

Wydział: Fizyki	Dzień: Poniedziałek 14-17 Data: 08.05.2017		Zespół: 8
Imiona i nazwiska: Marta Pogorzelska Paulina Marikin	Ocena z przygotowania:	Ocena ze sprawozdania:	Ocena końcowa:
Prowadzący:		Podpis:	

Ćwiczenie 34: Wyznaczanie dyspersji optycznej pryzmatu metodą kąta najmniejszego odchylenia

1 Cel badań

Celem doświadczenia było wyznaczenie krzywej dyspersji danego pryzmatu prostego.

2 Wstęp teoretyczny

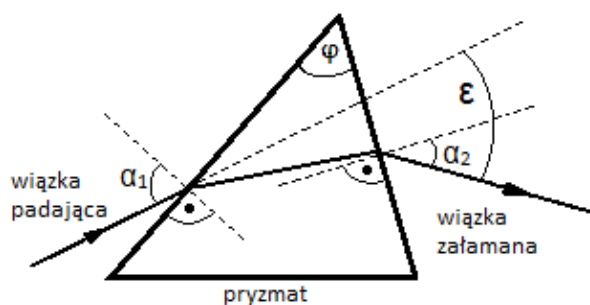
Dyspersja jest własnością optyczną materiałów zgodnie z którą, prędkość fali elektromagnetycznej poruszającej się przez dany materiał jest zależna od jej częstotliwości. Ponieważ współczynnik załamania danego ośrodka jest zależny od tejże prędkości, on także będzie się zmieniał w zależności od częstotliwości fali.

$$n(\nu) = \frac{c}{v(\nu)} \quad (1)$$

, gdzie n - współczynnik załamania światła, c - prędkość światła w próżni, v - prędkość światła w danym ośrodku, ν - częstotliwość fali

W przypadku światła białego, zawierającego fale o różnych częstotliwościach, zostanie ono rozszczerzone na pojedyncze wiązki, załamujące się pod innym kątem.

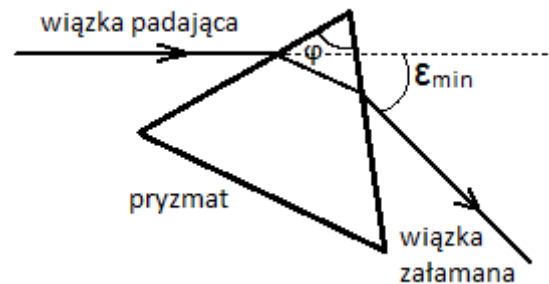
Wiązka światła monochromatycznego przy przechodzeniu przez pryzmat odchyła się o kąt ε , zawarty między pierwotnym jej biegiem a wiązką załamaną.



Rysunek 1: Kąt odchylenia ε wiązki światła przy przechodzeniu przez pryzmat.

Kąt odchylenia ε zależy m.in. on od kąta padania α i jest najmniejszy w sytuacji, gdy kąt padania α_1 i kąt wyjścia α_2 są równe. Jest to tzw. "przebieg symetryczny", dla którego, w oparciu o prawo Snelliusa, zachodzi równość:

$$n = \frac{\sin \frac{\varepsilon_{min} + \varphi}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}} \quad (2)$$



Rysunek 2: Kąt najmniejszego odchylenia ε_{min} dla tzw. przebiegu symetrycznego.

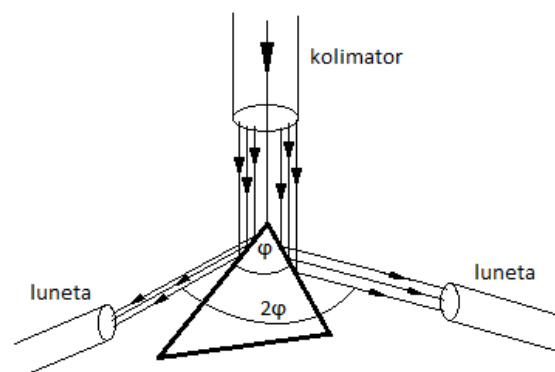
3 Opis układu i metody pomiarowej

Aparatura pomiarowa

- lampa sodowa
- lampa neonowa
- spektrometr

3.1 Kąt łamiący pryzmatu

Najpierw należało wyznaczyć kąt łamiący danego pryzmatu. W tym celu włączono lampę sodową i postawiono ją tak, by światło padało bezpośrednio przez kolimator spektrometru. Pryzmat ustawiono na stoliku tak, by kąt łamiący znajdował się naprzeciw kolimatora.



Rysunek 3: Kąt łamiący pryzmatu

Następnie, obserwując przez lunetę, należało wyregulować jego ostrość oraz szerokość obrazu szczeliny tak, by była możliwie jak najwęższa. Następnie odszukujemy wiązkę odbitą od jednej i drugiej ścianki

pryzmatu i odczytujemy przy pomocy kątomierza ich położenie katowe. Kąt łamiący φ wyznaczamy ze wzoru:

$$\varphi = \frac{a_L - a_P}{2} \quad (3)$$

, gdzie a_L, a_P - położenie katowe lunety dla każdej z odbitych wiązek

3.2 Kąt najmniejszego odchylenia

Kolejnym pomiarem potrzebnym w doświadczeniu był pomiar kąta najmniejszego odchylenia. Ustawiamy pryzmat tak, by wiązka światła padała na jedną ze ścianek i wyszukujemy lunetą wiązki załamanej barwy żółtej. Następnie manipulując stolikiem zmieniamy kąt padania, jednocześnie śledząc położenie wiązki przy pomocy lunety. Wiazka przesuwa się w prawo, by w pewnym momencie zatrzymać się i przy dalszym obrocie stolika zawrócić. Punkt zwrotny wyznacza kąt najmniejszego odchylenia ε_{min} , który zawarty jest pomiędzy położeniem katowym punktu zerowego oraz położeniem katowym lunety. (patrz rys.2)

$$\varepsilon_{min} = |a_0 - a_{lun}| \quad (4)$$

Położenie katowe punktu zerowego jest wyznaczone na końcu doświadczenia. Po wykonaniu pomiarów pryzmat zostaje zdjęty ze stolika i odczytane zostaje położenie katowe wiązki, dając położenie katowe punktu zerowego.

3.3 Pomiary właściwe

Nie zmieniając ustawienia stolika z pryzmatem wyznaczamy położenie katowe wiązki zielonej. Następnie, przy niezmiennianiu położenia stolika, wyłączamy lampę sodową, odstawiamy ją, włączamy lampę neonową i podstawiamy ją tak, by światło padało przez kolimator. Wykonujemy analogicznie pomiary dla lampy neonowej dla kilku najjaśniejszych linii barw i spisujemy ich położenie katowe.

4 Wyniki i analiza pomiarów

Kąt łamiący pryzmatu: $60^\circ 00'$

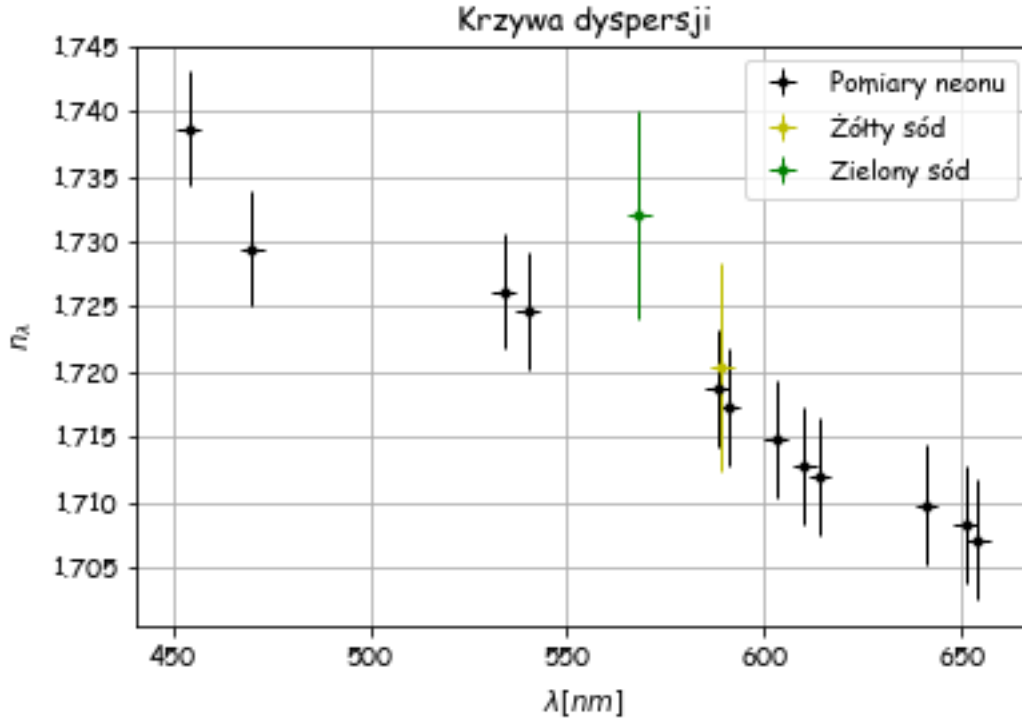
Kąt zerowy: $45^\circ 30'$

4.1 Pomiary dla sodu

- żółty $346^\circ 50'$ dla $\lambda = 589nm$
- zielony $345^\circ 30'$ dla $\lambda = 568nm$

4.2 Pomiary dla neonu

	$\lambda[nm]$	$\alpha[^\circ]$	$\alpha[']$
0	654	348	18
1	651	348	10
2	641	348	0
3	614	347	46
4	610	347	40
5	603	347	26
6	591	347	10
7	588	347	0
8	540	346	20
9	534	346	10
10	470	345	48
11	454	344	44



Rysunek 4: Wykres wartości wyliczonych ze wzoru 2 z dopasowaną krzywą

5 Analiza niepewności

Za niepewność pomiaru wartości kątowej wzięto:

$$\Delta\alpha = \sqrt{\left(\frac{\Delta_k}{3}\right)^2 + \left(\frac{\Delta_o}{3}\right)^2} \quad (5)$$

gdzie Δ_k - podziałka kątomierza: $2'$, a Δ_o - niepewność eksperymentatora: $2'$. Wyjątek stanowi kąt najmniejszego odchylenia gdzie, ze względu na martwy przedział niepewność wynosi $30'$. Niepewność długości fali oszacowano na 3nm

Dalsze niepewności wyliczano metodą propagacji niepewności:

- Kąt łamiący pryzmatu

$$\Delta\varphi = \sqrt{\left(\frac{\Delta\alpha_L}{2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\alpha_P}{2}\right)^2} \quad (6)$$

- Kąt najmniejszego odchylenia

$$\Delta\varepsilon_{min} = \sqrt{(\Delta\alpha)^2 + (\Delta\alpha_0)^2} \quad (7)$$

- Współczynnik załamania

$$\Delta n = \sqrt{\left(\Delta\varphi \frac{\sin\left(\frac{\varepsilon_{min}}{2}\right)}{\cos(\varphi) - 1}\right)^2 + \left(\Delta\varepsilon \frac{\cos\left(\frac{\varepsilon_{min}}{2} + \frac{\varphi}{2}\right)}{2 \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)}\right)^2} \quad (8)$$

Pochodne cząstkowe potrzebne do wyliczenia niepewności współczynnika załamania wyliczono i uproszczono przy użyciu funkcji *diff* oraz *simplify* pakietu *sympy* w pythonie.

6 Wnioski