



I Konkurs Chemiczny im. Marii Skłodowskiej-Curie

I Etap 25.09.2024 r.

Punktacja końcowa: Suma - 45 pkt.

Zad.1 - 6 pkt., Zad.2 - 12 pkt., Zad.3 - 14 pkt., Zad.4 - 13 pkt.

Zadanie 1

Dany jest zbiór 5 pierwiastków (A-E).

Wiadomo, że pierwiastek **A** ma 3 powłoki elektronowe i tworzy dwuujemne jony proste. Drobina powstała w wyniku przyłączenia jednego elektronu do pierwiastka **B** jest izoelektronowa z atomem argonu. W skróconym zapisie konfiguracji elektronowej pierwiastka **C** widnieje 16 elektronów opisanych orbitalami s, p, d, a jego masa atomowa jest mniejsza niż 100 u. Pierwiastek **D** ma najmniejsze powinowactwo elektronowe spośród wszystkich znanych nam pierwiastków. Pierwiastek **E** jest niemetalem, a jego atomy posiadają o jedną powłokę elektronową więcej niż atomy pierwiastka **C**. W stanie podstawowym pierwiastek **E** ma parzystą liczbę elektronów niesparowanych.

- (1 pkt.) Podaj symbole pierwiastków **A-E**
- (1 pkt.) Podaj, który spośród pierwiastków **A-E** jest najsilniejszym utleniaczem, a który najsilniejszym reduktorem.
- (1 pkt.) Podaj, który spośród pierwiastków **A-E** ma najmniejszy i największy promień atomowy.
- (2 pkt.) Pierwiastek **B** tworzy tlenek, w którym występuje on na IV stopniu utlenienia. Narysuj wzór elektronowy Lewisa tego tlenku oraz opisz geometrię tej cząsteczki.
- (1 pkt.) Pierwiastek **D** nie posiada stabilnych izotopów. Izotop o najdłuższym czasie połowicznego rozpadu występuje w śladowych ilościach w przyrodzie i ma masę atomową 223 u. Izotop ten jest emiterym promieniowania α oraz β^- . Zapisz równania reakcji, które opisują obie te przemiany jądrowe.

Zadanie 2

50 cm³ roztworu kwasu octowego o gęstości 1,015 g·cm⁻³ rozcieńczono wodą i miareczkowano mianowanym roztworem wodorotlenku baru o stężeniu 0,025 mol·dm⁻³ wobec fenoloftaleiny. Na zmiareczkowanie tej próbki zużyto 100 cm³ roztworu zasady. Oblicz:

- (2 pkt.) pH roztworu zasady.
- (1 pkt.) stężenie molowe badanego roztworu kwasu octowego.
- (2 pkt.) pH roztworu kwasu octowego.

- d. (1 pkt.) miano [g/cm^3] roztworu kwasu octowego.
- e. (2 pkt.) stężenie procentowe roztworu kwasu octowego.
- f. (1 pkt.) ułamki molowe składników roztworu kwasu octowego.

Po zakończeniu procesu miareczkowania przeprowadzono proces krystalizacji, a następnie do otrzymanego związku dodano 1 cm^3 wody i ostudzono mieszaninę do temperatury 298 K.

- g. (3 pkt.) Na podstawie odpowiednich obliczeń chemicznych określ, jaki otrzymano roztwór: nasycony, przesycony czy nienasycony?

W obliczeniach przyjmij podane wartości:

gęstości wody: $d = 1000 \text{ kg}/\text{m}^3$

$\text{p}K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,76$

rozpuszczalność octanu baru w temperaturze standardowej: $R = 79,2 \text{ g}/100 \text{ g H}_2\text{O}$

Zadanie 3

Pierwiastek **X** występuje w postaci rud o wzorze X_2S_3 . Procent masowy pierwiastka **X** w jego rudzie wynosi 60,9 %. W wyniku prażenia tego związku przy dostępie tlenu powstaje związek **A** (który jest tlenkiem pierwiastka **X**), a drugim produktem reakcji jest tlenek siarki (IV). Otrzymany tlenek X_2O_3 poddano reakcji z HF celem otrzymania fluorku pierwiastka **X** (związek **B**), w którym występuje on na III stopniu utlenienia. Związek **B** następnie poddano reakcji z gazowym fluorem. Jedynym produktem tej reakcji był związek **C**, który jest bezbarwnym, silnie toksycznym gazem. Związek **C** może reagować z KF dając sól kompleksową **D**. W tej reakcji związek **C** pełni funkcję kwasu według definicji jonotropowej, a więc jest akceptorem prostego anionu.

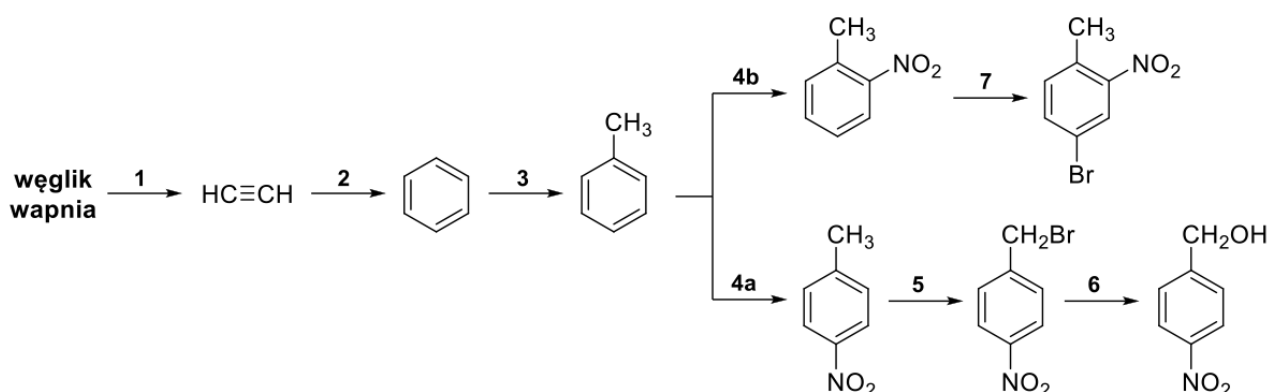
- a. (2 pkt.) Na podstawie obliczeń zidentyfikuj pierwiastek **X**.
- b. (2 pkt.) Zapisz równanie reakcji otrzymywania związku **A** oraz podaj jego nazwę systematyczną.
- c. (2 pkt.) Zapisz równanie reakcji otrzymywania związku **B** oraz podaj jego nazwę systematyczną.
- d. (2 pkt.) Narysuj wzór elektronowy Lewisa związku **B** i opisz geometrię tej cząsteczki.
- e. (2 pkt.) Zapisz równanie reakcji związku **C** z KF.
- f. (1 pkt.) Podaj nazwę systematyczną związku **D**.
- g. (3 pkt.) Narysuj wzór elektronowy Lewisa anionu występującego w związku **D**, wiedząc, że ma on budowę oktaedryczną. Anion ten jest także hiperwalencyjny, co oznacza, że atom centralny posiada więcej niż oktet elektronów.

W obliczeniach przyjmij podane wartości mas molowych ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$):

O - 16,00; F - 19,00; S - 32,06; K - 39,10

Zadanie 4

Przeprowadzono ciąg przemian chemicznych zilustrowany na poniższym schemacie.



- (4 pkt.) Zapisz równania reakcji chemicznych 1-7 z uwzględnieniem ewentualnych katalizatorów oraz warunków, w jakich prowadzone są dane przemiany.
- (1 pkt.) Podaj nazwy systematyczne produktów organicznych reakcji 5 i 6.
- (1 pkt.) Określ typy oraz mechanizmy z jakimi zachodzą reakcje oznaczone numerami 5 i 6.
- (1 pkt.) Wyjaśnij, dlaczego w 7 etapie 1-bromo-2-metylo-3-nitrobenzen jest produktem ubocznym, a nie głównym.
- (1 pkt.) Wyjaśnij, dlaczego w 7 etapie nie powstaje 1-bromo-3-metylo-4-nitrobenzen.
- (1 pkt.) Jaka jest imienna nazwa reakcji chemicznej oznaczonej numerem 3? Zapisz jak przebiegała by ta reakcja w przypadku, gdyby jej substratami były benzen oraz chlorek kwasu octowego.
- (1 pkt.) Jaki produkt uzyskano by w etapie 2, gdyby zamiast etynu użyto propynu? Zapisz równanie tej reakcji oraz podaj nazwę systematyczną otrzymanego produktu.
- (1 pkt.) Węglik (acetylenek) wapnia to związek chemiczny o charakterze soli. Przedstaw strukturę elektronową acetylenku wapnia oraz zapisz reakcję jego otrzymywania.
- (2 pkt.) Produkt reakcji 3 reaguje z manganianem(VII) potasu w środowisku kwasowym. W wyniku tej przemiany dochodzi do przekształcenia grupy metylowej w grupę karboksylową. Zapisz równanie reakcji opisaną przemianą w formie cząsteczkowej. Podaj równania półokwowe utleniania i redukcji (równania jonowo - elektronowe). Wskaż substancje pełniące funkcję reduktora oraz utleniacza w tym procesie.

Czas rozwiązywania: 120 minut