



Moc prądu elektrycznego

Moc prądu elektrycznego

Taka sama praca może być wykonywana w różnym czasie. Wielkością fizyczną, która opisuje jak szybko wykonujemy pracę, jest moc.

Jeśli przyjrzyysz się uważnie urządzeniom elektrycznym, na ich tabliczkach znamionowych dostrzeżesz zestawy danych opisujące parametry eksploatacyjne. Jednym z nich jest moc. Moc to szybkość wykonywania pracy, lecz co to tak naprawdę oznacza w przypadku silnika elektrycznego? Czym jest moc prądu elektrycznego? Odpowiedzi na te pytania znajdziesz czytając ten materiał.



Tabliczka znamionowa każdego urządzenia zasilanego prądem elektrycznym zawiera informacje o mocy urządzenia. Parametr ten wpływa nie tylko na wydajność danego sprzętu, ale też na ilość pobieranego przez niego podczas pracy prądu.

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

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

- definicja napięcia elektrycznego i jego jednostki;
- definicja natężenia prądu i jego jednostki;
- prawo Ohma.

Nauczysz się

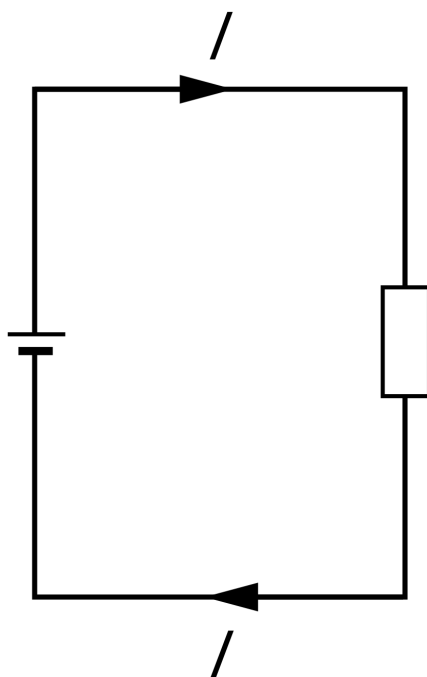
- określać zależność między mocą, napięciem elektrycznym i natężeniem;
- rozwiązywać zadania dotyczące mocy prądu.

Moc prądu elektrycznego

Na wielu urządzeniach elektrycznych codziennego użytku znajdują się napisy dotyczące ich mocy. Moc (P) informuje o pracy (W) wykonywanej przez urządzenie w jednostce czasu (t):

$$P = \frac{W}{t}$$

Zastanówmy się, czym jest moc prądu elektrycznego. W tym celu rozważymy obwód elektryczny składający się ze źródła prądu, przewodów i dowolnego elementu, którym może być opornik, akumulator, silnik itp.



Obwód elektryczny, w którym zarówno napięcie elektryczne, jak i natężenie prądu są stałe

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Na urządzeniach elektrycznych (na płytkach znamionowych) podane jest także zalecane napięcie elektryczne. W jaki sposób napięcie oraz moc są ze sobą powiązane?

Napięcie (U) między końcami danego odbiornika energii elektrycznej definiowane jest w następujący sposób:

$$U = \frac{W}{q}$$

gdzie W to praca wykonywana przez źródło napięcia w celu przeniesienia ładunku elektrycznego q wzdłuż przewodnika.

Wartość ładunku obliczamy za pomocą wzoru:

$$q = I \cdot t$$

A zatem, po przekształceniu wzorów otrzymamy:

$$W = P \cdot t = q \cdot U = U \cdot I \cdot t$$

Z tego zaś wynika (dzieląc obie strony równania przez t), że

$$P = U \cdot I$$

moc prądu elektrycznego

szybkość wykonywania pracy przez prąd elektryczny; wyznaczamy ją ze wzoru:

$$P = \frac{W}{t} = U \cdot I$$

gdzie:

I – natężenie;

U – napięcie elektryczne.

Jednostką mocy w układzie SI jest jeden wat (W).

$$1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot \text{A} = \left(1 \frac{\text{J}}{\text{C}}\right) \cdot \left(1 \frac{\text{C}}{\text{s}}\right) = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Często używane są wielokrotności tej jednostki: kilowat (kW), czyli 1000 watów, i megawat (MW), czyli 1 milion watów. Ta ostatnia jednostka stosowana jest najczęściej do opisu mocy wytwarzanej w elektrowniach.

Doświadczenie 1

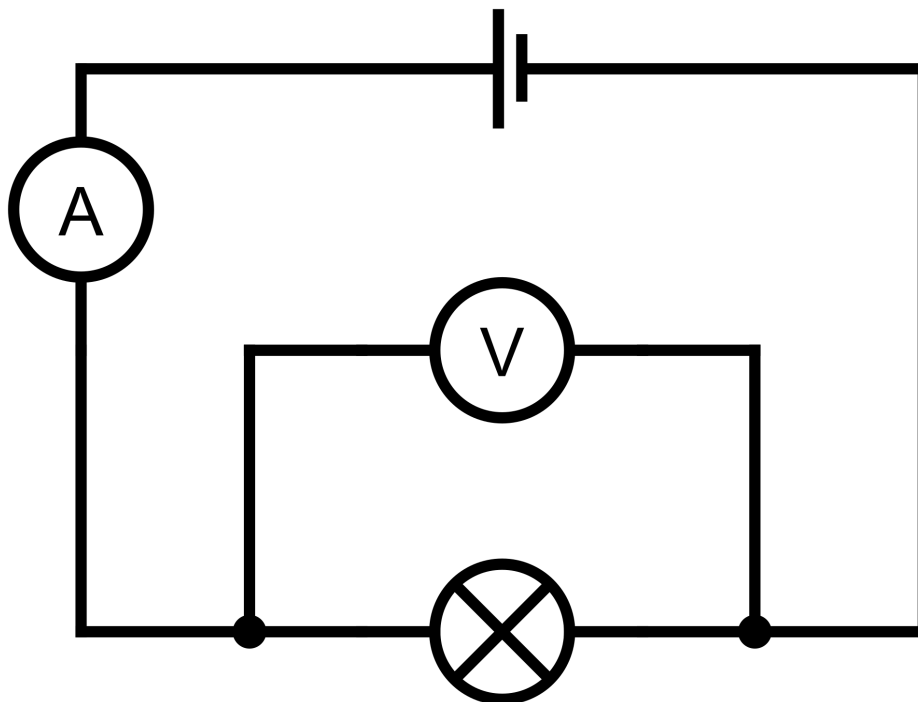
Wyznaczenie mocy żarówki elektrycznej przy napięciu znamionowym (odczytanym na oprawce żarówki).

Co będzie potrzebne

- żarówka (np. z latarki kieszonkowej);
- przewody;
- miernik uniwersalny;
- bateria.

Instrukcja

1. Zbuduj obwód zgodnie z poniższym schematem.



Sposób połączenia elementów doświadczalnego obwodu elektrycznego

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

2. Zmierz wartości napięcia i natężenia prądu elektrycznego w obwodzie.
3. Oblicz moc żarówki.
4. Pomiary powtórz trzykrotnie.

Podsumowanie

Porównaj uzyskany wynik z mocą zapisaną na żarówce. Sporządź notatkę, korzystając z poniższej tabeli.

Uzupełnij poniższe pola, wpisując swoje obliczenia i wnioski.

• **Pomiary U [V]:**

tu wpisz pomiar 1	tu wpisz pomiar 2
tu wpisz pomiar 3	

Wartość średnia:

• **Pomiary I [A]:**

tu wpisz pomiar 1	tu wpisz pomiar 2
tu wpisz pomiar 3	

Wartość średnia:

• **Pomiary P [W]:**

tu wpisz pomiar 1	tu wpisz pomiar 2
tu wpisz pomiar 3	

Wartość średnia:

• Wyznaczona moc żarówki: .

• Odczytana nominalna moc żarówki: .

• Podsumowanie doświadczenia:

Ciekawostka

Odkurzacz z napisem 2000 W wykona pracę 2000 J w czasie 1 sekundy, a odkurzacz o mocy 2500 W w tym samym czasie wykona pracę wynoszącą 2500 J. Jeśli kupisz odkurzacz o mocy 2500 W, będziesz spędzać mniej czasu na odkurzaniu. Ale czy takie rozwiązanie jest tańsze?

Elektryczna energia potencjalna może zamienić się w energię mechaniczną, chemiczną lub ciepło – w zależności od elementu znajdującego się w obwodzie. Jeśli do źródła prądu podłączony zostanie silnik, to nastąpi zamiana w energię mechaniczną. Jeśli tym elementem będzie akumulator (podłączony w celu jego naładowania), to energia zamieni się w energię chemiczną. Jeśli zaś podłączymy opornik, energia zamieni się w energię wewnętrzną (co będzie prowadziło do wzrostu jego temperatury). Dla odbiornika wydzielającego ciepło, np. opornika lub żarówki, można połączyć wzory na napięcie i moc:

$$U = I \cdot R$$

$$P = I \cdot U$$

W rezultacie otrzymujemy jedną z dwu możliwych zależności:

$$P = I \cdot U = I \cdot I \cdot R = I^2 \cdot R$$

oraz

$$P = I \cdot U = \frac{U}{R} \cdot U = \frac{U^2}{R}$$

Powyższe wzory można stosować tylko wtedy, gdy następuje zamiana energii elektrycznej na energię termiczną (wewnętrzną).

Ciekawostka

Jak działa żarówka żarnikowa?

Jeśli moc rozproszona w przewodzie jest duża, to wytwarzana jest duża ilość ciepła. Ciepło to jest dostarczane do włókna żarowego tak szybko, że nie ma ono czasu na emisję tego ciepła do otoczenia. Następuje gwałtowny wzrost temperatury włókna żarowego. Jeśli temperatura jest wystarczająco wysoka, drut zaczyna się żarzyć i emitować światło. Szacuje się, że ok. 10% energii rozproszonej w takiej żarówce jest zamieniane na światło, a reszta – na ciepło (które przyczynia się do wzrostu temperatury drucika). Spora ilość energii wysyłana jest przez żarówkę do otoczenia.



W żarówkach starego typu energia elektryczna zamieniana jest na światło i ciepło. Elementem świecącym jest żarnik, wykonywany np. z wolframu.

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Przykład 1

Prąd o natężeniu 3 A przepływa przez piekarnik elektryczny pracujący pod napięciem 230 V. Oblicz moc piekarnika.

Dane:

$$I = 3 \text{ A}$$

$$U = 230 \text{ V}$$

Szukane:

$$P = ?$$

Wzór:

$$P = U \cdot I$$

Obliczenia:

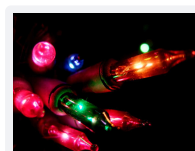
$$P = 230 \text{ V} \cdot 3 \text{ A} = 690 \text{ W}$$

Odpowiedź:

Moc piekarnika jest równa 690 W.

Ćwiczenie 1

Przy poniższych rysunkach umieszczono informacje dotyczące natężenia prądu płynącego przez urządzenie oraz napięcie zasilania. Ułóż grafiki w kolejności od urządzenia o najmniejszej mocy do największej.



$I = 0,2\text{A}$
 $U = 2,3\text{V}$



$I = 0,4\text{A}$
 $U = 230\text{V}$



$I = 0,6\text{A}$
 $U = 230\text{V}$



$I = 0,65\text{A}$
 $U = 230\text{V}$

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Przykład 2

Żarówka o mocy 100 W jest włączona do sieci o napięciu 230 V. Oblicz natężenie prądu płynącego przez żarówkę. Jeśli żarówka zamienia 10% pobieranej energii na światło, to ile energii świetlnej emituje w czasie 1 sekundy?

Dane:

$$P = 100\text{ W}$$

$$U = 230\text{ V}$$

$$t = 1\text{ s}$$

Szukane:

$$I = ?$$

$$W = ?$$

Wzory:

$$P = I \cdot U$$

$$I = \frac{P}{U}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$W = P \cdot t$$

Obliczenia:

$$I = \frac{100 \text{ W}}{230 \text{ V}} \cong 0,43 \text{ A}$$

$$W_{\text{światła}} = 10\% \cdot 100 \text{ W} \cdot 1 \text{ s} = 10 \text{ J}$$

Odpowiedź:

Natężenie prądu płynącego przez żarówkę wynosi 0,43 A, a jej energia świetlna emitowana w ciągu 1 sekundy – 10 J.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij luki, wpisując odpowiednie liczby.

Grzałka elektryczna o mocy 1150 W podłączona jest do napięcia 230 V. Natężenie prądu płynącego przez grzałkę oraz ilość ciepła emitowanego przez grzałkę w czasie 0,5 minuty wynoszą odpowiednio:

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

$$W = \boxed{} \text{ kJ.}$$

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Przykład 3

Spirala grzejna piekarnika o oporze 23Ω jest zasilana z sieci domowej o napięciu 230 V. Oblicz moc grzałki w piekarniku.

Uwaga: Zadanie może być rozwiązane na dwa sposoby.

Dane:

$$R = 23 \Omega$$

$$U = 230 \text{ V}$$

Szukane:

$$P = ?$$

Wzory:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$P = U \cdot I$$

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

Obliczenia sposób I:

$$P = \frac{(230 \text{ V})^2}{23 \Omega} = \frac{52900}{23} \text{ W} = 2300 \text{ W}$$

Obliczenia sposób II:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230 \text{ V}}{23} = 10 \text{ A}$$

$$P = U \cdot I = 230 \text{ V} \cdot 10 \text{ A} = 2300 \text{ W} = 2,3 \text{ kW}$$

Odpowiedź:

Moc grzałki w piekarniku jest równa 2,3 kW.

Ćwiczenie 3

Grzałka elektryczna o oporze 40Ω jest zasilana ze źródła o napięciu 200 V.

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

Zdanie	Prawda	Fałsz
Moc grzałki jest mniejsza niż 2000 W.	☐	☐
Natężenie prądu płynącego przez grzałkę jest równe 5 A.	☐	☐
Moc grzałki jest mniejsza niż 1000 W.	☐	☐

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

- Moc prądu elektrycznego P informuje o ilości energii elektrycznej W przekazanej elementowi obwodu elektrycznego w jednostce czasu t : $P = \frac{W}{t}$

- Aby obliczyć moc prądu elektrycznego, napięcie elektryczne U mnożymy przez natężenie prądu elektrycznego I :

$$P = U \cdot I$$

Ćwiczenie 4

Żarówki o parametrach 60 W, 230 V i 100 W, 230 V, połączono szeregowo i dołączono do źródła prądu elektrycznego o napięciu 230 V. Oblicz moc pojedynczych żarówek oraz moc całego układu. Uzupełnij luki, wpisując poprawne wartości.

- Moc pojedynczych żarówek:

$$P_{60W} = \boxed{} \text{ W}$$

$$P_{100W} = \boxed{} \text{ W}$$

- Moc całego układu:

$$P = \boxed{} \text{ W}$$

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5

Elektryczny ogrzewacz wody o pojemności 10 litrów wyposażony jest w grzałkę o mocy 2,0 kW. Grzałka podłączona do źródła prądu o napięciu 230 V w ciągu 25 minut ogrzewa wodę o 60 °C. Oblicz opór grzałki oraz ile ciepła zostanie przekazane otoczeniu podczas ogrzewania wody przyjmując, że ciepło właściwe wody jest równe $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$. Oblicz:

- opór grzałki,
- ilość ciepła przekazaną do otoczenia.

Zadania podsumowujące lekcję

Ćwiczenie 6



Połącz w pary wielkości fizyczne z ich jednostkami zgodnymi z układem SI.

czas	wolt
opór elektryczny	wat
moc	dżul
natężenie	sekunda
energia	om
napięcie elektryczne	amper

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 7



Wybierz te odpowiedzi, które stanowią prawidłowe dokończenie zdania:
Energia elektryczna

☐

może zamienić się na energię wewnętrzną prowadząc do wzrostu temperatury elementu obwodu elektrycznego np. opornika.

☐

może zamienić się na energię chemiczną, mechaniczną lub ciepło.

☐

zamienia się na ciepło, gdy do obwodu elektrycznego podłączony zostanie akumulator.

☐

zamieni się na energię mechaniczną, gdy do obwodu elektrycznego podłączony zostanie silnik.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8



Uzupełnij puste miejsca, wykonując wcześniej potrzebne obliczenia. Wyniki zaokrąglaj do dwóch cyfr znaczących.

Urządzenie: **zasilacz do laptopa**

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

$$I = 4,5 \text{ A}$$

$$P = \text{ } \text{ W}$$

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

Urządzenie: **żelazko**

$$R = 240 \text{ V}$$

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

$$P = 2400 \text{ W}$$

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

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 9



Uzupełnij luki w zdaniach, wpisując odpowiednie liczby.

Żelazko o mocy 2300 W jest zasilane z sieci domowej o napięciu równym 230 V.

Ciepło emitowane przez żelazko w czasie 1 sekundy jest równe J.

Jeśli prasowanie zajmie 5 minut, to żelazko wyemituje J ciepła, czyli

kJ.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.