



Дифракция

Виды волн



механические

звуковые

электромагнитные

1. Способны отражаться от препятствий.
2. Способны интерферировать.

Дифракция – отклонение от прямолинейного распространения при огибании волнами препятствий.



От латинского слова diffractus — разломанный.

Дифракция

Общее
свойство волн
любой
природы.

Дифракция

Существует
всегда, когда
волна
распространя
ется в
неоднородной
среде.

Дифракция

Становится
заметной,
если
размеры
препятствия
меньше
длины
волны.

I. Дифракция механических волн

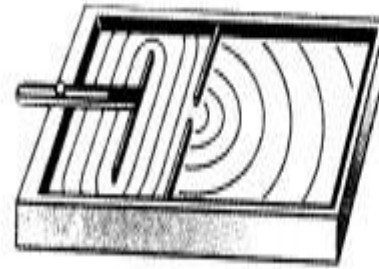
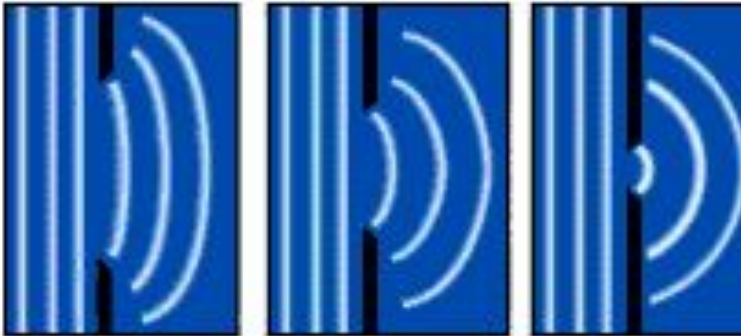


Рис. 8.53

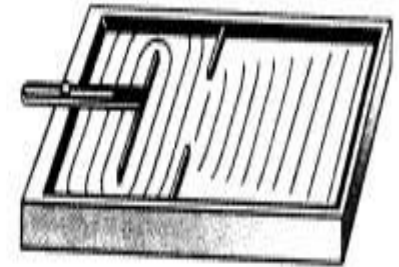
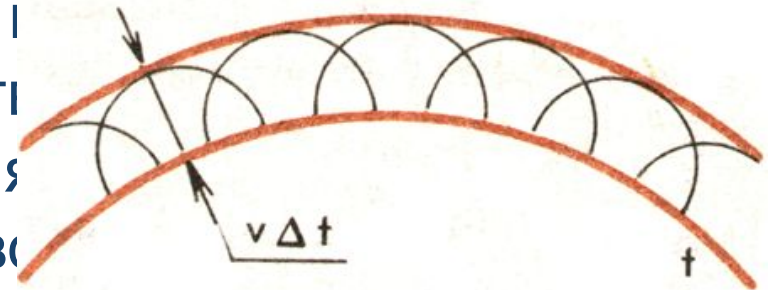
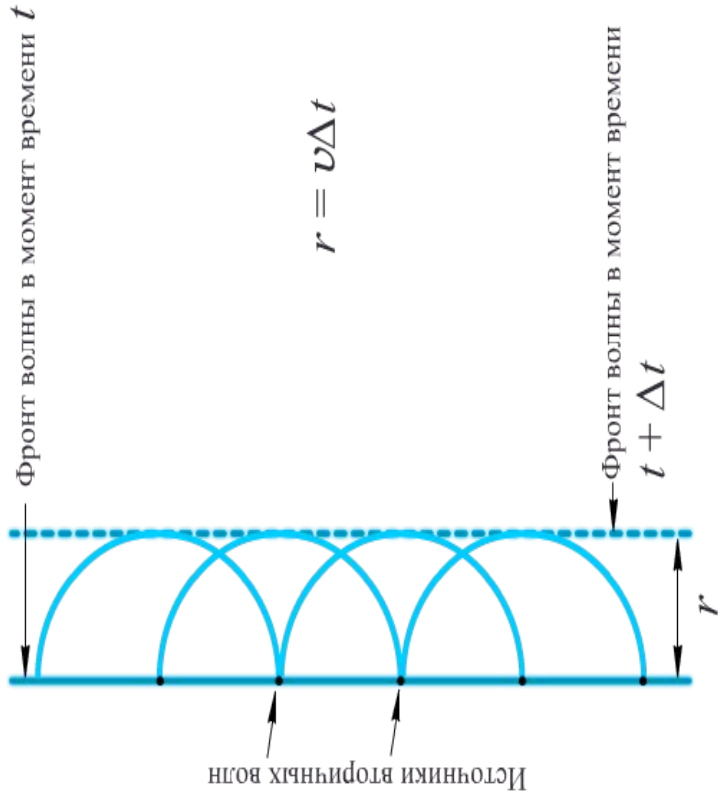


Рис. 8.54

Принцип Гюйгенса:

Причина дифракции: вторичные волны, каждая точка среды, до создаваемые точками среды, в которой дошло края отверстий или препятствия (возмущение), сама становится источником вторичных волн.

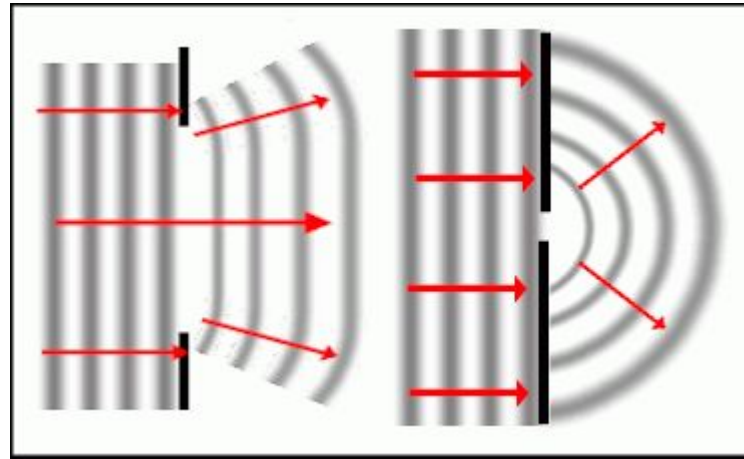




Смысл принципа Гюйгенса проще всего понять, если представить себе, что гребень волны на водной поверхности на мгновение застыл. Теперь представьте, что в этот миг вдоль всего фронта волны в каждую точку гребня брошено по камню, в результате чего каждая точка гребня становится источником новой круговой волны. Практически всюду вновь возбужденные волны взаимно погасятся и не проявятся на водной поверхности. И лишь вдоль фронта исходной волны вторичные маленькие волны взаимно усилятся и образуют новый волновой фронт, параллельный предыдущему и отстоящий от него на некоторое расстояние. Именно по такой схеме, согласно принципу Гюйгенса, и распространяется волна.

Подобное же «огибание» волной препятствия можно наблюдать и в морском порту в шторм: суда, стоящие на якорю за волнорезом, который, казалось бы, должен полностью гасить волны, тем не менее «гуляют» вверх-вниз благодаря вторичным волнам.

I. Дифракция механических волн



Дифракция наблюдается слабо (исключение: края преград)
 $d > \lambda$

Дифракция наблюдается
 $d < \lambda$

λ – длина волны

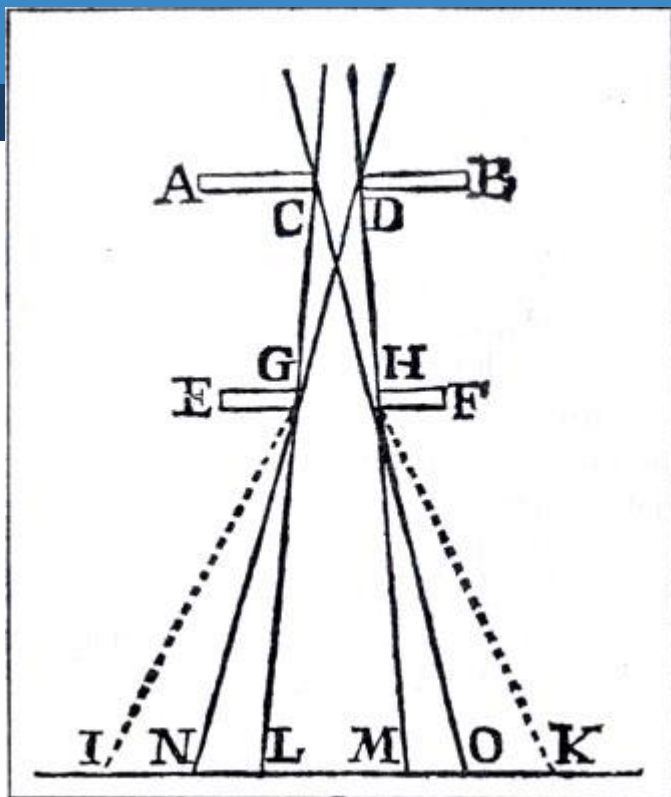
d – диаметр отверстия (ширина препятствия)

II. Дифракция света

Франческо Мария Гримальди
(1618 – 1663гг)



— итальянский физик и астроном. Родился 2 апреля 1618 в Болонье. 18 марта 1632 вступил в орден иезуитов, в течение 1637-45 гг. изучал философию, риторику, теологию, в 1647 г. получил степень доктора философии, в 1651 г. принял сан священника. Преподавал в болонской Коллегии иезуитов сначала философию, затем, вследствие споров с собратьями по обществу Иисуса был отстранён от преподавания философии и стал преподавать математику. Открыл дифракцию света (работа опубликована в 1665 г.). Совместно с Дж. Б. Риччиоли составил карту Луны и ввёл название лунных образований, употребляющиеся по сей день.



Опыт Гримальди по дифракции(1665) Свет, входящий через отверстие CD в окне и проходящий отверстие GH в непрозрачной стенке, образует на экране световое пятно LM, окруженное цветными кольцами

В пучке света, проходящем через отверстие, ученый помещал предмет и получал его тень на белом экране. Он заметил, что на экране тень оказалась шире, чем должна была быть геометрическая тень, и, кроме того, по обе стороны от нее лежали три цветные полосы, синие с внутренней стороны по отношению к тени и красные с наружной. Далее, если этот световой пучок падает на непрозрачный экран со вторым маленьким отверстием, расположенный параллельно первому, и проходящий пучок наблюдается на еще одном экране, то получается центральное светлое пятно значительно большего размера, чем следует из геометрической оптики; края его окрашены в красный и голубой цвета. Не оставалось сомнения: за отверстием свет отклоняется.

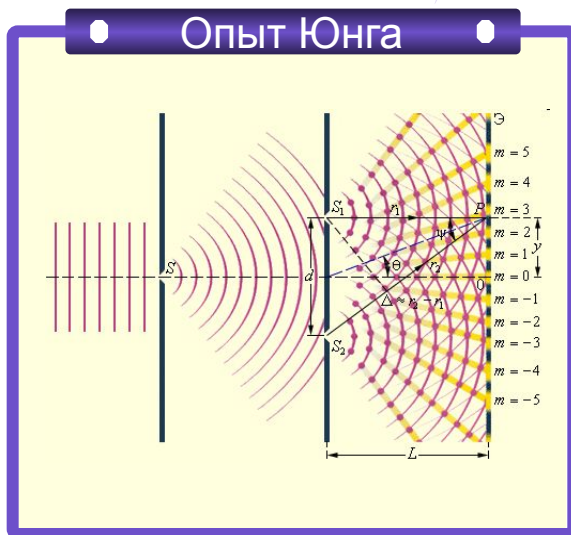
II. Дифракция света

В 1665 вышла в свет книга Франческо Гримальди, через два года после смерти автора.

«Свет – распространяется или рассеивается не только прямолинейно, отражением и преломлением, но также и четвёртым способом – дифракцией».

II. Дифракция света

Дифракция света – явление отклонения световых лучей от прямолинейного распространения и их проникновение в область тени за непрозрачным телом.

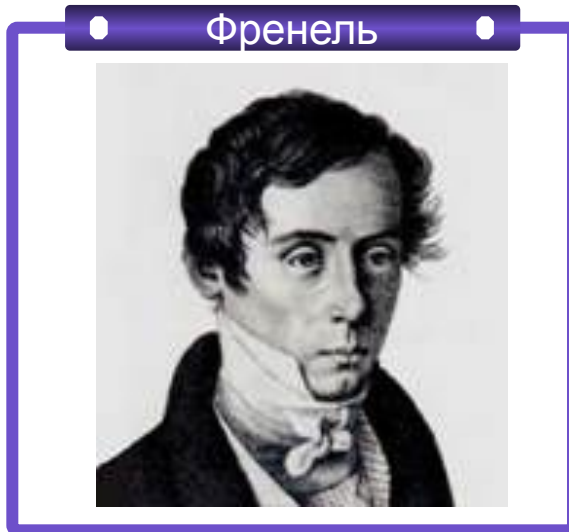


Из-за дифракции от отверстий выходят два частично перекрывающихся конуса

Когерентные волны интерферируют

Для дифракции характерно не столько загибание за края преград, сколько возникновение за преградой интерференционной картины

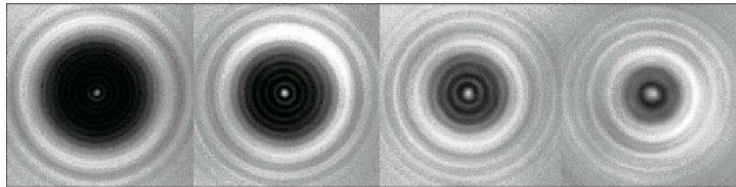
Принцип Гюйгенса-Френеля



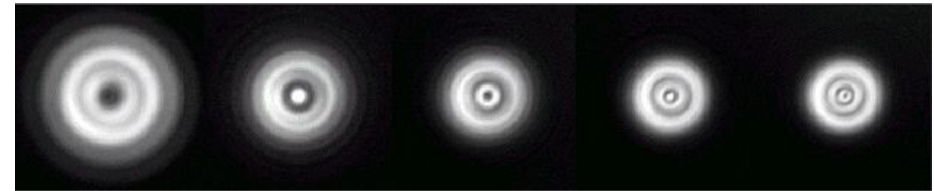
Те точки поверхности, до которых дошли световые волны, сами становятся источниками вторичных волн, которые интерферируют друг с другом в результате дифракции.

Френель построил количественную теорию дифракции, позволяющую рассчитывать дифракционную картину, возникающую при огибании светом любых препятствий

Дифракционные картины от различных препятствий

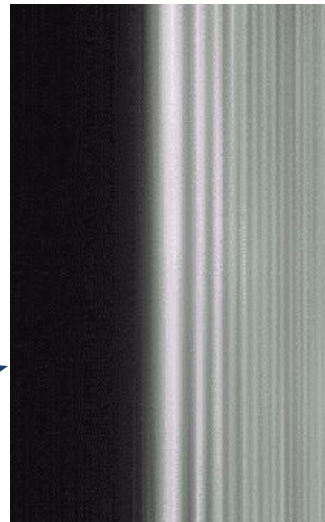


Дифракция на
дисках различного
диаметра.
В центре пятно
Пуассона



Дифракция на круглом
отверстии по мере
приближения к экрану с
отверстием

Дифракция на
прямолинейном
крае



Дифракционные картины от различных препятствий



Дифракционная решетка

Дифракционная решетка – совокупность большого числа очень узких щелей, разделенных непрозрачными промежутками.

Дифракционные решётки

отражательные



прозрачные



Штрихи нанесены на
зеркальную поверхность



Наблюдение ведётся в
отражённом свете



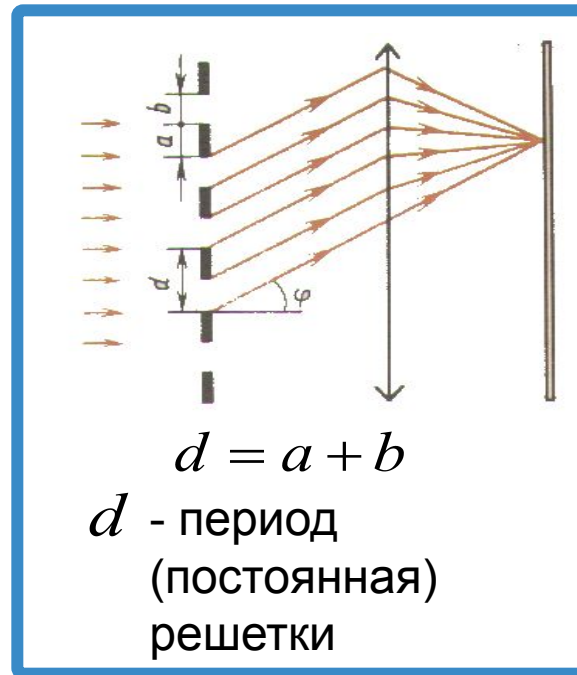
Штрихи нанесены на
стеклянную поверхность



Наблюдение ведётся в
проходящем свете

Начиная с середины XIX века дифракционная решетка стала важнейшим инструментом спектроскопии — с ее помощью ученые исследуют спектры излучения светящихся объектов и спектры поглощения различных веществ и по ним определяют их химический состав. Одним из важнейших открытий Фраунгофера стало обнаружение темных линий в спектре Солнца. Сегодня мы знаем, что они возникают в результате поглощения световых волн определенной длины относительно холодным веществом солнечной короны, и благодаря этому можем судить о химическом составе нашего светила.

Дифракционная решетка



Условие max:
 $d \cdot \sin \varphi = \pm k \lambda$

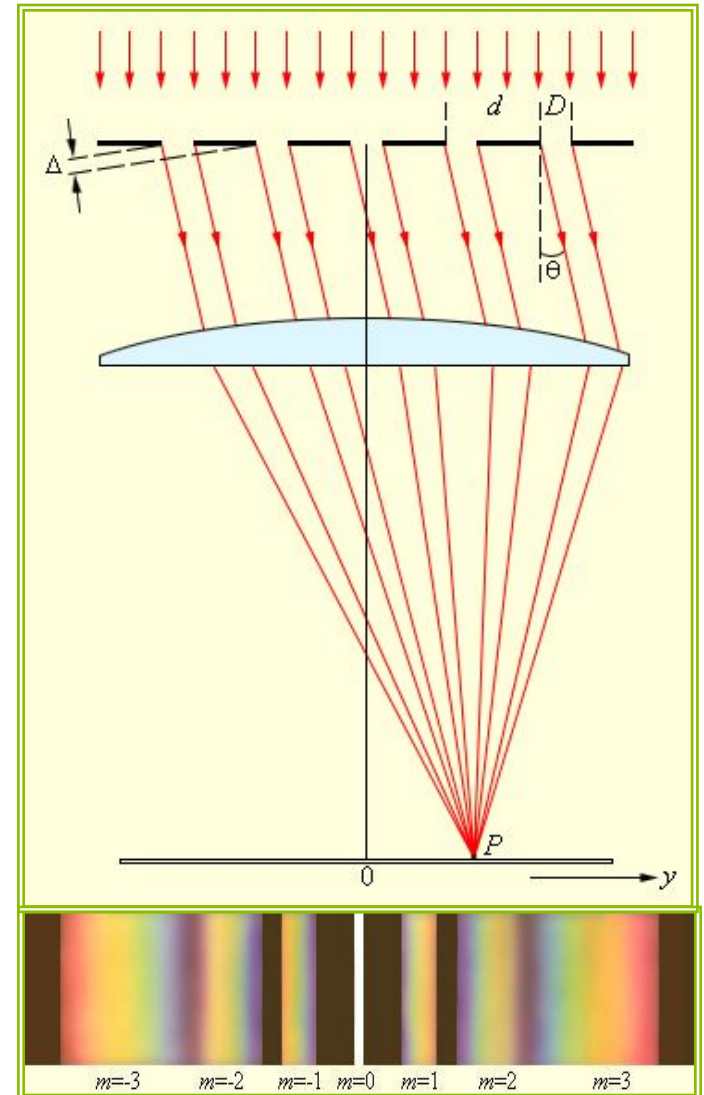
λ - длина волны
 φ - угол отклонения световых лучей вследствие дифракции
 k - порядок спектра

a - ширина штриха, b – ширина щели (отверстия)

Дифракционные спектры



Дифракционная решетка — спектральный прибор, служащий для разложения света и измерения длины световой волны.



Примеры дифракции света

Звезды



Компакт-диск



Венцы



Границы применимости геометрической ОПТИКИ

Дифракция устанавливает предел разрешающей способности любого оптического прибора

$$l < \frac{d^2}{\lambda}$$

Дифракция не
видна, резкая тень

$$l > \frac{d^2}{\lambda}$$

Проявляются
волновые свойства,
изображение
смазывается

l – расстояние до предмета, d – размер предмета

Д.3. §70-72

