**Дата** 18.12.2020

**Группа** 20-ИСиП-1дк

**Дисциплина** Естествознание (физика)

**Тема урока**Дифракция света

Если на пути волны возникает препятствие, то происходит ***дифракция*** - отклонение волны от прямолинейного распространения. Это отклонение не сводится к отражению или преломлению, а также искривлению хода лучей вследствие изменения показателя преломления среды. Дифракция состоит в том, что волна огибает край препятствия и заходит в область геометрической тени.

Пусть, например, плоская волна падает на экран с достаточно узкой щелью (рис. 1). На выходе из щели возникает расходящаяся волна, и эта расходимость усиливается с уменьшением ширины щели.

|  |
| --- |
| https://ege-study.ru/wp-content/uploads/2016/03/%D0%B4%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F-1.jpg |
| *Рис. 1. Дифракция на щели* |

Вообще, дифракционные явления выражены тем отчётливей, чем мельче препятствие. Наиболее существенна дифракция в тех случаях, когда размер препятствия меньше или порядка длины волны. Именно такому условию должна удовлетворять ширина щели на рис. 1.

Дифракция, как и интерференция, свойственна всем видам волн - механическим и электромагнитным. Видимый свет есть частный случай электромагнитных волн; неудивительно поэтому, что можно наблюдать *дифракцию света.* Так, на рис. 2 изображена дифракционная картина, полученная в результате прохождения лазерного луча сквозь небольшое отверстие диаметром 0,2 мм.

|  |
| --- |
| https://ege-study.ru/wp-content/uploads/2016/03/%D0%B4%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F-2.jpg |
| *Рис. 2. Дифракция лазерного луча на отверстии* |

Мы видим, как и полагается, центральное яркое пятно; совсем далеко от пятна расположена тёмная область - геометрическая тень. Но вокруг центрального пятна - вместо чёткой границы света и тени! - идут чередующиеся светлые и тёмные кольца. Чем дальше от центра, тем менее яркими становятся светлые кольца; они постепенно исчезают в области тени.

Напоминает интерференцию, не правда ли? Это она и есть; данные кольца являются интерференционными максимумами и минимумами. Какие же волны тут интерферируют? Скоро мы разберёмся с этим вопросом, а заодно и выясним, почему вообще наблюдается дифракция.

Но прежде нельзя не упомянуть самый первый классический эксперимент по интерференции света - опыт Юнга, в котором существенно использовалось явление дифракции.

**Опыт Юнга**

Всякий эксперимент с интерференцией света содержит некоторый способ получения двух когерентных световых волн. В опыте с зеркалами Френеля, как вы помните, когерентными источниками являлись два изображения одного и того же источника, полученные в обоих зеркалах.

Самая простая идея, которая возникла прежде всего, состояла в следующем. Давайте проколем в куске картона два отверстия и подставим под солнечные лучи. Эти отверстия будут когерентными вторичными источниками света, поскольку первичный источник один - Солнце. Следовательно, на экране в области перекрытия пучков, расходящихся от отверстий, мы должны увидеть интерференционную картину.

Такой опыт был поставлен задолго до Юнга итальянским учёным Франческо Гримальди (который открыл дифракцию света). Интерференции, однако, не наблюдалось. Почему же? Вопрос это не очень простой, и причина заключается в том, что Солнце - не точечный, а протяжённый источник света (угловой размер Солнца равен 30 угловым минутам). Солнечный диск состоит из множества точечных источников, каждый из которых даёт на экране свою интерференционную картину. Накладываясь, эти отдельные картины "смазывают" друг друга, и в результате на экране получается равномерная освещённость области перекрытия пучков.

Но если Солнце является чрезмерно "большим", то нужно искусственно создать *точечный* первичный источник. С этой целью в опыте Юнга использовано маленькое предварительное отверстие (рис. 3).

|  |
| --- |
| https://ege-study.ru/wp-content/uploads/2016/03/%D0%B4%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F-3.jpg |
| *Рис. 3. Схема опыта Юнга* |

Плоская волна падает на первое отверстие, и за отверстием возникает световой конус, расширяющийся вследствие дифракции. Он достигает следующих двух отверстий, которые становятся источниками двух когерентных световых конусов. Вот теперь - благодаря точечности первичного источника - в области перекрытия конусов будет наблюдаться интерференционная картина!

Томас Юнг осуществил этот эксперимент, измерил ширину \Delta x интерференционных полос, вывел формулу \Delta x=\lambda l/a и с помощью этой формулы впервые вычислил длины волн видимого света. Вот почему этот опыт вошёл в число самых знаменитых в истории физики.

**Принцип Гюйгенса–Френеля**

Напомним формулировку принципа Гюйгенса: каждая точка, вовлечённая в волновой процесс, является источником вторичных сферических волн; эти волны распространяются от данной точки, как из центра, во все стороны и накладываются друг на друга.

Но возникает естественный вопрос: а что значит "накладываются"?

Гюйгенс свёл свой принцип к чисто геометрическому способу построения новой волновой поверхности как огибающей семейства сфер, расширяющихся от каждой точки исходной волновой поверхности. Вторичные волны Гюйгенса - это математические сферы, а не реальные волны; их суммарное действие проявляется только на огибающей, т. е. на новом положении волновой поверхности.

В таком виде принцип Гюйгенса не давал ответа на вопрос, почему в процессе распространения волны не возникает волна, идущая в обратном направлении. Не объяснёнными оставались и дифракционные явления.

Модификация принципа Гюйгенса состоялась лишь спустя 137 лет. Огюстен Френель заменил вспомогательные геометрические сферы Гюйгенса на реальные волны и предположил, что эти волны *интерферируют*друг с другом.

***Принцип Гюйгенса–Френеля.*** Каждая точка волновой поверхности служит источником вторичных сферических волн. Все эти вторичные волны являются когерентными ввиду общности их происхождения от первичного источника (и, стало быть, могут интерферировать друг с другом); волновой процесс в окружающем пространстве есть результат интерференции вторичных волн.

Идея Френеля наполнила принцип Гюйгенса физическим смыслом. Вторичные волны, интерферируя, усиливают друг друга на огибающей своих волновых поверхностей в направлении "вперёд", обеспечивая дальнейшее распространение волны. А в направлении "назад" происходит их интерференция с исходной волной, наблюдается взаимное гашение, и обратная волна не возникает.

В частности, свет распространяется там, где вторичные волны взаимно усиливаются. А в местах ослабления вторичных волн мы будем видеть тёмные участки пространства.

Принцип Гюйгенса–Френеля выражает важную физическую идею: волна, удалившись от своего источника, в дальнейшем "живёт своей жизнью" и уже никак от этого источника не зависит. Захватывая новые участки пространства, волна распространяется всё дальше и дальше вследствие интерференции вторичных волн, возбуждённых в различных точках пространства по мере прохождения волны.

Как принцип Гюйгенса–Френеля объясняет явление дифракции? Почему, например, происходит дифракция на отверстии? Дело в том, что из бесконечной плоской волновой поверхности падающей волны экранное отверстие вырезает лишь маленький светящийся диск, и последующее световое поле получается в результате интерференции волн вторичных источников, расположенных уже не на всей плоскости, а лишь на этом диске. Естественно, новые волновые поверхности теперь не будут плоскими; ход лучей искривляется, и волна начинает распространяться в разных направлениях, не совпадающих с первоначальным. Волна огибает края отверстия и проникает в область геометрической тени.

Вторичные волны, испущенные различными точками вырезанного светлого диска, интерферируют друг с другом. Результат интерференции определяется разностью фаз вторичных волн и зависит от угла отклонения лучей. В результате возникает чередование интерференционных максимумов и минимумов - что мы и видели на рис. 2.

Френель не только дополнил принцип Гюйгенса важной идеей когерентности и интерференции вторичных волн, но и придумал свой знаменитый метод решения дифракционных задач, основанный на построении так называемых *зон Френеля*. Френелю в рамках своей теории удалось дать объяснение нашего самого первого закона геометрической оптики - закона прямолинейного распространения света.

**Тест**

1. ***Как изменится дифракционная картина при уменьшении длины волны падающего монохроматического света?***

А. Не изменится.

Б. Расстояния между линиями в спектре увеличатся.

В. Расстояния между линиями в спектре уменьшатся.

Г. Верный ответ не приведен.

***2. Как изменится дифракционная картина при уменьшении расстояния между щелями решетки?***

А. Не изменится.

Б. Расстояния между линиями в спектре увеличатся.

В. Расстояния между линиями в спектре уменьшатся.

Г. Верный ответ не приведен.

***3.Как изменится дифракционная картина при увеличении количества щелей в решетке?***

А. Не изменится.

Б. Ширина дифракционных максимумов увеличится.

В. Ширина дифракционных максимумов уменьшится.

Г. Ответ неоднозначен.

*4.****Какое условие выполняется, если наблюдается дифракция света с длиной волны λ в области геометрической тени от диска радиуса r ?***

А. r = λ

Б. r »λ

В. r« λ

Г. Дифракция происходит при любых размерах диска

***5.Какое из приведенных ниже выражений определяет угол, под которым наблюдается первый главный максимум?***

А. sin ϕ =λ/d

Б. sin ϕ = d/λ

В. cos ϕ =λ/d

Г. сosϕ = d/λ

Преподаватель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Исмаилова З.И.