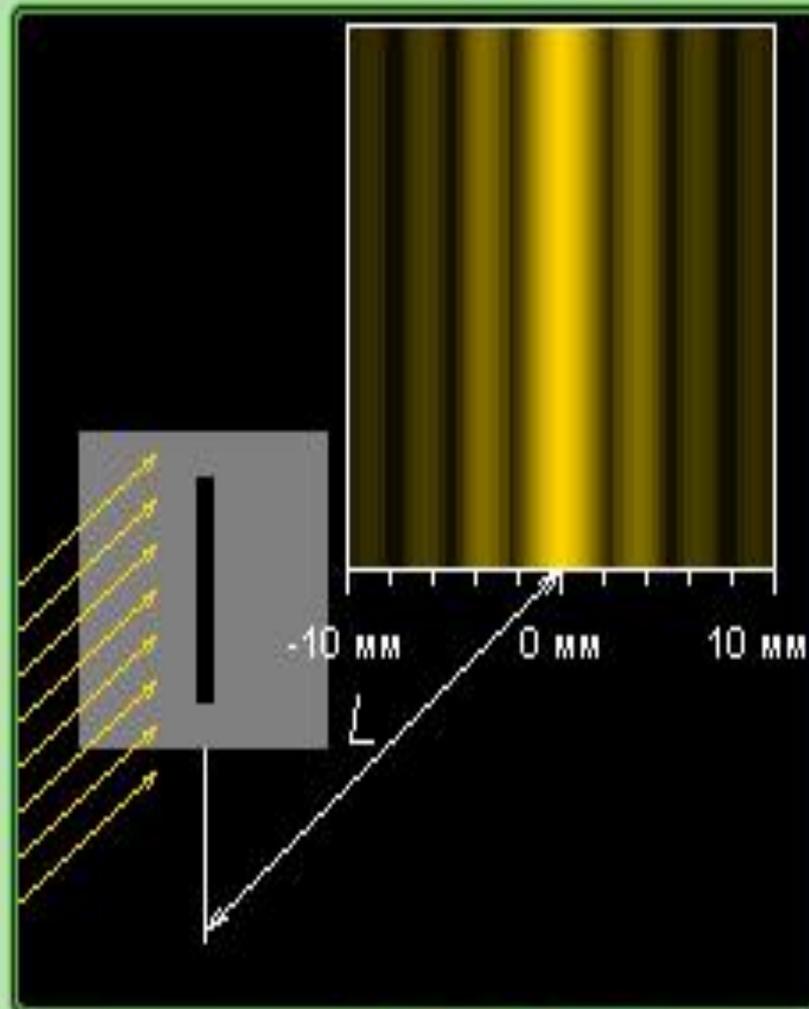


**Гипотезу Гюйгенса об огибающей вторичных волн Френель заменил физически ясным положением, согласно которому вторичные волны, приходя в точку наблюдения, интерферируют друг с другом. Принцип Гюйгенса–Френеля также представлял собой определенную гипотезу, но последующий опыт подтвердил ее справедливость.**

Принцип Гюйгенса–Френеля.  
 $\Delta S_1$  и  $\Delta S_2$  – элементы  
волнового фронта, и –  
нормали.



# Дифракция света.



Препятствие

- Шарик
- Круглое отверстие
- Щель
- Игла

$$m = (d/2)^2 / (\lambda L) = 0.22$$

$$L = 10 \text{ м}$$

$$d = 2.3 \text{ мм}$$

$$\lambda = 600 \text{ нм}$$

- 
- Домашнее задание для 11 класса



## §6,8,9учить.

Ответить на вопросы:

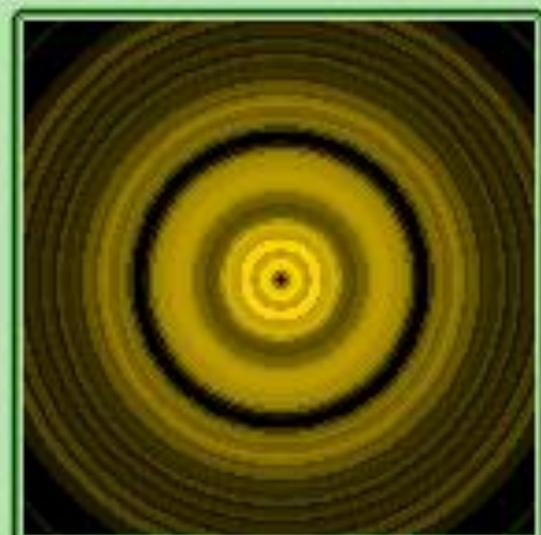
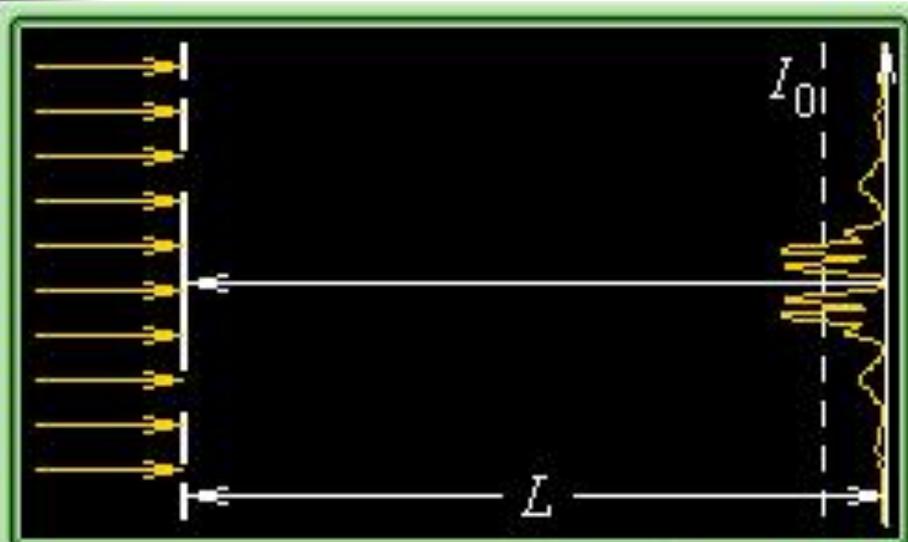
- 
1. Сравнить интерференцию и дифракцию
  2. Описать явление акустического резонанса

( во вторник 24 сентября по §6,8,9 будет письменная работа)



P.S. Хорошей субботы и воскресенья , не забудьте выполнить домашнее задание.

# Зоны Френеля



$\lambda =$      нм

$L = 10 \text{ м}$   
 $\rho_m = \sqrt{m \cdot \lambda \cdot L}$   
 $m = 1, 2, 3, \dots$   
 $I/I_0 = 0$

Закр<sup>ы</sup>тые зоны

<input checked="" type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2
<input checked="" type="checkbox"/> 3	<input checked="" type="checkbox"/> 4
<input type="checkbox"/> 5	<input checked="" type="checkbox"/> 6
<input checked="" type="checkbox"/> $m > 6$	