



Czym różnią się enancjomery od diastereoizomerów?

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



Czym różnią się enancjomery od diastereoizomerów?

(R)-(-)-karwon ma zapach mięty.

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

Karwon (2-metylo-5- (prop-1-en-2-ylo)cykloheks-2-en-3-on) to organiczny związek posiadający dwa **enancjomery**: (*R*)-(-)-karwon, o zapachu mięty, oraz (*S*)-(+)-karwon, który wraz z (*R*)-limonenem stanowi składnik olejku kminkowego. Czy znane są inne **stereoizomery** karwonu? Jak w szybki sposób określić możliwą liczbę stereoizomerów danego związku? Jak sądzisz, czym są enancjomery i diastereoizomery i czym się od siebie różnią?

Twoje cele

- Określisz centra chiralności danego związku i na podstawie ich liczby określisz liczbę stereoizomerów.
- Narysujesz wzory stereoizomerów danego związku i wskażesz pary enancjomerów i diastereoizomerów.
- Opiszysz właściwości chemiczne i fizyczne enancjomerów oraz diastereoizomerów, a także wykażesz różnice między nimi.

Przeczytaj

Stereoizomery

Mamy dwie nieidentyczne cząsteczki. W jaki sposób ocenić, czy i jakim rodzajem izomerów są te cząsteczki? Dowiesz się klikając na poniższe odpowiedzi.

Spora liczba związków chemicznych posiada jeden [atom asymetryczny](#) (chiralny), czyli jedno **centrum chiralności**. Gdy związek posiada dwa i więcej centrów chiralności, sytuacja staje się bardziej skomplikowana, ponieważ związek będzie posiadał więcej [stereoizomerów](#).

Czy można przewidzieć liczbę stereoizomerów na podstawie budowy związku?

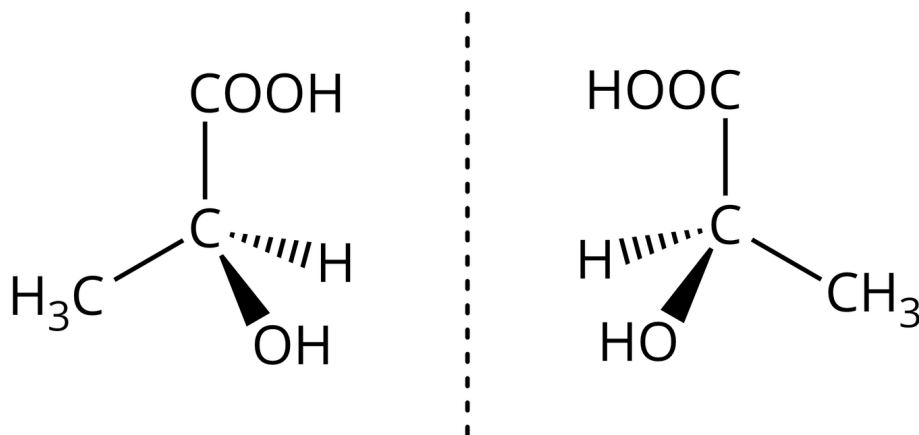
W celu wyznaczenia **liczby możliwych stereoizomerów**, należy skorzystać z poniższej reguły:

Maksymalna liczba stereoizomerów wynosi 2^n , gdzie n to liczba centrów chiralności.

Przykład 1

Kiedy $n = 1$, liczba stereoizomerów wynosi $2^1 = 2$.

Gdy cząsteczka posiada jeden atom chiralny, utworzone stereoizomery są [enancjomerami](#).



Enancjomery kwasu 2-hydroksypropanowego. Stereoizomery te są nienakładalnymi odbiciami lustrzanymi.

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

Przykład 2

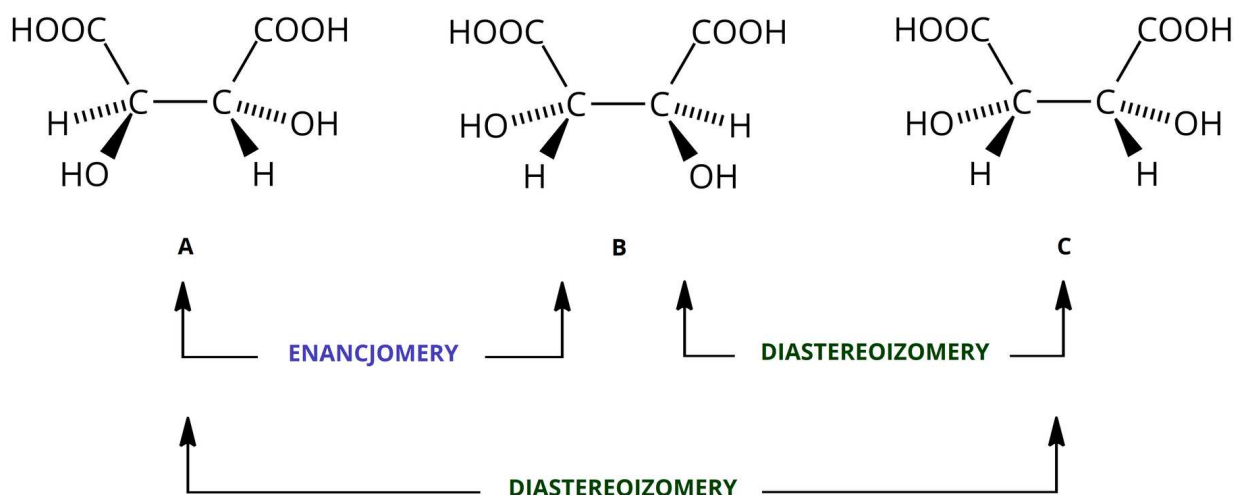
Kiedy $n = 2$, liczba stereoizomerów wynosi $2^2 = 4$.

Gdy cząsteczka posiada **dwa** atomy chiralne, liczba możliwych stereoizomerów wynosi cztery lub mniej. W przypadku, gdy związek tworzy **mniej** stereoizomerów niż cztery, to obok pary enancjomerów tworzy także [diastereoizomer](#) - czyli w sumie trzy stereoizomery.

Diastereoizomery a enancjomery – różnice

Polecenie 1

Poniżej przedstawiono właściwości fizyczne trzech stereoizomerów kwasu 2,3-dihydroksybutanodiowego (kwasu winowego). Na podstawie danych w tabeli sformułuj wnioski, które dotyczą różnic między enancjomerami a diastereoizomerami. Spróbuj wyjaśnić, z czego one wynikają, a następnie sprawdź poprawną odpowiedź.



Stereoizomery kwasu winowego

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

Właściwość	A	B	C
Temperatura topnienia [°C]	171	171	146
Rozpuszczalność w wodzie [$\frac{\text{g}}{100\text{g wody}}$]	139	139	125
<u>Skręcalność właściwa</u> α [°]	+ 13	- 13	0
<u>Konfiguracja absolutna</u> <i>R,S</i>	<i>R,R</i>	<i>S,S</i>	<i>R,S</i>

Ważne!

Z uwagi na fakt, że **enancjomery** posiadają identyczne właściwości fizyczne, nie można ich rozdzielić przy użyciu takich technik, jak np. destylacja. Z kolei diastereoizomery różnią się właściwościami fizycznymi, takimi jak temperatura topnienia i wrzenia oraz można je rozdzielać używając metody destylacji prostej.

Ciekawostka

Co ciekawe, **enancjomery** mogą się różnić także właściwościami biologicznymi. Wynika to z ich **chiralności**. W procesach przebiegających w organizmach żywych biorą udział chiralne cząsteczki białek (enzymy), które reagują z odpowiednimi substratami, gdy te posiadają określoną budowę przestrzenną. Przykładem są receptory smaku i zapachu, które rozróżniają chiralne enancjomery, np. enancjomery aminokwasów. Smak większości aminokwasów białkowych określany jest jako słodki lub gorzki. W przypadku enancjomerów aminokwasów (jak np. fenyloalanina, tryptofan, leucyna) jeden enancjomer jest słodki, a drugi gorzki.

W poniższej tabeli przedstawiono enancjomery wybranych aminokwasów oraz odpowiadający im smak.

	D- aminokwas	L-aminokwas
fenyloalanina	słodki	gorzki
tryptofan	słodki	gorzki
leucyna	słodki	gorzki

/źródło: Schiffman S. S., Sennewald K., Gagnon J., *Comparison of taste qualities and thresholds of D- and L-amino acids*, *Physiology & Behavior*, Volume 27, Issue 1, 1981, Pages 51-59, /

Zarówno pojęcie enancjomerii, jak i diastereoizomerii odnosi się do pary związków i określa wzajemną relację jednego związku do drugiego. Należy pamiętać, że ten sam związek może być i enancjomerem, i diastereoizomerem. Istotne jest jednak to, względem jakiego innego związku jest porównywany.

Słownik

chiralność

(gr. *cheír* „ręka”) cecha obiektów chemicznych polegająca na tym, że cząsteczka wyjściowa nie pokrywa się ze swoim odbiciem w płaskim zwierciadle – nie można obu cząsteczek nałożyć na siebie na drodze obrotu ani przesunięcia

atom asymetryczny

tzw. atom chiralny; atom pierwiastka, połączony z czterema różnymi podstawnikami, oznaczany symbolem gwiazdki (*)

stereoizomery

izomery przestrzenne, które różnią się ułożeniem atomów w przestrzeni; klasyfikuje się je na kilka sposobów; mogą to być: konformery (cząsteczki przechodzące wzajemnie w siebie przez obrót wokół pojedynczych wiązań), izomery konfiguracyjne (cząsteczki nie przechodzące wzajemnie w siebie przez obrót, ale przez zerwanie i odtworzenie wiązań), izomery optyczne (należą do nich enancjomery i diastereoizomery)

enancjomery

(gr. *enantios* „przeciwnie, odwrotne”, *meros* „fragment”) izomery, które mają się do siebie tak, jak przedmiot do swego odbicia w zwierciadle płaskim i tworzą parę nienakładalnych na siebie cząsteczek chemicznych; posiadają te same właściwości fizyczne; skręcają płaszczyznę światła spolaryzowanego o tę samą wartość kąta, ale w przeciwnym kierunku

diastereoizomery

stereoizomery, które nie są własnymi odbiciami lustrzanymi

izomer optyczny

związek chiralny (posiadający atom asymetryczny), który posiada zdolność do skręcania płaszczyzny światła spolaryzowanego w prawo lub lewo

skręcalność właściwa

kąt skręcenia płaszczyzny światła spolaryzowanego, wyrażony w stopniach, gdy długość rurki polarymetrycznej z roztworem substancji optycznie czynnej wynosi 1 dm, a stężenie roztworu $c=1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$; skręcalność właściwa często oznaczana jest symbolem $[\alpha]_D$, jeżeli pomiar był prowadzony przy użyciu lampy sodowej (światło o długości fali 589 nm, to tak zwana linia D widma par sodu, czyli światło żółte emitowane przez lampy sodowe); wartość skręcalności

właściwej przy określonej długości fali jest zależna od temperatury, dlatego nad literą D wstawia się liczbę, która oznacza temperaturę, np. $[\alpha]_D^{20}$

konfiguracja absolutna

(łac. *configuratio* „ukształtowanie”, „porównanie”) sposób rozróżniania i nazewnictwa izomerów optycznych na podstawie rozmieszczenia podstawników wokół asymetrycznego atomu węgla

Sposób przejścia po podstawnikach wokół asymetrycznego atomu określa się, przemieszczając się od podstawnika o najwyższym pierwszeństwie do podstawnika o najniższym pierwszeństwie, gdy:

- przejście odbywa się zgodnie z ruchem wskazówek zegara, to konfiguracja absolutna jest oznaczana literą **R** (od łac. *rectus* – prawy);
- przejście odbywa się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, to konfiguracja absolutna oznaczana jest literą **S** (od łac. *sinister* – lewy)

Bibliografia

Encyklopedia PWN

Hejwowska S., Marcinkowski R., Staluszka J., *Chemia 2. Zakres rozszerzony*, Gdynia 2011.

Kołodziejczyk A., *Naturalne związki organiczne*, Warszawa 2013.

Litwin M., Styka-Wlazło Sz., Szmońska J., *Chemia organiczna 2*, Warszawa 2005.

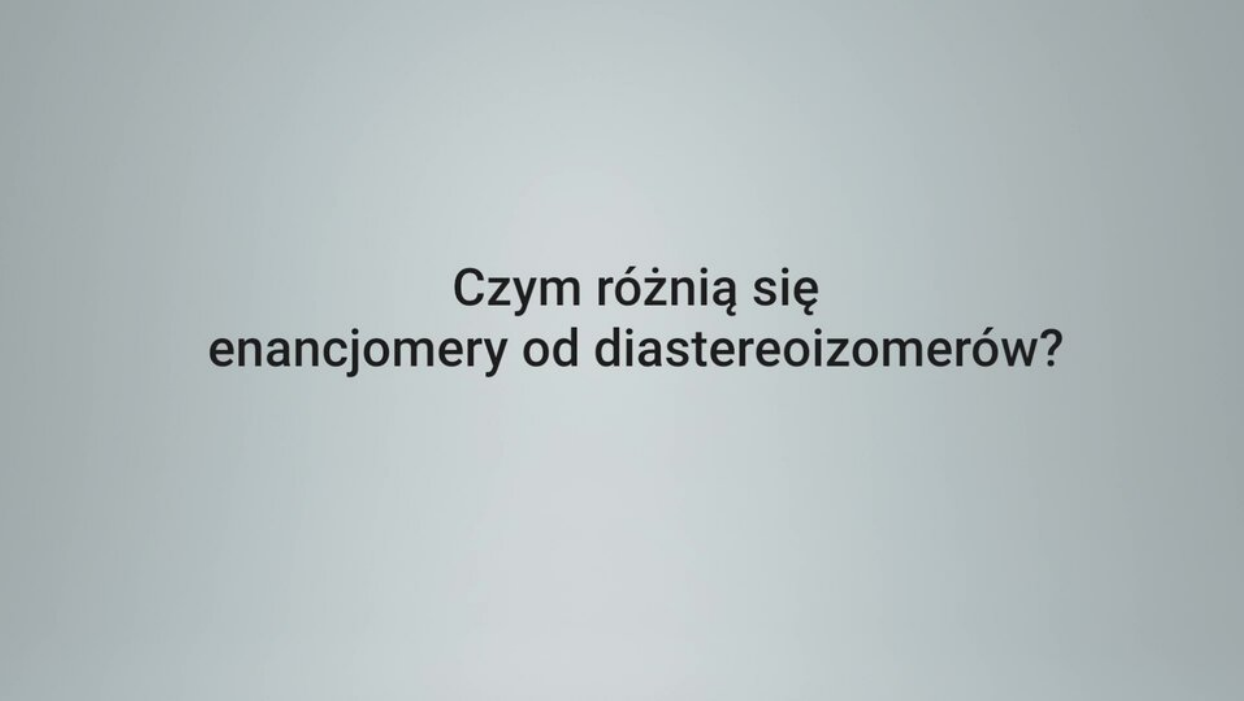
Gorzynski Smith J., *Organic Chemistry*, Third Edition, New York 2011.

Animacja

Polecenie 1

Zapoznaj się z animacją, w której dowiesz się, czym różnią się enancjomery od diastereoizomerów. Następnie rozwiąż ćwiczenia sprawdzające.

Trwa wczytywanie danych ..



Czym różnią się
enancjomery od diastereoizomerów?

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DmNzTx13>

Animacja pt. „Czym różnią się enancjomery od diastereoizomerów?”

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


Film nawiązujący do treści materiału - wyjaśnia na przykładach różnicę między enancjomerami a diastereoizomerami.

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Narysuj wzory w projekcji Fischera par enancjomerów oraz par diastereoizomerów 2,3-dichloropentanu.

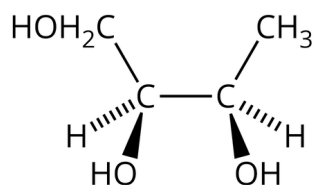
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Podaj maksymalną liczbę stereoizomerów poniższego związku.



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

8

4

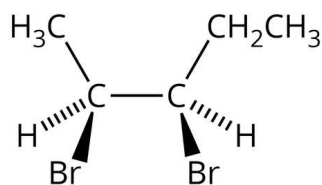
1

2

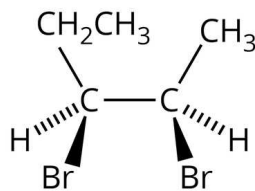
Ćwiczenie 2



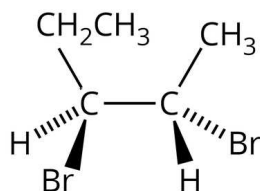
Poniżej przedstawiono wzory izomerów 2,3-dibromopentanu. Przyjrzyj się poniższym cząsteczkom, a następnie uzupełnij tekst, wstawiając odpowiednie wyrażenia w puste pola.



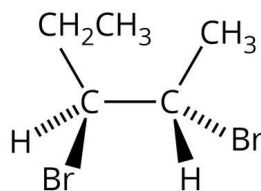
A



B



C



D

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

2,3-dibromopentan tworzy dwie pary . Są to związki A oraz B, a także C i . Pary te posiadają właściwości fizyczne. Skręcają płaszczyznę światła spolaryzowanego o ten sam kąt, ale w przeciwną stronę. Pary A i , A i D, i C oraz B i D są . Są to , które nie są własnymi odbiciami lustrzanymi. Pary różnią się między sobą m.in. temperaturą topnienia oraz kątem skręcania płaszczyzny polaryzacji.

D

B

C

diastereoizomerami

stereoizomery

enanancjomerów

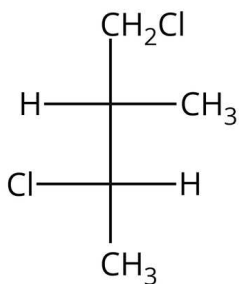
diastereoizomerów

takie same

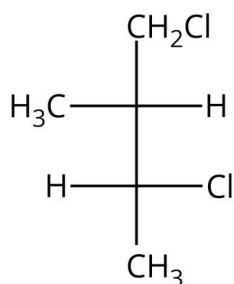
Ćwiczenie 3



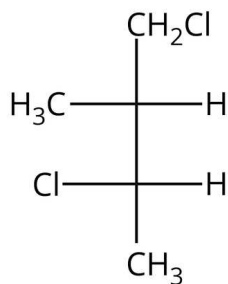
Poniżej przedstawiono wzory stereoizomerów 1,3-dichloro-2-metylobutanu. Określ, które z nich są względem siebie diastereoizomerami.



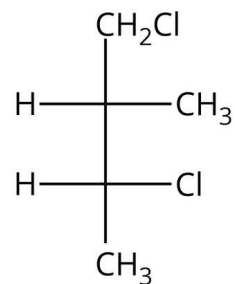
A



B



C



D

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

C, D

B, D

A, D

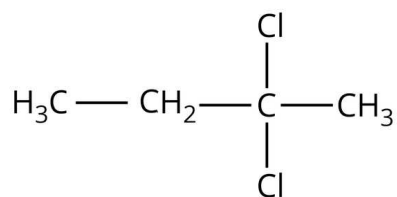
A, B

A, C

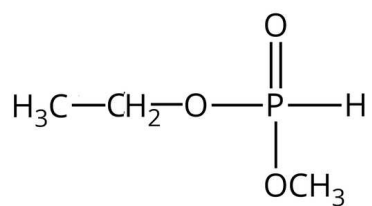
Ćwiczenie 4



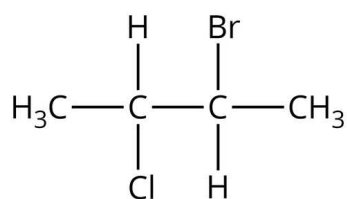
Oceń, który z poniższych związków może tworzyć diastereoizomery. Odpowiedź uzasadnij.



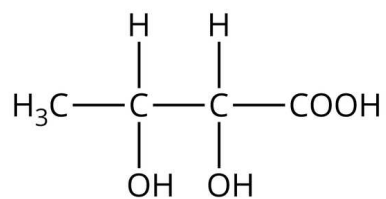
A



B



C



D

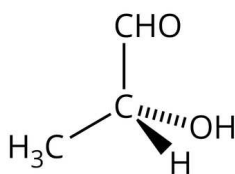
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 5



Dwóch uczniów postawiło hipotezę dotyczącą stereoizomerów poniższego związku.



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

Uczeń A: związek posiada diastereoizomery, ale nie ma enancjomerów.

Uczeń B: związek posiada parę enancjomerów, ale nie ma diastereoizomerów.

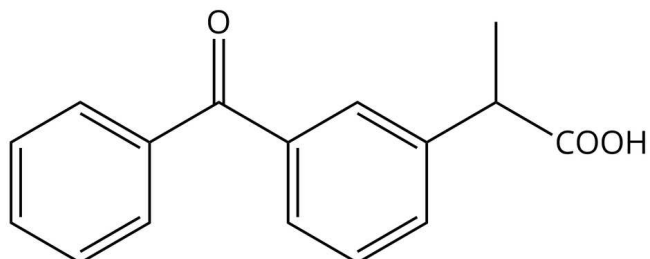
Zdecyduj, która hipoteza jest słuszna. Odpowiedź uzasadnij.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 6



Na podstawie budowy związku, o podanym poniżej wzorze, oceń, które zdanie jest prawdziwe, a które fałszywe.



Ketoprofen (kwas (3-benzoilofenylo) propionowy)

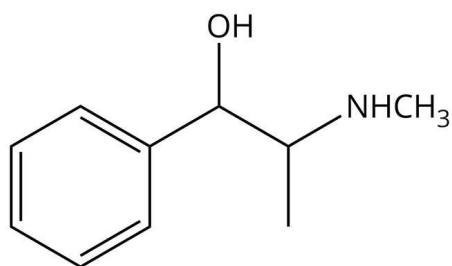
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Związek posiada dwa asymetryczne atomy węgla.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stereoizomery tego związku posiadają tę samą temperaturę wrzenia.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Związek tworzy dwa stereoizomery, zwane enancjomerami.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Związek posiada jedną parę diastereoizomerów.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 7



Narysuj wzory stereoizomerów poniższego związku. Wskaż parę enancjomerów.



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

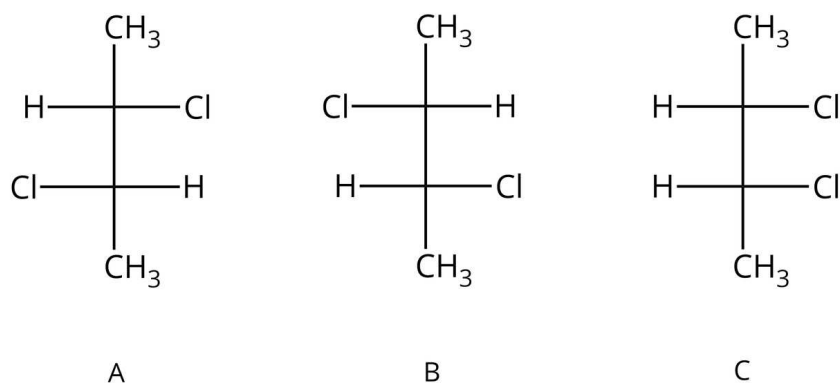
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Poniżej przedstawiono wzory stereoizomerów 2,3-dichlorobutanu.



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

Wyjaśnij, ile frakcji zostanie otrzymanych w wyniku destylacji mieszaniny związków A, B, C, zmieszanych w stosunku 1:1:1.

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Czym różnią się enancjomery od diastereoizomerów?

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Uczeń:

6) wyjaśnia zjawisko izomerii optycznej; wskazuje centrum stereogeniczne (asymetryczny atom węgla); rysuje wzory w projekcji Fischera izomerów optycznych: enancjomerów i diastereoizomerów; uzasadnia warunki wystąpienia izomerii optycznej w cząsteczce związku o podanej nazwie lub o podanym wzorze; ocenia, czy cząsteczka o podanym wzorze stereochemicznym jest chiralna.

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:

- określa centra chiralności danego związku i na podstawie ich liczby określa liczbę stereoizomerów;
- rysuje wzory stereoizomerów danego związku i wskazuje pary enancjomerów i diastereoizomerów;
- opisuje właściwości chemiczne i fizyczne enancjomerów oraz diastereoizomerów i wywnioskowuje różnice między nimi.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- analiza materiału źródłowego;
- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- animacja;
- modelowanie;
- technika termometr.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej okładkę e-materiału, na której przedstawiony jest kubek zawierający miętę z limonką. Nauczyciel pyta uczniów: Z czego wynikają różnice we właściwościach fizycznych związków? Następnie wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, np.: Jak w szybki sposób określić liczbę stereoizomerów danego związku? Jak sądzisz, czym są enancjomery i distereoizomery i czym się od siebie różnią?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Nauczyciel prowadzi pogadankę celem przypomnienia, na czym polega zjawisko izomerii optycznej oraz czym jest atom asymetryczny.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel poleca uczniom samodzielną pracę z medium bazowym – animacją, w której dowiedzą się czym różnią się enancjomery od diastereoizomerów. Uczniowie analizują medium, a następnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując zadania załączone do medium bazowego.
2. Na podstawie animacji nauczyciel z uczniami definiuje pojęcie enancjomer oraz diastereoizomer. Uczniowie zapisują oba pojęcia w zeszyte.
3. Następnie nauczyciel dzieli uczniów na dwie grupy zadaniowe i prosi, by jedna grupa przedstawiła cechy enancjomerów, a druga cechy diastereoizomerów. Uczniowie zapoznają się z częścią „przeczytaj” e-materiału. Korzystają także z innych źródeł informacji. Po wyznaczonym czasie lider każdej grupy przedstawia swoje propozycje na forum klasy. Pozostali uczniowie weryfikują pod względem merytorycznym wskazane propozycje. W czasie prezentacji efektów pracy grup, nauczyciel dzieli tablicę na dwie części (enancjomery i diastereoizomery) i zapisuje na tablicy najważniejsze hasła związane z każdą grupą.
4. Budowanie modeli cząsteczek. Uczniowie w parach budują modele cząsteczek wskazane przez nauczyciela. Następnie przy pomocy lusterka sprawdzają jak wygląda odbicie lustrzane danej cząsteczki. W kolejnym kroku uczniowie budują model odbicia lustrzanego danej cząsteczki i sprawdzają czy oba modele można na siebie nałożyć. W ten sposób praktycznie sprawdzają definicję enancjomerów. Nauczyciel weryfikuje poprawność wykonanego zadania.
5. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania od najłatwiejszych. 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. Podczas rozwiązywania zadań uczniowie budują modele cząsteczek.

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 samoprzylepnymi karteczkami, 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?

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Animacja może zostać wykorzystana podczas rozwiązywania ćwiczeń zadanych w ramach pracy domowej.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów oraz cenki dla uczniów.
2. Nauczyciel przygotowuje różnokolorową plastelinę i wykałaczki oraz lustro.