

Charakterystyka napięciowo-prądowa źródła napięcia.

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



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?

Aby w obwodzie elektrycznym popłynął prąd, musimy podłączyć źródło napięcia. Okazuje się jednak, że włączenie źródła zmienia niektóre jego parametry. Zjawisko to można zbadać, wykonując jego charakterystykę napięciowo-prądową. Znajomość takiej charakterystyki może okazać się bardzo przydatna. Na przykład, pomoże nam podjąć decyzję o użyciu sześciu szeregowo połączonych półtora-woltowych paluszków zamiast pojedynczej baterii o napięciu 9V. Zapraszamy do zapoznania się ze szczegółami.



Rys. a. Wybór wcale nie jest taki oczywisty. Dokonać go pomoże nam charakterystyka prądowo-napięciowa baterii.

Źródło: dostępny w internecie: https://pixabay.com/es/photos/autom%c3%b3vil-club-brit%c3%a1nico-pilas-poder-1056221/ [dostęp 11.07.2022], https://pixabay.com/es/photos/battery-lithium-power-energy-5096397/ [dostęp 11.07.2022].

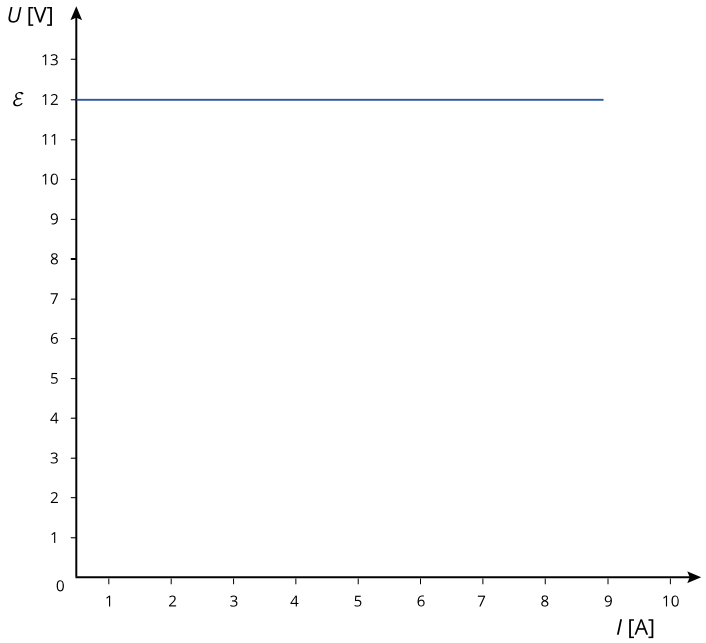
Twoje cele

- dowiesz się, jakie są własności idealnych i rzeczywistych źródeł napięcia;
- poznasz pojęcie charakterystyki napięciowo-prądowej;
- zastosujesz zdobytą wiedzę i umiejętności do rozwiązania problemów pojęciowych i rachunkowych.

Przeczytaj

Warto przeczytać

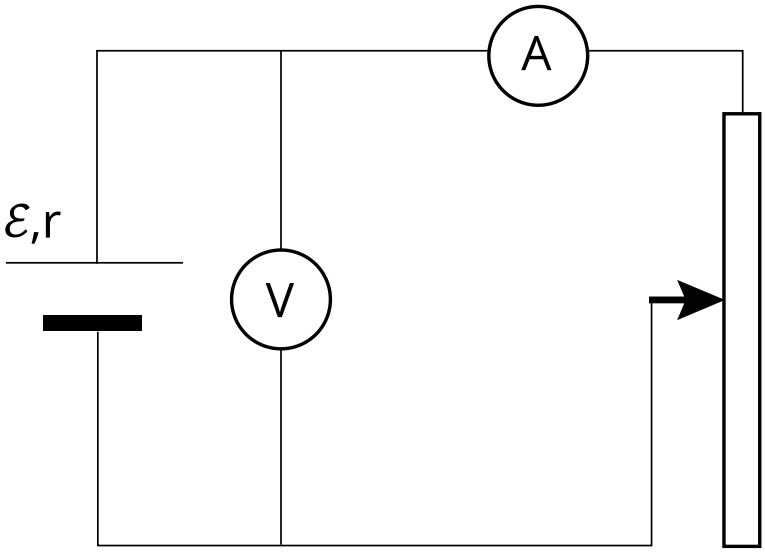
Źródło napięcia to urządzenie, które zapewnia energię elektryczną w obwodzie prądu. Idealne źródło wytwarza napięcie o wartości niezmiennej, niezależnie od tego, jaki obwód zostanie do niego podłączony. Przedstawia to Rys. 1. Takie idealne źródło nazywamy **napięciowym**, w odróżnieniu od **źródła prądowego**, utrzymującego stałe natężenie prądu.



Rys. 1. Charakterystyka napięciowo-prądowa idealnego źródła napięcia

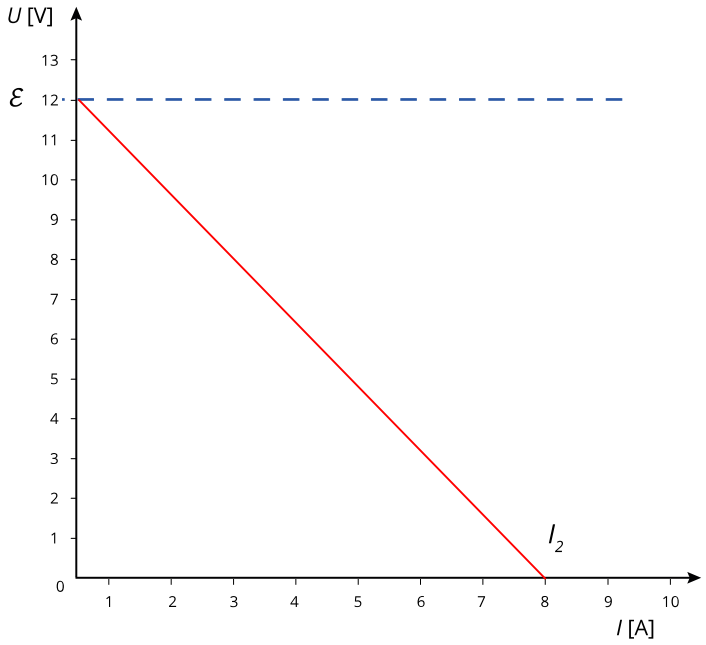
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl.

Wykres przedstawiony na Rys. 1. nazywa się **charakterystyką napięciowo-prądową źródła**. Nazwa wywodzi się ze sposobu wykonywania takiej charakterystyki. Do źródła podłącza się odbiorniki o różnym oporze, zmieniając w ten sposób natężenie prądu płynącego w obwodzie (czyli także przez źródło). Dla każdej jego wartości notuje się napięcie, jakie panuje na zaciskach źródła. W ten sposób powstaje wykres zależności napięcia źródła od natężenia płynącego przezeń prądu. Schemat obwodu elektrycznego do wykonania takiego badania pokazany jest na Rys. 2.



Rys. 2. Schemat obwodu do wyznaczania charakterystyki napięciowo-prądowej źródła
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl.

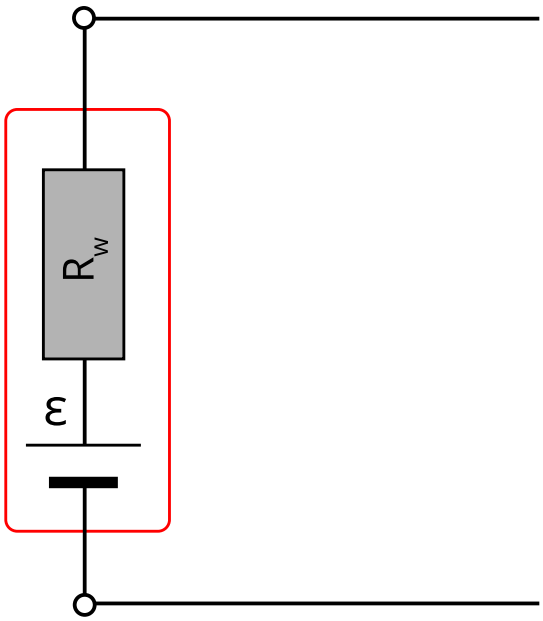
Rzeczywiste źródła napięcia mają jednak inne własności i inną charakterystykę napięciowo-prądową. Obciążenie źródła opornikiem zewnętrznym powoduje spadek napięcia na jego zaciskach. Łatwo sobie wyobrazić, że w ekstremalnej sytuacji, gdy dokonamy zwarcia zacisków, napięcie między nimi spadnie do wartości zero woltów. Charakterystykę napięciowo-prądową rzeczywistego źródła przedstawiono na Rys. 3.



Rys. 3. Charakterystyka prądowo-napięciowa rzeczywistego źródła w porównaniu ze źródłem idealnym
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl.

Zastanówmy się nad tym, jaka jest wartość prądu zwarcia źródła, zaznaczonego na wykresie symbolem I_2. Przez jakie elementy płynie ten prąd? Jeśli stwierdzimy, że przez źródło i zerowy opór zewnętrzny, czegoś nam tu będzie jednak brakować. Przecież musi istnieć

element, który odbiera energię dostarczaną przez źródło. Doprowadza nas to do wniosku, że każde źródło musi mieć swój opór wewnętrzny. Schematycznie przedstawiono to na Rys. 4.



Rys. 4. Źródło napięcia z zaznaczonym jego oporem wewnętrznym (R_w)
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl.

Ponieważ przy zwarciu źródła cała energia wydziela się na jego oporze wewnętrznym, możemy napisać:

$$\mathscr{E} = I_2 \cdot R_w.$$

Stąd

$$I_2 = \frac{\mathscr{E}}{R_w}.$$

Obliczyliśmy, w którym punkcie wykres charakterystyki napięciowo-prądowej rzeczywistego źródła napięcia przecina oś poziomą.

Napięcie oznaczane przez nas literą $\mathscr{E}$, wytwarzane przez źródło wtedy, gdy nie płynie przezeń prąd, nosi nazwę **siły elektromotorycznej źródła**. Więcej na jej temat możesz przeczytać w e-materiale „Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej”.

Jeśli weźmiemy pod uwagę rzeczywiste źródło napięcia i zestawimy informacje zawarte na jego schemacie (Rys. 4.) i wykresie charakterystyki (Rys. 3.) dojdziemy do wniosku, że napięcie, które naprawdę panuje między jego zaciskami ma wartość:

$$U = \mathscr{E} - I \cdot R_w,$$

gdzie I jest aktualną wartością natężenia prądu płynącego w badanym obwodzie. Wykres charakterystyki napięciowo-prądowej rzeczywistego źródła napięcia, przedstawiony linią ciągłą na Rys. 3., jest w istocie wykresem funkcji $U(I)$ opisanej ostatnim wzorem.

Słowniczek

Charakterystyka napięciowo-prądowa

(ang. *voltage-current characteristics*) – zależność napięcia panującego na końcach elementu od natężenia prądu płynącego przez niego.

Siła elektromotoryczna

(ang. *electromotive force*) – napięcie źródła powodujące przepływ prądu w obwodzie, liczbowo równe elektrycznej energii potencjalnej nadawanej ładunkowi jednostkowemu przez źródło (równe napięciu panującemu na zaciskach źródła, do którego nie podłączono obwodu zewnętrznego).

Źródło napięciowe

(ang. *voltage source*) – źródło prądu, które utrzymuje takie samo napięcie dla różnych obciążeń rezystancją zewnętrzną.

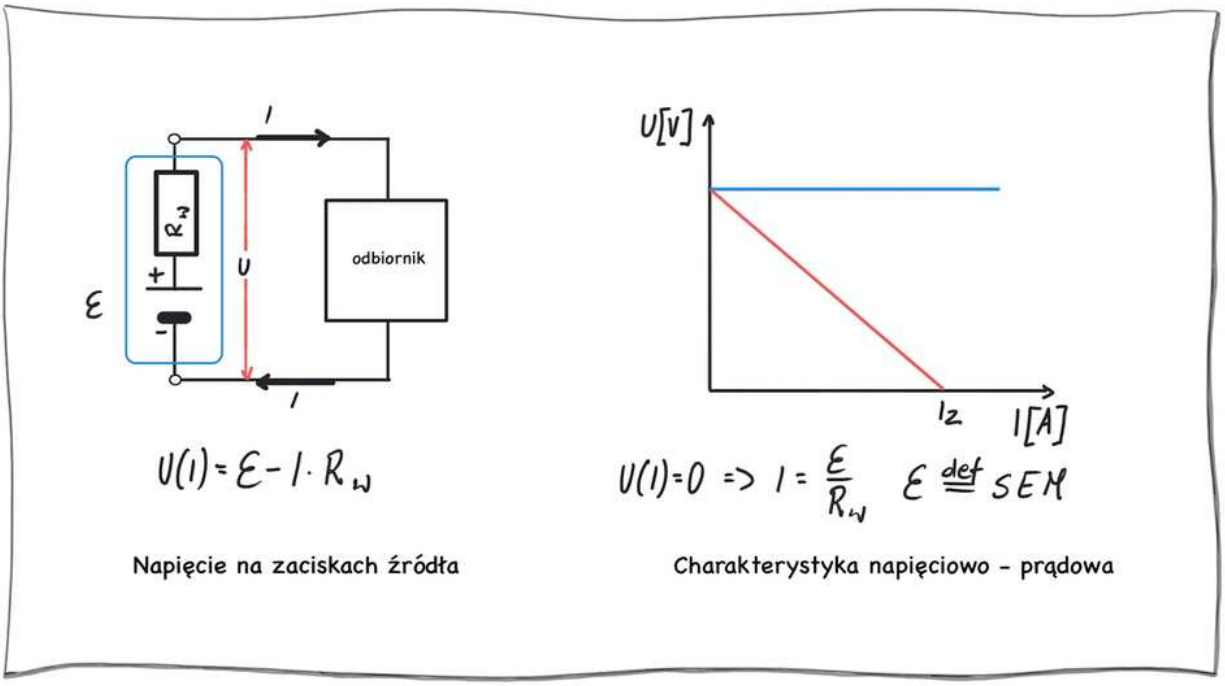
Źródło prądowe

(ang. *current source*) – źródło prądu, które utrzymuje takie samo natężenie prądu dla różnych obciążeń rezystancją zewnętrzną.

Film samouczek

Charakterystyka napięciowo-prądowa źródła napięcia

W filmie przedstawiono informacje na temat charakterystyki napięciowo-prądowej idealnego i rzeczywistego źródła napięcia.



Film dostępny pod adresem /preview/resource/RAiTJLg5HiQAz

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

Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 1

Dziewięciowoltowa bateria alkaliczna ma opór wewnętrzny równy 1Ω i pojemność 450 mAh. Jaki maksymalny prąd można dzięki niej uzyskać i na jak długo?

I = _____ A

t = _____ min

Polecenie 2

Wyjaśnij, która z baterii jest bezpieczniejsza w przypadku jej nieumyślnego zwarcia - litowa, alkaliczna, czy niklowo-kadmowa? Odpowiednie parametry każdej z nich wyszukaj w Internecie.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

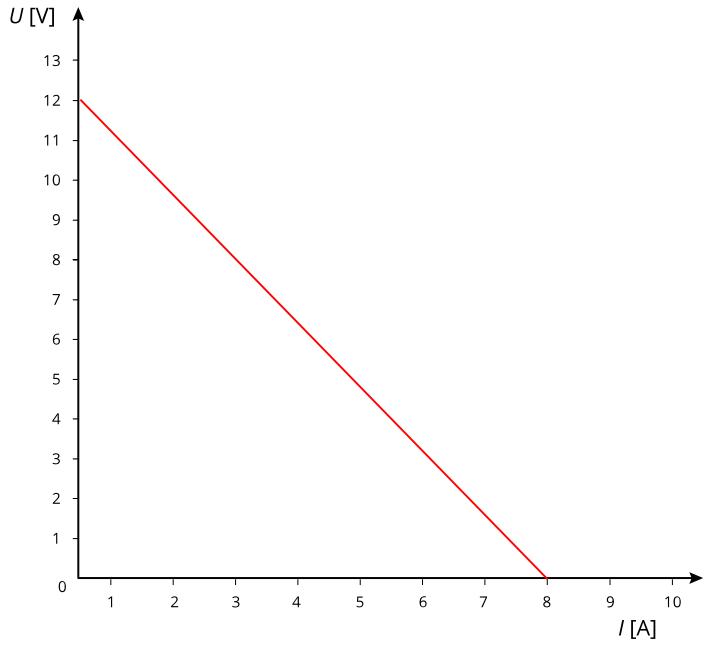
Ćwiczenie 1

Co oznacza pojęcie „idealne źródło napięcia”? Zaznacz wszystkie prawidłowe stwierdzenia.

- [ ] Źródło, którego charakterystyka napięciowo-prądowa jest linią poziomą.
- [ ] Źródło, dla którego napięcie nie zależy od natężenia płynącego przezeń prądu.
- [ ] Źródło, którego opór wewnętrzny jest równy zero.
- [ ] Źródło, które bez względu na obciążenie zewnętrzne, wytwarza takie samo napięcie.

Ćwiczenie 2

Jak brzmi poprawna nazwa wykresu przedstawionego na rysunku?

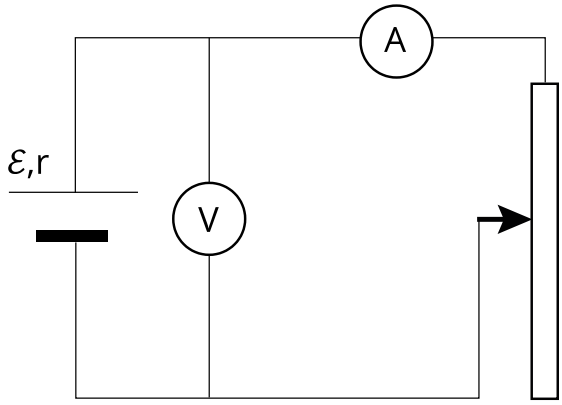


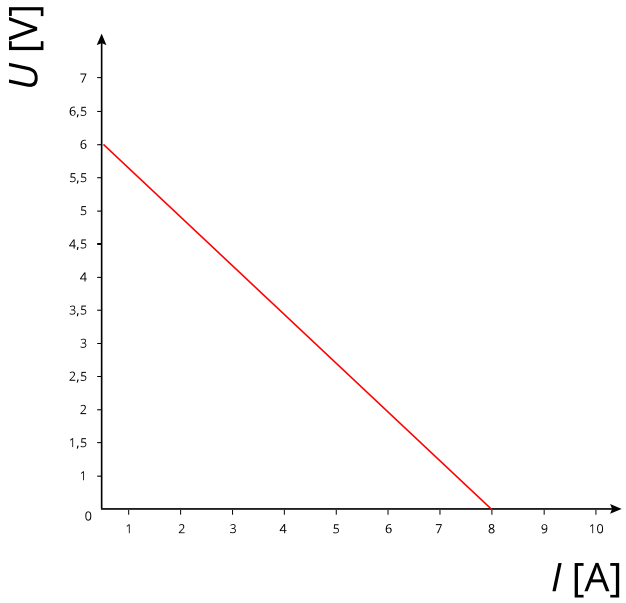
- Charakterystyka prądowo-napięciowa
- Charakterystyka napięciowo-prądowa

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

Ćwiczenie 3

Uczniowie zbudowali obwód według pokazanego schematu i zmieniając wartość oporu zewnętrznego wykonali charakterystykę prądowo-napięciową źródła, przedstawioną na rysunku. Dokończ zdanie: Napięcie na zaciskach źródła maleje ....



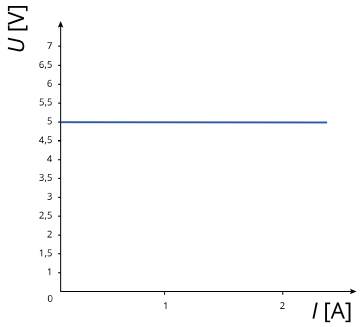


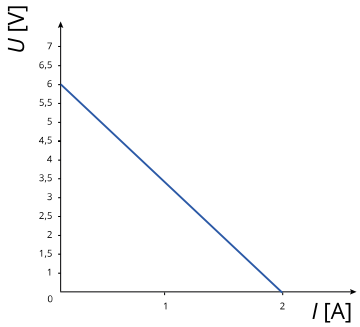
- wraz ze spadkiem wartości oporu wewnętrznego.
- wraz ze spadkiem wartości oporu zewnętrznego.
- wraz ze wzrostem wartości oporu wewnętrznego.
- wraz ze wzrostem wartości oporu zewnętrznego.

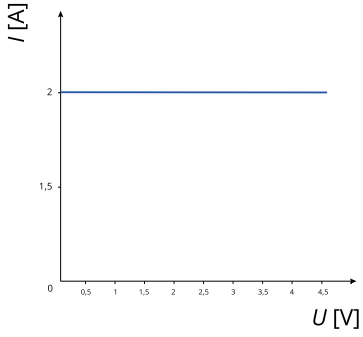
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl.

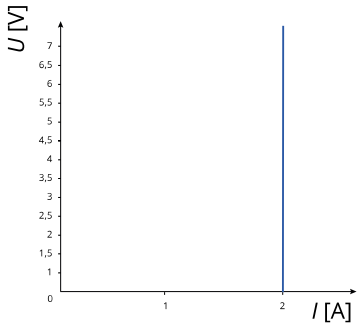
Ćwiczenie 4

Źródło prądowe, to urządzenie, które utrzymuje takie samo natężenie prądu dla różnych obciążeń rezystancją zewnętrzną (w przeciwieństwie do źródła napięciowego, które utrzymuje stałe napięcie). Wskaż, który wykres jest charakterystyką napięciowo-prądową idealnego źródła prądowego.









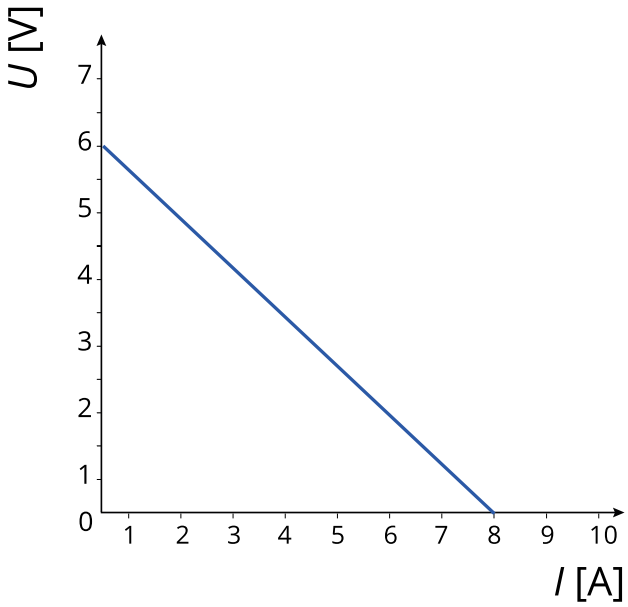
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl.

Ćwiczenie 5

Dlaczego przy zwarciu zacisków źródła jego napięcie wyjściowe jest równe zero?

Ćwiczenie 6

Wyznacz SEM i opór wewnętrzny (R_w) źródła, którego charakterystykę napięciowo-prądową pokazano na rysunku.



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

Odp.: SEM = V. R_w = Ω

Ćwiczenie 7

Do źródła napięcia o sile elektromotorycznej $\mathscr{E}$ = 10 V i oporze wewnętrznym 0,1 Ω podłączono obwód składający się z czterech oporników o oporze 0,1 Ω każdy.

Jak połączyć te oporniki, by napięcie między zaciskami źródła było
a) największe,
b) najmniejsze?

Odp.: a) szeregowo ☐ / równolegle ☐, b) szeregowo ☐ / równolegle ☐

Oblicz wartość tego napięcia w każdym przypadku.

Odp.:

a) U_{max} = ____ V,

b) U_{min} = ____ V.

Ćwiczenie 8

Korzystając z zasilaczy w doświadczeniach w laboratorium najczęściej traktujemy je jako źródła idealne i nie uwzględniamy spadku napięcia przy malejącym obciążeniu. Czy to błąd?

Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Sobiepan
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	**Charakterystyka napięciowo-prądowa źródła napięcia**
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	**Cele kształcenia – wymagania ogólne** II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. **Zakres rozszerzony** **Treści nauczania – wymagania szczegółowe** I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 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: 6) analizuje charakterystykę prądowo-napięciową elementów obwodu (zgodną lub niezgodną z prawem 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. wymieni własności idealnych i rzeczywistych źródeł napięcia. 2. wyjaśni pojęcie charakterystyki napięciowo-prądowej. 3. zastosuje zdobytą wiedzę i umiejętności do rozwiązania problemów pojęciowych i rachunkowych.
Strategie nauczania:	Odwróconej klasy
Metody nauczania:	- wykład problemowy, - pokaz multimedialny.
Formy zajęć:	- praca w parach, - praca indywidualna.
Środki dydaktyczne:	- film-samouczek, - zestaw zadań.
Materiały pomocnicze:	e-materiał: **Charakterystyka napięciowo-prądowa źródła napięcia**.
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
- Zaciekawienie uczniów: wg części **„Czy to nie ciekawe”**. - Uzgodnienie z uczniami celów do osiągniecia na lekcji. - Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów i nawiązanie do tej wiedzy: charakterystyka prądowo-napięciowa elementów obwodu elektrycznego.	
Faza realizacyjna:	
- Uczniowie oglądają w domu przed lekcją film-samouczek oraz rozwiązują zadania nr: 1, 3, 5. - Nauczyciel prowadzi wykład problemowy z udziałem uczniów, wg części **„Warto przeczytać”**. Część ta prezentuje inne podejście do wytłumaczenia omawianych zagadnień, więc spowoduje to pogłębienie wiedzy i rozumienia oraz wyjaśnienie niektórych niezrozumiałych w domu zagadnień. - Uczniowie zadają pytania, jeśli coś jeszcze wymaga wytłumaczenia. - Uczniowie rozwiązują w parach zadania nr: 2, 4, 7, 8. Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje pracę uczniów i w razie potrzeby udziela wskazówek i podpowiedzi.	
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 w domu zadania nr 6.	
Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:	Film samouczek może być także wykorzystany jako element powtórzenia wiadomości o źródłach napięcia w obwodzie elektrycznym.