



Wyznaczanie oporu elektrycznego i mocy wydzielanej w oporniku zasilanym przez baterię.

Niepewności pomiarów

Wstęp do tematu: Wyznaczanie oporu elektrycznego i mocy wydzielanej w oporniku zasilanym z baterii. Powtórzenie wiadomości. Zasób zawiera: ogólny wstęp do tematu, fotografię (zestaw badawczy i kontrolny z multimetrem), odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia oraz cele lekcji sformułowane w języku ucznia.

Zasób zawiera: przypomnienie prawa Ohma wraz ze wzorem i jednostkami; określenie do czego służy amperomierz i woltomierz; ćwiczenia interaktywne mające na celu przypomnienie sposobu wyznaczania opór u elektrycznego opornika; przypomnienie sposobu wyznaczania mocy żarówki; ćwiczenie interaktywne mające na celu przypomnienie sposobu wyznaczenia mocy urządzenia elektrycznego; ćwiczenie interaktywne mające na celu wyznaczenie oporu i mocy wydzielanej w oporniku; ćwiczenie interaktywne mające na celu wyznaczenie oporu i mocy żarówki; opis doświadczenia, którego celem jest wyznaczenie oporu elektrycznego i mocy żarówki; określenie wyznaczania niepewności pomiaru; podanie przykładu wyznaczania wyniku pomiaru wraz z niepewnością.

Zestaw zawiera: cztery sformułowania podsumowujące; dwa polecenia-zadania dla ucznia sprawdzające umiejętność rysowania schematów obwodów elektrycznych oraz obliczania natężenia prądu, napięcia elektrycznego i wydzielonej mocy w obwodzie.

Zasób zawiera wyjaśnienie pojęć: niepewność pomiarowa, opór elektryczny, wat.

Wyznaczanie oporu elektrycznego i mocy wydzielanej w oporniku zasilanym przez baterię. Niepewności pomiarów

Czasem warto sprawdzić doświadczalnie, czy odbiornik energii elektrycznej ma taki opór, jaki podano na oznaczeniach, i czy wydzielana moc jest zgodna z opisem urządzenia. Warto także wiedzieć, jaka jest niepewność otrzymanych wyników.



Zestaw badawczy i kontrolny z multimetrem. Mierzenie natężenia prądu wymaga użycia urządzenia zwanego amperomierzem, natomiast napięcia – woltomierza. Funkcje obydwu tych urządzeń pełni tzw. multimetr, czyli miernik uniwersalny, podstawowe narzędzie pracy każdego elektryka i elektronika

Źródło: Dennis van Zuijlekom, dostępny w internecie: <https://flic.kr/p/yfUbpz>, licencja: CC BY-SA 2.0.

Przed przystąpieniem do zapoznania się z tematem, należy znać poniższe zagadnienia

- definicję napięcia elektrycznego i jego jednostki – wolta (V): [Napięcie elektryczne](#);
- definicję natężenia prądu i jego jednostki – ampera (A): [Prąd elektryczny i jego natężenie](#)= $\{P10VoR0PM$;
- definicję oporu elektrycznego i jego jednostki – oma (Ω): [Prawo Ohma i opór elektryczny](#);
- definicję oporu elektrycznego jako stosunku napięcia elektrycznego przyłożonego między końcami przewodnika do natężenia prądu, który tamtędy płynie: [Prawo Ohma i opór elektryczny](#);
- jak stosować prawo Ohma: [Prawo Ohma i opór elektryczny](#);
- jak obliczyć pracę i moc w obwodzie elektrycznym: [Praca prądu elektrycznego, Moc prądu elektrycznego](#);

- symbole elementów obwodu elektrycznego: [Badanie zależności między natężeniem prądu a napięciem elektrycznym w obwodzie](#);
- połączenia równoległe i szeregowe oporników: [Połączenie szeregowe odbiorników](#), [Połączenie równoległe odbiorników](#).

Nauczysz się

- wykonywać rysunek schematyczny układu doświadczalnego w celu wyznaczenia oporu i mocy opornika zasilanego z baterii;
- budować układ doświadczalny;
- używać amperomierza i woltomierza oraz opisywać ich rolę w pomiarach;
- wyznaczać doświadczalnie opór elektryczny i moc wydzielaną w oporniku;
- obliczać maksymalną niepewność pomiarową.

1. Wyznaczenie oporu elektrycznego i mocy wydzielanej w oporniku

Krótkie przypomnienie:

Prawo Ohma odnosi się do zależności między natężeniem prądu I płynącym w przewodniku a napięciem U przyłożonym między końcami tego przewodnika. Napięcie mierzy się w **woltach (V)**, a natężenie – w amperach A. Zależność tę zapisujemy w postaci wzoru:

$$I = \frac{1}{R} \cdot U,$$

gdzie R to opór elektryczny, którego jednostką jest om Ω . Z prawa Ohma wynika, że miarą oporu przewodnika jest stosunek napięcia między końcami przewodnika do natężenia w nim prądu, który tamtędy płynie:

$$R = \frac{U}{I}.$$

Aby wyznaczyć wartość oporu elektrycznego żarówki, trzeba zatem zmierzyć napięcie i natężenie prądu za pomocą odpowiednich mierników.

Amperomierz to przyrząd służący do pomiaru natężenia prądu. Aby tego pomiaru dokonać, prąd musi przepływać przez miernik, dlatego amperomierz podłącza się do obwodu szeregowo. Prawidłowy pomiar natężenia prądu jest możliwy dzięki temu, że amperomierz

ma bardzo mały opór w porównaniu z innymi oporami w obwodzie. Gdyby opór miernika był duży, to sama obecność amperomierza zmieniałaby natężenie mierzonego prądu.

Woltomierz to przyrząd służący do pomiaru napięcia prądu. Aby je wyznaczyć, wystarczy przyłożyć końce woltomierza do dwóch końców przewodnika. Oznacza to, że woltomierz podłączamy równolegle. Powinien on mieć duży opór elektryczny w porównaniu z oporem elementu obwodu, do którego jest podłączony. Gdyby było inaczej, to przez miernik płynąłby prąd o dużym natężeniu, co zmieniałoby wartości wielkości fizycznych w obwodzie.

W jednym z poprzednich materiałów ([Badanie zależności między natężeniem prądu a napięciem elektrycznym w obwodzie](#)) pokazany został sposób, w jaki można wyznaczyć opór elektryczny opornika – warto przypomnieć sobie to doświadczenie. Pomocne w prawidłowych rozważaniach będą również poniższe ćwiczenia.

Ćwiczenie 1



Oceń, które z poniższych elementów i mierników będą potrzebne do wyznaczenia oporu elektrycznego. Wybierz prawidłowe odpowiedzi.

☐ przewody elektryczne, bateria, opornik, amperomierz, woltomierz

☐ przewody elektryczne, bateria, opornik, amperomierz

☐ przewody elektryczne, akumulator, opornik, amperomierz, woltomierz

Następnie trzeba wykonać pomiary i wyznaczyć opór elektryczny odbiornika energii elektrycznej.

Za pomocą tego samego zestawu doświadczalnego możesz wyznaczyć moc żarówki. Gdy znasz napięcie U i natężenie I , możesz obliczyć moc P :

$$P = U \cdot I.$$

Jednostką mocy jest **wat (W)**. W poprzednim materiale ([Moc prądu elektrycznego](#)) rozważaliśmy, w jaki sposób wyznacza się moc żarówki.

Dzięki pomiarowi napięcia elektrycznego i natężenia prądu można wyznaczyć dwie wielkości fizyczne – opór elektryczny i moc badanego odbiornika energii. Pozyskane dane mogą być przydatne w dalszym określaniu zależności między wielkościami fizycznymi, np. między oporem żarówki a przyłożonym do niej napięciem lub między mocą urządzenia a przyłożonym do niego napięciem. Analiza otrzymanych wyników może przyczynić się do znalezienia nowych zależności między wielkościami fizycznymi.

Ćwiczenie 2



Zadaniem Jacka było wyznaczenie oporu elektrycznego pewnego opornika. Ułóż czynności wykonane przez Jacka według prawidłowej kolejności.

Zapisanie wyników pomiaru.



Pomiar napięcia i natężenia.



Obliczenie oporu elektrycznego.



Zbudowanie obwodu elektrycznego składającego się z: przewodów elektrycznych, opornika, amperomierza, woltomierza i baterii.



Ćwiczenie 3



Uczniowie wykonali doświadczenie, którego celem było wyznaczenie oporu kilku oporników elektrycznych. Dokonali pomiarów napięcia i natężenia. Wyznacz opór każdego odbiornika, wynik obliczeń wpisz w puste pola.

Opornik nr 1:

$$U = 20 \text{ V}$$

$$I = 0,02 \text{ A}$$

$$R = \text{ } \Omega$$

Opornik nr 2:

$$U = 30 \text{ V}$$

$$I = 0,1 \text{ A}$$

$$R = \text{ } \Omega$$

Opornik nr 3:

$$U = 40 \text{ V}$$

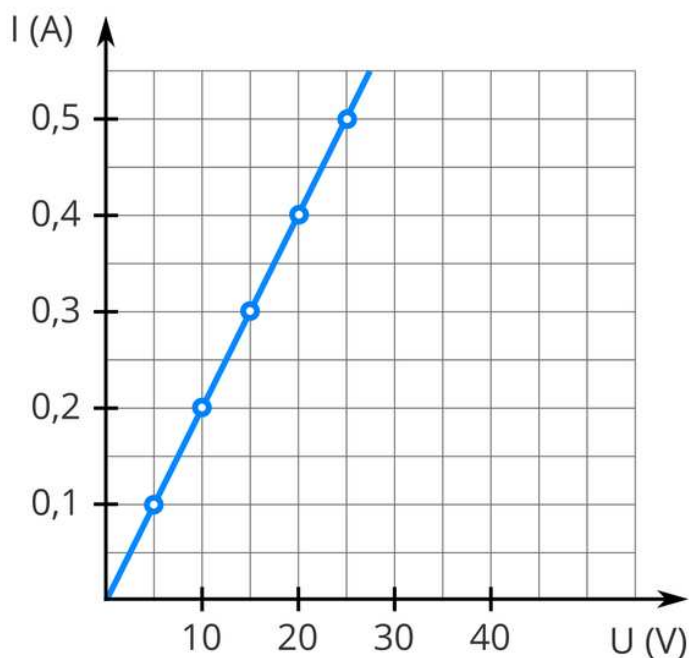
$$I = 5 \text{ A}$$

$$R = \text{ } \Omega$$

Ćwiczenie 4



Na podstawie wyników pomiaru napięcia i natężenia dla pewnego opornika sporządzono wykres zależności natężenia od napięcia.



Oceń prawdziwość poniższych zdań. Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz „Prawda” albo „Fałsz”.

	Prawda	Fałsz
Natężenie prądu (I) jest wprost proporcjonalne do przyłożonego napięcia (U).	☐	☐
Opór elektryczny opornika jest równy $50\ \Omega$.	☐	☐
Wzrostowi przyłożonego napięcia towarzyszy spadek natężenia.	☐	☐
Dla każdego punktu pomiarowego uzyskuje się różną wartość oporu elektrycznego.	☐	☐

Doświadczenie 1

Wyznaczenie oporu elektrycznego i mocy żarówki.

Co będzie potrzebne

- przewody elektryczne;
- żarówka (6 V / 2,7 W) lub opornik (10 Ω);
- amperomierz cyfrowy lub analogowy;
- woltomierz cyfrowy lub analogowy;
- trzy ogniwa R14 (R20);
- dwie listewki;
- taśma klejąca;
- nożyczki.

Instrukcja

1. Zbuduj obwód elektryczny składający się z: przewodów, żarówki (opornika), amperomierza i woltomierza.
2. Listewki połącz ze sobą taśmą klejącą, tak aby utworzyły „korytko” na baterie.
3. Odczytaj dokładność pomiarową używanych mierników.
4. Narysuj schemat układu doświadczalnego.

5. Sporządź tabelkę, w której umieścisz wyniki pomiarów (wystarczy trzy).

Podsumowanie

Oblicz średnią wartość wyników pomiaru napięcia i natężenia, a następnie **wyznacz wartość oporu elektrycznego żarówki i moc żarówki**. Na przykład:

1. Wyznaczona wartość średnia oporu elektrycznego żarówki: $36,8 \Omega$.
2. Wyznaczona wartość średnia mocy żarówki: $4,25 \text{ W}$.
3. Dokładność amperomierza wynosi $\pm 2 \text{ mA}$, a woltomierza $\pm 0,1 \text{ V}$.

Opór elektryczny i moc żarówki można wyznaczyć, dzięki wykonanym pomiarom napięcia i natężenia prądu który przez nią płynie.

Niepewność pomiaru:

Wiadomo, że pomiar oporu czy moc obarczony jest niepewnością. Największą wartość oporu uzyskamy, gdy do wzoru $R = \frac{U}{I}$ wstawimy największą wartość zmierzonego napięcia i minimalną natężenia prądu. Najmniejszą wartość oporu uzyskamy, jeżeli do tego wzoru wstawimy najmniejszą wartość napięcia i największą wartość natężenia prądu. Na podstawie tej informacji wyznacz największą i najmniejszą wartość oporu żarówki (przy danym napięciu zasilającym).

Moc żarówki wyznaczymy z wzoru $P = U \cdot I$. Na podstawie tej zależności i opisanego sposobu wyznaczenia minimalnej i maksymalnej wartości oporu oblicz minimalną i maksymalną wartość mocy żarówki.

Zanim przystąpisz do wyznaczania przedziału, w którym znajdują się otrzymane w wyniku pomiarów wartości oporu i mocy żarówki, przeanalizuj poniższy przykład:

Przykład 1

Założmy, że podczas doświadczenia odczytano wskazania woltomierza $U = 12,5 \text{ V}$ i amperomierza $I = 340 \text{ mA}$. Oznacza to wartość oporu $R = 36,8 \Omega$ i mocy żarówki $P = 4,25 \text{ W}$.

Mierniki, jakich używano, miały dokładność $\pm 0,1 \text{ V}$ i $\pm 2 \text{ mA}$. Oznacza to, że napięcie ma wartość w przedziale od $12,4 \text{ V}$ do $12,6 \text{ V}$, a natężenie prądu ma wartość w przedziale od $0,338 \text{ A}$ do $0,342 \text{ A}$.

Opór obliczamy z zależności $R = \frac{U}{I}$, czyli największą możliwą wartość oporu otrzymamy dzieląc górną granicę wartości napięcia $U = 12,6 \text{ V}$ przez dolną granicę wartości natężenia prądu $I = 0,338 \text{ A}$. Daje to wartość oporu $R_{\max} \approx 37,3 \Omega$. Analogicznie obliczamy minimalną wartość, co oporu daje $R_{\min} \approx 36,3 \Omega$.

Moc obliczamy z zależności $P = UI$, zatem wartość maksymalną mocy otrzymamy mnożąc przez siebie maksymalne wartości natężenia prądu i napięcia, co daje $P_{\max} = 4,31 \text{ W}$. Analogicznie, obliczenie minimalnej mocy daje wynik $P_{\min} = 4,19 \text{ W}$.

Ostatecznie możemy zapisać, że opór żarówki wynosi $R = (36,8 \pm 0,5) \Omega$, natomiast moc żarówki to $P = (4,25 \pm 0,06) \text{ W}$.

Sprawdź wszystkie etapy powyższych obliczeń, a następnie przeprowadź taką samą analizę własnych wyników.

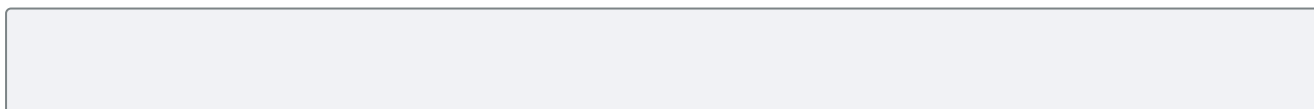
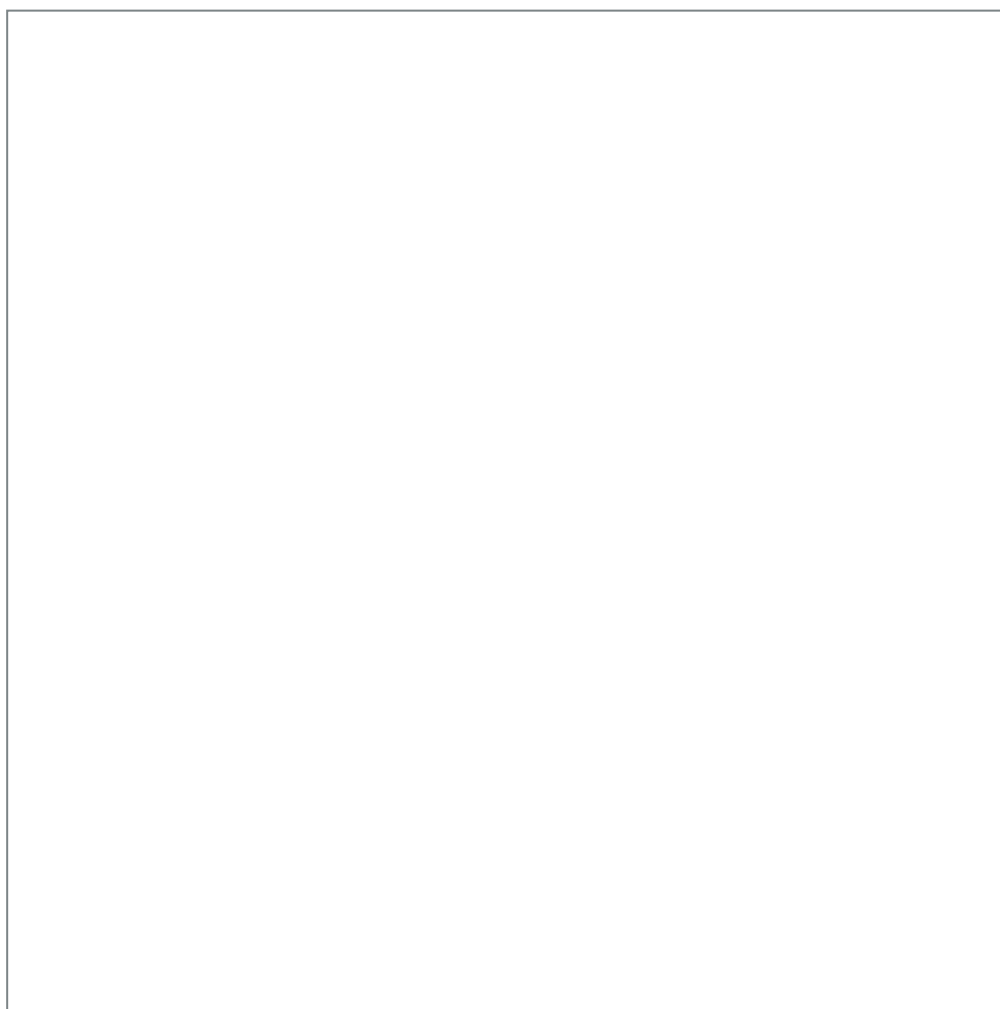
Podsumowanie

- Aby wyznaczyć opór elektryczny i moc żarówki (lub innego elementu), trzeba zbudować obwód elektryczny składający się z: przewodów elektrycznych, baterii, żarówki (lub innego elementu), amperomierza i woltomierza. Następnie należy dokonać pomiaru napięcia i natężenia prądu. Na podstawie uzyskanych wyników doświadczalnych wyznaczymy opór i moc.
- Opór elektryczny R oblicza się, dzieląc napięcie U przez natężenie I , czyli ze wzoru: $R = \frac{U}{I}$.
- Moc P oblicza się, mnożąc napięcie U przez natężenie I , czyli zgodnie ze wzorem: $P = U \cdot I$.
- Po obliczeniu oporu lub mocy należy uwzględnić niepewność pomiarową związaną między innymi z dokładnością użytych mierników.

Ćwiczenie 5

Dwa oporniki o oporach $R_1 = 10 \, \Omega$ i $R_2 = 20 \, \Omega$ połączono równolegle i podłączono do napięcia $U = 30 \, \text{V}$. Do obwodu włączono amperomierz tak, że umożliwia pomiar całkowitego natężenia prądu płynącego w obwodzie.

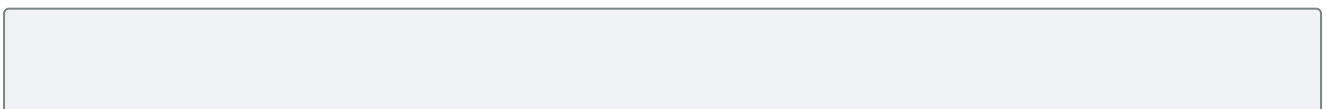
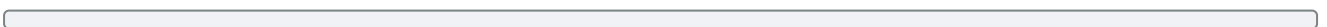
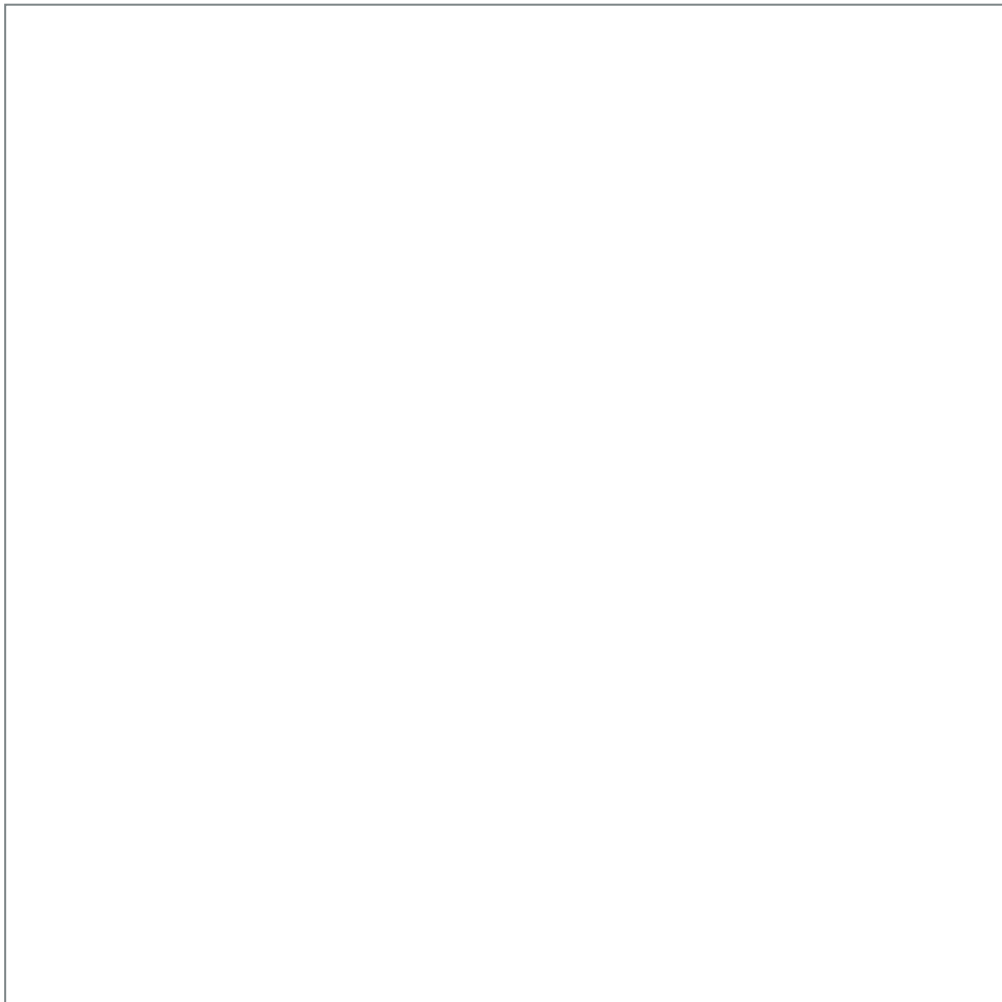
1. Narysuj schemat tego układu.
2. Oblicz natężenie prądu płynącego przez każdy z oporników i wskazania amperomierza.
3. Oblicz moc wydzielaną w każdym z oporników.



Ćwiczenie 6

Te same dwa oporniki połączono szeregowo i podłączono do napięcia 30 V. Podłączono również odpowiednio amperomierz.

1. Narysuj schemat układu pomiarowego wraz z włączonym do niego amperomierzem.
2. Oblicz natężenia prądu płynącego przez każdy z oporników i wskazania amperomierza.
3. Oblicz napięcie między końcami każdego z oporników.
4. Oblicz moc wydzielaną w każdym z oporników.



Słownik

niepewność pomiarowa

miara rozrzutu wyników serii pomiarów danej wielkości fizycznej; nazywana jest też błędem pomiarowym. Podczas obliczania niepewności pomiarowej należy uwzględnić m.in.: błędne odczytanie wskazań przyrządów analogowych, dokładność przyrządów pomiarowych (każdy przyrząd ma określoną najmniejszą podziałkę) oraz liczbę pomiarów.

opór elektryczny

stosunek napięcia do natężenia prądu elektrycznego płynącego przez obwód elektryczny, symbol Ω .

wat

jednostka mocy w układzie SI, symbol W .