

18. Badanie natężenia oświetlenia punktowego źródła światła

(1 tydzień, 8 pkt.)

Zagadnienia: zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, fotoopornik, zależność natężenia światła od odległości od źródła punktowego.

Literatura: Szy75, 517÷521; Szy98 448÷451, 466÷468; Mey1, 289÷297; Szy2, 287÷297.

Celem doświadczenia jest wyznaczenie zależności natężenia światła wysyłanego przez punktowe źródło od odległości od źródła. Detektorem natężenia oświetlenia jest fotoopornik.

Zmiana przewodnictwa σ (odwrotności oporu: $\sigma=1/R$) fotoopornika powodowana jest zjawiskiem fotoelektrycznym wewnętrznym. Z tego powodu można spodziewać się liniowej zależności przewodnictwa σ od natężenia oświetlenia. Natężenie światła wysyłanego przez źródło punktowe maleje z odległością r jak $1/r^2$.

1. Przeprowadzenie pomiarów

Wykonujemy pomiary badając przewodnictwo σ w zależności od odległości fotoopornika od punktowego źródła światła. Na ławie optycznej ustawiamy fotoopornik, lampę z soczewką stanowiącą źródło światła oraz idealizację punktowego źródła światła. Punktowe źródło światła wykonane jest z rozpraszającej szybki (matówki) umieszczonej w przesłonie z małym otworem. Na otworze z matówką powinien skupiać się strumień światła. Ustawiamy lampę i ogniskową soczewki tak, by otwór był oświetlony najsilniej. Staramy się ustawić układ tak, by ilość rozproszonego światła poza otworem była jak najmniejsza. Zwracamy uwagę na poprawny pomiar odległości. Studenci często popełniają błąd i za r przyjmują odległości pomiędzy jakimiś częściami uchwytów. Odległość r jest odcinkiem pomiędzy matówką a aktywną częścią fotoopornika.

Mierzymy również przewodnictwo σ_∞ przy zasłoniętej matówce. Wartość σ_∞ odpowiada przewodnictwu pochodzącemu od światła rozproszonego (oraz od przewodnictwa w nieobecności oświetlenia).

Sprawdzamy powtarzalność pomiarów $\sigma(r)$, oraz szacujemy dokładności wyznaczenia σ i r umożliwiające przez przyrządy pomiarowe. Te dane wykorzystamy w rachunku błędów.

2. Opracowanie wyników

Możemy zapisać, że

$$\sigma = \frac{A}{r^2} + \sigma_\infty, \quad (18.1)$$

gdzie A jest nieznaną stałą. Przekształcamy (18.1) do postaci:

$$\ln \frac{\sigma - \sigma_\infty}{\sigma_0} = \ln A' - 2 \ln \frac{r}{r_0}, \quad (18.2)$$

gdzie r_0 jest jednostką długości ($r_0=1\text{m}$), σ_0 jednostką przewodnictwa ($\sigma_0=1/\Omega$), a A' pewną stałą. Przedstawiamy dane na wykresie, którego osiami są $\ln \frac{\sigma - \sigma_\infty}{\sigma_0}$ oraz $\ln \frac{r}{r_0}$. Sprawdzamy, czy punkty pomiarowe układają się na linii prostej i jeśli tak, to wyznaczamy jej współczynnik kierunkowy.