Kurs zadaniowy z chemii

Maturalis i Kamil Kaznowski

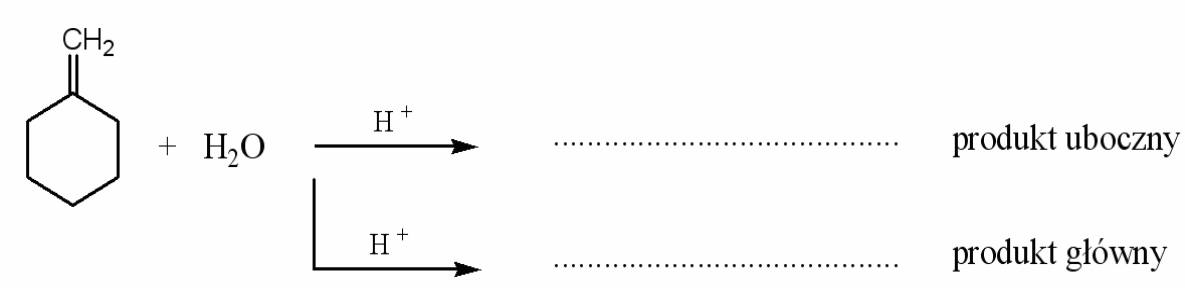
Lekcja 21/25 – 1 kwietnia 2023 r.

Temat: Chemia Organiczna 1

Zadanie 1.

W celu ustalenia produktów reakcji związków typu HX (HCl, HI, HBr, H_2O, HCN...) z niesymetrycznymi alkenami stosuje się regułę Markownikowa.

Wpisz w miejsce kropek, stosując wzory półstrukturalne (grupowe), wzór produktu ubocznego i produktu głównego poniższej reakcji:



Zadanie 2.

W temperaturze około 80 °C i w obecności kwasu siarkowego(VI) cząsteczki 2-metylopropenu ulegają dimeryzacji zachodzącej według schematu:

$$2C_4H_8 \xrightarrow{\text{dimeryzacja}} C_8H_{16}$$

W mieszaninie poreakcyjnej stwierdza się obecność dwóch alkenów o podanym wzorze sumarycznym, różniących się położeniem wiązania podwójnego w cząsteczce. W wyniku całkowitego uwodornienia mieszaniny powstaje jeden związek 2,2,4-trimetylopentan.

a) Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) obu izomerów, powstających w reakcji addycji dwóch cząsteczek 2-metylopropenu.

Izomer I:	Izomer II:

b) Określ, według jakiego mechanizmu, nukleofilowego czy elektrofilowego, przebiega reakcja uwodornienia każdego z opisanych izomerów, w wyniku której powstaje 2,2,4-trimetylopentan.

.....

Zadanie 3.

Pewien węglowodór zawiera 92,3% węgla w procentach masowych.
Na lekcji chemii uczniowie zastanawiali się, jaki związek spełnia podane powyżej założenie. Na podstawie informacji o zawartości procentowej węgla jeden z uczniów ustalił, wykonując poprawne obliczenia, że stosunek liczby atomów węgla do liczby atomów wodoru w cząsteczce tego związku wynosi 1 : 1. Na tej podstawie stwierdził, że związkiem tym jest acetylen (etyn) o wzorze C_2H_2, ponieważ jest on węglowodorem i węgiel stanowi 92,3% masy jego cząsteczki. Jako dodatkowy argument przytoczył opinię, że danemu składowi (wyrażonemu w procentach masowych) odpowiada jeden, określony związek chemiczny.

Wypełnij poniższą tabelę, a następnie oceń poprawność przytoczonej przez ucznia opinii i uzasadnij swoje stanowisko.

	Związek o wzorze		
	C_2H_4	C_4H_8	C_6H_6
Zawartość węgla w procentach masowych (z dokładnością do jednego miejsca po przecinku)			

Ocena poprawności opinii wraz z uzasadnieniem:

.....

.....

.....

.....

Oceń, czy do jednoznacznego ustalenia wzoru strukturalnego związku organicznego wystarczająca jest informacja o jego składzie wyrażonym w procentach masowych i masie molowej. Uzasadnij swoje stanowisko.

Odpowiedź wraz z uzasadnieniem:

.....

.....

Zadanie 4.

Woda przyłącza się do alkenów w obecności silnie kwasowego katalizatora H_3O^+. Addycja ta przebiega poprzez tworzenie kationów z ładunkiem dodatnim zlokalizowanym na atomie węgla, czyli tzw. karbokationów. Mechanizm tej reakcji dla alkenów o wzorze ogólnym R–CH=CH_2 (R – grupa alkilowa) można przedstawić w trzech etapach.

Uwaga: w poniższych równaniach etapów reakcji wzór wody przedstawiono jako $:OH_2$, a wzór kwasowego katalizatora zapisano jako $H:OH_2^+$.

Etap I: $R-CH=CH_2 + H:OH_2^+ \rightleftarrows R-\overset{\oplus}{C}H-CH_3 + :OH_2$

Etap II: $R-\overset{\oplus}{C}H-CH_3 + :OH_2 \rightleftarrows R-\underset{\oplus OH_2}{CH}-CH_3$

Etap III: $R-\underset{\oplus OH_2}{CH}-CH_3 + :OH_2 \rightleftarrows R-\underset{OH}{CH}-CH_3 + H:OH_2^+$

Na podstawie: R. Morrison, R. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1985.

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno właściwe określenie spośród podanych w każdym nawiasie.

Podczas etapu I alken ulega działaniu reagenta (wolnorodnikowego / nukleofilowego / elektrofilowego). W etapie II karbokation łączy się z cząsteczką wody, w wyniku czego powstaje protonowany alkohol. Na tym etapie przemiany woda działa jako (nukleofil / elektrofil). Podczas etapu III protonowany alkohol (oddaje / pobiera) proton, co prowadzi do powstania obojętnego alkoholu oraz do odtworzenia katalizatora.

Spośród alkoholi o podanych niżej wzorach wybierz te, których <u>nie można</u> (jako produktu głównego) otrzymać podczas hydratacji alkenów prowadzonej w obecności kwasu. Podkreśl wzory wybranych alkoholi i uzasadnij swój wybór.

CH_3CH_2OH $CH_3CH(OH)CH_3$ $CH_3CH_2CH_2OH$

$CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

Uzasadnienie: .....

.....

.....

Zadanie 5.

1.

W opisie tworzenia wiązań kowalencyjnych zakłada się hybrydyzację nie tylko orbitali uczestniczących w powstawaniu wiązań σ, lecz także orbitali walencyjnych zawierających niewiążące pary elektronowe.

Uzupełnij poniższe zdania dotyczące wiązań i hybrydyzacji orbitali atomów w cząsteczkach etynu i wody. Zaznacz właściwe określenie w każdym nawiasie.

1. Cząsteczka etynu

   W wiązaniu każdego atomu węgla z drugim atomem węgla i atomem wodoru zakłada się udział dwóch orbitali zhybrydyzowanych typu (*sp* / sp^2 / sp^3), w wyniku czego powstają dwa wiązania typu (σ / π). Z dwóch orbitali atomowych typu (*s* / *p*) każdego atomu węgla powstają między atomami węgla dwa wiązania typu (σ / π).

2. Cząsteczka wody

   Orbitalom walencyjnym atomu tlenu przypisuje się hybrydyzację (*sp* / sp^2 / sp^3). Dwa zhybrydyzowane orbitale tlenu zawierające elektrony niesparowane tworzą z dwoma atomami wodoru dwa wiązania typu (σ / π). Na pozostałych (2 / 3 / 4) zhybrydyzowanych orbitalach tlenu występują niewiążące pary elektronowe.

Zadanie 6.

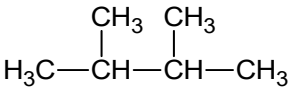
Alkany można otrzymać z halogenków alkilów o ogólnym wzorze R–X, w którym R oznacza grupę alkilową, a X – atom halogenu (chloru, bromu lub jodu). Halogenki alkilów reagują z sodem zgodnie z poniższym schematem:

$$2R\text{–}X + 2Na \xrightarrow{T} R\text{–}R + 2NaX$$

Reakcję przeprowadza się w środowisku bezwodnym w podwyższonej temperaturze. Jeżeli do reakcji zastosuje się jeden halogenek alkilu, R–X, otrzymuje się jeden alkan, a przy zastosowaniu różnych halogenków alkilów, np. R^1–X i R^2–X, powstaje mieszanina alkanów.

Na podstawie: R.T. Morrison, R.N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 2008.

Pewien jodek alkilu poddano działaniu sodu i otrzymano alkan o wzorze:



Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) i nazwę systematyczną jodku alkilu, który poddano działaniu sodu w opisanej reakcji.

Wzór półstrukturalny (grupowy): .....

Nazwa systematyczna: .....

Mieszaninę 2-jodobutanu i jodku metylu poddano działaniu sodu i otrzymano różne alkany.

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeżeli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W opisanej reakcji otrzymano cztery różne alkany.	**P**	**F**
2.	Otrzymanym w opisanej reakcji alkanem o najmniejszej masie cząsteczkowej był metan.	**P**	**F**
3.	Alkanem o największej masie cząsteczkowej – otrzymanym w opisanej reakcji – był 3,4-dimetyloheksan.	**P**	**F**

Zadanie 7.

Poniżej przedstawiono wartości energii wiązań chemicznych pomiędzy atomami węgla oraz długości tych wiązań w cząsteczkach etanu, etenu i etynu.

Cząsteczka	Energia wiązania, kJ · mol^{-1}	Długość wiązania, pm
etan	376	154
eten	611	133
etyn	835	120

Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2003.

Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i podkreśl jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

1. W cząsteczce etenu orbitalom walencyjnym atomów węgla przypisuje się hybrydyzację (sp^3 / sp^2). Podwójne wiązanie węgiel – węgiel w cząsteczce etenu powstaje w wyniku uwspólnienia (dwóch / czterech) elektronów.
2. Cząsteczki etynu są (liniowe / trygonalne).
3. Wraz ze wzrostem długości wiązania (rośnie / maleje) wartość energii niezbędnej do rozerwania wiązania.

Zadanie 8.

Wzory trzech związków organicznych oznaczono numerami I–III i zestawiono w poniższej tabeli. Te związki różnią się wartościami temperatury wrzenia.

I	II	III
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-CH_3$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

Poniżej przedstawiono – w przypadkowej kolejności – wartości temperatury wrzenia wymienionych związków (pod ciśnieniem 1013 hPa):

27,8 °C 36,1 °C 68,7 °C

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2003.

Przyporządkuj każdemu związkowi charakteryzującą go temperaturę wrzenia. Uzupełnij tabelę. Podaj nazwę systematyczną związku o najwyższej temperaturze wrzenia i nazwę systematyczną związku o najniższej temperaturze wrzenia. W obu przypadkach uzasadnij swoje przyporządkowanie.

Numer związku	I	II	III
Temperatura wrzenia			

Nazwa systematyczna związku o najwyższej temperaturze wrzenia: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

Nazwa systematyczna związku o najniższej temperaturze wrzenia: .....

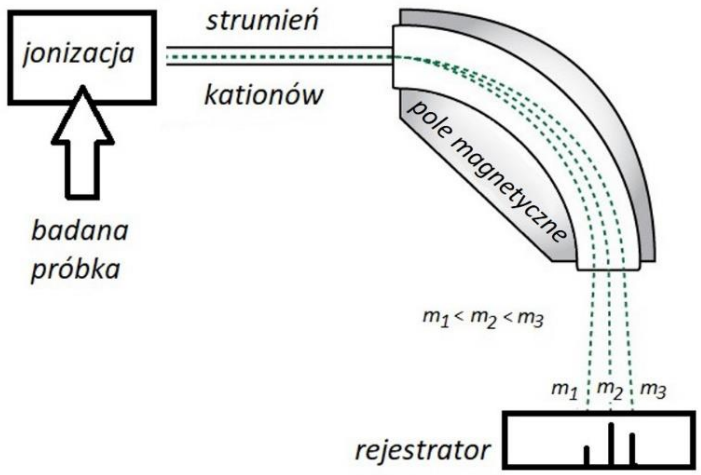
Uzasadnienie: .....

.....

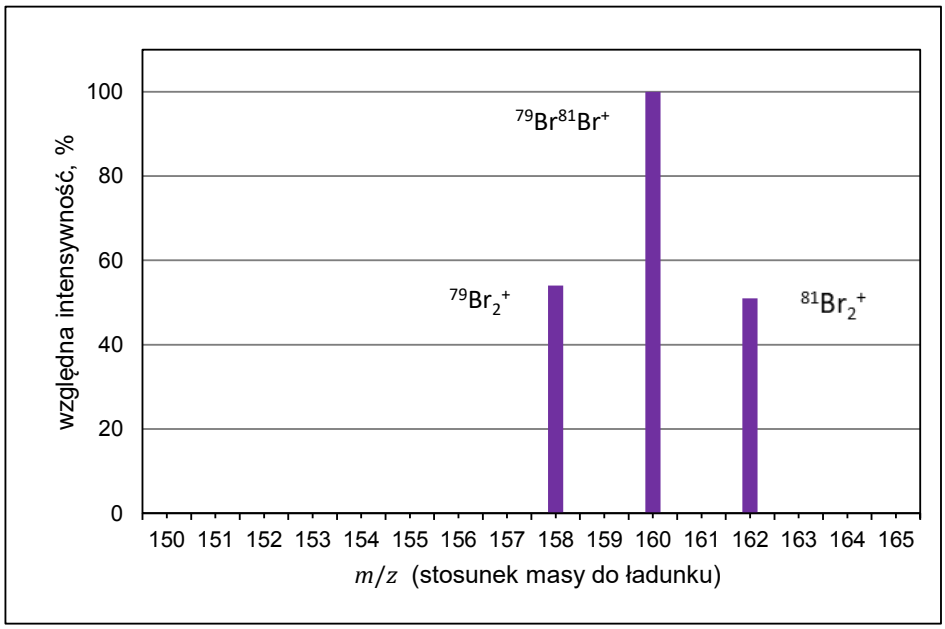
.....

Zadanie 9.

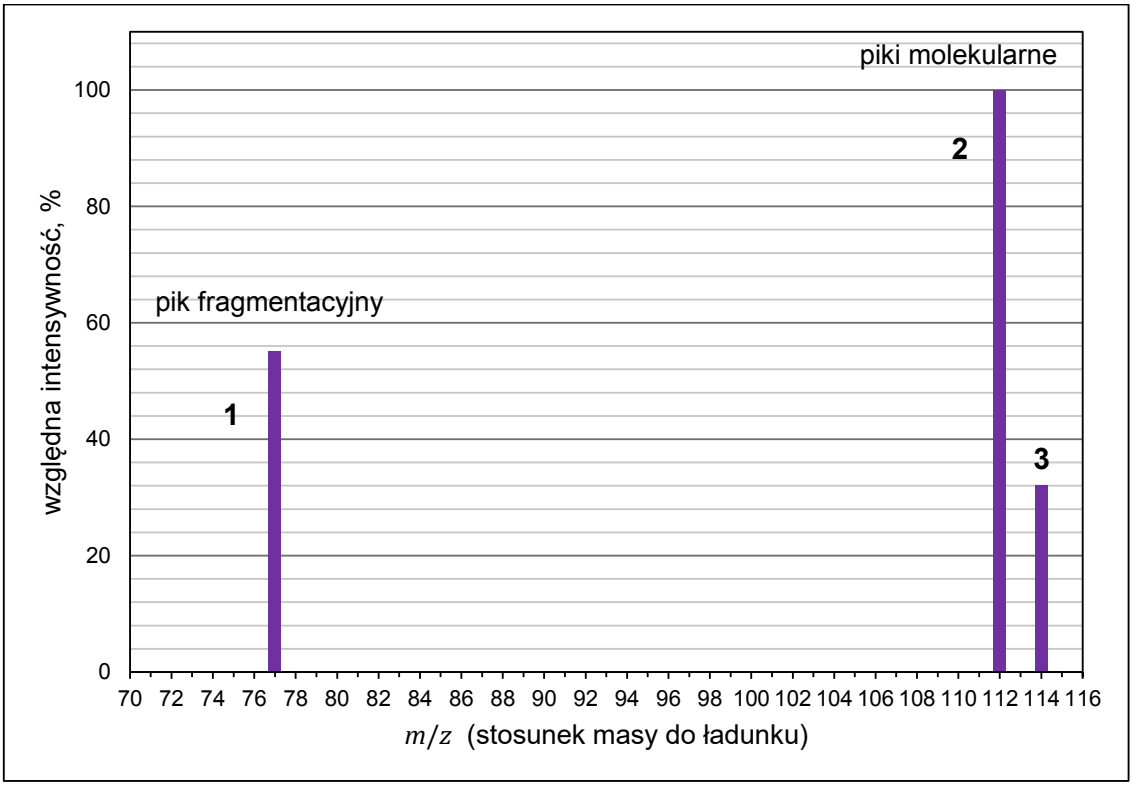
Jedną z metod analizy instrumentalnej jest spektrometria mas. Podczas takiej analizy badana próbka (w fazie gazowej) jest poddawana jonizacji. Cząsteczki tracą elektrony i stają się kationami oraz ulegają fragmentacji, w wyniku której powstają mniejsze kationy. Następnie wiązka kationów przechodzi przez pole magnetyczne, w którym tor jej ruchu ulega zakrzywieniu. Wielkość zakrzywienia zależy od stosunku masy do ładunku i dla jednododatnich kationów jest odwrotnie proporcjonalna do ich masy. W ten sposób kationy o różnych masach zostają rozdzielone i odpowiadają im oddzielne piki w otrzymanym widmie masowym. Wysokość tych pików (intensywność) jest proporcjonalna do zawartości odpowiednich kationów w próbce. Cząsteczkom, które uległy jonizacji, ale nie uległy fragmentacji, odpowiadają tzw. piki molekularne o największej masie. Poniżej przedstawiono uproszczony schemat działania spektrometru mas.



Niżej przedstawiono fragment widma masowego bromu, na którym są widoczne piki molekularne pochodzące od kationów Br_2^+ o różnym składzie izotopowym. Intensywność sygnałów (wysokość pików) jest mierzona względem najwyższego piku molekularnego.



Na poniższym fragmencie widma masowego chlorobenzenu pokazano trzy piki, oznaczone numerami 1 (pik fragmentacyjny) oraz 2, 3 (piki molekularne).



Wpisz do tabeli wzory sumaryczne kationów odpowiadających kolejnym pikom. Jeśli w jonie występuje chlor, podaj jego liczbę masową. Wyjaśnij, dlaczego dwa piki molekularne znacznie różnią się pod względem wysokości.

Numer piku	Wzór kationu
1	
2	
3	

Wyjaśnienie: .....

.....

.....

Zadanie 10.

Atomy wodoru w cząsteczkach etynu są bardziej reaktywne niż atomy wodoru w alkanach i alkenach. Przykładowo: przez metaliczny sód jest wypierany wodór z etynu i przy nadmiarze tego alkinu reakcja przebiega zgodnie z równaniem:

$$2HC{\equiv}CH + 2Na \rightarrow \underset{\text{etynek sodu}}{2HC{\equiv}CNa} + H_2$$

Podobna reakcja z udziałem sodu zachodzi w ciekłym amoniaku:

$$2NH_3 + 2Na \rightarrow 2NaNH_2 + H_2$$

Z kolei działanie etynu na produkt tej reakcji ($NaNH_2$) rozpuszczony w etoksyetanie (eterze dietylowym) prowadzi do ponownego powstania amoniaku:

$$HC{\equiv}CH + NaNH_2 \rightarrow HC{\equiv}CNa + NH_3$$

Etynek sodu nie jest trwałym związkiem i po wprowadzeniu do wody rozkłada się z wydzieleniem etynu.

Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> równanie reakcji etynku sodu z wodą.

.....

Etyn, amoniak i wodę uszereguj od najsłabszego do najsilniejszego charakteru kwasowego.

.....

najsłabszy charakter kwasowy — najsilniejszy charakter kwasowy

Zadanie 11.

W poniższej tabeli zestawiono informacje na temat cząsteczek trzech węglowodorów o prostych (nierozgałęzionych) łańcuchach węglowych.

Węglowodór	Liczba atomów węgla o danej hybrydyzacji			Dodatkowe informacje
	sp	sp^2	sp^3	
A	0	4	0	brak
B	0	2	2	występuje w postaci izomerów *cis* i *trans*
C	2	0	2	dwa atomy węgla w cząsteczce nie są związane z atomami wodoru

Przeprowadzono reakcję węglowodoru A z wodorem, w której stosunek molowy węglowodoru do wodoru był równy $n_{\text{węglowodoru A}} : n_{H_2} = 1:2$.

Napisz równanie reakcji węglowodoru A z wodorem. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

.....

Narysuj wzór półstrukturalny (grupowy) izomeru *cis* węglowodoru B.

Przeprowadzono reakcję węglowodoru C z wodą w stosunku molowym $n_{\text{węglowodoru C}} : n_{H_2O} = 1:1$.

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) trwałego (dominującego) produktu reakcji, której substratami są węglowodór C i woda.

Zadanie 12.

Chlorowcopochodne alkanów reagują z metalicznym litem, w wyniku czego tworzą związki litoorganiczne (których wzór w uproszczeniu można zapisać jako RLi). Reakcja przebiega zgodnie ze schematem:

$$RX + 2Li \rightarrow RLi + LiX$$

Związki litoorganiczne gwałtownie reagują z wodą z wydzieleniem wolnego węglowodoru. Roztwór po takiej reakcji ma odczyn zasadowy. W reakcjach związków litoorganicznych z jodkiem miedzi(I) powstaje związek miedziolitoorganiczny R_2CuLi zgodnie z poniższym schematem:

$$2RLi + CuI \rightarrow R_2CuLi + LiI$$

Związek R_2CuLi jest zwany odczynnikiem Gilmana. Ten odczynnik może reagować z inną chlorowcopochodną, w wyniku czego tworzy odpowiedni węglowodór (R–R'), co zilustrowano schematem:

$$R_2CuLi + R'X \rightarrow R–R' + LiX + RCu$$

Napisz:

- **<u>w formie cząsteczkowej</u> równanie reakcji chloroetanu z litem. Związki organiczne przedstaw za pomocą wzorów półstrukturalnych (grupowych).**

.....

- **<u>w formie cząsteczkowej</u> równanie reakcji metylolitu (CH_3Li) z wodą.**

.....

Przeprowadzono reakcję, podczas której na drugorzędową chloropochodną alkanu podziałano odczynnikiem Gilmana. Wśród produktów reakcji obecny był 2-metylopropan.

Napisz <u>w formie cząsteczkowej</u> równanie opisanej reakcji. Chloropochodną alkanu oraz 2-metylopropan przedstaw za pomocą wzorów półstrukturalnych (grupowych).

.....

Temperatura topnienia butylolitu (C_4H_9Li) jest znacznie niższa od 0 °C.

Na podstawie różnicy elektroujemności między litem a węglem oraz informacji wprowadzającej dotyczącej temperatury topnienia butylolitu określ rodzaj wiązania węgiel – lit.

.....

Zadanie 13.

O pewnym węglowodorze A wiadomo, że:

- jest izomerem etylocykloheksanu,
- jego cząsteczka jest symetryczna i ma względem siebie izomer geometryczny,
- w wyniku reakcji addycji wodoru tworzy związek, który posiada cztery pierwszorzędowe atomy węgla, dwa drugorzędowe atomy węgla i dwa trzeciorzędowe atomy węgla.

Zapisz wzór półstrukturalny cząsteczki węglowodoru A występującej w postaci izomeru cis i podaj nazwę systematyczną.

Wzór:

Nazwa systematyczna: ……