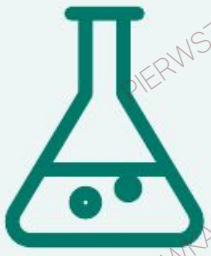
Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 13

Izomeria – rzędowość i stereoizomeria

Wymagania: ZR XII.2, XII.4, XII.5, XII.6. Osiem kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, zadania typu maturalnego, chemia w praktyce, kartkówka (A i B) i sprawdzian (A i B) – z kluczem i zasadami oceniania.



Chemia | klasa 3 LO i technikum | Dział 13 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	3 zad. · 4 pkt
2	**Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	6 zad. · 10 pkt
3	**Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – zadania typu maturalnego** Polecenia i punktacja jak na maturze z chemii	Zadania typu maturalnego	ZR	6 zad. · 8 pkt
4	**Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – w praktyce** Doświadczenie i materiał źródłowy	Ćwiczenia	ZR	3 zad. · 7 pkt
5	**Kartkówka: izomeria – grupa A** 15 minut · 8 pkt	Kartkówka	ZR	5 zad. · 8 pkt
6	**Kartkówka: izomeria – grupa B** 15 minut · 8 pkt	Kartkówka	ZR	5 zad. · 8 pkt
7	**Sprawdzian: Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – grupa A** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt
8	**Sprawdzian: Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – grupa B** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 przypomina najważniejsze wiadomości, pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku i to, jak dane wymaganie sprawdza CKE.
- Karta 2 to ćwiczenia podstawowe, karta 3 – utrwalenie (w zakresie rozszerzonym: zadania w formule matury), karta 4 – chemia w praktyce: doświadczenie i materiał źródłowy.
- Karty 5–6 to kartkówka (15 minut), karty 7–8 – sprawdzian (45 minut), w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne dane.
- Klucz na końcu zawiera odpowiedzi, przykładowe rozwiązania i zasady oceniania w stylu CKE oraz numer wymagania podstawy przy każdym zadaniu.
- Osobny plik „Powtórka" zbiera definicje, wzory, typowe błędy, informację, co jest w tablicach CKE, i test „Sprawdź się".

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego
Jak to sprawdza CKE	typ zadania i typowy błąd ze sprawozdań CKE
Na maturze	wymagania z podstawy programowej, których dotyczy temat

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **ZR XII.2** stosuje pojęcia: homolog, szereg homologiczny, wzór ogólny, rzędowość w związkach organicznych, izomeria konstytucyjna (szkieletowa, położenia, grup funkcyjnych), stereoizomeria (izomeria geometryczna, izomeria optyczna); rozpoznaje i klasyfikuje izomery;
- **ZR XII.4** wyjaśnia zjawisko izomerii geometrycznej (cis-trans); uzasadnia warunki wystąpienia izomerii geometrycznej w cząsteczce związku o podanej nazwie lub o podanym wzorze strukturalnym (lub półstrukturalnym); rysuje wzory izomerów geometrycznych;
- **ZR XII.5** 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;
- **ZR XII.6** analizuje zmiany właściwości fizycznych (np. temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie) w szeregach homologicznych oraz analizuje i porównuje właściwości różnych izomerów konstytucyjnych; porównuje właściwości stereoizomerów (enancjomerów i diastereoizomerów);

Materiał oryginalny. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania: ZR XII.2, XII.4, XII.5, XII.6. Masy atomowe i stałe według „Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych" CKE. Miejsce w programach: Pazdro ZR 2024, dział „Wstęp do chemii organicznej" – kl. 3; „To jest chemia 2" ZR (Nowa Era) – rozdz. o izomerii (nazwy wydawnictw podano informacyjnie – materiał nie jest z nimi powiązany). Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

PIERWSZA ŁAWKA

Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – najważniejsze wiadomości

Teoria w pigułce, przykłady krok po kroku, rozgrzewka

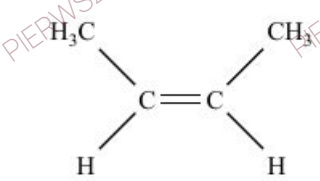
ZR KARTA 1/8

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 4 pkt

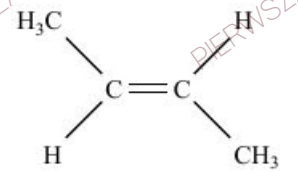
Najważniejsze wiadomości · 4 pkt

Przypomnij sobie

- **Rzędowość atomu węgla** to liczba atomów węgla, z którymi dany atom węgla jest bezpośrednio połączony: I-rzędowy (jeden sąsiedni C), II-rzędowy (dwa), III-rzędowy (trzy), IV-rzędowy (cztery). **Rzędowość alkoholu** (fluorowcopochodnej) to rzędowość atomu węgla, z którym związana jest grupa OH (atom fluorowca): butan-1-ol – I-rzędowy, butan-2-ol – II-rzędowy, 2-metylopropan-2-ol – III-rzędowy.
- **Izomery** mają ten sam wzór sumaryczny, a różną budowę. Izomeria **konstytucyjna** (inna kolejność połączeń atomów): szkieletowa (butan i 2-metylopropan), położenia (but-1-en i but-2-en; butan-1-ol i butan-2-ol), grup funkcyjnych (etanol i metoksymetan; propan-1-ol i metoksyetan). **Stereoizomery** mają te same połączenia atomów, a różne rozmieszczenie w przestrzeni: izomeria geometryczna (cis-trans) i optyczna.
- **Izomeria cis-trans** występuje, gdy obrót wokół wiązania jest zablokowany (wiązanie podwójne C=C, pierścień) i **każdy** z dwóch atomów węgla wiązania podwójnego ma dwa różne podstawniki. But-2-en ma izomery cis i trans, a but-1-en i 2-metylopropen – nie (jeden atom C ma dwa jednakowe podstawniki). Cis – takie same podstawniki po tej samej stronie wiązania podwójnego, trans – po przeciwnych stronach.

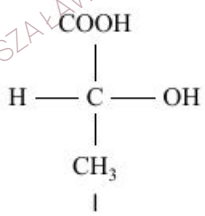


izomer cis

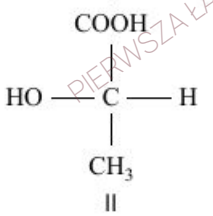


izomer trans

- **Chiralność**: cząsteczka jest chiralna, gdy nie da się jej nałożyć na jej odbicie lustrzane. Najczęstsza przyczyna – **centrum stereogeniczne** (asymetryczny atom węgla) – atom C połączony z czterema **różnymi** podstawnikami, np. C2 w butan-2-olu (H, OH, CH_3, C_2H_5). Cząsteczka z płaszczyzną symetrii jest achiralna, nawet jeśli ma centra stereogeniczne (forma **mezo**).
- **Projekcja Fischera**: łańcuch węglowy pionowo (atom C o najwyższym stopniu utlenienia – u góry), linie poziome – wiązania skierowane do obserwatora, pionowe – od obserwatora. Odbicie lustrzane = zamiana stron (lewa ↔ prawa) we wszystkich wierszach. Wzór wolno obrócić w płaszczyźnie kartki tylko o 180°.



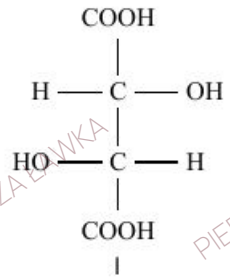
I



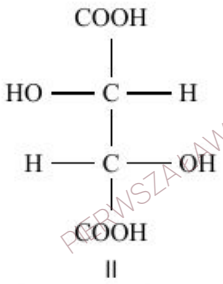
II

- **Enancjomery** – stereoizomery będące swoimi odbiciami lustrzanymi (nienakładalnymi); **diastereoizomery** – stereoizomery, które nie są enancjomerami (np. izomery cis i trans albo kwas winowy mezo i każda z form czynnych optycznie). Liczba stereoizomerów związku o *n* centrach stereogenicznych wynosi najwyżej 2^n (mniej,

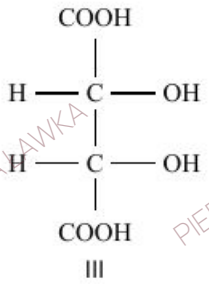
jeśli istnieje forma mezo). Kwas winowy (2 centra) ma 3 stereoizomery.



I



II



III

- **Właściwości izomerów**:

izomery	porównanie właściwości
szkieletowe alkanów	większe rozgałęzienie → mniejsza powierzchnia kontaktu cząsteczek → niższa temperatura wrzenia: pentan ok. 36 °C, 2-metylobutan ok. 28 °C, 2,2-dimetylopropan ok. 10 °C
grup funkcyjnych	etanol (wiązania wodorowe) wrze w 78 °C, metoksymetan – w ok. –24 °C
alken i cykloalkan (C_6H_{12})	heks-1-en odbarwia $KMnO_4(aq)$, cykloheksan – nie
cis i trans (diastereoizomery)	różne temperatury topnienia i wrzenia, rozpuszczalność: kwas maleinowy (cis) topi się w 135 °C, fumarowy (trans) – w 287 °C (z rozkładem)
enancjomery	te same t_t, t_w, gęstość, rozpuszczalność w rozpuszczalniku achiralnym; przeciwny kierunek skręcania płaszczyzny światła spolaryzowanego, różne oddziaływanie z innymi cząsteczkami chiralnymi (np. receptorami zapachu)

- **Jak to sprawdza CKE:** W maju 2026 r. zad. 21 (0–1) w formie P/F sprawdzało ocenę chiralności i możliwość izomerii geometrycznej dwóch kwasów z wiązaniem C=C (XII.4, XII.5), a zad. 27 (0–2) – narysowanie w projekcji Fischera dwóch diastereoizomerów alkoholu czterowodorotlenowego, z których jeden jest achiralny (1 pkt za każdy poprawny wzór). W maju 2025 r. zad. 22 (0–1) wymagało rozstrzygnięcia, w której z dwóch reakcji redukcji ketonów (propan-2-on, butan-2-on) powstaje mieszanina enancjomerów, i uzasadnienia – punkt tylko za rozstrzygnięcie razem z uzasadnieniem. Uzasadnienie musi odwoływać się do budowy cząsteczki (obecności asymetrycznego atomu węgla) – samo rozstrzygnięcie bez uzasadnienia nie daje punktu (2025 zad. 22).

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. Rozstrzygnij, czy pent-2-en i 2-metylobut-2-en występują w postaci izomerów cis i trans. Uzasadnij.

Pent-2-en CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3: C2 ma podstawniki H i CH_3, C3 – H i C_2H_5 – każdy atom C wiązania podwójnego ma dwa różne podstawniki → **tak**.

2-metylobut-2-en $(CH_3)_2$C=CH-CH_3: C2 ma dwie grupy CH_3 → **nie**.

Jak myśleć: sprawdzaj osobno **oba** atomy węgla wiązania podwójnego; wystarczy jeden z dwoma jednakowymi podstawnikami, by izomerii cis-trans nie było.

Przykład 2. Wskaż centra stereogeniczne w cząsteczkach: 3-metyloheksanu i 3-metylopentanu. Oceń, czy cząsteczki są chiralne.

3-metyloheksan CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_3: C3 ma H, CH_3, C_2H_5, C_3H_7 – cztery różne podstawniki → centrum stereogeniczne, cząsteczka chiralna.

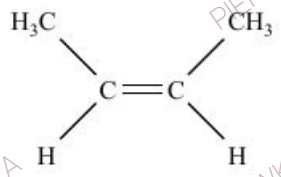
3-metylopentan: C3 ma H, CH_3 i **dwie** grupy C_2H_5 → brak centrum, cząsteczka achiralna.

Jak myśleć: porównuj całe podstawniki, a nie tylko atom, który jest przy węglu – „CH_2-CH_3" i „CH_2-CH_2-CH_3" to różne podstawniki.

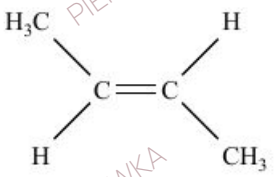
Przykład 3. **Węglowodór X zawiera 85,60% masowych węgla, a jego masa molowa wynosi 56,12 g·mol^{-1}. X odbarwia wodny roztwór manganianu(VII) potasu i występuje w postaci izomerów cis i trans. Ustal wzór sumaryczny X i narysuj wzory półstrukturalne obu izomerów geometrycznych.**

$n(C) = 0{,}8560 \cdot 56{,}12 : 12{,}01 = 4{,}00 \approx 4$; $n(H) = (56{,}12 - 4 \cdot 12{,}01) : 1{,}01 = 8{,}00 \approx 8 \rightarrow C_4H_8$.

Wzór C_nH_{2n} i odbarwianie $KMnO_4(aq)$ → alken; izomeria cis-trans → but-2-en (but-1-en i 2-metylopropen jej nie mają).



izomer cis

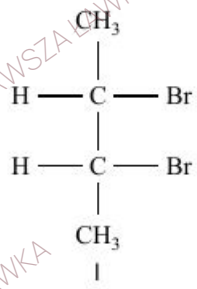


izomer trans

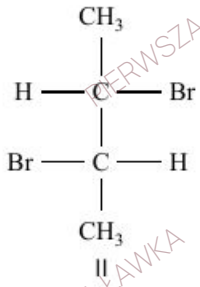
Jak myśleć: ten sam wzór C_4H_8 ma też cyklobutan i metylocyklopropan – dlatego treść podaje zachowanie wobec $KMnO_4$.

Przykład 4. **Narysuj w projekcji Fischera wszystkie stereoizomery 2,3-dibromobutanu. Wskaż parę enancjomerów i formę mezo.**

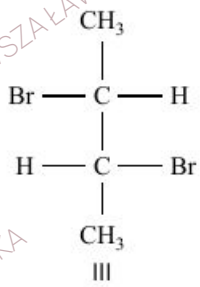
Dwa centra stereogeniczne (C2 i C3) → najwyżej 4 wzory, ale dwa z nich to ta sama cząsteczka mezo.



I



II



III

I – forma mezo (płaszczyzna symetrii między C2 i C3, achiralna); II i III – enancjomery (odbicia lustrzane). I i II (oraz I i III) – diastereoizomery.

Jak myśleć: obróć wzór o 180° w płaszczyźnie – jeśli wychodzi ten sam, a pionowa oś dzieli go na połówki-lustra, to forma mezo.

Zadania

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Związek: 2-metylobutan-2-ol CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_2-CH_3.

Uzupełnij zdania. Wpisz odpowiednie określenia w wykropkowanych miejscach.

1. Atom węgla połączony z grupą OH jest _____-rzędowy.
2. W cząsteczce są _____ atomy węgla I-rzędowe.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.

Izomerami położenia są

A. cis-but-2-en i trans-but-2-en.

B. etanol i metoksymetan.

C. butan i 2-metylopropan.

D. butan-1-ol i butan-2-ol.

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych informacji. Wybierz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1. But-1-en występuje w postaci izomerów cis i trans.	P	F
2. Atom węgla C2 w cząsteczce butan-2-olu jest centrum stereogenicznym.	P	F
3. Enancjomery mają różne temperatury wrzenia.	P	F

Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR

KARTA 2/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 10 pkt

Ćwiczenia · 10 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Związki: 3-metylopentan, 2,2-dimetylobutan, heks-1-en.
Uzupełnij zdania. Wpisz liczby albo nazwę w wykropkowanych miejscach.

1. W cząsteczce 3-metylopentanu jest _____ atom(ów) węgla III-rzędowych.
2. W cząsteczce 2,2-dimetylobutanu jest _____ atom(ów) węgla IV-rzędowych.
3. Z podanych związków izomerem cykloheksanu jest _____.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.
Izomeria cis-trans jest możliwa dla

A. pent-2-enu.
B. 2-metylobut-2-enu.
C. but-1-enu.
D. 1,1-dichloroetenu.

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Narysuj wzory półstrukturalne izomerów cis i trans 1,2-dichloroetenu. Zaznacz, który to izomer cis.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 4. (0–3 pkt) ..... / 3

Wskaż centra stereogeniczne.
Uzupełnij zdania. Wpisz liczby w wykropkowanych miejscach.

1. Liczba centrów stereogenicznych w cząsteczce 2-chlorobutanu wynosi _____.
2. Liczba centrów stereogenicznych w cząsteczce 3-chloropentanu wynosi _____.
3. Liczba centrów stereogenicznych w cząsteczce 2,3-dichlorobutanu wynosi _____.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Alken X o łańcuchu nierozgałęzionym ma masę molową 98,21 $g \cdot mol^{-1}$ i zawiera 85,60% masowych węgla. Ustal wzór sumaryczny X. Napisz nazwę jednego z izomerów X, które występują w postaci izomerów cis i trans. Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 5. (0–1 pkt) ..... / 1

Napisz wzory półstrukturalne izomerów cis i trans pent-2-enu i podpisz je.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 6. (0–1 pkt) ..... / 1

Kwas maleinowy (izomer cis) topi się w temperaturze 135 °C, a kwas fumarowy (izomer trans) – w 287 °C (z rozkładem). W 20–25 °C w 1 dm^3 nasyconego roztworu wodnego jest ok. 479 g kwasu maleinowego i tylko ok. 6,3 g kwasu fumarowego. Rozstrzygnij, czy te związki są enancjomerami, i uzasadnij odpowiedź, odwołując się do podanych danych.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

Sprawdzian: Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – grupa A

45 minut · 20 pkt

ZR

KARTA 7/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 20 pkt

Sprawdzian · 20 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.
Alkoholem III-rzędowym jest

A. 2-metylobutan-2-ol.

B. 2-metylobutan-1-ol.

C. pentan-2-ol.

D. 3-metylobutan-2-ol.

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Związek: 2,2,4-trimetylopentan CH_3-$C(CH_3)_2$-CH_2-$CH(CH_3)$-CH_3.
Uzupełnij zdania. Wpisz liczby w wykropkowanych miejscach.

1. Liczba atomów węgla I-rzędowych: _____.
2. Liczba atomów węgla II-rzędowych: _____.
3. Liczba atomów węgla IV-rzędowych: _____.

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość poniższych informacji. Wybierz P, jeśli informacja jest prawdziwa, albo F – jeśli jest fałszywa.

1. Izomeria cis-trans występuje w cząsteczkach 2-metylopent-2-enu.	P	F
2. Izomery cis i trans ma 1,2-dichloroeten, a 1,1-dichloroeten – nie.	P	F

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Alken X o łańcuchu nierozgałęzionym ma masę molową 70,15 $g \cdot mol^{-1}$ i zawiera 85,60% masowych węgla. Ustal jego wzór sumaryczny i napisz nazwę tego izomeru, który ma izomery cis i trans. Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 8. (0–3 pkt) ..... / 3

2,3-dibromobutan ma trzy stereoizomery (wzory I–III w zad. 6).

a) Napisz, ile centrów stereogenicznych ma jego cząsteczka.

b) Wyjaśnij, dlaczego liczba stereoizomerów jest mniejsza niż 2^n.

c) Rozstrzygnij, czy forma mezo i forma II mogą mieć różne temperatury wrzenia. Uzasadnij.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 9. (0–2 pkt) ..... / 2

Rozstrzygnij, który z izomerów C_2H_6O: etanol czy metoksymetan, ma wyższą temperaturę wrzenia. Uzasadnij odpowiedź.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 10. (0–3 pkt) ..... / 3

Określ rodzaj izomerii (szkieletowa, położenia, grup funkcyjnych, geometryczna, optyczna) łączącej pary:
a) heksan i 2-metylopentan, b) etanol i metoksymetan, c) cis- i trans-pent-2-en.

Miejsce na odpowiedź

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, chemia, klasa 3 LO i technikum (zakres rozszerzony)

Podgląd pokazał 9 z 29 stron. Pełna wersja: 29 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – najważniejsze wiadomości – 3 zadania, 4 pkt
- Karta 2: Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – ćwiczenia podstawowe – 6 zadań, 10 pkt
- Karta 3: Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – zadania typu maturalnego – 6 zadań, 8 pkt
- Karta 4: Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – w praktyce – 3 zadania, 7 pkt
- Karta 5: Kartkówka: izomeria – grupa A – 5 zadań, 8 pkt
- Karta 6: Kartkówka: izomeria – grupa B – 5 zadań, 8 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Izomeria – rzędowość i stereoizomeria – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dalej ćwiczenia, ut

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/chemia-liceum-klasa-3-zakres-rozszerzony-dzial-13-izomeria-rzedowosc-i-stereoizomeri