



## Izomeria typu *E/Z* i *cis-trans*

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



## Izomeria typu *E/Z* i *cis-trans*

Jednym z rodzajów izomerii jest stereoizomeria (izomeria przestrzenna). W cząsteczkach stereoizomerów atomy poszczególnych pierwiastków połączone są w tych samych sekwencjach (w takiej samej kolejności). Jednak cząsteczki te różnią się od siebie ułożeniem atomów (lub ich grup) w przestrzeni.

Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Zjawisko izomerii jest jednym z czynników wpływających na olbrzymią różnorodność związków organicznych. Izomery to związki chemiczne o takim samym składzie pierwiastkowym, ale o różnej strukturze (budowie wewnętrznej).

Wyróżnia się wiele rodzajów izomerii, w tym izomerię konstytucyjną, w której izomery różnią się kolejnością lub sposobem połączenia atomów poszczególnych pierwiastków w cząsteczkach. Okazuje się, że istnieją też związki chemiczne, w których cząsteczkach atomy połączone są w takiej samej kolejności, ale rozmieszczone są w różny sposób w przestrzeni. Taki rodzaj izomerii jest określany jako stereoizomeria, a jej przykładami są izomeria *E/Z* oraz *cis-trans*.

### Twoje cele

- Poznasz warunki, które musi spełnić alken, aby wykazywać izomerię typu *E/Z* lub *cis-trans*.
- Narysujesz wzory izomerów typu *E/Z* oraz *cis-trans*.
- Poznasz różnicę między izomerami *cis-trans* a *Z/E*.
- Poznasz reguły pierwszeństwa podstawników.

# Przeczytaj

---

## Izomeria

Izomeria to zjawisko polegające na różnej budowie cząsteczek związków chemicznych posiadających takie same wzory sumaryczne. Najczęściej z pojęciem izomerii spotykamy się w przypadku związków organicznych, które mogą tworzyć wiele izomerów różnego rodzaju. W zależności od tego, czym dokładnie różnią się cząsteczki izomerów, możemy wyszczególnić dwie główne grupy izomerii – izomerię konstytucyjną oraz [stereoizomerię](#). Izomery konstytucyjne mogą różnić się między sobą kolejnością lub/i sposobem połączenia atomów w cząsteczkach.

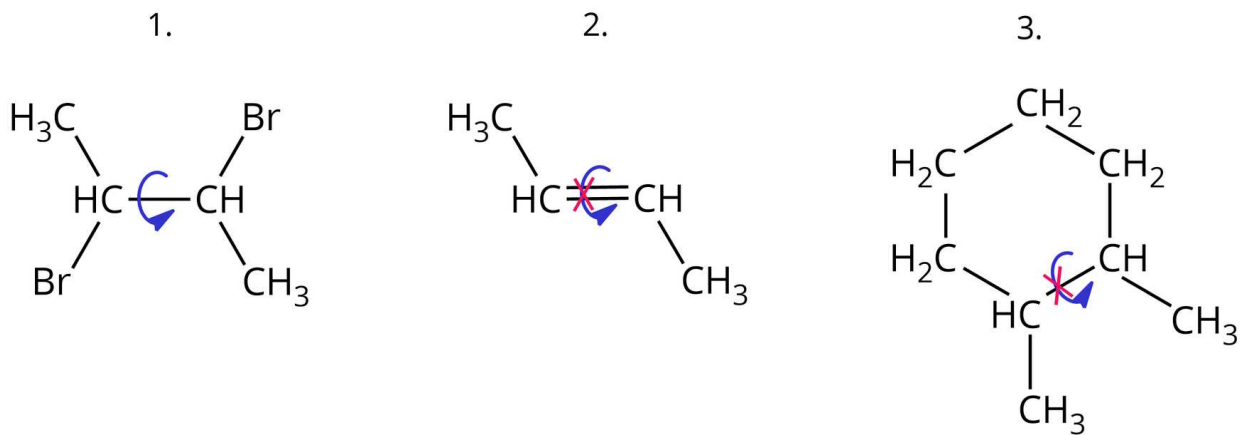
W cząsteczkach stereoizomerów kolejność i sposób połączenia atomów są takie same. Cząsteczki te różnią się jednak sposobem rozmieszczenia atomów (lub określonych grup atomów) w przestrzeni.

## Diastereoizomeria typu *E/Z* i *cis-trans* – warunki występowania

Jednym z rodzajów stereoizomerii jest tzw. diastereoizomeria. Diastereoizomery różnią się konfiguracją (w uproszczeniu – rozmieszczeniem atomów w przestrzeni) przy przynajmniej jednym i jednocześnie nie przy wszystkich atomach węgla w cząsteczkach.

Do diastereoizomerów zaliczamy m.in. izomery typu *E/Z*, których szczególnym przypadkiem są izomery typu *cis-trans*.

Jednym z warunków występowania zjawiska [izomerii typu E/Z](#) (w tym również [izomerii typu cis-trans](#)) jest ograniczona rotacja atomów bądź grup atomów wokół wiązania węgiel-węgiel w cząsteczce.

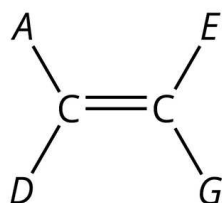


W cząsteczce oznaczonej na powyższej grafice numerem 1. istnieje swoboda rotacji atomów (i grup atomów) wokół każdego z wiązań (na grafice zaznaczono możliwość obrotu wokół wiązania pomiędzy drugim i trzecim atomem węgla). W cząsteczkach oznaczonych numerami 2. i 3. możliwość rotacji atomów (i grup atomów) wokół wiązania węgiel-węgiel jest zablokowana – w przypadku cząsteczki nr 2. przez wiązanie podwójne, a w przypadku cząsteczki nr 3. przez pierścień.

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

Z izomerią typu *E/Z* mamy do czynienia wówczas, gdy rozpatrywane cząsteczki różnią się położeniem atomów lub grup atomów w stosunku do płaszczyzny odniesienia. W przypadku [alkenów](#), płaszczyzną odniesienia jest płaszczyzna wiązania podwójnego.

Jednak nie wszystkie alkeny, pomimo obecności wiązania podwójnego w cząsteczkach, mogą tworzyć izomery typu *E/Z*. Kolejnym warunkiem do występowania izomerii typu *E/Z* w alkenach jest bowiem obecność w ich cząsteczkach, przy atomach węgla połączonych wiązaniem podwójnym, podstawników parami nieidentycznych. Warunek ten zilustrowano na poniższej grafice.



gdzie  $A \neq D$  i  $E \neq G$

Literami  $A$ ,  $D$ ,  $E$  i  $G$  oznaczono atomy (np. atomy wodoru, atomy fluorowców) bądź grupy atomów (np. grupy alkilowe) połączone bezpośrednio z atomami węgla, których orbitalom walencyjnym przypisujemy hybrydyzację typu  $sp^2$ . Jeśli spełniony jest powyższy warunek, to dany alken może tworzyć izomery typu  $E/Z$ .

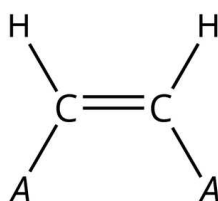
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

### Polecenie 1

Zastanów się i odpowiedz na pytanie, czy propen może tworzyć izomery typu  $E/Z$ .

Odpowiedź krótko uzasadnij.

Jak już wspomniano, izomeria typu *cis-trans* jest szczególnym przypadkiem izomerii typu  $E/Z$ . Z izomerami typu *cis-trans*, w przypadku alkenów, mamy do czynienia wówczas, gdy przy każdym z atomów węgla, połączonych wiązaniem podwójnym, znajduje się jeden atom wodoru i podstawnik identyczny dla obydwu atomów węgla.



Ogólny wzór strukturalny cząsteczki alkenu, mogącego tworzyć izomery typu *cis-trans*. Literami  $A$  oznaczono atomy (np. atomy wodoru, atomy fluorowców) bądź grupy atomów (np. grupy alkilowe) połączone bezpośrednio z atomami węgla, których orbitalom walencyjnym przypisujemy hybrydyzację typu  $sp^2$ .

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

Rozpatrując izomerię typu  $E/Z$  i *cis-trans* dla alkenów, często posługujemy się sformułowaniami, takimi jak: alken jednopodstawiony, dwupodstawiony, trójpodstawiony lub czteropodstawiony. Z alkenem czteropodstawionym mamy do czynienia wówczas, gdy w jego cząsteczce, do atomów węgla połączonych wiązaniem podwójnym, nie jest przyłączony żaden atom wodoru. W przypadku cząsteczki alkenu

trójpodstawionego, do atomów węgla, uczestniczących w tworzeniu wiązania podwójnego, przyłączone są trzy podstawniki inne niż atom wodoru, w cząsteczce alkenu dwupodstawionego – do wspomnianych atomów węgla przyłączone są dwa podstawniki inne niż atomy wodoru, a w cząsteczce alkenu jednopodstawowego – jeden podstawnik inny niż atom wodoru.

Zjawisko diastereoizomerii *cis-trans* dotyczy nie tylko alkenów, ale również cykloalkanów, w których cząsteczkach rotacja wokół pojedynczych wiązań węgiel-węgiel w pierścieniu jest utrudniona. Dany cykloalkan (lub jego pochodna) może występować w postaci izomerów *cis-trans* wówczas, gdy w jego cząsteczce, do sąsiednich atomów węgla w pierścieniu, przyłączone są po dwa parami nieidentyczne podstawniki, przy czym jednym z nich w każdym przypadku jest atom wodoru.

### Polecenie 2

Zastanów się i odpowiedz na pytanie, czy metylocyklopentan może tworzyć izomery typu *cis-trans*. Odpowiedź krótko uzasadnij.

## Izomery typu *cis-trans* – nazewnictwo

Pamiętaj, że w alkenach izomerię typu *cis-trans* powinniśmy rozpatrywać tylko w przypadku alkenów dwupodstawionych, w cząsteczkach których do każdego z atomów węgla, połączonych wiązaniem podwójnym, dołączony jest jeden atom wodoru i jeden podstawnik identyczny dla obydwu wspomnianych atomów węgla.

Cząsteczki alkenów będących izomerami typu *cis-trans* różnią się położeniem atomów lub grup atomów w stosunku do płaszczyzny wiązania podwójnego. W izomerach *cis* identyczne podstawniki są po tej samej stronie płaszczyzny wiązania, a w izomerach *trans* – po przeciwnych stronach.

Przykładem alkenu, który wykazuje tego typu izomerię, jest but-2-en.

Izomery typu *cis-trans* na przykładzie cząsteczki but-2-enu. Kolorem pomarańczowym schematycznie zaznaczono płaszczyznę wiązania podwójnego.

Cząsteczki cykloalkanów będących izomerami typu *cis-trans* różnią się położeniem atomów lub grup atomów w stosunku do płaszczyzny odniesienia, którą w tym przypadku stanowi „płaszczyzna” pierścienia. W izomerach *cis*, identyczne podstawniki znajdują się po tej samej stronie płaszczyzny pierścienia, a w izomerach *trans* – po przeciwnych jej stronach.

Przykładem cykloalkanu, który wykazuje tego typu izomerię, jest 1,2-dimetylocyklopropan.

Izomery typu *cis-trans* na przykładzie cząsteczki 1,2-dimetylocyklopropanu

Zwróć uwagę, że podając nazwę odpowiedniego izomeru typu *cis-trans*, przed nazwą związku umieszczamy przedrostek *cis-* lub *trans-*.

## Izomery typu *E/Z* – nazewnictwo

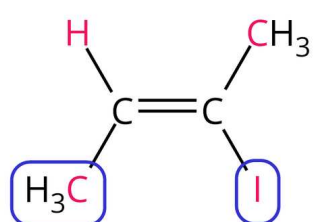
Aby ustalić nazwę alkenu występującego w postaci izomerów typu *E/Z*, musimy określić tzw. „ważność” podstawników przy każdym atomie węgla biorącym udział w tworzeniu wiązania podwójnego.

W przypadku gdy podstawniki „ważniejsze” znajdują się po tej samej stronie płaszczyzny wiązania podwójnego, mamy do czynienia z izomerem typu *Z* (niem. *zusammen* = razem). Jeśli podstawniki „ważniejsze” znajdują się po przeciwnych stronach płaszczyzny wiązania podwójnego, rozpatrujemy izomer typu *E* (niem. *entgegen* = osobno).

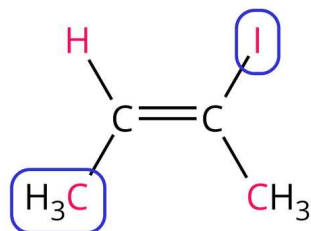
Do ustalenia wspomnianej „ważności” podstawników wykorzystujemy tzw. [reguły pierwszeństwa](#), zwane regułami Cahn–Ingolda–Preloga.

## Reguły pierwszeństwa podstawników

1. Atom o większej liczbie atomowej jest ważniejszy niż atom o mniejszej liczbie atomowej, np.  $I > Br > Cl > O > N > C > H$ .



(*Z*)-2-jodobut-2-en



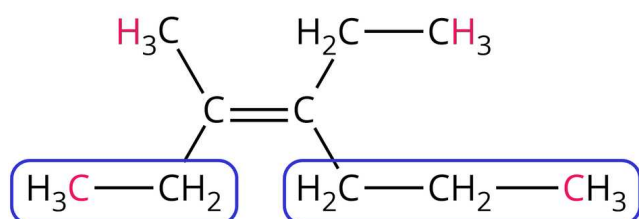
(*E*)-2-jodobut-2-en

Izomeria typu *E/Z* na przykładzie 2-jodobut-2-enu. Na różowo wyróżniono symbole pierwiastków, których liczby atomowe porównywano. Kolorem niebieskim zaznaczono podstawniki „ważniejsze”, przy każdym z atomów węgla połączonych wiązaniem podwójnym.

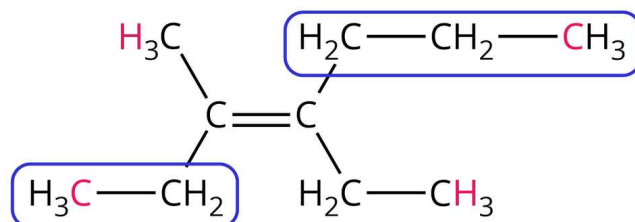
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zwróć uwagę, że podając nazwę odpowiedniego izomeru typu *E/Z*, przed nazwą związku umieszczamy zapisany w nawiasie deskryptor stereochemiczny (*E* lub *Z*) z odpowiadającym mu lokantem (numerem atomu węgla, którego deskryptor ten dotyczy).

2. W przypadku gdy atomy bezpośrednio przyłączone do atomów węgla połączonych wiązaniem podwójnym nie różnią się liczbą atomową, należy porównać liczby atomowe kolejnych atomów (aż do rozstrzygnięcia).



(*Z*)-4-etylo-3-metylohept-3-en



(*E*)-4-etylo-3-metylohept-3-en

Izomeria typu *E/Z* na przykładzie 4-etylo-3-metylohept-3-enu. Na różowo wyróżniono symbole pierwiastków, których liczby atomowe porównywano. Kolorem niebieskim

zaznaczono podstawniki „ważniejsze”, przy każdym z atomów węgla połączonych wiązaniem podwójnym.

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

3. W przypadku gdy atomy podstawnika połączone są wiązaniem wielokrotnym, należy rozpisać je na odpowiednią liczbę wiązań pojedynczych.

wzór strukturalny podstawnika	
interpretacja zapisu w czasie ustalania pierwszeństwa podstawników	

Przykładowe podstawniki, w których atomy połączone są wiązaniem wielokrotnym.

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

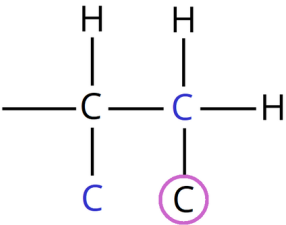
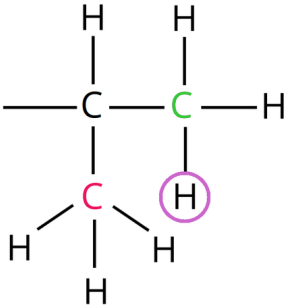


(3Z)-3-(chlorometylideno)-4-metylopent-1-en      (3E)-3-(chlorometylideno)-4-metylopent-1-en

Izomeria typu *E/Z* na przykładzie 3-(chlorometylideno)-4-metylopent-1-enu. Na różowo wyróżniono symbole pierwiastków, których liczby atomowe porównywano. Kolorem niebieskim zaznaczono podstawniki „ważniejsze”, przy każdym z atomów węgla połączonych wiązaniem podwójnym. Na żółto podświetlono łańcuch główny.

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

Stosując reguły pierwszeństwa podstawników, należy rozpisać atomy w rozpatrywanych powyżej wzorach podstawników w następujący sposób:

wzór strukturalny podstawnika	$\text{--- HC}=\text{CH}_2$	$\text{--- HC---CH}_3$ $\quad  $ $\quad \text{CH}_3$
interpretacja zapisu w czasie ustalania pierwszeństwa podstawników		

Wzory strukturalne podstawników oraz ich interpretacja zapisu w czasie ustalania pierwszeństwa podstawników

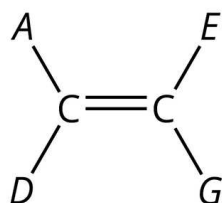
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Pamiętaj, że formalnie każdy izomer typu *cis* jest jednocześnie izomerem typu *Z*, a każdy izomer typu *trans* – izomerem typu *E*. Relacja ta nie jest jednak spełniona w drugą stronę – nie każdy izomer typu *Z* jest jednocześnie izomerem typu *cis* i nie każdy izomer typu *E* jest izomerem typu *trans*.

## Podsumowanie

Izomeria typu *E/Z* jest przykładem stereoizomerii – izomery różnią się rozmieszczeniem atomów (lub grup atomów) w przestrzeni.

Warunkiem występowania izomerii typu *E/Z* w alkenach jest obecność w ich cząsteczkach, przy atomach węgla połączonych wiązaniem podwójnym, podstawników parami nieidentycznych:



gdzie  $A \neq D$  i  $E \neq G$

Literami  $A$ ,  $D$ ,  $E$  i  $G$  oznaczono atomy (np. atomy wodoru, atomy fluorowców) bądź grupy atomów (np. grupy alkilowe) połączone bezpośrednio z atomami węgla, których orbitalom walencyjnym przypisujemy hybrydyzację typu  $sp^2$ . Jeśli spełniony jest powyższy warunek, to dany alken może tworzyć izomery typu  $E/Z$ .

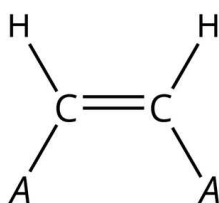
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W celu ustalenia nazwy alkenu występującego w postaci izomerów typu  $E/Z$ , należy określić tzw. „ważność” podstawników przy każdym atomie węgla biorącym udział w tworzeniu wiązania podwójnego, stosując do tego celu reguły pierwszeństwa (Cahna–Ingolda–Preloga).

W przypadku gdy podstawniki „ważniejsze” znajdują się po tej samej stronie płaszczyzny wiązania podwójnego, mamy do czynienia z izomerem typu  $Z$ , a gdy znajdują się po przeciwnych stronach płaszczyzny wiązania podwójnego – z izomerem typu  $E$ .

Szczególnym przypadkiem izomerii typu  $E/Z$  jest izomeria typu  $cis-trans$ .

W alkenach, izomerię typu  $cis-trans$  należy rozpatrywać tylko w przypadku alkenów dwupodstawionych, w cząsteczkach których do każdego z atomów węgla, połączonych wiązaniem podwójnym, dołączony jest jeden atom wodoru i jeden podstawnik identyczny dla obydwu wspomnianych atomów węgla.



Ogólny wzór strukturalny cząsteczki alkenu, mogącego tworzyć izomery typu  $cis-trans$ . Literami  $A$  oznaczono atomy (np. atomy wodoru, atomy fluorowców) bądź grupy atomów (np. grupy alkilowe)

połączone bezpośrednio z atomami węgla, których orbitalom walencyjnym przypisujemy hybrydyzację typu  $sp^2$ .

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

W cząsteczkach izomerów *cis* identyczne podstawniki są po tej samej stronie płaszczyzny wiązania, a w cząsteczkach izomerów *trans* – po przeciwnych stronach.

## Słownik

### alken

węglowodór zawierający w cząsteczce jedno podwójne wiązanie węgiel-węgiel; ogólny wzór sumaryczny szeregu homologicznego alkenów ma postać  $C_nH_{2n}$

### stereoizomeria

izomeria związana z różnym przestrzennym rozmieszczeniem atomów (lub grup atomów) w cząsteczkach związków chemicznych o tej samej konstytucji, a więc sposobie i kolejności powiązania atomów

### izomeria typu *cis/trans*

specyficzny przypadek izomerii typu *E/Z*; z izomerami typu *cis-trans*, w przypadku alkenów, mamy do czynienia wówczas, gdy przy każdym z atomów węgla, połączonych wiązaniem podwójnym, znajduje się jeden atom wodoru i podstawnik identyczny dla obydwu atomów węgla; w cząsteczkach izomerów *cis* identyczne podstawniki znajdują się po tej samej stronie płaszczyzny wiązania podwójnego, a w cząsteczkach izomerów *trans* – po przeciwnych stronach; izomery typu *cis-trans* mogą tworzyć również odpowiednie cykloalkany, w których jako płaszczyznę odniesienia stosuje się płaszczyznę pierścienia

### izomeria typu *E/Z*

rodzaj diastereoizomerii obserwowanej w alkenach, w których cząsteczkach, przy atomach węgla połączonych wiązaniem podwójnym, znajdują się podstawniki parami nieidentyczne; ustalenie nazwy izomeru typu *E/Z* wymaga uprzedniego

ustalenia pierwszeństwa podstawników według reguł Cahna, Ingolda i Preloga, a następnie określenia, czy ważniejsze podstawniki znajdują się po tej samej stronie płaszczyzny wiązania podwójnego („zusammen” – wówczas jest to izomer *Z*), czy po przeciwnych stronach („entgegen” – wówczas jest to izomer *E*)

### reguły pierwszeństwa podstawników

zwane regułami Cahna, Ingolda i Preloga, używane w stereochemii, pozwalają na określenie pierwszeństwa („ważności”) podstawników i ustalenie nazwy izomeru:

1. atom o większej liczbie atomowej jest ważniejszy niż atom o mniejszej liczbie atomowej, np.  $I > Br > O > C > H$ ;
2. jeżeli atomy bezpośrednio przyłączone do atomów węgla, połączonych wiązaniem podwójnym, nie różnią się liczbą atomową, należy porównać liczby atomowe kolejnych atomów (aż do rozstrzygnięcia);
3. każde wiązanie wielokrotne należy rozpisać na odpowiednią ilość wiązań pojedynczych

## Bibliografia

Encyklopedia PWN

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.

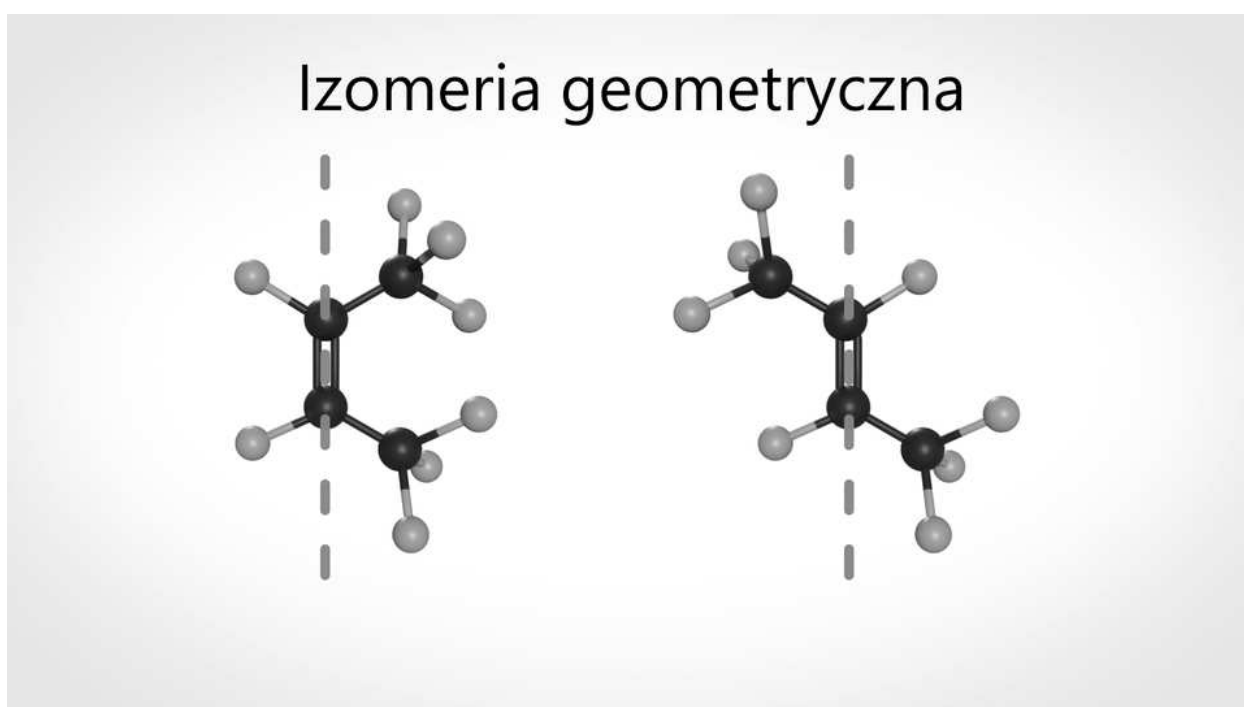
# Film samouczek

---

## Polecenie 1

Zapoznaj się z poniższym filmem dotyczącym izomerii geometrycznej w cząsteczkach alkenów, a następnie rozwiąż zadania.

Trwa wczytywanie danych ..



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1PI8xqZ1IO38>

Film samouczek pt. *Izomeria typu E/Z i cis-trans*

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącej izomerii geometrycznej w cząsteczkach alkenów.

---

## Ćwiczenie 1

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

## Ćwiczenie 2

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Połącz w pary poniższe pojęcia z ich wyjaśnieniem

Izomeria typu *cis/trans* -

izomeria związana z różnym przestrzennym rozmieszczeniem atomów (lub grup atomów) w cząsteczkach związków chemicznych o tej samej konstytucji.

Alken -

specyficzny przypadek izomerii typu *E/Z*; w cząsteczkach izomerów do każdego z rozpatrywanych atomów węgla przyłączony jest jeden atom wodoru i podstawnik identyczny dla obydwu atomów węgla.

Stereoizomeria -

węglowodór zawierający w cząsteczce jedno wiązanie podwójne.

Izomeria typu *Z/E* -

rodzaj diastereoizomerii obserwowanej w alkenach, które posiadają więcej niż dwa różne podstawniki przy atomach węgla  $sp^2$ .

## Ćwiczenie 2



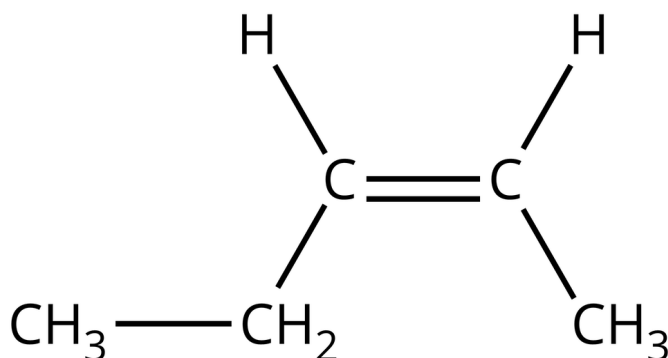
Określ prawdziwość poniższych zdań.

	Prawda	Fałsz
Atom o mniejszej liczbie atomowej jest ważniejszy niż atom o większej liczbie atomowej.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
W przypadku alkenów, izomerię typu <i>cis-trans</i> powinno się rozpatrywać tylko dla alkenów dwupodstawionych.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Przykładem alkenu, który wykazuje stereoizomerię, jest but-2-en.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Ćwiczenie 3



Jaką nazwę systematyczną posiada związek o poniższym wzorze półstrukturalnym przedstawionym na rysunku? Zaznacz poprawną odpowiedź.



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

Nazwa izomeru to:

(2*Z*)-pent-3-en.

(2*Z*)-pent-2-en.

(4*Z*)-pent-2-en.

## Ćwiczenie 4



Narysuj wzór półstrukturalny (3*E*)-2-metyloheks-3-enu.

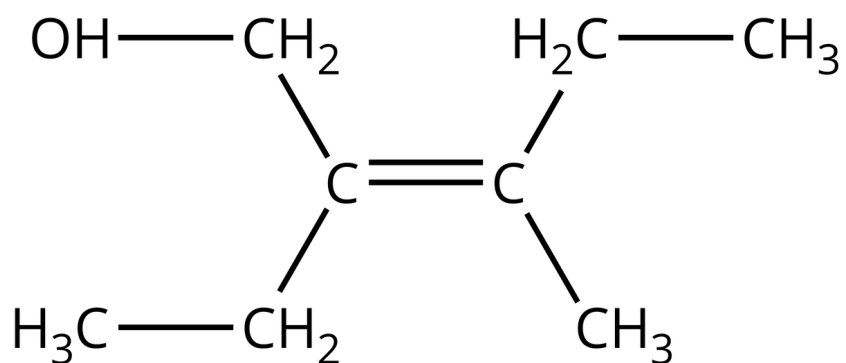
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 5



Czy związek o wzorze przedstawionym na rysunku tworzy izomery typu *E/Z*? Odpowiedź uzasadnij.



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

Odpowiedź:

## Ćwiczenie 6



Narysuj wzór półstrukturalny (2*Z*)-2-bromo-3-etylo-4-metylopent-2-enu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 7



Pewien alkohol trzeciorzędowy można otrzymać w wyniku addycji wody do dwóch różnych alkenów. Wiedząc, że cząsteczka tego alkoholu zawiera pięć atomów węgla, narysuj jego wzór półstrukturalny i podaj jego nazwę. Następnie odpowiedz na pytanie, czy alkeny, których można użyć do otrzymania tego alkoholu wspomnianą metodą, mogą tworzyć izomery *E/Z*.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 8



Na całkowite odbarwienie roztworu bromu w rozpuszczalniku organicznym, zawierającego 40 g bromu, zużyto 21 g pewnego alkenu. Ustal wzór sumaryczny tego alkenu oraz narysuj jego wzór półstrukturalny i podaj nazwę wiedząc, że:

- tworzy on izomery typu *E/Z*;
- jeden z atomów węgla, uczestniczących w tworzeniu wiązania podwójnego, posiada dwa podstawniki alkilowe.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 9



100 g izomeru *cis* pewnego alkenu poddano reakcji z manganianem(VII) potasu w środowisku kwasowym na gorąco, otrzymując 176 g kwasu karboksylowego. Podaj nazwę alkenu i narysuj jego wzór półstrukturalny.

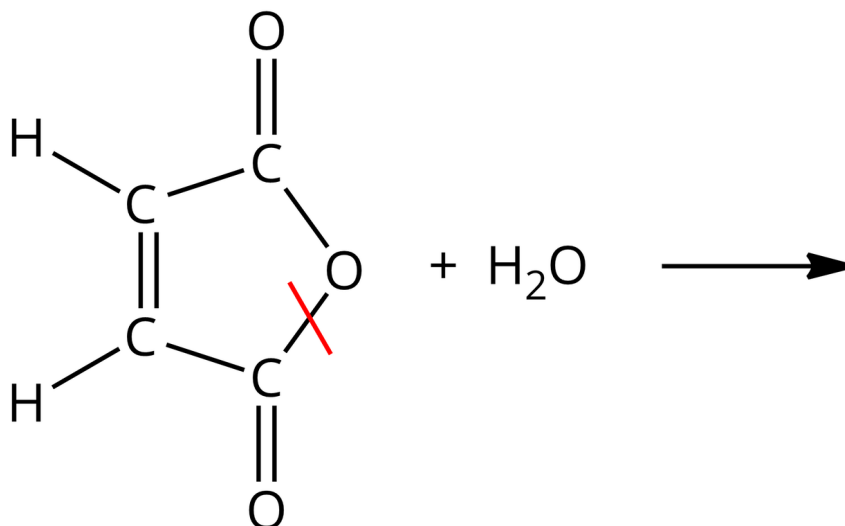
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszytcie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 10



Bezwodniki kwasowe to związki organiczne, które w wyniku reakcji z wodą tworzą odpowiedni kwas karboksylowy. Na rysunku poniżej znajduje się wzór bezwodnika maleinowego, gdzie czerwoną kreską zaznaczono rozerwane wiązanie w trakcie reakcji.



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

Zapisz wzór półstrukturalny kwasu maleinowego, który powstanie w wyniku powyższej reakcji, i podaj jego nazwę, określając odpowiedni typ stereoizomeru.

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:** Elżbieta Korzeniak, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Izomeria typu *E/Z* i *cis-trans*

**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:

5) wyjaśnia zjawisko izomerii *cis-trans*; uzasadnia warunki wystąpienia izomerii geometrycznej w cząsteczce związku o podanej nazwie lub o podanym wzorze strukturalnym (lub półstrukturalnym); rysuje wzory izomerów geometrycznych.

## 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:

- poznaje warunki, które musi spełnić alken, aby wykazywać izomerię typu *E/Z* lub *cis-trans*;
- rysuje wzory izomerów geometrycznych;
- omawia różnice między izomerami *cis-trans* a *E/Z*;
- wymienia reguły pierwszeństwa podstawników.

## Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

## Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- film samouczek;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- tarcza strzelnicza.

## Formy pracy:

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

## Środki dydaktyczne:

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

## Przebieg zajęć

### Faza wstępna:

1. Nauczyciel pokazuje modele *cis*-but-2-enu i *trans*-but-2-enu, a uczniowie rysują wzory półstrukturalne.
2. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: Czy są to izomery, czy to ten sam związek?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

### Faza realizacyjna:

1. Uczniowie zapoznają się z treściami e-materiału, które dotyczą izomerii typu *E/Z* alkenów, oraz układają pytania do tekstu. Po określonym czasie zadają sobie nawzajem pytania i udzielają odpowiedzi. Nauczyciel monitoruje przebieg oraz weryfikuje poprawność tych wypowiedzi i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
2. Nauczyciel wprowadza pojęcia izomeru *cis* i *trans* na przykładzie izomerów geometrycznych but-2-enu. Powrót do fazy wstępnej i skonfrontowanie wypowiedzi uczniów z wiedzą nabytą obecnie, dotyczącą izomerii typu *E/Z*.
3. Nauczyciel z uczniami wspólnie ustalają warunki, jakie musi spełniać alken, aby występował w postaci izomeru typu *E/Z* (*cis-trans*).
4. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: Czy 3-metylo-pent-2-en tworzy izomery typu *cis-trans*? Uczniowie podają swoje propozycje. (Okazuje się, że nie.)
5. Wprowadzenie konwencji *E/Z* oraz reguł pierwszeństwa podstawników.

6. Uczniowie w parach zapoznają się z filmem samouczkiem, a następnie wykonują ćwiczenia zawarte w medium.
7. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w sekcji „Sprawdź się”.

### **Faza podsumowująca:**

1. Tarcza strzelnicza. Celem tej metody jest bardzo szybkie uzyskanie informacji zwrotnej. Uczniowie na tarczy strzelniczej, zawieszanej w sali lekcyjnej, z użyciem karteczek samoprzylepnych, zaznaczają w skali od 0 do 10 swoje „strzały”. Koło można podzielić na części, w których oceniać można różne aspekty pracy, np.: przydatność, atrakcyjność, stopień trudności materiału, zaangażowanie uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia, który wynika z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji itp. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie w ramach podsumowania.

### **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:**

Film samouczek może być użyty jako forma utrwalająca w podsumowaniu lekcji lub jako forma wprowadzająca przed przystąpieniem do wykonywanych zadań.

### **Materiały pomocnicze:**

1. Nauczyciel przygotowuje arkusz papieru z tarczą strzelniczą oraz cenki dla uczniów na podsumowanie lekcji.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
  - Jakie kryteria musi spełnić alken, aby tworzyć izomery typu *cis-trans* a jakie *E/Z*?
  - Czy związek o nazwie: but-1-en tworzy izomery typu *E/Z*? Odpowiedź uzasadnij.