



# Badanie zależności natężenia oświetlenia w funkcji odległości od źródła światła

Z4

## Wymagania wstępne:

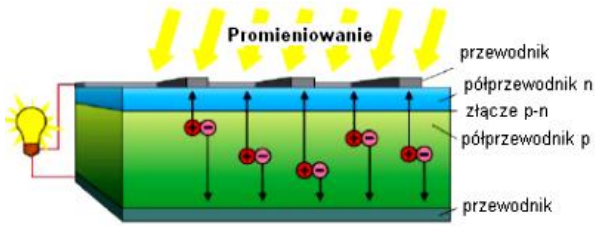
Wielkości fotometrii wizualnej (światłość, strumień świetlny, natężenie oświetlenia, luminancja, jednostki ww. wielkości). Złącze p-n. Zjawisko fotowoltaiczne. Efekt Dembera. Budowa i zasada działania baterii słonecznych.

## Cel ćwiczenia:

Celem ćwiczenia jest zbadanie zależności natężenia oświetlenia w funkcji odległości od źródła światła.

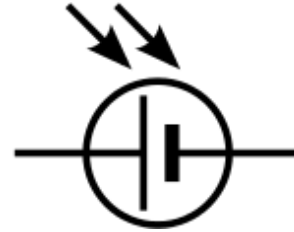
## Opis stanowiska laboratoryjnego:

Ogniwo słoneczne (ogniwo fotowoltaiczne, ogniwo fotoelektryczne, fotoogniwo) – element półprzewodnikowy, w którym następuje przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną w wyniku zjawiska fotowoltaicznego, czyli poprzez wykorzystanie półprzewodnikowego złącza typu p-n, w którym pod wpływem fotonów o energii większej, niż szerokość przerwy energetycznej półprzewodnika, elektrony przemieszczają się do obszaru n, a dziury do obszaru p (rys. 1). Takie przemieszczenie ładunków elektrycznych powoduje pojawienie się różnicy potencjałów, czyli napięcia elektrycznego. Fotony padając na półprzewodnikowe złącze p-n powodują wygenerowanie prądu stałego o napięciu zależnym od materiału ogniwa (dla krzemu około 0,5V) i natężeniu zależnym od powierzchni ogniwa. Powszechnie stosowane są fotoogniwa krzemowe monokrystaliczne (sprawność 12-19%), polikrystaliczne (sprawność 10-18%) oraz amorficzne (sprawność 5-10%). Sprawnością nazywamy zdolność materiału do przetwarzania energii słonecznej na elektryczną. Im wyższa, tym większy procent dostarczanej przez Słońce energii jest "odzyskiwany" i zamieniany na prąd elektryczny. Symbol fotoogniwa przedstawia rys. 2.



Rysunek 1

Schemat działania fotoogniwa



Rysunek 2

Symbol fotoogniwa

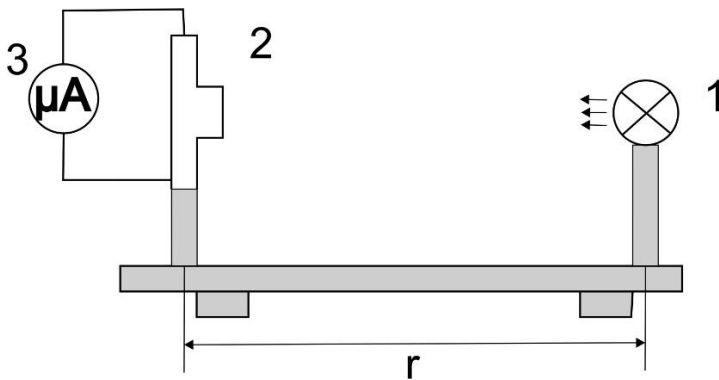
Natężenie oświetlenia  $E$  to gęstość strumienia świetlnego padającego na daną powierzchnię. Jest to jedyna wielkość fotometryczna, która nie charakteryzuje samego źródła światła, lecz jasność oświetlenia powierzchni. Natężenie oświetlenia, pochodzące od punktowego źródła światła, jest odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości  $r$  oświetlanej powierzchni od źródła światła:

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

gdzie:  $i$  - natężenie źródła światła (światłość, jest to moc promieniowania wysyłanego przez źródło punktowe w obrębie jednostkowego kąta bryłowego),  $\alpha$  — kąt padania światła (kąt pomiędzy prostą prostopadłą do powierzchni, a promieniem padającym).

Natężenie prądu elektrycznego  $I_f$ , który popłynie w obwodzie jest proporcjonalne do natężenia oświetlenia  $E$  powierzchni fotoogniwa. Dlatego wykresy  $I_f = f(r^2)$  i  $I_f = f(1/r^2)$  reprezentują również funkcje  $E = f(r^2)$  i  $E = f(1/r^2)$ . Przy odległościach, dla których można pominąć wymiary liniowe źródła światła zależność  $I_f = f(1/r^2)$  jest liniowa.

Układ pomiarowy wykorzystywany w ćwiczeniu przedstawia rys. 1.



Schemat układu pomiarowego

1 – źródło światła

2 – fotoogniwo

3 – mikroamperomierz

$r$  – odległość między fotoogniwem i źródłem światła

Rysunek 3

### Przebieg ćwiczenia:

### Kolejność wykonywanych czynności:

1. Montujemy ogniwo na początku ławy optycznej.
2. Na drugim końcu ławy optycznej montujemy źródło światła.
3. Źródło światła ustawiamy tak, aby maksimum światła padało na ogniwo.
4. W obwód włączamy mikroamperomierz (przyrząd ustawiamy na pomiar prądu stałego DC, lub „-“).
5. Przeprowadzamy pomiar natężenia prądu fotoelektrycznego  $I_{f0}$  przy wyłączonym źródle światła ustawionym na ławie optycznej. Pomiar można przeprowadzać przy zapalonym bądź przy zgaszonym świetle w pomieszczeniu, należy jednak pamiętać o tym, aby wszystkie pomiary były przeprowadzone w jednakowych warunkach.
6. Włączamy lampę i przeprowadzamy pomiar prądu fotoelektrycznego  $I_f$  przy różnych odległościach  $r$  od lampy.
7. Odległości te zmniejszamy:
  - co 0.03m aż do odległości 0.7m od źródła światła,
  - co 0.02m do odległości 0.6m od źródła światła,
  - co 0.01m aż do odległości 0.12m od źródła światła.
8. Zanotować klasę miernika użytego do pomiarów i niepewność pomiaru odległości  $\Delta r$  (najmniejsza działka na ławie optycznej).
9. Wyniki zapisać w tabeli.

**Tabela. 1.** Wyniki pomiarów natężenia prądu fotoelektrycznego w funkcji odległości źródła światła od powierzchni fotoogniwa.

**Tabela 1**

Nr	$r$ [m]	$1/r^2$ [ $1/m^2$ ]	$I_f$ [A]	$\Delta I_f$ [A]	$I = I_f - I_{t\theta}$ [A]	$\Delta I$ [A]

**Sprawozdanie powinno zawierać:**

1. Tabelę pomiarową.
2. Wykres  $I = f(r)$  z naniesionymi niepewnościami pomiarowymi.
3. Wykres  $I = f(1/r^2)$  z naniesionymi niepewnościami pomiarowymi.
4. Obliczenie współczynnika kierunkowego prostej  $I = f(1/r^2)$  wraz z jego niepewnością metodą regresji liniowej.
5. Podsumowanie.
6. Dyskusję otrzymanych wyników.

**Literatura:**

1. Witold M. Lewandowski, *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, WNT, 2006
2. Egbert Boeker, Rienk van Grondelle, *Fizyka środowiska*, PWN, 2002
3. Monika Pokładko, *Badanie wybranych polimerów w aspekcie zastosowania ich w strukturach fotowoltaicznych oraz w polimerowych diodach elektroluminescencyjnych*, Politechnika Krakowska, 2009
4. Szczepan Szczeniowski, *Fizyka Doświadczalna*, PWN, 1973
5. Maciej Nowicki, *Nadchodzi era Słońca*, PWN, 2012