



W jaki sposób przebiega reakcja eliminacji?

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



W jaki sposób przebiega reakcja eliminacji?

Purpura tyryjska, pozyskiwana z pewnych gatunków skorupiaków, była barwnikiem znanym już w starożytności. Jej głównym składnikiem jest dibromoindygo, czyli naturalny związek organiczny, który zawiera halogeny (dwa atomy bromu).

Źródło: H. Zell, dostępny w internecie: en.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Eliminacja to pojęcie bardzo powszechne. Chodzi o usuwanie pewnych elementów spośród innych. W chemii jest bardzo podobnie, bowiem eliminacja oznacza reakcję odrywania od cząsteczki związku organicznego atomów lub grup atomów. Czy wiesz, że reakcje eliminacji są w stanie przebiegać w różny sposób? Mogą być katalizowane np. przez zasady, a także zachodzić spontanicznie lub pod wpływem czynników środowiskowych, np. ciepła czy światła. Sposób przebiegu eliminacji zależy w dużym stopniu od rodzaju substancji ulegającej reakcji. W jaki zatem sposób zachodzą reakcje eliminacji i co w ich wyniku powstaje?

Twoje cele

- Zaproponujesz opis mechanizmów eliminacji typu E2 oraz E1.
- Zestawisz ze sobą i porównasz mechanizmy typu E2 i E1.
- Wskażesz różnice między mechanizmami typu E2 i E1.
- Wyjaśnisz mechanizmy reakcji eliminacji dla halogenków alkilowych.

Przeczytaj

Jednym z rodzajów reakcji w chemii organicznej są reakcje **eliminacji**. Polegają one na odłączeniu atomu lub grupy atomów od cząsteczki, w skutek czego powstaje nowe wiązanie pomiędzy atomami węgla. Powoduje to albo zwiększenie krotności istniejącego już wiązania, albo cyklizację cząsteczki.

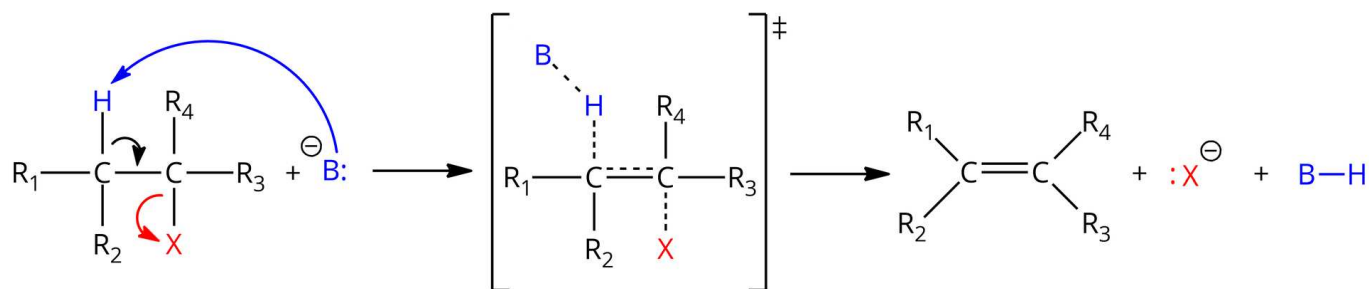
Najczęściej dochodzi do eliminacji cząsteczek typu HX , X_2 oraz H_2O , gdzie X to atomy fluorowców, np. F , Cl , Br , I .

Reakcje eliminacji zachodzą w sposób jedno- lub dwuetapowy. Mechanizm jednoetapowy jest znany jako reakcja typu $E2$, a mechanizm dwuetapowy jest znany jako reakcja $E1$. Cyfra „1” lub „2” nie odnosi się do liczby kroków w mechanizmie, ale do kinetyki reakcji. Zatem eliminacja typu $E2$ jest reakcją dwucząsteczkową zachodzącą zgodnie z kinetyką **drugiego rzędu**, podczas gdy eliminacja typu $E1$ jest **reakcją pierwszego rzędu**, jednocząsteczkową.

Eliminacja typu $E2$

Eliminacja typu $E2$ to reakcja **dwucząsteczkowa**. Oznacza to, że w reakcji biorą udział dwie cząsteczki: cząsteczka, z której zostają usunięte atomy (np. halogenek alkilowy) oraz inna cząsteczka mająca charakter nukleofilowy (mająca nadmiar elektronów), będąca zasadą **Lewisa** oznaczaną często literą B . Najczęściej jest to anion hydroksylowy (OH^-) lub alkoholanowy (RO^- , gdzie R to reszta węglowodorowa).

Mechanizm eliminacji $E2$ przebiega w jednym etapie, z utworzeniem stanu przejściowego, zgodnie z poniższym schematem:



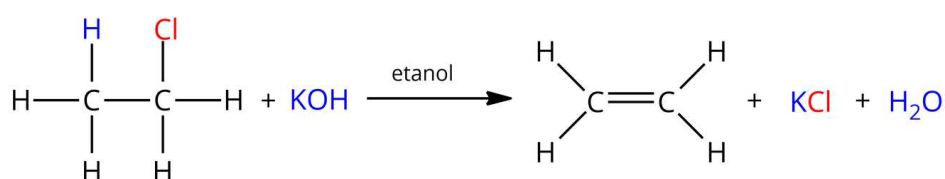
Mechanizm eliminacji $E2$ – reakcja jednoetapowa

R_1 , R_2 , R_3 , R_4 – grupa węglowodorowa lub atom wodoru

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

W pierwszej kolejności następuje atak zasady Lewisa (:B) na atom wodoru, który związany jest z atomem węgla, sąsiadującym z atomem węgla. Przy nim z kolei znajduje się atom **X**, np. Cl lub Br. To powoduje utworzenie stanu przejściowego, gdzie jednocześnie zasada odrywa atom wodoru, tworzy się wiązanie podwójne pomiędzy atomami węgla oraz zerwane zostaje wiązanie z atomem **X**. Następnie całkowicie zostaje zerwane wiązanie C—H oraz C—**X** i powstaje obojętny, organiczny produkt (np. alken). W efekcie solwatacji przez polarne cząsteczki rozpuszczalnika, grupa **X** opuszcza cząsteczkę wraz z parą elektronową, a atom wodoru tworzy nowe wiązanie z zasadą **B**. Eliminacja typu E2 zachodzi bez powstawania produktów pośrednich.

Przykładem reakcji eliminacji typu E2 jest reakcja chloroetanu z wodorotlenkiem potasu w środowisku etanolu, zachodząca zgodnie z poniższym równaniem reakcji:

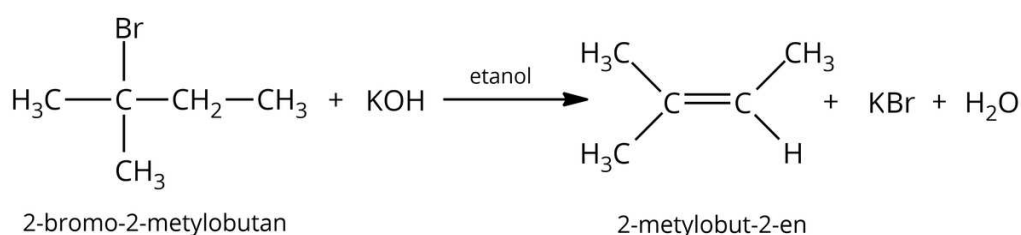


Reakcja chloroetanu z wodorotlenkiem potasu w środowisku etanolu.

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

Reguła Zajcewa

O kierunku eliminacji cząsteczek z substratu R—X, z którego mogą powstawać izomery położenia wiązania wielokrotnego, decyduje trwałość produktów. Jest to reguła Zajcewa, która mówi o tym, że łatwiej zachodzi eliminacja atomu wodoru od atomu węgla związanego z większą ilością grup alkilowych. Innymi słowy, „temu atomowi węgla, który ma mało atomów wodorów, zostanie odebrane”. Produktami głównymi są więc bardziej rozgałęzione izomery. Wynika to z trwałości termodynamicznej alkenów, a ta rośnie wraz ze wzrostem rozgałęzienia łańcucha węglowodorowego. Przykładowo, w wyniku reakcji 2-bromo-2-metylobutanu z KOH, zachodzącej zgodnie z mechanizmem typu E2, produktem głównym jest 2-metylobut-2-en, a nie 2-metylobut-1-en.



Reakcja 2-bromo-2-metylobutanu z wodorotlenkiem potasu w środowisku etanolu

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

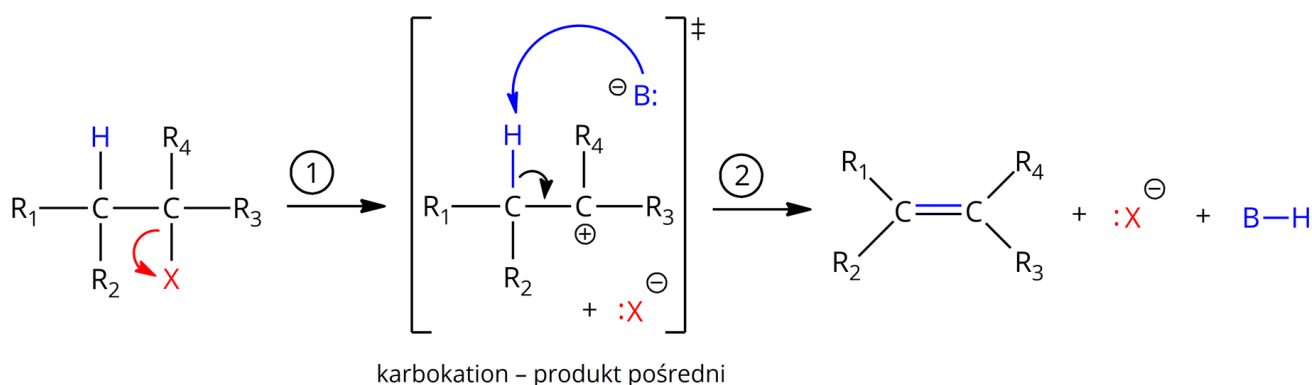
Eliminacja typu E2 zachodzi głównie w reakcjach usuwania cząsteczek typu HX **z pierwszorzędowych, drugorzędowych i trzeciorzędowych halogenków alkilowych i wymaga dużego stężenia zasady.**

Należy pamiętać również, że eliminacja typu E2 jest reakcją konkurencyjną do reakcji substytucji typu S_N2. Dlatego aby otrzymać produkty eliminacji, a nie substytucji, należy reakcje prowadzić w warunkach bezwodnych.

Eliminacja typu E1

Eliminacja typu E1 to reakcja **jednocząsteczkowa**, zachodząca w dwóch etapach. Samorzutna dysocjacja atomu X prowadzi do powstania karbokationu, który zostaje poddany atakowi **nukleofila B** (zasady Lewisa), dając odpowiedni alken.

Mechanizm eliminacji E1 przebiega zgodnie z poniższym schematem:

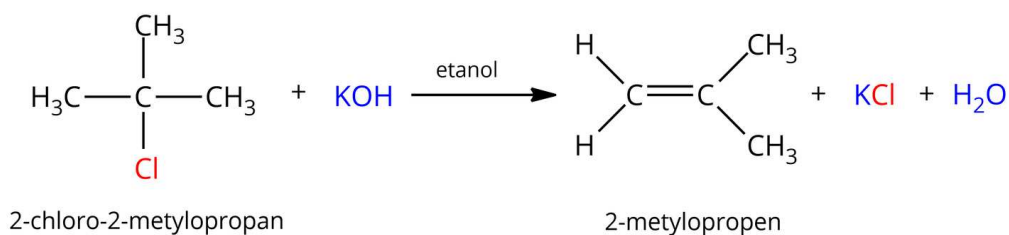


Mechanizm eliminacji E1. R₁, R₂ – grupa węglowodorowa lub atom wodoru; R₃, R₄ – grupa węglowodorowa
Źródło: GroMar Sp. z o.o, licencja: CC BY-SA 3.0.

W pierwszym etapie reakcji następuje spontaniczna dysocjacja fluorowca **X** halogenku alkilowego, prowadząca do powstania karbokationu (1). Fluorowiec opuszcza cząsteczkę jako anion **:X⁻**. Jest to najwolniejszy etap reakcji, determinujący szybkość jej zachodzenia. Atom wodoru sąsiadującego atomu węgla zostaje poddany atakowi zasady Lewisa **B**. Wówczas zaczyna pękać wiązanie C—**H**, a para elektronowa przemieszcza się, tworząc nowe wiązanie pomiędzy atomami węgla – wiązanie typu π. Utworzony zostaje obojętny produkt organiczny (alken) oraz nowa cząsteczka **B—H** (2).

Eliminacja typu E1 nazywana jest często eliminacją elektrofilową, ponieważ w kluczowym momencie reakcji powstaje elektrofil w postaci karbokationu.

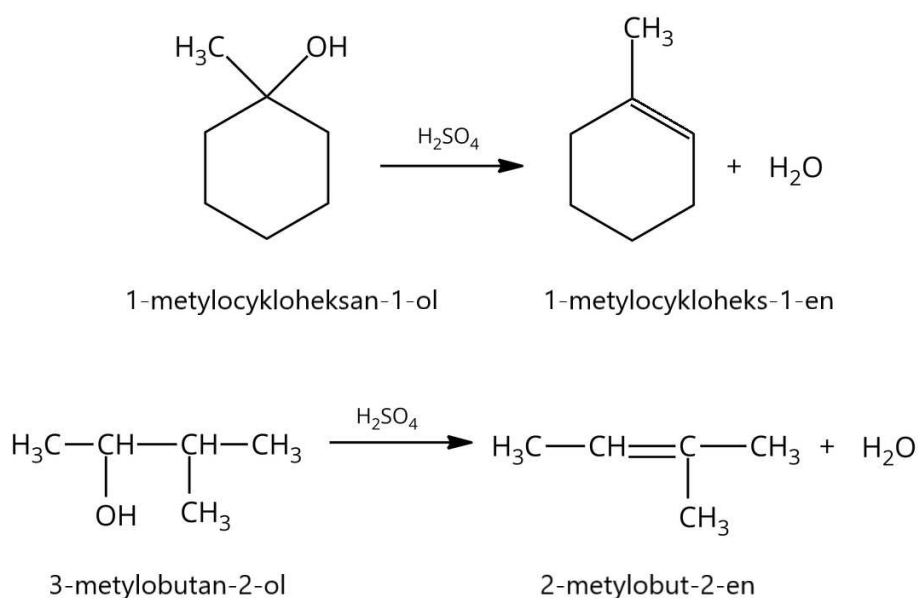
Przykładem reakcji typu E1 jest reakcja 2-chloro-2-metylopropanu z rozcieńczonym roztworem wodorotlenku potasu. Otrzymuje się wówczas 2-metylopropen.



Reakcja 2-chloro-2-metylopropanu z rozcieńczonym roztworem wodorotlenku potasu w obecności etanolu

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

Dehydratacja **alkoholi** katalizowana kwasem, która prowadzi do otrzymania alkenu, należy do reakcji eliminacji typu E1.



Przykłady reakcji dehydratacji alkoholi katalizowanych kwasem siarkowym(VI)

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

Reakcja eliminacji typu E1 również zachodzi zgodnie z regułą Zajcewa – czyli produktem głównym (trwalszym) jest bardziej rozgałęziony alken.

Ważne!

Eliminacja typu E1 zachodzi głównie dla **trzeciorzędowych halogenków alkilowych** w roztworach o **niskim stężeniu zasady**, a także dla **alkoholi w reakcjach katalizowanych kwasem**.

Należy pamiętać, że eliminacja typu E1 jest reakcją konkurencyjną do reakcji substytucji typu S_N1. Dlatego reakcje eliminacji przeprowadzane w środowisku zasadowym wymagają warunków bezwodnych, aby uniknąć reakcji substytucji prowadzącej np. do otrzymania alkoholi, podobnie jak w przypadku mechanizmu typu E2.

Eliminacja typu E2 i E1 – porównanie

Podsumowanie reakcji eliminacji:

typ reakcji	E2	E1
eliminacja HX z halogenków pierwszorzędowych $R-CH_2-X$	zachodzi przy użyciu silnych zasad	nie zachodzi
eliminacja HX z halogenków drugorzędowych R_2-CH-X	Uprzywilejowana przy użyciu silnych zasad	może zachodzić w przypadku halogenków benzytowych i alkilowych ($R-CH_2-CH=CH_2$)
eliminacja HX z halogenków trzeciorzędowych R_3-C-X	uprzywilejowana przy użyciu zasad	konkuruje z reakcją S_N1
eliminacja H_2O z alkoholi w reakcjach katalizowanych kwasem	nie zachodzi	zachodzi

Na podstawie: John McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa, PWN, 2000.

Słownik

eliminacja

(łac. *eliminare* „usuwać”) reakcja chemiczna związków organicznych polegająca na odszczepieniu z ich cząsteczek grup atomów lub jonów

halogenki alkilowe

cząsteczki będące pochodnymi alkanów, w których atom lub atomy wodoru przyłączone do grupy alkilowej zastapione zostały atomami fluorowca

alkohole

(arab. *al-kuhl* „delikatny proszek”) związki organiczne, pochodne węglowodorów, których cząsteczki zawierają grupę (jedną lub więcej grup) hydroksylową (wodorotlenową) $-OH$ zamiast atomu wodoru związanego w związku macierzystym z atomem węgla grupy alkilowej lub cykloalkilowej

nukleofil

indywiduum chemiczne obdarzone ładunkiem ujemnym (np. Br^- , Cl^- , OH^-) lub cząsteczka obojętna posiadająca wolne pary elektronowe (np. H_2O , Br_2 , Cl_2)

teoria kwasów i zasad Lewisa

teoria, wg której kwasami są jony lub cząsteczki mające niedobór elektronów, mogące reagować z jonami lub cząsteczkami zawierającymi wolne pary elektronowe, czyli zasadami Lewisa

reakcja pierwszego rzędu

reakcja, której szybkość jest wprost proporcjonalna do stężenia substratu; równanie kinetyczne przyjmuje postać: $v = k \cdot [\text{A}]$, gdzie A jest substratem, natomiast k stałą szybkości; w równaniu kinetycznym reakcji biegnącej zgodnie z kinetyką pierwszego rzędu suma wykładników potęg jest więc równa 1

reakcja drugiego rzędu

reakcja, dla której równanie kinetyczne przyjmuje postać: $v = k \cdot [\text{A}]^2$ lub $v = k \cdot [\text{A}] \cdot [\text{B}]$, gdzie A i B są substratami, natomiast k stałą szybkości; w równaniu kinetycznym reakcji biegnącej zgodnie z kinetyką drugiego rzędu suma wykładników potęg jest więc równa 2

Bibliografia

Encyklopedia PWN

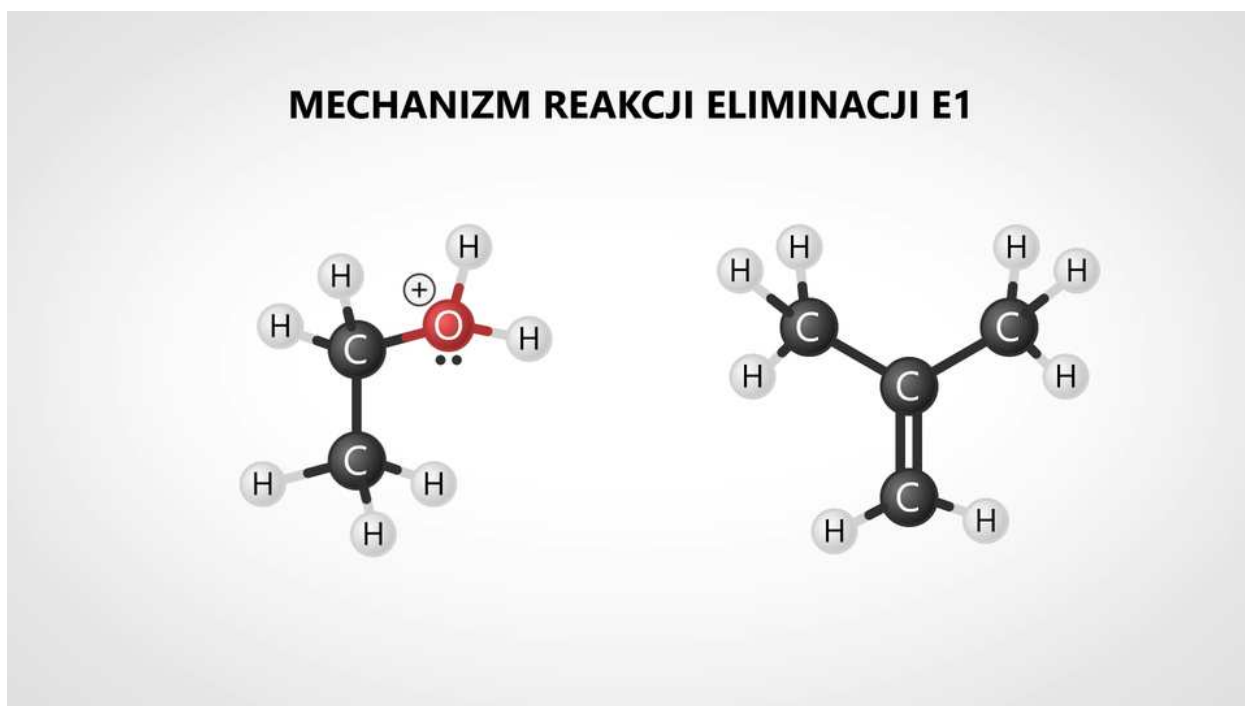
McMurry J., *Chemia organiczna*, tłum. H. Koroniak i inni, t. 4, Warszawa 2018.

Morrison R. T., Boyd R. N., *Chemia organiczna*, tłum. W. Antkowiak i in., t. 1, Warszawa 1985.

Animacja

Polecenie 1

Czy wiesz, że reakcja eliminacji może przebiegać zgodnie z dwoma mechanizmami? Czy wiesz, co oznaczają skróty E1 i E2? Przeanalizuj poniższą animację, a następnie wykonaj zadania.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/Rs8FybaZqq8PU>

Animacja pt. „W jaki sposób przebiega reakcja eliminacji?”

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

Film nawiązujący do treści materiału – przedstawia, w jaki sposób przebiega reakcja eliminacji.

Ćwiczenie 1

Przeciągnij w puste miejsca w zdaniach odpowiednie wyrażenia. Pamiętaj, że nie wszystkie są prawdziwe.

Zgodnie z mechanizmem E2 zachodzi reakcja eliminacji z , prowadząca do powstania .

Zgodnie z mechanizmem E1 zachodzi reakcja eliminacji z , prowadząca do powstania .

2-chloro-2-metylopropanu

3-metylopropenu

HCl

H₂O

chloroetanu

chloroetenu

2-metylopropenu

Cl

KCl

HCl

HBr

etenu

Ćwiczenie 2

Uzupełnij zdania dotyczące jednego z mechanizmów reakcji przedstawionych w animacji, a następnie odpowiedz, który z mechanizmów reakcji został w niej opisany.

Jedna z reakcji rozpoczyna się od ataku zasady na atom wodoru, związany z atomem węgla. Ten z kolei sąsiaduje z atomem węgla, z którym związany jest chlor cząsteczki . W tym czasie wiązanie C—H pęka i tworzy się wiązanie podwójne pomiędzy atomami . Kation wodoru łączy się z , dając cząsteczkę wody. Jednocześnie pęka wiązanie C—Cl, para elektronowa zostaje przeniesiona na atom chloru, który odchodzi jako anion chlorkowy.

węgla

wodorotlenkowym

2-chloro-2-metylopropanu

(Cl⁻)

słabej

mocnej

chlorowy

anionem chlorkowym

chloroetanu

(OH⁻)

wodoru

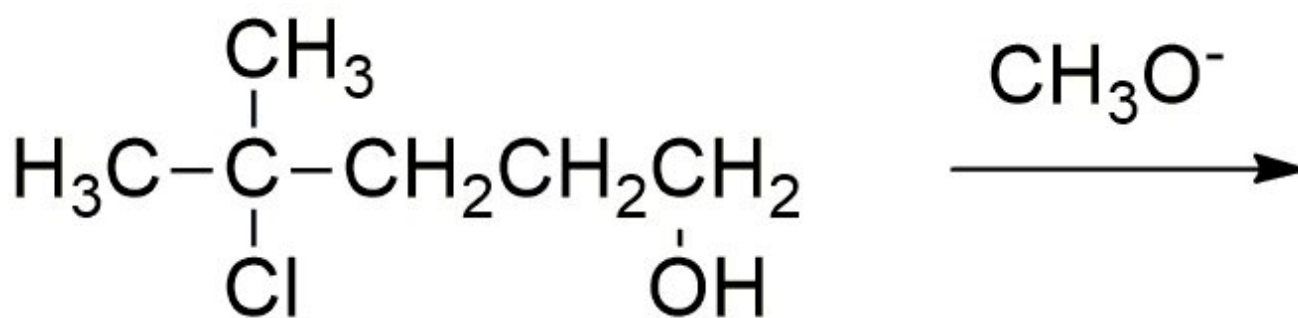
Ćwiczenie 3

Jak nazywa się reguła, która ma zastosowanie w reakcji eliminacji?

- ☐ reguła przekory
- ☐ reguła Zajcewa
- ☐ reguła Hückla
- ☐ reguła Markownikowa

Ćwiczenie 4

Narysuj główny produkt następującej reakcji:



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

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5

Napisz mechanizm reakcji eliminacji (E1) cząsteczki HBr z 2-bromo-2-metylobutanu pod wpływem metanolu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wybierz prawidłowe zdanie dotyczące reakcji eliminacji typu E1 i E2.

- ☐ Reakcja eliminacji typu E2 oznacza, że w reakcji bierze udział jedna cząsteczka, a typu E1 – dwie cząsteczki.
- ☐ Nie można określić ilości cząsteczek biorących udział w reakcji eliminacji na podstawie jej typu.
- ☐ Reakcja eliminacji typu E2 oznacza, że w reakcji biorą udział dwie cząsteczki, a typu E1 – jedna cząsteczka.

Ćwiczenie 2



Zaznacz prawdziwe zakończenie poniższego zdania.

Jony OH^- pełnią w reakcjach eliminacji rolę:

- ☐ kwasu Brönsteda.
- ☐ kwasu Lewisa.
- ☐ zasady Brönsteda.
- ☐ katalizatora.
- ☐ zasady Lewisa.

Ćwiczenie 3



Odpowiedź na poniższe pytanie.

W ilu etapach przebiega reakcja eliminacji typu E2 i E1?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 4



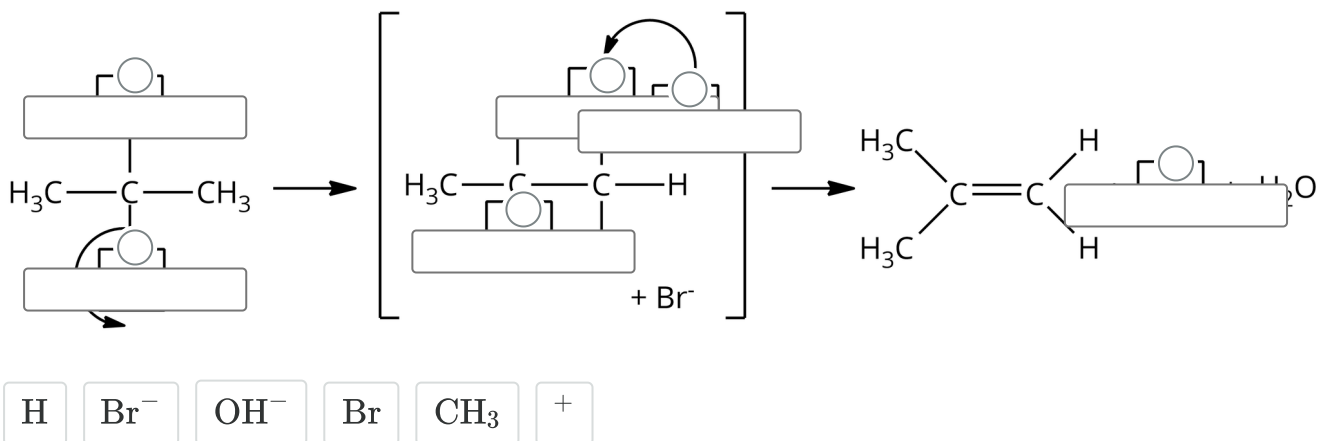
Zweryfikuj, które ze zdań są prawdziwe, a które fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Karbokation to stan przejściowy w reakcji eliminacji typu E1.	☐	☐
Karbokation to stan przejściowy w reakcji eliminacji typu E1.	☐	☐
Karbokation to produkt przejściowy w reakcji eliminacji typu E1.	☐	☐
Stan przejściowy powstaje w reakcji dwucząsteczkowej i charakteryzuje się dużą nietrwałością.	☐	☐
Karbokation to produkt przejściowy w reakcji eliminacji jednocząsteczkowej.	☐	☐

Ćwiczenie 5



Uzupełnij mechanizm reakcji typu E1, prowadzącej do otrzymania 2-metylopropenu. Wstaw elementy w brakujące miejsca.



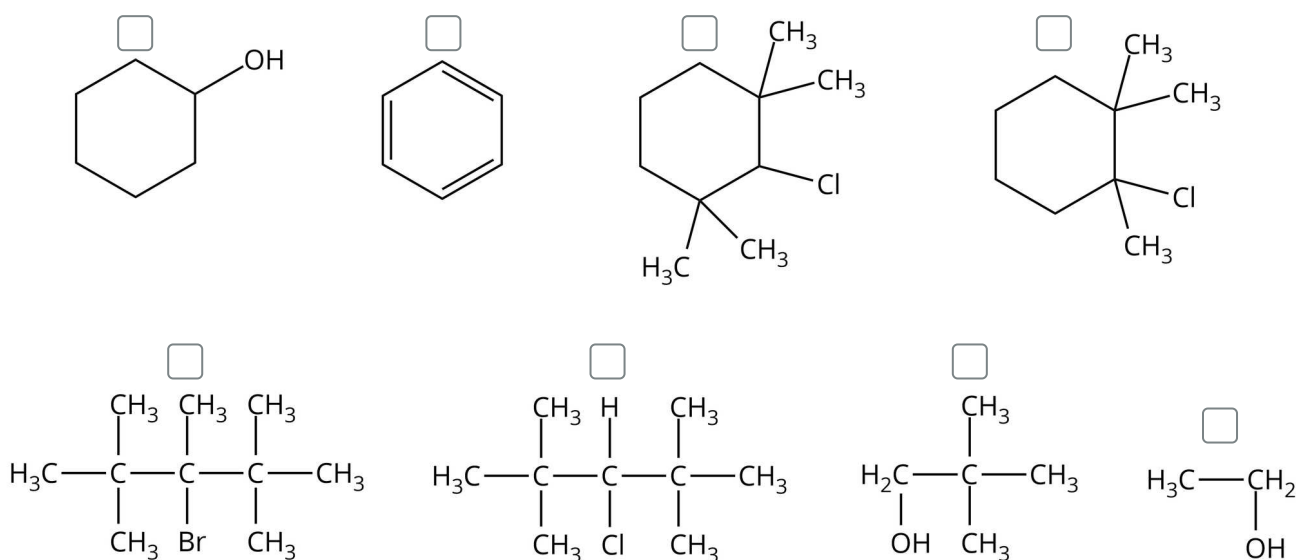
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 6



Warunkiem reakcji eliminacji, która prowadzi do powstawania wiązań podwójnych, jest obecność atomu wodoru przy atomie węgla, sąsiadującym z atomem węgla związanym z atomem fluorowca lub grupą wodorotlenkową.

Wskaż związki chemiczne, które NIE MOGĄ być poddane reakcjom eliminacji typu HX oraz H_2O .

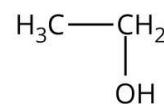
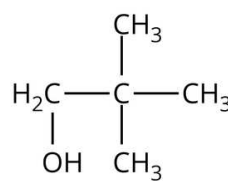
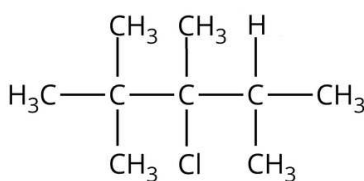
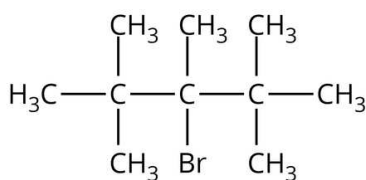
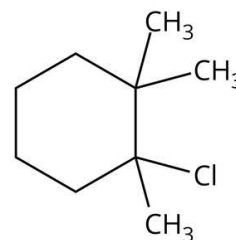
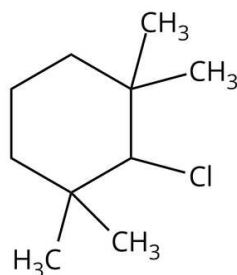
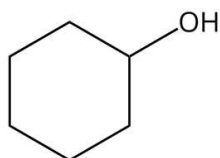


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 7



Zapisz równania reakcji eliminacji, za pomocą NaOH pod wpływem etanolu, wszystkich fluorowcopochodnych węglowodorów, które prowadzą do zwiększenia nienasycenia cząsteczki. Następnie zapisz reakcje dehydratacji alkoholi zachodzących pod wpływem kwasu.



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

Ćwiczenie 8



Z podanych elementów skonstruuj mechanizm eliminacji typu E2.

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

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: W jaki sposób przebiega reakcja eliminacji?

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 mechanizm eliminacji typu E2 oraz E1;
- zestawia ze sobą i porównuje mechanizmy typu E2 i E1;
- pisze równania reakcji eliminacji dla różnych związków chemicznych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- mapa pojęć;
- analiza materiału źródłowego;
- animacja;
- termometr;
- technika zdań podsumowujących;
- śnieżna kula.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Uczniowie dzielą się na grupy czteroosobowe. Grupy dostają od nauczyciela karty pracy. Ich zadaniem jest nazwać narysowane wzory halogenopochodnych i hydroksylowych pochodnych węglowodorów oraz narysować wzory strukturalne do podanych nazw. Liderzy grup odpowiadają na poszczególne pytania – pozostali uczniowie korygują odpowiedzi.

Nauczyciel zadaje pytania oraz polecenia:

- Proszę wymienić nazwy czterech halogenopochodnych węglowodorów oraz czterech hydroksylowych pochodnych węglowodorów.
Na przykład: chloroetan, bromoetan, 2-chloropropan, 2-chloro-2-metylopropan, etanol, propan-2-ol, glikol etylenowy, cykloheksanol).
- Z jakiego halogenku alkilowego oraz z jakiej hydroksylowej pochodnej węglowodoru można otrzymać eten? A Propen czy but-1-en? Na przykład: eten – z chloroetanu lub

etanolu; propen – z chloropropanu lub 2-chloropropanu; z propanolu lub propan-2-olu; but-1-en – z 1-chlorobutanu lub butan-1-olu.

2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Stosując technikę śnieżnej kuli, uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie „Na czym polega reakcja eliminacji?”.

3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel zapisuje na tablicy wzór sumaryczny cząsteczki chloroetanu i zadaje pytanie uczniom: w jaki sposób można otrzymać z niej eten? (Stosując zasadę w środowisku alkoholu.) Uczniowie podają swoje propozycje na forum klasy, po czym następuje ustalenie sposobu otrzymywania. Uczniowie na podstawie równania reakcji tworzą definicję reakcji eliminacji, po czym konfrontują ją z wypowiedzią z fazy wstępnej.
2. Nauczyciel na tablicy multimedialnej wyświetla pierwszą animację zawartą w multimedium e-materiału, przedstawiającą usuwanie HCl z chloroetanu za użyciem KOH.
3. Po obejrzeniu animacji uczniowie wyciągają wnioski i tworzą mapę pojęć. Z pomocą nauczyciela uczniowie mogą zapisać dodatkowe informacje dotyczące tego rodzaju mechanizmu:

- Reakcja zachodzi jednoetapowo.
- W trakcie reakcji pojawia się stan przejściowy.
- Reakcja rozpoczyna się od ataku nukleofila.
- Nukleofil wiąże się z atomem wodoru znajdującym się przy sąsiadującym z halogenem atomem węgla.
- Reakcja zaszła dla pierwszorzędowego halogenku.
- W reakcji wzięły udział dwie cząsteczki.
- Zachodzi w środowisku silnie stężonych zasad.
- Jest to mechanizm typu E2.

4. Nauczyciel na tablicy multimedialnej wyświetla drugą animację zawartą w multimedium e-materiału przedstawiającą usuwanie HCl z 2-chloro-2-metylopropanu za pomocą KOH.

5. Po obejrzeniu drugiej animacji uczniowie wyciągają wnioski i tworzą mapę pojęć. Z pomocą nauczyciela uczniowie mogą zapisać dodatkowe informacje dotyczące tego rodzaju mechanizmu:

- Reakcja zachodzi dwuetapowo.
- Następuje samorzutna dysocjacja anionu chlorkowego.
- Reakcja jest jednocząsteczkowa.
- W reakcji pojawia się produkt przejściowy – karbokation.

- Zachodzi pod wpływem rozcieńczonych roztworów zasad.
 - Jest to mechanizm typu E1.
6. Chętny uczeń lub nauczyciel zapisuje na tablicy równanie reakcji dehydratacji przykładowego alkoholu zachodzącej w środowisku kwaśnym, a następnie wskazuje, że reakcje tego typu zachodzą zgodnie z mechanizmem typu E1, np. dehydratacja etanolu pod wpływem kwasu siarkowego(VI).
7. Uczniowie samodzielnie w zeszytach mają za zadanie zapisać reakcje eliminacji bromowodoru z bromoetanu oraz wody z propan-2-olu, a następnie przyporządkować je do typu mechanizmu E1/E2. Chętni uczniowie zapisują równania reakcji na tablicy. Nauczyciel przypomina, że reakcje eliminacji zachodzą zgodnie z regułą Zajcewa.
(Eliminacja bromowodoru z bromoetanu: E2 (ponieważ dla halogenków pierwszorzędowych mechanizm typu E1 nie zachodzi).
Eliminacja wody z propan-2-olu: E1 (ponieważ dla alkoholi mechanizm typu E2 nie zachodzi).
8. Nauczyciel dzieli tablicę na dwie części: podobieństwa i różnice mechanizmów typu E2 i E1. Uczniowie na forum podają propozycje, inni uczniowie i nauczyciel weryfikują je pod względem merytorycznym, moderator zapisuje na tablicy.
9. 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. Na zakończenie nauczyciel stosuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów. Uczniowie na skali temperatury zaznaczają cenkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. Jeżeli ze skali będzie wynikał niski poziom temperatury, uczniowie zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy?
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:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Animacja może być wykorzystana przez uczniów podczas przygotowywania się do pracy kontrolnej oraz jako uzupełnienie luk kompetencyjnych przez uczniów nieobecnych na lekcji.

Materiały pomocnicze:

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

- Na czym polega reakcja eliminacji?
- Pod wpływem jakich czynników mogą przebiegać reakcje eliminacji?
- Na czym polega eliminacja jednocząsteczkowa?
- Na czym polega eliminacja dwucząsteczkowa?
- O czym mówi reguła Zajcewa?

2. Nauczyciel przygotowuje arkusz papieru z narysowanym termometrem i skalą oraz cenki.