NOTATKA MATURALNA · ROZDZIAŁ 7

Wstęp do chemii organicznej i węglowodory

XII. Wstęp do chemii organicznej; XIII. Węglowodory (podstawa programowa, zakres rozszerzony)

Notatka dla ucznia przygotowana do matury z chemii na poziomie rozszerzonym (podstawa programowa 2024, Dz.U. 2024 poz. 1019). Oryginalne opracowanie – nie jest materiałem Centralnej Komisji Egzaminacyjnej. Do użytku własnego ucznia.

Klasyfikacja, rzędowość i nazwy

Węglowodory: **nasycone** (alkany C_nH_{2n+2}, cykloalkany C_nH_{2n}), **nienasycone** (alkeny C_nH_{2n}, alkiny C_nH_{2n-2}) i **aromatyczne** (areny, pierścień benzenowy). Alkeny i cykloalkany mają ten sam wzór ogólny, więc o klasie decyduje budowa, a nie wzór sumaryczny.

1. Wybierz najdłuższy łańcuch (w alkenach i alkinach – ten, który zawiera wiązanie wielokrotne).
2. Numeruj tak, by wiązanie wielokrotne miało najniższy lokant, w drugiej kolejności – podstawniki.
3. Podstawniki wymień alfabetycznie (etylo przed metylo); di-, tri- nie liczą się do alfabetu.
4. Lokant wiązania stoi przed końcówką: but-1-en, pent-2-yn.

Rzędowość atomu C = liczba atomów węgla związanych z nim bezpośrednio (I–IV). Hybrydyzacja: wiązania pojedyncze – sp^3 (109,5°), C=C – sp^2 (120°, układ płaski), C≡C – sp (180°, układ liniowy).

Izomeria konstytucyjna i cis-trans

Izomery konstytucyjne (3 pierwsze wiersze) mają ten sam wzór sumaryczny, ale inną kolejność połączeń atomów; izomeria geometryczna to stereoizomeria.

Rodzaje izomerii	Na czym polega	Przykład
szkieletowa	inny układ łańcucha węglowego	butan i 2-metylopropan
położenia	inne położenie wiązania wielokrotnego lub podstawnika	heks-1-en i heks-3-en
grup funkcyjnych	inna grupa funkcyjna przy tym samym wzorze sumarycznym	etanol i eter dimetylowy
geometryczna (cis-trans)	inne ułożenie podstawników względem wiązania C=C lub pierścienia	cis- i trans-heks-3-en

Warunek cis-trans: każdy z dwóch atomów węgla wiązania C=C ma dwa *różne* podstawniki. W **cis** te same grupy łańcucha leżą po jednej stronie wiązania, w **trans** – po przeciwnych. Przykład: but-1-en i 2-metylopropen izomerii cis-trans nie mają, but-2-en ma dwa izomery geometryczne.

Alkenów o wzorze C_4H_8 jest razem cztery (but-1-en, cis-but-2-en, trans-but-2-en, 2-metylopropen); cykloalkany to inna klasa.

Izomeria optyczna

Centrum stereogeniczne (asymetryczny atom C) to atom sp^3 z czterema różnymi podstawnikami. Cząsteczka z takim centrum jest zwykle **chiralna**: nie daje się nałożyć na swoje odbicie lustrzane. Przykład: 3-metyloheksan (przy C3: H, CH_3, C_2H_5, C_3H_7).

- **Enancjomery** – nienakładalne odbicia lustrzane; mają te same właściwości fizyczne, różnią się kierunkiem skręcania płaszczyzny światła spolaryzowanego.
- **Diastereoizomery** – stereoizomery niebędące odbiciami lustrzanymi (np. izomery cis-trans, niektóre izomery przy kilku centrach); różnią się właściwościami fizycznymi.
- Liczba stereoizomerów nie przekracza 2^n (n – liczba centrów stereogenicznych i wiązań C=C z izomerią cis-trans).

Projekcja Fischera: łańcuch główny pionowo, atom o najwyższym stopniu utlenienia u góry; linie poziome to wiązania ku obserwatorowi, pionowe – za płaszczyznę. Zamiana miejscami dwóch podstawników przy centrum daje enancjomer (dla jednego centrum). Przy każdym atomie C musisz zachować wszystkie cztery podstawniki, także H.

Właściwości fizyczne

- **Szereg homologiczny**: kolejni członkowie różnią się o grupę CH_2, mają ten sam wzór ogólny i podobne właściwości chemiczne.
- Temperatury topnienia i wrzenia rosną ze wzrostem długości łańcucha (silniejsze oddziaływania międzycząsteczkowe).
- Wśród izomerów o tym samym wzorze sumarycznym **rozgałęzienie obniża temperaturę wrzenia**: cząsteczki są bardziej zwarte, kontakt z sąsiadami słabszy.
- Węglowodory są niepolarne: nie rozpuszczają się w wodzie, rozpuszczają się w rozpuszczalnikach niepolarnych; gęstość mają mniejszą od gęstości wody.
- Izomery cis i trans są diastereoizomerami, więc różnią się temperaturami topnienia i wrzenia; enancjomery – tylko skręcalnością.

Typy i mechanizmy reakcji

Typ	Istota	Mechanizm typowy
substytucja	wymiana atomu lub grupy na inną	rodnikowy (alkany, łańcuch boczny arenów, światło); elektrofilowy (pierścień benzenowy, katalizator)
addycja	przyłączenie do wiązania wielokrotnego	elektrofilowy (alkeny, alkiny)
eliminacja	odłączenie małej cząsteczki, powstaje wiązanie wielokrotne	np. fluorowcoalkan + KOH w etanolu
polimeryzacja	łączenie wielu cząsteczek monomeru bez produktu ubocznego	–
substytucja (pochodne)	wymiana atomu fluorowca na grupę OH	nukleofilowy, np. $C_2H_5Br + OH^- \rightarrow C_2H_5OH + Br^-$ (wodny roztwór KOH, ogrzewanie)
kondensacja	łączenie cząsteczek z wydzieleniem małej cząsteczki, np. H_2O	–

Rodnik – drobina z niesparowanym elektronem (powstaje przy rozpadzie homolitycznym, np. Br_2 pod wpływem światła). **Elektrofil** – drobina uboga w elektrony (H^+, NO_2^+, $Br^{\delta+}$), atakuje miejsca o dużej gęstości elektronowej. **Nukleofil** – drobina z wolną parą elektronową (OH^-, H_2O).

Alkany, alkeny, alkiny: reakcje

- **Spalanie całkowite** daje CO_2 i H_2O, niecałkowite – CO lub C. Bilans: $2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$; $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$; $2C_2H_2 + 5O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O$.
- **Alkany** – substytucja rodnikowa: $C_2H_6 + Br_2 \rightarrow C_2H_5Br + HBr$ (światło). Może zajść wielokrotnie.
- **Alkeny** – addycja H_2 (Ni, Pt), Cl_2, Br_2, HCl, HBr, H_2O (H^+): $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$. Z wodnym roztworem $KMnO_4$ alken odbarwia fiolet (zimny, rozcieńczony roztwór w środowisku obojętnym: odbarwienie i brunatny osad MnO_2; produkt organiczny to diol, np. etano-1,2-diol – nazwy produktu nie podajesz jako obserwacji).
- **Reguła Markownikowa:** przy addycji HX lub H_2O do niesymetrycznego alkenu atom H przyłącza się głównie do tego atomu C wiązania podwójnego, który ma więcej atomów H. $CH_2{=}CH{-}CH_3 + HBr \rightarrow CH_3{-}CHBr{-}CH_3$ (główny), $CH_3{-}CH_2{-}CH_2Br$ (uboczny); z wodą powstaje propan-2-ol.
- **Alkiny** – addycja dwuetapowa: do wiązania potrójnego przyłączają się 2 cząsteczki H_2, Cl_2, Br_2 (lub HCl, HBr). $C_2H_2 + 2H_2 \rightarrow C_2H_6$. Przyłączenie wody do etynu daje etanal, do propynu – propanon (zgodnie z Markownikowem; propanal nie jest uznawany).
- **Alkan → alken:** alkan + X_2 (światło) → fluorowcoalkan; potem KOH w etanolu (ogrzewanie), eliminacja: $C_2H_5Br + KOH \rightarrow C_2H_4 + KBr + H_2O$. W środowisku bezwodnym (etanol) zachodzi eliminacja, w wodnym roztworze – substytucja.
- Liczba moli H_2 w pełnym uwodornieniu = liczba wiązań π (jedno C=C – 1 mol, C≡C – 2 mole). Wzór C_nH_{2n} bez wiązania π oznacza pierścień.

PIERWSZA ŁAWKA

Benzen i toluen

Cząsteczka C_6H_6 jest płaska: sześć atomów C w stanie sp^2, sześć elektronów π tworzy jedną **zdelokalizowaną chmurę** nad i pod pierścieniem. Wszystkie wiązania C–C mają tę samą długość (pośrednią między C–C i C=C), nie ma izolowanych wiązań podwójnych. Dlatego benzen, w przeciwieństwie do alkenów i alkinów, **nie odbarwia wody bromowej ani $KMnO_4$**: addycja zniszczyłaby trwały układ aromatyczny, a reakcją typową jest substytucja elektrofilowa.

- $C_6H_6 + Br_2 \rightarrow C_6H_5Br + HBr$ ($FeBr_3$); analogicznie z Cl_2 ($FeCl_3$).
- Nitrowanie: $C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$ (stężony H_2SO_4).
- Spalanie: $2C_6H_6 + 15O_2 \rightarrow 12CO_2 + 6H_2O$.
- **Toluen:** z Cl_2 lub Br_2 wobec katalizatora reaguje pierścień (orto i para); w świetle, bez katalizatora – grupa metylowa (substytucja rodnikowa): $C_6H_5CH_3 + Br_2 \rightarrow C_6H_5CH_2Br + HBr$.

Podstawnik w pierścieniu	Kieruje kolejny podstawnik w położenie
$-CH_3$ (alkil), –OH, –Cl i inne atomy chlorowca	orto i para
$-NO_2$, –COOH	meta

Uzasadniając, wskaż konkretny podstawnik i użyj terminów orto, meta, para.

Doświadczenia: odróżnianie węglowodorów

Odczynnik	Alkan (np. heksan)	Alken lub alkin	Benzen
woda bromowa (bez światła)	brak zmian	odbarwienie	brak zmian
wodny roztwór $KMnO_4$	brak zmian	odbarwienie fioletu (osad brunatny w środowisku obojętnym)	brak zmian
Br_2 w świetle	odbarwienie, wydziela się HBr	odbarwienie (addycja)	brak zmian bez katalizatora

Wniosek o rodzaju węglowodoru wynika z **zestawu** obserwacji: odbarwia wodę bromową i $KMnO_4$ – nienasycony; nie odbarwia ich – alkan lub aren (benzen); Br_2 w świetle odbarwia alkan (oraz łańcuch boczny toluenu), a benzen – nie. Obserwacja to zmiana widoczna (barwa, osad, pęcherzyki), a nie nazwa produktu.

Polimery i tworzywa

Polimeryzacja: $n\ CH_2{=}CH{-}R \rightarrow [-CH_2-CH(R)-]_n$. W merze zostają dwa węgle dawnego wiązania C=C, a podstawniki pozostają przy nich; produkt uboczny nie powstaje.

Monomer	Polimer
eten	polietylen $[-CH_2-CH_2-]_n$
propen	polipropylen $[-CH_2-CH(CH_3)-]_n$
chloroeten	poli(chlorek winylu) $[-CH_2-CHCl-]_n$
styren (fenyloeten)	polistyren $[-CH_2-CH(C_6H_5)-]_n$

Wzór monomeru z polimeru: wytnij mer, dodaj podwójne wiązanie między dwoma węglami łańcucha głównego. Polikondensacja to inny proces (z wydzieleniem małej cząsteczki). Spalanie tworzyw: z chlorem wydziela się HCl, przy niedoborze tlenu – CO i sadza; gazy są toksyczne.

Ropa naftowa, węgiel i liczba oktanowa

- **Destylacja frakcyjna ropy** rozdziela ją na frakcje o różnych zakresach temperatur wrzenia: gaz, benzyna, nafta, olej napędowy, mazut. To proces fizyczny.
- **Piroliza (koksowanie) węgla kamiennego** – ogrzewanie bez dostępu powietrza; produkty: koks, gaz koksowniczy, smoła węglowa (źródło arenów), woda pogazowa.
- **Kraking** – rozpad długich łańcuchów na krótsze (alkany i alkeny), zwiększa ilość benzyny. **Reforming** – przekształcanie struktury węglowodorów frakcji benzynowej (rozgałęzienia, areny).
- **Liczba oktanowa (LO)** – miara odporności paliwa na spalanie stukowe. Wzorce: heptan LO = 0, 2,2,4-trimetylopentan LO = 100. LO benzyny podnosi reforming i dodatek składników rozgałęzionych lub aromatycznych.

Podgląd • Pierwsza Ławka

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Notatki do matury z chemii (poziom rozszerzony) – rozdział 7: Wstęp do chemii organicznej i węglowodory, dla ucznia

Podgląd pokazał 3 z 4 stron. Pełna wersja: 4 stron A4, PDF do druku.

- Klasyfikacja, rzędowość i nazwy
- Izomeria konstytucyjna i cis-trans
- Izomeria optyczna
- Właściwości fizyczne
- Typy i mechanizmy reakcji
- Alkany, alkeny, alkiny: reakcje
- Benzen i toluen
- Doświadczenia: odróżnianie węglowodorów
- Polimery i tworzywa
- Ropa naftowa, węgiel i liczba oktanowa
- ramka „Słowa kluczowe z zasad oceniania” – czego wymaga klucz CKE przy poleceniach z tego działu,
- ramka „Najczęstsze błędy na maturze” – tak traci się punkty i tak jest dobrze,
- ramka „Zapamiętaj” – reguły i skróty do szybkiej powtórki.

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/chemia-matura-notatka-rozdzial-07-weglowodory