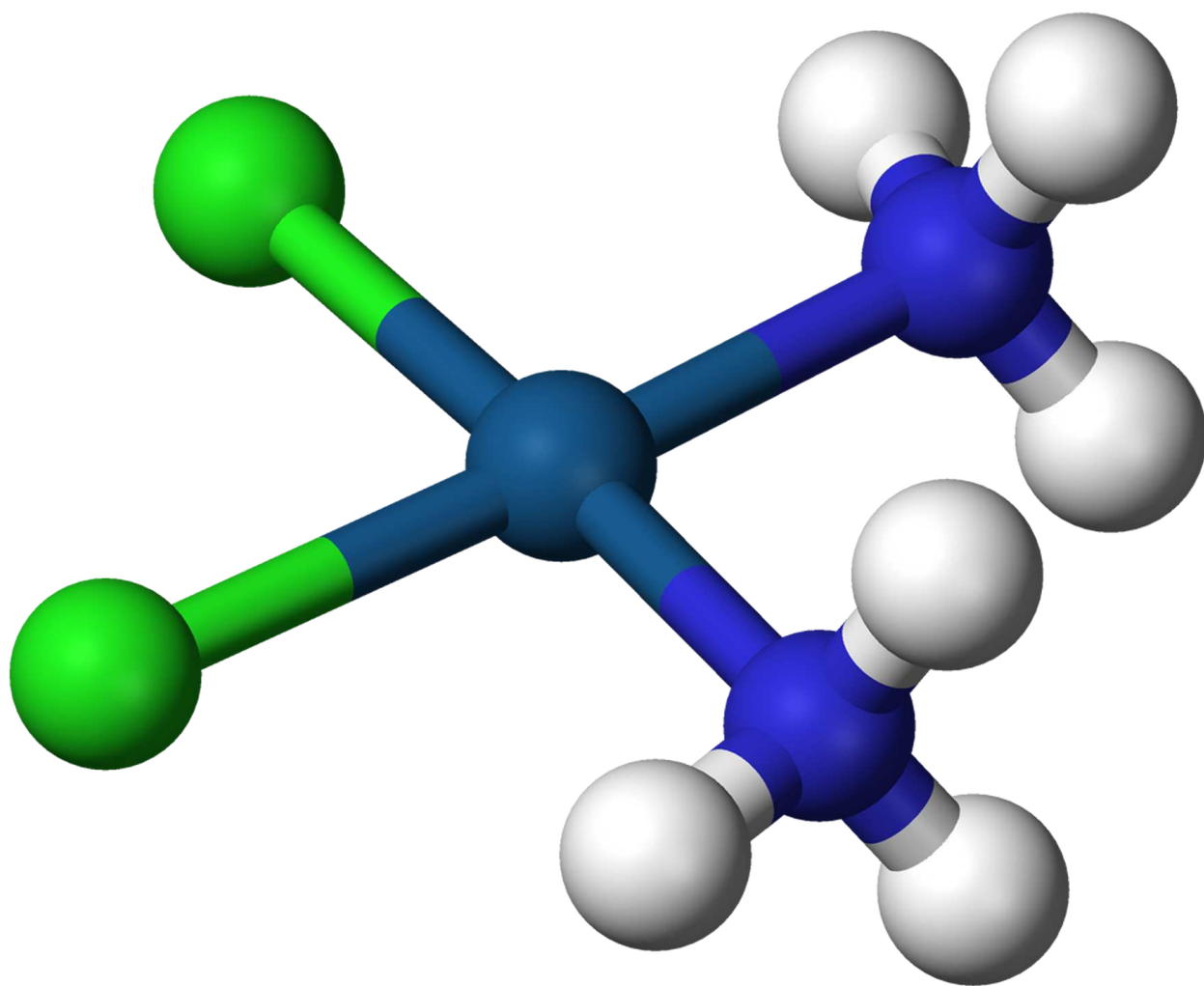




Jak tworzymy wzory i nazwy związków koordynacyjnych?

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



Jak tworzymy wzory i nazwy związków koordynacyjnych?

Przykładem ważnego związku kompleksowego może być cisplatyna, która jest wykorzystywana w terapiach antynowotworowych.

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

Poprawny i jednoznaczny opis budowy związków chemicznych o skomplikowanej budowie wymaga odpowiednio dokładnych oraz precyzyjnych reguł nazewnictwa. Takim przykładem są związki kompleksowe, których złożona struktura nie byłaby możliwa do uzyskania bez obecności w nich licznych wiązań koordynacyjnych.

Twoje cele

- Poznasz budowę związków koordynacyjnych.
- Zapoznasz się z pojęciami ligand, liczba koordynacyjna, atom centralny.
- Poznasz ligandy chelatowe.
- Zaproponujesz poprawną nazwę systematyczną związku kompleksowego na podstawie jego wzoru sumarycznego i odwrotnie.
- Ocenisz poprawność zaproponowanych nazw systematycznych i wzorów sumarycznych związków kompleksowych.

Przeczytaj

Związki kompleksowe

Związki kompleksowe są zbudowane z **atomów (jonów) centralnych** oraz połączonych z nimi wiązaniami koordynacyjnymi **ligandów**. Ligand jest donorem (dawcą pary elektronowej), a jon centralny akceptorem (biorcą pary elektronowej) wiązania koordynacyjnego.

Zgodnie z **teorią Lewisa**, ligand jest zasadą, zaś jon centralny – kwasem Lewisa. Istotną cechą związków kompleksowych jest fakt, że ligandy i jon centralny mogą istnieć zarówno w **postaci związanej (kompleksu)**, jak i w postaci niezwiązanej. Pozwala to rozróżnić związki typu HNO_3 , SO_3 , gdzie czasami we wzorach elektronowych Lewisa postuluje się obecność „wiązań koordynacyjnych”, od typowych kompleksów $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ czy $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. Ze względu na dużą różnorodność związków kompleksowych, ustalono jednoznaczne reguły, które pozwalają na wyznaczenie wzoru sumarycznego danego związku kompleksowego na podstawie jego nazwy systematycznej i odwrotnie.

Tworzenie nazw według tzw. systemu Stocka

Tworzenie nazwy systematycznej według tzw. systemu Stocka na podstawie wzoru sumarycznego

- Wymieniamy wszystkie występujące w związku ligandy w kolejności alfabetycznej ich nazw; jeżeli dany ligand występuje więcej niż raz, wówczas używamy liczebników wielokrotności (di-, tri-, tetra- itd.).
- Dodawanie końcówek:
 - w przypadku anionu, zapisuje się słowo „anion” oraz dodaje końcówkę „-anowy”;
 - w przypadku kationu, nie zapisuje się końcówki;
 - w przypadku kompleksu anionowego, dopisujemy końcówkę „-an” lub „-ian”, np. heksacyjanożelazian(II);
 - w przypadku kompleksu kationowego, podaje się nazwę jonu centralnego w dopełniaczu – np. jon heksaakwamiedzi(II);

- w przypadku kompleksu obojętnego, nazwa atomu centralnego jest nieodmienna, nie dopisuje się końcówki – np. diaminadichloroplatyna(II).
- Przy tworzeniu nazw związków kompleksowych według tzw. systemu Stocka, które zawierają ligandy o bardziej złożonej budowie (np. [ligandy chelatowe](#)), stosuje się przedrostki zwielokrotniające bis-, tris-, tetrakis- (zamiast standardowych di-, tri-, tetra-), a nazwę całego liganda ujmuje się w nawiasy, jak np. bis(etylenodiamina).

Przykład 1

Zapiszmy nazwę systematyczną według tzw. systemu Stocka związku o wzorze $K[Fe(CN)_4(H_2O)_2]$:

Wymieniamy w kolejności alfabetycznej nazwy ligandów, pamiętając o przedrostkach zwielokrotniających (przedrostków nie uwzględniamy w kolejności alfabetycznej):

„diakwatetracyano—”

2

Dodajemy nazwę jonu centralnego, zwracając uwagę na jego stopień utlenienia (żelazo leży w bloku *d*) oraz całkowity ładunek jonu kompleksowego – w tym przypadku ładunek jonu jest równy -1 , ponieważ mamy jon żelaza o ładunku $+3$, oraz cztery jony cyjankowe – każdy o ładunku -1 , zatem dodajemy do nazwy jonu centralnego przyrostek $-ian$:

„diakwatetracyanożelazian(III)”

Dopisujemy nazwy przeciwjonów, związanych z jonem kompleksowym:

„diakwatetracyanożelazian(III) potasu”

Tworzenie wzoru sumarycznego na podstawie nazwy systematycznej według tzw. systemu Stocka

- Otwieramy nawias kwadratowy, w którym zapisujemy symbol jonu centralnego.
- Wypisujemy wzory ligandów **w kolejności alfabetycznej** pierwszych liter wzoru. Wzory ligandów złożonych, czyli zawierających więcej niż jeden atom, ujmujemy w nawiasy nawet wówczas, gdy jest tylko jeden taki ligand w kompleksie.

Ciekawostka

Do niedawna obowiązywała reguła, wg której najpierw podawało się wzory ligandów anionowych w kolejności alfabetycznej, a potem obojętnych – w kolejności alfabetycznej.

- Wzór sumaryczny jonu kompleksowego kończymy kwadratowym nawiasem.
- Dopisujemy symbole jonów związanych z jonem kompleksowym: w przypadku jonów dodatnich, zapisujemy je przed symbolem jonu kompleksowego, a w przypadku anionów – po symbolu jonu kompleksowego.

Przykład 2

Zapiszmy wzór sumaryczny związku o nazwie chlorek tetraaminadichlorochromu(III):

Otwieramy nawias kwadratowy i zapisujemy symbol jonu centralnego:

[Cr

1

2

Dopisujemy wzory ligandów w kolejności alfabetycznej, względem symbolu pierwiastka wraz z indeksami oznaczającymi ich liczbę. Pamiętajmy o zapisaniu wzorów złożonych grup funkcyjnych oraz wzorów cząsteczek w nawiasie:

[CrCl₂(NH₃)₄

Zamykamy nawias kwadratowy i dopisujemy wzory jonów związanych z jonem kompleksowym:



Słownik

ligand

cząsteczka lub anion, które dysponują co najmniej jednym atomem donorowym, dostarczającym wolną parę elektronową do utworzenia wiązania koordynacyjnego; w teorii Lewisa pełni rolę zasady

atom donorowy

atom wchodzący w skład liganda, będący bezpośrednio związany z jonem centralnym, dzięki przekazaniu swojej wolnej pary elektronowej do utworzenia wiązania koordynacyjnego

ligand jednomiejscowy

ligand dostarczający jeden atom donorowy do tworzenia wiązania

ligand wielomiejscowy

ligand dostarczający więcej niż jeden atom donorowy do tworzenia wiązań koordynacyjnych

ligand chelatowy

ligand dostarczający więcej niż jeden atom donorowy do tworzenia wiązań koordynacyjnych z tym samym jonem centralnym

atom (jon) centralny

jon metalu pełniący funkcję kwasu Lewisa

kompleks

jon centralny związany z ligandami poprzez wiązania koordynacyjne; kompleksy mogą być obojętne (związek kompleksowy), kationowe lub anionowe (kompleksy kationowe lub anionowe)

związek kompleksowy

związek obojętny, będący kompleksem lub związek jonowy, w którym co najmniej jeden jon jest kompleksem

liczba koordynacyjna

charakteryzuje jon centralny i jest równa liczbie atomów donorowych z nim związanych;
w przypadku ligandów jednomiejscowych równa liczbie skoordynowanych ligandów

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1997 i wyd. następne.

Symulacja interaktywna

Polecenie 1

Przeanalizuj poniższą symulację interaktywną. Sprawdź, jak prawidłowo określić rodzaj wzorów i nazw chemicznych związków koordynacyjnych. W tym celu dopasuj odpowiednie elementy w brakujące pola. Dodatkowo możesz użyć tabeli (znajdującej się pod symbolem restartu), w której zebrane są przykłady ligandów, związków koordynacyjnych oraz ich nazwy. Następnie spróbuj swoich umiejętności, wykonując ćwiczenia sprawdzające.

Jak tworzymy wzory i nazwy związków koordynacyjnych

Nazwa związku:

$[Al(H_2O)_6]Cl_3$

chlorek heksaakwaglinu	chlorek pentaakwa glinu	ligandy (Al^{3+})	liczba koordynacyjna jonu centralnego (4)
liczba koordynacyjna jonu centralnego (6)	jon centralny (Al)	ligand (H_2O)	jon centralny (Al^{3+})

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1G384hUP>

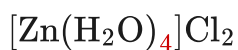
Symulacja interaktywna pt. „Jak tworzymy wzory sumaryczne i nazwy systematyczne związków koordynacyjnych?”

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

Ćwiczenie 1

Wybierz prawidłowe dokończenie poniższego zdania.

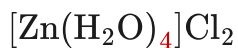
Cyfra zaznaczona na czerwono w poniższym związku koordynacyjnym to:



- ☐ liczba koordynacyjna jonu centralnego.
- ☐ liczba koordynacyjna atomu centralnego.
- ☐ liczba kowalencyjna atomu centralnego.

Ćwiczenie 2

Nazwij poniższy związek koordynacyjny.



Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Połącz w pary poniższe pojęcia z ich wyjaśnieniem

Atom donorowy -

związek obojętny, będący kompleksem lub związek jonowy, w którym co najmniej jeden jon jest kompleksem.

Kompleks -

charakteryzuje jon centralny i jest równa liczbie atomów donorowych z nim związanych.

Liczba koordynacyjna -

jon metalu pełniący funkcję kwasu Lewisa.

Związek kompleksowy -

jon centralny związany z ligandami poprzez wiązania koordynacyjne.

Jon centralny -

atom wchodzący w skład liganda, będący bezpośrednio związany z jodem centralnym, dzięki przekazaniu swojej wolnej pary elektronowej do utworzenia wiązania koordynacyjnego.

Ćwiczenie 2



Uzupełnij tekst wybierając prawidłowe określenie.

Ligand jest to cząsteczka lub anion, które dysponują co najmniej jednym ,
dostarczającym wolną do utworzenia wiązania .

Wyróżnia się trzy rodzaje ligandów:

- ligand jednomiejscowy - ligand dostarczający atom donorowy do tworzenia wiązania
- ligand wielomiejscowy - ligand dostarczający atom donorowy do tworzenia wiązań
- ligand chelatowy - ligand dostarczający atom donorowy do tworzenia wiązań koordynacyjnych jonem centralnym

z tym samym

koordynacyjnego

wodorowego

atomem donorowym

z innym

parę elektronową

koordynacyjnych

więcej niż jeden

jeden

atomem akceptorowym

więcej niż jeden

Ćwiczenie 3



Wybierz poprawną nazwę systematyczną (według tzw. systemu Stocka) związku o wzorze $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$.

☐ chlorek heksaaminachromu(VI)

☐ chlorek heksaaminachromu(III)

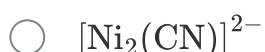
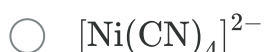
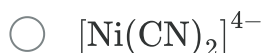
☐ chlorek triaminachromu(VI)

☐ chloran heksaaminachromu(III)

Ćwiczenie 4



Wybierz wzór sumaryczny anionu tetracyjanoniklanowego(II).



Ćwiczenie 5



Kompleksy żelaza z cyjankiem są bardzo trwałe i znajdują wiele zastosowań praktycznych. W tych kompleksach żelazo może przyjmować +II lub +III stopień utlenienia i liczbę koordynacyjną 6. Jeden z nich znalazł zastosowanie jako substancja przeciwzbrylająca, wykorzystywana m.in. w spożywczej soli kuchennej jako dodatek E-536. Ustal wzór sumaryczny E-536, wiedząc, że w jej skład wchodzi anion kompleksowy, którego ładunek jest kompensowany przez trzy jony potasu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Podaj wzór sumaryczny i nazwę systematyczną (według tzw. systemu Stocka) obojętnego kompleksu kobaltu(II), który zawiera ligandy chlorkowe i skoordynowane cząsteczki wody, wiedząc, że liczba koordynacyjna wynosi 6.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Podaj wzór sumaryczny anionu tetrachlorochromianowego(II).

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Heksacyjanożelaziany potasu, w których żelazo przyjmuje stopnie utlenienia $+II$ lub $+III$, posiadają powszechnie używane nazwy zwyczajowe: „żelazocyjanek potasu” i „żelazicyjanek potasu”. Zapisz nazwy systematyczne tych związków, wiedząc, że w „żelazocyjanku” stosunek molowy atomów potasu do atomów węgla wynosi $2 : 3$, zaś w „żelazicyjanku” $1 : 2$.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Ligandy, które dostarczają więcej niż jeden atom donorowy, noszą nazwę chelatowych lub wielomiejscowych. Przykładem ligandu chelatowego jest etylenodiamina (w skrócie: *en*): $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$.

Ustal wzór sumaryczny i nazwę systematyczną (według tzw. systemu Stocka) kompleksu etylenodiaminy z niklem(II), wiedząc, że liczba koordynacyjna jonu centralnego w tym kompleksie wynosi 6, a *en* jest ligandem dwumiejscowym.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 10



Jon żelaza(III) w roztworze wodnym występuje w postaci heksaakwakompleksu. Dodatek anionów tiocyjanianowych (SCN^-) powoduje stopniową wymianę (substytucję) ligandów akwa (H_2O) na tiocyjanianowe (SCN^-), co skutkuje pojawieniem się intensywnego, krwistoczerwonego zabarwienia.

Ustal wzór sumaryczny oraz nazwę systematyczną (według tzw. systemu Stocka) kompleksu, w którym trzy spośród sześciu ligandów akwa zostały podstawione jonami tiocyjanianowymi.

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: Elżbieta Korzeniak, Tomasz Korzeniak, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak tworzymy wzory i nazwy związków koordynacyjnych ?

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

Podstawa programowa:

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

- 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
- 6) stosuje poprawną terminologię.

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:

- ustala wzory sumaryczne związków kompleksów na podstawie nazwy systematycznej;
- tworzy nazwy systematyczne związków kompleksowych na podstawie wzoru sumarycznego;
- określa liczbę koordynacyjną jonu centralnego.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- symulacja interaktywna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca zbiorowa.

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. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom przykładowe pytania: Co ma wspólnego związek kompleksowy z wiązaniami koordynacyjnymi i ligandami?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytania: Wg jakich zasad tworzymy nazwy systematyczne związków koordynacyjnych na podstawie ich wzorów sumarycznych? Według jakich zasad tworzymy wzór sumaryczny takiego związku na podstawie nazwy systematycznej?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie analizują treści zawarte w e-materiale dotyczące zasad tworzenia nazw systematycznych związków koordynacyjnych na podstawie wzorów sumarycznych i ustalania wzorów sumarycznych takich związków na podstawie ich nazw systematycznych – konfrontują na forum klasy te zasady z zasadami jakie były zaproponowane w fazie wstępnej.
2. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej z prezentacji naprzemiennie nazwę systematyczną związku kompleksowego lub wzór sumaryczny takiego związku. Chętni uczniowie podchodzą do tablicy i zapisują wzór sumaryczny związku kompleksowego

do podanej nazwy systematycznej lub nazwę systematyczną związku na podstawie podanego wzoru sumarycznego związku kompleksowego.

3. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń 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.
4. Uczniowie w parach pracują z symulacją interaktywną, rozwiązując zawarte tam ćwiczenia.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają małymi kolorowymi samoprzylepnymi karteczkami, 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 również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego dziś się nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w emateriale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może być wykorzystana przez uczniów podczas samodzielnej pracy na lekcji lub przed wykonaniem ćwiczeń dołączonych do medium. Medium może być również wykorzystane podczas odrabiania zadania domowego, podczas przygotowywania się do lekcji czy sprawdzianu.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Podaj nazwę systematyczną związku chemicznego o wzorze $K[CoBr_2(NH_3)_4]$ – (tetraaminadibromokobaltan(III) potasu).

- Zapisz wzór sumaryczny tetrachlorokobaltanu(II) sodu – $\text{Na}_2[\text{CoCl}_4]$.
2. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz małe kolorowe samoprzylepne karteczki.
 3. Nauczyciel przygotowuje na prezentacji multimedialnej przykłady nazw systematycznych (wg systemu Stocka) i wzorów sumarycznych.