



Jakim reakcjom ulegają cykloalkany?

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



Jakim reakcjom ulegają cykloalkany?

Światło jest niezbędnym czynnikiem reakcji substytucji wolnorodnikowej.

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

Światło to niezbędny element wielu reakcji chemicznych. Bez niego nie istniałoby życie na Ziemi, ponieważ nie mogłaby zachodzić reakcja fotosyntezy. Nie zachodziłoby również wiele reakcji substytucji rodnikowej, czyli reakcji podstawienia atomem fluorowca atomów wodoru w nasyconych węglowodorach. Substytucji rodnikowej, jako jednej z nielicznych reakcji, ulegają cykloalkany. Co jest zatem produktem tych reakcji? Jakim jeszcze reakcjom ulegają cykloalkany?

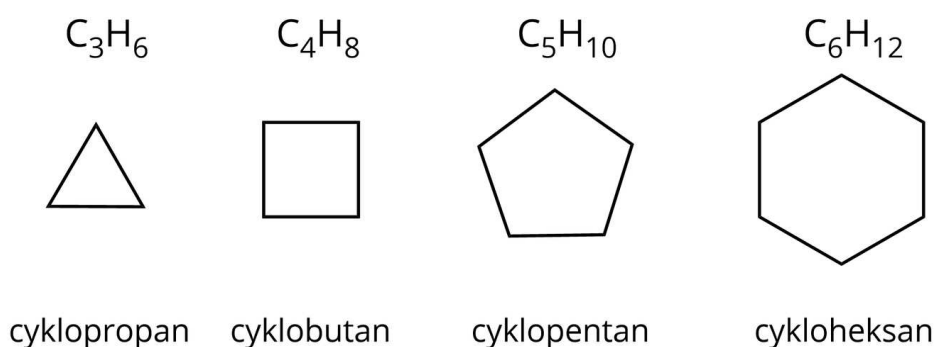
Twoje cele

- Zapiszesz równania reakcji spalania cykloalkanów.
- Zapiszesz równania reakcji chlorowania i bromowania cykloalkanów.
- Nazwiesz produkty reakcji substytucji rodnikowej cykloalkanów.
- Porównasz reaktywność cyklopropanu i cyklobutanu w stosunku do pozostałych cykloalkanów.
- Uzasadnisz wysoką reaktywność cykloalkanów o najmniejszych masach cząsteczkowych.
- Zapiszesz reakcje addycji dla cyklopropanu i cyklobutanu.

Przeczytaj

Cykloalkany

Cykloalkany to związki chemiczne o wzorze ogólnym C_nH_{2n} , w których atomy węgla, połączone wiązaniami pojedynczymi, tworzą cykliczny układ, czyli pierścień, jak pokazano poniżej.

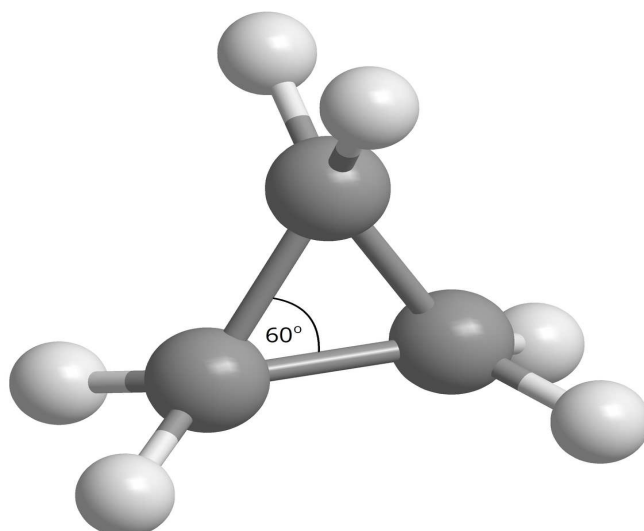


Wzory strukturalne wybranych cykloalkanów

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

Jakie są właściwości chemiczne cykloalkanów?

Właściwości chemiczne cykloalkanów są podobne do odpowiadających im alkanów. Cykloalkany charakteryzują się niską reaktywnością, ze względu na silne wiązania kowalencyjne niespolaryzowane pomiędzy atomami węgla oraz atomami węgla i wodoru. Wyjątkiem są tutaj cykloalkany o małych masach cząsteczkowych, takich jak cyklopropan i cyklobutan, które są bardzo reaktywnymi węglowodorami nasyconymi, ze względu na najmniejsze kąty pomiędzy wiązaniami – odpowiednio 60° i 90° . Posiadają więc największe naprężenia w cząsteczce.



Cyklopropan, o hybrydyzacji atomów węgla sp^2 , posiada kąt pomiędzy atomami węgla, który wynosi 60° .

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

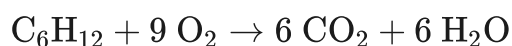
Jakim reakcjom ulegają cykloalkany?

Do reakcji, którym ulegają cykloalkany, należą:

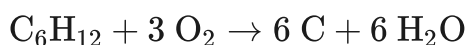
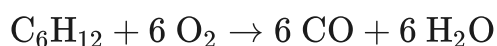
- reakcja **spalania**;

Cykloalkany ulegają reakcji z tlenem, utleniając się do tlenku węgla(IV) i wody. Jest to reakcja spalania całkowitego. Przy niedomiarze tlenu możliwe jest utlenienie cykloalkanu do tlenku węgla(II) lub węgla – wówczas mówimy o reakcji spalania niecałkowitego. Poniżej przedstawiono reakcje spalania cykloheksanu.

Spalanie całkowite:



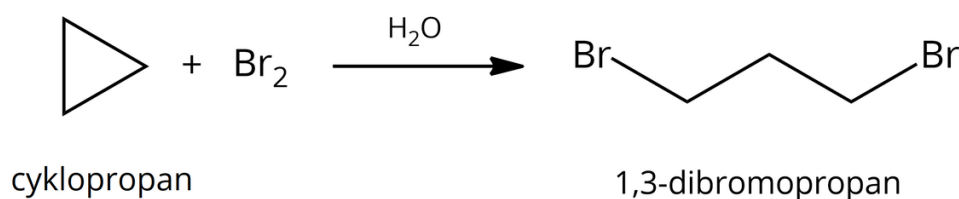
Spalanie niecałkowite:



Cyklopropan, jako najbardziej reaktywny homolog w szeregu homologicznym cykloalkanów, ulega również reakcjom addycji – typowym dla ich izomerów, czyli alkenów. Wynika to z dużych naprężeń w cząsteczce, spowodowanych małym kątem pomiędzy wiązaniami. To sprawia, że wiązania kowalencyjne pomiędzy atomami węgla są osłabione i cyklopropan jest podatny na działanie czynników elektrofilowych, analogicznie jak alkeny.

- addycja bromu;

W wyniku reakcji addycji bromu następuje rozerwanie pierścienia i powstaje dibromopochodna alkanu, czyli 1,3-dibromopropan.

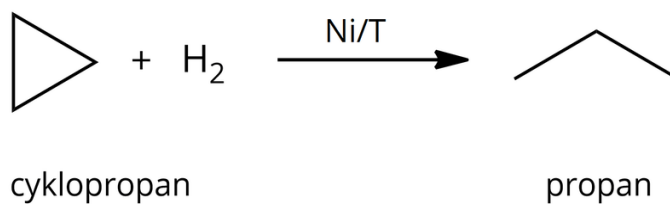


Przykładowa reakcja addycji bromu do cykloalkanu

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

- addycja wodoru;

W wyniku addycji wodoru do cyklopropanu, pod wpływem katalizatora niklowego i w temperaturze 100 °C, pierścień rozrywa się i powstaje propan.

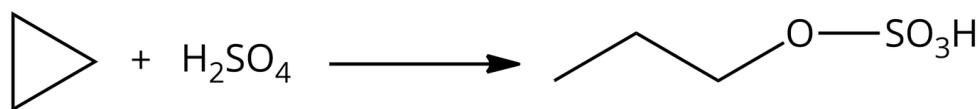


Przykładowa reakcja addycji wodoru do cykloalkanu

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

- addycja kwasu siarkowego(VI);

W wyniku addycji kwasu siarkowego(VI) do cyklopropanu powstaje ester – wodorosiarczan(VI) propylu.



cyklopropan

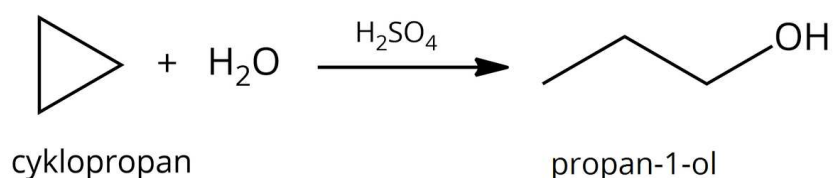
wodorosiarczan(VI) propylu

Przykładowa reakcja cykloalkanu z kwasem siarkowym(VI)

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

- addycja wody wobec kwasu siarkowego(VI).

W wyniku addycji wody wobec kwasu siarkowego(VI) do cyklopropanu powstaje alkohol – propan-1-ol.



cyklopropan

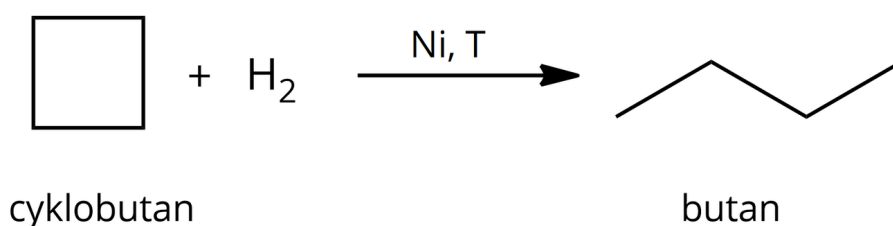
propan-1-ol

Przykładowa reakcja addycji wody do cykloalkanu

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

Dla zainteresowanych

Cyklobutan jest drugim najbardziej reaktywnym cykloalkanem. Ulega jednak jedynie reakcji addycji wodoru, ze względu na mniejsze naprężenia w cząsteczce niż w przypadku cyklopropanu. W wyniku addycji wodoru do cyklobutanu, pod wpływem katalizatora niklowego i w temperaturze 200 °C, pierścień rozrywa się i powstaje butan.



cyklobutan

butan

Reakcja addycji wodoru do cykloalkanu

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

Słownik

spalanie

proces fizykochemiczny, którego podstawą jest przebiegająca z dużą szybkością reakcja utleniania, polegająca na gwałtownym łączeniu się substancji spalanej (paliwa)

z utleniaczem, której towarzyszy wydzielanie się dużej ilości energii i zazwyczaj płomień

spalanie całkowite

zachodzi wtedy, gdy cała ilość spalanej substancji ulega utlenieniu; spalaniu całkowitemu towarzyszy wydzielanie się tlenku węgla(IV)

spalanie niecałkowite

zachodzi wtedy, gdy niecała ilość spalanej substancji ulega utlenieniu; spalaniu niecałkowitemu towarzyszy pojawienie się sadzy lub tlenku węgla(II)

reakcja utleniania-redukcji (reakcja redoks)

reakcja, w której dochodzi do przeniesienia jednego lub więcej elektronów od atomu, jonu lub cząsteczki donora (czyli reduktora) do akceptora (czyli utleniacza)

utleniacz

cząsteczka lub jon, który w reakcjach redoks przyjmuje elektrony, zmniejszając tym samym swój stopień utlenienia

reduktor

cząsteczka lub jon, który w reakcjach redoks oddaje elektrony, zwiększając swój stopień utlenienia

szereg homologiczny

związki organiczne tej samej klasy (mające podobne właściwości fizyczne), których cząsteczki różnią się między sobą liczbą grup metylenowych

substytucja

reakcja chemiczna, w której następuje podstawienie atomu lub grupy atomów innym atomem lub grupą atomów

substytucja rodnikowa

reakcja substytucji (podstawienia), zachodząca z wytworzeniem rodników; charakterystyczna dla wielu klas związków organicznych

rodnik

indywiduum zbudowane z jednego lub powiązanych ze sobą atomów, z niesparowanym elektronem na powłoce walencyjnej jednego z atomów; w umownym zapisie oznacza się go kropką

Bibliografia

Daniela B., Wojciech S., Przemysław Sz., *Chemia organiczna. Kurs podstawowy*, Warszawa 2006.

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

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

Physical and Chemical properties of Cykloalkane, Hydrocarbon Assignment Help, online: www.expertsmind.com (dostęp: 17.03.2021)

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Jakim reakcjom ulegają cykloalkany pięcio- i sześciocłonowe? Przeanalizuj grafikę interaktywną.

Cykloalkany pięcio- i sześciocłonowe

Źródło: GroMar Sp. z o.o., opracowano na podstawie Buza D., Sas W., Szczeciński P., *Chemia organiczna. Kurs podstawowy*, Warszawa 2006, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

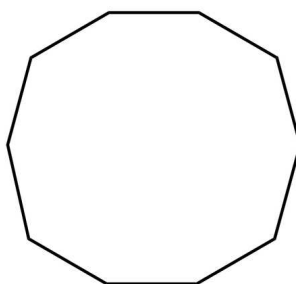
Czy cyklopropan różni się od pozostałych cykloalkanów w kontekście reaktywności? Zapoznaj się z grafiką interaktywną, a następnie przejdź do rozwiązania zadań.

Reaktywność cyklopropanu

Źródło: GroMar Sp. z o.o., opracowano na podstawie Buza D., Sas W., Szczeciński P., *Chemia organiczna. Kurs podstawowy*, Warszawa 2006, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Poniżej znajduje się cząsteczka pewnego cykloalkanu. Za pomocą dostępnych narzędzi, narysuj produkty główne reakcji chlorowania oraz bromowania tego węglowodoru pod wpływem światła.



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

Ćwiczenie 2

Ćwiczenie 3

Odpowiedz, ile teoretycznie atomów wodoru może być podstawionych atomem fluorowca w cząsteczce cykloheksanu.

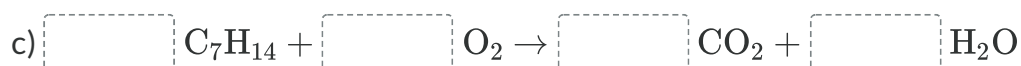
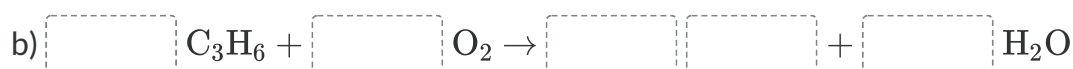
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij i zbilansuj równania reakcji spalania następujących cykloalkanów.



C	6	4	2	CO ₂	15	14	C ₁₀ H ₂₀	10	6	2	2	21	3	6
4	C ₅ H ₁₀	14	C											

Ćwiczenie 2



Podaj wzór kreskowy monobromopochodnej, utworzonej w wyniku bromowania cykloalkanu, którego wzór sumaryczny to C₁₀H₂₀.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 3



Zaznacz, jak nazywa się reakcja chlorowania i bromowania cykloalkanów?

addycja nukleofilowa

substytucja nukleofilowa

substytucja rodnikowa

addycja rodnikowa

addycja elektrofilowa

substytucja elektrofilowa

Ćwiczenie 4



W wyniku chlorowania cykloalkanu otrzymano produkt organiczny o masie molowej $104,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$. Wyznacz wzór rzeczywisty cykloalkanu poddanego reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Oblicz objętość chloru w warunkach normalnych, jaką należy dodać do cyklopentanu, aby otrzymać 10 g chlorocyklopentanu, jeżeli wiesz, że reakcja zachodzi z 93% wydajnością.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



W wyniku spalania cyklobutanu otrzymano tlenek węgla(IV), który wprowadzono do wody wapiennej. Po przesączeniu roztworu otrzymano 35,71 g osadu. Oblicz masę cyklobutanu poddanego reakcji. Załóż, że reakcje zaszły ze 100% wydajnością.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Wiedząc, że w wyniku reakcji addycji bromu do cyklopropanu w środowisku obojętnym następuje rozerwanie pierścienia i powstaje pochodna alkanu o niezmienionej liczbie atomów węgla, zapisz równanie tej reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Cyklobutan ulega reakcji addycji wodoru pod wpływem katalizatora niklowego i wysokiej temperatury. W wyniku tej reakcji pierścień zostaje rozerwany i powstaje łańcuchowy węglowodór. Podaj nazwę tego węglowodoru oraz oblicz jego masę, jeżeli wiesz, że do reakcji użyto 200 cm^3 wodoru, odmierzonego w warunkach normalnych. Wynik podaj w miligramach [mg] z dokładnością do jedności.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte 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: Jakim reakcjom ulegają cykloalkany?

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:

- pisze i uzgadnia równania reakcji spalania cykloalkanów;
- pisze i uzgadnia równania reakcji chlorowania i bromowania cykloalkanów;
- nazywa produkty reakcji substytucji rodnikowej cykloalkanów

- porównuje reaktywność cyklopropanu i cyklobutanu w stosunku do pozostałych cykloalkanów;
- uzasadnia wysoką reaktywność cykloalkanów o najmniejszych masach cząsteczkowych;
- pisze i uzgadnia równania reakcji addycji dla cyklopropanu i cyklobutanu.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

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

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pytania: Jakim reakcjom ulegają cykloalkany?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie mają za zadanie zapisać w zeszytach po dwa równania reakcji spalania całkowitego i niecałkowitego dla wybranych przez siebie cykloalkanów, i określić, jaka substancja jest utleniaczem, a jaka reduktorem, po czym wybrane osoby zapisują równania reakcji na tablicy. Pozostali weryfikują poprawność zapisów.
2. Chętni uczniowie na forum klasy przypominają, z jakich etapów składa się reakcja substytucji rodnikowej:
 - inicjacja, w której cząsteczka halogenu ulega rozpadowi na dwa rodniki pod wpływem światła;
 - propagacja, w której następuje atak rodnika halogenu na cząsteczkę węglowodoru. Jest to proces wieloetapowy, ponieważ ciągle odtwarzane są nowe rodniki;
 - terminacja – czyli ostatni etap substytucji rodnikowej, w której wolne rodniki łączą się ze sobą. Gdy zabraknie rodników inicjujących, reakcja zostaje zakończona.
3. Wybrany uczeń zapisuje na tablicy równanie reakcji chlorowania dla cyklopentanu i nazywa powstałą chloropochodną cyklopentanu – chlorocyklopentan.
4. Nauczyciel odsyła uczniów do grafiki interaktywnej, zawartej w e-materiale. Uczestnicy zajęć parami zapoznają się z medium bazowym i wykonują polecenie.
5. Nauczyciel zadaje uczniom na pytanie „Biorąc pod uwagę budowę cykloalkanów i wielkość kątów pomiędzy wiązaniami, które z cykloalkanów są cząsteczkami najbardziej reaktywnymi?” – trwa dyskusja. (Odp. – cyklopropan i cyklobutan to najbardziej reaktywne węglowodory spośród cykloalkanów, ze względu na małe kąty pomiędzy wiązaniami – odpowiednio 60° i 90° . Z tego względu w tych cząsteczkach występują duże naprężenia, wpływające na ich nietrwałość.)
6. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na pięć grup, rozdaje arkusze papieru A4, mazaki. Uczniowie zapoznają się z treściami w e-materiale, po czym – z wykorzystaniem techniki gadająca ściana – prezentują efekty pracy i wyjaśniają na forum przebieg poszczególnych reakcji addycji:
 - grupa I – cyklopropan: addycja bromu;
 - grupa II – cyklopropan: addycja wodoru;
 - grupa III – cyklopropan: addycja kwasu siarkowego(VI);
 - grupa IV – cyklopropan: addycja wody w środowisku kwasowym);
 - grupa V – cyklobutan: addycja wodoru.
7. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu, daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętna osoba 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.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają cenkami 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.
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 nauczyłam/łem się...
 - Co sprawiało mi trudności...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Grafika interaktywna może zostać wykorzystana podczas przygotowywania się ucznia do sprawdzianu lub do zdobycia wiedzy w razie nieobecności ucznia na lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Co to są cykloalkany?
 - Jakimi właściwościami chemicznymi charakteryzują się cykloalkany?
 - Jakim reakcom chemicznym ulegają cykloalkany?
2. Nauczyciel przygotowuje arkusze papieru A4, mazaki i masę wielokrotnie klejącą.