Reakcja z sodem (synteza Wurtza)

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Reakcja z sodem (synteza Wurtza)

Synteza Wurtza to reakcja organiczna pozwalająca na otrzymanie cząsteczki związku organicznego o dowolnym szkielecie węglowym.

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

Czy wiesz, że nazwisko odkrywcy reakcji o której jest mowa w tym materiale, pojawiło się na „Liście 72 nazwisk na wieży Eiffla”? Gustave Eiffel, czyli konstruktor najsłynniejszej na świecie paryskiej wieży, postanowił uhonorować najwybitniejszych, w większości francuskich naukowców, umieszczając ich nazwiska pod pierwszym balkonem wieży Eiffla we wszystkich czterech jej częściach. Jak zatem przebiega i jaki jest cel syntezy Wurtza?

> **Twoje cele**
>
> - Przeanalizujesz ogólny przebieg syntezy Wurtza.
> - Przewidzisz produkty syntezy Wurtza.
> - Zapiszesz odpowiednie równania reakcji chemicznych.
> - Przedstawisz sposób, w jaki przebiega synteza Wurtza.
> - Zastosujesz syntezę Wurtza do otrzymania dowolnych alkanów.

Przeczytaj

Co to jest synteza Wurtza?

Synteza Wurtza to reakcja organiczna pozwalająca na otrzymanie cząsteczki związku organicznego o dowolnym szkielecie węglowym. Jej celem jest przedłużenie łańcucha węglowego w cząsteczce, a także jego rozgałęzienie. Reakcję tę można przedstawić schematycznie w następujący sposób:

$$\mathrm{R-X + 2\,Na + X-R \rightarrow R-R + 2\ NaX}$$

R - reszta węglowodorowa

X - atom fluorowca (Cl, Br, I, F (rzadko))

Atomy fluorowców zostają związane przez atomy sodu, tworząc sól sodową, natomiast reszty węglowodorowe łączą się, tworząc wiązanie $\mathrm{C-C}$. W ten sposób można otrzymać łańcuch węglowy o dowolnej długości i rozgałęzieniach, dobierając odpowiednie substraty. Należy jednak pamiętać, że w wyniku syntezy różnych węglowodorów można otrzymać mieszaninę kilku produktów:

$$\mathrm{R_1-X + 2\,Na + X-R_2 \rightarrow R_1-R_2 + 2\ NaX}$$

$$\mathrm{R_1-X + 2\,Na + X-R_2 \rightarrow R_1-R_1 + 2\ NaX}$$

$$\mathrm{R_1-X + 2\,Na + X-R_2 \rightarrow R_2-R_2 + 2\ NaX}$$

Jeden z produktów powstaje zazwyczaj w dominującej ilości. Jednak, chcąc otrzymać wyłącznie jeden produkt organiczny, należy przeprowadzić reakcję pomiędzy identycznymi halogenkami alkilowymi.

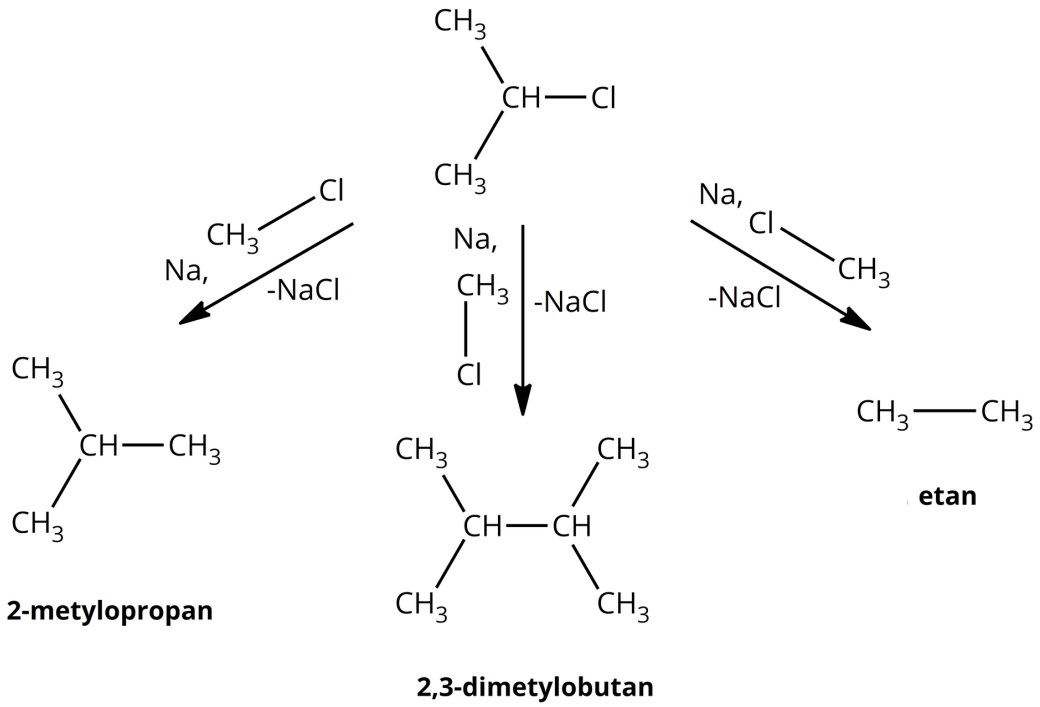
- W wyniku reakcji dwóch cząsteczek chlorometanu otrzymuje się etan jako jeden z produktów w następującej reakcji:

$$\mathrm{H_3C-Cl + 2\,Na + Cl-CH_3 \rightarrow H_3C-CH_3 + 2\ NaCl}$$

Reakcję tą zapisuje się w sposób skrócony:

$$\mathrm{2\,H_3C-Cl + 2\,Na \rightarrow H_3C-CH_3 + 2\ NaCl}$$

- W wyniku reakcji 2-chloropropanu z chlorometanem otrzymuje się rozgałęziony alkan – 2-metylopropan, ale również 2,3-dimetylobutan oraz etan w następującej reakcji:



W tej reakcji powstaje mieszanina produktów.

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

W syntezie Wurtza najczęściej stosowane są rozpuszczalniki polarne i bezwodne, na przykład suchy etanol. Reakcja ta nie wymaga użycia katalizatora, a najczęściej stosowanym metalem jest sód.

Słownik

synteza Wurtza

reakcja halogenków alkilowych z sodem, w wyniku której otrzymuje się węglowodory

halogenki alkilowe

grupa pochodnych alkanów, w których jeden atom wodoru uległ podstawieniu za atomem halogenu (fluorowca)

alkany alifatyczne

węglowodory nasycone o wzorze ogólnym C_nH_{2n+2}, których cząsteczki zawierają wyłącznie wiązania pojedyncze między atomami węgla

Bibliografia

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Węglowodory. Repetytorium i zadania*, Kraków 2020.

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Kompendium terminologii oraz nazewnictwa związków organicznych. Poradnik dla nauczycieli i uczniów*, Kraków 2020.

Danikiewicz W., *Chemia Podręcznik do kształcenia rozszerzonego w liceach – część III. Chemia organiczna*, Warszawa 2009.

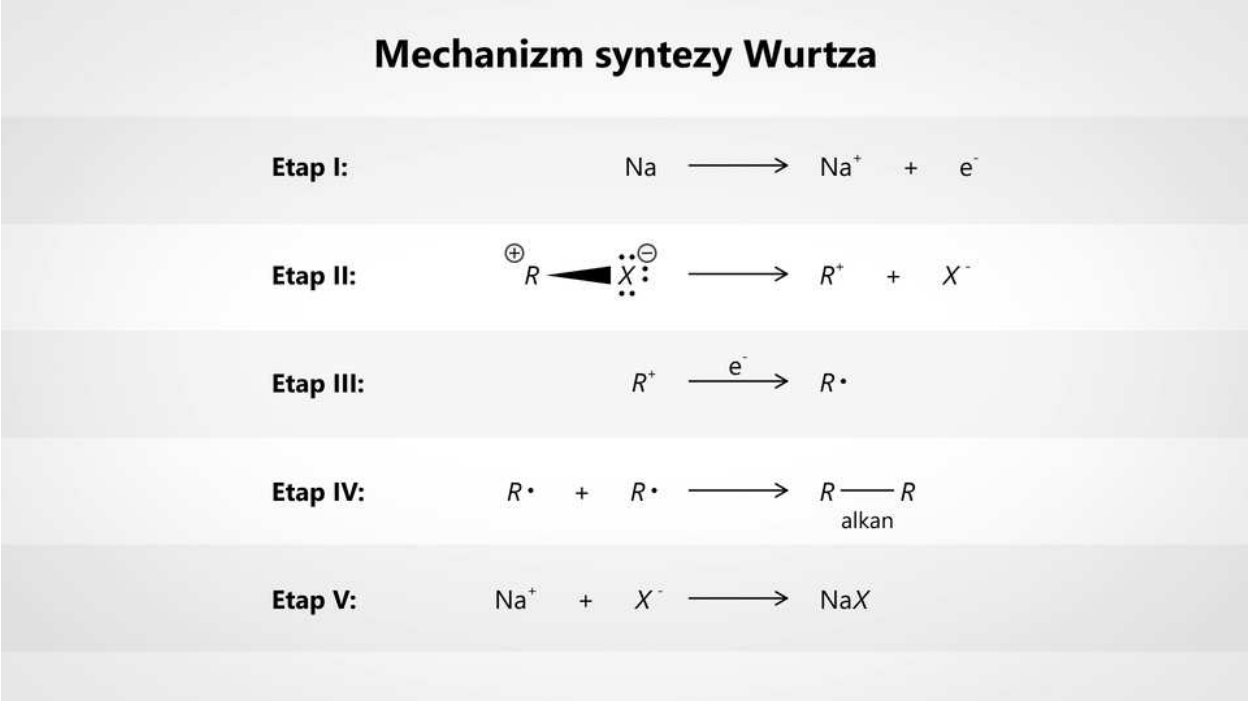
Encyklopedia PWN

Kaznowski K., *Chemia vademecum maturalne*, Warszawa 2016.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem, obrazującym mechanizm syntezy Wurtza, a następnie odpowiedz na pytania do filmu.



Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DRFF3gvom

Film samouczek pt. „Reakcja z sodem (synteza Wurtza)"

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

Film przedstawia mechanizm syntezy Wurtza.

Ćwiczenie 1

Przedstaw równanie syntezy Wurtza, korzystając z następujących oznaczeń: R, X, Na.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 2

Wybierz prawidłową odpowiedź.

Jakie wiązanie występuje pomiędzy atomem fluorowca a atomem węgla w halogenku alkilowym?

- ◯ Kowalencyjnie spolaryzowane
- ◯ Wodorowe
- ◯ Kowalencyjnie niespolaryzowane
- ◯ Donorowo-akceptorowe

Ćwiczenie 3

Wybierz prawidłowe dokończenie zdania.

Synteza Wurtza zachodzi w środowisku rozpuszczalnika:

- ◯ niepolarnego, bezwodnego.
- ◯ niepolarnego, wodnego.
- ◯ polarnego, wodnego.
- ◯ polarnego, bezwodnego.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Wskaż zdanie prawdziwe.

- [ ] W syntezie Wurtza najczęściej stosowane są rozpuszczalniki polarne i bezwodne, na przykład suchy etanol. Reakcja ta wymaga użycia katalizatora.
- [ ] Synteza Wurtza to reakcja organiczna pozwalająca na otrzymanie cząsteczki związku organicznego o dowolnym szkielecie węglowym.
- [ ] Synteza Wurtza to reakcja pozwalająca na otrzymanie cząsteczki związku nieorganicznego.

Ćwiczenie 2

Synteza Wurtza zachodzi zgodnie z ogólnym schematem:

$$\mathrm{R{-}X + 2\,Na + X{-}R \rightarrow R{-}R + 2\ NaX}$$

Wiedząc, że R stanowi grupę etylową, zapisz wzór półstrukturalny produktu organicznego reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij poniższe równania reakcji.

a) $\mathrm{H_3C{-}Cl\ +\ ?\ +\ Cl{-}CH_3 \rightarrow\ H_3C{-}CH_3\ +\ 2\ NaCl}$

b) $\mathrm{?\ +\ 2\ Na\ +\ ?\ \rightarrow\ H_3C{-}CH_2{-}CH_3\ +\ 2\ NaCl}$

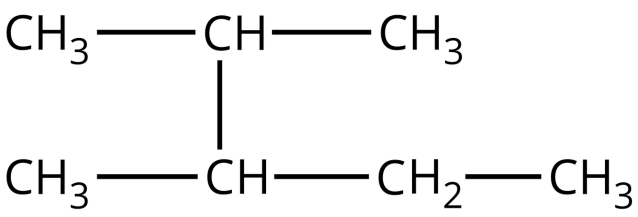
c) $\mathrm{2\ H_3C{-}CH_2{-}CH_2{-}Cl\ +\ 2\ Na\ \rightarrow\ ?\ +\ ?}$

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

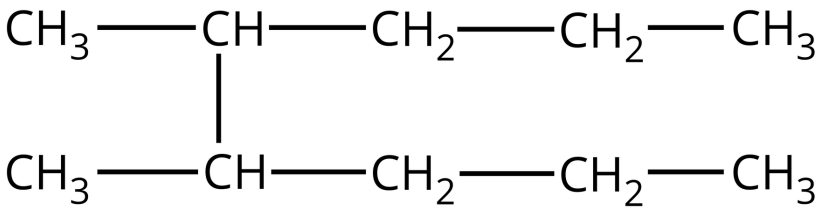
Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4

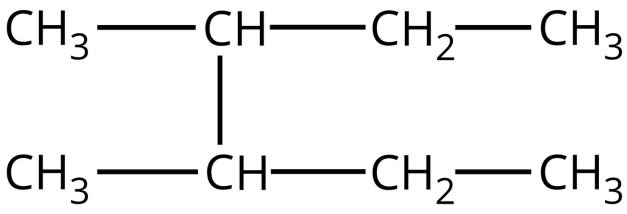
Które z podanych związków można otrzymać w wyniku reakcji 2-chloropropanu oraz 2-chlorobutanu z sodem? Zaznacz właściwe wzory normalne półstrukturalne.



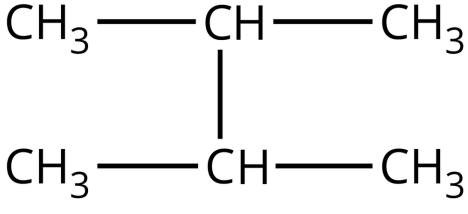
☐



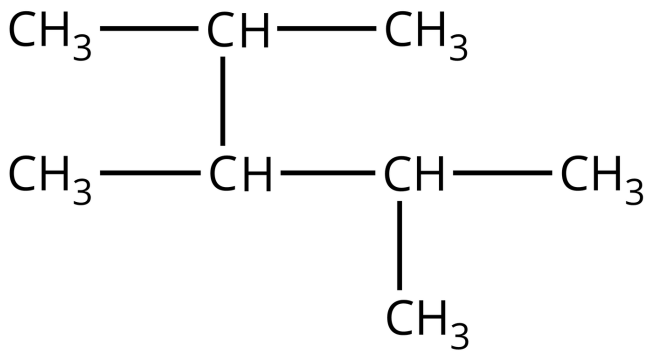
☐

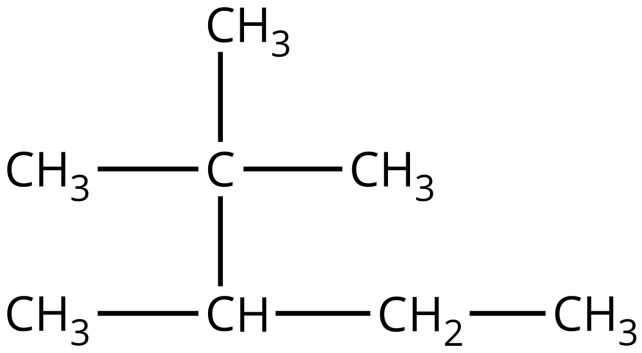


☐



☐





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

Ćwiczenie 5

Zapisz schemat reakcji syntezy Wurtza zachodzącą pomiędzy 2-chloropropanem a chloroetanem, pamiętając o wszystkich organicznych produktach.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6

Oblicz, jaką masę substratu organicznego należy użyć w syntezie Wurtza, aby zsyntezować 2 g butanu jako jedynego produktu organicznego, wiedząc że reakcja zachodzi z 79% wydajnością. Wynik zaokrąglij do drugiego miejsca po przecinku.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7

Wypisz nazwy systematyczne trzech dowolnych par organicznych substratów, za pomocą których w reakcji z sodem można otrzymać 2,3-dimetylopentan.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8

Napisz równanie reakcji otrzymywania metylocykloheksanu syntezą Wurtza.

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

Ćwiczenie 9

Zaproponuj minimum cztery produkty organiczne, zapisując ich wzory półstrukturalne lub strukturalne, które można otrzymać po zmieszaniu bromocyklobutanu, bromometanu, 5-bromo-2,2,3,3,4-pentametyloheptanu oraz sodu.

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: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Reakcja z sodem (synteza Wurtza)

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

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych.

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

1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;

4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

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:

- analizuje ogólny przebieg syntezy Wurtza;
- przewiduje produkty syntezy Wurtza;
- pisze odpowiednie równania reakcji chemicznych;

- stosuje syntezę Wurtza do otrzymania dowolnych alkanów.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- film samouczek;
- mapa myśli;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika zdań podsumowujących;
- modelowanie.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla film samouczek przedstawiający przebieg syntezy Wurtza oraz cel prowadzenia tej reakcji.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się udzielić odpowiedzi na pytanie: Jakie muszą być spełnione warunki przebiegu syntezy Wurtza?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na grupy, rozdaje modele kulkowo-pręcikowe. Każda grupa ma za zadanie skonstruować z modeli dwa identyczne halogenki alkilowe.

2. Następnie uczniowie zrywają w swoich modelach wiązanie C-X (X = Cl/Br/I/F) i łączą ze sobą atomy węgla obu cząsteczek tworząc wiązanie C-C. Jakie alkany powstały? Każda grupa przedstawia pozostałym skonstruowany alkan, mówiąc z jakich halogenków alkilowych powstał.
3. Uczniowie tworzą wcześniejsze modele halogenków alkilowych i konstruują inny, dowolny model halogenku. Następnie łączą, tak jak poprzednio nowy model z poprzednim. Nazywają powstały alkan.
4. Nauczyciel wprowadza warunki prowadzenia reakcji Wurtza – uczniowie wyszukują informacje w tekście e-materiału (niezbędny jest sód oraz rozpuszczalnik polarny i bezwodny (np. suchy etanol)). Porównują wyszukane informacje z tymi, które podali w fazie wstępnej. Nauczyciel następnie wyświetla jeszcze raz ogólne równanie syntezy Wurtza na tablicy multimedialnej:

Plik o rozmiarze 50.02 KB w języku polskim

5. Wybrani uczniowie zapisują na tablicy równania syntezy Wurtza na podstawie modeli, które skonstruowali.
6. Nauczyciel zwraca uwagę na możliwość otrzymania mieszaniny produktów, kiedy do syntezy Wurtza użyje się różnych halogenków alkilowych.
7. 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. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Chętni uczniowie zapisują na tablicy pary substratów, z których podczas syntezy Wurtza można otrzymać ten węglowodór. Np.:

Plik o rozmiarze 48.01 KB w języku polskim

2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Co było dla mnie łatwe...
- Dziś nauczyłem/łam się...
- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

1. Uczniowie mają za zadanie wykonać polecenia zawarte w medium bazowym - film samouczek.
2. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się", których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Multimedium może być wykorzystane przez ucznia w fazie przygotowania do lekcji. Nauczyciel może wykorzystać film edukacyjny w ramach metody lekcji odwróconej.

Materiały pomocnicze:

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

- Na czym polega synteza Wurtza?
- Co jest celem syntezy Wurtza?
- Jakie produkty otrzymamy w reakcji 2-chloropropanu z chlorometanem w obecności sodu?