

XIV Ogólnopolski Podkarpacki Konkurs Chemiczny – 2022/2023

ETAP III – 18.02.2023 r. Godz. 12.00-15.00

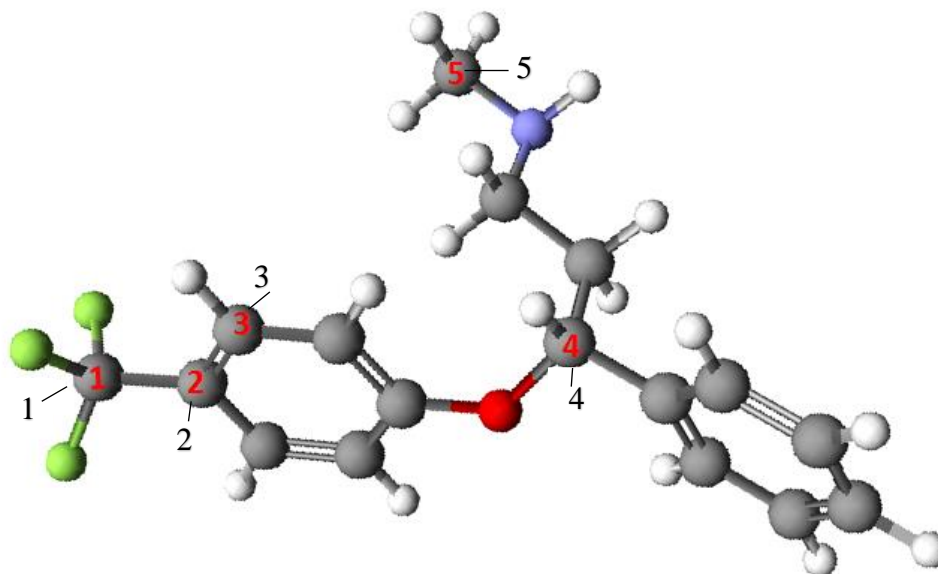


Uwaga! Masy molowe pierwiastków i stałe dysocjacji wybranych jonów podano na końcu zestawu.

Zadanie 1 (10 pkt)

- W czasie elektrolizy wodnego roztworu NaCl (na elektrodach platynowych) przepłynął ładunek 19300 C (wydajność prądowa 100%). Stała Faraday wynosi 96 485 [C/mol]. Produktami elektrolizy są:
 - 4,0 g Na; 7,1 g Cl₂
 - 0,1 g H₂; 3,5 g O₂
 - 0,2 g H₂; 7,1 g Cl₂
 - 0,2 g H₂; 3,2 g O₂
- Półogniwo Ni | Ni²⁺ (E⁰ = -0,25 V) oraz Zn | Zn²⁺ (E⁰ = -0,76 V) połączono kluczem elektrolitycznym. W powstałym ogniwie na elektrodzie dodatniej zachodzi:
 - utlenianie Ni
 - redukcja Zn²⁺
 - utlenianie Zn
 - redukcja Ni²⁺
- Konfigurację elektronową żelaza przedstawia zapis: **${}_{26}\text{Fe } 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$** . Jaka będzie konfiguracja elektronowa jonów żelaza(II) i żelaza(III)?
 - ${}_{26}\text{Fe}^{2+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ **oraz** ${}_{26}\text{Fe}^{3+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5$
 - ${}_{26}\text{Fe}^{3+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$ **oraz** ${}_{26}\text{Fe}^{2+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^4$
 - ${}_{26}\text{Fe}^{2+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$ **oraz** ${}_{26}\text{Fe}^{3+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^3$
 - ${}_{26}\text{Fe}^{2+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$ **oraz** ${}_{26}\text{Fe}^{3+} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$
- W wodnym środowisku z roztworu soli nikielu(II), pod wpływem działania roztworu wodorotlenku sodu, strąca się zielonkawy osad – wodorotlenek nikielu(II). Wybierz poprawną odpowiedź:
 - Ni(OH)₂ rozpuszcza się w nadmiarze zasady
 - Ni(OH)₂ nie reaguje z kwasami
 - Ni(OH)₂ + utleniacz = Ni(OH)₃ czarnobrunatny
 - Ni(OH)₂ + reduktor = Ni(OH)₃ czarnobrunatny
- Która z wymienionych reakcji Friedla-Craftsa, prowadzonych wobec AlCl₃ daje wynik pozytywny:
 - chlorobenzen + chlorek butylu
 - acetofenon + chlorek propylu
 - benzoesan etylu + chlorek acetylu
 - fenol + chlorek etylu

6. Wskaż poprawne hybrydyzacje wybranych (oznaczonych numerami jak na rysunku) atomów węgla fluoksetyny - substancji mającej zastosowanie lecznicze:




- a) węgiel nr 1, 4 i 5 – sp^3 ; węgiel nr 2 i 3 – sp^2
 b) węgiel nr 1 i 5 – sp^3 ; węgiel nr 2, 3 i 4 – sp^2
 c) węgiel nr 1 – sp ; węgiel nr 4 i 5 – sp^3 ; węgiel ozn. nr 2 i 3 – sp^2
 d) węgiel nr 1, 3, 4 i 5 – sp^3 ; węgiel nr 2 – sp^2

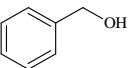
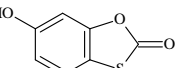
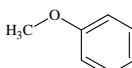

7. Która cząsteczka ma budowę liniową?

- a) NH_3
 b) SO_2
 c) CO_2
 d) BF_3

8. Do aromatycznych związków nie należy:

- a) 
 b) 
 c) 
 d) 

9. Który z wymienionych związków daje barwną reakcję z solami Fe^{3+} ?

- a) 
 b) 
 c) 
 d) 

10. Gaz syntezowy nie jest stosowany do wytwarzania:

- a) metanolu
 b) amoniaku
 c) acetaldehydu
 d) kwasu octowego

Zadanie 2 (20 pkt)

Niewielką ilość pewnego związku rozpuszczono w wodzie, reszta opadła na dno, dodatkowo zaobserwowano, że w wyniku reakcji wydziela się ciepło. Po dodaniu fenoloftaleiny roztwór zmienił zabarwienie na malinowe.

1. Ustalić wzór sumaryczny tego związku, jeżeli jego masa cząsteczkowa wynosi 56,1 u, składa się on z wapnia i tlenu, a zawartość wapnia stanowi 71,5%. Zapisz odpowiednie obliczenia.
2. Obliczyć pH roztworu powstałego wodorotlenku, jeżeli stężenie wodorotlenku wynosi 0,1%, a gęstość roztworu jest $1,0 \text{ g/cm}^3$.
3. Czy wytrąci się osad węglanu wapnia po zmieszaniu równych objętości roztworów wodorotlenku wapnia o stężeniu $5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ i kwasu węglowego o stężeniu $1 \cdot 10^{-3} \text{ M}$? Iloczyn rozpuszczalności węglanu wapnia wynosi $4 \cdot 10^{-9}$. Załóżyc całkowitą dysocjację obu związków.
4. Stała szybkości reakcji ($A \rightarrow B + C$, np. $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$) prowadzonej w szczelnie zamkniętym zbiorniku wynosi $0,001 \text{ s}^{-1}$. Po jakim czasie w roztworze zawierającym 2 mol/dm^3 substratu A jego stężenie zmaleje o 40%? Jakiego rzędu jest to reakcja?
5. Przygotowano roztwór badanego wodorotlenku (*pkt 2*) o stężeniu 2 mol/m^3 i prowadzono jego miareczkowanie roztworem H_2SO_4 o stężeniu 1 mol/m^3 . Obliczyć stężenia jonów (w mol/dm^3) obecnych w roztworze końcowym, gdy do 10 cm^3 wodorotlenku dodano 15 cm^3 kwasu.

Zadanie 3 (26 pkt)

Mając do dyspozycji wodę oraz substancje w postaci stałej: KHCO_3 , NH_4Br , KOH podaj dwa sposoby otrzymania po 1 dm^3 roztworów buforowych o $\text{pH} = 10$ i stężeniu formy kwasowej wynoszącym $0,25 \text{ mol/dm}^3$.

1. Opisz, jak można otrzymać oba bufor (*I sposób i II sposób*).
2. Zapisz pary kwas/zasada przydatne do utworzenia oczekiwanych buforów.
3. Zapisz wzory na obliczanie stężenia jonów wodorowych (H^+) i pH obu buforów.
4. Oblicz skład obu buforów (podaj składniki w gramach).
5. a). Oblicz, ile moli KOH należy dodać do podanych buforów, aby podwyższyć pH tych buforów o jednostkę.
b). Oblicz ile moli HCl należy dodać, aby obniżyć pH uzyskanych buforów o jednostkę.

Dane do obliczeń:

Stałe dysocjacji:

- kwasu węglowego: $K_{a1} = 4 \cdot 10^{-7}$, $K_{a2} = 5 \cdot 10^{-11}$
- jonu amonowego (NH_4^+): $K_a = 1,58 \cdot 10^{-10}$

Stała Faraday = $96\,485 \text{ [C/mol]}$

Iloczyn jonowy wody: $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$

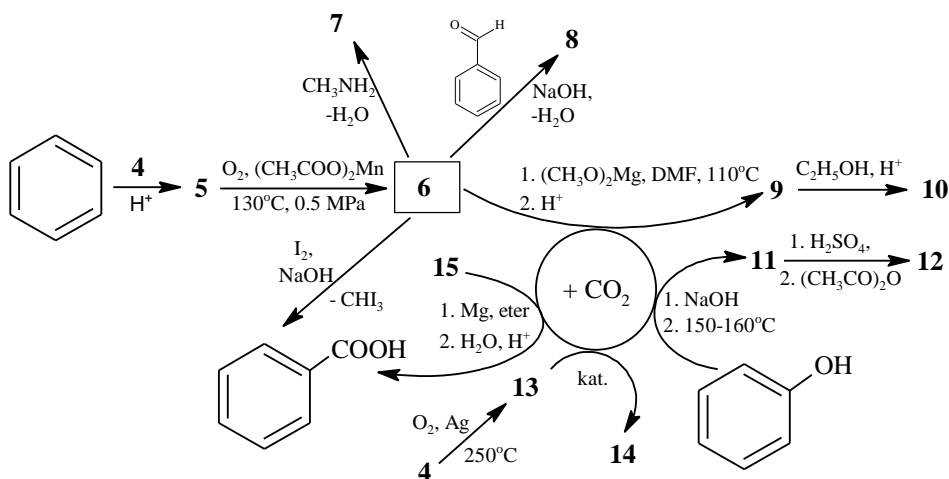
Masy molowe [g/mol]: H - 1, C - 12, N - 14, O - 16, K - 39,1, Cl - 35,5, Ca - 40,1, Br - 79,9.

Rozwiązanie zadania 2.

Rozwiązanie zadania 3.

Zadanie 4 (30 pkt)

Światowa produkcja związku **1**, który jest powszechnie stosowanym nawozem sztucznym, w 2021 r. wynosiła ok. 233 mln ton. Związek ten otrzymuje się w wyniku reakcji dwóch gazów: NH_3 i CO_2 , w fazie ciekłej, w temperaturze ok. 200°C , pod ciśnieniem 15-35 MPa. Związek **1** ulega reakcji z kwasem malonowym (propanodiowym), dając związek **2**, który jest stosowany do syntezy leków nasennych. Związek **1** pod wpływem ogrzewania przekształca się w związek **3**, który w środowisku zasadowym daje barwne kompleksy z jonami miedzi(II). Wykorzystywany w syntezie związku **1** CO_2 stosowany jest również jako substrat w syntezie wielu cennych związków organicznych. Wybrane syntezy przedstawiono na poniższym rysunku (grafie):



Uwaga! Rysunek (graf) nie uwzględnia syntezy związku 1 i jego przemian w związki 2 i 3 oraz poleceń 11 i 16.

- Napisz równanie reakcji otrzymywania związku **1** i podaj jego wzór oraz nazwę.
- Podaj ile sygnałów występuje w widmie $^1\text{H-NMR}$ związku **1**.
- Napisz równanie (schemat) reakcji otrzymywania związku **2** i podaj jego wzór oraz nazwę.
- Narysuj strukturę tautomeryczną związku **2**.
- Napisz równanie (schemat) reakcji otrzymywania związku **3** i podaj jego wzór oraz nazwę.
- Napisz schemat reakcji kompleksowania jonów Cu^{2+} cząsteczkami związku **3**.
- Podaj ile sygnałów występuje w widmie $^1\text{H-NMR}$ związku **3**.
- Podaj wzór i nazwę związku **4**.
- Podaj wzór i nazwę związku **5**.
- Podaj wzór i nazwę związku **6**.
- Zaproponuj inny sposób otrzymania z benzenu związku **6**, napisz równanie reakcji.
- Podaj wzór związku **7**.
- Podaj wzór i nazwę związku **8**.
- Podaj wzór i nazwę związku **9**.
- Podaj wzór i nazwę związku **10**.
- Otrzymaj związek **10** w reakcji kondensacji estrowej, napisz równanie reakcji (schemat), podaj wzory oraz nazwy substratów.
- Podaj wzór i nazwę związku **11**.
- Podaj wzór i nazwę związku **12**.
- Podaj wzór i nazwę związku **13**.
- Podaj wzór i nazwę związku **14**.
- Podaj wzór i nazwę związku **15**.
- Otrzymaj związek **15** z benzenu, napisz równanie (schemat) reakcji.
- Oblicz masę amoniaku, który powstanie po wprowadzeniu do reaktora 1000 m^3 (w przeliczeniu na warunki normalne: $T = 0^\circ\text{C}$, $p = 1013 \text{ hPa}$) mieszaniny gazowej, zawierającej objętościowo 24,5% N_2 , 75,1% H_2 , 0,2% Ar i 0,2% CH_4 , wiedząc, że stopień przemiany azotu do NH_3 wynosi 35%.

UWAGA! Wszystkie wzory należy podać w formie półstrukturalnej (nie zapisujemy wiązań węgiel-wodór) lub szkieletowej.

Rozwiązanie zadania 4.

1	Równanie reakcji otrzymywania związku 1:		
	Wzór związku 1	Nazwa związku 1	
2			
3	Równanie (schemat) reakcji otrzymywania związku 2:		
	Wzór związku 2	Nazwa związku 2	
4			
5	Równanie (schemat) reakcji otrzymywania związku 3:		
	Wzór związku 3	Nazwa związku 3	
6	Schemat reakcji kompleksowania jonów Cu^{2+} cząsteczkami związku 3:		
7			

8	Wzór związku 4	Nazwa związku 4	
9	Wzór związku 5	Nazwa związku 5	
10	Wzór związku 6	Nazwa związku 6	
11	Równanie reakcji otrzymywania z benzenu związku 6 :		
12	Wzór związku 7		
13	Wzór związku 8	Nazwa związku 8	
14	Wzór związku 9	Nazwa związku 9	
15	Wzór związku 10	Nazwa związku 10	
16	Równanie (schemat) reakcji kondensacji estrowej:		
	Wzór substratu kondensacji estrowej	Nazwa substratu kondensacji estrowej	
	Wzór substratu kondensacji estrowej	Nazwa substratu kondensacji estrowej	

17	Wzór związku 11	Nazwa związku 11	
18	Wzór związku 12	Nazwa związku 12	
19	Wzór związku 13	Nazwa związku 13	
20	Wzór związku 14	Nazwa związku 14	
21	Wzór związku 15	Nazwa związku 15	
22	Równanie (schemat) reakcji otrzymywania związku 15 :		
23			

Łącznie zadanie 4: 30 pkt