



**ĆWICZENIE  
70A**

**POMIARY FOTOMETRYCZNE Z WYKORZYSTANIEM  
FOTOOGNIWA SELENOWEGO**

**Instrukcja wykonawcza**

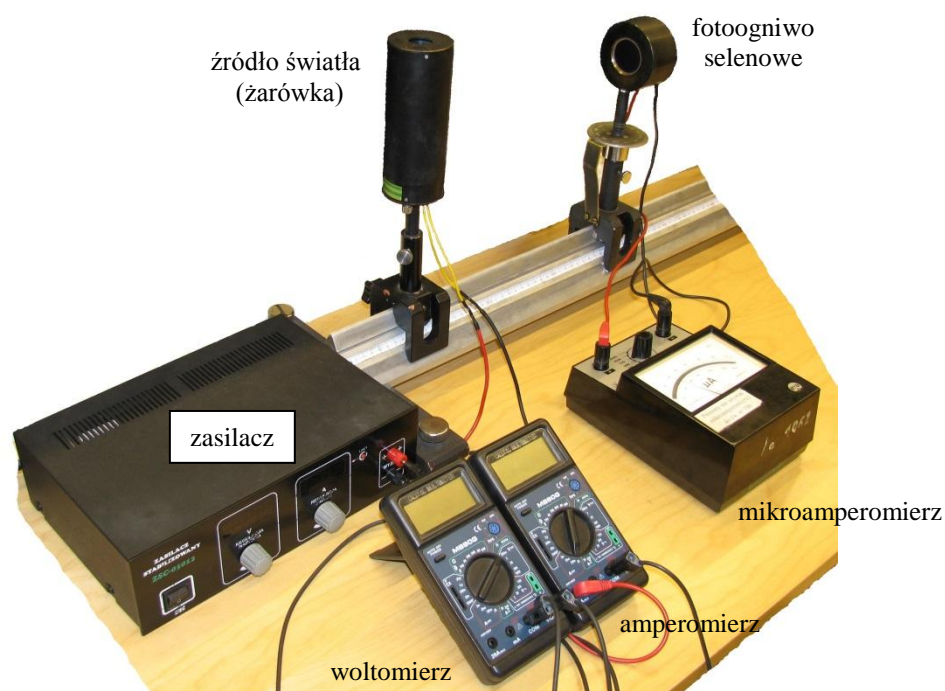
**1. Wykaz przyrządów**

- Ogniwo selenowe w obudowie z kątomierzem
- Źródło światła (żarówka) w obudowie wraz z zasilaczem o wydajności prądowej min. 5A
- Amperomierz oraz woltomierz
- Mikroamperomierz prądu stałego
- Zestaw filtrów szarych
- Ława optyczna z podziałką milimetrową

**2. Cel ćwiczenia**

- Wyznaczenie zależności natężenia oświetlenia  $E$  od odległości  $r$  między fotoogniwem a źródłem światła o danej mocy przy prostym padaniu promieni świetlnych na fotoogniwo.
- Wyznaczenie charakterystyki świetlnej fotoogniwa  $i = f(E)$ .
- Wyznaczenie zależności natężenia oświetlenia  $E$  od kąta padania  $\alpha$  promieniowania świetlnego na powierzchnię fotoogniwa dla ustalonej odległości fotoogniwa od źródła światła.
- Pomiar przepuszczalności filtrów szarych.
- Wyznaczenie światłości  $I$  oraz sprawności świetlnej  $\eta$  żarówki w zależności od mocy  $P$  prądu elektrycznego zasilającego żarówkę.

**3. Schemat układu pomiarowego**



#### 4. Przebieg pomiarów

##### Wersja podstawowa

1. Podłączyć układ pomiarowy wg. powyższego schematu.
2. Sprawdzić czy pokrętła regulacji napięcia i natężenia prądu na zasilaczu znajdują się w lewym skrajnym położeniu.
3. Włączyć zasilacz do sieci.
4. Wyznaczyć zależność natężenia oświetlenia  $E$  od odległości  $r$  między fotoogniwem a źródłem światła:
  - a) ustawić fotoogniwo w odległości  $r = 30$  cm od żarówki, prostopadle do promieni świetlnych padających na czynną powierzchnię fotoogniwa (kąt padania światła  $\alpha = 0$ );
  - b) ustalić moc dostarczoną do żarówki tak, aby natężenie prądu fotoelektrycznego (mierzonego na mikroamperomierzu podłączonym do ogniwa) wynosiło  $i = 105 \mu\text{A}$  (odpowiada to mocy ok. 15 W). Przy tych warunkach natężenie źródła światła wynosi  $I = 16,5$  cd;
  - c) dla 10 różnych odległości  $r$  fotoogniwa od źródła (np. co 2 cm) zmierzyć natężenie prądu fotoelektrycznego  $i$ .

##### Wersja rozszerzona

5. Wyznaczyć zależność natężenia oświetlenia  $E$  od kąta padania  $\alpha$  światła na powierzchnię fotoogniwa (wersja rozszerzona):
  - a) ustawić fotoogniwo w stałej odległości, np.  $r = 30$  cm od źródła światła;
  - b) zmierzyć natężenie prądu fotoelektrycznego  $i$  dla różnych wartości kąta padania  $\alpha$  promieni świetlnych na fotoogniwo w zakresie od 0 do 45° co 5°; pomiary natężenia prądu fotoelektrycznego wykonać przy obrocie fotoogniwa w prawą i lewą stronę, a następnie uśrednić obie wartości dla danego  $\alpha$ .
6. Pomiar przepuszczalności filtrów szarych:
  - a) ustalić odległość fotoogniwa od źródła światła przy zadanej mocy żarówki; przy prostopadłym padaniu promieni świetlnych na powierzchnię czynną fotoogniwa zmierzyć natężenie prądu fotoelektrycznego  $i$ ;
  - b) umieścić badany filtr szary w pobliżu fotoogniwa i zmierzyć natężenie prądu fotoelektrycznego  $i'$  dla światła przepuszczalnego przez filtr;
7. Wyznaczyć światłość  $I$  źródła światła oraz sprawność świetlną  $\eta$  żarówki w zależności od pobieranej mocy  $P$ :
  - a) ustalić moc prądu elektrycznego zasilającego żarówkę  $P_x = U_z I_z$ ;  
**UWAGA: nie przekraczać mocy 20 W;**
  - b) dla prostopadłego padania promieni świetlnych na fotoogniwo ustawić fotoogniwo w takiej odległości  $r_x$  od źródła, aby natężenie prądu fotoelektrycznego wynosiło  $i = 105 \mu\text{A}$ ;
  - c) analogiczne pomiary wykonać dla 10 różnych mocy prądu zasilającego żarówkę  $P_x$ .

#### 5. Opracowanie wyników

##### Wersja podstawowa

1. Zależność natężenia oświetlenia  $E$  od odległości  $r$  od źródła światła opisuje prawo Lamberta:

$$E = \frac{I}{r^2} \cos\alpha. \quad (1)$$

- gdzie:
- $E$  [lx] – natężenie oświetlenia fotoogniwa
  - $I$  [cd] – światłość źródła światła
  - $r$  – odległość między fotoogniwem a źródłem światła
  - $\alpha$  – kąt padania promieni świetlnych na fotoogniwo

- a) W oparciu o prawo Lamberta (1) wyznaczyć wartość natężenia oświetlenia  $E$  dla każdej wartości  $r$  przyjmując  $I = 16,5$  cd oraz  $\alpha = 0^\circ$ ;
- b) Obliczyć niepewność natężenia oświetlenia  $u_c(E)$  przyjmując  $u(I) = 0,5$  cd; niepewność odległości  $u(r)$  wyznaczyć doświadczalnie (dla danej odległości  $r$  sprawdzić zakres przesunięcia, przy którym wskazanie mikroamperomierza nie zmienia się).
2. Wykreślenie charakterystyki świetlnej fotoogniwa:
- a) w oparciu o wyniki pomiarów natężenia prądu fotoelektrycznego  $i$  w zależności od odległości  $r$  fotoogniwa od źródła światła oraz wyniki obliczeń natężenia oświetlenia  $E$  dla tych odległości sporządzić wykres  $i = f(E)$ .
- b) dla kilku punktów pomiarowych nanieść prostokąty niepewności obliczając niepewność natężenia fotoprądu  $i$  z klasy miernika.

### Wersja rozszerzona

3. Wyznaczenie zależności natężenia oświetlenia  $E$  od kąta padania  $\alpha$  światła na powierzchnię fotoogniwa dla  $r = \text{const}$ .
- a) z prawa Lamberta (1) obliczyć natężenie oświetlenia  $E$  dla wszystkich zmierzonych wartości kąta  $\alpha$  przyjmując  $r = 30$  cm,  $I = 16,5$  cd;
- b) wyznaczyć niepewność natężenia oświetlenia  $u_c(E)$  przyjmując  $u(I) = 0,5$  cd,  $u(\alpha) = 1^\circ$ ,  $u(r)$  wyznaczyć doświadczalnie (jak w podpunkcie 1b).
- c) wykorzystując uśrednione wartości pomiarów natężenia fotoprądu  $i$  dla różnych kątów  $\alpha$  (przy odchyłaniu w prawą i lewą stronę) odczytać z charakterystyki świetlnej fotoogniwa (podpunkt 2) natężenia oświetlenia;
- d) porównać wartości natężenia oświetlenia  $E$  otrzymane z prawa Lamberta i odczytane z wykresu  $i = f(E)$ .
4. Wyznaczenie współczynników przepuszczalności  $T$  filtrów szarych:
- a) współczynnik przepuszczalności  $T$  filtra obliczyć ze wzoru:

$$T = \frac{E'}{E} = \frac{i'}{i} \quad (2)$$

gdzie:  $E$  – natężenie oświetlenia powierzchni fotoogniwa bez filtra,  
 $E'$  – natężenie oświetlenia powierzchni fotoogniwa z filtrem,  
 $i$  – natężenie fotoprądu odpowiadające  $E$ ,  
 $i'$  – natężenie fotoprądu odpowiadające  $E'$ ;

- b) wyznaczyć niepewność współczynnika  $u_c(T)$  uwzględniając dokładność mikroamperomierza.

5. Wyznaczenie światłości źródła  $I$  w zależności od mocy  $P$  pobranego prądu i obliczenie współczynnika sprawności świetlnej  $\eta$  źródła światła:

- a) Obliczyć wartość mocy wg wzoru:

$$P_x = U_z I_z \quad (3)$$

gdzie:  $U_z$  – napięcie przyłożone do żarówki,  
 $I_z$  – natężenie prądu przepływającego przez żarówkę;

oraz jej niepewności  $u_c(P_x)$  uwzględniając dokładność amperomierza i woltomierza;

- b) wykorzystując stałość natężenia oświetlenia  $E$  dla każdej odległości  $r_x$  ( $i = 105$   $\mu\text{A}$ ) wyznaczyć natężenie źródła światła  $I_x$  odpowiadające mocy  $P_x$  z zależności:

$$I_x = I \frac{r_x^2}{r^2} \quad (4)$$

gdzie:  $I = 16,5$  cd,  
 $r = 0,3$  m;

Obliczyć niepewność  $u_c(I_x)$ ,

- c) sporządzić wykres przedstawiający zależność  $I = f(P)$  i dla wybranych punktów nanieść prostokąty niepewności;

d) wyznaczyć współczynnik sprawności świetlnej  $\eta$  źródła światła o światłości  $I_x$  z zależności:

$$\eta = \frac{I_x}{P_x} \quad (5)$$

gdzie  $P_x$  – moc pobierana przez żarówkę o światłości  $I_x$ .

Obliczyć niepewności  $u_c(\eta)$ .

e) przedstawić graficznie zależność  $\eta = f(P)$  i nanieść prostokąty niepewności.

## 6. Proponowane tabele (do zatwierdzenia u prowadzącego)

1. Zależność  $E = f(r)$

$$I = (16.5 \pm 0.5) \text{ cd}$$

$$U_z =$$

$$I_z =$$

$$\alpha = 0^\circ$$

Lp.	$r$ [m]	$u(r)$ [m]	$i$ [ $\mu\text{A}$ ]	$u(i)$ [ $\mu\text{A}$ ]	$E$ [lx]	$u_c(E)$ [lx]
1						
...						
10						

2. Zależność  $E = f(\alpha)$

$$I = (16.5 \pm 0.5) \text{ cd}$$

$$U_z =$$

$$I_z =$$

$$r = 0,30 \text{ m}$$

$\alpha_{p(l)}$ [°]	$u(\alpha)$ [°]	$i_p$ [ $\mu\text{A}$ ]	$i_l$ [ $\mu\text{A}$ ]	$u(i)$ [ $\mu\text{A}$ ]	$i_{sr}$ [ $\mu\text{A}$ ]	$u(i_{sr})$ [ $\mu\text{A}$ ]	$E$ [lx]	$u_c(E)$ [lx]	$E$ [lx] z wykresu	$u(E)$ [lx] z wykresu
0	1									
...										
45										

3. Przepuszczalność filtrów

$$r =$$

$$i =$$

$$U_z =$$

$$I_z =$$

$$\alpha = 0^\circ$$

Nr filtra	$i'$ [ $\mu\text{A}$ ]	$u(i')$ [ $\mu\text{A}$ ]	$T$	$u_c(T)$

4. Zależność  $I = f(P)$  i  $\eta = f(P)$

$$i = 105 \mu\text{A}$$

$$r = 0,30 \text{ m}$$

$$I = (16,5 \pm 0,5) \text{ cd}$$

$U_z$ [V]	$u(U_z)$ [V]	$I_z$ [A]	$u(I_z)$ [A]	$P_x$ [W]	$u_c(P_x)$ [W]	$r_x$ [m]	$u(r_x)$ [m]	$I_x$ [cd]	$u_c(I_x)$ [cd]	$\eta$ [cd/W]	$u_c(\eta)$ [cd/W]