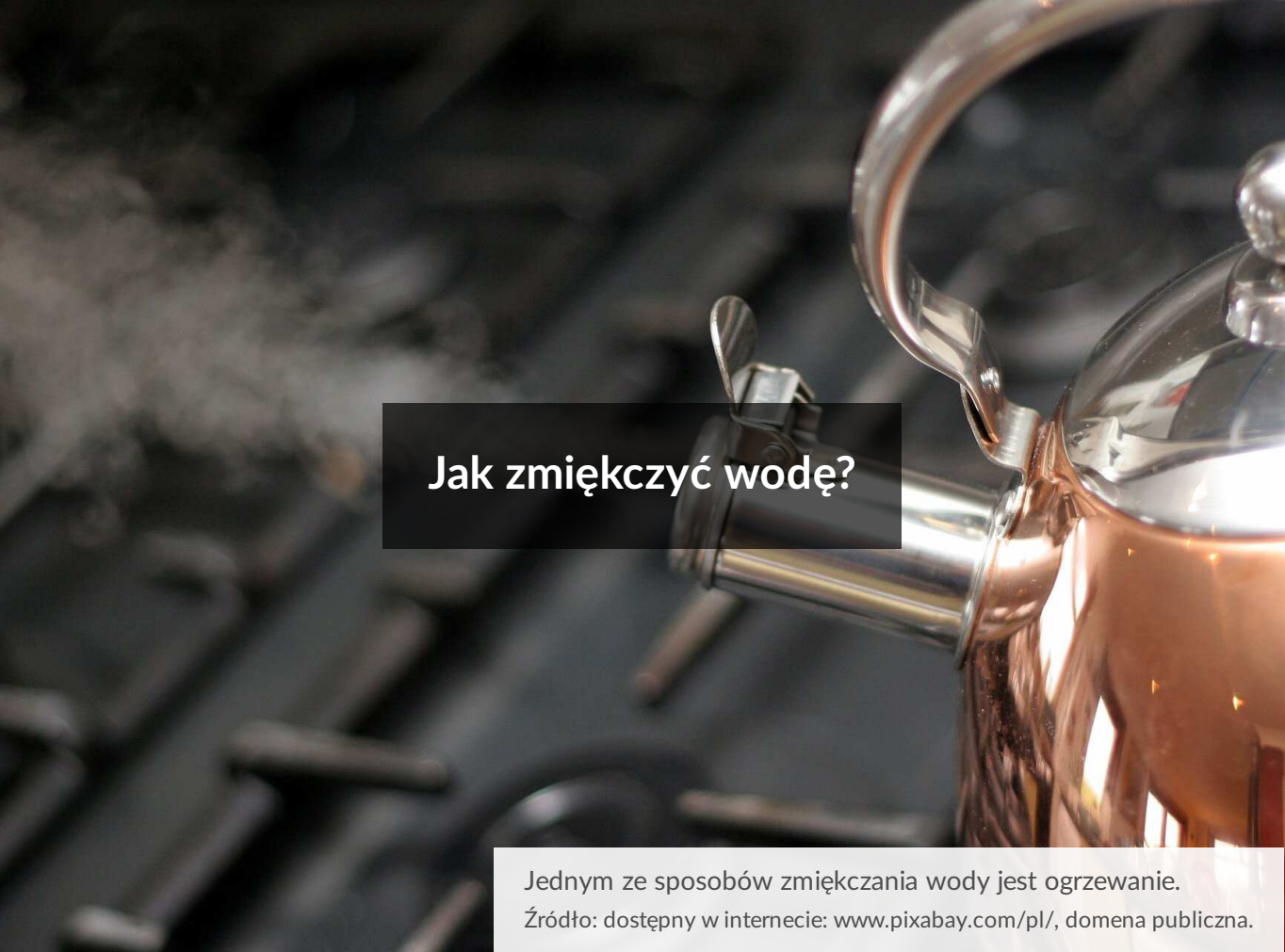




Jak zmiękczyć wodę?

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



Jak zmiękczyć wodę?

Jednym ze sposobów zmiękczenia wody jest ogrzewanie.

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

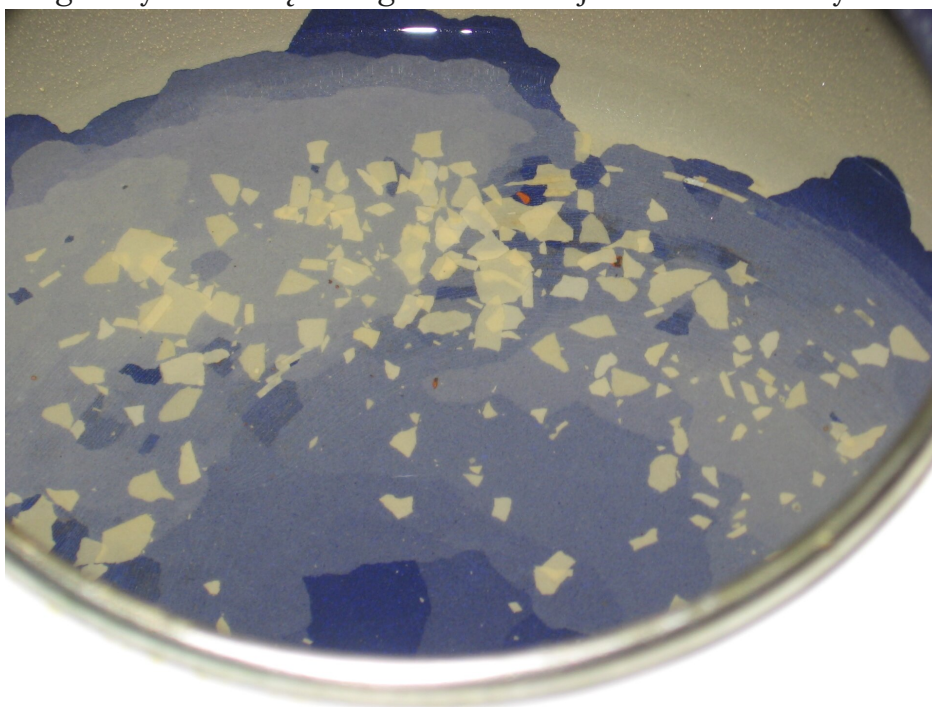
Myjesz naczynia wodą z kranu, a one nadal są tłuste i brudne. Po umyciu włosów szamponem, masz trudność z jego spłukaniem. Pierzesz ubrania z dużą ilością proszku do prania i wciąż są niedoprane. Po tylu niepowodzeniach chcesz napić się smacznej herbaty, ale ta, którą pijesz, smakuje okropnie, a na jej powierzchni powstaje osad. Na dodatek, w czajniku pojawia się kamienny osad. Z takimi problemami możesz się spotkać, gdy używasz twardej wody. Co w takim wypadku zrobić? Jak zmiękczyć wodę?

Twoje cele

- Wyjaśniesz, co powoduje twardość wody.
- Wymienisz rodzaje twardości wody.
- Zaproponujesz sposoby na zmiękczenie wody.

Twierdzość wody

Twierdzość wody związana jest z występowaniem w wodzie jonów pochodzących z dysocjacji rozpuszczalnych w wodzie soli. W przeważającej ilości są to sole wapnia i magnezu. Powoduje ona m.in. zatykanie rur, większe zużycie detergentów oraz powstawanie kamienia kotłowego. Wyróżnia się dwa główne rodzaje twierdzości wody.



Warstwa kamienia kotłowego na dnie kuchennego czajnika

Źródło: Julio, dostępny w internecie: wikipedia.org, domena publiczna.

Twierdzość węglanowa (przemijająca)

Twierdzość węglanową nadają wodzie rozpuszczone w niej wodorowęglany wapnia ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) i magnezu ($\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$). Twierdzość przemijająca jest przyczyną powstawania osadów węglanu wapnia (CaCO_3) i magnezu (MgCO_3) – tzw. kamienia, obserwowanego np. w czajnikach czy też piecach grzewczych, co może prowadzić do awarii tych urządzeń.

Tworłość niewęglanowa (trwała)

Tworłość niewęglanowa, inaczej nazywana trwałą, związana jest z obecnością głównie siarczanów, chlorków, azotanów wapnia i magnezu. Ze względu na negatywny efekt twardej wody na nasz komfort życia, wynaleziono metody zmiękczenia wody.

Metody zmiękczenia wody

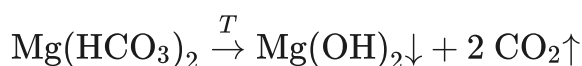
Zmiękczenie wody polega na usunięciu z wody rozpuszczalnych soli, generujących tworłość wody. Są to w przeważającej mierze sole wapnia i magnezu. Twardą wodę można zmiękczyć na kilka sposobów.

Metoda termiczna

Metoda ta polega na ogrzewaniu twardej wody. Pod wpływem temperatury wodorowęglany wapnia i magnezu ulegają przemianom i opadają na dno naczynia w postaci związków trudno rozpuszczalnych w wodzie. Stąd właśnie bierze się osad w czajniku. Za pomocą tej metody usuwa się jedynie tworłość węglanową (przemijającą).



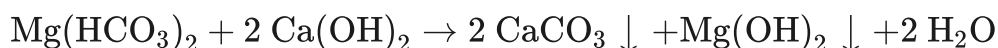
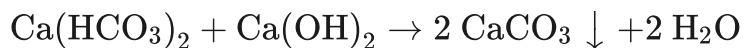
Wodorowęglan magnezu częściowo przekształca się również w wodorotlenek magnezu:



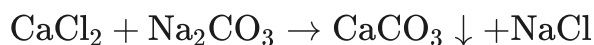
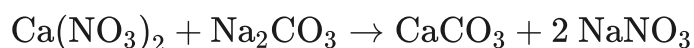
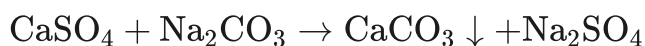
Wynika z tego, że kamień kotłowy składa się z węglanu wapnia i magnezu oraz wodorotlenku magnezu $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Metoda sodowo-wapienna

Metoda ta polega na dodaniu do wody jonów wapnia w postaci wapna gaszonego ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) i węglanu sodu (Na_2CO_3). Wapno gaszone usuwa twardość przemijającą wody:



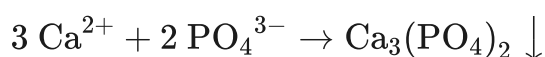
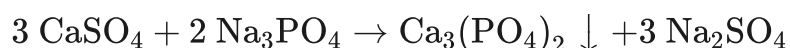
Węglan sodu usuwa twardość trwałą wody:



W przypadku tej metody, powstałe osady powoli opadają na dno zbiornika lub są z niego odfiltrowywane.

Metoda fosforanowa

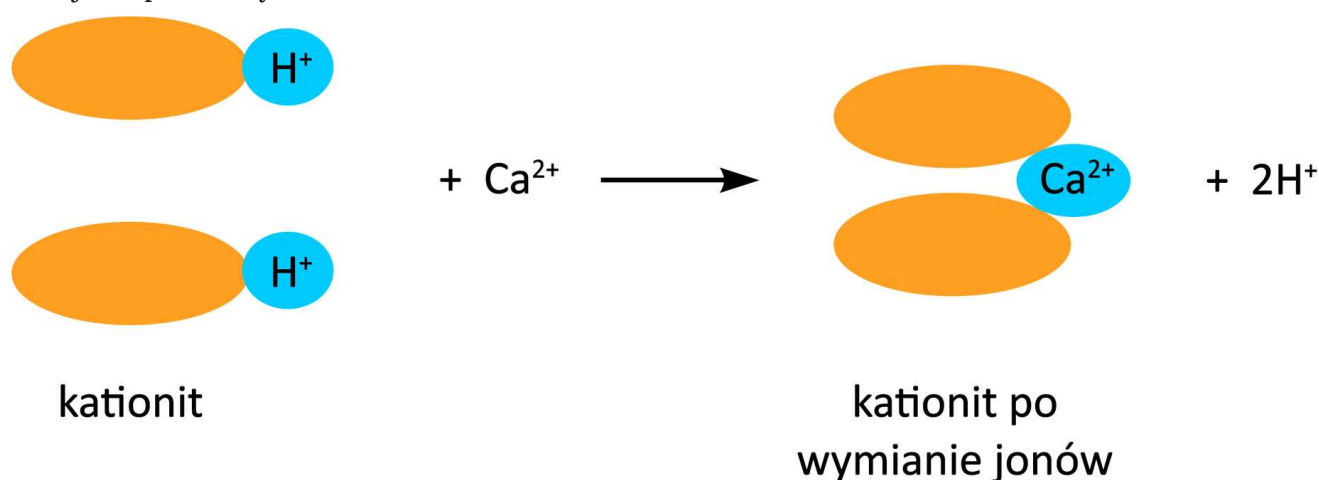
W reakcji z wodą fosforan(V) sodu tworzy nierozpuszczalne fosforany w połączeniu z jonami wapnia i magnezu.



Fosforany znajdują zastosowanie w proszkach do prania jako środki zmiękczające wodę.

Metoda jonitowa

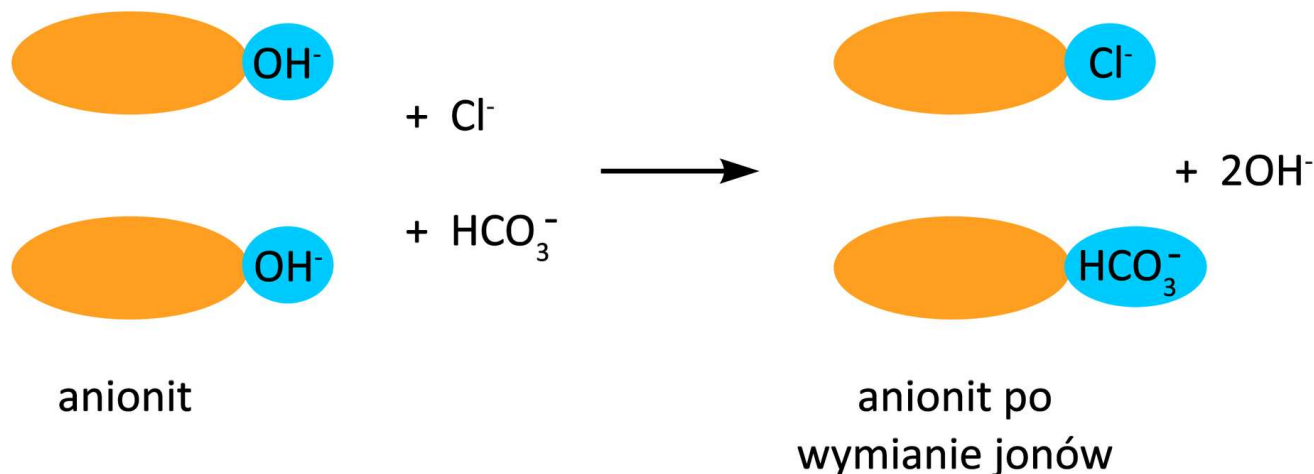
Metoda ta polega na zastosowaniu jonitów (wymieniaczy jonowych). Jonity to substancje wielocząsteczkowe (R), nierozpuszczalne w wodzie. Występują w postaci żelu lub substancji porowatej. Posiadają zdolność selektywnej wymiany własnych jonów na te, które znajdują się w otaczającym je roztworze. Na swojej powierzchni posiadają grupy funkcyjne wiążące jony. Jonity, które wymieniają kationy, to kationity, posiadające na swojej powierzchni grupy o właściwościach kwasowych, np. —COOH , —SH , $\text{—SO}_3\text{H}$, $\text{—PO}_3\text{H}$. Kationity wymieniają jony wodoru na zawarte w wodzie kationy metali. W uproszczeniu ilustruje to poniższy schemat:



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

Po przepuszczeniu twardej wody przez kationit, następuje zatrzymanie kationów metali zawartych w wodzie na powierzchni kationitu oraz uwolnienie jonów wodoru pochodzących z kationitu. Jony te z cząsteczkami wody tworzą następnie jony oksoniowe H_3O^+ . Pojawienie się w wodzie nadmiaru tych jonów skutkuje jej zakwaszeniem.

Następnie woda, po przejściu przez kationit, zostaje przepuszczona przez anionit. [Anionit](#) to jonit, który wymienia aniony. Na swojej powierzchni posiada grupy funkcyjne o właściwościach zasadowych. Aniony występujące w wodzie zostają zatrzymane na powierzchni anionitu, a jony wodorotlenkowe zostają uwolnione z anionitu. W uproszczeniu ilustruje to poniższy schemat:

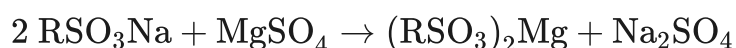
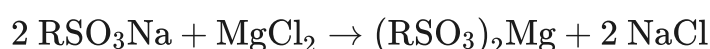
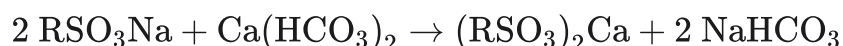
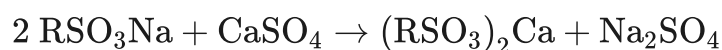
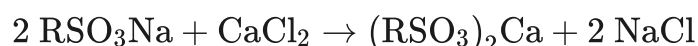


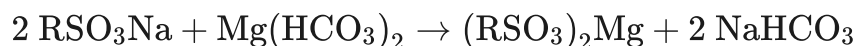
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Jony wodorotlenkowe OH^- reagują z jonami H_3O^+ uwolnionymi po przejściu przez kationit, dzięki czemu dochodzi do neutralizacji wody (wtedy ma odczyn obojętny).

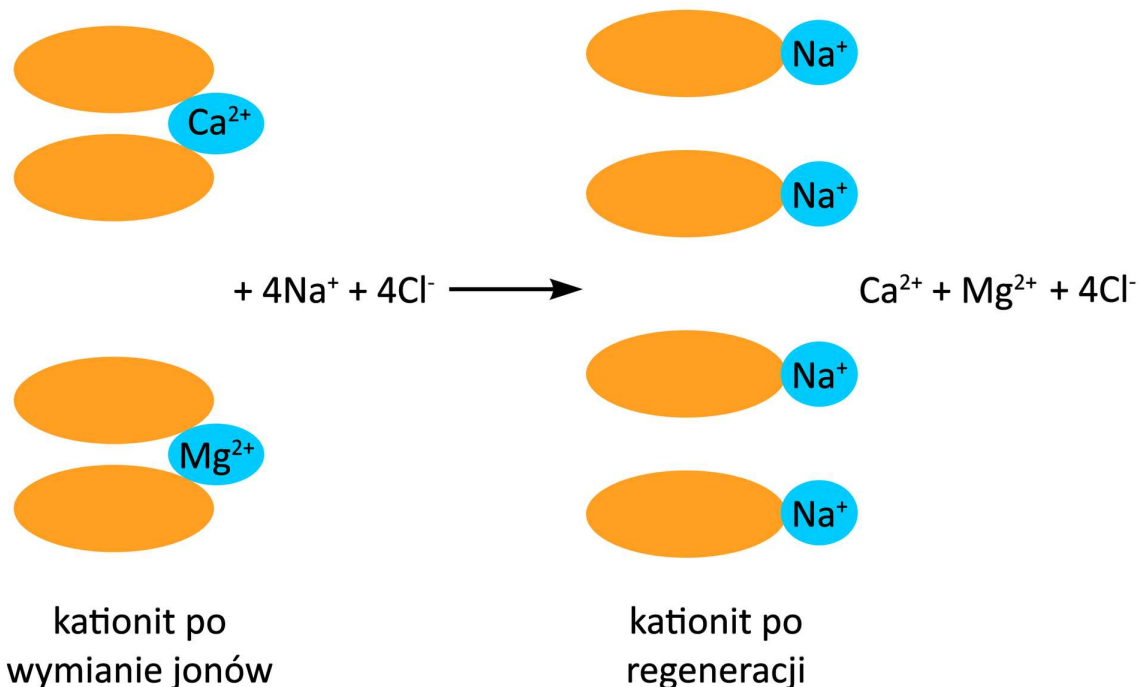
W celu dalszego używania jonitów należy je zregenerować – czyli uzupełnić jony, które zostały wypłukane. Kationity regeneruje się, przepuszczając przez jonit roztwór kwasu chlorowodorowego HCl , a anionity – poprzez przepuszczenie roztworu wodorotlenku sodu NaOH .

Powyższe substancje używane do regeneracji są niebezpieczne w użytku codziennym, ponieważ wylane przez przypadek na skórę mogą powodować poparzenia. Ponadto do zmiękczenia wody potrzeba zarówno kationitu, jak i anionitu, co zwiększa rozmiary urządzenia, które mogłoby być zastosowane do zmiękczenia wody w domu. Problem ten został rozwiązany przez zastosowanie zmiękczaczy wody opartych na kationitach, które zamiast jonów wodoru zawierają jony sodu. Twarda woda zostaje przepuszczona przez kationit, a wówczas dochodzi do wymiany kationów sodu na kationy wapnia i magnezu.





Do regeneracji takiego kationitu wykorzystuje się solankę – roztwór chlorku sodu NaCl. W wyniku regeneracji kationit odzyskuje jony sodu Na^+ , a w roztworze, po przejściu przez kationit, znajdują się jony Ca^{2+} , Mg^{2+} oraz Cl^- , które trafiają do kanalizacji.



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

Zmiękczacze wody, zawierające w swojej budowie kationit z jonami sodu, instaluje się w piwnicy przy wlocie zimnej wody. Dzięki temu zmiękcza się wodę na terenie całego mieszkania. Wadą tego rozwiązania jest to, że trzeba pamiętać o uzupełnianiu roztworu chlorku sodu, który jest stosowany do regeneracji jonitu.

Ciekawostka



Dzbanki filtracyjne są domowym sposobem na zmiękczenie twardej wody z kranu.

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

Obecnie częstym rozwiązaniem do zmiękczenia wody pitnej są dzbanki filtracyjne bądź także filtry zakładane bezpośrednio na kran. Urządzenia te wykorzystują **węgiel aktywny** oraz jonity. Ich wadą jest częsta konieczność wymiany filtrów oraz zbyt krótki okres przepływu wody przez filtry. Powoduje to, że woda może nadal zawierać jony wapnia i magnezu.

Słownik

jonity

inaczej wymiennicze jonowe; substancje wielocząsteczkowe, nierozpuszczalne w wodzie; występują w postaci żelu lub substancji porowatej; posiadają zdolność selektywnej wymiany własnych jonów na te, które znajdują się w otaczającym je roztworze

anionity

substancje wymieniające własne aniony na aniony z otaczającego je roztworu

kationity

substancje wymieniające własne kationy na kationy z otaczającego je roztworu

wapno gaszone

wodorotlenek wapnia $\text{Ca}(\text{OH})_2$

węgiel aktywny

substancja składająca się z pierwiastkowego węgla o dużej powierzchni, zdolna do wiązania związków chemicznych

soda

Bibliografia

Jelińska-Kazimierczuk M., Megiel E., *Teraz matura chemia vademecum*, Warszawa 2018.

Jones L., Atkins P., *Chemia ogólna Częsteczki, materia, reakcje*, Warszawa 2012.

Klimaszewska M., *Chemia od A do Z Repetytorium matura egzaminy na wyższe studia*, Warszawa 1996.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

W poniższej symulacji przedstawiony został przykładowy zmiękcacz wody. Przycisk „START” powoduje przepływ twardej wody przez urządzenie zmiękczające wodę, a przycisk „STOP” zatrzymuje przepływ. Przeprowadź proces zmiękczenia wody, a następnie odpowiedz na poniższe pytania.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1iVeQf5Y>

Symulacja interaktywna pt. *Zmiękczenie wody*

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

Ćwiczenie 1

Wyjaśnij, dlaczego zawartość jonów wapnia i magnezu w wodzie maleje, a następnie rośnie.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Odpowiedz, w jaki sposób, po ponownym wzroście zawartości jonów wapnia i magnezu w wodzie, można te wartości obniżyć.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3

Wyjaśnij, na czym polega proces regeneracji?

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wskaż jony, których obecność wiąże się z występowaniem twardej wody.

☐ W^+ i M^{2+}

☐ Na^+ i Cl^-

☐ Na^+ i Na^+

☐ Ca^{2+} i Mg^{2+}

Ćwiczenie 2



Wskaż sole, których obecność w wodzie generuje twardość tzw. węglanową wody.

☐ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$

☐ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

☐ NaCl

☐ Na_2CO_3

Ćwiczenie 3



Wskaż sole, których obecność w wodzie wiąże się z twardością niewęglanową.

☐ NaCl

☐ CaCl₂

☐ MgSO₄

☐ Na₂SO₄

Ćwiczenie 4



Jaką metodę zastosujesz w celu zmiękczenia wody o twardości przemijającej? Wskaż prawidłową odpowiedź.

☐ Metodę fosforanową.

☐ Ochłodzenia wody.

☐ Metodę gotowania wody.

☐ Dodanie cukru.

Ćwiczenie 5



Jaką metodę zastosujesz w celu usunięcia z wody jonów generujących twardość trwałą? Wskaż prawidłową odpowiedź.

- ☐ Zagotowanie wody.
- ☐ Z wykorzystaniem wodorotlenku magnezu.
- ☐ Z wykorzystaniem węgla sodu.
- ☐ Z wykorzystaniem octu.

Ćwiczenie 6



Uzupełnij poniższe zdania.

Wodę można zmiękczyć, wykorzystując . Są to substancje, które posiadają zdolność selektywnej wymiany na jony znajdujące się w otaczającym je roztworze. Na swojej powierzchni posiadają wiążące jony. Do wymiany kationów służą , a do wymiany anionów . W życiu codziennym stosuje się zmiękczacze wody zbudowane z zawierających jony .

Ćwiczenie 7



Metoda sodowo-wapienna polega na dodaniu do wody jonów wapnia w postaci wapna gaszonego i sody. Wapno gaszone usuwa twardość przemijającą wody. Zapisz równanie reakcji (w formie cząsteczkowej), która zachodzi w trakcie usuwania twardości przemijającej wody generowanej przez wodorowęglan magnezu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Twardą wodę przepuszczono przez urządzenie do zmiękczenia wody, zawierające jonit. Po zmiękczeniu, zmierzono pH wody. Okazało się, że wynosi około pięć. Następnie urządzenie zregenerowano roztworem chlorku sodu. Po ponownym przepuszczeniu przez jonit twardej wody zauważono, że otrzymana woda jest słona.

Zaproponuj sześć równań reakcji zachodzących podczas zmiękczenia wody.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Agata Krzak, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak zmiękczyć wodę?

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XI. Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Uczeń:

4) opisuje mechanizm zjawiska krasowego i usuwania twardości przemijającej wody; pisze odpowiednie równania reakcji.

Zakres rozszerzony

XI. Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Uczeń:

4) opisuje mechanizm zjawiska krasowego i usuwania twardości przemijającej wody; 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:

- wyjaśnia, co powoduje twardość wody;
- wymienia rodzaje twardej wody;
- proponuje sposoby zmiękczenia wody.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- eksperyment chemiczny;
- kula śniegowa;
- symulacja interaktywna;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje i pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów, którzy starają się wyjaśnić pojęcie twardości wody.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna:

1. Kula śniegowa. Nauczyciel zadaje pytanie: Jak zmiękczyć wodę? Wyjaśnia uczniom, że będą teraz pracowali metodą kuli śniegowej, rozdaje im sklerotki. Uczniowie najpierw indywidualnie opracowują odpowiedź na to pytanie. Następnie łączą się w pary

i porównują swoje odpowiedzi. Zapisują wspólne rozwiązania. Potem łączą się w większe grupy i konfrontują swoje odpowiedzi, a rozwiązania zapisują na oddzielnej kartce. Następnie wypowiada się cała klasa, a ustalona odpowiedź razem z argumentami zostaje zapisana na tablicy.

2. Praca indywidualna. Każdy z uczniów posiada komputer/tablet, na którym można odtworzyć e-materiał. Uczestnicy zajęć samodzielnie analizują tekst w e-materiale. Następnie wypowiadają się o słuszności ustalonych rozwiązań w zadaniu wykonanym metodą kuli śniegowej.
3. Eksperyment chemiczny. Nauczyciel poprzez losowanie dzieli klasę na grupy. Ich zadaniem jest zbadanie różnych rodzajów wody (woda destylowana, woda z kranu, odgazowana woda „Muszynianka”) poprzez dodanie do nich węglanu sodu oraz wody wapiennej. Wybierają odpowiednie szkło i odczynniki, które znajdują się na stole laboratoryjnym, a następnie przeprowadzają eksperyment. Nauczyciel rozdaje karty pracy. Uczniowie samodzielnie stawiają pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia, obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równania reakcji chemicznych, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Po zakończonej pracy, przedstawiciele grup prezentują efekty pracy na forum całej klasy. Zapisują równania reakcji na tablicy, następuje weryfikacja pod względem merytorycznym ich wypowiedzi i zapisów. Nauczyciel wyjaśnia niezrozumiałe zagadnienia.
4. Symulacja interaktywna. Uczniowie w parach zapoznają się z medium bazowym i opracowują odpowiedzi na pytania na kartkach. Nauczyciel losuje kilka kartek z odpowiedziami. Następuje weryfikacja odpowiedzi na forum klasy, a poprawne odpowiedzi razem z argumentami zostają zapisane na tablicy.
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w sekcji „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów. Uczniowie odpowiadają na przykładowe pytania:
 - Jak można zdefiniować twardość wody?
 - Jakie są rodzaje twardości wody?
 - Jak można zmiękczyć poszczególne rodzaje twardej wody?
 - Czym są kationity i anionity?
 - Co to jest węgiel aktywny?
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
 - Dziś nauczyłem/łam się, że...
 - Łatwe było dla mnie...
 - Trudności sprawiło mi...

- Zaskoczyło mnie...
- Wiadomości przedstawione na lekcji były podane w ... sposób.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może zostać wykorzystana przy przygotowywaniu się ucznia do sprawdzianu lub do zdobycia wiedzy w razie nieobecności na lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Jak można zdefiniować twardość wody?
- Jakie znacie rodzaje twardości wody?
- Jak można zmiękczyć poszczególne rodzaje twardej wody?
- Czym są kationity i anionity?
- Co to jest węgiel aktywny?

2. Nauczyciel przygotowuje sklerotki.

3. Doświadczenie: „Zmiękczenie różnych rodzajów wody”.

Szkło i sprzęt laboratoryjny: probówki, statyw na probówki, łyżeczki, pipetki plastikowe.

Odczynniki chemiczne: woda destylowana, woda z kranu, odgazowana woda „Muszynianka”, roztwór węglanu sodu o stęż. 0,2 %, roztwór wody wapiennej o stęż. 0,2 %.

Instrukcja wykonania:

- Do trzech probówek wprowadź po 5 cm³ poszczególnych rodzajów wód.
- Do każdej probówki wprowadź po 1 cm³ wody wapiennej i węglanu sodu.
- Obserwuj zmiany.

4. Karty charakterystyk substancji.

5. Karty pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 60.57 KB w języku polskim