Lab 82

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Wydział  EAIiIB | Imię i nazwisko  1. Katarzyna Wilk  2. Michaela Klimek | Rok  2021 | Grupa  3a | Zespół  4 |
| **PRACOWNIA FIZYCZNA**  **WFiIS AGH** | Temat:  Efekt fotoelektryczny | | | Nr ćwiczenia  82 |
| Data wykonania  21.10.2021 | Data oddania  28.10.2021 | Zwrot do popr. | Data zaliczenia | OCENA |

# Cel ćwiczenia:

Wyznaczenie stałej Plancka i pracy wyjścia elektronów z fotokatody w zależności od długości fali światła oraz obliczenie ich niepewności. Stworzenie wykresów zależności napięcia hamowania od częstotliwości i natężenia od napięcia hamowania.

# Wstęp teoretyczny

Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne polega na wybiciu elektronów z powierzchni ciała stałego pod wpływem padającego promieniowania. Dla każdego metalu istnieje pewna najniższa częstotliwość promieniowania dla której to zjawisko nie zachodzi. Zjawisko to jest dowodem na dwoistą naturę światła, które traktowane jest w tym doświadczeniu jako wiązka fotonów. Każdy z tych fotonów posiada energię równą

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

gdzie to stała Plancka, to częstotliwość światła.

Najmniejsza energia, jaką fotony muszą dostarczyć elektronowi, aby opuścił dane ciało to praca wyjścia *W* opisana wzorem:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | , | (2) |

gdzie to stała Plancka, to częstotliwość fotonu, a to maksymalna energia kinetyczna emitowanych elektronów.

# Aparatura

Do wykonania pomiarów wykorzystano poniższy schemat pomiarowy. Wykonano wersję B ćwiczenia, używając kolorowych filtrów – czerwonego, zielonego, niebieskiego i zółtego. Niedokładność nanoamperomierza to 0,01 nanoampera, a niedokładność woltomierza wynosi 0,001 wolta. Dodatkowo pomiary zostały zniekształcone przez nagrzewanie się filtrów w czasie trwania doświadczenia.

Diagram

Description automatically generated

Rys 1. Schemat aparatury do wyznaczania stałej Plancka: 1 – żarówka, 2 – filtry barwne, 3 – fotokomórka, A  - anoda, K – katoda, 4 – nanoamperomierz, 5 – woltomierz, 6 − potencjometr, 7 – stabilizowany zasilacz napięcia stałego

# Analiza danych

W poniższych tabelach przedstawiono wyniki pomiarów.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kolor/  Długość fali  [μm] | Częstotliwość  = c/λ  [Hz] | I[nA]  (dla Ua-f = 0) | Uh[V]  (dla I = 0) | Uh,średnie  [V] |
| Czerwony  0,63 |  | 410 | 0,264 | 0,265 |
| 420 | 0,263 |
| 420 | 0,268 |
| Żółty  0,59 |  | 3980 | 0,39 | 0,389 |
| 3950 | 0,389 |
| 3930 | 0,388 |
| Niebieski  0,48 |  | 3100 | 0,574 | 0,57567 |
| 3110 | 0,575 |
| 3120 | 0,578 |
| Zielony  0,5 |  | 2740 | 0,447 | 0,448 |
| 2750 | 0,449 |
| 2730 | 0,448 |

Tab 1. Wyniki pomiarów zależności napięcia hamowania od czestotliwości .

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kolor 1  Dł. Fali [nm]  Częst. [1/s] | I [nA] | Ua-f [V] | Kolor 2  Dł. Fali [nm]  Częst. [1/s] | I [nA] | Ua-f [V] |
| Czerwony  0,63 um  0,42 | 0 | 0,263 | Żółty  3,85  0,59 | 0 | 0,385 |
| 30 | 0,237 | 250 | 0,345 |
| 60 | 0,211 | 500 | 0,308 |
| 90 | 0,187 | 750 | 0,277 |
| 120 | 0,164 | 1000 | 0,247 |
| 150 | 0,145 | 1250 | 0,22 |
| 180 | 0,1255 | 1500 | 0,195 |
| 210 | 0,107 | 1750 | 0,17 |
| 240 | 0,089 | 2000 | 0,147 |
| 270 | 0,073 | 2250 | 0,124 |
| 300 | 0,0565 | 2500 | 0,102 |
| 330 | 0,04 | 2750 | 0,081 |
| 360 | 0,0235 | 3000 | 0,06 |
| 390 | 0,007 | 3250 | 0,04 |
| 410 | 0 | 3500 | 0,02 |
|  |  | 3750 | 0 |

Tab 2. Zależność prądu fotokomórki od napięcia hamującego .

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kolor 3  Dł. Fali [nm]  Częst. [1/s] | I [nA] | Ua-f [V] | Kolor 4  Dł. Fali [nm]  Częst. [1/s] | I [nA] | Ua-f [V] |
| Niebieski  2,9  0,48 | 0 | 0,5665 | Zielony  2,64  0,5 | 0 | 0,449 |
| 200 | 0,485 | 170 | 0,391 |
| 400 | 0,422 | 340 | 0,346 |
| 600 | 0,37 | 510 | 0,307 |
| 800 | 0,327 | 680 | 0,274 |
| 1000 | 0,288 | 850 | 0,242 |
| 1200 | 0,251 | 1020 | 0,214 |
| 1400 | 0,217 | 1190 | 0,186 |
| 1600 | 0,184 | 1360 | 0,16 |
| 1800 | 0,156 | 1530 | 0,138 |
| 2000 | 0,127 | 1700 | 0,114 |
| 2200 | 0,098 | 1870 | 0,091 |
| 2400 | 0,072 | 2040 | 0,067 |
| 2600 | 0,046 | 2210 | 0,047 |
| 2800 | 0,02 | 2380 | 0,026 |
| 2970 | 0 | 2550 | 0,005 |

Tab 2 cd. Zależność prądu fotokomórki od napięcia hamującego .

Na podstawie tabeli 1 wykonano poniższy wykres.

Chart, scatter chart

Description automatically generated

Wykres 1. Zależność napięcia hamowania od częstotliwości.

Znając współczynnik kierunkowy funkcji -15 z wykresu 1, obliczono stałą Plancka ze wzoru . Po przekształceniu do postaci , wyznaczono wartość

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

przyjmując za wartość ładunku elementarnego *e* = 1,602 \* 10-19C. Następnie obliczono pracę wyjścia , wiedząc że wyraz wolny funkcji z wykresu 1 to lub . Po przekształceniu wzoru wyliczono:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Kolejny etap to obliczenie niepewności i . W tym celu najpierw obliczamy niepewność i . Następnie z prawa przenoszenia niepewności

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
|  |

Otrzymana eksperymentalnie wartość stałej Plancka jest ponad dwa razy mniejsza od tablicowej, nawet biorąc pod uwagę niepewność pomiaru. Nie można obliczyć niepewności pracy wyjścia.

Następnie wykonano wykresy na podstawie tabeli 2. Tytuły poniższych wykresów odnoszą się do koloru użytego filtru.

Chart, line chart

Description automatically generated

Wykres 2. Zależność natężenia od napięcia hamowania.

|  |
| --- |
| Z prawa przenoszenia niepewności: |

Chart, line chart, scatter chart

Description automatically generated

Wykres 3. Zależność natężenia od napięcia hamowania.

|  |
| --- |
| Z prawa przenoszenia niepewności: |

Chart, line chart

Description automatically generated

Wykres 4. Zależność natężenia od napięcia hamowania.

|  |
| --- |
| Z prawa przenoszenia niepewności: |

Chart, scatter chart

Description automatically generated

Wykres 5. Zależność natężenia od napięcia hamowania.

|  |
| --- |
| Z prawa przenoszenia niepewności: |

Na wykresach linia ciągła odnosi się do nieodrzuconych punktów (okrągłych), a przerywana do każdego punktu.

# Wnioski

To doświadczenie nie pozwoliło nam na zbyt dokładne obliczenie stałej Plancka. Obliczona wartość jest ponad dwukrotnie mniejsza, zgadza się jednak rząd wartości. Powodem zaburzonych wyników może być niedokładność aparatury i nagrzewanie się filtrów.