



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Физика»

Виртуальный практикум

Лабораторная работа № 9-В

«Интерференция света. Опыт Юнга»

по дисциплине

«Физика»

Авторы

Жданова Т. П.,

Кудря А. П.,

Лемешко Г. Ф.,

Холодова О. М.

Ростов-на-Дону, 2021

Аннотация

Настоящая лабораторная работа посвящена изучению интерференции света. Методом опыта Юнга определяется длина волны.

Методические указания предназначены для самостоятельной работы студентов всех форм обучения, изучающих физику, при подготовке и проведении учебного виртуального эксперимента, особенно при дистанционном обучении.

Авторы

к.ф.-м.н., доцент	кафедры	«Физика»
Жданова Т.П.,		
ст. преподаватель	кафедры	«Физика»
Кудря А.П.,		
к.ф.-м.н., профессор	кафедры	«Физика»
Лемешко Г.Ф.,		
ст. преподаватель	кафедры	«Физика»
Холодова О.М.		

Оглавление

Краткая теория	4
Выполнение работы	6
Задание 1. Определение длины волны.	6
Задание 2. Интерференция от двух когерентных источников.....	7
Контрольные вопросы	8
Список литературы	8

Цель работы: познакомиться с простейшим способом получения двух когерентных источников и определение длины волны монохроматического света.

Оборудование: ЭВМ с введенной в нее программой.

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ

Свет – это электромагнитная волна, длины волн которой находятся в интервале $380 \text{ нм} \leq \lambda \leq 760 \text{ нм}$ ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$).

λ_{\min} соответствует фиолетовому цвету, λ_{\max} соответствует красному цвету.

Интерференцией называется пространственное перераспределение интенсивности света при наложении двух или нескольких когерентных волн.

Когерентными называются волны одинаковой частоты и постоянной разности фаз.

Для получения когерентных световых волн применяют метод разделения волны, излучаемой одним источником, на две части, которые после прохождения разных оптических путей накладываются друг на друга. В области перекрытия когерентных волн наблюдается интерференционная картина.

Первое объяснение пространственного перераспределения интенсивности света с помощью волновой теории в 1803 году дал Т. Юнг; он же ввел в науку термин интерференция и впервые по интерференционной картине оценил длину световой волны. Для получения когерентных источников он использовал явление дифракции на двух щелях (см. закладку «Информация»).

Опыт Юнга заключается в том, что на пути световой волны ставится диафрагма с двумя узкими щелями, которые становятся источниками когерентных волн S_1 и S_2 (см. рис.). Расстояние между источниками D , от источников до экрана L , причём $L \gg D$.

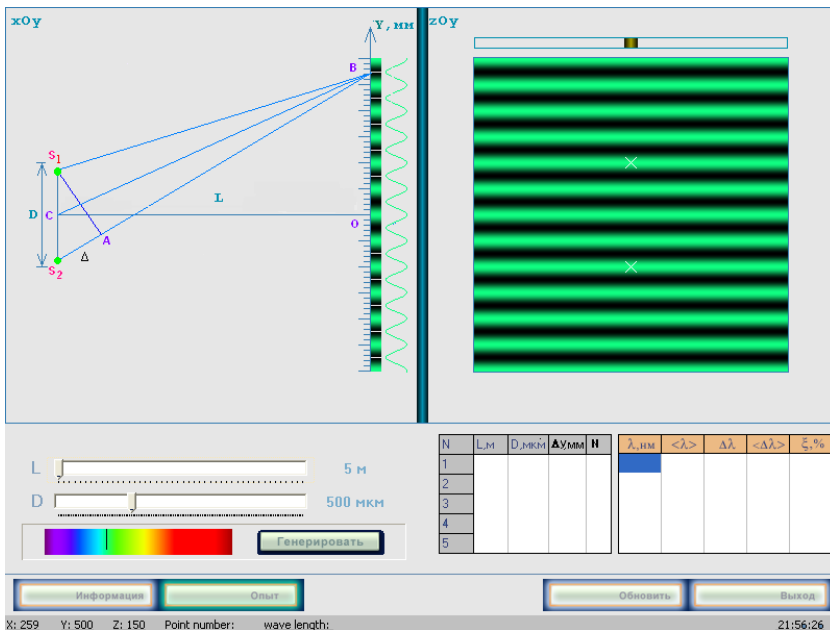
Из подобия треугольников получим приближенное соотношение

$$\frac{\Delta}{D} \approx \frac{y}{L'} \quad (1)$$

где: Δ – оптическая разность хода; y – координата минимума или максимума на экране.

Оптической разностью хода называется разность оптических длин путей. *Оптическая длина пути* равна произведению геометрической длины на показатель преломления ($l \cdot n$).

ФИЗИКА



Из соотношения (1) оптическая разность хода равна

$$\Delta = \frac{D}{L} y. \quad (2)$$

Если на оптической разности хода укладывается целое число длин волн (четное число полуволен), т.е.

$$\Delta = k\lambda = 2m \cdot \frac{\lambda}{2}. \quad (3)$$

то на экране наблюдается **максимум**. Из уравнений (2) и (3) координата максимума:

$$y_{max} = \pm \frac{k\lambda L}{D} \quad (4)$$

Если на оптической разности хода укладывается нечетное число полуволен, т.е.

$$\Delta = \pm \frac{(2k + 1)\lambda}{2}, \quad (5)$$

то на экране наблюдается **минимум** (см. рис.1), координату которого определяют из совместного решения (2) и (5):

ФИЗИКА

$$y_{\min} = \pm \frac{(2k + 1)\lambda L}{2D}. \quad (6)$$

Из уравнений (4) и (6) следует, что расстояние между соседними максимумами (минимумами) можно определить по формуле

$$\Delta y = \frac{\lambda L}{D}, \quad (7)$$

Δy - ширина интерференционной полосы.

Используя уравнение (4) или (7) можно определить длину световой волны

$$\lambda = \frac{D(y_m - y_n)}{L(m - n)} = \frac{D\Delta y}{NL}, \quad (8)$$

где y_m и y_n - координаты максимумов (минимумов) m -го и n -го порядков соответственно; $\Delta y = y_m - y_n$ - расстояние между максимумами (минимумами) m -го и n -го порядков, $m - n = N$ - число максимумов (минимумов), укладываемых на отрезке Δy .

Из уравнения (4) следует, что в спектре k -го порядка координата цветной линии на экране пропорциональна длине световой волны, поэтому белый свет будет разлагаться на составные части, образуя в каждом максимуме, кроме центрального, непрерывный спектр.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Задание 1. Определение длины волны.

1. Нажать клавишу «Опыт».
2. Нажатием клавиши «Генерировать» выбрать для эксперимента свет определенной окраски.
3. Установить произвольные значения расстояния между когерентными источниками D и между источниками и экраном L . Занести в таблицу.
4. Измерить расстояние Δy , на котором укладываются N светлых (темных) интерференционных полос.
5. Занести Δy и N в таблицу, расположенную в нижней части главной панели.
6. Пункты 3-5 повторить еще для четырех значений D и L .

Обратить внимание: если какое-то значение длины волны резко отличается от остальных, это измерение надо переделать!

7. После серии из пяти измерений ЭВМ вычислит среднее значение длины световой волны $\langle \lambda \rangle$, средние значения абсолютной $\langle \Delta \lambda \rangle$ и относительной погрешности измерений.

8. В отчете по данному заданию представить таблицу измерений и вычислений. Окончательный результат эксперимента представить в виде: $\lambda = \langle \lambda \rangle \pm \langle \Delta \lambda \rangle$.

Задание 2. Интерференция от двух когерентных источников.

1. Установить флажок в окошке «Интерференция» и установить определенный цвет излучения когерентных источников.

2. Установить определённое расстояние между источниками D и, изменяя последовательно расстояние от источников до экрана L , посчитать расстояние Δy между интерференционными максимумами (минимумами). Сделать пять измерений. Результаты занести в таблицу.

Цвет излучения -	$D =$				
L					
Δy					

Сделать вывод.

3. Установить определённое расстояние от источников до экрана L и, изменяя последовательно расстояние между источниками D , посчитать расстояние Δy между интерференционными максимумами (минимумами). Сделать пять измерений. Результаты занести в таблицу.

Цвет излучения -	$L =$				
D					
Δy					

Сделать вывод.

4. Установить определённое расстояние от источников до экрана L и расстояние между источниками D . Меняя цвет излучения (клавишей «Генерировать») посчитать расстояние Δy между интерференционными максимумами (минимумами). Сделать пять измерений. Результаты занести в таблицу.

	$L =$		$D =$		
	красный	жёлтый	зелёный	голубой	фиолетовый
Δy					

Сделать вывод.

5. Установить флажок в окошке «Белый». Изменяя яркость и расстояние L , обратить внимание на распределение интенсивности света основных цветов на экране.

6. Обобщить увиденное в каждом пункте и сделать выводы по данному заданию.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется интерференцией света?
2. Какие волны называются когерентными?
3. Как можно получить когерентные волны?
4. Условия максимума и минимума при интерференции.
5. Что называется оптической длиной пути? Оптической разностью хода?
6. В чём заключается метод Юнга для определения длины волны?
7. Что называется шириной интерференционной полосы?
8. Как зависит расстояние между соседними интерференционными полосами от длины световой волны и от расстояния между когерентными источниками?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савельев И.В. Курс физики Т.2. – М: Наука, 2005.
2. Трофимова Т.И. Курс физики. – М: Высшая школа, 2019.