

Wprowadzenie teoretyczne

Doświadczenie „MILLIKAN”

Zjawiska fotoelektryczne to zjawiska spowodowane oddziaływaniem substancji z promieniowaniem świetlnym. Związane są z przekazywaniem energii fotonów pojedynczym elektronom. Zjawiska fotoelektryczne wykorzystywane są w fotoelementach.

Rozróżnia się zjawiska fotoelektryczne:

- **zewnętrzne** (emisja elektronów z metalu pod wpływem światła)

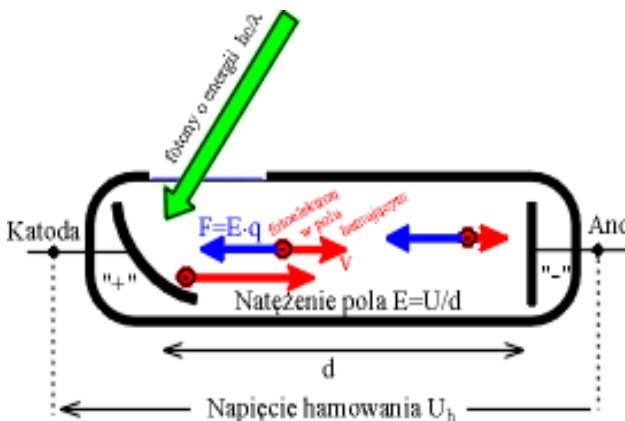
Elektrony opuszczające powierzchnię metalu na skutek zjawiska fotoelektrycznego nazywa się fotoelektronami, a powstały przy ich uporządkowanym ruchu w zewnętrznym polu elektrycznym prąd - prądem fotoelektrycznym

- **wewnętrzne** (zmiana energetycznego rozkładu elektronów w stałych i ciekłych półprzewodnikach i dielektrykach spowodowana oddziaływaniem światła z substancją)

Przejawia się ono w zmianie koncentracji nośników prądu w ośrodku i w efekcie doprowadza do fotoprzewodnictwa lub zjawiska fotoelektrycznego w warstwie zaporowej

- **zaworowe** (powstawanie SEM na styku dwóch materiałów pod wpływem światła, np. w złączu p-n)

- **fotjonizację** (zjawisko fotoelektryczne w gazach).



Badania **fotoelektrycznego zjawiska zewnętrznego**, którego wyjaśnienie wymagało wysunięcia postulatu kwantowej natury światła (Planck, Einstein, Millikan) miało duże znaczenie dla rozwoju fizyki. Zgodnie z zaproponowanym modelem energia padającego fotonu (równa $h\nu$, gdzie h - stała Plancka, ν - częstotliwość oscylatora jako pierwotnego źródła wytwarzającego falę świetlną o tej samej częstotliwości) jest przekazywana elektronowi zgodnie z równaniem:

$$h\nu = W + E$$

gdzie:

W - tzw. praca wyjścia (energia potrzebna do wydostania się elektronu z powierzchni metalu),

E - energia kinetyczna elektronu.

W optyce, w miejsce częstotliwości ν [grecka litera ν] stosuje się długość fali λ , jaką fala miałaby w próżni (z dobrym przybliżeniem również w powietrzu) $\lambda = c/\nu$

Dlatego energia fotonu podawana jest zwykle jako $h \frac{c}{\lambda}$.

Energję kinetyczną fotoelektronów wybijanych z fotokatody z prędkością początkową V , i zmierzających do anody można wyrazić przez określenie wartości napięcia hamowania zwanej napięciem odcięcia U_0 :

$$\frac{mV^2}{2} = U_0 e$$

Zagadnienia do przygotowania:

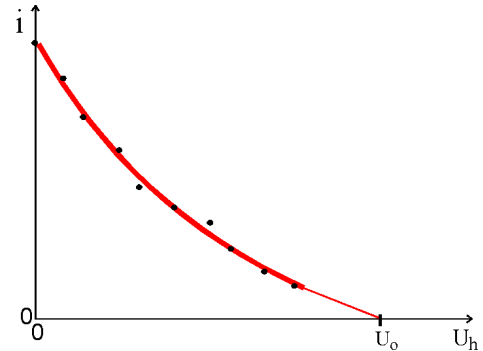
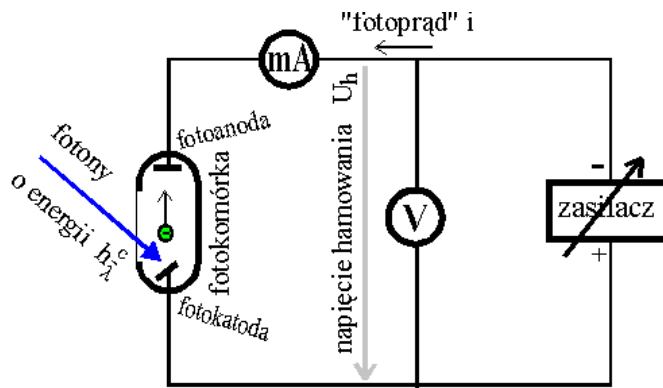
- korpuskularno-falowa natura światła,
- zjawisko fotoelektryczne,
- energia fotonu i stała Plancka,
- energia elektronu w polu elektrycznym.

„MILLIKAN”

Student 1: Wyznaczanie stałej Planck'a za pomocą fotokomórki

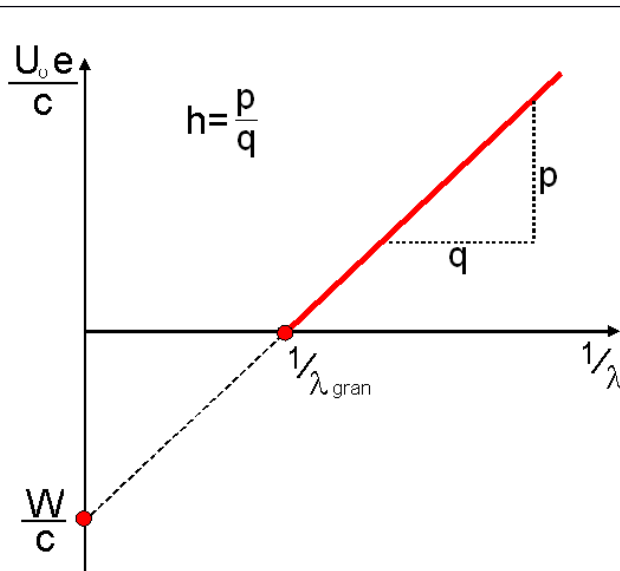
Student 2: Sprawdzanie równania Einsteina - Millikana

Baza teoretyczna:



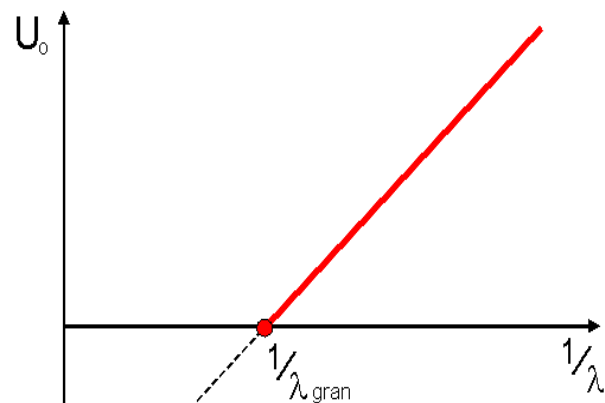
$$h \frac{c}{\lambda} = W + U_0 e$$

$$\frac{U_0 e}{c} = -\frac{W}{c} + h \frac{1}{\lambda}$$



Zatem w celu wyznaczenia **stałej Planck'a** należy:

- wykonać pomiary zależności napięcia odcięcia
- U_0 od długości fali światła,
- sporządzić wykres zależności $U_0 e/c$ od $1/\lambda$,
- odczytać z niego wartość stałej Planck'a.



Zatem w celu sprawdzenia **równania Einsteina-Millikana** należy:

- wykonać pomiary zależności napięcia odcięcia U_0 od długości fali światła,
- sporządzić wykres zależności U_0 od $(1/\lambda)$,
- zanalizować jego liniowość.

„MILLIKAN”

Student 1: Wyznaczanie stałej Planck'a za pomocą fotokomórki

I. **Metodyka** (ideowy plan ćwiczenia)

II. **Przebieg ćwiczenia**

II.1. Przebieg czynności

II.2. Szkic układu pomiarowego

III. **Wyniki**

III.1. **Wyniki pomiarów**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
λ	[nm]										
U_o	[V]										

$$\Delta\lambda = \dots$$

$$\Delta U_o = \dots$$

III.2. **Obliczenia** (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 6)

$$\frac{U_o e}{c} = \dots$$

$$\frac{1}{\lambda} = \dots$$

$$\Delta \frac{U_o e}{c} = \frac{e}{c} \cdot \Delta U_o = \dots$$

$$\Delta \frac{1}{\lambda} = \left| \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda + \Delta\lambda} \right| = \dots$$

III.3. **Wyniki obliczeń**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{U_o e}{c}$	[...]										
$\frac{1}{\lambda}$	[...]										
$\Delta \frac{1}{\lambda}$	[...]										

$$\Delta \frac{U_o e}{c} = \dots$$

III.4. **Wykres**

+ obliczenie h (nachylenia prostej „najlepszego dopasowania”)

+ obliczenie h' (nachylenia prostej odchylonej)

+ obliczenie $\Delta h = |h - h'|$

IV. **Podsumowanie**

Wyznaczona wartość ... wynosi ...

Dokładność metody: ...

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.

„MILLIKAN”

Student 2: Sprawdzanie równania Einsteina - Millikana

I. **Wprowadzenie** (ideowy plan ćwiczenia)

II. **Przebieg ćwiczenia**

II.1. Przebieg czynności

II.2. Szkic układu pomiarowego

III. **Wyniki**

III.1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
λ	[nm]										
U_0	[V]										

$$\Delta\lambda = \dots$$

$$\Delta U_0 = \dots$$

III.2. **Obliczenia** (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 6)

$$\frac{1}{\lambda} = \dots$$

$$\Delta \frac{1}{\lambda} = \left| \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda + \Delta\lambda} \right| = \dots$$

III.3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U_0	[...]										
$\frac{1}{\lambda}$	[...]										
$\Delta \frac{1}{\lambda}$	[...]										

$$\Delta U_0 = \dots$$

III.4. Wykres

IV. Podsumowanie

Ponieważ na wykresie ... można poprowadzić prostą przechodzącą przez wszystkie prostokąty niepewności pomiarowej, nie ma podstaw do stwierdzenia odstępstwa od teorii w zakresie długości fal od ... do....

Ewentualnie: Odstępstwo od liniowości w zakresie ... może wynikać z

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.