

Домашняя Лабораторная работа 4.3 (Измерение толщины волоса)

Астафуров Евгений Б05-812

Московский Физико-Технический Институт (Государственный Университет).

(Дата: 29 апреля 2020 г.)

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

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

I. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Случай геометрической оптики применим лишь тогда, если длина световой волны λ много меньше характерных размеров освещаемых объектов d ($\lambda \ll d$). При приближении размеров объектов к длине световой волны ($\lambda \approx d$), 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.

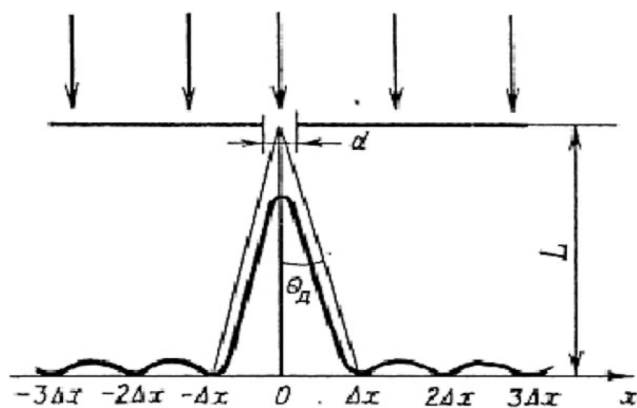


Рис. 1.

Для простоты обратимся к результатам дифракции Фраунгофера 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:

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

где $m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ — номер минимума, L — расстояние от щели до экрана. Точно так же выглядит дифракционная картина от волоса или тонкой проволоки.

II. Порядок выполнения работы

1. **Изготовьте штатив для волоса.** Для этого можно в листе картона вырезать небольшое «окошко» размерами примерно 2×4 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.

III. ХОД РАБОТЫ

А.

Соберем экспериментальную установку и получим дифракционные полосы:

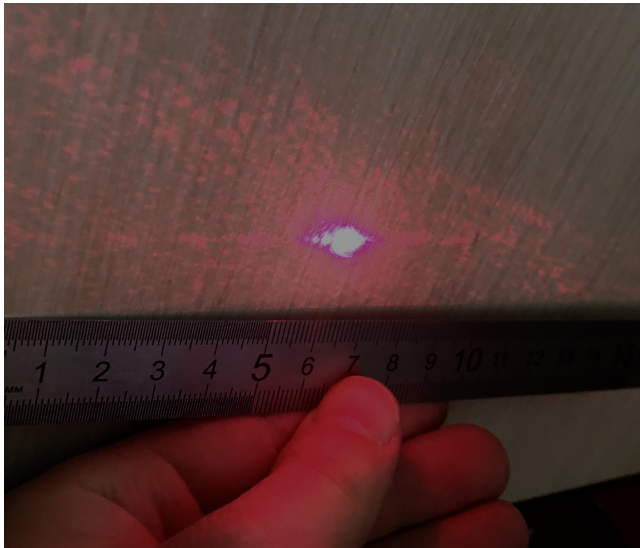


Рис. 2. Схема интерференционных полос.

Данные установки:

- Расстояние между волосом и источником света: $l = 5.5$ см.
- Расстояние между целью и экраном: $L = 1.35$ м.

В.

Из формулы (1) получим выражение для d :

$$d(m) = \lambda L \frac{1}{\Delta x(m)}.$$

Запишем результаты измерений:

m	Δx , см
-4	1.3
-3	0.9
-2	1.1
-1	0.8
1	0.8
2	1.0
3	1.1
4	1.2

Построим график зависимости $\Delta x(m)$ (см. рис. 3):



Рис. 3. График.

Погрешности определения коэффициентов:

Δx , см	$\sigma_{\Delta x}$, м	$\frac{\sigma_{\Delta x}}{\Delta x}$, %
1.0	0.14	14%

С.

Считая, что $\lambda = 635$ нм, получаем толщину волоса, равной:

$$d = (8.6 \pm 1.7) \cdot 10^{-5} \text{ м.} \approx 0.08 \text{ мм.}$$

IV. ВЫВОДЫ

Классификация волос и табличные значения:

- **Тонкие** — менее 0.5 миллиметров в диаметре.
- **Средние** — 0.05 – 0.07 миллиметров в диаметре.
- **Толстые** — 0.07 миллиметров в диаметре и более.

Из этого можно сделать выводы, что мои волосы толстые.

-
- [1] *Максимычев А.В.* Лабораторный практикум по общей физике. Т.2. - М.:МФТИ, 2014
- [2] *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. Т.4. - М.:Наука, 1996