

EAIiB	Paweł Biłko Klaudia Kromołowska		Rok II	Grupa 2a	Zespół 4
Temat: Pomiar współczynnika załamania światła			Numer ćwiczenia: 51		
Data wykonania	Data oddania	Zwrot do poprawki	Data oddania	Data zaliczenia	Ocena

## 1 Cel doświadczenia

Wyznaczenie współczynnika załamania światła dla płytki szklanej i pleksiglasowej metodą pomiaru grubości pozornej płytki przy pomocy mikroskopu.

## 2 Wstęp teoretyczny

### Prawo załamania

Gdy wiązka światła przechodzi przez dwa ośrodki o różnych własnościach optycznych, to na powierzchni granicznej częściowo zostaje odbita, a częściowo przechodzi do drugiego środowiska, ulegając załamaniu. Opisuje je wzór:

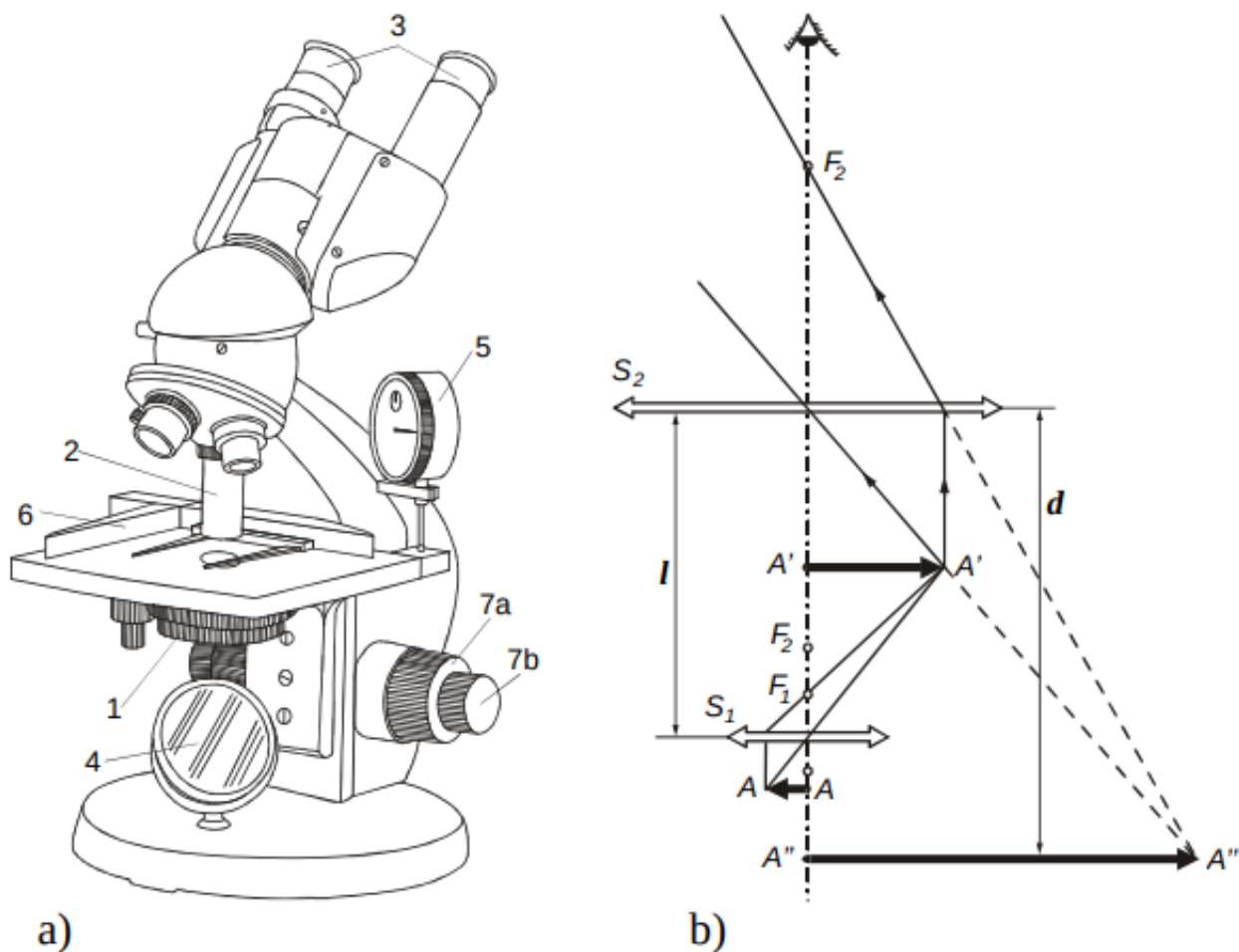
$$n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

Gdzie  $n$  jest współczynnikiem załamania ośrodka 2 względem ośrodka 1. Kąt  $\theta_1$  jest kątem padania wiązki na powierzchnię graniczną od strony ośrodka 1, kąt  $\theta_2$  zaś kątem względem powierzchni granicznej, ale już w ośrodku 2.

Dodatkowo współczynnik ten zależy od długości fali światła padającego, zatem załamanie może służyć do rozszczepienia wiązki światła na wiązki składowe o różnych długościach fal.

### 3 Układ pomiarowy

W skład układu pomiarowego wchodzi mikroskop z czujnikiem mikrometrycznym i nasadką krzyżową, śruba mikrometryczna, zestaw płytek szklanych i pleksiglasowych, na których zrobiono jedna nad drugą na przeciwległych powierzchniach kreski, jedną pionową i jedną poziomą.



Rys. w1. *Schemat budowy mikroskopu*: a) mikroskop i jego elementy: 1 – kondensor, 2 – obiektyw, 3 – okular, 4 – lustro lub lampka oświetleniowa, 5 – czujnik mikrometryczny, którego stopka spoczywa na ruchomej części mikroskopu, 6 – nasadka krzyżowa XY mocująca z pokrętkami do przesuwu płytki, 7a – pokrętło służące do przesuwu stolika ruchem zgrubnym, 7b – pokrętło służące do przesuwu stolika ruchem dokładnym; b) zasada powstawania obrazu ( $A''$ ) przedmiotu ( $A$ ).

## 4 Wykonanie ćwiczenia

### Nota o usterce

Ze względu na usterkę czujnika mikrometrycznego posłużono się alternatywnym sposobem zbierania pomiarów.

1. Zmierzyć śrubą mikrometryczną grubość płytki  $d$  w pobliżu kresek
2. Ustawić badaną płytkę na stoliku mikroskopu w uchwycie i dobrać ostrość tak by uzyskać kontrastowy obraz. Regulując położenie stolika pokrętle 7a zaobserwować górny i dolny ślad na płytce
3. Pokrętle 7b przesunąć stolik mikroskopu do momentu uzyskania ostrego obrazu śladu na dolnej powierzchni płytki
4. Odczytać położenie  $a_d$  wskazówki czujnika mikrometrycznego
5. Przesunąć stolik do momentu uzyskania ostrego obrazu śladu na drugiej powierzchni
6. Odczytać ponownie wartość wskaźnika, zapisać jako wartość położenia  $a_g$

## 5 Wyniki pomiarów

Materiał: pleksiglas Grubość rzeczywista: $\bar{d} = 3,80$ [mm] niepewność $u(d) = 0,01$ [mm]				
Lp.	Wskazanie czujnika		Grubość pozorna	Współczynnik załamania
	$a_d$	$a_g$	$h = a_g - a_d$	$n = \frac{\bar{d}}{h}$
	[mm]	[mm]	[mm]	
1.	0	2,70	2,70	1.552
2.	0	2,40	2,40	
3.	0	2,39	2,39	
4.	0	2,41	2,41	
5.	0	2,64	2,64	
6.	0	2,39	2,39	
7.	0	2,37	2,37	
8.	0	2,32	2,32	
9.	0	2,40	2,40	
10.	0	2,46	2,46	
		Niepewność	0,039	0,078
		Wartość średnia	2,448	

Materiał: szkło + filtr				Grubość rzeczywista $\bar{d}$ =3,80[mm]		
Długość fali		Wskazanie czujnika		Grubość pozorna	Wartość średnia	Współczynnik załamania
$\lambda$		$a_d$	$a_g$	$h = a_d - a_g$	$\bar{h}$	$n = \frac{\bar{d}}{\bar{h}}$
[ $\mu\text{m}$ ]		[mm]	[mm]	[mm]		
I	Zielony 0,50	0	2,48	2,48	2,53	1,502
		0	2,53	2,53		
		0	2,58	2,58		
II	Niebieski 0,48	0	2,31	2,31	2,337	1,626
		0	2,36	2,36		
		0	2,34	2,34		
III	Czerwony 0,63	0	2,38	2,38	2,410	1,577
		0	2,40	2,40		
		0	2,45	2,45		

## 6 Opracowanie wyników

1. Przyjmuję niepewność pomiaru grubości rzeczywistej płytki  $u(d) = 0,01[\text{mm}]$
2. Obliczam wartości współczynnika załamania światła ze wzoru  $n = \frac{d}{h}$
3. Wyliczam niepewność typu A grubości pozornej dla każdego koloru światła

Rodzaj światła	Grubość pozorna $h[\text{mm}]$	Niepewność $u(h)$ [mm]
Zielone	2,530	0,050
Niebieskie	2,337	0,025
Czerwone	2,410	0,036
Białe	2,448	0,039

4. Wyznaczam niepewność obliczonego współczynnika załamania światła.  
Niepewność współczynnika załamania światła:

$$u(n) = \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial d}u(d)\right)^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial h}u(h)\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{h}u(d)\right)^2 + \left(\frac{-d}{h^2}u(h)\right)^2}$$

Co można uprościć do:

$$u(n) = n\sqrt{\left(\frac{u(d)}{d}\right)^2 + \left(\frac{u(h)}{h}\right)^2} = n\sqrt{\left(\frac{0,01}{3,80}\right)^2 + \left(\frac{u(h)}{h}\right)^2}$$

Dla światła zielonego:

$$u(n) = 1,502\sqrt{\left(\frac{0,01}{3,80}\right)^2 + \left(\frac{0,05}{2,53}\right)^2} = 0,030$$

Dla światła niebieskiego:

$$u(n) = 1,626\sqrt{\left(\frac{0,01}{3,80}\right)^2 + \left(\frac{0,025}{2,337}\right)^2} = 0,018$$

Dla światła czerwonego:

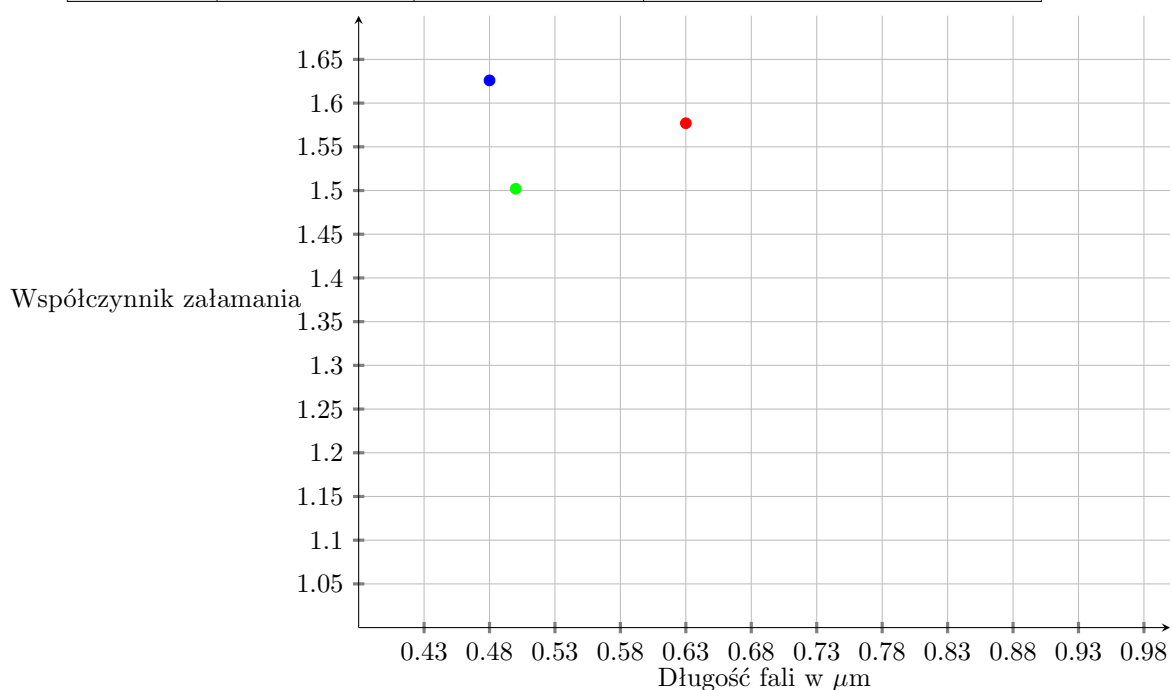
$$u(n) = 1,577 \sqrt{\left(\frac{0,01}{3,80}\right)^2 + \left(\frac{0,036}{2,410}\right)^2} = 0,024$$

Dla światła białego:

$$u(n) = 1,552 \sqrt{\left(\frac{0,01}{3,80}\right)^2 + \left(\frac{0,039}{2,448}\right)^2} = 0,025$$

## 5. Zestawienie wyników

Rodzaj światła	Współczynnik załamania $n$	Niepewność $u(n)$	Zgodność z wartością tablicową w granicach niepewności rozszerzonej
Zielone	1,502	0,030	TAK
Niebieskie	1,626	0,018	NIE
Czerwone	1,577	0,024	NIE
Białe	1,552	0,025	TAK



## 7 Wnioski

Wartość współczynnika załamania po oświetleniu płytki szklanej światłem białym jest zgodna z przyjętą wartością tablicową 1.5 w granicy niepewności. Wyznaczony współczynnik załamania światła niebieskiego i czerwonego nie mieści się w granicy niepewności. Jest to najprawdopodobniej spowodowane niedokładnością pomiaru wynikającą z subiektywności momentu dokonania pomiaru, tj. zdecydowania w którym momencie obraz jest wystarczająco ostry. Jednocześnie usterka wskaźnika czujnika mikrometrycznego spowodowała, że musieliśmy obracać jego tarczę przy każdym pomiarze, co mogło spowodować dodatkową niedokładność.