



W jaki sposób wyraża się twardość wody?

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



W jaki sposób wyraża się twardość wody?

Twarda woda pozostawia na armaturze łazienkowej i kuchennej ślady w postaci kamienia.

Źródło: Bbypnda, licencja: CC BY-SA 3.0.

Na co dzień spotykasz się z różnymi jednostkami miary. Wykorzystujesz kilogramy lub gramy podczas zakupów spożywczych. Sekundy, minuty, godziny służą Ci do odmierzenia czasu. Metrów, centymetrów używasz do określenia odległości lub długości. W stopniach Celsjusza wyrażasz temperaturę, natomiast w amperach – natężenie prądu elektrycznego. Czy wiesz, w jaki sposób wyraża się twardość wody? A może słyszałeś o milivalach?

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcie twardej wody.
- Sklasyfikujesz twardość wody według odpowiedniej skali.
- Wymienisz skale, w których można wyrażać twardość wody.
- Dokonasz podziału twardości wody ze względu na indywidualne chemiczne, które ją generują.

Przeczytaj

Czym jest twarda woda?

Twarda woda to taka, która w swoim składzie zawiera głównie dobrze rozpuszczalne w wodzie sole wapnia, magnezu (np. wodorowęglan wapnia i magnezu, chlorek wapnia, czy siarczan(VI) magnezu), czasem również żelaza, manganu i innych metali wielowartościowych, które dostały się do wody na skutek rozpuszczenia soli, zawartych w glebie i skałach, przez wody opadowe.

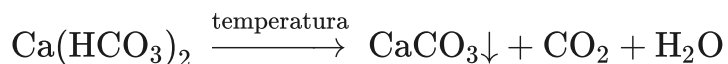
Obecność jonów generujących twardość w wodzie użytkowanej w gospodarstwie domowym może prowadzić do zwiększenia zużycia środków chemii gospodarczej oraz niszczenia sprzętów gospodarstwa domowego, a w przemyśle może nawet prowadzić do strat energetycznych.

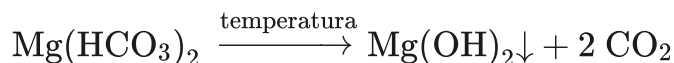
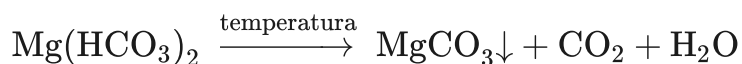
Jakie są rodzaje twardości wody?

Ze względu na zawartość soli w wodzie można wyróżnić trzy rodzaje **twardości wody** (T): **twardość przemijającą** (T_w), **twardość trwałą** (T_s) oraz **twardość ogólną** (T_o).

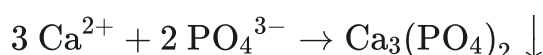
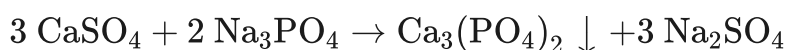
Twardość przemijająca to twardość wywołana obecnością wodorowęglanów wapnia i magnezu, z kolei **twardość trwała** jest spowodowana zawartością w wodzie głównie siarczanów(VI) i chlorków magnezu i wapnia (w mniejszym stopniu azotanów, krzemianów i innych rozpuszczalnych soli wapnia, magnezu i innych metali). Natomiast **twardość ogólna** jest sumą twardości węglanowej i niewęglanowej.

Twardość przemijająca nosi właśnie taką nazwę, ponieważ jest usuwana z wody w czasie gotowania. Woda zatem mięknie, co jest korzystne np. w kontekście prania, ale z drugiej strony w trakcie tego procesu tworzy się kamień kotłowy.

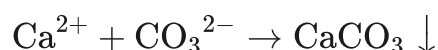
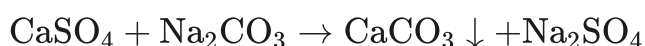




Twardość trwałą można usunąć przez strącenie w postaci osadu trudno rozpuszczalnej soli:



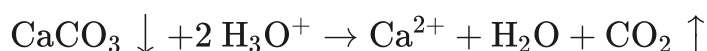
lub



Tak w uproszczeniu działają środki zmiękczające wodę.

Ciekawostka

Duża zawartość soli mineralnych w wodzie skutkuje wytrącaniem się **kamienia kotłowego**, który powstaje w wyniku ogrzewania twardej wody i powoduje niszczenie instalacji przemysłowych (np. kotłów cieplnych, pogarszając ich przewodnictwo cieplne i prowadząc do strat energetycznych) oraz sprzętów gospodarstwa domowego (np. czajników, grzałek w pralkach). Najprostszym domowym sposobem na pozbycie się kamienia kotłowego, który osadził się w czajniku na skutek wielokrotnego gotowania w nim twardej wody, jest zagotowanie wody w tym czajniku z pewną ilością kwasu spożywczego (np. kwasu octowego, cytrynowego). Wówczas następuje reakcja roztwarzania tego kamienia w kwasie, co prezentuje poniższa reakcja:



W jaki sposób wyraża się twardość wody?

Do określania zawartości soli w wodzie, czyli stopnia jej twardości, służy jednostka nazywana **stopniem twardości wody**. Ze względu na przyjęcie m. in. odmiennych standardów w wielu krajach, twardość wody wyrażana jest zatem w:

- stopniach amerykańskich ($\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ lub ppm);
- stopniach niemieckich ($^\circ \text{dH}$, lub dGH);
- stopniach angielskich lub Clarka ($^\circ \text{e}$);
- stopniach francuskich ($^\circ \text{f}$ lub $^\circ \text{fH}$);
- milivalach (**miligramorównoważnikach**) jonów wapnia i magnezu na 1 dm^3 ($\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$);
- milimolach na decymetr sześcienny ($\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$).

W Polsce twardość wody podaje się w jednostce międzynarodowej ($\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$) lub w milivalach składnika na 1 dm^3 wody. Natomiast w literaturze technicznej twardość wody podawana jest zazwyczaj w stopniach niemieckich lub francuskich.

Ważne!

Twardości wody nie określa się tylko względem wapnia. Tak naprawdę, dla uproszczenia, zawartość magnezu przelicza się na wapń, dlatego jednostka międzynarodowa określa zawartość węglanu wapnia w dm^3 wody.

Twardość wód naturalnych mieści się w granicach od 8 do 30°n . Najczęściej woda użytkowa, która występuje w kranach, ma około do 10°n . Za to twardość wody pitnej, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, powinna mieścić się w przedziale od 60 do $500 \frac{\text{mmol CaCO}_3}{\text{dm}^3}$. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) zaleca, żeby woda przeznaczona do picia posiadała twardość ogólną zawartą w granicach: 1 do $10 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$ (50 do $500 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$).

Tabela przedstawiająca klasyfikację twardości wody w różnych skalach

Ważne!

Rodzaj wody	Jednostka fizyczna $\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	Jednostka międzynarodowa $\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$	Jednostka amerykańska $\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	Stopnie niemieckie $^\circ \text{n}$	Stop: angiel $^\circ \text{e}$
Bardzo miękka	0 – 1,78	0 – 0,89	0 – 89	0 – 5	0 – 6

Rodzaj wody	Jednostka fizyczna $\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	Jednostka międzynarodowa $\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$	Jednostka amerykańska $\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	Stopnie niemieckie °n	Stopnie angielskie °e
Miękka	1,78 – 3,57	0,89 – 1,79	89 – 179	5 – 10	6,23 – 12,46
O średniej twardości	3,57 – 5,35	1,79 – 2,68	179 – 268	10 – 15	12,46 – 18,70
O znacznej twardości	5,35 – 7,13	2,68 – 3,57	268 – 357	15 – 20	18,70 – 24,94
Twarda	7,13 – 10,7	3,57 – 5,35	357 – 535	20 – 30	24,94 – 37,41
Bardzo twarda	> 10,7	> 5,35	> 535	> 30	> 37

Jak przeliczać różne jednostki twardości wody?

Jednostki przeliczane	°dH (lub °n)	°e	°f	$\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	$\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	$\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$
Stopnie niemieckie 1 °dH (lub °n) =	1	1,253	1,78	17,8	0,357	0,1783
Stopnie angielskie 1 °e =	0,789	1	1,43	14,3	0,285	0,142
Stopnie francuskie 1 °f =	0,56	0,702	1	10	0,2	0,1
Jednostka amerykańska 1 $\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ =	0,056	0,07	0,1	1	0,02	0,01
Jednostka fizyczna 1 $\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$ =	2,8	3,51	5	50	1	0,5
Jednostka międzynarodowa 1 $\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$ =	5,6	7,02	10	100	2	1

Źródło: http://www.mpwik.org/?page_id=174 (dostęp: 19.04.2020 r.) wg polskiej normy (PN – 71/C-04554)

Przykład 1

Przelicz twardość wody o wartości $15,0 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$ na twardość wyrażoną w jednostkach $\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$. Określ rodzaj wody.

W powyższej tabeli sprawdź, jaka wartość twardości wody wyrażonej w jednostkach $\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ odpowiada $1 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$.

$$1 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3} \text{ — } 50 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$$

Na podstawie tych informacji ułóż proporcję.

$$1 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3} \text{ — } 50 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$$

$$15 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3} \text{ — } x$$

$$x = \frac{15 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3} \cdot 50 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}}{1 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}} = 750 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$$

Podane wartości wskazują na wodę o bardzo dużej twardości.

Ćwiczenie 1

Przelicz twardość wody o wartości $12,0 \text{ }^\circ\text{dH}$ na twardość wyrażoną w jednostce międzynarodowej. Określ rodzaj wody.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Słownik

twardość wody

cecha wody, na którą wpływa obecność soli mineralnych
twardość węglanowa

taka twardość wody, która jest spowodowana obecnością wodorowęglanów wapnia i magnezu; nazywana inaczej „twardością przemijającą”

twardość niewęglanowa

taka twardość wody, która jest spowodowana obecnością soli, tj. chlorków, siarczanów(VI) (magnezu i wapnia), ale również w mniejszym stopniu azotanów, krzemianów oraz innych soli wapnia, magnezu i innych metali; nazywana inaczej „twardością trwałą”

twardość ogólna

suma twardości niewęglanowej i węglanowej
gramorównoważnik

(ekwiwalent stechiometryczny) jednostka masy używana w chemii (niezalecana przez IUPAC), wyrażana jako val, wal, eq, ekw. W celu obliczenia gramorównoważnika chemicznego dla pierwiastka lub związku chemicznego, należy podzielić masę mola substancji przez odpowiednią wartościowość:

$$R = \frac{M}{w}$$

- R – gramorównoważnik chemiczny [g];
- M – masa 1 mola substancji [g];
- w – wartościowość.

kamień kotłowy

warstwa osadu węglanów wapnia i magnezu oraz wodorotlenku magnezu, powstała w wyniku termicznego rozkładu wodorowęglanów wapnia i magnezu, zawartych w twardej wodzie

Bibliografia

Minczewski J., Marczenko Z., *Chemia analityczna. Chemiczne metody analizy ilościowej 2*, Warszawa 2009.

Woda Oligoceńska, woda z kranu czy woda z filtra?, online:

http://smacznowoda.pl/woda_oligocenska.php?menu=6&lp=5 (dostęp: 26.04.2021).

Film edukacyjny

Polecenie 1

Czy już wiesz, jakie są rodzaje twardości wody? W jaki sposób wyraża się twardość wody? Zapoznaj się z poniższym filmem, a następnie odpowiedź na pytania zamieszczone pod filmem.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RmygDbIQkd3QL>

Film edukacyjny pt. „Twardość wody”

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącego twardości wody.

Ćwiczenie 1

W jakich granicach mieści się ilość tlenku wapnia dla wody miękkiej? Wynik podaj w miligramach na decymetr sześcienny wody.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Na podstawie powyższego filmu wyjaśnij pojęcia twardości trwałej i przemijającej.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3

Czy ilość węglanu wapnia zawarta w 1 dm^3 wody dla 1 stopnia francuskiego i 1 stopnia niemieckiego jest taka sama?

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dopasuj definicję do pojęcia.

Kamień kotłowy

inaczej trwała, czyli taka, która powodowana jest obecnością w wodzie rozpuszczonych soli, tj. chlorków, siarczanów(VI) (magnezu i wapnia), ale również w mniejszym stopniu azotanów czy krzemianów.

Twardość przemijająca

jest to warstwa osadu węglanów wapnia i magnezu oraz wodorotlenku magnezu, która powstała w wyniku termicznego rozkładu wodorowęglanów wapnia i magnezu zawartych w twardej wodzie.

Twardość niewęglanowa

inaczej węglanowa, czyli taka, której jesteśmy w stanie pozbyć się po zagotowaniu wody.

Twardość wody

jest to cecha wody, na którą wpływa obecność soli mineralnych.

Ćwiczenie 2



Wstaw odpowiednie wyrazy w tekst dotyczący powstawania kamienia kotłowego oraz możliwości zapobiegania jego tworzenia.

Duża zawartość w wodzie skutkuje kamienia kotłowego. Kamień powstaje w wyniku ogrzewania i powoduje niszczenie instalacji przemysłowych oraz sprzętów gospodarstwa domowego. Aby pozbyć się kamienia kotłowego z czajnika, należy zagotować w tym czajniku z pewną ilością kwasu spożywczego (lub).

wytrąceniem

wodę

kwas cytrynowy

ogrzaniem

solii mineralnych

kwas octowy

alkoholu

twardej wody

miękkiej wody

Ćwiczenie 3



Wyjaśnij, w jaki sposób powstaje kamień kotłowy, gdzie powstaje oraz jak zapobiegać jego powstawaniu? Napisz odpowiednie równania reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.



Zakład wodociągowy dostarcza do mieszkania wodę o twardości ogólnej $300 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$.

Zapoznaj się z danymi z tabeli i odpowiedz, jaki jest to rodzaj wody.

Rodzaj wody	Jednostka fizyczna $\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	Jednostka międzynarodowa $\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$	Jednostka amerykańska $\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	Stopnie niemieckie °n
Bardzo miękka	0 – 1,78	0 – 0,89	0 – 89	0 – 5
Miękka	1,78 – 3,57	0,89 – 1,79	89 – 179	5 – 10
O średniej twardości	3,57 – 5,35	1,79 – 2,68	179 – 268	10 – 15
O znacznej twardości	5,35 – 7,13	2,68 – 3,57	268 – 357	15 – 20
Twarda	7,13 – 10,7	3,57 – 5,35	357 – 535	20 – 30
Bardzo twarda	> 10,7	> 5,35	> 535	> 30

Źródło: http://www.mpwik.org/?page_id=174 (dostęp: 19.04.2020 r.). Dane są zgodne z polską normą (PN – 71/C-04554)

Odpowiedź:

Ćwiczenie 5



Uczeń dokonał oznaczeń wody na podstawie uzyskanej informacji, że zawiera ona $112 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$. Ile wynosi twardość wody ucznia wyrażona w $\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$? Zgodnie z podaną skalą określ, jaką wodę posiada w swoim domu uczeń.

Pamiętaj, że wartość 1 °n odpowiada $17,86 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$.

Rodzaj wody	Twardość wody (°n)
Bardzo miękka	0 do 0,5
Miękka	5 do 10
O średniej twardości	10 do 15
O znacznej twardości	15 do 20
Twarda	20 do 30
Bardzo twarda	ponad 30

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Twardość nieprzemijająca wody może być usunięta poprzez zastosowanie reakcji chemicznych. W przypadku chlorków wapnia, można ją usunąć poprzez użycie węgla sodu. Oblicz, ile gramów węgla sodu potrzeba do zmiękczenia 10 dm^3 wody, dla której twardość wynosi $27,6^\circ \text{ n}$?

Jednostki przeliczane	$^\circ \text{dH}$ (lub $^\circ \text{n}$)	$^\circ \text{e}$	$^\circ \text{f}$	$\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	$\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	$\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$
Stopnie niemieckie 1°dH (lub $^\circ \text{n}$) =	1	1,253	1,78	17,8	0,357	0,1783
Stopnie angielskie 1°e =	0,789	1	1,43	14,3	0,285	0,142
Stopnie francuskie 1°f =	0,56	0,702	1	10	0,2	0,1
Jednostka amerykańska $1 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ =	0,056	0,07	0,1	1	0,02	0,01
Jednostka fizyczna $1 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$ =	2,8	3,51	5	50	1	0,5

Jednostki przeliczane	$^{\circ}\text{dH (lub } ^{\circ}\text{n)}$	$^{\circ}\text{e}$	$^{\circ}\text{f}$	$\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	$\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	$\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$
Jednostka międzynarodowa $1 \frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3} =$	5,6	7,02	10	100	2	1

Źródło: http://www.mpwik.org/?page_id=174 (dostęp: 19.04.2020 r.) wg polskiej normy (PN – 71/C-04554)

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Uczeń dowiedział się, że twardość wody dostarczanej przez wodociąg wynosi $5,0 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$.

Postanowił przeliczyć ją na inną jednostkę – do tego wybrał $\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$. Skorzystaj z danych zawartych w tabeli i zaproponuj obliczenia, jakie mógł wykonać.

Jednostki przeliczane	$^{\circ}\text{dH (lub } ^{\circ}\text{n)}$	$^{\circ}\text{e}$	$^{\circ}\text{f}$	$\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	$\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	$\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$
Stopnie niemieckie $1^{\circ}\text{dH (lub } ^{\circ}\text{n)} =$	1	1,253	1,78	17,8	0,357	0,1783
Stopnie angielskie $1^{\circ}\text{e} =$	0,789	1	1,43	14,3	0,285	0,142
Stopnie francuskie $1^{\circ}\text{f} =$	0,56	0,702	1	10	0,2	0,1
Jednostka amerykańska $1 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3} =$	0,056	0,07	0,1	1	0,02	0,01
Jednostka fizyczna $1 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3} =$	2,8	3,51	5	50	1	0,5

Jednostki przeliczane	$^{\circ}\text{dH}$ (lub $^{\circ}\text{n}$)	$^{\circ}\text{e}$	$^{\circ}\text{f}$	$\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	$\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	$\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$
Jednostka międzynarodowa $1 \frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3} =$	5,6	7,02	10	100	2	1

Źródło: http://www.mpwik.org/?page_id=174 (dostęp: 19.04.2020 r.) wg polskiej normy (PN – 71/C-04554)

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Oblicz twardość przemijającą wody, wiedząc, że w 5 dm^3 tej wody znajduje się $0,73 \text{ g}$ wodorowęglanu magnezu. Twardość wody podaj w miniwałach i stopniach niemieckich.

Jednostki przeliczane	$^{\circ}\text{dH (lub } ^{\circ}\text{n)}$	$^{\circ}\text{e}$	$^{\circ}\text{f}$	$\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	$\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	$\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$
Stopnie niemieckie $1^{\circ}\text{dH (lub } ^{\circ}\text{n)} =$	1	1,253	1,78	17,8	0,357	0,1783
Stopnie angielskie $1^{\circ}\text{e} =$	0,789	1	1,43	14,3	0,285	0,142
Stopnie francuskie $1^{\circ}\text{f} =$	0,56	0,702	1	10	0,2	0,1
Jednostka amerykańska $1 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3} =$	0,056	0,07	0,1	1	0,02	0,01
Jednostka fizyczna $1 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3} =$	2,8	3,51	5	50	1	0,5

Jednostki przeliczane	$^{\circ}\text{dH}$ (lub $^{\circ}\text{n}$)	$^{\circ}\text{e}$	$^{\circ}\text{f}$	$\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	$\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	$\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$
Jednostka międzynarodowa $1 \frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3} =$	5,6	7,02	10	100	2	1

Źródło: http://www.mpwik.org/?page_id=174 (dostęp: 19.04.2020 r.) wg polskiej normy (PN – 71/C-04554)

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Wykonując miareczkowanie, w celu oznaczenia twardości wody, uczeń zużył 21 cm^3 EDTA o stężeniu $0,044 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ względem 100 cm^3 wody. Oblicz, jaką twardość posiadała woda oznaczana przez ucznia, wiedząc, że na 1 mol EDTA przypada 1 mol CaO. Wynik podaj w stopniach niemieckich.

$$1^\circ \text{ n} = 10 \frac{\text{mg CaO}}{\text{dm}^3}$$

Jednostki przeliczane	$^\circ \text{dH (lub } ^\circ \text{n)}$	$^\circ \text{e}$	$^\circ \text{f}$	$\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	$\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	$\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$
Stopnie niemieckie $1^\circ \text{dH (lub } ^\circ \text{n)} =$	1	1,253	1,78	17,8	0,357	0,1783
Stopnie angielskie $1^\circ \text{e} =$	0,789	1	1,43	14,3	0,285	0,142
Stopnie francuskie $1^\circ \text{f} =$	0,56	0,702	1	10	0,2	0,1
Jednostka amerykańska $1 \frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3} =$	0,056	0,07	0,1	1	0,02	0,01

Jednostki przeliczane	$^{\circ}\text{dH (lub } ^{\circ}\text{n)}$	$^{\circ}\text{e}$	$^{\circ}\text{f}$	$\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{dm}^3}$ (ppm)	$\frac{\text{mval}}{\text{dm}^3}$	$\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3}$
Jednostka fizyczna $1 \frac{\text{mval}}{\text{dm}^3} =$	2,8	3,51	5	50	1	0,5
Jednostka międzynarodowa $1 \frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3} =$	5,6	7,02	10	100	2	1

Źródło: http://www.mpwik.org/?page_id=174 (dostęp: 19.04.2020 r.) wg polskiej normy (PN – 71/C-04554)

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: Aleksandra Marszałek-Harych, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: W jaki sposób wyraża się twardość wody?

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:

- definiuje pojęcie twardej wody;
- klasyfikuje twardość wody według odpowiedniej skali;
- wymienia jednostki, w jakich wyraża się twardość wody.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- pogadanka;
- ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- mapa pojęciowa;
- film edukacyjny;
- technika zdań podsumowujących.

Forma pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje treści zawarte we wprowadzeniu e-materiału, włącza uczniów do dyskusji.
2. Rozpoznawanie wiedzy potocznej uczniów. Uczniowie starają się zdefiniować pojęcie – twardość wody.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie analizują treści zawarte w e-materiale dotyczące sposobu wyrażania twardości wody. Po wyznaczonym czasie nauczyciel inicjuje pogadankę – w jaki sposób można wyznaczać twardość wody?
2. Praca z mapą pojęciową. Nauczyciel zapisuje na tablicy wyrażenie: sposoby wyrażania twardości wody. Wyznaczony przez nauczyciela moderator zapisuje całość w postaci

mapy pojęć na tablicy. Uczniowie kolejno zgłaszają swoje propozycje. Wszyscy uczniowie przepisują mapę do zeszytów.

3. Nauczyciel w celu utrwalenia wyświetla na tablicy multimedialnej film edukacyjny przedstawiający klasyfikację twardości wody i zestawienie różnego przedstawiania twardości wody oraz jednostki.
4. Nauczyciel dzieli klasę na grupy. Każda grupa ma za zadanie przeliczyć twardość wody na odpowiednie stopnie i całkowicie uzupełnić zamieszczoną poniżej tabelę. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie prezentują wyniki na forum, a nauczyciel weryfikuje ich poprawność.

Plik o rozmiarze 42.20 KB w języku polskim

Rozwiązanie:

Plik o rozmiarze 45.37 KB w języku polskim

5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: jaką wodę nazywamy twardą? Jakie są rodzaje twardości wody? W jaki sposób wyraża się twardość wody w Polsce? W jakich jednostkach wyraża się twardość wody w zależności od stopnia twardości? Co to jest kamień kotłowy?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/nauczyłem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może być wykorzystana przez uczniów podczas przygotowania do zajęć lub sprawdzianu. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą medium wykorzystać do uzupełnienia swoich luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

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

- Jaką wodę nazywamy twardą?
- Jakie są rodzaje twardości wody?
- W jaki sposób wyraża się twardość wody w Polsce?
- W jakich jednostkach wyraża się twardość wody w zależności od stopnia twardości?
- Co to jest kamień kotłowy?