

Ćwiczenie 9

Cienkowarstwowe ogniwko słoneczne

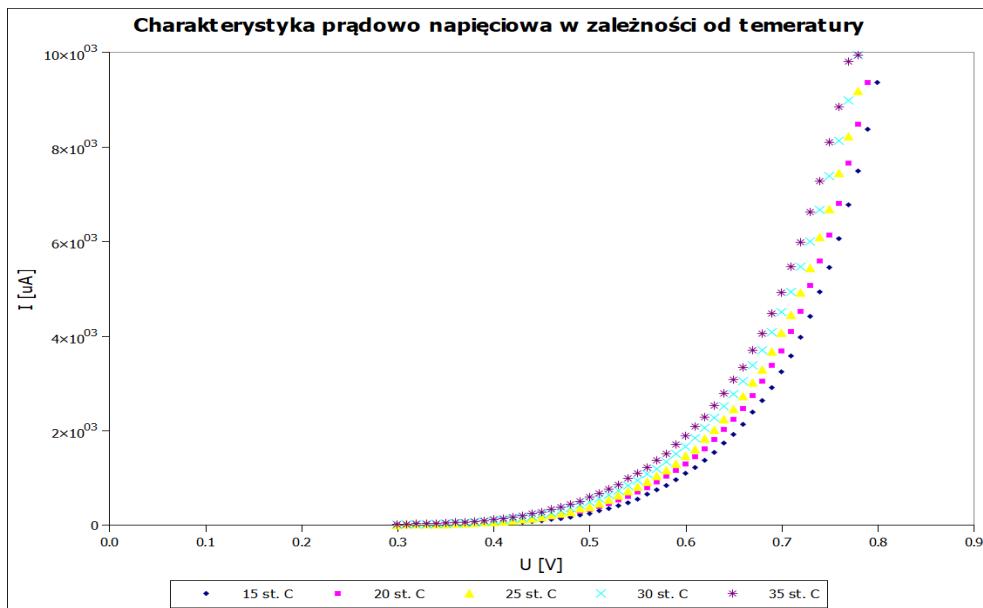
Patrycja Trybułowska, Zuzanna Rudzińska
Zespół 7

21/10/2022

1 Charakterystyki prądowo- napięciowe ogniwka

Zmieniając temperatury dla naszego układu zapisaliśmy wartości prądu oraz napięcia dla każdej z temperatur. Wykonaliśmy w sumie pomiary dla pięciu różnych ustawionych przez nas temperatur: $15^{\circ}\text{C}(15.0^{\circ}\text{C})$, $20^{\circ}\text{C}(20.6^{\circ}\text{C})$, $25^{\circ}\text{C}(25.0^{\circ}\text{C})$, $30^{\circ}\text{C}(29.5^{\circ}\text{C})$, $35^{\circ}\text{C}(34.3^{\circ}\text{C})$. Oczywiście ustawione przez nas temperatury różniły się od tego jakie ich wartości miała tak naprawdę płytka. Rzeczywiste wartości temperatur na płytce zmierzone przez termometr podane zostały w nawiasach.

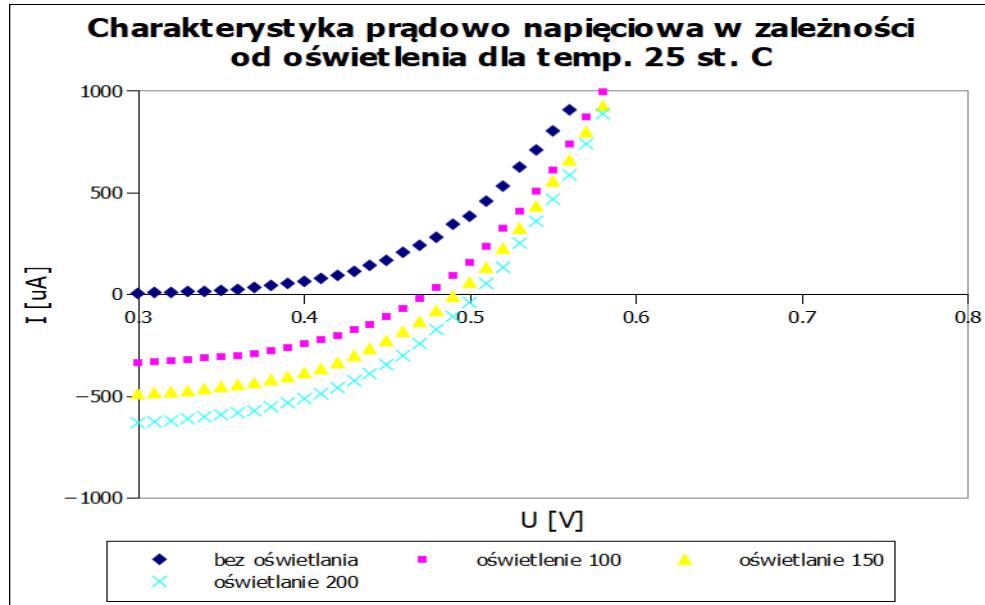
Poniżej została przedstawione charakterystyki prądowo napięciowe dla wszystkich pięciu temperatur.



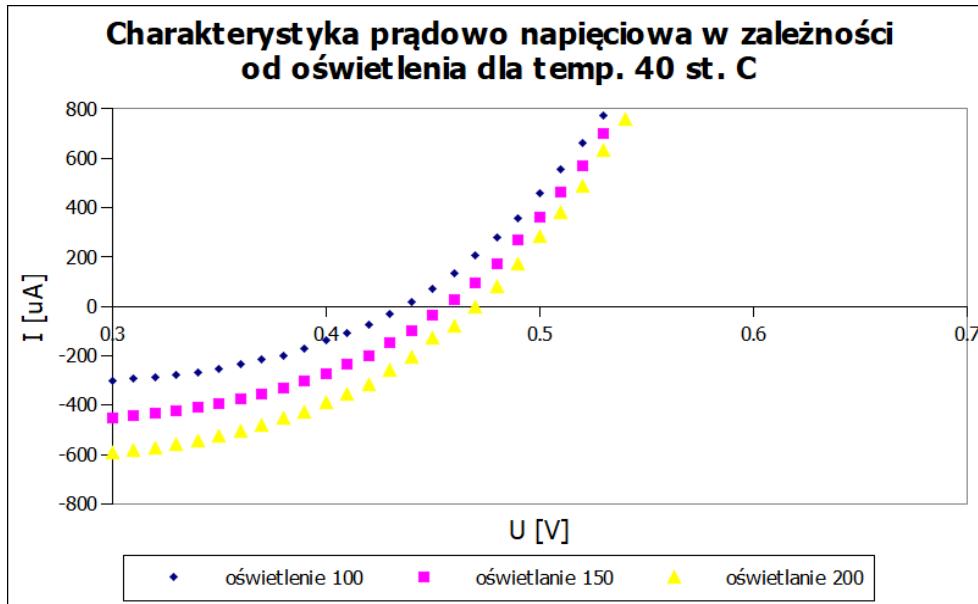
Rysunek 1: Charakterystyki prądowo napięciowe ogniwka przy różnych temperaturach

Widzimy na powyższych wykresach, że im wyższa jest temperatura tym bardziej strome stają się charakterystyki prądowo napięciowe.

Następnie oświetlaliśmy odpowiednio naszą płytkę światłem o mocy $P=100\frac{W}{m^2}$, $150\frac{W}{m^2}$ oraz $200\frac{W}{m^2}$ dla dwóch temperatur: pokojowej $25^\circ C$ oraz $40^\circ C$. Wyniki tych pomiarów (prądu i napięcia) przedstawiono razem z pomiarami dla płytki nieoświetlanej dla temperatury pokojowej. W ten sposób uda nam się zauważać charakterystykę "ciemną" oraz charakterystykę "jasne".



Rysunek 2: Charakterystyki prądowo napięciowe ogniw przy różnych oświetleniach dla $25^\circ C$



Rysunek 3: Charakterystyki prądowo napięciowe ogniw przy różnych oświetleniach dla $40^{\circ}C$

Zauważać możemy, że charakterystyki po oświetleniu płytka światłem obniżają się poniżej osi napięcia.

Podkreślić również należy, że wykresy te zaczynają się od $0.3V$, jednak poniżej tej wartości napięcia natężenie nie zmienia (znacząco) swojej wartości. Z tego względu dla czytelności przyjęłyśmy taką skalę.

1.1 Wydajność ogniw dla różnych natężeń światła

Dla charakterystyki napięciowo prądowej dla temperatury pokojowej wyznaczyć możemy napięcie otwartego obwodu V_{oc} oraz prąd zwarcia I_{sc} . Napięcie otwartego obwodu będzie napięciem przy którym wykres przecina się z osią napięcia, zaś prąd zwarcia wtedy kiedy charakterystyka przecina się z osią natężenia. Wartości te dla odpowiednich temperatur przedstawia tabela:

| | $25^{\circ}C$ | | | $40^{\circ}C$ | | |
|-----------------|---------------|--------|--------|---------------|--------|--------|
| | 100 | 150 | 200 | 100 | 150 | 200 |
| $I_{sc}[\mu A]$ | 336.36 | 490.36 | 633.98 | 305.81 | 453.09 | 592.42 |
| $V_{os}[V]$ | 0.47 | 0.49 | 0.5 | 0.44 | 0.46 | 0.47 |

Przeliczając moc którą oświetlaliśmy płytkę na jej powierzchnię i korzystając wyszukanych w danych I_{sc} oraz V_{os} możemy wyznaczyć kwantową wydajność ogniw zgodnie ze wzorem:

$$\eta = \frac{I_{sc} V_{os} FF}{P_{in}} \quad (1)$$

FF jest współczynnikiem wypełnienia równym:

$$FF = \frac{I_{mp}V_{mp}}{I_{sc}V_{os}} \quad (2)$$

Napięcie oraz natężenie mp są wartościami dla których ich iloraz jest największą mocą ogniska. Wyznaczone ich wartości wraz z obliczonymi wartościami FF (2) oraz mocy na płytce (P_{in} , którą obliczamy mnożąc padającą moc przez pole płytki $S = 10mm^2$) i wydajności ogniska (1) przedstawiono poniżej w tabeli:

| | $I_{mp}[\mu A]$ | $V_{mp}[V]$ | $I_{sc}[\mu A]$ | $V_{oc}[V]$ | FF | P_{in} | η |
|--------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-------|----------|----------|
| $25^\circ C$ | | | | | | | |
| 100 | 300 | 0.36 | 336.36 | 0.47 | 0.682 | 0.001 | 0.10789 |
| 150 | 435 | 0.37 | 490.36 | 0.49 | 0.670 | 0.0015 | 0.10739 |
| 200 | 571 | 0.37 | 633.98 | 0.5 | 0.666 | 0.002 | 0.10563 |
| $40^\circ C$ | | | | | | | |
| 100 | 288.9 | 0.32 | 305.81 | 0.44 | 0.687 | 0.001 | 0.09244 |
| 150 | 424 | 0.33 | 453.09 | 0.46 | 0.672 | 0.0015 | 0.093368 |
| 200 | 546 | 0.34 | 592.42 | 0.47 | 0.667 | 0.002 | 0.09282 |

Widzimy więc, że sprawność takiego ogniska przy takich natężeniach światła to zaledwie około 10%.

2 Monochromator

Ustawiając pożądaną długosc fali, z zadanego na zajęciach laboratoryjnych przedziału z pliku photon flux, odczytywałyśmy z multimetru cyfrowego wartość napięcia U.

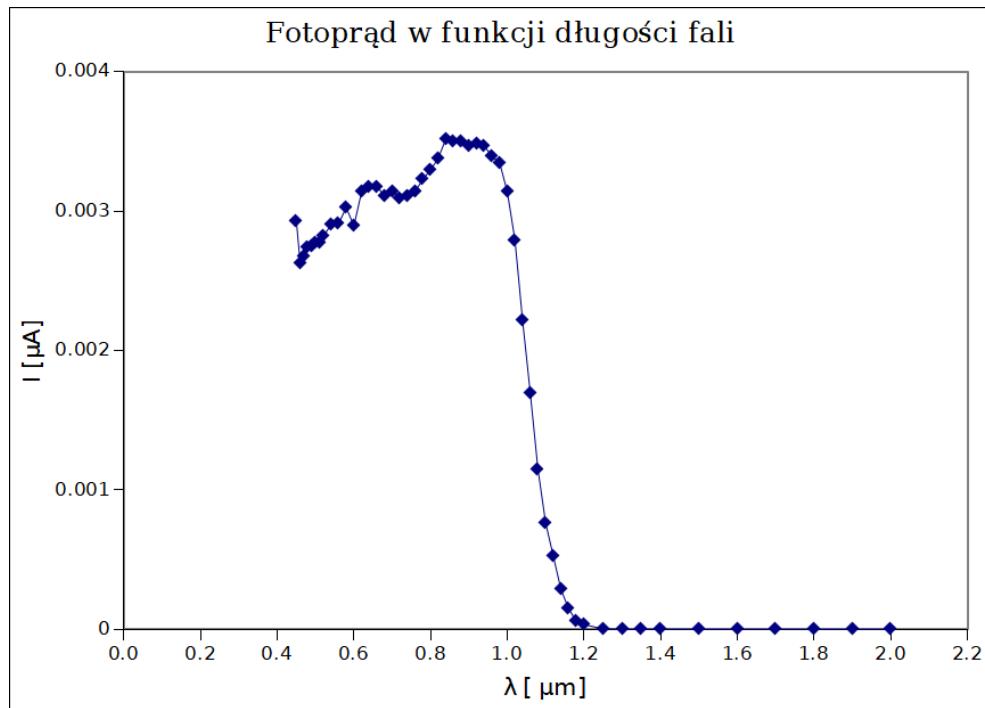
Do obliczenia natężenia fotoprądu I posłużyłyśmy się poniższym wzorem:

$$I = \frac{U}{flux * R}$$

,gdzie flux- odczytany z pliku współczynnik opisujący szybkosc przekazywania energii przez jednostkę powierzchni

R- wartość wykorzystywanej rezystora o oporności $R = 100k\Omega$ połączonego z wykorzystywanym miernikiem równolegle.

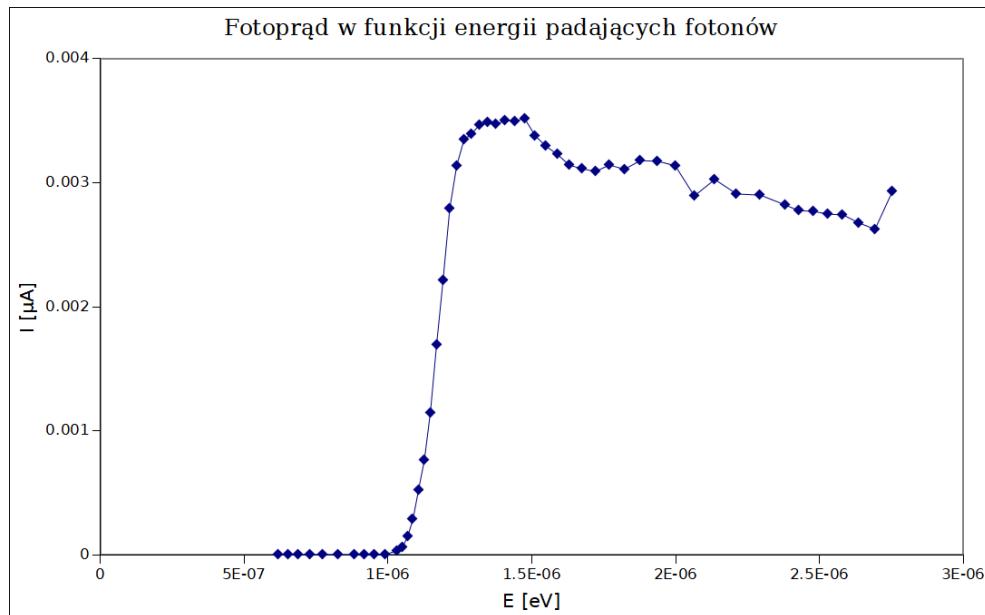
Poniższy wykres przedstawia fotoprąd w funkcji długości fali.



Rysunek 4: Wykres fotoprądu w funkcji długości fali

Do wykreślenia rozkładu fotoprądu w funkcji energii padających fotonów posłużyłyśmy się wzorem na energię dla każdej z zadanych długości fali:

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda}$$



Wykorzystując metodę ”w połowie krawędzi” odczytałyśmy wartość przerwy energetycznej. W tym celu wyznaczyłyśmy wartość usrednionej maksymalnej i minimalnej wartości natężenia prądu i znalazłyśmy odpowiadający tej wartości punkt na osi energii.

$$E_g = 1.17[eV] \pm 0.015[eV]$$

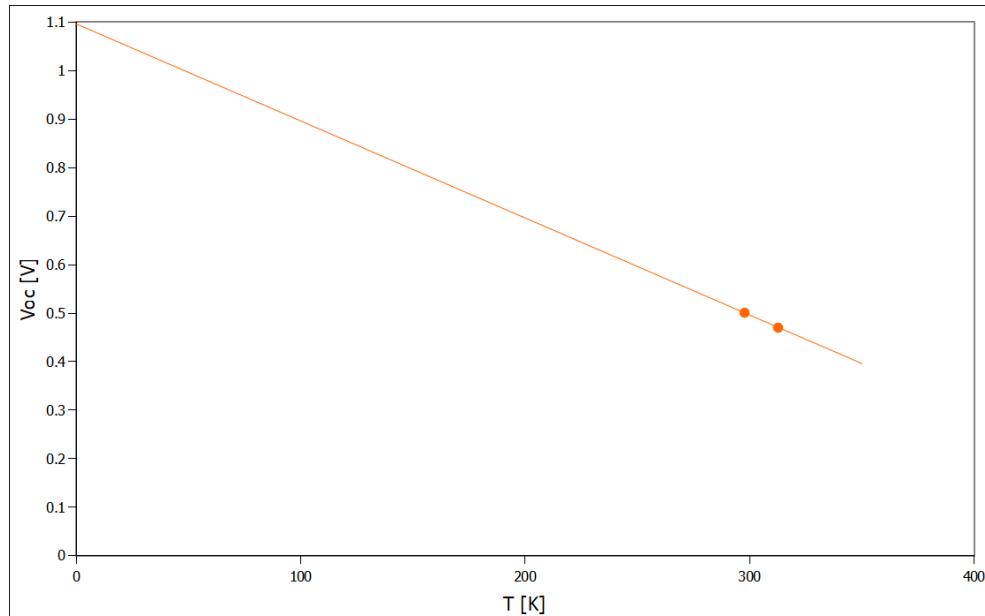
Niepewność wartości przerwy energetycznej obliczyłyśmy metodą różniczki zupełniej:

$$u(Eg) = \left| \frac{\delta E}{\delta \lambda} \right| = \left| \frac{hc}{-\lambda^2} * \Delta \lambda \right| = 0.015[eV]$$

Wiedząc, że λ , czyli długość odpowiadającej przerwie energetycznej fali, $\Delta\lambda$ to niepewność długości fali ustawianej na monochromatorze, która wynosi $0.9 \cdot 10^{-6}m$

2.1 V_{oc} w funkcji temperatury

Dla oświetlenia 200 wykreśliłyśmy wykres napięcia oc w funkcji temperatury (dla punktów 25 oraz $40^\circ C$). Następnie wyznaczyłyśmy prostą przebiegającą przez te punkty. Punkt styczności z osią napięcia wyniósł dokładnie 1.096 [V].



Rysunek 6: Wykres napięcia oc w zależności od temperatury

Widzimy, że jest to wartość zbliżona do przerwy energetycznej obliczonej w podpunkcie poprzednim.

3 Wnioski

Zauważymy, że charakterystyki napięciowo prądowe stają się coraz bardziej strome przy większych temperaturach. Dodając do ogniska również oświetlenie go światłem zauważamy znaczną zmianę i ognisko "produkując" fotoprąd obniża swoją charakterystykę (prądy ujemne).

Przy wyższej temperaturze oraz mniejszym oświetleniu wydajność kwantowa ogniska spada. W przypadku zmiany temperatury o 15°C wydajność ta spadła o ponad punkt procentowy. Różnice wynikające z natężenia światła przy takiej samej temperaturze są jednak dużo mniejsze, acz zauważalne.

Przy pomiarach w temperaturze pokojowej zauważamy niewielki spadek wydajności wraz z rosnącą mocą oświetlenia. Możemy zatem stwierdzić, że im większa moc oświetlenia ogniska słonecznego tym jest ono mniej wydajne. Temperatura również pogarsza znaczco jego wydajność.

Przy pomiarach wykonywanych na monochromatorze widzimy zniekształcenia na wykresach. Mogą one wynikać z problemów z urządzeniami laboratoryjnymi. Niska dokładność przyrządu przy ustawianiu długości fali mogła być przyczyną wystąpienia takich zniekształceń. Mimo wszystko udało nam się wyznaczyć wartość przerwy energetycznej.