



Jak z alkanu otrzymać alken?

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



Jak z alkanu otrzymać alken?

Przemysłowe metody otrzymywania etenu oparte są na krakingu długich łańcuchów węglowych alkanów.

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

Na skalę przemysłową eten otrzymuje się w wyniku rozpadu termicznego alkanów, w procesie znanym pod nazwą kraking termiczny. W metodzie tej węglowodory są podgrzewane do temperatury $750\text{--}950^{\circ}\text{C}$, w wyniku czego długie łańcuchy węglowe rozpadają się na krótsze. Z powstałej mieszaniny eten oddziela się przez destylację frakcyjną. Czy to jedyny sposób, aby otrzymać ten alken? W jaki sposób otrzymać inne alkeny? Jak sądzisz, czy halogenopochodne alkanów mogą zostać poddane reakcji eliminacji celem otrzymania alkenów?

Twoje cele

- Przeanalizujesz warunki reakcji niezbędne do otrzymywania alkenów z alkanów.
- Zaplanujesz ciąg reakcji pozwalających na otrzymanie alkenów z alkanów i zapiszesz odpowiednie równania reakcji.
- Narysujesz oraz nazwiesz produkty powstałe w wyniku reakcji prowadzących do alkenów.

Przeczytaj

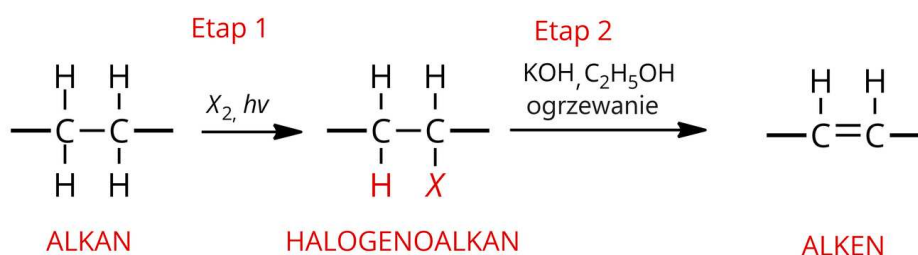
Alkany o krótkich łańcuchach węglowych stanowią potencjalne prekursory (związki wyjściowe) wielu podstawowych organicznych chemikaliów. Jednak przekształcenie alkanów do cennych chemikaliów często obejmuje pośrednie lub wieloetapowe drogi reakcji. Opracowanie bezpośrednich sposobów uzyskiwania kluczowych chemikaliów organicznych (np. [alkenów](#)) z niższych alkanów to marzenie wielu technologów chemicznych. Jedną ze skutecznych metod otrzymywania alkenów jest wdrożenie procesów katalitycznego odwodornienia odpowiednich alkanów. Na czym polega ten proces? Poniżej przedstawiono wybrane metody otrzymywania alkenów z alkanów.

Metody otrzymywania alkenów z alkanów

Reakcje eliminacji

1. Halogenowanie alkanów w obecności światła lub w podwyższonej temperaturze i eliminacja cząsteczki typu HX z halogenoalkanu

Alkeny można otrzymać w wyniku ciągu przemian zaprezentowanych na schemacie poniżej.



Otrzymywanie alkenów, gdzie X = Cl, Br lub I

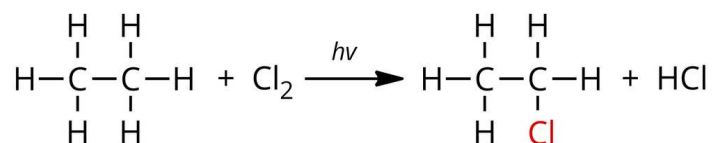
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Przykład 1

Otrzymywanie etenu

Etap 1. Halogenowanie alkanów w obecności światła ($h\nu$) lub w podwyższonej temperaturze.

W pierwszym etapie, jako związek startowy, wykorzystywany jest etan, który w reakcji z Cl_2 lub Br_2 , w obecności światła, daje odpowiedni halogenoalkan. Reakcja przebiega zgodnie z mechanizmem łańcuchowej substytucji rodnikowej.



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

Etap 2. Reakcja eliminacji cząsteczki typu HX z halogenoalkanu

Reakcja eliminacji przebiega w obecności silnej zasady w środowisku alkoholu (najczęściej etanolu) w podwyższonej temperaturze. W przedstawionym równaniu reakcji cząsteczka chloroetanu traci chlorowódor (HCl), w efekcie czego powstaje alken. Chlorowódor reaguje z zasadą tworząc sól - chlorek potasu (KCl).



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

Ważne!

Ta sama reakcja prowadzona w temperaturze pokojowej, w środowisku wodnym bez obecności alkoholu prowadzi do otrzymania etanolu.

2. Odwodornienie alkanów

Proces ten znany jest jako **dehydrogenacja**. Jest to proces odwrotny do uwodornienia. Reakcja ta polega na usunięciu cząsteczki wodoru z alkanu (lub innej cząsteczki organicznej). Jest to bardzo przydatny sposób przekształcania alkanów w alkeny.

Reakcja odwodornienia prowadzona jest w wysokiej temperaturze (400-600°C) i pod obniżonym ciśnieniem. Katalizatory tej reakcji to między innymi: CO_2 , Cr_2O_3 , Al_2O_3 . Z uwagi na ciągły rozwój tej metody otrzymywania alkenów oraz udoskonalanie procesu technologicznego, liczba nowych katalizatorów nieustannie wzrasta.

Reakcja odwodornienia to reakcja równowagowa, dlatego równanie reakcji zapisujemy z dwiema pełnymi strzałkami skierowanymi w przeciwne strony. Sugeruje to, że reakcja w zależności od warunków może przebiegać w obu kierunkach. Z uwagi na fakt, że liczba moli produktów jest większa niż substratów, niskie ciśnienie zapewnia przesuwanie stanu równowagi chemicznej w kierunku produktów.

Przykład 2

Przykłady reakcji odwodornienia

Odwodornienie butanu

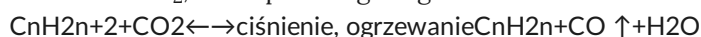


Odwodornienie alkanów o łańcuchach prostych, zawierających w cząsteczkach od 6 do 18 atomów węgla do odpowiednich terminalnych alkenów



Odwodornienie w obecności tlenku węgla(IV)

Na podstawie dostępnych danych literaturowych, otrzymywanie węglowodorów nienasyconych na drodze odwodornienia alkanów w obecności CO_2 , może przebiegać zgodnie ze schematem:



Gdzie:

- $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ - wzór ogólny alkanów
- C_nH_{2n} - wzór ogólny alkenów

Przykład. Otrzymywanie but-1-enu



Ważne!

Alkany o łańcuchach węglowych dłuższych niż butan, w obecności CO₂ ulegają przede wszystkim reakcjom krakingu.

Kraking

Podczas **krakingu** następuje rozerwanie wiązania węgiel - węgiel, wskutek czego z cząsteczki alkanu (łańcuch zawierający co najmniej 4 atomy węgla) powstają dwie cząsteczki - alkanu oraz alkenu. Rozerwanie wiązania może zachodzić w różnym miejscu, stąd otrzymywane są mieszaniny węglowodorów. Główny produkt wyodrębniany jest z mieszaniny produktów na drodze destylacji w obniżonej temperaturze i zwiększonym ciśnieniu.

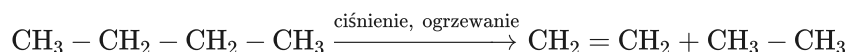
1. Kraking termiczny

Jest to metoda przemysłowa otrzymywania wielu alkenów, m.in etenu. W procesie tym następuje rozkład termiczny alkanów, stąd nazwa kraking termiczny. Krakingowi termicznemu poddaje się oleje ciężkie, a reakcja przebiega **pod zwiększonym ciśnieniem** (2-7 MPa) i w temperaturze 500 - 550°C.

Źródłem węglowodorów poddawanych krakingowi termicznemu jest często frakcja nafty lub frakcja oleju napędowego z destylacji frakcyjnej ropy naftowej.

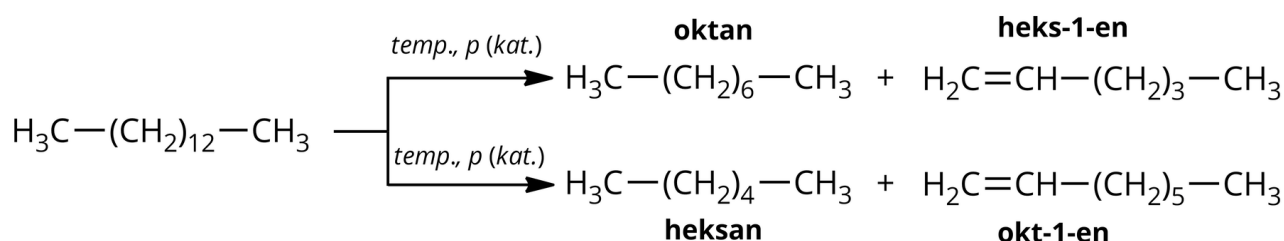
Przykład 3

Otrzymywanie etenu



3. Kraking katalityczny

W metodzie tej stosowane są katalizatory (np. Al₂O₃, Cr₂O₃, glinokrzemiany, zeolity), a reakcja prowadzona jest w **wysokiej temperaturze** (450 - 510°C) i **pod zmniejszonym ciśnieniem**. W wyniku krakingu katalitycznego alkanów powstają zarówno alkany, jak i alkeny. Na przebieg i kierunek zachodzących reakcji zasadniczy wpływ ma temperatura i rodzaj użytego katalizatora. Stąd możliwe są dwie różne drogi zajścia procesu i otrzymanie różnych mieszanin węglowodorów.



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

Słownik

reakcja eliminacji

(łac. *eliminare* „usuwać”) proces polegający na oderwaniu od sąsiadujących atomów węgla dwóch atomów lub grup atomów bez zastąpienia ich innymi podstawnikami, w wyniku czego rośnie krotność wiązania lub powstaje związek cykliczny

węglowodory nienasycone

grupa związków zbudowanych wyłącznie z atomów węgla i atomów wodoru, w cząsteczkach których między atomami węgla występuje jedno lub kilka wiązań wielokrotnych (podwójnych lub potrójnych)

substytucja

(łac. *substitutio* „podstawianie”) (inaczej reakcja podstawiania, podstawienie) reakcja chemiczna, w której następuje podstawienie atomu lub grupy atomów innym atomem lub inną grupą atomów

alkeny

nienasycone związki organiczne zbudowane z atomów węgla i atomów wodoru, o wzorze ogólnym C_nH_{2n} ; posiadają w swojej strukturze wiązanie podwójne (w dowolnym miejscu łańcucha)

kraking

(z ang. *crack* „pękać”, „łamać”) to proces, podczas którego na skutek działania wysokiej temperatury (lub w obecności katalizatora) następuje rozerwanie wiązania węgiel – węgiel, wskutek czego z cząsteczki alkanu (łańcuch zawierający co najmniej 4 atomy węgla) powstają dwie cząsteczki – alkanu oraz alkeny; rozerwanie wiązania może zachodzić w różnym miejscu, stąd otrzymywane są mieszaniny węglowodorów

Bibliografia

Bhasin M. M., McCain J. H., Vora B. V., Imai T., Pujado P. R., *Dehydrogenation and oxydehydrogenation of paraffins to olefins*, Applied Catalysis A: General 221 (2001) 397- 419

<https://chem.libretexts.org/> data dostępu 20.02.2020

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.

Encyklopedia PWN

Grzywa E., Molenda J., *Technologia podstawowych syntez organicznych. Tom I. Surowce do syntez*, Warszawa 1995.

Morrison R. T., Boyd R. N., *Chemia organiczna*, t. 1, Warszawa 2010.

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

Skrzyńska E., *Badanie aktywności katalizatorów wanadowych w reakcji odwodornienia izobutanu do izobutenu w obecności ditlenku węgla*, praca doktorska, dostęp:

https://repozytorium.biblos.pk.edu.pl/redo/resources/26579/file/suwFiles/SkrzynskaE_BadanieAktywnosci.pdf

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Czy wiesz, jaki ciąg przemian pozwoli na otrzymanie z alkanu alkoholu, a następnie odpowiedniego alkenu? Czy można otrzymać alken, rezygnując z jednego etapu? Zapoznaj się z grafiką interaktywną, która przedstawia ciąg reakcji na przykładzie 2-metylopentanu, a następnie przejdź do wykonania ćwiczenia 1.

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

Polecenie 2

Co to jest dehydrogenacja? Jakie katalizatory znajdują zastosowanie w tym procesie? Zapoznaj się z grafiką prezentującą dehydrogenację etylobenzenu, a następnie rozwiąż zadania nr 2 i 3.

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

Ćwiczenie 1

Napisz ciąg przemian, za pomocą których otrzymasz but-2-en. Jako substratu wyjściowego użyj butanu. Nazwij produkty reakcji i nie zapomnij o uwzględnieniu warunków reakcji chemicznych.

Podczas określania nazw użyj symboli *E* lub *Z*.

Uwaga!

Zastanów się, czy w tej reakcji nie ma więcej produktów.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 2

Które związki chemiczne, wymienione poniżej, mogą służyć do wspomagania tlenku żelaza(III) wykorzystywanego do katalitycznego odwodornienia alkanów.

☐ węglan chromu(III)

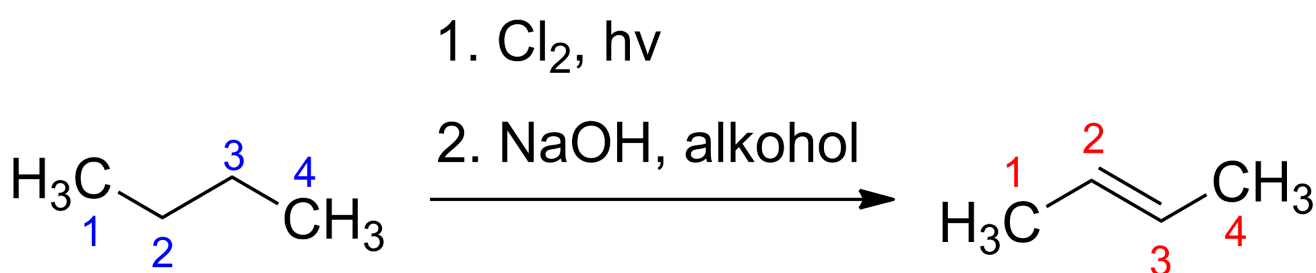
☐ tlenek potasu

☐ tlenek chromu(III)

☐ węglan potasu

Ćwiczenie 3

Określ typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomów węgla w substracie i produkcie. Określ liczbę wszystkich wiązań sigma i wiązań pi w butanie i but-2-enie.



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

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



Zaznacz poprawne odpowiedzi.

Zaznacz środowiska, w których nie ma możliwości przeprowadzenia reakcji eliminacji cząsteczki halogenowodoru z monohalogenopochodnej alkanu.

☐ cynk, alkohol

☐ etanol, KOH

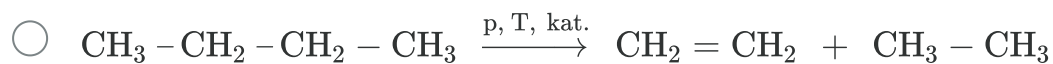
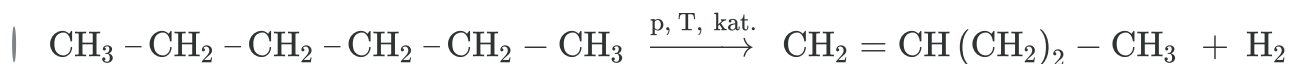
☐ woda, sól

☐ platyna

Ćwiczenie 2



Zaznacz proces ilustrujący kraking termiczny butanu.



Ćwiczenie 3



Jaki związek powstanie, jeżeli reakcji odwodornienia w obecności tlenku węgla(IV) zostanie poddany alkan o wzorze C_5H_{12} .

☐ pent-1-en lub pent-2-en

☐ heks-1-en lub heks-2-en lub heks-3-en

☐ eten

☐ cykloheksan

Ćwiczenie 4



Uzupełni tekst o krakingu i jego odmianach za pomocą odpowiednich wyrażen.

Kraking jest procesem, podczas którego następuje rozerwanie wiązania . Wskutek tego cząsteczki alkanu powstają dwie cząsteczki - alkanu i . Rozerwanie wiązania może zachodzić w różnym miejscu, stąd otrzymywane są mieszaniny węglowodorów. Główny produkt wyodrębniony jest z mieszaniny produktów na drodze w obniżonej temperaturze i zwiększonym . Wyodrębnia się dwa rodzaje krakingu:

- Kraking (metoda przemysłowa) polega na otrzymywaniu . W tym rodzaju krakingu poddaje się reakcji oleje ciężkie, a reakcja przebiega pod ciśnieniem () i temperaturze .

- Kraking - polega na otrzymywaniu i alkenów. Reakcja prowadzona jest w temperaturze () i pod .

2-7 MPa

katalityczny

alkenów

wysokiej

alkinów

500-550°C

destylacji

węgiel - wodór

alkanów

zwiększonym

ciśnieniu

zmniejszonym

termiczny

450-510°C

dekantacji

węgiel - węgiel

alkenu

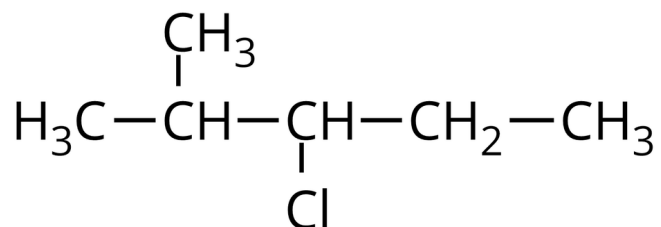
zmniejszonym ciśnieniem

zmniejszonym

Ćwiczenie 5



3-chloro-2-metylopentan poddano reakcji z KOH w środowisku etanolowym w podwyższonej temperaturze. Narysuj wzór półstrukturalny i podaj nazwę systematyczną organicznego produktu tej reakcji.



3-chloro-2-metylopentan.

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

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Przeprowadzono ciąg reakcji, których przebieg ilustruje poniższy schemat



Ustal warunki reakcji, jakie należy użyć w celu przeprowadzenia przemian oznaczonych jako 1,2.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Wybierz spośród odpowiedzi a-d ten zestaw, który poprawnie opisuje typ reakcji 1 oraz 2.



☐ b) 1: addycja, 2: eliminacja

☐ c) 1: substytucja, 2: substytucja

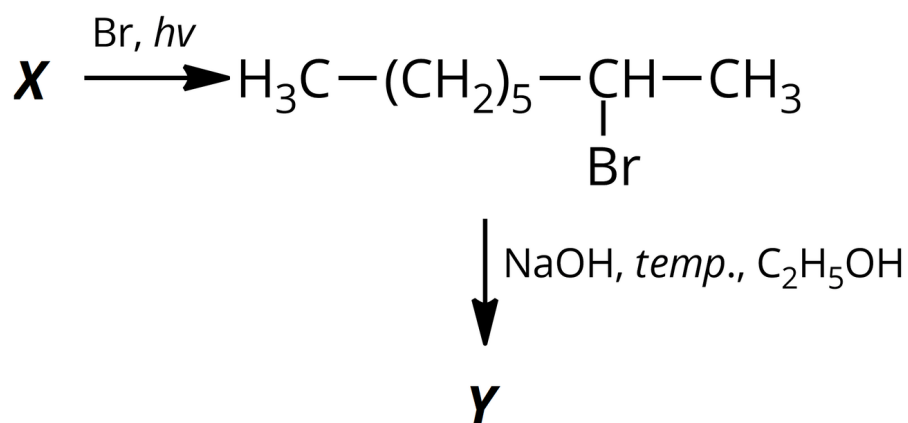
☐ d) 1: addycja, 2: addycja

☐ a) 1: substytucja, 2: eliminacja

Ćwiczenie 8



Rozwiąż chemograf. W miejsce liter X, Y wpisz wzory półstrukturalne odpowiednich związków.



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

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

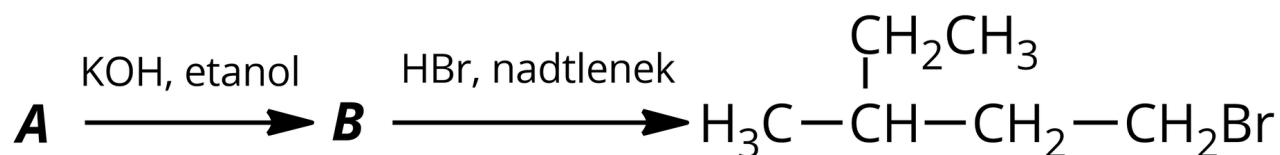
Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Bromek alkilowy **A** w reakcji z KOH w etanolu daje (jako produkt główny) alken **B**.

Alken **B** reaguje z bromowodorem w obecności nadtlenu, dając produkt narysowany na schemacie.



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

1. Napisz schematy opisanych w zadaniu reakcji oraz podaj nazwy związków **A**, **B**.
2. Podaj nazwę systematyczną alkanu, którego należałoby użyć do otrzymania związku **A**, jeżeli reakcja byłaby prowadzona w obecności bromu i światła.

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: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak z alkanu otrzymać alken?

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

XIII. Węglowodory. Uczeń:

5) planuje ciąg przemian pozwalających otrzymać np. alken z alkanu (z udziałem fluorowcopochodnych węglowodorów); 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 warunki reakcji niezbędne do otrzymywania alkenów z alkanów;
- planuje ciąg reakcji pozwalających na otrzymanie alkenów z alkanów i pisze odpowiednie równania reakcji;
- rysuje oraz nazywa produkty powstałe w wyniku reakcji prowadzących do alkenów.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;

- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- grafika interaktywna;
- technika bateria.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału, na której widoczny jest komin przemysłowy, po czym zadaje pytania ze wstępu do lekcji: „Czy wiecie, że na skalę przemysłową eten można otrzymać w wyniku rozpadu termicznego alkanów, w procesie znanym pod nazwą kraking termiczny”? W metodzie tej węglowodory są podgrzewane do temperatury 750–950°C, w wyniku czego duże węglowodory rozpadają się na mniejsze. Z powstałej mieszaniny eten oddziela się przez destylację frakcyjną. Czy to jedyny sposób aby otrzymać ten alken? W jaki sposób otrzymać inne alkeny? Czy halogenopochodne alkanów mogą zostać poddane reakcji eliminacji celem otrzymania alkenów?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie przypominają na czym polegają najważniejsze typy reakcji: substytucja, addycja, eliminacja. Chętny uczeń przypomina treść reguły Markownikowa oraz reguły Zajcewa.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej równania reakcji otrzymywania alkenów z alkanów (reakcja eliminacji – otrzymywanie etenu; odwodornienie alkanu; kraking termiczny; kraking katalityczny) z części „przeczytaj” e-materiału i wspólnie z uczniami omawia przebieg reakcji i warunki zachodzenia procesów.

2. Nauczyciel poleca uczniom pracę w parach z grafiką interaktywną, w której analizują warunki otrzymywania wybranego alkenu z alkanu.
3. Nauczyciel zapowiada uczniom, że będą rozwiązywać ćwiczenia nr 5-8 zawarte w e-materiale w sekcji „sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania w parach. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają odpowiedzi, a pozostali uczniowie wspólnie ustosunkowują się do nich. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Prowadzący zapowiada uczniom, że w kolejnym kroku będą rozwiązywać ćwiczenia nr 1 i 4 z sekcji „Sprawdź się”. Każdy z uczniów wykonuje ćwiczenia samodzielnie. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają rozwiązania. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają samoprzylepnymi karteczkami w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. W przypadku, gdy bateria nie jest naładowana w 100%, zastanawiają się w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy?

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Nauczyciel może wykorzystać medium w sekcji „Grafika interaktywna” 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. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz samoprzylepne karteczki dla uczniów.
2. Podręczniki do dyspozycji na lekcji:
 - K. Dudek-Różycki, M. Płotek, T. Wichur, *Kompendium terminologii oraz nazewnictwa związków organicznych. Poradnik dla nauczycieli i uczniów*, Kraków 2020.
 - K. Dudek-Różycki, M. Płotek, T. Wichur, *Węglowodory. Repetytorium i zadania*, Kraków 2020.
 - K. H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, tłum. A. Dworak, Warszawa 2014.

- R. T. Morrison, R. N. Boyd, *Chemia organiczna*, t. 1. Warszawa 2010.