

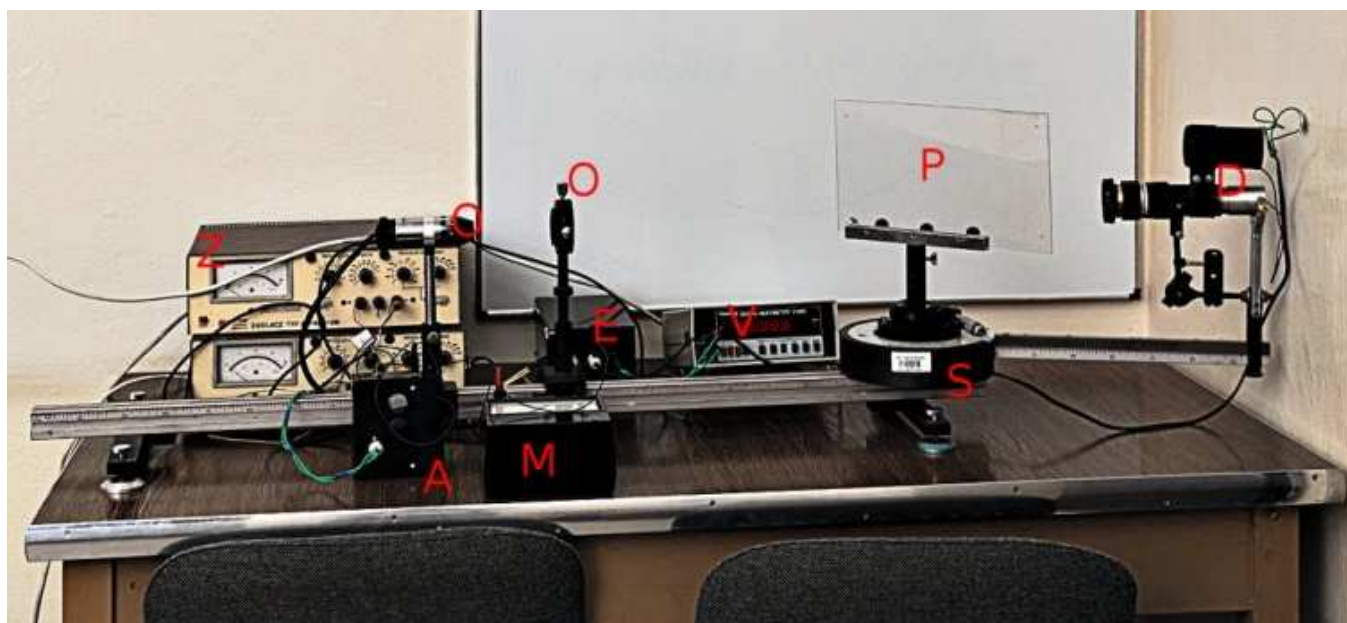
# WYZNACZANIE KĄTA BREWSTERA 72

## I. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

Polaryzacja światła. Zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu od powierzchni dielektrycznej – kąt Brewstera. Prawa odbicia i załamania światła na granicy dwóch ośrodków. Wyznaczanie współczynnika załamania światła przy wykorzystaniu kąta Brewstera. Prawo Snelliusa.

## II. POMIARY

### 1. Opis układu pomiarowego:



*ilustracja 1: wygląd stanowiska pomiarowego*

Z – Zasilacze zasilające układy elektroniczne E

O – Oświetlacz (źródło światła) – dioda LED z układem optycznym

E – Układy elektroniczne

V – Miernik natężenia światła odbitego (w tej roli woltomierz)

P – Płytkę ze szkła akrylowego (pleksi, pleksiglas)

D – Detektor światła odbitego. Detektorem jest fotodioda, która przetwarza impulsy świetlne na elektryczne. Przed fotodiody jest zamontowany polaroid pełniący funkcję analizatora światła spolaryzowanego.

A – Wskaźnik akustyczny – w układzie pomiarowym pełni funkcje pomocniczą. Pomaga w krótkim czasie znaleźć właściwe położenie płytki względem detektora, ponieważ szybko reaguje na zmianę natężenia światła.

M – Wskaźnik natężenia światła (w tej roli mikroamperomierz) – maksymalne wychylenie wskazówki świadczy o tym, że światło odbite od płytki w całości trafia do detektora.

S – Stolik obrotowy ze skalą kątową oraz śrubą mikrometryczną do pozycjonowania płytki.

R – Ramię stolika obrotowego, na którym zamontowany jest detektor D

## 2. Opis metody pomiarowej:

Metoda pomiarowa oparta jest na zjawisku polaryzacji światła przy odbiciu od powierzchni dielektrycznej. Oświetlacz wysyła impulsy światła na płytkę z pleksiglasu. Światło odbija się od płytki i dociera do detektora wyposażonego w polaroid ustawiony prostopadle do płaszczyzny polaryzacji światła odbitego. Detektor D przetwarza impulsy świetlne na elektryczne, które docierają do woltomierza V. Wskazania woltomierza są wprost proporcjonalne do natężenia światła. Zadaniem wykonującego ćwiczenie jest wyznaczenie zależności natężenia tego światła od kąta padania.

*Uwaga 1: ponieważ układ elektroniczny E wydziela i sumuje impulsy światła wysyłane przez oświetlacz należy poczekać do ustabilizowania się wskazania woltomierza (ok. 1min )*

*Uwaga 2: wskaźniki - akustyczny A i miernik analogowy M służą do odnajdywania takiego położenia płytki, przy którym światło pada na detektor. Wskaźnik akustyczny reaguje na zmianę wielkości sygnału zmianą barwy tonu, a miernik analogowy wskazuje większe natężenia światła większym wychyleniem. Głośnik został wyposażony w dwa pokrętła: dolne do zmiany głośności i górne, zmieniające czułość wskaźników. W przypadku, gdy wskazówka miernika analogowego wykracza poza zakres, tym pokrętłem korygujemy wskazanie kręcąc w lewo. Odwrotnie, gdy natężenie światła jest bardzo małe, kręcąc w prawo zwiększamy czułość układu. Zaleca się dobieranie położenia pokrętła tak, by położenie wskazówki mikroamperomierza zawierało się pomiędzy 40 a 75 działek.*

## 3. Pomiary:

Poproś prowadzącego o włączenie zasilania zestawu.

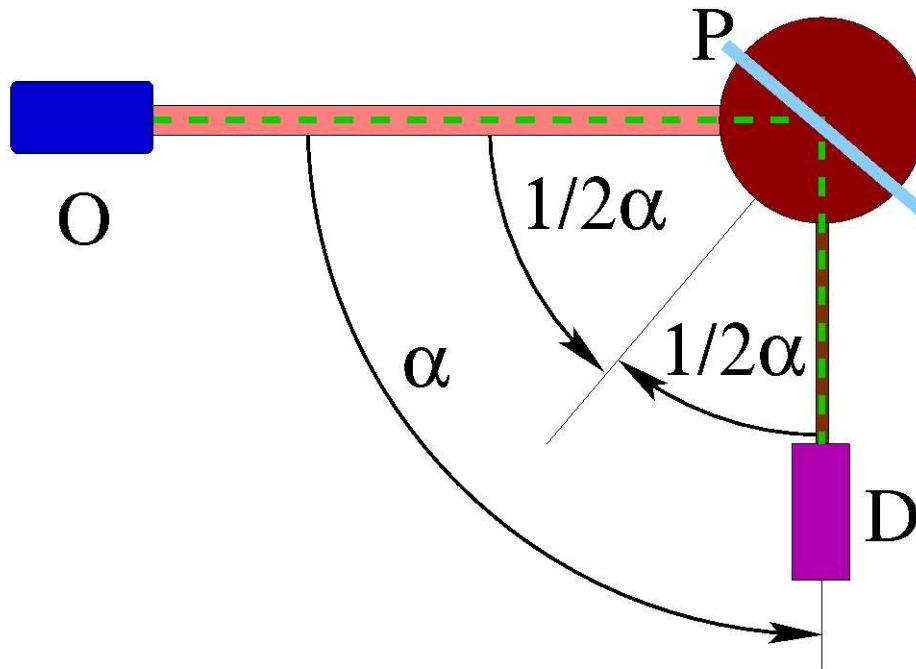
- 1) Ustawiamy ramię stolika obrotowego R w położeniu 100 stopni.
- 2) Delikatnie zmieniamy położenie płytki (ręcznie, a pod koniec przy użyciu śruby mikrometrycznej) obserwując jednocześnie zachowanie wskaźników A i M tak, aby promień odbity trafił w okienko detektora D.

*Uwaga: przy zmianie kierunku kręcenia śrubą mikrometryczną może nastąpić nieproporcjonalny skok sygnału. Zjawisko to nie ma zasadniczego wpływu na pomiary, ale możemy je zniwelować stosując następującą metodę postępowania. Jeśli np. podczas kręcenia śrubą w prawo stwierdzamy, że przekroczyliśmy punkt maksymalnego sygnału i po nieznacznym skróceniu śruby w lewo nastąpiło jego skokowe zmniejszenie się, wykonujemy śrubą dalszy obrót w lewo np. o 180 stopni i wracamy do poprzedniego położenia kręcąc śrubą już jedynie w prawo.*

- 3) Po ustabilizowaniu się wskazania woltomierza V – notujemy to wskazanie w tabeli pomiarowej.
- 4) Czynności 2 i 3 wykonujemy dla przedziału kątów 100 – 120 stopni co 1 stopień. W zakresie 112 – 114 stopni można spróbować wykonać pomiary co 0,5 stopnia z użyciem noniusza kąтового stolika.

### III. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

1. Wykonać wykres zależności natężenia światła odbitego od kąta padania.
2. Z wykresu odczytać kąt Brewstera.
3. obliczyć wielkość współczynnika załamania dla pleksiglasu. Porównać otrzymaną wartość z wartościami tabelarycznymi.



ilustracja 3: bieg promieni w układzie pomiarowym

*Uwaga: W układzie pomiarowym kąt mierzony za pomocą stolika obrotowego jest sumą kąta padania i odbicia. Zgodnie z prawem odbicia promieni światła od powierzchni, są one sobie równe. Dlatego wartość zmierzonych kątów  $\alpha$  dla znalezienia kąta padania, musimy podzielić przez dwa.*

### IV. OCENA NIEPEWNOŚCI POMIAROWYCH.

Na wykresie zaznaczamy uchyb pomiaru napięcia oraz wyznaczenia kąta. Uchyb pomiaru napięcia przyjmujemy 0,01V, uchyb pomiaru kąta 0,25 stopnia.

### V. LITERATURA

Szczepan Szczeniowski: Część IV Optyka.

## METODA ZAAWANSOWANA OPRACOWANIA WYNIKÓW

1. Dodatkowe zagadnienia teoretyczne:

Związek pomiędzy wektorem E i energią niesioną przez światło. Wzory Fresnela opisujące zależność natężenia składowych prostopadłej i równoległej do płaszczyzny padania w zależności od kąta padania i załamania promienia w dielektryku.

2. Otrzymane wyniki w punkcie II. POMIARY – za pomocą programu gnuplot przybliżamy funkcją opisującą zależność natężenia światła odbitego od zmierzonego kąta  $\alpha$  pomiędzy oświetlaczem a detektorem. Zależność tę można otrzymać z wzorów Fresnela i prawa Sneliusa.

$$f(\alpha) = c * \frac{\left( \tan \left( \left( \frac{\alpha}{2} \right) - \arcsin \left( \frac{1}{n} \right) * \sin \left( \frac{\alpha}{2} \right) \right) \right)^2}{\left( \tan \left( \frac{\alpha}{2} \right) + \arcsin \left( \left( \frac{1}{n} \right) * \sin \left( \frac{\alpha}{2} \right) \right) \right)^2} + b$$

gdzie:

$\alpha$  - patrz *ilustracja 3*

n- współczynnik załamania dla pleksiglasu

c – współczynnik proporcjonalności pomiędzy napięciem wskazywanym przez woltomierz, a natężeniem światła.

b – stała wynikająca z niedoskonałości układu pomiarowego - wynika z niemożliwości doskonałego wytlumienia światła.

*Porady jak skorzystać z programu gnuplot.*

*Zapisujemy wyniki w dwu kolumnach rozdzielonych spacją w pliku o formacie txt i zapisujemy pod nazwą brewster0.txt. Jako znak dziesiętny stosujemy kropkę zamiast przecinka. Pobieramy skrypt (plik brewster\_skrypt.txt) ze strony internetowej pracowni, wgrywamy go do katalogu w którym znajduje się plik z danymi. Uruchamiamy skrypt w programie gnuplot poleceniem gnuplot brewster\_skrypt.txt, program powinien wygenerować plik z wykresem oraz plik fit.log zawierający wszystkie potrzebne dane.*

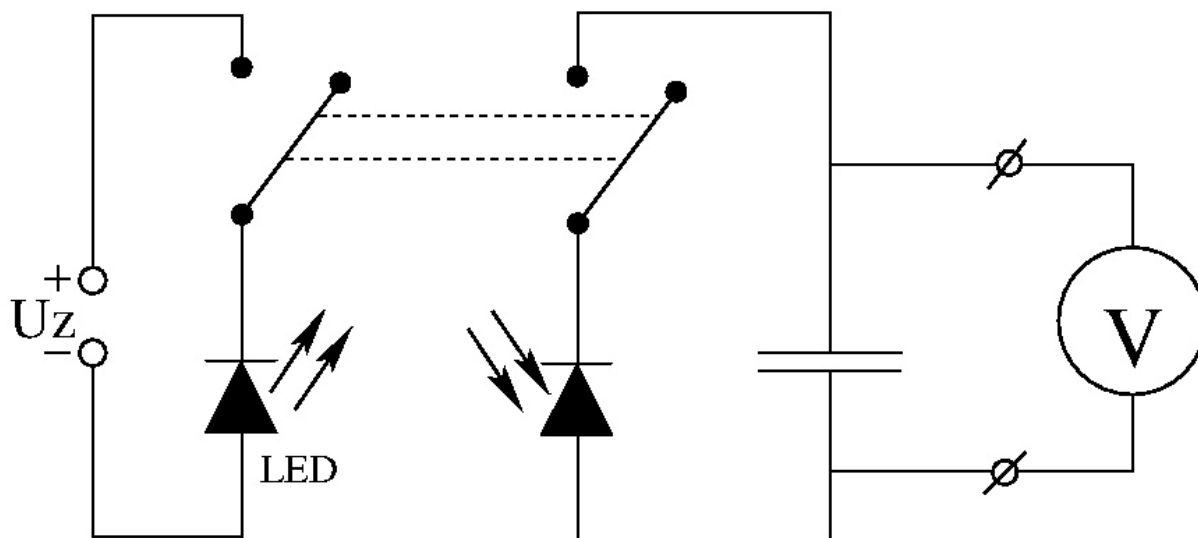
3. Na podstawie otrzymanej wartości współczynnika załamania n otrzymanej z programu gnuplot obliczyć wartość kąta Brewstera.

4. Ocena niepewności pomiarowych w przypadku metody zaawansowanej opracowania wyników.

Uchyby pomiarowe zostają wyliczone przez program. Opisujemy ich znaczenie i odnosimy się do danych tabelarycznych współczynnika załamania dla pleksiglasu określając, czy zmierzona wielkość mieści się w granicach uchybu.

*Dla dociekliwych:*

*Sygnal z detektora jest podawany do wzmacniacza oraz układu klucującego. Układ klucujący włącza rejestrację sygnału tylko na czas świecenia oświetlacza. Z układu klucującego sygnał jest podawany na układ całkujący. Dzięki temu rozwiązaniu możemy wykonywać pomiary przy włączonym świetle. Wpływ obcych źródeł światła, jak migotanie świetlówek został zminimalizowany. Jednocześnie zastosowanie układu całkującego wymusza konieczność odczekania podczas pomiarów do momentu ustalenia się napięcia.*



*ilustracja 2: uproszczony schemat elektryczny układu pomiarowego*