

12. Розрахуйте ебулоскопічну або криоскопічну сталю розчинника, якщо під час розчинення :

12.1. 9,3 г анліну $C_6H_5NH_2$ у 200 г спириту температура замерзання розчину знижується на 2,5 градуси

12.2. 12,8 г нафталіну $C_{10}H_8$ у 200 г ефіру температура кипіння розчину підвищилась на 1,08 градуси

12.3. 7,8 бензолу C_6H_6 у 200 г циклогексану температура замерзання розчину знижується на 10,1 градусів

12.4. 4,7 фенолу C_6H_5OH у 100 г тетрагидропиротану температура кипіння розчину підвищилась на 2,65 градуси

12.5. 0,2 моль гліцерину $C_3H_8(OH)_3$ у 100 г ацетону температура кипіння розчину підвищилась на 3,46 градуси

12.6. 12,5 г нітробензолу $C_6H_5NO_2$ у 500 г бензолу температура кипіння розчину підвищилась на 0,5 градуси

12.7. 0,5 моль пероксику водню H_2O_2 у 250 г води температура замерзання розчину знижується на 3,72 градуси

2.8. РОЗЧИННІ ЕЛЕКТРОЛІТИ

1. Визначте, сильним чи слабким електролітом є кожна з наведених у умові речовини та складіть рівняння їх електролітичної дисоціації. Для слабких електролітів записати математичний вираз константи дисоціації.

- 1.1. H_2PO_4 , Na_2PO_4 , $Cu(OH)_2$, $CaCl_2$
- 1.2. $HClO$, $Pb(NO_3)_2$, K_2SiO_3 , $Cu(OH)_2$
- 1.3. $Ba(OH)_2$, $Cu(OH)_2$, H_2S , $(NH_4)_2CO_3$
- 1.4. NH_4OH , $Mg(NO_3)_2$, $Zn(OH)_2$, $HClO_4$
- 1.5. H_2CO_3 , Na_2CO_3 , $Zn(NO_3)_2$, $Cd(OH)_2$
- 1.6. Na_2S , Na_2SO_4 , $Fe(OH)_3$, HCN
- 1.7. $NaClO$, $(NH_4)_2S$, $Ca(HCO_3)_2$, H_2SO_4

2. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії наведених у умові речовин:

- 2.1. а) $CaCl_2 + AgNO_3 \rightarrow$ б) $Ni(OH)_2 + HCl \rightarrow$
- 2.2. а) $Al_2(SO_4)_3 + BaCl_2 \rightarrow$ б) $H_2PO_4 + NaOH \rightarrow$
- 2.3. а) $Na_2SO_4 + Pb(NO_3)_2 \rightarrow$ б) $H_2S + NaOH \rightarrow$

- 2.4. в) $AlCl_3 + Pb(NO_3)_2 \rightarrow$ б) $Zn(OH)_2 + KOH \rightarrow$
- 2.5. а) $FeCl_3 + AgNO_3 \rightarrow$ б) $Al(OH)_3 + KOH \rightarrow$
- 2.6. в) $Na_2SiO_4 + BaCl_2 \rightarrow$ б) $Fe(OH)_3 + H_2SO_4 \rightarrow$
- 2.7. а) $Na_2PO_4 + MgSO_4 \rightarrow$ б) $NiCl_2 + H_2SO_4 \rightarrow$

3. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій:

- 3.1. а) одержання купрум(II) гідроксиду;
б) розчинення купрум(II) гідроксиду в нітратній кислоті
- 3.2. а) одержання ферум(III) гідроксиду;
б) розчинення ферум(III) гідроксиду у хлоридній кислоті
- 3.3. а) одержання цинк гідроксиду;
б) розчинення цинк гідроксиду у розчині NaOH
- 3.4. а) одержання кальцій карбонату;
б) розчинення кальцій карбонату у хлоридній кислоті
- 3.5. а) одержання ферум(II) сульфату $FeSO_4$;
б) розчинення ферум(II) сульфату в хлоридній кислоті
- 3.6. а) одержання сіркової ангідридної кислоти H_2SO_3 ;
б) взаємодія між ангідридною кислотою та кальцій гідроксидом
- 3.7. а) одержання фосфорної кислоти H_3PO_4 ;
б) взаємодія між фосфорною кислотою та кальцій гідроксидом

4. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння можливих реакцій між іонними типами розчинених наведених в умові речовин:

- 4.1. а) Na_2S та $CaSO_4$; б) NH_4Cl та $NaOH$; в) CH_3COOH та $NaNNO_3$
- 4.2. а) Na_2SiO_3 та K_2SO_4 ; б) $NaHCO_3$ та $NaOH$; в) K_2S та H_2SO_4
- 4.3. в) CH_3COOH та $Ba(OH)_2$; б) $Ni(NO_3)_2$ та KCl ; в) K_2CO_3 та $CaCl_2$
- 4.4. а) Na_2SiO_3 та HCl ; б) $Fe_2(SO_4)_3$ та $Ba(NO_3)_2$; в) K_2SO_4 та $NaOH$
- 4.5. а) CH_3COOK та HNO_3 ; б) $NaNO_3$ та H_2S ; в) $AlCl_3$ та $AgNO_3$
- 4.6. а) $ZnSO_4$ та $CuCl_2$; б) $Cu(NO_3)_2$ та KOH ; в) $Ba(OH)_2$ та Na_2SO_4
- 4.7. а) $Ca(HCO_3)_2$ та $Ca(OH)_2$; б) KNO_3 та HCl ; в) $(NH_4)_2SO_4$ та $NaOH$

5. Розрахуйте рН, рОН розчину слабкої одноосновної кислоти та її константи дисоціації, якщо відомі концентрації кислоти (HNA) та ступінь її дисоціації α :

- 5.1. $c = 0,02$ моль/л; $\alpha = 0,5$
- 5.5. $c = 0,01$ моль/л; $\alpha = 0,1$

- 5.3. $c=0,025$ моль/л; $\alpha=0,4$
 5.4. $c=0,04$ моль/л; $\alpha=0,025$
 5.5. $c=0,1$ моль/л; $\alpha=1\%$
 5.6. $c=0,05$ моль/л; $\alpha=0,2$
 5.7. $c=0,005$ моль/л; $\alpha=20\%$

6. Розрахуйте рН, рОН розчину та константу дисоціації слабкої одноосновної кислоти, якщо відомі концентрація основи ($c(\text{XOH})$) та ступінь її дисоціації α :

- 6.1. $c=0,1$ моль/л; $\alpha=0,01$
 6.2. $c=0,05$ моль/л; $\alpha=0,2$
 6.3. $c=0,4$ моль/л; $\alpha=0,025$
 6.4. $c=0,02$ моль/л; $\alpha=0,05$
 6.5. $c=0,03$ моль/л; $\alpha=0,33$
 6.6. $c=0,01$ моль/л; $\alpha=0,1$
 6.7. $c=0,2$ моль/л; $\alpha=5\%$

7. Розрахуйте константу та ступінь дисоціації слабкої одноосновної кислоти, якщо відомі рН розчину та концентрація кислоти ($c(\text{HA})$):

- 7.1. рН=4; $c=0,01$ моль/л 7.5. рН=5; $c=0,02$ моль/л
 7.2. рН=5; $c=0,1$ моль/л 7.6. рН=3; $c=0,4$ моль/л
 7.3. рН=3; $c=0,2$ моль/л 7.7. рН=2; $c=0,25$ моль/л
 7.4. рН=2; $c=0,5$ моль/л

8. Розрахуйте:

- 8.1. рН та рОН розчину, у 200 мл якого міститься 1,2 г ацетатної кислоти CH_3COOH , якщо ступінь її дисоціації $\alpha=0,01$
 8.2. рН та рОН розчину, у 0,5 л якого міститься 1,82 г гідроген хлориду HCl
 8.3. масу калій гідроксиду, що міститься у 250 мл розчину, якщо рН=13
 8.4. масу гідроген хлориду HCl , що міститься в 1 л розчину, якщо рН=2
 8.5. рН та рОН розчину, у 0,5 л якого міститься 0,2 г натрій гідроксиду

8.6. масу ацетатної кислоти CH_3COOH , що міститься у 0,5 л розчину, якщо рН=4, а ступінь дисоціації $\alpha=0,1$

8.7. рН розчину, у 200 мл якого міститься 0,112 г калій гідроксиду

9. Які з наведених в умові солей гідролізують під час розчинення у воді? Складіть йонно-молекулярні рівняння гідролізу. Яку реакцію мають розчини цих солей?

- 9.1. NiSO_4 , NaBr , K_2CO_3 9.5. K_2SO_4 , Na_2S , $\text{Zn}(\text{ClO}_4)_2$
 9.2. Na_2SO_4 , CuCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 9.6. AlCl_3 , NaN_3 , Na_2SO_3
 9.3. $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, NaCH_3COO , BaCl_2 9.7. K_3PO_4 , NH_4I , NaCl
 9.4. KClO_4 , FeSO_4 , Na_3PO_4

10. Які з наведених в умові солей під час розчинення у воді гідролізують? Складіть йонно-молекулярні рівняння гідролізу. Розчин якої солі має значення рН більше, а якої менше семи?

- 10.1. KBr , $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, SnCl_2 10.5. CuSO_4 , KCN , $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$
 10.2. $\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, KNO_3 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 10.6. KNO_3 , MgSO_4 , Na_2S
 10.3. K_2SiO_3 , CaBr_2 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ 10.7. BeCl_2 , NaClO , Na_2SO_4
 10.4. NaI , K_3PO_4 , NH_4NO_3

11. Які з наведених в умові солей під час розчинення у воді гідролізують? Складіть йонно-молекулярні рівняння гідролізу. Розчин якої солі має кислоту, а якої лужну реакцію?

- 11.1. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, CaCl_2 , $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ 11.5. FeCl_3 , $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$, KI
 11.2. K_2SO_4 , KNO_3 , NiBr_2 11.6. $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, K_2S , CaCl_2
 11.3. BaCl_2 , BeSO_4 , NaCN 11.7. NaNO_3 , CoCl_2 , K_2SO_4
 11.4. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Na_2SO_3 , NaClO_4

12. Які з наведених в умові солей під час розчинення у воді гідролізують? Складіть йонно-молекулярні рівняння гідролізу та покажіть, яке забарвлення має лакмус у розчині кожної солі.

- 12.1. NaI , K_2CO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 12.5. KClO_4 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, K_2S
 12.2. $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, MnCl_2 , KCH_3COO 12.6. LiBr , CrCl_3 , Na_2SO_3
 12.3. NaCN , $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2$, $\text{Al}(\text{HSO}_4)_3$ 12.7. CoSO_4 , LiNO_3 , KNO_3
 12.4. $\text{Be}(\text{NO}_3)_2$, Na_2SO_4 , K_2CO_3

2.9. ГАЛЬВАНИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ. ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ ПЕРЕБІГУ ОКСИДНО-ВІДНОВНИХ РЕАКЦІЙ

1. Складіть схему гальванічного елемента (ГЕ), утвореного із зазначених в умові металічних пластин, які занурені у розчин своїх солей з концентрацією йонів металу 1моль/л. Напишіть рівняння електродних процесів та струмуутворюючої реакції. Розрахуйте стандартну ЕРС ГЕ двома способами, використавуючи а) стандартні електродні потенціали (Таб.Д.9); б) зміну стандартної енергії Гіббса під час перебігу струмуутворюючої реакції (Таб.Д.8):

1.1. Fe та Al	1.5. Cu та Cr
1.2. Sn та Cr	1.6. Mg та Al
1.3. Ni та Ag	1.7. Be та Au
1.4. Cd та Al	

2. Складіть схему, напишіть рівняння електродних процесів гальванічного елемента (ГЕ), в якому здійснюється струмуутворююча реакція, рівняння якої наведено в умові. Розрахуйте стандартну ЕРС ГЕ двома способами, використавуючи а) стандартні електродні потенціали (Таб.Д.9); б) зміну стандартної енергії Гіббса під час перебігу струмуутворюючої реакції (Таб.Д.8):

- 2.1. $\text{Be} + \text{Ni}^{2+} = \text{Be}^{2+} + \text{Ni}$
- 2.2. $2\text{Cr} + 3\text{Sn}^{2+} = 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{Sn}$
- 2.3. $2\text{Al} + 3\text{Ni}^{2+} = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{Ni}$
- 2.4. $\text{Al} + 3\text{Ag}^{+} = \text{Al}^{3+} + 3\text{Ag}$
- 2.5. $\text{Fe} + 2\text{Ag}^{+} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$
- 2.6. $2\text{Au}^{3+} + 3\text{Cd} = 2\text{Au} + 3\text{Cd}^{2+}$
- 2.7. $2\text{Cr} + 3\text{Mg} = 2\text{Cr} + 3\text{Mg}^{2+}$

3. Для гальванічного елемента (ГЕ), схема якого наведена в умові, напишіть рівняння електродних процесів та струмуутворюючої реакції. Розрахуйте стандартну ЕРС ГЕ двома способами, використавуючи а) стандартні електродні потенціали (Таб.Д.9); б) зміну стандартної енергії Гіббса під час перебігу струмуутворюючої реакції (Таб.Д.8):

- | | |
|---|---|
| 3.1. Al Al ³⁺ Pb ²⁺ Pb | 3.5. Al Al ³⁺ Zn ²⁺ Zn |
| 3.2. Cr Cr ³⁺ Ni ²⁺ Ni | 3.6. Sn Sn ²⁺ Ag ⁺ Ag |
| 3.3. Zn Zn ²⁺ Ag ⁺ Ag | 3.7. Cr Cr ³⁺ Fe ²⁺ Fe |
| 3.4. Cd Cd ²⁺ Fe ²⁺ Fe | |

4. Складіть схеми двох гальванічних елементів (ГЕ), в одному з яких зазначений в умові метал є катодом, а в іншому - анодом. Другий електрод оберіть самі (Таб.Д.9). Для одного з ГЕ напишіть рівняння електродних процесів та струмуутворюючої реакції, розрахуйте значення стандартної ЕРС ГЕ, використавуючи а) стандартні електродні потенціали; б) зміну стандартної енергії Гіббса під час перебігу струмуутворюючої реакції (Таб.Д.8):

- | | |
|-------------|----------------|
| 4.1. Нікель | 4.5. Хром |
| 4.2. Цинк | 4.6. Марганець |
| 4.3. Залізо | 4.7. Алюміній |
| 4.4. Олово | |

5. Розрахуйте потенціал металічного електрода із зазначеною концентрацією йонів металу та потенціал водневого електрода з наведеною концентрацією йонів водню у розчині. Складіть схему гальванічного елемента (ГЕ), утвореного з цих електродів, напишіть рівняння електродних процесів та струмуутворюючої реакції. Розрахуйте ЕРС ГЕ.

- 5.1. $[\text{Zn}^{2+}] = 0,1 \text{ моль/л}$, $[\text{H}^{+}] = 10^{-4} \text{ моль/л}$
- 5.2. $[\text{Cd}^{2+}] = 0,01 \text{ моль/л}$, $[\text{H}^{+}] = 10^{-1} \text{ моль/л}$
- 5.3. $[\text{Al}^{3+}] = 0,001 \text{ моль/л}$, $[\text{H}^{+}] = 10^{-11} \text{ моль/л}$
- 5.4. $[\text{Ag}^{+}] = 0,1 \text{ моль/л}$, $[\text{H}^{+}] = 10^{-14} \text{ моль/л}$
- 5.5. $[\text{Mg}^{2+}] = 0,01 \text{ моль/л}$, $[\text{H}^{+}] = 10^{-15} \text{ моль/л}$
- 5.6. $[\text{Cu}^{2+}] = 0,0001 \text{ моль/л}$, $[\text{H}^{+}] = 10^{-9} \text{ моль/л}$
- 5.7. $[\text{Cr}^{3+}] = 0,1 \text{ моль/л}$, $[\text{H}^{+}] = 10^{-4} \text{ моль/л}$

6. Розрахуйте потенціал металічного електрода із зазначеною в умові концентрацією йонів металу та потенціал водневого електрода з наведеною значенням рН розчину. Складіть схему гальванічного елемента (ГЕ), утвореного з цих електродів, напишіть рівняння електродних процесів та струмуутворюючої реакції. Розрахуйте ЕРС ГЕ.

- 6.1. $[\text{Co}^{2+}] = 0,001$ моль/л, pH = 7
 6.2. $[\text{Fe}^{2+}] = 0,1$ моль/л, pH = 2
 6.3. $[\text{Ni}^{2+}] = 0,001$ моль/л, pH = 9
 6.4. $[\text{Cr}^{3+}] = 0,001$ моль/л, pH = 1

7. Складіть схему гальванічного елемента, в якому анодом є водневий електрод, занурений у розчин кислоти, а катодом – металічна пластина з наведеним в умові значенням концентрації іони металу у розчині солі. Напишіть рівняння електродних процесів та струмотворюючої реакції. Розрахуйте: а) потенціал металічного електрода; б) потенціал водневого електрода та pH розчину кислоти.

- 6.5. $[\text{Al}^{3+}] = 0,01$ моль/л, pH = 11
 6.6. $[\text{Ag}^{+}] = 0,01$ моль/л, pH = 4
 6.7. $[\text{Pb}^{2+}] = 0,01$ моль/л, pH = 5
- 7.1. $[\text{Ag}^{+}] = 0,01$ моль/л, ЕРС = 0,741 В
 7.2. $[\text{Sn}^{2+}] = 0,01$ моль/л, ЕРС = 0,037 В
 7.3. $[\text{Fe}^{2+}] = 0,001$ моль/л, ЕРС = 0,196 В
 7.4. $[\text{Cu}^{2+}] = 0,0001$ моль/л, ЕРС = 0,222 В
 7.5. $[\text{Pb}^{2+}] = 10^{-5}$ моль/л, ЕРС = 0,076 В
 7.6. $[\text{Hg}^{2+}] = 0,001$ моль/л, ЕРС = 0,879 В
 7.7. $[\text{Au}^{3+}] = 10^{-6}$ моль/л, ЕРС = 1,361 В

8. Складіть схему гальванічного елемента, в якому анодом є металічна пластина у розчині солі, а катодом – водневий електрод, занурений у розчин з наведеним значенням pH. Напишіть рівняння електродних процесів та струмотворюючої реакції. Розрахуйте: а) потенціал водневого електрода; б) потенціал металічного електрода; в) концентрацію іонів металу у розчині солі.

- 8.1. Mg , ЕРС = 1,739 В, pH = 10
 8.2. Al , ЕРС = 1,208 В, pH = 8
 8.3. Cr , ЕРС = 0,592 В, pH = 3
 8.4. Fe , ЕРС = 1,63 В, pH = 2
 8.5. Be , ЕРС = 1,585 В, pH = 5
 8.6. Mn , ЕРС = 1,24 В, pH = 0
 8.7. Zn , ЕРС = 0,76 В, pH = 2

9. Який процес – окиснення чи відновлення – відбувається в наведених в умові напруженнях? На основі даних таблиці Д.10, визначте, які з речовин Ni , NiO , Ni_2S_3 , Ni_3S_2 можна використати для здійснення електроду.

- 9.1. $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$
 9.2. $\text{Co}^{2+} \rightarrow \text{Co}^{3+}$
 9.3. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$
 9.4. $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$

10. Розставте ступені окислення в наведених рівняннях реакції. Використовуючи дані таблиці Д.10, з'ясуйте, чи відбуваються реакції в зазначеному напрямку. Доберіть коефіцієнти, користуючись методом електронного балансу:

- 10.1. а) $\text{PbO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 б) $\text{PbO}_2 + \text{HF} \rightarrow \text{F}_2 + \text{PbF}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 10.2. а) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 б) $\text{Co}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CoCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 10.3. а) $\text{SnO}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{SnI}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 б) $\text{PbO}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{PbI}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 10.4. а) $\text{Cu} + \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{FeCl}_2$
 б) $\text{Cu} + \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{CuCl}_2 + \text{Fe}$
 10.5. а) $\text{MnO}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{MnBr}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 б) $\text{MnO}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{MnF}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 10.6. а) $\text{SnCl}_2 + \text{HgCl}_2 \rightarrow \text{SnCl}_4 + \text{Hg}$
 б) $\text{SnCl}_2 + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{SnCl}_4 + \text{Fe}$
 10.7. а) $\text{FeCl}_2 + \text{KI} \rightarrow \text{I}_2 + \text{FeCl}_2 + \text{KCl}$
 б) $\text{FeCl}_2 + \text{KBr} \rightarrow \text{Br}_2 + \text{FeCl}_2 + \text{KCl}$

11. Який процес – окиснення чи відновлення – відбувається в наведених в умові напруженнях? На основі даних таблиці Д.10 визначте, які з речовин PbO_2 , I_2 , FeCl_2 , KMnO_4 можна використати для здійснення електроду:

- 11.1. $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2$
 11.2. $\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2$
 11.3. $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$
 11.4. $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$

12. Розставте ступені окислення елементів в наведених рівняннях реакції. Використовуючи дані таблиці Д.10, визначте напрямки перебігу реакції. Доберіть коефіцієнти, користуючись методом електронного балансу:

- 11.5. $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{NO}_2$
 11.6. $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3^{2-}$
 11.7. $\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+}$

- 12.1. а) $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{S} = \text{FeCl}_2 + \text{S} + \text{HCl}$
б) $\text{FeCl}_3 + \text{Cu} = \text{Fe} + \text{CuCl}_2$
- 12.2. а) $\text{FeSO}_4 + \text{HgSO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Hg}_2\text{SO}_4$
б) $\text{FeSO}_4 + \text{Cu} = \text{Fe} + \text{CuSO}_4$
- 12.3. а) $\text{HNO}_2 + \text{HI} = \text{NO} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
б) $\text{HNO}_2 + \text{HCl} = \text{NO} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 12.4. а) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} = \text{CuI} + \text{I}_2 + \text{KNO}_3$
б) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Hg} = \text{Cu} + \text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
- 12.5. а) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
б) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HF} = \text{F}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 12.6. а) $\text{HNO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HCl}$
б) $\text{HNO}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HI}$
- 12.7. а) $\text{Fe} + \text{FeCl}_3 = \text{FeCl}_2$
б) $\text{Fe} + \text{CrCl}_3 = \text{FeCl}_2 + \text{Cr}$

2.10. ОКИСНО-ВИДНОВИ РЕАКЦІЇ. ЕЛЕКТРОДУ

1. Виходячи із ступеню окиснення елемента, що підкреслений, та його розташування в періодичній системі, визначте, які речовини проявлятимуть властивості тільки окисника, тільки відновника або як і окисника, так і відновника:

- 1.1. Mn , KMnO_4 , MnO_2 , K_2MnO_4
- 1.2. HNO_2 , NH_3 , HNO_3 , N_2
- 1.3. HCl , HClO_2 , HClO_3 , Cl_2
- 1.4. S , H_2SO_3 , H_2S , SO_2
- 1.5. CO , C_2H_4 , CO_2 , C
- 1.6. Sn , SnCl_2 , SnCl_4 , K_2SnO_3
- 1.7. H_2PO_3 , H_2PO_4 , PH_3 , P

2. Виходячи із ступеню окиснення елементів, що підкреслений, та їх розташування в періодичній системі визначте, чи можливі окисно-відновні реакції між наведеними в звазі речовинами. Вкажіть у взаємодіючих речовинах атом-окисник та атом-відновник:

- 2.1. HNO_2 та KMnO_4 , HNO_2 та KMnO_4 , HNO_2 та KI
- 2.2. H_2 та H_2S , H_2S та I_2 , I_2 та H_2SO_4
- 2.3. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ та KNO_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$ та KNO_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_3$ та Al

- 2.4. H_2SO_3 та KClO_4 , H_2SO_3 та HClO_4 , H_2SO_3 та H_2S
- 2.5. CO_2 та KMnO_4 , CO та KMnO_4 , C та Al
- 2.6. H_2PO_3 та H_2CrCl_2 , H_2PO_3 та H_2CrCl_2 , H_2PO_3 та Zn
- 2.7. NH_3 та HBrO_3 , NH_3 та HBr , Br_2 та HNO_2

3. Виходячи із ступеню окиснення елемента, що підкреслений, та його розташування в періодичній системі, визначте, які речовини проявлятимуть властивості тільки окисника, тільки відновника або як і окисника, так і відновника:

- 3.1. I_2 , HI , HIO_3 , HI , H_2O
- 3.2. V , HVO_3 , VO_2 , VCl_3
- 3.3. Sb , SbH_3 , H_2SbO_4 , Sb_2O_3
- 3.4. Cr , KCrO_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CrCl_3
- 3.5. Se , SeO_2 , H_2SeO_4 , H_2Se
- 3.6. Bi , $\text{Bi}(\text{OH})_3$, NaBiO_3 , BiCl_3
- 3.7. Te , KTeO_4 , H_2TeO_6 , H_2Te

4. Виходячи із ступеню окиснення елементів, що підкреслений, та їх розташування в періодичній системі, визначте, чи можливі окисно-відновні реакції між наведеними в умові речовинами. Вкажіть у взаємодіючих речовинах атом-окисник та атом-відновник:

- 4.1. PbO_2 та NaNO_2 , PbO_2 та KNO_3 , Pb та CuCl_2
- 4.2. NaBr та H_2SO_4 , HBr та KBrO_3 , H_2S та NaBr
- 4.3. HClO та H_2S , Cl_2 та E_3 , H_2SO_4 та HClO
- 4.4. E_2 та NaBrO , KNO_2 та HBr , NH_3 та NaBr
- 4.5. MnCl_2 та NaNO_2 , HNO_2 та KMnO_4 , CO_2 та NaNO_2
- 4.6. HI та KI , I_2 та HNO_2 , NaIO_4 та KNO_3
- 4.7. As_2O_3 та Zn , AsH_3 та KClO_4 , H_2AsO_4 та KClO_4

5. Почастуйте ступені окиснення елементів в наведених рівняннях окисно-відновних реакцій. Визначте атом-окисник та атом-відновник, накажіть, які окисно-відновні реакції відбуватимуть, коефіцієнти, користуючись методом електронного балансу:

- 5.1. $\text{a)} \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}$
б) $\text{NaClO} + \text{NaClO}_2 + \text{NaOH} + \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 5.2. а) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$
б) $\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

- 5.3. а) $K_2Cr_2O_7 + HCl = CaCl_2 + CrCl_3 + KCl + H_2O$
 б) $NH_4MnO_4 = N_2 + MnO_2 + H_2O$
 5.4. а) $KMnO_4 + KNO_3 + H_2SO_4 = MnSO_4 + K_2SO_4 + KNO_3 + H_2O$
 б) $Cl_2 + KOH = KClO_3 + KCl + H_2O$
 5.5. а) $Fe(NO_3)_3 = Fe_2O_3 + NO_2 + O_2$
 б) $MnO_2 + KClO_3 + KOH = K_2MnO_4 + KCl + H_2O$
 5.6. а) $KNO_3 + FeSO_4 + H_2SO_4 = KNO_2 + Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$
 б) $HBrO = Br_2 + HBrO_3 + H_2O$
 5.7. а) $Cr_2(SO_4)_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 = K_2Cr_2O_7 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$
 б) $Pb(ClO_4)_2 = PbO + Cl_2 + O_2$

6. Розставте ступені окиснення елементів в наведених рівняннях окисно-відновних реакцій. Визначте атом-окисник та атом-відновник, підберіть коефіцієнти, користуючись методом електронного балансу.

- 6.1. а) $K_2Cr_2O_7 + NaNO_2 + H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + NaNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$
 б) $NaClO_2 + Br_2 + NaOH = NaClO + NaBr + H_2O$
 6.2. а) $MnSO_4 + KClO_3 + KOH = K_2MnO_4 + KCl + K_2SO_4 + H_2O$
 б) $KMnO_4 + NaBr + H_2SO_4 = MnSO_4 + Br_2 + K_2SO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$
 6.3. а) $KMnO_4 + Zn + H_2SO_4 = MnSO_4 + ZnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$
 б) $MnSO_4 + KNO_3 + KOH = K_2MnO_4 + K_2SO_4 + KNO_2 + H_2O$
 6.4. а) $MnO_2 + NaNO_3 + NaOH = Na_2MnO_4 + NaNO_2 + H_2O$
 б) $KMnO_4 + KNO_3 + H_2SO_4 = MnSO_4 + KNO_2 + K_2SO_4 + H_2O$
 6.5. а) $P + NaIO_3 + NaOH = Na_3PO_4 + NaI + H_2O$
 б) $As_2O_3 + I_2 + KOH = K_3AsO_4 + KI + H_2O$
 6.6. а) $Cr_2(SO_4)_3 + KClO_4 + NaOH = Na_2CrO_4 + Na_2SO_4 + KCl + H_2O$
 б) $KBr + Cl_2 + KOH = KBrO_3 + KCl + H_2O$
 6.7. а) $NH_3 + KClO_3 + NaOH = NaNH_2 + KCl + H_2O$
 б) $HClO + Br_2 + H_2O = HCl + HBrO$

7. Розставте ступені окиснення елементів в наведених рівняннях окисно-відновних реакцій. Визначте атом-окисник та атом-відновник, вкажіть тип окисно-відновної реакції. Підберіть коефіцієнти, користуючись методом електронного балансу.

- 7.1. а) $CrO_3 + HNO_3 = Cr(NO_3)_3 + O_2 + H_2O$
 б) $As + NaClO + NaOH = Na_3AsO_3 + NaCl + H_2O$
 7.2. а) $TiCl_3 + K_2Cr_2O_7 + HCl = TiOCl_2 + CrCl_3 + KCl + H_2O$
 б) $HClO_2 = ClO_2 + O_2 + H_2O$

- 7.3. а) $K_2Cr_2O_7 + NO + H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + HNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$
 б) $P + NaOH + H_2O = PH_3 + NaH_2PO_2$
 7.4. а) $Ag_2CO_3 = Ag + CO_2 + O_2$
 б) $H_2SO_4 + KI = H_2S + I_2 + K_2SO_4 + H_2O$
 7.5. а) $FeCl_2 + KMnO_4 + HCl = FeCl_3 + KCl + MnCl_2 + H_2O$
 б) $H_2O_2 = I_2O_5 + O_2 + H_2O$
 7.6. а) $H_3PO_3 = PH_3 + H_3PO_4$
 б) $SO_2 + NaIO_3 + H_2O = H_2SO_4 + I_2 + Na_2SO_3$
 7.7. а) $S + KOH = K_2SO_3 + K_2S + H_2O$
 б) $FeCl_3 + Br_2 + NaOH = Na_2FeO_4 + NaBr + NaCl + H_2O$

8. Розставте ступені окиснення елементів в наведених рівняннях окисно-відновних реакцій. Визначте атом-окисник та атом-відновник, підберіть коефіцієнти, користуючись методом електронного балансу.

- 8.1. а) $NH_3 + SeO_2 = N_2 + Se + H_2O$
 б) $SnCl_2 + HNO_3 + HCl = SnCl_4 + NO + H_2O$
 8.2. а) $SO_2 + FeCl_3 + H_2O = H_2SO_4 + FeCl_2 + HCl$
 б) $K_2Cr_2O_7 + K_2S + H_2SO_4 = S + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$
 8.3. а) $FeSO_4 + H_2SeO_3 + H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + Se + H_2O$
 б) $K_2SO_4 + Br_2 + H_2O = H_2SO_4 + KBr$
 8.4. а) $Na_2S + NaNO_3 + H_2SO_4 = S + NO + Na_2SO_4 + H_2O$
 б) $K_2Cr_2O_7 + H_2PO_3 + H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + H_3PO_4 + K_2SO_4 + H_2O$
 8.5. а) $Fe_2(SO_4)_3 + KI + FeSO_4 + I_2 + K_2SO_4$
 б) $CO + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 = CO_2 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$
 8.6. а) $Cr(NO_3)_3 + NaBrO_3 + HNO_3 = Na_2Cr_2O_7 + Br(NO_3)_3 + H_2O$
 б) $Bi_2O_3 + Cl_2 + KOH = KBiO_3 + KCl + H_2O$
 8.7. а) $Fe_2O_3 + KNO_3 + KOH = K_2FeO_4 + KNO_2 + H_2O$
 б) $KI + KClO_3 + H_2O = I_2 + KCl + KOH$

9. Складіть рівняння процесів, що відбуваються на вугільних електродах під час електролізу водних розчинів наведених вище солей. В якому випадку на одному з електродів (аноді чи катоді) виділяється кисень? Розрахуйте його об'єм, якщо кількість електронів становить 72375 А·с.

- 9.1. а) $Sn(NO_3)_2$; б) KI
 9.2. а) $CuCl_2$; б) Na_3PO_4
 9.3. а) $AgNO_3$; б) $CaBr_2$
 9.4. а) $NiSO_4$; б) $BaCl_2$
 9.5. а) $FeCl_3$; б) $MgSO_4$

мікрогальванічних корозійних елементів та напишіть рівняння електродних процесів.

- | | |
|-------------------|-------------------|
| 4.1. Ni, pH = 6 | 4.5. Sn, pH = 4 |
| 4.2. Pb, pH = 3 | 4.6. Co, pH = 5,5 |
| 4.3. Fe, pH = 8,5 | 4.7. Cu, pH = 10 |
| 4.4. Cd, pH = 9 | |

5. Назвіть метал, який можна покривати а) як анодом; б) як катодом покриття для захисту від корозії металом в умові металу (Табл.Д.9). Складіть схеми корозійних НН, які напишіть, під час атмосферної корозії металом у кислому середовищі покриття та напишіть рівняння електродних процесів.

- | | |
|----------------|--------------|
| 5.1. цинк | 5.5. нікель |
| 5.2. марганець | 5.6. цинк |
| 5.3. хром | 5.7. кобальт |
| 5.4. олово | |

6. Вирібі з металу А покриття металом В. Який з металів руйнується швидше ушкодження покриття (Табл.Д.9)? Наведіть схеми корозійних НН, які утворюються, напишіть рівняння анодного та катодного процесів під час корозії: а) у кислому середовищі; б) у вологому повітрі.

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 6.1. А – залізо; В – нікель | 6.5. А – залізо; В – хром |
| 6.2. А – алюміній; В – мідь | 6.6. А – кадмій; В – цинк |
| 6.3. А – мідь; В – хром | 6.7. А – алюміній; В – спинель |
| 6.4. А – кобальт; В – олово | |

7. Який із зазначених в умові металів можна інкрустувати як протектор для захисту сталевих конструкцій від корозії (Табл.Д.9)? Складіть схеми корозійних гальванічних елементів та рівняння електродних процесів, які відбуваються під час корозії:

- | | |
|---|-----------------|
| а) у розчині KNO_3 ; б) у розчині H_2SO_4 . | 7.5. Cd, Zn, Co |
| 7.1. Zn, Cu, Sn | 7.6. Mn, Ni, Cu |
| 7.2. Ni, Mg, Cd | 7.7. Co, Al, Ag |
| 7.3. Sn, Cr, Ni | |
| 7.4. Mg, Pb, Sn | |

8. Визначте, чи можна застосувати **цинк** як протектор для захисту від корозії зазначених в умові металів (Табл.Д.9). Випишіть об'єднані схеми складання схем корозійних гальванічних елементів та наведеним рівнянь анодного та катодного процесів, які відбуваються під час корозії: а) у кислому середовищі; б) у нейтральному середовищі, якщо розчини закислені.

- | | |
|-------------|-------------|
| 8.1. Ni, Al | 8.5. Fe, Sn |
| 8.2. Fe, Cd | 8.6. Al, Cd |
| 8.3. Mg, Co | 8.7. Pb, Ti |
| 8.4. Mn, Ni | |

9. Який з наведених в умові металів взаємодіє з речовиною дуту? Як обидва метали відносяться до розведених сульфатної та нітратної кислот? Складіть рівняння відповідних реакцій та розставте коефіцієнти методом електронного балансу. Вкажіть атом-окисник та атом-відновник.

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 9.1. алюміній, мідь | 9.5. срібло, спинель |
| 9.2. цинк, ртуть | 9.6. хром, мідь |
| 9.3. срібло, берилій | 9.7. ртуть, алюміній |
| 9.4. олово, ртуть | |

10. Визначте: а) який з наведених в умові металів взаємодіє як з речовиною дуту, так і з розведеною сульфатною кислотою; б) як обидва метали відносяться до концентрованої сульфатної кислоти (вказуйте рівняння відповідних реакцій та розставте коефіцієнти методом електронного балансу). Вкажіть атом-окисник та атом-відновник.

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 10.1. срібло, цинк | 10.5. алюміній, ртуть |
| 10.2. ртуть, берилій | 10.6. цинк, мідь |
| 10.3. мідь, олово | 10.7. срібло, срібло |
| 10.4. хром, срібло | |

11. Який з наведених в умові металів речовини дуту в розведений сульфатній кислоті? Як обидва метали відносяться до концентрованої сульфатної та нітратної кислот? Складіть рівняння відповідних реакцій та розставте коефіцієнти методом електронного балансу. Визначте атом-окисник та атом-відновник.

- 11.1. срібло, магній
- 11.2. хром, ртуть
- 11.3. мідь, марганець
- 11.4. кадмій, срібло
- 11.5. нікель, мідь
- 11.6. срібло, залізо
- 11.7. ртуть, кобальт

12. Визначте: а) який з наведених в умові металів реагує з розчином луку та з розведеною сульфатною кислотою; б) який з металів реагує з розведеною сульфатною кислотою, але не розчиняється у водному розчині луку; в) який з металів не виступає з розведеною сульфатною кислотою і як він відокремиться до розведеної та концентрованої нітратної кислоти. Складіть рівняння відповідних реакцій та розрахуйте коефіцієнти методом електронного балансу.

- 12.1. магній, алюміній, мідь
- 12.2. нікель, ртуть, берилій
- 12.3. цинк, кадмій, срібло
- 12.4. хром, залізо, мідь
- 12.5. свинець, кобальт, ртуть
- 12.6. олово, срібло, кадмій
- 12.7. мідь, свинець, марганець

2.12. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ

1. Обчисліть твердість води, якщо для її усунення до V л води необхідно додати m г соди.

- 1.1. m = 42,4 г, V = 200 л
- 1.2. m = 10,6 г, V = 50 л
- 1.3. m = 31,8 г, V = 150 л
- 1.4. m = 26,5 г, V = 100 л
- 1.5. m = 21,2 г, V = 50 л
- 1.6. m = 63,6 г, V = 150 л
- 1.7. m = 18,5 г, V = 100 л

2. Обчисліть твердість води, якщо для її усунення до V л води необхідно додати m г калійної дихрогенної кислоти, використовувати рівняння реакції:

- 2.1. V = 150 л, m = 72,2 г
- 2.2. V = 100 л, m = 18,5 г
- 2.3. V = 50 л, m = 7,1 г
- 2.4. V = 200 л, m = 14,4 г
- 2.5. V = 75 л, m = 37,0 г
- 2.6. V = 50 л, m = 29,6 г
- 2.7. V = 100 л, m = 25,9 г

3. Обчисліть твердість води, якщо для її усунення до V л води необхідно додати m г шпайїт фториду Na_2FO_2 . Складіть рівняння реакції.

- 3.1. V = 50 л, m = 16,11 г
- 3.2. V = 10 л, m = 4,376 г
- 3.3. V = 40 л, m = 17,5 г
- 3.4. V = 150 л, m = 32,82 г
- 3.5. V = 80 л, m = 21,88 г
- 3.6. V = 150 л, m = 65,64 г
- 3.7. V = 50 л, m = 10,94 г

4. Визначте твердість води, в 1 літрі якої містяться наведені в умові кількості (маси) солей. Обчисліть масу соди Na_2CO_3 , яку необхідно додати до 150 л води для усунення цієї твердості.

- 4.1. 204 мг CaSO_4 , 190 мг MgCl_2 , 117 мг NaCl
- 4.2. 3 ммоль CaSO_4 , 1 ммоль MgCl_2 , 1 ммоль NaCl
- 4.3. 111 мг CaCl_2 , 180 мг MgSO_4 , 2 ммоль Na_2SO_4
- 4.4. 1,5 ммоль CaCl_2 , 2 ммоль MgSO_4 , 176 мг Na_2SO_4
- 4.5. 222 мг CaCl_2 , 2 ммоль CaSO_4 , 1 ммоль NaN_3
- 4.6. 136 мг CaSO_4 , 1 ммоль MgSO_4 , 2 ммоль Na_2SO_4
- 4.7. 2 ммоль CaCl_2 , 2 ммоль MgCl_2 , 2 ммоль NaCl

5. Твердість води, що зумовлена тільки солями калію, лугиною Ti_0 . Щоб її природного калієвоний твердість стала рівною 7,4 ммоль/л. Чому? Складіть відповідні рівняння реакцій та обчисліть масу соди, що утвориться при цьому з V л води.

- 5.1. $T_0 = 7,8$ ммоль/л, V = 10 л
- 5.2. $T_0 = 5,3$ ммоль/л, V = 12 л
- 5.3. $T_0 = 6,7$ ммоль/л, V = 25 л
- 5.4. $T_0 = 8,1$ ммоль/л, V = 10 л
- 5.5. $T_0 = 4,9$ ммоль/л, V = 20 л
- 5.6. $T_0 = 6,3$ ммоль/л, V = 7 л
- 5.7. $T_0 = 5,5$ ммоль/л, V = 16 л

6. Твердість води, що зумовлена тільки солями калію, лугиною T_0 . Щоб її природного калієвоний твердість стала рівною 5,8 ммоль/л. Чому? Складіть відповідні рівняння реакцій для отримання калію оксиду, що утвориться при цьому з V л води.

- 6.1. $T_0 = 5,8$ ммоль/л, V = 5 л
- 6.2. $T_0 = 9,0$ ммоль/л, V = 2 л
- 6.3. $T_0 = 7,5$ ммоль/л, V = 3 л
- 6.4. $T_0 = 6,6$ ммоль/л, V = 10 л
- 6.5. $T_0 = 5,1$ ммоль/л, V = 10 л
- 6.6. $T_0 = 8,5$ ммоль/л, V = 3 л
- 6.7. $T_0 = 7,1$ ммоль/л, V = 4 л

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ Д.І.МЕНДЕЛЄВА

ПЕРІОДИ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
1	H 1,009 Водень							He 2 4,006 Гелій						
2	Li 3 6,941 Літій	Be 4 9,0122 Берилій	B 5 10,811 Бор	C 6 12,011 Вуглець	N 7 14,003 Азот	O 8 15,999 Кисень	F 9 18,998 Фтор	Ne 10 20,179 Неон						
3	Na 11 22,990 Натрій	Mg 12 24,305 Магній	Al 13 26,982 Алюміній	Si 14 28,086 Силіцій	P 15 30,974 Фосфор	S 16 32,06 Сульфур	Cl 17 35,453 Хлор	Ar 18 39,948 Аргон						
4	K 19 39,098 Калій	Ca 20 40,078 Кальцій	Sc 21 44,956 Скандій	Ti 22 47,88 Титан	V 23 50,942 Ванадій	Cr 24 51,996 Хром	Mn 25 54,938 Манган	Fe 26 55,847 Залізо	Co 27 58,933 Кобальт	Ni 28 58,69 Нікель				
5	Rb 37 85,468 Рубідій	Sr 38 87,62 Стронцій	Y 39 88,906 Йттрій	Zr 40 91,224 Цирконій	Nb 41 92,906 Ніобій	Mo 42 95,94 Молибден	Tc 43 98,906 Технецій	Ru 44 101,07 Рутеній	Rh 45 102,91 Родій	Pd 46 106,42 Паладій				
6	Cs 55 132,905 Цезій	Ba 56 137,327 Барій	La 57 138,905 Лантан	Hf 72 178,49 Гафній	Ta 73 180,948 Тантал	W 74 183,85 Вольфрам	Re 75 186,21 Рений	Os 76 190,2 Осній	Ir 77 192,22 Ірідій	Pt 78 195,08 Платина				
7	Fr 87 223,021 Францій	Ra 88 226,025 Радій	Ac 89 227,037 Актиній	Pb 82 207,2 Свинець	Bi 83 208,98 Висмут	Po 84 209 Полоній	At 85 210 Астат	Rn 86 222 Радон	Mt 110 210 Міттаній	Uue 118 210 Уганій				
ЛАНТАНОЇД														
58	Ce 140,12 Цезій	Pr 140,91 Прометій	Nd 144,24 Неодім	Pm 145 Прометій	Sm 150,36 Самарій	Eu 151,96 Європій	Gd 157,25 Гадоліній	Tb 158,93 Тербій	Dy 162,50 Диспрозій	Ho 164,93 Гольмій	Er 167,26 Ербій	Tm 168,93 Тульмій	Yb 173,04 Йттрій	Lu 174,96 Лютецій
АКТИНОЇД														
90	Th 232,04 Торій	Pa 231,04 Пакетиній	U 238,03 Уран	Np 237 Нептуній	Pu 244 Плутоній	Am 243 Америцій	Cm 247 Курій	Bk 247 Беркелій	Cf 251 Каліфорній	Es 252 Ейнштейній	Fm 257 Фермій	Md 258 Менделєєвій	No 259 Нобелій	Lr 260 Лоренцій

III ДОДАТОК

Таблиця Д.1

Іони	H	NH ₄ ⁺	K ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Ni ²⁺	Gd ³⁺	Co ³⁺	Fe ³⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺
HO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
S ₂ ⁻	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SO ₃ ⁻	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CO ₃ ⁻	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
SiO ₃ ⁻	-	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
PO ₄ ⁻	H	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

Таблиця Д.2. Розчинність кислот, основ та солей у воді
(P - розчиняється, H - не розчиняється, M - мало розчиняється,
- - не існує або розкладається водою)

Таблиця Д.3. Вільності електронегативність s- та p-елементів

HC(1,1)						
Li	Be	B	C	N	O	F
2,1	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	3,0
K	Ca	Yr	Ga	As	Se	Br
0,8	1,0	1,6	1,8	2,0	2,1	2,8
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I
0,8	1,0	1,7	1,8	1,9	2,1	2,5
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At
0,7	0,9	1,8	1,8	1,9	2,0	2,2
Fr	Ra					
0,7	0,9					

Таблиця Д.4. Константи дисоціації деяких електролітів при 25°C

Електроліт	Формула	K ₁	K ₂	K ₃
Нітратна кислота	HNO ₃	4,0·10 ⁻⁴		
Силікатна кислота	H ₂ SiO ₃	2,2·10 ⁻¹⁰	1,6·10 ⁻¹²	
Сульфатна кислота	H ₂ SO ₄	1,6·10 ⁻²	6,3·10 ⁻⁸	
Сульфідна кислота	H ₂ S	6,0·10 ⁻⁶	1,0·10 ⁻¹¹	
Фтормічна кислота	HF	6,6·10 ⁻⁴		
Циановодень	HCN	7,9·10 ⁻¹⁰		
Карбонатна кислота	H ₂ CO ₃	4,3·10 ⁻⁷	4,7·10 ⁻¹¹	
Ацетатна кислота	CH ₃ COOH	1,8·10 ⁻⁵		
Хлоритна(І) кислота	HClO ₂	5,8·10 ⁻⁸		
Фосфатна кислота	H ₃ PO ₄	7,5·10 ⁻³	6,1·10 ⁻⁸	1,3·10 ⁻¹²
Вода	H ₂ O	1,8·10 ⁻¹⁶		
Амоній гідроксид	NH ₄ OH	1,8·10 ⁻⁵		
Цинк гідроксид	Zn(OH) ₂	4,4·10 ⁻¹⁰	1,5·10 ⁻¹²	
Купрум гідроксид	Cu(OH) ₂		1,4·10 ⁻⁷	
Ферум(ІІ) гідроксид	Fe(OH) ₂		1,3·10 ⁻¹⁴	
Ферум(ІІІ) гідроксид	Fe(OH) ₃		1,8·10 ⁻¹¹	1,3·10 ⁻¹³
Алюміній гідроксид	Al(OH) ₃			1,4·10 ⁻⁹

Таблиця Д.5. Ємнісний стандартний потенціал АН²⁺/металів металів

Речовина	АН ²⁺ 298- n/Єв/вольт	Речовина	АН ²⁺ 298- n/Єв/вольт
Ag ⁺ /Ag	-127	HBr	-36
AgNO ₃ (aq)	-121	HCl(aq)	-292
Al ₂ O ₃ (aq)	-1675	HClO ₄	26
As ₂ O ₃ (aq)	-918	H ₂ O(aq)	-386
BF ₃ (l)	-1110	H ₂ SO ₄	-29
SbH ₃ (l)	145	KCl(aq)	-136
CH ₃ F	-75	KClO ₄ (aq)	-391
C ₂ H ₅ F	227	KI(aq)	-328
C ⁺ /C(a)	52	KNO ₃ (aq)	-193
C ⁺ /C(a)	-85	MgO(aq)	-601
C ⁺ /C(a)	20	MnO ₂ (aq)	-385
C ⁺ /H ₂ (aq)	-125	NO(l)	90
CH ₃ OH(aq)	-239	NO ₂ (l)	34
CO ₂ (g)	-394	Na ₂ O(aq)	-111
CaO(aq)	-635	Na ₂ O ₂ (aq)	511
Cl ₂ O ₇	76	Na ₂ SO ₄ (aq)	1384
ClO ₂ (l)	105	PbCl ₂ (l)	376
Cr ⁺ /Cr(a)	-595	SO ₃ (g)	-297
Cr ⁺ /Cr(a)	-167	SO ₄ ²⁻ (aq)	-395
Cr ⁺ /S ₂ (aq)	-82	Sn ⁺ /Sn	-286
Fe ⁺ /Fe(a)	-821	Tl ⁺ /Tl	-344
FeCl ₂ (aq)	-391		

Таблиця Д.6. Стандартні енергії Гіббса утворення ΔG°_{298} деяких речовин

Речовина	ΔG°_{298} , кДж/моль	Речовина	ΔG°_{298} , кДж/моль
$Al_2O_3(s)$	-1582	$HCl(g)$	-95
$CH_4(g)$	-51	$H_2O(l)$	-229
$C_2H_6(g)$	209	$H_2O(g)$	-238
$C_2H_2(g)$	68	$H_2O(s)$	-118
$C_2H_4(g)$	-33	$HNO_3(l)$	-81
$C_2H_6O(l)$	124	$KNO_3(s)$	-282
$CO(g)$	-137	$KNO_2(s)$	-393
$CO_2(g)$	-394	$Mg^{2+}(aq)$	-570
$CS_2(l)$	65	$NH_4Cl(s)$	-17
$CaO(s)$	-604	$NH_4Cl(aq)$	-203
$Ca(OH)_2$	-127	$NO(g)$	87
$FeO(s)$	-244	$NO_2(g)$	52
$Fe_2O_3(s)$	-740	$N_2O(g)$	104
$Fe_3O_4(s)$	-1014		

Таблиця Д.7. Стандартні ентропії S°_{298} деяких речовин Дж(К·моль)

Речовина	S°_{298} , Дж(К·моль)	Речовина	S°_{298} , Дж(К·моль)
C_{grafi}	5,7	Cl_2	223
$CH_4(g)$	186	$HNO_3(l)$	156
$C_2H_6(g)$	219	$KCl(s)$	83
$C_2H_2(g)$	230	$KClO_3(s)$	143
$C_2H_4(g)$	200	$KNO_3(s)$	117
$C_2H_6O(l)$	125	$KNO_3(aq)$	133
$CO(g)$	198	$N_2(g)$	192
$CO_2(g)$	214	$NH_3(g)$	193
$CH_3OH(l)$	127	$NH_4Cl(s)$	95
$CaO(s)$	42	$NH_4Cl(aq)$	210
$Ca(OH)_2$	40	$NO_2(g)$	240
$H_2O(l)$	131	$NO_2(l)$	220
$HCl(g)$	187	$N_2O(g)$	304
$H_2O(g)$	189	$O_2(g)$	205
$H_2O_2(l)$	70	$H_2SO_4(l)$	157
$H_2O_2(g)$	106	$(NH_4)_2SO_4(s)$	220

Таблиця Д.8. Стандартні енергії Гіббса утворення йонів у водних розчинах

Йон	ΔG°_{298} , кДж/моль	Йон	ΔG°_{298} , кДж/моль
Ag^+	77	Fe^{3+}	-11,5
Al^{3+}	-181	Hg^{2+}	164,7
Au^+	-111	Mg^{2+}	-438
Br^-	-357	Mn^{2+}	-230
Cl^-	-77,7	Ni^{2+}	-46,4
Cr^{3+}	-208	Pb^{2+}	-24,3
Cr^{6+}	65,6	Sn^{2+}	-26,2
Fe^{2+}	-85	Zn^{2+}	-147

Таблиця Д.9. Стандартні потенціали металічних електродів

Метал	Електроліт реакція	φ° , В	Метал	Електроліт реакція	φ° , В
Li	$Li^+ + e \rightleftharpoons Li$	-3,05	Cd	$Cd^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cd$	-0,40
K	$K^+ + e \rightleftharpoons K$	-2,92	Co	$Co^{2+} + 2e \rightleftharpoons Co$	-0,28
Ba	$Ba^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ba$	-2,91	Ni	$Ni^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ni$	-0,25
Ca	$Ca^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ca$	-2,87	Sn	$Sn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Sn$	-0,14
Na	$Na^+ + e \rightleftharpoons Na$	-2,71	Pb	$Pb^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pb$	-0,13
Mg	$Mg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mg$	-2,27	Fe	$Fe^{3+} + 3e \rightleftharpoons Fe$	-0,04
Be	$Be^{2+} + 2e \rightleftharpoons Be$	-1,85	H ₂	$2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2$	0,0
Al	$Al^{3+} + 3e \rightleftharpoons Al$	-1,66	Cu	$Cu^{2+} + 2e \rightleftharpoons Cu$	0,34
Ti	$Ti^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ti$	-1,63	Ag	$Ag^+ + e \rightleftharpoons Ag$	0,80
Mn	$Mn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mn$	-1,18	Hg	$Hg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg$	0,85
Zn	$Zn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Zn$	-0,76	Pt	$Pt^{2+} + 2e \rightleftharpoons Pt$	1,19
Cr	$Cr^{3+} + 3e \rightleftharpoons Cr$	-0,71	Au	$Au^{3+} + 3e \rightleftharpoons Au$	1,42
Fe	$Fe^{2+} + 2e \rightleftharpoons Fe$	-0,44			

Таблиця Д.10 Стандартичні електродні потенціали деяких окисно-відновних систем

Окислена форма + e ⇌ відновлена форма	Електродна реакція	φ°, В
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$		+1,51
$MnO_2 + 2H_2O + 3e \rightleftharpoons MnO_2 + 4OH^-$		+0,60
$MnO_2 + e \rightleftharpoons MnO_2^{2-}$		+0,56
$MnO_2 + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$		+1,23
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$		+1,33
$CrO_2^{2-} + 4H_2O + 3e \rightleftharpoons [Cr(OH)_3]^- + 2OH^-$		-0,13
$HNO_2 + H^+ + e \rightleftharpoons NO + H_2O$		+0,99
$NO_3^- + 2H^+ + e \rightleftharpoons NO_2 + H_2O$		+0,78
$NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightleftharpoons NO + 2H_2O$		+0,96
$2NO_3^- + 12H^+ + 10e \rightleftharpoons N_2 + 6H_2O$		+1,24
$NO_3^- + 3H^+ + 2e \rightleftharpoons HNO_2 + H_2O$		+0,94
$S + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2S$		+0,14
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons SO_3 + 2H_2O$		+0,17
$SO_4^{2-} + 8H^+ + 6e \rightleftharpoons S + 4H_2O$		+0,36
$SO_3^{2-} + 10H^+ + 8e \rightleftharpoons H_2S + 4H_2O$		+0,31
$H_2SO_3 + 4H^+ + 4e \rightleftharpoons S + 2H_2O$		+0,45
$SO_3^{2-} + 2e + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + 2OH^-$		-0,93
$F_2 + 2e \rightleftharpoons 2F^-$		+2,84
$Cl_2 + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-$		+1,36
$Br_2 + 2e \rightleftharpoons 2Br^-$		+1,08
$I_2 + 2e \rightleftharpoons 2I^-$		+0,54
$Co^{3+} + e \rightleftharpoons Co^{2+}$		+1,81
$Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$		+0,77
$Sn^{4+} + 2e \rightleftharpoons Sn^{2+}$		+0,15
$2Hg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg_2^{2+}$		+0,92
$PbO_2 + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2H_2O$		+1,45
$ClO_2 + H^+ + e \rightleftharpoons ClO_2$		+0,86
$O_2 + 2H_2O + 4e \rightleftharpoons 4OH^-$		+0,40
$O_2 + 4H^+ + 4e \rightleftharpoons 2H_2O$		+1,23
$O_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2O_2$		+0,68
$H_2O_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons 2H_2O$		+1,78

ЗМІСТ

ПРОГРАМА КУРСУ	3
Тема 1. Основні закони та закони	3
Тема 2. Будова атомів. Періодичний закон та періодична система	3
Тема 3. Умовинні зв'язок та будова молекул. Твердий стан	3
Тема 4. Кристалічна будова металів	3
Тема 5. Умовинна кінетика та хімічна рівновага	4
Тема 6. Ягальні властивості розчинів	5
Тема 7. Розчини електродитів	5
Тема 8. Окисно-відновні реакції	5
Тема 9. Електрохімічні процеси	5
Тема 10. Електрохімія металів	6
Тема 11. Хімічні властивості металів	6
Тема 12. Електрохімія металів	6
Тема 13. Хімічні властивості металів	6
Тема 14. Електрохімія металів	6
Тема 15. Хімічні властивості металів	6
Тема 16. Хімічні властивості металів	6
Тема 17. Хімічні властивості металів	6
Тема 18. Хімічні властивості металів	6
Тема 19. Хімічні властивості металів	6
Тема 20. Хімічні властивості металів	6
Тема 21. Хімічні властивості металів	6
Тема 22. Хімічні властивості металів	6
Тема 23. Хімічні властивості металів	6
Тема 24. Хімічні властивості металів	6
Тема 25. Хімічні властивості металів	6
Тема 26. Хімічні властивості металів	6
Тема 27. Хімічні властивості металів	6
Тема 28. Хімічні властивості металів	6
Тема 29. Хімічні властивості металів	6
Тема 30. Хімічні властивості металів	6
Тема 31. Хімічні властивості металів	6
Тема 32. Хімічні властивості металів	6
Тема 33. Хімічні властивості металів	6
Тема 34. Хімічні властивості металів	6
Тема 35. Хімічні властивості металів	6
Тема 36. Хімічні властивості металів	6
Тема 37. Хімічні властивості металів	6
Тема 38. Хімічні властивості металів	6
Тема 39. Хімічні властивості металів	6
Тема 40. Хімічні властивості металів	6
Тема 41. Хімічні властивості металів	6
Тема 42. Хімічні властивості металів	6
Тема 43. Хімічні властивості металів	6
Тема 44. Хімічні властивості металів	6
Тема 45. Хімічні властивості металів	6
Тема 46. Хімічні властивості металів	6
Тема 47. Хімічні властивості металів	6
Тема 48. Хімічні властивості металів	6
Тема 49. Хімічні властивості металів	6
Тема 50. Хімічні властивості металів	6
Тема 51. Хімічні властивості металів	6
Тема 52. Хімічні властивості металів	6
Тема 53. Хімічні властивості металів	6
Тема 54. Хімічні властивості металів	6
Тема 55. Хімічні властивості металів	6
Тема 56. Хімічні властивості металів	6
Тема 57. Хімічні властивості металів	6
Тема 58. Хімічні властивості металів	6
Тема 59. Хімічні властивості металів	6
Тема 60. Хімічні властивості металів	6
Тема 61. Хімічні властивості металів	6
Тема 62. Хімічні властивості металів	6
Тема 63. Хімічні властивості металів	6
Тема 64. Хімічні властивості металів	6
Тема 65. Хімічні властивості металів	6
Тема 66. Хімічні властивості металів	6
Тема 67. Хімічні властивості металів	6
Тема 68. Хімічні властивості металів	6
Тема 69. Хімічні властивості металів	6
Тема 70. Хімічні властивості металів	6
Тема 71. Хімічні властивості металів	6
Тема 72. Хімічні властивості металів	6
Тема 73. Хімічні властивості металів	6
Тема 74. Хімічні властивості металів	6
Тема 75. Хімічні властивості металів	6
Тема 76. Хімічні властивості металів	6
Тема 77. Хімічні властивості металів	6
Тема 78. Хімічні властивості металів	6
Тема 79. Хімічні властивості металів	6
Тема 80. Хімічні властивості металів	6
Тема 81. Хімічні властивості металів	6
Тема 82. Хімічні властивості металів	6
Тема 83. Хімічні властивості металів	6
Тема 84. Хімічні властивості металів	6
Тема 85. Хімічні властивості металів	6
Тема 86. Хімічні властивості металів	6
Тема 87. Хімічні властивості металів	6
Тема 88. Хімічні властивості металів	6
Тема 89. Хімічні властивості металів	6
Тема 90. Хімічні властивості металів	6
Тема 91. Хімічні властивості металів	6
Тема 92. Хімічні властивості металів	6
Тема 93. Хімічні властивості металів	6
Тема 94. Хімічні властивості металів	6
Тема 95. Хімічні властивості металів	6
Тема 96. Хімічні властивості металів	6
Тема 97. Хімічні властивості металів	6
Тема 98. Хімічні властивості металів	6
Тема 99. Хімічні властивості металів	6
Тема 100. Хімічні властивості металів	6

Таблиця Д.10. Стандартні електродні потенціали деяких окисно-відновних систем

Електродна реакція	φ^0 , В
Окислена форма + e \rightleftharpoons відновлена форма	
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,51
$MnO_2 + 2H_2O + 3e \rightleftharpoons MnO_2 + 4OH^-$	+0,60
$MnO_4^- + e \rightleftharpoons MnO_4^{2-}$	+0,56
$MnO_4^- + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons Mn^{2+} + 2H_2O$	+1,23
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1,33
$CrO_2^{2-} + 4H_2O + 3e \rightleftharpoons [Cr(OH)_4]^- + 2OH^-$	-0,13
$HNO_2 + H^+ + e \rightleftharpoons NO + H_2O$	+0,99
$NO_3^- + 2H^+ + e \rightleftharpoons NO_2 + H_2O$	+0,78
$NO_3^- + 4H^+ + 3e \rightleftharpoons NO + 2H_2O$	+0,96
$2NO_3^- + 12H^+ + 10e \rightleftharpoons N_2 + 6H_2O$	+1,24
$NO_3^- + 3H^+ + 2e \rightleftharpoons HNO_2 + H_2O$	+0,94
$S + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2S$	+0,14
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons SO_2 + 2H_2O$	+0,17
$SO_4^{2-} + 8H^+ + 6e \rightleftharpoons S + 4H_2O$	+0,36
$SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e \rightleftharpoons H_2S + 4H_2O$	+0,31
$H_2SO_3 + 4H^+ + 4e \rightleftharpoons S + 3H_2O$	+0,45
$SO_4^{2-} + 2e + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + 2OH^-$	-0,93
$F_2 + 2e \rightleftharpoons 2F^-$	+2,84
$Cl_2 + 2e \rightleftharpoons 2Cl^-$	+1,36
$Br_2 + 2e \rightleftharpoons 2Br^-$	+1,08
$I_2 + 2e \rightleftharpoons 2I^-$	+0,53
$Co^{3+} + e \rightleftharpoons Co^{2+}$	+1,81
$Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$	+0,77
$Sn^{4+} + 2e \rightleftharpoons Sn^{2+}$	+0,15
$2Hg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Hg_2^{2+}$	+0,92
$PbO_2 + 4H^+ + 2e \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2H_2O$	+1,45
$Cu^{2+} + I^- + e \rightleftharpoons CuI$	+0,86
$O_2 + 2H_2O + 4e \rightleftharpoons 4OH^-$	+0,40
$O_2 + 4H^+ + 4e \rightleftharpoons 2H_2O$	+1,23
$O_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2O_2$	+0,68
$HO_2 + H^+ + 2e \rightleftharpoons H_2O_2$	+1,78

ЗМІСТ

ІНТРОДУКЦІЯ	3
Тема 1. Основні поняття та імії	3
Тема 2. Будова атома, Періодичний закон та періодична система	3
Тема 3. Умовиний зв'язок та будова молекул. Твердий стан	3
Розв'язки	3
Тема 4. Демонстрація хімічної термодинаміки	4
Тема 5. Умісна кінетика та хімічна рівновага	4
Тема 6. Загальні властивості розчинів	5
Тема 7. Розчини електродитів	5
Тема 8. Окисно-відновні реакції	5
Тема 8. Електрохімічні процеси	5
Тема 9. Хімічні властивості металів	6
ІІ. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ	6
2.1. Основні поняття хімії	11
2.2. Класи неорганічних сполук	15
2.3. Будова атома. Періодичний закон	19
2.4. Хімічний зв'язок. Кристалічний стан речовини	23
2.5. Елементи хімічної термодинаміки	27
2.6. Умісна кінетика та хімічна рівновага	31
2.7. Розчини	36
2.8. Розчини електродитів	40
2.9. Гальванічні елементи. Визначення напрямку проходження окисно-відновних процесів	44
2.10. Окисно-відновні реакції. Електродит	48
2.11. Корозія металів. Хімічні властивості металів	53
2.12. Дослідження природної води	56
ІІІ. ДОДАТОК	60
Таблиця 1	60
Таблиця 2	61
Таблиця 3.1	62
Таблиця 3	63
Таблиця 6.7	64
Таблиця 8.9	65
Таблиця 10	66