

1. Dualizm korpuskularno – falowy.
2. Efekt fotoelektryczny wewnętrzny i zewnętrzny. Równania Einsteina. Praca wyjścia dla elektronu. Potencjał hamowania..
3. Charakterystyka prądowo-napięciowa fotokomórki. Zastosowanie efektu fotoelektrycznego
4. Metody wyznaczania stałej Plancka.
5. Budowa monochromatora, lampy spektralnej.
6. Pomiar bardzo małych prądów.

### Dualizm korpuskularno – falowy.

Cecha obiektów kwantowych (np. fotonów czy elektronów) polegająca na przejawianiu, w zależności od sytuacji, właściwości falowych (dyfrakcja, interferencja) lub korpuskularnych (dobrze określona lokalizacja, pęd)[1][2].

Zgodnie z mechaniką kwantową cała materia charakteryzuje się takim dualizmem, chociaż uwidacznia się on bezpośrednio tylko w bardzo subtelnych eksperymentach wykonywanych na atomach, fotonach, czy innych obiektach kwantowych.

Dualizm korpuskularno-falowy jest ściśle związany z falami de Broglie’a – koncepcją, która przyczyniła się do powstania mechaniki kwantowej, a w szczególności do wyprowadzenia równania Schrödingera.

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

$$H\psi(x, t) = i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(x, t)$$

**Właściwość materii polegająca na tym, że w pewnych zjawiskach ujawnia się jej natura falowa, w innych – korpuskularna.** W innych, takich jak efekt fotoelektryczny, zachowuje się jak zbiór cząstek zwanych fotonami. W innej sytuacji, gdy ulega dyfrakcji czy interferencji zachowuje się jak fala. Na przykład elektron w obwodzie, w którym płynie prąd, zachowuje się jak cząstka poruszająca się wraz z innymi nośnikami wewnątrz przewodnika. Natomiast elektron przechodzący przez strukturę krystaliczną i tworzący obraz dyfrakcyjny wykazuje własności falowe. To samo dotyczy wszystkich cząstek elementarnych, a także bardziej złożonych obiektów, takich jak atomy czy cząsteczki. W momencie obserwacji (pewnego pomiaru) możemy zauważyć cechy korpusku lub naturę falową, co ważne - nie jest to własność, która pojawia się w określonej chwili i zmienia się z czasem między naturą falową i korpuskularną.

### Efekt fotoelektryczny wewnętrzny i zewnętrzny. Równania Einsteina. Praca wyjścia dla elektronu. Potencjał hamowania.

Efekt fotoelektryczny (zewnętrzny): Gdy na metalową powierzchnię pada monochromatyczna fala elektromagnetyczna o wystarczająco małej długości fali (co odpowiada częstotliwości większej od pewnego progu), padające promieniowanie jest absorbowane, a emitowane są elektrony.

Zjawisko to znane jest jako efekt fotoelektryczny. Efekt fotoelektryczny ma trzy istotne cechy, których nie da się wytłumaczyć w ramach fizyki klasycznej:

- (1) brak opóźnienia,
- (2) niezależność energii kinetycznej fotoelektronów od natężenia padającego promieniowania (3) występowanie częstotliwości granicznej.

Napięcie hamowania, a więc i maksymalna wartość energii kinetycznej fotoelektronów nie zależą od natężenia światła.

$$h\nu = W + \frac{mv^2}{2}$$

- 1) energia fotonu
- 2) Praca wyjścia elektronu z metalu
- 3) energia kinetyczna elektronu

Efekt fotoelektryczny wewnętrzny:

Elektron w ciele stałym (półprzewodniku lub izolatorze) absorbuje foton i przechodzi

przez barierę energii – pasmo wzbronione do pasma o wyższej energii (pasmo przewodzenia) Taki elektron może wtedy przewodzić prąd – podstawa zjawiska fotowoltaicznego.

### **Charakterystyka prądowo-napięciowa fotokomórki. Zastosowanie efektu fotoelektrycznego**

Jeśli przy danej częstotliwości, dla której zachodzi zjawisko fotoelektryczne, przyłożymy napięcie hamowania  $U_h$  (+ do katody, – do anody), wtedy zmieniając napięcie znajdziemy taką jego wartość, przy której przestanie płynąć w obwodzie prąd. Znaczący to, że w tym momencie najszybsze elektrony wychodzące z katody zostały zahamowane. Ma to miejsce wtedy, gdy praca sił pola elektrycznego hamujących elektrony jest równa energii kinetycznej tych elektronów tuż po wyjściu z metalu.

Efekt fotoelektryczny jest powszechnie wykorzystywany w fotokomórkach, bateriach słonecznych, fotopowielaczach, noktowizorach, elementach CCD w aparatach cyfrowych, fotodiodach itd.

### **Metody wyznaczania stałej Plancka.**

Wyznaczanie stałej Plancka przy pomocy zjawiska fotoelektrycznego

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

Wyznaczamy zależność (funkcję) napięcia od częstotliwości. Z tego otrzymujemy wykres funkcji

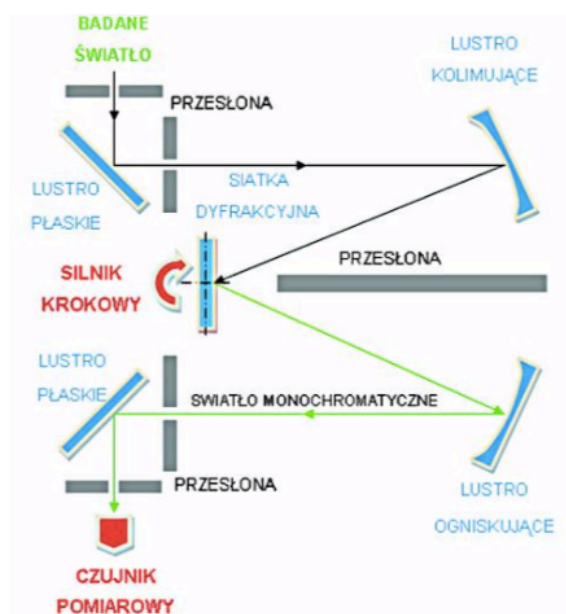
$$y = ax + b, \text{ gdzie podstawiamy jako } U = \frac{h}{e}\nu - \frac{W}{e}$$

Zatem  $h = ae$  bo  $a = h/e \rightarrow$  wyznaczone z wykresu funkcji (excel).

Wzór ten może posłużyć do wyznaczenia stałej Plancka: wystarczy wyznaczyć wysokość bariery  $U_b$  oraz długość fali elektromagnetycznej  $\lambda_m$  odpowiadającej maksimum zdolności emisyjnej diody. Wysokość bariery  $U_b$  wyznacza się z charakterystyk prądowo- napięciowych diody, zaś długość fali  $\lambda_m$  można wyznaczyć za pomocą spektrometru siatkowego.

### **Budowa monochromatora, lampy spektralnej.**

Zadaniem monochromatora jest eliminacja całego zakresu promieniowania nie będącego promieniowaniem źródła, a przepuszczenie jedynie linii rezonansowej lampy, czyli promieniowania emitowanego przez oznaczany pierwiastek. Monochromator składa się ze szczeliny wejściowej, elementu rozszczepiającego (pryzmatu, siatki dyfrakcyjnej), układu zwierciadeł lub soczewek oraz szczeliny wyjściowej. W większości monochromatorów używa się siatki dyfrakcyjnej, które można stosować w szerszym zakresie widma niż pryzmaty. Zdolność rozdzielcza siatki jest określona przez liczbę rys na siatce.



Lampa spektralna to typ lampy, której źródło światła o widmie liniowym jest stosowane do celów spektroskopii promieniowania widzialnego, podczerwonego oraz ultrafioletowego. Substancją świecącą są pary metali bądź rozrzedzone gazy, które są pobudzane niskonapięciowym łukiem elektrycznym. Głównym parametrem jakości lampy spektralnej jest szerokość linii widmowych. Lampa ta posiada trzy elektrody: dwie robocze oraz jedną rozruchową.

### **Pomiar bardzo małych prądów**

Dokładny pomiar małych prądów stałych nie jest zadaniem łatwym.

Aby zmierzyć prąd, trzeba wcześniej rozłączyć obwód, w którym on płynie i włączyć w powstałą przerwę amperomierz. Po zakończeniu pomiaru trzeba jeszcze przywrócić połączenie. Obecnie metoda ta ze względu na swoją pracochłonność jest coraz rzadziej stosowana. Zamiast niej korzysta się z metody pomiaru pośredniego za pomocą cęgowego amperomierza lub cęgowego multimetru, która nie wymaga przerywania obwodu. Pomiar tą metodą, choć mniej dokładny od metody bezpośredniej, polega w pewnym uproszczeniu na założeniu tylko cęgów na obwód z mierzonym prądem i odczytaniu wyniku na wyświetlaczu.