

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Филиал Государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Московский энергетический институт
(технический университет)»
в г. Волжском

Кафедра механики и материаловедения

В.П. Мельников

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СТЕКЛА
ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫМ МЕТОДОМ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 2
по курсу «Физика»

у

УДК 532
Л 125

Рецензент:

Петухов И.М., канд. техн. наук, доцент кафедры ТЭС
филиала ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

Мельников В.П.

Определение показателя преломления стекла интерференционным методом.

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 2 по курсу «Физика». – Волжский: Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском, 2005. – 7 с.

При выполнении лабораторной работы студенты изучают явление интерференции при отражении света от стеклянной пластины, получают на экране интерференционную картину, выполняют измерения и определяют показатель преломления стекла.

Работа предназначена для студентов 2 курса дневной и вечерней форм обучения всех специальностей.

УДК 532
Л 125

© Мельников В.П., 2005.
© Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)»
в г. Волжском, 2005.

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получение на экране полос равного наклона, возникающих в результате интерференции света, отраженного от плоскопараллельной стеклянной пластинки, и определение показателя преломления стекла.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

Согласно закону преломления, отношение синуса угла падения к синусу угла преломления равно отношению фазовых скоростей света в 1-й и 2-й средах. Это отношение является постоянным для данного вещества, зависит только от частоты света и называется *относительным показателем преломления*. Зависимость показателя преломления от частоты света (длины волны) называется *дисперсией света*.

В данной работе определяется показатель преломления стекла интерференционным методом. Явление интерференции наблюдается при наложении световых волн. При этом происходит усиление интенсивности этих волн в одних точках пространства и ослабление в других. Необходимым условием интерференции волн является их когерентность, то есть волны должны иметь одинаковую частоту и постоянную во времени разность фаз. Такие волны можно получить путем разделения света, излучаемого источником, на две группы, которые, в силу общности происхождения, должны быть когерентны и при наложении будут интерферировать. Результат интерференции волн зависит от разности фаз, приобретенной ими при прохождении от источника света до рассматриваемой точки интерференционной картины.

В нашей работе используется интерференционная картина, получаемая в результате наложения когерентных волн, образующихся при отражении света лазера от двух поверхностей плоской стеклянной пластинки.

3 ОПИСАНИЕ МЕТОДА И УСТАНОВКИ

Установка включает в себя следующие приборы и принадлежности:

- лазер типа ЛГН-105 с источником питания;
- экран с короткофокусной линзой и миллиметровой шкалой;
- плоскопараллельная стеклянная пластинка.

Оптическая схема установки представлена на рисунке 1. Параллельный пучок света, выходящий из лазера 1, собирается в фокусе линзы 2, после чего расходящийся пучок падает на пластинку 4.

Лучи, отраженные от передней и задней поверхностей пластинки, сходятся на экране 3, где наблюдается интерференционная картина (рис. 2). Поскольку фокусное расстояние линзы много меньше расстояния L между экраном и пластинкой, то можно считать, что интерференционная картина наблюдается в фокальной плоскости линзы. Любая пара интерферирующих лучей, идущих симметрично относительно нормали OO' , имеет одинаковую разность хода. Следовательно, интерференционная картина на экране будет иметь вид концентрических колец.

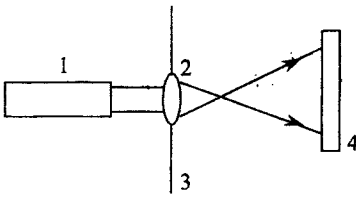


Рис. 1

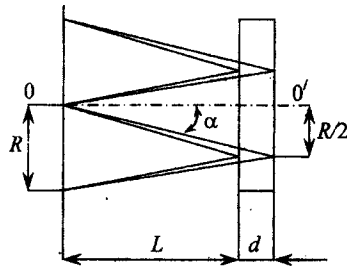


Рис. 2

Светлые кольца будут наблюдаться при условии:

$$2dn \cos \beta + \frac{\lambda_0}{2} = m\lambda_0, \quad m = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

а темные кольца – при условии:

$$2dn \cos \beta + \frac{\lambda_0}{2} = (2m + 1) \frac{\lambda_0}{2}, \quad m = 0, 1, 2, \dots, \quad (2)$$

где d – толщина стеклянной пластины;
 n – показатель преломления стекла;
 β – угол преломления.

Величина k равна количеству промежутков между выбранными кольцами.

Число m называется порядком дифракционного максимума или минимума.

С помощью соотношения $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$ выразим (2) через угол падения α и запишем условия минимумов интенсивности для колец m -го и $(m + k)$ -го порядков:

$$2d\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha_m} = m\lambda_0, \quad (3)$$

$$2d\sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha_{m+k}} = (m + k)\lambda_0. \quad (4)$$

Для колец, радиус которых R значительно меньше L :

$$\sin \alpha_m \approx \alpha_m \approx \frac{R_m}{2L}, \quad \sin \alpha_{m+k} \approx \alpha_{m+k} \approx \frac{R_{m+k}}{2L}, \quad (5)$$

где R_m и R_{m+k} – радиусы колец, соответствующие углам падения α_m и α_{m+k} .

Подставляя (5) в (4) и ограничиваясь первым приближением в разложении корня в ряд по малому параметру $\frac{R^2}{4n^2L^2}$, получаем:

$$2dn \left(1 - \frac{R_m^2}{8n^2L^2} \right) = m\lambda_0, \quad (6)$$

$$2dn \left(1 - \frac{R_{m+k}^2}{8n^2 L^2} \right) = (m+k) \lambda_0. \quad (7)$$

После простых преобразований из соотношений (6), (7) находим n :

$$n = \frac{d(R_{m+k}^2 - R_m^2)}{4k \lambda_0 L^2}. \quad (8)$$

Измерив радиусы двух светлых (или двух темных) интерференционных колец и расстояние между пластинкой и экраном L , а также сосчитав количество промежутков k между выбранными кольцами при известных значениях толщины пластинки d и длины волны λ_0 , по формуле (8) можно рассчитать показатель преломления пластинки.

4 ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА И ТАБЛИЦА ЗАМЕРОВ

$d = 17$ мм – толщина пластины;

$\lambda_0 = 633 \cdot 10^{-9}$ м – длина волны света лазера.

№ п/п	L , см	R_m , см	R_{m+k} , см	k	n
1					
2					
3					
					$n_{cp} =$

5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Собрать на оптической скамье установку, согласно рисунку 3. Лазер, центр экрана и пластинка должны быть расположены на одинаковой высоте.

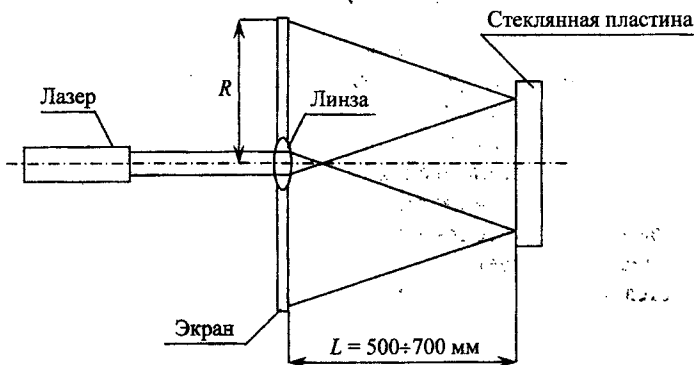


Рис. 3

2. Включить лазер. Для этого подключить блок питания к сети 220 В, на панели блока включить тумблер "Сеть". С помощью юстировочных винтов лазерного столика направить луч лазера на центр линзы и далее на середину пластинки.

3. Поворачивая пластинку вокруг вертикальной и горизонтальной осей, расположить ее плоскость нормально к оси лазерного пучка. При этом на экране должны быть видны четкие интерференционные кольца с центром на оси пучка.

4. По шкале на оптической скамье измерить расстояние L от экрана до пластинки. Результат занести в таблицу.

5. Выбрать 2 кольца и измерить их радиусы R_m и R_{m+k} по шкале на экране. Подсчитать количество промежутков k между выбранными кольцами. Результаты занести в таблицу. Желательно, чтобы k было возможно больше.

6. Повторить измерения (п. 5) еще для 2-3 пар колец в различных направлениях от центра экрана.

§6 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

1. По формуле (8) вычислить показатель преломления стекла. Из всех полученных значений коэффициента преломления n найти среднее арифметическое значение n_{cp} .

2. Определить абсолютную погрешность Δn :

$$\Delta n = n_{cp} \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta R_{m+k}}{R_{m+k}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta R_m}{R_m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta k}{k}\right)^2},$$

где $\Delta R_m = \Delta R_{m+k} = 0,5$ мм – погрешность измерения по шкале экрана;

$\Delta L = 5$ мм – погрешность измерения по линейке на оптической скамье;

$\Delta k = 1$ – погрешность измерения k .

Величины R_m , R_{m+k} , L , k берутся для замера n , наиболее отличающегося от n_{cp} .

3. Записать окончательный результат определения n_{cp} с учетом погрешности.

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется показателем преломления?
2. Что называется углом падения, преломления, отражения?
3. Сформулировать закон преломления.
4. Сформулировать закон отражения.
5. От чего зависит показатель преломления?
6. Что называется интерференцией света?
7. Какие волны называются когерентными?
8. Что называется дисперсией света?
9. В чем заключается интерференционный метод определения показателя преломления?

ЛИТЕРАТУРА

Детлаф А.А. Курс физики. Т. 3. Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика. – М.: Высшая школа, 1979. – с. 82-95.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель работы.....	3
2. Теоретические основы работы.....	3
3. Описание метода и установки.....	3
4. Данные для расчета и таблица замеров.....	5
5. Порядок выполнения работы.....	5
6. Обработка результатов измерений.....	6
7. Контрольные вопросы.....	6
Литература.....	7

Мельников Валентин Петрович

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СТЕКЛА
ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫМ МЕТОДОМ**

Методические указания к выполнению лабораторной работы № 2

Редактор *Халдеева Г.П.*
Компьютерная верстка *Юриной В.В.*

Изд. лиц. № 03542 от 10.12.2000.

Подписано в печать 15.03.2005. Формат 60×90_{1/16}.

Печать ризографическая. Усл. печ. л. 0,5. Тираж 50 экз. Заказ № 192.

Издатель Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
404110, г. Волжский, пр. Ленина, 69.

Отпечатано Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
404110, г. Волжский, пр. Ленина, 69.