

ОТЧЁТ

по лабораторной работе №86

ИЗУЧЕНИЕ ДИСПЕРСИИ С ПОМОЩЬЮ ГОНИОМЕТРА

Выполнил студент группы _____

Преподаватель кафедры физики

Отметка о защите _____

Лабораторная работа № 86

ИЗУЧЕНИЕ ДИСПЕРСИИ С ПОМОЩЬЮ ГОНИОМЕТРА

Цель работы – ознакомиться с явлением дисперсии, ознакомиться с правилами работы с гониометром, рассчитать дисперсию материала призмы.

Приборы и принадлежности: гониометр-спектрометр Г5, стеклянная призма, лампа накаливания, светофильтры, блок питания лампы накаливания.

Общие положения

В геометрической оптике показатель преломления вещества считается величиной постоянной. В действительности показатель преломления зависит от частоты (длины волны) света.

Явление зависимости абсолютного показателя преломления вещества n от частоты ν падающего на вещество света (или от длины волны в вакууме $\lambda_0 = c/\nu$, где c – скорость света в вакууме) называется *дисперсией света*.

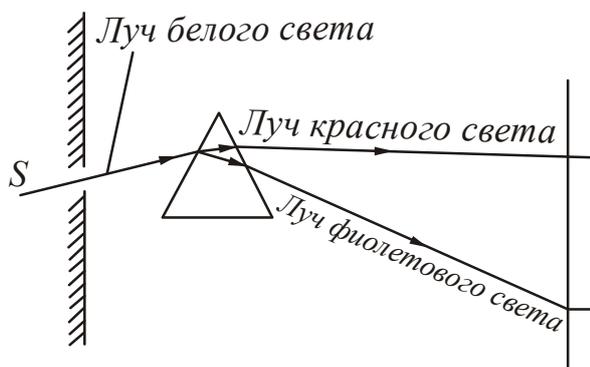


Рисунок 1

Если через призму пропустить белый свет, то на экране, установленном позади призмы (рис. 1), наблюдается видимая радужная полоска, состоящая из семи цветов, которая называется призматическим или *дисперсионным спектром*.

Дисперсия называется *нормальной* в случае, если показатель преломления монотонно возрастает с увеличением частоты (убывает с увеличением длин волны); в противном случае дис-

персия называется *аномальной*. На рис. 2 показана зависимость показателя преломления от частоты для нормальной и аномальной дисперсии.

Дисперсией вещества называется производная показателя преломления n по длине волны λ_0 . С увеличением частоты показатель преломления увеличивается со всё возрастающей скоростью, так что дисперсия вещества $dn/d\lambda_0$ отрицательна и растёт по модулю с уменьшением λ_0 .

Если сравнивать между собой спектры, полученные от призм, изготовленных из различных материалов, то можно обнаружить, что вещества отличаются не только показателем преломления, но и формой кривой его зависимости от частоты. Это означает, что различные материалы обладают разной дисперсией.

Показатель преломления можно определить, изучая прохождение света через призму. Пусть преломляющий угол призмы равен α (рис. 3). Угол откло-

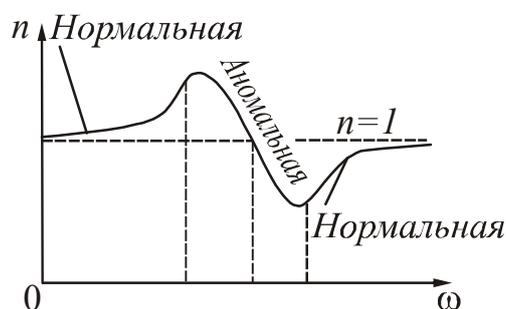


Рисунок 2

нения луча от первоначального направления $\angle KBC = \theta$. При симметричном ходе лучей угол отклонения примет минимальное значение. Используя закон Снеллиуса и соотношения между углами треугольников, можно получить формулу связи показателя преломления n материала призмы с преломляющим углом α

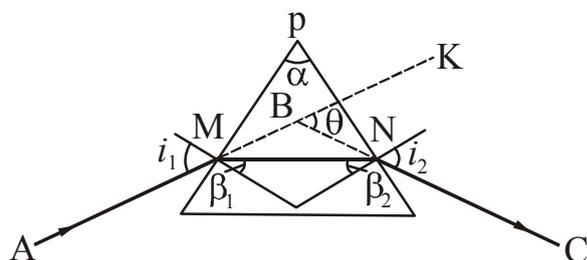


Рисунок 3

$$n = \frac{\sin \frac{\theta_{\min} + \alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}}. \quad (1)$$

Мерой дисперсии служит разность показателей преломления $D = n_{\lambda_1} - n_{\lambda_2}$ для различных λ_1 и λ_2 . В частности такой мерой служит средняя дисперсия, которая определяется следующим образом:

$$D = n_F - n_C, \quad (2)$$

где n_F – показатель преломления для $\lambda = 486,1$ нм (зелено-голубая линия водорода, F), а n_C – показатель преломления для $\lambda = 656,3$ нм (красная линия водорода, C).

Каждому материалу соответствует своя *дисперсионная кривая*. Из формулы (1) следует, что для определения показателя преломления надо знать преломляющий угол призмы α и измерить угол наименьшего отклонения луча θ_{\min} соответствующей световой волны. Затем построить график зависимости показателя преломления призмы от длины волны $n = f(\lambda)$. По этому графику определяется средняя дисперсия D . Значения средней дисперсии для различных материалов приводятся в справочниках. Сравнивая полученное значение средней дисперсии с табличными значениями, можно определить примерный сорт стекла.

Описание установки

Для исследования зависимости показателя преломления от длины волны падающего света используется трехгранная призма с преломляющим углом 60° . Призма служит для пространственного разделения (разложения в спектр) излучений оптического диапазона, различающихся длинами волн. Разделение излучений на монохроматические составляющие являются результатом зависимости угла отклонения луча, прошедшего через призму от показателя преломления n , различного для лучей различных длин волн λ .

Для нахождения угла наименьшего отклонения θ_{\min} используется гониометр-спектрометр Г5. Гониометр – оптический контрольно-измерительный прибор лабораторного типа, который позволяет производить измерения углов. Основные части гониометра Г5: основание, коллиматор, корпус с оптической трубой и отсчётным микроскопом, столик и скрытый под корпусом лимб. Оп-

тическими частями гониометра являются коллиматор и зрительная труба. Коллиматор предназначен для получения параллельного пучка света. На конце коллиматора имеется щель, ширину которой можно регулировать при помощи микрометрического винта. Зрительная труба имеет объектив и окуляр. Она может поворачиваться относительно неподвижного лимба свободно, либо с помощью винта. На вертикальной оси прибора расположен столик, который может поворачиваться грубо от руки и точно при помощи микрометрического винта. Плоскости столика можно придавать горизонтальное положение посредством установочных винтов.

Внимание! Горизонтальное положение установлено, винты не трогать!

Свет, пройдя через коллиматор, попадает на плоскую зеркальную поверхность призмы, установленной на столике гониометра. Проходя через призму, свет дважды преломляется и разлагается в спектр. Источником света является лампа накаливания. Она установлена в корпус, который снабжен штативом для светофильтра.

Призма на столике установлена таким образом, что ход лучей соответствует минимальному углу отклонения, поэтому призму и столик в процессе работы не трогать!

Подготовка к работе

(ответы представить в письменном виде)

1. Какова цель работы?
2. Какие величины Вы будете измерять непосредственно?
3. Запишите формулу, по которой Вы будете рассчитывать показатель преломления призмы. Поясните смысл обозначений.
4. Запишите формулу, по которой Вы будете рассчитывать среднюю дисперсию. Поясните смысл обозначений.

Выполнение работы

Задание 1.

Определение направления первоначального распространения света

1. Включить в сеть гониометр и источник питания лампы накаливания.
2. Включить тумблер подсветки микроскопа зрительной трубы гониометра.
3. Включить тумблер источника питания лампы накаливания.
4. Прикрыть объектив зрительной трубы листом бумаги. Вращая зрительную трубу, вывести изображение щели коллиматора примерно в центр объектива. Удалить лист бумаги.
5. Медленно вращая зрительную трубу гониометра, установить вертикальную визирную линию на середину изображения щели коллиматора.
6. Измерить φ_0 – отсчёт первоначального направления распространения луча, который определяется с помощью отсчётного микроскопа.

Пример: На рис. 4 приведено поле зрения отсчётного микроскопа. В левом окне наблюдаются изображения диаметрально противоположных участков лимба и

вертикальная риска (в центре окна) для отсчёта градусов. В правом окне – деления шкалы оптического микрометра и горизонтальная риска для отсчёта минут и секунд.

Чтобы снять отсчёт по лимбу, необходимо повернуть маховичок оптического микрометра настолько, чтобы верхние и нижние изображения штрихов лимба в левом окне точно совместились (см. рис. 4).

Число градусов будет равно видимой ближайшей левой от вертикальной риски цифре (в данном случае – 0°). Число десятков минут равно числу интервалов, заключенных между верхним штрихом, соответствующим отсчитанному числу градусов и нижним оцифрованным штрихом, отличающимся от верхнего на 180° (в данном случае – 1 десяток, т.е. $10'$).

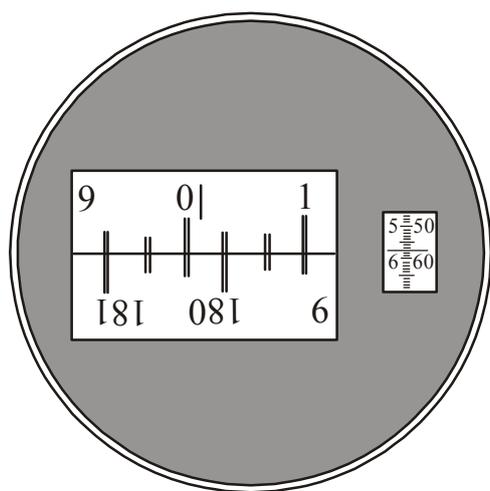


Рисунок 4

Число единиц минут отсчитывается по шкале микрометра в правом окне по левому ряду чисел (в данном случае – $5'$).

Число десятков секунд – в том же окне по правому ряду чисел (в данном случае – $50''$).

Число единиц секунд равно числу делений между штрихами, соответствующими отсчёту десятков секунд, и неподвижной горизонтальной риской (в данном случае – $7''$).

Положение, показанное на рис. 4, соответствует отсчёту $0^\circ 15' 57''$.

Задание 2.

Визуальное наблюдение дисперсии света и измерение угла отклонения луча света

1. Объектив зрительной трубы прикрыть листом бумаги. Повернуть зрительную трубу так, чтобы спектр находился в центре объектива. Убрать бумагу.
2. Медленно вращая зрительную трубу совместить ее вертикальную линию с фиолетовой границей спектра ($\lambda_1=400$ нм). Снять отсчёт угла φ_1 .
3. Установить светофильтр в штатив. При этом в спектре появится четыре провала интенсивности. Первый из них находится в сине-зеленой области и соответствует длине волны $\lambda_2=480$ нм. Второй провал интенсивности находится в желто-зеленой области и соответствует длине волны $\lambda_3=540$ нм, два оставшихся – в красной области, и соответствуют длинам волн $\lambda_4=630$ нм и $\lambda_5=660$ нм.
4. Медленно вращая зрительную трубу, последовательно совместить середину каждого провала интенсивности (темной полосы) с вертикальной линией и измерить соответствующие их положениям углы φ_i .
5. Повторить измерения φ_0 и φ_i еще два раза.

Оформление отчёта

1. Расчёты

1. Рассчитать средние значения $\varphi_{0\text{ ср}}$ и $\varphi_{i\text{ ср}}$.
2. Рассчитать углы отклонения для каждого компонента спектра:

$$\theta_i = \varphi_{i\text{ ср}} - \varphi_{0\text{ ср}}.$$

3. Рассчитать показатель преломления света по формуле (1) для каждой длины волны.
4. Построить дисперсионную кривую, т.е. зависимость показателя преломления от длины волны $n = f(\lambda)$.
5. Из дисперсионной кривой определить значения n_F – показатель преломления для $\lambda=486,1$ нм и n_C – показатель преломления для $\lambda=656,3$ нм.
6. Рассчитать среднюю дисперсию материала призмы по формуле (2).

2. Защита работы

(ответы представить в письменном виде)

1. Какое явление изучалось в данной работе? В чём оно заключается?
2. В каком случае дисперсия называется нормальной?
3. Как зависит показатель преломления от длины волны? Соответствует ли Ваш график этой зависимости?
4. Каково назначение гониометра?
5. Сравните полученный результат с данными таблицы 1 и определите сорт стекла, из которого изготовлена призма.

Таблица 1. Значения средней дисперсии для стекол различных сортов

Название	Маркировка	$D = n_F - n_C$
Боросиликатный крон	C-20	0,00565
Силикатный крон	C-7	0,0059
Крон	C-12	0,00619
Крон-флинт	C-49	0,00730
Баритовый легкий крон	C-21	0,00617
Баритовый крон	C-6	0,00702
Баритовый крон	C-17	0,00637
Лёгкий флинт	C-16	0,00988
Тяжёлый крон	C-24	0,00737
Флинт	C-8	0,01184
Флинт	C-3	0,01242
Тяжёлый флинт	C-18	0,01975

ПРОТОКОЛ
измерений к лабораторной работе № 86

Выполнил(а) _____

Группа _____

Преломляющий угол призмы $\alpha =$ _____

Задание 1

 $\varphi_0 =$ _____ $\varphi_0 =$ _____ $\varphi_0 =$ _____ $\varphi_{0\text{ ср}} =$ _____

Задание 2

№ п/п	λ , нм	φ	$\varphi_{\text{ср}}$	θ	n
1	400				
2					
3					
4	480				
5					
6					
7	540				
8					
9					
10	630				
11					
12					
13	660				
14					
15					

Дата _____

Подпись преподавателя _____