

E7. BADANIE ZJAWISKA FOTOELEKTRYCZNEGO

tekst opracowała: Bożena Janowska-Dmoch

Zjawisko fotoelektryczne polega na oddziaływaniu światła z elektronami walencyjnymi substancji stałych lub ciekłych. W zderzeniu kwantu światła, czyli fotonu, niesiona przez niego energia świetlna zostaje przekazana elektronowi. Rezultatem może być uwolnienie elektronu z substancji do ośrodka otaczającego, czyli **zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne**, lub przejście elektronu z pasma walencyjnego do pasma przewodnictwa i wzrost przewodności elektrycznej tej substancji, czyli **zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne**.

W ćwiczeniu badać będziemy zjawisko fotoelektryczne **zewnętrzne**. Jeden ze sposobów badania tego zjawiska opiera się na wykorzystaniu **komórki fotoelektrycznej**.

Fotokomórka składa się z bańki szklanej odpompowanej z powietrza z zatopionymi w niej dwoma elektrodami – katodą i anodą. Katodą jest zazwyczaj, napyłona na wewnętrznej ścianie bańki szklanej, warstewka metalu o małej pracy wyjścia, czyli takiego dla którego jak najmniejsza część energii padającego promieniowania świetlnego **musi być** przeznaczona na wywołanie emisji elektronów. Anoda, czyli elektroda zbierająca, może mieć kształt pętli z drutu. Jeśli elektrony uwolnione z oświetlonej fotokatody trafią w anodę, to w obwodzie fotokomórki pojawia się prąd elektryczny. Po przyłożeniu do elektrod napięcia o polaryzacji takiej, że anoda ma wyższy potencjał niż katoda, natężenie fotoprądu wzrasta. Gdy napięcie ma dostatecznie dużą wartość, to prąd fotoelektryczny osiąga pewną wartość graniczną, zwaną prądem nasycenia.

Dla przeciwnej polaryzacji elektrod fotokomórki, tzn. gdy anoda ma niższy potencjał niż katoda, natężenie fotoprądu maleje, bo tylko te elektrony docierają do anody, które pokonają hamujące działanie pola elektrycznego. Przy pewnej wartości napięcia, zwanym **napięciem hamowania**, prąd fotoelektryczny całkowicie zanika.

Komórki fotoelektryczne są stosowane w urządzeniach pomiarowych i sterujących, służą do rejestracji i przekazywania sygnałów, wykorzystuje się je w technice dźwiękowej kina i telewizji, a także w urządzeniach do automatyzacji i kontroli procesów technologicznych w różnych gałęziach przemysłu.

Cel

Celem ćwiczenia jest zbadanie zjawiska fotoelektrycznego **zewnętrznego** przez:

- wyznaczenie charakterystyk prądowo-napięciowych fotokomórki dla różnych natężeń światła oświetlającego fotokatodę;
- wyznaczenie potencjału hamującego dla różnych częstotliwości światła oświetlającego fotokatodę.

Wymagania

Natura światła, dualizm korpuskularno-falowy. Natężenie światła a energia fotonu. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne. Cechy zjawiska fotoelektrycznego, których nie wyjaśnia klasyczna falowa teoria światła. Równanie Einsteina, praca wyjścia i potencjał hamowania. Budowa fotokomórki próżniowej. Charakterystyka fotokomórki próżniowej. Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa.

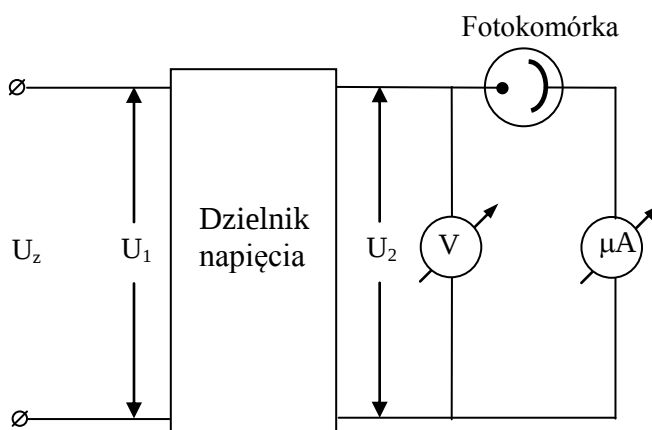
Literatura

D. Halliday, R. Resnick, Fizyka, tom II, PWN
 D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki, tom III, PWN
 J. Orear, Fizyka, tom II, WNT
 K. Zboński, Laboratorium z fizyki, Liber.

Opis układu

Charakterystyka fotokomórki.

Charakterystyką prądowo-napięciową nazywamy wykres zależności natężenia prądu płynącego przez fotokomórkę od napięcia na jej elektrodach przy stałym natężeniu światła oświetlającego fotokatodę. Układ pomiarowy składa się z następujących przyrządów: zasilacza prądu stałego, dzielnika napięcia, woltomierza, oświetlacza, badanej fotokomórki i mikroamperomierza.



Napięcie hamowania.

Pomiary napięcia hamowania przeprowadzamy w tym samym układzie. Do oświetlenia fotokomórki stosujemy diody elektroluminescencyjne.

Wykonanie ćwiczenia

Wyniki wszystkich pomiarów muszą być zapisane w sprawozdaniu, opatrzone odpowiednimi jednostkami i podpisane przez asystenta.

Charakterystyka prądowo-napięciowa fotokomórki

Uwaga: napięcie zasilania włącza asystent.

- Wszystkie zakresy dzielnika napięcia ustawiamy na zero.
- Korzystając z płytki montażowej łączymy za pomocą kabli obwód fotokomórki według powyższego schematu. Wybieramy zakres zasilacza 50V i napięcie zasilania podajemy na dzielnik tak, aby anoda fotokomórki była zasilana z plusa zasilacza. Takie napięcie będzie przyspieszało elektrony uwolnione przez światło z fotokatody.
- Po sprawdzeniu obwodu przez asystenta i włączeniu zasilania sprawdzamy czy przy zerowym napięciu zasilania i zasłoniętej fotokomórce mikroamperomierz wskazuje zero.
- Oświetlacz ustawiamy w odległości 15 cm od fotokomórki. Włączamy zasilanie oświetlacza i ustawiamy pokrętkę regulacji na maksymalną wartość.

- e) Odczytujemy wskazania mikroamperomierza zmieniając dzielnikiem napięcie zasilania od **zera** do 15V co 1V, a następnie do 50V co 5V. Pamiętajmy o zaznaczeniu w protokole **zmiany zakresów przyrządów pomiarowych**.
- f) Skręcamy napięcie zasilania do zera. Zmniejszamy natężenie światła ustawiając pomiędzy fotokomórką a oświetlaczem **filtr szary**. Notujemy prąd wskazywany przez mikroamperomierz.
- g) Ponownie odczytujemy wskazania mikroamperomierza postępując podobnie jak w punkcie e).
- h) Skręcamy napięcie zasilania do zera.
- i) Zmieniamy kierunek zasilania fotokomórki na przeciwny (napięcie hamujące) i mierzymy natężenie prądu przy zerowym napięciu. Następnie zmieniamy dzielnikiem napięcie zasilania co 0,02 V do wartości, przy której natężenie fotoprądu spadnie do zera.
- j) Pomiary wykonujemy dla **obu natężeń światła**.

Propozycja zapisu wyników:

Napięcie zasilania U_z [jednostka] $\Delta U_z = \dots\dots$	Natężenie fotoprądu I [jednostka] $\Delta I = \dots\dots$

gdzie ΔU_z i ΔI są błędami systematycznymi wynikającym z dokładności (klasy) przyrządów.

Wyznaczanie napięcia hamowania

Uwaga: napięcie zasilania włącza asystent.

- a) Na ławie optycznej między oświetlacz mikroskopowy i fotokomórkę wstawiamy uchwyt, do którego wkładamy diodę elektroluminescencyjną.
- b) Sprawdzamy czy anoda fotokomórki jest połączona z minusem zasilacza. Zmieniając napięcie zasilania od zera co 0,02 V do wartości, przy której natężenie fotoprądu spadnie do zera notujemy wskazania mikroamperomierza.
- c) Pomiary powtarzamy dla wszystkich trzech diod.

Propozycja zapisu wyników:

Długość fali:.....

Napięcie zasilania U_z [jednostka] $\Delta U_z = \dots\dots$	Natężenie fotoprądu I [jednostka] $\Delta I = \dots\dots$

gdzie ΔU_z i ΔI są błędami systematycznymi wynikającymi z dokładności (klasy) przyrządów.

Opracowanie wyników

Charakterystyki prądowo-napięciowe fotokomórki

- a) Na jednym papierze milimetrowym sporządzamy wykresy natężeń prądu płynącego przez fotokomórkę od przyłożonego do niej napięcia U_z dla obu natężeń światła padającego na fotokomórkę. W kilku punktach każdego z wykresów, szczególnie przy zmianie zakresów, zaznaczamy błędy ΔI i ΔU_z . Wykresy można wykonać stosując programy komputerowe.
- b) Osobny wykres sporządzamy dla pomiarów przeprowadzonych przy napięciu hamującym. W kilku punktach każdego z wykresów zaznaczamy błędy ΔI i ΔU_z .

Wyznaczanie napięcia hamowania

- a) Na jeden papier milimetrowy nanosimy pomiary natężeń prądu płynącego przez fotokomórkę od przyłożonego do niej napięcia hamującego dla wszystkich diod oświetlających fotokomórkę. W kilku punktach każdego z wykresów zaznaczamy błędy ΔI i ΔU_z . Odczytujemy napięcie hamowania i błąd. Wykresy można wykonać stosując programy komputerowe.

We wnioskach spróbujmy ocenić:

- jak zależy prąd nasycenia od natężenia światła oświetlającego fotokomórkę.
- czy potencjał hamowania zależy od natężenia światła?
- jak zależy potencjał hamowania od długości fali światła padającego na fotokomórkę.
- jak zależy potencjał hamowania od częstotliwości światła.