



Badanie charakterystyk fotoelementu

E7

Przyrządy:

Przyrząd do badania zjawiska fotoelektrycznego, płytki absorbenta suwmiarka, fotoelementy (fotoopór, fotodioda, lub fototranzystor).

Zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne polega na zmianie przewodnictwa elektrycznego ciał stałych pod wpływem oświetlenia. Zachodzi ono głównie dla półprzewodników.

Półprzewodnictwo wzrasta, gdy kosztem dostarczonej z zewnątrz energii elektrony przechodzą z pasma podstawowego do pasma przewodnictwa tworząc parę nośników prądu: elektron – dziura.

Zjawisko to jest możliwe wówczas, gdy wartość energii kwantu promieniowania świetlnego jest równa lub większa od szerokości pasma wzbronionego.

$$h\nu \geq \Delta W$$

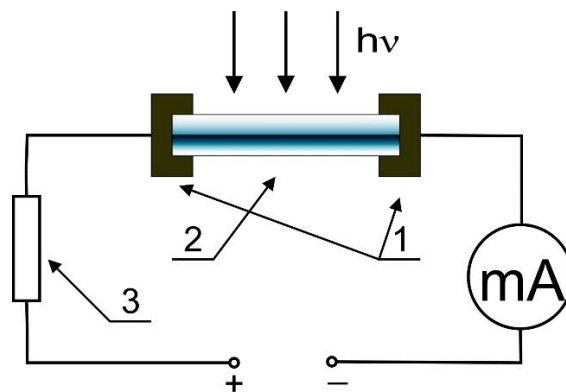
ν - częstość padającego promieniowania świetlnego

h – stała Plancka

ΔW – szerokość przerwy energetycznej w modelu pasmowym

Fotoefekt wewnętrzny wykorzystuje się w urządzeniach zwanych fotoopornikami.

Schemat budowy fotooporu oraz typowy obwód z fotoopornikiem przedstawia rysunek 1.

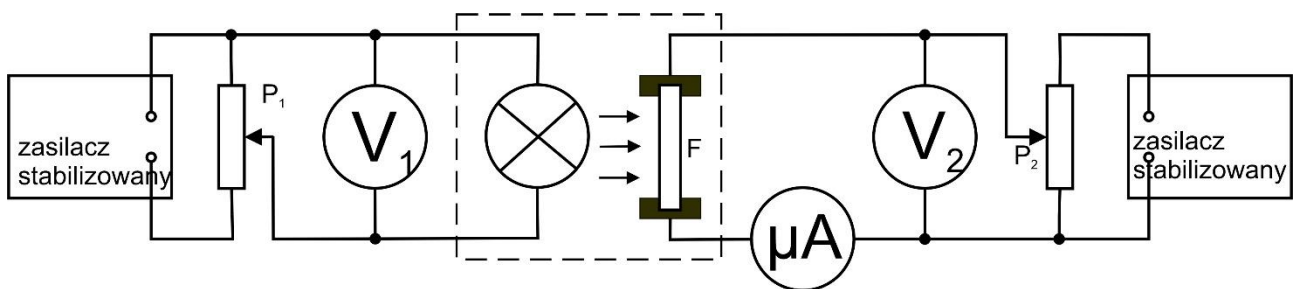


Rysunek 1

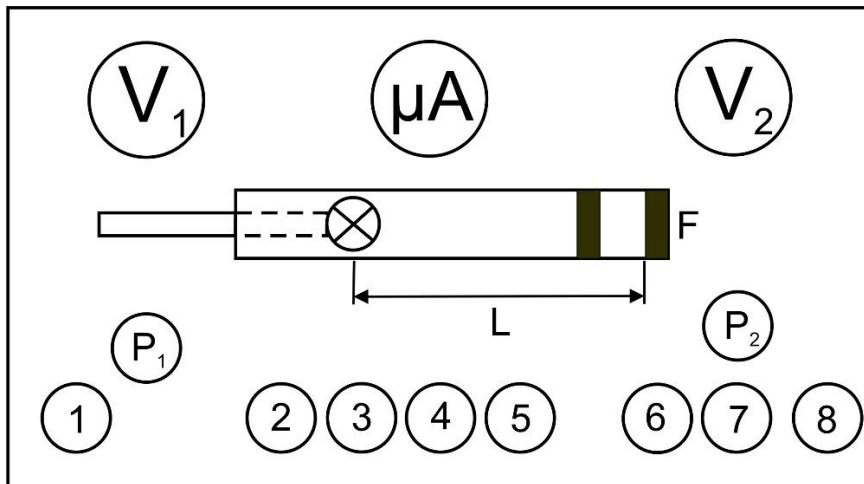
- 1 – elektrody
- 2 – materiał światłoczuły
- 3 – opór obciążenia

Kolejność wykonywanych czynności:

Schemat blokowy przyrządu do badania zjawiska fotoelektrycznego przedstawia rysunek 2, natomiast rozmieszczenie mierników i przełączników (przycisków) przedstawia rysunek 3.



Rysunek 2



Rys. 3

- 1 - przycisk włączający miernik V_1
 - 2 - przycisk włączający mikroamperomierz na zakres $100\mu\text{A}$
 - 3 - przycisk włączający mikroamperomierz na zakres 1 mA
 - 4 - przycisk włączający mikroamperomierz na zakres 10mA
 - 5 - przycisk włączający mikroamperomierz na zakres 100mA
 - 6 - przycisk służący do załączania miernika V_2 na zakres 5V
 - 7 - przycisk służący do załączania miernika V_2 na zakres 10V
 - 8 - przycisk służący do załączania napięcia sieciowego
- V_1 - miernik do pomiaru napięcia zasilającego źródło światła
 V_2 - miernik do pomiaru napięcia zasilającego fotoelement „F”
 μA - miernik prądu płynącego przez fotoelement „F”
 P_1 - potencjometr regulujący wielkość napięcia zasilającego źródło światła
 P_2 - potencjometr regulujący wielkość napięcia zasilającego fotoelement „F”
 L – odległość źródła światła od fotoelementu
 F – fotoelement

Tabela wartości natężenia światła w zależności od odległości źródła światła od fotoelementu i od ustawienia napięcia zasilającego oświetlenie (potencjometr P₁)

Tabela 1

Odległość l (mosiężny pręt z czerwonymi znacznikami)		0,2m	0,15m	0,1m	0,05m
L.p.	U ₁ [dz]	E [lx]	E [lx]	E [lx]	E [lx]
1	17	2	4	17	22
2	20	10	17	33	64
3	30	40	65	120	280
4	40	96	150	230	610
5	50	180	260	470	980
6	60	270	400	720	-
7	70	370	530	900	-
8	80	470	700	-	-
9	90	550	820	-	-
10	100	620	900	-	-

Kolejność wykonywanych czynności:

1. Włączyć zasilanie układu do badania zjawiska fotoelektrycznego oraz woltomierz V₁ i V₂.
2. Zdjąć charakterystyki prądowo - napięciowe dla trzech różnych natężeń światła (pokrętko P₁, tabela 1), przy trzech różnych odległościach źródła światła od fotoelementu – pręt z czerwonymi znacznikami.

Wartości natężenia światła E (lx) wybieramy z tabeli 1.

Po wyborze natężenia ustawiamy wybraną wartość za pomocą pokrętki P₁ – U₁[dz] – wskazania działek na woltomierzu V₁, i wsunięcia, lub wysunięcia pręta – odległość w [m], - czerwone znaczniki, (na podstawie tabeli 1).

Następnie potencjometrem P₂ ustawiamy napięcie zasilające fotoelement w przedziale od 0,5V do 10,0V z krokiem co 0,5V (odczyt napięcia na woltomierzu V₂). Dla każdego napięcia odczytujemy wartość prądu I (amperomierz).

3. Czynności z punktu 2 powtarzamy dla dwóch innych wybranych przez nas wartości natężenia światła (tabela wartości natężenia światła 1).

4. Pomiary powtarzamy dla dwóch innych odległości źródła światła (dla każdej z nich wybieramy trzy natężenia światła).

Wyniki pomiarów zapisujemy w tabeli 1:

Tabela 2

L.p.	l	U ₁	E	U ₂	I
	[m]	[dz]	[lx]	[V]	[mA]

5. Ustawić stałe napięcie polaryzujące fotoelement (U₂ = 2,5V, potencjometr P₂) i odległość l = 0,1m.

Zbadać zależność prądu fotoelementu „F” od natężenia oświetlenia.

W tym celu zmieniać natężenie oświetlenia potencjometrem P₁ (wskazania na woltomierzu V₁); wykorzystać wartości dla odległości 0,1m (od 17 do 900lx).

Wyniki pomiarów (mikroamperomierz) wpisać do tabeli 2:

Tabela 3

U ₂ = 2,5V; l = 0,1m			
L.p.	U ₁	E	I
	[dz]	[lx]	[mA]

6. Zbadać zmiany fotoprądu w zależności od grubości absorbentu (x) dla l = 0.1m, U₂ = 2,5V, i E = 900lx. Wyniki zapisać w tabeli 3. Wartość natężenia światła „E_a” wyznaczamy z zależności I = f(E).

Tabela 4

L. p.	x	I	E _a
	[m]	[mA]	[lx]
1			
2			
3			

7. Sporządzić na wspólnym wykresie charakterystyki prądowo - napięciowe fotoelementu dla różnych natężeń oświetlenia.
8. Sporządzić wykres zależności prądu fotoelementu od natężenia oświetlenia dla $U_2 = \text{const}$.
9. Obliczyć współczynnik absorpcji „k” dla trzech grubości absorbenta "x", jeżeli wiadomo, że:

$$E_a = E e^{-kx} \Rightarrow k = \frac{\ln E / E_a}{x}$$

gdzie:

E_a - natężenie oświetlenia (światła) po przejściu przez absorbent

E – natężenie światła padającego na absorbent

x – grubość absorbenta

10. Obliczyć średnią wartość „k” oraz maksymalną niepewność pomiarową tej wielkości.

Wymagania:

- własności półprzewodników [16]
- struktura pasmowa półprzewodników [16]
- półprzewodniki domieszkowe [16]
- przewodnictwo półprzewodnika w funkcji temperatury i oświetlenia [16]
- budowa i zasada działania fotoopornika [1, 16]
- źródła światła i natężenie światła [8]