

LABORATORIUM
OPTYKA GEOMETRYCZNA I FALOWA

Instrukcja do ćwiczenia nr 55

Temat: Pochłanianie światła w cieczy

I. Wymagania do ćwiczenia

1. Wielkości fotometryczne, jednostki.
2. Prawo pochłaniania światła.
3. Pomiary fotometryczne, fotometry.

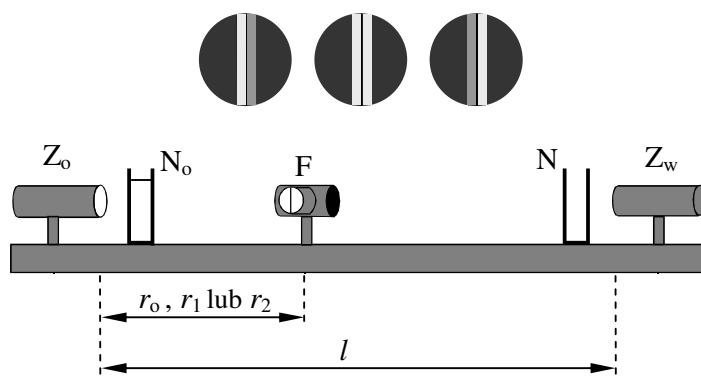
Literatura

Skrypt PRz, Fizyka I pracownia, Rzeszów 2017, str. 184-188, str. 236-250
D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki, t. 4, PWN, Warszawa, 2015
J. Massalski, M. Massalska - Fizyka współczesna, WNT, Warszawa 2012
S. Frisz, A. Timoriewa, Kurs Fizyki, t. III, PWN, Warszawa 1956, str. 114÷118, 253÷263

II. Wprowadzenie do tematyki ćwiczenia

Teoria i podstawy zasady pomiaru zostały opisane w pierwszej pozycji powyższej literatury.

Jeżeli na ławie optycznej umieścimy dwa źródła światła Z_o i Z_w (źródło odniesienia i źródło wzorcowe) o światłościach I_o oraz I , a następnie ustawimy pomiędzy nimi fotometr F tak, żeby obie jego półowki były równo oświetlone,



Rys. 1

to obowiązywać będzie następująca proporcja zawierająca odległość r_o fotometru od źródła Z_o

$$\frac{I_o}{r_o^2} = \frac{I}{(l - r_o)^2} \quad (1)$$

Jeżeli do naczynia N_o nalejemy cieczy o wzorcowym stężeniu c_1 , to analogiczna proporcja będzie miała postać

$$\frac{I_1}{r_1^2} = \frac{I}{(l - r_1)^2} \quad (2)$$

Jeżeli natomiast do naczynia N_o nalejemy cieczy o badanym stężeniu c_2 , to analogiczna proporcja będzie miała postać

$$\frac{I_2}{r_2^2} = \frac{I}{(l - r_2)^2} \quad (3)$$

Nieznane stężenie c_2 można wyznaczyć ze wzoru

$$c_2 = c_1 \frac{\ln\left(\frac{I_2}{I_o}\right)}{\ln\left(\frac{I_1}{I_o}\right)} \quad (4)$$

Zależność tę można przekształcić wykorzystując wzory (1), (2) i (3)

$$c_2 = c_1 \frac{\ln\left(\frac{I_2}{I} \frac{I}{I_o}\right)}{\ln\left(\frac{I_1}{I} \frac{I}{I_o}\right)} = c_1 \frac{\ln\left(\frac{I_2}{I}\right) - \ln\left(\frac{I_o}{I}\right)}{\ln\left(\frac{I_1}{I}\right) - \ln\left(\frac{I_o}{I}\right)}$$

$$c_2 = c_1 \frac{\ln\left(\frac{r_2^2}{(l-r_2)^2}\right) - \ln\left(\frac{r_o^2}{(l-r_o)^2}\right)}{\ln\left(\frac{r_1^2}{(l-r_1)^2}\right) - \ln\left(\frac{r_o^2}{(l-r_o)^2}\right)} \quad (5)$$

Z ostatniego wzoru można wyciągnąć wniosek, że do wyznaczenia nieznanego stężenia c_2 nie trzeba znać bezwzględnej wartości światłości I wzorcowego źródła światła Z_w , wystarczą tylko stosunki odpowiednich światłości. Dlatego do obliczeń można przyjąć dowolną wartość I , z niej obliczyć I_o , I_1 , I_2 za pomocą wzorów (1), (2) i (3) i wrócić do wzoru (4) jako prostszego.

III. Metodologia wykonania pomiarów

1. Na ławie optycznej ustawić dwa źródła światła Z_o i Z_w , kostkę fotometryczną F i dwa identyczne naczynia. Zmierzyć względną światłość I_o źródła światła Z_o . W tym celu ustawić fotometr w takim położeniu, aby natężenie oświetlenia obu połówek pola widzenia było jednakowe i zmierzyć odległość r_o . Pomiar powtórzyć 10 razy.
2. Do jednego z naczyń wlać ciecz o znanym stężeniu c_1 . Przesuwając kostkę fotometryczną doprowadzić do zrównania oświetleń obu jej pól. Zmierzyć odległość r_1 . Pomiar powtórzyć 10 razy.
3. Do tego samego naczynia wlać ciecz o nieznanym stężeniu c_2 i doprowadzić do ponownego zrównania oświetleń. Zmierzyć odległość r_2 . Pomiar powtórzyć 10 razy.
4. Zanotować odległość między źródłami l .

Tabela pomiarów i obliczeń

I [cd]	l [cm]	c_1 [%]	r_o [cm]	$I_o \pm u(I_o)$ [cd]	r_1 [cm]	$I_1 \pm u(I_1)$ [cd]	r_2 [cm]	$I_2 \pm u(I_2)$ [cd]	$c_2 \pm u(c_2)$ [%]

IV. Obliczenia

1. Obliczyć średnie wartości r_0, r_1, r_2 oraz niepewności $u(r_0), u(r_1), u(r_2)$ typu A.
2. Kierując się uwagą pod wzorem (5) przyjąć dowolną wartość I , wpisać ją do tabelki i ze wzorów (1÷3) wyznaczyć i obliczyć względne światłości I_0, I_1, I_2 .
3. Obliczyć niepewności $u(I_0), u(I_1), u(I_2)$ metodą przenoszenia niepewności dzięki niepewnościom $u(r)$. Odległość l potraktować jako zmierzoną dokładnie, ponieważ ma ona niewielką niepewność w porównaniu z niepewnościami $u(r)$.
4. Z zależności (4) obliczyć nieznaną stężenie c_2 . Obliczyć jego niepewność $u(c_2)$ metodą przenoszenia niepewności.
5. We wnioskach przede wszystkim poprawnie zapisać ostateczny wynik pomiarów razem z niepewnością.
Następnie stwierdzić na poziomie ufności 0.997, czy oba stężenia różnią się. W tym celu porównać różnicę stężeń z niepewnością $u(c_2)$ pomnożoną przez współczynnik rozszerzenia $k=3$.