

Лабораторная работа № 2

Определение показателя преломления призмы при помощи гониометра ГС-5

1. Теория. Формула для определения показателя преломления n какого-либо вещества представляет собой отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления β , если луч из воздуха или, точнее, из пустоты падает на эту среду, т.е.:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}. \quad (1)$$

Для трехгранной призмы эту формулу можно преобразовать. Пусть ABC – сечение призмы плоскостью, параллельной нижнему основанию (рис.1).

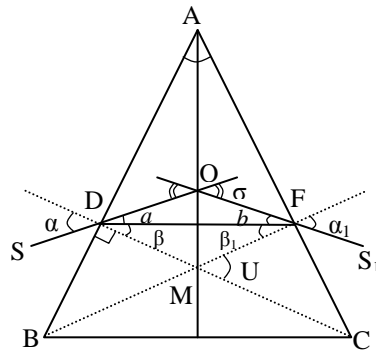


Рис. 1.

Угол A носит название преломляющего угла призмы. Пусть луч SD падает в точке D на грань AB . Восстановив в точке D перпендикуляр DK , отметим угол падения луча α и угол преломления β .

В точке F луч вторично преломляется и выходит из призмы в направлении FS_1 . Угол падения луча на грань AC назовем β_1 и угол преломления – α_1 .

Найдем зависимость между некоторыми углами:

$$\begin{aligned} \alpha &= a + \beta \quad (\text{как вертикальные}) \\ \alpha_1 &= b + \beta_1 \quad (\text{как вертикальные}) \end{aligned} \quad (2)$$

Угол, составленный продолжением падающего луча SD и продолжением преломленного луча FS , носит название угла отклонения σ . Он является внешним углом треугольника DOF и равен сумме двух его углов, с ним не смежных:

$$\sigma = a + b \quad (3)$$

Из равенства (2) находим соответственно значения для a и b :

$$\begin{aligned} a &= \alpha - \beta \\ b &= \alpha_1 - \beta_1 \end{aligned} \quad (4)$$

Подставляя их в формулу (3), имеем:

$$\sigma = \alpha + \alpha_1 - (\beta + \beta_1) \quad (5)$$

В теории доказывается, что угол σ будет наименьшим тогда, когда угол падения луча SD на грань AB и угол выхода луча из призмы будут равны, т.е. $\alpha = \alpha_1$.

Но если $\alpha = \alpha_1$, то $\beta = \beta_1$, так как $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ и $n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1}$, откуда имеем при $\alpha = \alpha_1$

значение $\beta = \beta_1$. Таким образом, из (5) имеем:

$$\sigma = 2\alpha - 2\beta \quad (6)$$

Но угол U , как внешний угол треугольника DMF , равен сумме внутренних с ним не смежных углов:

$$U = \beta + \beta_1 = 2\beta.$$

При этом, $A = U$ (как углы с взаимно-перпендикулярными сторонами), следовательно:

$$A = 2\beta. \quad (7)$$

Подставляя в формулу (6) равенство (7), имеем $\sigma = 2\alpha - A$, откуда:

$$\alpha = \frac{A + \sigma}{2}, \quad (8)$$

а так же $\beta = A/2$ (из равенства (7)).

Подставляя в формулу (1) вместо углов α и β их значения, имеем окончательно:

$$n = \frac{\sin \frac{A + \sigma}{2}}{\sin \frac{A}{2}}. \quad (9)$$

2. Определение преломляющего угла призмы.

Для определения коэффициента преломления n по формуле (9) необходимо знать преломляющий угол призмы A и угол наименьшего отклонения σ .

Сначала необходимо зрительную трубу гониометра навести на бесконечность, т.е. на какой-нибудь удаленный предмет.

На столик гониометра ставят призму преломляющим углом по направлению к щели коллиматора так, чтобы грани AB и AC образовали с выходящими из коллиматора лучами приблизительно равные углы.

Перед щелью коллиматора помещают источник света. Для этой цели используется ртутная лампа ОИ-18А.

Поворачивая зрительную трубу, ищут такое положение ее, когда отраженное от правой грани изображение щели будет видно в поле зрения трубы. Наводят это изображение на пересечение нитей и делают 1-й отсчет по нониусу.

Затем ищут такое положение трубы, когда изображение щели, отраженное от левой грани, будет в поле зрения трубы и, так же, как и в первом случае, наводят пересечение нитей на середину изображения, делая 2-й отсчет по нониусу.

Разность отсчетов дает некоторый угол N ; легко доказать, что $N = 2A$. Действительно, (см. рис. 2) $\alpha + \alpha_1 + \beta + \beta_1 + N = 360^\circ$.

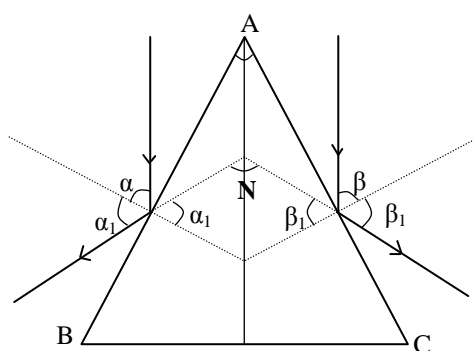


Рис. 2.

Так как угол падения равен углу отражения, то $\alpha = \alpha_1$, $\beta = \beta_1$. Следовательно,

$$2\alpha + 2\beta + N = 360^\circ. \quad (10)$$

Кроме того, на рис.2 видно, что $a + 90^\circ + A + 90^\circ + b = 360^\circ$ или

$$\alpha + \beta + A = 180^\circ \quad (11)$$

Умножив равенство (11) на 2, имеем:

$$2\alpha + 2\beta + 2A = 360^\circ \quad (12)$$

Сопоставляя равенства (10) и (11) заключаем, что $N = 2A$. Измерив угол $N = 2A$, находим искомый преломляющий угол $A = N/2$.

3. Определение угла наименьшего отклонения

Чтобы измерить угол наименьшего отклонения призмы, поступают следующим образом.

Помещают призму таким образом, чтобы вышедшие из коллиматора лучи преломлялись призмой и ловят изображение щели на пересечении нитей (положение 2).

Далее начинают одной рукой медленно поворачивать столик с призмой таким образом, чтобы изображение щели не сходило с пересечения нитей. В некоторый момент замечают, что перемещение щели прекращается и при дальнейшем повороте столика с призмой в ту же сторону изображение щели начинает двигаться в обратном направлении. Это положение трубы 3 отмечают, делая отсчет по нониусу.

Затем снимают призму и направляют зрительную трубу так, чтобы ее ось являлась продолжением оси коллиматора (положение 1 на рис. 3). Изображение щели коллиматора ловят на пересечении нитей и делают отсчет по нониусу.

Разность отсчетов 1 и 3 дает искомый угол σ .

Определив таким образом углы A и σ , находят по формуле (9) показатель наименьшего преломления n . Он соответствует лучам той длины волн, для которой определялся угол наименьшего отклонения.

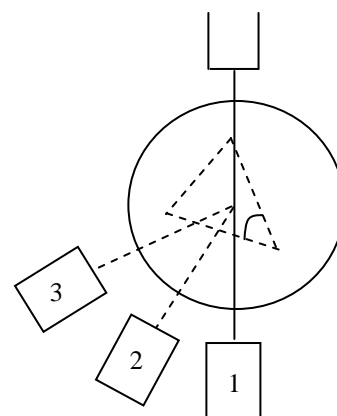


Рис. 3

Ход работы

1. Определить показатель преломления стеклянной призмы для всех длин волн: красная (623 нм), желтая (578 нм), зеленая (546 нм), голубая (491 нм), синяя (436 нм), фиолетовая (406 нм).

2. Построить кривую дисперсии, откладывая по оси абсцисс длины волн, а по оси ординат – соответствующие показатели преломления.