

Полное название университета

.....
.....

Название кафедры

.....

Лабораторная работа № 5.1

Интерференция света. Опыт Юнга

Номер установки 6

Выполнил: обучающийся

группы

Фамилия И.О. студента

Проверил:

(преподаватель или доцент)

кафедры

Фамилия И.О. преподавателя

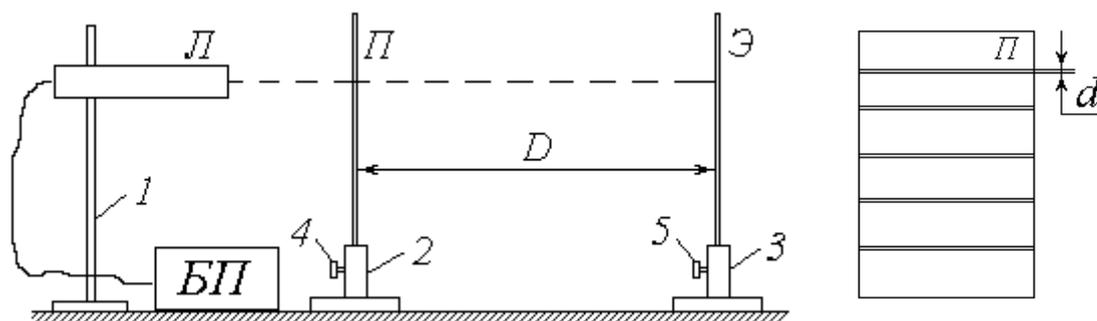
Лабораторная работа 5.1

Интерференция света. Опыт Юнга

Цель работы

- 1) наблюдение интерференционной картины от двух параллельных щелей в монохроматическом свете;
- 2) определение длины волны лазерного излучения.

Схема экспериментальной установки



- 1, 2, 3 – штативы; 4,5 – регулировочные винты; Л – газовый лазер;
БП – блок питания лазера; П – пластинка со щелями; Э – экран

Исходные данные установки

Номера щелей: 2; 3; 5.

Измерения и обработка результатов

1. Знакомимся с приборами в окне программы.
2. Подключаем к сети блок питания БП лазера, с помощью тумблера на панели БП включаем лазер (**нажимаем кнопку «Сеть»**).
3. Ослабив регулировочный винт 4 штатива 2 и перемещая пластинку П по вертикали, добиваемся того, чтобы лазерный луч точно попадал на

рекомендованную пару щелей. Зафиксируем это положение пластинки винтом 4 (указателями «вверх» и «вниз» двигаем пластинку со щелями). Определяем расстояние между щелями d (это значение дано в окне программы) и заносим его в таблицу.

4. Устанавливаем экран Э на таком расстоянии от пластинки П, чтобы наблюдалась четкая картина интерференции с хорошо различимыми светлыми (красными) и темными полосами (указателями «вправо» и «влево» двигаем экран добиваясь значения D в пределах от 600 мм до 1200 мм). С помощью сантиметра или рулетки измеряем расстояние D между пластинкой П и экраном Э (это значение дано в окне программы) и заносим его в таблицу.

Номер опыта	$d, \text{мм}$	$D, \text{мм}$	N	$L_N, \text{мм}$	$\Delta y, \text{мм}$	$\lambda, \text{нм}$	$\Delta\lambda_i = \lambda_i - \bar{\lambda}$ нм	$(\Delta\lambda_i)^2, \text{нм}^2$
1	0.127	780	5	19	3.80	619	-8	64
2	0.127	1000	6	29	4.83	613	-14	196
3	0.131	800	7	27	3.86	632	5	25
4	0.131	900	5	22	4.40	640	13	169
5	0.135	700	8	26	3.25	626	-1	1
6	0.135	1100	8	41	5.13	629	2	4
						$\bar{\lambda} = 627$		$\sum_i (\Delta\lambda_i)^2 = 459$

5. Прикладываем к экрану Э линейку (кнопка «Приложить»). Тщательно отсчитайте возможно большее число светлых полос N и измерьте расстояние между ними L_N , как показано на рис. 2. Значения N и L_N заносим в таблицу.

6. Изменяем расстояние D между щелями и экраном (любое значения, отличное от предыдущего, в пределах от 600 мм до 1100 мм). Повторяем пп. 4. и 5.

7. Повторяем пп. 3-6 с еще двумя рекомендованными парами щелей (общее число опытов должно быть равным шести).

8. Для каждого из опытов рассчитываем по формуле

$$\Delta y = \frac{L_N}{N}$$

ширину интерференционной полосы Δy , а затем – длину волны излучения λ по формуле

$$\lambda = \frac{\Delta y \cdot d}{D} .$$

Расчеты приводим в работе, а результаты расчетов записываем в таблицу, переводя значение λ из мм в нм.

9. Вычисляем сумму найденных значений λ и определите ее среднее значение $\bar{\lambda}$:

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \lambda_i = \frac{619 + 613 + 632 + 640 + 626 + 629}{6} \approx 627$$

10. Выполняем все расчеты, необходимые для оценки случайной погрешности измерения длины волны $\Delta_s \lambda$. Для простоты расчета мы будем применять оценку величины $\Delta_s \lambda$, используя формулы оценки погрешности прямого измерения.

Зададим доверительную вероятность $\alpha = 0,95$.

Сначала находим среднюю квадратичную погрешность

$$\sigma_\lambda = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (\Delta \lambda_i)^2}{n \cdot (n-1)}}$$

Считаем

$$\sum_i (\Delta \lambda_i)^2 = 64 + 196 + 25 + 169 + 1 + 4 = 459$$

Тогда средняя квадратичная погрешность равна

$$\sigma_\lambda = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{n \cdot (n-1)}} = \sqrt{\frac{459}{6 \cdot (6-1)}} \approx 3.91 \text{ нм}$$

Коэффициент Стьюдента при $n=6$ измерений есть при доверительной вероятности $\alpha = 0.95$ равен

$$t_{n,\alpha} = 2.57$$

Величина случайной погрешности есть

$$\Delta_s \lambda = t_{n,\alpha} \cdot \sigma_\lambda = 2.57 \cdot 3.91 \approx 10 \text{ нм}$$

11. Оцениваем абсолютные приборные ошибки прямых измерений δd , δD и δL_N , а также относительные ошибки E_d , E_D и E_L .

Приборные погрешности прямых измерений есть:

$$\delta L_N = 0.5 \text{ мм}$$

$$\delta d = 0.0005 \text{ мм}$$

$$\delta D = 0.5 \text{ мм}$$

Относительные погрешности

$$E_L = \frac{\delta L}{\min(L_N)} = \frac{0.5}{19} = 0.026$$

$$E_d = \frac{\delta d}{\min(d)} = \frac{0.0005}{0.127} = 0.0039$$

$$E_D = \frac{\delta D}{\min(D)} = \frac{0.5}{700} = 0.00071$$

12. Находим абсолютную приборную погрешность косвенного измерения длины волны $\delta \lambda$

$$\delta \lambda = \bar{\lambda} \cdot \sqrt{E_L^2 + E_d^2 + E_D^2} = 627 \cdot \sqrt{0.026^2 + 0.0039^2 + 0.00071^2} \approx 16 \text{ нм}$$

13. Оцениваем полуширину доверительного интервала $\Delta\lambda$ и записываем ответ

$$\Delta\lambda = \sqrt{\Delta_s \lambda^2 + \delta\lambda^2} = \sqrt{10^2 + 16^2} \approx 19 \text{ нм}$$

Ответ: $\lambda = \bar{\lambda} \pm \Delta\lambda = 627 \pm 19 \text{ нм}$.