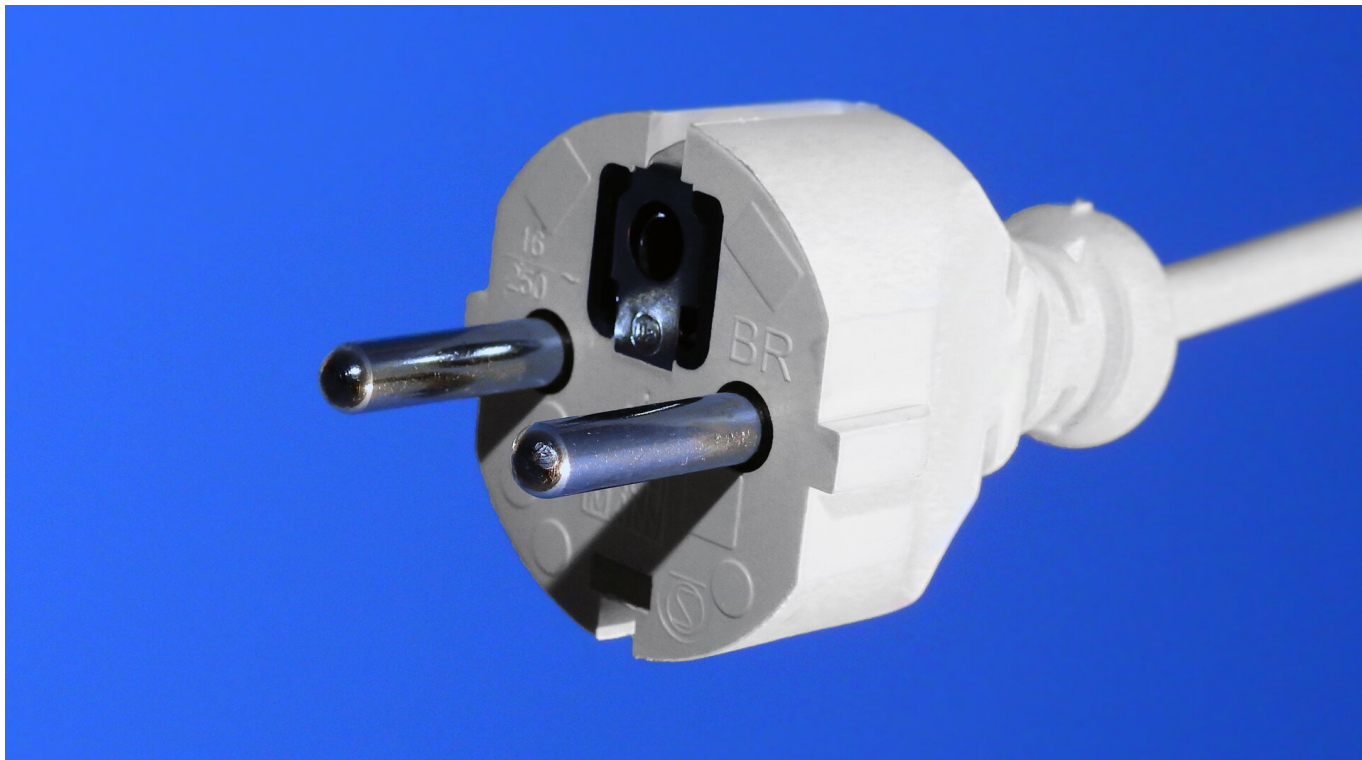




Jak działa i jaką funkcję pełni wyłącznik nadmiarowo-prądowy?

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



Jak działa i jaką funkcję pełni wyłącznik nadmiarowo-prądowy?

Czy to nie ciekawe?

Wyłącznik nadmiarowo-prądowy jest często potocznie nazywany przez nas bezpiecznikiem lub korkiem i na co dzień najczęściej nie zwracamy uwagi na ten mały element w skrzynce, gdzieś wysoko na ścianie. Dopóki coś się nie popsuje... Okazuje się, że to małe urządzenie jest bardzo prosto i sprytnie skonstruowane, a poznanie zasady jego działania może być po prostu ciekawe. Zapraszamy do lektury tego e-materiału.

Twoje cele

- poznasz zasadę działania wyłącznika nadmiarowo-prądowego,
- zrozumiesz, jaką rolę pełni on w domowej instalacji elektrycznej,
- przeanalizujesz zasadę działania wyłącznika pod kątem zachodzących w nim procesów fizycznych i zabezpieczenia człowieka przed porażeniem prądem,
- zastosujesz poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Wyłącznik nadmiarowo-prądowy (Rys. 1.) zabezpiecza instalację elektryczną przed zniszczeniem wskutek zbyt dużego natężenia płynącego prądu. Wyłącza on zasilanie w dwóch sytuacjach:

- przeciążenia – gdy natężenie prądu jest wyższe od znamionowego (nadmierne) przez pewien czas,
- zwarcia – gdy natężenie prądu nagle wzrośnie do bardzo dużej wartości.



Rys. 1. Wyłącznik nadmiarowo-prądowy do prądu zmiennego jednofazowego o napięciu 230-400 V, prądzie znamionowym 32 A i wytrzymałości zwarciorowej 6000 A

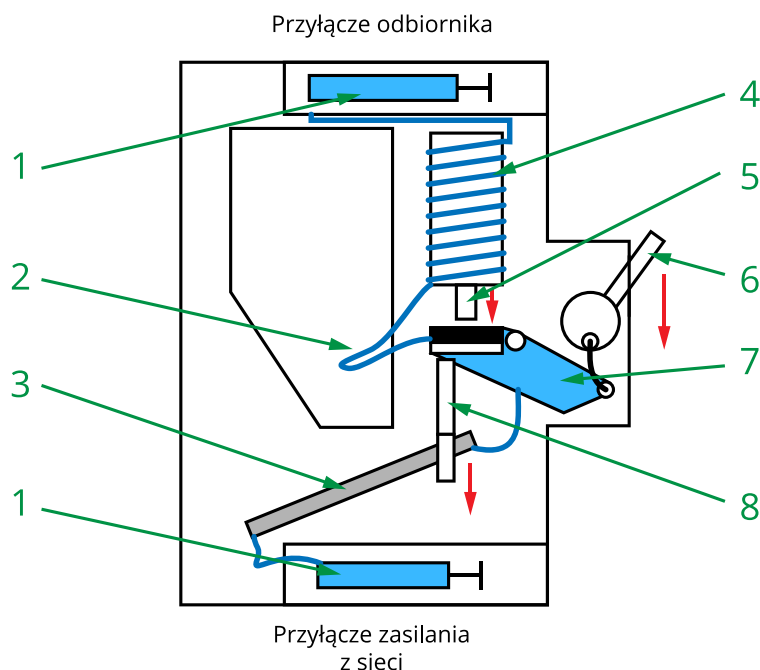
Przeciążenie jest niebezpieczne, gdyż wskutek zbyt długiego przepływu prądu o nadmiernej wartości może dojść do stopienia przewodów lub innych elementów instalacji, wywołanego wydzielaniem się dużej ilości ciepła. Zasada działania nadmiarowej części wyłącznika opiera się także o efekty termiczne. Wyzwalacz termobimetalowy zbudowany jest tak samo, jak na przykład w żelazku. Składa się z dwóch złączonych ze sobą płaskich elementów metalowych o różnych [współczynnikach rozszerzalności termicznej](#). Wzrost temperatury bimetalu, wywołany przepływem prądu, powoduje stopniowe wygięcie elementu, gdyż każda z jego części rozszerza się w innym tempie. Gdy wygięty bimetal naciśnie na wyłącznik, nastąpi mechaniczne przerwanie obwodu elektrycznego.

Wyzwalacz termobimetalowy nie reaguje więc na nadmiar prądu natychmiast. Czas reakcji zależy od wartości natężenia prądu oraz parametrów wyłącznika i waha się w granicach od ok. 0,2 sekundy do 1 godziny. Gdyby wyłącznik reagował natychmiast, niepotrzebnie

wyłączałyby zasilanie w typowych sytuacjach chwilowego wzrostu natężenia prądu, jakie zdarzają się podczas rozruchu urządzeń oraz włączania i wyłączania prądu w obwodzie.

Zwarcie w instalacji to nagły wzrost natężenia prądu do bardzo dużych wartości (ponad 6 kA). W takiej sytuacji, wyzwalacz prądowy (zwarciový) wyłącznika musi zadziałać natychmiast, to jest w czasie krótszym niż 30 milisekund. Odpowiada za to wyzwalacz elektromagnetyczny, którym jest cewka z dwoma łatwo magnesującymi się rdzeniami w środku: ruchomym i nieruchomym. Nagły wzrost natężenia prądu wzbudza w cewce bardzo duży **prąd indukcyjny**, który magnesuje rdzenie jednoimiennie. Rdzeń ruchomy wysuwa się z cewki i powoduje mechaniczne rozwarcie styków wyłącznika.

Schemat budowy wyłącznika nadmiarowo-prądowego pokazano na Rys. 2.



Rys. 2. Budowa wyłącznika nadmiarowo-prądowego: 1 – zaciski do przykręcenia przewodów z zewnątrz, 2 – styki rozwierające się podczas wyłączania, 3 – bimetal, 4 – cewka wyłącznika zwarciový, 5 – rdzeń ruchomy wewnątrz cewki, który wysuwając się wyłącza zamek, 6 – dźwignia ręczna do włączania i wyłączania, 7 – zamek obrotowy, 8 – pręt, przez który bimetal wyłącza zamek. Czerwonymi strzałkami zaznaczono kierunek ruchu elementów podczas wyłączania zasilania

Musimy w tym miejscu podkreślić, że wyłącznik nadmiarowo-prądowy nie zabezpiecza człowieka przed porażeniem prądem elektrycznym. Zarówno dłuższy przepływ prądu o dużym natężeniu, jak i krótkotrwały jego skok do ogromnych wartości, są zabójcze dla naszego organizmu i mogą spowodować śmierć lub kalectwo. Zachęcamy do zapoznania się z e-materiałem „Jak działa i jaką funkcję pełni wyłącznik różnicowo-prądowy?”, opisującym taki element, który zabezpiecza człowieka przed porażeniem prądem.

Słowniczek

Prąd indukcyjny

(ang. *inductive current*) – prąd wytworzony wskutek zjawiska zwanego indukcją elektromagnetyczną. Powstaje wskutek nagłych zmian pola magnetycznego, wywołanych na przykład zmianą prądu pierwotnego płynącego przez cewę.

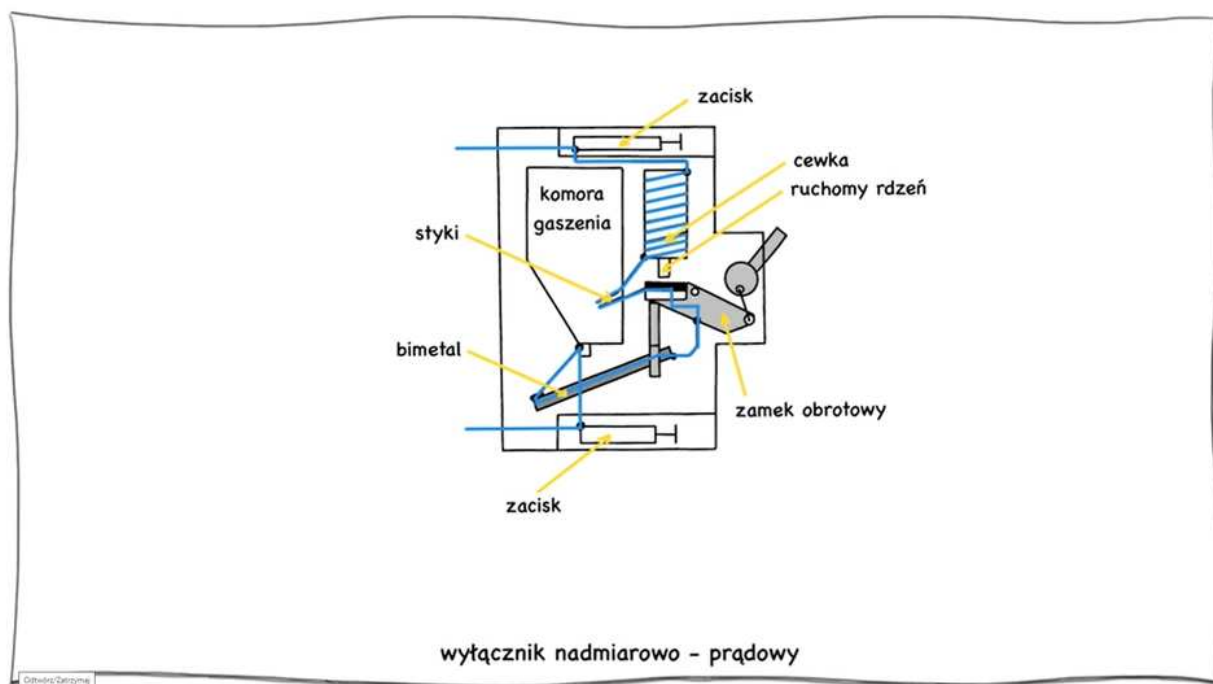
Współczynnik rozszerzalności termicznej

(ang.: *coefficient of thermal expansion*) – wielkość zależna od rodzaju materiału, określa względny przyrost długości lub objętości danego elementu przy jednostkowym wzroście temperatury.

Film samouczek

Jak działa i jaką funkcję pełni wyłącznik nadmiarowo-prądowy?

Film samouczek jest uzupełnieniem tekstu w części „Przeczytaj”. Pokazuje przebieg opisanych tam procesów. Widzimy wyłącznik nadmiarowo-prądowy w sytuacji normalnej pracy, gdy natężenie prądu przewyższa przez pewien czas wartość znamionową i gdy nagle wzrasta do bardzo dużej wartości.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/Rr8Z5f2ZVjQVE>

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

Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 1

Którego zjawiska dotyczyła druga część samouczka?

☐ zwarcia

☐ przeciążenia

Polecenie 2

Którego zjawiska dotyczyła trzecia część samouczka?

☐ zwarcia

☐ przeciążenia

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij tekst opisu działania wyłącznika nadmiarowo-prądowego, używając zamieszczonych poniżej wyrazów.

Odpowiedź:

Wyłącznik nadmiarowo-prądowy odcina zasilanie, gdy prądu osiągnie wartość. Zainstalowany w jego wnętrzu nagrzewa się i , co powoduje nacisk na mechaniczny wyłącznik i obwodu elektrycznego. Urządzenie odcina także w sytuacji , czyli nagłego wzrostu natężenia prądu do ogromnej wartości. Wielka i bardzo szybka powoduje powstanie dużego prądu w zainstalowanej wewnątrz oraz wypchnięcie z jej wnętrza. Rdzeń uderza w mechaniczny wyłącznik i powoduje przerwanie elektrycznego.

bimetal

obwodu

rdzenia

nadmierną

zmiana

przerwanie

wygina

natężenie

cewce

zasilanie

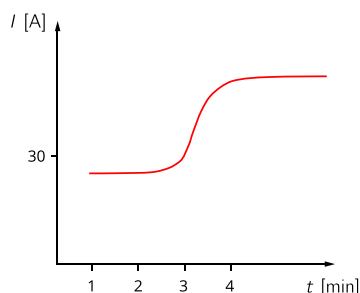
zwarcia

indukcyjnego

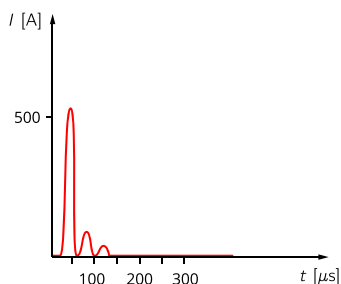
Ćwiczenie 2



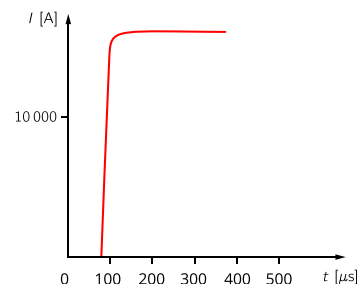
Dopasuj podpisy do wykresów skutecznej wartości natężenia prądu, w zależności od czasu. *Wartość skuteczna dla prądu zmiennego to taka, która wywołuje takie same skutki, jak analogiczny prąd stały, czyli jest to wartość bez uwzględniania faktu, że prąd zmienny płynie raz w jedną, a raz w drugą stronę.*



chwilowe zmiany podczas włączania prądu



zwarcie wskutek awarii



przeciążenie instalacji

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

Ćwiczenie 3



Czy wyzwalacz zwarciový wyłącznika nadmiarowo-prądowego zareaguje na przeciążenie instalacji?

- ☐ Nie, nie dochodzi wtedy do nagłych zmian natężenia prądu, więc nie powstaje w cewce prąd indukcyjny o wystarczającej wartości.
- ☐ Nie, aby wyzwalacz zadziałał, musi wydzielić się dostateczna ilość ciepła, na co potrzebny jest czas.
- ☐ Nie, prąd kierowany jest do każdego wyzwalacza oddzielnie, więc nie ma obawy, że zadziała niewłaściwy.
- ☐ Tak, jest taka możliwość.

Ćwiczenie 4



Czy wyzwalacz bimetaliczny wyłącznika nadmiarowo-prądowego zareaguje natychmiast na zwarcie?

- ☐ Tak, jest taka możliwość.
- ☐ Nie, prąd kierowany jest do każdego wyzwalacza oddzielnie, więc nie ma obawy, że zadziała niewłaściwy.
- ☐ Nie, nie dochodzi wtedy do nagłych zmian natężenia prądu, więc nie powstaje w cewce prąd indukcyjny o wystarczającej wartości.
- ☐ Nie, aby wyzwalacz zadziałał, musi wydzielić się dostateczna ilość ciepła, na co potrzebny jest czas.

Ćwiczenie 5



Przez miedziany przewód elektryczny w ścianie mieszkania zaczął płynąć prąd o natężeniu 25 A. Do jakiej temperatury rozgrzeje się ten przewód po 5 minutach, jeśli wyłącznik nadmiarowo-prądowy nie wyłączy zasilania, a temperatura początkowa wynosiła 15°C? Do obliczeń przyjmij warunki uproszczone, w których ciepło wydzielone w przewodzie nie zostaje z niego odprowadzone, a równe jest pracy wykonanej przez prąd elektryczny. Ciepło właściwe miedzi wynosi 380 J/(kg·K), masa przewodu równa jest 500 g, a jego opór elektryczny – 1 Ω. Wynik zaokrąglaj do dwóch cyfr znaczących.

Odpowiedź: °C.

Ćwiczenie 6



Gdy przez przewód elektryczny w ścianie płynie prąd elektryczny, zawsze wydziela się w nim ciepło nawet, gdy natężenie prądu ma dopuszczalną wartość. Z rozwiązania poprzedniego zadania widać, że im dłużej płynie prąd, tym więcej ciepła wydziela się. Dlaczego nie dochodzi więc do przegrzania przewodu elektrycznego, gdy płynie w nim prąd o wartości mniejszej, niż nominalna? Zapisz swoją odpowiedź i porównaj ją z naszą propozycją.

Ćwiczenie 7



Gdy instalacja elektryczna funkcjonuje prawidłowo, pomiędzy przewodem fazowym, w którym panuje napięcie 230 V a neutralnym, w którym napięcie wynosi 0 V, nie ma połączenia elektrycznego. W sytuacji zwarcia, gdy oba przewody połączą się, opór elektryczny między nimi ma bardzo małą, niemal zerową wartość. Oblicz, jaką wartość ma natężenie prądu w chwili zwarcia, jeśli opór połączenia pomiędzy tymi przewodami spadnie nagle do $0,02\ \Omega$.

Odpowiedź: A.

Ćwiczenie 8



Przeanalizuj zasadę działania wyłącznika nadmiarowo-prądowego i odpowiedz na pytanie: Czy zabezpiecza on człowieka przed porażeniem prądem? Zaznacz wszystkie prawidłowe stwierdzenia.

☐

Tak, zabezpieczenie przed przeciążeniem wyłączy zasilanie, gdy natężenie prądu będzie większe od nominalnego.

☐

Nie, zanim zadziała zabezpieczenie przed przeciążeniem, przez człowieka będzie płynął prąd o wartości zagrażającej jego życiu i zdrowiu.

☐

Tak, zabezpieczenie przez zwarcie wyłączy natychmiast zasilanie w sytuacji zwarcia.

☐

Nie, w sytuacji zwarcia natężenie prądu jest tak duże, że nawet bardzo krótkotrwały jego przepływ zagraża życiu i zdrowiu człowieka.

☐

Tak, wyłączniki sieciowe montuje się po to, by chronić człowieka przed porażeniem prądem.

☐

Nie, wyłącznik nadmiarowo-prądowy chroni instalację elektryczną przed awarią, a nie człowieka przed porażeniem prądem.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Sobiepan
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Zasada działania wyłącznika nadmiarowo-prądowego
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

**Podstawa
programowa:**

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.

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;

15) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.

VII. Prąd elektryczny. Uczeń:

5) opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego; wyjaśnia funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego.

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;

19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.

VIII. Prąd elektryczny. Uczeń:

11) opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego; wyjaśnia funkcję bezpieczników różnicowych i przewodu uziemiającego.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie 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. omawia zasadę działania wyłącznika nadmiarowo-prądowego; 2. wyjaśnia, jaką rolę pełni on w domowej instalacji elektrycznej; 3. analizuje zasadę działania wyłącznika pod kątem zachodzących w nim procesów fizycznych i zabezpieczenia człowieka przed porażeniem prądem; 4. stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania zadań i problemów.
Strategie nauczania	metoda projektu
Metody nauczania	burza mózgów, drama
Formy zajęć:	praca w grupie
Środki dydaktyczne:	animacja, zestaw zadań
Materiały pomocnicze:	e-materiał: „Jak działa i jaką funkcję pełni wyłącznik nadmiarowo-prądowy?”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Zaciekawienie uczniów wg części „Czy to nie ciekawe?”. Uzgodnienie z uczniami celów do osiągnięcia na lekcji. Przed lekcją należy poprosić uczniów, by przypomnieli sobie wiadomości dotyczące wymiany ciepła, rozszerzalności termicznej, indukcji elektromagnetycznej, pracy prądu elektrycznego i prawa Ohma.	
Faza realizacyjna:	

Uczniowie otrzymują zadanie: Przedstawić działanie wyłącznika nadmiarowo-prądowego metodą pantomimy, z wykorzystaniem wszystkich uczniów w klasie.

Nauczyciel zwraca uwagę na konieczność wyznaczenia ról w grupie i podziału obowiązków, przypomina zasady burzy mózgów.

Uczniowie mogą korzystać z dowolnych materiałów (w tym e-materiału) oraz rekwizytów.

Nauczyciel na żadnym etapie nie ingeruje w pracę uczniów, może jedynie odpowiadać na ich pytania.

Nauczyciel obserwuje pracę grupy, by udzielić na koniec informacji zwrotnej dotyczącej zarówno zagadnień merytorycznych z fizyki, jak i procesów grupowych.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel udziela uczniom informacji zwrotnej.

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.

Zespół ustala, czy zaprezentować przedstawienie szerszej publiczności.

Praca domowa:

Uczniowie utrwalają wiedzę i umiejętności zdobyte w czasie lekcji przez rozwiązanie w domu zadań z zestawu ćwiczeń.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium**

Animacja może posłużyć jako cenna pomoc dydaktyczna przy realizacji tematów związanych z rozszerzalnością cieplną ciał oraz z indukcją elektromagnetyczną.