

Лабораторна робота № 32.04

ВИВЧЕННЯ ДИСПЕРСІЙНОЇ СПЕКТРАЛЬНОЇ ПРИЗМИ

Мета роботи: Визначення показників заломлення речовини спектральної призми та оцінка її дисперсійних характеристик

Прилади і матеріали: гоніометр Г5М, тригранна скляна призма, плоскопаралельна пластинка, ртутна лампа.

Опис установки

Дана лабораторна робота виконується на гоніометрі типу Г5М (рис. 1).

Гоніометр Г5М складається з таких *основних* частин: коліматора 1, суміщеного з ртутною лампою, яка захищена металевим кожухом 2, поворотного столика 3, зорової труби 4 та основи гоніометра 5. На поворотному столику 3 розміщують досліджуваний об'єкт.

Коліматор призначений для одержання паралельного пучка променів. Основними оптичними елементами коліматора є об'єктив 6 і вхідна щілина (в гоніометрі Г5М щілина є закритою кожухом ртутної лампи).

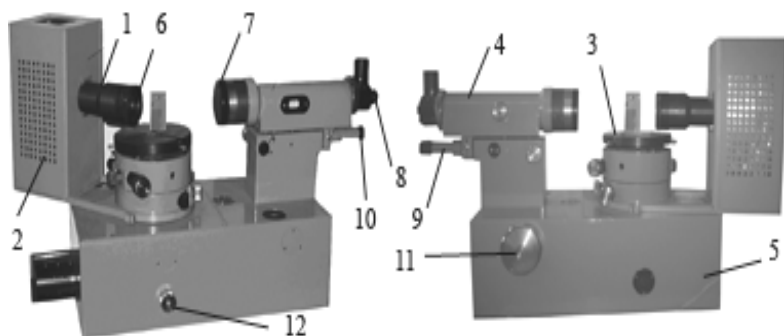


Рис. 1

1 – коліматор; 2 – ртутна лампа в металевому кожусі; 3 – поворотний столик; 4 – зорова труба.

5 – основа гоніометра; 6 – об'єктив коліматора; 7 – об'єктив зорової труби; 8 – окуляр зорової труби; 9 – відліковий мікроскоп; 10 – окуляр відлікового мікроскопа; 11 – маховичок відлікового мікроскопа; 12 – маховичок для повороту лімба.

Зорова труба 4 складається з об'єктива 7 і окуляра 8. Об'єктиви коліматора і зорової труби за конструкції є

однаковими. Оптична схема окуляра 8 зорової труби наведена на рис.2,а. Світло від лампи *Л* проходить через захисну пластинку *П* і попадає на автоколімаційну сітку *А*, яка має дві взаємно перпендикулярні щілини (рис. 2,б), а далі – на дві призми *Р*. На гіпотенузній грані призм нанесено напівпрозорий шар з коефіцієнтом відбивання ~50%. Якщо дивитися в зорову трубу з боку столика гоніометра, то можна побачити хрестовидну мітку, що світиться.

При юстуванні гоніометра на предметному столику 3 розміщують предмет з відбиваючою плоскою поверхнею. Після відбивання від плоскої поверхні предмета пучок променів повертається назад в зорову трубу 4. В цьому випадку світне перехрестя можна побачити через окуляр зорової труби. В окулярі є сітка *С*, на якій зображено відлікове перехрестя (рис. 2,в). Через окулярні лінзи *О* треба розглядати співставленні зображення двох перехресть. Чіткість спостережуваного зображення відлікового перехрестя регулюється обертанням оправы окуляра.

В середній частині основи 5 гоніометра розташований поворотний столик 3 з відліковим пристроєм – *лімбом*. Лімб освітлюється лампою, яка розміщена в основі гоніометра. Для зручності проведення вимірювань в гоніометрі передбачена можливість *повертання лімба відносно столика* за допомогою маховичка 12. Це робиться у випадку проведення вимірювань на різних ділянках лімба. Крім цього, *повертання лімба разом зі столиком 3* можна робити грубо (від руки) і точно – за допомогою з мікрометричного гвинта, закріпленого на корпусі поворотного столика. Також конструкція гоніометра передбачає *повертання столика при нерухомому лімбі*. Нахил предметного столика можна регулювати в двох площинах за допомогою регулювальних гвинтів.

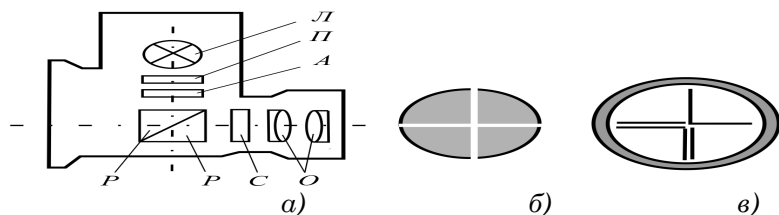


Рис. 2

Щоб зняти відлік значення кута за лімбом, потрібно за допомогою оптичного мікрометра зорової труби точно сумістити між собою зображення нижніх і верхніх штрихів лімба, які можна спостерігати в лівому вікні окуляра відлікового мікроскопа (рис.3), причому одне зображення пряме, а друге – обернене.

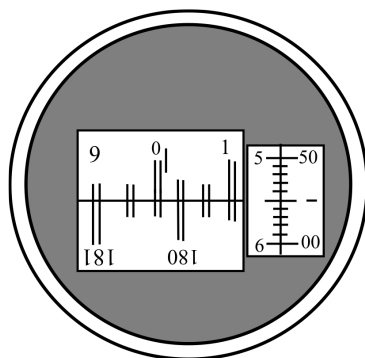


Рис. 3

Число градусів буде дорівнювати видимій найближчій лівій від вертикального індексу цифрі. **Число десятків хвилин** дорівнює числу інтервалів, обмежених верхнім штрихом, який відповідає числу відрахованих градусів і нижнім оцифрованим штрихом, який відрізняється від верхнього на 180^0 . **Число одиниць хвилин** відраховується за шкалою мікрометра (ноніусом) в правому вікні за лівим рядом чисел, а **число десятків секунд** – за правим рядом чисел. **Число одиниць секунд** дорівнює числу поділок, які знаходяться поміж штрихами, що відповідають відліку десятків секунд і нерухомому горизонтальному індексу. Положення, що показане на рис.3 відповідає відліку $0^015'55''$. Точність відліку кутів гоніометром Г5М становить не гірше $5''$.

Для вимірювання призм різних розмірів гоніометр комплектується набором кілець, за допомогою яких можна змінювати висоту столика таким чином, щоб середина призми була розташована на одній висоті з оптичною віссю об'єктивами (приблизно).

Послідовність виконання роботи

Для визначення заломлюючого кута скляної призми і оцінки її дисперсійних характеристик необхідно:

1. Увімкнути ртутну лампу в мережу 220 В і перевірити установлення зорової труби 4 на “безмежність”, а коліматора – на “паралельність”. При їх правильному встановленні в окулярі 8 зорової труби одночасно видно різкі зображення щілини та вертикальної нитки окуляра зорової труби. **УВАГА! Цей пункт роботи виконується під наглядом керівника лабораторних робіт.**
2. *Визначити напрямок невідхиляючого променя.* Для цього, обертаючи зорову трубу 4, сумістити вертикальну нитку окуляра 8 зорової труби із серединою зображення щілини. В цьому положенні зробити відлік α_0 за лімбом і ноніусом.
3. Розмістити на предметному столику 3 гоніометра досліджувану призму так, щоб бісектриса її заломлюючого кута δ була приблизно перпендикулярна до осі коліматора. Обертаючи рукою столик з призмою в бік основи призми, оком відшукати зображення щілини у вигляді **жовтої** смужки, і встановити в цьому напрямку зорову трубу.
4. Повільно обертати столик з призмою за напрямком зменшення кута відхилення променя і спрямовувати зорову трубу 4 за рухомим зображенням щілини. Зафіксувати момент, коли зображення щілини зупиниться і почне рухатися в протилежному напрямку при незмінному напрямку обертання столика. Це положення столика і зорової труби відповідає *куту найменшого відхилення* $\varphi_{\min}$.
5. Закріпити столик і сумістити вертикальну нитку зорової труби зі серединою зображення щілини. За лімбом і ноніусом зробити відлік α_1 .
6. Повторити вимірювання згідно п.п. 3–5 для всіх видимих ліній спектру і зробити відліки $\alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_5$. Результати вимірювань записати в таблицю 1.

Таблиця 1

№ з/п	1	2	3	$\alpha_{сер.}$	φ_{min}	n	∂n	ν	$\beta_{жс}$	$\beta_{ф}$
α_0				xxx x	xxx x	xxx x				
α_1										
...										
α_5										

- Обчислити для кожної спектральної лінії значення кутів найменшого відхилення φ_{min} як різницю між відліками α_0 та α_i ($i = 2, 3, 4, \dots$).
- Розрахувати показники заломлення для всіх ліній видимого спектру за формулою (2.37):

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta_1} = \frac{\sin\left(\frac{\varphi_{min} + \delta}{2}\right)}{\sin\left(\frac{1}{2}\delta\right)}. \quad (1)$$

- За отриманими значеннями показника заломлення побудувати графік залежності $n = f(\lambda)$.
- Обчислити середню дисперсію ∂n за формулою:

$$\partial n = n_F - n_C, \quad (2)$$

де n_F і n_C – показники заломлення для голубої і червоної ліній водню ($\lambda_F = 486,1 \text{ нм}$, $\lambda_C = 656,3 \text{ нм}$). Значення n_F і n_C знайти з графіка $n = f(\lambda)$, одержаного в п.9.

- Обчислити коефіцієнт ν середньої дисперсії (число Аббе) призми за формулою:

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

де n_D – показник заломлення для жовтої лінії натрію ($\lambda_D = 589,3 \text{ нм}$).

12. Користуючись графіком залежності $n = f(\lambda)$ і формулою

$$\beta = \frac{2}{\sqrt{4 - n^2}} \cdot \frac{dn}{d\lambda} \quad (4)$$

визначити значення кутової дисперсії β для жовтої та фіолетової області спектра.

Для скла гатунку ТФ-5:

$$\frac{dn}{d\lambda} = 3200 \text{ см}^{-1} \text{ у фіолетовій частині спектра; } \frac{dn}{d\lambda} = 1170 \text{ см}^{-1} \text{ у}$$

жовтій частині спектра.

13. Результати обчислень записати в таблицю 1.

Контрольні запитання

1. Що таке дисперсія світла? Які види дисперсії ви знаєте?
2. Які дисперсійні характеристики призми?
3. Вкажіть застосування явища дисперсії.
4. Сформулюйте закон заломлення світла на межі розділу двох прозорих середовищ.
5. Яке фізичне значення показника заломлення речовини?
6. Опишіть, з яких основних частин складається гоніометр Г5М?