

Wyznaczanie współczynnika załamania rutylu

Marcin Polkowski

28 kwietnia 2008

Streszczenie

Celem ćwiczenia było wyznaczenie współczynnika załamania rutylu dla promienia zwyczajnego i nadzwyczajnego metodą kąta najmniejszego odchylenia przy użyciu spektrometru.

1 Pomiary

1.1 Pomiar kąta łamiącego

Wiązkę światła puszczone na krawędź pryzmatu, oraz zmierzono pod jakimi kątami można zaobserwować wiązki światła odbite od pryzmatu. Zarejestrowano:

$$\varphi_a = 25^\circ 45' \pm 2'$$

$$\varphi_b = 325^\circ 17' \pm 2'$$

Kąt ostry pomiędzy tymi wiązkami wynosił:

$$\varphi' = \varphi_a + (360^\circ - \varphi_b) = 60^\circ 28' \pm 4'$$

Wiedząc, że:

$$\varphi = \frac{\varphi'}{2} \quad (1)$$

możemy wyznaczyć wartość kąta łamiącego pryzmatu, która wyniosła:

$$\varphi = 30^\circ 14' \pm 2'$$

Co okazało się zgodne oczekiwaniami.

1.2 Pomiar współczynnika załamania

W pierwszej kolejności zmierzono kąty po jakimi rozchodziły się promienie zwyczajnie i nadzwyczajne po załamaniu na pryzmacie z rutylu. Pryzmat był ustawiony w taki sposób, aby mierzony kąt był najmniejszym możliwym (metoda kąta najmniejszego odchylenia). Takim sposobem możliwe było obliczenie współczynnika załamania n ze wzoru:

$$n = \frac{\sin \frac{\varphi + \alpha}{2}}{\sin \frac{\varphi}{2}}$$

gdzie φ jest kątem łamiącym, a α kątem odchylenia promienia¹.

Pomiary zostały zebrane i przedstawione w tabeli 1.

Jak widać wartość współczynnika załamania n zależy od długości fali. Zależność współczynnika załamania światła od długości fali λ opisuje dość dobrze wzór Cauchy'ego:

$$n(\lambda) = a + \frac{b}{\lambda^2} + \frac{c}{\lambda^4} + \dots$$

gdzie a , b , c są stałymi charakterystycznymi dla danej substancji. Dobrym przybliżeniem będzie pozostawienie dwóch pierwszych członów wzoru:

$$n(\lambda) = a + \frac{b}{\lambda^2} \quad (2)$$

Dla pomiarów współczynnika załamania dla promienia zwyczajnego i nadzwyczajnego znaleziono wartości współczynników a i b metodą regresji liniowej. Uzyskane wartości przedstawiono w tabeli 2.

¹wartości zmierzonych kątów α zostały zaktualizowane o stałą, wynikającą ze złego położenia początku skali. Stała ta wyniosła $6^\circ 06'$.

Tabela 1: Wyniki pomiarów

Rodzaj promienia	Rodzaj lampy	Kolor promienia	Długość fali [nm]	Kąt α	Współczynnik załamania
Zwyczajny	Rtęciowa	Czerwony	612	54°42'	2,59 ± 0,03
Zwyczajny	Rtęciowa	Zielony	546	56°49'	2,64 ± 0,03
Zwyczajny	Rtęciowa	Fioletowy	490	60°02'	2,72 ± 0,03
Zwyczajny	Sodowa	Żółty	574	55°06'	2,60 ± 0,03
Nadzwyczajny	Rtęciowa	Czerwony	612	66°43'	2,87 ± 0,03
Nadzwyczajny	Rtęciowa	Zielony	546	69°55'	2,94 ± 0,03
Nadzwyczajny	Rtęciowa	Fioletowy	490	65°15'	2,84 ± 0,03
Nadzwyczajny	Sodowa	Żółty	574	68°16'	2,90 ± 0,03

2 Podsumowanie

Według tablic współczynnik załamania rutyłu dla fali o długości 590 nm:

- dla promienia zwyczajnego: $n = 2,616$
- dla promienia nadzwyczajnego: $n = 2,903$

Wartości te okazały się zgodne z uzyskanymi doświadczalnie (wyliczonymi ze wzoru (2) z uwzględnieniem stałych z tabeli 2).

3 Bibliografia

Do sporządzenia niniejszego opisu wykorzystane zostały wiadomości z następujących źródeł:

- Instrukcja do ćwiczenia
- John R. Tylor, *Wstęp do analizy błęd pomiarowego*, Warszawa 1995
- Notatki własne

Tabela 2: Wyniki pomiarów

Rodzaj promienia	a	b
Zwyczajny	2,33 ± 0,04	$(9,068 \pm 1,084) \cdot 10^{-14}$
Nadzwyczajny	2,98 ± 0,15	$(-2,793 \pm 4,485) \cdot 10^{-14}$