




Jak obliczyć stopień utlenienia w jonach złożonych i cząsteczkach związków nieorganicznych

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



Jak obliczyć stopień utlenienia w jonach złożonych i cząsteczkach związków nieorganicznych

Siarczan(VI) sodu to sól złożona z kationów sodu oraz anionów siarczanowych(VI), w których siarka występuje na swoim najwyższym +VI stopniu utlenienia. Siarczan(VI) sodu jest wykorzystywany do produkcji m.in. szkła.

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

Określenie formalnego stopnia utlenienia atomów pierwiastków w jonach złożonych i cząsteczkach jest niezwykle istotną umiejętnością. Dzięki temu można dokonać charakterystyki fizykochemicznej danego związku chemicznego, czyli określić, jakim reakcjom może ulec, w jaki sposób można go otrzymać lub jaką barwę przyjmuje. Znajomość stopni utlenienia ułatwia również dobór współczynników stechiometrycznych w reakcjach typu redoks. W jaki sposób zatem obliczyć stopień utlenienia atomów pierwiastków chemicznych w jonach złożonych i cząsteczkach związków nieorganicznych?

Twoje cele

- Przeanalizujesz i zapamiętasz typowe stopnie utlenienia pierwiastków.
- Sformułujesz reguły dotyczące obliczania stopnia utlenienia atomów pierwiastków chemicznych w cząsteczkach związków nieorganicznych oraz jonach złożonych.

- Obliczysz stopnie utlenienia atomów w różnych cząsteczkach związków nieorganicznych oraz jonach złożonych.
- Przedstawisz szczególne przypadki cząsteczek związków nieorganicznych oraz jonów złożonych, w których atomy jednego pierwiastka chemicznego występują na dwóch różnych formalnych stopniach utlenienia.

Przeczytaj

Co to jest stopień utlenienia i jakie są typowe stopnie utlenienia?

Stopień utlenienia – pojęcie formalne, najprościej ujmując, to ładunek elementarny, jaki posiadałby dany atom, gdyby wszystkie wiązania w indywiduum chemicznym uznać za jonowe.

Aby obliczyć formalny stopień utlenienia atomu pierwiastka chemicznego w jonach złożonych i cząsteczkach związków nieorganicznych, należy przede wszystkim poznać typowe stopnie utlenienia dla atomów różnych pierwiastków. Ułatwia to określanie stopni utlenienia atomów innych pierwiastków występujących na wielu różnych stopniach utlenienia w związkach chemicznych.

Typowe stopnie utlenienia

- Stopień utlenienia atomu tlenu wynosi $-II$.

Z wyjątkiem nadtlenków, gdzie przyjmuje $-I$ stopień utlenienia (na przykład H_2O_2); ponadtlenuków, gdzie przyjmuje $-\frac{1}{2}$ stopnia utlenienia (na przykład KO_2), oraz fluorku tlenu, gdzie przyjmuje $+II$ stopień utlenienia (na przykład O_2F_2). W ostatnim przypadku dodatni stopień utlenienia wynika z większej elektroujemności fluoru względem tlenu.

- Stopień utlenienia atomu wodoru wynosi $+I$.

Z wyjątkiem wodoroków metali, gdzie przyjmuje $-I$ stopień utlenienia (na przykład NaH).

- Stopień utlenienia litowców w związkach chemicznych wynosi $+I$.
- Stopień utlenienia berylowców w związkach chemicznych wynosi $+II$.
- Stopień utlenienia borowców w związkach chemicznych wynosi $+III$.
- Stopień utlenienia fluoru we wszystkich związkach chemicznych wynosi $-I$.

Obliczanie stopni utlenienia w cząsteczkach związków nieorganicznych

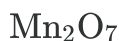
Podczas obliczania stopni utlenienia w związku chemicznym należy pamiętać, że suma stopni utlenienia poszczególnych elementów wynosi 0. W oparciu o poznane już typowe stopnie utlenienia atomów pierwiastków można obliczyć nieznaną stopień utlenienia atomu pozostałego pierwiastka, jak przedstawiono w poniższych przykładach.



Stopień utlenienia atomu tlenu wynosi -II, a suma stopni utlenienia atomów w cząsteczce wynosi 0. Oznaczając więc nieznaną stopień utlenienia atomu chloru jako " x " oraz wiedząc, że w cząsteczce są dwa atomy chloru, można ułożyć równanie:

$$\begin{aligned} & \overset{x}{\text{Cl}}_2 \overset{-\text{II}}{\text{O}} \\ 2 \cdot x + (1 \cdot (-\text{II})) &= 0 \\ 2x - 2 &= 0 \\ x &= 1 \end{aligned}$$

Stopień utlenienia atomu chloru w tlenku chloru(I) wynosi +I.



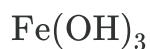
$$\begin{aligned} & \overset{x}{\text{Mn}}_2 \overset{-\text{II}}{\text{O}}_7 \\ 2x + (7 \cdot (-\text{II})) &= 0 \\ 2x - 14 &= 0 \\ 2x &= 14 \\ x &= 7 \end{aligned}$$

Stopień utlenienia atomu manganu w tlenku manganu(VII) wynosi +VII.



$$\begin{aligned} & \overset{\text{I}}{\text{H}}_2 \overset{x}{\text{Cr}}_2 \overset{-\text{II}}{\text{O}}_7 \\ 2 \cdot \text{I} + 2 \cdot x + (7 \cdot (-\text{II})) &= 0 \\ 2x &= 12 \\ x &= 6 \end{aligned}$$

Stopień utlenienia atomu chromu w kwasie dichromowym(VI) (kwasie nadchromowym) wynosi +VI.



$$\begin{aligned} & \text{Fe} \left(\overset{x}{\text{O}} \overset{-\text{II}}{\text{H}} \right)_3 \\ & x + (-\text{II} + \text{I}) \cdot 3 = 0 \\ & x = 3 \end{aligned}$$

Stopień utlenienia atomu żelaza w wodorotlenku żelaza(III) wynosi +III.



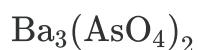
$$\begin{aligned} & \overset{\text{I}}{\text{Na}}_2 \overset{x}{\text{C}} \overset{-\text{II}}{\text{O}}_3 \\ & 2 \cdot \text{I} + x + (3 \cdot (-\text{II})) = 0 \\ & x - 4 = 0 \\ & x = 4 \end{aligned}$$

Stopień utlenienia atomu węgla w węglanie sodu wynosi +IV.



$$\begin{aligned} & \overset{\text{I}}{\text{K}} \overset{\text{I}}{\text{H}}_2 \overset{x}{\text{P}} \overset{-\text{II}}{\text{O}}_4 \\ & \text{I} + 2 \cdot \text{I} + x + (4 \cdot (-\text{II})) = 0 \\ & x - 5 = 0 \\ & x = 5 \end{aligned}$$

Stopień utlenienia atomu fosforu w diwodoroortofosforanie(V) potasu wynosi +V.



$$\begin{aligned} & \overset{\text{II}}{\text{Ba}}_3 \left(\overset{x}{\text{As}} \overset{-\text{II}}{\text{O}}_4 \right)_2 \\ & 3 \cdot \text{II} + (x + (4 \cdot (-\text{II}))) \cdot 2 = 0 \\ & 6 + 2x - 16 = 0 \\ & 2x - 10 = 0 \\ & x = 5 \end{aligned}$$

Stopień utlenienia atomu arsenu w arsenianie(V) baru wynosi +V.

Obliczanie stopni utlenienia w jonach złożonych

Obliczanie stopni utlenienia atomów w jonach złożonych jest analogiczne jak w przypadku związków chemicznych. Jediną różnicą jest to, że suma stopni utlenienia atomów w jonie złożonym jest równa ładunkowi całego jonu. W oparciu o typowe, znane stopnie utlenienia można obliczyć nieznan stopień utlenienia atomu pierwiastka w dowolnym jonie, jak przedstawiono w poniższych przykładach.



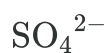
$$\begin{array}{c} x - \text{II}^- \\ \text{NO}_3 \\ x + (3 \cdot (-\text{II})) = -1 \\ x = -1 + 6 \\ x = 5 \end{array}$$

Stopień utlenienia atomu azotu w anionie azotanowym(V) wynosi +V.



$$\begin{array}{c} x - \text{II}^- \\ \text{ClO}_4 \\ x + (4 \cdot (-\text{II})) = -1 \\ x = -1 + 8 \\ x = 7 \end{array}$$

Stopień utlenienia atomu chloru w anionie chloranowym(VII) wynosi +VII.



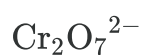
$$\begin{array}{c} x - \text{II}^{2-} \\ \text{SO}_4 \\ x + (4 \cdot (-\text{II})) = -2 \\ x = -2 + 8 \\ x = 6 \end{array}$$

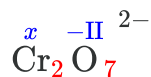
Stopień utlenienia atomu siarki w anionie siarczanowym(VI) wynosi +VI.



$$\begin{array}{c} x \text{ I}^+ \\ \text{NH}_4 \\ x + (4 \cdot \text{I}) = 1 \\ x = 1 - 4 \\ x = -3 \end{array}$$

Stopień utlenienia atomu azotu w kationie amonu wynosi -III.





$$2 \cdot x + (7 \cdot (-\text{II})) = -2$$

$$2x = -2 + 14$$

$$x = 6$$

Stopień utlenienia atomu chromu w anionie dichromianowym(VI) wynosi +VI.

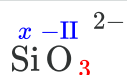


$$x + (3 \cdot (-\text{II})) = -1$$

$$x = -1 + 6$$

$$x = 5$$

Stopień utlenienia atomu jodu w anionie jodanowym(V) wynosi +V.



$$x + (3 \cdot (-\text{II})) = -2$$

$$x = -2 + 6$$

$$x = 4$$

Stopień utlenienia atomu krzemu w anionie metakrzemianowym wynosi +IV.

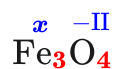
Przypadki szczególne

W niektórych związkach chemicznych i jonach złożonych nie jest możliwe obliczenie stopni utlenienia za pomocą prostego równania z jedną niewiadomą, ponieważ atomy jednego pierwiastka chemicznego występują w nich na minimum dwóch różnych stopniach utlenienia. Z taką sytuacją można się spotkać w przypadku tlenków złożonych, takich jak Fe_3O_4 oraz Pb_3O_4 .

Przykład 1



Jeżeli przyjmiemy, że atom tlenu w związkach przyjmuje stopień utlenienia $-\text{II}$, to możemy zapisać:

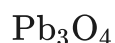


Jeżeli by uznać, że atomy żelaza występują na tym samym stopniu utlenienia, to po rozwiązaniu równania:

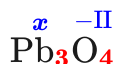
$$3x + (4 \cdot (-\text{II})) = 0$$

$x = \frac{8}{3}$, co nie jest możliwe z chemicznego punktu widzenia, ponieważ poszczególne atomy żelaza nie tworzą takiej samej ilości wiązań z atomami tlenu, a więc nie mają tego samego stopnia utlenienia. Można wówczas przypuszczać, że tlenek Fe_3O_4 jest tlenkiem złożonym. Po sprawdzeniu w źródłach okazuje się, że ten tlenek jest złożony z tlenków FeO oraz Fe_2O_3 , w których atomy żelaza występują odpowiednio na $+\text{II}$ i $+\text{III}$ stopniu utlenienia. Dlatego tlenek ten nazywa się tlenkiem żelaza(II, III), a jego wzór można zapisać również jako $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Przykład 2



Analogiczna sytuacja występuje w przypadku tlenku Pb_3O_4 .



Po rozwiązaniu równania:

$$3x + (4 \cdot (-\text{II})) = 0$$

x również wynosi $\frac{8}{3}$. Można wówczas przypuszczać, że tlenek Pb_3O_4 jest tlenkiem złożonym. Po sprawdzeniu w źródłach okazuje się, że ten tlenek jest złożony z tlenków: PbO oraz PbO_2 , w których atom ołowiu występuje odpowiednio na $+\text{II}$ i $+\text{IV}$ stopniu utlenienia.

Jego nazwa to zatem tlenek ołowiu(II, IV) a inny możliwy wzór chemiczny to $2 \text{PbO} \cdot \text{PbO}_2$.

Słownik

stopień utlenienia

ładunek, jaki zgromadziłby się na atomie danego pierwiastka wchodzącego w skład związku chemicznego, przy założeniu, że wszystkie wiązania chemiczne w związku mają charakter wiązań jonowych

jon złożony

grupa atomów obdarzona ładunkiem elektrycznym, na przykład jon siarczanowy(IV)

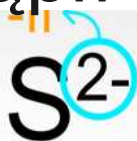
SO_3^{2-} , jon amonu NH_4^+

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z zamieszczonym samouczkiem i na jego podstawie wykonaj poniższe ćwiczenia.

Wystąpił błąd



$$x + 2(-\text{II}) = 0$$

$$x - 4 = 0$$

$$x = 4 \text{ (+IV)}$$



$$x + 3(-\text{II}) = -1$$

$$x - 6 = -1$$

$$x = 5 \text{ (+V)}$$



$$2x + 7(-\text{II}) = -2$$

$$2x - 14 = -2$$

$$x = 6 \text{ (+VI)}$$

Film dostępny pod adresem </preview/resource/RJJ2656E2XpMQ>

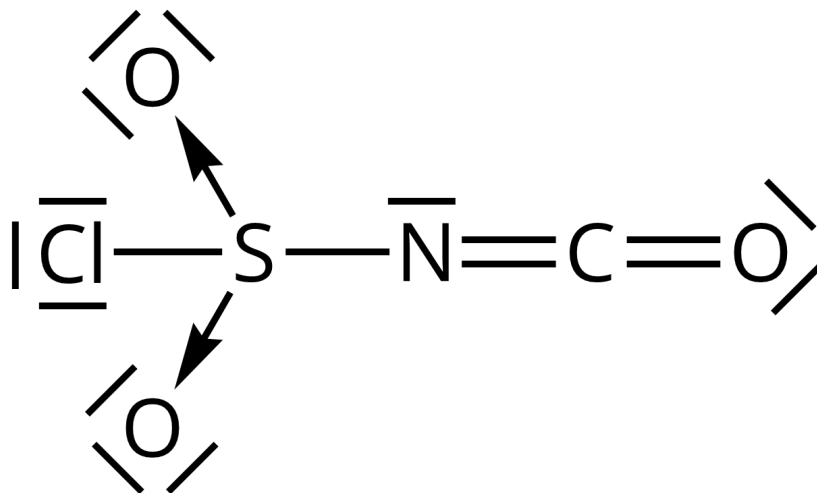
Film samouczek pt. „*Jak obliczyć stopień utlenienia w jonach złożonych i cząsteczkach związków nieorganicznych?*”

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

Film dotyczy obliczania stopni utlenienia w jonach i cząsteczkach.

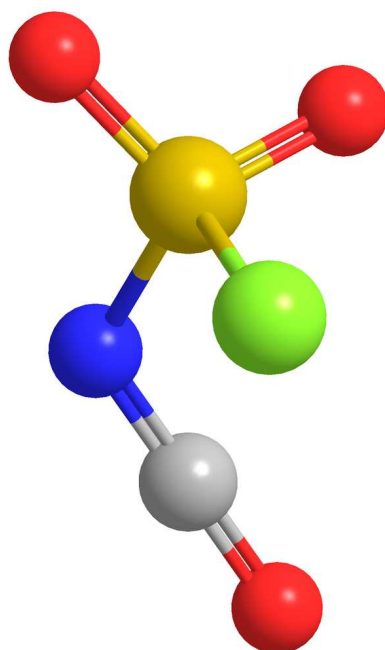
Ćwiczenie 1

Poniżej przedstawiono wzór strukturalny oraz model cząsteczki izocyjanianu chlorosulfonylu, bardzo niebezpiecznej i silnie reaktywnej substancji o wzorze CNCIO_3S .



Wzór strukturalny cząsteczki izocyjanianu

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



Model cząsteczki izocyjanianu. Kolorem czerwonym zaznaczono atomy tlenu, szarym atom węgla, niebieskim atom azotu, żółtym atom siarki.

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

Ćwiczenie 2

Uzupełnij poniższą tabelę, wpisując stopnie utlenienia atomów wskazanych pierwiastków w wymienionych związkach.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń prawdziwość zdań. Zaznacz w tabeli, czy zdanie jest prawdziwe, czy fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Suma stopni utlenienia w jonie złożonym równa jest 0.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Różnica stopni utlenienia w jonie złożonym równa jest 0.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suma stopni utlenienia w związku nieorganicznym równa jest 0.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Różnica stopni utlenienia w związku nieorganicznym równa jest 0.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suma stopni utlenienia w jonie złożonym równa jest jego ładunkowi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 2



Atomom żelaza, ołowiu, azotu i fosforu przypisz odpowiednie stopnie utlenienia w przedstawionych związkach chemicznych.

+III

NO₂

P₄O₁₀

PbO₂

Fe₂O₃

+IV

+V

Ćwiczenie 3



Oblicz stopień utlenienia atomu arsenu w jonie AsO_4^{3-} .

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4



Przyporządkuj stopnie utlenienia metali w następujących wodorotlenkach: $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$, KOH , $\text{Mn}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$.

+III

Mn

Ni

K

Al

Cr

+II

+I

Ćwiczenie 5



Napisz wzory sumaryczne dwóch anionów, w których atom siarki występuje na formalnym stopniu utlenienia odpowiednio IV i VI.

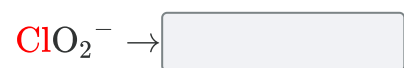
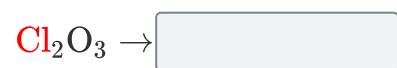
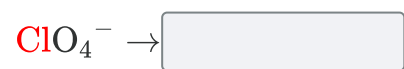
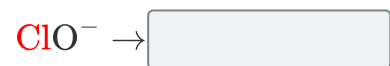
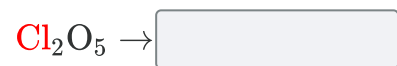
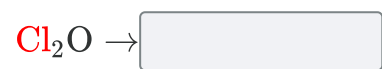
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Podaj stopnie utlenienia atomu chloru w następujących cząsteczkach oraz jonach.



Ćwiczenie 7



Napisz stopnie utlenienia atomów wszystkich pierwiastków budujących wymienione jony złożone.



B:

F:



Al:

O:

H:



Zn:

O:

H:

+I

+III

-II

+II

-II

-I

+I

+III

Ćwiczenie 8



Oblicz stopnie utlenienia atomów azotu w związku chemicznym NH_4NO_3 .



N z grupy NH_4 :

N z grupy NO_3 :

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak obliczyć stopień utlenienia w jonach złożonych i cząsteczkach związków nieorganicznych?

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

VIII. Reakcje utlenienia i redukcji. Uczeń:

3) oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku nieorganicznego i organicznego.

Zakres rozszerzony

VIII. Reakcje utlenienia i redukcji. Uczeń:

4) oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku nieorganicznego i organicznego.

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:

- formułuje reguły dotyczące obliczania stopnia utlenienia w jonach złożonych oraz cząsteczkach związków nieorganicznych;

- oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w różnych jonach złożonych oraz cząsteczkach związków nieorganicznych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film samouczek;
- róża wiatrów.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Co to jest stopień utleniania i jakie są typowe stopnie utlenienia?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie w parach zapoznają się z filmem samouczkiem, a następnie wykonują zawarte ćwiczenia w medium.
2. Uczniowie zapoznają się z treściami zawartymi w e-materiale dotyczącymi obliczania stopni utlenienia atomów pierwiastków w związkach nieorganicznych.

3. Nauczyciel przedstawia na tablicy wzory kilku związków chemicznych, np. K_3PO_4 , $CaCO_3$, H_2SeO_4 , $HBrO$, $Cr(OH)_3$, $Ba_3(AsO_4)_2$. Następnie chętni lub wskazani uczniowie podchodzą do tablicy i przedstawiają sposób obliczenia nieznanego stopnia utlenienia atomu pierwiastka (zapisują równania z niewiadomą), np.:

a) Jak obliczyć stopień utlenienia atomu fosforu w K_3PO_4 ?

- Potas należy do I grupy układu okresowego, więc zawsze przyjmuje +I stopień utlenienia.
- Atom tlenu przyjmuje -II stopień utlenienia.
- Jako x oznaczymy nieznaną stopień utlenienia atomu fosforu w tym związku chemicznym.
- Wiedząc, że suma stopni utlenienia atomów wszystkich pierwiastków występujących w tym związku chemicznym wynosi 0, układamy równanie z jedną niewiadomą, a następnie rozwiązujemy.

4. Uczniowie zapoznają się z treściami zawartymi w e-materiale dotyczącymi obliczania stopni utlenienia w jonach złożonych.

5. Nauczyciel przedstawia na tablicy wzory kilku jonów złożonych, np. $Cr_2O_7^{2-}$, SO_4^{2-} , NO_2^- , NH_4^+ , ClO^- , MnO_4^- . Następnie chętni lub wskazani uczniowie podchodzą do tablicy i przedstawiają sposób obliczenia nieznanego stopnia utlenienia atomu pierwiastka w jonie złożonym (zapisują równania z niewiadomą). Powrót do fazy wstępnej i konfrontacja wypowiedzi uczniów z wiedzą wynikającą na podstawie wykonanych przykładów.

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

Faza podsumowująca:

1. Róża wiatrów (patrz materiały pomocnicze). Nauczyciel poprzez zastosowanie tego narzędzia może dokonać ewaluacji zajęć, umieszczając nazwy elementu podlegającego ocenie, np. atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji i etc. Przygotowaną „różę” nauczyciel rozdaje uczniom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie na podsumowanie, po wcześniej analizie.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:

Film samouczek może być wykorzystany przez nauczyciela w ramach metody lekcji odwróconej lub w fazie podsumowującej. Uczniowie mogą medium wykorzystać podczas przygotowywania się do lekcji lub pracy kontrolnej, a uczniowie nieobecni na lekcji do uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje do ewaluacji lekcji różę wiatrów. Róża wiatrów jest jedną z graficznych metod pozwalających ocenić jednocześnie wiele elementów zajęć. W przypadku ewaluacji zajęć, na osiach w miejsce kierunku umieść się nazwę elementu podlegającego ocenie (atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji). Liczba osi jest dowolna i może być rozbudowywana w zależności od potrzeb. Linię osi podziel na odcinki i przypisz im odpowiednie wartości – od 1 do 10 lub skalę ocen 1-6. Tak przygotowaną „różę” rozdaj uczestnikom i poproś o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Czym jest stopień utlenienia?
 - Ile wynosi suma stopni utlenienia pierwiastków w związku nieorganicznym?
 - Ile wynosi suma stopni utlenienia atomów pierwiastków chemicznych w jonie złożonym?