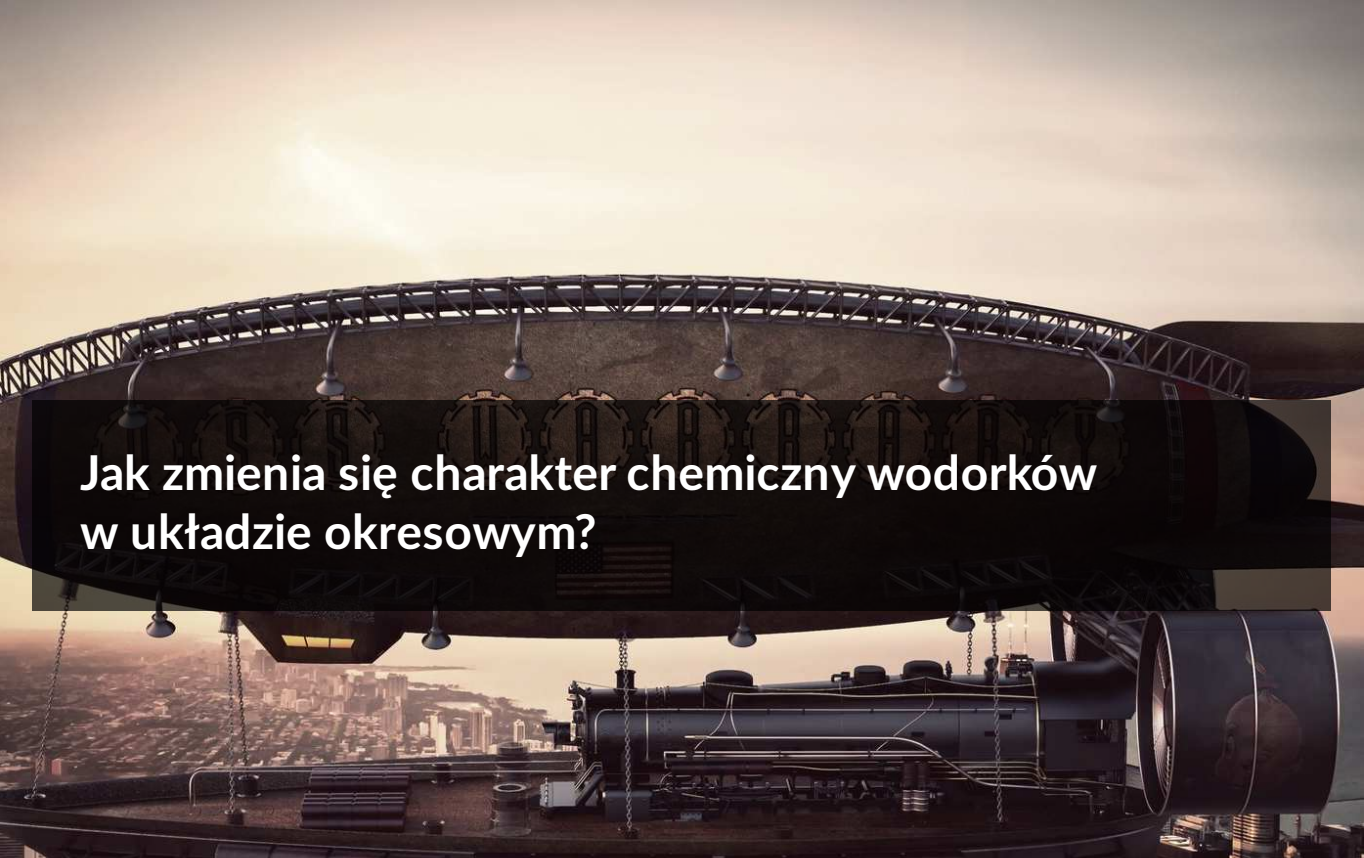




Jak zmienia się charakter chemiczny wodorów w układzie okresowym?

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



Jak zmienia się charakter chemiczny wodorków w układzie okresowym?

Pewne rodzaje wodorków są wykorzystywane jako magazyny wodoru, który może być stosowany do unoszenia sterowców w powietrzu.

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

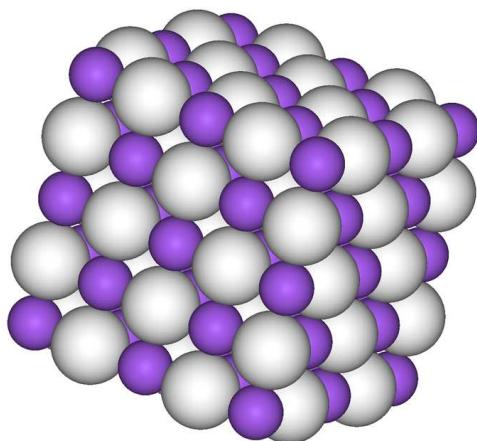
Binarne związki wodoru z innymi pierwiastkami chemicznymi to wodorki. Należą do nich m.in. kwasy beztlenowe, woda, amoniak oraz metan. Zastanów się nad właściwościami chemicznymi wymienionych związków. Czy wiesz, dlaczego są różne? Od czego zależą ich właściwości chemiczne? Wszystkiego dowiesz się w tym materiale.

Twoje cele

- Opiszysz charakter chemiczny wodorku na podstawie położenia w układzie okresowym pierwiastków.
- Zapiszesz równania reakcji, jakim podlegają wodorki.
- Skategoryzujesz wodorki ze względu na ich reaktywność.

Źródło: GeoMarSnp.pl, na podstawie W. Mizerski: Tablice chemiczne, Warszawa 2004, licencja: CC BY-SA 3.0

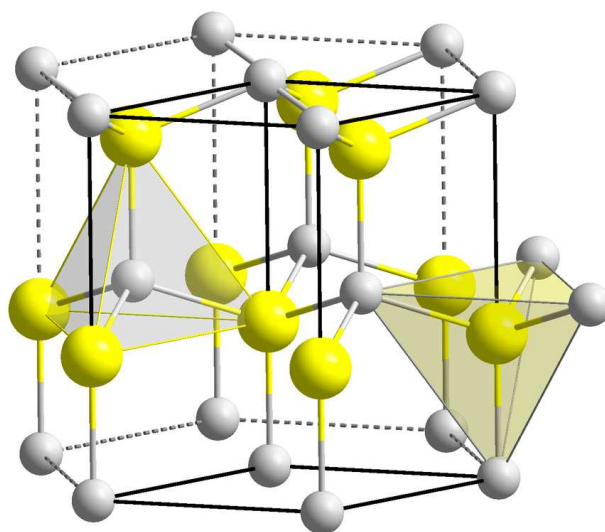
Pierwiastki 1. i 2. grupy tworzą wodorki o budowie jonowej (wyjątek: BeH_2). Są to białe lub jasnoszare proszki, które posiadają wysoką temperaturę topienia. Ich [struktura krystaliczna](#) przypomina strukturę soli kuchennej.



Model struktury wodorku sodu

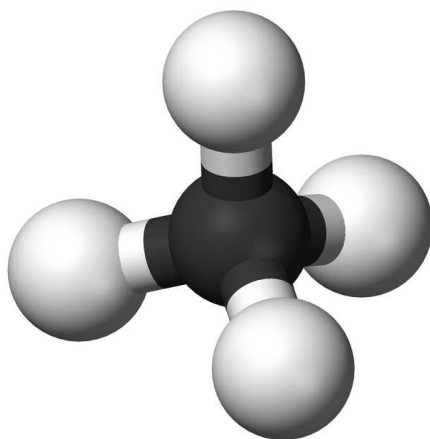
Źródło: dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, domena publiczna.

Związki wodoru z pierwiastkami bloku *d* to **wodorki metaliczne**. Stanowią one czarne proszki, które przewodzą prąd, a ich właściwości są zbliżone do metalu macierzystego, który je tworzy. Składu chemicznego tych wodorków nie da się wyrazić prostymi [wzorami](#) z indeksami w postaci liczb całkowitych (np. $\text{PdH}_{0,6}$ – wodorek palladu). Wynika to z ich budowy – otóż atomy wodoru zajmują w nich położenia międzywęzłowe w sieciach metalicznych, tworząc w ten sposób niestechiometryczne stopy metali z wodorem.



Struktura wodorku miedzi(I), która posiada strukturę na wzór wurcytu.

Trzeci i ostatni typ wodorków tworzony jest z pierwiastkami znajdującymi się w bloku *p*, dokładniej grup od 14. do 17. oraz z borem (glin i gal tworzą spolimeryzowane wodorki kompleksowe). Są to związki, w których, pomiędzy tworzącymi je atomami, występuje wiązanie kowalencyjne bądź kowalencyjne spolaryzowane. Wodorki te są lotne i posiadające niskie temperatury topnienia. Biorąc pod uwagę tworzący je wraz z wodorem atom pierwiastka, ich trwałość maleje w dół grupy wraz ze wzrostem masy atomowej pierwiastków oraz w okresie wraz ze wzrostem ich charakteru metalicznego (w lewo). Przykładami tych związków są: amoniak, wodorki fluorowców, lekkie węglowodory (metan, etan) oraz benzen.



Struktura cząsteczki metanu

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

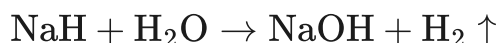
Nr grupy w układzie okresowym pierwiastków	1	2	13	14	15	16	17
Wzór ogólny wodorku	XH	XH ₂	XH ₃	XH ₄	H ₃ X oraz H ₄ X ₂ (dla N i P)	H ₂ X	HX

Jak klasyfikuje się wodorki pod względem ich reaktywności?

Wodorki mogą mieć charakter zasadowy, kwasowy lub obojętny. Charakter ten jest bezpośrednio związany z reaktywnością wodorków wobec wody, wodnych roztworów wodorotlenków i kwasów.

1. **Wodorki zasadowe** to wodorki typu soli (1. i 2. grupy układu okresowego pierwiastków oraz wodorki metali bloku *d*) oraz wodorek niemetalu, jakim jest amoniak – NH_3 . W reakcji z wodą tworzą zasady. Reakcjom tym zazwyczaj towarzyszy gwałtowne wydzielanie wodoru.

Na przykład:



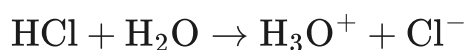
W reakcji z kwasami tworzą sole, np.:



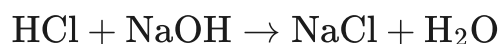
Ciekawym przykładem wodorku jest BeH_2 , który nie tworzy pojedynczych cząsteczek lecz długie łańcuchy. Ze względu na to nie określa się jego charakteru chemicznego.

2. **Wodorki kwasowe** to wodorki niemetalu bloku *p*, których roztwory wodne to kwasy beztlenowe.

Na przykład:



Natomiast w reakcjach z wodnymi roztworami wodorotlenków tworzą sole, np.:



3. **Wodorki obojętne** nie reagują z wodą ani z wodnymi roztworami wodorotlenków i kwasów. Przykładami są: CH_4 , PH_3 , SiH_4 .

Zmiana charakteru chemicznego wybranych wodorków na tle układu okresowego

Wodorki to związki, których właściwości zmieniają się okresowo. W miarę wzrostu wartości elektroujemności pierwiastków chemicznych, charakter ich wiązań zmienia się od jonowego do kowalencyjnego (kowalencyjnego spolaryzowanego). Równolegle można zaobserwować zmianę charakteru tych związków od zasadowego przez obojętny aż do kwasowego (patrząc od lewej do prawej strony w układzie okresowym).

Wodorki pierwiastków trzeciego okresu

Wodorek	Reaktywność z wodą	Reaktywność ogółem	Właściwości redukujące
NaH	tak (tworzy wodorotlenek)	reaguje z kwasami	tak
MgH ₂	tak (tworzy wodorotlenek)	reaguje z kwasami	tak
AlH ₃	brak	wykazuje silne właściwości redukujące	tak
SiH ₄	brak	brak, ma charakter obojętny	brak
PH ₃	brak	wykazuje bardzo słabe właściwości zasadowe i silne właściwości redukujące	tak
H ₂ S	ropuszcza się i bardzo słabo dysocjuje	reaguje z zasadami i ma charakter kwasowy	tak

Wodorek	Reaktywność z wodą	Reaktywność ogółem	Właściwości redukujące
HCl	ropuszcza się i dysocjuje	reaguje z zasadami i ma charakter kwasowy	brak

Analizując charakter chemiczny wodorów w grupach, spostrzeżemy, że ze wzrostem masy atomowej pierwiastków niemetalu wzrasta ich charakter kwasowy (w dół grupy), natomiast dla pierwiastków metali obserwuje się malejący charakter zasadowy (w dół grupy).

Słownik

stopień utlenienia

ładunek jonu, w jaki przekształciłby się atom danego pierwiastka, gdyby wszystkie tworzone przez niego wiązania miały charakter jonowy

wodorki

związki wodoru z innymi pierwiastkami; ze względu na skład, wodorki możemy podzielić na:

- wodorki niemetalu – związki, w których wodór występuje na +I stopniu utlenienia
- wodorki metalu – związki, w których wodór występuje na –I stopniu utlenienia

wzór sumaryczny

wzór chemiczny, który podaje symbole pierwiastków oraz liczbę ich atomów tworzących dany związek chemiczny, określa skład jakościowy i ilościowy związku chemicznego

sieć krystaliczna

pojęcie matematyczne, które oznacza powtarzające się w przestrzeni upakowanie drobin

Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemia ogólna. Cząsteczki, materia, reakcje*, Warszawa 2004.

Bielański A., *Podstawy Chemii nieorganicznej*, t. 1 i 2, Warszawa 2010.

Encyklopedia PWN

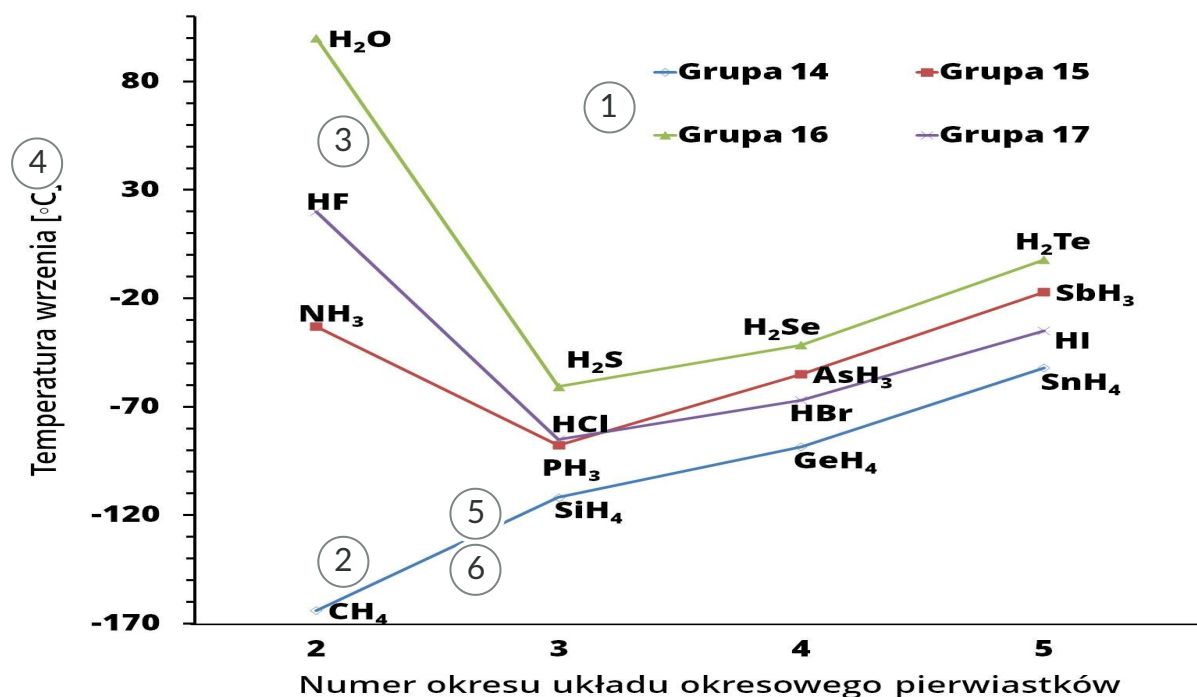
Pac B., Zegar A., *Podstawy klasyfikacji związków nieorganicznych w teorii i zadaniach*, Kraków 2019.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Czy wiesz, jaka jest zależność temperatur wrzenia w wodorkach grup od 14. do 17. układu okresowego pierwiastków? Dlaczego niektóre z wodorków odbiegają od linii trendu?

Przeanalizuj grafikę, a następnie odpowiedz na pytania.



1

Najniższe wartości temperatur wrzenia w każdym okresie są związane z wodorkami grupy 14. (CH₄, SiH₄, GeH₄, SnH₄), a najwyższe wartości temperatur wrzenia należą do wodorków grupy 16. (H₂O, H₂S, H₂Se, H₂Te).

2

Z wyjątkiem NH₃, H₂O i HF, wartości temperatur wrzenia wodorków zawsze rosną w obrębie grupy, np. w grupie 14. wartości temperatur wrzenia rosną w kolejności:
CH₄ < SiH₄ < GeH₄ < SnH₄.

3

Wodorki okresu 2. mają niezwykle wysokie wartości temperatur wrzenia, z wyjątkiem CH₄, który ma najniższą wartość temperatury wrzenia ze wszystkich.

4

Wartości temperatury wrzenia wodorków pierwiastków grupy 14. wzrastają wraz ze wzrostem masy cząsteczkowej wodorku.

5

Pomiędzy cząsteczkami NH_3 , H_2O i HF występują silne oddziaływania – wiązania wodorowe. Fakt ten jest odpowiedzialny za zaburzenie tendencji, z którą mamy do czynienia w przypadku wodorków pierwiastków grupy 14. Związki, pomiędzy cząsteczkami których może dochodzić do tworzenia wiązań wodorowych, mają wyższe wartości temperatur wrzenia niż wynikałoby to z ich masy cząsteczkowej.

6

Różnice w wartościach temperatur wrzenia w parach SnH_4 i H_2Te oraz SiH_4 i H_2S mimo zbliżonych wartości mas cząsteczkowych tych wodorków, wynikają z tego, że wodorki pierwiastków grupy 16. są związkami polarnymi, a wodorki grupy 14. nie.

Grafika interaktywna pt. „Wykres zależności temperatury wrzenia wodorków niemetali”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2013; oraz <https://cooljargon.com/ebooks/chemistry/m51077/index.cnxml.html>, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

Czy wiesz, w którym kierunku wzrasta kwasowość wodorków, a w którym maleje? Przed przejściem do analizy grafiki zapoznaj się z pojęciami wymienionymi poniżej, w celu lepszego zrozumienia informacji. Następnie zapoznaj się z grafiką interaktywną prezentującą zmianę charakteru wodorków w grupach od 14. do 17.

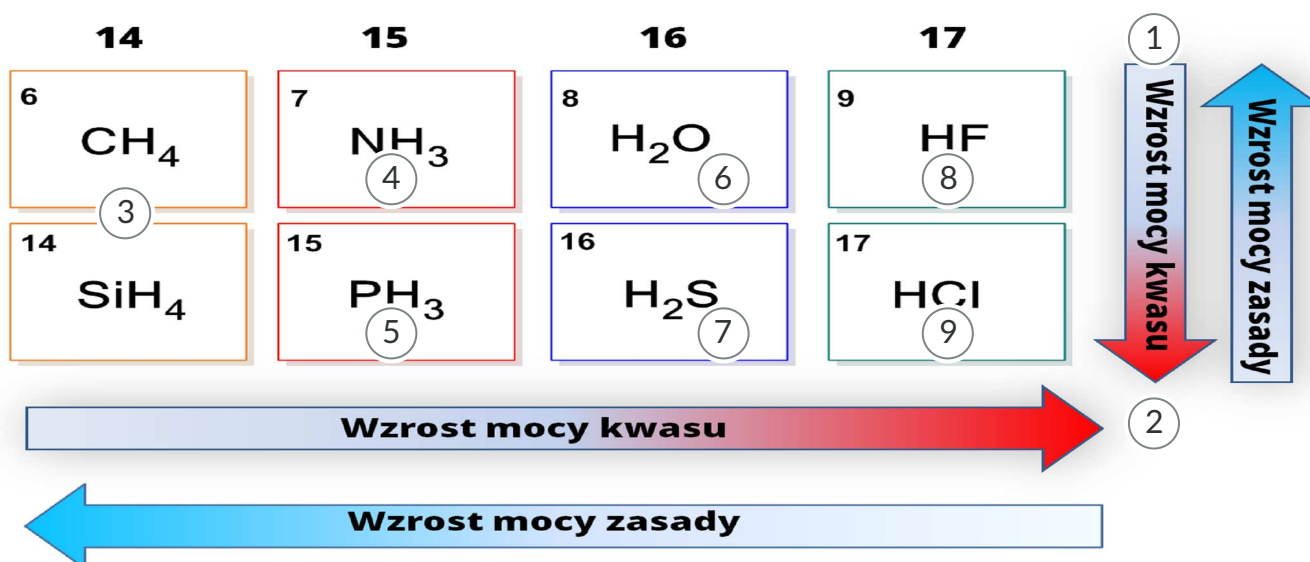
Moc kwasu – *określa zdolność kwasu do dysocjacji w środowisku wodnym na kation wodoru i anion reszty kwasowej, a wyznacznikiem jej mocy jest zazwyczaj ujemny logarytm dziesiętny ze stałej dysocjacji kwasu (K_a) w danych warunkach ($pK_a = -\log(K_a)$). Moc kwasu jest większa, gdy pK_a jest mniejsze.

Moc zasady – *określa zdolność zasady do uwalniania jonów wodorotlenkowych (w roztworze) bądź zdolność do oddawania elektronów w reakcjach z akceptorami elektronów, a wyznacznikiem jej mocy jest ujemny logarytm dziesiętny ze stałej dysocjacji zasady (K_b) w danych warunkach ($pK_b = -\log(K_b)$), oznaczany skrótem pK_b^* . Moc zasady jest większa, gdy pK_b jest mniejsze.*

Wg definicji Brønsteda–Lowry'ego:

Kwas stanowi substancja, z której może zostać usunięty kation wodoru, czyli jest donorem jonu wodoru.

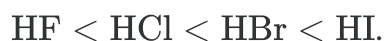
Zasadę stanowi substancja zdolna do oderwania kationu wodoru z kwasu i jego zaakceptowania, czyli jest akceptorem jonu wodoru.



1

Przy braku jakiegokolwiek efektu wyrównującego, siła kwasowa dwuskładnikowych związków wodoru z niemetalami (A) wzrasta, gdy siła wiązania $\text{H}-\text{A}$ maleje w dół grupy w układzie okresowym pierwiastków.

W grupie 17. kolejność zwiększania kwasowości wynosi:



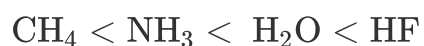
Podobnie w grupie 16. kolejność zwiększania mocy kwasu wynosi:



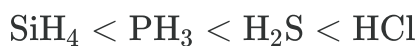
2

W jednym rzędzie układu okresowego siła kwasowa dwuskładnikowych związków wodoru wzrasta wraz ze wzrostem elektroujemności atomu niemetalicznego, ponieważ zwiększa się biegunowość wiązania $\text{H}-\text{A}$.

Zatem kolejność zwiększania kwasowości (w celu usunięcia jednego kationu wodoru) w drugim rzędzie to:



Natomiast w trzecim rzędzie:



3

Metan i wodorek krzemu nie wykazują właściwości zasadowych oraz kwasowych.

4

Amoniak jest słabą zasadą.

5

Fosforowodór jest bardzo słabą zasadą.

6

Woda jest związkiem amfiprotycznym, czyli reagentem mogącym oddać, jak i przyłączyć kation wodoru. Woda w obecności silniejszej zasady będzie odgrywała rolę kwasu i przekształci się w anion wodorotlenkowy (OH^-), natomiast w obecności silniejszego kwasu będzie pełniła funkcję zasady i przyłączy proton dając kation oksoniowy (H_3O^+).

7

Siarkowodór jest słabym kwasem.

8

Fluorowodór jest słabym kwasem.

9

Chlorowodór jest mocnym kwasem.

Grafika interaktywna pt. „Charakter chemiczny wodorków niemetali”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Bielański, A. "Podstawy chemii nieorganicznej", Warszawa 2013; oraz <https://wps.prenhall.com/wps/media/objects/3083/3157321/blb1610.html>; licencja: CC BY-SA 3.0.

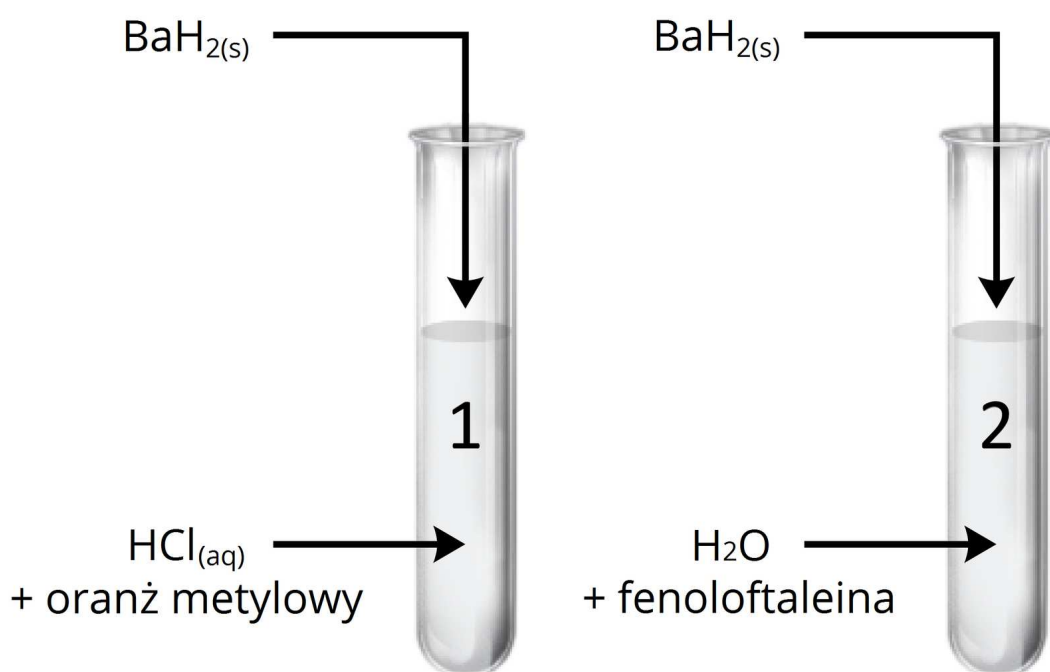
Ćwiczenie 1

Omów kierunek wzrostu kwasowości wodorków niemetalu w grupie układu okresowego pierwiastków chemicznych na przykładzie grupy 17. Uzasadnij swoją odpowiedź.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Wykonano doświadczenie, przedstawione poniższym schematem:



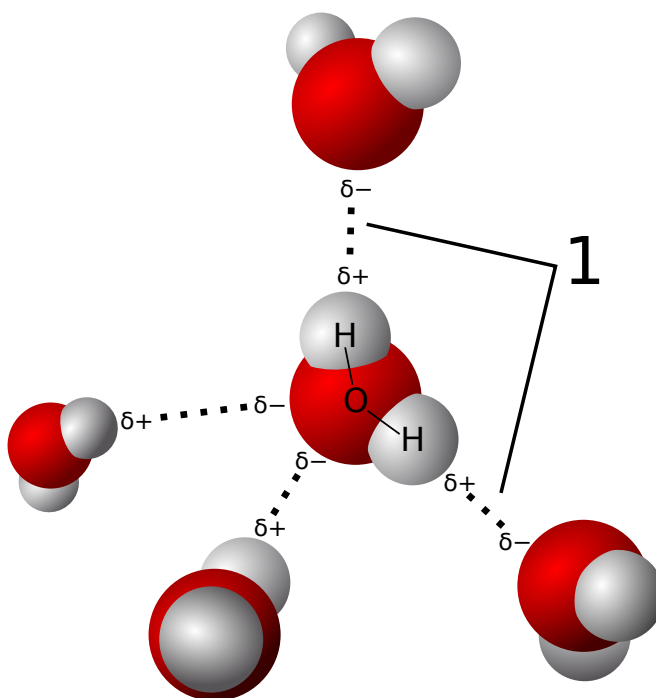
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Opisz obserwacje towarzyszące przebiegowi tego doświadczenia.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3

Na rysunku poniżej przedstawiona jest właściwość wodorków niemetali okresu 2., grup od 15. do 17., odpowiedzialna m.in. za wysokie temperatury wrzenia tych wodorków. Wymień zaprezentowaną właściwość chemiczną i uzasadnij swoją odpowiedź.



Modele cząsteczek wody

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz zdanie prawdziwe.

- ☐ Wodorki niemetali mogą mieć tylko charakter zasadowy lub obojętny.
- ☐ Wodorki metali mogą mieć charakter kwasowy, zasadowy lub obojętny.
- ☐ Wodorki niemetali mogą mieć tylko charakter kwasowy lub obojętny.
- ☐ Wodorki niemetali mogą mieć charakter kwasowy, zasadowy lub obojętny.

Ćwiczenie 2



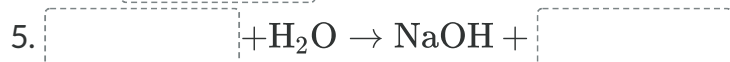
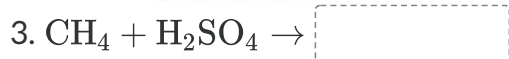
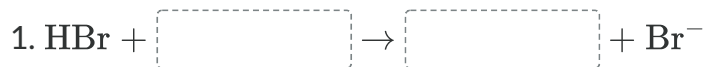
Wybierz szereg wodorków, uporządkowanych zgodnie z ich rosnącą trwałością.

- ☐ HI, H₂Te, SnH₄
- ☐ SnH₄, H₂Te, SbH₃, HI
- ☐ SnH₄, SbH₃, H₂Te, HI
- ☐ HI, H₂Te, SnH₄, SbH₃

Ćwiczenie 3



Uzupełnij niepełne schematy procesów i reakcji chemicznych.



NaH

nie zachodzi

H_3O^+

H_2

H_2O

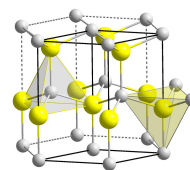
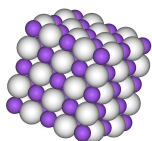
NaOH

H_2SO_4

Ćwiczenie 4



Dopasuj podane modele strukturalne do odpowiednich wzorów wodorków.



LiH

AsH₃

CuH

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

Ćwiczenie 5



Zapisz równania reakcji chemicznych i dobierz odpowiednie współczynniki stechiometryczne dla:

- wodoru baru z wodą;
- jodowodoru z wodorotlenkiem sodu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Amoniak reprezentuje wodorek niemetalu o charakterze zasadowym. Zapisz odpowiednie równania reakcji chemicznych w formie cząsteczkowej lub jonowej, potwierdzających te właściwości.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Oblicz, ile wodoru wydzieli się w wyniku reakcji 8,5 g wodoru potasu z wodą. Załóż warunki normalne reakcji. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Oblicz, ile wodoru wapnia jest potrzebne do przeprowadzenia reakcji z wodą, w celu wypełnienia wodorem balonu o objętości $4,5 \text{ dm}^3$ w temperaturze 20°C i pod ciśnieniem $7,84 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

Rozwiązanie oraz 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: Jak zmienia się charakter chemiczny wodoroków w układzie okresowym?

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

6) klasyfikuje wodoroki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy i obojętny); wnioskuje o charakterze chemicznym wodoroku na podstawie wyników doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji potwierdzające charakter chemiczny wodoroków; opisuje typowe właściwości chemiczne wodoroków pierwiastków 17. grupy, w tym ich zachowanie wobec wody i zasad.

Zakres rozszerzony

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

6) klasyfikuje wodoroki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy i obojętny); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny wodoroku; wnioskuje o charakterze chemicznym wodoroku na podstawie wyników doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji potwierdzające charakter chemiczny wodoroków; opisuje typowe właściwości chemiczne wodoroków pierwiastków 17. grupy, w tym ich zachowanie wobec wody i zasad.

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:

- klasyfikuje wodorki ze względu na położenie pierwiastków w układzie okresowym;
- określa charakter chemiczny wodorku na podstawie położenia w układzie okresowym pierwiastków;
- pisze równania reakcji, jakim podlegają wodorki.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- grafika interaktywna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika zdań podsumowujących;
- filmy edukacyjne.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca w parach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć**Faza wstępna:**

1. Zainteresowanie i dyskusja. Nauczyciel pyta uczniów: co to znaczy, że związki chemiczne mają określone charakterystyki chemiczne? Jakie są ich przykłady?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytania: jaki charakter chemiczny mogą mieć wodorki? Jakie reakcje chemiczne pozwolą sprawdzić (potwierdzić) charakter wodorków?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie samodzielnie analizują treści zawarte w e-materiale zakładka „Przeczytaj”. Po wyznaczonym czasie, nauczyciel pyta uczniów o wyjaśnienie pojęć: wodorki, reaktywność, a następnie pyta o przykłady wodorków kwasowych, zasadowych i obojętnych. Z wymienionymi wodorkami uczniowie mają za zadanie zapisać jedno dowolne równanie reakcji.
2. Następnie nauczyciel prosi uczniów o zastanowienie się, w jaki sposób, przeprowadzając doświadczenie, sprawdziliby charakter chemiczny wodorków. Uczniowie udzielają odpowiedzi na forum klasy. Następnie nauczyciel wyświetla uczniom film ukazujący reaktywność wodorków z wodą (patrz linki zawarte w materiałach pomocniczych).
3. Nauczyciel odsyła uczniów do grafiki interaktywnej. Uczniowie pracują w parach, rozwiązując zawarte tam ćwiczenia.
4. W tych samych parach pracują z częścią „Sprawdź się”. Wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu, daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętna osoba z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie, na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10%, zaznaczają cenkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. W przypadku, gdy bateria nie jest naładowana w 100%, zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy.
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...
 - Dziś nauczyłam/łem się...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Grafika interaktywna może być wykorzystana przez uczniów do samodzielnej nauki w domu.

Materiały pomocnicze:

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

- Jaki charakter chemiczny mogą mieć wodorki?
- Jak potwierdzić, że wodorek sodu i amoniak mają charakter zasadowy?
- Jakie wodorki nazywamy kwasowymi?
- Wskaż przykłady wodorków obojętnych.

2. Linki do filmów edukacyjnych, które można wykorzystać podczas lekcji lub przez uczniów podczas przygotowywania się do lekcji czy pracy kontrolnej:

- <https://www.youtube.com/watch?v=ILIBwgU7Y7w>
- <http://chemvlog.pl/19-reakcja-sodu-z-woda/>
- <https://www.facebook.com/watch/?v=169773440970212>

3. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień.