4 мая 15С физика

Тема урока: **Дифракция света. Дифракционная решетка. Дифракционный спектр.**

Источники: учеб. Дмитриева В.Ф. «ФИЗИКА» стр.350 – 364

***Дифракцией света*называется комплекс явлений, которые обусловлены его волновой природой и наблюдаются при распространении света в среде с резкими неоднородностями.**

Качественное объяснение дифракции дает *принцип Гюйгенса,*который устанавливает способ построения фронта волны в момент времени t + Δt, если известно его положение в момент времени t.

1. Согласно *принципу Гюйгенса,*каждая точка волнового фронта является центром когерентных вторичных волн. Огибающая этих волн дает положение фронта волны в следующий момент времени.

Поясним применение принципа Гюйгенса на следующем примере. Пусть на преграду с отверстием падает плоская волна, фронт которой параллелен

**Рис..**Пояснение принципа Гюйгенса

Каждая точка волнового фронта, выделяемого отверстием, служит центром вторичных сферических волн. На рисунке видно, что огибающая этих волн проникает в область геометрической тени, границы которой помечены штриховой линией.

Принцип Гюйгенса ничего не говорит об интенсивности вторичных волн. Этот недостаток был устранен Френелем, который дополнил принцип Гюйгенса представлением об интерференции вторичных волн и их амплитудах. Дополненный таким образом, принцип Гюйгенса получил название принципа Гюйгенса-Френеля.

2. Согласно *принципу Гюйгенса-Френеля*величина световых колебаний в некоторой точке О есть результат интерференции в этой точке когерентных вторичных волн, испускаемых *всеми*элементами волновой поверхности. Амплитуда каждой вторичной волны пропорциональна площади элемента dS, обратно пропорциональна расстоянию r до точки О и убывает при возрастании угла **α**между нормалью **n**к элементу dS и направлением на точку О

**ДИФРАКЦИЯ СВЕТА ОТ ОДНОЙ ЩЕЛИ**

Пусть на непрозрачный экран с узкой прямоугольной щелью ***АВ*** (***ширина щели*** *а*) падает плоская монохроматическая световая волна (***длина волны*** *λ*) нормально к экрану (рис.13).

Световые волны, проходящие через щель в первоначальном направлении *φ=0*, собираются тонкой собирающей линзой в одну точку экрана *(m=0),* расположенного в фокальной плоскости линзы. Разность хода между всеми вторичными волнами равна нулю, так как ***тонкая собирающая линза не создает разности хода волн****.* Следовательно, через эту точку пройдет светлая полоса, параллельная щели (максимум освещенности). Основная часть света приходится на центральную область экрана, ограниченную двумя минимумами первого порядка (рис.13 и 14).

Благодаря дифракции вторичные волны от щели пойдут не только в первоначальном направлении, но и под различными углами *φ* к первоначальному направлению (*φ* - называют **углом дифракции**)**.**

Рассмотрим пучок света, дифрагирующего от щели под таким углом *φ=φ1*, что разность хода *Δℓ* между крайними лучами пучка будет равна двум полуволнам: **.







**а**



***Линза***

*m=-1*

*m=+1*

***Экран***



***I***

***II***



***А***

***В***

***С***





***М***

***N***

***Е***











*m=0*

Рис. 13

 Рис. 14

В этом случае световой пучок можно разделить на две равные зоны ***I***и***II****,* называемые **зонами Френеля*, для которых разность хода между каждой вторичной волной первой зоны I и соответствующей вторичной волной второй зоны II окажется равной* ***.*

Вторичные волны, собранные линзой на линии, проходящей через точку *m=-1*, проинтерферируют и взаимно погасятся. В результате через эту точку пройдет темная полоса — ***дифракционный минимум****.* Очевидно, что такой же дифракционный минимум пройдет через точку *m=+1,* симметричную точке *m=-1* (*ход лучей, образующих этот минимум, на рисунке не показан*).

Если увеличить угол дифракции до величины *φ=φ2*, чтобы разность хода *Δℓ* между крайними лучами пучка света была бы равна *,* то в этом случае весь пучок света можно разделить на три зоны Френеля**: *I, II***и ***III***. Две соседние зоны (например, ***I*** и ***II***) погасят друг друга (*так как разность хода между вторичными волнами этих зон равна* *),* а третья зона останется непогашенной и даст дифракционный максимум на линии, проходящей через точку, соответствующую*m\*=-1*. Такой же максимум появится на линии, проходящей через точку *m\*=+1*симметричную точке *m\*=-1*. Освещенность максимумов в этих точках будет значительно меньше освещенности центрального максимума.

Путем аналогичных рассуждений нетрудно показать, что за максимумами расположатся минимумы, создаваемые вторичными волнами, дифрагирующими под углами *φ=φ3*, при которых пучок света можно разделить на четыре зоны Френеля (). Далее расположатся максимумы, создаваемые волнами, дифрагирующими под углами *φ=φ4*, соответствующим пяти зонам Френеля () и т. д. Таким образом, можно сказать, что ***пучки света, дифрагирующие под углами, соответствующими нечетному числу зон Френеля, создают на экране дифракционные максимумы, а пучки света, дифрагирующие под углами, соответствующими четному числу зон Френеля, создают дифракционные минимумы.***

Дифракционная картина, получаемая от одной щели, представляет собой чередование темных и светлых полос, симметрично расположенных по обе стороны от центральной светлой полосы. Освещенность максимумов уменьшается при увеличении угла дифракции лучей, создающих эти максимумы (рис.14).

Из прямоугольного треугольника ***АВС*** (рис.13) видно, что разность хода *Δℓ* между крайними лучами светового пучка, дифрагирующего под углом *φ*, равна: , где *а* - ширина щели.

***Дифракционные максимумы*** наблюдаются при условии

 (8).

***Дифракционные минимумы*** наблюдаются при условии

 (9).

**Основные законы и формулы**

|  |
| --- |
| **Дифракция света** |
| ***Условие получения дифракционных максимумов на одной щели*** (*а* - ширина щели) | k **=** 0,1,2,…порядок максимума или минимума |
| ***Условие получения дифракционных минимумов на одной щели*** (*а* - ширина щели) | k **=** 0,1,2,…порядок максимума или минимума |
| ***Постоянная дифракционной решетки*** |  |
| ***Условие получения дифракционных максимумов на дифракционной решетке*** | k **=** 0,1,2,…порядок максимума или минимума |
| ***Условие получения дифракционных минимумов на дифракционной решетке*** | k **=** 0,1,2,…порядок максимума или минимума |
| ***Число штрихов на дифракционной решетке*** |  |
| ***Число главных максимумов, полученных от дифракционной решетки*** |  |

**Примеры решения задач**

На дифракционную решетку, имеющую 500 штрихов на миллиметр, падает плоская монохроматическая волна (λ = 0,5 мкм). Определить больший порядок спектра, который можно наблюдать при нормальном лучей на решетку.

Дано: λ = 0,5 • 10\_6 м; N = 500 мм-1 = 5 • 105 м-1.

Найти: kmax .

Решение. Условие главных максимумов

 d sin φ = к\*λ

Максимальному к соответствует sin φ = 1, поэтому

 d = kmax \*λ

тогда

 kmax = d/ λ, где d = 1/N

Вычисления d = 1\*10-3/ 500 = 2\*10-6 м

 kmax = 2\*10-6/ 0,5\*10-6 = 4

Ответ: kmax = 4

Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы лучи, отраженные от поверхности озера, были максимально поляризованы?

Дано: п = 1,33.

Найти: γ

Решение. Отраженный луч максимально поляризован, если для угла i его падения выполняется условие Брюстера

 tg iБ = п,

где п - относительный показатель преломления двух сред. Солнце находится к горизонту под углом

 γ = π/2 – iБ

iБ = arctg п = arctg 1,33 = 53°; γ = 90° — 53° = 37°.

Ответ: γ = 37°.

**1.Проработать учебный материал, составить краткий конспект.**

**2. Решить задачи**

2.1 Определить длину волны для линии в дифракционном спектре второго порядка, совпадающей с изображением линии спектра третьего порядка, у которой длина волны 400 нм.

2.2Через дифракционную решетку, имеющую 200 штрихов на мил­лиметр, пропущено монохроматическое излучение с длиной волны 750 нм. Определить угол, под которым виден максимум первого порядка этой волны.

 2.3Определить оптическую разность хода волн длиной 540 нм, про­шедших через дифракционную решетку и образовавших максимум второго порядка.

**Отчет присылать на электронную почту nade2hda.boyko@yandex.ru**