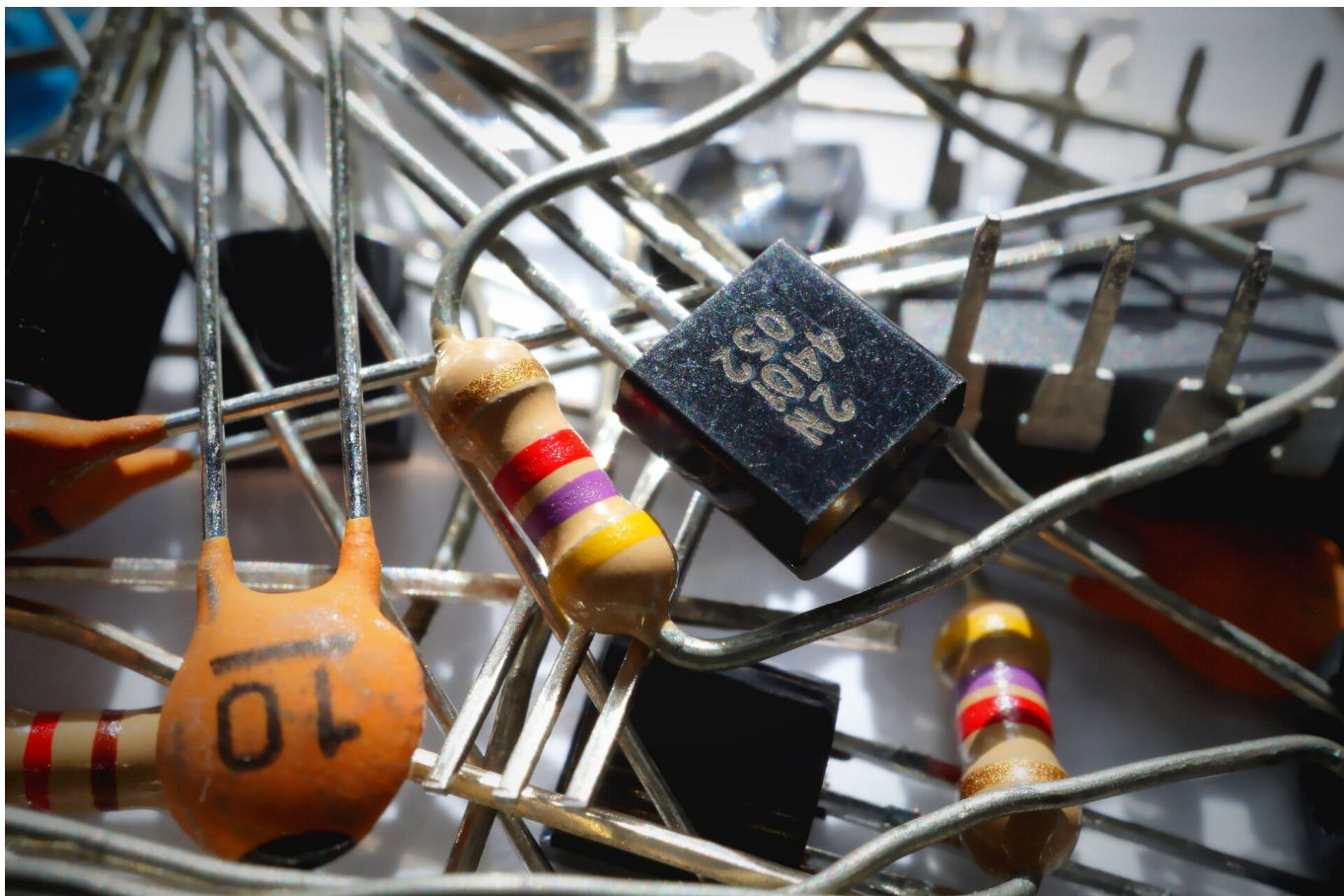




Jak za pomocą doświadczenia sprawdzić słuszność I prawa Kirchhoffa?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak za pomocą doświadczenia sprawdzić słusność I prawa Kirchhoffa?

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/photos/capacitor-components-1835729/> [dostęp 13.07.2022].

Czy to nie ciekawe?

Domyślamy się, że przeprowadzanie doświadczeń zawsze jest dla Ciebie ciekawe. Zapraszamy więc do zapoznania się z tym, jak można wykonać jedno z nich – potwierdzające słusność I prawa Kirchhoffa dla węzłów rozgałęzionego obwodu prądu elektrycznego.

Twoje cele

- poznasz metodę przeprowadzenia doświadczenia służącego weryfikacji I prawa Kirchhoffa,
- zrozumiesz, jak należy obliczyć niepewność pomiaru wielkości końcowej w powyższym doświadczeniu,
- zastosujesz zdobyte wiadomości do rozwiązywania zadań dotyczących I prawa Kirchhoffa,
- przeanalizujesz znaczenie I prawa Kirchhoffa w fizyce.

Przeczytaj

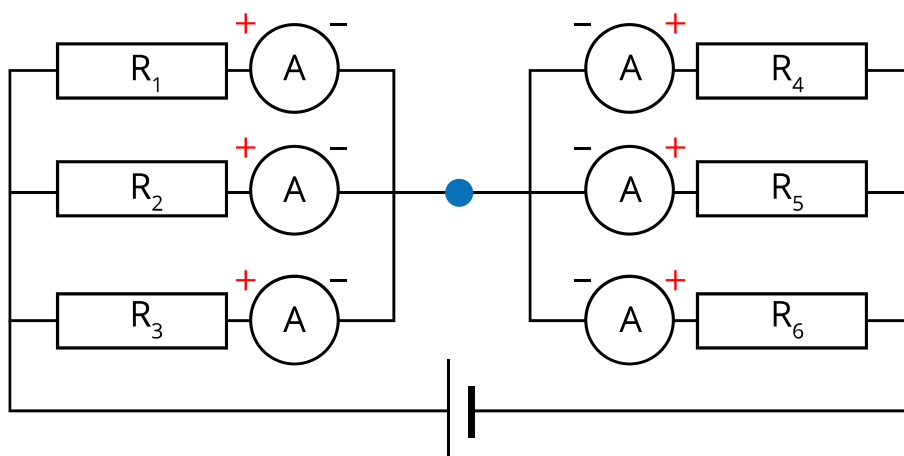
Warto przeczytać

I prawo Kirchhoffa brzmi następująco:

Suma natężeń prądów wpływających do węzła obwodu elektrycznego jest równa sumie natężeń prądów wypływających z niego.

Więcej na jego temat możesz przeczytać w e-materiale „Poznajemy I prawo Kirchhoffa”.

Naszym zadaniem jest doświadczalne wykazanie słuszności tego prawa. Musimy więc zbudować [obwód elektryczny](#) zawierający rozgałęzienia przewodów. W pracowni fizycznej możesz skonstruować obwód, jaki chcesz. Tu posłużymy się przykładem, którego schemat przedstawiony jest na Rys. 1. To sześć różnych oporników połączonych gwiazdźście do węzła zaznaczonego niebieską kropką.



Rys. 1. Przykładowy schemat obwodu do zbadania słuszności I prawa Kirchhoffa

W doświadczeniu musimy zadbać o to, by wiedzieć, który prąd wpływa, a który wypływa z węzła. Powinniśmy więc używać [prądu stałego](#) oraz wszystkie amperomierze połączyć tym samym stykiem z badanym węzłem (na naszym rysunku – stykiem ujemnym).

Wtedy natężenia prądów wpływających będą miały znak dodatni, a prądów wypływających – ujemny.

Do celów doświadczalnych wygodniej będzie nam używać I prawa Kirchhoffa w innym, równoważnym sformułowaniu:

Dla każdego węzła obwodu elektrycznego suma algebraiczna natężeń prądów wpływających i wypływających z niego jest równa zero, przy czym prądy wpływające i wypływające bierze się z przeciwnymi znakami.

Aby wykonać nasze zadanie, wystarczy włączyć obwód pokazany na Rys. 1., a następnie odczytać i zsumować wskazania wszystkich amperomierzy.

Warto przeprowadzić to doświadczenie kilkakrotnie, zmieniając wartości oporów połączonych oporników lub odłączając niektóre gałęzie obwodu.

Zajmijmy się teraz kwestią dokładności wyników przeprowadzonego doświadczenia.

Każdy miernik analogowy oznaczony jest **klasą** dokładności, oznaczającą maksymalną niepewność pomiaru, jaka może wystąpić (określaną jako wyrażoną w procentach dokładność w stosunku do pełnego zakresu pomiarowego). Zapisując to zdanie wzorem, pozwalającym obliczyć wartość tej dokładności, otrzymujemy:

$$\Delta I = \frac{\text{Klasa} \cdot \text{Zakres}}{100}$$

W przypadku mierników cyfrowych dokładność pomiaru ΔI jest podawana wprost przez producenta.

Wyniki końcowe pomiarów podaje się zawsze określając wartość i jej dokładność, np.:

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

W przypadku konieczności zaokrąglenia dokładności, zawsze robi się to w górę, by mieć pewność, że prawdziwy wynik mieści się w jej granicach.

W naszym doświadczeniu, wynik końcowy jest sumą kilku wielkości mierzonych.

W najgorszym możliwym przypadku, każdy z pojedynczych pomiarów może być obarczony maksymalną niedokładnością w tę samą stronę, więc w celu określenia maksymalnego możliwego odchylenia otrzymanego wyniku od wartości rzeczywistej, należy dodać do siebie dokładności składników.

Teraz już wiesz wszystko, by móc przeprowadzić doświadczenie samodzielnie. Możesz zacząć od wypróbowania naszej symulacji interaktywnej, zamieszczonej w tym e-materiale.

Słowniczek

Klasa miernika

(ang. *accuracy class*) – największe możliwe odstępstwo wyniku pomiaru miernika od wartości rzeczywistej, określane jako niedokładność procentowa w stosunku do pełnego zakresu pomiarowego.

Obwód elektryczny

(ang. *electrical circuit*) układ elementów tworzących drogę zamkniętą dla prądu elektrycznego. Obwód elektryczny tworzą: źródła prądowe i napięciowe, przewody elektryczne, wyłączniki oraz odbiornik.

Prąd stały

(ang. *direct current*) prąd stały charakteryzuje się stałym zwrotem oraz kierunkiem przepływu ładunków elektrycznych, w odróżnieniu od prądu zmiennego i przemiennego.

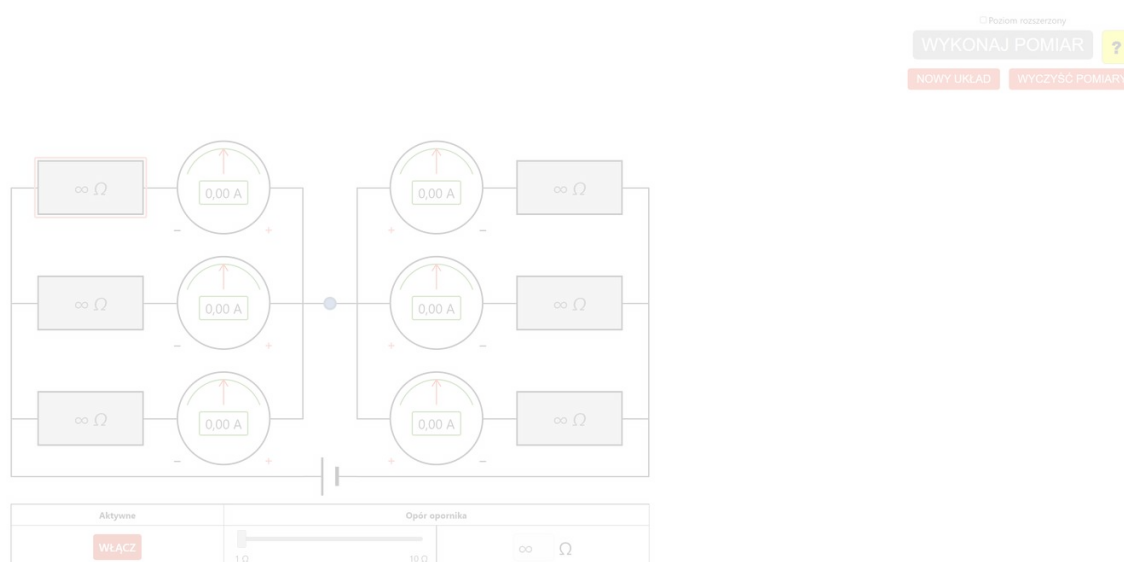
Symulacja interaktywna

Sprawdź doświadczalnie I prawo Kirchhoffa

Symulacja interaktywna pozwala wybrać do badania różne obwody rozgałęzione oraz wartości oporów połączonych oporników i sprawdzić słuszność I prawa Kirchhoffa. Odzwierciedla ona układ doświadczalny, jakim można się posłużyć wykonując taki eksperyment. Przejmujesz część odpowiedzialności za prawidłowy przebieg eksperymentu, obliczając samodzielnie sumę wskazań mierników oraz decydując, które pomiary mają być wzięte pod uwagę do obliczenia wyniku końcowego.

Twoim zadaniem jest sprawdzenie, ile wynosi suma prądów wpływających i wypływających z węzła obwodu elektrycznego, zaznaczonego niebieską kropką. Wszystkie amperomierze połączone są z nim tym samym, ujemnym stykiem, wobec tego dodatnie wskazanie urządzenia oznacza, że prąd wpływa do węzła a ujemne, że wypływa z niego.

Zalecane jest korzystanie z trybu pełnoekranowego.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D166SgfBH>

Instrukcja:

Etap 1. Budowanie obwodu

Zdecyduj, z których gałęzi będzie się składał badany przez Ciebie obwód, i zatwierdź przyciskiem WŁĄCZ. Po kliknięciu na gałąź (opornik z amperomierzem) jej kolor zmienia się z szarego na czarny. Musisz wybrać co najmniej jedną gałąź po lewej i jedną po prawej stronie węzła.

Etap 2. Ustalanie wartości oporników

Zdecyduj, jaką wartość będą miały poszczególne oporniki. Sposób ustalania oporów jest możliwy za pomocą suwaka (lub wpisania liczby w okienku), w zakresie od $1\ \Omega$ do $10\ \Omega$.

Etap 3. Pomiary

Kliknij przycisk WYKONAJ POMIAR i zsumuj wskazania amperomierzy. Wynik pojawi się w okienku z napisem SUMA. Sprawdź, czy nie popełniasz błędu w dodawaniu!

Po zakończeniu pomiaru możesz:

1. Zmienić wartości oporów
2. Zbudować nowy obwód
3. Zobaczyć wyniki

Polecenie 1

Wskaż poprawne fragmenty tekstu:

Pierwsze prawo Kirchhoffa dotyczy węzłów ☐ \ oczek ☐ . Suma natężeń wszystkich prądów wpływających do węzła ☐ \ oczka ☐ musi być równa sumie natężeń wszystkich prądów z niego wypływających. Prądy wpływające do węzła są dodatnie ☐ \ ujemne ☐ , zaś wypływające są dodatnie ☐ \ ujemne ☐ . Pierwsze prawo Kirchhoffa jest konsekwencją założenia, że ładunek elektryczny dowolnego przewodu, złącza lub elementu skupionego jest ☐ \ nie jest ☐ stały. Zawsze gdy pole elektryczne między częściami obwodu jest ☐ \ nie jest ☐ pomijalne, ta część obwodu gromadzi ładunek elektryczny zależny od napięcia między elementami, którego nie można pominąć w obwodach prądu przemiennego dużej częstotliwości.

Polecenie 2

Skorzystaj z dostępnych Ci źródeł i dowiedz się, w jakim celu i gdzie znajduje zastosowanie pierwsze prawo Kirchhoffa.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij I prawo Kirchhoffa wybierając prawidłowe wyrazy.

Dla każdego / obwodu elektrycznego /
 algebraiczna / prądów wpływających
i wypływających z niego jest równa / , przy czym prądy
wpływające bierze się ze znakiem plus, a wypływające ze znakiem /

Ćwiczenie 2



Zamierzasz zweryfikować doświadczalnie słuszność I prawa Kirchhoffa łącząc węzłami mikro-układy elektroniczne, w których wartość natężeń płynących prądów jest rzędu 10^{-3} A. Którego urządzenia użyjesz?

☐ Miliamperomierza

☐ Mikrowoltomierza

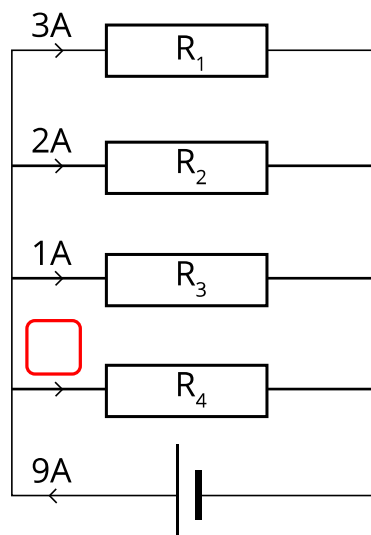
☐ Woltomierza

☐ Mini-woltomierza

☐ Mikroamperomierza

☐ Amperomierza

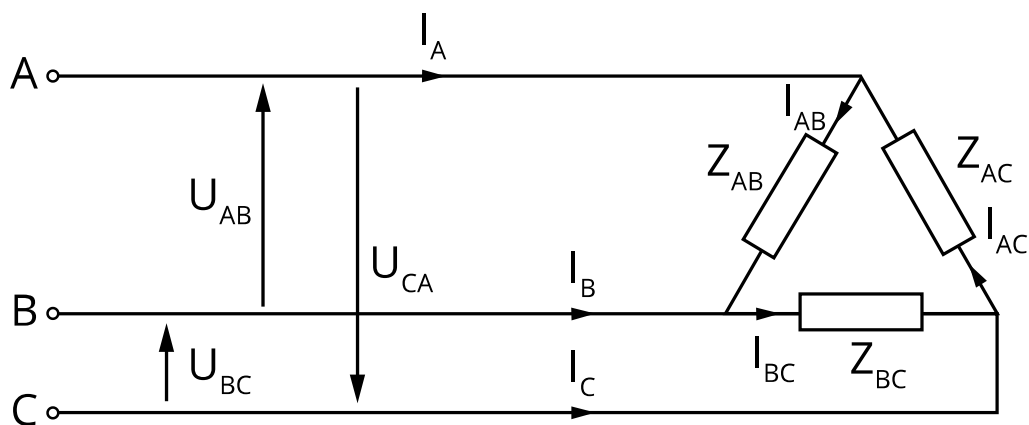
Ćwiczenie 3



Podaj prawidłową wartość natężenia prądu w miejscu oznaczonym czerwonym polem na rysunku.

Odpowiedź: A

Ćwiczenie 4



Na rysunku przedstawiono schemat pewnego układu elektrycznego. Wskaż, które równania są prawidłowe.

☐ $I_A = I_{AB} + I_{AC}$

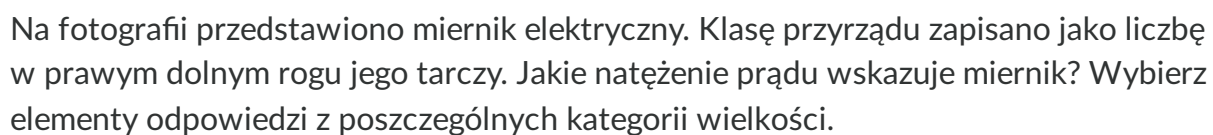
☐ $I_A = I_{AB} - I_{AC}$

☐ $I_B + I_{BC} = I_C$

☐ $I_B + I_{AB} = I_{BC}$

☐ $I_C = -I_{BC} + I_{AC}$

☐ $I_A + I_B + I_C = 0$



Wartości: 0,4 / 4 / 4,0 / 6 / 6,0 / 40

Dokładności: 0,1 / 0,2 / 1 / 1,0 / 2 / 2,0 / 10 / 20

$$\boxed{} \boxed{} \pm \boxed{} \boxed{}$$

0,2	1	A	2	40	20	4	6	μ A	1,0	6,0	kA	2,0	0,1	0,4
mA		μ A		10										

Ćwiczenie 6



Uczniowie wyznaczyli doświadczalnie podane niżej wartości natężeń prądów wpływających do węzła obwodu elektrycznego. Jaka jest ich suma (I)? Wyniki podaj z dokładnością do liczb całkowitych.

$$I_1 = 2,3 \pm 0,1 \text{ A}$$

$$I_2 = 3,0 \pm 0,5 \text{ A}$$

$$I_3 = 12 \pm 1 \text{ A}$$

Odpowiedź: $I =$ A $\pm$ A

Ćwiczenie 7



Do rozgałęziacza przedstawionego na zdjęciu podłączono następujące urządzenia (w nawiasie podano ich moc znamionową): dwa zasilacze komputerowe (65 W każdy), telewizor (50 W), drukarka (12 W), lampka biurowa (11 W). Jakie jest natężenie prądu płynącego w białym przewodzie zasilającym rozgałęziacz? Wynik podaj w miliamperach (mA) z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

Odpowiedź: mA

Ćwiczenie 8



Przeanalizuj znaczenie I prawa Kirchhoffa w fizyce. Porównaj swoją odpowiedź z naszą propozycją.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Sobiepan
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Doświadczalne sprawdzenie słuszności I prawa Kirchhoffa
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. III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników. Zakres podstawowy 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; 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; 11) przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń; 13) posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności. VII. Prąd elektryczny. Uczeń: 10) doświadczalnie: a) demonstruje I prawo Kirchhoffa. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

	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; 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; 12) przestrzega zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji, pomiarów i doświadczeń; 15) posługuje się pojęciem niepewności pomiaru wielkości prostych i złożonych; zapisuje wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności; uwzględnia niepewności przy sporządzaniu wykresów. VIII. Prąd elektryczny. Uczeń: 16) doświadcza: a) demonstruje I prawo Kirchhoffa.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	Uczeń: 1. opisuje metodę przeprowadzenia doświadczenia służącego weryfikacji I prawa Kirchhoffa, 2. tłumaczy, jak należy obliczyć błąd pomiaru wielkości końcowej w powyższym doświadczeniu, 3. stosuje zdobyte wiadomości do rozwiązania zadań dotyczących I prawa Kirchhoffa, 4. analizuje znaczenie I prawa Kirchhoffa w fizyce.
Strategie nauczania:	IBSE
Metody nauczania:	burza mózgów, decyzyjna, doświadczalna

Formy zajęć:	praca w grupach
Środki dydaktyczne:	symulacja interaktywna, zestaw zadań, zestaw doświadczalny (modułowy model obwodu elektrycznego lub: źródła prądu, oporniki, przewody połączeniowe, amperomierze)
Materiały pomocnicze:	e-materiał: „Jak za pomocą doświadczenia sprawdzić słuszność I prawa Kirchhoffa?”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Zaciekawienie uczniów wg części „Czy to nie ciekawe?” Uzgodnienie z uczniami celów do osiągnięcia na lekcji. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów i nawiązanie do tej wiedzy: treść I prawa Kirchhoffa, mierniki prądu elektrycznego, szacowanie dokładności pomiaru, przepisy BHP przy pracy z prądem.	
Faza realizacyjna:	
Nauczyciel stawia zadanie takie, jak temat lekcji. Nauczyciel informuje, że uczniowie mają do dyspozycji zestaw doświadczalny, wszystkie części e-materiału i dostęp do Internetu, z czego mogą korzystać wedle uznania. Uczniowie pracują w grupach. Ich praca jest samodzielna i niezależna, podzielona na etapy: • postawienie wielu pytań (np., jak? po co itp.) metodą burzy mózgów i wyłonienie tego, na które będą odpowiadać; • postawienie hipotezy; • zaplanowanie, jak zbadać hipotezę; • skonsultowanie z nauczycielem, czy wybrana metoda badania jest bezpieczna i dozwolona; • przeprowadzenie badań; • wyciągnięcie wniosków i weryfikacja hipotezy; • ewaluacja wykonanej pracy; • ewaluacja procesu uczenia się. Nauczyciel pełni rolę doradcy, obserwuje pracę uczniów i w razie potrzeby udziela wskazówek i odpowiedzi.	
Faza podsumowująca:	
Nauczyciel prosi grupy o krótkie relacje z przebiegu pracy. 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 wybranych przez siebie 4 – 8 zadań z e-materiału.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania
danego
multimedium**

Symulacja interaktywna może służyć jako pomocniczy środek dydaktyczny na każdej lekcji dotyczącej prądu elektrycznego, ze względu na to, że umożliwia badanie różnych rozgałęzień prądu i podaje wartości natężeń prądu w każdej gałęzi.