

## Ćwiczenie 401a.

### **Temat: Wyznaczanie współczynnika załamania światła i dyspersji cieczy za pomocą refraktometru Abbego.**

#### **I. Literatura:**

1. S. Szczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz. IV
2. R. Resnick, D. Halliday, Fizyka, t. 1.
3. Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki w politechnice, praca zbiorowa pod redakcją T. Rewaja

#### **II. Tematy teoretyczne**

1. Zasada Fermata, prawo odbicia i załamania, kąt graniczny, dyspersja.
2. Dyfrakcja Fresnela i Fraunhofera.

#### **III. Metoda pomiarowa:**

Pomiar współczynnika załamania cieczy oparty jest na pomiarze kąta granicznego przy przejściu promieni świetlnych z badanej cieczy do szkła pryzmatu (o większym współczynniku załamania niż ciecz). Światło rozproszone pada ze strony cieczy na szkło pod wszystkimi kątami padania od  $0^\circ$  do  $90^\circ$ , a do pryzmatu wchodzi w stożku o kącie rozwarcia  $2\alpha_{gr}$  (patrz [3] str.340).  $\alpha_{gr}$  zależy od współczynników załamania badanej cieczy  $n$  i szkła pryzmatu  $n_p$ . zgodnie z wzorem

$$n = n_p \cdot \sin \alpha_{gr}$$

Do pomiaru używa się światła białego, więc zmierzony współczynnik załamania  $n_D$  jest współczynnikiem średnim, odpowiadającym długości linii D Fraunhofera ( $\lambda=589,6\text{nm}$ ). Refraktometr Abbego umożliwia także pomiar dyspersji cieczy, a ściślej różnicy współczynnika załamania dla dwóch leżących w pobliżu skrajów widma widzialnego linii: czerwonej linii Fraunhofera ( $\lambda=656,3\text{nm}$ ) oraz fioletowej linii Fraunhofera ( $\lambda=486,1\text{nm}$ )

#### **IV. Przyrządy i materiały:**

Refraktometr Abbego, źródło światła (lampa stołowa), badane ciecze, środki do przemywania pryzmatu (denaturat, ręcznik papierowy)

#### **V. Wykonanie ćwiczenia:**

1. Odchylić górny pryzmat w górę do oporu, oczyścić powierzchnię obu pryzmatu za pomocą kawałka ręcznika zwilżonego denaturatem.
2. Umieścić parę kropli cieczy badanej na powierzchni pryzmatu refraktometrycznego, opuścić lekko pryzmat oświetlający tak, aby ciecz utworzyła cieniutką, równą warstwę między pryzmatami.
3. Odsłonić okienko na pryzmacie oświetlającym i skierować tam wiązkę światła z lampki.
4. Za pomocą pokrętła okularu ustawić ostry obraz krzyża widocznego przez okular w górnej części obrazu.
5. Za pomocą lewego pokrętła znaleźć miejsce, w którym widać granicę dwóch różniących się obszarów.
6. Za pomocą prawego pokrętła uzyskać wyraźną, ostrą i bezbarwną linię rozgraniczającą te obszary i odczytać na obwodzie pokrętła wartość liczby **Z**. Wpisać ją do tabeli.
7. Za pomocą lewego pokrętła ustawić linię rozgraniczającą widoczne obszary dokładnie na przecięciu widocznych w okularze linii.
8. Za pomocą lusterka znajdującego się obok lewego pokrętła oświetlić widoczną przez okular zieloną skalę tak, aby były widoczne wyraźnie podziałki skali.

9. Z górnej części skali odczytać wartość współczynnika załamania cieczy z dokładnością do 0,0005 i wpisać ją do tabeli.

10. Jeszcze dwukrotnie powtórzyć dla tej cieczy pomiary opisane w punktach 6-7-9 (nie wymieniając cieczy).

11. Opisane wyżej czynności powtórzyć dla pozostałych cieczy badanych, pamiętając, aby za każdym razem dokładnie oczyścić obie powierzchnie pryzmatów.

12. Wyniki umieścić w tabeli 1:

Tabela1

Nr cieczy	POMIAR $n_D$			$\bar{n}_D$	$u(\bar{n}_D)$	POMIAR $Z$			$\bar{Z}$	$u(\bar{Z})$
	1	2	3			1	2	3		
1										
2										
3										
4										
5										

$u_a(\bar{n}_D)$  oraz  $u_a(\bar{Z})$  obliczyć jako odchylenia standardowe od wartości średniej.

$$u_a(\bar{n}_D) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (\bar{n}_D - n_i)^2}{3 \cdot 2}} \quad u_a(\bar{Z}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (\bar{Z} - Z_i)^2}{3 \cdot 2}}$$

$$u(\bar{n}_D) = \sqrt{u_a^2(\bar{n}_D) + \frac{\Delta^2(n_D)}{3}} \quad u(\bar{Z}) = \sqrt{u_a^2(\bar{Z}) + \frac{\Delta^2(Z)}{3}}$$

gdzie  $\Delta(n_D) = 0,0005$ ,  $\Delta(Z) = 0,5$ ,

W tej instrukcji użyłem oznaczeń:

$u_a$  - niepewność typu A,

$\Delta(n_D), \Delta(Z)$  - niepewności maksymalne typu B,

$u$  (bez indeksu)- niepewność całkowita

W dalszej części dla uproszczenia zapisu oznaczyłem  $\bar{n}_D$  jako  $n$  (czyli  $n = \bar{n}_D$ ),  $\bar{Z}$  jako  $Z$  (czyli  $Z = \bar{Z}$ ) oraz  $\Delta n = n_F - n_c$ .

13. Aby wyznaczyć dyspersję  $\Delta n$  i jej niepewność  $u(\Delta n)$  uzupełnij tabelę 2. Skorzystaj z następujących wzorów:

$$\delta = (0,16 \cdot Z^3 - 16,60 \cdot Z^2 + 17,20 \cdot Z + 9981,10) \cdot 10^{-4}$$

$$u(\delta) = |0,48 \cdot Z^2 - 33,20 \cdot Z + 17,20| \cdot 10^{-4} \cdot u(\bar{Z})$$

$$A = 0,112 \cdot n^4 - 0,638 \cdot n^3 + 1,367 \cdot n^2 - 1,312 \cdot n + 0,501$$

$$u(A) = |0,448 \cdot n^3 - 1,914 \cdot n^2 + 2,734 \cdot n - 1,312| \cdot u(n_D)$$

$$B = -0,1583 \cdot n^3 + 0,6008 \cdot n^2 - 0,7788 \cdot n + 0,3778$$

$$u(B) = \left| -0,4749 \cdot n^2 + 1,2016 \cdot n - 0,7788 \right| \cdot u(n_D)$$

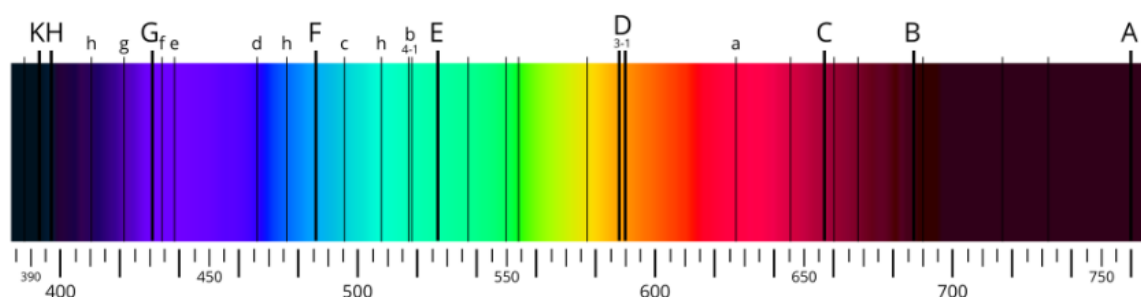
$$\Delta n = A + B \cdot \delta \quad u(\Delta n) = \sqrt{u^2(A) + \delta^2 \cdot u^2(B) + B^2 \cdot u^2(\delta)}$$

Tabela2

Nr cieczy	$\delta$	$u(\delta)$	A	$u(A)$	B	$u(B)$	$\Delta n$	$u(\Delta n)$
1								
2								
3								
4								
5								

14. Wyjaśnij jakich informacji dostarcza znajomość współczynnika dyspersji  $\Delta n^{(*)}$ .
15. Wśród badanych cieczy znajdują się woda i alkohol etylowy (denaturat) i gliceryna. Porównaj uzyskane dla tych cieczy wyniki z danymi tablicowymi (Tab. XXV, Lit.[3], str. 504) i określ, które cieczy są tymi wymienionymi.

**Widmo Fraunhoffera.** Proszę zapoznać się z nim, zwracając szczególnie uwagę na linie C, D i F (zapisać ich długości fal i barwę).



Linie Fraunhoffera. C, F - linie absorpcyjne wodoru; D1, D2 - linie sodu; H, K - linie wapnia zjonizowanego (pozbawionego jednego elektronu); E - jedna z linii żelaza (jest ich bardzo dużo); A i B - linie otrzymane w wyniku absorpcji światła przez cząsteczki tlenu znajdujące się w atmosferze ziemskiej