

Obliczenia

Wykonane pomiary kąta łamiącego

szerokość wiązki			0.1°
podziałka stolika			0.1°
Lp.	γ_1 [°]	γ_2 [°]	$\varphi = \frac{1}{2}(\gamma_2 - \gamma_1)$ [°]
1.	62.3	182.5	60.10
2.	59.4	180.3	60.45
3.	59.7	179.9	60.10
4.	59.5	179.7	60.10
5.	60.6	180.8	60.10
6.	62.6	183.8	60.60
7.	61.4	181.3	59.95
8.	62.2	182.3	60.05
9.	59.8	179.7	59.95
10.	57.4	178.8	60.70

Średnia wartość kąta łamiącego

$$\bar{\varphi} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \varphi_i$$

$$\bar{\varphi} = 60.21^\circ$$

Odchylenie standardowe wartości średniej

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (\varphi_i - \bar{\varphi})^2}$$

$$\sigma = 0.08557^\circ$$

Niepewność typu A

$$u_a(\bar{\varphi}) = \sigma \cdot t_{\alpha, N}$$

$$t_{0.6826, 10} = 1.059$$

$$u_a(\bar{\varphi}) = 0.09062^\circ$$

Niepełność typu B

$$u_b(\varphi) = \frac{\Delta\varphi}{\sqrt{3}}$$

$$\Delta\varphi = 0.2^\circ$$

$$u_b(\varphi) = 0.1155^\circ$$

Niepełność całkowita

$$u(\varphi) = \sqrt{u_a^2(\varphi) + u_b^2(\varphi)}$$

$$u(\varphi) = 0.15^\circ$$

Średnia wartość kąta łamiącego wraz z niepewnością

$$\bar{\varphi} = 60.21(15)^\circ$$

Wykonane pomiary kąta minimalnego odchylenia

szerokość wiązki			0.1°
podziałka stolika			0.1°
Lp.	γ_1 [°]	γ_2 [°]	$\delta = \frac{1}{2} (\epsilon_2 - \epsilon_1)$ [°]
1.	82.0	159.0	38.50
2.	81.8	158.9	38.55
3.	81.9	159.9	39.00
4.	82.1	159.0	38.45
5.	82.0	158.9	38.45

Średnia wartość kąta minimalnego odchylenia

$$\bar{\delta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \delta_i$$

$$\bar{\delta} = 38.59^\circ$$

Odchylenie standardowe wartości średniej

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (\delta_i - \bar{\delta})^2}$$

$$\sigma = 0.1042^\circ$$

Niepewność typu A

$$u_a(\bar{\delta}) = \sigma \cdot t_{\alpha, N}$$

$$t_{0.6826, 5} = 1.141$$

$$u_a(\bar{\delta}) = 0.1189^\circ$$

Niepewność typu B

$$u_b(\delta) = \frac{\Delta\varphi}{\sqrt{3}}$$

$$\Delta\delta = 0.2^\circ$$

$$u_b(\delta) = 0.1155^\circ$$

Niepewność całkowita

$$u(\delta) = \sqrt{u_a^2(\delta) + u_b^2(\delta)}$$

$$u(\delta) = 0.17^\circ$$

Kąt minimalnego odchylenia wraz z niepewnością

$$\delta = 38.59(17)^\circ$$

github.com/krzysztf/polsl-sprawozdania-fizyka

Współczynnik załamania dla badanego pryzmatu

$$n = \frac{\sin\left(\frac{1}{2}(\varphi + \delta)\right)}{\sin\left(\frac{1}{2}\varphi\right)}$$

$$n = 1.514$$

Niepewność z prawa propagacji niepewności

$$u(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^k \left(\frac{\partial y}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2}$$

$$u(n) = \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial \varphi} u(\varphi) \right)^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial \delta} u(\delta) \right)^2}$$

$$u(n) = \sqrt{\left(\frac{\frac{1}{2} \cos\left(\frac{1}{2}(\varphi + \delta)\right) \cdot \sin\left(\frac{1}{2}\varphi\right) - \sin\left(\frac{1}{2}(\varphi + \delta)\right) \cdot \frac{1}{2} \cos\left(\frac{1}{2}\varphi\right)}{\sin^2\left(\frac{1}{2}\varphi\right)} u(\varphi) \right)^2 + \left(\frac{\frac{1}{2} \cos\left(\frac{1}{2}(\varphi + \delta)\right)}{\sin\left(\frac{1}{2}\varphi\right)} u(\delta) \right)^2}$$

$$u(n) = 0.14$$

Współczynnik załamania dla badanego pryzmatu wraz z niepewnością

$$n = 1.51(14)$$

Zestawienie wyników końcowych

Kąt łamiący	$\varphi = 60.21(15)^\circ$
Kąt minimalnego odchylenia	$\delta = 38.59(17)^\circ$
Współczynnik załamania światła	$n = 1.51(14)$

Porównanie otrzymanych wyników z danymi tablicowymi

Warunek zgodności pomiaru z wartością dokładną

$$|y - y_0| < U(y)$$

Niepewności rozszerzone

$$U(y) = k \cdot u(y)$$

$$k = 2$$

$$U(\varphi) = 0.30^\circ$$

$$U(\delta) = 0.34^\circ$$

$$U(n) = 0.28$$

otrzymany wynik	wartość tablicowa
$\varphi = 60.21 \pm 0.30^\circ$	$60.00 \pm 0.50^\circ$
$\delta = 38.59 \pm 0.34^\circ$	—
$n = 1.51 \pm 0.28$	$n = 1.52$

Otrzymana wartość współczynnika załamania światła dla badanego pryzmatu jest zgodna z tablicową wartością współczynnika załamania kronu. Pomiar kąta łamiącego również jest zgodny z wartością kąta łamiącego dla pryzmatu z kronu w tablicach. Użyty podczas laboratorium pryzmat był zbudowany z kronu, co wskazuje na to, że eksperyment został przeprowadzony poprawnie.

Wartość współczynnika załamania nie jest powszechnie dostępna w tablicach, jednak prawdopodobnie również została wyznaczona poprawnie, o czym świadczy to, że obliczony za jej pomocą współczynnik załamania jest zgodny z danymi tablicowymi.

Wnioski

Za pomocą pryzmatu można dokładnie wyznaczyć współczynnik załamania światła dla materiału, z którego zbudowany jest pryzmat. Przeprowadzony eksperyment daje pewność co do właściwości optycznych badanego pryzmatu i skuteczności zastosowanych metod pomiarowych. Niepewność zmierzonego kąta łamiącego była mniejsza niż niepewność kąta minimalnego odchylenia, ponieważ wykonano więcej pomiarów. Można było osiągnąć mniejszą niepewność wyniku, powtarzając pomiar więcej razy.

github.com/krzysztfwtk/polsl-sprawozdania-fizyka