



Jak zastosować w obliczeniach prawo Ohma?

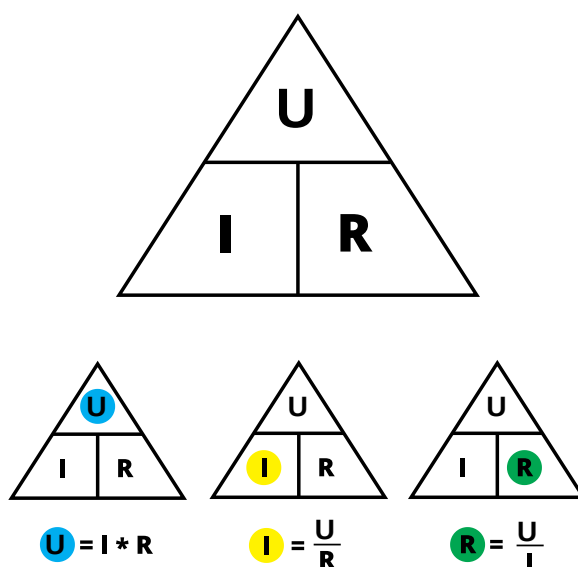
- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak zastosować w obliczeniach prawo Ohma?

Czy to nie ciekawe?

Prawo Ohma, to podstawowa zależność dotycząca własności przewodników, przez które płynie prąd. Istnieje wiele zagadnień, problemów i zadań, dotyczących obwodów prądu stałego, których rozwiązanie polega na wykonaniu obliczeń wynikających z tego prawa. Pogrupowaliśmy je tematycznie i opatrzyliśmy komentarzami, by łatwo było je rozwiązywać. Zapraszamy do zapoznania się z przewodnikiem po zastosowaniach prawa Ohma w obliczeniach.



Rys. a. Trójkąt mnemoniczny (ułatwiający zapamiętanie) prawa Ohma.

Twoje cele

- przypomnisz sobie, jaką zależność opisuje prawo Ohma;
- poznasz sposoby wykorzystania prawa Ohma do rozwiązywania różnych zadań i problemów;
- zastosujesz zdobytą wiedzę do sprawnego rozwiązywania zadań dotyczących obwodów prądu stałego.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Prawo Ohma głosi, że natężenie prądu przepływającego przez przewodnik I jest proporcjonalne do napięcia przyłożonego do jego końców U . Wyraża się je wzorem:

$$I = \frac{U}{R} \quad (1)$$

gdzie współczynnik proporcjonalności R to **opór elektryczny**, wielkość charakteryzująca właściwości elektryczne użytego przewodnika.

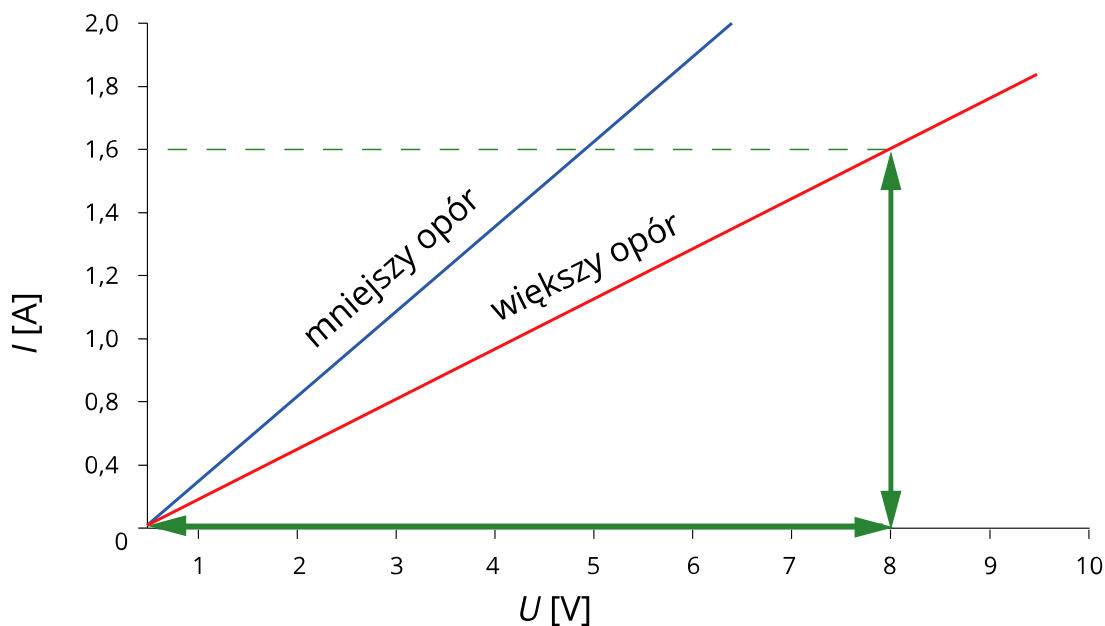
Rozwiązując zadania dotyczące prawa Ohma, należy zacząć od wypisania wielkości **danych** i **szukanych** oraz **założeń** wynikających z treści zdania (np. które wielkości lub efekty można pominąć). Następnym krokiem jest zapisanie **wzoru** wyjściowego, łączącego wielkości fizyczne występujące w problemie.

Prowadząc obliczenia w poszukiwaniu niewiadomej wartości, należy (poza nielicznymi wyjątkami) dokonywać **przekształceń na wartościach ogólnych** a po otrzymaniu wyniku sprawdzić, czy zgadzają się jego **jednostki**. Przed wstawieniem danych liczbowych, należy je wszystkie sprowadzić do tej samej **wielokrotności** jednostki, by na przykład, nie dodawać amperów do miliamperów. Po wykonaniu wszystkich obliczeń matematycznych trzeba dokonać odpowiedniego **zaokrąglenia** wyniku oraz ocenić, czy jego **wartość jest prawdopodobna**.

Rodzaje zadań i problemów dotyczących prawa Ohma mogą być następujące.

1. Odczytywanie danych z wykresu

Zgodnie z równaniem $U = R \cdot I$, wartość R jest współczynnikiem kierunkowym prostej na wykresie funkcji $U(I)$. Trzeba jednak pamiętać, że wyniki doświadczeń najczęściej przedstawia się w postaci zależności $I(U)$, a więc na takim wykresie wartość oporu będzie odwrotnością współczynnika kierunkowego. Innymi słowy, im większe nachylenie prostej na wykresie $I(U)$, tym mniejszy opór przewodnika (Rys. 1.).



Rys. 1. Zależność $U(I)$ dla przewodników o różnym oporze

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Współczynnik kierunkowy prostej przechodzącej przez początek układu współrzędnych wyznacza się wybierając jeden z punktów wykresu i obliczając stosunek wartości rzędnej tego punktu (na osi pionowej) do wartości odciętej (na osi poziomej).

Na przykład:

Na Rys. 1. współczynnik kierunkowy prostej koloru czerwonego wynosi:

$$m = \frac{1,6 \text{ A}}{8 \text{ V}} = 0,2 \frac{1}{\Omega}, \text{ z czego wynika, że opór } R = \frac{1}{m} = 5 \Omega.$$

2. Wykorzystanie wzoru wyrażającego prawo Ohma w postaci pierwotnej lub przekształconej

Podstawowa postać prawa Ohma, to wzór (1). Niemal zawsze będziesz wykorzystywać tylko ten wzór, który jedynie warto czasami przekształcić matematycznie do innej postaci.

W niektórych zadaniach wystąpi konieczność skorzystania z równania opisującego zależność oporu przewodnika od jego wymiarów, o którym mowa w e-materiale „Jak definiuje się opór właściwy materiału i jaka jest jego jednostka?”:

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad (2)$$

ρ w tym wzorze oznacza opór właściwy, l długość przewodnika, a S pole jego przekroju poprzecznego.

Na przykład:

Z drutu oporowego wykonano element o długości 1 m i podłączono do źródła napięcia. Natężenie płynącego prądu wynosiło 1 A. Jakie będzie natężenie prądu, gdy element zostanie skrócony o 20 cm?

Rozwiązanie:

Dla pierwszej sytuacji mamy:

$$\frac{U}{I_1} = \frac{\rho l_1}{S} = R_1$$

gdzie: $l_1 = 1 \text{ m}$.

Dla drugiej natomiast:

$$\frac{U}{I_2} = \frac{\rho l_2}{S} = R_2$$

gdzie $l_2 = 0,8 \text{ m}$.

Dzieląc powyższe równania stronami otrzymujemy:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{l_1}{l_2}$$

Po podstawieniu danych liczbowych, obliczymy wynik końcowy: $I_2 = 1,25 \text{ A}$.

3. Szacowanie wielkości fizycznych występujących w zadaniu przy ekstremalnych wartościach oporu, napięcia lub natężenia

Niektóre wielkości fizyczne w zadaniach są tak duże, lub tak małe w porównaniu z innymi, że należy przyjąć dla nich odpowiednie założenia.

Na przykład:

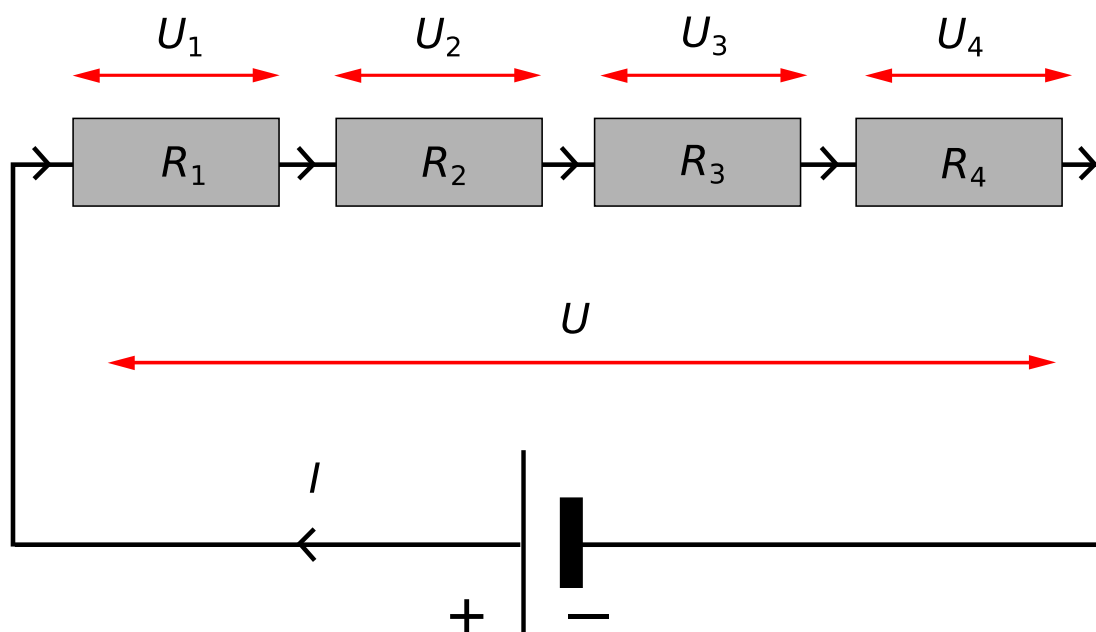
a) gdy opór elementu można uznać za równy zero, napięcie na jego końcach też wyniesie zero; gdy uznajemy go za nieskończony, prąd nie będzie przezeń przepływał;

b) podobne zależności występują także w relacjach odwrotnych – jeśli napięcie na końcach elementu jest równe zero, jego opór uznajemy za zerowy (np. przewód połączeniowy); jeśli

wartość natężenia prądu jest pomijalnie mała, przyjmujemy, że opór elementu, przez który miałby on płynąć, ma wartość nieskończoną (np. woltomierz).

4. Wykorzystanie własności szeregowego lub równoległego połączenia przewodników

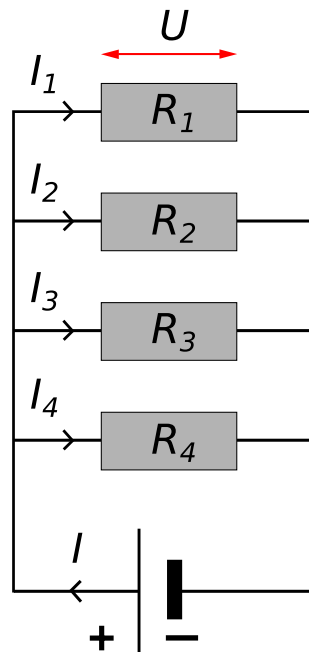
Przy szeregowym połączeniu przewodników (Rys. 2.) natężenie prądu płynącego przez każdy z nich ma tę samą wartość. Napięcie na końcach układu wielu takich przewodników jest sumą napięć na każdym z nich.



Rys. 2. Szeregowo połączenie przewodników

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Równoległe połączenie przewodników (Rys. 3.) oznacza, że na każdym z nich panuje jednakowe napięcie, a natężenie prądu wpływającego do układu jest równe sumie natężeń prądów przepływających przez każdy z nich.



Rys. 3. Równoległe połączenie przewodników

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Fakty te są konsekwencją zasady zachowania energii i zasady zachowania ładunku elektrycznego.

Na przykład:

Sznur lampek choinkowych składa się z 23 żarówek o oporze $50\ \Omega$ każda, połączonych szeregowo. Ile wynosi natężenie prądu płynącego przez żarówki po podłączeniu sznura do gniazdka sieciowego o napięciu 230 V ?

Rozwiązanie:

Napięcie sieciowe dzieli się po równo na 23 jednakowe żarówki, czyli na każdej z nich ma wartość 10 V . Przy połączeniu szeregowym, przez każdą żarówkę płynie prąd o takim samym natężeniu równym:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{10\text{ V}}{50\ \Omega} = 0,2\text{ A}$$

5. Proporcjonalność natężenia do napięcia

Wykorzystaj proporcjonalność napięcia i natężenia prądu dla każdego przewodnika ($I \sim U$) lub proporcje:

- dla różnych przewodników, przez które płynie prąd o jednakowym natężeniu (np. przy połączeniu szeregowym), napięcie na każdym z nich jest proporcjonalne do jego oporu

$(U \sim R)$;

- dla różnych przewodników, na których panuje takie samo napięcie (np. przy połączeniu równoległym), natężenia płynących przez nie prądów są odwrotnie proporcjonalne do ich oporów ($I \sim \frac{1}{R}$).

Wykorzystanie tych własności powoduje, że rozwiązanie nie wymaga najczęściej żadnych przekształceń.

Na przykład:

Do baterii podłączono opornik i zmierzono, że płynie przez niego prąd o natężeniu 2 A. Jakie będzie natężenie prądu, gdy do baterii podłączymy opornik o dwa razy mniejszym oporze?

Rozwiązanie:

Wykorzystując proporcję $I \sim \frac{1}{R}$ otrzymujemy, że dwa razy mniejszy opór oznacza dwa razy większe natężenie prądu, które będzie wobec tego wynosiło 4 A.

6. Uwzględnianie ograniczeń zastosowania prawa Ohma

Prawo Ohma można stosować jedynie wtedy, gdy wartość oporu elektrycznego badanego elementu ma stałą wartość. Tylko niektóre materiały mają taką właściwość (metale, większość elektrolitów i materiałów ceramicznych).

Wartość oporu metali rośnie ze wzrostem temperatury. Opisano to w e-materiale „Badania jak zmienia się opór elektryczny przewodu wykonanego z metalu w zależności od temperatury”. Prawo Ohma można więc stosować tylko w warunkach stałej temperatury przewodnika.

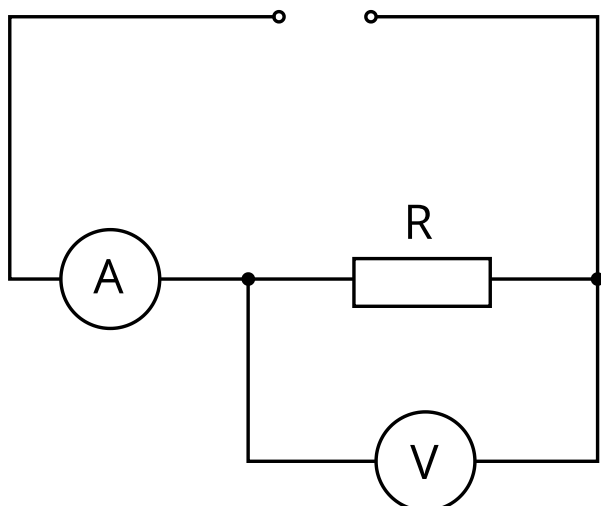
Jeżeli będziesz korzystać z powyższych odpowiedzi i własności, każde zadanie dotyczące prawa Ohma rozwiążesz bez kłopotu.

Zadanie przykładowe

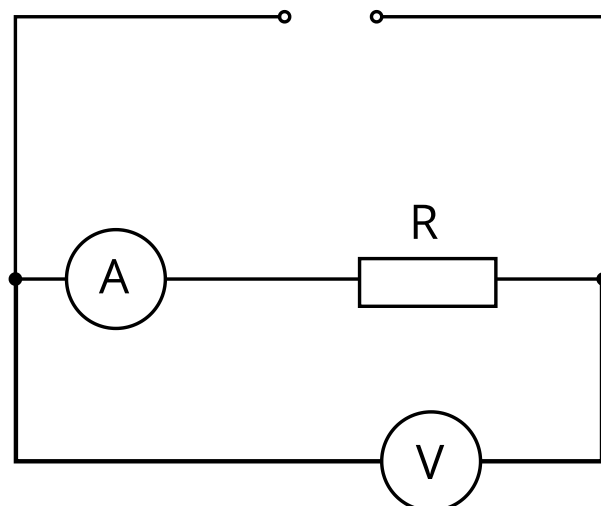
Uczniowie zbudowali dwa układy, które służą do badania oporu przewodników, pokazane na Rys. 4. Opór wewnętrzny amperomierza wynosi $R_A = 1 \Omega$ a woltomierza $R_V = 100 \text{ M}\Omega$. Jakie wyniki uzyskali uczniowie badając oporność na zaciskach układu, jeśli opór badanego przewodnika wynosił

1. 10Ω ,
2. $10 \text{ M}\Omega$?

a)



b)



Rys. 4. Dwa układy do wyznaczania oporu przewodnika

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Rozwiązanie:

W układzie a) woltomierz wskazuje napięcie na końcach badanego przewodnika, ale amperomierz mierzy prąd przepływający zarówno przez przewodnik jak i przez woltomierz:

$$I_A = I_R + I_V$$

Napięcia panujące na przewodniku i woltomierzu są takie same, równe odczytowi woltomierza, więc korzystając z Prawa Ohma można napisać:

$$I_R R = I_V R_V = U_V$$

Opór R_a wyznaczony w tym układzie wynosi:

$$R_a = \frac{U_V}{I_A} = \frac{I_V R_V}{I_R + I_V} = \frac{I_V R_V}{I_V \frac{R_V}{R} + I_V} = \frac{R_V R}{R_V + R}$$

W układzie b) amperomierz wskazuje natężenie prądu płynące przez przewodnik ale woltomierz mierzy napięcie zarówno na przewodniku, jak i na amperomierzu:

$$U_V = I_A R_A + I_A R$$

Opór R_b wyznaczony w tym układzie będzie wynosił:

$$R_b = \frac{U_V}{I_A} = \frac{I_A R_A + I_A R}{I_A} = R_A + R$$

Po podstawieniu danych liczbowych otrzymujemy wyniki:

Układ	$R_1 = 10 \Omega$	$R_2 = 10 M\Omega$
Układ a)	9,9999990 Ω	9,09 M Ω
Układ b)	11 Ω	10,000001 M Ω

Powyższe wyniki wskazują na to, że przy małych wartościach mierzonych oporów dokładniejsze wyniki daje zastosowanie układu a), gdyż natężenie prądu płynącego przez woltomierz jest bardzo małe, a więc błąd przez nie wywołany – pomijalny.

Przy dużych wartościach mierzonych oporów dokładniejsze wyniki daje zastosowanie układu b), gdyż napięcie pojawiające się na amperomierzu jest tak niskie w porównaniu z napięciem na badanym przewodniku, że błąd spowodowany jego pominięciem jest niezauważalnie mały.

Słowniczek

Opór elektryczny

(ang. *resistance*) – wielkość charakteryzująca konkretny przewodnik, określająca relację między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego w obwodzie prądu stałego.

Film samouczek

Jaką zależność opisuje prawo Ohma

W filmie samouczku przypomina się na wstępie prawo Ohma. Następnie, na przykładzie rozwiązania dwóch zadań, narrator pokazuje charakterystyczne dla tematu sposoby postępowania przy wykonywaniu obliczeń dotyczących tego prawa. Na koniec zwraca uwagę na założenia, jakie niekiedy należy poczynić, przystępując do rozwiązania zadania.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DYsjlabln>

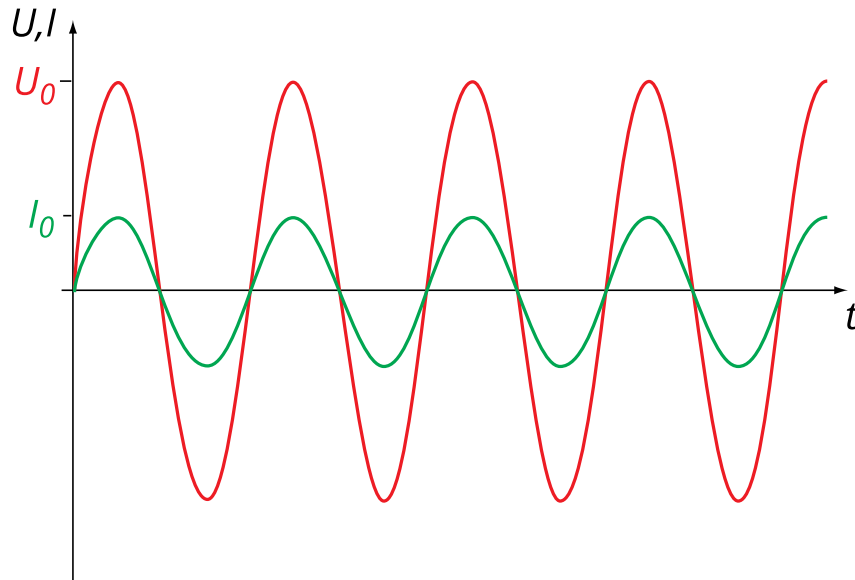
Zapoznaj się z treścią samouczka.

Polecenie 1

Na filmie w zadaniu z żarówką popełniono pewnen błąd w założeniach. Czy udało Ci się go zauważyć?

Polecenie 2

Na poniższym wykresie przedstawiono rzeczywistą (sinusoidalną) zależność prądu i napięcia od czasu w układzie z żarówką przedstawionym na filmie.



Dlaczego, choć obie wielkości zmieniają się w czasie, prawo Ohma obowiązuje w tym przypadku?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uczniowie używają do doświadczeń elementu oporowego w kształcie walca, podłączając go do źródła napięcia o stałej wartości. Niestety zbiegiem okoliczności element ten pękł wzdłuż na pół, a druga połowa wypadła z obwodu. Jak zmieni się natężenie prądu płynącego teraz przez przepołowiony element?

Odp.: Natężenie prądu / / / razy.

Ćwiczenie 2

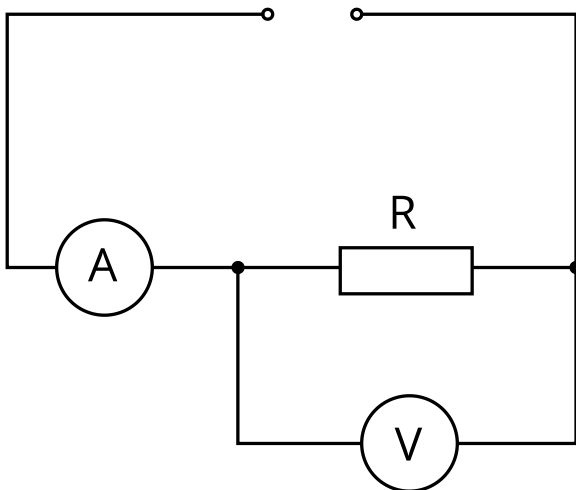
Przez gruby metalowy przewód podłączony do źródła o stałym napięciu płynie prąd o  tak dużym natężeniu, że silnie rozgrzewa go. Czy wartość natężenia tego prądu ulega zmianie?

- ☐ nie, bo z prawa Ohma wynika, że natężenie prądu jest zawsze proporcjonalne do przyłożonego napięcia
- ☐ tak, rośnie, bo rośnie opór przewodnika
- ☐ tak, maleje, bo rośnie opór przewodnika
- ☐ tak, rośnie, bo maleje opór przewodnika
- ☐ tak, maleje, bo maleje opór przewodnika

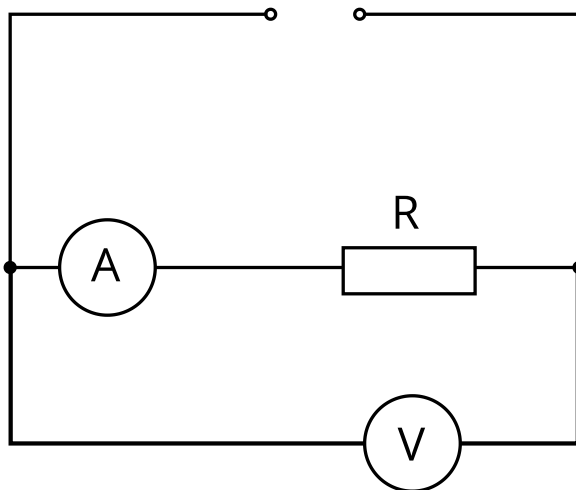
Ćwiczenie 3

Zbudowano dwa obwody do doświadczalnego wyznaczania oporu przewodników takie, jak na rysunku. Opór wewnętrzny woltomierzy jest tak duży, że można go uznać za nieskończony, a amperomierzy tak mały, iż można przyjąć, że jest równy zero. Który z obwodów należy użyć, by otrzymać dokładniejsze wyniki doświadczeń?

a)



b)



- ☐ dokładniejszy wynik da zastosowanie obwodu b)
- ☐ oba obwody pozwolą otrzymać dokładne wyniki
- ☐ wybór układu powinien zależeć od wielkości badanego oporu
- ☐ dokładniejszy wynik da zastosowanie obwodu a)

Ćwiczenie 4

Akumulator samochodowy o napięciu 12 V potrafi dostarczyć do odbiornika prąd o natężeniu 600 A. Żarówka w reflektorze ma oporność $10\ \Omega$. Ile takich równolegle połączonych żarówek można włączyć jednocześnie, by nie przekroczyć granicznego natężenia prądu?

Odp.:

Ćwiczenie 5



Dziewięć kolumn oświetleniowych połączono szeregowo do źródła prądu. Pierwsza z nich składa się z jednej żarówki, druga z dwóch, trzecia z trzech itd. Numer kolumny oznacza jednocześnie liczbę wkręconych w nią jednakowych żarówek. W każdej kolumnie żarówki połączone są szeregowo, aby każda z nich świeciła jednakowo jasno. Napięcie na końcach pierwszej kolumny wynosi 1 V. Jaka jest wartość napięcia na całym szeregu dziewięciu kolumn?

Odp.:

V

Ćwiczenie 6



Podczas doświadczenia w szkolnej pracowni fizycznej wyznaczano opór elektryczny przewodnika. Odczytane z mierników wartości zebrano w tabeli poniżej.

Nr pomiaru	Napięcie na końcach przewodnika U [V]	Natężenie prądu przepływającego przez przewodnik I [A]
1	11	0,5
2	18	1
3	27	1,5
4	30	15
5	55	2,5
6	60	3

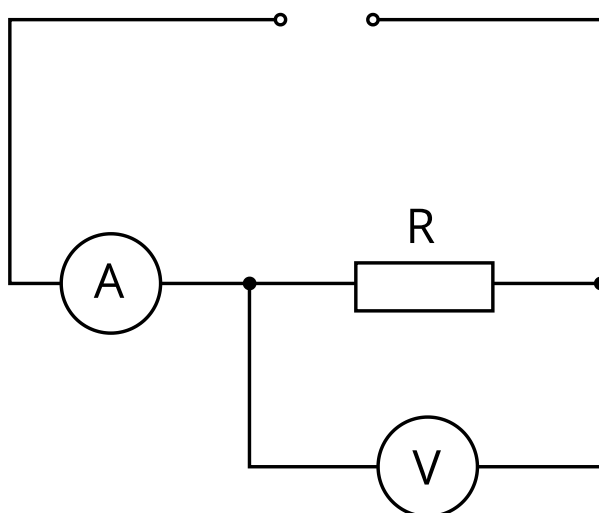
Ile wynosił opór badanego elementu? Podczas obliczeń zwróć uwagę, czy wszystkie pomiary są wiarygodne.

Odp.: Ω

Ćwiczenie 7



Uczniowie zbudowali obwód do wyznaczania oporu przewodników przedstawiony na rysunku. Opór badanego elementu obliczali dzieląc wskazania woltomierza przez wskazania amperomierza. Jeżeli uczniowie uwzględnią fakt, że opór woltomierza nie jest nieskończony a amperomierza zerowy, będą mogli stwierdzić, iż:

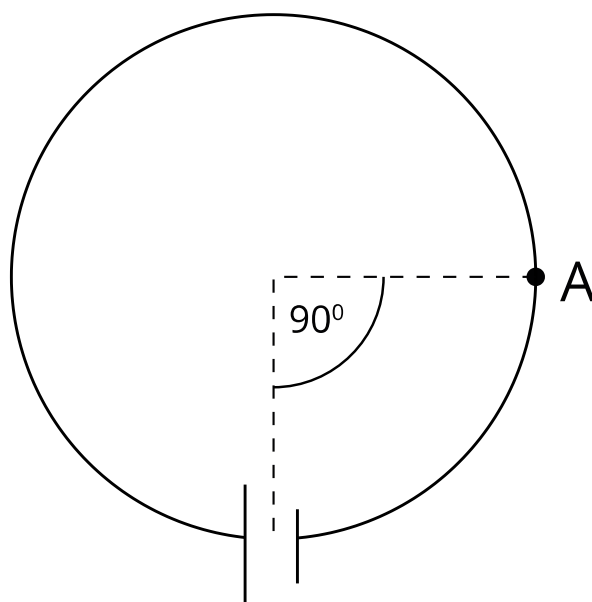


- ☐ rzeczywisty opór przewodnika jest taki sam, jak obliczony
- ☐ rzeczywisty opór przewodnika jest większy, niż obliczony
- ☐ w zależności od wartości badanego oporu wynik obliczony będzie mniejszy lub większy od rzeczywistego
- ☐ rzeczywisty opór przewodnika jest mniejszy, niż obliczony

Ćwiczenie 8



Z drutu oporowego utworzono okrąg i podłączono go do źródła napięcia o wartości 10 V, tak jak na rysunku. Jakie napięcie wskaże woltomierz podłączony do punktu A i ujemnego bieguna źródła (oznaczonego krótszą kreską)?



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Odp.: V

Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Sobiepan
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Zastosowanie prawa Ohma w obliczeniach
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. VII. Prąd elektryczny. Uczeń: 3) stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma). Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. VIII. Prąd elektryczny. Uczeń: 5) stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma).

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. zdefiniuje zależność opisującą prawo Ohma, 2. wymieni sposoby wykorzystania prawa Ohma do rozwiązywania różnych zadań i problemów, 3. zastosuje zdobytą wiedzę do sprawnego rozwiązywania zadań dotyczących obwodów prądu stałego.
Strategie nauczania:	strategia blended-learning
Metody nauczania:	- praca samodzielna, - grywalizacja.
Formy zajęć:	- praca w parach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	- film samouczek, - zestaw zadań.
Materiały pomocnicze:	e-materiał: Jak zastosować w obliczeniach prawo Ohma?
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
- Zaciekawienie uczniów: (wg wstępu do materiału) - Uzgodnienie z uczniami celów do osiągnięcia na lekcji. - Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów i nawiązanie do tej wiedzy: prawo Ohma.	
Faza realizacyjna:	

- Uczniowie samodzielnie zapoznają się z filmem-samoucukiem i częścią „**Warto przeczytać**” e-materiału (np. w domu lub podczas zastępstwa); notują pytania, jeśli jakieś zagadnienia okazały się niezrozumiałe.
- Nauczyciel rozpoczyna lekcję od pytań zanotowanych przez uczniów. Na pytania te odpowiadają inni, chętni uczniowie, a nauczyciel dokonuje krótkiego podsumowania i przekazuje informację zwrotną.
- Uczniowie rozwiązują w parach zadania, stosując mini-grywalizację. Po samodzielnym rozwiązaniu zadania, para wyklada na stół kartkę z numerem tego zadania. Jeśli nie umie poradzić sobie z rozwiązaniem, może poprosić o pomoc inną parę, która ma wystawioną kartkę z numerem tego zadania. Za rozwiązanie zadania z pomocą otrzymuje się 1 pkt, samodzielnie – 2 pkt, za pomoc innej parze uzyskuje się 4 pkt. Wygrywa para, która na koniec lekcji zbierze najwięcej punktów.

Faza podsumowująca:

Uczniowie odnoszą się do postawionych sobie celów lekcji, ustalają które osiągnęli, a które wymagają jeszcze pracy, jakiej i kiedy. W razie potrzeby nauczyciel dostarcza im informację zwrotną kształtującą.

Praca domowa:

Uczniowie utrwalają wiedzę i umiejętności zdobyte w czasie lekcji przez rozwiązanie zadań, których nie rozwiązyali w klasie.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Film samouczek może zostać wykorzystany jako rozszerzenie lekcji o prawie Ohma, jako element podsumowania działu „**Prąd elektryczny**” lub materiał pomocny przy przygotowaniach do klasówek, sprawdzianów i egzaminów.