



Otrzymujemy chlor w warunkach laboratoryjnych

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Wirtualne laboratorium - I
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Otrzymujemy chlor w warunkach laboratoryjnych

Ze względu na swoje bakteriobójcze właściwości chlor dodawany jest do wody celem jej uzdatnienia do spożycia.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Chlor jako pierwiastek został odkryty stosunkowo wcześnie. W 1774 roku szwedzki chemik Carl Wilhelm Scheele, działając kwasem chlorowodorowym na tlenek manganu(IV), jako pierwszy otrzymał gazowy chlor. Jednakże mylnie sądził, że jest to nieznaną dotąd związek zawierający tlen. Chlor obecnie odgrywa istotną rolę w przemyśle chemicznym – jest substratem w wielu syntezach. Ze względu na swoje bakteriobójcze właściwości wykorzystywany jest m.in. w procesie uzdatniania wody. Czy wiesz jak otrzymać chlor w laboratorium?

Twoje cele

- Omówisz różne metody otrzymywania gazowego chloru.
- Zapiszesz równania reakcji, w wyniku których powstaje gazowy chlor.
- Korzystając z wirtualnego laboratorium wykonasz eksperyment, w wyniku którego otrzymasz chlor.

Przeczytaj

Chlor – wiadomości ogólne



Ze względu na właściwości bakteriobójcze, chlor wykorzystywany jest do uzdatniania wody pitnej.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com/pl/,
licencja: CC BY-SA 3.0.

Chlor w warunkach normalnych jest gazem o charakterystycznym zielonym zabarwieniu. Znajduje on szereg zastosowań. Ze względu na swoje toksyczne wobec mikroorganizmów właściwości, służy do uzdatniania wody pitnej. Wysoka reaktywność tego pierwiastka sprawia, że znalazł on również zastosowanie w syntezie organicznej – jako substrat w procesach otrzymywania chlorowocopochnych węglowodorów oraz w syntezie nieorganicznej jako utleniacz. Zdolności utleniające chloru wykorzystuje się również w przemyśle tekstylnym do wybielania tkanin.

Metody otrzymywanie chloru

Otrzymywanie chloru w reakcji tlenku manganu(IV) i kwasu chlorowodorowego

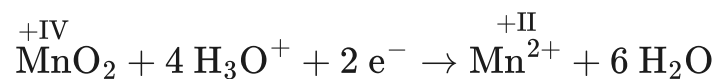
Pierwsza opisana synteza chloru opierała się na reakcji chemicznej pomiędzy tlenkiem manganu(IV), a kwasem solnym (chlorowodorowym).

Schemat tej reakcji ma postać:

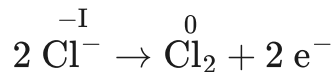


Jak łatwo zauważyć, w powyższej reakcji chemicznej następuje zmiana stopni utlenienia atomów pierwiastków chemicznych. Dlatego też powyższa reakcja jest reakcją typu [redoks](#) (utleniania-redukcji). Współczynniki stechiometryczne należy więc dobrać metodą bilansu jonowo-elektronowego:

Równanie procesu redukcji:



Równanie procesu utlenienia:



Sumaryczne równanie reakcji:



W tej reakcji chemicznej tlenek manganu(IV) pełni funkcję utleniacza, a kwas solny (chlorowodorowy) funkcję reduktora.

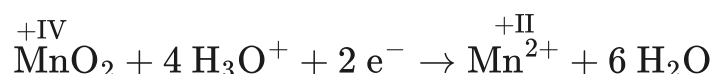
Modyfikacją tej metody może być ogrzewanie roztworu [solanki](#) z kwasem siarkowym(VI) i tlenkiem manganu(IV).

Schemat tej reakcji ma postać:

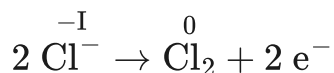


Podobnie jak w poprzednim przypadku w reakcji tej następuje zmiana stopni utlenienia indywidualuów, dlatego też współczynniki stechiometryczne należy dobrać metodą bilansu jonowo-elektronowego:

Równanie procesu redukcji:



Równanie procesu utlenienia:



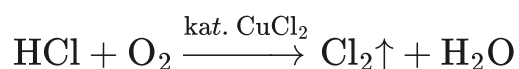
Sumaryczne równanie reakcji:



Otrzymywanie chloru w wyniku utleniania chlorowodoru

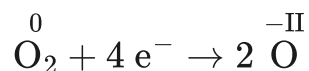
Z czasem zauważono, że chlor ma właściwości wybielające, co zwiększyło zapotrzebowanie na tę gazową substancję prostą. Jedną z pierwszych metod otrzymywania chloru była reakcja spalania chlorowodoru w tlenie, z chlorkiem miedzi(II) pełniącym funkcję [katalizatora](#).

Schemat tej reakcji ma postać:

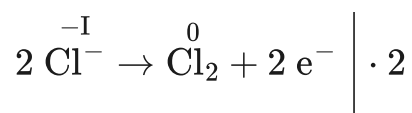


Podobnie jak we wcześniejszych reakcjach chemicznych możemy zauważyć zmiany stopni utlenienia indywidualnych, dlatego też współczynniki stechiometryczne należy dobrać metodą bilansu elektronowego:

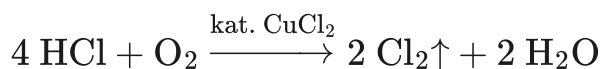
Równanie procesu redukcji:



Równanie procesu utlenienia:



Sumaryczne równanie reakcji:

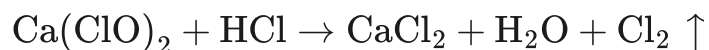


Otrzymywanie chloru w reakcji kwasów lub bezwodników kwasowych z chloranem(I) wapnia

W warunkach laboratoryjnych chlor można również otrzymać w wyniku reakcji kwasów (lub [bezwodników kwasowych kwasów nieorganicznych](#)) z solami wapniowymi będącymi pochodnymi kwasu chlorowego(I) (kwasu podchlorawego), m.in. z chloranem(I) wapnia.

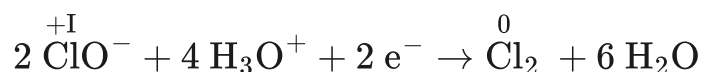
W wyniku działania kwasem solnym (chlorowodorowym) na chloran(I) wapnia otrzymuje się gazowy chlor.

Schemat analizowanej reakcji ma postać:

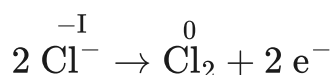


Aby dobrać współczynniki w powyższej reakcji chemicznej należy wykorzystać metodę bilansu jonowo-elektronowego:

Równanie procesu redukcji:



Równanie procesu utlenienia:



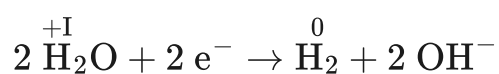
Sumaryczne równanie reakcji:



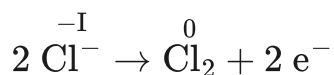
Otrzymywanie chloru metodą elektrolizy

Inną wykorzystywaną w laboratorium metodą syntezy chloru jest metoda [elektrolizy solanki](#). W trakcie procesu elektrolizy na elektrodach zachodzą odpowiednie procesy:

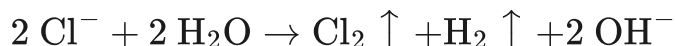
Równanie procesu katodowego:



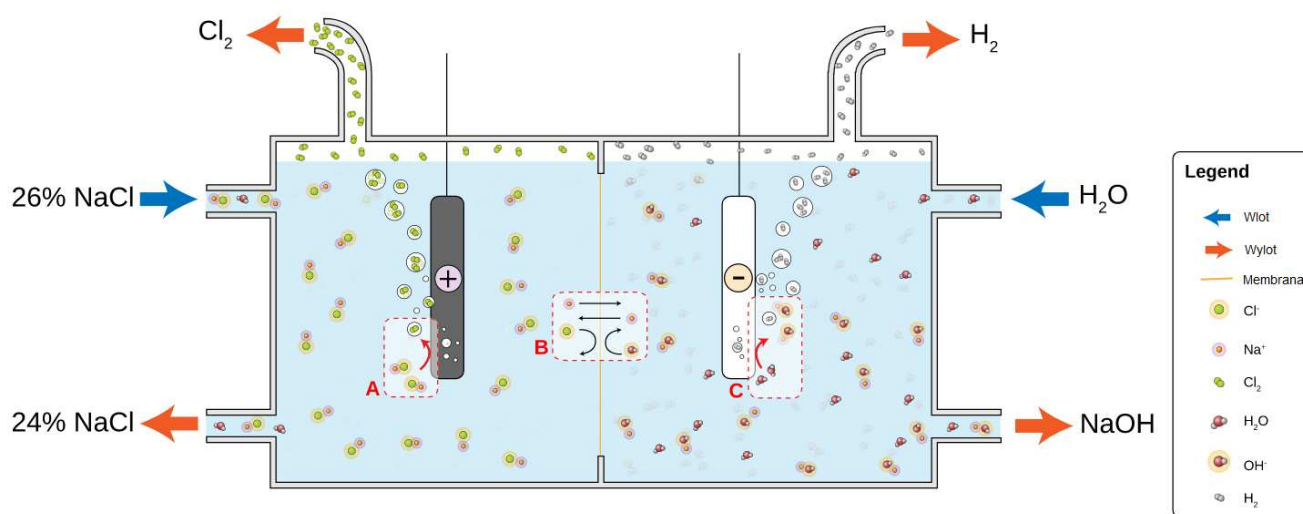
Równanie procesu anodowego:



Sumaryczne równanie reakcji:



Produktami reakcji elektrolizy solanki są: chlor, wodór oraz wodorotlenek sodu.



Schemat przedstawiający budowę ogniw membranowych stosowanych w elektrolizie solanki. (A) Na anodzie zachodzi utlenienie jonów chlorkowych Cl^{-} do chloru cząsteczkowego Cl_2 . (B) Membrana jonoselektywna, która umożliwia swobodny przepływ kationów sodu Na^{+} , ale zapobiega dyfuzji anionów chlorkowych i wodorotlenkowych. (C) Katoda, na której woda ulega rozkładowi na wodór i jony wodorotlenkowe.

Źródło: GroMar Sp. z o.o. opracowano na podstawie: Bommaraju T. V.; Orosz P. J., Sokol E. A., *Brine Electrolysis*, Electrochemistry Encyclopedia, 2007, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

Słownik

reakcja dysproporcjonowania

rodzaj reakcji utleniania-redukcji, w której atomy tego samego pierwiastka ulegają zarówno procesowi utleniania, jak i redukcji

solanka

nasycony wodny roztwór chlorku sodu

reakcje redoks

reakcje, w których dochodzi do przeniesienia jednego lub więcej elektronów od atomu, jonu lub cząsteczki donora (czyli reduktora) do akceptora (czyli utleniacza)

elektroliza

proces polegający na zmianie składu substancji chemicznej pod wpływem przyłożonego zewnętrznego napięcia elektrycznego

katalizator

substancja przyspieszająca zachodzenie reakcji chemicznych

nieorganiczne bezwodniki kwasowe

tlenki kwasotwórcze; tlenki, które w wyniku reakcji z wodą tworzą odpowiednie kwasy nieorganiczne

Bibliografia

P.B. Saxena, *I.I.T Chemistry-I*, Meerut 2001.

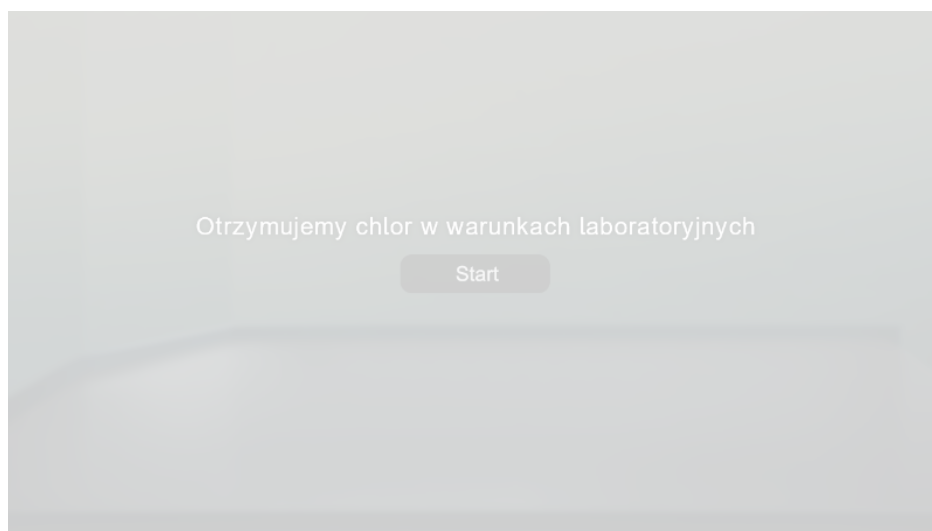
Atkins, P., Jones, L., Laverman, L., *Chemical Principles*, wydanie 7, Nowy Jork 2016.

Bielański A. *Podstawy chemii nieorganicznej Tom 2*, Warszawa 2012.

Wirtualne laboratorium – I

Laboratorium 1

Czy wiesz, w jaki sposób można otrzymać chlor w warunkach laboratoryjnych? Jaka reakcję należy przeprowadzić i w jakiej postaci otrzyma się taki produkt? Przeanalizuj przedstawione wirtualne laboratorium, rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę. Uzupełnij obserwacje, wyniki i wnioski.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DVAjE4OIF>

Wirtualne laboratorium pt. „Otrzymujemy chlor w warunkach laboratoryjnych”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Stosując zapis cząsteczkowy, zapisz równania reakcji przeprowadzonych w wirtualnym laboratorium. Współczynniki stechiometryczne dobierz metodą bilansu jonowo-elektronowego.

Ćwiczenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Połącz w pary poniższe pojęcia z ich wyjaśnieniem.

Reakcja dysproporcjonowania -

rodzaj reakcji utlenienia-redukcji, w której atomy tego samego pierwiastka ulegają zarówno procesowi utleniania, jak i redukcji.

Reakcje redoks -

reakcje, w których dochodzi do przeniesienia jednego lub więcej elektronów od atomu jonu lub cząsteczki donora (czyli reduktora) do akceptora (czyli utleniacza).

Elektroliza -

zmiana składu substancji chemicznej pod wpływem przyłożonego zewnętrznego napięcia elektrycznego.

Ćwiczenie 2



Jakie produkty powstają w wyniku elektrolizy solanki? Wskaż poprawną odpowiedź.

Chlor, wodór, tlen.

Chlor, wodór, wodorotlenek sodu.

Chlor, wodór.

Tlen, wodór.

Ćwiczenie 3



Wybierz właściwości chloru.

- W warunkach normalnych jego gęstość jest większą od gęstości powietrza.
- Chlor jest trujący wobec mikroorganizmów.
- Zdolności redukujące chloru wykorzystuje się w przemyśle tekstylnym do wybielania tkanin.
- Ma duszący zapach.
- Gaz ten ma charakterystyczne brunatne zabarwienie.

Ćwiczenie 4



Która z substancji używana jest jako katalizator w reakcji spalania chlorowodoru w tlenie?
Wskaż poprawną odpowiedź.

- Azotan(III) srebra(I).
- Chlorek miedzi(II).
- Tlenek manganu(III).
- Bromek sodu.

Ćwiczenie 5



Która z poniższych właściwości chloru sprawiła, że rozpoczęto jego masową produkcję? Wskaż poprawną odpowiedź.

Toksyczność.

Zielony kolor.

Stan skupienia.

Właściwości wybielające.

Ćwiczenie 6



Zapisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji otrzymywania chloru w wyniku działania kwasem solnym (chlorowodorowym) na tlenek manganu(IV). Współczynniki dobierz metodą bilansu jonowo-elektronowego.

Równanie reakcji zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Chlor można otrzymać w wyniku elektrolizy wodnego roztworu solanki. Na której elektrodzie wydzielili się chlor? Zapisz odpowiednie równanie reakcji elektrodowej.

Równanie reakcji zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Jedną z metod otrzymywania chloru jest ogrzewanie roztworu solanki z kwasem siarkowym(VI) i tlenkiem manganu(IV). Poza chlorem w reakcji powstają nieorganiczne sole kwasu siarkowego(VI) i woda.

Zapisz równanie opisanej reakcji w formie cząsteczkowej. Współczynniki stechiometryczne dobierz metodą bilansu jonowo-elektronowego.

Równanie reakcji zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Oblicz, ile gramów chlorku sodu należy użyć, aby otrzymać $11,2 \text{ dm}^3$ chloru (w warunkach normalnych) w reakcji chlorku sodu z tlenkiem manganu(IV) w obecności kwasu siarkowego(VI).

$$M_{\text{Cl}} = 35,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, M_{\text{Na}} = 23,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, M_{\text{H}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, M_{\text{S}} = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, M_{\text{Mn}} = 54,9 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, \\ M_{\text{O}} = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

W obliczeniach należy założyć, że reakcja przebiega ze 100% wydajnością.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marcin Sz. Małecki, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Otrzymujemy chlor w warunkach laboratoryjnych

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym.

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

9) projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymać w laboratorium: tlen (np. reakcja rozkładu H_2O_2 lub KMnO_4), chlor (np. reakcja HCl z MnO_2 lub z KMnO_4); pisze odpowiednie równania reakcji.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- 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:

- korzystając z wirtualnego laboratorium, wykonuje eksperyment, w wyniku którego otrzymuje chlor;
- analizuje różne metody otrzymywania chloru;
- wykorzystując metodę bilansu jonowo-elektronowego, pisze równania reakcji w wyniku których powstaje chlor.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- pogadanka;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- wirtualne laboratorium;
- prezentacja multimedialna;
- technika termometr.

Formy pracy:

- praca zbiorowa;
- praca w grupach;
- praca w parach;
- praca indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica i kreda/pisak;
- prezentacja multimedialna.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału. Następnie zadaje uczniom pytania: Jakie chlor posiada właściwości oraz gdzie znajduje on zastosowanie? Dlaczego woda z kranu jest zdatna do picia?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Jak można otrzymać chlor?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na grupy. Każda z grup przygotowuje krótką prezentację multimedialną na temat wskazanej przez nauczyciela metody otrzymywania chloru. Uczniowie mogą korzystać z informacji zawartych w różnych dostępnych źródłach informacji, w tym w e-materiale. Nauczyciel informuje o kryteriach oceny prezentacji (patrz materiały pomocnicze) i monitoruje przebieg pracy uczniów. Po wyznaczonym czasie liderzy grup prezentują efekty pracy.
2. Nauczyciel odsyła uczniów do wirtualnego laboratorium. Uczniowie przeprowadzają doświadczenie, w wyniku którego otrzymują chlor. Po wykonaniu polecenia uzupełniają w parach ćwiczenia dołączone do medium. Nauczyciel

wyjaśnienia niejasności napotkane podczas wykonywania doświadczenia chemicznego

3. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale w sekcji „sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie nauczyciel stosuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów. Uczniowie na skali temperatury zaznaczają małymi kolorowymi samoprzylepnymi karteczkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji (otrzymywanie chloru różnymi metodami, zapisywanie równań reakcji otrzymywania chloru z wykorzystaniem bilansu jonowo-elektronowego) . Jeżeli ze skali będzie wynikał niski poziom temperatury, uczniowie zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy?

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – sprawdź się, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

WL-I może być wykorzystane w trakcie lekcji oraz jako pomoc przy odrabianiu zadania domowego. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać medium do samokształcenia celem uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów oraz małe kolorowe samoprzylepne karteczki dla uczniów.

2. Kryteria oceny prezentacji multimedialnej:

- poprawność merytoryczna (zgodność z tematem; dostosowana do możliwości odbiorców, wyczerpanie tematu)
- język prezentacji (specjalistyczna terminologia, poprawność językowa)
- konkretność (zdania krótkie - równoważnikowe, hasła)
- atrakcyjność (wielkość czcionki, układ treści na slajdzie, tempo wyświetlania, przejścia slajdu, wzorce slajdów)
- estetyka (animacje, grafika, kolor, dźwięk)
- prezentacja każdej z grup powinna mieć max. 6 slajdów
- czas prezentacji (wykorzystanie zaplanowanego czasu - do 2 min.).