



ETAP II – 14.12.2024 r.

Godz. 12.00-14.00

Uwaga! Masy molowe pierwiastków podano na końcu zestawu.

Zadanie 1 (każde pytanie to 1 pkt; sumarycznie 16 pkt)

1. Atomy pierwiastków należących do tej samej grupy układu okresowego różnią się między sobą:

- A. ☐ liczbą elektronów, którym przypisana jest najwyższa główna liczba kwantowa
- B. ☒ rdzeniem atomowym
- C. ☐ liczbą elektronów walencyjnych
- D. ☐ liczbą elektronów zajmujących podpowłokę **p** w powłoce, której przypisana jest najwyższa liczba kwantowa pierwiastka

2. Najmniej atomów znajduje się w

- A. ☐ 23g sodu
- B. ☒ 0,1 mol helu
- C. ☐ 2,24 dm³ tlenu w warunkach normalnych
- D. ☐ 3,01·10²³ cząsteczkach wodoru

3. W celu zbadania czy roztwór jest elektrolitem, można wykorzystać następujące próby:

- A. ☒ włączyć roztwór do obwodu prądu stałego
- B. ☐ włączyć roztwór do obwodu prądu zmiennego
- C. ☐ włączyć roztwór do obwodu prądu stałego lub zmiennego
- D. ☐ zbadać roztwór za pomocą fenoloftaleiny.

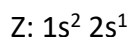
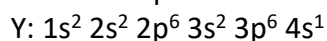
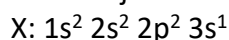
4. Dla kwasu cyjanowodorowego pK_a wynosi 9,21. W 0,01 molowym roztworze cyjanowodoru stopień dysocjacji wynosi:

- A. ☐ 1,01·10⁻²
- B. ☒ 2,48·10⁻⁴
- C. ☐ 3,01·10⁻⁸
- D. ☐ 1,75·10⁻⁵

5. Które z poniższych wodorotlenków są trudno rozpuszczalne w wodzie ale wszystkie rozтворяją się w roztworze NaOH?

- A. ☐ Mg(OH)_2 , Ba(OH)_2 , Fe(OH)_2
 B. ☐ NaOH , Ba(OH)_2 , Mn(OH)_2
 C. ☒ Cr(OH)_3 , Zn(OH)_2 , Al(OH)_3
 D. ☐ Al(OH)_3 , Zn(OH)_2 , Ca(OH)_2

6. Na podstawie budowy atomu podanych metali X; Y, Z; określ, który z nich ma najmniejszą elektroujemność.



- A. ☐ atom Z, gdyż elektron walencyjny leży najbliżej jądra
 B. ☒ atom Y, gdyż elektron walencyjny leży najdalej od jądra
 C. ☐ atom X, gdyż leży w I grupie układu okresowego pierwiastków
 D. ☐ wszystkie atomy mają jednakową elektroujemność, gdyż mają jeden elektron w powłoce walencyjnej

7. Uczniowie opracowali cztery propozycje laboratoryjne otrzymywania wodorotlenku glinu. Jedna z nich jest błędna. Zaznacz błędny schemat.

- A. ☐ $\text{Al} \xrightarrow{+\text{HCl}} \text{AlCl}_3 \xrightarrow{+\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}} \text{Al(OH)}_3$
 B. ☒ $\text{Al} \xrightarrow{\text{spalanie}} \text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{+\text{H}_2\text{O}} \text{Al(OH)}_3$
 C. ☐ $\text{Al} \xrightarrow{\text{spalanie}} \text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow[\text{bez nadmiaru}]{+\text{NaOH}} \text{Al(OH)}_3$
 D. ☐ $\text{Al} \xrightarrow[+\text{H}_2\text{O}]{+\text{NaOH}} \text{NaAlO}_2 \xrightarrow[\text{roztworu}]{\text{zobojętnianie}} \text{Al(OH)}_3$

8. W zlewkach przygotowano roztwory przez zmieszanie równych objętości 0,1 molowych roztworów substancji. W której zlewkce powstał roztwór obojętny:

I – NaOH i HCl;

II – NaOH i CH_3COOH ;

III – NaOH i H_2SO_4

- A. ☐ II-giej
 B. ☐ III-ciej
 C. ☒ I-szej
 D. ☐ we wszystkich

9. W każdej jednostce strukturalnej DNA znajduje się reszta kwasowa następującego kwasu fosforowego:

- A. ☐ H_3PO_3
 B. ☐ $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$
 C. ☒ H_3PO_4
 D. ☐ $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$

10. Określ rodzaj wiązań występujący w cząsteczkach podanych w tabeli. Wybierz poprawne przyporządkowanie.

		CsBr	O ₂	NH ₃
A.		kowalencyjne spolaryzowane	kowalencyjne niespolaryzowane	jonowe
B.	X	jonowe	kowalencyjne niespolaryzowane	kowalencyjne spolaryzowane
C.		jonowe	kowalencyjne spolaryzowane	kowalencyjne niespolaryzowane
D.		kowalencyjne niespolaryzowane	jonowe	kowalencyjne spolaryzowane

11. Ile wynosi stężenie molowe roztworu KOH, w którym ułamek molowy wody wynosi 0,7, a gęstość w 20 °C jest równa 1,119 g/cm³.

- A ☒ 11,4 mol/dm³
 B ☐ 20,0 mol/dm³
 C ☐ 26,6 mol/dm³
 D ☐ 46,6 mol/dm³

$$M_{\text{KOH}} = 56,1 \text{ g/mol}$$

$$\text{uł.mol. KOH} = 0,3$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 0,7 \cdot 18 \text{ g/mol} = 12,6 \text{ g}$$

$$m_{\text{KOH}} = 0,3 \cdot 56,1 \text{ g/mol} = 16,8 \text{ g}$$

$$m_{\text{r-u}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{KOH}} = 12,6 \text{ g} + 16,8 \text{ g} = 29,4 \text{ g}$$

$$V = \frac{m}{d} = \frac{29,4}{1,119} = 26,3 \text{ cm}^3$$

$$26,3 \text{ cm}^3 \text{ ----- } 0,3 \text{ mol KOH}$$

$$1000 \text{ cm}^3 \text{ ----- } x \text{ mol KOH}$$

$$x = 11,4 \text{ mol/dm}^3$$

12. Ile wynosi masa roztworu o stężeniu 20%, którą należy dodać do 80 g gramów roztworu tego samego związku o stężeniu 12%, aby otrzymać roztwór 16%?

- A ☐ 20 g
 B ☐ 40 g
 C ☒ 80 g
 D ☐ 100 g

$$100 \text{ g r-u ----- } 12 \text{ g sub.rozp.}$$

$$80 \text{ g r-u ----- } x \text{ sub.rozp.}$$

$$x = 9,6 \text{ g}$$

$$100 \text{ g r-u ----- } 20 \text{ g sub.rozp.}$$

$$x_1 \text{ g r-u ----- } x_2 \text{ sub.rozp.}$$

$$x_2 = \frac{x_1 \cdot 20}{100}$$

Po zmieszaniu:

$$100 \text{ g r-u} \text{ ----- } 16 \text{ g sub.rozp.}$$

$$80 + x_1 \text{ g r-u} \text{ ----- } 9,6 \text{ g} + \frac{x_1 \cdot 20}{100} \text{ g sub.rozp.}$$

$$100 \left(9,6 \text{ g} + \frac{x_1 \cdot 20}{100} \right) = 16(80 + x_1)$$

$$x_1 = 80 \text{ g sub.rozp.}$$

13. Ile wynosi pH roztworu 0,1 % KOH o gęstości 1,0 g/cm³?

- A ☐ 1,7
 B ☐ 3,4
 C ☐ 6,8
 D ☒ 12,3

$$M_{\text{KOH}} = 56,1 \text{ g/mol}$$

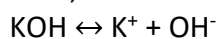
$$\text{w } 100 \text{ g r-u} \text{ ----- } 0,1 \text{ g KOH}$$

$$n = \frac{0,1}{56,1} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mola KOH}$$

$$100 \text{ cm}^3 \text{ r-u} \text{ ----- } 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mola KOH}$$

$$1000 \text{ cm}^3 \text{ r-u} \text{ ----- } x \text{ mola KOH}$$

$$x = 1,8 \cdot 10^{-2} \text{ mola KOH}$$



$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = 1,7 \Rightarrow \text{pH} = 12,3$$

14. Jony Cl⁻ można zidentyfikować przeprowadzając reakcję z jonami:

- A ☐ Na⁺
 B ☐ K⁺
 C ☒ Ag⁺
 D ☐ Ba²⁺

15. Co można zaobserwować po zanurzeniu płytki cynkowej w roztworze siarczanu(VI) miedzi(II)?

- A ☐ brak zmiany
 B ☒ niebieski roztwór odbarwiał się
 C ☐ czerwony roztwór odbarwiał się
 D ☐ niebieski roztwór zmienił barwę na żółtą.

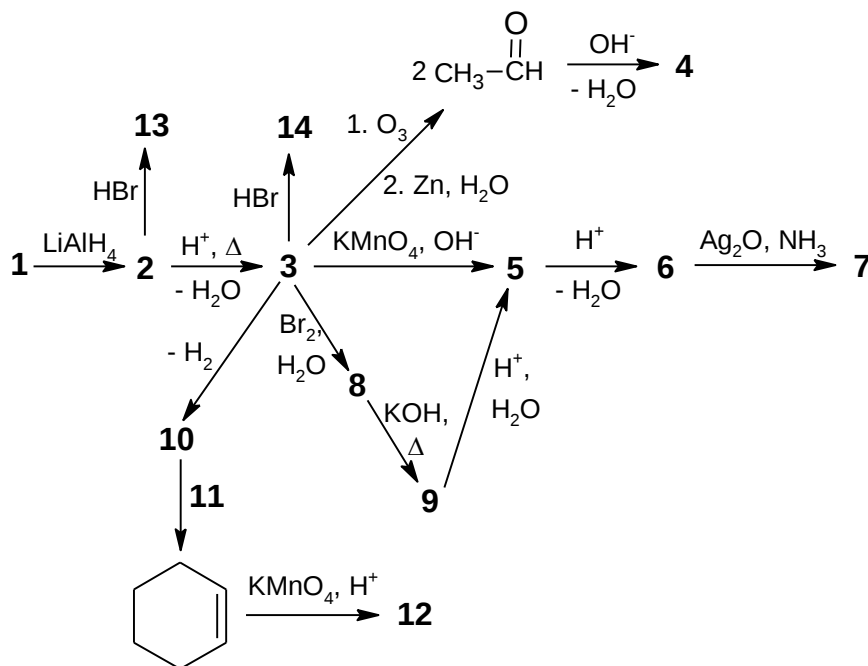
16. Podaj o ile zmieni się stopień utlenienia pierwiastka A w reakcji $\text{AO}_4^- \rightarrow \text{A}^{3+}$

- A ☒ zmniejszy się o 4
 B ☐ zwiększy się o 4
 C ☐ zmniejszy się o 5
 D ☐ zwiększy się o 5

Zadanie 2 (25 pkt)

Podaj wzory i nazwy systematyczne związków oznaczonych liczbami od **1** do **14** zamieszczonych na poniższym schemacie, wiedząc, że:

- związek **1** barwi papierek wskaźnikowy na czerwono i składa się z 54,53% C, 9,15% H, a resztę stanowi tlen. Masa molowa **1** wynosi 88,11 g/mol. Wyprowadź wzór najprostszy i rzeczywisty tego związku.
- Związek **3** może występować w postaci 2 stereoizomerów – podaj je i określ ich konfigurację absolutną.
- Związki **13** i **14** są względem siebie izomerami położenia.

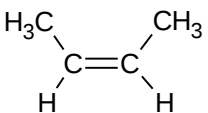
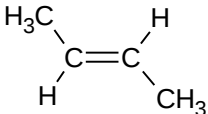


Wszystkie wzory należy podać w formie półstrukturalnej (nie zapisujemy wiązań węgiel-wodór) lub szkieletowej.

Proponowane rozwiązanie:

1	100% - 54,53% - 9,15% = 36,32% zawartość tlenu w związku Ilość moli poszczególnych pierwiastków wynosi: 54,53/12,011 [g/g/mol] = 4,54 mola C 9,15/1,008 [g/g/mol] = 9,077 mola H 36,32/16 [g/g/mol] = 2,27 mola O Wzór najprostszy: C : H : O = 4,54 : 9,077 : 2,27 = 2 : 4 : 1 czyli C₂H₄O Masa molowa wynikająca ze wzoru najprostszego : 2·12 u + 4·1 u + 1·16 u = 44 u, 88,11/44 = 2 – zatem wzór rzeczywisty związku: C₄H₈O₂	1 pkt + 1 pkt
	Wzór związku 1 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	Nazwa związku 1 kwas butanowy 1 pkt + 0,5 pkt

2	Wzór związku 2 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$	Nazwa związku 2 butan-1-ol, alkohol butylowy	1 pkt + 0,5 pkt
3	Wzór związku 3 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	Nazwa związku 3 but-2-en	1 pkt + 0,5 pkt
4	Wzór związku 4 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Nazwa związku 4 but-2-enal	1 pkt + 0,5 pkt
5	Wzór związku 5 $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	Nazwa związku 5 butano-2,3-diol	1 pkt + 0,5 pkt
6	Wzór związku 6 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$	Nazwa związku 6 2-metylopropanal	1 pkt + 0,5 pkt
7	Wzór związku 7 $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	Nazwa związku 7 kwask 2-metylopropanowy	1 pkt + 0,5 pkt
8	Wzór związku 8 $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	Nazwa związku 8 3-bromobutan-2-ol	1 pkt + 0,5 pkt
9	Wzór związku 9 $\text{H}_3\text{C}-\text{HC}-\underset{\text{O}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	Nazwa związku 9 1,2-dimetylooksiran, 2,3-epoksybutan	1 pkt + 0,5 pkt
10	Wzór związku 10 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Nazwa związku 10 buta-1,3-dien	1 pkt + 0,5 pkt
11	Wzór związku 11 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	Nazwa związku 11 eten	1 pkt + 0,5 pkt
12	Wzór związku 12 $\text{HO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	Nazwa związku 12 kwask heksanodiowy	1 pkt + 0,5 pkt
13	Wzór związku 13 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Br}$	Nazwa związku 13 1-bromobutan, bromek butylu	1 pkt + 0,5 pkt
14	Wzór związku 14 $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$	Nazwa związku 14 2-bromobutan, bromek butan-2-ylu	1 pkt + 0,5 pkt
22	Stereoizomery związku 3:	Konfiguracja absolutna:	

	Z-but-2-en	1 pkt +
	E-but-2-en	1 pkt

Suma – 25 pkt

Zadanie 3 (25 pkt)

a) Zaproponuj dwa sposoby otrzymania 1 dm³ roztworu buforowego o pH = 10 i stężeniu formy kwasowej wynoszącym 0,5 mol/dm³, mając do dyspozycji następujące substancje w postaci stałej: NaHCO₃, NH₄Cl, NaOH oraz wodę. Przeprowadź odpowiednie obliczenia. Ilości dodanych substancji (poza wodą) podaj w gramach.

Wielkością określającą zdolności buforujące jest pojemność buforowa, mówiąca ile moli mocnej zasady lub mocnego kwasu należy dodać, aby zmienić pH buforu o jednostkę.

b) Oblicz, ile moli NaOH należy dodać do jednego z zaproponowanych buforów, aby podwyższyć pH tego buforu z 10 do 11.

c) Oblicz ile moli HCl należy dodać, aby obniżyć pH tego samego buforu z 10 do 9.

Do obliczeń przyjmij następujące wielkości stałych dysocjacji:

- dla kwasu węglowego: $K_{a1} = 4 \times 10^{-7}$, $K_{a2} = 5 \times 10^{-11}$,

- dla jonu NH₄⁺ $K_a = 1,58 \times 10^{-10}$.

Rozwiązanie

Wskazanie par kwas/zasada (HCO₃⁻/CO₃²⁻ i NH₄⁺/NH₃) przydatnych do utworzenia buforu: **2 pkt**

Wykorzystując podane odczynniki można utworzyć dwa bufony o pH = 10; jeden zawierający parę kwas/zasada HCO₃⁻/CO₃²⁻ i drugi z parą NH₄⁺/NH₃.

Wzór opisujący pH buforu jest następujący:

4 pkt

Wykładnik stężenia jonów wodorowych roztworu zawierającego NH₃ (CO₃²⁻) i NH₄⁺ (HCO₃⁻) obliczamy zgodnie z poniższym równaniem:



$$K_{NH_4^+} = \frac{[NH_3] \cdot [H^+]}{[NH_4^+]}$$

$$[H^+] = K_{NH_4^+} \cdot \frac{[NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$pH = pK_{NH_4^+} + \log \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{n_z}{n_k}$$

gdzie n_z i n_k to ilości moli formy zasadowej (CO₃²⁻ lub NH₃) i formy kwasowej (HCO₃⁻ lub NH₄⁺); pK_a jest ujemną wartością logarytmu stałej dysocjacji kwasowej odpowiednio HCO₃⁻ (K_{a2}) i NH₄⁺.

Stwierdzenie, że bufory te można otrzymać przez reakcję części soli z NaOH

1 pkt

Pierwszy sposób to rozpuszczenie NaHCO_3 , dodanie pewnej ilości NaOH w celu przeprowadzenia części jonów HCO_3^- w CO_3^{2-} i dopełnienie wodą.

Obliczenie składu pierwszego buforu

5 pkt

Podstawiając dane do powyższego równania otrzymujemy:

$10 = 10,3 + \log(n_z/0,5)$; po podstawieniu otrzymujemy $n_z = 0,25$ mola,

czyli ilości moli HCO_3^- i CO_3^{2-} wynoszą odpowiednio 0,5 mola i 0,25 mola.

Łączna ilość CO_3^{2-} i HCO_3^- - to 0,25 mola + 0,5 mola = 0,75 mola.

Należy więc wprowadzić 0,75 mola NaHCO_3 i dodać 0,25 mola NaOH, aby otrzymać 0,25 mola CO_3^{2-} .

Masy molowe NaHCO_3 i NaOH wynoszą odpowiednio 84 i 40 g/mol

Należy użyć: $0,75\text{mol} \times 84 \text{ g/mol} = 63 \text{ g NaHCO}_3$, $0,25 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 10 \text{ g NaOH}$ i dopełnić roztwór wodą do objętości 1 dm^3 .

Obliczenie składu drugiego buforu

5 pkt

Drugi sposób to rozpuszczenie NH_4Cl , dodanie pewnej ilości NaOH w celu przeprowadzenia części jonów NH_4^+ w NH_3 i dopełnienie wodą.

Podstawiając dane do równania: $\text{pH} = \text{pK}_a + \log(n_z/n_k)$

$10 = 9,8 + \log(n_z/0,5)$

otrzymujemy $n_z = 0,79$ mola, czyli ilości moli NH_4^+ i NH_3 wynoszą odpowiednio 0,5 mola i 0,79 mola.

Łączna ilość NH_4^+ i NH_3 to 0,5 mola + 0,79 mola = 1,29 mola. Należy więc wprowadzić 1,29 mola

NH_4Cl i dodać 0,79 mola NaOH, aby otrzymać 0,79 mola NH_3 .

Masa molowa NH_4Cl wynosi 53,5 g/mol

Należy użyć: $1,29 \text{ mol} \times 53,5 \text{ g/mol} = 69 \text{ g NH}_4\text{Cl}$, $0,79 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 31,6 \text{ g NaOH}$ i dopełnić roztwór wodą do objętości 1 dm^3 .

Obliczenie ilości kwasu potrzebnego do obniżenia pH o 1 (dla jednego z wybranych buforów)

4 pkt

Ilość moli dodanej zasady oznaczmy jako x, ilość dodanego kwasu oznaczamy jako y.

Wówczas dla buforu $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ po dodaniu zasady:

$$11 = 10,3 + \log [(0,25 + x)/(0,5 - x)]$$

Po rozwiązaniu $x = 0,375$ mola

Po dodaniu kwasu: $9 = 10,3 + \log [(0,25-y)/(0,5+y)]$

Po rozwiązaniu $y = 0,214$ mola.

Obliczenie ilości zasady potrzebnej do podwyższenia pH o 1

4 pkt

Dla buforu $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ po dodaniu zasady:

$$11 = 9,8 + \log [(0,79 + x)/(0,5 - x)]$$

Po rozwiązaniu $x = 0,424$ mola

Po dodaniu kwasu: $9 = 9,8 + \log [(0,79-y)/(0,5+y)]$

Po rozwiązaniu $y = 0,614$ mola.

Suma 25 pkt

Masy molowe (g/mol): H – 1; O – 16; N – 14; C – 12, S – 32; Na – 23; K – 39,1