

Лабораторная работа

Измерение толщины волоса

Цель работы: получить дифракционную картину на волосе и определить его толщину.

В работе используются лазерная указка, волос, картон, клейкая лента, линейка.

Приближение геометрической оптики применимо лишь если характерный размер освещаемых объектов d много больше размера 1-й зоны Френеля $(\lambda z)^{1/2}$ (λ — длина световой волны, z — расстояние от объекта до точки наблюдения). При приближении размеров объектов к размеру зон Френеля отклонения от законов геометрической оптики, приводящие к возникновению дифракции, проявляются сильнее. Согласно принципам геометрической оптики за непрозрачным объектом должна находиться резкая геометрическая тень. В случае волновой оптики вместо резкой тени получается сложное распределение интенсивности, называемое дифракционной картиной.

Для простоты обратимся к результатам дифракции Фраунгофера ($d \ll (\lambda z)^{1/2}$) на щели. Такая дифракционная картина состоит из центрального максимума и побочных минимумов меньшей интенсивности (рис.1). Положение минимумов такой картины в приближении малых углов описывается следующим соотношением:

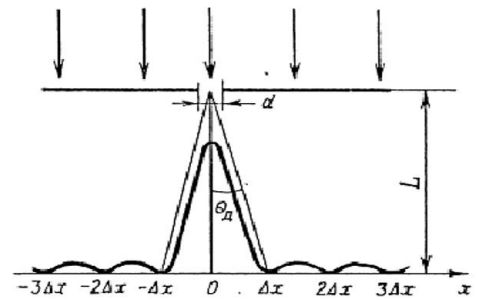


рис. 1

$$m\Delta x = m\lambda \frac{L}{a}, \quad (1)$$

где $m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ — номер минимума, L — расстояние от щели до экрана. Точно так же (за исключением области вблизи $x = 0$) выглядит дифракционная картина от волоса (или тонкой проволоки).

Порядок выполнения работы

1. Изготовьте штатив для волоса. Для этого можно в листе картона вырезать небольшое «окошко» размерами примерно 2x4 см. Затем исследуемый волос (или тонкую проволоку) с помощью клейкой ленты крепко закрепите волос на штативе, расположив его в центре получившегося «окошка».
2. Установите ваш картонный штатив перпендикулярно экрану (в качестве экрана может быть использована стена) и измерьте расстояние между ними.
3. Посветите лазером на волос и получите дифракционную картину. Для того, чтобы картина была более контрастной, рекомендуется проводить эксперимент в отсутствии дополнительного освещения.
4. Пронаблюдайте дифракционную картину. Измерьте расстояние между минимумами дифракционной картины Δx .
5. Результаты измерений подставьте в соотношение (1) и вычислите толщину волоса d .
Примечание: длину волны вашего лазера следует найти в паспортных данных. Типичные длина волны для зелёной лазерной указки – 532 нм, для красной – 635 нм.
6. Повторите эксперимент на другом участке волоса или на другом волосе. Проанализируйте полученные результаты.

Список литературы

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. — Т. IV. Оптика. — М.: Наука, 1980. Гл. III, § 28; гл. IV, §§ 39–46.

2. Лабораторная работа № 5.12 «ИЗУЧЕНИЕ ДИФРАКЦИИ СВЕТА» — М.: МФТИ, 2005 (https://mipt.ru/education/chair/physics/S_IV/Opt_man/5.12.pdf).