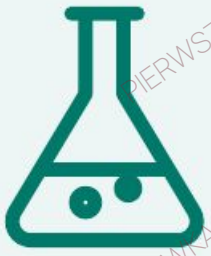
Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 14

Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony

Wymagania: ZR XII.7, XIII.1, XIII.3, XIII.4, XIII.9, XIII.10. 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 14 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – najważniejsze wiadomości** Teoria w pigułce, przykłady krok po kroku, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	3 zad. · 4 pkt
2	**Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – ćwiczenia podstawowe** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	6 zad. · 15 pkt
3	**Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – zadania typu maturalnego** Polecenia i punktacja jak na maturze z chemii	Zadania typu maturalnego	ZR	6 zad. · 8 pkt
4	**Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – w praktyce** Doświadczenie i materiał źródłowy	Ćwiczenia	ZR	3 zad. · 7 pkt
5	**Kartkówka: mechanizmy reakcji i węglowodory – grupa A** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt
6	**Kartkówka: mechanizmy reakcji i węglowodory – grupa B** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt
7	**Sprawdzian: Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – grupa A** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt
8	**Sprawdzian: Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – 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.7** klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ procesu (addycja, eliminacja, substytucja, polimeryzacja, kondensacja) i mechanizm reakcji (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy); wyjaśnia mechanizmy reakcji; pisze odpowiednie równania reakcji.
- **ZR XIII.1** ustala rzędowość atomów węgla w cząsteczce węglowodoru;
- **ZR XIII.3** opisuje właściwości chemiczne alkenów na przykładzie reakcji: spalania, addycji: H_2, Cl_2 i Br_2, HCl i HBr, H_2O, polimeryzacji; przewiduje produkty reakcji przyłączenia cząsteczek niesymetrycznych do niesymetrycznych alkenów na podstawie reguły Markownikowa (produkty główne i uboczne); opisuje zachowanie alkenów wobec wodnego roztworu manganianu(VII) potasu; pisze odpowiednie równania reakcji;
- **ZR XIII.4** planuje ciąg przemian pozwalających otrzymać np. alken z alkanu (z udziałem fluorowcopochodnych węglowodorów); pisze odpowiednie równania reakcji;
- **ZR XIII.9** opisuje właściwości chemiczne benzenu i toluenu (metylobenzenu) na przykładzie reakcji: spalania, z Cl_2 lub Br_2 wobec katalizatora albo w obecności światła, nitrowania; pisze równania reakcji chlorowcowania i nitrowania pochodnych benzenu, uwzględniając wpływ kierujący podstawników (atom chlorowca, grupa alkilowa, grupa nitrowa, grupa hydroksylowa, grupa karboksylowa);
- **ZR XIII.10** projektuje doświadczenia pozwalające na wskazanie różnic we właściwościach chemicznych węglowodorów nasyconych, nienasyconych i aromatycznych; na podstawie wyników przeprowadzonych doświadczeń wnioskuje o rodzaju węglowodoru; pisze odpowiednie równania reakcji;

Materiał oryginalny. Podstawa programowa LO i technikum w brzmieniu z 2024 r. (Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania: ZR XII.7, XIII.1, XIII.3, XIII.4, XIII.9, XIII.10. Masy atomowe i stałe według „Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych" CKE. Miejsce w programach: Pazdro ZR 2024, dział „Węglowodory" – kl. 3; „To jest chemia 2" ZR (Nowa Era) – rozdz. o węglowodorach (nazwy wydawnictw podano informacyjnie – materiał nie jest z nimi powiązany). Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

PIERWSZA ŁAWKA

Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – 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

- **Typy reakcji organicznych**: substytucja (podstawienie), addycja (przyłączenie), eliminacja (odłączenie, powstaje wiązanie wielokrotne), polimeryzacja, kondensacja. **Mechanizm** zależy od cząstki atakującej: rodnik (atom z niesparowanym elektronem, np. Cl·), elektrofil (cząstka z niedoborem elektronów, np. Br^+, NO_2^+, H^+), nukleofil (cząstka z wolną parą elektronową, np. OH^-, H_2O, Br^-).
- **Substytucja rodnikowa** (alkan + Cl_2 w świetle): inicjacja $Cl_2 \rightarrow 2Cl\cdot$; propagacja $CH_4 + Cl\cdot \rightarrow CH_3\cdot + HCl$, $CH_3\cdot + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + Cl\cdot$; zakończenie – łączenie się rodników. Sumarycznie: $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$. Łatwiej podstawiany jest atom H przy atomie C wyższego rzędu.
- **Addycja elektrofilowa** do alkenów: elektrofil przyłącza się do elektronów wiązania π, powstaje karbokation, który przyłącza nukleofil. Reakcje propenu: $CH_2{=}CH{-}CH_3 + H_2 \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH_3$ (katalizator Ni); $CH_2{=}CH{-}CH_3 + Br_2 \rightarrow CH_2Br{-}CHBr{-}CH_3$; $CH_2{=}CH{-}CH_3 + HCl \rightarrow CH_3{-}CHCl{-}CH_3$; $CH_2{=}CH{-}CH_3 + H_2O \rightarrow CH_3{-}CH(OH){-}CH_3$ (katalizator H^+); spalanie $2C_3H_6 + 9O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$; polimeryzacja – powstaje polipropylen $(-CH_2{-}CH(CH_3){-})n$.
- **Reguła Markownikowa**: przy addycji cząsteczki niesymetrycznej (HX, H_2O) do niesymetrycznego alkenu atom wodoru przyłącza się głównie do tego atomu C wiązania podwójnego, który ma więcej atomów wodoru. Produkt główny propenu z HBr – 2-bromopropan, uboczny – 1-bromopropan. Wyjaśnienie: powstaje trwalszy karbokation (wyższego rzędu).
- **Alkeny wobec $KMnO_4$(aq)**: fioletowy roztwór odbarwia się i wytrąca się brunatny osad MnO_2; powstaje diol: $3CH_2{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3CH_2(OH){-}CH_2(OH) + 2MnO_2 + 2KOH$. Alkany i benzen tej reakcji nie dają.
- **Ciągi przemian** (alkan → fluorowcopochodna → alken): $CH_3{-}CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3{-}CH_2Cl + HCl$ (światło); $CH_3{-}CH_2Cl + KOH \rightarrow CH_2{=}CH_2 + KCl + H_2O$ (eliminacja – KOH w etanolu, ogrzewanie); substytucja nukleofilowa – $CH_3{-}CH_2Br + NaOH \rightarrow CH_3{-}CH_2OH + NaBr$ (NaOH(aq)).
- **Benzen i toluen** – substytucja elektrofilowa: $C_6H_6 + Br_2 \rightarrow C_6H_5Br + HBr$ ($FeBr_3$); nitrowanie $C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$ (stęż. H_2SO_4). Toluen w świetle – substytucja rodnikowa w grupie metylowej: $C_6H_5CH_3 + Cl_2 \rightarrow C_6H_5CH_2Cl + HCl$. **Wpływ kierujący**:

podstawnik w pierścieniu	kieruje nowy podstawnik w położenie
$-CH_3$ (alkil), -OH, -Cl (fluorowiec)	orto (2) i para (4)
$-NO_2$, -COOH	meta (3)

- **Jak to sprawdza CKE:** W maju 2025 r. zad. 18 (0–1) wymagało uzupełnienia tabeli: typ i mechanizm bromowania p-ksylenu (1,4-dimetylobenzenu) w świetle i wobec żelaza (substytucja rodnikowa / elektrofilowa); zad. 17.2 (0–1) – napisania wzorów produktów addycji HBr do kamfenu zgodnie z regułą Markownikowa oraz addycji wody niezgodnie z tą regułą; zad. 17.1 (0–2) – wzoru alkenu i warunków procesu prowadzącego do alkoholu. W maju 2024 r. zad. 15 (0–1) wymagało rozstrzygnięcia z uzasadnieniem dotyczącego produktów addycji wody do dwóch alkenów – zasady oceniania uznawały uzasadnienie przez regułę Markownikowa lub rzędowość powstającego alkoholu; zad. 24.2 (0–2) – określenia typu i mechanizmu dwóch reakcji w tabeli. Punkt za „typ i mechanizm" CKE przyznaje tylko za komplet wpisów – nie myl substytucji elektrofilowej w pierścieniu z rodnikową w łańcuchu bocznym.

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. **Napisz równanie reakcji 2-metylopropenu z bromowodorem (produkt główny). Podaj typ i mechanizm reakcji oraz nazwę produktu ubocznego.**

$CH_2=C(CH_3)-CH_3 + HBr \rightarrow CH_3-CBr(CH_3)-CH_3$ – 2-bromo-2-metylopropan; addycja elektrofilowa; produkt uboczny – 1-bromo-2-metylopropan.

Jak myśleć: H do CH_2 (więcej atomów H), Br do atomu C bez wodoru; trwały karbokation III-rzędowy.

Przykład 2. **Zaplanuj otrzymanie propenu z propanu w dwóch etapach. Napisz równania reakcji i podaj warunki.**

$CH_3-CH_2-CH_3 + Br_2 \rightarrow CH_3-CHBr-CH_3 + HBr$ (światło; produkt główny – brom podstawia H przy atomie C II-rzędowym)

$CH_3-CHBr-CH_3 + KOH \rightarrow CH_2=CH-CH_3 + KBr + H_2O$ (KOH w etanolu, ogrzewanie – eliminacja).

Jak myśleć: KOH w wodzie da substytucję (alkohol), w etanolu i na gorąco – eliminację (alken).

Przykład 3. **Napisz równania reakcji toluenu z chlorem: a) w świetle, b) wobec $FeCl_3$ (jeden z produktów głównych). Podaj mechanizmy.**

a) $C_6H_5CH_3 + Cl_2 \rightarrow C_6H_5CH_2Cl + HCl$ – substytucja rodnikowa w grupie CH_3 (chlorek benzylu);

b) $C_6H_5CH_3 + Cl_2 \rightarrow ClC_6H_4CH_3 + HCl$ – substytucja elektrofilowa w pierścieniu, produkty: 2-chlorotoluen i 4-chlorotoluen.

Jak myśleć: światło → rodniki → łańcuch boczny; katalizator (Fe, $FeCl_3$) → elektrofil Cl^+ → pierścień; CH_3 kieruje w orto i para.

Przykład 4. **Oblicz masę 2-bromopropanu, jeśli 8,40 g propenu przereagowało całkowicie z bromowodorem, a 90% przereagowanego propenu dało produkt główny. Masy molowe: C_3H_6 – 42,09, C_3H_7Br – 123,00 g·mol^{-1}.**

n(2-bromopropanu) = 0,90 · $n(C_3H_6)$ = 0,90 · 8,40 : 42,09; m = 0,90 · 8,40 · 123,00 : 42,09 = 22,09 g (przy zaokrągleniu n do 0,1996 mol wynik 22,10 g – też poprawny).

Jak myśleć: stosunek molowy 1 : 1, a udział produktu głównego mnożysz przez liczność.

Zadania

Zadanie 1. (0–2 pkt) ..... / 2

Związek: 2-metylobutan.

Uzupełnij zdania. Wpisz liczby w wykropkowanych miejscach.

1. Liczba atomów węgla I-rzędowych: _____.
2. Liczba atomów węgla III-rzędowych: _____.

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź spośród podanych.

Reakcja etenu z bromem to

A. substytucja rodnikowa.
B. addycja nukleofilowa.
C. substytucja elektrofilowa.
D. addycja elektrofilowa.

Zadanie 3. (0–1 pkt) ..... / 1

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

1. Produktem głównym addycji wody do propenu jest propan-2-ol.	P	F
2. Benzen odbarwia wodny roztwór manganianu(VII) potasu.	P	F

Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – ćwiczenia podstawowe

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR

KARTA 2/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 15 pkt

Ćwiczenia · 15 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Związek: 3-etylo-2-metylopentan CH_3-CH(CH_3)-CH(C_2H_5)-CH_2-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 III-rzędowych: _____.

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Napisz równania reakcji but-1-enu z: a) wodorem, b) chlorem, c) chlorowodorem (produkt główny). Użyj wzorów półstrukturalnych.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Reakcja: propen + woda (katalizator H^+).

Uzupełnij zdania. Wpisz nazwy w wykropkowanych miejscach.

1. Produkt główny to _____.
2. Produkt uboczny to _____.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Dla reakcji: I – metanu z chlorem w świetle, II – propenu z bromem, III – bromoetanu z wodnym roztworem NaOH, IV – benzenu z bromem wobec $FeBr_3$ – podaj typ i mechanizm.

Miejsce na odpowiedź

Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – w praktyce

Doświadczenie i materiał źródłowy

ZR KARTA 4/8

Imię i nazwisko: Klasa: Data: Wynik: ..... / 7 pkt

Ćwiczenia · 7 pkt

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Uczniowie mieli odróżnić trzy bezbarwne ciecze: heksan, heks-1-en i toluen. Do probówek 1–3 z wodą bromową (pod wyciągiem, w okularach i rękawicach) dodali po 1 cm^3 cieczy i wstrząsnęli bez dostępu światła słonecznego.

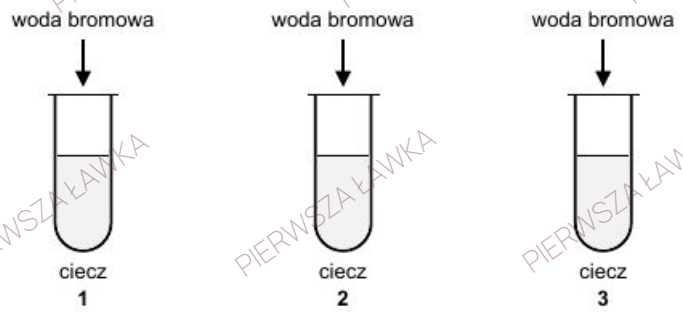
Wyniki: w probówce 2 pomarańczowa barwa zanikła od razu; w probówkach 1 i 3 warstwa wodna odbarwiła się, a górna warstwa organiczna zabarwiła się na pomarańczowo.

a) Wskaż probówkę z heks-1-enem i napisz równanie zachodzącej w niej reakcji.

b) Wyjaśnij, dlaczego w probówkach 1 i 3 barwa przeszła do warstwy organicznej.

c) Zaprojektuj doświadczenie, które odróżni heksan od toluenu: podaj odczynnik i warunki oraz obserwację dla toluenu.

Miejsce na odpowiedź



Sprawdzian: Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – 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.
Reakcja 2-bromopropanu z wodnym roztworem wodorotlenku sodu to

A. substytucja nukleofilowa.

B. substytucja rodnikowa.

C. eliminacja.

D. addycja elektrofilowa.

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Związek: 2,3,4-trimetylopentan CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-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 III-rzędowych: _____.

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Napisz równania reakcji propenu z: a) bromowodorem, b) wodą (katalizator H^+) – produkty główne.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 4. (0–1 pkt) ..... / 1

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

1. Grupa nitrowa kieruje nowy podstawnik w położenie meta.	P	F
2. Chlorowanie toluenu w świetle zachodzi w pierścieniu.	P	F

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Zaplanuj otrzymanie propenu z propanu (dwa etapy; brom podstawia głównie atom H przy atomie C II-rzędowym). Napisz równania reakcji i podaj warunki.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Opisz dwa etapy mechanizmu addycji bromowodoru do etenu: co atakuje wiązanie podwójne i co przyłącza się w drugim etapie.

Miejsce na odpowiedź

Podgląd – Pierwsza Ławka

Zadanie 7. (0–2 pkt) ..... / 2

Z 16,84 g 2-metylopropenu i nadmiaru chlorowodoru otrzymano mieszaninę chloropochodnych; 95% alkenu dało produkt główny. Oblicz masę produktu głównego. Masy molowe: C_4H_8 – 56,12, C_4H_9Cl – 92,58 $g \cdot mol^{-1}$. Wynik podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku. Napisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Zadanie 8. (0–3 pkt) ..... / 3

Zaprojektuj doświadczenie pozwalające odróżnić cykloheksan od cykloheksenu. Podaj odczynnik, obserwacje dla obu cieczy i wniosek.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 9. (0–1 pkt) ..... / 1

Napisz równanie reakcji etenu z wodnym roztworem $KMnO_4$ (forma cząsteczkowa; powstaje etano-1,2-diol).

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 10. (0–3 pkt) ..... / 3

Napisz równania reakcji (produkty główne): a) toluenu z bromem wobec $FeBr_3$ (jeden z produktów), b) nitrobenzenu z kwasem azotowym(V) wobec stęż. H_2SO_4, c) chlorobenzenu z chlorem wobec $FeCl_3$ (jeden z produktów).

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Mechanizmy reakcji i węglowodory – kartkówka, sprawdzian i karty pracy z powtórką, chemia, klasa 3 LO i technikum (zakres rozszerzony)

Podgląd pokazał 8 z 25 stron. Pełna wersja: 25 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – najważniejsze wiadomości – 3 zadania, 4 pkt
- Karta 2: Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – ćwiczenia podstawowe – 6 zadań, 15 pkt
- Karta 3: Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – zadania typu maturalnego – 6 zadań, 8 pkt
- Karta 4: Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – w praktyce – 3 zadania, 7 pkt
- Karta 5: Kartkówka: mechanizmy reakcji i węglowodory – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka: mechanizmy reakcji i węglowodory – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Sprawdzian: Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Mechanizmy reakcji i węglowodory – zakres rozszerzony – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 przypomina teorię i pokazuje przykłady rozwiązane krok po kroku, dal

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/chemia-liceum-klasa-3-zakres-rozszerzony-dzial-14-mechanizmy-reakcji-i-węglowodory