



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТУ

Кафедра екології та безпеки життєдіяльності на залізничному транспорті

Т.І.Висоцька

ХІМІЯ

Методичні вказівки та завдання
для підготовки до другого модульного контролю знань
для студентів всіх спеціальностей денної форми навчання

КИЇВ 2013

УДК : 519.6.

Висоцька Т.І.

Хімія: Методичні вказівки та завдання для підготовки до другого модульного контролю знань для студентів усіх спеціальностей денної форми навчання. – К. ДЕТУТ, 2013. – 46 с.

Методичні вказівки та завдання з хімії для самостійної підготовки до другого модульного контролю знань для студентів призначені для студентів усіх спеціальностей денної форми навчання.

Дані методичні рекомендації містять досить детальний теоретичний матеріал із тем: «Розчини», «Гідроліз солей», «Комплексоутворення», «Окисно-відновні реакції». Для закріплення матеріалу включено приклади розв'язування задач за цими темами та завдання для самостійного розв'язку, тестові завдання та питання до поточних контрольних робіт і до другої модульної контрольної роботи.

Мета методичних рекомендацій – допомогти студентам денної форми навчання засвоїти вказані теми; за допомогою прикладів розв'язування задач навчитися самостійно виконувати завдання.

Рекомендовані літературні джерела дають можливість студентам у разі необхідності відшукати додаткові матеріали з певних питань.

Методичні рекомендації з хімії розглянуті та затверджені на засіданні кафедри екології і безпеки життєдіяльності (протокол № 4 від 5.11.12 р.) та засіданні методичної ради факультету «УЗТ» (протокол № 3 від 27.11.12 р.).

Укладач: *Т. І. Висоцька*, канд. хім. наук, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності на залізничному транспорті

Рецензенти: *О. Ю. Наджафова*, канд. хім. наук, доцент кафедри «Аналітична хімія» Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

Т. В. Пічкур, кандидат історичних наук, доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності на залізничному транспорті Державного економіко-технологічного університету транспорту

ЗМІСТ

Стор.

<i>Вступ</i>	4
<i>Тема: Розчини</i>	5
<i>Тема: Реакції обміну</i>	7
Контрольні запитання, вправи і задачі..	9
<i>Тема: Дисоціація води, рН</i>	11
<i>Тема: Гідроліз солей</i>	13
Контрольні запитання, вправи і задачі	16
<i>Тема :Комплексні сполуки</i>	18
Контрольні запитання, вправи і задачі.....	21
<i>Тема: Окисно-відновні реакції</i>	23
Контрольні запитання, вправи і задачі.....	25
Тестові завдання до теми «Окисно-відновні реакції».....	31
Завдання до другого модульного контролю	33
<i>Список літератури</i>	43
<i>Додатки</i>	44

ВСТУП

Хімія – одна з фундаментальних природничих дисциплін, яка вивчає матеріальний світ, закони його розвитку, хімічну форму руху матерії. Знання хімії потрібні для плідної творчої діяльності інженера будь-якого фаху. Вивчення хімії дає можливість одержати сучасне наукове уявлення про матерію і форми її руху; про речовину як один із видів рухомої матерії; про механізм перетворення хімічних сполук; про властивості технічних матеріалів і застосування хімічних процесів у сучасній техніці. Треба добре засвоїти основні закони і теорії хімії, опанувати техніку хімічних розрахунків, набути навичок самостійного виконання хімічних експериментів і узагальнення чинників, що спостерігаються.

Хімія є базою для багатьох напрямів розвитку промисловості і транспорту, оскільки такі суміжні дисципліни, як «Фізика», «Опір матеріалів», «Паливно-мастильні матеріали та їх використання», «Екологія та охорона навколишнього середовища», «Філософія» тощо, неможливо уявити без знання основних законів і закономірностей, що є предметом вивчення хімії. Тому майбутнім спеціалістам необхідно подати відповідні знання про будову речовин, процеси, які протікають у них, зміни, що відбуваються під час взаємодії різних хімічних сполук. Звичайно, під час організації навчально-виховного процесу викладач стикається з проблемою його методичного забезпечення.

Основний вид навчальних занять студентів – самостійна робота з навчальним матеріалом. У курсі хімії вона складається з таких елементів: вивчення дисципліни за підручниками і навчальними посібниками; виконання контрольних завдань; виконання лабораторного практикуму; індивідуальні консультації; відвідування лекцій; складання заліку з лабораторного практикуму; складання іспиту з усього курсу.

Курс хімії поділено на два модулі. У процесі вивчення курсу хімії студент повинен виконувати поточні контрольні роботи та дві модульні контрольні роботи.

Дані методичні рекомендації містять досить детальний теоретичний матеріал із тем: «Розчини», «Гідроліз солей», «Комплексоутворення», «Окисно-відновні реакції». Для закріплення матеріалу включено приклади розв'язування задач за цими темами та завдання для самостійного розв'язку, тестові завдання та питання до поточних контрольних робіт і до другої модульної контрольної роботи.

Мета методичних рекомендацій – допомогти студентам денної форми навчання засвоїти вказані теми; за допомогою прикладів розв'язування задач навчитися самостійно виконувати завдання.

Рекомендовані літературні джерела дають можливість студентам у разі необхідності відшукати додаткові матеріали з певних питань.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ЗАВДАННЯ

Тема: РОЗЧИНИ

Добре відомо, що одні речовини в розчиненому або розплавленому вигляді проводять електричний струм, інші за таких самих умов струм не проводять.

До електролітів належать кислоти, основи і майже всі солі, до неелектролітів – більшість органічних сполук, а також речовини, в молекулах яких є тільки ковалентні неполярні або малополярні зв'язки.

Електроліти – провідники другого роду. У розчині або розплаві молекули розпадаються на йони, завдяки чому і проходить струм. Очевидно, чим більше йонів у розчині, тим краще він проводить електричний струм. Чиста вода електричний струм проводить дуже погано.

Розпад електролітів на йони під час розчинення їх у воді називається електролітичною дисоціацією.

Так, хлорид натрію HCl при розчиненні у воді повністю розпадається на йони натрію H^+ і хлорид-йони Cl^- . Вода утворює йони гідрогену H^+ та гідроксид-йони OH^- лише в дуже незначних кількостях.

Для пояснення особливостей водних розчинів електролітів шведський учений С. Арреніус у 1887 р. запропонував теорію електролітичної дисоціації. Пізніше вона була розвинута багатьма вченими на основі вчення про будову атомів і хімічний зв'язок.

Сучасний зміст цієї теорії можна звести до таких трьох положень:

1. *Електроліти під час розчинення у воді розпадаються (дисоціюють) на йони – позитивні і негативні.*

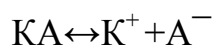
Йони перебувають у стійкіших електронних станах, ніж атоми. Вони можуть складатися з одного атома – це прості йони (Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} тощо) або з кількох атомів – це складні йони (NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} тощо). Багато йонів забарвлені. Наприклад, йон MnO_4^- має малиновий колір, йон CrO_4^{2-} – жовтий, йони Na^+ і Cl^- – безбарвні. Сама назва «йон» у перекладі з грецької означає «мандрівний». У розчині йони безладно переміщуються («мандрують») у різних напрямках.

2. *Під дією електричного струму йони набувають спрямованого руху: позитивно заряджені йони переміщуються до катода. Негативно заряджені – до анода. Тому перші називаються катіонами, другі – аніонами.*

Спрямоване переміщення йонів відбувається внаслідок притягання їх протилежно зарядженими електродами.

1. *Дисоціація – оборотний процес: паралельно з розщепленням молекул на йони (дисоціація) відбувається процес сполучення йонів (асоціація).*

2. Тому в рівняннях електролітичної дисоціації замість знака «дорівнює» ставлять знак оборотності. Наприклад, рівняння дисоціації молекули електроліту KA на катіон K^+ і аніон A^- в загальному вигляді записується так:



3. Теорія електролітичної дисоціації є однією з основних теорій в неорганічній хімії і повністю узгоджується з атомно-молекулярним ученням і теорією будови атома.

Ступінь дисоціації. Оскільки електролітична дисоціація – процес оборотний, то в розчинах електролітів поряд з їх йонами є й молекули. Тому розчини електролітів характеризуються ступенем дисоціації (позначається грецькою буквою «альфа» – α).

Ступінь дисоціації – це відношення числа молекул n , що розпалися на йони, до загального числа молекул розчиненої речовини N :

$$\alpha = n/N.$$

Ступінь дисоціації електроліту визначається експериментально і виражається в частках одиниці або у відсотках. Якщо $\alpha = 0$, то дисоціації немає, а якщо $\alpha = 1$ або 100 %, то електроліт повністю розпадається на йони. Якщо ж $\alpha = 20$ %, то це означає, що зі 100 молекул даного електроліту 20 розпалося на йони.

Різні електроліти мають неоднаковий ступінь дисоціації. Досвід показує, що він залежить від концентрації електроліту і від температури. Із зменшенням концентрації електроліту, тобто при розбавленні його водою, ступінь дисоціації завжди збільшується. Як правило, збільшується ступінь дисоціації і при підвищенні температури. За ступенем дисоціації електроліти поділяють на сильні і слабкі.

Сильні і слабкі електроліти. Сильні електроліти під час розчинення у воді повністю дисоціюють на йони. До них належать:

- 1) майже всі солі;
- 2) багато мінеральних кислот, H_2SO_4 , HNO_3 , HCl , HBr , HI , $KMnO_4$, $HClO_3$, $HClO_4$;
- 3) основи лужних і лужно-земельних металів.

Слабкі електроліти під час розчинення у воді лише частково дисоціюють на йони. До них належать:

- 1) майже всі органічні кислоти;
- 2) деякі мінеральні кислоти, наприклад H_2CO_3 , H_2S , $HClO$, H_2SiO_3 , HCN ;
- 3) багато основ металів (крім основ лужних і лужно-земельних металів), а також NH_4OH .

До слабких електролітів належать вода, NH_4OH , H_2SO_3 .

Тема. РЕАКЦІЇ ОБМІНУ

Йонно-молекулярні, або просто йонні, рівняння реакцій обміну відбивають стан електроліту в розчині. У цих рівняннях сильні розчинні електроліти, оскільки вони цілком дисоційовані, записують у вигляді йонів, а слабкі електроліти, малорозчинні і газоподібні речовини записують у молекулярній формі.

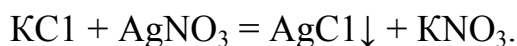
У йонно-молекулярному рівнянні однакові йони з обох його частин виключаються, оскільки не беруть участі у реакції. При складанні йонно-молекулярних рівнянь варто пам'ятати, що сума електричних зарядів у лівій частині рівняння має дорівнювати сумі електричних зарядів у правій частині рівняння.

При розв'язанні задач користуйтеся таблицею розчинності (. додаток А).

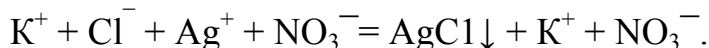
Приклад 1. Написати молекулярне та йонне рівняння реакції взаємодії розчинів хлориду калію та нітрату аргентуму.

Розіб'ємо розв'язування задачі на етапи.

1. Записуємо молекулярне рівняння реакції:

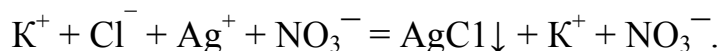


2. Перепишемо це рівняння, позначивши добре дисоційовані речовини у вигляді йонів, а ті, що залишають сферу реакції – у вигляді молекул:

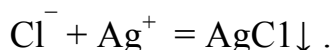


Це йонне рівняння реакції.

3. Виключаємо з обох частин рівняння однакові йони (підкреслені рисками):

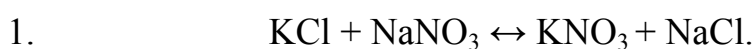


4. Випишемо йонне рівняння реакції в остаточному вигляді:



Це скорочене йонне рівняння реакції. Як видно з цього рівняння, суть реакції зводиться до взаємодії йонів Ag^+ і Cl^- , внаслідок чого утворюється осад AgCl .

Приклад 2. Написати молекулярне та йонне рівняння реакцій між розчином хлориду калію і розчином нітрату натрію. Оскільки продукти взаємодії добре розчиняються у воді і не вибувають із сфери реакції, то дана реакція є оборотною. Реакцію записуємо за етапами:



Рівняння для 3-го і 4-го етапів писати не можна. З точки зору теорії електролітичної дисоціації реакція не відбувається.

Йонними рівняннями зображуються будь-які реакції, що відбуваються у розчинах між електролітами.

Приклад 3. Написати йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії між водяними розчинами таких речовин: а) HCl і NaOH ; б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ і Na_2S ; в) NaClO і HNO_3 ; г) K_2CO_3 і H_2SO_4 ; д) CH_3COOH і NaOH .

Розв'язок. Запишемо рівняння взаємодії зазначених речовин у молекулярному вигляді:

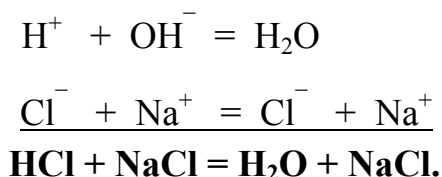
- а) $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} = \text{PbS} + 2\text{NaNO}_3$;
- в) $\text{NaClO} + \text{HNO}_3 = \text{NaNO}_3 + \text{HClO}$;
- г) $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- д) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$.

Відзначимо, що взаємодія цих речовин можлива, тому що в результаті відбувається зв'язування йонів з утворенням слабких електролітів (H_2O , HClO), осаду (PbS), газу (CO_2).

У реакції (д) два слабких електроліти, але оскільки *реакції йдуть у бік більшого зв'язування йонів* і вода – слабкіший електроліт, ніж оцтова кислота, то рівновага реакції зміщена у бік утворення води. Виключивши однакові йони з обох частин рівняння: а) Na^+ і Cl^- ; б) Na^+ і NO_3^- ; в) Na^+ і NO_3^- ; г) K^+ і SO_4^{2-} ; д) Na^+ , отримаємо йонно-молекулярні рівняння відповідних реакцій:

- а) $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{Pb}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{PbS}$;
- в) $\text{ClO}^- + \text{H}^+ = \text{HClO}$;
- г) $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- д) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{OH}^- = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O}$.

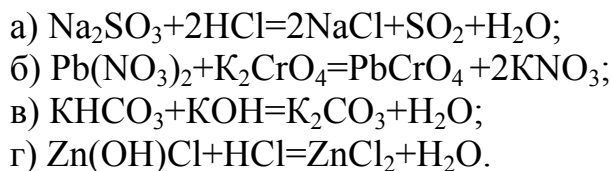
Приклад 4. На основі йонного рівняння легко написати молекулярне. Для цього потрібно до йонів лівої частини рівняння приписати йони протилежного знака, потім такі самі йони і в тій самій кількості написати у правій частині рівняння, після чого об'єднати йони у відповідні молекули:



Приклад 5. Складіть молекулярні рівняння реакцій, яким відповідають такі йонно-молекулярні рівняння:

- а) $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-} = \text{PbCrO}_4$;
- в) $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$;
- г) $\text{ZnOH}^+ + \text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$.

Вільні йони, які знаходяться у лівій частині цих йонно-молекулярних рівнянь, утворюються при дисоціації розчинних сильних електролітів. Тому при складанні молекулярних рівнянь варто виходити із відповідних розчинних сильних електролітів. Наприклад:



Контрольні запитання, вправи і задачі

1. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії в розчинах між: а) K_2S і HCl ; б) FeSO_4 і $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; в) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ і KOH .
2. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії в розчинах між: а) KHCO_3 і H_2SO_4 ; б) $\text{Al}(\text{OH})_3$ і NaOH ; в) CaCl_2 і AgNO_3 .
3. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії в розчинах між: а) CuSO_4 і H_2S ; б) BaCO_3 і HNO_3 ; в) FeCl_3 і KOH .
4. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії в розчинах між: а) Na_3PO_4 і CaCl_2 ; б) K_2CO_3 і BaCl_2 ; в) ZnCl_2 і KOH .
5. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії в розчинах між: а) $\text{Sn}(\text{OH})_2$ і HCl ; б) BeSO_4 і KOH ; в) NH_4Cl і $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
6. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії в розчинах між: а) AgNO_3 і K_2CrO_4 ; б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ і KI ; в) CdSO_4 і Na_2S .
7. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії в розчинах між: а) FeCl_3 і KOH ; б) NiSO_4 і $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; в) MgCO_3 і HNO_3 .
8. Напишіть молекулярне, іонне та скорочене іонне рівняння для реакції:
а) K_2CO_3 і BaCl_2 ; б) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ і HNO_3 ; FeSO_4 і KOH ;
9. Напишіть молекулярне, іонне та скорочене іонне рівняння для реакції:
а) BaCl_2 і K_2SO_4 ; б) K_2S і HCl ; в) NH_4Cl і NaOH ;
10. Напишіть молекулярне, іонне та скорочене іонне рівняння для реакції:
а) CdSO_4 і Na_2S ; б) FeSO_4 і $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; в) $\text{Sn}(\text{OH})_2$ і HCl ;
11. Напишіть молекулярне, іонне та скорочене іонне рівняння для реакції:

а) Na_3PO_4 і CaCl_2 ; б) K_2CO_3 і HCl ; в) CH_3COOH і HCl .

12. Напишіть молекулярне, іонне та скорочене іонне рівняння для реакції:

а) CaCl_2 і AgNO_3 ; б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ і Na_2S ; в) Na_2CO_3 і HCl .

13 Напишіть молекулярне, іонне та скорочене іонне рівняння для реакції:

а) K_2SO_3 і H_2SO_4 ; б) BaCl_2 і Na_2SO_4 ; в) MgCO_3 і HNO_3 .

14. Напишіть молекулярне, іонне та скорочене іонне рівняння для реакції:

а) CuSO_4 і NaOH ; б) CH_3COOH і NaOH ; в) BaCO_3 і HNO_3 .

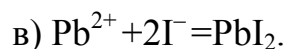
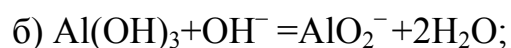
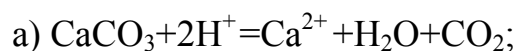
15. Напишіть молекулярне, іонне та скорочене іонне рівняння для реакції:

а) K_2CO_3 і HCl ; б) FeCl_3 і KOH ; в) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ і Na_2S .

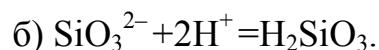
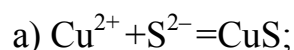
16. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії в розчинах між: а) FeCl_2 і KOH ; б) NiSO_4 і BaCl_2 ; в) BaCO_3 і HNO_3 .

17. Складіть молекулярні та йонно-молекулярні рівняння реакцій взаємодії в розчинах між: а) FeCl_3 і NaOH ; б) NiCl_2 і $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; в) MgCO_3 і HCl .

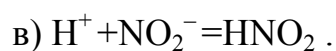
18. Складіть молекулярні рівняння реакцій, виходячи з таких йонно-молекулярних рівнянь:



19. Складіть молекулярні рівняння реакцій, виходячи з таких йонно-молекулярних рівнянь:



20. Складіть молекулярні рівняння реакцій, виходячи з таких йонно-молекулярних рівнянь:



Тема. ДИСОЦІАЦІЯ ВОДИ, рН

Вода, як слабкий електроліт, незначною мірою дисоціює на йони H^+ і OH^- , що перебувають у рівновазі з недисоційованими молекулами.

Концентрацію йонів звичайно виражають у молях йонів в 1 л. Як видно з рівняння дисоціації води, у ній величини $[\text{H}^+]$ і $[\text{OH}^-]$ однакові. Експериментально встановлено, що в одному літрі води при кімнатній температурі (22 °С) дисоціації піддається лише 10^{-7} моль води і при цьому утворюється 10^{-7} моль/л йонів H^+ і 10^{-7} моль/л йонів OH^- .

Добуток концентрації йонів гідрогену і гідроксид-йонів у воді називається **йонним добутком води** (позначається K_w). При певній температурі K_w – величина стала, чисельно, дорівнює при 22 °С 10^{-14} :

$$K_w = [\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14}.$$

Сталість добутку $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$ означає, що в будь-якому водному розчині ні концентрація йонів гідрогену, ні концентрація гідроксид-йонів не може дорівнювати нулю. Іншими словами, будь-який водний розчин кислоти, основи або солі містить як $[\text{H}^+]$, та і $[\text{OH}^-]$ -йони. Дійсно, для чистої води $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$ моль/л.

Зі сталості добутку $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$ випливає, що при збільшенні концентрації одного з йонів води відповідно зменшується концентрація іншого йона. Це дозволяє обчислити концентрацію H^+ -йонів, якщо відома концентрація OH^- -йонів, і навпаки. Наприклад, якщо у водному розчині $[\text{H}^+] = 10^{-3}$ моль/л, то $[\text{OH}^-]$ визначатиметься так:

$$[\text{OH}^-] = K_w / [\text{H}^+] = 10^{-14} / 10^{-3} = 10^{-11} \text{ моль/л.}$$

Отже, кислотність і основність розчину можна виражати через концентрацію йонів H^+ або йонів OH^- . На практиці користуються першим способом. Тоді для нейтрального розчину $[\text{H}^+] = 10^{-7}$, для кислого $[\text{H}^+] > 10^{-7}$, для лужного $[\text{H}^+] < 10^{-7}$ моль/л.

Щоб уникнути незручностей, зв'язаних із застосуванням чисел із від'ємними показниками ступеня, концентрацію гідрогенних йонів прийнято виражати через гідрогенний показник, що позначається символом рН.

Гідрогенним показником рН називається десятковий логарифм концентрації гідрогенних йонів, взятий з протилежним знаком:

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+],$$

або

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}},$$

де $[\text{H}^+]$ – концентрація йонів гідрогену, моль/л.

За допомогою рН реакція розчинів характеризується так:

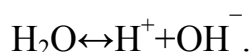
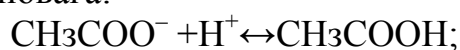
нейтральна – рН = 7,

кисла – рН < 7,

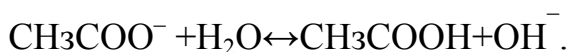
лужна – рН > 7.

Тема. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ

Досвід показує, що розчини середніх солей мають лужну, кислу або нейтральну реакцію, хоча вони і не містять ні гідрогенних, ні гідроксильних йонів. Пояснення цьому факту слід шукати у взаємодії солей з водою. Розглянемо, наприклад, розчин ацетату натрію CH_3COONa , що має лужну реакцію. Ацетат натрію, як сильний електроліт, під час розчинення у воді повністю дисоціює на йони Na^+ і CH_3COO^- . Останні взаємодіють з H^+ і OH^- йонами води. При цьому йони Na^+ не можуть зв'язати йони OH^- в молекули, оскільки NaOH є сильним електролітом і наявний у розчині тільки у вигляді йонів. Тим часом ацетат-йони зв'язують йони H^+ з утворенням молекул слабого електроліту – анової (ацетатної, оцтової) кислоти, унаслідок чого нові молекули H_2O дисоціюють на H^+ і OH^- йони. Ці процеси відбуваються доти, доки не встановиться рівновага:



Сумарне рівняння процесів, що відбуваються одночасно, має вигляд



Це рівняння показує, що внаслідок утворення слабого електроліту (етанової кислоти) йонна рівновага дисоціації води зміщується і створюється надлишок OH^- іонів, а тому розчин набуває лужної реакції.

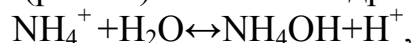
Взаємодія йонів солі з водою, що приводить до утворення слабого електроліту називається гідролізом солі.

Як показано в прикладі, розчин став лужним внаслідок гідролізу солі CH_3COONa .

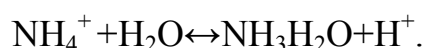
Випадки гідролізу солей. Будь-яку сіль можна уявити як продукт взаємодії кислоти й основи. Так, ацетат натрію CH_3COONa , утворений слабкою кислотою CH_3COOH і сильною основою NaOH , хлорид амонію NH_4Cl – слабкою основою NH_4OH і сильною кислотою HCl , $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ – слабкою кислотою CH_3COOH і слабкою основою NH_4OH , а NaCl – сильною основою NaOH і сильною кислотою HCl .

1. Усі солі, утворені слабкою кислотою і сильною основою, піддаються гідролізу. Вони надають розчину лужної реакції ($\text{pH} > 7$).

2. Солі, утворені сильною кислотою і слабкою основою, також піддаються гідролізу. Вони надають розчину кислій реакції, як це має місце в розчині хлориду амонію NH_4Cl . У цьому випадку утворюється слабкий електроліт NH_4OH . У результаті частина йонів OH^- зв'язується йонами NH_4^+ , а йони H^+ залишаються в надлишку. Отже, внаслідок гідролізу NH_4Cl розчин цієї солі набуває кислій реакції ($\text{pH} < 7$). Рівняння гідролізу можна записати так:



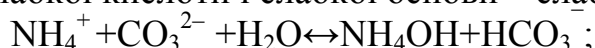
або точніше



3. Ще легше піддаються гідролізу солі, утворені слабкою кислотою і слабкою основою. Наприклад, $\text{CH}_3\text{COONH}_4$. Йони цієї солі одночасно зв'язують йони H^+ і OH^- , зміщуючи рівновагу дисоціації води:



У цьому випадку реакція розчину залежить від ступеня дисоціації продуктів гідролізу – кислоти й основи; якщо переважають йони OH^- – вона лужна, а якщо йони H^+ – кисла, якщо ж їхнє число однакове – нейтральна. Оскільки у прикладі, що розглядається, ступені дисоціації CH_3COOH і NH_4OH , які утворюються внаслідок гідролізу, приблизно однакові, то розчин солі буде *нейтральним*. Однак реакція водного розчину карбонату амонію $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ – також солі слабкої кислоти і слабкої основи – слабколужна:

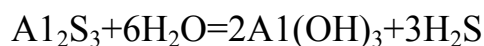


оскільки ступінь дисоціації NH_4OH більший, ніж ступінь дисоціації йона HCO_3^-

4. Солі, утворені сильною основою і сильною кислотою, гідролізу не піддаються. Йони таких солей не можуть утворювати з водою слабких електролітів. У цьому випадку солі практично в реакції участі не беруть, і рівновага дисоціації води не порушується, концентрація H^+ і OH^- йонів залишається такою самою, як і в чистій воді, а значить, розчин матиме нейтральну реакцію ($\text{pH} = 7$).

Гідроліз солей завжди відбувається у тих випадках, коли їхні йони, що утворюються внаслідок електролітичної дисоціації, здатні утворювати з водою слабкі (малодисоційовані) електроліти.

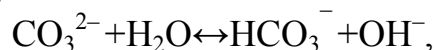
Для більшості солей гідроліз – процес оборотний. Якщо продукти гідролізу виходять зі сфери реакції, гідроліз відбувається необоротно, наприклад:



(у рівняннях необоротного гідролізу ставиться знак «дорівнює»).

Складання рівнянь гідролізу солей. Гідроліз солей, утворених слабкими багатоосновними кислотами і сильними основами, відбувається ступінчасто (відповідно до зворотного процесу – ступінчастій дисоціації), і при цьому утворюються *кислі солі* (точніше, аніони кислих солей). Так, гідроліз карбонату натрію Na_2CO_3 можна виразити рівняннями:

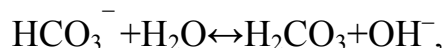
1) перший ступінь



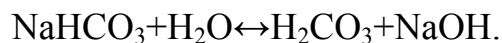
або



2) другий ступінь



або



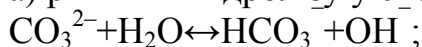
Однак за нормальних умов гідроліз практично обмежується першим

ступенем: йони CO_3^{2-} зв'язують йони H^+ води, утворюючи спочатку йони HCO_3^- ; а не молекули H_2CO_3 . Це пояснюється тим, що йони HCO_3^- дисоціюють значно важче, ніж молекули H_2CO_3 . І лише при сильному розбавленні і нагріванні слід враховувати гідроліз кислоти солі, що утворилася.

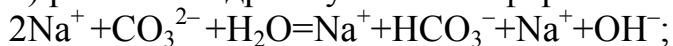
Для складання рівнянь гідролізу Na_2CO_3 виходимо з такого положення: сіль утворена сильною основою і слабкою кислотою, тому йон CO_3^{2-} (аніон слабкої кислоти) зв'язуватиме йони гідрогену води. Оскільки йон CO_3^{2-} містить два заряди, то слід розглядати два ступені гідролізу і для кожного ступеня записувати три рівняння: а) у скороченій формі, б) у йонній формі і в) у молекулярній формі. При цьому варто враховувати правила написання йонних рівнянь реакцій обміну.

Перший ступінь:

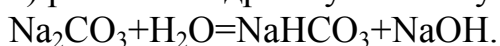
а) рівняння гідролізу у скороченій йонній формі:



б) рівняння гідролізу в йонній формі:



в) рівняння гідролізу в молекулярній формі:



Отже, щоб перейти від рівняння в скороченій йонній формі до рівняння в йонній формі, потрібно до йонів першого рівняння (а) дописати йони протилежного знака (б). Об'єднуючи йони рівняння (б) в молекули, дістанемо рівняння гідролізу в молекулярній формі (в).

Другий ступінь:

а) $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{OH}^-$;

б) $\text{Na}^+ + \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Na}^+ + \text{OH}^-$;

в) $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$.

Аналогічно під час гідролізу солей, утворених багатокислотними слабкими основами і сильними кислотами, утворюються *основні солі* (точніше, катіони основних солей). Гідроліз відбувається в основному за першим ступенем. Розглянемо, наприклад, сіль AlCl_3 . Під час складання рівнянь її гідролізу виходитимемо з того, що ця сіль утворена слабкою основою і сильною кислотою. Йон Al^{3+} (катіон слабкої основи) зв'язуватиме гідроксид-йони води. Але оскільки Al^{3+} має три заряди, то гідроліз відбуватиметься за трьома ступенями. Рівняння складемо так само, як і в попередньому прикладі.

Перший ступінь:

а) $\text{Al}^{3+} + \text{H}_2\text{O} = \text{AlOH}^{2+} + \text{H}^+$;

б) $\text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{AlOH}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$;

в) $\text{AlCl}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{AlOHCl}_2 + \text{HCl}$.

Другий ступінь:

а) $\text{AlOH}^{2+} + \text{H}_2\text{O} = \text{Al(OH)}_2^+ + \text{H}^+$;

б) $\text{AlOH}^{2+} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = \text{Al(OH)}_2^+ + \text{Cl}^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^-$;

в) $\text{AlOHCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Al(OH)}_2\text{Cl} + \text{HCl}$.

Третій ступінь – реакція практично не відбувається, через накопичення

йонів гідрогену процес зміщується в бік утворення вихідних речовин. Однак розбавлення розчину і підвищення температури посилюють гідроліз. У цьому випадку можна записати рівняння гідролізу і за третім ступенем.

Гідроліз взагалі. Гідроліз солей – один з важливих прикладів гідролізу речовин, який добре вивчений.

Гідроліз взагалі у широкому розумінні – це реакція обмінного розкладу між різними речовинами і водою.

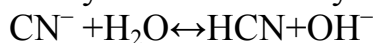
Таке визначення охоплює і гідроліз органічних сполук – складних ефірів, жирів, вуглеводів, білків, і гідроліз неорганічних речовин – солей, галогенів, галогенідів неметалів тощо.

Унаслідок гідролізу мінералів – алюмосилікатів – відбувається руйнування гірських порід. Гідроліз солей (наприклад, Na_2CO_3 , Na_3PO_4 застосовується для очищення води і зменшення її твердості).

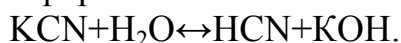
У живих організмах відбувається гідроліз полісахаридів, білків та інших органічних сполук.

Приклад 1. Складіть йонно-молекулярні та молекулярні рівняння гідролізу солей : а) KCN, б) Na_2CO_3 , в) ZnSO_4 . Визначте, яке значення рН мають розчини цих солей.

Розв'язок: а) ціанід калію KCN – сіль, утворена слабкою одноосновною кислотою HCN і сильною основою KOH. При розчиненні у воді молекули KCN повністю дисоціюють на катіони K^+ і аніони CN^- . Катіони K^+ не можуть зв'язувати йони OH^- води, оскільки KOH – сильний електроліт. Аніони CN^- зв'язують йони H^+ води, створюючи молекули слабого електроліту HCN. Сіль гідролізує, як кажуть, по аніону. Йонно-молекулярні рівняння гідролізу:

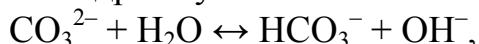


або в молекулярній формі:

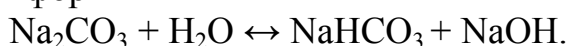


У результаті гідролізу в розчині з'являється деякий надлишок OH^- йонів, тому розчин KCN має лужну реакцію (рН > 7);

б) карбонат натрію Na_2CO_3 – сіль, утворена слабкою багатоосновною кислотою і сильною основою. У цьому випадку аніони солі CO_3^{2-} , зв'язуючи водневі йони води, утворюють аніони кислої солі HCO_3^- , а не молекули H_2CO_3 , оскільки йони HCO_3^- дисоціюють набагато важче ніж молекули H_2CO_3 . У звичайних умовах гідроліз іде по першому типу. Сіль гідролізує по аніону. Йонно-молекулярні рівняння гідролізу:



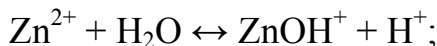
або в молекулярній формі



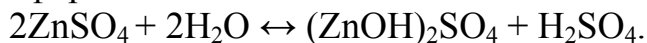
У розчині з'являється надлишок йонів OH^- , тому розчин Na_2CO_3 має лужну реакцію (рН > 7);

в) сульфат цинку ZnSO_4 – сіль утворена слабкою багатокислотою амфотерною основою $\text{Zn}(\text{OH})_2$ і сильною кислотою H_2SO_4 . У цьому випадку катіони Zn^{2+} зв'язують гідроксильні йони води, утворюючи катіони основної

солі $ZnOH^+$. Утворення молекул $Zn(OH)_2$ не відбувається, оскільки йони $ZnOH^+$ дисоціюють набагато важче, ніж молекули $Zn(OH)_2$. У звичайних умовах гідроліз іде по першому типу. Сіль гідролізує по катіону. Йонно-молекулярні рівняння гідролізу:



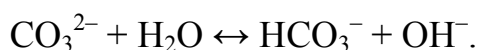
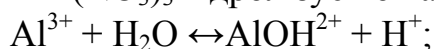
або в молекулярній формі



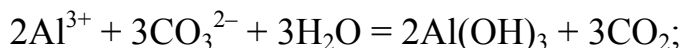
У розчині з'являється надлишок йонів водню, тому розчин $ZnSO_4$ має кислу реакцію ($pH < 7$).

Приклад 2. Які продукти утворюються при змішуванні розчинів $Al(NO_3)_3$ і K_2CO_3 ? Складіть йонно-молекулярні та молекулярні рівняння реакцій.

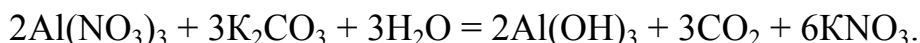
Розв'язок. Сіль $Al(NO_3)_3$ гідролізує по катіону, а K_2CO_3 – по аніону:



Якщо розчини цих солей знаходяться в одній посудині, то йде взаємне посилення гідролізу кожної з них, тому що йони H^+ і OH^- утворюють молекулу слабого електроліту H_2O . При цьому гідролітична рівновага зміщується вправо і гідроліз кожної із солей йде до кінця з утворенням $Al(OH)_3$ і CO_2 (H_2CO_3). Йонно-молекулярне рівняння:



молекулярне рівняння:



Контрольні запитання, вправи і задачі

1. Які з солей $Al_2(SO_4)_3$, K_2S , $Pb(NO_3)_2$, KCl гідролізують? Складіть йонно-молекулярні і молекулярні рівняння гідролізу цих солей. Яке значення pH ($>7 <$) мають розчини цих солей?

2. Яке значення pH ($>7 <$) мають розчини солей Na_2S , $AlCl_3$, $NiSO_4$? Складіть йонно-молекулярні рівняння гідролізу цих солей.

3. Складіть йонно-молекулярні і молекулярні рівняння гідролізу солей $Pb(NO_3)_2$, Na_2CO_3 , $Fe_2(SO_4)_3$. Яке значення pH ($>7 <$) мають розчини цих солей?

4. Складіть йонно-молекулярні і молекулярні рівняння гідролізу солей $CuCl_2$;

Cs_2CO_3 ; $Cr(NO_3)_3$. Яке значення pH ($>7 <$) мають розчини цих солей?

5. Які із солей $PbCl_2$; $Cr_2(SO_4)_3$; $Ni(NO_3)_2$; Na_2SO_3 гідролізують? Складіть йонно-молекулярні і молекулярні рівняння їх гідролізу. Яке значення pH ($>7 <$) мають розчини даних солей?

6. Які із солей NaBr ; Na_2S ; K_2CO_3 ; CoCl_2 гідролізують? Складіть йонно-молекулярні і молекулярні рівняння їх гідролізу. Яке значення рН (>7) мають розчини цих солей?
7. Яке значення рН (>7) мають розчини солей: K_3PO_4 ; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; Na_2S ? Складіть йонно-молекулярні і молекулярні рівняння гідролізу цих солей.
8. Які із солей K_2CO_3 ; FeCl_3 ; K_2SO_4 ; ZnCl_2 гідролізують? Складіть йонно-молекулярні і молекулярні рівняння їх гідролізу. Яке значення рН (>7) мають розчини цих солей?
9. Проаналізуйте, які із солей гідролізують під час розчинення у воді. Напишіть рівняння гідролізу K_2SO_4 , FeCl_2 , Na_3PO_4 , MnSO_4 . Визначте рН розчинів солей.
10. Обґрунтуйте значення рН під час гідролізу солей. NaCl , NiCl_2 , Na_2S , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
11. Проаналізуйте, які з солей піддаються гідролізу при розчиненні у воді. Напишіть рівняння реакції: AlCl_3 , Na_3PO_4 , NaNO_3 , ZnSO_4 . Визначте рН розчинів солей.
12. Проаналізуйте, які із солей гідролізують при розчиненні у воді. Напишіть рівняння гідролізу. MnCl_2 , Na_2CO_3 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$. Визначте рН розчинів солей.
13. Обґрунтуйте значення рН під час гідролізу солей $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, MnCl_2 , ZnSO_4 , RbCl .
14. Обґрунтуйте значення рН під час гідролізу солей. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, K_2S , NaCl .
15. Проаналізуйте які із солей гідролізують при розчиненні у воді. Напишіть рівняння гідролізу ZnCl_2 , K_2CO_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, KNO_3 . Визначте рН розчинів солей.
16. Проаналізуйте які із солей гідролізують при розчиненні у воді. Напишіть рівняння гідролізу MnSO_4 , Na_2CO_3 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, LiNO_3 . Визначте рН розчинів солей.
17. Проаналізуйте які із солей гідролізують при розчиненні у воді. Напишіть рівняння гідролізу ZnSO_4 , K_2S , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, NaCl . Визначте рН розчинів солей.
18. Обґрунтуйте значення рН під час гідролізу солей. KCl , FeCl_2 , Na_2S , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
19. При змішуванні розчину $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ і Na_2CO_3 кожна з узятих солей гідролізує до кінця з утворенням відповідної основи і кислоти. Складіть йонно-молекулярне і молекулярне рівняння спільного гідролізу цих солей.
20. При змішуванні розчинів $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ і Na_2S кожна з узятих солей гідролізує до кінця з утворенням відповідної основи і кислоти. Складіть йонно-молекулярне і молекулярне рівняння спільного гідролізу цих солей.

Тема. КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ

Складні йони, утворені з різних іонів або з іонів і молекул, які мають властивості, відмінні від властивостей складових частин, називаються **комплексними йонами**.

Комплексні сполуки — це сполуки, здатні утворювати в твердому стані кристалічні ґратки, у вузлах яких розміщуються комплексні йони, здатні існувати також у розчині. Найбільш вдало будову і властивості комплексних сполук пояснює координаційна теорія, розроблена швейцарським хіміком, лауреатом Нобелівської премії А. Вернером у 1893 р. Згідно з координаційною теорією А. Вернера, молекула комплексної сполуки складається з **йона-комплексоутворювача** (займає центральне місце), **лігандів**, що перебувають у безпосередній близькості й разом з йоном-комплексоутворювачем становлять **внутрішню сферу**; комплексна сполука має також **зовнішню сферу**, якщо заряди у внутрішній сфері не скомпенсовані.

Атом (йон) металу (або неметалу), який приєднує до себе протилежно заряджені йони або нейтральні молекули, утворюючи комплексний йон, називається **комплексоутворювачем** або **центральним йоном**, а протилежно заряджені йони або молекули, які безпосередньо з ним сполучені, називаються **адендами** або **лігандами**. Ліганди розміщуються навколо центрального йона по-різному залежно від його **координаційного числа**. Координаційне число атома-комплексоутворювача може дорівнювати від 2 до 12. Число лігандів, безпосередньо сполучених із центральним атомом (йоном), визначається **координаційним числом** цього атома (йона). Оскільки координаційне число залежить від природи центрального атома (йона) і лігандів, природи розчинника, умов утворення комплексної сполуки воно є змінною величиною.

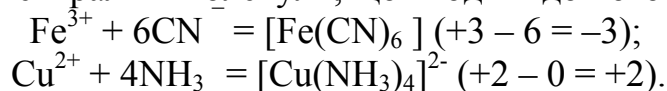
Координаційне число – число іонів або нейтральних молекул, скоординованих навколо центрального атома (йона).

Щоб відрізнити прості йони від комплексних, під час написання формул комплексних сполук складні йони беруть у квадратні дужки. У водних розчинах комплексні сполуки практично повністю дисоціюють на прості й комплексні йони:



Значення координаційного числа залежить, насамперед, від ступеня окиснення центрального йона. Так, у комплексних сполуках Pt(IV), Cr(III), Co(III), Fe(III) найчастіше координаційне число дорівнює 6; у комплексних сполуках Cu(II) – 4 та 6; Zn, Pb(II), Pn(II) – 4; у комплексних сполуках Ag(I), Cu(I), Au(I) – 2. Ці координаційні числа відповідають максимальному насиченню координаційної сфери (координаційно насичені сполуки).

Заряд комплексного йона дорівнює алгебричній сумі зарядів простих іонів, що входять до його складу. На величину заряду комплексного йона не впливають електронейтральні молекули, що входять до його складу, наприклад:



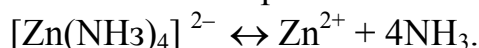
Дисоціація комплексних сполук відбувається за типом дисоціації

сильних електролітів:



Це означає, що йони хлору можна легко зв'язати реактивами, які утворюють з ними важкорозчинні солі.

Видалити молекули аміаку значно важче, оскільки дисоціація комплексних йонів відбувається незначною мірою:



Константа рівноваги процесу дисоціації комплексних йонів називається *константою нестійкості комплексної сполуки*:

$$K_{\text{нест}} [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2-} = [\text{Zn}^{2+}] [\text{NH}_3]^4 / [[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2-}].$$

Величина константи нестійкості комплексної сполуки залежить від її природи і від температури. За сталої температури ця величина стала для даної сполуки і не залежить від її концентрації. Чим більша величина константи нестійкості комплексної сполуки, тим більшою мірою ця сполука дисоціює на йони у водних розчинах.

Основні типи та номенклатура комплексних сполук. До основних типів комплексних сполук належать такі: амінокомплекси, аквакомплекси, ацидокомплекси. *Амінокомплекси* – це комплексні сполуки, лігандами яких є молекули аміаку. Такі комплекси можуть утворювати йони Аргентуму (I), Купруму (II), Кадмію, Цинку, Ніколу, Кобальту під час взаємодії з водним розчином NH_3 . Вони досить стійкі. Якщо на важкорозчинні сполуки цих металів, добутки розчинності яких більші, ніж константи нестійкості відповідних аміакатів, подіяти аміаком, то вони перейдуть у розчин у вигляді йонів: $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

Аквакомплекси – це комплексні сполуки, лігандами яких є молекули води. До аквакомплексів належать: $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$; $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$; $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ тощо, які в розчині дисоціюють з утворенням комплексних катіонів: $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$; $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. *Ацидокомплекси* – це комплексні сполуки, лігандами яких є аніони, наприклад: $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, $\text{K}_3[\text{FeF}_6]$, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_2[\text{CoCl}_4]$.

Комплексні сполуки з неорганічними й органічними лігандами широко застосовуються в хімічному аналізі для визначень йонів, для маскування сторонніх йонів, для розчинення осадів.

Важливою властивістю багатьох комплексних сполук є їхня здатність прискорювати хімічні та біохімічні реакції.

Деякі комплексні сполуки металів з органічними аміносполуками є біологічними каталізаторами – ферментами. Це гемоглобін крові, хлорофіл, вітамін B_{12} тощо. Не виключено, що всі мікроелементи (Цинк, Купрум, Кобальт, Бор, Магній та ін.), без яких не можуть відбуватися процеси життєдіяльності, перебувають у живих тканинах у вигляді комплексних сполук.

Комплексні сполуки можуть бути не тільки солями, а й основами і кислотами. Такі основи і кислоти переважно поводять себе як сильні електроліти.

Назви комплексних сполук складаються з грецького числівника, яким позначають число лігандів, назви лігандів (NO_2 – нітро-, Cl – хлоро-, O^{2-} –

оксо-, OH^- – гідроксо-, NH_3 – амін-, аніони називають, додаючи до їхньої латинської назви закінчення «о», в алфавітному порядку), потім нейтральні ліганди (вода – аква), назви йона-комплексоутворювача, використовуючи корінь його латинської назви і закінчення «-ат», після чого римськими цифрами зазначають ступінь окиснення йона-комплексоутворювача. Після позначення складу внутрішньої сфери комплексної сполуки називають катіони зовнішньої сфери. Нижче подано формули та назви сполук, що містять комплексний аніон:

$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексаціаноферат (III) калію;

$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – гексаціаноферат (II) калію;

$\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$ – тетранітродіамінкобальтат (III) калію;

$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ – хлорид гексамінкобальту (III).

До комплексних солей дуже подібні так звані подвійні солі, до яких належать галуни $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$, $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ тощо.

Складні солі, які під час розчинення дисоціюють тільки на ті йони, що входили до складу сполук, з яких утворилася складна сіль, і при цьому жодні інші йони з новими властивостями не виникають, називаються *подвійними солями*, наприклад:

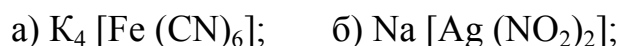


Комплексні солі дисоціюють з утворенням складних комплексних йонів:



Проте чітко розділити подвійні і комплексні солі неможливо. Адже комплексні йони, у свою чергу, також дисоціюють, хоч і незначною мірою. Кількісною характеристикою дисоціації комплексного йона є константа нестійкості, за величиною якої можна визначити, подвійною чи комплексною є дана сіль. Якщо $K > 10^{-1}$, то таку сіль можна вважати подвійною.

Приклад 1. Визначте заряд комплексного йону, координаційне число (к.ч.) і ступінь окиснення комплексоутворювача в сполуках:

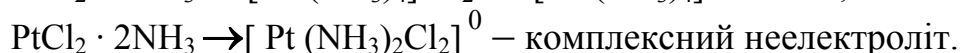


Розв'язок. Заряд комплексного йона дорівнює заряду зовнішньої сфери, але протилежний йому за знаком. Координаційне число комплексоутворювача дорівнює числу лігандів, координованих навколо нього. Ступінь окиснення комплексоутворювача визначається так само, як ступінь окиснення атомів у будь-якої речовини, виходячи з того, що сума ступенів окиснення всіх атомів у молекулі дорівнює нулю. Заряди нейтральних молекул (H_2O , NH_3) рівні нулю. Заряди кислотних залишків визначають із формул відповідних кислот. Звідси:

Заряд йона	Координаційне Число	Ступінь окиснення
- 4	6	+ 2
- 1	2	+ 1
- 2	8	+ 6
+ 2	6	+ 3

Приклад 2. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Платини (II), координаційне число якої дорівнює чотирьом: $\text{PtCl}_2 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{NaCl}$; $\text{PtCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка зі сполук є комплексним неелектролітом?

Розв'язок: В комплексні йони ніколи не входять лужні метали, вони розташовані за комплексною сферою:



Контрольні запитання, вправи і задачі

- Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Платини: $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_4 \cdot 4\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$. Координаційне число Платини (IV) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним неелектролітом?
- Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальту: $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$; $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$; $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$. Координаційне число Кобальту (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах.
- Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Хрому: $\text{CrCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{CrCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$; $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Хрому (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах.
- Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Платини (II), координаційне число якої дорівнює чотирьом: $\text{PtCl}_2 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{KCl}$; $\text{PtCl}_2 \cdot 3\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка зі сполук є комплексним неелектролітом?
- Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальту: $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$; $\text{CoCl}_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Кобальту (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах.

6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Хрому: $3\text{NaNO}_2 \cdot \text{Cr}(\text{NO}_2)_3$; $\text{CrCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $2\text{KNO}_2 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{Cr}(\text{NO}_2)_3$. Координаційне число Хрому (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах.
7. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Платини: $\text{PtCl}_4 \cdot 5\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_4 \cdot 3\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$. Координаційне число Платини (IV) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?
8. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальту: $\text{CoCl}_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$; $\text{KNO}_2 \cdot \text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Кобальту (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах.
9. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Хрому: $\text{CrCl}_3 \cdot 2\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$; $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Хрому (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?
10. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Платини: $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_4 \cdot 4\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$. Координаційне число Платини (IV) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?
11. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальта: $\text{CoCl}_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$; $\text{KNO}_2 \cdot \text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Кобальта (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?
12. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Хрому: $\text{CrCl}_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$; $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Хрому (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?
13. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальта: $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$; $\text{Co}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Кобальта (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?
14. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Хрому: $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{CrCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3$; $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Хрому (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?
15. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальта: $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$; $\text{Co}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Кобальта (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах.

водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?

16. Визначте, чому дорівнює заряд комплексних іонів $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$; $[\text{HgBr}_4]$; $[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, якщо комплексоутворювачами є Cr^{3+} ; Hg^{2+} ; Fe^{3+} . Напишіть формули сполук, що містять ці комплексні йони.
17. Визначте, чому дорівнює заряд комплексних іонів $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]$; $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]$; $[\text{Ni}(\text{CN})_4]$, якщо комплексоутворювачами є Cr^{3+} ; Pd^{2+} ; Ni^{2+} . Напишіть формули комплексних сполук, що містять ці йони.
18. Визначте, чому дорівнює заряд комплексного йона, ступінь окиснення і координаційне число комплексоутворювача в сполуках $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$, $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах.

Тема: ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

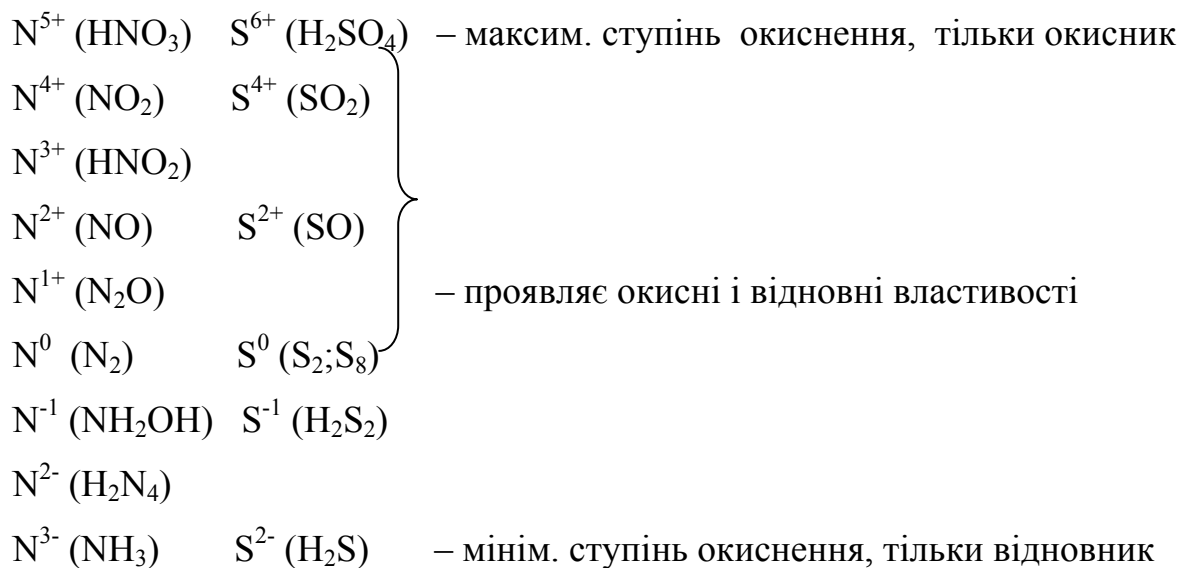
Окисно-відновними називають такі реакції, що супроводжуються зміною ступеня окиснення атомів, які входять до складу речовин, що реагують. Під ступенем окиснення (n) розуміють той умовний заряд атома, що обчислюється, виходячи із припущення, що молекула складається тільки з йонів. Іншими словами: ступінь окиснення – це той умовний заряд, якого набув би атом елемента, якби він прийняв або віддав ту чи іншу кількість електронів. Окисно-відновні реакції – це єдиний, взаємозалежний процес. Окиснення призводить до підвищення ступеня окиснення відновника, а відновлення – до його зниження в окисника.

Електронні рівняння показують збільшення або зменшення ступеня окиснення атомів; окисник приймає електрони, а відновник їх віддає. При цьому немає значення, чи переходять електрони від одного атома до іншого повністю, утворюючи йонні зв'язки, чи електрони тільки зміщуються до більш електронегативного атома, утворюючи полярний зв'язок. Спроможність тієї чи іншої речовини виявляти окисно-відновні властивості можна визначити за ступенем окиснення атомів окисника і відновника.

При окисно-відновних реакціях валентність атомів може і не змінюватися. Наприклад, в окисно-відновній реакції $\text{H}_2^0 + \text{Cl}_2^0 = 2\text{H}^+\text{Cl}^-$ валентність атомів водню і хлору до і після реакції дорівнює одиниці. Змінився їхній ступінь окиснення. Валентність визначає число зв'язків, утворених цим атомом, і тому знака не має. Ступінь окиснення має знак плюс або мінус.

Атом того чи іншого елемента у вищому ступені окиснення не може його підвищити (віддати електрони), тому і виявляє тільки окисні властивості, а у нижчому ступені окиснення не може його понизити (прийняти електрони) і виявляє тільки відновні властивості. Атом елемента, що має проміжний ступінь окиснення, може виявляти як окисні, так і відновні властивості.

Наприклад:



Приклад 1. Виходячи зі ступеня окиснення (n) Нітрогену (азоту), Сульфуру (сірки) і Мангану в сполуках NH_3 , HNO_2 , HNO_3 , H_2S , H_2SO_3 , H_2SO_4 , MnO_2 , $KMnO_4$ визначте, які з них можуть бути тільки відновниками; тільки окисниками і які виявляють як окисні, так і відновні властивості.

Розв'язок. Ступінь окиснення n(N) у зазначених сполуках відповідно дорівнює: -3 (найнижча), +3 (проміжна), +5 (найвища); n(S) відповідно дорівнює: -2 (найнижча), +4 (проміжна), +6 (найвища); n(Mn) відповідно дорівнює: +4 (проміжна), +7 (найвища). Звідси: NH_3 , H_2S – тільки відновники; HNO_3 , H_2SO_4 , $KMnO_4$ – тільки окисники; HNO_2 , H_2SO_3 , MnO_2 – окисники і відновники.

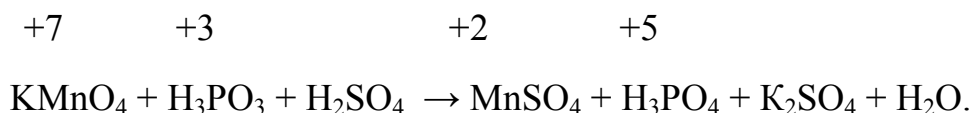
Приклад 2. Чи можуть відбуватися окисно-відновні реакції між такими речовинами: а) H_2S і HI ; б) H_2S і H_2SO_3 ; в) H_2SO_3 і $HClO_4$?

Розв'язок: а) ступінь окиснення у H_2S n(S) = -2; у HI n(I) = -1. Оскільки і Сульфур (сірка), і Йод знаходяться у своєму нижчому ступені окиснення, то обидві речовини виявляють тільки відновні властивості і взаємодіяти одна з одною не можуть;

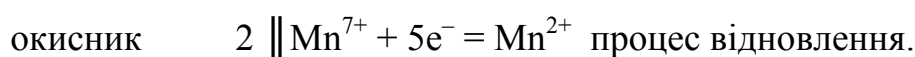
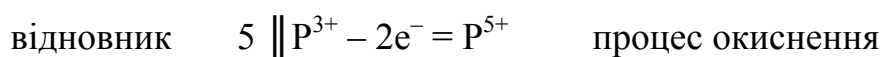
б) у H_2S n(S) = -2 (найнижча); H_2SO_3 n(S) = +4 (проміжна). Отже, взаємодія цих речовин можлива, причому H_2SO_3 є окисником;

в) у H_2SO_3 n(S) = +4 (проміжна); у $HClO_4$ n(Cl) = +7 (найвища). Речовини можуть взаємодіяти. У цьому випадку H_2SO_3 буде виявляти відновні властивості.

Приклад 3. Складіть рівняння окисно-відновної реакції, що проходить за схемою.



Розв'язок. Оскільки в умові задачі задані як вихідні речовини, так і продукти їхньої взаємодії, то складання рівняння реакції зводиться до знаходження і розставлення коефіцієнтів. Коефіцієнти визначають методом електронного балансу за допомогою електронних рівнянь. Обчислимо, як змінюють свій ступінь окиснення відновник і окисник, і відобразимо це в електронних рівняннях:



Загальна кількість електронів, відданих відновником, має дорівнювати кількості електронів, що приєднує окисник. Загальне найменше кратне для відданих і прийнятих електронів дорівнює десяти. Розділивши це число на 5, отримаємо коефіцієнт 2 для окисника і продукту його відновлення, а при діленні 10 на 2 отримаємо коефіцієнт 5 для відновника і продукту його окиснення. Коефіцієнт перед речовинами, атоми яких не змінюють свій ступінь окиснення, знаходять логічним підбором. Рівняння реакції буде мати вигляд:



Контрольні запитання, вправи і задачі

1: Вкажіть кількість електронів, відданих чи приєднаних атомами згідно з схемою. Які процеси - окиснення чи відновлення мають місце в наведених схемах:

- 1.1. $\text{N}_2^- \text{ — NH}_3$;
- 1.2. $\text{NH}_3 \text{ — NO}$;
- 1.3. $\text{HNO}_3 \text{ — NO}$;
- 1.4. $(\text{NH}_4)^+ \text{ — NO}$;
- 1.5. $(\text{NO}_3)^- \text{ — (NH}_4)^+$;
- 1.6. $\text{NH}_3 \text{ — NO}_2$;
- 1.7. $\text{N}_2 \text{ — NO}$;
- 1.8. $(\text{NO}_3)^- \text{ — NH}_3$;
- 1.9. $(\text{NO}_3)^- \text{ — (NH}_4)^+$;
- 1.10. $(\text{NO}_3)^- \text{ — NO}_2$
- 1.11. $(\text{NO}_3)^- \text{ — N}_2\text{O}$;
- 1.12. $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ — S}^\circ$;
- 1.13. $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ — H}_2\text{S}$;
- 1.14. $\text{S}^\circ \text{ — (SO}_4)^{2-}$;

- 1.15. $S^{\circ} — H_2S$;
- 1.16. $H_2S — SO_2$;
- 1.17. $(SO_4)^{2-} — (SO_3)^{2-}$
- 1.18. $NO — NO_2$;
- 1.19. $NH_3 — N_2$;
- 1.20. $Fe^{\circ} — Fe^{+3}$;
- 1.21. $Fe^{+2} — Fe^{\circ}$;
- 1.22. $Fe^{+2} — Fe^{\circ}$;
- 1.23. $O_2 — O^{-2}$;
- 1.24. $(CrO_4)^{2-} — Cr^{+3}$;
- 1.25. $(MnO_4)^{-} — Mn^{+2}$.

2. Спрогнозуйте окисно-відновні властивості елемента в сполуках, (відновник, окисник, окисник і відновник), визначивши його ступінь окиснення:

- 2.1. Сульфуру: H_2SO_4 ; SO_2 ; Na_2S .
- 2.2. Хрому: Cr ; $CrCl_3$; $K_2Cr_2O_7$.
- 2.3. Хлору: $KClO$; Cl_2 ; Cl_2O_7 .
- 2.4. Мангану: $Mn(OH)_2$; H_2MnO_4 ; MnO_2 .
- 2.5. Фосфору: PH_3 ; HPO_3 ; P_2O_3 .
- 2.6. Нітрогену: N_2O_5 ; NH_3 ; HNO_2 .
- 2.7. Арсену: As_2O_5 ; Na_3AsO_4 ; AsH_3 .
- 2.8. Хрому: $H_2Cr_2O_7$; $Cr(OH)_2$; $Cr_2(SO_4)_3$.
- 2.9. Сульфуру: FeS ; SO_2 ; Na_2SO_3 .
- 2.10. Хрому: CrO ; $Cr(NO_3)_3$; K_2CrO_4
- 2.11. Мангану: $Mn(OH)_2$; K_2MnO_4 ; Mn_2O_7 .
- 2.12. Хрому: K_2CrO_4 ; $Cr(NO_3)_3$; $Cr_2(SO_4)_3$.
- 2.13. Хлору: $KClO_3$; HCl ; Cl_2O_5 .
- 2.14. Сульфуру: Na_2S ; S ; K_2SO_3 .
- 2.15. Арсену: As_2O_3 ; H_3AsO_4 ; As_2S_5 .
- 2.16. Нітрогену: N_2O_3 ; NH_4OH ; HNO_3 .
- 2.17. Мангану: $MnSO_4$; $KMnO_4$; MnO_3 .

- 2.18. Фосфору: PCl_5 ; H_3PO_4 ; PH_3 .
- 2.19. Феруму: Fe ; FeCl_2 ; $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.
- 2.20. Карбону: Na_2CO_3 ; CO_2 ; C .
- 2.21. Аргентуму: AgNO_3 ; Ag ; $\text{Ag}_2(\text{SO}_4)_3$.
- 2.22. Плюмбуму: PbO_2 ; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; Pb .
- 2.23. Хлору: HClO_4 ; NaCl ; Cl_2O .
- 2.24. Сульфуру: Na_2SO_4 ; S ; K_2S .
- 2.25. Алюмінію: Al ; AlCl_3 ; $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

3. Спрогнозуйте можливість проходження ОВР між речовинами:

- 3.1. H_2S і HI ;
- 3.2. H_2S і H_2SO_4 ;
- 3.3. H_2SO_3 і HClO_4 ;
- 3.4. NH_3 і KMnO_4 ;
- 3.5. HNO_2 і HI ;
- 3.6. HCl і H_2Se ;
- 3.7. PH_3 і HBr ;
- 3.8. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ і H_3PO_4 ;
- 3.9. HNO_3 і H_2S ;
- 3.10. P і HBrO_3 ;
- 3.11. Cr_2O_3 і KClO_3 ;
- 3.12. H_4AsO_4 і KMnO_4 ;
- 3.13. FeSO_4 і KClO_3 ;
- 3.14. AsH_3 і HNO_3 ;
- 3.15. MnSO_4 і PbO_2 ;
- 3.16. H_2S і Cl_2 ;
- 3.17. KMnO_4 і KNO_3 ;
- 3.18. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ і KI ;
- 3.19. KNO_3 і KMnO_4 ;
- 3.20. NaNO_2 і K_2MnO_4 ;
- 3.21. H_2S і Br_2 ;

3.22. KMnO_4 і H_3PO_4 ;

3.23. AgNO_3 і H_3PO_3 ;

3.24. CuCl_2 і KI ;

3.25. K_2CrO_4 і I_2

4. Визначте тип ОВР і розставте коефіцієнти за методом електронного балансу:

4.1. $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$;

4.2. $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

4.3. $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$;

4.4. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbO} + \text{NO} + \text{O}_2$;

4.5. $\text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBr} + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{O}$;

4.6. $\text{Ag} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;

4.7. $\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;

4.8. $\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;

4.9. $\text{Au} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AuCl}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;

4.10. $\text{HCl} + \text{CrO}_3 = \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$;

4.11. $\text{Mn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;

4.12. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;

4.13. $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$;

4.14. $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$;

4.15. $\text{KMnO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$;

4.16. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;

4.17. $\text{P} + \text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HI}$;

4.18. $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$;

4.19. $\text{PbS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{S} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$;

4.20. $\text{AsH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;

4.21. $\text{Ma}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;

4.22. $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$;

4.23. $\text{NaCrO}_3 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;

4.24. $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;

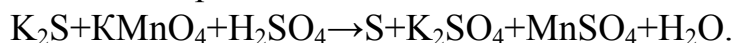


Додаткові завдання:

1. Виходячи зі ступеня окиснення Хлору в сполуках HCl , HClO_3 , HClO_4 визначте, яка з них є тільки окисником, відновником і яка може виявляти як окисні, так і відновні властивості. Чому?
2. Виходячи зі ступеня окиснення Фосфору в сполуках PH_3 , H_3PO_4 , H_3PO_3 визначте, яка з них є тільки окисником, тільки відновником і яка може виявляти як окисні, так і відновні властивості. Чому?
3. Виходячи зі ступеня окиснення Хрому, Йоду і Сульфуру (сірки) в сполуках $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KI і H_2SO_3 , визначте, яка з них є тільки окисником, тільки відновником і яка може виявляти як окисні, так і відновні властивості. Чому?
4. Чи можуть відбуватися окисно-відновні реакції між речовинами: а) NH_3 і KMnO_4 ; б) HNO_2 і HI ; в) HCl і H_2Se ? Чому?
5. Чи можуть відбуватися окисно-відновні реакції між речовинами: а) PH_3 і HBr ; б) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ і H_3PO_3 ; в) HNO_3 і H_2S ? Чому?
6. За допомогою електронних рівнянь розставте коефіцієнти в рівнянні реакції, що проходить за схемою: $\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
7. За допомогою електронних рівнянь розставте коефіцієнти в рівнянні реакції, що проходить за схемою: $\text{Pb} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$.
8. За допомогою електронних рівнянь розставте коефіцієнти в рівнянні реакції, що проходить за схемою:
 $\text{NaCrO}_2 + \text{PbO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{Na}_2\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
9. За допомогою електронних рівнянь розставте коефіцієнти в рівнянні реакції, що проходить за схемою:
 $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{KNO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
10. За допомогою електронних рівнянь розставте коефіцієнти в рівнянні реакції, що проходить за схемою: $\text{AsH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
11. Реакція виражається схемою: $\text{P} + \text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HI}$;
Складіть електронні рівняння. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції.
Визначте, яка речовина є окисником, яка – відновником; яка речовина окиснюється, яка – відновлюється.
12. Реакція виражається схемою: $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$.
Складіть електронні рівняння. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції.
Визначте, яка речовина є окисником, яка – відновником; яка речовина окиснюється, яка – відновлюється.
13. Реакція виражається схемою: $\text{HNO}_3 + \text{Ca} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$;

Складіть електронні рівняння. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції. Визначте, яка речовина є окисником, яка – відновником; яка речовина окиснюється, яка – відновлюється.

14.. Реакція виражається схемою:



Складіть електронні рівняння. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції. Визначте, яка речовина є окисником, яка – відновником; яка речовина окиснюється, яка – відновлюється.

15. Реакція виражається схемою: $\text{P} + \text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HCl}$;

Складіть електронні рівняння. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції. Визначте, яка речовина є окисником, яка – відновником; яка речовина окиснюється, яка – відновлюється.

16. Реакція виражається схемою:



Складіть електронні рівняння. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції. Визначте, яка речовина є окисником, яка – відновником; яка речовина окиснюється, яка – відновлюється.

17. Реакція виражається схемою: $\text{HNO}_3 + \text{Zn} \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$;

Складіть електронні рівняння. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції. Визначте, яка речовина є окисником, яка – відновником; яка речовина окиснюється, яка – відновлюється.

18. Реакція виражається схемою: $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$.

Складіть електронні рівняння. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції. Визначте, яка речовина є окисником, яка – відновником; яка речовина окиснюється, яка – відновлюється.

19. Реакція виражається схемою: $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$;

Складіть електронні рівняння. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції. Визначте, яка речовина є окисником, яка – відновником; яка речовина окиснюється, яка – відновлюється.

20 Реакція виражаються схемою:



Складіть електронні рівняння. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції. Визначте, яка речовина є окисником, яка – відновником; яка речовина окиснюється, яка – відновлюється.

Тестові питання до теми окисно-відновні реакції

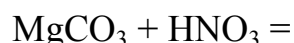
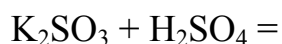
	Питання	Відповіді
1	Визначити ступінь окиснення Селену у сполуці H_2SeO_3	1. -4 2. +3 3. +4 4. -2
2	Визначити ступінь окиснення Мангану у сполуці K_2MnO_4	1. +4 2. -3 3. +6 4. -2
3	Визначити ступінь окиснення Платини у сполуці H_2PtCl_6	1. -4 2. -2 3. +4 4. +6
4	Визначити ступінь окиснення Молібдену у сполуці H_2MoO_4	1.-2 2.+6 3.+4 4.- 4
5	Визначити ступінь окиснення Нітрогену у сполуці KNO_2	1. +3 2. +2 3. +1 4. +4
6	Який з наведених у відповідях йонів може бути тільки <i>відновником</i> ?	1. $(\text{MnO}_4)^-$ 2. $(\text{NO}_3)^-$ 3. Pb^{+4} 4. N^{3-}
7	Який з наведених у відповідях йонів може бути <i>як окисником, так і відновником</i>	1. Se^{2-} 2. S^0 3. Al^{3+} 4. N^{3-}
8	Який з наведених у відповідях йонів може бути тільки <i>відновником</i>	1. Ca^{2+} 2. $(\text{NO}_2)^{-1}$ 3. S^{-2} 4. Co^{3+}
9	Який з наведених у відповідях йонів може бути тільки <i>ОКИСНИКОМ</i>	1. H_2 2. $(\text{CrO}_4)^{2-}$ 3. Se^{-2} 4. Cr^{3+}

10	Який з наведених у відповідях йонів може бути тільки окисником?	1. Se^{2-} 2. $(\text{SO}_4)^{-2}$ 3. $(\text{SO}_3)^{-2}$ 4. S^{2-}
11	Скільки електронів бере участь у перетворенні: $(\text{ClO})^- \rightarrow \text{Cl}^-$	1. +1e 2. +2e 3. +3e 4. +4e
12	Скільки електронів бере участь у перетворенні: $(\text{NO}_3)^- \rightarrow \text{NO}$	1. +5e 2. -3e 3. +4e 4. +3e
13	Скільки електронів бере участь у перетворенні $(\text{Cr}_2\text{O}_7)^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$	1. +2e 2. -5e 3. +3e 4. -4e
14	Скільки електронів бере участь у перетворенні $\text{Mn}^{2+} \rightarrow (\text{MnO}_4)^-$	1. -6e 2. +4e 3. -5e 4. +2e
15	Скільки електронів бере участь у перетворенні: $(\text{SO}_4)^{2-} \rightarrow \text{S}^0$:	1. -3e 2. +2e 3. +6e 4. -6e
16	Чому дорівнює сумарний коефіцієнт реакції: $\text{HI} + \text{HNO}_3 = \text{I}_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	1. 24 2. 14 3. 9 4. 7
17	Чому дорівнює сумарний коефіцієнт реакції: $\text{KBr} + \text{Cl}_2 + \text{KOH} = \text{KBrO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$	1. 8 2. 15 3. 26 4. 20
18	Чому дорівнює сумарний коефіцієнт реакції: $\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1. 4 2. 6 3. 10 4. 15
19	Чому дорівнює сумарний коефіцієнт реакції: $\text{NaI} + \text{CoCl}_3 = \text{CoCl}_2 + \text{I}_2 + \text{NaCl}$	1. 15 2. 6 3. 19 4. 9
20	Чому дорівнює сумарний коефіцієнт реакції: $\text{Cu} + \text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1. 17 2. 23 3. 29 4. 32

ЗАВДАННЯ ДО ДРУГОГО МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЮ

Варіант 1

1. Складіть молекулярні, повні та скорочені іонно-молекулярні реакції взаємодії між сполуками.



2. Проаналізуйте, які із солей гідролізують при розчиненні у воді. Напишіть рівняння гідролізу ZnCl_2 , K_2CO_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, KNO_3 . Визначте рН розчинів солей.

3. Визначте ступінь окислення Сульфуру у сполуках: Na_2S , S , SO_2 , SO_3 .

4. Дайте оцінку здатності наведених сполук виступати як відновник, як окисник, а яка зі сполук має окисно-відновні властивості: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CrCl_3 , Cl_2 .

5. Обґрунтуйте відповідь: до якого типу належить наведена реакція: міжмолекулярна, внутрішньомолекулярна або диспропорціювання:

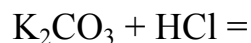
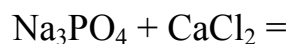


Визначте коефіцієнти до наведеної реакції за методом електронного балансу.

6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Платини: $\text{PtCl}_2 \cdot 3\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_2 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{KCl}$; $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$. Координаційне число Платини (II) дорівнює чотирьом. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?

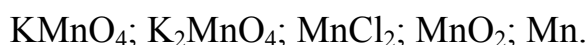
Варіант 2

1. Складіть молекулярні, повні та скорочені іонно-молекулярні реакції взаємодії між сполуками.



2. Обґрунтуйте значення рН під час гідролізу солей $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, MnCl_2 , ZnSO_4 , RbCl .

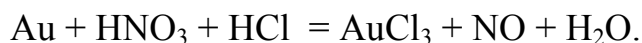
3. Визначте ступінь окислення мангану у сполуках:



4. Проаналізуйте, які із сполук можуть бути тільки відновниками, тільки окисниками, а які можуть проявляти як окисні так і відновні властивості:



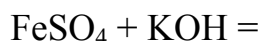
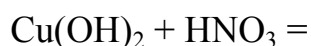
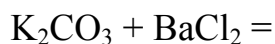
5. Визначте на основі методу електронного балансу коефіцієнти у наведеному окисно-відновному рівнянні:



6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Хрому: $\text{CrCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{CrCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$; $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Хрому (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах.

Варіант 3

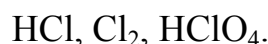
1. Складіть молекулярні, повні та скорочені іонно-молекулярні реакції взаємодії між сполуками.



2. Проаналізуйте, які із солей гідролізують, при розчинні у воді. Напишіть рівняння гідролізу K_2SO_4 , FeCl_2 , Na_3PO_4 , MnSO_4 . Визначте рН розчинів солей.

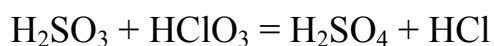
3. Визначте ступінь окислення Фосфору у сполуках: PH_3 , P_2O_5 , Na_3PO_4 .

4. Дайте оцінку здатності наведених сполук виступати як відновник, як окисник, а яка з сполук має окисно-відновні властивості:



5. Проаналізуйте, до якого типу належить наведена реакція: міжмолекулярна, внутрішньомолекулярна або диспропорціювання.

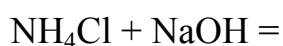
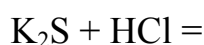
Визначте на основі методу електронного балансу коефіцієнти у наведеному окисно-відновному рівнянні:



6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Платини: $\text{PtCl}_2 \cdot 3\text{NH}_3$; $\text{PtCl}_2 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{NaCl}$; $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$. Координаційне число Платини (II) дорівнює чотирьом. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?

Варіант 4

1. Складіть молекулярні, повні та скорочені іонно-молекулярні реакції взаємодії між сполуками.



2. Обґрунтуйте значення рН під час гідролізу солей. NaCl , NiCl_2 , Na_2S , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

3. Визначте ступінь окислення Хлору у сполуках: HClO_4 , Cl_2O_5 , NaClO_3 .

4. Проаналізуйте, які із сполук можуть бути тільки відновниками, тільки окисниками, а які і окисниками і відновниками, виходячи із ступеня окислення (n) Нітрогену:



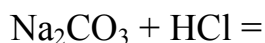
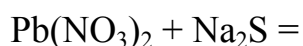
5. Визначте на основі методу електронного балансу коефіцієнти у наведеному окисно-відновному рівнянні:



6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальта: $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$; $\text{Co}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Кобальта (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?

Варіант 5

1. Складіть молекулярні, повні та скорочені іонно-молекулярні реакції взаємодії між сполуками.



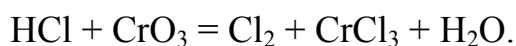
2. Обґрунтуйте значення рН під час гідролізу солей. $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, K_2S , NaCl .

3. Визначте ступінь окислення Карбону у сполуках: K_2CO_3 , CO , C , NaHCO_3 .

4. Проаналізуйте, які із сполук можуть бути тільки відновниками, тільки окисниками, а які і окисниками і відновниками, виходячи із ступеня окислення (n) Феруму:



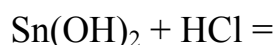
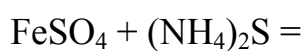
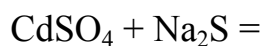
5. Визначте на основі методу електронного балансу коефіцієнти у наведеному окисно-відновному рівнянні:



6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Хрому: $\text{CrCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $\text{CrCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3$; $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Хрому (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?

Варіант 6

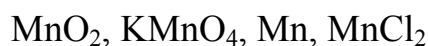
1. Складіть молекулярні, повні та скорочені іонно-молекулярні реакції взаємодії між сполуками.



2. Проаналізуйте, які з солей піддаються гідролізу при розчиненні у воді. Напишіть рівняння реакції: AlCl_3 , Na_3PO_4 , NaNO_3 , ZnSO_4 . Визначте pH розчинів солей.

3. Визначте ступінь окислення Сульфуру у сполуках: S, K_2S , SO_3 , FeS, SO_2 .

4. Проаналізуйте, які із сполук можуть бути тільки відновниками, тільки окисниками, а які і окисниками і відновниками, виходячи із ступеня окислення (n) мангану:



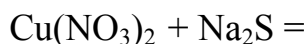
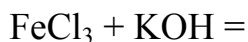
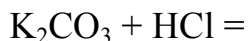
5. Визначте на основі методу електронного балансу коефіцієнти у наведеному окисно-відновному рівнянні:



6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальта: $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3$; $\text{Co}(\text{NO}_3)_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Кобальта (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?

Варіант 7

1. Складіть молекулярні, повні та скорочені іонно-молекулярні реакції взаємодії між сполуками.



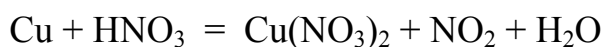
2. Проаналізуйте які із солей гідролізують при розчиненні у воді. Напишіть рівняння гідролізу ZnSO_4 , K_2S , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, NaCl . Визначте рН розчинів солей.

3. Визначте ступінь окислення Арсену у сполуках: As_2O_3 , H_3AsO_4 , As_2S_5 .

4. Проаналізуйте, які із сполук можуть бути тільки відновниками, тільки окисниками, а які і окисниками і відновниками, виходячи із ступеня окислення (n) Нітрогену:



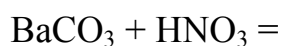
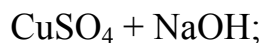
5. Визначте на основі методу електронного балансу коефіцієнти у наведеному окисно-відновному рівнянні



6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальта: $3\text{NaNO}_2 \cdot \text{Co}(\text{NO}_3)_2$; $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $2\text{KNO}_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{Co}(\text{NO}_3)_2$. Координаційне число Кобальта (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?

Варіант 8

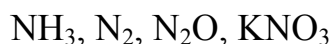
1. Складіть молекулярні, повні та скорочені іонно-молекулярні реакції взаємодії між сполуками.



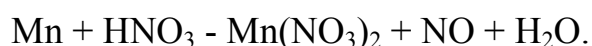
2. Проаналізуйте які із солей гідролізують при розчиненні у воді. Напишіть рівняння гідролізу MnSO_4 , Na_2CO_3 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, LiNO_3 . Визначте рН розчинів солей.

3. Визначте ступінь окислення Хрому у сполуках: CrO_3 , K_2CrO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

4. Проаналізуйте, які із сполук можуть бути тільки відновниками, які тільки окисниками, а які і тими і іншими.



5. Визначте на основі методу електронного балансу коефіцієнти у наведеному окисно-відновному рівнянні:

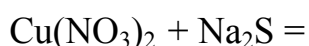
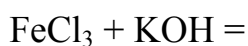
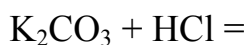


6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальта:

$\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$; $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$; $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3$. Координаційне число Кобальта (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?

Варіант 9

1. Складіть молекулярні, повні та скорочені іонно-молекулярні реакції взаємодії між сполуками.



2. Проаналізуйте, які із солей гідролізують при розчиненні у воді. Напишіть рівняння гідролізу ZnSO_4 , K_2S , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, NaCl . Визначте рН розчинів солей.

3. Визначте ступінь окислення Арсену у сполуках: As_2O_3 , H_3AsO_4 , As_2S_5 .

4. Проаналізуйте, які із сполук можуть бути тільки відновниками, тільки окисниками, а які і окисниками, і відновниками, виходячи із ступеня окислення (n) Нітрогену.



5. Визначте на основі методу електронного балансу коефіцієнти у наведеному окисно-відновному рівнянні:

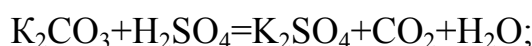
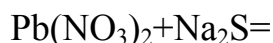


6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальта: $3\text{NaNO}_2 \bullet \text{Co}(\text{NO}_3)_2$; $\text{CoCl}_3 \bullet 3\text{NH}_3 \bullet 2\text{H}_2\text{O}$; $2\text{KNO}_3 \bullet \text{NH}_3 \bullet \text{Co}(\text{NO}_3)_2$.

Координаційне число Кобальта (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом.

Варіант 10

1. Складіть молекулярні, повні та скорочені іонно-молекулярні реакції взаємодії між сполуками.



2. Проаналізуйте, які із солей гідролізують при розчиненні у воді. Напишіть рівняння гідролізу. MnCl_2 , Na_2CO_3 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$. Визначте рН розчинів солей.

3. Визначте ступінь окислення Нітрогену у сполуках: NH_3 , N_2 , N_2O , KNO_2 , HNO_3 .

4. Дайте оцінку здатності наведених сполук виступати як відновник, як окисник. Яка сполука має окисно-відновні властивості: S , FeS , H_2SO_4 ?

5. Обґрунтуйте відповідь, до якого типу належить наведена реакція: міжмолекулярна, внутрішньомолекулярна або диспропорціювання.

Визначте коефіцієнти до наведеної реакції за методом електронного балансу.



6. Складіть координаційні формули таких комплексних сполук Кобальта: $\text{CoCl}_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$; $\text{KNO}_2 \cdot \text{Co}(\text{NO}_2)_3 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Координаційне число Кобальта (III) дорівнює шести. Напишіть рівняння дисоціації цих сполук у водних розчинах. Яка із сполук є комплексним електролітом?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Басов В. П., Родіонов В. М., Юрченко О. Г.* Хімія. – К.: Каравелла, 2002. – 280 с.
2. *Рейтер Л. Г., Степаненко О. М., Басов В. П.* Теоретичні розділи загальної хімії. – К.: Каравелла, 2003. – 352 с.
3. *Романова Н. В.* Загальна та неорганічна хімія. – К.: Перун, 1998. – 480 с.
4. *Хомченко И. Г.* Общая химия. – М.: Химия, 1987. – 464 с.
5. *Ярошенко О. Т., Новицька В.І.* Завдання і вправи з хімії. – К.– «Станіца», 1998. – 174 с.
6. *Висоцька Т. І.* Конспект лекцій з хімії. Ч. 1. Для студентів денної та заочної форм навчання. – К.: КУЕТТ, 2003. – 104 с.
7. *Висоцька Т. І.* Конспект лекцій з хімії. Ч. 2. Для студентів денної та заочної форм навчання. – К.: КУЕТТ, 2004. – 104 с.
6. *Висоцька Т. І.* Конспект лекцій з хімії. Ч. 3. Для студентів денної та заочної форм навчання. – К.: КУЕТТ, 2005. – 104 с.
8. *Висоцька Т. І.* Методичні рекомендації до самостійного вивчення тем: «Класифікація та номенклатура неорганічних сполук» і «Розчини електролітів» для студентів спеціальностей «Вагони», «ЗС», «АТЗ», «ЕТ», «ОПУТ» денної та заочної форм навчання. – К.: КУЕТТ, 2003. – 35 с.
9. *Висоцька Т. І., Артюхович Т. Д.* Методичні рекомендації до самостійного вивчення теми: «Окисно-відновні реакції» для студентів спеціальностей «Вагони», «ЗС», «АТЗ», «ЕТ», «ОПУТ» денної та заочної форм навчання. – К.: КУЕТТ, 2003. – 35 с.
10. *Висоцька Т. І.* Навчально-методичний посібник до підготовки та виконання лабораторних робіт з хімії для студентів усіх спеціальностей денної та заочної форм навчання. – К.:КУЕТТ. 2007.
11. *Висоцька Т. І.* Методичні вказівки та завдання до виконання контрольної роботи з хімії (для студентів заочного факультету). – К.: ДЕГУТ, 2008.
12. *Висоцька Т. І.* Методичні вказівки та завдання до виконання контрольної роботи з хімії (для студентів заочного факультету-скорочена форма навчання). – К.: ДЕГУТ, 2010.
13. *Висоцька Т. І.* Методичні вказівки та завдання для підготовки до першого модульного конконтролю знань студентів. – К.: ДЕГУТ, 2012.

Розчинність основ, кислот і солей у воді

Р – розчинна речовина, М – малорозчинна речовина, Н – практично нерозчинна речовина, дефіс означає, що речовина не існує або нестійка, □ – слабкий електроліт																					
Аніони	К а т і о н и																				
	H ⁺	Na ⁺ K ⁺	NH ₄ ⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺ , Be ²⁺	Cd ²⁺	Hg ²⁺	Co ²⁺ , Ni ²⁺	Al ³⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Bi ³⁺	Cr ³⁺	Mn ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺
OH ⁻	Р	Р	Р	Н	–	Н	М	М	Р	Н	Н	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	–	Р	Р	Р	Р
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	М	–	Р	Р	Р	Р
I ⁻	Р	Р	Р	–	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Н	–	Р	Н	–	Р
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	–	Р	Р	Р	–	Р	Р
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	–	Р	–	–	Р	–	Р
S ²⁻	Р	Р	Р	Н	Н	–	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	–	Н	Н	Н	–	Н	Н	Н
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	М	Н	Н	–	–	Н	Н	–	Н	–	Н
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	М	Р	М	Н	Н	Р	Р	–	Р	Р	Р	Н	–	Р	Р	Р	Р
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	Н	–	–	Н	Н	–	Н	–	Н
SiO ₃ ²⁻	Н	Р	–	–	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	Н	Н	–	Н	–	–	Н	Н	Н
CrO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Н	Н	Р	М	М	Н	Н	Н	Н	–	–	–	Н	Н	Р	Н	–	–
PO ₄ ³⁻	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА

ПЕРІОДИ	ГРУПИ										РЯДІ			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
1	H ¹ 1,0079 Гідроген										He ² 4,0026 Гелій			1
2	Li ³ 6,941 Літій	Be ⁴ 9,0122 Берилій	B ⁵ 10,811 Бор	C ⁶ 12,011 Карбон	N ⁷ 14,007 Нітроген	O ⁸ 15,999 Оксиген	F ⁹ 18,998 Флюор	Ne ¹⁰ 20,179 Неон						2
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 32,066 Сульфур	Cl ¹⁷ 35,453 Хлор	Ar ¹⁸ 39,948 Аргон						3
4	K ¹⁹ 39,098 Калій	Ca ²⁰ 40,08 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 Ферум	Co ²⁷ 58,93 Кобальт	Ni ²⁸ 58,69 Нікол				4
	Cu ²⁹ 63,546 Купрум	Zn ³⁰ 65,39 Цинк	Ga ³¹ 69,72 Галій	Ge ³² 72,59 Германій	As ³³ 74,922 Арсен	Se ³⁴ 78,96 Селен	Br ³⁵ 79,904 Бром	Kr ³⁶ 83,80 Криптон						5
5	Rb ³⁷ 85,468 Рубідій	Sr ³⁸ 87,62 Стронцій	Y ³⁹ 88,906 Ітрій	Zr ⁴⁰ 91,22 Цирконій	Nb ⁴¹ 92,906 Ніобій	Mo ⁴² 95,94 Молібден	Tc ⁴³ [99] Технецій	Ru ⁴⁴ 101,07 Рутеній	Rh ⁴⁵ 102,91 Родій	Pd ⁴⁶ 106,42 Паладій				6
	Ag ⁴⁷ 107,87 Аргентум	Cd ⁴⁸ 112,41 Кадмій	In ⁴⁹ 114,82 Індій	Sn ⁵⁰ 118,71 Станум	Sb ⁵¹ 121,75 Стибій	Te ⁵² 127,6 Телур	I ⁵³ 126,9 Іод	Xe ⁵⁴ 131,29 Ксенон						7
6	Cs ⁵⁵ 132,91 Цезій	Ba ⁵⁶ 137,33 Барій	*La ⁵⁷ 138,91 Лантан	Hf ⁷² 178,49 Гафній	Ta ⁷³ 180,95 Тантал	W ⁷⁴ 183,85 Вольфрам	Re ⁷⁵ 186,21 Реній	Os ⁷⁶ 190,2 Осмій	Ir ⁷⁷ 192,22 Іридій	Pt ⁷⁸ 195,08 Платина				8
	Au ⁷⁹ 196,97 Аурум	Hg ⁸⁰ 200,59 Меркурій	Tl ⁸¹ 204,38 Талій	Pb ⁸² 207,2 Плюмбум	Bi ⁸³ 208,98 Бісмут	Po ⁸⁴ [209] Полоній	At ⁸⁵ [210] Астат	Rn ⁸⁶ [222] Радон						9
7	Fr ⁸⁷ [223] Францій	Ra ⁸⁸ 226,02 Радій	**Ac ⁸⁹ [227] Актиній	Unq ¹⁰⁴ [261] Уннілквадій	Unp ¹⁰⁵ [261] Уннілпентій	Unh ¹⁰⁶ Уннілгексій	Uns ¹⁰⁷ Уннілсептій	Uno ¹⁰⁸ Уннілоктій	Uue ¹⁰⁹ Унніленій	Uun ¹¹⁰ Уннунілій				10

*Лантаноїди

58 Ce 140,12 Церій	59 Pr 140,91 Празеодим	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [147] Прометій	70 Sm 150,36 Самарій	63 Eu 151,96 Європій	64 Gd 157,25 Гадоліній
65 Tb 158,93 Тербій	66 Dy 162,5 Диспрозій	67 Ho 164,93 Гольмій	68 Er 167,26 Ербій	69 Tm 168,93 Тулій	70 Yt 173,04 Ітербій	71 Lu 174,97 Лютецій

**Актиноїди

90 Th 232,04 Торій	91 Pr [231] Протактиній	92 U 238,03 Уран	93 Np [237] Нептуній	94 Pu [242] Плутоній	95 Am [243] Америцій	96 Cm [247] Кюрій
97 Bk [247] Берклій	98 Cf [249] Каліфорній	99 En [252] Ейнштейній	100 Fm [257] Фермій	101 Md [258] Менделєєвій	102 No [259] Нобелій	103 Lr [260] Лоуренсій

Навчально-методичне видання

ВИСОЦЬКА ТЕТЯНА ІВАНІВНА

ХІМІЯ

Методичні вказівки та завдання
для підготовки до другого модульного контролю знань
для студентів всіх спеціальностей денної форми навчання

Відповідальний за випуск О. Я. Пилипчук

Редактор Н.В.Щербак
Верстка і макет В.О.Андрієнка

Підписано до друку 2.12.2012 р. Формат 60x84/16, папір офсетний,
спосіб друку – ризографія. Зам. №251-2/12. Наклад 50 прим.

Надруковано в Редакційно-видавничому центрі
Державного економіко-технологічного університету транспорту
Свідоцтво про реєстрацію Серія ДК № 3079 від 27.12.2007 р.
03049, м. Київ-49, вул. Миколи Лукашевича, 19.