

Wartościowość pierwiastków chemicznych

Wartościowość pierwiastków chemicznych

Podczas zgłębiania wiedzy chemicznej, nie trzeba wszystkiego uczyć się na pamięć. Często wystarczy znajomość pewnych ogólnych reguł, pozwalających na opisywanie nowych faktów. Przykładem są wzory sumaryczne niektórych związków, które w dość prosty sposób można prawidłowo zapisać na podstawie tylko jednej informacji o atomach pierwiastków tworzących substancję złożoną.

Aby zrozumieć zagadnienia poruszane w tym materiale, przypomnij sobie:

- sposób tworzenia wiązań jonowych i kowalencyjnych przez atomy pierwiastków;
- sposób odczytu liczby elektronów walencyjnych atomów z układu okresowego dla poszczególnych pierwiastków chemicznych.

Nauczysz się

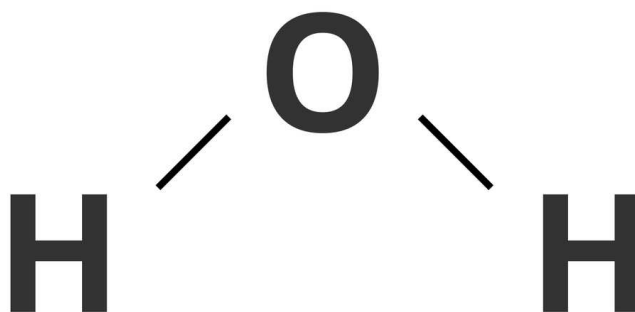
- definiować pojęcie: *wartościowość*;
- odczytywać z układu okresowego wartościowości pierwiastków chemicznych grup 1., 2. oraz od 13. do 17. układu okresowego względem wodoru i ich maksymalne wartościowości względem tlenu;
- zapisywać wzory sumaryczne dwupierwiastkowych związków chemicznych na podstawie informacji o wartościowości tworzących je pierwiastków;
- ustalać wartościowość jednego pierwiastka chemicznego w związku, gdy znana będzie wartościowość drugiego;
- określać nazwę tlenku na podstawie jego wzoru sumarycznego;
- zapisywać wzór sumaryczny tlenku, znając jego nazwę;
- rysować wzory strukturalne dwupierwiastkowych związków chemicznych, wiedząc, jaka jest wartościowość pierwiastków, które je tworzą.

1. Co to jest wzór strukturalny cząsteczki?

Na podstawie [wzorów sumarycznych](#) związków o budowie kowalencyjnej, możemy ustalić skład ich cząsteczek: liczbę i rodzaj atomów poszczególnych pierwiastków. Jednak nie jesteśmy w stanie przewidzieć, w jaki sposób atomy są ze sobą połączone. Tej informacji dostarcza inny wzór, zwany [wzorem strukturalnym](#). Odszwierciedla on uproszczony sposób i kolejność połączenia atomów w cząsteczce.

We wzorze strukturalnym, podobnie jak we wzorze sumarycznym, posługujemy się symbolami pierwiastków do oznaczenia atomów tworzących cząsteczkę związku chemicznego. Za pomocą kresek przedstawiamy wiązania pomiędzy atomami (jedna kreska symbolizuje jedno wiązanie).

Przykładowo, cząsteczka wody o wzorze sumarycznym H_2O , ma następujący wzór strukturalny:

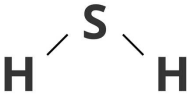
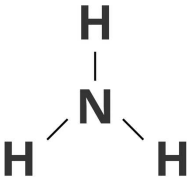


Wzór strukturalny cząsteczki wody

Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Na jego podstawie możemy stwierdzić, że w cząsteczce wody każdy atom wodoru jest połączony z atomem tlenu wiązaniem pojedynczym oraz że atomy wodoru nie są ze sobą bezpośrednio związane. Wzór strukturalny nie określa, jak poszczególne atomy są ułożone w przestrzeni.

W poniższej tabeli zestawiono wzory sumaryczne i strukturalne cząsteczek wybranych substancji o budowie kowalencyjnej.

Wzór sumaryczny	Wzór strukturalny
H ₂	H—H
N ₂	N≡N
HBr	H—Br
H ₂ S	
NH ₃	
CO ₂	O=C=O

Wzory sumaryczne i strukturalne cząsteczek wybranych substancji o budowie kowalencyjnej
 Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Czy można opisywać budowę związków jonowych za pomocą wzorów strukturalnych?

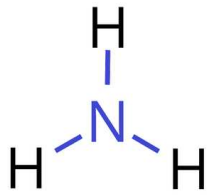
Wzory strukturalne rysujemy aby opisać budowę **cząsteczek** związków chemicznych. Związki o budowie jonowej nie tworzą cząsteczek, ale kryształy. Dlatego też, związków o budowie jonowej nie opisujemy za pomocą wzorów strukturalnych.

2. Co to jest wartościowość?

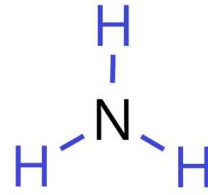
Liczbę wiązań, które tworzy atom danego pierwiastka chemicznego, łącząc się z innymi atomami, nazywa się wartościowością. Przy jej opisywaniu posługujemy się cyframi rzymskimi.

Wartościowość atomów pierwiastków, które tworzą związek o budowie kowalencyjnej, możemy łatwo określić na podstawie wzoru strukturalnego cząsteczki. Na poniższych grafikach zobrazowano wyznaczanie wartościowości atomów

pierwiastków wchodzących w skład związków chemicznych o wzorach sumarycznych: NH_3 (amoniak) oraz CO_2 (tlenek węgla(IV)).



Atom **azotu** tworzy z atomami wodoru **3 wiązania** =
wartościowość atomu azotu wynosi **III**



Każdy z atomów **wodoru** tworzy z atomem azotu **1 wiązanie** =
wartościowość każdego z atomów wodoru wynosi **I**

Cząsteczka o wzorze sumarycznym NH_3 – odczytywanie wartościowości atomów azotu i wodoru na podstawie wzoru strukturalnego cząsteczki

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



Atom **węgla** tworzy z atomami tlenu **4 wiązania** =
wartościowość atomu węgla wynosi **IV**



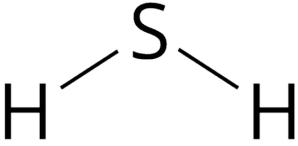
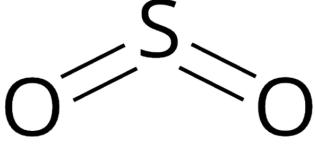
Każdy z atomów **tlenu** tworzy z atomem węgla **2 wiązania** =
wartościowość każdego z atomów tlenu wynosi **II**

Cząsteczka o wzorze sumarycznym CO_2 – odczytywanie wartościowości atomów węgla i tlenu na podstawie wzoru strukturalnego cząsteczki

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

Polecenie 1

W poniższej tabeli znajdują się wzory sumaryczne trzech związków chemicznych o budowie kowalencyjnej oraz odpowiadające im wzory strukturalne ich cząsteczek. Na podstawie zamieszczonych wzorów strukturalnych, określ wartościowość wszystkich pierwiastków chemicznych wchodzących w skład każdej z rozpatrywanych cząsteczek.

Wzór sumaryczny	Wzór strukturalny
HCl	H—Cl
H ₂ S	
SO ₂	

Porównanie wzorów sumarycznych i strukturalnych

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

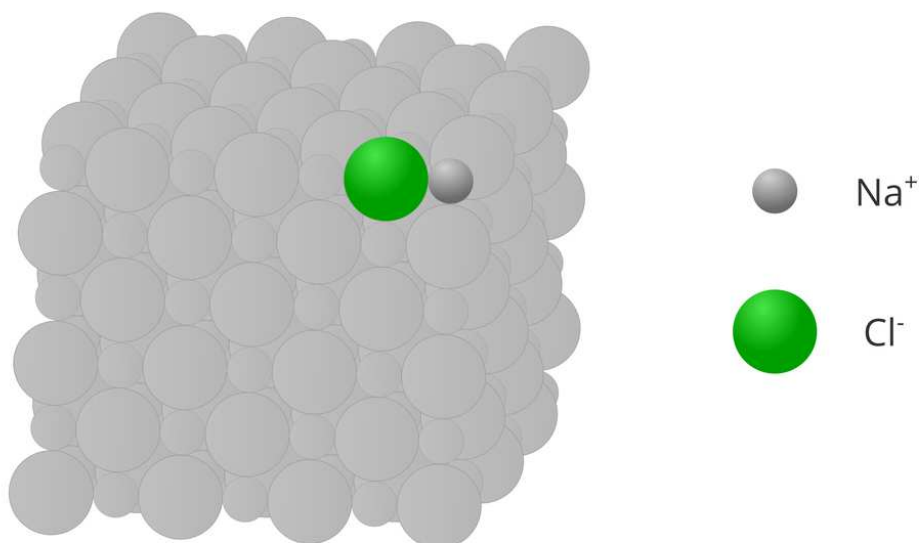
Odpowiedź:

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

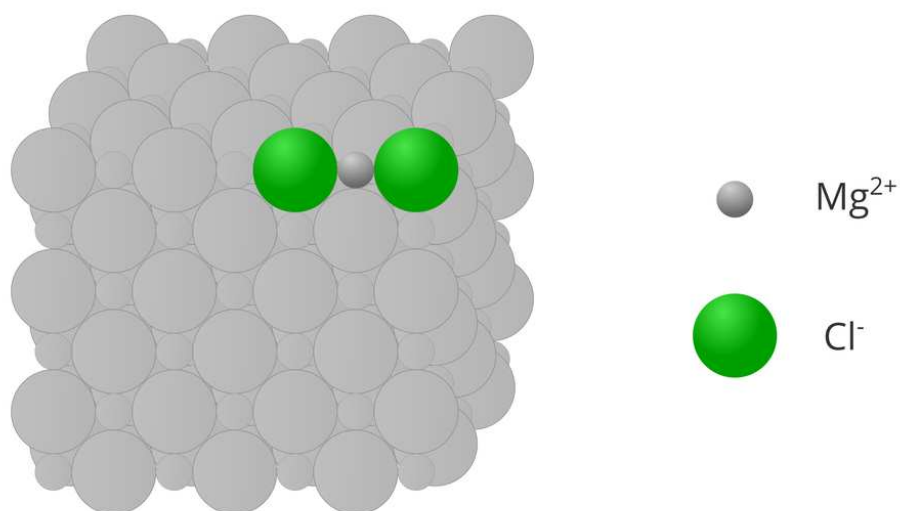
Jak określamy wartościowość pierwiastków chemicznych w związkach jonowych?

Choć pojęcie wartościowości zdefiniowane jest dla związków chemicznych o budowie kowalencyjnej, to w dużym uproszczeniu, pewne związane z nią założenia, wykorzystujemy też dla związków o budowie jonowej. W tym przypadku wartościowość pierwiastka jest równa liczbowo ładunkowi jego jonu, który występuje

w kryształce związku. Przy określaniu wartościowości jonów pomijamy znaki dodatnie i ujemne.



Chlorek sodu (NaCl) zbudowany jest z **jednododatnich** kationów sodu (Na^+) i **jednoujemnych** anionów chlorkowych (Cl^-). Wartościowość sodu i chloru w chlorku sodu jest taka sama i wynosi **I**
Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.



Chlorek magnezu (MgCl_2) jest zbudowany z **dwudodatnich** kationów magnezu (Mg^{2+}) i **jednoujemnych** anionów chlorkowych (Cl^-). Wartościowość magnezu w tym związku wynosi **II**, a wartościowość chloru równa jest **I**

3. Czy pierwiastki mogą mieć dowolną wartościowość?

Istnieją pierwiastki, których wartościowość w większości tworzonych przez nie związków chemicznych jest stała. Na przykład sód czy wodór zawsze mają wartościowość równą jeden (I). Istnieją również i takie pierwiastki, które – w zależności od rodzaju związku chemicznego – mogą wykazywać różną wartościowość. I tak węgiel w związku o wzorze sumarycznym CO przyjmuje wartościowość równą dwa (II), a w dwutlenku węgla o wzorze sumarycznym CO_2 jego wartościowość wynosi cztery (IV).

Pewną pomoc w przewidywaniu wartościowości niektórych pierwiastków w związkach z wodorem oraz ich maksymalną wartościowość w związkach z tlenem, stanowi układ okresowy.

Może on stanowić pewną pomoc w przewidywaniu maksymalnej wartościowości niektórych pierwiastków w związkach z wodorem lub tlenem.

Najwyższa wartościowość pierwiastków w związkach chemicznych z wodorem

Numer grupy	Maksymalna wartościowość pierwiastków względem tlenu
1.	I
2.	II
13.	III
14.	IV

Numer grupy	Maksymalna wartościowość pierwiastków względem tlenu
15.	III
16.	II
17.	I

Najwyższa wartościowość pierwiastków w związkach chemicznych z tlenem

Numer grupy	Maksymalna wartościowość pierwiastków względem tlenu
1.	I
2.	II
13.	III
14.	IV
15.	V
16.	VI
17.	VII

Na podstawie danych zawartych w tabelach, można stwierdzić, że pierwiastki należące do grup: 1., 2., 13. i 14. mają jednakowe najwyższe wartościowości w związkach zarówno z tlenem, jak i wodorem. Pierwiastki należące do pozostałych grup układu okresowego wykazują różną wartościowość w związkach chemicznych z tlenem i wodorem.

Pierwiastki należące do 1. grupy układu okresowego, we wszystkich związkach chemicznych, mają wartościowość równą jeden (I). Z kolei pierwiastki należące do 2. grupy układu okresowego, we wszystkich związkach chemicznych, wykazują wartościowość równą dwa (II).

Maksymalna wartościowość poszczególnych pierwiastków chemicznych (znajdujących się w grupach 1. i 2. oraz 13.–17. układu okresowego) w związkach z tlenem równa jest liczbie elektronów walencyjnych w atomach tych pierwiastków. Przykładowo, krzem położony jest w 14. grupie układu okresowego. Możemy z tego wnioskować, że atom krzemu ma cztery elektrony walencyjne, a więc jego maksymalna wartościowość w związkach z tlenem będzie równa cztery (IV). Wyjątek stanowi należący do 17. grupy układu okresowego fluor, który we wszystkich związkach chemicznych ma wartościowość równą jeden (I), choć jego atomy mają jednocześnie po siedem elektronów walencyjnych.

Większość pierwiastków należących do grup 14.–17. układu okresowego to niemetale. Aby osiągnąć trwałą energetycznie konfigurację najbliższego gazu szlachetnego (helowca), podczas tworzenia związków chemicznych z wodorem ich atomy muszą uwspólnić odpowiednią liczbę elektronów.

Przykładowo azot należy do 15. grupy układu okresowego, w związku z czym jego atom ma pięć elektronów walencyjnych. Do osiągnięcia trwałej energetycznie konfiguracji atomu neonu brakuje mu zatem jeszcze trzech – stąd wartościowość azotu w związku z wodorem będzie równa trzy (III).

Z kolei siarka znajduje się w 16. grupie układu okresowego. Jej atom ma sześć elektronów walencyjnych, więc do osiągnięcia trwałej energetycznie konfiguracji atomu argonu brakuje jej jeszcze dwóch, dlatego wartościowość siarki w związku z wodorem będzie równa dwa (II).

Tlen w związkach chemicznych jest zawsze dwuwartościowy (ma wartościowość równą II). Fluor (jak już wspomniano) jest zawsze jednowartościowy (ma wartościowość równą I), a glin trójwartościowy (ma wartościowość równą III).

Polecenie 2

Określ wartościowość pierwiastków wymienionych w poniższej tabeli wobec wodoru i tlenu. W drugiej kolumnie zapisz maksymalną wartościowość, jaką dany pierwiastek przyjmuje w związkach chemicznych z tlenem.

Symbol pierwiastka	Wartościowość wobec wodoru	Maksymalna wartościowość wobec tlenu
Ca		
P		
Br		
Cs		
Cl		
F		

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

4. Czy można określić wzór sumaryczny związku chemicznego na podstawie wartościowości tworzących go pierwiastków?

Jeśli znamy wartościowość dwóch pierwiastków, które razem tworzą związek chemiczny, to praktycznie w każdym przypadku jesteśmy w stanie określić jego wzór sumaryczny. Nie musimy przy tym wiedzieć, jaki rodzaj wiązań występuje w związku (czy są to wiązania kowalencyjne czy jonowe). W wielu przypadkach otrzymany wzór sumaryczny jest zgodny z rzeczywistością i dobrze opisuje skład cząsteczki lub najmniejszy zbiór powtarzających się jonów w związku o budowie jonowej.

Ustalenie kolejności symboli we wzorze sumarycznym może stanowić pewien problem. Jeśli analizowany związek utworzony jest przez metal i niemetal, to we wzorze sumarycznym jako pierwszy piszemy symbol metalu, a następnie z jego prawej strony wstawiamy symbol drugiego pierwiastka.

Jeden z prostszych sposobów określania wzorów sumarycznych związków chemicznych, na podstawie znajomości wartościowości tworzących go pierwiastków, poznamy na przykładach.

Przykład 1

Wyznaczanie wzoru sumarycznego związku chemicznego, który składa się z jonów sodu o wartościowości jeden (I) i jonów siarki o wartościowości równej dwa (II).

Krok 1

Zapisujemy poprawnie symbole pierwiastków we wzorze sumarycznym. Jako pierwszy wpisujemy symbol metalu, a jako drugi symbol niemetalu.



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

Krok 2

Krok 3

Krok 4

Krok 5

Ważne!

Zapisywanie wartościowości pierwiastków

Wartościowość pierwiastków możemy opisywać słownie, np. „węgiel ma wartościowość równą cztery” lub „węgiel jest czterowartościowy”. Innym sposobem jest użycie chemicznych skrótów. Przy symbolu pierwiastka, w nawiasie, zapisuje się jego wartościowość, np. węgiel o wartościowości cztery to „C(IV)” lub „węgiel(IV)”. Trzeba pamiętać, że między symbolem lub nazwą pierwiastka a nawiasem, nie powinno być odstępów (spacji).

Przykład 2

Wyznaczanie wzoru sumarycznego związku chemicznego, który składa się z chromu(VI) i tlenu(II).

Krok 1

Zapisujemy poprawnie symbole pierwiastków we wzorze sumarycznym. Jako pierwszy wpisujemy symbol metalu, na drugim miejscu symbol niemetalu.



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

Krok 2

Krok 3

Krok 4

Krok 5

Krok 6

W przykładach 1 i 2 rozpatrzyliśmy wzory sumaryczne dwupierwiastkowych związków chemicznych, utworzonych z metalu i niemetalu. W identyczny sposób, znając wartościowość odpowiednich pierwiastków, można ustalić wzory sumaryczne dwupierwiastkowych związków chemicznych dwóch niemetalu.

Polecenie 3

Wyznacz wzory sumaryczne dwupierwiastkowych związków chemicznych utworzonych z pierwiastków o podanych wartościowościach. Uzupełnij poniższą tabelę. Symbole pierwiastków chemicznych we wzorach sumarycznych zapisz w takiej kolejności, w jakiej występują one w poszczególnych rubrykach tabeli.

Pierwiastki wchodzące w skład analizowanego związku chemicznego (w nawiasach podano ich wartościowość)	Wzór sumaryczny analizowanego związku chemicznego
węgiel(IV) i tlen(II)	
miedź(II) i siarka(II)	
azot(V) i tlen(II)	
wapń(II) i chlor(I)	
żelazo(III) i siarka(II)	
mangan(VII) i tlen(II)	

N_2O_5	CaCl_2	Ca_2Cl	Cu_2S_2	FeS	Fe_2S_3	N_2O_3	Fe_3S_2	CO_2
Mn_7O_2	C_2O_4	Mn_2O_7	CuS					

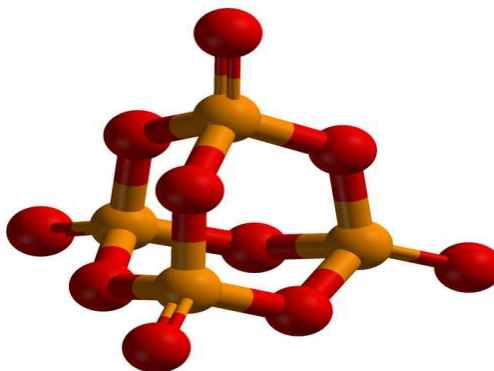
Źródło: Gromar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ciekawostka

Połączenie fosforu(V) z tlenem(II)

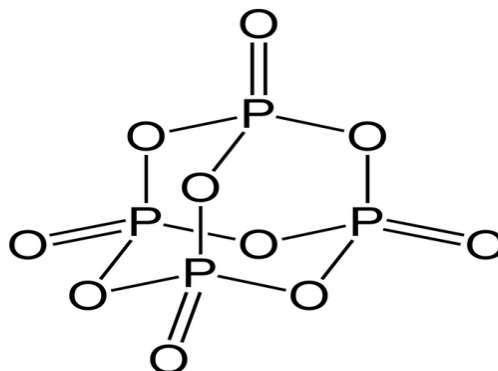
Gdybyśmy chcieli zapisać wzór sumaryczny związku fosforu(V) i tlenu(II) zgodnie z poznanymi zasadami, to otrzymalibyśmy następujący zapis: P_2O_5 . Mimo to,

w praktyce zapisujemy: P_4O_{10} . Dlaczego? Badania wykazały, że cząsteczka tego związku składa się z czterech atomów fosforu i dziesięciu atomów tlenu. Wzór P_2O_5 nie odzwierciedla tego faktu. Zapis P_4O_{10} jest tzw. [wzorem rzeczywistym](#) cząsteczki, a wzór P_2O_5 tzw. [wzorem empirycznym](#).



Cząsteczka tlenku fosforu(V). Kulki czerwone symbolizują atomy tlenu, a kulki pomarańczowe atomy fosforu

Źródło: Benjah-bmm27, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.



5. W jaki sposób ustalamy wartościowość jednego z pierwiastków w związku dwupierwiastkowym?

W związkach dwupierwiastkowych (utworzonych przez dwa pierwiastki) można określić wartościowość jednego pierwiastka, jeśli zna się wartościowość drugiego. Warto więc pamiętać, że – jak już wspomniano – niektóre pierwiastki chemiczne (np. te należące do 1. i 2. grupy układu okresowego oraz tlen i fluor) mają taką samą wartościowość we wszystkich związkach chemicznych. Podobnie chlor w chlorkach ma zawsze wartościowość równą jeden (I) (tak samo jak brom w bromkach i jod w jodkach), a siarka w siarczках jest dwuwartościowa.

Jeśli we wzorze sumarycznym związku nie występują żadne indeksy stechiometryczne (lub w rzadkich przypadkach są sobie równe), to pierwiastki tworzące dany związek chemiczny mają jednakową wartościowość.

Na przykład w związku o wzorze sumarycznym CuO , w którym wartościowość tlenu wynosi dwa (II), miedź ma identyczną wartościowość (równą II). Podobnie sytuacja ma miejsce w chlorku sodu o wzorze sumarycznym NaCl – sód i chlor mają taką samą wartościowość, równą jeden (I).

W niektórych przypadkach, aby określić wartościowość drugiego z pierwiastków tworzących związek chemiczny, należy dokonać odpowiednich przekształceń i obliczeń. Najprostszy ze sposobów zostanie przedstawiony na poniższym przykładzie.

Przykład 3

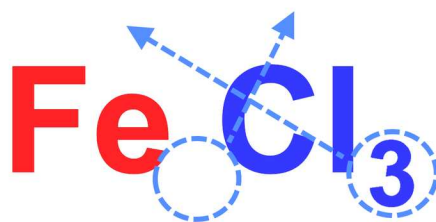
Wyznaczanie wartościowości żelaza w związku chemicznym o wzorze FeCl_3 , w którym wartościowość chloru wynosi jeden (I).

Krok 1

Postępujemy przeciwnie niż w przypadku ustalania wzorów sumarycznych. Tym razem przenosimy indeksy stechiometryczne „na krzyż” nad symbole pierwiastków.



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



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

Krok 2

Krok 3

Krok 4

Przykład 4

Wyznaczanie wartościowości osmu w związku chemicznym o wzorze OsO_4 , w którym wartościowość tlenu wynosi dwa (II).

W poniższej animacji wyjaśniono, w jaki sposób można wyznaczyć wartościowość osmu w związku chemicznym o wzorze OsO_4 . Zapoznaj się z animacją. Przedstawiony w niej tok postępowania zapisz w zeszycie.

Jaka jest wartościowość osmu w związku OsO_4 , w którym wartościowość tlenu wynosi dwa (II).



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RBUMejj4s1fxf>

Film pt. *Określanie wartościowości osmu w związku z tlenem*

Źródło: Marcin Sadowski, Bożena Karawajczyk, Kevin MacLeod (<http://incompetech.com>), Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Animacja przedstawia w jaki sposób wyznaczyć wartościowość osmu w jego związku z tlenem.

6. W jaki sposób tworzymy nazwy tlenków na podstawie ich wzorów sumarycznych?

Związki tlenu z innymi pierwiastkami są nazywane tlenkami. Jednym z wyjątków jest związek tlenu z fluorem (o wzorze sumarycznym OF_2), zwany difluorkiem tlenu. We wszystkich tlenkach tlen ma wartościowość równą dwa (II). Na tej podstawie, znając wzór tlenku, możemy określać wartościowość pierwiastków związanych z tlenem w tlenkach.

Nazwy tlenków są dwuczłonowe. Pierwszy człon to wyraz „tlenek”, a drugim jest nazwa pierwiastka w dopełniaczu, np. „tlenek sodu”. Wiele pierwiastków tworzy po

kilka tlenków, w których ich wartościowość jest różna. Przykładem są związki ołowiu z tlenem o wzorach sumarycznych: PbO_2 , PbO .

W pierwszym tlenku ołów ma wartościowość cztery (IV), w drugim zaś dwa (II). Dlatego, aby jednoznacznie określić rodzaj związku, np. tlenku, w jego nazwie podaje się często wartościowość pierwiastka połączanego z tlenem. Wymienione powyżej związki ołowiu z tlenem to odpowiednio: tlenek ołowiu(IV) i tlenek ołowiu(II). W ich nazwach nie określa się wartościowości tlenu, ponieważ ona zawsze wynosi dwa (II).

Przeanalizuj wzory sumaryczne oraz nazwy tlenków zawartych w poniższej tabeli.

Nazwy wybranych tlenków

Wzór sumaryczny związku	Wartościowość tlenu w tlenku	Wartościowość pierwiastka w tlenku	Nazwa tlenku
CO_2	tlen(II)	węgiel(IV)	tlenek węgla(IV)
CO		węgiel(II)	tlenek węgla(II)
SO_2		siarka(IV)	tlenek siarki(IV)
SO_3		siarka(VI)	tlenek siarki(VI)
PbO		ołów(II)	tlenek ołowiu(II)
PbO_2		ołów(IV)	tlenek ołowiu(IV)
Ag_2O		srebro(I)	tlenek srebra(I)
CuO		miedź(II)	tlenek miedzi(II)

Wzór sumaryczny związku	Wartościowość tlenu w tlenku	Wartościowość pierwiastka w tlenku	Nazwa tlenku
MnO ₂		mangan(IV)	tlenek manganu (IV)
Cl ₂ O ₇		chlor(VII)	tlenek chloru(VII)

Zwróć uwagę, że w nazwach tlenków, pomiędzy nazwą pierwiastka a zapisaną w nawiasie wartościowością, nie ma przerwy (spacji).

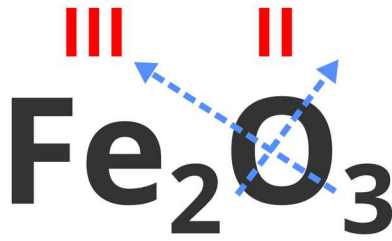
Tworząc nazwy tlenków metali należących do grup 1. i 2., nie podaje się ich wartościowości, ponieważ – jak już wspomniano – pierwiastki te mają w związkach chemicznych zawsze tylko jedną charakterystyczną wartościowość: metale grupy 1. – jeden (I), a metale grupy 2. – dwa (II). Podobna zasada dotyczy między innymi glinu i cynku. Z uwagi na to, że glin ma w związkach chemicznych wartościowość zawsze równą trzy (III), a cynk zawsze równą dwa (II), nie podaje się wartościowości tych pierwiastków w nazwie związków.

Przykład 5

Ustalanie nazwy tlenku o wzorze sumarycznym Fe₂O₃.

Krok 1

Żelazo znajduje się w układzie okresowym w grupie innej niż 1. i 2., dlatego w nazwie tlenku należy podać jego wartościowość. W związku z tym, na początku ustalamy wartościowość żelaza.



Źródło: Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Krok 2

Polecenie 4

Uzupełnij poniższą tabelę. Napisz nazwy tlenków o podanych wzorach sumarycznych.

Wzór sumaryczny tlenku	Wartościowość drugiego z pierwiastków w tlenku	Nazwa tlenku
Na_2O		
CO_2		
CO		
SnO		
SnO_2		
Al_2O_3		
BaO		
Li_2O		
CuO		
Cu_2O		
N_2O		
NO		
NO_2		
N_2O_3		
N_2O_5		
Cl_2O		
Cl_2O_3		
Cl_2O_5		
Cl_2O_7		

7. W jaki sposób ustalamy wzory sumaryczne na podstawie nazwy?

Na podstawie pełnej nazwy tlenku, w łatwy sposób można napisać jego wzór sumaryczny. Pamiętajmy, że wartościowość tlenu w tych związkach jest równa dwa (II). Wartościowość drugiego pierwiastka trzeba znać bądź jest ona podana w nazwie tlenku. Jeśli tam nie podano wartościowości drugiego z tworzących tlenek pierwiastków, to odczytujemy ją z układu okresowego. Zatem jeśli pierwiastek należy do grupy 1. układu okresowego, to jego wartościowość będzie równa jeden (I), jeśli zaś jest to pierwiastek położony w 2. grupie, to będzie miał wartościowość dwa (II).

Przeanalizuj poniższe przykłady:

Przykład 6

Zapisywanie wzoru sumarycznego tlenku baru

Krok 1

Ustalamy wartościowość poszczególnych pierwiastków wchodzących w skład tlenku.

Tlenek baru		
Pierwiastek	Reguła	Wartościowość
tlen	tlen w tlenkach ma wartościowość równą dwa	II
baru	baru leży w 2. grupie układu okresowego; pierwiastki tej grupy mają wartościowość równą dwa	II

Krok 2

Przykład 7

Zapisywanie wzoru sumarycznego tlenku azotu(V).

Krok 1

Ustalamy wartościowość poszczególnych pierwiastków, które wchodzą w skład tlenku.

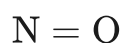
Tlenek azotu(V)

Pierwiastek	Reguła	Wartościowość
tlen	tlen w tlenkach ma wartościowość równą dwa	II
azot	w nazwie podano wartościowość niemetalu	V

Krok 2

8. W jaki sposób rysujemy wzory strukturalne związków o budowie kowalencyjnej na podstawie znajomości wartościowości pierwiastków?

Ustalenie wzoru strukturalnego cząsteczki związku na podstawie jego wzoru sumarycznego nie zawsze jest możliwe. Bez wiedzy na temat istniejących połączeń pomiędzy poszczególnymi atomami nie narysujemy wzoru cząsteczki związku składającego się z trzech pierwiastków o wzorze sumarycznym H_2SO_4 . W przypadku związków dwupierwiastkowych jest to możliwe, jeśli zna się wartościowość obu pierwiastków. Najłatwiej narysować wzór cząsteczki zbudowanej z dwóch atomów. Przykładem jest cząsteczka powstała w wyniku połączenia azotu i tlenu, w której pierwiastki te mają taką samą wartościowość równą dwa (II). Ma ona następujący wzór strukturalny:



Zwróć uwagę, że atomy tworzące tę cząsteczkę są ze sobą połączone za pomocą dwóch wspólnych par elektronowych (dwóch wiązań).

W poniższej animacji wyjaśniono, w jaki sposób można narysować wzór strukturalny dwupierwiastkowego związku chemicznego azotu z wodorem o budowie kowalencyjnej. Zapoznaj się z animacją. Przedstawiony w niej tok postępowania zapisz w zeszycie.

**Narysuj wzór strukturalny cząsteczki związku chemicznego
zbudowanego z atomów dwóch pierwiastków:
*azotu i wodoru.***

Film dostępny pod adresem [/preview/resource/RD6Mwzj6152LT](http://preview/resource/RD6Mwzj6152LT)

Film pt. *Określanie wzoru strukturalnego związku azotu z wodorem*

Źródło: Marcin Sadowski, Krzysztof Jaworski, Bożena Karawajczyk, Benosound (<http://www.benosound.com>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Animacja przedstawia, w jaki sposób narysować wzór strukturalny związku azotu z wodorem.

Podsumowanie

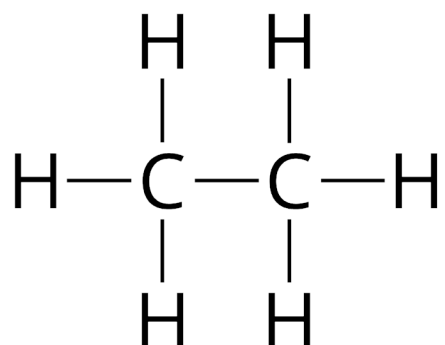
- Wartościowość jest cechą pierwiastków tworzących związki chemiczne; jest to w uproszczeniu liczba wiązań, które tworzy atom danego pierwiastka, łącząc się z innymi atomami. Opisuje się ją przy użyciu cyfr rzymskich.

- Wartościowość pierwiastka w związkach kowalencyjnych jest równa liczbie wiązań, które tworzą w cząsteczkach jego atomy z innymi.
- Wartościowość pierwiastka w związkach jonowych jest równa wartości bezwzględnej ładunków jego jonów.
- Na podstawie układu okresowego można określić wartościowość względem wodoru i maksymalną wartościowość względem tlenu dla pierwiastków z grup 1. i 2. oraz 13., 14., 15., 16. i 17.
- Pierwiastki znajdujące się w 1. grupie układu okresowego, w tworzonych związkach chemicznych mają zawsze wartościowość równą jeden, a te znajdujące się w 2. grupie, mają wartościowość dwa.
- Tlen w tlenkach ma wartościowość dwa. Na podstawie tej informacji i wzoru sumarycznego związku (tlenku), można określić wartościowość drugiego pierwiastka w połączeniach z tlenem.
- W nazwach tlenków podaje się wartościowość pierwiastka, który w związkach chemicznych może mieć różną wartościowość.

Praca domowa

Polecenie 5.1

Etan to nazwa związku chemicznego o wzorze sumarycznym C_2H_6 , którego wzór strukturalny ma postać:



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

Przeanalizuj wzór sumaryczny i wzór strukturalny cząsteczki etanu. Odpowiedz na pytanie – czy zawsze na podstawie wzoru sumarycznego można wyznaczyć wartościowość?

Odpowiedź:

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

Polecenie 5.2

Narysuj wzór strukturalny cząsteczki o wzorze sumarycznym Br_2O_7 . We wzorze strukturalnym uwzględnij, że atomy tego samego pierwiastka nie mogą być ze sobą bezpośrednio połączone (tzn. atom bromu nie łączy się bezpośrednio z innym atomem bromu, a atom tlenu z innym atomem tlenu).

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

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

Słownik

wartościowość

liczba wiązań, które tworzy atom danego pierwiastka chemicznego, łącząc się z innymi atomami

wzór empiryczny

(teoretyczny) wzór sumaryczny, który (podobnie jak wzór rzeczywisty) ukazuje rodzaj obecnych w związku atomów (lub jonów) oraz najprostszy ich stosunek liczbowy; często zdarza się, że wzór empiryczny danego związku chemicznego jest taki sam jak jego wzór rzeczywisty

wzór rzeczywisty

wzór sumaryczny, który ukazuje faktyczną (rzeczywistą) liczbę atomów (lub jonów) w analizowanym związku chemicznym

wzór strukturalny

wzór, który odzwierciedla sposób połączenia atomów w cząsteczce; na jego podstawie można określić liczbę, rodzaj atomów oraz ich wartościowość

wzór sumaryczny

wzór ukazujący liczbę i rodzaj atomów tworzących dany związek chemiczny

Ćwiczenia

Ćwiczenie 1



Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

Pierwiastki jednakową wartościowość we wszystkich związkach. Pierwiastki należące do 1. grupy układu okresowego mają we wszystkich związkach wartościowość . Wartościowość równa II jest charakterystyczna dla pierwiastków grupy układu okresowego. Związki metali z tlenem nazywa się . W nazwie tlenku nie podaje się wartościowości pierwiastków grup i .

16.	13.	1.	16.	2.	13.	2.	17.	II	III	I	V	14.
mogą mieć	wodorkami	metalikami	15.	14.	13.	15.	tlenkami	15.				
17.	VI	IV	zawsze mają	VII	17.	14.	16.					

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2



Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

Wzór sumaryczny można zapisać dla związków (niezależnie od ich budowy). Wzoru strukturalnego nie można przedstawić dla związków o budowie . Na podstawie wzoru strukturalnego określić wartościowość atomów tworzących cząsteczkę.

można	tylko jonowych	tylko cząsteczkowych	jonowej	cząsteczkowej
nie można	wszystkich			

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3



Połącz wzory sumaryczne tlenków z odpowiadającymi im nazwami.

tlenek manganu(VII)	PbO
tlenek siarki(IV)	Mn ₂ O ₇
tlenek manganu(IV)	SO ₂
tlenek ołowiu(IV)	SO ₃
tlenek ołowiu(II)	MnO ₂
tlenek siarki(VI)	PbO ₂

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 4



Zaznacz prawidłową nazwę związku chemicznego o wzorze sumarycznym HgO.

- ☐ tlenek rtęci(I)
- ☐ tlenek wodoru
- ☐ tlenek rtęci(II)
- ☐ tlenek magnezu
- ☐ tlenek helu
- ☐ tlenek rtęci(IV)

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY 3.0.

Ćwiczenie 5



Zaznacz, który z poniższych zapisów prawidłowo ukazuje wzór sumaryczny cząsteczki tlenku jodu(V).

☐ IO_5

☐ IO

☐ I_5O

☐ I_5O_2

☐ I_2O_5

☐ 5IO

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 6



Ocen prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz Prawda, jeśli zdanie jest prawdziwe albo Fałsz, jeśli jest fałszywe.

	Prawda	Fałsz
W dwupierwiastkowych związkach jonowych wartościowość każdego można określić na podstawie ładunku jego jonów.	☐	☐
Wartościowość zapisujemy przy użyciu cyfr rzymskich.	☐	☐
Wzory strukturalne pozwalają na ustalenie wartościowości.	☐	☐
Maksymalna wartościowość, jaką może osiągnąć azot względem tlenu, wynosi siedem.	☐	☐
Wartościowość chloru w związku z wodorem wynosi jeden.	☐	☐
Wartościowość metalu (Me), w związku o wzorze MeO, równa jest cztery.	☐	☐
Wartościowość chloru w chlorku sodu wynosi minus jeden.	☐	☐
Wzór sumaryczny tlenku pozwala określić wartościowość pierwiastka tworzącego tlenek.	☐	☐

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 7



Zaznacz prawidłową nazwę związku chemicznego o wzorze sumarycznym Ce_2O_3 .

☐ cerek(III) tlenu(II)

☐ tlenek ceru(V)

☐ tlenek ceru(III)

☐ tlenek ceru

☐ tlenek ceru(II)

☐ cerek tlenu(II)

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 8



Zaznacz wartościowość, jaką ma tytan w tlenku o wzorze sumarycznym TiO_2 .

☐ II

☐ VII

☐ VI

☐ I

☐ IV

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 9



Zaznacz wartościowość, jaką ma wanad w tlenku o wzorze sumarycznym V_2O_5 .

☐ VI

☐ V

☐ I

☐ II

☐ III

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 10



Przyjmując, że Me to symbol metalu należącego do 2. grupy układu okresowego, zaznacz odpowiadający mu wzór sumaryczny tlenku.

☐ Me_2O

☐ OMe_2

☐ Me_2O_1

☐ MeO_2

☐ MeO

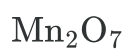
☐ OMe

Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 11



Poniżej podano wzory sumaryczne pięciu tlenków różnych pierwiastków chemicznych. Uporządkuj te tlenki według wzrastającej wartościowości pierwiastków związanych z tlenem (od góry w dół).



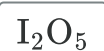
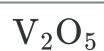
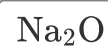
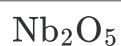
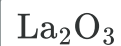
Źródło: Bożena Karawajczyk, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 12



Przyporządkuj podane wzory sumaryczne tlenków do wartościowości odpowiadających pierwiastkom, które są połączone w tych związkach z tlenem.

I



II

III

IV

V

Ćwiczenie 13



Poniżej podano nazwy dwóch tlenków. Narysuj wzory strukturalne cząsteczek tych tlenków. We wzorach strukturalnych uwzględnij, że atomy tego samego pierwiastka nie mogą być ze sobą bezpośrednio połączone.

I. tlenek azotu(V)

II. tlenek siarki(VI)

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

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

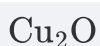
Ćwiczenie 14



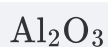
Poniżej zapisano wzory sumaryczne wybranych tlenków. Do wzorów dopasuj odpowiadające im nazwy tlenków, zapisane w języku angielskim.



copper(I) oxide



chromium(II) oxide



iodine(III) oxide



magnesium oxide



chromium(VI) oxide



aluminium oxide

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

Bibliografia

Encyklopedia PWN.

Gulińska H., Smolińska J., *Ciekawa chemia*, cz. 1, Warszawa 2009.

Notatnik

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