

25. Sprawdzanie prawa Malusa

(1 tydzień, 9 pkt.)

Zagadnienia: polaryzacja światła, polaryzator, prawo Malusa, zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, fotoopornik.

Literatura: Szy75, 517÷519, 579÷581; Szy99,466÷467; Mey1, 244÷245
Hal80,588÷595; Res98 561÷566.

Celem doświadczenia jest zbadanie natężenia światła przechodzącego przez skrzyżowane polaryzatory, porównanie wyników z prawem Malusa oraz uwzględnienie „nieidealności” polaryzatorów.

1. Pomiary z polaryzatorami.

Na ławie optycznej znajdują się dwa polaryzatory wyposażone w kątomierze oraz źródło światła. Natężenie oświetlenia mierzymy przy użyciu fotoopornika oraz omomierza. Najpierw musimy określić położenie osi polaryzatorów. W tym celu zmieniamy położenie kątowe jednego z polaryzatorów i znajdujemy minimalny opór fotoopornika. Temu położeniu polaryzatorów odpowiada równoległe ustawienie osi optycznych, w naszych oznaczeniach będzie to odpowiadało $\phi=0$.

Notujemy wartość oporu odpowiadającą równoległemu ustawieniu osi, skręcamy jeden z polaryzatorów i ponownie odczytujemy opór. Przyjmujemy, natężenie oświetlenia I jest proporcjonalne do odwrotności oporu (proporcjonalne do przewodnictwa). W ten sposób otrzymujemy eksperymentalną zależność $I(\phi)$, gdzie ϕ jest kątem skręcenia osi polaryzatorów. Sprawdzamy, jaka jest powtarzalność pomiarów $I(\phi)$, i uwzględniamy to w rachunku błędów.

Sprawdzamy, czy po obrocie któregoś z polaryzatorów o π nie zmienia się wartość natężenia światła (dlaczego nie powinna się zmieniać?). Jeśli się zmienia, to uwzględniamy ten fakt w rachunku błędów.

2. Opracowanie wyników.

Sprawdzamy, czy otrzymane wyniki spełniają prawo Malusa:

$$I(\phi) = I_{max} \cos^2 \phi, \quad (25.1)$$

gdzie I_{max} jest maksymalnym natężeniem przechodzącym przez polaryzatory.

Jeśli założymy, że polaryzator jest nieidealny, tzn. amplituda fali spolaryzowanej w płaszczyźnie prostopadłej do osi polaryzatora nie jest wygaszana całkowicie, to można pokazać, że zamiast równania (25.1) trzeba wziąć:

$$I(\phi) = I_{max} \cos^2 \phi + \delta I, \quad (25.2)$$

gdzie δI jest minimalnym natężeniem światła. Ponieważ bezpośredni mierzoną wielkością jest opór, więc:

$$\frac{1}{R} = A \cos^2 \phi + B, \quad (25.3)$$

gdzie A i B są pewnymi stałymi. W przypadku, gdyby zależność (25.1) była spełniona, powinniśmy otrzymać $B=0$.

W celu sprawdzenia które z równań, (25.1) czy (25.2) lepiej opisuje wyniki eksperymentu, sporządzamy wykres, którego osiami są: odwrotność oporu $1/R$ i $\cos^2\phi$. Jeśli punkty eksperymentalne układają się na linii prostej, znajdujemy parametry najlepiej pasującej prostej i dyskutujemy otrzymane rezultaty.