LABORATORIUM
OPTYKA GEOMETRYCZNA I FALOWA

Instrukcja do ćwiczenia nr 53

Temat: Wyznaczanie współczynnika załamania cieczy

I. Wymagania do ćwiczenia

1. Załamanie światła, prawo załamania.
2. Całkowite wewnętrzne odbicie.
3. Bieg światła w pryzmacie.
4. Zasada działania refraktometru Abbego.

<u>Literatura</u>

Skrypt PRz, Fizyka I pracownia, Rzeszów 2017, str. 180-183, str. 236-250

D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki, t.4, PWN Warszawa, 2015, str. 21-23, 27-28

II. Wprowadzenie do tematyki ćwiczenia

Skrypt PRz, Fizyka I pracownia, Rzeszów 2015, str. 180-183

III. Metodologia wykonania pomiarów

1. Wprowadzić kilka kropel badanej cieczy na powierzchnię pryzmatu refraktometru i opuścić pryzmat ruchomy. Oświetlić pryzmat.
2. Przez obrót pryzmatów ustawić w polu widzenia okularu granicę cienia na środku tego pola. Jeśli granica części jasnej i ciemnej jest nieostra, pokręcić prawą gałką kompensatora. Odczytać wartość współczynnika załamania.
3. Otworzyć pryzmaty, osuszyć i wprowadzić kilka kropel następnego roztworu.
4. Wyznaczyć współczynnik załamania n_i dla roztworów o różnym stężeniu p_i .
5. Dla wybranego roztworu pomiar powtórzyć N = 10 razy.

Tabela pomiarów i obliczeń

p [%]	n
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	
90	
x_1	
x_2	

p [%]	n

IV. Obliczenia

1. Obliczyć wartość średnią współczynnika załamania n roztworu dla którego wykonano N = 10 pomiarów. Obliczyć niepewność standardową $u(n)$ metodą typu A.
2. Sporządzić wykres zależności współczynnika załamania n od stężenia roztworu p.
3. Metodą najmniejszych kwadratów wyznaczyć parametry a i b prostej $n=a{\cdot}p+b$ oraz ich niepewności $u(a)$ i $u(b)$. Zaznaczyć na wykresie tę prostą.

4. Obliczyć nieznane stężenia x_1 i x_2 roztworów posługując się wyznaczonymi parametrami prostej $n=a\cdot p+b$. Obliczyć też niepewności $u(x_1)$ i $u(x_2)$ metodą przenoszenia niepewności.
   Jednak ponieważ wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów współczynniki a i b są skorelowane, to niepewności $u(x)$ można dokładniej obliczyć metodą przenoszenia niepewności jako

$$u(x)=\sqrt{\left[\tfrac{\partial p}{\partial n}u(n)\right]^2+\left[\tfrac{\partial p}{\partial a}u(a)\right]^2+\left[\tfrac{\partial p}{\partial b}u(b)\right]^2+2r\tfrac{\partial p}{\partial a}\tfrac{\partial p}{\partial b}u(a)u(b)}$$

   gdzie r jest współczynnikiem korelacji obliczanym przez metodę najmniejszych kwadratów

$$r=-\frac{\sum_i x_i}{\sqrt{n\sum_i x_i^2}}, \qquad \text{gdzie } x\equiv p_i$$

Nadobowiązkowo:
Zapisać estymator $\sigma(n)$ odchylenia standardowego współczynnika załamania otrzymany z metody najmniejszych kwadratów (str. 247 skryptu). Porównać go z niepewnością standardową $u(n)$ mierzonego współczynnika załamania otrzymaną z N=10 pomiarów. Przybliżona równość obu wartości świadczy o tym, że założenia metody najmniejszych kwadratów zostały spełnione, czyli że zależność $n(p)$ jest liniowa.