

**ĆWICZENIE  
88**

**POMIAR NATURALNEJ AKTYWNOŚCI OPTYCZNEJ**

**Instrukcja wykonawcza**

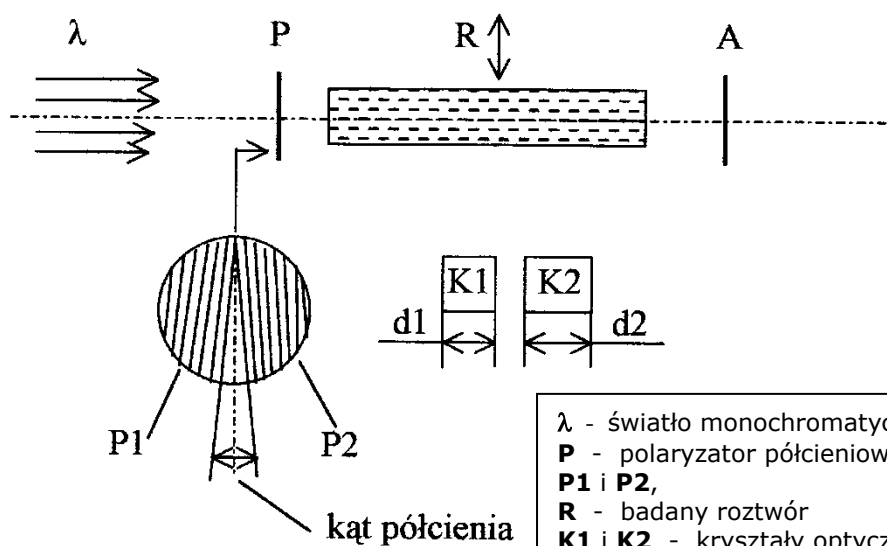
**1. Wykaz przyrządów**

- Sacharymetr
- Źródło światła monochromatycznego (lampa sodowa, spektrofotometr – SPEKOL)
- Próbki z roztworami cukru i wodą destylowaną
- Próbki z kryształami kwarcu o grubościach  $d_1 = - 1$  mm,  $d_2 = - 2$  mm ( próbki lewoskrętne),  $d_3 = +1,5$  ( próbka prawoskrętna).

**2. Cel ćwiczenia**

- Wyznaczenie stężenia roztworów cukru.
- Wykreślenie wykresu zależności kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji od stężenia roztworu cukru.
- Wyznaczenie zdolności skręcającej kwarcu o różnych grubościach dla danej długości fali świetlnej.
- Wykreślenie krzywej dyspersji zdolności skręcającej kwarcu o danej grubości.

**3. Schemat układu pomiarowego**



$\lambda$  - światło monochromatyczne  
**P** - polaryzator półcieniowy złożony z polaryzatorów **P1** i **P2**,  
**R** - badany roztwór  
**K1** i **K2** - kryształy optycznie czynne o grubościach **d1** i **d2**  
**A** - analizator

**Rys.1.** Schemat układu pomiarowego.



**Rys.2.** Stanowisko pomiarowe w laboratorium.

#### 4. Przebieg pomiarów

##### A. Pomiar stężenia roztworów cukru X,Y,Z - wersja podstawowa

- Oświetlić skalę kątową przyrządu (przycisk na sacharymetrze) oraz szczelinę wejściową źródłem światła monochromatycznego.
- Wstawić do sacharymetru rurkę z wodą destylowaną i wyznaczyć położenie analizatora  $\alpha_0$ , przy którym obie połówki pola widzenia są **jednakowo ciemne**; w tym celu odblokować śrubę makro na pionowym ramieniu i obracając analizatorem ustawić odpowiednie jego położenie; zablokować śrubę makro i śrubą mikro (ramię poziome) ustalić dokładne położenie  $\alpha_0$ ; pomiar powtórzyć kilkakrotnie; dokładność podziałki kątovej wynosi  $0,01^\circ$ .
- Wstawić do sacharymetru rurkę z roztworem cukru o znanym stężeniu  $c_z$  (np.: 10% i 15%) i wyznaczyć wielokrotnie położenie analizatora  $\alpha_z$  dla jednakowego zaciemnienia obu połówek pola widzenia.
- Wstawić do sacharymetru kolejno rurki z roztworem cukru o nieznanym stężeniu  $c_n$  i analogicznie wyznaczyć położenie analizatora  $\alpha_n$ .

##### B. Pomiar zdolności skręcającej kwarcu dla danej długości fali - wersja dodatkowa

- Oświetlić szczelinę sacharymetru światłem monochromatycznym o długości  $\lambda$ .
- Dokonać odczytu położenia analizatora  $\alpha_0$  dla pustego przyrządu, przy którym dwie połówki pola widzenia są jednakowo zaciemnione.
- Dla każdej z 3 próbek kwarcu i ich 4 kombinacji wyznaczyć położenie analizatora  $\alpha_d$  powtarzając pomiar wielokrotnie.

**UWAGA 1 !** Analizator należy obracać zgodnie z ruchem wskazówek zegara, gdy grubość próbki lub ich kombinacja jest dodatnia; zaś przeciwnie do ruchu wskazówek – gdy ujemna.

**UWAGA 2 !** Wprowadzono ujemną grubość próbki, aby pokazać jej skrętność. Kombinacje 3 próbek reprezentują próbki o następujących grubościach:

$$\begin{aligned}
 d_{12} &= -3,0 \text{ mm (1+2)} \\
 d_{13} &= + 0,5 \text{ mm (1+3)} \\
 d_{23} &= - 0,5 \text{ mm (2+3)} \\
 d_{123} &= -1,5 \text{ mm (1+2+3)}
 \end{aligned}$$

### C. Pomiar dyspersji zdolności skręcającej kwarcu - wersja dodatkowa

- Dla kilku różnych długości fali świetlnej  $\lambda$  z zakresu widzialnego wyznaczyć wielokrotnie położenie analizatora  $\lambda_{o\lambda}$  dla pustego przyrządu.
- Wstawić do sacharymetru próbkę kwarcu o danej grubości  $d$  i dla tych samych długości fali świetlnej  $\lambda$  wielokrotnie położenie analizatora  $\lambda_{d\lambda}$ .

## 5. Opracowanie wyników

### Pomiar stężenia roztworów cukru X,Y,Z - wersja podstawowa

- Obliczyć średnie wartości położenia analizatora  $\alpha_o$ ,  $\alpha_{zn}$ ,  $\alpha_n$  i ich niepewności  $u(\alpha_o)$ ,  $u(\alpha_{zn})$ ,  $u(\alpha_n)$ .
- Obliczyć kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji dla roztworów cukru o znanych stężeniach i jego niepewność  $u_c(\gamma_z)$   
$$\gamma_z = \alpha_z - \alpha_o. \quad (1)$$
- Obliczyć kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji dla roztworów cukru o nieznanymi stężeniach i jego niepewność  $u_c(\gamma_n)$   
$$\gamma_n = \alpha_n - \alpha_o. \quad (2)$$
- Obliczyć stężenia  $c_n$  nieznanymi roztworów z wyrażenia  
$$c_n = \frac{\gamma_n}{\gamma_z} \cdot c_z. \quad (3)$$
- Obliczyć niepewność  $u_c(c_n)$ .
- Sporządzić wykres  $\gamma = f(c)$  tj. zależności kąta skręcenia  $\gamma$  od stężenia roztworu  $c$ .

### A. Pomiar zdolności skręcającej kwarcu dla danej długości fali - wersja dodatkowa

- Obliczyć średnie wartości położenia analizatora  $\alpha_o$ ,  $\alpha_d$  i ich niepewności  $u(\alpha_o)$ ,  $u(\alpha_d)$ .
- Obliczyć kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji dla płytek kwarcowych o różnych grubościach  $\gamma_d = \alpha_d - \alpha_o$ . Obliczyć niepewność  $u_c(\gamma_d)$ .
- Sporządzić wykres  $\gamma_d = f(d)$  zależności kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji od grubości kwarcu. Przyjąć  $u(d) = \pm 0,1$  mm.
- Metodą regresji liniowej wyznaczyć skrętność właściwą kwarcu  $\gamma_o$  oraz jej niepewność wykorzystując zależność  $\gamma_d = \gamma_o \cdot d$ .

### B. Pomiar dyspersji zdolności skręcającej kwarcu - wersja dodatkowa

- Obliczyć średnie wartości położenia analizatora  $\alpha_{o\lambda}$ ,  $\alpha_{d\lambda}$  i ich niepewności  $u(\alpha_{o\lambda})$ ,  $u(\alpha_{d\lambda})$ .
- Obliczyć kąt skręcenia płaszczyzny polaryzacji dla różnych długości fali  $\gamma_\lambda = \alpha_{d\lambda} - \alpha_{o\lambda}$ . Obliczyć niepewności  $u_c(\gamma_\lambda)$ .
- Przedstawić na wykresie zależność  $\gamma_\lambda = f(\lambda)$  kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji od długości fali świetlnej.

## 6. Proponowane tabele (do zatwierdzenia u prowadzącego)

Tabela 1. Pomiar stężenia roztworów cukru X,Y,Z.

$\alpha_0$ [°]	$\bar{\alpha}_0$ [°]	$u(\alpha_0)$ [°]	Roztwór	$\alpha$ [°]	$\bar{\alpha}$ [°]	$u(\alpha)$ [°]	$\gamma$ [°]	$u_c(\gamma)$ [°]	$c$ [%]	$u_c(c)$ [%]
			np.: 10%							
...										
			np.: 15%							
...										
			X							
			Y							
			Z							

Tabela 2. Pomiar zdolności skręcającej kwarcu dla danej długości fali.

$\alpha_0$ [°]	$\bar{\alpha}_0$ [°]	$u(\alpha_0)$ [°]	Próbka	$d$ $\times 10^{-3}$ [m]	$\alpha_d$ [°]	$\bar{\alpha}_d$ [°]	$u(\alpha_d)$ [°]	$\gamma_d$ [°]	$u_c(\gamma_d)$ [°]	$\gamma_0$ [rad/mm]	$u_c(\gamma_0)$ [rad/mm]
			d <sub>12</sub>								
...											
			d <sub>13</sub>								
			d <sub>23</sub>								
			d <sub>123</sub>								

Tabela 3. Pomiar zdolności skręcającej kwarcu dla danej długości fali.

$d$ $\times 10^{-3}$ [m]	$\lambda$ $\times 10^{-9}$ [m]	$\alpha_{0\lambda}$ [°]	$\bar{\alpha}_{0\lambda}$ [°]	$u(\alpha_{0\lambda})$ [°]	$\alpha_{d\lambda}$ [°]	$\bar{\alpha}_{d\lambda}$ [°]	$u(\alpha_{d\lambda})$ [°]	$\gamma_\lambda$ [°]	$u_c(\gamma_\lambda)$ [°]
		...							
		...							
		...							