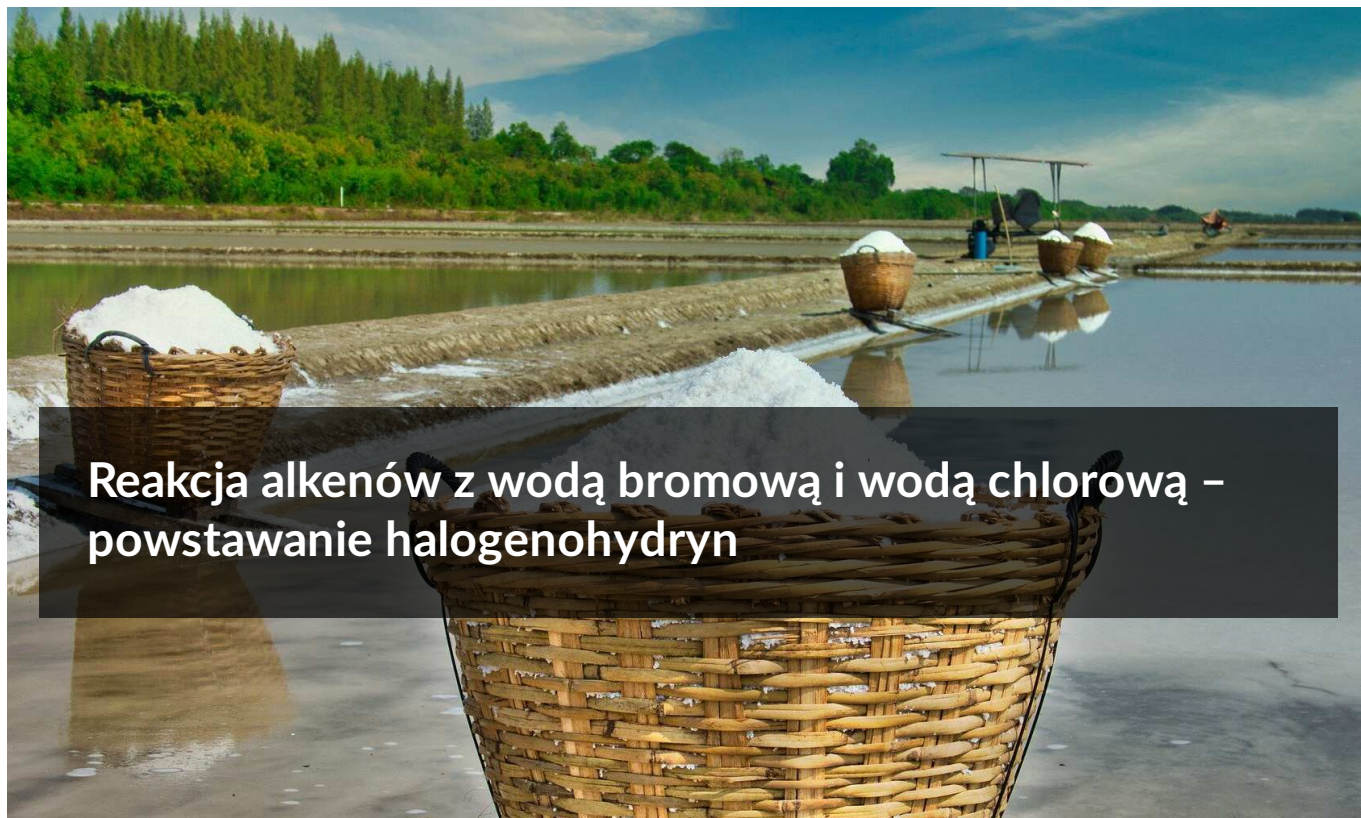




Reakcja alkenów z wodą bromową i wodą chlorową – powstawanie halogenohydryn

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



Reakcja alkenów z wodą bromową i wodą chlorową – powstawanie halogenohydryn

Brom w związkach występuje w skorupie ziemskiej w ilościach śladowych 0,37 ppm, głównie jako zanieczyszczenie piasku morskiego i pokładów soli kamiennej. Większe jego ilości (65 ppm) występują w wodzie morskiej. W obu przypadkach w formie bromku sodu.

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

Czy wiesz, co powstaje w wyniku reakcji bromu z alkenem? Co się stanie, jeśli w środowisku reakcji znajdą się cząsteczki wody? Czy wiesz, czym jest woda chlorowa i bromowa, i jak przebiegają reakcje z alkenami w ich obecności? Jeśli nie znasz odpowiedzi – koniecznie zapoznaj się z tym materiałem.

Twoje cele

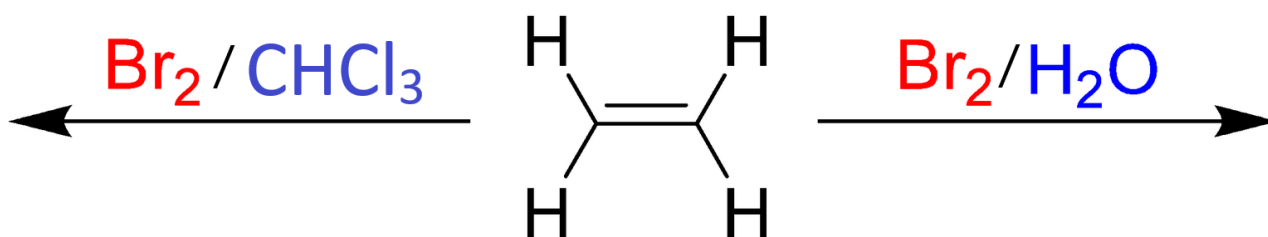
- Zapiszesz równania reakcji cząsteczek chloru i bromu z alkenami w obecności wody.
- Zidentyfikujesz produkty, powstałe w reakcji wody bromowej i chlorowej z alkenami, i zaproponujesz ich wzory strukturalne.
- Przeanalizujesz zmiany wizualne, które zachodzą podczas reakcji wody bromowej i chlorowej z alkenami.
- Zaprojektujesz doświadczenie chemiczne, mające na celu wykrycie wiązania podwójnego w cząsteczce alkeny.

Przeczytaj

Przyłączanie chloru lub bromu w roztworze wodnym i bezwodnym

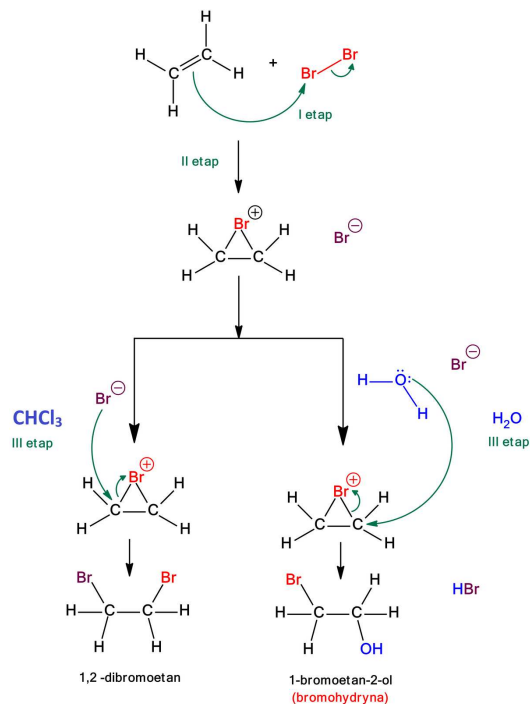
Addycja elektrofilu do alkenów jest użyteczną reakcją, ponieważ umożliwia syntezę wielu rodzajów związków. Warto w tym miejscu przyjrzeć się addycji chlorowców do alkenów i sprawdzić, jak warunki reakcji wpływają na rodzaj powstających produktów.

Jakie są produkty reakcji bromu z etenem w opisanych poniżej warunkach?



Jakie są produkty reakcji bromu z etenem w opisanych warunkach?

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



Mechanizm addycji bromu do etenu w obecności wody lub chloroformu

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

Reakcja w środowisku chloroformu (CHCl_3)

ETAP I

Elektrony π działają jak **czynnik nukleofilowy**, atakując cząsteczkę bromu. Na skutek silnej **polaryzacji** wiązania $\text{Br}-\text{Br}$, następuje jego heterolityczny rozpad i powstaje kation bromu oraz anion bromkowy.

ETAP II

ETAP III

Reakcja w środowisku H_2O

ETAP I

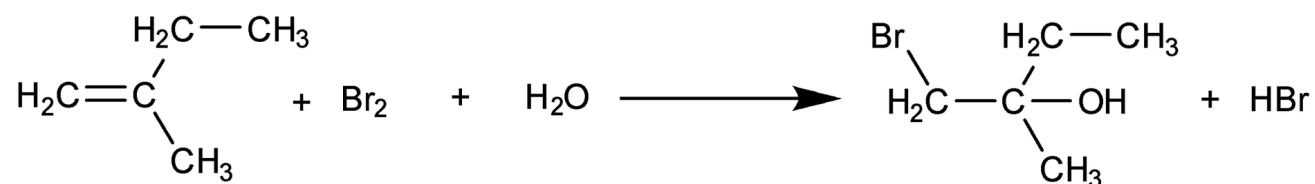
Elektrony π działają jak nukleofil, atakując cząsteczkę bromu. Na skutek silnej **polaryzacji** wiązania $\text{Br}-\text{Br}$, następuje jego heterolityczny rozpad i powstaje kation bromu oraz jon bromkowy.

ETAP II

ETAP III

Ważne!

W przypadku niesymetrycznych alkenów, grupa –OH przyłącza się do atomu węgla, związanego atomem węgla o wyższej rzędowości, np.:



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

Polecenie 1

Wykorzystując zgromadzony sprzęt i odczynniki, wykonaj doświadczenie w laboratorium chemicznym, w którym zbadasz zachowanie heks-1-enu i heksanu wobec [wody bromowej](#). Zaproponuj hipotezę oraz przedstaw schematyczny rysunek doświadczenia. W trakcie doświadczenia zanotuj obserwacje, a następnie zweryfikuj postawioną hipotezę i sformułuj wnioski. Zapisz sumaryczne równania reakcji (związki organiczne przedstaw wzorami półstrukturalnymi) i podaj nazwy produktów organicznych.

Problem badawczy:

W jaki sposób heksan i heks-1-en zachowują się wobec wody bromowej?

Hipoteza:

Sprzęt i odczynniki laboratoryjne:

- trzy probówki;
 - woda bromowa;
 - heks-1-en;
 - heksan.
-

Instrukcja wykonania doświadczenia:

1. Do pierwszej probówki wlej do $\frac{1}{3}$ jej objętości wody bromowej (próba kontrolna).
 2. Do drugiej probówki wlej 2 cm^3 heks-1-enu i taką samą objętość wody bromowej.
Probówkę zamknij korkiem i dobrze wymieszaj, wytrząsając.
 3. Obserwuj zachodzące zmiany.
 4. Porównaj barwę obu probówek.
 5. Do trzeciej probówki wlej 2 cm^3 heksanu i taką samą objętość wody bromowej.
Probówkę zamknij korkiem i dobrze wymieszaj przez wytrząsanie.
 6. Obserwuj zachodzące zmiany.
 7. Porównaj barwę z w probówce z próbą kontrolną.
-

Schemat doświadczenia:

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Wnioski

Równania reakcji chemicznych:

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Słownik

addycja

(łac. *additio* „dodawanie”) reakcja chemiczna, polegająca na łączeniu się ze sobą atomów lub cząsteczek związków chemicznych (substratów) w cząsteczki jednego związku (produktu), tzw. adduktu

czynnik elektrofilowy

inaczej elektrofil; cząsteczka lub grupa atomów, która ze względu na niedomiar elektronów posiada ładunek dodatni; w odpowiednich warunkach elektrofil jest w stanie przyjąć elektrony, czyli być ich akceptorem

polaryzacja

przesunięcie gęstości elektronowej wywołane różnymi czynnikami

czynnik nukleofilowy

inaczej nukleofil; cząsteczka lub grupa atomów, która ze względu na nadmiar elektronów posiada ładunek ujemny; w odpowiednich warunkach może oddać elektrony, czyli być ich donorem

karbokation

(łac. *carbo* „węgiel”, gr. *katiōn* „idący w dół”) jon karboniowy, kation organiczny, w którym dodatni ładunek, wywołany deficytem elektronów, jest zlokalizowany na atomie węgla

wicynalne

(łac. *vicinus* „sąsiadów”) związki zawierające dwie grupy funkcyjne przy sąsiednich atomach węgla

woda bromowa

(gr. *brōmos* „smród”) ok. 3% nasycony roztwór bromu w wodzie o brunatnym zabarwieniu; zazwyczaj jest przechowywana w ciemnych butelkach, co zapobiega reakcjom rozkładu

woda chlorowa

nasycony roztwór chloru w wodzie; zazwyczaj jest przechowywana w ciemnych butelkach, co zapobiega reakcjom rozkładu

Bibliografia

Buza D., Sas W., Szczeciński P., *Chemia organiczna*, Warszawa 2006.

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

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

Koziara A., Kociołek K., Zabrocki J., Zjawiony J., Zwierzak A., *Zadania i ćwiczenia z chemii organicznej*, Łódź 2007.

McMurry J., *Chemia organiczna*, cz. 2, Warszawa 2010.

Morrison R. T., Boyd R. N., *Chemia organiczna*, Warszawa 2010.

Pazdro K., *Zbiór zadań z chemii dla szkół ponadgimnazjalnych*, Warszawa 2003.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Czy wiesz, w wyniku jakich reakcji otrzymywane są halogenohydryny? Jakie odczynniki należy wykorzystać i w jakich warunkach prowadzone są reakcje? Zapoznaj się z poniższą symulacją, wykonaj przykładowe reakcje, a następnie rozwiąż podane zadania.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DOATk3IIT>

Symulacja interaktywna pt. *Reakcja alkenów z wodą bromową i wodą chlorową*

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

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



W skład mieszaniny LPG, pozyskiwanej z ropy naftowej, wchodzi: propan, butan oraz niewielkie ilości propenu. Przy pomocy jakiej reakcji można sprawdzić, czy mieszanina LPG zawiera w swoim składzie propen? Zaznacz prawidłową odpowiedź.

Przy pomocy reakcji z wodnym roztworem manganianu(VII) potasu.

Przy pomocy reakcji z wodą bromową.

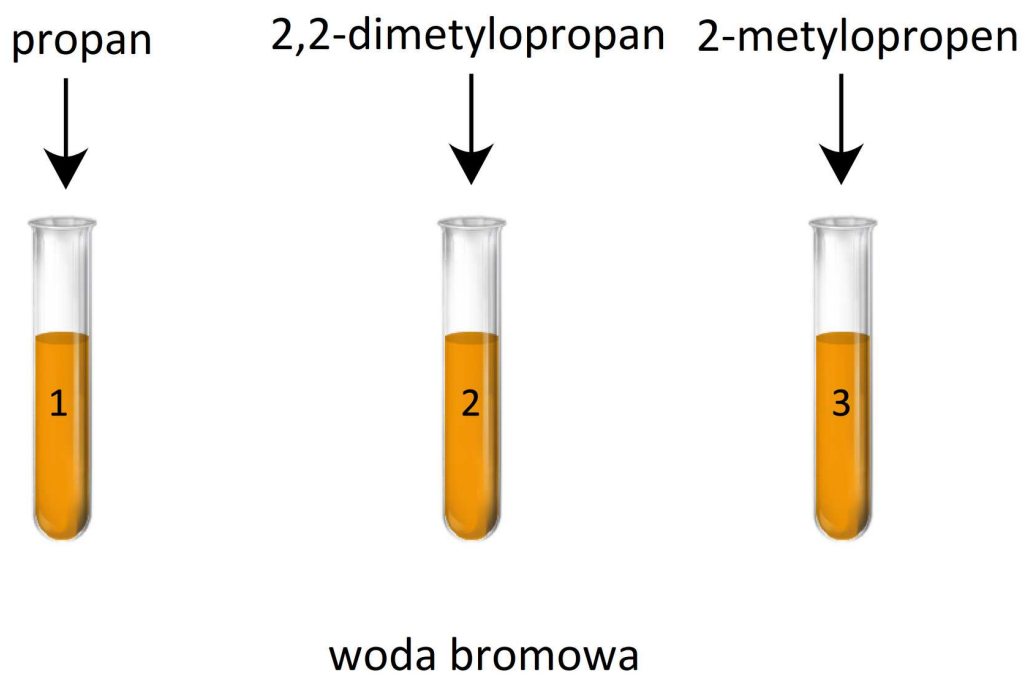
Przy pomocy reakcji z bromem w CHCl_3 .

Przy pomocy reakcji z palladem.

Ćwiczenie 2



Przeprowadzono doświadczenie, zilustrowane na rysunku.



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

Wskaż, w której probówce nastąpi odbarwienie wody bromowej.

W 1 i 3.

Tylko w 3.

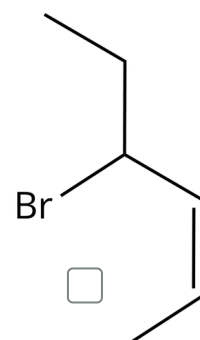
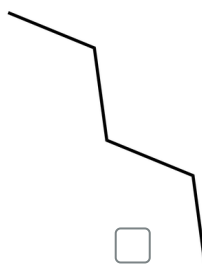
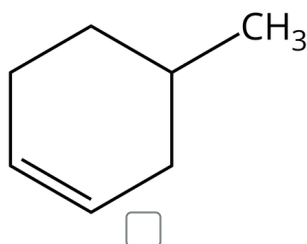
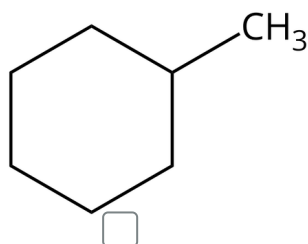
Tylko w 2.

W 1 i 2.

Ćwiczenie 3



Wskaż, które z poniższych związków chemicznych, w reakcji z wodą chlorową, utworzą w temperaturze pokojowej produkt nasycony.



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

Ćwiczenie 4



Izobutylen (2-metyloprop-1-en) jest jednym z czterech izomerów butenu. Podaj nazwę systematyczną produktu organicznego reakcji izobutyleny z wodą chlorową. Zapisz odpowiednie równanie reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



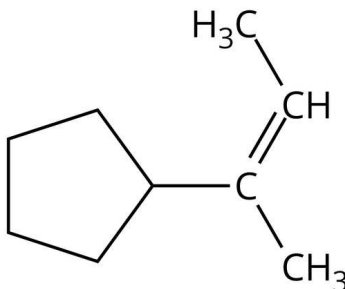
Oceń poniższe zdania i zaznacz **Prawda**, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub **Fałsz**, jeżeli jest fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
W reakcjach alkenów z wodą chlorową, nukleofilem jest cząsteczka chloru.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Na skutek addycji bromu w obecności wody do wiązania podwójnego, tworzy się halogenohydryna.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wicynalny związek to taki, w którym grupy funkcyjne rozdzielone są dwoma wiązaniami.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reakcja z wodą bromową umożliwia identyfikację związków nasyconych.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 6



Zapisz sumaryczne równanie reakcji chemicznej poniższego związku z wodą chlorową. Uzasadnij miejsce przyłączenia się grupy OH.



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

Równanie reakcji:

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

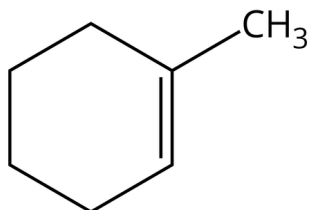
Uzasadnienie i wniosek:

Ćwiczenie 7



W reakcjach otrzymywania halogenohydrzyn, sporym problemem jest brak rozpuszczalności alkenów w wodzie. W praktyce reakcje wykonuje się w rozpuszczalnikach, takich jak roztwór wodny sulfotlenku dimetylowego (CH_3SOCH_3), znany jako DMSO, oraz w metanolu.

Zapisz równanie reakcji poniższego związku, zakładając, że do reakcji użyto roztworu bromu w metanolu. W razie problemów z rozwiązaniem tego zadania, skorzystaj z podpowiedzi.



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

Równanie reakcji:

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Istotną frakcją zanieczyszczeń gazowych na obszarach zurbanizowanych, pochodzącą z gazów spalinowych, odparowania produktów naftowych i stosowania rozpuszczalników organicznych, są lotne związki organiczne (LZO). Definicje LZO oparte są na określeniu prężności par lub temperatury wrzenia. Na LZO składa się wiele grup związków chemicznych – węglowodory alifatyczne, aromatyczne, alkohole, fenole czy też aminy aromatyczne.

Do laboratorium analitycznego dostarczono próbki LZO z terenów mocno zanieczyszczonych. Wstępna identyfikacja badanego materiału wykazała, że w jednej próbce może znajdować się heptan, 2-metylopent-2-en oraz 2-metylopropan.

Do dyspozycji masz następujący sprzęt i odczynniki:

- probówki;
- palnik gazowy;
- krystalizator;
- łąpa;
- papierek wskaźnikowy;
- kolba stożkowa;
- zawiesina wodorotlenku miedzi(II);
- stały wodorotlenek potasu;
- sól;
- woda bromowa.

Zaprojektuj doświadczenie, które pozwoli potwierdzić obecność 2-metylopent-2-enu w badanej próbce.

Przedstaw problem badawczy i zaproponuj hipotezę. Przedstaw opis czynności prowadzących do rozwiązania problemu badawczego, a następnie zapisz spodziewane obserwacje i zanotuj wnioski. Przedstaw równania reakcji i nazwij organiczne produkty zachodzących reakcji.

Problem badawczy:

Hipoteza:

Przebieg doświadczenia:

Obserwacje:

Wnioski:

Równanie reakcji:

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Temat: Reakcja alkenów z wodą bromową i chlorową – powstawanie halogenohydryn

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XIII. Węglowodory. Uczeń:

3) opisuje właściwości chemiczne alkenów na przykładzie reakcji: spalania, addycji (przyłączenia): H_2 , Cl_2 , HCl , H_2O ; polimeryzacji; przewiduje produkty reakcji przyłączenia cząsteczek niesymetrycznych do niesymetrycznych alkenów na podstawie reguły Markownikowa (produkty główne i uboczne); pisze odpowiednie równania reakcji.

Zakres rozszerzony

XIII. Węglowodory. Uczeń:

4) opisuje właściwości chemiczne alkenów na przykładzie reakcji: spalania, addycji: H_2 , Cl_2 i Br_2 , HCl i HBr , H_2O , polimeryzacji; przewiduje produkty reakcji przyłączenia cząsteczek niesymetrycznych do niesymetrycznych alkenów na podstawie reguły Markownikowa (produkty główne i uboczne); opisuje zachowanie alkenów wobec wodnego roztworu manganianu(VII) potasu; 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, samokontrola podczas nauki.

Cele operacyjne

Uczeń:

- pisze równania reakcji cząsteczek chloru i bromu z alkenami w obecności wody;

- identyfikuje produkty powstałe w reakcji wody bromowej i chlorowej z alkenami i proponuje ich wzory strukturalne;
- analizuje zmiany wizualne zachodzące podczas reakcji wody bromowej i chlorowej z alkenami;
- projektuje doświadczenie chemiczne mające na celu wykrycie wiązania podwójnego w cząsteczce alkeny.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- pogadanka;
- mapa myśli;
- analiza tekstu źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- eksperyment uczniowski;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca zbiorowa;
- praca w grupach;
- 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;
- podręcznik.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i pogadanka. Nauczyciel zadaje pytania ze wstępu do lekcji: co powstaje w wyniku reakcji bromu z alkenem? Co się stanie, jeśli w środowisku reakcji znajdą się cząsteczki wody? Czym jest woda chlorowa i bromowa i jak przebiegają reakcje z alkenami w ich obecności? Na czym polega reakcja addycji elektrofilowej?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Sporządzanie mapy pojęciowej wokół tematu addycji elektrofilowej. Efektem sporządzonej mapy pojęciowej ma być poznanie

definicji: addycja, elektrofil. Uczniowie proponują poznane do tej pory rodzaje addycji do wiązania podwójnego, np. addycja chlorowców czy chlorowcowodorów.

3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie, na podstawie definicji addycji, proponują produkty reakcji addycji cząsteczki bromu do etenu w obecności wody, zapisując ich wzory na tablicy.
2. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej z części „Przeczytaj” w e-materiale – mechanizm reakcji addycji cząsteczki bromu do etenu. Uczniowie analizują go i porównują produkt reakcji z zaproponowanym wcześniej przez siebie, po czym formułują wniosek dotyczący roli wody w reakcji addycji chlorowców do wiązania podwójnego.
3. Nauczyciel odwołuje uczniów do symulacji interaktywnej, w której pracują pod dyktando z wodą bromową/chlorową i różnymi alkenami. Następnie uczniowie rozwiązują w parach zadania załączone do medium.
4. Eksperyment chemiczny. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy, rozdaje sprzęt i szkło laboratoryjne oraz odczynniki chemiczne. Uczniowie przeprowadzają eksperyment. Zadaniem uczniów jest wykonanie polecenia nr 1 z części „Przeczytaj”, w którym mają zaproponować problem badawczy, postawić hipotezę, obserwować zmiany podczas eksperymentu i sformułować wnioski. Po wyznaczonym czasie, chętna osoba z każdej grupy zapisuje propozycje rozwiązania problemu na tablicy. Następnie uczniowie wraz z nauczycielem ustalają jedną wspólną wersję i porównują ją z odpowiedzią zamieszczoną w e-lekcji.
5. W trakcie dyskusji nauczyciel zadaje uczniom pytanie o warunki zachodzenia reakcji wody bromowej i chlorowej z alkenami.
6. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: co to jest woda bromowa i woda chlorowa? Jakie są korzyści z zastosowania addycji elektrofilu do alkenów? Na czym polega reakcja bromu z alkenem w roztworze wodnym?
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:

- Dziś nauczyłem/łam się...
- Zrozumiałem/łam, że...
- Zaskoczyło mnie...

- Dowiedziałem/łam się...
- Łatwe było dla mnie...
- Trudność sprawiało mi...

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.
2. Uczniowie przygotowują dwa zadania maturalne dotyczące reakcji wody bromowej i chlorowej z alkenami. Zadania mają różnić się od tych zaproponowanych w treści e-materiału. Uczniowie ustalają punktację za poszczególne zadania i uwzględniają rozwiązanie.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Nauczyciel może wykorzystać symulację interaktywną do pracy przed lekcją. Uczniowie zapoznają się z jego treścią i przygotowują do pracy na zajęciach w ten sposób, żeby móc samodzielnie rozwiązać zadania w temacie.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach): Co to jest woda bromowa i woda chlorowa? Jakie są korzyści z zastosowania addycji elektrofilu do alkenów? Na czym polega reakcja bromu z alkenem w roztworze wodnym?
2. Podręczniki do dyspozycji na lekcji:
 - K. Dudek-Różycki, M. Płotek, T. Wichur, *Kompendium terminologii oraz nazewnictwa związków organicznych. Poradnik dla nauczycieli i uczniów*, Wydawnictwo Szkolne OMEGA, Kraków 2020.
 - K. Dudek-Różycki, M. Płotek, T. Wichur, *Węglowodory. Repetytorium i zadania*, Wydawnictwo Szkolne OMEGA, Kraków 2020.
 - K. H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, tłum. A. Dworak, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014.
 - R. T. Morrison, R. N. Boyd, *Chemia organiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010, t. 1.
2. Karty charakterystyk substancji niebezpiecznych – woda chlorowa i bromowa.
3. Sprzęt i szkło laboratoryjne, odczynniki chemiczne oraz instrukcja wykonania doświadczenia – patrz polecenie nr 1 w e-materiale.