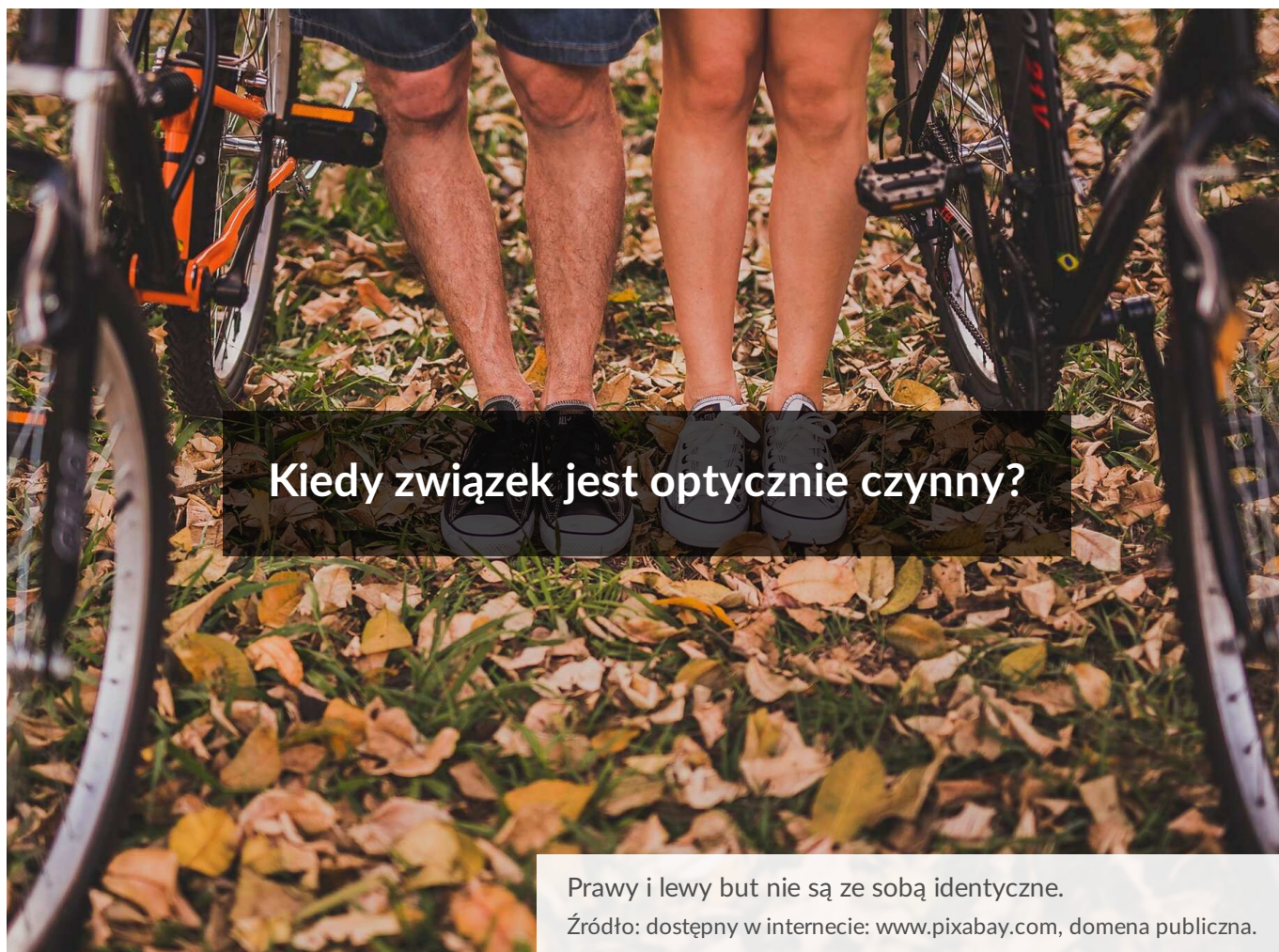




Kiedy związek jest optycznie czynny?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film samouczek
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Wszystko, co nas otacza posiada swoje odbicie lustrzane. W chemii istotne jest, czy cząsteczka jest identyczna ze swoim lustrzanym odbiciem, czy różni się od niego. Jak nazywamy cząsteczki, które nie pokrywają się ze swoim lustrzanym odbiciem? Co z nimi mają wspólnego nasze dłonie?

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcia: chiralność, atom asymetryczny, enancjomer.
- Podasz przykłady substancji chiralnych i achiralnych.
- Uzasadnisz warunki wystąpienia izomerii optycznej w cząsteczce związku o podanym wzorze przestrzennym.
- Wskażesz centrum stereogeniczne.

Przeczytaj

Cząsteczki chiralne

Niektóre cząsteczki są jak dłonie. Kiedy spojrzymy na nie, prawa i lewa dłoń są jak lustrzane odbicia, ale nie są identyczne.



Nałożenie na siebie dłoni, skierowanych wewnętrzną stroną w kierunku oczu, pokazuje, że choć są one swoim lustrzanym odbiciem, nie są one identyczne.

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

O obiektach, których **lustrzane odbicie nie jest z nimi identyczne**, mówimy, że są **chiralne**. Podobną cechą charakteryzują się niektóre cząsteczki związków chemicznych.

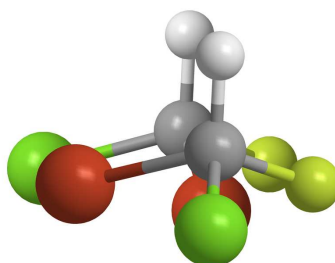
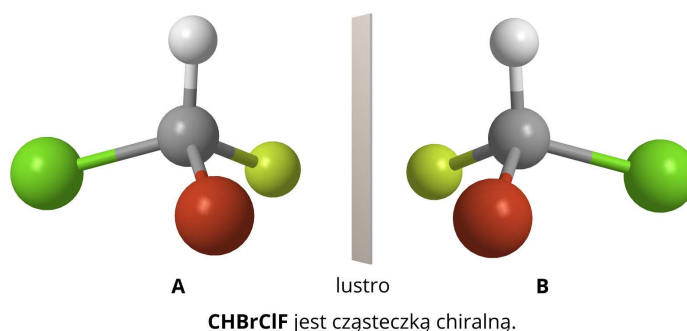
Świat pod drugiej stronie lustra, czyli kiedy cząsteczka jest chiralna?

Podstawowym warunkiem **chiralności** cząsteczki jest **brak płaszczyzny oraz środka symetrii**, a także obecność centrum chiralności – zazwyczaj atomu węgla (może to być też

np. atom krzemu czy azotu), posiadającego cztery różne podstawniki, dawniej nazywanego asymetrycznym atomem węgla.

Przykład 1

Przykładem cząsteczki chiralnej jest bromochlorofluorometan (CHBrClF), ponieważ nie posiada płaszczyzny symetrii i występuje w niej asymetryczny atom węgla, do którego przyłączone są cztery różne podstawniki. Podstawnikami tymi są atomy: bromu, chloru, fluoru oraz wodoru. Na rysunku poniżej przedstawiono **stereoizomery** cząsteczki CHBrClF , oznaczone jako **A** oraz **B**. Cząsteczka, oznaczona jako **A**, jest lustrzanym odbiciem cząsteczki **B**. Co istotne, obu cząsteczek nie można na siebie nałożyć. Bez względu na to, w jaki sposób obie cząsteczki zostaną obrócone w przestrzeni, ich atomy nigdy się nie nałożą. O takich cząsteczkach mówi się, że są względem siebie enancjomerami.

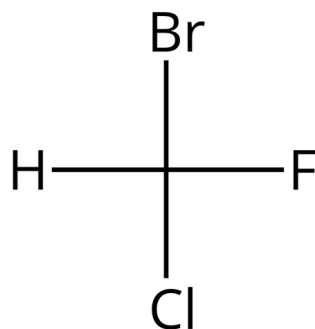


Atomy koloru **czernego** i **zielonego** nie pokrywają się.

Cząsteczki A oraz B są enancjomerami. Kulka czerwona – atom bromu, kulka żółta – atom fluoru, kulka zielona – atom chloru, kulka biała – atom wodoru

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

W **projekcji Fischera** cząsteczkę CHBrClF przedstawia się w postaci:



Cząsteczka CHBrClF w projekcji Fischera

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

Jakie konsekwencje wynikają z chiralności cząsteczek?

Cząsteczki chiralne są **optycznie czynne**, a więc skręcają płaszczyznę światła spolaryzowanego. Co istotne, enancjomery, będące swoimi nienakładalnymi lustrzanymi odbiciami, skręcają tę płaszczyznę o ten sam kąt, lecz w przeciwne strony. Jeden enancjomer jest prawoskrętny (w nazwie wstawiamy znak(+)), a drugi lewoskrętny (w nazwie wstawiamy znak(-)).

Zdarza się, że cząsteczka związku chemicznego posiada więcej niż jeden asymetryczny atom węgla. Wówczas należy dokładnie przeanalizować wszystkie możliwe struktury i ustalić, które formy tworzą pary enancjomerów.

Ciekawostka

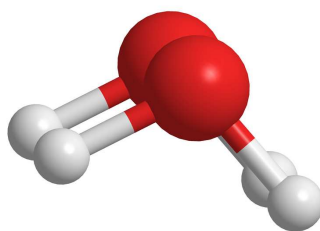
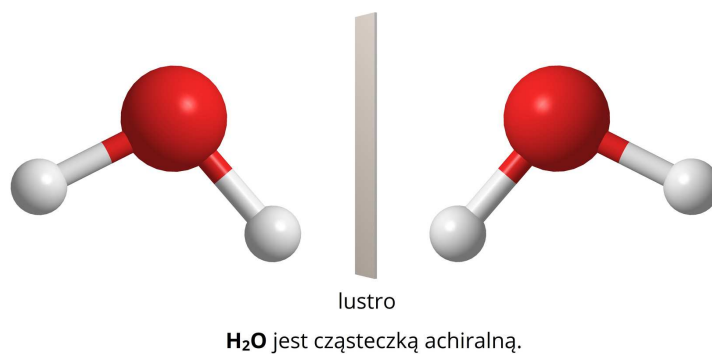
Chiralność to cecha substancji chemicznych, występujących w organizmach żywych. Przykładem cząsteczek chiralnych są cząsteczki kwasów rybonukleinowych. Co ciekawe, niektóre reakcje chemiczne w organizmie są stereospecyficzne. Przykładem jest **(+)-glukoza**, której cząsteczki biorą udział w przemianie materii. Z kolei odmiana lewoskrętna **(-)-glukoza** nie posiada tej właściwości.

Cząsteczki achiralne

Istnieją również obiekty lub cząsteczki, które ze względu na obecność płaszczyzny symetrii są określane jako **achiralne**.

Przykład 2

Najprostszym przykładem cząsteczki **achiralnej** jest cząsteczka wody.



Wiązania i atomy nakładają się na siebie.

Woda jest cząsteczką symetryczną. Kulka czerwona – atom tlenu, kulka biała- atom wodoru

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

Podsumowanie

1. Jeżeli w cząsteczce występuje centrum stereogeniczne (najczęściej atom węgla), tzw. asymetryczny lub chiralny atom, a cząsteczka **nie posiada** płaszczyzny symetrii, to zazwyczaj występuje zjawisko **izomerii optycznej**.
2. Aby odróżnić cząsteczkę chiralną od cząsteczki achiralnej, należy określić, czy cząsteczka posiada płaszczyznę symetrii, czy nie.
3. Cząsteczki optycznie czynne występują w postaci pary izomerów. Dzięki pojęciu enancjomerii można określić relację jednego izomeru względem drugiego.

Słownik

chiralność

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

atom chiralny

centrum chiralności; atom (dawniej zwany atomem asymetrycznym) połączony z czterema różnymi podstawnikami, oznaczany jest symbolem gwiazdki (*)

stereoizomery

izomery, w których cząsteczkach wszystkie atomy połączone są w identyczny sposób, jednak cząsteczka przyjmuje inny układ przestrzenny

enancjomery

(gr. *enantios* „przeciwne, odwrotne”, *meros* „fragment”) izomery, które mają się do siebie tak, jak przedmiot do swego odbicia w zwierciadle płaskim, ale nie da się ich na siebie nałożyć

izomer optyczny

związek chiralny, który posiada zdolność do skręcania płaszczyzny światła spolaryzowanego w prawo lub lewo

izomeria optyczna

(gr. *isos* „równy”, *meros* „część”) występowanie cząsteczek izomerów posiadających atom asymetryczny (chiralny), skręcających w różny sposób płaszczyznę polaryzacji światła

czynność optyczna

aktywność optyczna; właściwość substancji, która przejawia się w skręcaniu płaszczyzny polaryzacji, przechodzącego przez roztwór tej substancji światła spolaryzowanego liniowo; jeżeli substancja nie jest czynna optycznie, nie skręca płaszczyzny światła spolaryzowanego

Bibliografia

Encyklopedia PWN

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

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

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

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem samouczkiem, w którym dowiesz się, kiedy związek jest optycznie czynny. Następnie rozwiąż ćwiczenie sprawdzające.



Kiedy związek jest optycznie czynny?

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D18ZAT3z0>

Film samouczek pt. „*Kiedy związek jest optycznie czynny?*”

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącej określania, czy dany związek jest optycznie czynny. Omówiono w nim pojęcia chiralności, hybrydyzacji atomu węgla, asymetrycznego atomu węgla oraz przedstawiono związki optycznie czynne.

Ćwiczenie 1

Który z poniższych związków jest optycznie czynny?

kwas 4-aminobutanowy

octan etylu

propan-2-ol

butan-2-ol

Ćwiczenie 2



Określ, które z poniższych stwierdzeń jest prawdziwe, a które fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Jednym z warunków występowania czynności optycznej jest obecność atomu węgla o hybrydyzacji sp^3 .	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Asymetryczny atom węgla to taki, który posiada cztery różniące się podstawniki.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cząsteczka związku chemicznego może posiadać wyłącznie jedno centrum stereogeniczne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Termin czynności optycznej dotyczy wyłącznie związków nieorganicznych.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 3

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

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



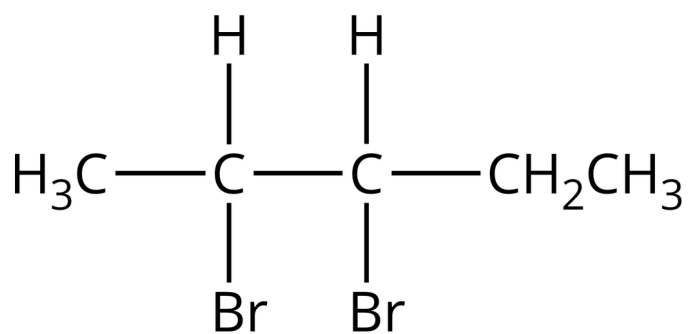
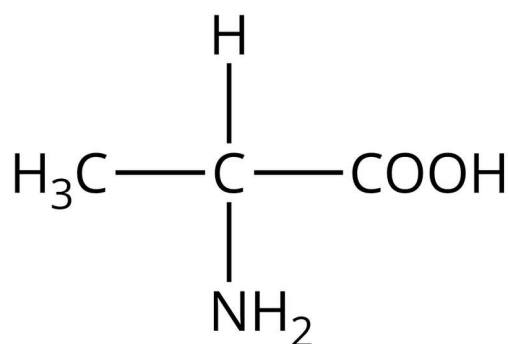
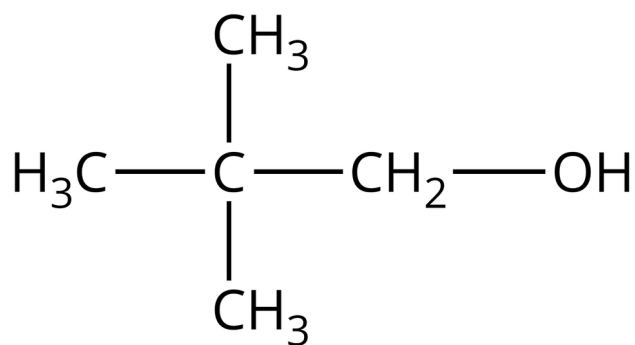
Enancjomery to:

- izomery, które nie posiadają asymetrycznego atomu węgla.
- izomery posiadające płaszczyznę symetrii.
- izomery, które można na siebie nałożyć.
- izomery, które mają się do siebie tak, jak przedmiot do swego odbicia w zwierciadle płaskim, ale nie da się ich na siebie nałożyć

Ćwiczenie 2



Zaznacz wzory związków, które nie posiadają asymetrycznego atomu węgla.



Ćwiczenie 3



Określ, które z wymienionych związków mogą występować w postaci stereoizomerów.

1,2-dibromoheksan

propan

bromometan

pentan-2-ol

Ćwiczenie 4



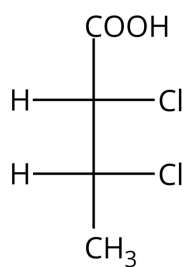
Określ, czym różnią się od siebie enancjomery danego związku.

Odpowiedź:

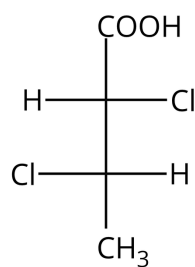
Ćwiczenie 5



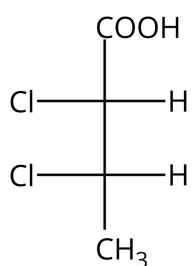
Wskaż pary enancjomerów.



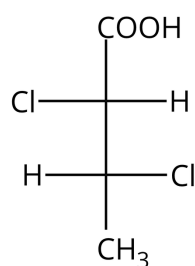
A



B



C



D

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

Ćwiczenie 6



Ile asymetrycznych atomów węgla znajduje się w cząsteczce 2-bromo-3,4-dimetylopentanu?

2

3

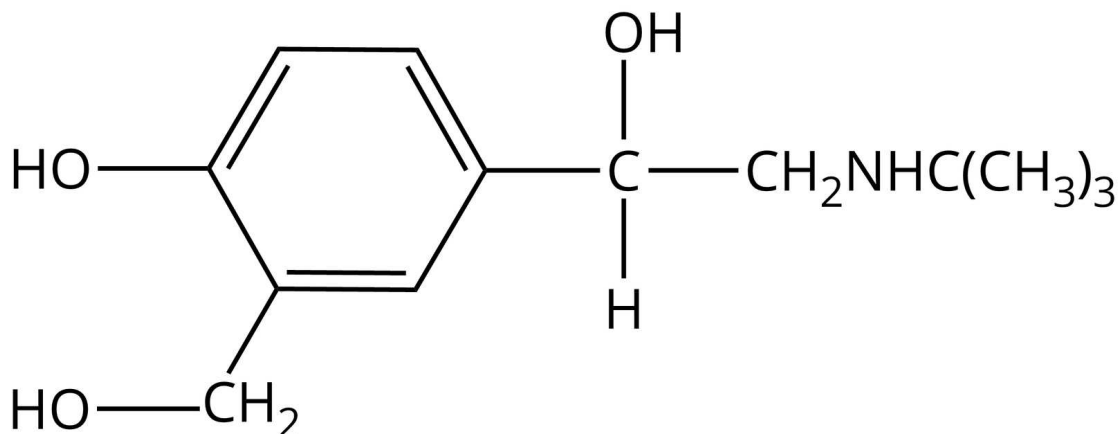
4

1

Ćwiczenie 7



Poniżej przedstawiono wzór cząsteczki, która pełni rolę leku stosowanego w leczeniu astmy. Cząsteczka znana jest pod nazwą Albuterol lub Solbutamol.



Wzór cząsteczki albutreolu

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

Na podstawie budowy związku oceń, które zdanie jest prawdziwe, a które fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Związek jest optycznie czynny.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cząsteczka tego związku posiada centrum chiralności.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Związek posiada trzy asymetryczne atomy węgla.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 8



Uzupełnij wzory Fishera przedstawione poniżej, tak aby przedstawiały parę enancjomerów. Następnie zaznacz asymetryczne atomy węgla.

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

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Kiedy związek jest optycznie czynny?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, 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:

- definiuje pojęcia: chiralność, atom asymetryczny, enancjomer;
- podaje przykłady substancji chiralnych i achiralnych;
- uzasadnia warunki wystąpienia izomerii optycznej w cząsteczce związku o podanym wzorze przestrzennym;
- wskazuje centrum stereogeniczne.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- analiza materiału źródłowego;
- dyskusja dydaktyczna;
- pogadanka;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film samouczek;
- modelowanie;
- róża wiatrów.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, np.: Jak nazywamy cząsteczki, które nie są pokrywane przez swoje lustrzane odbicie? Co z nimi mają wspólnego nasze dłonie?
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.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie samodzielnie analizują w e-materiale tekst, schematy i ilustracje dotyczące polaryzacji światła. Nauczyciel poleca uczniom, by zwrócili uwagę na pojęcia prawoskrętny, lewoskrętny, chiralny, achiralny.
2. Nauczyciel rozdaje uczniom modele kulkowo-pręcikowe – jeden na parę. Zadaniem uczniów jest przedstawienie na modelach wskazanych przez nauczyciela cząsteczek

związków chemicznych prawoskrętnych, lewoskrętnych, chiralnych, achiralnych. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów i zatwierdza poprawność wykonania zadania.

3. Uczniowie pracują w parach i zastanawiają się nad różnymi przedmiotami i cząsteczkami związków chemicznych, dokonując ich podziału na chiralne i achiralne. Zapisują jak najwięcej nazw. Po wyznaczonym czasie, jeden uczeń z pary rysuje na tablicy cząsteczkę związku chemicznego achiralną i chiralną i uzasadnia swój wybór. W przypadku trudności, nauczyciel wspiera ucznia podczas wykonywania zadania.
4. Nauczyciel poleca uczniom samodzielną pracę z medium bazowym – filmem samouczkiem, w którym dowiedzą się, kiedy związek jest optycznie czynny. Uczniowie analizują medium, a następnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując zadania załączone do medium bazowego.
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, 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.

Faza podsumowująca:

1. Róża wiatrów (patrz materiały pomocnicze). Nauczyciel poprzez zastosowanie tego narzędzia może dokonać ewaluacji zajęć, umieszczając nazwy elementu podlegającego ocenie, np. atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji i etc. Przygotowaną „różę” nauczyciel rozdaje uczniom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie na podsumowanie, po wcześniej analizie.

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

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

Materiały pomocnicze:

Nauczyciel przygotowuje:

- arkusze papieru A4;
- mazaki;
- podręczniki tradycyjne;
- modele kulkowo-pręcikowe.
- Nauczyciel przygotowuje do ewaluacji lekcji różę wiatrów. Róża wiatrów jest jedną z graficznych metod pozwalających ocenić jednocześnie wiele elementów zajęć. W przypadku ewaluacji zajęć, na osiach w miejsce kierunku umieść się nazwę elementu podlegającego ocenie (atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji). Liczba osi jest dowolna i może być rozbudowywana w zależności od potrzeb. Linie osi podziel na odcinki i przypisz im odpowiednie wartości – od 1 do 10 lub skalę ocen 1-6. Tak przygotowaną „różę” rozdaj uczestnikom i poproś o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu.