



Jak działają ogniwa: galwaniczne, paliwowe i słoneczne?

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



Jak działają ogniwa: galwaniczne, paliwowe i słoneczne?

Czy to nie ciekawe?

Czy to nie ciekawe, że źródła prądu stałego są na ogół bardziej ekologiczne, niż urządzenia generujące prąd zmienny? Przede wszystkim te najbardziej nowoczesne, czyli ogniwa słoneczne i wodorowe. Wprawdzie moc tych źródeł na razie nie pozwala zastąpić nimi elektrowni konwencjonalnych i atomowych, ale prace nad tym trwają. Czy chcesz dołączyć do poszukiwań i poznać zasadę działania ogniw prądu stałego? Jeśli tak – zapraszamy!

Twoje cele

Pracując z tym e-materiałem:

- dowiesz się, jak działają ogniwa galwaniczne, paliwowe i słoneczne;
- poznasz najważniejsze podobieństwa i różnice między nimi;
- zrozumiesz zasady działania tych ogniw w oparciu o znane Ci zjawiska fizyczne i chemiczne;
- zastosujesz zdobytą wiedzę do rozwiązania zadań i problemów;
- ocenisz przydatność każdego rodzaju ogniw w życiu człowieka.

Przeczytaj

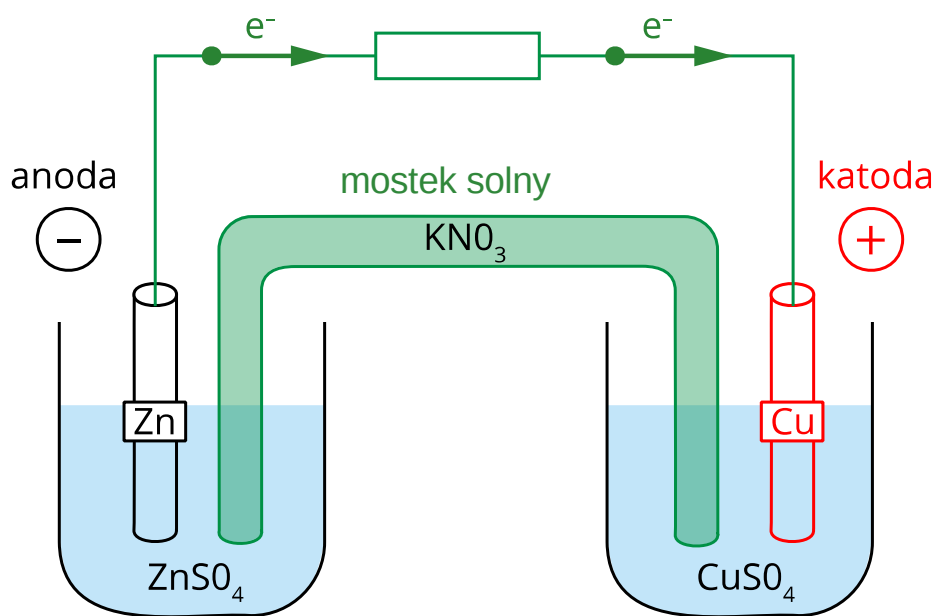
Warto przeczytać

Ogniwo to źródło stałego prądu elektrycznego. Ze względu na proces wytwarzania energii można wymienić trzy podstawowe ich rodzaje: galwaniczne, słoneczne i paliwowe. Tymi właśnie rodzajami zajmiemy się w e-materiale, który zaczynasz czytać. Nie będziemy więc rozważać prądnic, czyli źródeł, które przetwarzają energię mechaniczną, dostarczaną z wykorzystaniem spadających wód, wiatru, spalania lub reakcji jądrowych.

Przedstawiamy opis działania najbardziej popularnych ogniw. Każde z nich składa się z anody (elektrody ujemnej, która jest źródłem elektronów i na niej zachodzi reakcja utleniania) i katody (elektrody dodatniej, na której zachodzi redukcja utleniacza). Zwróć uwagę, że nazwy elektrod w ogniwach są odwrotne niż w odbiornikach prądu elektrycznego (lampach elektronowych, elementach półprzewodnikowych itp., gdzie katoda to elektroda naładowana ujemnie). Nazwy te zależą bowiem od kierunku przepływu prądu: wewnątrz ogniwa ładunki dodatnie poruszają się od anody do katody, wobec tego na zewnątrz – odwrotnie. Spójrz na Rys. 2.

Ogniwo galwaniczne

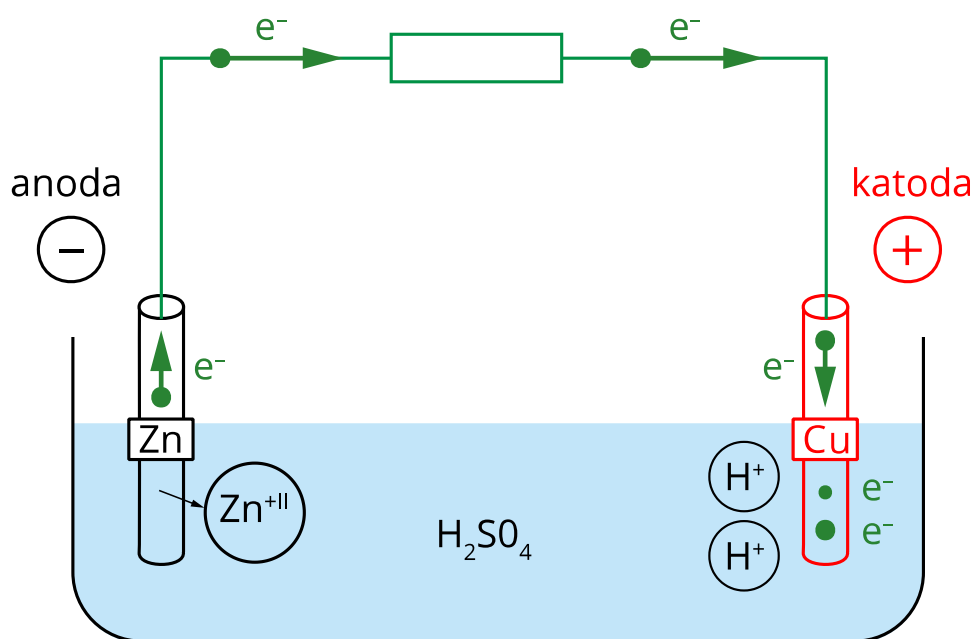
Ogniwo takie złożone jest z dwóch różnych elektrod zanurzonych w **elektrolicie** lub z dwóch różnych naczyń (tzw. półogniw) połączonych **kluczem elektrolitycznym** tak, jak na Rys. 1. Pomiędzy elektrodami a elektrolitem zachodzą reakcje chemiczne lub procesy fizyczne. Ponieważ elektrody są wykonane z różnych materiałów, te oddziaływania są inne – z przyłączeniem lub oddawaniem elektronów. W konsekwencji każda z elektrod ma inny potencjał, a ich różnica jest źródłem napięcia w ogniwie.



Rys. 1. Ogniwo Daniella z kluczem elektrolitycznym (mostkiem solnym).

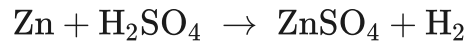
Rozróżniamy dwie podstawowe kategorie ogniw galwanicznych: pierwotne (jednorazowe) i wtórne (wielokrotnego użytku). Pierwsze z nich, zwane potocznie bateriami, po wyczerpaniu zapasów substratów reakcji trzeba wyrzucić. Drugie, zwane akumulatorami, wykorzystują procesy odwracalne i po wyczerpaniu można je z powrotem naładować prądem elektrycznym.

W każdej z tych kategorii istnieje wiele różnych rodzajów ogniw galwanicznych. Poniżej opiszemy tylko jeden z nich, ogniwo Volty, przedstawione na Rys. 2.



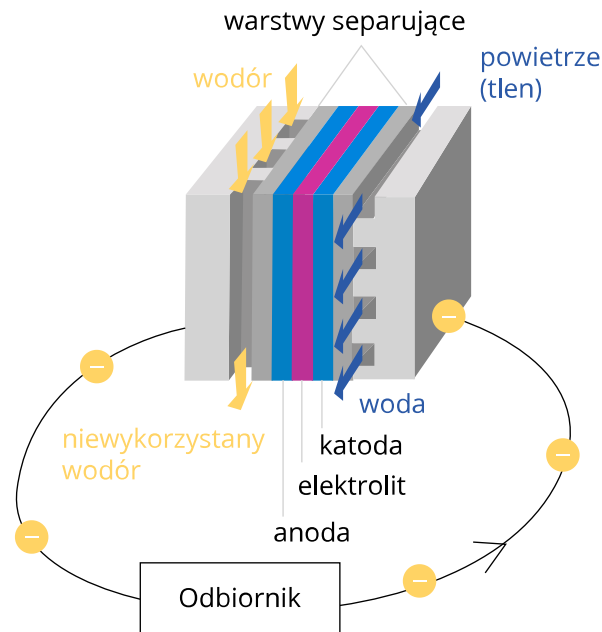
Rys. 2. Schemat ogniwa Volty.

Dwie elektrody, cynkowa i miedziana, zanurzone są w wodnym roztworze kwasu siarkowego. Atomy cynku rozpuszczają się w elektrolicie, czyli wchodzi do niego jako jony dodatnie Zn^{+II} , zostawiając dwa elektrony na anodzie. Elektrony płyną przez obwód zewnętrzny (zasilany) do katody. Obecnie wokół katody jony wodoru z elektrolitu zubożniają się dzięki przyłączeniu dopływających elektronów i uwalniają się w postaci wodoru cząsteczkowego. Sumarycznie, kwas siarkowy przechodzi w siarczan cynku, według równania:



Ogniwo paliwowe

Zasada działania ogniwa polega na tym, że elektrony docierają od anody do katody przez obwód zewnętrzny (czyli zasilany), a jony pokonują drogę między elektrodami wewnątrz ogniwa, poprzez elektrolit. Wymaga to dostarczenia do anody paliwa, które produkuje elektrony, a do katody utleniacza, który je odbiera (przykład pokazano na Rys. 3). Ponadto elektrolit znajdujący się między biegunami ogniwa musi zawierać zapórę, która uniemożliwia przedostanie się elektronów, a umożliwia transport jonów.

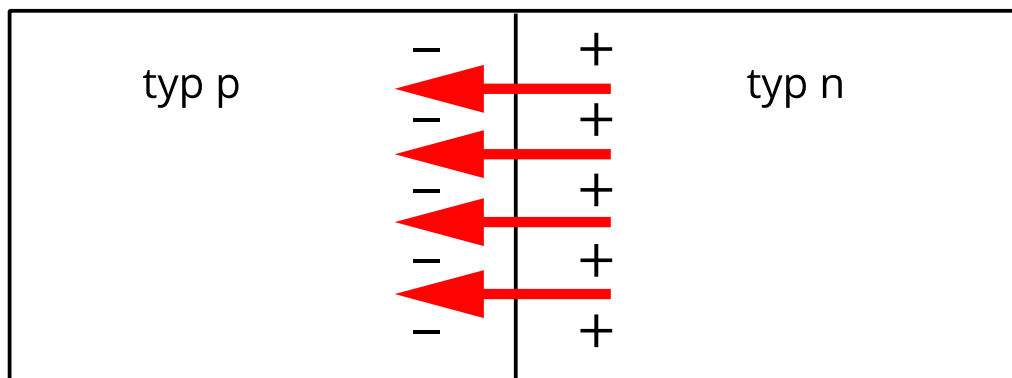


Rys. 3 . Schemat budowy ogniwa wodorowego.

Obecnie najczęściej wykorzystywanym paliwem jest wodór, a utleniaczem - tlen, zawarty chociażby w powietrzu. Anoda pokryta jest katalizatorem ułatwiającym rozbitcie cząsteczek wodoru na protony i elektrony, a elektrolit przepuszcza wyłącznie protony. Docierają one do katody, gdzie łączą się z przyplływającymi z obwodu elektronami oraz dostarczonym tlenem, tworząc wodę, wydalaną następnie na zewnątrz.

Ogniwo słoneczne

W tym ogniwie wykorzystuje się zjawisko fotowoltaiczne, czyli powstawanie różnicy potencjałów pod wpływem promieniowania świetlnego. Fotoogniwo to złącze dwóch półprzewodników, typu p i typu n. Zakładamy, że znasz ich właściwości, a jeśli nie – przeczytaj poświęcone temu e-materiały „Półprzewodniki typu n” oraz „Półprzewodniki typu p”. Zapoznaj się także z pasmową teorią przewodnictwa, np. w e-materiale „Co to są półprzewodniki?”. Na styku półprzewodników tych dwóch typów występuje pole elektryczne wynikające z tego, że nośniki większościowe typu p (dziury) dyfundują do obszaru typu n, gdzie ich koncentracja jest niewielka, a nośniki typu n (elektrony) zachowują się odwrotnie. Pokazano to schematycznie na Rys. 4.



Rys. 4. Pole elektryczne w obszarze złącza p-n.

Padające na złącze fotony, jeśli mają energię większą od przerwy energetycznej półprzewodnika, powodują powstawanie dodatkowych par elektron-dziura. Pole elektryczne w obszarze złącza rozsuwa je w różne strony, powodując różnicę potencjałów, czyli powstaje napięcie ogniwa.

Napięcie to ma niewielką wartość, więc dużą liczbę takich ogniw łączy się w ogromne panele fotowoltaiczne.

Cechy charakterystyczne, wady i zalety poszczególnych rodzajów ogniw

Ogniwo galwaniczne

To jedyne źródło, które umożliwia gromadzenie energii elektrycznej. Magazynowana jest ona w formie energii chemicznej. Dzięki temu można ją wykorzystać w dowolnym momencie. Wiąże się z tym jednak także wada, gdyż aby posłużyć się akumulatorem, trzeba go najpierw ładować przez dłuższy czas.

Wada ta nie dotyczy ogniw pierwotnych (baterii), ale – z drugiej strony – są to urządzenia jednorazowego użytku. Po wykorzystaniu stają się odpadami, znacznie zanieczyszczając

środowisko naturalne.

Akumulator jest urządzeniem wielokrotnego użytku, ale procesy w nim zachodzące zmieniają skład chemiczny elektrod oraz elektrolitu, przez co ich żywotność jest ograniczona.

Ogniwo paliwowe

Te ogniwa mogą rozpocząć produkcję energii w dowolnej chwili i niemal natychmiast po włączeniu. Pod tym względem mają przewagę nad akumulatorami (które trzeba najpierw naładować).

Ogniwa paliwowe mają bardzo wysoką sprawność i tzw. „gęstość energetyczną”. Są mniejsze i lżejsze od urządzeń tej samej mocy innego rodzaju.

Większość ogniw paliwowych wykorzystuje wodór na anodzie oraz tlen na katodzie. Nazywamy je wtedy ogniwami wodorowymi. Takie ogniwa są też niemal w pełni ekologiczne. Używanie innych paliw może wprawdzie powodować zanieczyszczenia, ale są one wielokrotnie mniejsze niż w przypadku źródeł konwencjonalnych.

Procesy, które zachodzą w ich wnętrzu nie zmieniają składu chemicznego elektrod i elektrolitu, więc w porównaniu z ogniwami galwanicznymi są to urządzenia długowieczne.

Problemem jest jednak uzyskanie wodoru jako paliwa, gdyż występuje on w przyrodzie głównie w związkach chemicznych. Także przechowywanie czystego wodoru nie jest łatwe, wymaga sprężenia go lub skroplenia, a te procesy są bardzo energochłonne.

Ogniwo słoneczne

To jedyne ogniwo, które nie potrzebuje paliwa lub ładowania do tego, aby produkować energię elektryczną. Samo wytworzenie prądu nie pociąga więc za sobą żadnych kosztów. Nie daje też produktów ubocznych ani odpadów, więc pod tym względem jest urządzeniem ekologicznym.

Pamiętać jednak należy, że samo wyprodukowanie panelu fotowoltaicznego stanowi określone obciążenie dla środowiska. Z kolei mało zbadanym aspektem pozyskiwania energii z układów paneli fotowoltaicznych jest zatrzymywanie w nich promieniowania słonecznego i niedopuszczenie go do dużych obszarów powierzchni Ziemi.

Niewątpliwą wadą ogniwa słonecznego jest zależność jego funkcjonowania od warunków atmosferycznych. Często zdarza się, że przy słonecznej pogodzie produkuje za dużo energii, z kolei w ciemności nie działa w ogóle. Występuje więc konieczność magazynowania nadmiarów energii elektrycznej. Niektóre rozwiązania prowadzą do

wykorzystania niepotrzebnej w danej chwili energii, by w procesie elektrolizy wytworzyć wodór, który zostanie potem wykorzystany w ogniwie paliwowym.

W chwili, kiedy piszemy ten materiał, ogniwo słoneczne to jedyne z omawianych, które jest powszechnie stosowane w energetyce. Moc pozostałych dwóch rodzajów jest do tego na razie zbyt mała. Wyjątek to niektóre typy ogniw paliwowych, lecz te pracują w bardzo wysokich temperaturach, rzędu 650 – 1000 stopni Celsjusza.

Słowniczek

klucz elektrolityczny

(*ang.: salt bridge*) zwany także mostkiem solnym – łącznik pomiędzy dwoma półogniwami galwanicznymi, zapewniający przepływ jonów, a jednocześnie uniemożliwiający mieszanie się elektrolitów.

elektrolit

(*ang.: electrolyte*) substancja zdolna do przenoszenia ładunków elektrycznych poprzez jony.

Film samouczek

Wykorzystywanie ogniw wodorowych i słonecznych w produkcji energii elektrycznej

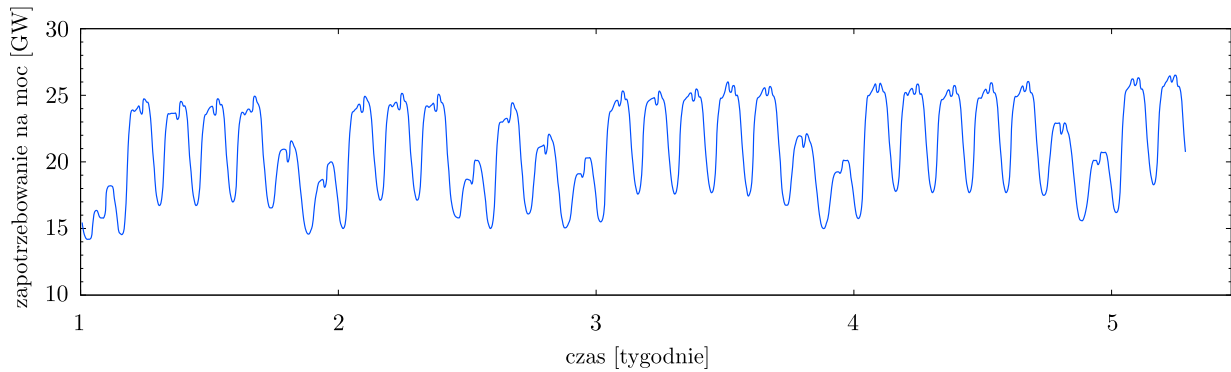
Nie zawsze tempo produkcji energii elektrycznej jest zgodne z chwilowym zapotrzebowaniem odbiorców na tę energię. Wahania tego zapotrzebowania bywają zaskakujące gwałtowne. Natomiast szybkie zmiany wydajności elektrowni jądrowej czy węglowej są niemożliwe. Z drugiej strony elektrownie wiatrowe i farmy paneli fotowoltaicznych mają zmienną wydajność zależną od warunków pogodowych. Zapoznaj się z filmem samouczkiem, który pokazuje, na jednym przykładzie, jak można złagodzić problem zbilansowania zapotrzebowania na energię z tempem jej produkcji.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Dg7nnHlVb>

Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 1

Przeanalizuj wykres zapotrzebowania na moc w sieci energetycznej w Polsce. Wskaż i opisz co najmniej dwie charakterystyczne cechy tego przebiegu.



Rys. Miesięczne zapotrzebowanie na moc w Polsce w listopadzie 2021. Wykres jest "uciągniętą" wersją danych zbieranych co godzinę.

Na podstawie strony

<https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-kse/raporty-dobowe-z-pracy-kse/zapotrzebowanie-mocy-kse>

Polecenie 2

W ostatniej scenie filmu pokazano najprostszy schemat działania ogniwa paliwowego. Rozstrzygnij dwa następujące problemy. Podaj także krótkie uzasadnienie rozstrzygnięcia.

Problem 1

W środkowym obszarze ogniwa, czyli w elektrolicie, pokazano schematycznie jony H^+ . W którą stronę przemieszczają się one podczas normalnej pracy ogniwa, gdy zasila ono obwód zewnętrzny? A może pozostają one w spoczynku?


Problem 2

Na zewnątrz ogniwa pokazano zasilaną żarówkę, połączoną przewodem z ogniwem. Rozstrzygnij, czy strzałki na przewodach symbolizują konwencjonalny kierunek przepływu prądu czy kierunek ruchu elektronów.

Polecenie 3

Podaj choć jedno uzasadnienie dla faktu, że energia potrzebna do uzyskania określonej ilości wodoru przez elektrolizę wody przewyższa energię, którą uzyskuje się ze spalania tej samej ilości wodoru w tlenie.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Przeanalizuj zalety i wady trzech omawianych rodzajów ogniw oraz napisz, który z nich jest, według Ciebie, najlepszy i dlaczego. Z pewnością wymaga to nadania hierarchii kryteriom oceny - zostawiamy to Tobie.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Tomasz Sobiepan
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Zasady działania, zalety i wady różnych ogniw prądu stałego
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>18) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii;</p> <p>19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.</p> <p>VIII. Prąd elektryczny. Uczeń:</p> <p>7) posługuje się pojęciami oporu wewnętrznego i siły elektromotorycznej jako cechami źródła;</p> <p>14) opisuje funkcję diody półprzewodnikowej jako elementu przewodzącego w jednym kierunku; przedstawia jej zastosowanie w prostownikach oraz jako źródła światła.</p>

Kształowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r. <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. wyjaśni, jak działają ogniwa galwaniczne, wodorowe i słoneczne; 2. omówi najważniejsze podobieństwa i różnice między nimi; 3. wskaże związek pomiędzy zasadą działania tych ogniw a właściwym zjawiskiem fizycznym lub chemicznym; 4. oceni przydatność każdego rodzaju ogniw w życiu człowieka.
Strategie nauczania:	odwrócona klasa
Metody nauczania:	debata
Formy zajęć:	praca w grupach, praca indywidualna
Środki dydaktyczne:	symulacja
Materiały pomocnicze:	e-materiał: „Jak działają ogniwa: galwaniczne, paliwowe i słoneczne?”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	

Na poprzedniej lekcji nauczyciel objaśnił zasady debaty, podzielił uczniów na 4 grupy (galwaniczna, paliwowa, słoneczna i sędziowska) i poprosił o zapoznanie się w domu z symulacją, tekstem e-materiału oraz o rozwiązanie zadań.

Zachęcił także uczniów do własnych poszukiwań, w innych dostępnych źródłach, dodatkowych informacji o wadach i zaletach „swojego” źródła energii.

Zaciekawienie uczniów wg części „Czy to nie ciekawe?”; sprawdzenie, czy wystąpiły problemy z rozwiązaniem zadań. W razie stwierdzenia ich wystąpienia, rozwiązanie wzorcowe przedstawia wskazany członek grupy sędziowskiej.

Uzgodnienie z uczniami celów do osiągnięcia na lekcji.

Faza realizacyjna:

Uczniowie prowadzą debatę trzech grup, na wzór debaty oksfordzkiej, na temat: „Które z trzech rodzajów ogniw prądu stałego jest najbardziej przydatne ludzkości?”, próbując przekonać grupę sędziowską do swoich racji.

Zasady debaty:

- Cała klasa wybiera marszałka debaty spośród członków grupy sędziowskiej.
- Marszałek udziela grupom głosu w kolejności ustalonej w trybie losowania.
- Każda grupa ma 3 minuty na wypowiedź, każdą wypowiedź należy podsumować.
- Po pierwszej turze wypowiedzi następuje kolejna i tak dalej, do końca lekcji; za każdym razem wypowiada się inny członek grupy; wszystkie grupy muszą mieć szansę na taką samą liczbę wypowiedzi.
- Dozwolone jest używanie środków multimedialnych podczas wypowiedzi (prezentacji, obrazów, filmów, dźwięków itp.).
- Oczekiwany jest wysoki poziom merytoryczny debaty oraz właściwy jej poziom kulturalny.

Werdykt (która grupa zwyciężyła) ustalany jest po zakończeniu wystąpień w trybie głosowania jawnego członków grupy sędziowskiej i nauczyciela.

Nauczyciel pełni rolę arbitra i doradcy grupy sędziowskiej, obserwuje pracę uczniów, w razie potrzeby udziela wskazówek i podpowiedzi dotyczących spraw merytorycznych i sposobu prowadzenia debaty. Dbą także o odpowiednio wysoki poziom debaty.

Faza podsumowująca:

Nauczyciel podsumowuje lekcję, zwracając uwagę na kreatywność poszczególnych grup i współpracę ich członków.

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:

Nie ma pracy domowej.

**Wskazówki metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium**

Symulacja może zostać wykorzystana także podczas omawiania tematów związanych ze złączem p-n półprzewodników oraz na lekcjach chemii.