



Czy alkiny reagują z wodą?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Animacja
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Czy alkiny reagują z wodą?

Alkiny reagują z wodą w wyniku reakcji przyłączenia, czyli addycji.
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Alkiny, ze względu na swoją niepolarną budowę, nie rozpuszczają się w wodzie. Czy mogą się zatem w niej roztwarzać? Czy w reakcji alkinów z wodą powstają związki chemiczne o innych właściwościach fizycznych i chemicznych?

Twoje cele

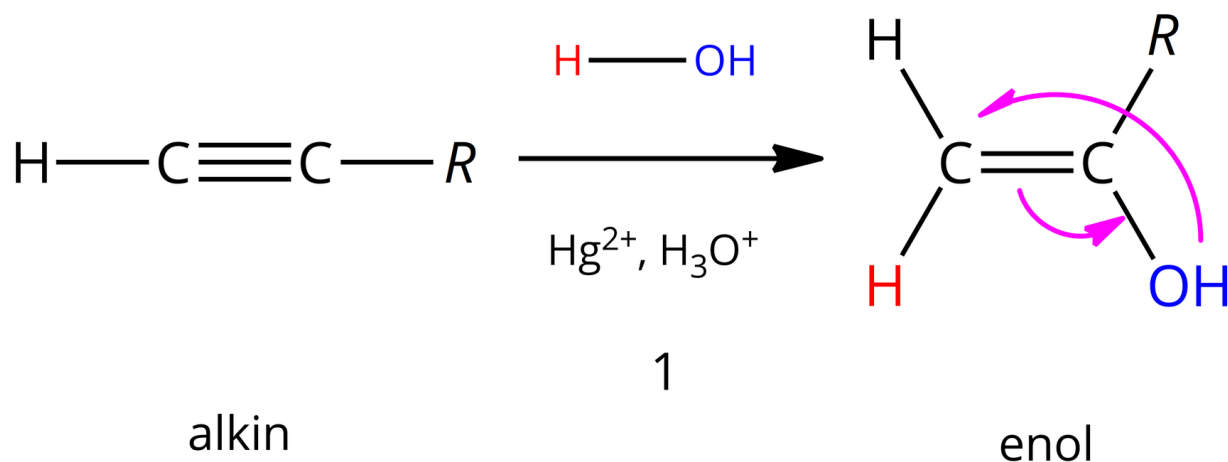
- Przeanalizujesz schemat ideowy reakcji addycji wody do cząsteczek alkinów.
- Zapiszesz równania reakcji addycji wody do cząsteczek alkinów terminalnych i nieterminalnych.
- Zrozumiesz zjawisko tautomeryzacji i wykorzystasz je w praktyce.

Przeczytaj

Reakcja addycji

Alkiny reagują z wodą w wyniku reakcji addycji (przyłączenia), która nosi nazwę **hydratacji**. Reakcja addycji wody do alkinów przebiega w dwóch etapach i katalizowana jest jonami Hg^{2+} w środowisku kwasowym.

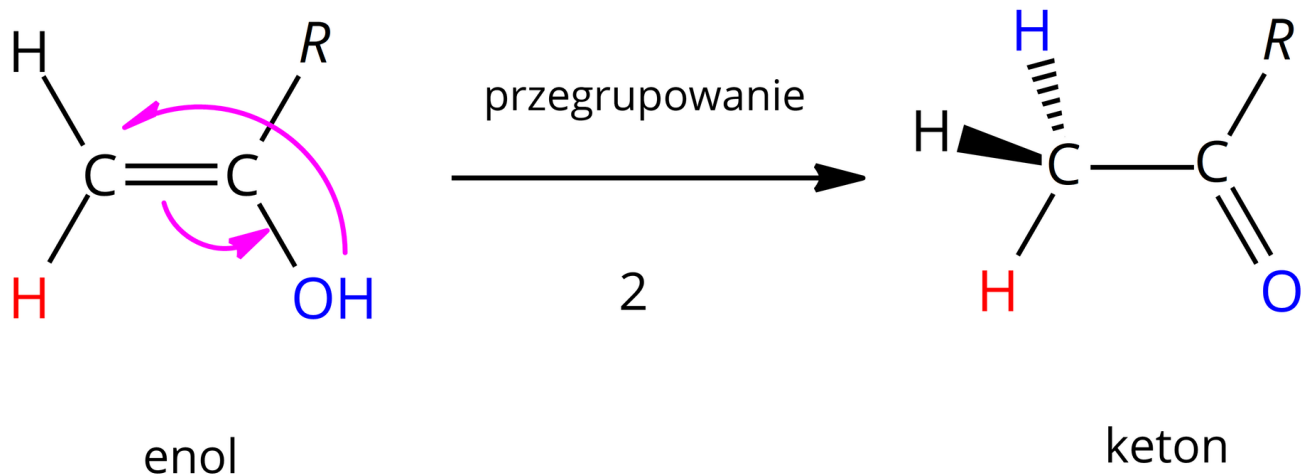
W pierwszym etapie następuje addycja wody zgodnie z **regułą Markownikowa**. Grupa $-\text{OH}$ przyłącza się do bardziej podstawionego atomu węgla (związanego z mniejszą liczbą atomów wodoru), natomiast atom wodoru – do mniej podstawionego atomu węgla (związanego z większą ilością atomów wodoru). Powstaje wówczas nienasycony związek z grupy **enoli**.



Schemat reakcji addycji wody do alkinu

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

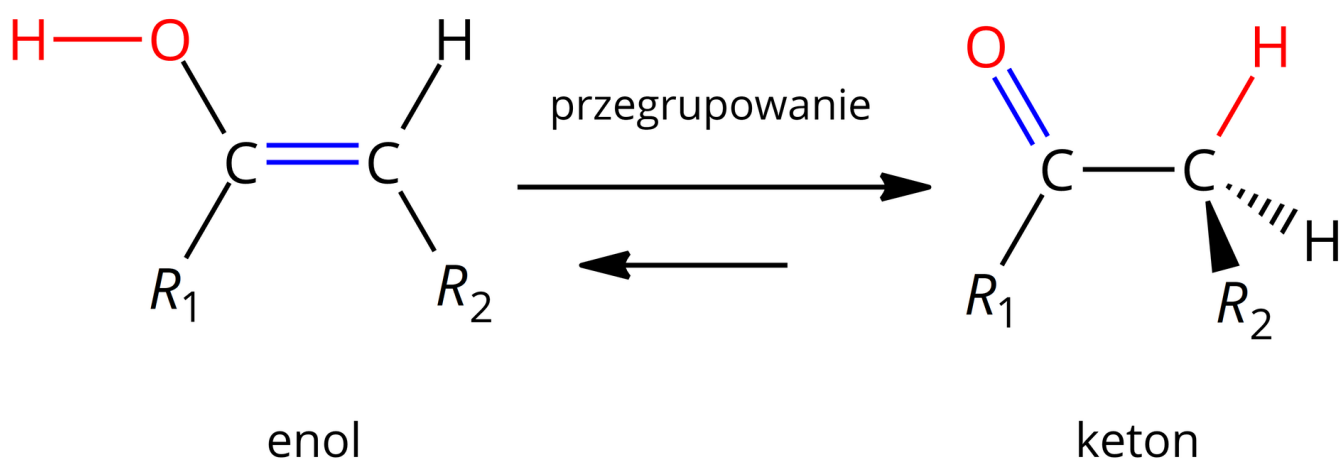
Enole należą do związków bardzo nietrwałych, dlatego w drugim etapie dochodzi do spontanicznego przegrupowania wiązań, czyli **tautomeryzacji** (2). Wiązanie podwójne pęka i jednocześnie następuje tworzenie wiązania podwójnego pomiędzy atomem węgla a atomem tlenu. W tym czasie atom wodoru grupy hydroksylowej wędruje do sąsiedniego atomu węgla, tworząc wiązanie pojedyncze. W wyniku takiego przegrupowania powstaje **keton**, lub **aldehyd** w przypadku addycji wody do acetylenu. Dlatego ten rodzaj tautomerizacji nazywa się tautomerią keto-enolową.



Schemat przedstawia tautomeryzację, czyli przegrupowanie wiązań.

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

Formy enolowe i ketonowe nazywamy tautomerami. Są to izomery, które szybko przechodzą w siebie nawzajem.



Enole i ketony to tautomery, czyli izomery, które mogą przechodzić z jednej formy w drugą.

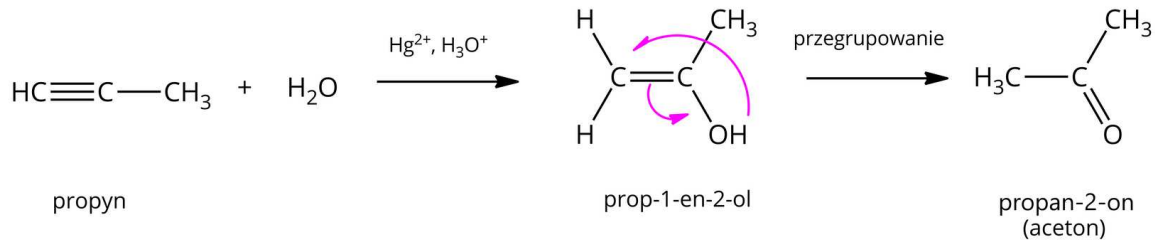
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Przykłady addycji wody do alkinów

Spójrz zatem na przykłady:

- w przypadku addycji wody do **alkinów terminalnych**, czyli takich, w których cząsteczkach wiązanie potrójne znajduje się przy pierwszym atomie węgla, powstają ketony metylowe.

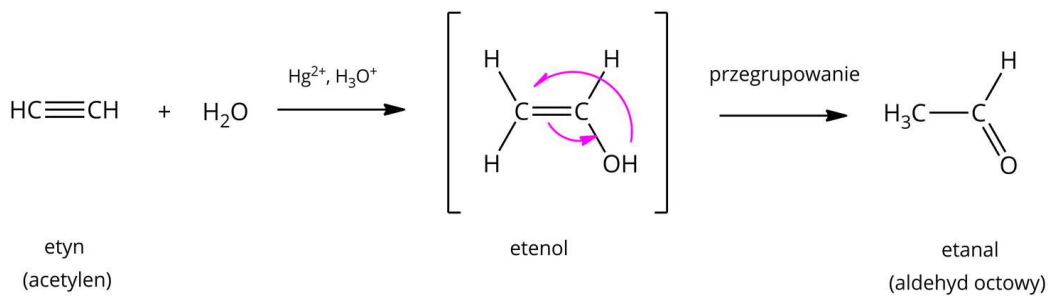
W wyniku addycji wody do propynu, po przegrupowaniu, powstaje aceton.



Schemat przedstawia reakcję addycji wody do alkinów terminalnych.

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

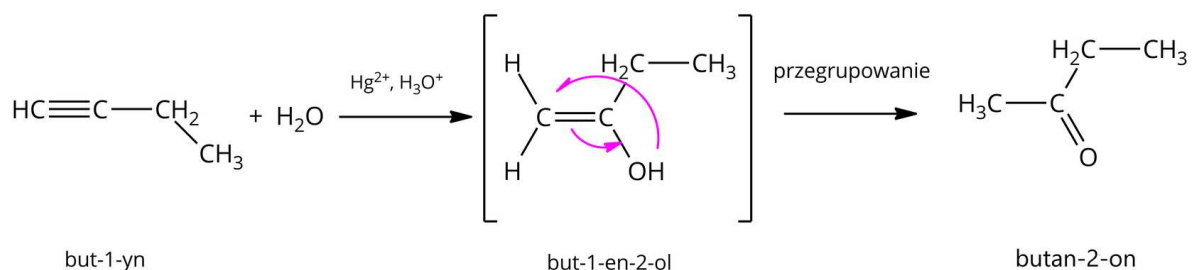
Addycja wody do acetyleny to reakcja **Kuczerowa**, prowadząca do aldehydu octowego. Została nazwana na cześć jej odkrywcy, rosyjskiego chemika Michaiła Kuczerowa w 1881 roku.



Schemat przedstawia reakcję Kuczerowa, czyli reakcję addycji wody do etynu.

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

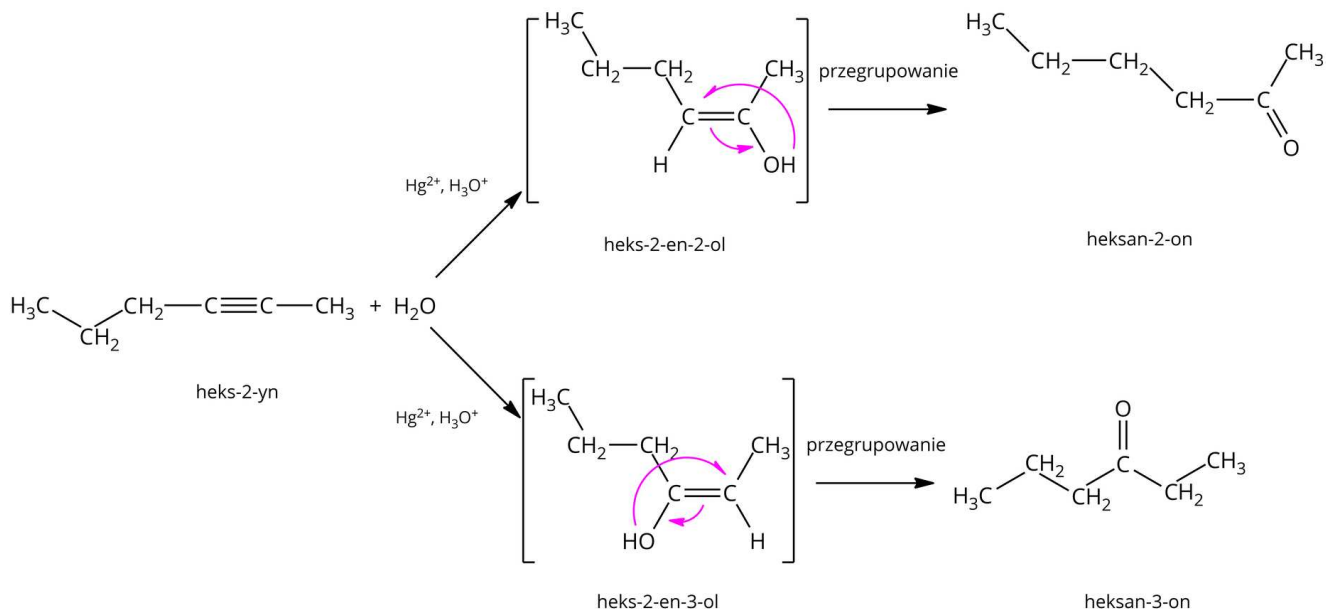
W wyniku addycji wody do but-1-ynu, po przegrupowaniu, powstaje butan-2-on.



Schemat przedstawia addycję wody do but-1-ynu.

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

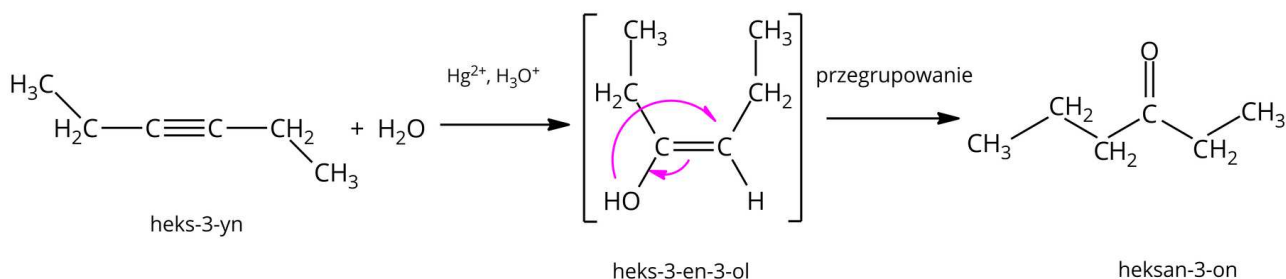
W wyniku addycji wody do but-2-ynu, po przegrupowaniu, powstaje butan-2-on.



Schemat reakcji addycji wody do heks-2-ynu, w wyniku której powstaje mieszanina dwóch produktów – heksan-2-onu i heksan-3-onu.

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

W wyniku addycji wody do heks-3-ynu powstaje heksan-3-on.

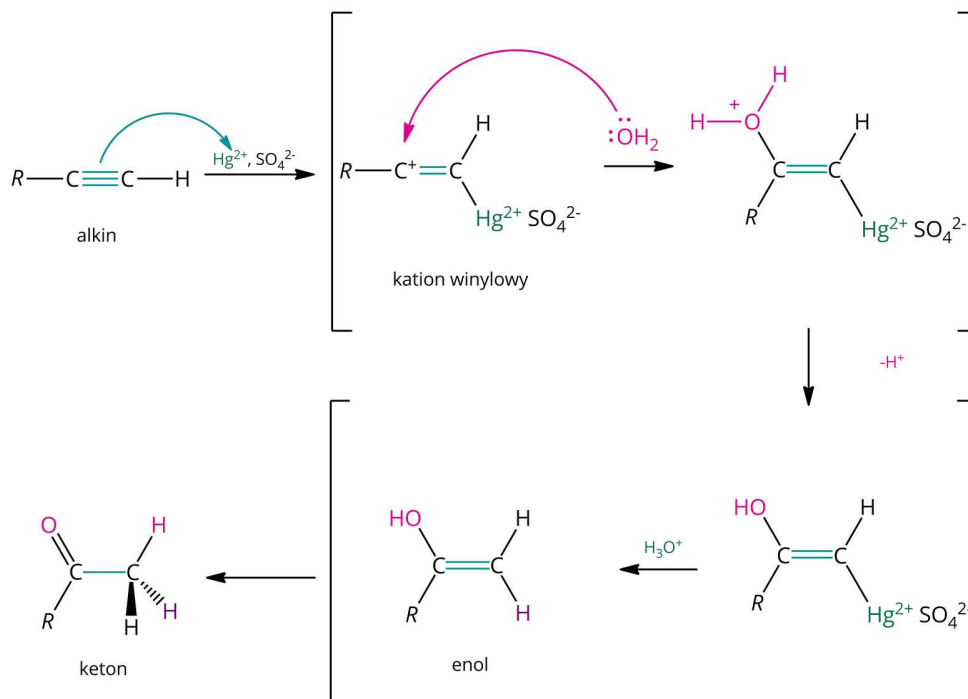


Schemat reakcji addycji wody do heks-3-ynu, w wyniku której powstaje jeden produkt końcowy.

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

Ciekawostka

Addycja wody do alkinu jest przykładem addycji elektrofilowej, w której to nie kation wodoru jest elektrofilem, lecz kation rtęci(II). Powstaje wówczas kation winylowy, który reaguje z wodą i traci jon wodorowy, dając, jako produkt pośredni, związek rtęcioorganiczny. Kwasowe środowisko powoduje, że atom rtęci zostaje zastąpiony atomem wodoru. Wówczas katalizator zostaje odtworzony.



Schemat przedstawia mechanizm reakcji addycji wody do alkinu z udziałem jonów rtęci(II).

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

Słownik

alkiny

alifatyczne węglowodory nienasycone o wzorze ogólnym C_nH_{2n-2} , których cząsteczki zawierają jedno wiązanie potrójne między atomami węgla

hydratacja

reakcja przyłączania wody do różnych związków chemicznych

reakcja Kuczerowa

reakcja chemiczna odkryta w 1881 roku przez rosyjskiego chemika Michaiła Kuczerowa; polega na addycji wody do acetyleny, prowadzącej do aldehydu octowego; zachodzi przy obecności katalizatora (soli rtęci(II) w środowisku kwasowym); w pierwszym etapie powstaje enol, który ulega szybkiej tautomeryzacji ketonowo-enolowej do formy aldehydowej

enole

związki organiczne, w których grupa hydroksylowa (-OH) występuje przy atomie węgla połączonym wiązaniem podwójnym z sąsiednim atomem węgla

reguła Markownikowa

zasada określająca kierunek reakcji addycji do podwójnego wiązania węgiel-węgiel ($-\text{CH}=\text{CH}-$); nazwa tej reguły pochodzi od jej twórcy, rosyjskiego chemika Władimira Markownikowa, który sformułował ją w roku 1869; zasada ta głosi, że atomy lub grupy o mniejszej elektroujemności (np. atom wodoru) przyłączają się do tego z dwóch atomów węgla, który złączony jest z większą ilością atomów wodoru (jest niżej rzędowy)

tautomeria

rodzaj przemiany izomerycznej, w której dany związek chemiczny występuje w dwóch formach (zwanym tautomerami) zawierających tę samą liczbę tych samych atomów w cząsteczce, ale inaczej ze sobą połączonych

aldehydy

związki organiczne o cząsteczkach zawierających grupę aldehydową, o wzorze ogólnym $R-\text{CHO}$ (R – grupa węglowodorowa alifatyczna lub aromatyczna, lub atom wodoru);

ketony

związki organiczne o cząsteczkach, w których grupa karbonylowa jest połączona z 2 atomami węgla, tzn. z jednakowymi lub różnymi grupami organicznymi (alifatycznymi lub aromatycznymi)

alkiny terminalne

alkiny o wzorze ogólnym ($R-\text{C} \equiv \text{C}-\text{H}$)

alkiny nieterminalne

alkiny o wzorze ogólnym ($R-\text{C} \equiv \text{C}-R_1$)

Bibliografia

Encyklopedia PWN

McMurry J., *Chemia organiczna*, Warszawa 2000.

McMurry J., *Chemia organiczna*, Warszawa 2016.

Animacja

Polecenie 1

Czy wiesz, że alkiny reagują z wodą? Jakie są warunki i mechanizm tej reakcji? Zapoznaj się z animacją i wykonaj zadania znajdujące się poniżej.

Trwa wczytywanie danych ..

A large gray rectangular area containing the text "Czy alkiny reagują z wodą?" in the center, serving as a placeholder for an animation.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Db160BVBP>

Animacja pt. „Czy alkiny reagują z wodą?”

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


Film nawiązujący do treści materiału - dotyczy reakcji addycji alkinów.

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Ćwiczenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz poprawne odpowiedzi.

Produktem addycji wody jest oktan-4-on. Jaki alkin mógł być poddany tej reakcji?

okt-5-yn

okt-8-yn

okt-4-yn

okt-3-yn

Ćwiczenie 2



Zapisz nazwę produktu otrzymanego w wyniku przyłączenia wody do heks-3-ynu.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3



Wybierz prawidłową odpowiedź.

Addycja wody do alkinu przebiega z dodatkiem katalizatora, którym jest:

Hg^+ w środowisku kwasowym.

Hg^{2+} w środowisku kwasowym.

Hg^+ w środowisku obojętnym.

Hg^{2+} w środowisku zasadowym.

Hg^{2+} w środowisku obojętnym.

Hg^+ w środowisku zasadowym.

Ćwiczenie 4



Oceń prawdziwość poniższych zdań.

Zdanie	Prawda	Fałsz
W wyniku addycji wody do etynu powstaje etanon.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Butan-2-on powstaje w wyniku addycji wody do but-2-ynu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nonanal powstaje w wyniku reakcji addycji wody do non-1-ynu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Produktem przejściowym w reakcji addycji wody do but-1-ynu jest but-1-en-2-ol.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Propan-2-on powstaje w wyniku reakcji addycji wody do prop-2-ynu.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 5



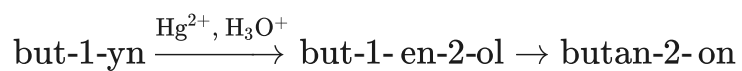
Dla wybranych w ćwiczeniu nr 4 fałszywych stwierdzeń, zapisz ich prawidłowe odpowiedniki.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 6



Zapisz równanie reakcji chemicznej na podstawie przedstawionego schematu reakcji.



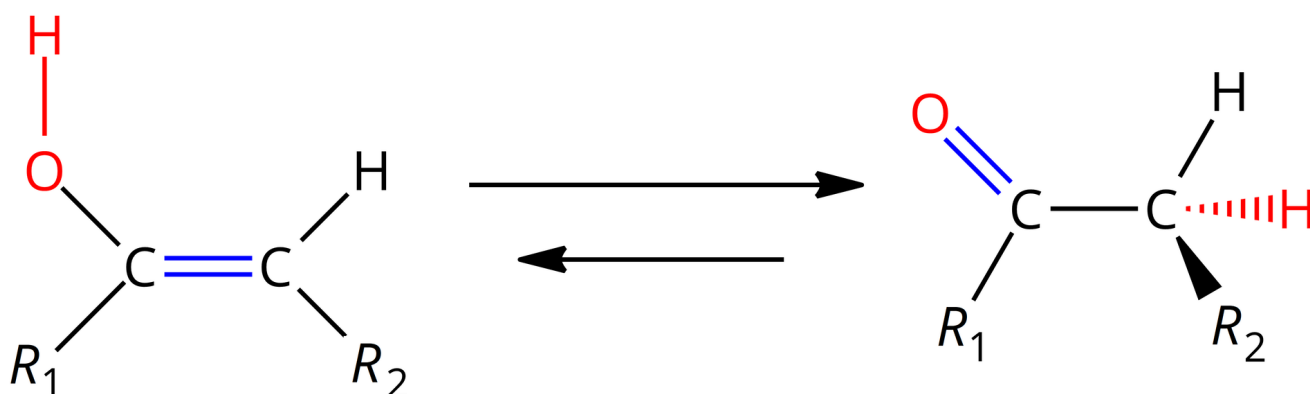
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Poniżej przedstawiono schemat tautomerii keto-enolowej.



forma enolowa

forma ketonowa

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

Zapisz, co kryje się pod oznaczeniami R_1 oraz R_2 , jeżeli wiesz, że przegrupowanie dotyczy reakcji addycji wody do dec-1-ynu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



W wyniku addycji wody do non-1-ynu otrzymano 5 g produktu. Zapisz równanie reakcji chemicznej i oblicz masę użytego alkinu, jeżeli wiadomo, że reakcja zachodzi z 30% wydajnością.

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: Czy alkiny reagują z wodą?

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XIII. Węglowodory. Uczeń:

4) opisuje właściwości chemiczne alkinów na przykładzie reakcji: spalania, addycji (przyłączenia): H_2 , Cl_2 , HCl , H_2O , trimeryzacji etynu; pisze odpowiednie równania reakcji.

Zakres rozszerzony

XIII. Węglowodory. Uczeń:

6) opisuje właściwości chemiczne alkinów na przykładzie reakcji: spalania, addycji: H_2 , Cl_2 i Br_2 , HCl i HBr , H_2O , trimeryzacji etynu; 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:

- analizuje mechanizm reakcji addycji wody do cząsteczek alkinów;
- pisze równania reakcji addycji wody do cząsteczek alkinów terminalnych i nieterminalnych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

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

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca całego zespołu klasowego.

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. Krótkie przypomnienie reguły Markownikowa w postaci pytań do uczniów, np. Jakich węglowodorów dotyczy reguła Markownikowa? Do którego z atomów węgla przyłącza się atom wodoru?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają odpowiedzieć się na pytania: czy alkiny mogą reagować z wodą? Jeśli tak, to jakie związki chemiczne będą powstawały?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel przedstawia na tablicy ogólne równanie reakcji addycji wody do alkinów terminalnych (pomiędzy pierwszym a drugim atomem węgla w cząsteczce) stosując regułę Markownikowa i zatrzymując się na powstaniu enolu. Zwraca również uwagę na niezbędny w reakcji katalizator w postaci kationów rtęci(II) w środowisku kwasowym.
2. Następnie nauczyciel przedstawia ogólne równanie reakcji addycji wody do alkinów nieterminalnych (takich, w których wiązanie potrójne znajduje się w środku

- cząsteczki), czyli symetrycznych i niesymetrycznych, zatrzymując się na powstaniu enolu. Wskazuje na możliwość utworzenia dwóch produktów addycji wody.
- Wybrani uczniowie zapisują na tablicy równanie reakcji przyłączania wody do etynu, propynu oraz pent-2-ynu. Uczniowie nazywają powstałe związki chemiczne.
 - Uczniowie analizują treści w e-materiale dotyczące pojęcia tautomerii keto-enolowej. Po wyznaczonym czasie chętny uczeń wyjaśnia to pojęcie wracając do zapisanych wzorów ogólnych i przedstawiając tworzący się keton. Nauczyciel zwraca uwagę na nietrwałość tworzących się początkowo enoli.
 - Uczniowie mają za zadanie dokończyć równania reakcji addycji wody do acetylenu, propynu oraz pent-2-ynu przegrupowując wiązania i tworząc odpowiednie ketony oraz aldehyd octowy (w przypadku acetylenu). Chętni uczniowie zapisują równania reakcji na tablicy, pozostali uczniowie weryfikują poprawność ich zapisu.
 - Nauczyciel zapisuje na tablicy różne nazwy alkinów oraz ketonów, a uczniowie mają za zadanie wskazać substrat w reakcji otrzymywania danego ketonu lub produkt powstały w reakcji wody do danego alkinu, np.: but-2-yn, aldehyd octowy, propanon, okt-2-yn, oktan-4-on, heptan-2-on, but-1-yn, non-2-yn, pentan-3-on, propyn.
 - Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

Faza podsumowująca:

- Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów poprzez zadawanie przykładowych pytań:
 - Dlaczego następuje przegrupowanie enolu do aldehydu lub ketonu?
 - Dlaczego etyn jest wyjątkiem jeżeli chodzi o addycję wody do alkinów?
 - Co jest katalizatorem w reakcji addycji wody do alkinów?
- 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.
- Uczniowie analizują animację przedstawiającą reakcję alkinów z wodą na poziomie mikroświata.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Animacja może być wykorzystana przez uczniów jako utrwalenie wiadomości i umiejętności przed pracą kontrolną lub przez uczniów nieobecnych na lekcji jako uzupełnienie luk

kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Dlaczego następuje przegrupowanie enolu do aldehydu lub ketonu?
 - Dlaczego etyn jest wyjątkiem jeżeli chodzi o addycję wody do alkinów?
 - Co jest katalizatorem w reakcji addycji wody do alkinów?
2. Nauczyciel może jako podsumowanie pkt. 4 w fazie realizacyjnej wyświetlić na tablicy multimedialnej: Definicja: Tautomerią nazywamy zjawisko współistnienia dwóch różnych struktur w stanie „szybkiej równowagi” (tzn. szybko przechodzących w siebie nawzajem). Bardzo ważnym przypadkiem tautomerii jest tautomeria keto-enolowa. W przypadku prostych aldehydów i ketonów, forma enolowa występuje w znikomej ilości (poniżej 1%), ponieważ jest formą nietrwałą.
3. Odpowiedzi w ramach polecenia w pkt. szóstym fazy realizacyjnej.
4. Nauczyciel drukuje zawartość załącznika i przekazuje go uczniom jako notatkę do bieżącej lekcji:

Plik o rozmiarze 126.22 KB w języku polskim