



Jaką zależność opisuje prawo Ohma?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Jaką zależność opisuje prawo Ohma?

Źródło: dostępny w internecie: <https://lovepik.com/image-605724391/blue-big-data-internet-banner-poster-background.html> [dostęp 11.07.2022].

Czy to nie ciekawe?

Każdy słyszał pewnie, że istnieje prawo Ohma. Niektórzy wiedzą, jak ono brzmi i jak zastosować je w praktyce. Nieliczni zdają sobie sprawę z tego, że można z niego korzystać tylko przy pewnych założeniach. Dołącz do tych, którzy o prawie Ohma wiedzą „wszystko”.

Twoje cele

Pracując z tym e-materiałem:

- poznasz zależność, jaką opisuje prawo Ohma,
- dowiesz się, przy jakich założeniach można je stosować,
- zastosujesz prawo Ohma do rozwiązania zadań i problemów.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Zastanówmy się, co nastąpi, gdy do końców **przewodnika** przyłożymy stałe napięcie elektryczne? Z pewnością popłynie prąd, czyli ładunki zgromadzone wewnątrz niego zaczną się przemieszczać w kierunku określonym przez działające siły. Jak duże będzie jednak natężenie tego prądu, czyli ile ładunku przepłynie przez przekrój poprzeczny tego przewodnika w jednostce czasu? Dla każdego przewodnika odpowiedź będzie inna. Zależy ona od właściwości przewodnika. Wielkością fizyczną, która opisuje tę cechę przewodnika nazywa się **oporem elektrycznym** lub **rezystancją**. Jeśli przy określonej wartości napięcia przez przewodnik płynie prąd o dużym natężeniu, przewodnik ma mały opór. Mała wartość natężenia prądu oznaczałaby, że przewodnik „stawia duży opór” prądowi elektrycznemu. Zależność tę można wyrazić następującym wzorem:

$$I \sim \frac{1}{R} \quad (1)$$

gdzie R oznacza opór elementu, a I – natężenie przepływającego przez niego prądu przy określonej wartości napięcia elektrycznego.



Rys. 1. Prawo Ohma zostało sformułowane przez niemieckiego fizyka i matematyka Georga Ohma w latach 1825-26 na podstawie doświadczeń. Jest ono prawem doświadczalnym a nie uniwersalnym – ma zastosowanie dla niektórych materiałów oraz warunków (np. temperatury).

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Georg_Simon_Ohm3.jpg [dostęp 11.07.2022], domena publiczna.

Dotyczące tego zjawiska prawo fizyki odkrył w XIX wieku Georg Simon Ohm (Rys. 1.) stwierdzając doświadczalnie, że:

Dla każdego przewodnika, natężenie płynącego przez prąd jest proporcjonalne do napięcia przyłożonego do jego końców.

$$I \sim U \quad (2)$$

Łącząc zależności (1) i (2) otrzymujemy następującą postać prawa Ohma:

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{U}}{\mathbf{R}} \quad (3)$$

Wielkość R , to opór elektryczny charakteryzujący dany przewodnik, pełniący rolę współczynnika proporcjonalności we wzorze (3), przekształconym do postaci:

$$U = RI \quad (4)$$

Natężenie prądu stałego I płynącego przez przewodnik jest proporcjonalne do napięcia U przyłożonego do jego końców. Wartość uzyskanego natężenia prądu (czyli wielkości strumienia elektronów) zależy nie tylko od podłączonego napięcia, ale także od właściwości przewodnika. Każdy przewodnik stawia pewien opór R i zmniejsza natężenie prądu ponieważ przemieszczające się elektrony zderzają się z atomami przewodnika. Jednostką oporu elektrycznego jest *1 om*, którego symbolem jest 1Ω .

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

Opornik ma opór 1 oma, jeżeli przyłożone napięcie 1 wolta wywołuje przepływ prądu o natężeniu 1 ampera.

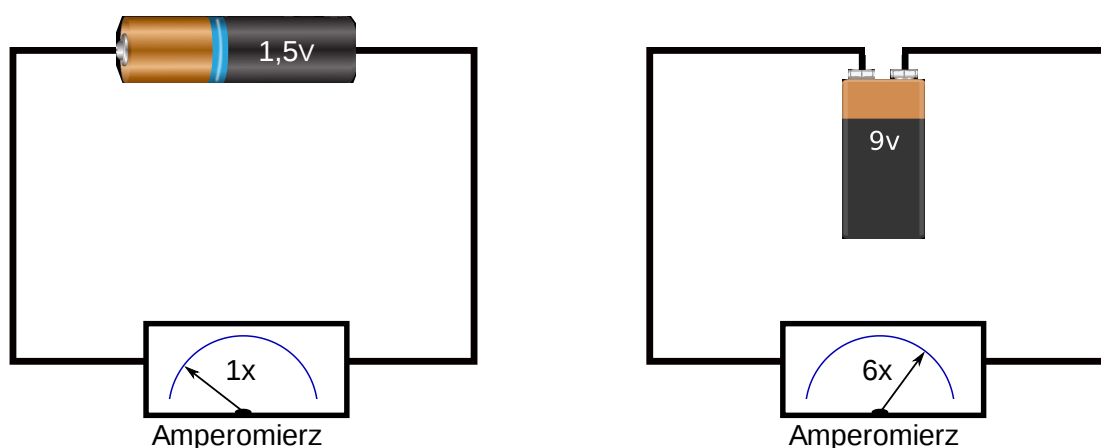
Żeby właściwie zrozumieć prawo Ohma, trzeba zdać sobie sprawę na czym polega zjawisko prądu elektrycznego i czym jest natężenie prądu, a czym jest jego przyczyna czyli napięcie. Prawo Ohma mówi, że natężenie prądu jest proporcjonalnie do przyłożonego napięcia. Na co dzień używamy mnóstwo urządzeń elektrycznych, jak pralka, żarówka, odkurzacz itp. Występowanie prądu elektrycznego polega na uporządkowanym ruchu elektronów w przewodnikach. Czyli, podczas przepływu prądu przez rezystor, praca prądu zamieniana jest na ciepło, a przy przepływie przez silnik elektryczny na pracę mechaniczną. A natężenie prądu, czym jest? Natężenie to wielkość strumienia elektronów, czyli wielkość ładunku przepływającego przez przewodnik w jednostce czasu. Im większe natężenie prądu tym większa praca i moc elektryczną możemy uzyskać. A napięcie? Napięcie to różnica potencjałów powodująca przepływ prądu. Przykładem źródła napięcia jest bateria, która zamienia energię z reakcji chemicznej na energię elektryczną (Rys. 2.).



Rys. 2. Baterie alkaliczne

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/es/photos/bater%3%ada-energ%3%ada-medios-de-nutrici%3%b3n-1930833/> [dostęp 11.07.2022].

Skoro więc napięcie to różnica potencjałów powodująca przepływ prądu, a prawo Ohma głosi, że natężenie, będące efektem przyłożonego napięcia, zachowuje się proporcjonalnie do swojej przyczyny, to gdy przyłożone napięcie wzrośnie dwa razy spowoduje również dwukrotny wzrost przepływ prądu (natężenia prądu) (Rys. 3.). Wartość uzyskanego natężenia prądu (czyli wielkości strumienia elektronów) zależy nie tylko od podłączonego napięcia, ale też od właściwości przewodnika. Każdy przewodnik stawia pewien opór i zmniejsza natężenie prądu ponieważ przemieszczające się elektrony zderzają się z atomami przewodnika.



Rys. 3. Natężenie prądu stałego płynącego przez przewodnik jest proporcjonalne do napięcia przyłożonego na jego końcach

Gdzie można wykorzystać prawo Ohma? Przykładem może być wiatraczek na upalne dni. Regulacja prędkości w wiatraczku chłodzącym polega na zmianie oporu zmieniającej z kolei natężenie prądu (przy tym samym napięciu). Załączenie większego oporu spowoduje spadek natężenia i obrotów wiatraczka. Generalnie rezystory wykorzystuje się w praktycznie każdym współczesnym urządzeniu elektronicznym. Należą do elementów, na których opiera się większość projektów schematów elektrycznych. Najczęściej stosowane są w celu m.in.: zabezpieczenia przed przeciążeniem elementu, regulacji parametrów urządzenia, wytwarzania ciepła, czy zmniejszenia napięcia.

Pamiętajmy, że Prawo Ohma jest spełniane jedynie przez część materiałów – głównie przez metale i materiały ceramiczne. Obowiązuje dla metali, grafitu oraz dla większości materiałów ceramicznych i elektrolitów. Istnieją jednak elementy obwodów elektrycznych, które go nie spełniają, na przykład półprzewodniki.

Dodatkowo, jeśli zmienia się temperatura przewodnika, zmienia się także jego opór elektryczny i prawa Ohma nie można w takich warunkach zastosować.

Słowniczek

przewodnik elektryczny

(*ang.: electrical conductor*) substancja, która dobrze przewodzi prąd elektryczny, a przewodzenie prądu ma charakter elektronowy (przewodnik metaliczny). Atomy przewodnika tworzą wiązania, w których elektrony walencyjne (jeden lub więcej) pozostają swobodne (nie są związane z żadnym z atomów), tworząc w ten sposób tzw. gaz elektronowy. W przypadku, gdy nośnikami ładunków są jony, mówi się o przewodnikach jonowych lub przewodnikach elektrolitycznych. Przewodniki znajdują szerokie zastosowanie do wykonywania elementów urządzeń elektrycznych.

opór elektryczny (rezystancja)

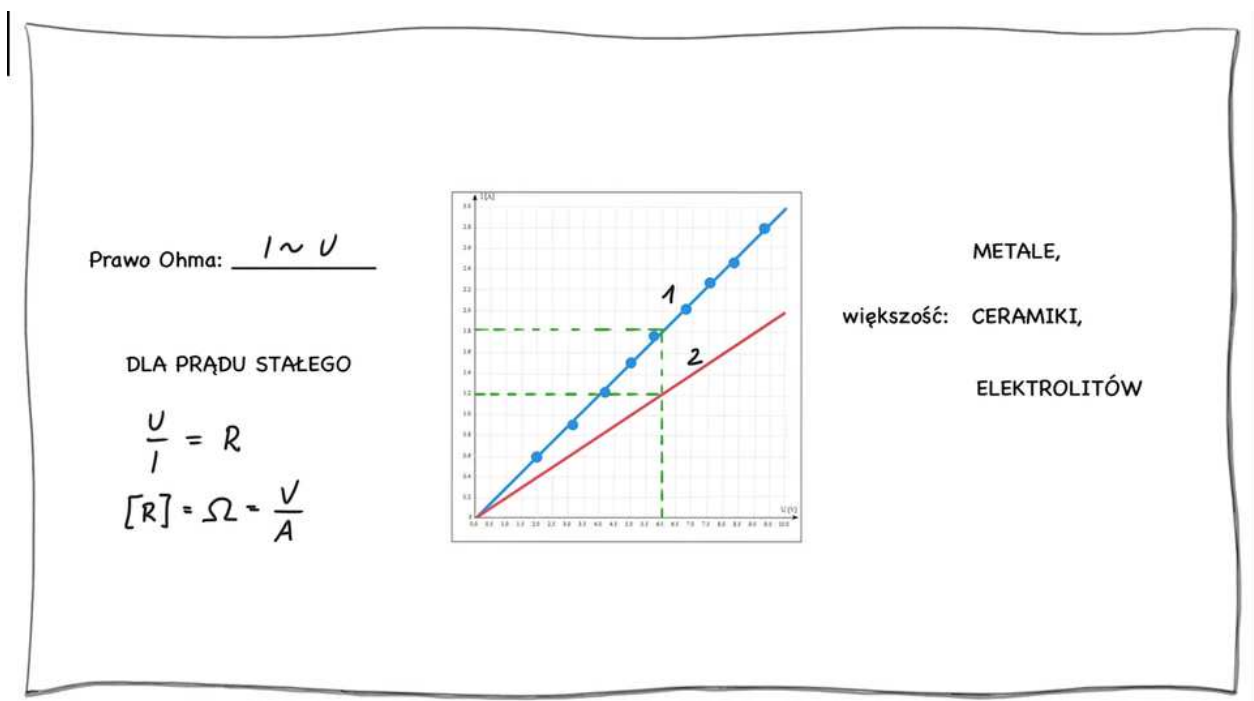
(*ang.: resistance*) wielkość charakteryzująca konkretny przewodnik, określająca relację między napięciem a natężeniem prądu elektrycznego w obwodzie prądu stałego.

Film samouczek

Jaką zależność opisuje prawo Ohma?

Film samouczek opowiada o wynikach, jakie uzyskał Georg Ohm, badając przepływ prądu przez różne przewodniki, przy różnych wartościach przykładanego napięcia. Na tej podstawie zostaje sformułowane prawo Ohma. Przekonaj się, że ma ono ograniczone zastosowanie, ale dużą wartość praktyczną i historyczną. Obejrzyj film!

Trwa wczytywanie danych ..



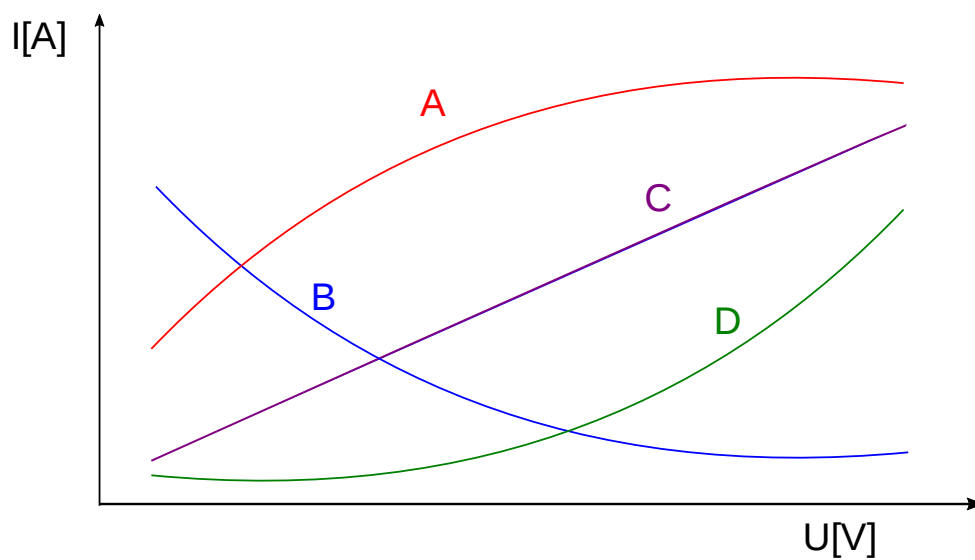
Film dostępny pod adresem [/preview/resource/R1ZpUtczoMdl](#)

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Wysłuchaj alternatywnej ścieżki lektorskiej.

Polecenie 1

Przyjrzyj się wynikowi eksperymentu, w którym do czterech urządzeń podłączono napięcie. Zmieniano jego wartość i mierzono natężenie prądu. Które z tych urządzeń jest omowe?



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

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



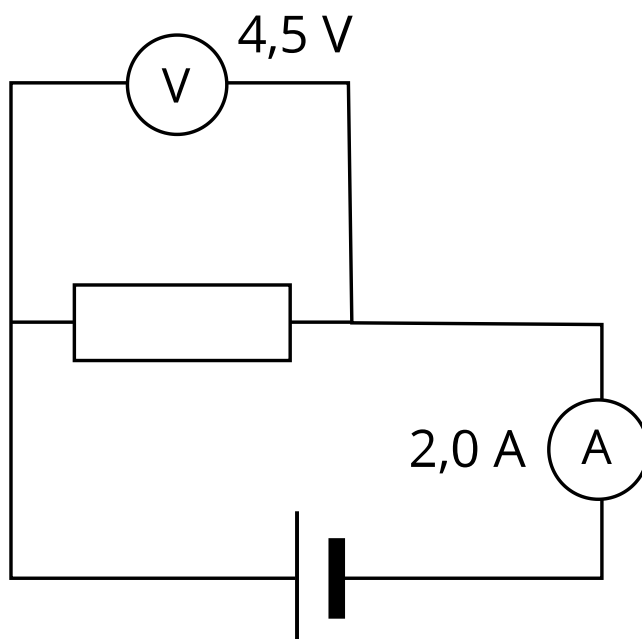
Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Uczniowie zbudowali układ do wyznaczenia oporu przewodnika taki, jak na rysunku. Na podstawie pokazanych tam odczytów mierników wyznacz opór badanego elementu.



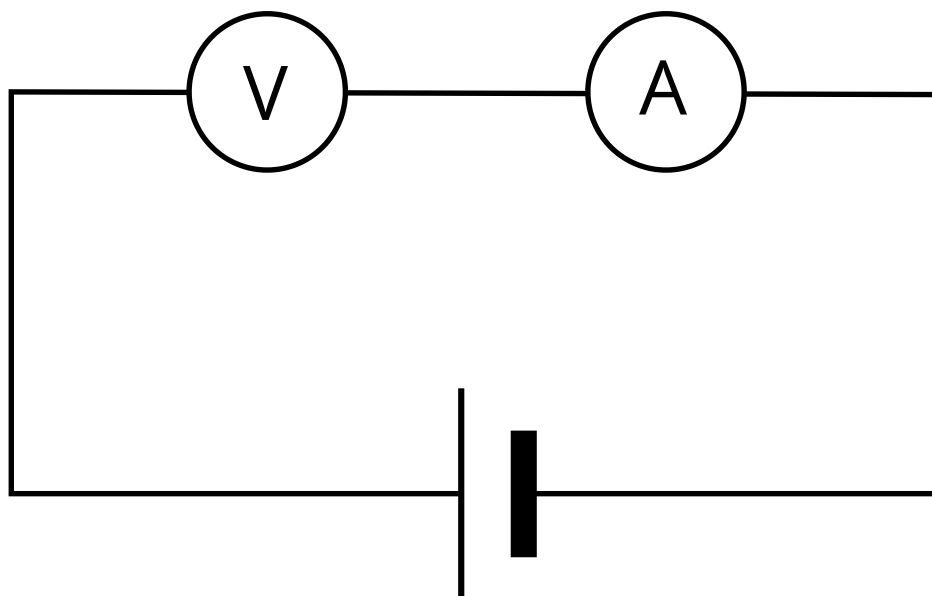
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>

Ćwiczenie 6



Woltomierz i amperomierz połączono szeregowo z zasilaczem o napięciu 12 V. Woltomierz wskazał napięcie 11 V, a amperomierz natężenie prądu 10 mA. Jaka wartość mają opory wewnętrzne woltomierza i amperomierza?

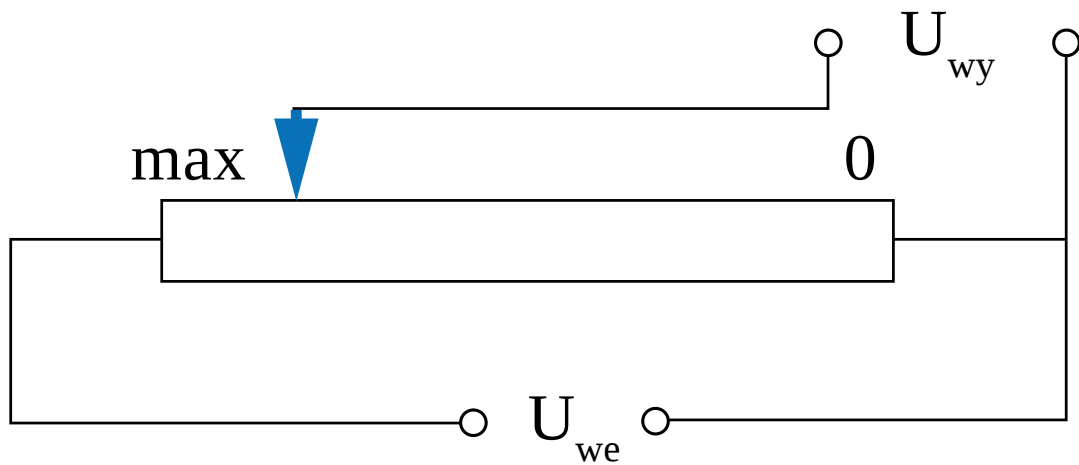


Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 7



W pracowni fizycznej wykorzystuje się czasem urządzenie zwane dzielnikiem napięcia. Istotę jego działania ukazuje rysunek obok.



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

Ćwiczenie 8



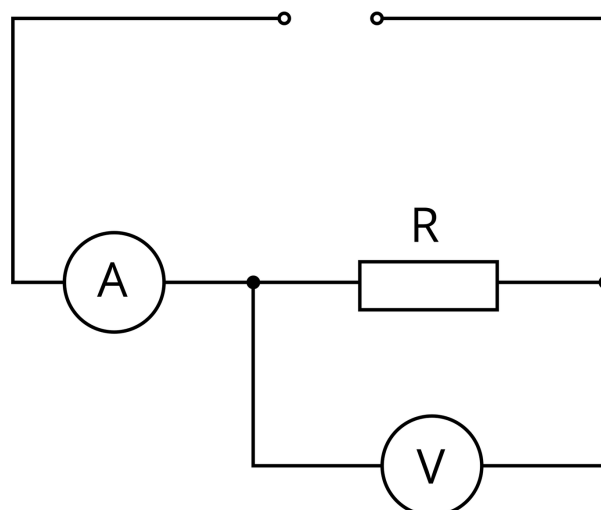
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Sobiepan
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Prawo Ohma
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

<p>Podstawa programowa:</p>	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość;</p> <p>14) przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych.</p> <p>VII. Prąd elektryczny. Uczeń:</p> <p>3) stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma).</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji;</p> <p>16) przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych.</p> <p>VIII. Prąd elektryczny. Uczeń:</p> <p>5) stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników (prawo Ohma).</p>
<p>Kształtowane kompetencje kluczowe:</p>	<p>Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. omawia zależność, jaką opisuje prawo Ohma, 2. uzasadnia, przy jakich założeniach można je stosować, 3. stosuje prawo Ohma do rozwiązania zadań i problemów.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obszernacyjna
Metody nauczania:	metoda eksperymentalna, konkurs
Formy zajęć:	praca w grupach
Środki dydaktyczne:	<p>film samouczek, zestaw zadań, zastawy doświadczalne dla grup (czujniki cyfrowe * napięcia i natężenia prądu z oprogramowaniem, rezystor, zasilacz)</p> <p>* użycie czujników cyfrowych znacznie skraca czas na przeprowadzenie eksperymentu i przeanalizowanie jego wyników, bez czego przeprowadzenie takiej lekcji nie byłoby możliwe ze względów czasowych</p>
Materiały pomocnicze:	e-materiał: „Jaką zależność opisuje prawo Ohma?”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Zaciekawienie uczniów: (wg wstępu do materiału).</p> <p>Uzgodnienie z uczniami celów do osiągnięcia na lekcji.</p> <p>Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów i nawiązanie do tej wiedzy: włączanie amperomierza i woltomierza do obwodu. Nauczyciel sprawdza, czy uczniowie wiedzą jak w obwodzie elektrycznym płynie prąd oraz czym różnią się od siebie woltomierz i amperomierz. Wyjaśnia, w jaki sposób podłącza się je do obwodu (woltomierz równolegle, amperomierz szeregowo) oraz z czego to wynika (z oporności wewnętrznej).</p>	
Faza realizacyjna:	



Nauczyciel zaprasza uczniów do powtórzenia eksperymentu Ohma. Zajmie im to kilka minut, w przeciwieństwie do kilkuletnich badań Ohma.

Uczniowie budują układ eksperymentalny wg schematu obok. Polecenie brzmi: „Zbadaj, jak zależy natężenie prądu od przyłożonego napięcia dla dwóch różnych rezystorów”.

Uczniowie powinni sami zbudować taki układ w programie obsługującym czujniki, by zrealizować zadanie zawarte w poleceniu.

Nauczyciel obserwuje pracę uczniów, doradza i decyduje, czy układ jest gotowy do włączenia. Czuwa nad wyciąganiem prawidłowych wniosków.

Uczniowie relacjonują wyniki swoich doświadczeń, nauczyciel udziela informacji zwrotnej kształtującej. Grupa, która wykonała doświadczenie najszybciej otrzymuje nagrodę.

Nauczyciel ogłasza konkurs dla grup: która grupa rozwiąże najwięcej zadań do końca lekcji – wygrywa. Rozwiązania muszą być zapisane w zeszytach u wszystkich członków grupy.

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 przeczytanie w domu części „warto przeczytać oraz rozwiązanie zadań, których nie rozwiązali w klasie.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium**

Film samouczek może zostać wykorzystany także jako materiał do powtórzenia działu o prądzie elektrycznym lub do przygotowania się uczniów do lekcji w metodzie odwróconej klasy.