

Kacper Kulczycki

Zadanie O3

Badanie widm przy pomocy spektrometru

Warszawa 2002

Wstęp

Celem doświadczenia było wyznaczenie:

- kąta łamiącego pryzmatu,
- krzywej dyspersji (zależność długości fali od kąta najmniejszego załamania),
- krzywej zależności współczynnika załamania od długości fali,
- długości fal widma emisyjnego wodoru,
- stałej Rydberga.

Teoria

Ad. a.

$$\varphi = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \quad \text{wz.1.}$$

Ad. b.

$$\delta_{\min} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} \quad \text{wz.2.}$$

co daje po podstawieniu:

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\varphi + \delta_{\min}}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)} \quad \text{wz.3.}$$

Ad. e.

$$R = \frac{1}{\lambda \left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right)} \quad \text{wz.4.}$$

gdzie:

φ - kąt łamiący pryzmatu,

α_1 – kąt odbicia promienia światła, padającego na kąt łamiący pryzmatu, od prawej ściany (tworzącej kąt łamiący),

α_2 – kąt odbicia promienia światła, padającego na kąt łamiący pryzmatu, od lewej ściany (tworzącej kąt łamiący),

δ_{\min} - kąt najmniejszego odchylenia,

ε_1 – kąt odchylenia „na lewą stronę obrazu interferencyjnego”,

ε_2 – kąt odchylenia „na prawą stronę obrazu interferencyjnego”,

n – współczynnik załamania światła o danej długości,

R – stała Rydberga

λ - długość załamywanej fali

n_1 – główna liczba kwantowa wyższego poziomu energetycznego,
 n_2 – główna liczba kwantowa niższego poziomu energetycznego.

Przebieg doświadczenia

Po wyregulowaniu spektrometru, w pierwszej części zmierzone zostały kąty odbicia światła, padającego na kąt łamiący pryzmatu, od boków tworzących ten kąt..

W drugiej części w wyniku obserwacji widma Helu (punktu „ środka ” obrazu interferencyjnego) wyznaczone zostały kąty najmniejszego odchylenia, dla danych długości fal, a tym samym krzywa dyspersji.

Następnie zaobserwowane zostało widmo Wodoru, a na jego podstawie wyznaczona stała Rydberga.

Wyniki i wnioski

Po zebraniu sześciu pomiarów podstawieniu do wzoru 1., i wzięciu z nich średniej:

$$\varphi = \underline{45,446 \pm 0,010}^\circ$$

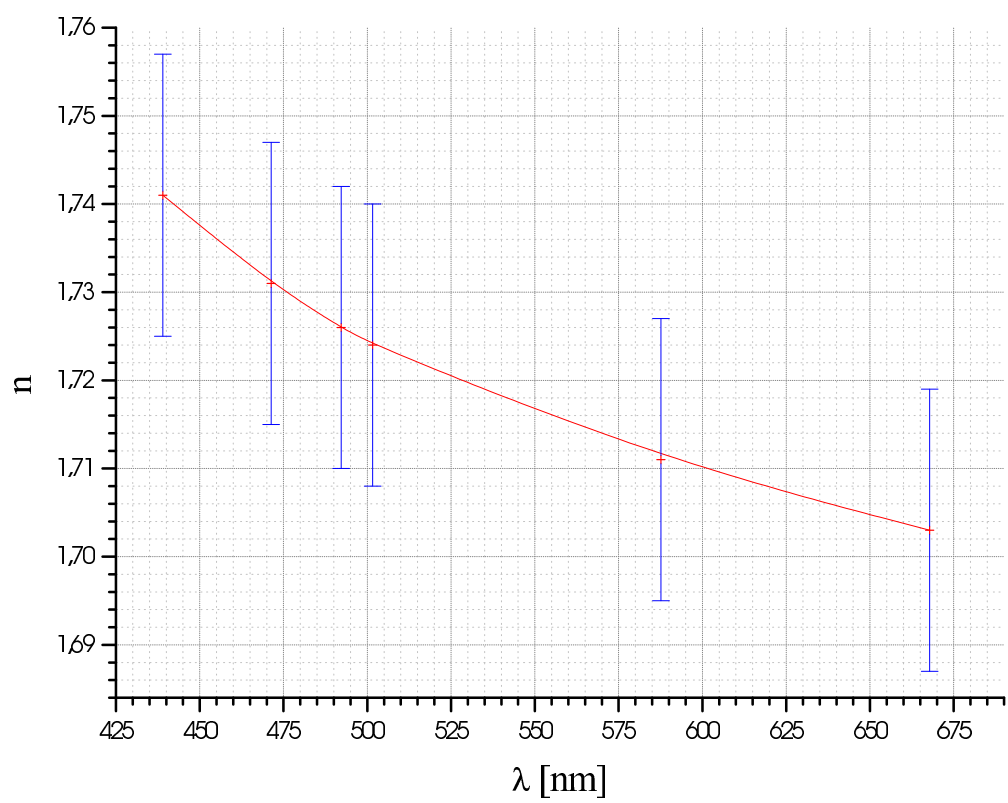
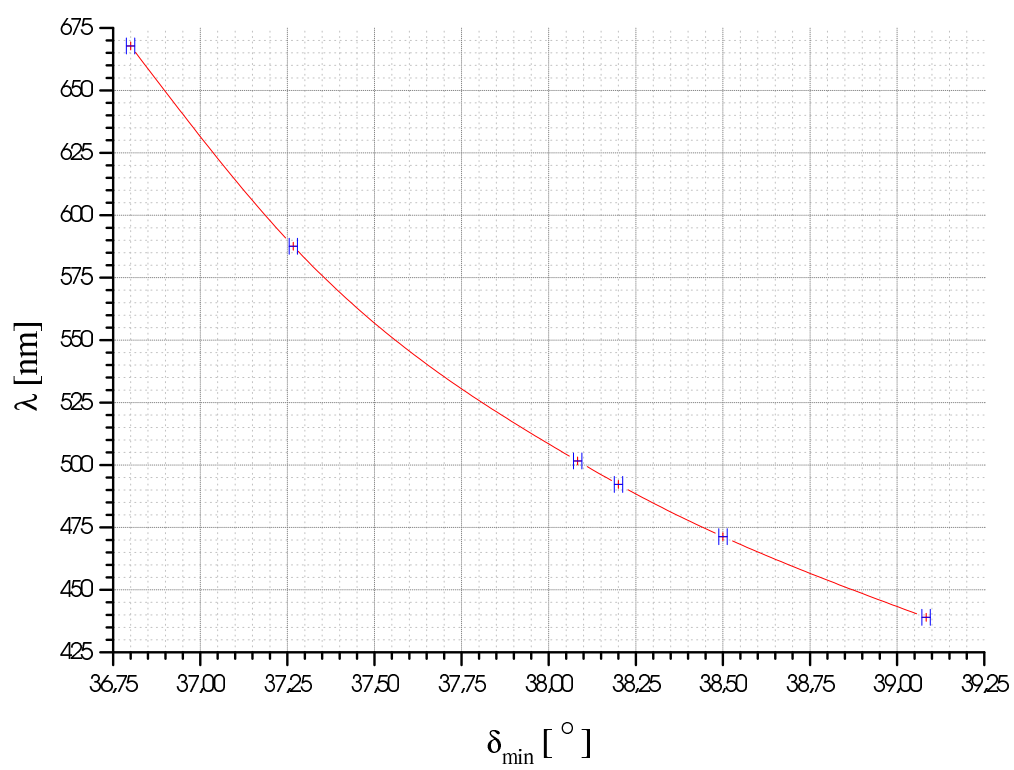
Długości fal poszczególnych prążków odczytane z tablic, kąty obliczone ze wz.2.:

kolor linii	λ [nm]	δ_{\min} [°]	$\Delta\delta_{\min}$ [°]
Czerwony	667,8	36,800	0,012
Żółty	587,6	37,267	0,012
Zielony	501,6	38,083	0,012
Niebieskozielony	492,2	38,200	0,012
Niebieski	471,3	38,500	0,012
Fioletowy	439,0	39,083	0,012

Podstawiając te, wyniki do wzoru 3.:

λ [nm]	n	Δn
667,8	1,703	0,016
587,6	1,711	0,016
501,6	1,724	0,016
492,2	1,726	0,016
471,3	1,731	0,016
439,0	1,741	0,016

Uzyskane wyniki można zilustrować wykresami:



Dla widma Wodoru:

Dla czerwonego prążka:

$$\delta_{\min} = \underline{36,833 \pm 0,0124}^{\circ},$$

co daje z pierwszego wykresu:

$$\lambda = \underline{662,2 \pm 33 \text{ nm}} \text{ (błąd oszacowany na 5 \% tej wartości),}$$

a z tablic:

$$\lambda = 656,3 \text{ nm.}$$

Różnica między tymi wartościami stanowi ok.1 % wartości tablicowej.

Dla zielonego prążka:

$$\delta_{\min} = \underline{39,250 \pm 0,012}^{\circ},$$

czyli, z wykresu:

$$\lambda = \underline{433,0 \pm 22 \text{ nm}} \text{ (ekstrapolowane do tej wartości, błąd – tak jak wyżej),}$$

z tablic:

$$\lambda = 486,1 \text{ nm.}$$

Różnica między tymi wartościami - ok.11 % wartości tablicowej.

Czyli stała Rydberga dla tych dwóch prążków:

dla czerwonego prążka:

$$\underline{\mathbf{R = 10870000 \pm 540000 \text{ m}^{-1}}},$$

dla zielonego prążka:

$$\underline{\mathbf{R = 12320000 \pm 620000 \text{ m}^{-1}}},$$

natomiast wartość tablicowa:

$$\underline{\mathbf{R = 10967758 \text{ m}^{-1}}}.$$

Widać od razu, że obie wyznaczone wartości są zgodne z tablicową w granicach swoich błędów. (Błędy wynikające z oszacowanych błędów długości fal, prążków widma Wodoru.)

Na końcu można zastanowić się, dlaczego współczynnik załamania światła dla tego pryzmatu wyszedł tak duży (większość szkła i przezroczystych tworzyw sztucznych ma $n = 1,5 \div 1,8$). Podejrzewam, że wynikało to z niewielkiego rozstrojenia spektrometru, podczas doświadczenia. Mogło się również zdarzyć, że z jakiegoś powodu popełniany był błąd systematyczny.