



Московский Физико-Технический Институт

Отчет по эксперименту

4.4.3.

Изучение призмы с помощью
гониометра

Выполнила:
Малиновская София

Группа:
Б05-102

Цель работы

Знакомство с работой гониометра, исследование дисперсии стеклянной призмы и определение характеристик призмы как спектрального прибора.

В работе используются

Гониометр, ртутная лампа, призма, стеклянная плоскопараллельная пластинка, призмennyй уголковyyй отражатель.

Теоретическая сводка

Гониометр используется для точного определения углов, а значит с его помощью можно точно определять показатели преломления и преломляющие угла призм и кристаллов, измерять длины волн спектральных линий и прочее. Например, показатель преломления удобно определять по углу наименьшего отклонения. При это показатель преломления определяется формулой

$$n = \frac{\sin \frac{\alpha + \delta}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (1)$$

где α – преломляющий угол призмы, δ – угол минимального отклонения, n – показатель преломления.

Если n_F – показатель преломления голубой линии водорода, n_D – показатель преломления желтого дублета натрия, n_C – показатель преломления красной линии водорода, то можно определить

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

$$\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} \quad (3)$$

Также можно оценить разрешающую способность призмы по дисперсионной кривой (графику зависимости n от λ)

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = b \frac{dn}{d\lambda} \quad (4)$$

где $\delta\lambda$ – минимальный интервал длин волн из критерия Релея, b – размер основания призмы.

Ход работы

Юстрировка гониометра настроили зрительную трубу, предметный столик, коллиматор, входную щель, начало отсчета. В общем, настроили все, что смогли. При этом ноль отсчета углов составляет $193^\circ 11' 23''$. Установили призму.

Измерение преломляющего угла для этого установим трубу последовательно перпендикулярно обоим преломляющим гранями призмы, измерив углы, соответствующие этим положениям ($193^\circ 11' 23''$ и $76^\circ 9' 45''$). По ним можем определить преломляющий угол призмы $\alpha = 62^\circ 58' 22''$.

Минимальный угол отклонения для этого сначала найдем спектр, получаемый с помощью призмы. Затем настроим на него зрительную трубу и измерим минимум отклонения для каждой из спектральных линий. Результаты занесем в табл. 1.

Таблица 1: Координаты спектральных линий

№	K_1	K_2	1	2
δ	139°06'39"	138°26'07"	137°50'03"	137°48'06"
№	3	4	5	6
δ	137°15'59"	135°58'19"	133°48'53"	131°48'53"

Пользуясь формулой (1), рассчитаем показатели преломления n для всех значений угла из табл. 1. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2: Показатели преломления

№	K_1	K_2	1	2	3	4	5	6
λ , нм	690.7	623.4	579.1	577.0	546.1	491.6	435.8	404.7
n	1.6329	1.6388	1.6440	1.6443	1.6488	1.6597	1.6774	1.6932

Погрешность измерения считаем за $0^\circ 0' 1''$. При этом погрешность измерений n слишком мала, а потому не учитывается.

Теперь построим дисперсионную кривую (рис. 1).

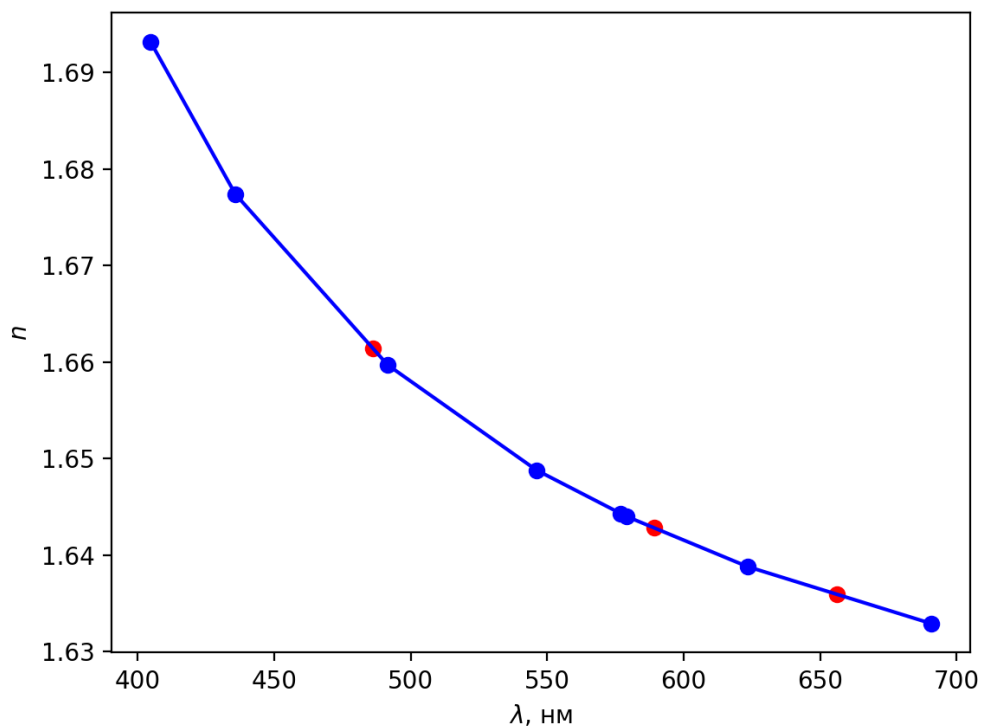


Рис. 1: Дисперсионная кривая

Из графика получаем $n_D = 1.6428$, $n_F = 1.6614$, $n_C = 1.6359$. По формуле (2) находим $D = 0.0255$. По формуле (3) найдем число Аббе $\nu = 28.5$. По этим параметрам можем предположить, что исследуемая призма сделана из тяжелого флинта (рис. 2).

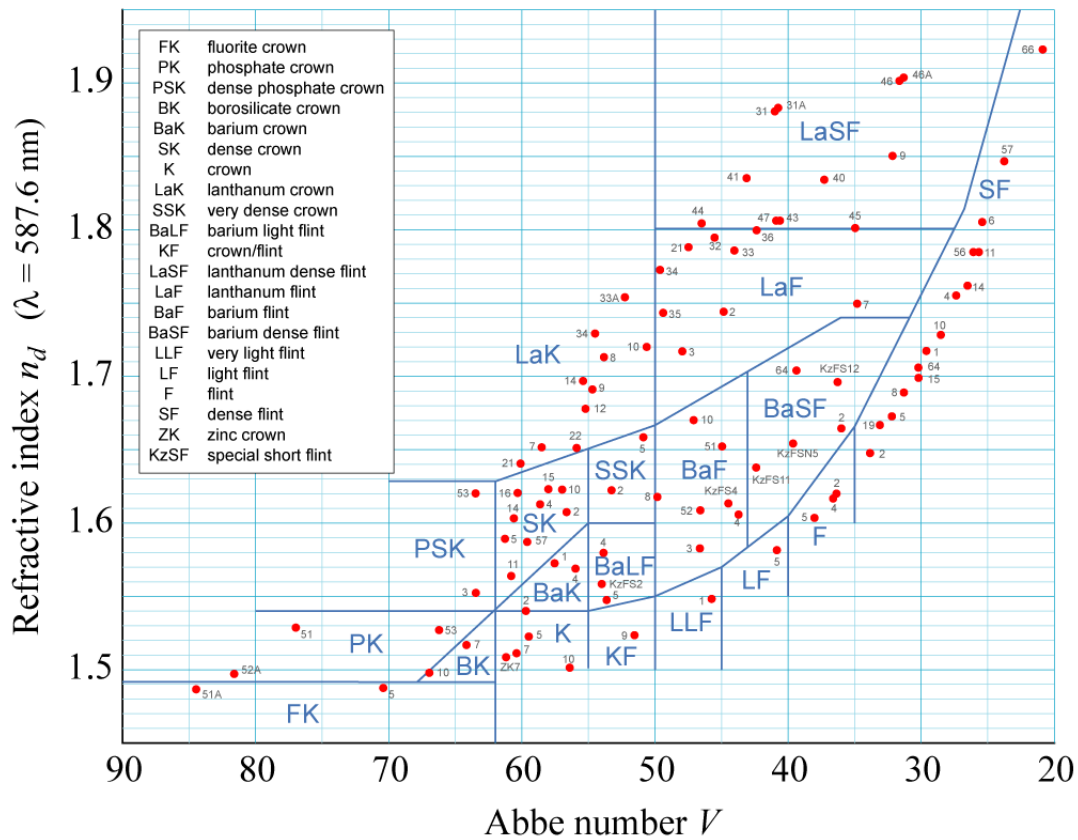


Рис. 2: Диаграмма Аббе для стекол[1]

Длина основания призмы равна $b = 73 \text{ мм}$. Из графика минимальное значение $\frac{dn}{d\lambda} = 8.767 \cdot 10^{-4}$. Тогда по формуле (4) можем найти $R \approx 3400$. При этом $R \approx 300$, если считать по измерениям желтого дублета ($\delta\lambda = 20 \cdot 10^{-10} \text{ м}$). Отсюда реальный рабочий размер основания призмы составляет 3 мм. Также определим угловую дисперсию по измерениям для желтого дублета $d\phi/d\lambda = 0.03^\circ/\text{нм}$.

Вывод

Мы исследовали призму с использованием гониометра:

- построили ее дисперсионную кривую (рис. 1)
- определили среднюю дисперсию $D = 0.0255$
- определили число Аббе $\nu = 28.5$
- определили характерные показатели преломления $n_D = 1.6428$, $n_F = 1.6614$, $n_C = 1.6359$

По этим данным определили, что скорее всего призма изготовлена из тяжелого флинта. Также оценили разрешающую способность призмы $R \approx 300$ по желтому дублету и $R \approx$

6300 по углу наклона дисперсионной кривой. Отсюда сделали вывод, что реальный рабочий размер основания призмы значительно отличается от измеренного непосредственно. Также оценили угловую дисперсию призмы $d\phi/d\lambda = 0.03^\circ/\text{нм}$.

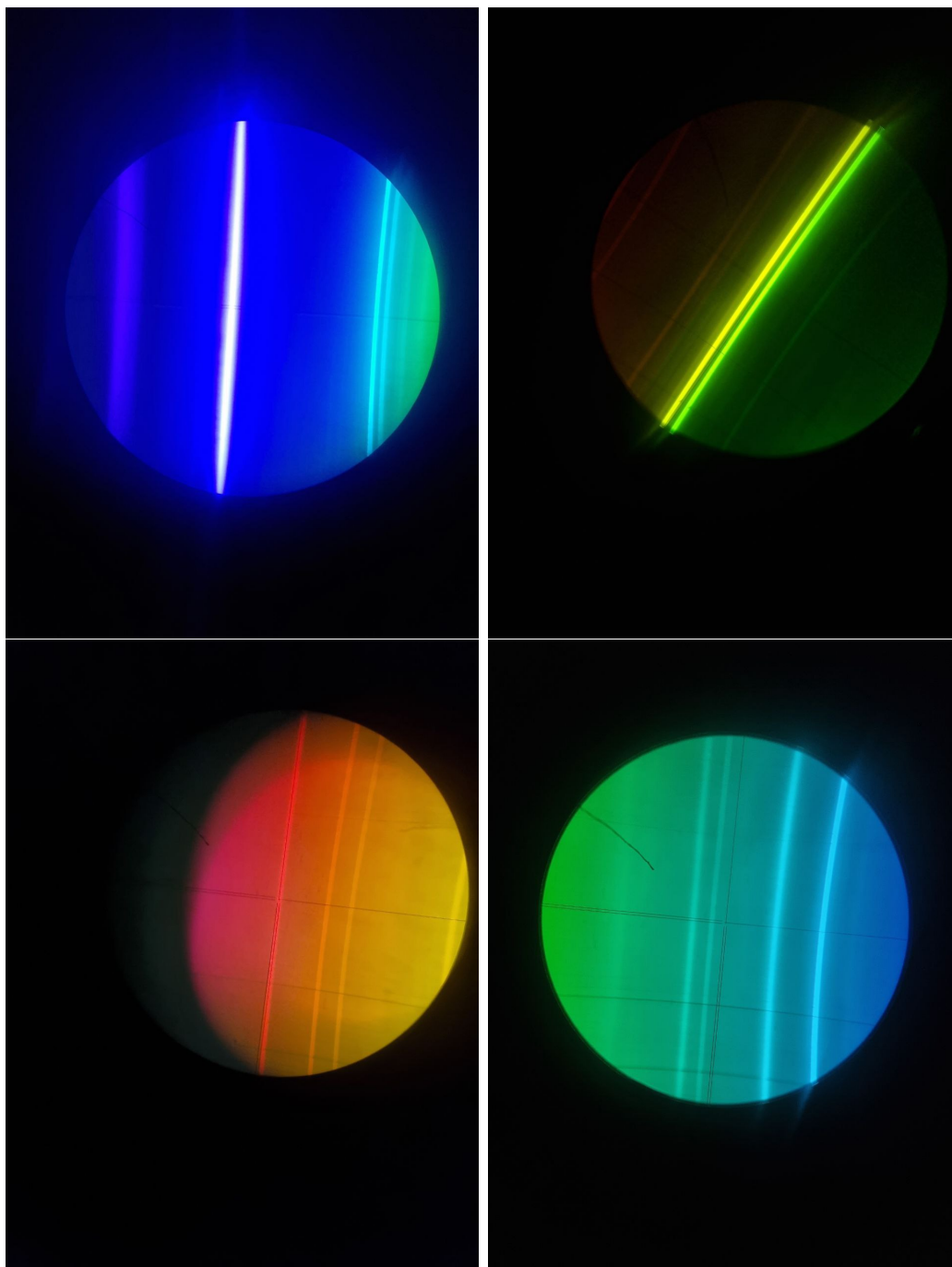


Рис. 3: Фотографии спектра ртутной лампы

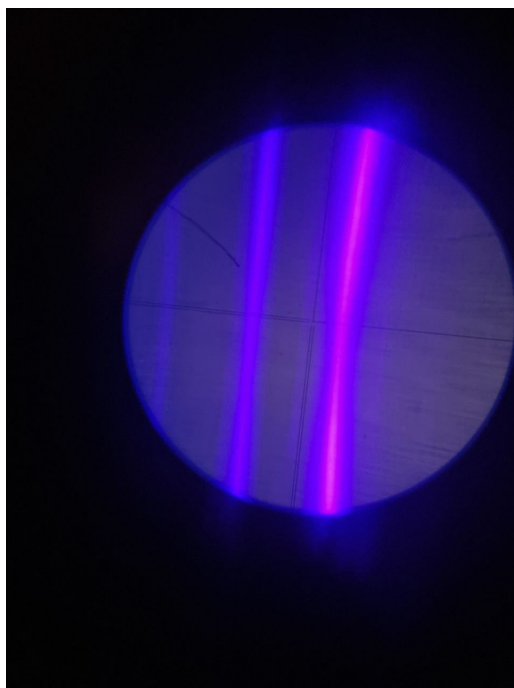


Рис. 4: Фотографии спектра ртутной лампы

Литература

1. The Properties of Optical Glass. Schott Series on Glass and Glass Ceramics. 1998. ISBN 978-3-642-63349-2.