



**ĆWICZENIE**  
**75**

**WYZNACZENIE WSPÓŁCZYNNIKA ZAŁAMANIA METODĄ  
REFRAKTOMETRU I ZA POMOCĄ MIKROSKOPU**

**Instrukcja wykonawcza**

**1. Wykaz przyrządów**

- Mikroskop
- Refraktometr Abbego
- Lampa sodowa
- Zestaw badanych cieczy, płytek, naczyń z rysą oraz płytki

**2. Cel ćwiczenia**

- Wyznaczenie współczynników załamania za pomocą refraktometru Abbego oraz mikroskopu.



**Rys.1.** Stanowisko pomiarowe w laboratorium.

**(Część I)**

**A. Wyznaczanie współczynnika załamania cieczy za pomocą refraktometru Abbego:**

**III. Przebieg pomiarów:**

- Otworzyć komorę pryzmatu pomiarowego. Przemyć powierzchnię dolnego i górnego pryzmatu (np. wodą destylowaną), osuszyć.
- Na powierzchnię dolnego pryzmatu nanieść kilka kropeł badanej cieczy o znanym stężeniu, nałożyć drugi pryzmat i zamknąć układ obu pryzmatów.
- Lusterko (18), oświetlane lampą sodową, ustawić w położeniu dającym równomierne oświetlenie pola widzenia w lunecie (9).
- Obracając śrubą (3) kamerę z pryzmatem pomiarowym znaleźć w polu widzenia lunety granicę światłocienia. W celu wyeliminowania kolorowego zabarwienia na tej granicy należy przy pomocy śruby (11) wyregulować ustawienie kompensatora dyspersyjnego.
- Śrubą (3) ustawić granicę światłocienia na przecięciu się krzyża pajęczego okularu i odczytać wartość współczynnika załamania. Pomiar powtórzyć kilkakrotnie.
- Przed pomiarem następnej cieczy pamiętać o przemyciu pryzmatów refraktometru! Ilość badanych cieczy wskaże prowadzący.

g) Odczytać na skali refraktometru Abbego współczynniki załamania dla cieczy o znanym ( $n_w$ ) i nieznanym ( $n_n$ ) stężeniu.

#### IV. Opracowanie wyników:

1. Narysować wykres zależności współczynnika załamania od stężenia  $n_w(c)$ . Przy pomocy metody regresji liniowej wyznaczyć wartości parametrów opisujących prostą.
2. Przy pomocy powyżej opisanej zależności  $n_w(c)$  wyznaczyć nieznanne stężenia cieczy  $c_n$  i obliczyć ich niepewności.

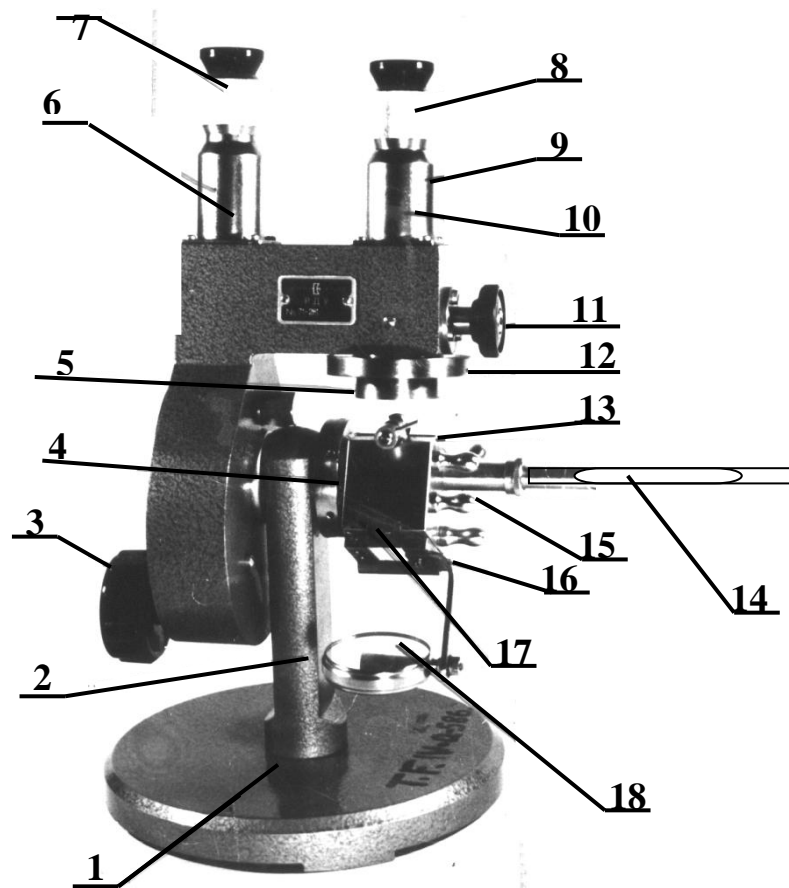
#### V. Proponowane tabele pomiarowe:

Tabela 1 Pomiar refraktometrem

Rodzaj cieczy	Stężenie [%]	$n_w$	$u(n_w)$	$n_n$	$u(n_n)$	$c_n$	$u_c(c_n)$
...							
...							

#### VIII. Schemat refraktometru Abbego typu PDU:

- 1 - podstawa refraktometru
- 2 - stojak
- 3 - śruba kamery pryzmatu pomiarowego
- 4 - korpus
- 5 - zwierciadło skali
- 6 - mikroskop
- 7 - okular mikroskopu
- 8 - okular refraktometru
- 9 - luneta refraktometru
- 10 - głowica z gwintem (urządzenie justujące)
- 11 - śruba do obrotu kompensatora
- 12 - dyspersyjna podziałka kątowna
- 13 - kamera pryzmatu pomiarowego
- 14 - termometr
- 15 - otwór do którego mogą być doprowadzone rurki gumowe
- 16 - zawias
- 17 - kamera oświetlająca pryzmat
- 18 - zwierciadło lepszego oświetlenia pryzmatu pomiarowego
- 19 - klucz, przy pomocy którego reguluje się położenie skali.

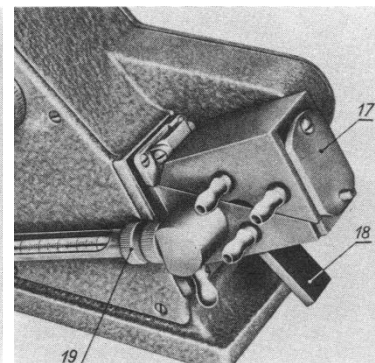
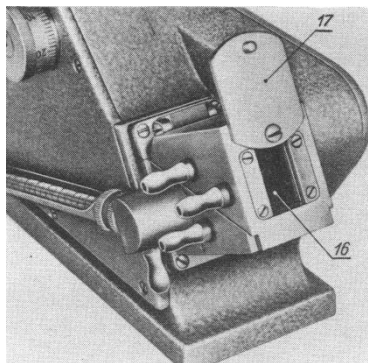
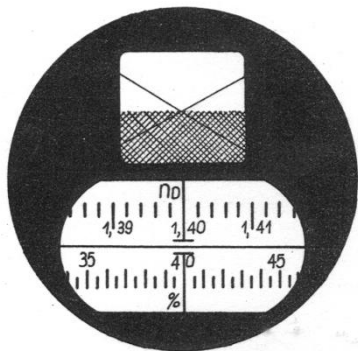
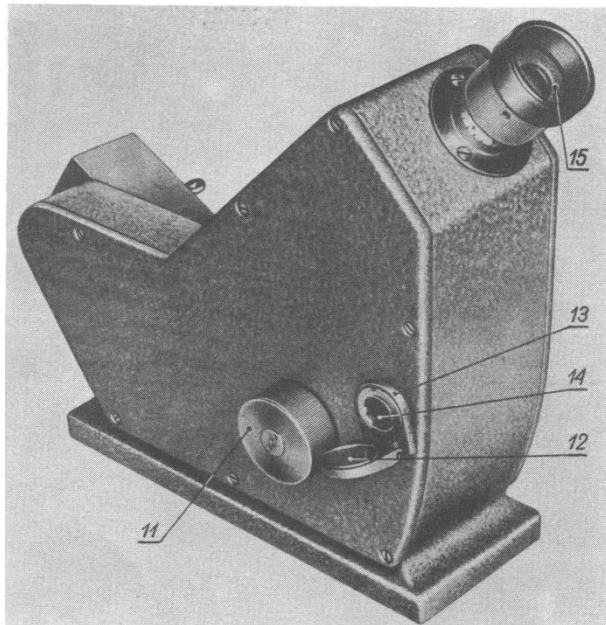
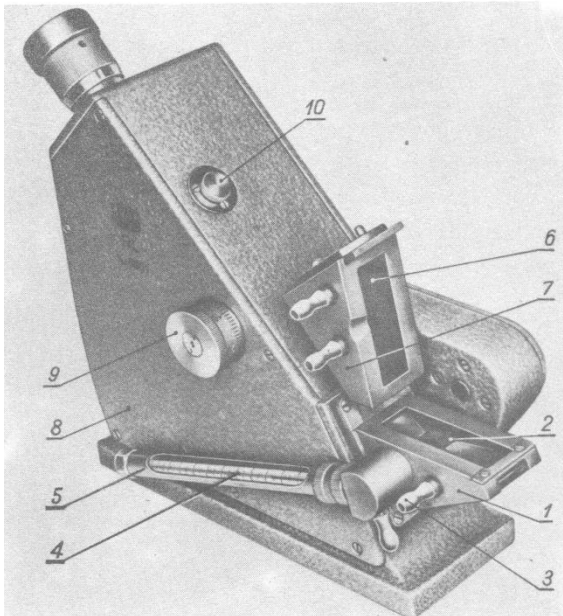


**DANE TECHNICZNE REFRAKTOMETRU typu RL nr 3358**

Zakres pomiaru współczynnika załamania $n_D$	od 1.3 do 1.7
Zakres procentowej zawartości cukru w wodzie	od 0% do 95%
Dokładność pomiaru współczynnika załamania:	
w zakresie 1.3 – 1.42 wynosi 0.0004,	
w zakresie 1.42 – 1.7 wynosi 0.0002.	
Dokładność pomiaru procentowej zawartości cukru w wodzie:	
w zakresie od 0% do 50% wynosi 0.2%,	
w zakresie od 50% do 95% wynosi 0.1%.	

**OPIS**

Przedstawiony dalej refraktometr składa się z zasadniczego pryzmatu refraktometru (2) i umieszczonego na zawiasie pryzmatu nakrywkowego (6). Oświetlenie skali odbywa się przez okienko (14), gdzie kierujemy światło z zewnętrznego źródła, po odbiciu od zwierciadła (12). Do oświetlenia systemu pomiarowego wystarcza światło białe, którym może być żarówka lub dzienne oświetlenie. Kompensacja dyspersji odbywa się za pomocą pryzmatów Amici'ego, które obracane są za pomocą pokręteł (9). Regulujemy nim na ostry bez zabarwień obraz krawędzi granicy oświetlenia. Na zewnętrznej skali odczytuje się wartość parametru  $z$ , dzięki której można będzie wyliczyć średnią dyspersję materiału badanego. Pokrętelem (11) nastawiamy krzyż na krawędź granicy oświetlenia. Przez okular (15) widać granicę oświetlenia oraz skalę współczynnika załamania  $n_D$  (dla żółtej linii sodu,  $\lambda_D = 589.3\text{nm}$ ), oraz drugą skalę dla procentowej zawartości cukru w wodzie. Obraz skal ustawia się na ostre widzenie obracając okular (15).



Refraktometrem można mierzyć ciała stałe i ciecze. Próbki ciał stałych powinny mieć wymiary takie by mieściły się na pryzmacie (2). Dla pomiarów w świetle przechodzącym próbki powinny mieć dwie wypolerowane powierzchnie płaskie, które są prostopadłe do siebie. Na pryzmat refraktometru наносimy małą kropelkę cieczy immersyjnej (np. monobromonaftalenu) i na nią kładziemy badaną próbkę (wypolerowaną powierzchnię próbki dociskamy do pryzmatu refraktometru), Próbkę ustawiamy tak by wpadające światło przechodziło przez wypolerowaną drugą powierzchnię próbki (źródło światła skierowane jest do obserwatora). Ciecz immersyjna musi mieć współczynnik załamania pośredni między współczynnikami pryzmatu i badanej próbki. Warstwa cieczy immersyjnej, aby dawała ostrą krawędź, musi być bardzo, bardzo cienka. Badając ciecze, umieszczamy je między dwoma pryzmatami refraktometru. Na pryzmat refraktometru (2) наносimy nieco większą kropelkę badanej cieczy i dociskamy ją drugim pryzmatem na zawiasie. Dla badań w świetle przechodzącym światło musi wpadać przez okienko (16) jak na środkowym rysunku powyżej. Dla badań w świetle odbitym światło musi wpadać po odbiciu od zwierciadła (18) powinno wpadać do pryzmatu refraktometru od dołu. Ciała stałe można także mierzyć w świetle odbitym. Wtedy badana próbka może mieć wypolerowaną jedną powierzchnię, a światło powinno wpadać do pryzmatu refraktometru od dołu, po odbiciu od zwierciadła (18).

### POMIAR

Pomiaru współczynnika załamania  $n_D$  dokonujemy odczytując wartość bezpośrednio ze skali. Pomiar powtórzyć kilkakrotnie.

**(część II)**

**B. Wyznaczanie współczynnika załamania szkła i cieczy za pomocą mikroskopu:**

**III. Przebieg pomiarów:**

**Uwaga!**

**Pomiary należy wykonywać kręcąc śrubą zawsze w tym samym kierunku.**

Przy odczytywaniu poszczególnych położeń uwzględniać liczbę całkowitych obrotów śruby mikrometrycznej. Jeden obrót odpowiada zmianie wysokości stolika mikroskopu:

- 1) PZO 21027 - o      0,1 mm.
- 2) PZO 09898 - o      0,5 mm

1. Wyznaczanie współczynnika załamania szkła za pomocą mikroskopu:
  - a) Umieścić płytkę pomocniczą na stoliku mikroskopu rysą zwróconą do obiektywu.
  - b) Śrubę mikrometryczną ustawić na 0. Następnie przy pomocy śruby „makro” uzyskać ostry obraz rysy znajdującej się na płytce. Jest to położenie I. Zanotować odczyt.
  - c) Na płytce pomocniczej umieścić badaną płytkę rysą do obiektywu tak, aby obie rysy krzyżowały się w polu widzenia mikroskopu.
  - d) Ustawić ostry obraz dolnej rysy, zanotować położenie śruby mikrometrycznej (położenie II).
  - e) Nastawić ostre widzenie rysy górnej odczytać i zapisać położenie III.
  
2. Wyznaczanie współczynnika załamania cieczy za pomocą mikroskopu:
  - b) Umieścić naczynie z rysą na stoliku mikroskopu. Śrubę mikrometryczną ustawić na 0. Następnie przy pomocy śruby „makro” uzyskać ostry obraz rysy znajdującej się na dnie. Jest to położenie I.
  - c) Nalać badaną ciecz do naczynia (nie zmieniając położenia stolika mikroskopu). Ponownie ustawić ostry obraz rysy, zanotować położenie śruby mikrometrycznej (położenie II).
  - d) Rzucić odrobinę pyłku na powierzchnie badanej cieczy (spełniają one rolę rysy górnej) i nastawić ostre widzenie pyłku - położenie III.Ilość badanych szkieł i cieczy wskaże prowadzący.

**IV. Opracowanie wyników:**

1. Obliczyć różnicę położeń  $d = III - I$ , jest to grubość rzeczywista badanej płytki (wysokość powierzchni cieczy). Następnie wyliczyć  $h = III - II$ , jest ono miarą pozornej grubości płytki oraz niepewności  $u(h)$  i  $u(d)$ .
2. Wyznaczyć współczynnik załamania korzystając z zależności:  $n_w = \frac{d}{h}$ .
3. Obliczyć niepewność współczynnika załamania wyznaczonego za pomocą mikroskopu

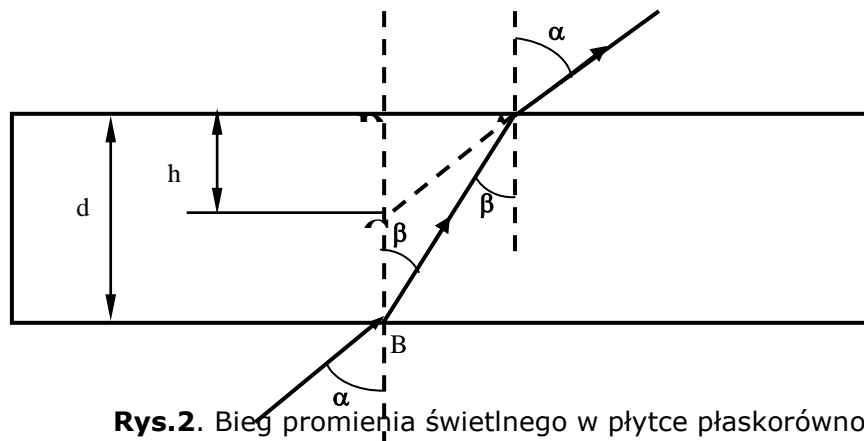
Tabela 2 Pomiar mikroskopem

Rodzaj próbki	Położenie I	Położenie II	Położenie III	$h$	$u(h)$	$d$	$u(d)$	$n_w$	$u_c(n_w)$

## Uzupełnienie teorii do ćwiczenia 75 o pomiary współczynnika załamania za pomocą mikroskopu

### 75.6.1 Wyznaczanie współczynnika załamania za pomocą mikroskopu:

Wyznaczając współczynnik załamania za pomocą mikroskopu traktujemy badany ośrodek jako płytkę płaskorównoległą. Promień świetlny przechodzący przez płytkę ulega załamaniu na jej powierzchniach, bieg promienia przedstawia poniższy rysunek:



**Rys.2.** Bieg promienia świetlnego w płytce płaskorównoległej.

Odległość pomiędzy punktami CD =  $h$  jest pozorną grubością płytki natomiast  $d$  jest jej rzeczywistą grubością. Punkt C to pozorny obraz punktu B. Z trójkątów ADB i ADC:

$$DA = h \operatorname{tg} \alpha = d \operatorname{tg} \beta \quad (75.4)$$

co zapisujemy w następujący sposób:

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{d}{h} \quad (75.4a)$$

Dla małych kątów tangensy można zastąpić sinusami dzięki czemu z powyższego równania otrzymujemy równanie pozwalające na wyznaczenie względnego współczynnika załamania (prawo Snelliusa):

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{d}{h} \approx \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_w \quad (75.5)$$

Pomiar sprowadza się do obserwacji górnej i dolnej powierzchni badanej warstwy oraz do określania położenia obrazu dolnej powierzchni warstwy względem górnej.

### 75.6.2 Zasada pomiaru współczynnika załamania za pomocą mikroskopu.

Wyznaczając współczynnik załamania szkła korzystamy z płytek szklanych na powierzchniach których zrobione są rysy. Płytkę pomocniczą umieszczamy na stoliku mikroskopu, rysą do góry. Regulujemy ostrość obrazu rysy śrubą makrometryczną a następnie mikrometryczną, notujemy odczyt położenia śruby mikrometrycznej (odczyt I) odpowiadający ostremu obrazowi punktu B (rys.75.7). Następnie na płytkę pomocniczą kładziemy badaną płytkę szklaną z rysą skierowaną względem obiektywu tak, by obie rysy się krzyżowały. Ustawiamy mikroskop na ostry obraz rysy dole (punkt C na rys.7), posługując się wyłącznie śrubą mikrometryczną. Odnotowując jej położenie należy uwzględnić liczbę całkowitych obrotów śruby (odczyt II).

Obracając śrubą mikrometryczną w tym samym kierunku, znajdujemy ostry obraz rysy na badanej płytce (punkt D na rys.75.7), zapisujemy odczyt z uwzględnieniem liczby całkowitych obrotów śruby (odczyt III).

Wyznaczając współczynnik załamania cieczy postępujemy podobnie jak dla szkła. Rolę płytki pomocniczej spełnia dno naczynia szklanego z rysą na wewnętrznej powierzchni. Pyłek rzucony na powierzchnię cieczy odpowiada rysie na górnej powierzchni badanej płytki.