



Kwasy tlenowe – otrzymywanie i budowa

Kwasy tlenowe – otrzymywanie i budowa

Czy zastanawiało Cię kiedyś, dlaczego woda gazowana ma lekko kwaśny smak? Co oznacza zamieszczona na etykiecie takiej wody informacja „nasycona dwutlenkiem węgla”? Co się stanie po wprowadzeniu tlenku węgla(IV) do wody?



Woda mineralna zawiera w sobie rozpuszczony dwutlenek węgla – to wiedzą chyba wszyscy. Skoro tlenek węgla(IV) jest gazem bezwonny i bez smaku, to dlaczego gazowana woda mineralna smakuje inaczej niż niegazowana? Odpowiedź na to pytanie wymaga przyjrzenia się temu, co się dzieje z gazem po rozpuszczeniu

Źródło: epodreczniki.pl, licencja: CC BY 3.0.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- metody otrzymywania, budowę i właściwości kwasów beztlenowych;
- sposób rysowania [wzorów strukturalnych](#) cząsteczek związków chemicznych;
- sposób określania krotności wiązań chemicznych w cząsteczkach związków chemicznych;

- pojęcie wskaźników kwasowo-zasadowych oraz ich zabarwienie w zależności od rodzaju środowiska: woda, kwas, zasada.

Nauczysz się

- definiować pojęcie kwasu tlenowego;
- opisywać budowę kwasów tlenowych i przedstawiać ją za pomocą wzorów sumarycznych, strukturalnych oraz z wykorzystaniem modeli cząsteczek;
- zapisywać nazwy kwasów tlenowych na podstawie ich wzoru sumarycznego i odwrotnie;
- projektować doświadczenia chemiczne pozwalające na otrzymanie wybranych kwasów tlenowych;
- zapisywać równania reakcji chemicznych tlenków niemetali z wodą.

1. Budowa kwasów tlenowych

Kwasy nieorganiczne to takie, których cząsteczki zbudowane są z przynajmniej jednego atomu wodoru oraz tak zwanej reszty kwasowej.

W cząsteczkach kwasów tlenowych, w skład reszty kwasowej wchodzi atomy tlenu oraz atom pierwiastka innego niż tlen i wodór (zwykle atom niemetalu). Atom ten często jest w kwasach nazywany atomem centralnym, a atomy wodoru, w przypadku cząsteczek większości kwasów, nie są z nim połączone bezpośrednio, ale poprzez atomy tlenu.

Wzór ogólny nieorganicznych kwasów tlenowych, podobnie jak wzór ogólny kwasów beztlenowych, ma postać:



gdzie:

H – symbol atomu wodoru;

R – reszta kwasowa, w cząsteczkach kwasów tlenowych zbudowana z atomów tlenu i atomu, a czasem atomów, pierwiastka innego niż tlen i wodór – najczęściej atomu niemetalu;

n – liczba atomów wodoru w cząsteczce kwasu (równa wartościowości reszty kwasowej).

Jednym z nieorganicznych kwasów tlenowych jest tak zwany kwas węglowy, którego wzór sumaryczny możemy zapisać jako H_2CO_3 .

Polecenie 1

Wykorzystując zestaw modeli atomów lub kolorową plastelinę i wykałaczki (lub zapalki), skonstruuj model cząsteczki kwasu węglowego. W swoim modelu uwzględnij różnice w rozmiarach atomów węgla, tlenu i wodoru oraz ich wartościowość (atomy węgla w cząsteczce kwasu węglowego są czterowartościowe, atomy tlenu dwuwartościowe, a atomy wodoru jednowartościowe). Pamiętaj, że atomy wodoru w cząsteczce analizowanego kwasu nie są bezpośrednio połączone z atomem węgla.

Zrób zdjęcie skonstruowanego modelu, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

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

Polecenie 2

W oparciu o skonstruowany model cząsteczki kwasu węglowego, narysuj jej wzór strukturalny.

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.

Nazwy kwasów tlenowych tworzymy, dodając do wyrazu „kwas” formę przymiotnikową nazwy pierwiastka (zwykle niemetalu), który wchodzi w skład reszty kwasowej (z końcówką „-owy”). W przypadku, kiedy atomy wspomnianego pierwiastka mogą w związkach chemicznych przyjmować różne wartościowości, to tę konkretną uwzględniamy w nazwie kwasu, zapisując ją w nawiasie. Przykładowo w cząsteczce kwasu tlenowego o wzorze:



atom siarki ma wartościowość równą IV. Nazwa tego kwasu to:

kwas siarkowy(IV)

Jeżeli niemetal, jak np. węgiel, tworzy tylko jeden kwas tlenowy, wówczas w nazwie tego kwasu nie podaje się wartościowości. Dlatego analizowany kwas o wzorze:

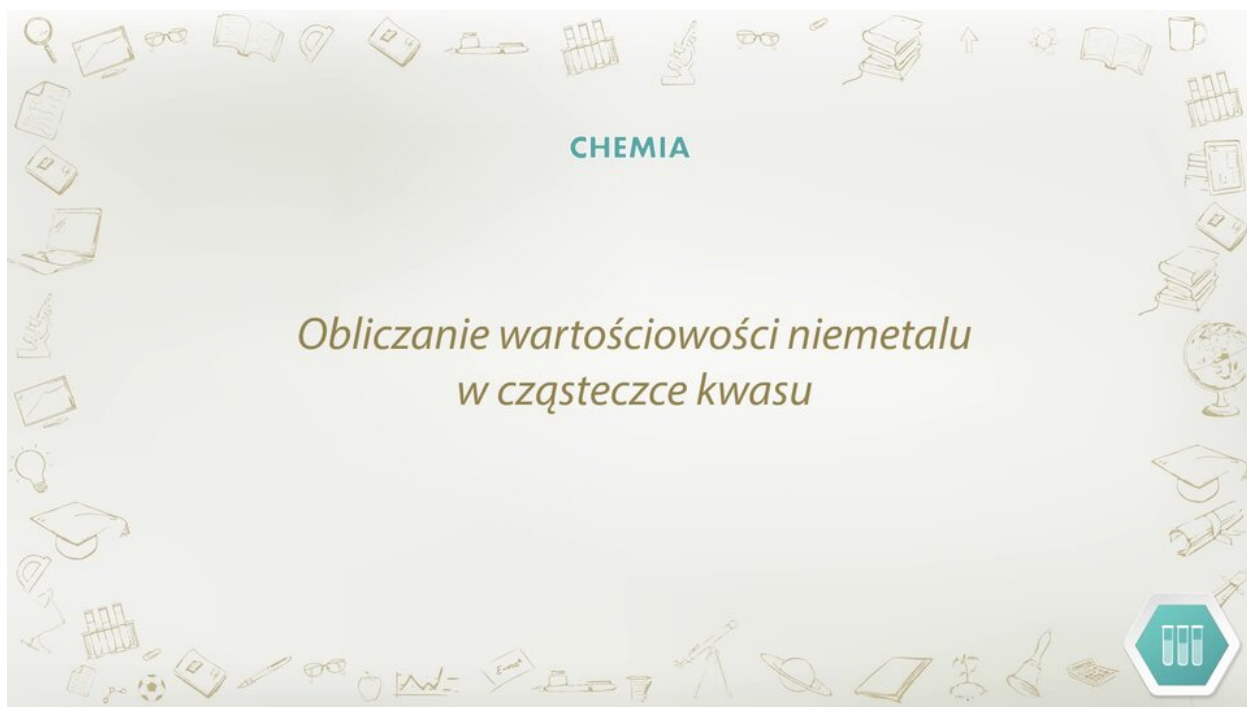


ma nazwę:

kwas węglowy

Polecenie 3

Zapoznaj się z poniższym materiałem filmowym, w którym przedstawiono metodę obliczania wartościowości niemetalu (atomu centralnego) w cząsteczce kwasu o wzorze H_3PO_4 . Następnie wyznacz wartościowość azotu w cząsteczkach kwasów o wzorach: HNO_2 i HNO_3 i napisz nazwy tych kwasów.



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/R1BVZ9qGowTQs](https://www.youtube.com/watch?v=R1BVZ9qGowTQs)

Film pt. „Obliczanie wartościowości niemetalu w cząsteczce kwasu”

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

Na filmie ukazano proces obliczania wartościowości fosforu w cząsteczce kwasu fosforowego pięć H_3PO_4 .

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.

Polecenie 4

W poniższej tabeli znajdują się informacje dotyczące sześciu nieorganicznych kwasów tlenowych. Przeanalizuj je, a następnie narysuj w zeszycie podobną tabelę, w której znajdą się informacje o kwasach tlenowych o wzorach: HBrO_4 , HClO_2 , HBrO_3 i HIO . Uwzględnij nazwy wymienionych kwasów, wartościowość oraz wzór anionu reszty kwasowej zawartej w cząsteczce każdego z kwasów, a także wzór strukturalny i schematyczny rysunek modelu każdej z cząsteczek.

Nazwa kwasu	Wzór sumaryczny	Wartościowość reszty kwasowej	Wzór strukturalny	Wzór reszty kwasowej	Model cząsteczki (bez uwzględniania wiązań chemicznych)
kwas azotowy(III)	HNO_2	I	$\text{H}-\text{O}-\text{N}=\text{O}$	NO_2	
kwas azotowy(V)	HNO_3	I	$\text{H}-\text{O}-\text{N}(\text{O})_2$	NO_3	
kwas fosforowy(V)	H_3PO_4	III	$\text{H}-\text{O}-\text{P}(\text{O})(\text{O})_2$	PO_4	
kwas siarkowy(IV)	H_2SO_3	II	$\text{H}-\text{O}-\text{S}(\text{O})(\text{O})$	SO_3	
kwas siarkowy(VI)	H_2SO_4	II	$\text{H}-\text{O}-\text{S}(\text{O})_2(\text{O})$	SO_4	
kwas węglowy	H_2CO_3	II	$\text{H}-\text{O}-\text{C}(\text{O})_2$	CO_3	

Kwasy tlenowe

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

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

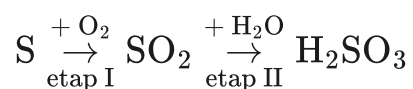
Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

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

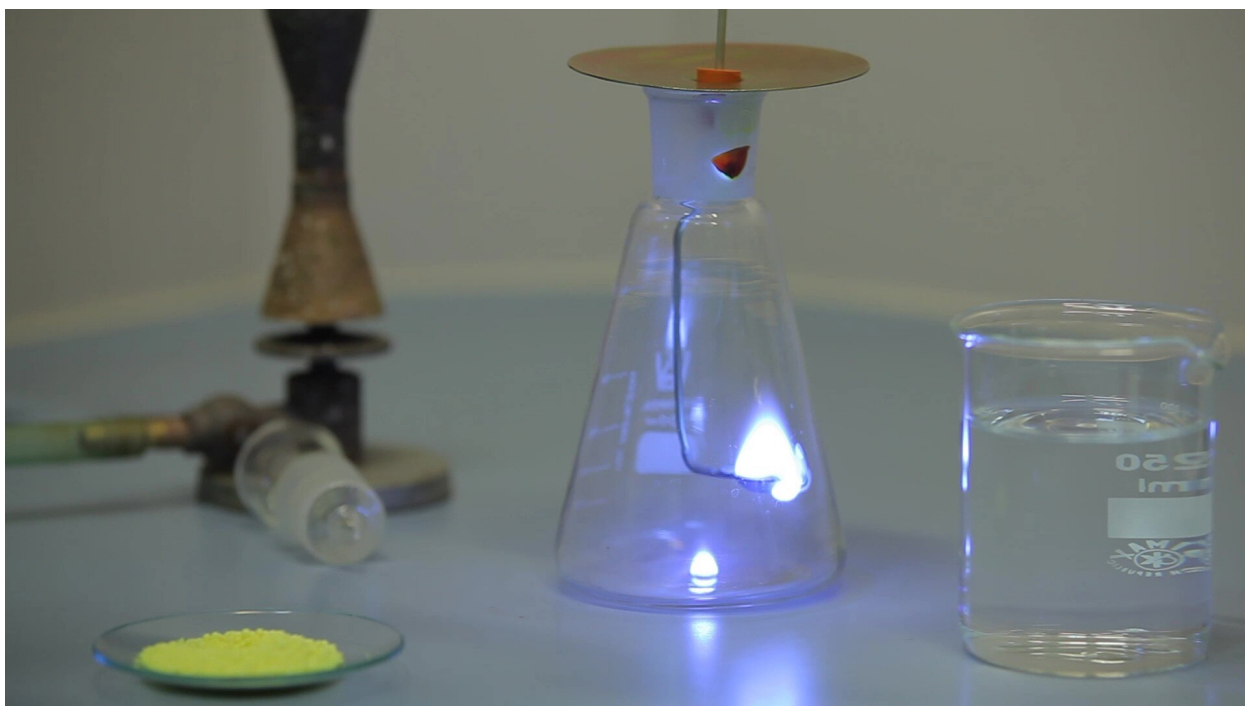
2. Otrzymywanie kwasów tlenowych

Polecenie 5

W poniższym materiale filmowym przedstawiono przebieg dwuetapowego doświadczenia, które pozwala na otrzymanie kwasu siarkowego(IV). Doświadczenie to można opisać za pomocą schematu reakcji:



Zapoznaj się z dołączonym materiałem filmowym, a następnie, dla każdego z etapów przedstawionego w nim doświadczenia, napisz obserwacje oraz równania zachodzących reakcji chemicznych w formie cząsteczkowej.



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/RrBGmq6CRdXQM](https://preview.resource/RrBGmq6CRdXQM)

Film pt. „Otrzymywanie kwasu siarkowego(IV)”

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

Na filmie ukazano doświadczenie polegające na otrzymaniu kwasu siarkowego(cztery). W celu zbadania odczynu otrzymanej substancji wykorzystano oranż metylowy.

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.

Większość kwasów tlenowych otrzymuje się między innymi w wyniku reakcji tlenku odpowiedniego niemetalu z wodą. Reakcja przebiega według schematu:



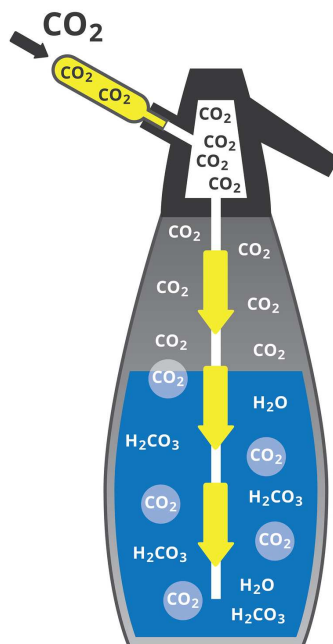
W przypadku analizowanego doświadczenia kwas siarkowy(IV) otrzymano w wyniku reakcji tlenku siarki(IV) z wodą:



Zwróć uwagę, że w wyniku omawianej reakcji, atomy niemetalu wchodzącego początkowo w skład tlenku (w naszym przykładzie atomy siarki), nie zmieniają swojej wartościowości.

Ciekawostka

Wody gazowane otrzymuje się przez wprowadzenie pod ciśnieniem tlenku węgla(IV) do wody, w wyniku czego powstaje kwas węglowy, a napój nabiera lekko kwaśnego, orzeźwiającego smaku. Kwas węglowy jest bardzo nietrwały i szybko ulega rozkładowi na wodę i tlenek węgla(IV). Tak też się dzieje po otwarciu butelki z wodą gazowaną.



Syfon – urządzenie do wytwarzania wody sodowej

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

Polecenie 6

Stosując zapis cząsteczkowy, napisz równanie reakcji chemicznej zachodzącej po wprowadzeniu tlenku węgla(IV) do wody.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

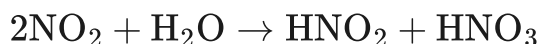
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Tlenki, które reagują z wodą, tworząc odpowiednie kwasy tlenowe, nazywamy tlenkami kwasotwórczymi.

Jednak niektóre tlenki niemetali nie reagują z wodą. Tak się dzieje w przypadku chociażby N₂O (tlenku azotu(I)), NO (tlenku azotu(II)), SiO (tlenku krzemu(II)), SiO₂ (tlenku krzemu(IV)) i CO (tlenku węgla(II)).

Ciekawostka

Tlenek azotu(IV) w reakcji z wodą tworzy mieszaninę kwasów:



tlenek azotu(IV) + woda → kwas azotowy(III) + kwas azotowy(V)

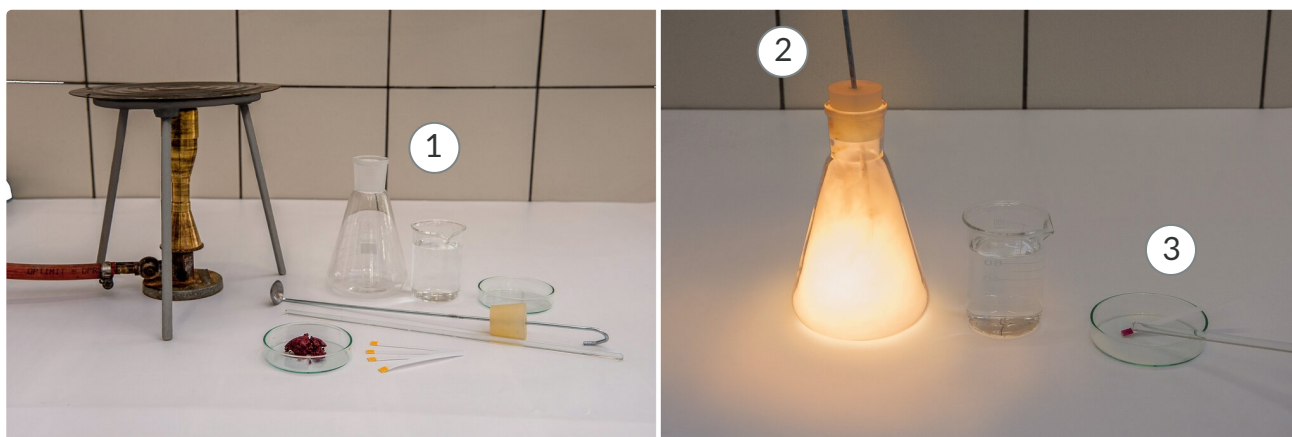
W wyniku tej reakcji chemicznej, w przeciwieństwie do typowych reakcji tlenków kwasotwórczych z wodą, atomy niemetalu (azotu) zmieniają swoją wartościowość.

Doświadczenie 1

Bazując na doświadczeniu, w którym otrzymano kwas siarkowy(IV), zaprojektuj i przeprowadź doświadczenie, w którym mając do dyspozycji fosfor czerwony, tlen (zebrany w kolbie), wodę, uniwersalne papierki wskaźnikowe oraz niezbędne naczynia i przyrządy laboratoryjne, otrzymasz kwas fosforowy(V).

Wypisz nazwy zastosowanych odczynników oraz szkła i przyrządów laboratoryjnych. Napisz instrukcję wykonania doświadczenia. Zapisz obserwacje oraz równania zachodzących reakcji chemicznych (stosując zapis cząsteczkowy). Sformułuj odpowiednie wnioski.

Jeśli nie masz możliwości samodzielnego przeprowadzenia doświadczenia, zapoznaj się ze zdjęciami z jego przebiegu, które są zamieszczone poniżej.



1

Zestaw doświadczalny

Uwaga, w doświadczeniu nie wykorzystano trójnoga i siatki ceramicznej.

2

Spalanie fosforu.

3

Badanie odczynu wodnego roztworu, uzyskanego po wprowadzeniu produktu spalania fosforu do wody.

Ilustracja interaktywna

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

Polecenie 7

Problem badawczy: Czy odczyn roztworu, uzyskanego po wprowadzeniu do wody produktu spalania fosforu czerwonego w tlenie, będzie taki sam jak odczyn wody?

Hipoteza: Odczyn roztworu, uzyskanego po wprowadzeniu do wody produktu spalania fosforu czerwonego w tlenie, będzie inny niż odczyn wody – w wyniku zachodzącej reakcji chemicznej w układzie powstaje kwas.

Co będzie potrzebne:

Instrukcja

Obserwacje:

Równania reakcji: Stosując zapis cząsteczkowy, napisz równania reakcji chemicznych zachodzących w trakcie doświadczenia.

Uwaga: Fosfor czerwony występuje w postaci czteroatomowych cząsteczek (P_4).

Wnioski:

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

Podsumowanie

- Wzór ogólny kwasów tlenowych ma postać $\mathbf{H_nR}$, gdzie $\mathbf{R}$ to tak zwana reszta kwasowa, w skład której wchodzi atomy tlenu oraz atom pierwiastka innego niż tlen i wodór (najczęściej niemetalu).
- Wartościowość reszty kwasowej jest równa liczbie atomów wodoru w cząsteczce rozpatrywanego kwasu.
- Nazwy kwasów tlenowych tworzy się, dodając do wyrazu „kwas” nazwę pierwiastka (stanowiącego w cząsteczce kwasu atom centralny) z końcówką „-owy”. Jeśli wspomniany pierwiastek może tworzyć kilka kwasów, w nazwie podaje się wartościowość atomów tego pierwiastka w analizowanym kwasie.
- Kwasy tlenowe powstają między innymi w wyniku reakcji niektórych tlenków niemetali z wodą. Dzięki zachodzącej reakcji chemicznej, atomy niemetali (w większości przypadków) nie zmieniają swojej wartościowości.

Praca domowa

Polecenie 8.1

Odszukaj w Internecie karty charakterystyki dwóch kwasów tlenowych: kwasu siarkowego(VI) i kwasu azotowego(V). Następnie zapoznaj się z informacjami dotyczącymi tych kwasów, zawartymi w sekcjach „Identyfikacja zagrożeń” oraz „Środki pierwszej pomocy”. Sporządź w zeszycie notatkę (np. w formie mapy myśli), w której zapiszesz najważniejsze informacje dotyczące zagrożeń i ewentualnych środków pomocy, w przypadku używania kwasu siarkowego(VI) i kwasu azotowego(V), odczytane z ich kart charakterystyk.

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.

Polecenie 8.2

Oblicz wartościowość atomu fosforu w cząsteczce kwasu o wzorze H_3PO_3 .
Napisz nazwę tego kwasu.

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.

Polecenie 8.3

Używając dowolnej techniki, skonstruuj modele cząsteczek trzech wybranych kwasów tlenowych. W swoich modelach uwzględnij różnice w rozmiarach atomów poszczególnych pierwiastków chemicznych oraz krotność wiązań pomiędzy nimi. Rezultaty pracy zaprezentuj na forum klasy.

Słownik

kwas

związek chemiczny, którego cząsteczki są zbudowane z przynajmniej jednego atomu wodoru i reszty kwasowej; wzór ogólny cząsteczki kwasu ma postać H_nR , gdzie: H – symbol atomu wodoru, R – reszta kwasowa, n – liczba atomów wodoru w cząsteczce kwasu (równa wartościowości reszty kwasowej)

kwas tlenowy

związek chemiczny; jego cząsteczki zbudowane są z przynajmniej jednego atomu wodoru i reszty kwasowej, w skład której wchodzi co najmniej jeden atom tlenu i atom pierwiastka innego niż tlen i wodór (najczęściej niemetalu)

wzór strukturalny

wzór związku chemicznego, który przedstawia symbole wszystkich atomów poszczególnych pierwiastków tworzących cząsteczkę oraz wiązania pomiędzy tymi atomami, z uwzględnieniem ich krotności

tlenki kwasotwórcze

tlenki, które w reakcji z wodą tworzą odpowiednie kwasy tlenowe

wzór rzeczywisty

wzór sumaryczny związku chemicznego ukazujący rzeczywistą (faktyczną) liczbę atomów danego pierwiastka, jakie występują w analizowanym związku; przykładowo: wzór rzeczywisty tlenku fosforu(V) ma postać P_4O_{10} , a jego wzór empiryczny (ukazujący najmniejszy stosunek liczbowy atomów poszczególnych pierwiastków w związku chemicznym) to P_2O_5 (uwaga: w przypadku tlenku fosforu(V), zapisywanie wzoru P_2O_5 , np. w równaniach reakcji chemicznych jest błędne)

Ćwiczenia

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Połącz w pary nazwy kwasów z odpowiadającymi im modelami cząsteczek.



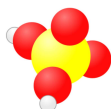
kwas fosforowy(V)



kwas siarkowy(VI)



kwas azotowy(III)



kwas węglowy



kwas siarkowy(IV)

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

Ćwiczenie 2



Zaznacz prawidłową wartościowość boru, który wchodzi w skład cząsteczki kwasu o wzorze H_3BO_3 .

☐ IV

☐ II

☐ V

☐ I

☐ III

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

Ćwiczenie 3



Zaznacz poprawne dokończenie poniższego zdania.

Prawidłowa nazwa związku chemicznego o wzorze sumarycznym HNO_3 to

☐ tlenek niklu(II).

☐ bezwodnik kwasowy.

☐ tlenek azotu(V).

☐ kwas azotowy(III).

☐ tlenek azotu(III).

☐ kwas węglowy.

☐ kwas azotowy.

☐ kwas azotowy(V).

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

Ćwiczenie 4



Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz Prawda, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub Fałsz, jeśli jest fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
W wyniku reakcji każdego tlenku metalu z wodą powstaje kwas tlenowy.	☐	☐
W wyniku reakcji tlenku azotu(V) z wodą powstaje kwas azotowy(V).	☐	☐
Kwas chlorowodorowy to kwas tlenowy.	☐	☐
W wyniku reakcji tlenku węgla(II) z wodą powstaje kwas węglowy.	☐	☐
W nazwie kwasu węglowego nie podaje się wartościowości węgla.	☐	☐

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

Ćwiczenie 5



Uporządkuj wzory sumaryczne poniższych kwasów tlenowych wg wzrastającej wartościowości niemetalu (atomu centralnego), który wchodzi w skład reszty kwasowej.

H₂SO₄



H₂SO₃



HClO



HNO₂



HNO₃



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

Ćwiczenie 6



Poniżej znajdują się wzory sumaryczne kwasów tlenowych oraz tlenków. Do każdego z nich dopasuj odpowiadający mu wzór tlenku, z którego (w wyniku reakcji z wodą) można ten kwas otrzymać.

Wzór sumaryczny kwasu tlenowego	Wzór sumaryczny tlenku
HNO_2	
HBrO_3	
H_2CO_3	
H_2SO_4	

Br_2O_5

N_2O_5

SO_3

N_2O_3

CO_2

SO_2

Br_2O_3

CO

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

Ćwiczenie 7



Wykorzystując zestaw modeli atomów lub kolorową plastelinę i wykałaczki (lub zapałki), skonstruuj modele cząsteczek kwasu siarkowego(IV) oraz kwasu siarkowego(VI). W swoich modelach uwzględnij różnice w rozmiarach atomów siarki, tlenu i wodoru oraz ich wartościowość.

Zrób zdjęcie skonstruowanych modeli, 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 8



Wzór sumaryczny cząsteczki pewnego tlenowego kwasu jodu ma postać:



Wiedząc, że atom jodu w cząsteczce analizowanego kwasu przyjmuje wartościowość równą VII, oblicz wartość indeksu stechiometrycznego x (określającego liczbę atomów tlenu w cząsteczce tego kwasu). Następnie narysuj wzór strukturalny cząsteczki rozpatrywanego kwasu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Poniżej znajduje się krótka notatka (w języku angielskim) dotycząca wody gazowanej. Zapoznaj się z nią i na jej podstawie określ, jak zmiany ciśnienia i temperatury układu (każdego czynnika z osobna), który zawiera wodę gazowaną, wpływają na ilość kwasu węglowego zawartego w tym napoju.

Carbonated water (also known as soda water, sparkling water, fizzy water [...]) is water containing dissolved carbon dioxide gas, either artificially injected under pressure or occurring due to natural geological processes [...].

In the carbonation process, water is chilled, optimally to just above freezing, to maximize the amount of carbon dioxide that can be dissolved in it. Higher gas pressure and lower temperature cause more gas to dissolve in the liquid. When the temperature is raised or the pressure is reduced (as happens when a container of carbonated water is opened), carbon dioxide effervesces, thereby escaping from the solution.

Źródło: V. Gonzalez, C.; Torrico, D. D.; Dunshea, F. R.; Fuentes, S. Bubbles, *Foam Formation. Stability and Consumer Perception of Carbonated Drinks: A Review of Current, „New and Emerging Technologies for Rapid Assessment and Control”, Foods* **2019**, 8(12), 596.

Odpowiedź:

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

Bibliografia

Encyklopedia PWN.

Krzeczkowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia. Liceum – poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

Litwin M., Styka-Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 1. Chemia ogólna i nieorganiczna. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2012.

Pazdro K. M., *Chemia. Pierwiastki i związki nieorganiczne*, Warszawa 2012.

Szczypiński R., *Projektowanie doświadczeń chemicznych*, Warszawa 2019.

Notatnik

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