



ETAP I

18.11.2006

Zadania teoretyczne

ZADANIE I

Sole wapnia

Wapń należy do pierwiastków najbardziej rozpowszechnionych w litosferze. Jako jeden z makroelementów, wchodzi też w skład większości żywych organizmów. W przyrodzie występuje więc wiele soli tego metalu.

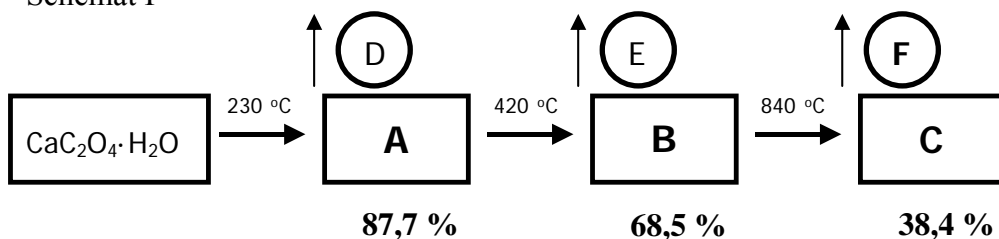
Szczawian wapnia, sól słabego kwasu $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (lub $(\text{COOH})_2$), jest białą krystaliczną substancją, stanowiącą główny składnik kamieni nerkowych. *Kamicy nerkowej może sprzyjać m. in. dieta bogata w szczawiany lub kwas szczawiowy: szczaw, rabarbar, szpinak, buraki, a także w pewnym stopniu herbata i kakao.*

Siarczan(VI) wapnia tworzy dihydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) i w tej postaci znany jest jako minerał gips, stosowany m.in. do produkcji materiałów budowlanych.

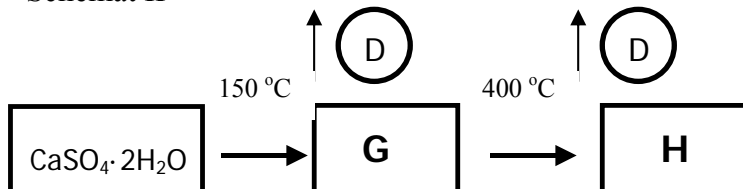
Na poniższych schematach przedstawione są przemiany, jakim sole te ulegają podczas coraz silniejszego ogrzewania. Prostokątne ramki w schematach symbolizują stałe produkty reakcji, a kółka – substancje, które w warunkach prowadzenia tych przemian, wydzielają się jako gazy.

Podane w schemacie I wielkości procentowe oznaczają masę kolejno powstających związków stałych (w coraz wyższych temperaturach), wyrażoną jako procent masy wyjściowego hydratu szczawianu wapnia ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

Schemat I



Schemat II



Polecenia:

a. Masz do dyspozycji roztwory następujących substancji: NaOH, KCl, HCl, K_2SO_4 oraz stałe sole wapnia: CaSO_4 lub CaC_2O_4 . Wybierz spośród nich jeden roztwór oraz jedną sól

wapnia, tak, aby po zmieszaniu tych odczynników, w otrzymanym roztworze było możliwie największe stężenie jonów Ca^{2+} . Napisz odpowiednie równanie reakcji.

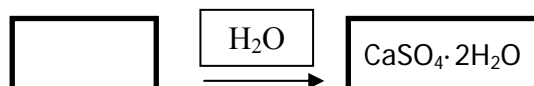
b. Zidentyfikuj substancje **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**.

c. Napisz jonowo równania reakcji ilustrujące zachowanie związku **B** wobec:

1. stosowanych łącznie substancji **D** i **F** oraz

2. stosowanych łącznie substancji **D** i NH_4Cl .

d. Uzupełnij poniższy schemat wpisując w pustą ramkę odpowiedni symbol literowy **A** – **H**, odnoszący się do substancji rozpatrywanych w zadaniu.



W obliczeniach przyjmij następujące wartości mas molowych:

Ca – 40,08 g/mol; C – 12,01 g/mol; O – 16,00 g/mol; H – 1,01 g/mol.

ZADANIE 2

Synteza i hydroliza soli

Próbkę metalicznego, sproszkowanego magnezu umieszczono w piecu, przez który przepuszczano czysty, gazowy amoniak i ogrzewano przez dłuższy czas w temperaturze około 600°C . W wyniku reakcji otrzymano żółty produkt (związek **A**), który znajduje zastosowanie m.in. jako katalizator w syntezie regularnej odmiany azotku boru (borazonu). Reakcji syntezy związku **A** towarzyszył przyrost masy próbki o 38,44 %.

Następnie związek **A** poddano działaniu wody, co spowodowało wytrącanie się białej, galaretowatej zawiesiny związku **B** i wydzielanie gazu **X**. Gaz ten ma charakterystyczny zapach i jest dobrze rozpuszczalny w wodzie.

Otrzymaną zawiesinę odparowano do sucha, po czym wyprażono do stałej masy w temperaturze 800°C . Na podstawie badań rentgenostrukturalnych powstałego produktu stwierdzono, że ma on budowę jonową o strukturze krystalicznej typu NaCl .

Polecenia:

a. Podaj wzór i nazwę związku **A**.

b. Napisz równania reakcji otrzymywania oraz hydrolizy związku **A**.

c. Zidentyfikuj gaz **X** i określ jego charakter chemiczny według teorii Brönsteda. Podaj równanie reakcji ilustrujące równowagę, jaka ustala się w roztworze wodnym tego gazu.

d. Wiedząc, że w temperaturze 21°C iloczyn rozpuszczalności związku **B** wynosi $K_{\text{so}} = 2,0 \cdot 10^{-11}$, oblicz jego rozpuszczalność, wyrażoną w g/100 g wody. Przyjmij, że gęstość nasyconego roztworu związku **B** jest równa gęstości wody.

e. Napisz równanie reakcji zachodzącej podczas prażenia związku **B**.

W obliczeniach przyjmij następujące wartości mas molowych:

Mg – 24,30 g/mol; N – 14,01 g/mol; H – 1,01 g/mol; O – 16,00 g/mol.

ZADANIE 3

Rozkład tlenku azotu(V)

W temperaturze 298 K tlenek azotu(V) ulega całkowitemu, nieodwracalnemu rozkładowi do tlenku azotu(IV) i tlenu. Z dobrym przybliżeniem proces ten można opisać za pomocą równania kinetycznego reakcji pierwszego rzędu.

W celu wyznaczenia wartości stałej szybkości k tej reakcji przeprowadzono następujący eksperyment: Do odpompowanego reaktora (praktycznie nie zawierającego wewnątrz żadnego gazu), który był termostatowany w temperaturze 298 K, szybko wprowadzono pewną ilość czystego tlenku azotu(V). Po upływie $1,00 \cdot 10^4$ s od momentu wprowadzenia tlenku azotu(V) zmierzono ciśnienie gazów w reaktorze i otrzymano wartość 68,9 Pa. Pomiar ciśnienia przeprowadzony po upływie $3,00 \cdot 10^4$ s od momentu wprowadzenia tlenku azotu(V) dał wynik 94,2 Pa, a po upływie jednego tygodnia ciśnienie wynosiło 120,3 Pa. Dalsza obserwacja układu pokazała, że ciśnienie w reaktorze praktycznie już nie rośnie.

Polecenia:

- Napisz równanie reakcji rozkładu tlenku azotu(V);
 - Oblicz ciśnienie cząstkowe tlenku azotu(V) po upływie $1,00 \cdot 10^4$ s oraz $3,00 \cdot 10^4$ s od momentu wprowadzenia tego gazu do reaktora;
 - Oblicz stałą szybkości k reakcji rozkładu tlenku azotu(V) w temperaturze 298 K oraz ciśnienie cząstkowe tlenku azotu(V) po upływie $1,00 \cdot 10^3$ s od rozpoczęcia tej reakcji.
- Przyjmij, że w warunkach prowadzenia procesu można pominąć dimeryzację tlenku azotu(IV).

Uwaga: W celu obliczenia wartości logarytmu o podstawie e ($\ln x$), można skorzystać z zależności: $\ln x \approx 2,303 \cdot \log x$

ZADANIE 4

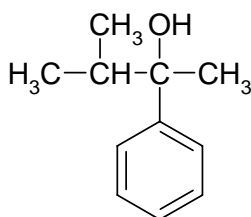
Różne drogi do celu w syntezie organicznej

W syntezie organicznej istnieje wiele dróg, które prowadzą do pożądanego produktu. Chemicy zajmujący się syntezą organiczną muszą więc dokonywać wyboru odpowiedniej metody, kierując się względami, takimi jak: wydajność procesu, dostępność substratów, łatwość wydzielenia produktu, bezpieczeństwo, względy ekologiczne oraz ekonomiczne itd.

Na przykład alkohole można m.in. otrzymywać przez:

- addycję wody do węglowodorów nienasyconych,
- redukcję odpowiednich związków karbonylowych (za pomocą np. LiAlH_4),
- reakcję związków magnezoorganicznych (związków Grignarda) ze związkami karbonylowymi.

Poniżej przedstawiono strukturę pewnego alkoholu:

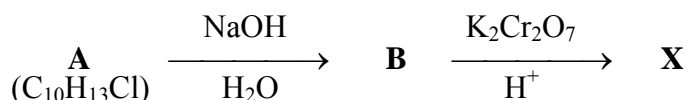


Polecenia:

- Podaj nazwę systematyczną alkoholu o powyższym wzorze.
- Przedstaw wzory strukturalne węglowodorów, które mogą być substratami w reakcji otrzymywania tego alkoholu (metoda 1). Zaznacz węglowodor, który zapewni najwyższą

selektywność reakcji addycji cząsteczki wody przy użyciu kwasu jako katalizatora i uzasadnij swój wybór.

- c. Oceń możliwość syntezy przedstawionego alkoholu metodą redukcji związków karbonylowych (metoda 2).
- d. Podaj trzy zestawy substratów, z których można otrzymać powyższy alkohol z zastosowaniem związków magnezoorganicznych (metoda 3).
- e. Spośród zaproponowanych przez Ciebie trzech związków karbonylowych (w punkcie d) wybierz ten (związek **X**), który daje negatywny wynik w próbie jodoformowej.
- f. Jedną z możliwych dróg syntezy związku **X** przedstawia poniższy schemat:



Podaj wzory strukturalne związków **A** i **B**.

ZADANIE 5

Analiza sacharydów

Pewien redukujący disacharyd poddano całkowitej hydrolizie. Stwierdzono, że otrzymane monosacharydy **A** i **B** są aldoheksozami, należą do szeregu D, oraz różnią się konfiguracją na jednym atomie węgla, czyli są epimerami. W celu ustalenia konfiguracji na poszczególnych atomach węgla przeprowadza się szereg reakcji. Jedną z nich jest utlenianie kwasem azotowym(V), inną degradacja Ruffa. Degradacja Ruffa jest to metoda polegająca na przekształceniu określonej aldozy w inną aldozę, zawierającą w cząsteczce o jeden atom węgla mniej. Podczas tego przekształcenia usunięciu ulega pierwszy atom węgla (o najniższej numeracji).

Monosacharydy **A** i **B** poddano reakcji z kwasem azotowym(V), w wyniku czego otrzymano dwa związki: **C** (z monosacharydu **A**) i **D** (z monosacharydu **B**). Związek **C** nie wykazywał czynności optycznej. Następnie przeprowadzono degradację Ruffa wyjściowych monosacharydów **A** i **B**. Otrzymano dwie różne pentozy: **E** (z monosacharydu **A**) i **F** (z monosacharydu **B**), które w wyniku reakcji z HNO_3 dają ten sam związek **G**, wykazujący czynność optyczną.

Polecenia:

- a. Podaj wzory Fischera związków **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**.
- b. Wyjaśnij, dlaczego w reakcji z kwasem azotowym(V) z dwóch różnych pentoz (**E** i **F**) powstaje ten sam związek **G** i dlaczego związek **C** nie wykazuje czynności optycznej.
- c. Wyjaśnij, jaka cecha budowy wyjściowego disacharydu powoduje, że ma on właściwości redukujące.

PUNKTACJA: wszystkie zadania po 20 pkt., łącznie 100 pkt.

CZAS TRWANIA ZAWODÓW: 240 minut

Uwaga: Jeżeli chcesz obliczyć pierwiastek n-tego stopnia z jakiejś liczby, a Twój kalkulator nie ma takiej funkcji, możesz skorzystać z właściwości logarytmów:

$$x = \sqrt[n]{a} = a^{1/n}$$

$$\log x = \frac{1}{n} \log a$$

$$x = 10^{\frac{1}{n} \log a}$$



ETAP I

18.11.2006

Rozwiązania zadań teoretycznych

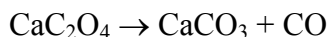
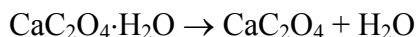
ROZWIĄZANIE ZADANIA 1

a. Największe stężenie jonów Ca^{2+} można uzyskać rozpuszczając szczawian wapnia w roztworze HCl: $\text{CaC}_2\text{O}_4 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

b. Schemat I:

Zakładając, że początkowa masa $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ wynosi 146,12 g (1 mol), masa produktu **A** wyniesie $0,877 \cdot 146,12 \text{ g} = 128,14 \text{ g}$. Odpowiada to masie 1 mola CaC_2O_4 (128,10 g). Masa produktu **B** to $0,685 \cdot 146,12 \text{ g} = 100,09 \text{ g}$, co jest równe masie 1 mola CaCO_3 (100,09 g). Masa produktu **C** to $0,384 \cdot 146,12 \text{ g} = 56,11 \text{ g}$, jest to wartość bliska masie 1 mola CaO (56,08 g).

Równania zachodzących reakcji:

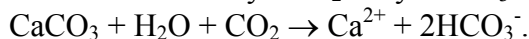


Schemat II:

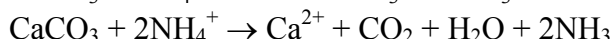
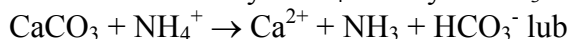
Znając produkt **D**, można stwierdzić, że produkty **G** i **H** to w różnym stopniu odwodniony siarczan wapnia.

W rezultacie: **A** = CaC_2O_4 , **B** = CaCO_3 , **C** = CaO , **D** = H_2O , **E** = CO , **F** = CO_2 , **G** = $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, **H** = CaSO_4 .

c1. W obecności wody i CO_2 stały CaCO_3 ulega częściowemu rozpuszczeniu:



c2. W obecności wody i NH_4Cl stały CaCO_3 również ulega rozpuszczeniu:



Powyższe równania reakcji mogą być również zapisane dwuetapowo: najpierw dysocjacja kwasowa jonu NH_4^+ , a następnie działanie jonów H^+ na węglan wapnia.

d. W ramce należy wpisać związek **G**. Bezwodny CaSO_4 otrzymany po wyprażeniu w temperaturze 400°C (związek **H**) nie pochłania wody z wytworzeniem $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Punktacja:

- | | |
|---|--------------------|
| a. Za wybranie soli (CaC_2O_4) i roztworu (HCl) | 1 pkt. |
| Za napisanie równania reakcji rozpuszczania | 1 pkt. |
| b. Za identyfikację produktów stałych: A , B , C , G , H | 5×2 pkt. = 10 pkt. |
| Za identyfikację produktów lotnych: D , E , F | 3×1 pkt. = 3 pkt. |
| c. Za napisanie równania reakcji CaCO_3 z H_2O i CO_2 | 2 pkt. |
| Za napisanie równania reakcji CaCO_3 z H_2O i NH_4Cl | 2 pkt. |
| d. Za wpisanie właściwego symbolu (G) w ramce: | 1 pkt. |

RAZEM:

20 pkt.

ROZWIĄZANIE ZADANIA 2

a. Przyjmując, że w reakcji bierze udział 1 mol magnezu, czyli 24,30 g, możemy obliczyć przyrost masy takiej próbki: $24,30 \text{ g} \cdot 0,3844 = 9,34 \text{ g}$.

Zakładamy, że produktem reakcji jest związek azotu z magnezem i przeliczamy przyrost masy na liczbę moli azotu: $9,34 \text{ g} / 14,01 \text{ g/mol} = 0,667 \text{ mola}$. (Gdyby produktem reakcji był amidek magnezu $\text{Mg}(\text{NH}_2)_2$, przyrost masy wynosiłby ponad 100%.)

Zatem stosunek molowy Mg : N w związku **A** wynosi $1,000 : 0,667 = 3 : 2$, czyli związkiem **A** jest azotek magnezu, o wzorze Mg_3N_2 .

b. Równanie reakcji syntezy azotku magnezu: $3\text{Mg} + 2\text{NH}_3 \rightarrow \text{Mg}_3\text{N}_2 + 3\text{H}_2$

Równanie reakcji hydrolizy azotku magnezu: $\text{Mg}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$

c. Gazem powstającym w wyniku hydrolizy azotku magnezu jest amoniak (NH_3), który według teorii Brönsteda jest zasadą (akceptorem protonu).

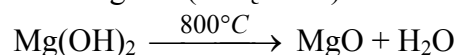
W roztworze wodnym amoniaku ustala się równowaga: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$

d. Oznaczając rozpuszczalność molową symbolem s , dla wodorotlenku magnezu możemy podać zależności: $[\text{Mg}^{2+}] = s$, $[\text{OH}^-] = 2s$ (ponieważ udział jonów pochodzących z dysocjacji wody, w całkowitym stężeniu jonów OH^- , jest do pominięcia).

$K_{\text{so}} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$, czyli $K_{\text{so}} = 4s^3$, a zatem $s = \sqrt[3]{K_{\text{so}}/4} = 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$. Skoro

$M_{\text{Mg}(\text{OH})_2} = 58,32 \text{ g/mol}$, to 1 kg nasyconego roztworu zawiera 9,97 mg wodorotlenku magnezu, czyli rozpuszczalność tego związku wynosi ok. $10^{-3} \text{ g} / 100 \text{ g}$ wody (1 mg / 100 g wody).

e. Podczas prażenia wodorotlenku magnezu (związek **B**) zachodzi reakcja opisana równaniem:



Punktacja:

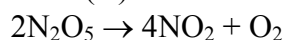
- | | |
|---|--------|
| a. Za poprawną metodę i obliczenia potwierdzające stechiometrię związku A , | 4 pkt. |
| Za podanie wzoru związku A | 1 pkt. |
| Za podanie nazwy związku A | 1 pkt. |
| b. Za napisanie równania reakcji otrzymywania Mg_3N_2 | 2 pkt. |
| Za napisanie równania reakcji hydrolizy Mg_3N_2 | 2 pkt. |
| c. Za podanie wzoru lub nazwy gazu X | 1 pkt. |
| Za stwierdzenie, że amoniak jest zasadą Brönsteda | 1 pkt. |
| Za opisanie równaniem reakcji, równowagi ustalającej się w wodnym roztworze amoniaku. | 2 pkt. |
| d. Za poprawną metodę i obliczenie rozpuszczalności wodorotlenku magnezu. | 4 pkt. |
| e. Za napisanie równania reakcji zachodzącej podczas prażenia wodorotlenku magnezu. | 2 pkt. |

RAZEM:

20 pkt.

ROZWIĄZANIE ZADANIA 3

a. Równanie reakcji rozkładu tlenku azotu(V):



b. Z treści zadania można wywnioskować, że po upływie jednego tygodnia praktycznie cały N_2O_5 uległ rozkładowi. Po upływie $1,00 \cdot 10^4 \text{ s}$ od momentu wprowadzenia N_2O_5 w

układzie było jeszcze tyle nierozłożonego N_2O_5 , że jego rozkład spowodował wzrost ciśnienia w układzie o $120,3 - 68,9 = 51,4$ [Pa].

Z równania reakcji widać, że rozkład 1 mola N_2O_5 powoduje powstanie 2,5 mola produktów gazowych (czyli rozkład N_2O_5 o ciśnieniu cząstkowym 1 Pa powoduje wzrost całkowitego ciśnienia w układzie o 1,5 Pa). Tak więc, ciśnienie cząstkowe N_2O_5 po upływie 10000 s od momentu rozpoczęcia reakcji wynosiło $51,4/1,5 = 34,3$ [Pa].

W analogiczny sposób obliczamy ciśnienie cząstkowe N_2O_5 po upływie $3,00 \times 10^4$ s od momentu rozpoczęcia reakcji: $(120,3 - 94,2)/1,5 = 17,4$ [Pa].

Inny sposób obliczenia ciśnień cząstkowych N_2O_5 polega na wykonaniu bilansu materiałowego, oraz obliczeniu, że ciśnienie cząstkowe N_2O_5 dla czasu $t=0$ s wynosiło $(2/5) \cdot 120,3 = 48,12$ [Pa]. Przyjmując, że x oznacza stopień przereagowania N_2O_5 , a $p_{całk}$ – całkowite ciśnienie w układzie, można ułożyć równanie:

$$p_{całk} = (1-x) \cdot 48,12 \text{ Pa} + x \cdot (5/2) \cdot 48,12 \text{ Pa} = (1+1,5x) \cdot 48,12 \text{ Pa}$$

Stąd można obliczyć, że $x = 0,288$ dla $t = 10000$ s oraz $x = 0,638$ dla $t = 30000$ s.

Odpowiada to ciśnieniom cząstkowym N_2O_5 [obliczonym jako: $(1-x) \cdot 48,12 \text{ Pa}$] równym 34,3 Pa i 17,4 Pa, odpowiednio dla $t = 10000$ s i 30000 s.

- c. Ciśnienia cząstkowe N_2O_5 zmierzone w dwóch dowolnych momentach czasu t_1 i t_2 spełniają równanie (patrz zadanie 4A z folderu):

$$\ln \left(\frac{p_{N_2O_5}(t_2)}{p_{N_2O_5}(t_1)} \right) = -k \cdot (t_2 - t_1)$$

Podstawiając wartości otrzymane dla czasów 10000 i 30000 s obliczamy

$$k = \frac{-\ln(17,4/34,3)}{30000 \text{ s} - 10000 \text{ s}} = 3,39 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

W przypadku obliczenia $p_{N_2O_5}$ dla $t = 0$ s, wartość k może zostać alternatywnie obliczona na podstawie pary wartości $p_{N_2O_5}$ dla $t = 0$ s oraz 10000 s, lub pary wartości $p_{N_2O_5}$ dla $t = 0$ s oraz 30000 s. Zawodnicy mogą również wykreślić zależność $\ln(p_{N_2O_5} / p_{N_2O_5}(t = 0))$ w funkcji t i obliczyć wartość k ze współczynnika kierunkowego otrzymanej prostej.

Korzystając z obliczonej wartości k można obliczyć ciśnienie cząstkowe N_2O_5 po czasie 1000 s od rozpoczęcia reakcji:

$$17,4 = p_{N_2O_5}(t = 1000) \cdot e^{-3,39 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1} \cdot (30000 - 1000) \text{ s}}$$

stąd $p_{N_2O_5}(t = 1000) = 46,5$ Pa. Oczywiście do obliczeń można przyjąć parametry dla $t = 10000$ s, lub też skorzystać z obliczonej wartości $p_{N_2O_5}(t = 0)$ oraz ze wzoru:

$$p_{N_2O_5}(t = 1000) = p_{N_2O_5}(t = 0) \cdot e^{-3,39 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1} \cdot 1000 \text{ s}}$$

Punktacja:

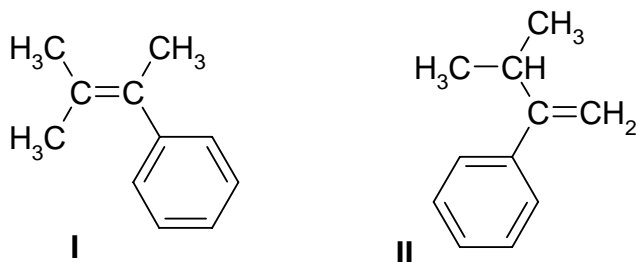
| | |
|---|------------------|
| a. Za prawidłowe napisanie równania reakcji rozkładu N_2O_5 | 2 pkt. |
| b. Za obliczenie ciśnień cząstkowych N_2O_5 po upływie 10000 s i 30000 s od momentu rozpoczęcia reakcji | 2×3 pkt = 6 pkt. |
| c. Za obliczenie wartości k | 6 pkt. |
| Za obliczenie ciśnienia cząstkowego N_2O_5 po upływie 1000 s | 6 pkt. |
| RAZEM | 20 pkt. |

Uwaga: Przy ocenie wyników liczbowych proszę przyznawać maksymalną liczbę punktów za wynik o błędzie względnym od 0 do 2%. Jeśli zawodnik przedstawi prawidłowy wzór na obliczenie danego parametru i do wzoru podstawí poprawne wartości liczbowe wszystkich czynników, a podczas obliczeń popełni błąd rachunkowy, proszę przyznać 2/3 maksymalnej liczby punktów przysługującej za tę część zadania.

ROZWIĄZANIE ZADANIA 4

a. 2-fenylo-3-metylo-butan-2-ol (lub 2-fenylo-3-metylo-2-butanol)

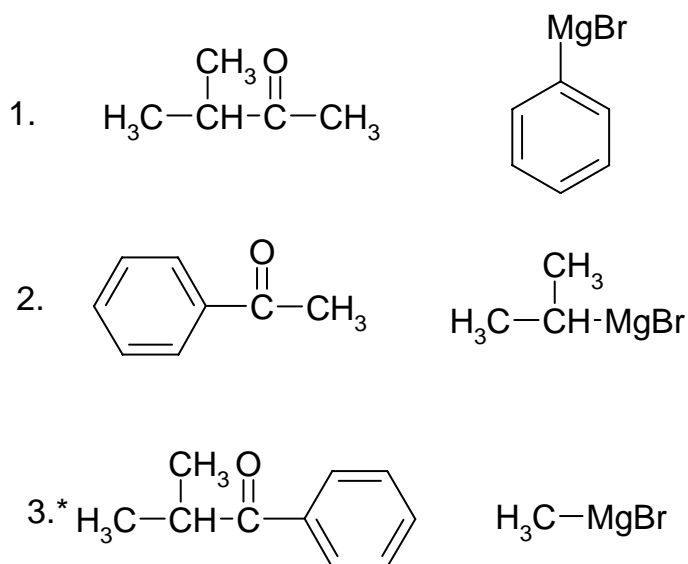
b.



W tych warunkach reakcja addycji będzie zgodna z regułą Markownikowa. W przypadku związku I addycja cząsteczki wody prowadzi do mieszaniny alkoholi, dlatego znacznie lepiej wybrać związek II, który będzie dawał niemal wyłącznie pożądany alkohol.

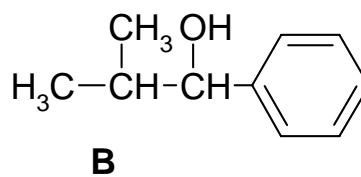
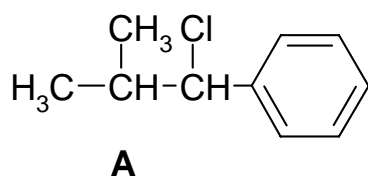
c. Jest to alkohol trzeciorzędowy, a takich alkoholi nie można otrzymać przez redukcję związków karbonylowych.

d.



e. Keton z zestawu 3 jako jedyny da negatywny wynik w próbie jodoformowej. Pozostałe ketony to metyloketony dające wynik pozytywny.

f.



Punktacja:

- | | |
|---|-------------------|
| a. Za prawidłową nazwę alkoholu | 2 pkt. |
| b. Za poprawne wzory węglowodorów | 2×2 pkt. = 4 pkt. |
| Za wskazanie związku II , jako preferowanego substratu | 1 pkt. |
| Za uzasadnienie | 1 pkt. |
| c. Za prawidłową odpowiedź | 2 pkt. |
| d. Za prawidłowo połączone w pary wzory sześciu związków | 6×1 pkt. = 6 pkt. |
| e. Za poprawne wskazanie związku X | 2 pkt. |
| f. Za prawidłowe wzory związków A i B | 2×1 pkt. = 2 pkt. |

RAZEM 20 pkt.

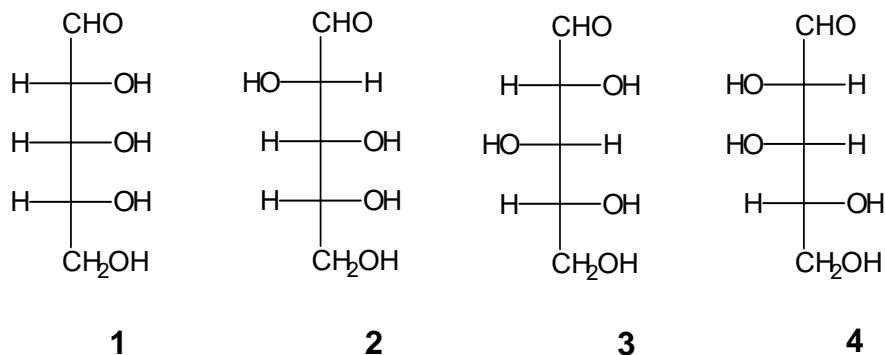
Uwaga! Punktowane są tylko poprawne wzory (i oczywiście nazwa w podpunkcie a).
Dopuszczalna jest punktacja częściowa, w liczbach całkowitych punktów.

ROZWIĄZANIE ZADANIA 5

a. W wyniku reakcji z kwasem azotowym(V) powstają kwasy aldarowe (kwasy dikarboksylowe). Związki **C i D** oraz związek **G** muszą więc być kwasami, których cząsteczki na obu końcach łańcucha mają grupy karboksylowe.

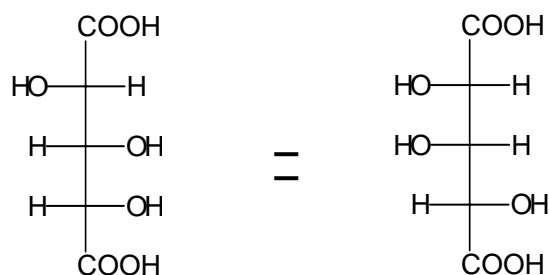
Ponieważ z treści zadania wiadomo, że związki należą do szeregu D, znana jest więc konfiguracja podstawników na węglu numer 4 w pentozach.

Możliwe pentozy szeregu D mają następujące struktury:



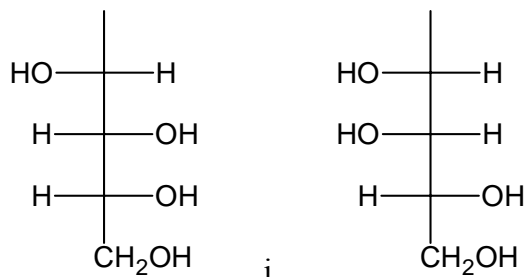
Tylko z pentoz **2 i 4** po utlenieniu HNO₃ powstanie ten sam optycznie czynny kwas **G**.

Kwas ten musi mieć następującą strukturę:



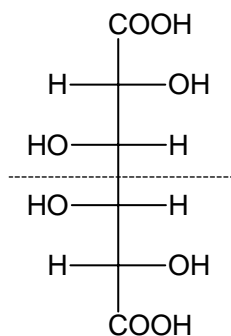
obydwe struktury przechodzą w siebie w wyniku obrotu o 180° .

b. Heksozy **A** i **B** muszą więc mieć następujące konfiguracje na atomach węgla 3, 4, 5:

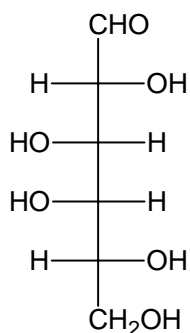


Nieznana jest konfiguracja na węglu 2. Jednak z treści zadania wiadomo, że monosacharydy są epimerami, a więc różnią się konfiguracją tylko na jednym centrum stereogenicznym. W podanych fragmentach heksoz, występują różnice na 4 atomie węgla, dlatego konfiguracja na 2 atomie węgla w obu związkach musi być taka sama.

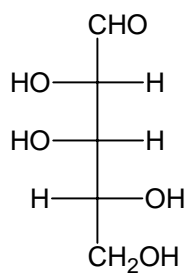
Skoro wiadomo, że związek **C** nie wykazuje czynności optycznej, musi on posiadać płaszczyznę symetrii, a zatem związkowi **C** odpowiada następujący wzór Fischera:



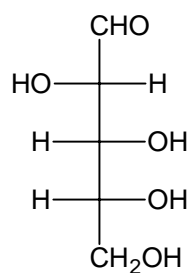
Oznacza to, że związek **A** ma następującą strukturę (galaktoza):



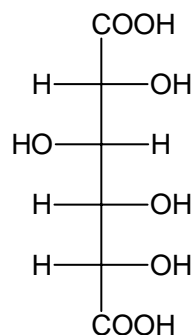
a pentoza **E** ma wzór:



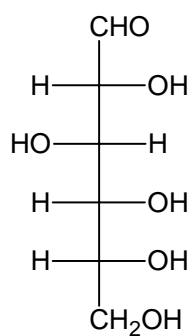
Wobec tego wzór pentozy **F** to:



i odpowiednio, związek **D** ma strukturę:



natomiast wyjściowa heksoza **B** to glukoza o wzorze:



- c. Właściwości redukujące disacharydu są uwarunkowane obecnością grupy aldehydowej (w postaci hemiacetalowej), która nie uczestniczy w tworzeniu wiązania glikozydowego.

Punktacja:

| | |
|--|-------------------|
| <i>a.</i> Za poprawne wzory związków A, B, C, D, E, F, G | 7×2 pkt.= 14 pkt. |
| <i>b.</i> Za wykazanie, że produkt utlenienia pentoz E i F to ten sam związek G | 2 pkt |
| Za wyjaśnienie dlaczego związek C nie wykazuje czynności optycznej | 2 pkt. |
| <i>c.</i> Za wyjaśnienie przyczyny redukujących właściwości disacharydu | 2 pkt. |
| RAZEM | 20 pkt. |

Uwaga: Jeżeli we wzorach są jakieś drobne błędy, ale jest poprawnie zaznaczona konfiguracja na atomach węgla 2-5 w heksozach i 2-4 w pentozach należy przyznać po 1 pkt. za wzór.