



Jakiego typu reakcjom ulegają związki organiczne?

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



Jakiego typu reakcjom ulegają związki organiczne?

Zdecydowana większość leków to związki organiczne, które otrzymuje się w wyniku określonych typów reakcji chemicznych, takich jak: substytucja, addycja lub eliminacja.

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

Istnieją miliony związków organicznych. Zawierają one przeróżne grupy funkcyjne i wchodzą w ogromną liczbę reakcji. Prawdą jest jednak, że u podstawy chemii organicznej leży kilka podstawowych pojęć – otóż reakcje dzielą się na kilka typów, z czego trzy są wyjaśnione w tym opracowaniu. W rzeczywistości większość reakcji w chemii organicznej można zaklasyfikować do jednego z trzech typów: substytucji, addycji lub eliminacji. Wygląda prosto? Takie jest!

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcia: addycja, eliminacja, substytucja.
- Zaklasyfikujesz reakcje związków organicznych ze względu na typ: addycja, eliminacja, substytucja.

Przeczytaj

W chemii nieorganicznej spotkaliśmy reakcje syntezy, analizy i wymiany. Podobnie w chemii organicznej wyróżniamy podstawowe typy reakcji:

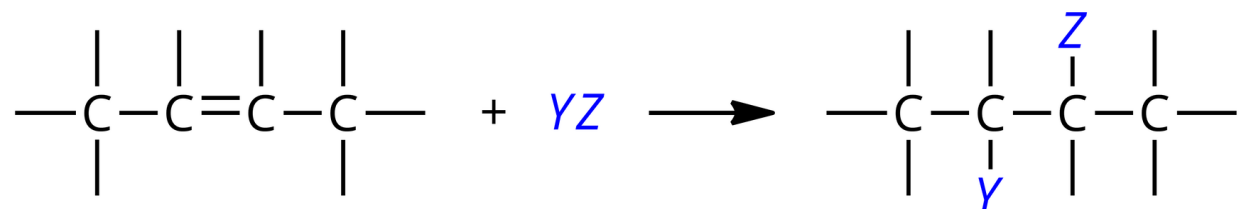
- reakcje addycji,
- reakcje eliminacji,
- reakcje substytucji.

Reakcje addycji

Reakcje **addycji** (przyłączenia) zachodzą wtedy, gdy dwa substraty łączą się ze sobą, w wyniku czego powstaje produkt (analogiczne do reakcji syntezy w chemii nieorganicznej). Postać ogólna procesu to:



Ogólny schemat tego procesu dla związków posiadających wiązanie podwójne to:

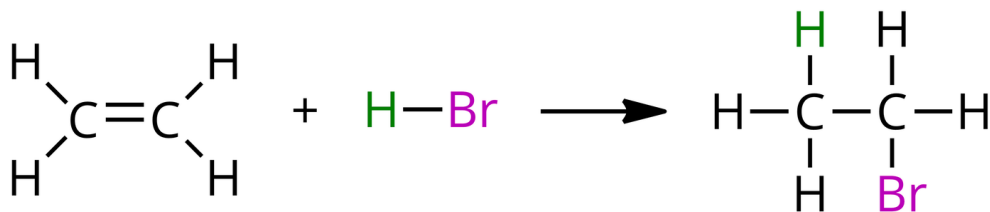


Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Analogiczna reakcja zachodzi dla związków posiadających wiązania potrójne.

Jeden substrat to cząsteczka organiczna związku nienasyconego, natomiast drugi to zazwyczaj niewielka cząsteczka **homoatomowa** (Y_2 , np. H_2 , Cl_2) lub **heteroatomowa** (YZ , np. HCl , H_2O). Cząsteczka organiczna przyłącza drugą cząsteczkę, w ten sposób, że jeden z atomów związanych pierwotnie wiązaniem wielokrotnym przyłącza część Y , a drugi część Z . Addycja zachodzi wtedy, gdy cząsteczka organiczna zawiera wiązanie wielokrotne: $C=C$, $C=O$, $C=N$, $C\equiv C$ itd. Zwykle towarzyszy jej rozerwanie wiązań typu π obecnych w cząsteczce substratu.

Przykładem jest reakcja etenu (alkenu) z kwasem bromowodorowym, w wyniku czego powstaje bromoetan:



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

Ważne!

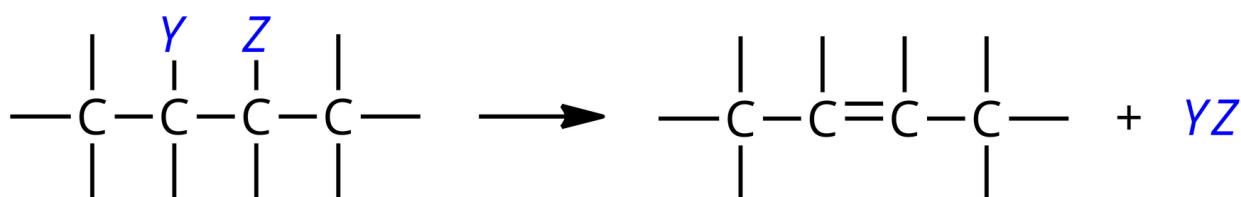
Addycja cząsteczki YZ zachodzi zwykle zgodnie z **regułą Markownikowa**, która mówi, że atom wodoru w reakcji addycji przyłącza się do tego z atomów węgla cząsteczki substratu, który był związany z większą liczbą atomów wodoru („bogatszego w wodór”).

Reakcje eliminacji

Reakcje **eliminacji** zachodzą wtedy, gdy substrat rozszczepia się na dwa produkty (odwroć addycji) analogiczne do reakcji analizy w chemii nieorganicznej. Addycji towarzyszy zrywanie wiązań typu π , a z kolei reakcjom eliminacji zwykle towarzyszy ich tworzenie. Postać ogólna procesu to:



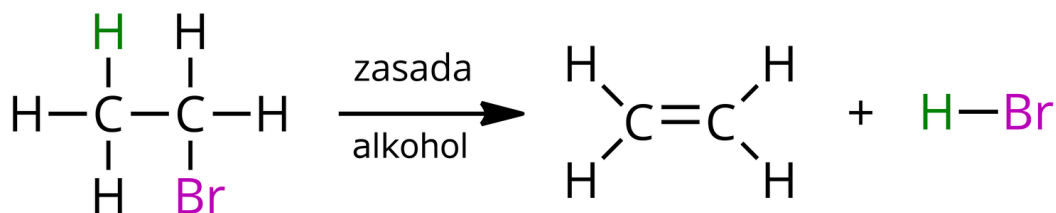
Ogólny schemat tego procesu dla związków posiadających wiązanie podwójne to:



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

W najprostszym ujęciu cząsteczka organiczna „traci” niewielką cząsteczkę homoatomową (Y_2 , np. H_2 , Cl_2) lub heteroatomową (YZ , np. H_2O), a między atomami węgla, od których oderwały się atomy tworzące powstającą cząsteczkę, powstaje się wiązanie wielokrotne. Proces jest prowadzony w rozpuszczalniku alkoholowym.

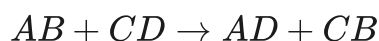
Formalnie substrat opuszcza cząsteczka bromowodoru, która jednak może ulegać dalszym reakcjom np. z zasadą:



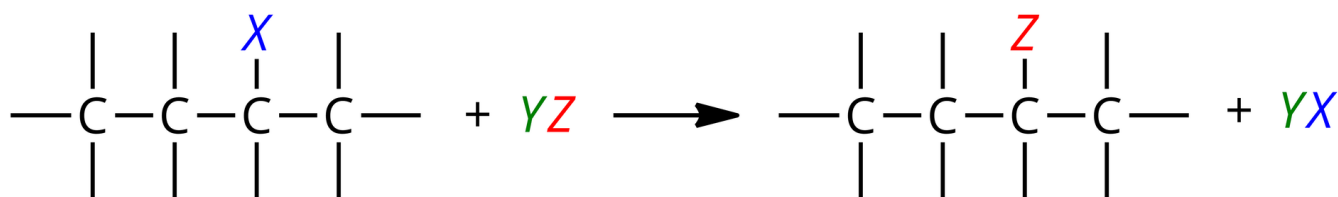
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Reakcje substytucji

Reakcje **substytucji** (podstawienia) zachodzą wtedy, gdy dwa substraty wymieniają się elementami swoich cząsteczek, dając dwa nowe produkty (analogiczne do reakcji wymiany podwójnej w chemii nieorganicznej). Postać ogólna procesu to:



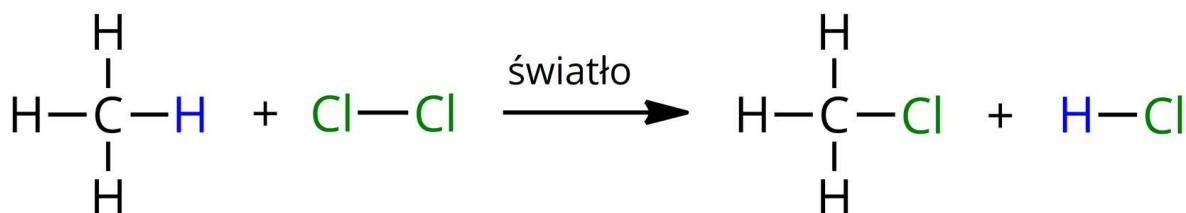
Ogólny schemat tego procesu to:



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

Od cząsteczki organicznej odrywa się fragment *X*, a na jego miejsce wprowadzony zostaje fragment *Z*, oderwany od innej cząsteczki. Oderwany fragment *X* łączy się z fragmentem *Y*, w wyniku czego powstaje **produkt uboczny** *YX*.

Przykładem jest reakcja metanu (alkanu) z chlorem pod wpływem światła, w wyniku czego powstaje chlorometan i chlorowodór:



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

Słownik

addycja

(łac. *additio* „dodawanie”) reakcja łączenia się dwóch cząsteczek w jedną bez wydzielania produktów ubocznych

cząsteczka homoatomowa

cząsteczki zbudowane z atomów tego samego pierwiastka

cząsteczka heteroatomowa

cząsteczki zbudowane z atomów różnych pierwiastków

wiązanie wielokrotne

wiązanie chemiczne utworzone przez więcej niż 1 parę elektronów np. wiązania podwójne ($C=C$) lub wiązania potrójne ($C\equiv C$)

eliminacja

(łac. *eliminare* „usuwać”) reakcja odrywania od cząsteczki związku organicznego atomów lub grup atomów

substytucja

(łac. *substituere* „podstawić”) reakcja chemiczna polegająca na wymianie jednego lub kilku atomów w cząsteczce związku chemicznego

produkt uboczny

substancja powstająca w wyniku procesu produkcyjnego, którego podstawowym celem nie jest jej produkcja

Bibliografia

Litwin M., Styka-Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 2*, Warszawa 2016.

McMurry J., *Chemia organiczna*, t. 1, tłum. Henryk Koroniak i in., Warszawa 2018.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Czy wiesz, jakim reakcjom ulegają związki organiczne? Jakie są końcowe produkty tych reakcji? Przeanalizuj grafikę, a następnie rozwiąż zadania.

Grafika interaktywna pt. „Reakcje związków organicznych”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., *McMurry J., Chemia organiczna, wyd. 3, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2005, ISBN 83-01-14406-8*; <https://www.compoundchem.com/2014/02/17/organic-chemistry-reaction-map/>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Zaznacz prawidłowe odpowiedzi.

Z jakich związków można otrzymać kwasy karboksylowe?

☐ Z aldehydów.

☐ Z amidów.

☐ Z nitryli.

☐ Z alkoholi.

Ćwiczenie 2

Jaki rodzaj reakcji stosowanej w chemii organicznej reprezentuje otrzymywanie alkoholu z halogenku alkilowego w obecności wodnego roztworu wodorotlenku (temp.)?

☐ Reakcja krakingu.

☐ Reakcja addycji.

☐ Reakcja estryfikacji.

☐ Reakcja substytucji.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Połącz definicje z ich określeniami.

Addycja

reakcja, w wyniku której monomery lub ich mieszanina reagują same ze sobą aż do wyczerpania wolnych grup funkcyjnych, w wyniku czego powstaje polimer.

Eliminacja

reakcja chemiczna, powodująca usunięcie (wyliminowanie) atomów lub ich grup z cząsteczki bez jednoczesnego przyłączenia się innych atomów lub ich grup.

Polimeryzacja

reakcja chemiczna polegająca na wymianie jednego lub kilku atomów w cząsteczce związku chemicznego.

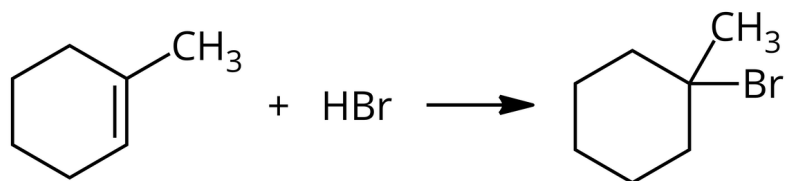
Substytucja

reakcja chemiczna polegająca na przyłączeniu jednej cząsteczki do drugiej, w wyniku czego powstaje tylko jeden produkt.

Ćwiczenie 2



Przedstawiono poniżej równanie reakcji 1-metylocykloheksenu z HBr, w wyniku czego otrzymano 1-bromo-1-metylocykloheksan.



Równanie reakcji 1-metylocykloheksenu z kwasem bromowodorowym

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

Jest to reakcja...

☐ substytucji.

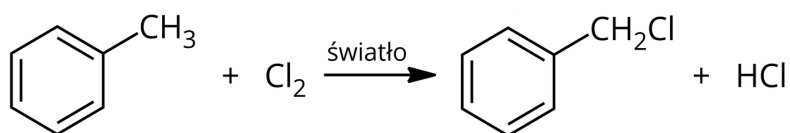
☐ eliminacji.

☐ addycji.

Ćwiczenie 3



Do jakich typów (addycji, substytucji, eliminacji) należą reakcje opisane poniższymi równaniami?



Równanie reakcji metylobenzenu z chlorem cząsteczkowym

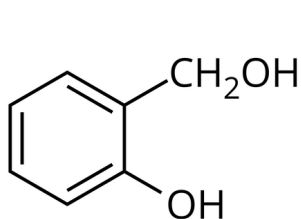
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź:

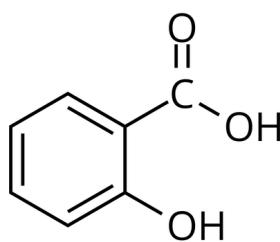


Do najpopularniejszych leków zaliczana jest aspiryna (kwas acetylosalicylowy), której stosowanie sięga XIX w. Już w czasach przed Hipokratesem (400 p.n.e.) wiadano, że można spowodować zmniejszenie bólu przez użycie kory wierzby. W 1827 r. wykryto, że aktywnym składnikiem kory wierzbowej jest związek aromatyczny o nazwie salicyna, który można przekształcić w reakcji z wodą (hydroliza) w alkohol salicylowy. Utlenienie tego alkoholu prowadzi do kwasu salicylowego. Kwas ten okazał się jeszcze bardziej skuteczny niż salicyna w obniżaniu gorączki i wykazywaniu również działania analgetycznego i przeciwzapalnego. Niestety, związek ten okazał się równocześnie, przy codziennych stosowaniu, zbyt niebezpieczny dla ścianek żołądka. Przekształcenie grupy fenolowej w grupę estrową pozwoliło jednak otrzymać kwas acetylosalicylowy, który wykazywał skuteczność podobną do skuteczności kwasu salicylowego, ale był już mniej szkodliwy.

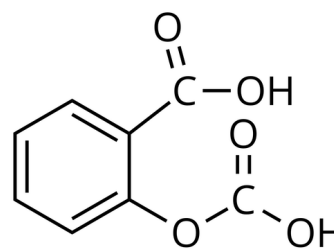
Na podstawie: J. McMurry, H. Koroniak i inni, *Chemia organiczna tom 1*, Warszawa 2018.



alkohol salicylowy



kwas salicylowy



kwas acetylosalicylowy

Wzory półstrukturalne związków organicznych

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

Na podstawie powyższej informacji, wstaw w puste pola prawidłowe odpowiedzi.

Wzór sumaryczny alkoholu salicylowego to . Przekształcenie grupy hydroksylowej $-\text{OH}$ w cząsteczce alkoholu salicylowego do grupy karboksylowej $-\text{COOH}$ w cząsteczce kwasu salicylowego to reakcja . Przekształcenie kwasu salicylowego w kwas acetylosalicylowy to reakcja .

substytucji

$\text{C}_7\text{H}_4\text{O}_2$

redukcji

$\text{C}_7\text{H}_8\text{O}_2$

dysproporcjonowania

eliminacji

utlenienia

CH_4O_2

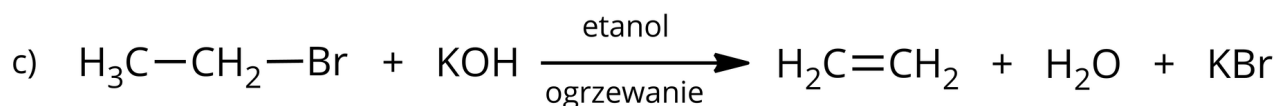
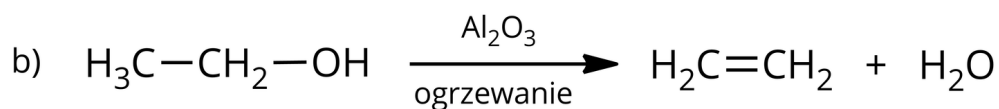
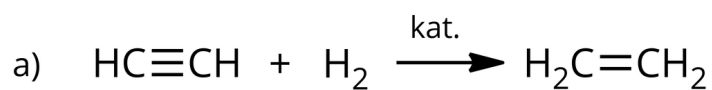
addycji

Ćwiczenie 5



Eten (etylen) to hormon roślinny odpowiadający za proces dojrzewania owoców.

W laboratorium można otrzymać go na wiele sposobów, m.in.:



Równania reakcji otrzymywania etenu (etylenu)

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

Zapisz nazwy typów reakcji chemicznych a), b) i c).

Odpowiedź:



Przedstawiono zapisy reakcji chemicznych:

1. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} + \text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{OCH}_3$
2. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{Cl}$
3.  + $\text{Br}_2 \xrightarrow{\text{FeBr}_3}$  + HBr
4. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow[\text{ogrzewanie}]{\text{Al}_2\text{O}_3} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$
5. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{kat.}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$
6. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$
7. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{światło}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{Cl} + \text{HCl}$
8. $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{kat.}} \text{Br}-\text{CH}=\text{CH}-\text{Br}$
9. $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{HBr} \xrightarrow{\text{kat.}} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{Br}$
10. $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}} + \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3}{\text{C}}} + \text{H}_2\text{O}$
11. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{Cl} + \text{KOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{KCl}$
12. $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{Br} + \text{KOH} \xrightarrow[\text{ogrzewanie}]{\text{etanol}} \text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{KBr}$

Równania reakcji

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

Wstaw odpowiedni numer równania reakcji do właściwej kolumny w tabeli, rozdzielając je na te, które zachodzą zgodnie z określonym typem reakcji chemicznej.

reakcje substytucji

4	9	5	7	8	2	12
10	3	6	1	11		

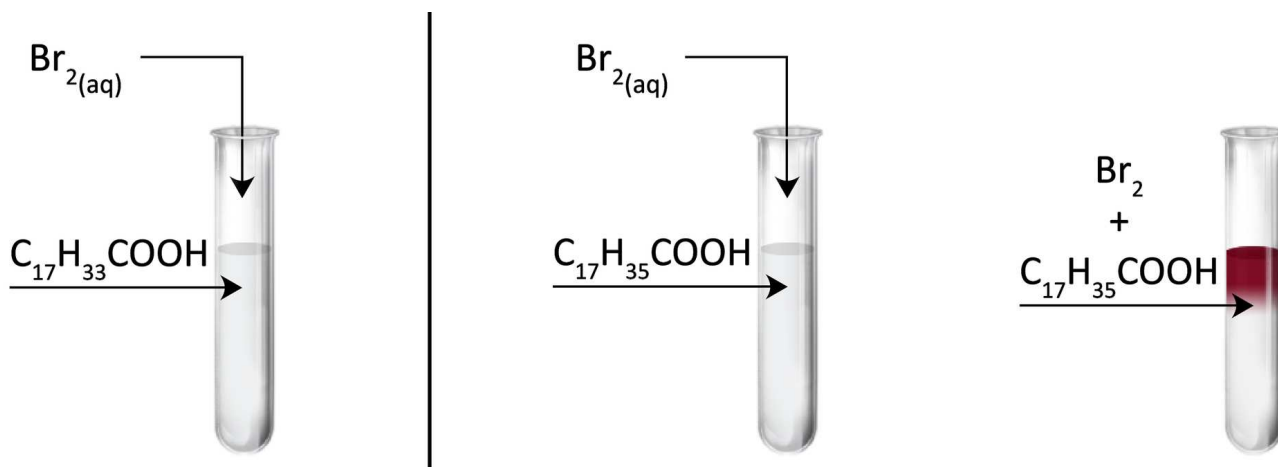
reakcje addycji

reakcje eliminacji

Ćwiczenie 7



Uczeń przeprowadził doświadczenie chemiczne przedstawione na poniższym schemacie:



Schemat doświadczenia.

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

Zapisał obserwacje:

1: nastąpiło odbarwienie wody bromowej;

2: brak objawów reakcji.

Uzupełnij wnioski, wybierając prawidłowe określenia:

W pierwszej probówce znajduje się kwas oleinowy, który wiązanie podwójne i dlatego reakcja bromu. W drugiej probówce znajduje się kwas stearynowy, który wiązania podwójnego, więc dlatego reakcja bromu.

nie posiada

nie zachodzi

posiada

nie zachodzi

eliminacji

substytucji

eliminacji

substytucji

zachodzi

nie posiada

posiada

zachodzi

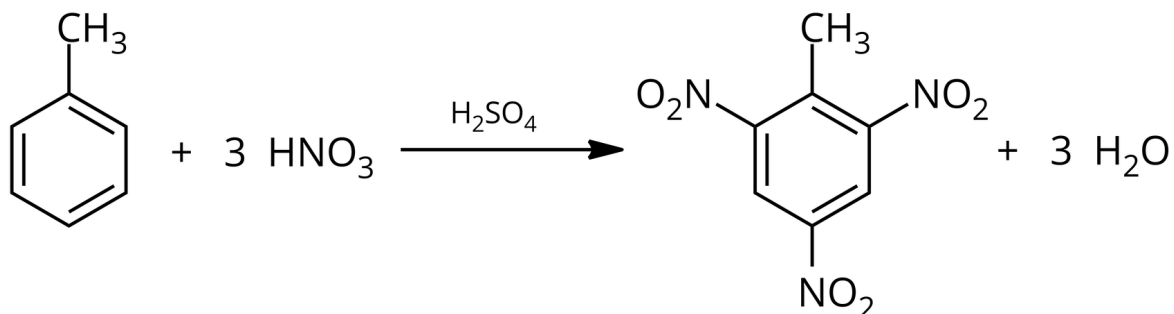
addycji

addycji

Ćwiczenie 8



Metylobenzen (toluen), poddany nitrowaniu mieszaniną nitrującą, tworzy 2,4,6-trinitrotoluen (TNT) – substancję o właściwościach silnie wybuchowych:



Równanie reakcji nitrowania metylobenzenu (toluenu)

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

1. Zaznacz prawidłową odpowiedź dotyczącą rodzaju przedstawionej reakcji chemicznej.

☐ eliminacja

☐ substytucja

☐ addycja

2. Oblicz masę powstałego 2,4,6-trinitrotoluenu, jeśli w reakcji wzięło udział 20 cm^3 metylobenzenu o gęstości $0,86 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, a reakcja zaszła z 75% wydajnością.

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Amanda Gałkowska, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jakiego typu reakcjom ulegają związki organiczne?

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

Podstawa programowa:

XII. Wstęp do chemii organicznej. Uczeń:

7) klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ procesu (addycja, eliminacja, substytucja, polimeryzacja, kondensacja).

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Uczeń:

9) klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ procesu (addycja, eliminacja, substytucja, polimeryzacja, kondensacja) i mechanizm reakcji (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy); wyjaśnia mechanizmy reakcji; pisze odpowiednie równania reakcji.

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:

- definiuje pojęcia: addycja, eliminacja, substytucja.
- klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ: addycja, eliminacja, substytucja.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- technika gadająca ściana;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, po czym inicjuje dyskusję zadając pytanie: Od czego będzie zależało, to że dany związek organiczny będzie ulegał danym typom reakcji chemicznych.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Nauczyciel pyta uczniów o reakcje, jakim ulegają związki organiczne. Efektem tego powinno być wskazanie na reakcje addycji, substytucji i eliminacji, nad czym uczniowie będą pracowali w fazie realizacyjnej.
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 uczniów na trzy grupy zadaniowe, rozdaje arkusze papier A3, mazaki. Zadaniem każdej z nich będzie opracowanie i przedstawienie na forum klasy jednego z trzech typów reakcji chemicznych: addycji, substytucji lub eliminacji. Uczniowie na

podstawie tekstu bazowego oraz multimediu zawartych w e-materiale, przygotowują definicję oraz przykładowe reakcje chemiczne należące do przydzielonego im tematu. Liderzy grup prezentują wyniki pracy na forum klasy z wykorzystaniem techniki gadająca ściana. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.

2. Uczniowie w parach wykonują polecenia w multimediu, Chętni uczniowie na forum podają propozycje swoich odpowiedzi. Pozostali uczniowie weryfikują poprawność odpowiedzi.
3. Uczniowie pracują w parach sprawdzając swoją wiedzę podczas wykonywania ćwiczeń z e-materiału, część „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania począwszy od zadania nr 8. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów. Rozdaje na parę uczniów karty z równaniami reakcji chemicznych (poniżej do wydrukowania). Uczniowie zastanawiają się jakiego typu są przedstawione reakcje chemiczne i po wyznaczonym czasie chętni uczniowie podają propozycje, a pozostali uczniowie weryfikują poprawność.

Plik o rozmiarze 418.99 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...
- Czego się nauczyłam/łem...
- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – sprawdź się.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:

Grafika interaktywna może być wykorzystana przez uczniów podczas przygotowywania się do lekcji czy sprawdzianu. Uczniowie nieobecni na lekcjach mogą wykorzystać medium do samokształcenia.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenie podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach): Jakim reakcjom ulegają związki organiczne? Na czym polega addycja i jakie związki mogą jej ulegać? Kiedy zachodzą reakcje eliminacji? Kiedy mówimy, że zaszła reakcja substytucji?
2. Nauczyciel przygotowuje: arkusze papieru A3, mazaki, glutaki.