

LABORATORIUM OPTYKA GEOMETRYCZNA I FALOWA

Instrukcja do ćwiczenia nr 40

**Temat: Zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne.
Wyznaczanie charakterystyki fotooporu**

I. Wymagania do ćwiczenia

1. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne i wewnętrzne.
2. Obserwacje dotyczące powyższych zjawisk, które przeczą fizyce klasycznej.
3. Budowa i zasada działania fotoopornika.

Literatura

Skrypt PRz, Fizyka I pracownia, Rzeszów 2017, str. 231-234, str. 236-250

J. Orear, Fizyka, t.2, WNT Warszawa 2015, str. 89 – 91.

J.R. Meyer-Arendt, Wstęp do optyki, PWN Warszawa 1977, str. 367 – 369.

II. Wprowadzenie do tematyki ćwiczenia

Pochłanianie światła w powietrzu na odległości rzędu metra można pominąć. Dlatego gdy światło jest emitowane przez źródło jednorodnie dookoła w pełny kąt bryłowy $\omega=4\pi$, obliczenie natężenia oświetlenia E (w luksach) na sferycznej powierzchni odległej o r od źródła światła, ze światłości I_z źródła światła, wygląda następująco

$$E = \frac{I_z \cdot \omega}{S} = \frac{I_z \cdot 4\pi}{4\pi r^2} = \frac{I_z}{r^2} \quad (1)$$

Dla fotooporu obowiązuje przybliżona zależność natężenia prądu od natężenia oświetlenia

$$I = aE^b \quad (2)$$

gdzie a jest parametrem zależnym od wartości przyłożonego na fotoopornik napięcia, natomiast b jest stałą zależną od materiału półprzewodnikowego i rodzaju domieszek. Parametry te można wyznaczyć posługując się metodą najmniejszych kwadratów, przedtem linearyzując zależność (2) za pomocą zlogarytmowania obu jej stron:

$$\ln I = \ln a + b \cdot \ln E \quad (3)$$

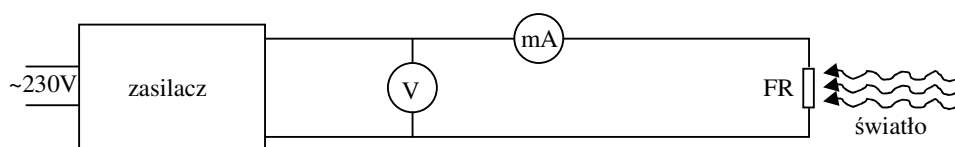
co można też zapisać jako

$$y = B + A \cdot x \quad (4)$$

gdzie $x=\ln E$, $y=\ln I$, $B=\ln a$, $A=b$.

III. Metodologia wykonania pomiarów

1. Połączyć obwód według schematu



2. Ustawić źródło światła w odległości $r = 20$ cm od fotooporu. Sprawdzić czy fotoopór reaguje na oświetlenie.
3. Zmierzyć natężenie prądu fotoelektrycznego I w funkcji przyłożonego napięcia U .
4. Pomiar powtórzyć dla dwóch innych odległości r wskazanych przez prowadzącego.
5. Ustawić wartość napięcia wskazaną przez prowadzącego.
6. Zmieniać odległość fotooporu od źródła światła co $\Delta r=10$ cm . Odczytać dla każdej odległości natężenie fotoprądu I .

7. Pomiary powtórzyć dla dwóch innych wartości napięcia.
8. Wyniki pomiarów umieścić w tabeli:

Tabela pomiarów i obliczeń

$r_1=$		$r_2=$		$r_3=$		$U_1=$			$U_2=$			$U_3=$		
U	I	U	I	U	I	r	I	E	r	I	E	r	I	E
[V]	[mA]	[V]	[mA]	[V]	[mA]	[cm]	[mA]	[lx]	[cm]	[mA]	[lx]	[cm]	[mA]	[lx]

IV. Obliczenia

1. Dla każdego r obliczyć wartości natężenia oświetlenia fotoopornika E ze wzoru (1) przyjmując światłość używanej żarówki $I_z = 19$ cd.
2. Przedstawić na jednym wykresie zależności $I(U)$, a na drugim $-I(E)$.
3. Niepewności standardowe $u(U)$, $u(I)$, $u(r)$ wyznaczyć metodą typu B. Niepewność $u(E)$ obliczyć metodą przenoszenia niepewności. Zaznaczyć na wykresach niepewności (rozszerzone).
4. Obliczyć parametry A i B , a potem parametry a i b badanego fotoopornika, osobno dla każdego z trzech napięć U . W tym celu najpierw obliczyć wartości punktów $y(x)$ czyli $\ln I(\ln E)$, a potem wykorzystać metodę najmniejszych kwadratów, tak jak to objaśniono pod wzorami od (2) do (4).
5. Narysować wykresy $I(E)$ w skali logarytmicznej, nanosząc na nim zarówno punkty pomiarowe jak i dopasowane proste.
6. Obliczyć niepewności $u(A)$ i $u(B)$ za pomocą metody najmniejszych kwadratów.
7. Obliczyć niepewności $u(b)$ i $u(a)$ za pomocą metody przenoszenia niepewności.
8. We wnioskach zestawić wyznaczone parametry a i b badanego fotoopornika dla każdego z trzech napięć U , razem z ich niepewnościami. Następnie poprawnie porównać ze sobą trzy parametry a i osobno trzy parametry b , wykrywając ich zależność lub niezależność od przyłożonego napięcia, tak jak to opisano w objaśnieniach pod wzorem (2).