

# ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ВОЛОСА ДИФРАКЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Выполнил студент гр. \_\_\_\_\_

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_  
(обязательна после окончания эксперимента)

дата \_\_\_\_\_

**Цель работы:** изучить явление дифракции света на узкой щели или узком препятствии, определить ширину очень тонкого предмета (волоса) с помощью дифракционного метода.

## Описание установки

Плоская световая волна (луч лазера) падает на препятствие в виде тонкого волоса ширины  $a$ , которое можно перемещать по оптической скамье, и создаёт дифракционное изображение на экране, удаленном на расстояние  $L$ .

Согласно принципу Бабине дифракционное изображение от тонкого предмета ширины  $a$  за пределами центрального пятна от луча лазера совпадает с дифракционным изображением на тонкой щели той же ширины  $a$ . Координаты минимумов такой дифракционной картины определяются условием

$$x_m = L \cdot \operatorname{tg} \varphi \approx L \sin \varphi = \frac{L\lambda}{a} m, \quad (*)$$

где  $m = \pm 1, \pm 2, \dots$

Центральная ярко освещенная полоса ширины  $\Delta = x_1 - x_{-1} = 2L\lambda/a$  называется дифракционным изображением волоса (или щели). При уменьшении ширины щели  $a$  (геометрического изображения волоса) ширина центральной полосы будет возрастать. По её бокам будут видны слабо освещенные боковые полосы ширины  $L\lambda/a$ .

## Порядок выполнения работы

1. На оптическую скамью между лазером и удалённым экраном установить держатель-ширму с прикрепленным к его прорези волосом.

2. Включить лазер и юстировочными винтами отрегулировать его луч так, чтобы он распространялся вдоль оптической скамьи и попадал на волос в отверстии держателя. На экране появится дифракционная картина в виде яркой центральной полосы и значительно более слабых боковых полос. **Центры темных промежутков** между этими полосками соответствуют точкам дифракционных минимумов с координатами  $x_m$ .

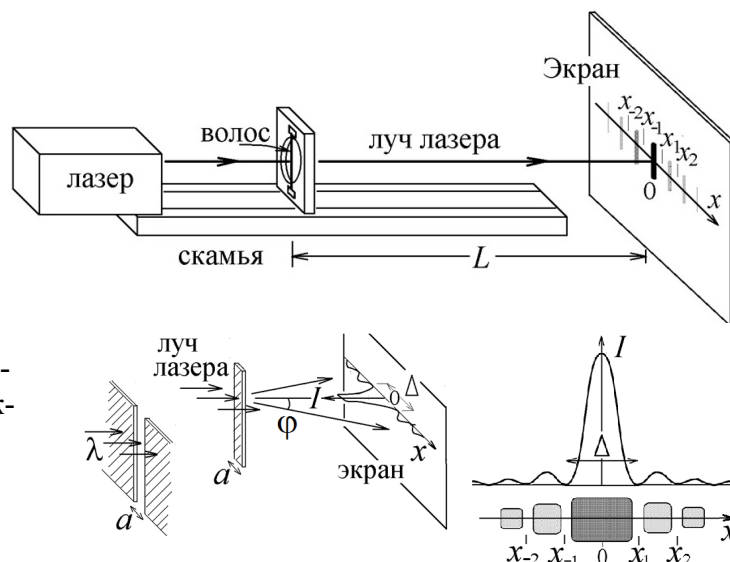
3. Измерить координаты  $x_m$ ,  $m = \pm 1, \pm 2, \pm 3$  шести дифракционных минимумов на экране (три слева и три справа от центрального максимума), а также расстояние  $L$  от волоса до экрана. Результаты занести в таблицу.

4. Выключить лазер.

5. По формуле  $a = \frac{L\lambda m}{2} \left( \frac{1}{x_m} + \frac{1}{|x_{-m}|} \right)$ , где  $m = \pm 1, \pm 2, \pm 3$  определить три значения ширины

волоса  $a$ , найти среднее значение  $\langle a \rangle$ . Рассчитать величины (модули) отклонения от среднего значения  $\Delta a = |a - \langle a \rangle|$ , а также среднюю величину такого отклонения  $\langle \Delta a \rangle$  и относительную погрешность

$E = \frac{\langle \Delta a \rangle}{\langle a \rangle} \cdot 100\%$ . Результаты занести в таблицу.



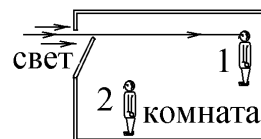
$m$	$x_m$ , мм	$a$ , МКМ	$\langle a \rangle$ , МКМ	$\Delta a$ , МКМ	$\langle \Delta a \rangle$ , МКМ	$E$ , %	
1							
-1							
2							
-2							
3							
-3							
$\lambda = \dots\dots\dots$ нм; $L = \dots\dots\dots$ м; $a = \langle a \rangle \pm \langle \Delta a \rangle = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$ нм							

### Контрольные вопросы к лабораторной работе № 34

1. Что общего и в чем различие явлений интерференции и дифракции?

2. В чем заключается принцип Гюйгенса-Френеля?

3. Свет ночью падает из коридора в неосвещенную комнату через щель в приоткрытой двери. Наблюдатель “1” видит эту светящуюся щель на продолжении световых лучей. По какой причине и за счет каких физических явлений щель видит наблюдатель “2”?



4. Прделайте и объясните вывод формулы  $I = \frac{4I_0}{\alpha^2} \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ , где  $\alpha = \frac{2\pi a \sin \varphi}{\lambda}$ , для интенсивности

света, дифрагировавшего на узкой щели.

5. Что такое зоны Френеля? Какую форму имеют зоны Френеля и где они расположены в случае дифракции света на узкой щели?

6. Сформулируйте условие возникновения дифракционного минимума при дифракции света на узкой щели.

7. На узкую щель ширины  $a = 2$  мкм в непрозрачном препятствии падает нормально свет с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Сколько зон Френеля может открывать эта щель для наблюдателя, находящегося за препятствием? От чего зависит число открытых щелью зон?

8. На узкую щель ширины  $a = 2$  мкм в непрозрачной ширме падает нормально свет с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Во сколько раз дифракционное изображение щели на экране, удаленном на расстояние  $L = 1$  м, больше геометрического изображения щели?

9. В чем заключается принцип Бабиня?

10. Сделайте вывод расчётной формулы для определения ширины волоса?

11. Что происходит с дифракционной картиной на экране, если тонкий волос заменить более толстым?

12. Почему для проведения эксперимента необходимо использовать луч лазера, а не свет фонарика?

Изучаемый в работе материал можно найти в следующих учебных пособиях:

1. Савельев И.В. Курс общей физики в 3-х тт.: Т. 2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика – СПб., М., Краснодар: Лань, 2008. - §§90-93.

2. Колмаков Ю.Н., Пекар Ю.А., Лежнева Л.С. Электромагнетизм и оптика, - изд. ТулГУ. 2010, гл.8 §§1, 2, 6.