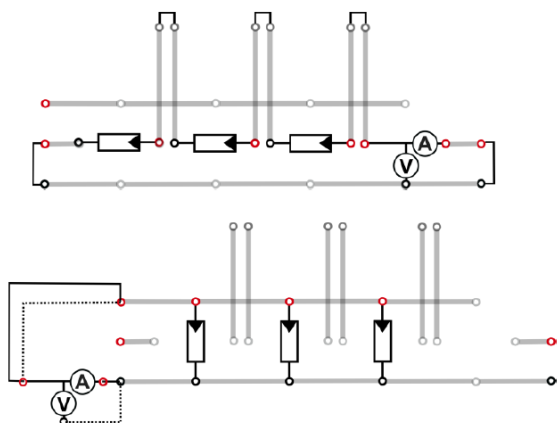


## Pracownia z Elektrochemii dla II cyklu kierunków chemicznych UŁ

**Ćwiczenie 7** – Badanie charakterystyki i właściwości ogniwa fotowoltaicznego.

### Szeregowe i równoległe połączenie ogniw słonecznych

Zadanie: Określ całkowite napięcie oraz całkowite natężenie prądu elektrycznego dla szeregowego i równoległego połączenia ogniw słonecznych.



Potrzebne elementy:

- płyta główna
- 3 duże ogniwa słoneczne
- 3 moduły oświetleniowe
- 1 małe ogniwo słoneczne
- Moduł AV (amperomierz/woltomierz)
- 1 moduł zasilający (6V)

Rys 9.8.1 Układ połączeń

Przygotowanie:

Zbuduj układ zgodnie ze schematem połączeń i ustaw moduły oświetleniowe (podłączone równoległe, zasilone napięciem 6V) na ogniwach słonecznych. Uwaga: W tym eksperymencie mierzone są tylko: prąd zwarcia ( $I_{zw}$ ) oraz napięcie jałowe ( $U_{jał}$ ). Jako, że nie można ich mierzyć równocześnie, stąd chcąc zmierzyć napięcie jałowe, należy to robić w obwodzie rozwartym.

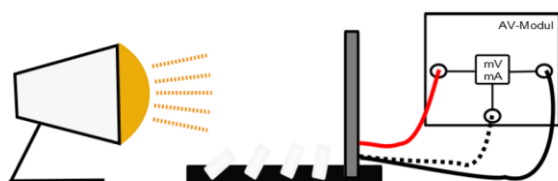
Wykonanie:

1. Zmierz prąd oraz napięcie jednego ogniwa słonecznego (spójrz na schemat połączeń). Zmień budowę obwodu tak, aby szeregowo podłączyć dwa, a następnie trzy ogniwa słoneczne. Ponownie zmierz prąd oraz napięcie!
2. Podłącz szeregowo dwa duże ogniwa słoneczne oraz jedno małe, a następnie zmierz prąd oraz napięcie.
3. Wykonaj pomiary dla ogniw słonecznych połączonych równoległe (spójrz na schemat połączeń). W tym celu zbuduj nowy obwód na podstawie schematu połączeń płyty głównej.
4. Następnie połącz równoległe dwa duże ogniwa słoneczne oraz jedno małe i zmierz prąd oraz napięcie.

Analiza wyników

1. Sformułuj zasadę prądu całkowitego oraz napięcia całkowitego dla ogniw słonecznych połączonych równolegle i połączonych szeregowo.
2. Który rodzaj połączeń powinien być wykorzystany w tworzeniu modułu słonecznego, aby zagwarantować użytkowe napięcie wyjściowe?
3. Co się dzieje, gdy łączy się ogniwa słoneczne o różnej wielkości w układach równoległych i szeregowych?

### Zależność mocy ogniwa słonecznego od kąta padania światła



Potrzebne elementy:

- 1 płyta główna
- 1 duże ogniwo słoneczne
- Moduł AV
- 1 lampa
- 1 stojak do ogniwa słonecznego

Rys 9.8.2 Układ połączeń

Przygotowanie:

Ustaw moduł słoneczny na stojaku, prostopadle do światła emitowanego przez lampę. Dobierz odległość między lampą a modułem słonecznym, tak aby uzyskać prąd zwarcia 100 mA.

Wykonanie:

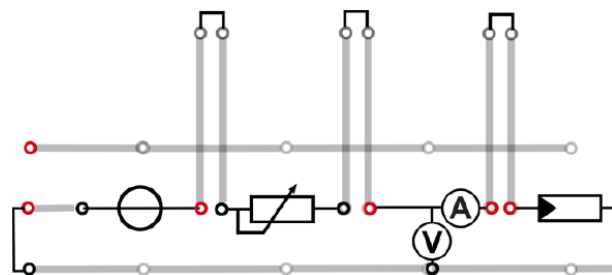
1. Zbuduj układ zgodnie ze schematem (rys. 9.8.)
2. Mierz wartości prądu zwarcia oraz napięcia jałowego.
3. Zmieniaj kąt padania światła przy pomocy stojaka i odpowiednio dokonuj pomiarów prądu zwarcia i napięcia jałowego. Zapisuj wyniki w tabeli.

Analiza wyników:

1. Narysuj wykres  $P - \cos\alpha$  oraz  $I_{zw} - \cos\alpha$ . Jakie zależności zauważasz?

### Charakterystyka I-U w warunkach zaciemnienia

Zadanie: Sporządź charakterystyki I-U ogniwa słonecznego w warunkach zaciemnienia



Rys. 9.8.3 Układ połączeń

Potrzebne elementy:

- płyta główna
- moduł potencjometryczny
- 1 duże ogniwo słoneczne
- 1 Moduł AV
- 1 moduł zasilający (2V)
- płytka osłonowa

Przygotowanie:

1. Zbuduj układ zgodnie ze schematem połączeń (rys. 10. )
2. Zaciemnij ogniwo słoneczne płytką osłonową i jeśli to konieczne za pomocą innych dostępnych przedmiotów, aż napięcie zwarcia osiągnie wartość zbliżoną do 0V.
3. Ustaw źródło napięcia na 2V.

Wykonanie:

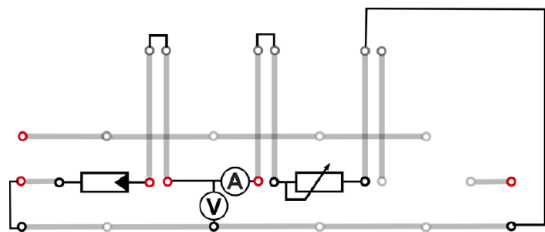
Ustawiaj różne wartości napięcia od -2V do 2V oraz zmierz odpowiadające im wartości natężenia prądu. Zmieniaj wartości rezystancji za pomocą potencjometru aby przyłożyć różne wartości napięcia do ogniwa słonecznego. Uważaj, żeby przez potencjometr nie przepływał prąd większy niż 150mA ponieważ może to spowodować nieodwracalne uszkodzenia. Od pewnego momentu należy wypiąć moduł potencjometryczny, aby móc przeprowadzić dalsze pomiary. Przełącz moduł zasilający (lub ogniwo słoneczne), aby mierzyć ujemne wartości napięcia.

Analiza wyników:

1. Narysuj charakterystykę I-U ogniwa słonecznego.
2. Charakterystyka którego urządzenia odpowiada powyższemu wykresowi? Wskaż jego najbardziej znamieny punkt i nazwij go w odpowiedni sposób.

**Charakterystyka I-U, PMM oraz współczynnik wypełnienia ogniwa słonecznego**

Zadanie: Sporządź charakterystykę I-U ogniwa słonecznego. Wyznacz PMM (punkt mocy maksymalnej) oraz współczynnik wypełnienia ogniwa.



Rys. 9.8.4 Układ połączeń

Potrzebne elementy:

- płyta główna
- 1 duże ogniwo słoneczne
- 1 Moduł AV
- 1 moduł potencjometryczny
- 1 moduł oświetleniowy
- 1 moduł zasilający (5V)

Przygotowanie:

1. Zbuduj układ zgodnie ze schematem połączeń.
2. Podłącz moduł oświetleniowy do zasilacza (5V) i umieść go na ogniwie słonecznym! Zwróć uwagę na to, aby świeciły się cztery lampy. Uwaga: Wyższe napięcie modułu oświetleniowego może powodować nagrzewanie ogniwa słonecznego, co może być przyczyną nieprawidłowych wyników pomiarów.

Wykonanie:

Wykonaj pomiary natężenia prądu oraz napięcia na podstawie danych poniżej. Uwaga: unikaj zmian zakresów pomiarowych.

	(1)	(2)	(3)...							
$U$ (V)										
$I$ (mA)										
$P=U \cdot I$ (mW)										

									...(3)	(4)
$U$ (V)										
$I$ (mA)										
$P=U \cdot I$ (mW)										

(1) Obwód otwarty

(2) Ustaw oba potencjometry na maksimum.

(3) Napięcie można ustawić za pomocą potencjometrów:

- Najpierw użyj potencjometru  $1\text{k}\Omega$ , a w razie konieczności, do precyzyjnej regulacji użyj potencjometru  $100\Omega$ .

- Po ustawieniu potencjometru  $1\text{k}\Omega$  na minimum, kontynuuj regulację potencjometrem  $100\Omega$ , aż do momentu, gdy ten osiągnie swoje minimum

(4) Obwód zwarty (podłącz amperomierz bezpośrednio do ogniwa słonecznego, bez potencjometru)

Analiza wyników:

1. Narysuj charakterystykę I-U ogniwa słonecznego.
2. Oblicz moc ogniwa słonecznego odpowiadającą każdej parze wyników pomiarów. Powiększ pole wykresu I-U i dorysuj kolejną oś y po prawej stronie diagramu, którą potraktuj jako oś mocy. Narysuj krzywą P-U.
3. Wyznacz Punkt Mocy Maksymalnej (PMM).
4. Wyznacz współczynnik wypełnienia (WW) ogniwa słonecznego.
5. Uwaga: Współczynnik wypełnienia (WW) pokazuje relację pomiędzy mocą w punkcie PMM i mocą, która jest obliczona poprzez pomnożenie napięcia jałowego i prądu zwarcia.

$$WW = PPMM/U_{jał} \cdot I_{zw}.$$

Geometrycznym przedstawieniem współczynnika wypełnienia jest relacja pól powierzchni dwóch prostokątów na wykresie I-U: pierwszy utworzony z wartości natężenia prądu PMM oraz wartości napięcia PMM a drugi z wartości napięcia jałowego i prądu zwarcia.