

Wydział WFiIS	Imię i nazwisko 1. Mateusz Kulig 2. Przemysław Ryś		Rok 2022	Grupa 3	Zespół 1
PRACOWNIA FIZYCZNA WFiIS AGH	Temat: Efekt fotoelektryczny				Nr ćwiczenia 82
Data wykonania 01.05.2022	Data oddania	Zwrot do popr.	Data oddania	Data zaliczenia	OCENA

W sprawozdaniu podjęliśmy próbę wyznaczenia stałej Plancka oraz pracę wyjścia badanego materiału za pomocą danych opartych na napięciu hamowania, które zostało potraktowane jako funkcja częstotliwości padającego promieniowania. Wartości wyszły niezgodne w stosunku do danych tabelarycznych. Otrzymana praca wyjścia nie umożliwia jednoznacznego stwierdzenia z czego była zrobiona wykorzystana w doświadczeniu płytka metalu.

1. Wstęp teoretyczny

Gdy oświetlimy powierzchnię metalu zauważymy że zostaną wybite elektrony. Objawi się to jako prąd elektryczny. Zjawisko to nosi nazwę efektu fotoelektrycznego. Konieczne do jego wytłumaczenia jest odrzucenie klasycznego założenia, że światło jest tylko falą. Jeśli przyjmiemy że światło rozchodzi się w przestrzeni za pomocą pojedynczych porcji, czyli fotonów, będziemy mogli wyjaśnić niezgodne z zasadami fizyki klasycznej fakty eksperymentalne. Każdy foton może z metalu wybić tylko jeden elektron, co dobrze tłumaczy wyobrażenie światła jako strumienia cząstek, oraz każdy materiał posiada indywidualną wartość energii jaka jest potrzebna aby oderwać od niego elektron. Nadmiarowa energia niesiona przez foton zostanie przekazana elektronowi i przekształci się w energię kinetyczną, co można opisać wzorem

$$E_{k\ max} = h\nu - W, \quad (1)$$

w którym $E_{k\ max}$ jest energią kinetyczną najszybciej poruszających się elektronów, iloczyn $h\nu$ to energia pojedynczego kwantu światła, a W to praca wyjścia czyli wartość energii fotonu poniżej której nie zaobserwujemy efektu fotoelektrycznego. Jeśli użyjemy dodatkowo zewnętrznego napięcia, możemy doprowadzić do sytuacji że będzie ono na tyle duże, że prąd płynący z fotokomórki będzie wynosił zero. Oznacza to, że nawet najszybsze elektrony o energii $E_{k\ max}$ są wyhamowywane przez napięcie hamujące U_{ham} . Uwzględniając ten fakt wzór (1) przybierze postać

$$U_{ham} = \frac{h}{e} \nu - \frac{W}{e}. \quad (2)$$

2. Aparatura

Do przeprowadzenia doświadczenia użyliśmy następujących przyrządów:

- Fotokomórka nieznanego typu,
- Różnokolorowe diody – w kolorze: czerwonym ($\lambda = 630$ [nm]), pomarańczowym ($\lambda = 593$ [nm]), zielonym ($\lambda = 522$ [nm]), fioletowym ($\lambda = 457$ [nm])
- Zasilacz 230 volt,

- Amperomierz oraz woltomierz – użyte zostały mierniki cyfrowe o dokładności 10[nA] (amperomierz) i 1[mV] (woltomierz).

3. Metodyka doświadczenia

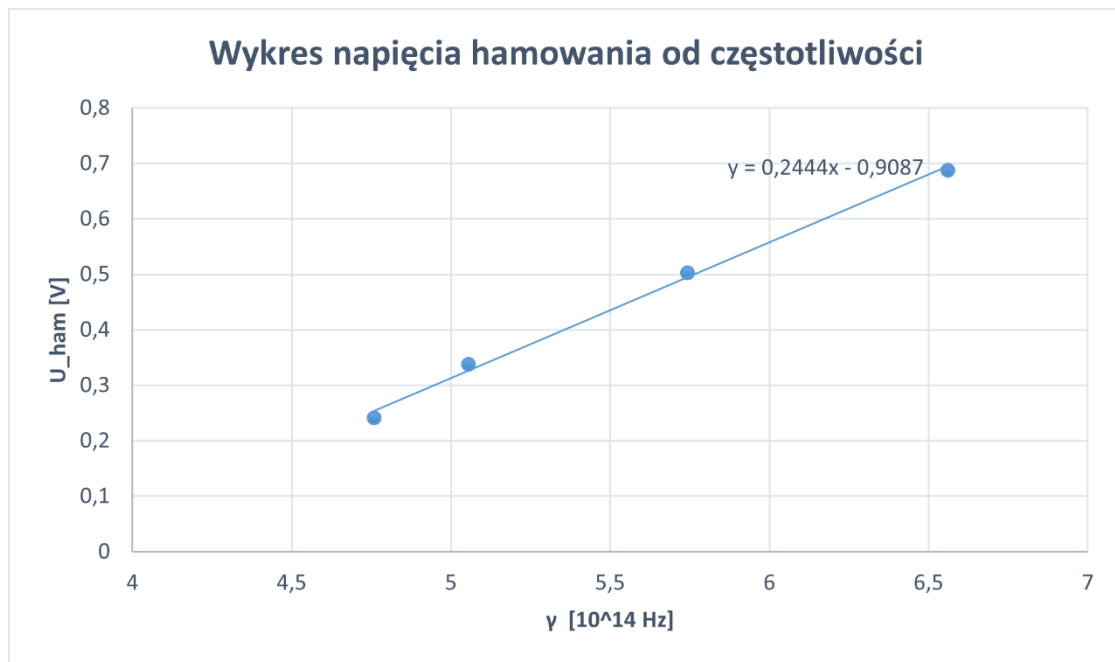
Doświadczenie rozpoczęliśmy od podłączenia amperomierza oraz woltomierza do obudowy w której znajdowała się reszta potrzebnych przyrządów. Następnie za pomocą przełącznika wybraliśmy diodę świecącą w kolorze fioletowym. Po odblokowaniu śrubki ustawiliśmy fioletową diodę w odpowiedniej pozycji względem fotokomórki i włączyliśmy zasilanie. Po krótkim czasie przeznaczonym na ustabilizowanie się obwodu, dokonaliśmy pomiaru natężenia prądu odczytując wskazanie amperomierza przy zerowej wartości napięcia hamującego. Napięcie zmienialiśmy za pomocą pokrętła potencjometru umieszczonego na obudowie aparatury. Następnie zwiększaliśmy wartość napięcia, aż do momentu wyzerowania się płynącego prądu. Wykonaliśmy trzy takie pomiary. Po zakończeniu zmieniliśmy używaną diodę i powtórzyliśmy całą wyżej opisaną procedurę. Kolory pozostałych diod to czerwony, pomarańczowy, zielony.

4. Analiza danych

Dane zebrane w wyniku przeprowadzonego doświadczenia zestawione zostały w poniższej tabeli Tab. 1..

Tab. 1. Tabela długości fali, częstotliwości, natężenia prądu oraz napięcia hamującego.

kolor	λ [nm]	$\nu \cdot 10^{14}$ [Hz]	I [nA] ($U_{ham} = 0$)	U_{ham} [V] ($I = 0$)	U_{ham} [V]
Czerwony	630	4,759	250	0,223	0,241
			250	0,253	
			250	0,247	
Pomarańczowy	593	5,056	720	0,341	0,338
			720	0,334	
			720	0,34	
Zielony	522	5,743	2910	0,504	0,503
			2910	0,503	
			2910	0,503	
Fioletowy	457	6,560	5620	0,688	0,688
			5620	0,69	
			5620	0,687	



Rys. 1. Wykres zależności napięcia hamowania w zależności od częstotliwości fotonów padających na płytkę wraz z równaniem prostej regresji.

Stosując w programie Excel funkcję wbudowaną pod nazwą „REGLINP()” otrzymujemy statystyki dla zależności napięcia od częstotliwości. Dzięki nim oraz powołując się na wzór (2), jesteśmy w stanie obliczyć stałą Plancka oraz pracę wyjścia badanego metalu.

Wynoszą one kolejno $a = 0,2444$ [$V \cdot s$] z niepewnością $u(a) = 0,0103$ [$V \cdot s$] oraz $b = -0,909$ [V] z niepewnością $u(b) = 0,058$ [V]

Wynoszą one wraz z niepewnościami odpowiednio:

$$h = 3,92 \cdot 10^{-34} [J \cdot s], \quad u(h) = 0,17 \cdot 10^{-34} [J \cdot s],$$

$$W = 1,456 [eV], \quad u(W) = 0,058 [eV].$$

5. Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonego udało się wyznaczyć wartości stałej Plancka oraz pracy wyjścia badanego metalu. Wartość stałej Plancka wyniosła $h = 3,92 \cdot 10^{-34} [J \cdot s]$ z niepewnością równą $u(h) = 0,17 \cdot 10^{-34} [J \cdot s]$. Nie jest ona zgodna z wartością tablicową równą $h_{tab} = 6,626 \cdot 10^{-34} [J \cdot s]$. Wyznaczona praca wyjścia wynosi $W = 1,456 [eV]$, a jej niepewność wynosi $u(W) = 0,058 [eV]$. Przyczyną błędnych wyników jest prawdopodobnie przestarzała, wadliwa aparatura.

6. Literatura

- [1] - http://website.fis.agh.edu.pl/~pracownia_fizyczna/cwiczenia/82_opis.pdf – 01.05.2022
 [2] - https://pl.wikipedia.org/wiki/Stała_Plancka – 01.05.2022