



Przewodniki i izolatory prądu elektrycznego.
Przepływ prądu w przewodnikach

Przewodniki i izolatory prądu elektrycznego.

Przepływ prądu w przewodnikach

Dlaczego w domowych instalacjach elektrycznych przewody wykonane są z miedzi lub aluminium, ale nigdy z drewna? Czy prąd elektryczny może płynąć w substancjach nie będących metalami? Co odróżnia przewodnik od izolatora? Chcesz poznać odpowiedzi na te pytania, czytaj dalej.



Jednym z pierwszych osiągnięć uczonych badających zjawisko elektryczności był dokonany w latach 20. i 30. XVIII wieku podział materiałów na przewodzące ją (przewodniki) oraz nie przewodzące jej (izolatory). Na zdjęciu powyżej izolator ceramiczny stosowany w instalacjach wysokiego napięcia, np. trakcjach kolejowych

Źródło: Thermos, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Przed przystąpieniem do zapoznania się z tematem, należy znać poniższe zagadnienia

- model budowy atomu;
- co to jest jon;
- określenie jonu dodatniego i ujemnego;
- jakie są sposoby elektryzowania ciał.

Nauczysz się

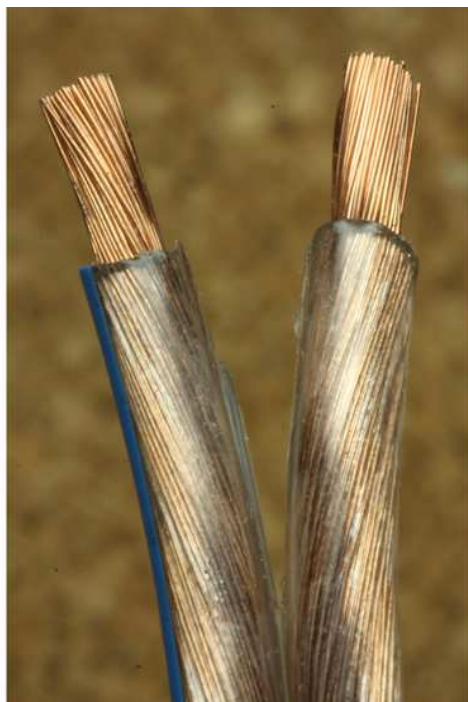
- podawać przykłady przewodników i izolatorów prądu elektrycznego;
- wymieniać przykłady zastosowania przewodników i izolatorów prądu elektrycznego;
- opisywać warunki przepływu prądu w przewodnikach.

Przewodniki prądu elektrycznego. Przepływ prądu w przewodnikach

Aby domowe urządzenia elektryczne mogły działać, potrzebna jest energia. Dostarczana jest ona za pośrednictwem sieci elektrycznej. Materiały metaliczne (dobrze przewodzące prąd elektryczny), z których zbudowane są przewody elektryczne, określamy w fizyce mianem [przewodników elektronowych](#). Prąd elektryczny może tam płynąć dzięki istnieniu elektronów swobodnych (mogących się poruszać). Prąd elektryczny może także płynąć przez niektóre ciecze – nazywamy je [przewodnikami jonowymi](#). W takiej cieczy poruszać się mogą jony zarówno dodatnie, jak i ujemne. Z kolei [izolator](#) to materiał, który nie przewodzi prądu elektrycznego.

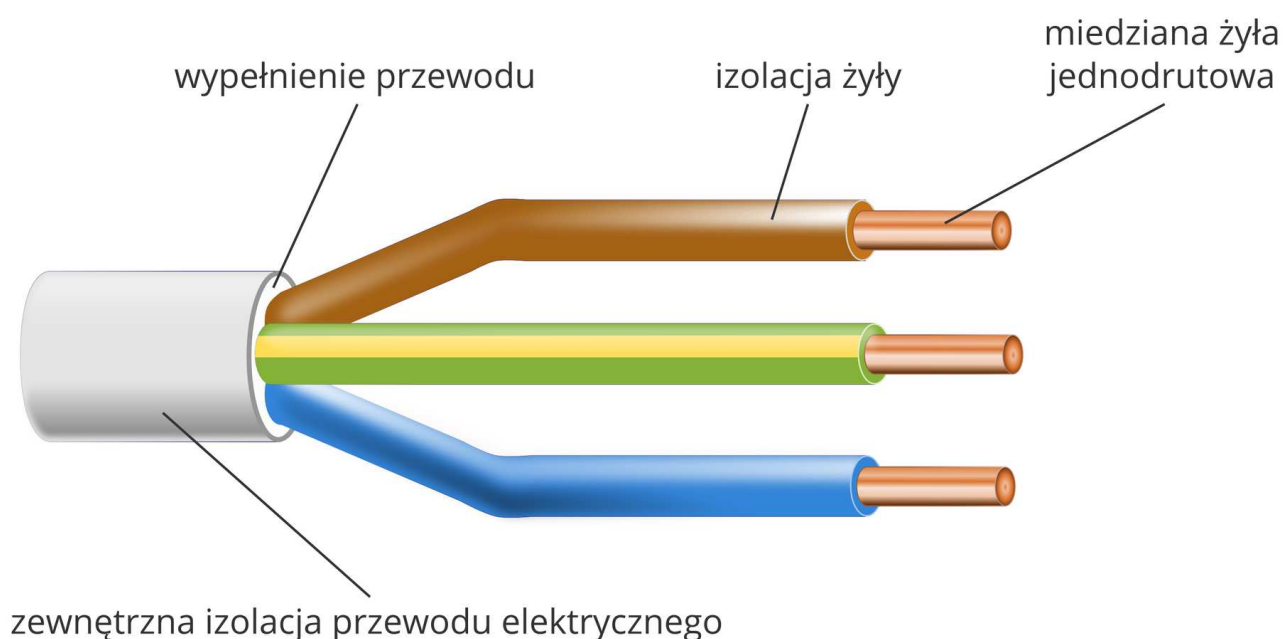
Przewodniki metaliczne (elektronowe)

Zastanów się, co znajduje się pod gumową otoczką przewodów doprowadzających prąd elektryczny do komputera, telewizora lub innych urządzeń gospodarstwa domowego. Po jej usunięciu widać złotawy metal – to miedź.



Miedziane przewody są przykładem przewodnika

Źródło: RobertKuhlmann, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

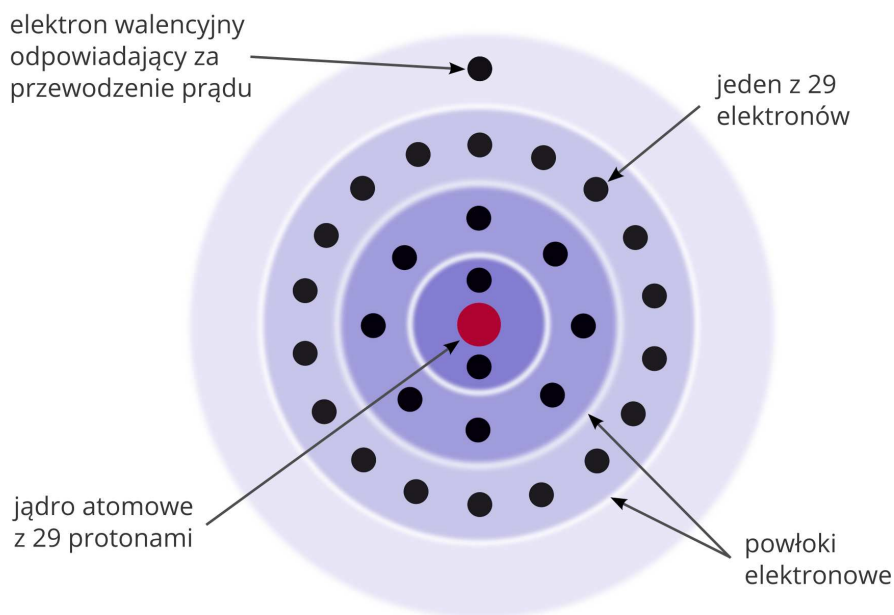


Budowa przewodu elektrycznego

Źródło: Marekich, Krzysztof Jaworski, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Metale oraz ich stopy są dobrymi przewodnikami prądu elektrycznego i ciepła. Do tej grupy zaliczają się m.in. złoto, srebro, platyna, miedź, aluminium, rtęć, stal i żeliwo. Co sprawia, że mają one takie właściwości? Odpowiedź kryje się w strukturze powłok elektronowych. Przyjrzyjmy się jej na przykładzie atomu miedzi.

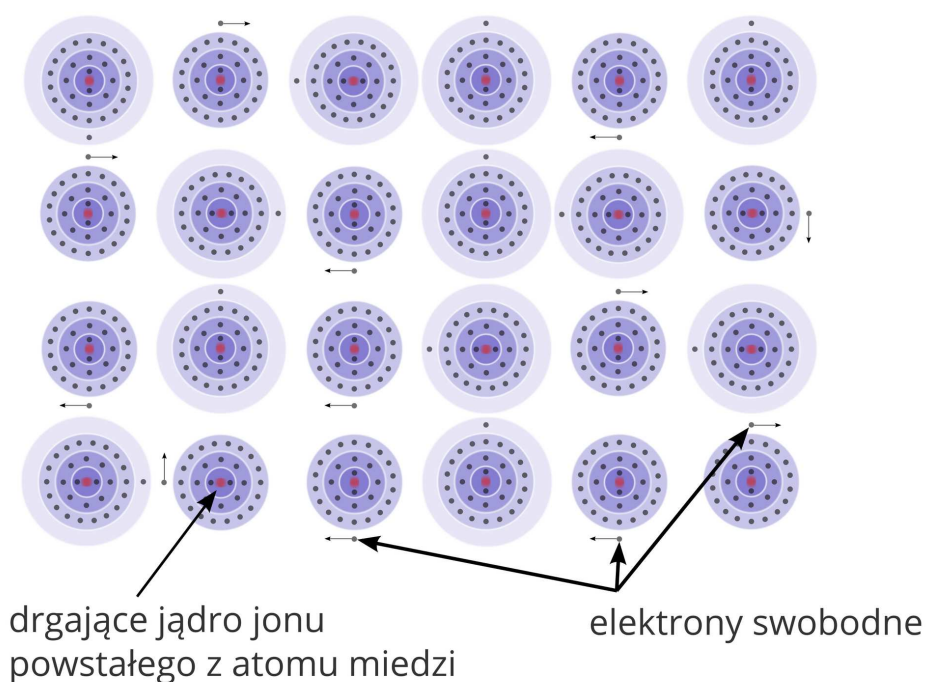
Budowa atomu miedzi



Budowa atomu miedzi

Źródło: Pumbaa, Greg Robson, edycja: Krzysztof Jaworski, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

W centrum atomu znajduje się dodatnio naładowane jądro, wokół którego krążą elektrony. W metalach elektrony najdalszych powłok, tzw. elektrony walencyjne, mogą się łatwo odłączyć (działanie jądra na taki elektron jest bardzo słabe). Po odłączeniu stają się one elektronami swobodnymi, które mogą przemieszczać się w objętości przewodnika.



Ćwiczenie 1

Piorunochron to instalacja, która ma chronić obiekty przed skutkami wyładowań atmosferycznych. Gdyby twoim zadaniem było zabezpieczenie domu przed uderzeniem pioruna, to z jakiego materiału byłby wykonany twój piorunochron: dobrego przewodnika czy izolatora? Odpowiedź uzasadnij.

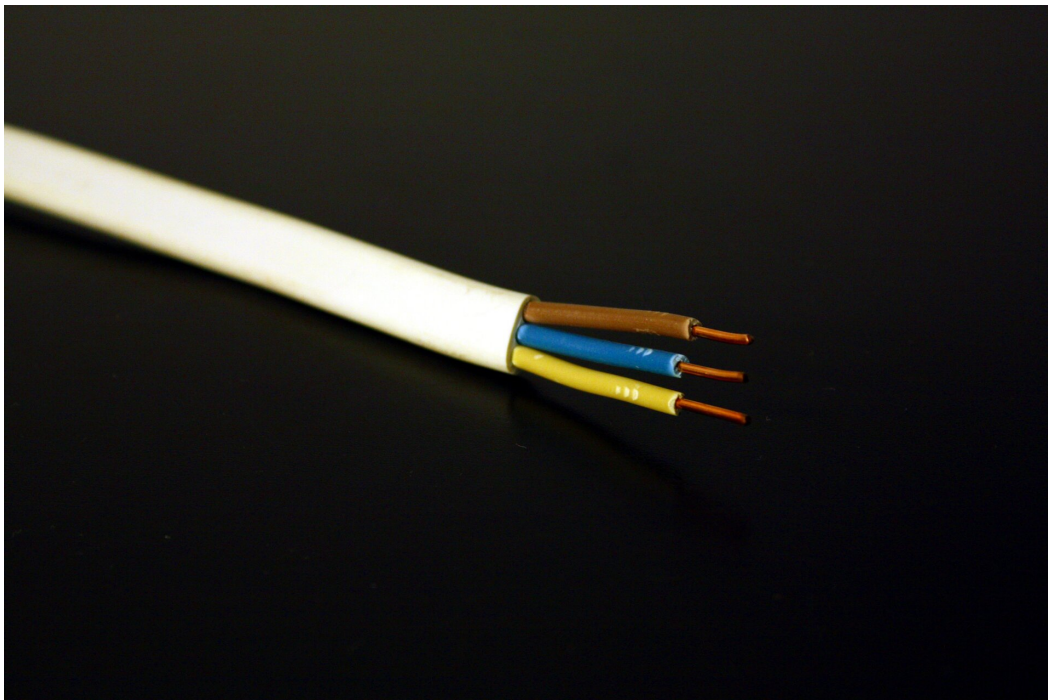
Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

przewodnik elektronowy

ciało, w którym przenoszenie ładunku elektrycznego realizowane jest przez elektrony. Przewodnikami są głównie metale, m.in. miedź, aluminium, żelazo i złoto.

Ciekawostka

Typowy kabel (przewód instalacyjny) domowej instalacji elektrycznej składa się zwykle z trzech żył miedzianych (w starszych instalacjach – z żył aluminiowych) izolowanych od siebie, umieszczonych w zewnętrznej powłoce ochronnej. Każda z żył pełni określoną funkcję. Brązowy kolor izolacji oznacza żyłę, która podczas pracy znajduje się pod napięciem elektrycznym. Jest to tzw. przewód fazowy. Jego dotknięcie grozi śmiercią! Przewód, który zawsze jest koloru żółto-zielonego (choć zdarzają się wyjątki, jak na zdjęciu poniżej), nazywany jest przewodem ochronnym. Jego rolą jest zabezpieczenie przed porażeniem prądem elektrycznym (uziemienie). Kolorem niebieskim oznacza się przewód neutralny (tzw. zero robocze), którym odprowadza się prąd.



Przewód domowej instalacji elektrycznej

Źródło: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Przewodniki jonowe

Zapamiętaj!

Przewodnictwo jonowe możliwe jest również w niektórych ciałach stałych, np. w szkłe. Szkło w normalnych warunkach jest **izolatorem**, jednak wraz ze wzrostem temperatury staje się przewodnikiem jonowym.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RQy2BsBERxukQ>

Przewodnictwo jonowe

Źródło: Tomorrow Sp.z o.o., licencja: CC BY 3.0.

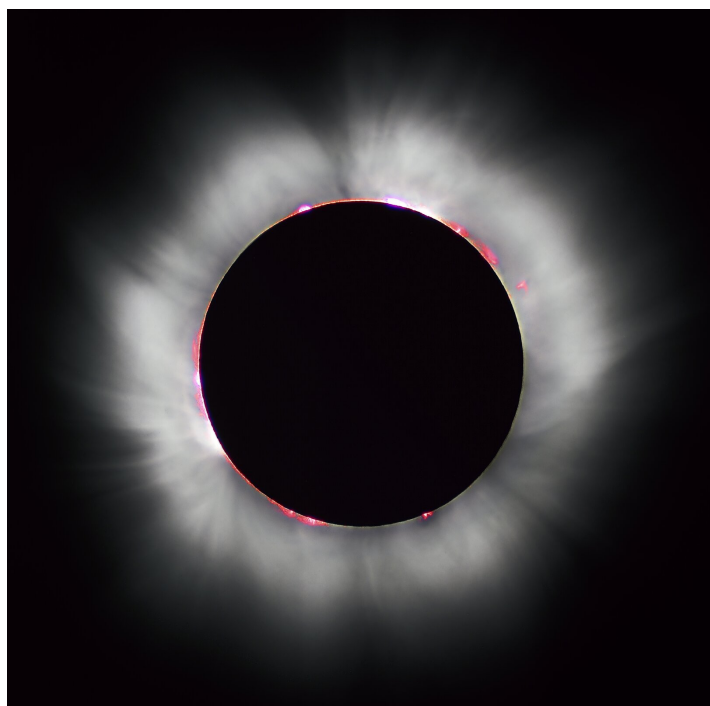
Film dotyczący przewodnictwa jonowego

Przewodnictwo w gazach właściwie niczym się nie różni od przewodnictwa w cieczech: gaz (lub mieszanina gazów) może przewodzić prąd elektryczny, jeśli ma swobodne nośniki ładunków – jony lub elektrony. Częsteczki te powstają w wyniku zjawiska **jonizacji**, które zachodzi pod wpływem wysokiej temperatury lub obecności pola elektrycznego.

jonizacja gazu

zjawisko przekształcania atomów (cząsteczek) gazu w jony pod wpływem czynników zewnętrznych: temperatury, promieniowania lub pola elektrycznego.

Przykładami zjonizowanej mieszaniny gazów są płomień świecy lub korona słoneczna.



Zaćmienie Słońca z 1999 r. widziane w Paryżu

Źródło: Luc Viatour, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Zapamiętaj!

Przewodnictwo jonowe możliwe jest również w gazach i ich mieszaninach.

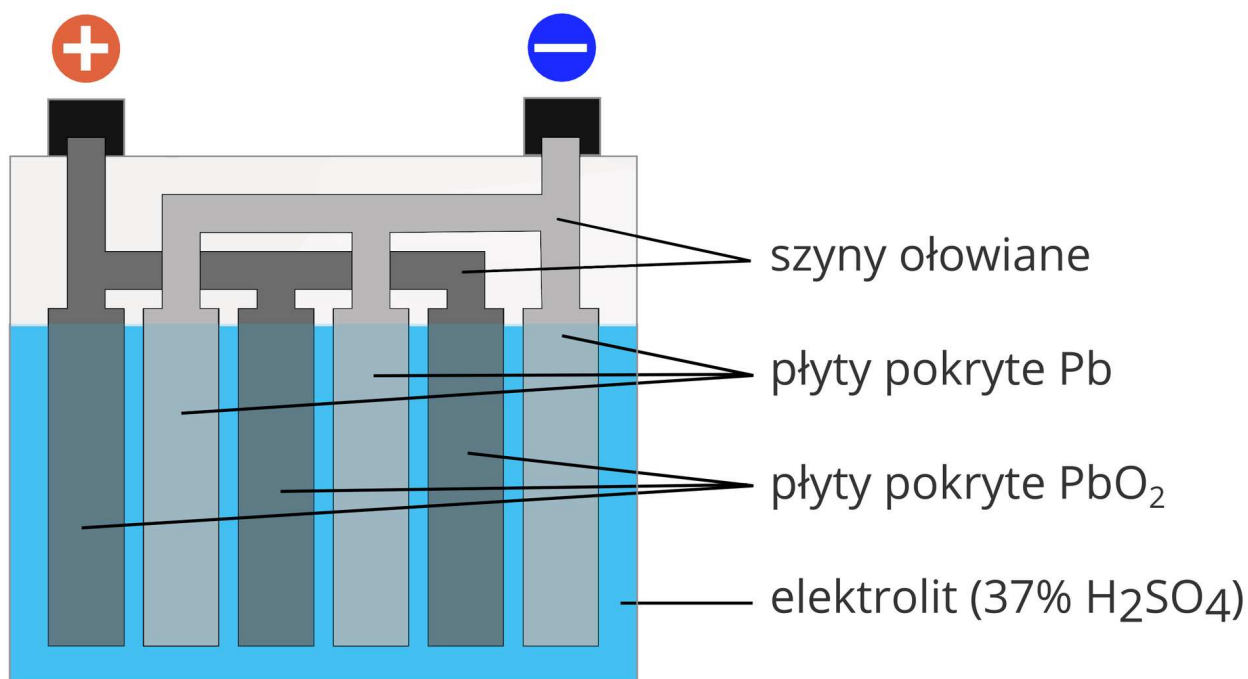
Nośniki ładunku elektrycznego

stan skupienia	nośnik prądu
ciała stałe	elektrony
ciecze (elektrolity)	jony dodatnie i ujemne
gazy (zjonizowane)	jony dodatnie i ujemne, elektrony

Ciekawostka

Budowa akumulatora.

Pod maską samochodu znajduje się akumulator (najczęściej ołowiowy). Pod jego zewnętrzną obudową mieszczą się dwa rodzaje płyt – jedne są pokryte grubą warstwą dwutlenku ołowiu (PbO_2), a drugie są wykonane z metalicznego ołowiu. W naładowanym akumulatorze płyty ołowiane są zanurzone w wodnym roztworze kwasu siarkowego (o stężeniu 37 %). Płyty pokryte dwutlenkiem ołowiu pełnią funkcję elektrod dodatnich, a płyty pokryte ołowiem (Pb) – elektrod ujemnych.



Budowa akumulatora

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

Podczas rozładowywania akumulatora na obu elektrodach gromadzi się siarczan ołowiu (II). W efekcie maleje stężenie kwasu siarkowego w roztworze. Napięcie naładowanego ogniwa ołowiowego jest równe ok. 2,2 V. W trakcie rozładowywania napięcie maleje do 2 V i wartość ta jest utrzymywana prawie do całkowitego rozładowania akumulatora. Napięcie elektryczne wytwarzane przez jedno ogniwo wynosi jedynie 2 V. Dlatego w akumulatorach samochodowych łączy się szeregowo sześć takich ogniw, dzięki czemu łączne napięcie wyjściowe wynosi 12 V.

Ciekawostka

Plazma.

Zjonizowany gaz określa się mianem czwartego stanu skupienia materii – [plazmy](#).

Ćwiczenie 2

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz „Prawda” albo „Fałsz”.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Do przewodników jonowych zaliczają się ciecze i gazy.	☐	☐
Elektrony swobodne są nośnikami prądu w metalach.	☐	☐
Przewodnikami prądu elektrycznego są tylko metale.	☐	☐

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Izolatory prądu elektrycznego



W przeciwieństwie do przewodników **izolatory (dielektryki)** nie mają swobodnych nośników ładunku elektrycznego (elektronów lub jonów), które mogłyby się swobodnie w nich przemieszczać. Dzieje się tak, ponieważ jądro atomowe i elektrony [powłok walencyjnych](#) silnie na siebie oddziałują. Izolatorami mogą być ciała stałe, ciecze oraz gazy.

Izolatory prądu elektrycznego

stan skupienia	przykłady
ciała stałe	tworzywa sztuczne – plastik, guma, szkło, papier, drewno, porcelana
ciecze	woda destylowana, olej transformatorowy, płyn do chłodziw
gazy	suche powietrze, próżnia, gazy szlachetne

izolator

substancja bardzo słabo przewodząca prąd elektryczny, charakteryzująca się w szerokim zakresie temperatur brakiem swobodnych nośników ładunku elektrycznego.

Ciekawostka

Półprzewodnik.

Półprzewodniki są materiałami, które przewodzą prąd gorzej niż przewodniki, ale lepiej niż izolatory. Najważniejszą cechą półprzewodników jest to, że możemy zmieniać ich właściwości przez wprowadzenie domieszek (atomów pierwiastków z 3. lub 5. grupy układu okresowego). W ten sposób możemy otrzymać materiały, z których buduje się diody (również świecące), tranzystory, układy scalone, elementy pamięci do komputerów lub baterie fotowoltaiczne (za ich pomocą możemy zamieniać energię słoneczną na energię elektryczną). We wszystkich półprzewodnikach opór maleje ze wzrostem temperatury (odwrotnie niż w przewodnikach). Wynika to z tego, że wraz ze wzrostem temperatury rośnie liczba swobodnych nośników ładunku.

Najpowszechniej wykorzystywanym półprzewodnikiem jest krzem.



Krzem wykorzystywany jest do budowy rdzeni procesorów wszelkiego rodzaju urządzeń elektronicznych

Źródło: Ian Peters, dostępny w internecie: flickr.com, licencja: CC BY-ND 2.0.

Ćwiczenie 3

Przyporządkuj substancje oraz przedmioty do odpowiedniej kategorii, przeciągając je.

przewodniki

izolatory

wodny roztwór kwasu siarkowego

drewniany blat stołu

szklanka

złoty pierścionek

grafit

kawałek papieru

plastikowa rurka

aluminiowy drucik

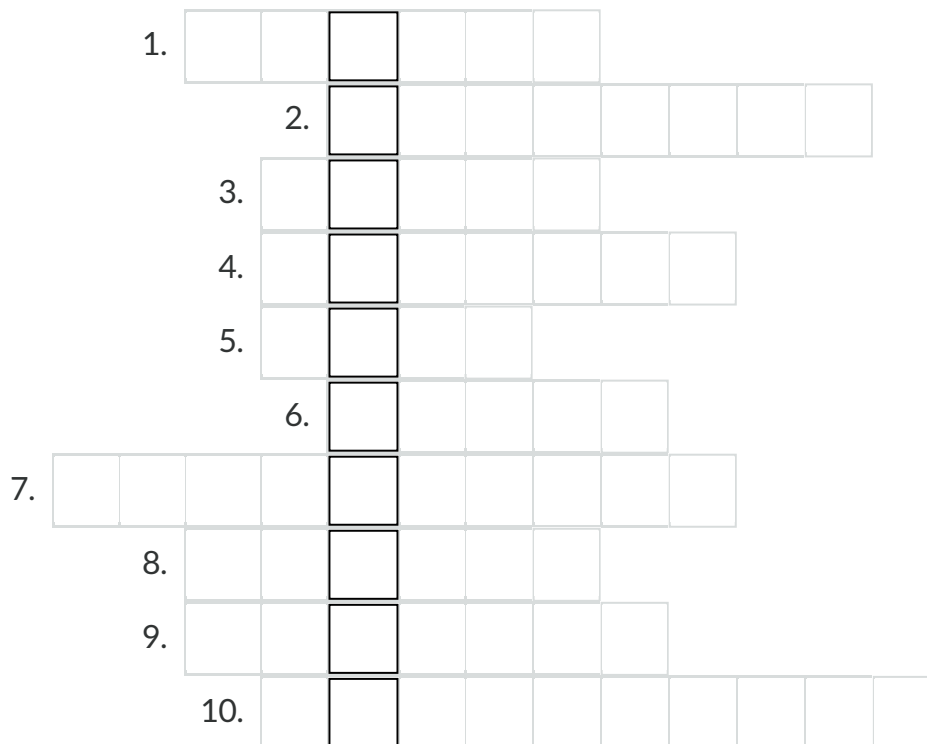
styropianowy kubek

miedź

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 4

Rozwiąż krzyżówkę. Rozwiązaniem jest inna nazwa izolatora.
Uzupełnij luki w krzyżówce, wpisując poprawne słowa.



1. O właściwościach elektrycznych ciał stałych decyduje _____ wewnętrzna.
2. Nie przewodzi prądu elektrycznego.
3. Jest nim m.in. miedź, aluminium, złoto itp.
4. Jeden z metali szlachetnych.
5. Reklama, gaz.
6. Półprzewodnik, ma zastosowanie w przyrządach elektronicznych.
7. Wodny roztwór kwasu lub zasady przewodzący prąd.
8. Jeden ze sposobów elektryzowania ciał.
9. Jeden z gazów szlachetnych.
10. Źródło prądu elektrycznego w samochodzie.

Ćwiczenie 5

Uzupełnij luki w zdaniach podanymi wyrazami. Kliknij w lukę, aby rozwinąć listę i wybierz poprawną odpowiedź w każdym przypadku.

Ciała dzieli się na przewodniki i izolatory ze względu na ich właściwości . W występują nośniki ładunku elektrycznego. W ciałach stałych swobodnymi nośnikami ładunku są natomiast w cieczech .

magnetyczne

jony dodatnie i ujemne

elektryczne

przewodnikach

elektrony swobodne

mechaniczne

tylko jony ujemne

dielektrykach

tylko jony ujemne

tylko jony dodatnie

elektrony

tylko jony dodatnie

jony dodatnie i ujemne

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 6

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz „Prawda” albo „Fałsz”.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Aby zobojętnić metalową kulę, wystarczy ją dotknąć w jednym punkcie.	☐	☐
Aby zobojętnić gumową piłkę, wystarczy ją dotknąć w jednym punkcie.	☐	☐
Pocieranie jednego końca rurki wykonanej z izolatora spowoduje, że drugi koniec również się naelektryzuje.	☐	☐

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Podsumowanie

- Ze względu na łatwość, z jaką ciała przewodzą prąd elektryczny, dzielimy je na **przewodniki i izolatory**.
- O właściwościach elektrycznych ciał decyduje ich budowa wewnętrzna. Ważną rolę odgrywają **elektrony walencyjne**.
- Elektron walencyjny to elektron znajdujący się na ostatniej (najbardziej zewnętrznej) powłoce atomu. Liczba elektronów walencyjnych oraz to, jak mocno są one związane z rdzeniem atomu (czyli z jądrem i elektronami niewalencyjnymi), wpływają na wiele własności fizycznych pierwiastka, m.in. na przewodnictwo cieplne i elektryczne.
- Przewodnictwo może być elektronowe lub jonowe.
- **Przewodnik elektronowy** to ciało, w którym ładunek elektryczny jest przenoszony przez elektrony walencyjne. Do przewodników elektronowych zaliczamy głównie metale, m.in.: miedź, aluminium, żelazo i złoto.
- W **przewodniku jonowym** nośnikami ładunku są jony dodatnie lub ujemne. Przepływowi prądu elektrycznego towarzyszy widoczny transport masy. Przewodnictwo jonowe zachodzi w cieczach, ciałach stałych i gazach.
- Ciecze, które przewodzą prąd elektryczny, to **elektrolity**.
- Elektrolity zapewniają przepływ prądu elektrycznego w ogniwach i bateriach elektrycznych oraz akumulatorach samochodowych.
- Aby gaz mógł być przewodnikiem prądu elektrycznego, musi zostać wcześniej zjonizowany.
- **Jonizacja gazu** to zjawisko przekształcania atomów (cząsteczek) gazu w jony; zachodzi pod wpływem czynników zewnętrznych – temperatury, promieniowania lub pola elektrycznego.
- Przewodnictwo jonowe gazów znalazło zastosowanie w technice oświetleniowej (światłówki, lampy neonowe).
- **Izolator** to substancja, która nie przewodzi prądu elektrycznego i charakteryzuje się niską koncentracją nośników ładunku. Do izolatorów zalicza się m.in.: gumę, styropian, suche drewno, wodę destylowaną i suche powietrze.
- Izolatory znajdują szerokie zastosowanie jako materiały zabezpieczające przed porażeniem prądem elektrycznym. Należą do nich: guma, szkło, suche drewno, tworzywa sztuczne.

- Istnieje jeszcze jedna klasa materiałów – tzw. półprzewodniki. **Półprzewodnik** to materiał, który przewodzi prąd elektryczny gorzej niż przewodnik, ale lepiej niż izolator. Najważniejszą cechą półprzewodników jest to, że możemy zmieniać te właściwości przez wprowadzenie pewnej liczby domieszek. Półprzewodniki (krzem, german) znalazły zastosowanie głównie w produkcji elementów elektronicznych, takich jak tranzystory, diody, układy scalone i elementy pamięci. Istotną cechą wszystkich półprzewodników jest ich zdolność przewodzenia prądu, która rośnie wraz ze wzrostem temperatury (odwrotnie niż w przewodnikach). Wynika to z tego, że im wyższa temperatura, tym większa liczba swobodnych nośników ładunku.

Ćwiczenie 7

Substancje chemiczne mogą występować w różnych odmianach alotropowych. Jedną z takich substancji jest węgiel. Znajdź informacje dotyczące budowy wewnętrznej i właściwości elektrycznych dwóch odmian tego pierwiastka – diamentu i grafitu. Określ, czy stwierdzenie: „Węgiel jest dobrym przewodnikiem prądu elektrycznego” jest prawdziwe, czy fałszywe. Uzasadnij odpowiedź w maksymalnie 5 zdaniach.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 8

Aby zobojętnić metalową kulę, wystarczy dotknąć ją w jednym miejscu. Czy aby zobojętnić balon, można postąpić tak samo? Uzasadnij swoją odpowiedź w 2 – 3 zdaniach.

Źródło: ZPE, licencja: CC BY 3.0.

Słownik

argon (Ar)

gaz szlachetny, w 1895 r. został skroplony przez polskiego fizyka i chemika [Karola Olszewskiego](#). Wykorzystywany jest w przemyśle elektronicznym (dyski twarde komputerów) oraz w technice oświetleniowej.

elektrolit

wodny roztwór kwasu, zasady lub soli dobrze przewodzący prąd elektryczny, np. wodny roztwór kwasu siarkowego.

elektrony swobodne

elektrony niezwiązane lub słabo związane z atomami w metalach. Mogą poruszać się swobodnie w całej objętości substancji; odpowiadają za jej dobre właściwości cieplne i elektryczne.

elektrony walencyjne

elektrony znajdujące się na ostatniej (najbardziej zewnętrznej) powłoce atomu. Liczba elektronów walencyjnych oraz to, jak mocno są one związane z rdzeniem atomu, wpływają na wiele właściwości fizycznych pierwiastka, m.in. na przewodnictwo cieplne i elektryczne.

gazy szlachetne (helowce)

bezbarwne i bezwonne gazy, które są słabo rozpuszczalne w wodzie. Zaliczamy do nich: hel, neon, argon, krypton, ksenon i radon. Charakteryzują się niezwykle niską aktywnością chemiczną; nie tworzą trwałych związków chemicznych.

krypton (Kr)

gaz szlachetny stosowany jako wypełniacz w żarówkach i szybach zespolonych.

ksenon (Xe)

gaz szlachetny wykorzystywany do produkcji jarzeniówek, lamp błyskowych i żarówek o dużej mocy.

neon (Ne)

bezbarwny i bezwonny gaz szlachetny. Stosowany do wypełniania lamp neonowych oraz jako substancja robocza w laserach helowo-neonowych.

plazma

zjonizowana materia będąca gazem zawierającym jednakową liczbę jonów dodatnich i elektronów swobodnych. Uznawana za czwarty stan skupienia materii.

powłoka walencyjna

powłoka najbardziej oddalona od jądra atomu, na której znajdują się elektrony.

półprzewodnik

ciało stałe, które jest gorszym przewodnikiem prądu elektrycznego niż metal, ale nie jest izolatorem. Domieszkowanie określonymi pierwiastkami pozwala poprawić właściwości elektryczne półprzewodnika. Przewodnictwo elektryczne półprzewodników zależy również od temperatury: im jest ona wyższa, tym lepsze jest przewodnictwo półprzewodnika.

przewodnik jonowy

przewodnik, w którym dominującymi nośnikami ładunku elektrycznego są jony. Przewodniki jonowe mogą być cieczami, ciałami stałymi lub gazami.

Biogram



Karol Olszewski

Źródło: <http://commons.wikimedia.org>, domena publiczna.

Karol Olszewski

1846.01.29 Broniszów Tarnowski – 1915.03.24 Kraków

Polski fizyk i chemik, prekursor badań dotyczących niskich temperatur. Jako pierwszy skroplił tlen, azot i argon (we współpracy z Zygmuntem Wróblewskim).