



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:



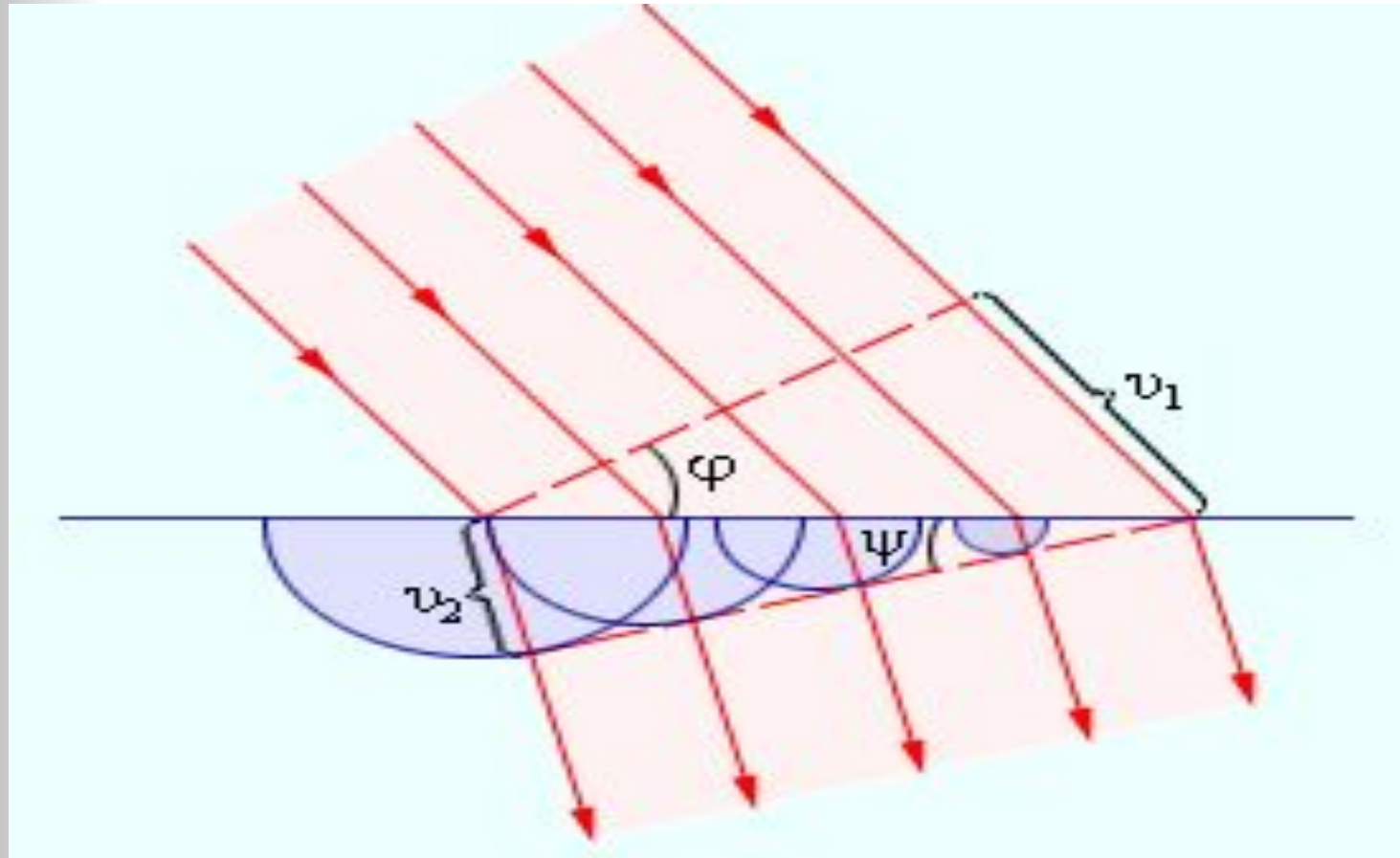
корпускулярная (И. Ньютон) и **волновая** (Р. Гук и Х. Гюйгенс).





- 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.



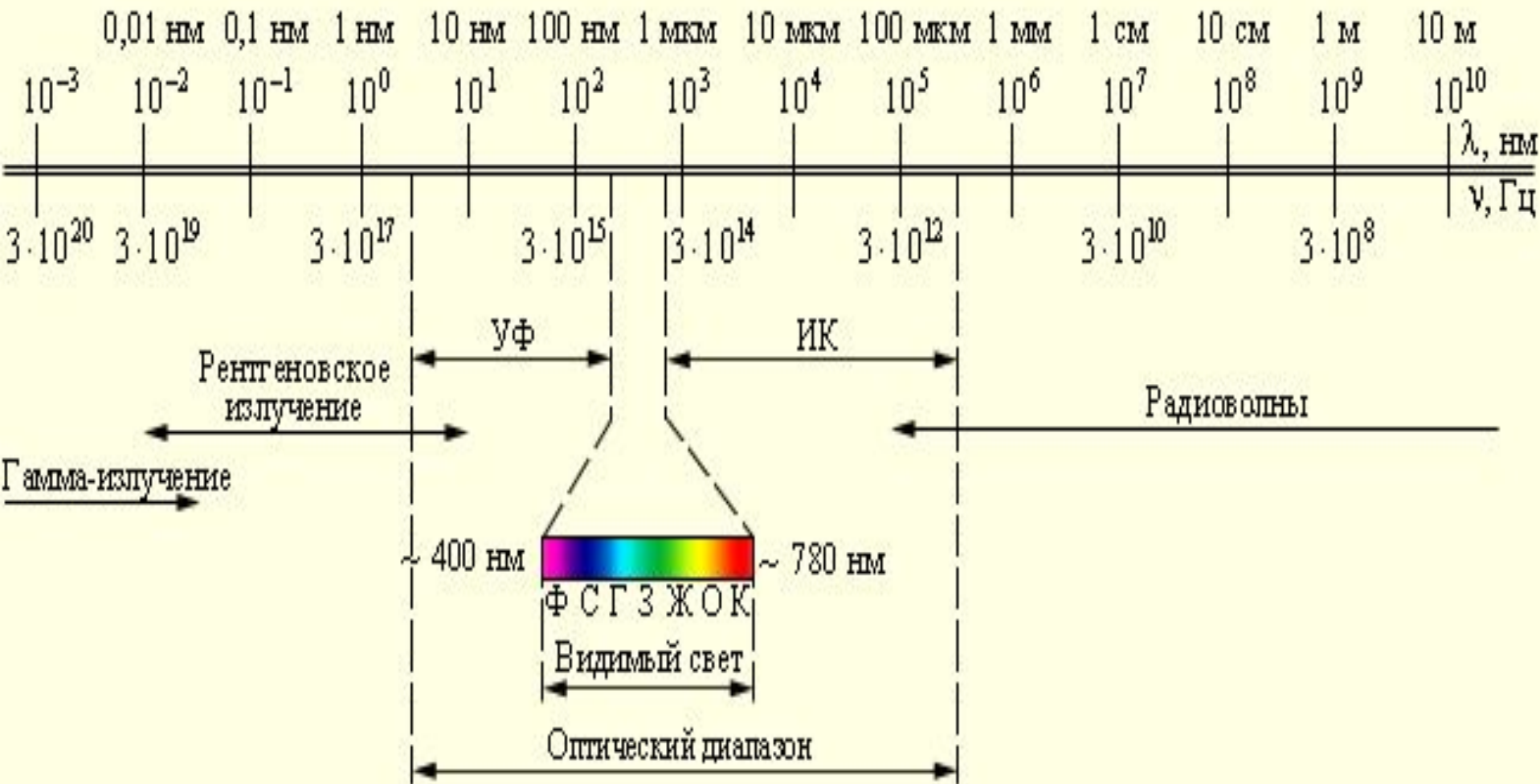
- Свет играет чрезвычайно важную роль в нашей жизни. Подавляющее количество информации об окружающем мире человек получает с помощью света. Однако, в оптике как разделе физике под светом понимают не только **видимый свет**, но и примыкающие к нему широкие диапазоны спектра электромагнитного излучения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



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**. 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**.

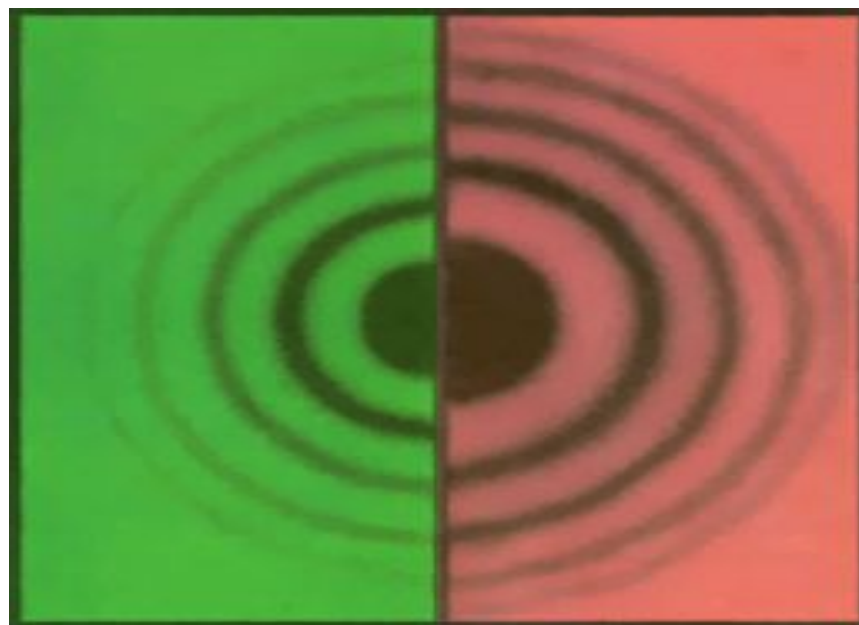


Интерференция – одно из ярких проявлений волновой природы света. Это интересное и красивое явление наблюдается при определенных условиях при наложении двух или нескольких световых пучков. Интенсивность света в области перекрытия пучков имеет характер чередующихся светлых и темных полос, причем в максимумах 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.

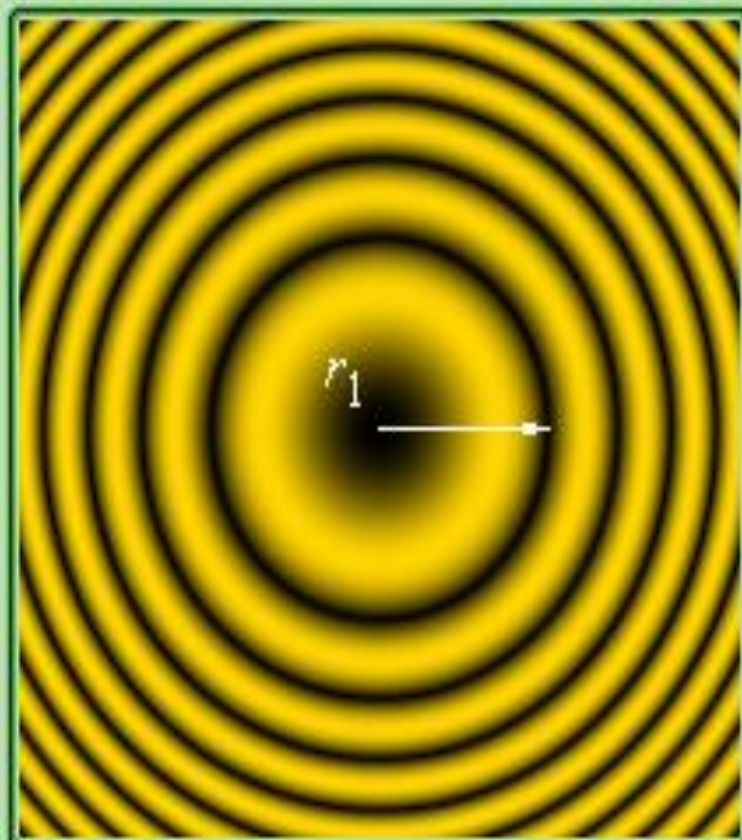
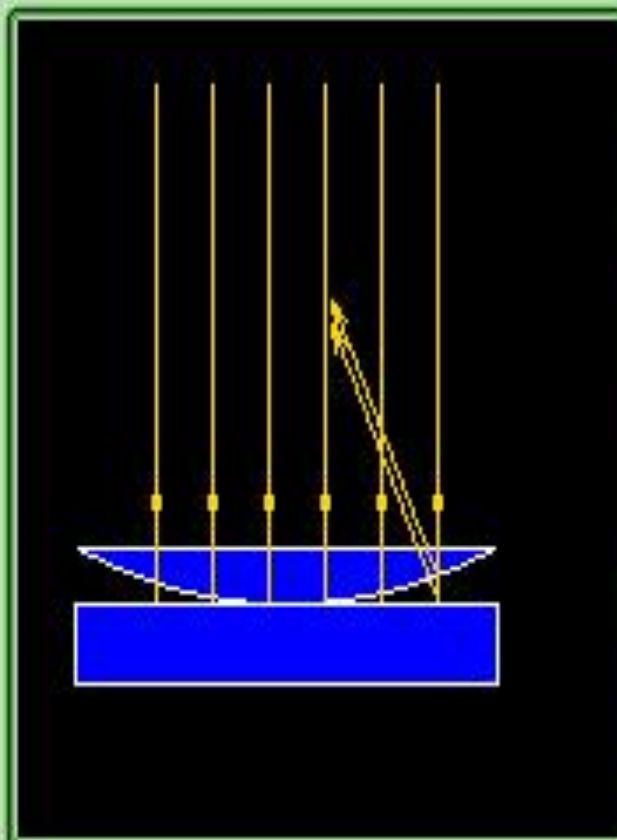


Наблюдение интерференции света в лабораторных условиях принадлежит И. Ньютону. Он наблюдал интерференционную картину, возникающую при отражении света в тонкой воздушной прослойке между плоской стеклянной пластиной и плосковыпуклой линзой большого радиуса кривизны. Интерференционная картина имела вид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

Кольца Ньютона в зеленом и красном свете



Кольца Ньютона



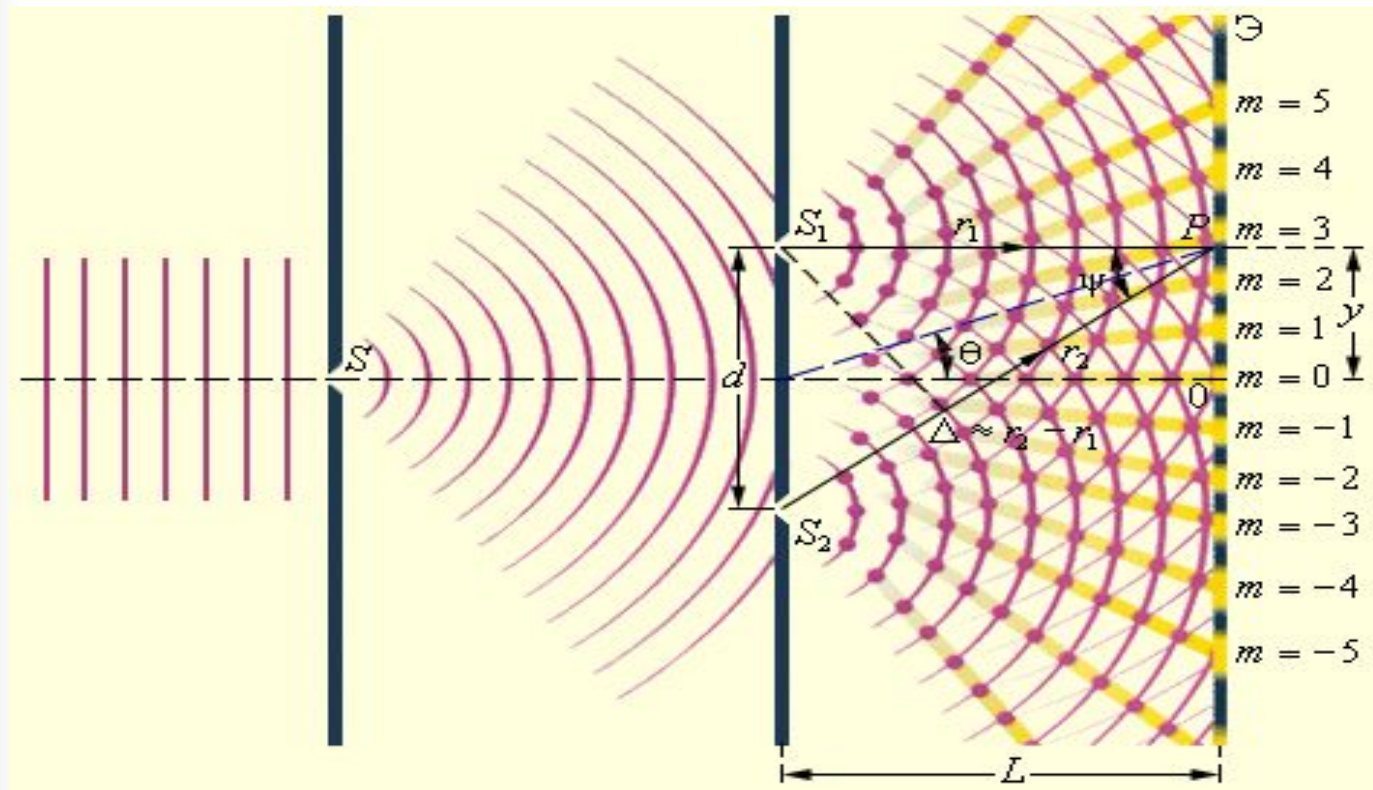
$$r_m = r_1 m^{1/2}$$
$$r_1 = (R\lambda)^{1/2} = 0.77 \text{ MM}$$

$\lambda =$ 

$R =$ 



- 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

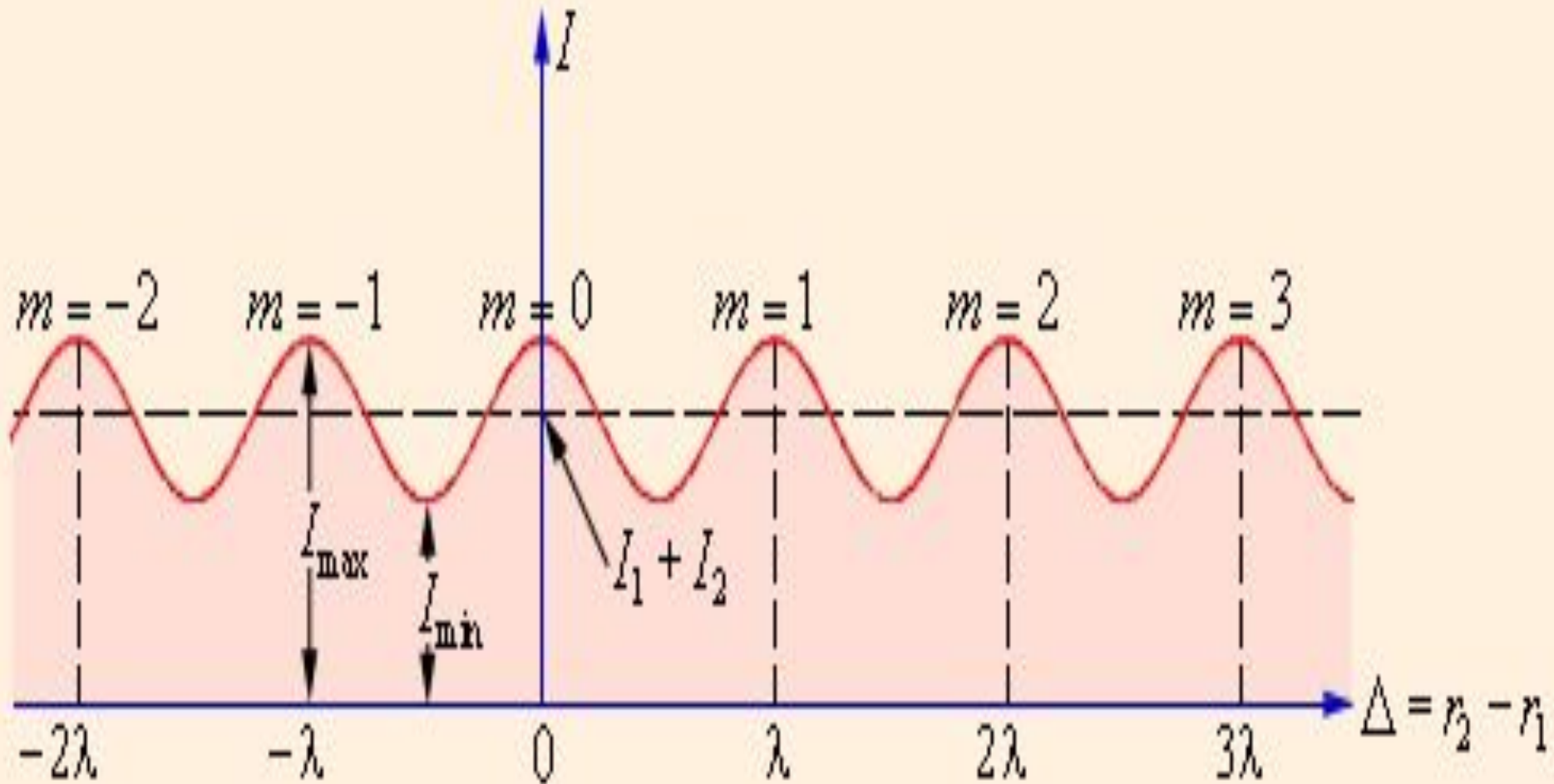




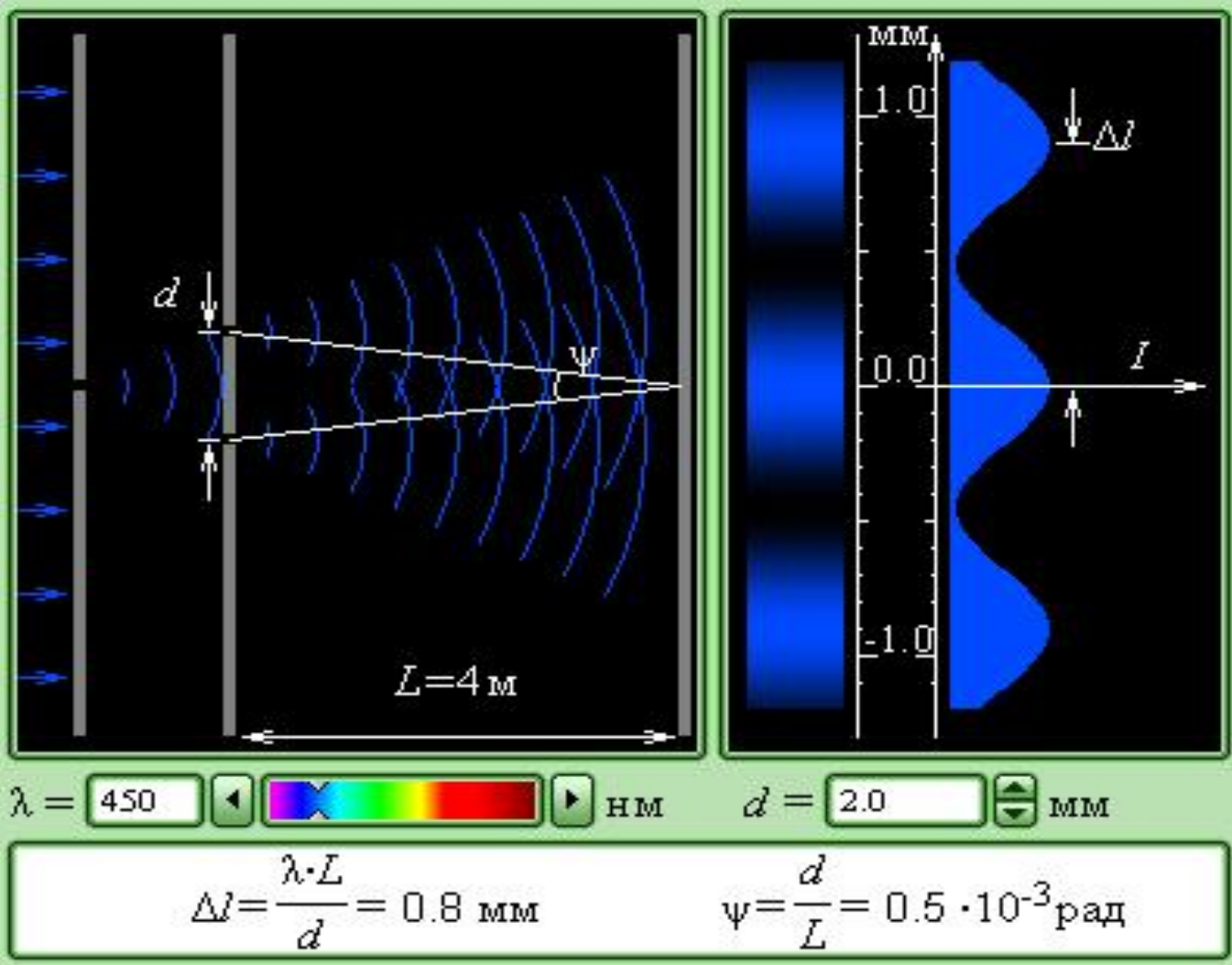
- Юнг был первым, кто понял, что нельзя наблюдать интерференцию при сложении волн от двух независимых источников. Поэтому в его опыте щели S_1 и S_2 , которые можно рассматривать в соответствии с принципом Гюйгенса как источники вторичных волн, освещались светом одного источника S .



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



Интерференционный опыт Юнга.



Дифракция света

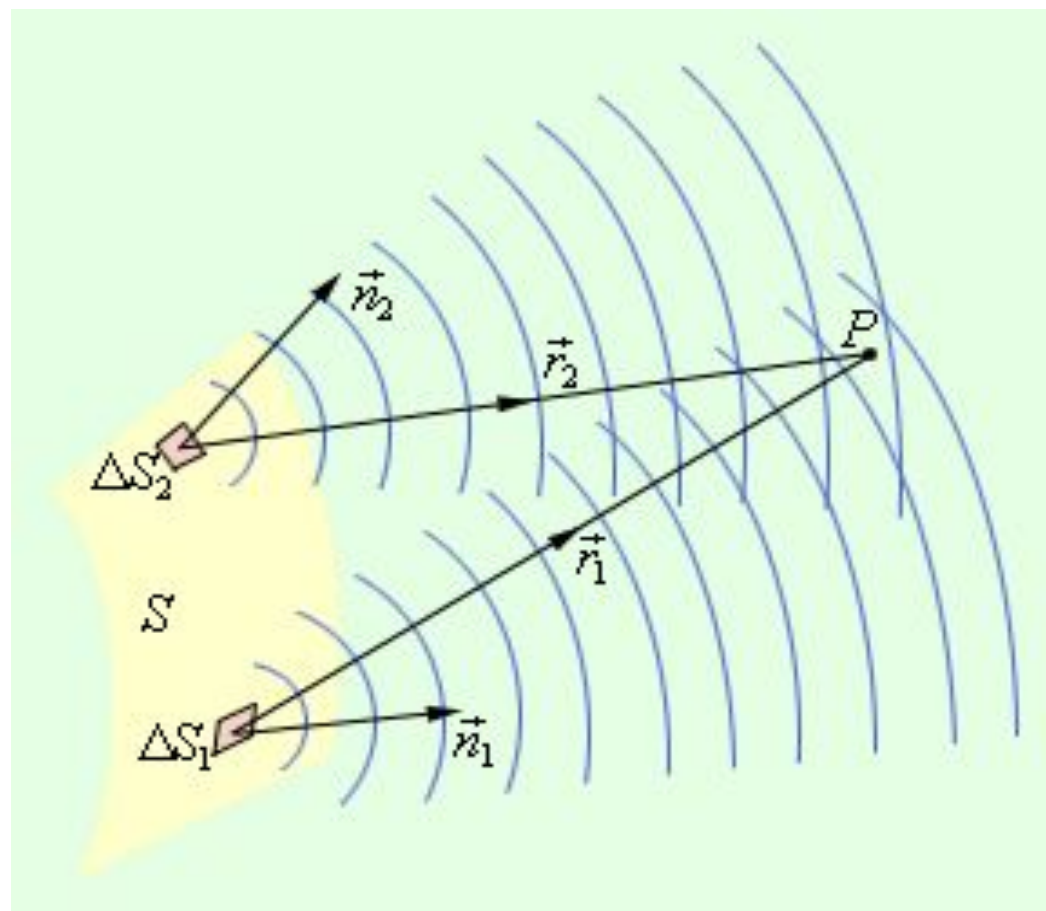
Дифракцией света называется явление отклонения света от прямолинейного направления распространения при прохождении вблизи препятствий. Как показывает опыт, свет при определенных условиях может заходить в область геометрической тени. Если на пути параллельного светового пучка расположено круглое препятствие (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.



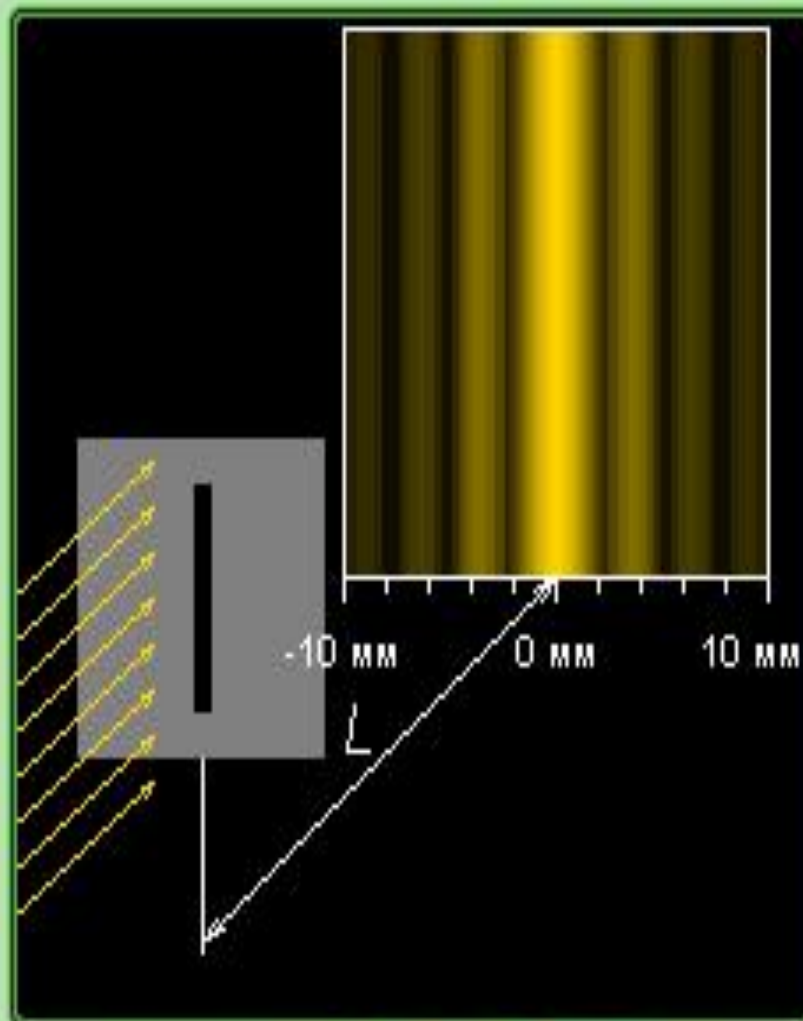


Гипотезу Гюйгенса об огибающей вторичных волн Френель заменил физически ясным положением, согласно которому вторичные волны, приходя в точку наблюдения, интерферируют друг с другом. Принцип Гюйгенса–Френеля также представлял собой определенную гипотезу, но последующий опыт подтвердил ее справедливость.

Принцип Гюйгенса–Френеля.
 ΔS_1 и ΔS_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

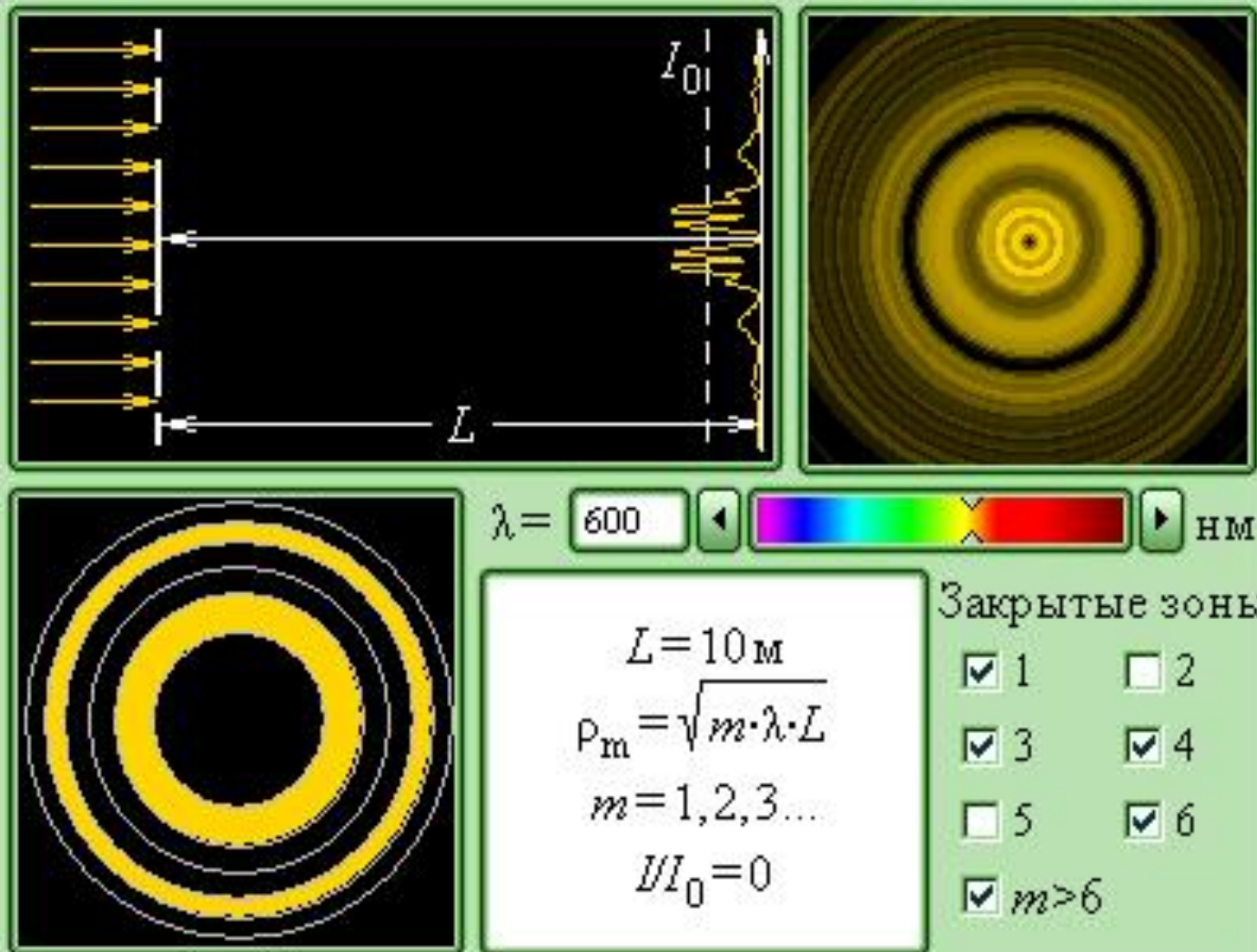


(во вторник 24 сентября по §6,8,9 будет письменная работа)



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

Зоны Френеля



Закрытые зоны

1 2

3 4

5 6

$m > 6$