



Виртуальный курс физики

Оптика

Лекция 15. Волновая оптика.

ТЕОРИЯ, ЗАДАЧИ, ПОДГОТОВКА К ЕГЭ

Уважаемые друзья!

Вы выбрали Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I и поступили, несомненно, правильно!

Наш университет основан в 1809 году. Это старейший инженерный транспортный вуз России. Это "особенный институт" - так в манифесте назвал его Император Александр I.

Для того, чтобы успешно пройти вступительные испытания и стать студентом одного из лучших технических вузов России, необходимо иметь высокую подготовку по физике.

Как правило, уровень подготовки выпускников школ не всегда соответствует требованиям, предъявляемым к поступающим в высшие учебные заведения. Повысить этот уровень и качественно подготовиться к вступительным испытаниям по физике в технический университет помогут преподаватели факультета довузовской подготовки.

Факультет довузовской подготовки организует и проводит курсы по подготовке к поступлению в вуз по программам, соответствующим требованиям ЕГЭ.

Занятия проводятся по очной и заочной формам обучения. Занятия по очной форме обучения проводятся в дневное время - с 16.25 (тел. [457-84-04](tel:457-84-04)), и в вечернее время - с 18.00 (тел. [457-87-83](tel:457-87-83)). Мы с удовольствием ответим на все Ваши вопросы.

Факультет довузовской подготовки

***Курс дистанционного обучения по физике
изложен в авторской редакции доцента
Петербургского государственного университе-
та путей сообщения Императора Александра I
Кытина Юрия Александровича***

ОПТИКА

Лекция 15.

Тема: Волновая оптика. Интерференция света. Дифракция света. Дифракционная решетка. Поляризация света. Дисперсия света. Спектральный анализ.

15.1. Интерференция света

Интерференцией световых волн называется явление наложения волн, при котором происходит их взаимное усиление в одних точках пространства и ослабление – в других.

Интерферировать могут только *когерентные волны*, т. е. такие, разность фаз которых не зависит от времени. Подобные волны можно получить путем деления световой волны, испускаемой одним источником света, на две или несколько волн.

При наложении когерентных волн друг на друга происходит интерференция. Результат интерференции можно наблюдать на экране в виде чередующихся светлых и темных полос, совокупность которых называется *интерференционной картиной*.

Интерференционная картина зависит от геометрических путей, пройденных каждой волной до места наложения, и показателей преломления n сред, в которых распространяются волны.

Произведение абсолютного показателя преломления среды n на геометрическую длину пути l , пройденного световой волной в этой среде, называется *оптическим путем* d волны:

$$d = nl.$$

Разность δ двух оптических путей называется *оптической разностью хода*:

$$\delta = n_2 l_2 - n_1 l_1.$$

Условия, при которых наблюдается усиление или ослабление света, зависят от оптической разности хода δ :

- а) если на оптической разности хода δ укладывается целое число длин волн, наблюдается усиление света:

$$\delta = m\lambda, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots;$$

- б) если на оптической разности хода укладывается нечетное число полудлин волн, наблюдается ослабление света:

$$\delta = (2m + 1)\frac{\lambda}{2}, \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

15.2. Дифракция света. Дифракционная решетка

Дифракцией света называется совокупность явлений, обусловленных волновой природой света и наблюдаемых при прохождении его через оптические среды с четко выраженными неоднородностями (отверстия, препятствия), размеры которых соизмеримы с длиной световой волны. К явлению дифракции относится огибание препятствий световыми волнами.

Для объяснения дифракции и определения интенсивности световой волны, распространяющейся в среде с препятствиями, применяются методы, основанные на *принципе Гюйгенса–Френеля*, в соответствии с которыми:

- а) каждая точка фронта световой волны является источником вторичных волн, а новый фронт волны представляет собой поверхность, огибающую фронты вторичных волн;
- б) источники вторичных волн, которые расположены на поверхности фронта волны, являются когерентными, и вторичные волны интерферируют между собой.

С помощью этого принципа можно объяснить закон прямолинейности распространения света и равенство углов падения и отражения при отражении света.

Явление дифракции используется для спектрального анализа и точного измерения длин волн. Для этой цели применяется *дифракционная решетка*, которая представляет собой совокупность большого числа узких, параллельных друг другу щелей, разделенных непрозрачными промежутками. Простейшая дифракционная решетка состоит из N одинаковых щелей шириной b каждая, отделенных друг от друга непрозрачными промежутками шириной a (рис.15.1). Величина $d = a + b$ называется *периодом решетки*.

Если на дифракционную решетку перпендикулярно ее поверхности падает пучок параллельных световых лучей, то в соответствии с принципом Гюйгенса–Френеля каждая щель представляет собой совокупность вторичных источников когерентных волн, способных интерферировать между собой.

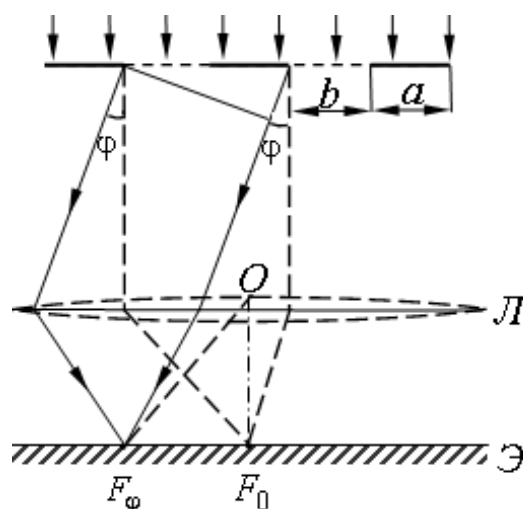


Рис. 15.1

Интерференция волн осуществляется с помощью собирающей линзы L , в главной фокальной плоскости которой на экране \mathcal{E} будет наблюдаться интерференционная картина – чередование максимумов и минимумов света. В точке F_0 соберутся все лучи, идущие под углом $\varphi_0 = 0$, которые образуют *максимум нулевого порядка*. Максимумы света, наблюдаемые под углом φ в точке F_φ , удовлетворяют условию

$$d \sin \varphi = m\lambda, \quad m = 1, 2, 3, \dots, \text{ – порядок максимума.}$$

15.3. Поляризация света

Электромагнитные волны являются поперечными волнами, так как векторы напряженности \mathbf{E} электрического поля и индукции \mathbf{B} магнитного поля перпендикулярны направлению вектора скорости \mathbf{v} волны и друг другу.

В световой волне, испускаемой естественным источником, плоскости колебания электрического, а вместе с ним и магнитного полей беспорядочно меняются вдоль луча. Это явление связано с самим процессом испускания света атомами светящего вещества.

Если плоскости колебания электрического (и магнитного) поля каким-либо образом упорядочены, такая волна называется *поляризованной*. Если колебания вектора происходят строго в одной плоскости, такая волна называется *плоскополяризованной*.

Поляризация света наблюдается при отражении и преломлении света на границе двух разных сред, а также при прохождении света через анизотропные вещества (турмалин, исландский шпат, кварц и др.).

15.4. Дисперсия света. Спектральный анализ

Дисперсией света называется зависимость абсолютного показателя преломления среды n от частоты (длины волны) падающего на среду света.

Так как показатель преломления n зависит от скорости света v в данной среде ($n = c/v$, где c – скорость света в вакууме), дисперсию света можно рассматривать как явление, выражающее зависимость показателя преломления от скорости света в данной среде.

Явление дисперсии экспериментально обнаруживается при прохождении некогерентного белого света (т. е. света, представляющего собой совокупность волн с разной длиной) через призму (рис. 15.2).

При этом на экране MN , находящемся позади призмы, наблюдается радужная картина, состоящая из различных плавно переходящих друг в друга цветов, каждому из которых соответствует определенная длина волны, или частота. Совокупность длин волн (частот), из которых состоит некогерентное излучение, называется *спектром*. Спектр видимого света занимает на шкале электромагнитных волн участок от $\lambda = 7,5 \cdot 10^{-7}$ (красный цвет) до $3,9 \cdot 10^{-7}$ м (фиолетовый цвет).

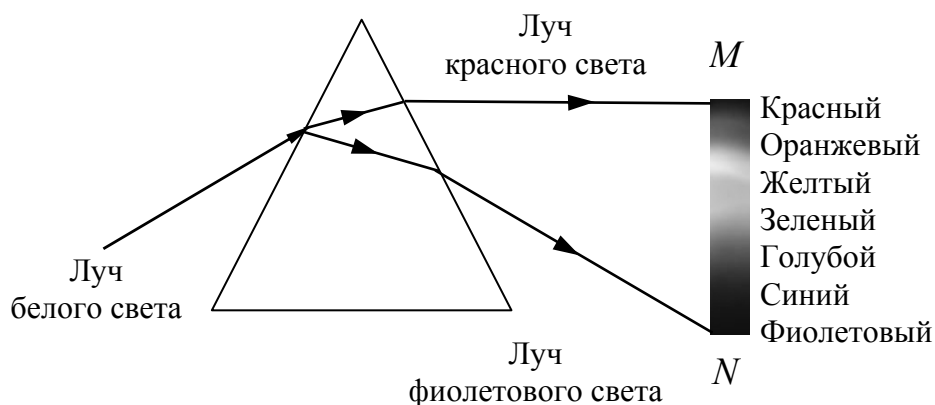


Рис. 15.2

Характер спектра зависит от рода вещества, испускающего световые волны:

- раскаленные твердые тела и светящиеся жидкости создают *непрерывные спектры*, которые представляют собой набор длин волн (частот), плавно переходящих друг в друга;
- светящиеся сильно разреженные газы, состоящие из одиночных атомов, создают *линейчатые спектры*, которые состоят из отдельных *спектральных линий*, разделенных темными промежутками;

в) излучающие молекулы создают *полосатые спектры*, которые представляют собой множество тесно расположенных спектральных линий и образующих тем самым полосы, разделенных темными промежутками.

С помощью спектров испускания вещества можно определять химический состав и концентрацию атомов (или молекул). Совокупность методов, с помощью которых производятся такие исследования, называется *спектральным анализом*.

От авторов

Возникли трудности в усвоении теоретического курса или в его применении при решении конкретных задач, тестов – записывайтесь на наши курсы и мы поможем Вам подойти к экзамену во всеоружии.

Наш адрес:

190031, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 9, ПГУПС, факультет довузовской подготовки.

Наши телефоны отдела заочной формы обучения:

8 (931) 214-51-45;

8 (812) 457-88-07 .

