

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО СРС ТА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ №2
З ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІІ КУРСУ ЗАОЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ

Напрямок підготовки – 6.040105 «Гідрометеорологія»

ОДЕСА - 2011

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО СРС ТА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ №2
З ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІІ КУРСУ ЗАОЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ

Напрямок підготовки – 6.040105 «Гідрометеорологія»

«ЗАТВЕРДЖЕНО»
на засіданні робочої групи
методичної ради
«Заочна та післядипломна освіта»

Збірник методичних вказівок до СРС та виконання контрольної роботи №2 з дисципліни «Загальна та колоїдна хімія» для студентів II курсу заочного факультету напрямку підготовки 6.040105 «Гідрометеорологія».

Укладачі: Горліченко М.Г., доц., к.п.н., Шепеліна С.І., ас., Одеса, ОДЕКУ, 2011. – 83 с.; укр. мова.

ЗМІСТ

I Вступна частина.....	4
1.1 Вступ та складові навчальної дисципліни.....	4
1.2 Завдання і структура дисципліни.....	6
1.3 Перелік базових знань.....	7
1.4 Перелік базових практичних вмінь.....	7
1.5 Рекомендована література.....	8
1.6 Питання для підготовки до підсумкового контролю.....	9
1.7 Порядок виконання і оформлення контрольної роботи.....	11
1.8 Організація поточного та підсумкового контролю рівня знань студентів.....	15
II Методичні вказівки до СРС при виконанні контрольної роботи №2 (розділ «Електрохімія»).....	19
2.1 Теоретична частина.....	19
2.1.1 Електрохімічні процеси.....	19
2.1.2 Гальванічний елемент.....	22
2.1.3 Корозія металів.....	24
2.1.4 Електроліз розчинів і розплавів.....	27
2.1.5 Окисно-відновні реакції.....	29
2.2 Практична частина.....	33
2.2.1 Приклади розв'язування задач.....	33
2.2.2 Завдання до виконання контрольної роботи.....	36
III Методичні вказівки до СРС при виконанні контрольної роботи №2 (розділ «Колоїдна хімія»).....	49
3.1 Теоретична частина.....	49
3.1.1 Загальні положення, необхідні знання та навички.....	49
3.1.2 Властивості колоїдних систем.....	53
3.2 Практична частина.....	55
3.2.1 Приклади розв'язування задач.....	56
3.2.2 Завдання до виконання контрольної роботи.....	59
Додатки.....	79

I Вступна частина

1.1 Складові навчальної дисципліни

Дисципліна «Загальна і колоїдна хімія», яка викладається для студентів заочного факультету із напрямку підготовки 6.040105 «Гідрометеорологія» належить до фундаментальних дисциплін і є нормативною загальнонауковою, яка буде базою для подальшого більш поглибленого вивчення фахових дисциплін.

Важливим завданням хімії є знайомство з процесами, що відбуваються в навколишньому середовищі. Вивчення дисципліни та виконання контрольних робіт сприяє створенню у майбутніх фахівців-гідрометеорологів широкого природничо-наукового світогляду та розуміння хімічних основ гідрометеорології.

Рух, як постійна зміна, властивий матерії в цілому і кожній найдрібнішій її частинці. Форми руху матерії різноманітні. Так, механічний рух переходить у тепловий, тепловий – у хімічний, хімічний – в електричний і т. ін. Явища, за яких з одних речовин утворюються інші, називаються хімічними. Такі явища вивчає хімія – наука про перетворення речовин.

Хімія належить до природничих наук, які вивчають навколишній світ з усім багатством його різних форм і різноманітністю явищ, що в ньому відбуваються.

Хімічні зміни у природі завжди супроводжуються фізичними, кліматичними і біологічними змінами.

Загальна хімія є фундаментальною наукою. Дисципліна «Загальна і колоїдна хімія» повинен надати базові знання з хімії, а також навчити студентів виконувати контрольні роботи та працювати з спеціалізованою літературою, яка описує хімічний та екологічний стан довкілля. Прийоми роботи з цією інформацією також входять в завдання дисципліни.

Практична вагомість дисципліни складається з уміння застосовувати одержані знання та вміння у практичній роботі.

Мета методичних вказівок – допомогти студентам заочного факультету в організації самостійної роботи студентів (СРС) та виконанні контрольної роботи при освоєнні основних знань з хімії; формування у студентів цілісного світогляду на основі сучасних знань, щодо уяви про хімічні процеси, які відбуваються в атмосфері, літосфері, біосфері, гідросфері, про хімічний склад природних речовин та розуміння сутності хімічних процесів.

Скорочення обсягу аудиторних занять і розширення робочих програм дисципліни ставить питання інтенсифікації навчального процесу, організації самостійної роботи студентів заочного факультету, формування

в них навичок роботи з літературою, довідково-графічними і практичними матеріалами, комп'ютерною технікою тощо.

Якість підготовки майбутніх спеціалістів залежить, нарівні з іншими складовими, від організації і методики самостійної роботи під час самостійного виконання контрольних робіт, що має особливе значення для ефективного процесу засвоєння знань на першому-другому курсах вищих навчальних закладів.

В збірнику методичних вказівок до організації самостійних занять та виконання контрольної роботи розглянуто найважливіші теоретичні питання загальної і колоїдної хімії та практичні завдання, які є фундаментальною основою вивчення хімічних процесів навколишнього середовища та надані рекомендації та приклади розв'язання типових задач.

Цей збірник методичних вказівок буде практичним посібником до СРС та виконання контрольної роботи із електрохімії і колоїдної хімії. В процесі проведення лабораторних робіт та під час аудиторних занять студенти повинні засвоїти великий обсяг фактичного матеріалу і виконати практичні завдання, які можуть бути використані під час виконання курсових і дипломних робіт та майбутньої роботи з обраної спеціальності.

До збірника уведені контрольні запитання та завдання за програмою дисципліни «Загальна та колоїдна хімія» для державних університетів, що допоможе студентам заочного факультету більш глибоко засвоїти програмний теоретичний і практичний матеріал.

Дисципліна «Загальна і колоїдна хімія» повинна надати базові знання з фізичної хімії, а також сформувані у студентів уявлення про нерозривну єдність і взаємозв'язок природи. Практична вагомість дисципліни складається з умінь застосовувати одержані знання та вміння у практичній роботі та вміння працювати із спеціалізованою літературою, яка описує хімічний та екологічний стан довкілля. Студентами II курсу заочного факультету вивчаються основні питання електрохімії та колоїдної хімії.

Загальний обсяг навчального часу із врахуванням самостійної роботи студентів: **II курс – 112 годин**, з них: лекції – 6 годин, лабораторні заняття – 8 годин, СРС – 98 годин.

Зміст розділів дисципліни «Загальна та колоїдна хімія» для студентів II курсу заочного факультету

1. Основи електрохімії.
- 1.1 Окисно-відновні реакції.
- 1.2 Гальванічні елементи.
- 1.3 Електродні потенціали.
- 1.4 Електроліз електролітів.
- 1.5 Корозія металів та сплавів.
- 1.6 Методи захисту металів від корозії.

- 2. Колоїдна хімія.
- 2.1 Класифікація дисперсних систем.
- 2.2 Поверхневі явища.
- 2.3 Оптичні властивості гетерогенних систем.
- 2.4 Адсорбція.
- 2.5 Електрокінетичні явища.
- 2.6 Коагуляція колоїдних систем.

1.2 Завдання і структура дисципліни

Після вивчення розділів II курсу дисципліни «Загальна і колоїдна хімія» студент повинен знати: основи електрохімії; властивості дисперсних і колоїдних систем. Студентам необхідно навчитися застосовувати отримані знання для пояснення процесів, які відбуваються у природних водах; виконувати необхідну роботу з підготовки і здійснення аналізу проб води за основними показниками якості.

Посібники та підручники з загальної і колоїдної хімії, а також методичні вказівки є в наявності в бібліотеці ОДЕКУ і на кафедрі хімії навколишнього середовища.

Читання даної дисципліни спирається на наступні дисципліни: «Фізика», «Вища математика», I курс «Загальна і колоїдна хімія».

Отримані знання будуть надалі використовуватися при вивченні фахових дисциплін: «Гідрохімія України», «Основи гідрохімії та хімії океану», ФОВАП. Студенти повинні отримати знання, які нададуть змогу їм грамотно засвоїти дисципліни за спеціальностями: метеорологія, гідрологія, океанологія.

Програма курсу «Загальна та колоїдна хімія» для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальності «Гідрометеорологія» напрямку підготовки 6.040105 на II курсі складається з двох розділів («Електрохімічні процеси» та «Колоїдна хімія»), кожний розділ відповідає 2 модулям, які необхідно опрацювати і виконати відповідні контрольні завдання.

Кожний розділ дисципліни представлений контрольними питаннями і завданнями, приклади розв'язку яких представлені у методичному посібнику. Засвоєння дисципліни повинне сприяти розвитку у студентів природничо-наукового розуміння фізико-хімічних процесів, які виникають у довкіллі під впливом природних та соціальних факторів та вміння самостійно засвоїти навчальний матеріал дисципліни.

Практичне значення дисципліни складається у тому, що вирішення будь-якої гідрохімічної проблеми засновано на розумінні закономірностей процесів у довкіллі, вмінні їх аналізувати і прогнозувати.

1.3 Перелік базових знань

Практичне значення дисципліни складається у тому, що вирішення будь-якої екологічної, гідрометеорологічної проблеми засновано на розумінні закономірностей процесів у довкіллі, вмінні їх аналізувати і прогнозувати.

В результаті вивчення розділів дисципліни «Загальна та колоїдна хімія» на II курсі студенти повинні оволодіти наступними базовими знаннями:

- електrolітична дисоціація електrolітів;
- електrolітична дисоціація води, водневий показник;
- йонні реакції в розчинах; механізм окисно-відновних процесів, їх напрямок;
- залежність електродних потенціалів металів від концентрації розчинів електrolітів;
- процеси в гальванічних елементах, розрахунок їхньої напруги;
- послідовність процесів на аноді та катоді при електrolізі;
- різновиди корозії, методи захисту металів від корозії;
- загальна характеристика гетерогенних систем, їх особливості;
- поверхнева енергія, поверхневий натяг;
- поверхнево-активні та поверхнево-інактивні речовини;
- змочування, крайовий кут змочування;
- оптичні властивості гетерогенних систем, розсіювання та поглинання світла колоїдними системами;
- електрокінетичні явища: електрофорез та електроосмос;
- електрична будова колоїдних частинок, міцели;
- коагулюючі дія електrolітів, правило значності Шульце-Гарді.

Навчально-методичне забезпечення дисципліни здійснюється за допомогою підручників, навчальних посібників та методичних вказівок, які є в наявності в бібліотеці ОДЕКУ та на кафедрі хімії навколишнього середовища:

Рекомендована література: основна – 1, 2, 3; додаткова – 8, 9, 12, 13, 15.

1.4 Перелік базових практичних вмінь

Вміння, якими мають оволодіти студенти:

- застосування правил безпеки роботи;
- отримання навичок роботи з лабораторними приладами, хімічними реактивами, технохімічними та аналітичними терезами;
- отримання результатів хімічних досліджень в лабораторії;

- вести розрахунки за хімічними формулами;
- складати рівняння окисно-відновних реакцій; визначати фактор еквівалентності та молярні маси еквівалентів окисників та відновників;
- визначати експериментально напругу гальванічних елементів;
- визначати хімічні процеси при електролізі;
- користуватися методами захисту від корозії;
- класифікувати дисперсні системи за розміром частинок та агрегатним станом;
- скласти умовну формулу міцели та передбачати її поведінку в електричному полі;
- вибрати найефективніший метод коагуляції золю;
- користуватися ПАВ та ППР для зміни поверхневого натягу води;
- визначати розмір частинок дисперсних систем оптичним методом;
- оволодіти навичками дослідження електрохімічних процесів;
- вести необхідні розрахунки при протіканні електрохімічних процесів;
- класифікувати дисперсні системи;
- виготовляти та досліджувати дисперсні системи;
- отримувати золі дисперсних систем та визначати їхні порогові коагуляції.

Навчально-методичне забезпечення дисципліни: забезпечена наявністю на кафедрі хімії навколишнього середовища необхідними збірниками методичних вказівок з дисципліни «Загальна і колоїдна хімія».

В бібліотеці ОДЕКУ і на кафедрі є в наявності **рекомендована література:** основна – 1, 4; додаткова – 8, 12, 15.

1.5 Рекомендована література

Основна:

1. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: Кнорус, 2011.
2. Мітрясова О.П. Загальна хімія. Хімія довкілля. – Київ, 2009.
3. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – Л.: Химия, 1989.
4. Романова Н.В. Загальна хімія. – Київ: Перун, 1998.
5. Киреев В.А. Краткий курс физической химии. – М.: Химия, 1978.
6. Чернобаев А.П. Химия окружающей среды. – К: Высшая школа, 1990.
7. Каданер Л.І. Фізична і колоїдна хімія. – К: Вища школа, 1991.

Додаткова:

8. Курс химии. Под редакцией Дмитриева Г.А., часть I, Общетеоретическая, М., Высшая школа, 1967.
9. Герасименко Г.І., Шепеліна С.І. Основні поняття і закони хімії. Методичні вказівки – Одеса, ОДЕКУ, 2002.

10. Герасименко Г.І., Хімія. Практичний курс. – Одеса, ОДЕКУ, 2009.
11. Шевченко В.Ф., Шепеліна С.І. Основи електрохімії. Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт – Одеса, ОДЕКУ, 2003.
12. Костік В.В., Ганін Е.В., Васильєва М.Г. Збірник методичних вказівок до лабораторних робіт «Розчини. Гідроліз солей» - Одеса, ОДЕКУ, 2003.
13. Зінченко В.Ф., Федорова Г.В., Костік В.В., Шевченко В.Ф. Загальна, колоїдна і неорганічна хімія – Одеса, ТЕС, 2004.
14. Ганін Е.В., Костік В.В., Шевченко В.Ф. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни «Загальна і колоїдна хімія» - Одеса, ОДЕКУ, 2004.
15. Герасименко Г.І. Закономірності перебігу хімічних реакцій. Збірник методичних вказівок до практичних робіт – Одеса, ОДЕКУ, 2006.
16. Герасименко Г.І. Водні розчини електролітів. Гідроліз солей. Збірник методичних вказівок до практичних та лабораторних робіт – Одеса, ОДЕКУ, 2006.

1.6 Питання для підготовки до підсумкового контролю

І Електрохімічні процеси

1. Окисно-відновні реакції. Процеси окиснення і відновлення. Вплив різних чинників на глибину і характер перебігу ОВР. [1] – с. 271-277; [10] – с. 243-244.
2. Найважливіші окисники та відновники. Окисно-відновна двоїстість. [1] – с. 277-280; [10] – с. 247-248.
3. Типи окисно-відновних реакцій. [10] – с. 248-252.
4. Складання рівнянь ОВР. Розрахунок коефіцієнтів в рівняннях ОВР методами електронного балансу і електронно-йонного балансу. [1] – с. 272-274; [10] – с. 245-247.
5. Електрохімічні процеси, визначення, класифікація. [1] – с. 271-280; [10] – с. 255-256.
6. Поняття про електродний потенціал металу. Виникнення стрибка потенціалу на межі розділу метал-електроліт. [1] – с. 287-302; [10] – с. 255-259.
7. Стандартний водневий електрод і воднева шкала потенціалів. [1] – с. 287-302; [10] – с. 255-259.
8. Ряд напруги металів (стандартні електродні потенціали металів) і його характеристика. [1] – с. 298-302; [10] – с. 255-259.
9. Розрахунок електродного потенціалу металу за нестандартних умов. Рівняння Нернста. [1] – с. 298-302; [10] – с. 255-259.

10. Гальванічні елементи, напруга (ЕРС), її вимірювання, розрахунок. Принцип роботи. Напрямок ОВР в гальванічних елементах. [1] – с. 280-298; [10] – с. 260-266.
11. Кінетика електродних процесів. Електрохімічна і концентраційна поляризація. Деполяризація. [1] – с. 280-298; с. 310-314; [10] – с. 256-260.
12. Електроліз. Послідовність електродних процесів. [1] – с. 302-310; [10] – с. 269-271.
13. Електроліз з розчинними і нерозчинними електродами. [1] – с. 302-310; [10] – с. 269-273.
14. Закони Фарадея. Вихід за струмом. Практичне застосування електролізу. [1] – с. 306-308; [10] – с. 273-278.
15. Корозія металів. Основні види корозії. [1] – с. 354-355; с. 568-575; [10] – с. 285-286.
16. Хімічна корозія. Вплив продуктів корозії на її швидкість. Електрохімічна корозія. [1] – с. 568-575; [10] – с. 286-289.
17. Контактна корозія. Протектор корозії. [1] – с. 568-575; [10] – с. 289-293.
18. Атмосферна корозія. Корозія в кислому середовищі. [1] – с. 568-575; [10] – с. 287-293.
19. Корозія під дією блукаючих струмів. Види корозійних руйнувань. [1] – с. 568-575; [10] – с. 287-293.
20. Методи захисту від корозії. Ізолювання металу. Захисні покриття. [1] – с. 568-575; [10] – с. 287-293.
21. Методи захисту від корозії. Зміна властивостей корозійного середовища. Інгібітори корозії. [1] – с. 568-575; [10] – с. 289-293.

II Колоїдно-дисперсні системи

1. Загальна характеристика дисперсних систем, їх особливості. Класифікація дисперсних систем. [1] – с. 314-319.
2. Мікрогетерогенні системи. Фізико-хімічні властивості грубодисперсних систем: суспензій, емульсій, пен, аерозолів. [1] – с. 314-319.
3. Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем. Теорія броунівського руху Ейнштейна-Смолуховського. Середнє квадратичне зрушення. [1] – с. 314-320.
4. Кінетична стійкість колоїдних систем. Седиментаційна рівновага. Гіпсометричний закон Лапласа. [1] – с. 321-333; 341-350.
5. Адсорбція. Особливості стану речовини на межі розподілу фаз. Поверхнева енергія. Поверхневий натяг. [1] – с. 329-341.
6. Термодинаміка явищ на поверхні розподілу фаз. [1] – с. 319-335.
7. Сорбція. Види сорбції. [1] – с. 329-351.

8. Капілярні явища. Тиск пари розчину над криволінійними поверхнями. [1] – с. 318-325.
9. Змочуваність. Кут змочування. [1] – с. 318-325.
10. Поверхнево-активні (ПАР) і поверхнево-інактивні (ПІР) речовини. Рівняння Шишковського. [1] – с. 329-338.
11. Поверхнева активність речовин. Правило Дюкло-Траубе. [1] – с. 341-351.
12. Орієнтація молекул ПАР на межі розподілу розчин-газ. Гідролізація і гідрофобізація поверхні. [1] – с. 329-338.
13. Адсорбція. Величина адсорбції. Адсорбція на межі розподілу рідина-газ. Рівняння Гіббса. [1] – с. 329-351.
14. Адсорбція на межі тверде тіло-газ. Ізотерма адсорбції. Рівняння Фрейндліха. [1] – с. 329-344.
15. Теорія мономолекулярної адсорбції. Рівняння Ленгмюра. [1] – с. 329-351.
16. Адсорбція на межі тверде тіло-розчин. Виборча і обмінна адсорбція з розчинів електролітів іоніти. Хроматографія. [1] – с. 329-351.
17. Оптичні властивості гетерогенних систем. Поглинання світла, віддзеркалення, розсіювання. [1] – с. 325-327.
18. Розсіювання світла в колоїдно-дисперсних системах. Рівняння Релея і умови його застосування. [1] – с. 325-327.
19. Поглинання світла колоїдно-дисперсними системами. Закон Ламберта-Бугера-Бера. [1] – с. 325-327.
20. Електричні властивості золів. Електрокінетичні явища: електрофорез, електроосмос. [1] – с. 338-351.
21. Будова подвійного електричного шару на межі розподілу дисперсна фаза-дисперсійне середовище. [1] – с. 338-351.
22. Будова колоїдних частинок. Міцели. [1] – с. 338-351.
23. Стійкість колоїдних систем. [1] – с. 338-351.
24. Коагуляція колоїдно-дисперсних систем. [1] – с. 338-351.
25. Коагулююча дія розчинів електролітів. Правило значності Шульце-Гарди. [1] – с. 338-351.
26. Кінетика коагуляції. [1] – с. 338-351.
27. Види коагуляції. Застосування коагуляції. [1] – с. 338-351.

1.7 Порядок виконання контрольної роботи

Контроль поточних знань студентів заочного факультету здійснюється на основі виконання завдань контрольної роботи, а також усного опитування на лабораторних і практичних заняттях, захисту лабораторних робіт, а також іспиту на другому курсі.

Письмова контрольна робота виконується студентом самостійно у відповідності зі спеціальністю і надсилається в деканат заочного факультету навчального закладу на перевірку у термін, який визначений навчальним графіком.

Контрольна робота повинна бути виконана в окремому зошиті, чітким зрозумілим почерком, охайно і у повній відповідності до особистого варіанту. Якщо контрольна робота виконана не за своїм варіантом, вона не рецензується.

Варіант контрольної роботи відповідає двом останнім цифрам номера залікової книжки студента. Якщо, наприклад, номер залікової книжки студента **23401**, то студенту необхідно виконувати контрольну роботу за варіантом № 1; якщо залікова книжка № **20078** – необхідно виконувати роботу за варіантом № **28 (78-50=28)**.

Всі питання з визначення варіанта контрольної роботи вирішуються на кафедрі хімії навколишнього середовища під час настановної сесії, а номери завдань відповідних 50 варіантів контрольної роботи надані у методичному посібнику.

Умови контрольних завдань та вимоги до їх виконання, а також необхідну додаткову літературу студенти можуть знайти на сайті ОДЕКУ.

Всі умови контрольних завдань та самі завдання, що запропоновані для самостійного розв'язку студентом-заочником, необхідно записати у зошиті із обов'язковим зазначенням номера варіанту, теоретичними коментарями та посиланнями, а також списком використаної літератури. Для зауважень рецензента необхідно залишити поля або окреме місце (бажано кожне завдання починати з нової сторінки). Наприкінці роботи студент ставить свій підпис із вказівкою дати виконання контрольної роботи.

Після реєстрації виконаної контрольної роботи в деканаті заочного факультету та на кафедрі хімії навколишнього середовища, робота перевіряється викладачем та рецензується.

У випадку незаліку контрольну роботу слід виконати наново, виправити помилки із урахуванням зауважень рецензента, після чого надіслати роботу на повторну перевірку разом із не залікованою роботою. Робота вважається зарахованою, якщо виконано 60% завдань без зауважень.

У випадку заліку контрольної роботи, але наявності зауважень рецензента, необхідно зробити відповідні виправлення і доповнення до роботи, які слід надати в тому ж зошиті. Виправлену роботу подають на перевірку викладачу під час складання іспиту.

Варіанти контрольних робіт і завдання

	З а в д а н н я									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	21	71	61	81	101	141	171	201	221
2	2	22	72	62	82	102	142	172	202	222
3	3	23	73	63	83	103	143	173	203	223
4	4	24	74	64	84	104	144	174	204	224
5	5	25	75	65	85	105	145	175	205	225
6	6	26	76	66	86	106	146	176	206	226
7	7	27	77	67	87	107	147	177	207	227
8	8	28	78	68	88	108	148	178	208	228
9	9	29	79	69	89	109	149	179	209	229
10	10	30	80	70	90	110	150	180	210	230
11	11	31	81	71	91	111	151	181	211	231
12	12	32	82	72	92	112	152	182	212	232
13	13	33	83	73	93	113	153	183	213	233
14	14	34	84	74	94	114	154	184	214	234
15	15	35	85	75	95	115	155	185	215	235
16	16	36	86	76	96	116	156	186	216	236
17	17	37	87	77	97	117	157	187	217	237
18	18	38	88	78	98	118	158	188	218	238
19	19	39	89	79	99	119	159	189	219	239
20	20	40	90	80	30	120	160	190	220	240
21	21	41	91	81	31	121	161	191	221	241
22	22	42	92	82	32	122	162	192	222	242
23	23	43	93	83	33	123	163	193	223	243
24	24	44	94	84	34	124	164	194	224	244
25	25	45	95	85	35	125	165	195	225	245
26	26	46	96	86	36	126	166	196	226	246
27	27	47	97	87	37	127	167	197	227	247
28	28	48	98	88	38	128	168	198	228	248
29	29	49	99	89	39	129	169	199	229	249
30	30	50	40	90	60	130	170	200	230	250
31	31	51	41	91	61	131	171	201	231	181
32	32	52	42	92	62	132	172	202	232	182
33	33	53	43	93	63	133	173	203	233	183
34	34	54	44	94	64	134	174	204	234	184
35	35	55	45	95	65	135	175	205	235	185
36	36	56	46	96	66	136	176	206	236	186
37	37	57	47	97	67	137	177	207	237	187
38	38	58	48	98	68	138	178	208	238	188

39	39	59	49	99	69	139	179	209	239	189
40	40	60	50	30	70	140	180	210	240	190
41	41	61	51	31	71	141	181	211	241	191
42	42	62	52	32	72	142	182	212	242	192
43	43	63	53	33	73	143	183	213	243	193
44	44	64	54	34	74	144	184	214	244	194
45	45	65	55	35	75	145	185	215	245	195
46	46	66	56	36	76	146	186	216	246	196
47	47	67	57	77	87	147	187	217	247	197
48	48	68	58	38	78	148	188	218	248	198
49	49	69	59	39	79	149	189	219	249	199
50	50	70	60	80	90	150	190	220	250	200

1.8 Організація поточного та підсумкового контролю рівня знань студентів

Контроль поточних знань студентів заочної форми навчання виконується на базі модульно-накопичувальної системи організації навчання та організується у відповідності з «Положенням про організацію поточного та підсумкового контролю знань студентів заочної форми навчання ОДЕКУ (від 17.11.2009 р.)».

Поточний контроль здійснюється за наступними формами:

- перевірка контрольної роботи;
- перевірка знань студента під час лабораторної роботи.

Підсумковий контроль проводиться на основі накопиченої (інтегральної) суми балів, яку отримав студент за підсумками поточного контролю та підсумкового семестрового контролю (іспит).

Модульно-накопичувальна системи оцінки знань студентів заочної форми навчання включає:

- ❖ Систему оцінювання самостійної роботи студента (СРС) у міжсесійний період (ОМ).

Вона передбачає перевірку контрольної роботи, яку студенти виконують у міжсесійний період. Кількісна оцінка за цей вид роботи визначається з урахуванням терміну надання роботи на перевірку (впродовж семестру, перед початком заліково-екзаменаційної сесії, безпосередньо перед датою контролюючого заходу), обсягу виконання роботи та глибини розкриття наданих питань та завдань, а також оформлення роботи.

Максимальний бал, що може одержати студент за контрольну роботу (КР) складає **40 балів**. Кожне завдання КР оцінюється в **4 бали**, з них: 2 бали – теоретичне обґрунтування завдання (ЗМ-ЛІ 3,4) та 2 бали – практичне розв'язання задачі (ЗМ-ПІ 3,4), всього в одному варіанті КР – 10 завдань.

Зарахована контрольна робота свідчить про те, що студент одержав сумарну оцінку не менше 24 балів, тобто не менше 60% від максимальної суми в 40 балів. Не зарахована контрольна робота свідчить про те, що студент одержав сумарну оцінку меншу за 24 бали, в цьому випадку вона повертається на доробку. Зарахована контрольна робота, яка виконується згідно методичним вказівкам є допуском до здачі іспиту.

- ❖ Систему оцінювання самостійної роботи студента (СРС) під час аудиторних занять (ОЗЕ).

Для оцінки ступеня засвоєння основних положень теоретичних і практичних модулів дисципліни передбачається написання контрольної роботи, а для оцінки засвоєння практичної частини програми передбачається виконання низки лабораторних робіт, які охоплюють основні питання практичного розділу дисципліни. Кількісна оцінка за цей вид роботи визначається з урахуванням ритмічності роботи студента на протязі аудиторних занять, повноти розкриття тем під час усного опитування, якості розрахунків та графічних побудов, достовірності одержаних висновків, а також результатів захисту наданих завдань.

Максимальна оцінка аудиторної роботи студента під час заліково-екзаменаційної сесії складає 60 балів і включає: оцінку за виконання лабораторного модуля ЗМ-Лаб(4+5) (ОЗЕ) – це 20 балів та оцінку за захист виконаних лабораторних робіт (ОЗЕ) – 40 балів за всі ЛР, таким чином за повністю виконані лабораторні роботи – 60 балів.

Кількість балів, яку можна отримати за виконання завдань:

<u>II курс</u>		
Модуль теоретичний ЗМ-Л3 (КР)	10 балів	КР-2 (домашня) – 40 балів
Модуль теоретичний ЗМ-Л4 (КР)	10 балів	
Модуль практичний ЗМ-П3,4 (КР)	20 балів	
Модуль лабораторний ЗМ-Лаб4 (ОЗЕ)	10 балів	Аудиторні заняття (ОЗЕ) – 60 балів
Модуль лабораторний ЗМ-Лаб5 (ОЗЕ)	10 балів	
Виконання та захист лабораторних робіт (ОЗЕ)	40 балів	
<u>Разом за II курс</u>	<u>100 балів</u>	<u>100 балів</u>

- ❖ Кількісну оцінку заходу підсумкового контролю (ОПК). Цей захід передбачає оцінювання результатів іспиту, який виконується в період заліково-екзаменаційної сесії.
- ❖ Систему накопичувальної підсумкової оцінки засвоєння студентами початкової дисципліни (ПО).

Накопичена підсумкова оцінка засвоєння студентами заочної форми навчальної дисципліни розраховується, як:

$$ПО = 0,5ОПК + 0,25ОЗЕ + 0,25ОМ.$$

де ОПК – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за іспит;

ОЗЕ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за виконання лабораторних робіт;

ОМ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) за контрольну роботу.

Загальна підсумкова оцінка знань студента з дисципліни складається як арифметична сума, яку отримав студент у міжсесійний період, під час заліково-екзаменаційної сесії та складання іспиту. Таким чином студент може одержати максимально 200 балів, або 100%.

Якісна оцінка є такою:

- 91 і більше – відмінно;
- 76-90 балів – добре;
- 61-75 балів – задовільно;
- менше 60 балів – незадовільно.

Обов'язково враховується своєчасність виконання студентом графіку навчального процесу. Таким чином, якщо студент без поважних причин пропустив контрольний захід або отримав незадовільну оцінку, то він може його здати з максимальною оцінкою «задовільно».

При проведенні міжсесійного контролю студент вважається атестованим, якщо він набрав не менш 50% балів від максимально можливої суми балів на момент сесії.

Студент вважається допущеним до підсумкового контролю, якщо він виконав всі види робіт, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни «Загальні і колоїдна хімія»

Питання про допуск до семестрового іспиту за підсумками кредитно-модульного контролю розглядається тільки при умові, що фактична сума накопичених за семестр балів складає **не менш 50 %**. В іншому випадку студент вважається таким, що не виконав навчального плану дисципліни, і не допускається до іспиту.

Екзаменаційні білети містять 20 запитань теоретичного та практичного курсу оцінюються максимально 100 балами (тобто по 5 балів за кожне запитання).

Іспит здано, якщо набрано не менше 60 балів.

II МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО СРС ПРИ ВИКОНАННІ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ №2 (розділ «Електрохімія»)

2.1 Теоретична частина

2.1.1 Електрохімічні процеси

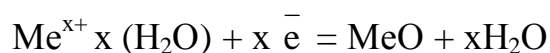
Теоретичні знання і практичні навички студенти можуть отримати після опрацювання наступної *рекомендованої літератури*: [1] с. 271-308; [2] с. 178-220; [12] с. 255-291.

Електрохімічні процеси – це процеси, що відбуваються за участю електронів та йонів в розчинах або розплавах електролітів (електроліти – речовини, які здатні проводити електричний струм за рахунок заряджених аніонів та катіонів). Електрохімічні процеси найчастіше розглядаються в окисно-відновних реакціях, електролізі, корозії, роботі гальванічних елементів та акумуляторів. Окисно-відновні реакції – найбільш поширені і відіграють значну роль у природі й техніці, а також лежать в основі природоохоронних заходів. Вони є основою життєдіяльності. З ними пов'язані дихання та обмін речовин у живих організмах, гниття та бродіння, фотосинтез у зелених частинах рослин, їх можна спостерігати при згоранні палива, в процесах корозії металів, під час електролізу. Вони лежать в основі металургійних процесів і кругообігу елементів у природі. Внаслідок окисно-відновних реакцій хімічна енергія перетворюється на електричну в гальванічних елементах і акумуляторах.

Окисно-відновні процеси, які існують одночасно у всьому об'ємі електроліту (гомогенні системи) відрізняються від електрохімічних процесів, які відбуваються в основному на межі поділу двох контактуючих фаз: електронного та йонного провідників (гетерогенні системи).

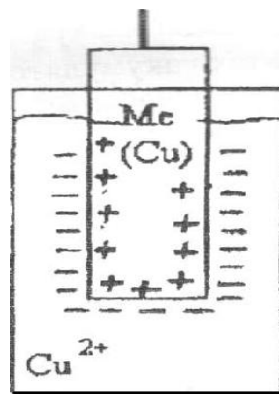
До провідників I роду – електронних провідників, відносяться метали та напівпровідники з електронною провідністю, до провідників II роду, тобто до йонних провідників, відносяться розчини або розплави електролітів або тверді електроліти. Систему, яка містить електронний та йонний провідники, називають *електродом*.

При контакті електронного та йонного провідників на межі поділу фаз виникає подвійний електричний шар (ПЕШ), що можна порівняти з електричним конденсатором, якому в свою чергу відповідає певне значення стрибка потенціалу. Кожен метал має «вільні» електрони. Концентрація їх у різних металах неоднакова. У разі занурення металу у водний розчин електроліту, полярні молекули води взаємодіють з катіонами поверхневого шару металу та полегшують перехід йонів металу у розчин згідно рівняння:



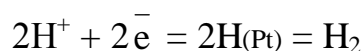
У цьому випадку метал заряджується позитивно, а у приелектродному просторі концентруються негативні йони (аніони). Таким чином, залежно від того, який процес превалує, електрод може заряджатися позитивно або негативно до наступу рівноваги.

Здатність посилати свої йони у розчин для різних металів неоднакова. Так, для активних металів (Mg, Zn, Cr) більш імовірним є процес переходу катіонів з поверхневого шару металу у розчин, а поверхня таких металів у розчині заряджається негативно. Для малоактивних металів (Cu, Ag, Hg) має перевагу зворотній процес, тобто адсорбція катіонів з розчину на поверхні металу, остання заряджається позитивно, а цей механізм утворення ПЕШ – іоногенний.

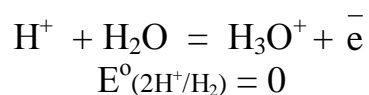


Кількісною характеристикою ПЕШ є електродний потенціал. Абсолютне значення його виміряти не можна, тому використовують відносні значення електродних потенціалів, які виміряють щодо стандартного електрода порівняння. Найпоширенішими електродами порівняння є водневий, хлорсрібний, каломельний. Потенціал стандартного водневого електрода умовно вважають нульовим.

Водневий електрод складається з платинової пластинки, вкритою платиновою черню (методом електролізу осадженою платиною), яка занурена у розчин сульфатної кислоти з активністю йонів гідрогену 1 моль/дм³ і омивається струменем водню під тиском 101,325 кПа при 298 К (стандартні умови). Молекулярний водень, проходячи крізь розчин підходить до поверхні платини. На її поверхні відбувається розщеплення молекул водню на атоми та їх адсорбція (закріплення на поверхні). Повніше рівновага у водневому електроді виражається схемою:



Дію водневого електрода можна зрозуміти, уявивши собі, нібито електрод зроблено з твердого водню та він поводить себе як метал. Тоді на межі поділу фаз виникає рівновага:



Водневий електрод являє собою приклад адсорбційного ПЕШ, стандартний потенціал якого умовно прийнято рівним нулю. Якщо тепер пластинку будь-якого металу, зануреного в розчин його солі з активністю йонів металу 1 моль/дм³ з'єднати зі стандартним водневим електродом, то утвориться гальванічний елемент – електрохімічний ланцюг, напругу якого легко виміряти. Ця напруга (раніше її називали електрорушійною силою) – називається стандартним електродним потенціалом даного електрода (E°).

Дійсно, якщо цинкову пластину занурити у розчин сульфату цинку з активністю йонів 1 моль/дм³ та з'єднати її з нормальним водневим електродом-провідником, а розчини – сольовим ключем (розчин KNO_3), то напруга цього гальванічного елемента буде дорівнювати:

$$E^{\circ} = E^{\circ}(2H^{+}/H_2) - E^{\circ}(Zn^{2+}/Zn^{\circ}) = - E^{\circ}(Zn^{2+}/Zn^{\circ})$$

Отже стандартним електродним потенціалом гальванічного елемента називають напругу електрохімічного ланцюга, яка складається з електрода, що досліджується та стандартного водневого електрода, виміряного за стандартних умов. Розміщуючи метали у порядку зростання алгебраїчного значення їх стандартних електродних потенціалів (що відповідає зменшенню хімічної активності металів) одержують ряд стандартних електродних потенціалів (РСЕП), представлений у додатку. До нього можуть бути включені й інші окисно-відновні системи (в тому числі неметалічні) відповідно до значень E° .

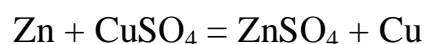
Рядом стандартних електродних потенціалів слід користуватися з урахуванням особливостей процесів.

Найголовніше треба мати на увазі, що його можна застосувати тільки для водних розчинів і що він характеризує хімічну активність металів лише в окисно-відновних реакціях, які відбуваються у водному середовищі за стандартних умов. З нього випливають такі практичні висновки:

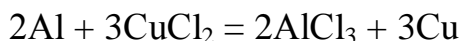
а) Метали, що мають потенціал менш ніж - 0,413 В, термодинамічно здатні витіснити водень з води, наприклад значення водневого потенціалу -0,413 В характеризує процес відновлення водню із води при $pH = 7$.

Це має відношення до металів, що стоять у РСЕП до магнію, ті що стоять у РСЕП після магнію, за звичайних умов з водою не взаємодіють, тому що покриті оксидними плівками. Дуже часто помиляються, якщо на основі РСЕП пишуть рівняння реакцій витіснення металів з розчинів їх солей більш активними лужними та лужноземельними металами, цього не відбувається, тому що активні метали самі реагують з водою.

б) Кожний метал, що стоїть у РСЕП після магнію, має властивість витіснити всі наступні метали з розчинів їх солей, наприклад:

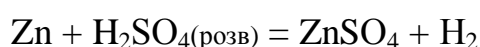


Проте це не означає, що витіснення буде обов'язково відбуватися у всіх випадках. Так, алюміній витісняє мідь з розчину хлориду міді (II) за рівнянням:



але практично не витісняє її з розчину CuSO_4 ; це пояснюється тим, що хлорид-йони Cl^- значно швидше руйнують поверхневу плівку на алюмінії ніж сульфат-йони SO_4^{2-} .

в) Всі метали, що мають від'ємні значення стандартних електродних потенціалів, тобто стоять в ряду до водню, витісняють водень з розведених кислот-неокиснювачів (HCl , H_2SO_4) і при цьому розчиняються в них, наприклад:



Метали, що стоять в РСЕП після водню, не витісняють його з розчину.

Благородні метали (Pt, Pd, Au), а також графіт через високу енергію іонізації не утворюють ПЕШ внаслідок обміну з розчином заряджених частинок, це інертні електроди. На таких електродах (розчин, де вони занурені не утримує катіонів цих металів) ПЕШ виникає внаслідок вибіркової адсорбції молекул, атомів або йонів.

За умов, що відрізняються від стандартних, числове значення електродного потенціалу визначають за формулою Нернста:

$$E = \frac{E^0_{\text{Me}^{x+}/\text{Me}^0} + \frac{RT}{xF} \ln[\text{Ox}]}{\text{Red}}$$

або

$$E = E^0_{\text{Me}^{x+}/\text{Me}^0} + \frac{0.059}{x} \lg C,$$

де E^0 – стандартне значення електродного потенціалу;

$R = 8,314$ кДж/моль·К (універсальна газова стала);

T – термодинамічна температура ($T^0 = 298$ К);

$F = 96494$ Кл (стала Фарадея);

$[\text{Ox}]$, $[\text{Red}]$ – відносна окиснена і відновлена активність речовини;

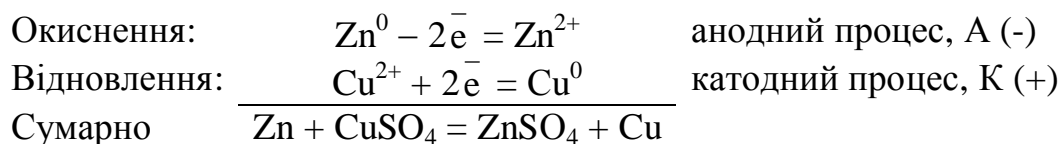
x – кількість відданих або приєднаних електронів.

2.1.2 Гальванічний елемент

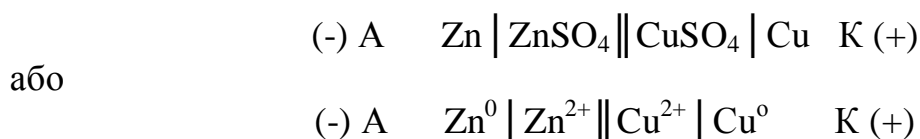
Гальванічний елемент – це прилад однократної дії, в якому хімічна енергія окисно-відновного процесу перетворюється в електричну енергію. Гальванічний елемент можна скласти з двох нерозчинних у воді металів,

занурених у розчин їх солей, прикладом такого приладу є гальванічний елемент Якобі-Данієля.

У посудину з розчином сульфату цинку занурюють цинкову пластинку, а в посудину з розчином сульфату міді – мідну пластину. Ці посудини з'єднують U-подібною трубкою, заповненою електролітом (KNO₃, KCl). Якщо пластинки Zn і Cu з'єднати дротом, від цинку до міді піде електричний струм, тобто починають рухатися електрони, тому що цинк накопичує більше електронів при встановленні рівноваги Me/Meⁿ⁺.

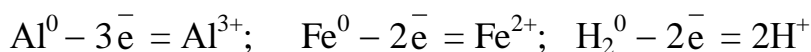


Таким чином, у процесі роботи гальванічного елемента атоми металу анода віддають свої електрони та у вигляді катіонів переходять у розчин (анод розчиняється). Електрони по зовнішньому ланцюгу перетікають на катод, де на межі поділу приєднуються до катіонів міді, що містяться у приелектродному просторі, тобто на катоді осаджується металева мідь. Отже, маса анода (Zn) при роботі гальванічного елемента зменшується, а маса катода – збільшується. Робота гальванічного елемента може бути відображена схемою:

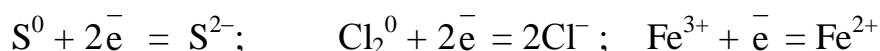


Електрод, на якому відбувається окиснення, називають анодом, а електрод, на якому відбувається відновлення – катодом, або металевий електрод з більш позитивним потенціалом є *катодом*, а з більш негативним – *анодом*.

Окисненням умовно називається процес віддачі електронів атомом, молекулою або йоном, ці частинки – відновники, під час реакції вони окиснюються, їх ступень окиснення підвищується, наприклад:



Відновленням називається процес приєднання електронів атомом, молекулою або йоном, це – окисники, під час реакції вони відновлюються, їх ступень окиснення знижується, наприклад:



Ступінь окиснення – це умовний заряд, який отримує частинка при віддачі чи приєднанні декілька електронів.

Окиснення завжди супроводжується відновленням, і навпаки, відновлення завжди пов'язане з окисненням, тому це є єдність двох протилежних процесів. Число електронів що їх віддає відновник, дорівнює числу електронів які приєднує окисник.

Процеси окиснення й відновлення можна фізично відокремити один від одного і здійснити перенесення електронів по зовнішньому електричному колу.

Напруга гальванічного елемента буде дорівнювати:

$$E = E^0(\text{катода}) - E^0(\text{анода}),$$

тоді у випадку мідно-цинкового гальванічного елемента, якщо: $E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0) = -0,76\text{В}$; $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0) = +0,34\text{В}$, то:

$$E_{\text{г.е.}} = E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0) - E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}^0) = +0,34 - (-0,76) = 1,1 \text{ В.}$$

В таких випадках потенціал окиснювача більший, ніж потенціал відновника, тобто розглянуті окисно-відновні реакції перебігатимуть довільно, але тільки у вказаному напрямку, а складені гальванічні елементи генеруватимуть електроенергію.

Напруга електрохімічної системи пов'язана зі зміною енергії Гіббса:

$$\Delta G^0 = - n F E^0_{(\text{г.е.})},$$

де n – кількість електронів, які беруть участь в одиночному процесі.

Негативне значення енергії Гіббса підтверджує напрямок довільного перебігання електродних реакцій.

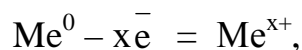
Для елемента Якобі розрахуємо:

$$\Delta G^0 = -2 \cdot 96494 \cdot 1,1 = -212286,8 \text{ Дж/моль} = -212,3 \text{ кДж/моль}$$

Подібні процеси, де внаслідок самодовільного перебігу електрохімічної реакції при замиканні зовнішнього ланцюга в системі виникає електричний струм, мають місце у роботі макро- та мікрогальванічних елементів, які виникають у процесі корозії металів.

2.1.3 Корозія металів

Електрохімічна корозія – це самодовільне руйнування металів в наслідок фізико-хімічної взаємодії їх з оточуючим середовищем і це призводить до зміни їх властивостей. Основною причиною корозії – є термодинамічна нестійкість металів (у вигляді нейтральних атомів у земній корі містяться тільки благородні метали, всі інші – хімічні сполуки), внаслідок чого вони прагнуть перейти в окиснений стан. Тому з точки зору хімії – **корозія** – це реакція окиснення металу, в результаті якої утворюються катіони металів, що призводить до руйнування:



наприклад: $\text{Fe} - 2\bar{e} = \text{Fe}^{2+}$ (в реакції: $2\text{Fe}^0 + \text{O}_2^0 = 2\text{FeO}$)

Розрізняють корозію за такими факторами:

- 1) механізм процесу;
- 2) умовами його перебігу;
- 3) характером руйнування.

За механізмом процесу розрізняють хімічну і електрохімічну корозію.

Хімічна корозія – це руйнування металу внаслідок взаємодії з середовищем, яке не проводить електричний струм. Під час хімічної корозії електрони від атому металу переходять безпосередньо до окисника. За умовами перебігу розрізняють такі різновиди хімічної корозії: газова корозія – в атмосфері сухих агресивних газів (F_2 , Cl_2 , NO_2 , SO_2 , H_2S) при високих температурах. Корозія в неелектролітах (рідини які не проводять електричний струм: нафта, бензин, толуол). Але найбільшої шкоди завдає електрохімічна корозія.

Електрохімічна корозія – це руйнування металу, що знаходиться в контакті з іншим металом і електролітом або водою. На поверхні будь-якого металу на повітрі конденсується вода, в якій розчинено атмосферні гази, тобто утворюється розчин електроліту.

Якщо метал містить домішки або стикається з іншим металом, виникає мікро-, або макрогальванічна пара і починається електрохімічна корозія. Чисті метали не зазнають такого процесу, але причиною корозії буде різна аерація поверхні. При електрохімічній корозії поряд з хімічними процесами (відщеплення електронів) відбуваються й електричні (перенесення електронів від однієї ділянки до іншої). Наприклад, при взаємодії металу з молекулами води корозійного середовища – відбуваються два процеси:

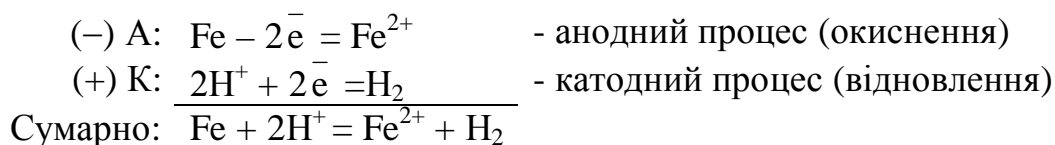
окиснення металу $\text{Me} (-) \text{A} \quad \text{Me} - 2\bar{e} = \text{Me}^{2+}$ – анодний процес
 відновлення окисників - компонентів середовища – катодний процес.

Як правило, окисниками будуть H^+ (кисле середовище) або розчинений у воді кисень O_2 , тобто:

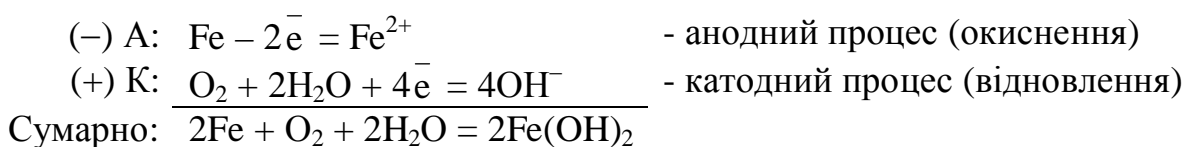


Ділянки поверхні металу, на яких відбуваються процеси окиснення і відновлення, називаються відповідно анодними й катодними. Розглянемо, як приклад електрохімічної корозії, реакції під час корозії заліза, де катодами є частки з більшими значеннями електродного потенціалу

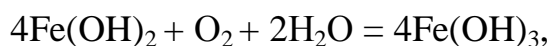
(наприклад карбіди заліза). Якщо корозія відбувається в розчині кислоти, тобто в кислому середовищі:



В нейтральному або лужному середовищі маємо:

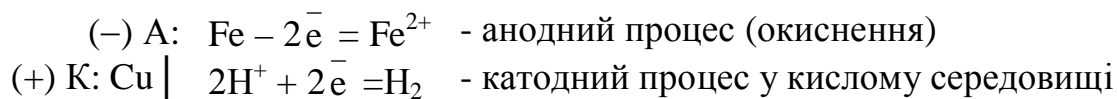


$\text{Fe}(\text{OH})_2$ – гідроксид феруму (II), що утворився, легко окиснюється киснем повітря, тобто відбувається процес:

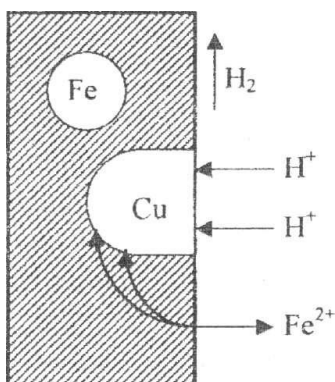


це відбувається утворення продуктів корозії заліза – *бура іржа* – це суміш гідроксидів феруму (II) і феруму (III), а також продуктів їх розкладу і взаємодії з CO_2 та іншими речовинами з навколишнього середовища.

Електрохімічна корозія може бути посилена, якщо метал містить домішки інших речовин, або неметалічні включення. Наприклад, залізо забруднене домішками міді. При цьому виникають гальванічні мікроелементи (пари), схему дії яких наведено нижче.

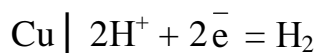


Метал з більш негативним потенціалом руйнується – його йони переходять у розчин, а електрони переходять до менш активного металу, де і відбувається відновлення йонів водню (воднева деполяризація) або відновлення розчиненого у воді кисню (киснева деполяризація).



Отже, при електрохімічній корозії, як у випадку контакту різнорідних металів (алюмінієвий лист з латунними гвинтами – це приклад

макрогальванічного корозійного елемента), так і в разі утворення мікрогальванічних елементів на поверхні одного металу, потік електронів направлений від більш активного металу до менш активного (провідника). На анодних ділянках спостерігається руйнування металу, а на катодних – відновлення корозійно активних речовин, а сам катод(провідник) зберігає свою цілісність. У нашому прикладі: провідник – включення міді, на її поверхні йде відновлення H^+ , а сама вона зберігається і це позначено у запису:



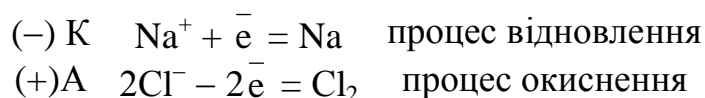
Швидкість корозії тим більша, чим далі розташовані один від одного в ряду стандартних електродних потенціалів ті метали, з яких утворився гальванічний елемент (гальванічна пара). На швидкість впливає і характер розчину електроліту – чим вища його кислотність (тобто менший рН), чим більший вміст в ньому окисників, тим швидше відбувається корозія. Значно зростає корозія при підвищенні температури. Важливе значення мають методи захисту металів та сплавів від корозії.

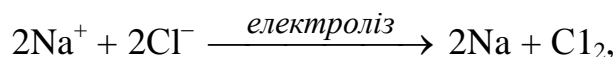
Це може бути захист поверхні металу за допомогою покриттів металічних (нікелю, цинку, хрому, алюмінію, золота та ін.) або неметалічних (лаків, фарб, смол, гуми, емалей), плівки оксиду – оксидування, плівки солей – фосфатування. Ці покриття ізолюють метал від зовнішнього середовища. Так, покривельне залізо покривають цинком, шар цинку запобігає корозії заліза.

2.1.4 Електроліз розчинів і розплавів

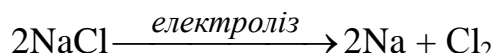
Електроліз – сукупність фізико-хімічних процесів, які відбуваються під впливом постійного електричного струму в електролізері, який має два електроди та електроліт. У розчинах і розплавах електроліти дисоційовані на йони, які безладно рухаються. Якщо у такий електроліт занурити два електроди та з'єднати їх з джерелом постійного струму, рух йонів стане напрямленим: позитивні йони будуть рухатися до катода, негативні – до анода. Ланцюг замкнеться, крізь розчин піде електричний струм. Катіони біля негативно зарядженого катода відновлюються (приєднують електрони). Аніони біля позитивно зарядженого анода окиснюються (віддають електрони), тобто на аноді протікає процес окиснення. Тобто на електродах і в розчині хімічна реакція відбувається за допомогою електричного струму. Розглянемо електроліз розплаву NaCl хлориду натрію (плавиться при 801°C).

В результаті електролізу на катоді виділяється металічний натрій, а на аноді – хлор.





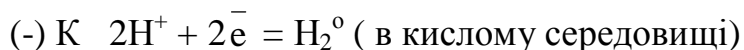
або



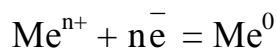
Над стрілкою вказують, що процес відбувається при пропусканні електричного струму.

Прилад, у якому проводять електроліз, називають електролізером або електричною ванною.

Під час електролізу водних розчинів солей металів, які в РСЕП знаходяться між алюмінієм і воднем, на катоді одночасно відновлюється метал і водень:



або



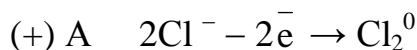
Якщо в розчині знаходяться катіони декількох металів, під час електролізу першими відновлюються катіони металу, який має більші значення електродного потенціалу. Наприклад, розчин містить: Cu^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ під час електролізу першою буде виділятися ртуть, другим – срібло і останньою – мідь.

Аноди поділяють на інертні або нерозчинні (графіт, золото, платина), та активні або розчинні.

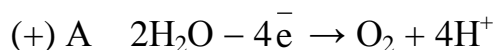
Інертні аноди не беруть участі в електрохімічних процесах і є хімічностійкими щодо розчину електроліту та продуктів електролізу солей активних металів (у РСЕП до алюмінію), тому електроди, виготовлені з цих самих металів, не будуть хімічно руйнуватися у водних розчинах електролітів.

На інертних анодах, залежно від виду аніона, в розчині або розплаві можуть відбуватися процеси:

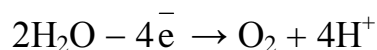
- окиснення аніонів безкисневих кислот (HCl , HBr , HI , HCN , HSCN , H_2S та інші):



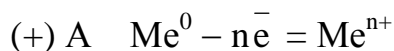
- виділяється O_2 , якщо аніони мають Оксиген (SO_4^{2-} ; NO_3^- ; PO_4^{3-} та ін.):



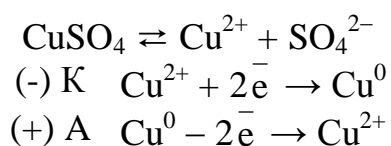
З такими аніонами кисневих кислот, крім особливих випадків, ніяких перетворень не відбувається. Таким чином, при наявності у розчині або розплаві кількох видів аніонів у першу чергу розряджаються ті аніони, які мають менше значення потенціалу.



Потенціал процесу дорівнює 1,23 В (це стандартний потенціал кисневого електроду). У випадку розчинного аноду відбувається розчинення металу, з якого виготовлено анод, якщо E° цього металу менший за 1,23 В:



Розчинними анодами, які безпосередньо беруть участь в електролізі, можуть бути мідь, нікель, цинк, срібло та ін. Наприклад, під час електролізу водного розчину сульфату міді (II) з мідним анодом, останній розчиняється, а на катоді виділяється чиста мідь:



Кількісні характеристики електрохімічних процесів описуються законами Фарадея, математичний вираз якого:

$$m = Q I t \quad \text{або} \quad m = \frac{M_{\text{екв}}(P) \cdot Q}{F} \quad \text{або} \quad m = \frac{M_{\text{екв}}(P) \cdot I \cdot t}{F}$$

де: m – маса окисненої або відновленої речовини, г;

$M_{\text{екв}}(P)$ – молярна маса еквівалента речовини, г/моль;

F – стала Фарадея, $F = 96485 \text{ Кл} = 26,8 \text{ А/г}$;

I – сила струму, А;

t – тривалість електролізу, с.

Маса речовини, що виділяється на електродах під час електролізу, пропорційна кількості електрики, яка проходить крізь розчин. Маса речовини, яка виділяється при проходженні 1 Кл електрики, дорівнює молярній масі електрохімічного еквівалента ($M_{\text{екв}}(P)/F$). Однакові кількості електрики виділяють на електродах під час електролізу маси різних речовин, які пропорційні їх молярним масам еквівалентів.

2.1.5 Окисно-відновні реакції

Хімічні реакції класифікують за різними ознаками. За зміною числа вихідних і кінцевих речовин; за виділенням або поглинанням енергії реакції; залежно від фазового стану середовища реакції поділяють на гомогенні та гетерогенні; за наявністю каталізатора; за типом енергетичної дії на речовину (термохімічні, фотохімічні) та ін.

Всі хімічні реакції можна ще розділити на два типи. До першого належать реакції, які відбуваються без зміни ступеня окиснення атомів, що входять до складу реагуючих речовин. До другого типу належать реакції, що відбуваються зі зміною ступеня окиснення атомів реагуючих речовин –

вони називаються окисно-відновними. А зміна ступеня окиснення пов'язана зі зміщенням або переходом електронів.

Ступінь окиснення – це умовний заряд атома в сполуці, обчислений за припущення, що вона складається тільки з йонів. Окисники і відновники можуть бути як простими речовинами, тобто такими, що складаються з одного елемента, так і складними. Атоми більшості металів містять на зовнішньому енергетичному рівні тільки 1-2 електрони, тому в хімічних реакціях вони віддають ці валентні електрони, тобто окиснюються. Метали виявляють відновні властивості.

У періодах з підвищенням порядкового номера елемента відновні властивості простих речовин знижується, а окисні – зростають і стають максимальними у галогенів. Наприклад, у III періоді натрій – найактивніший у періоді відновник, а хлор – найактивніший у періоді окисник. У елементів головних підгруп з підвищенням порядкового номера посилюються відновні властивості і послаблюються окисні.

Найкращі відновники – лужні метали, а найактивніші із них це Fr і Cs. Найкращі окисники – галогени, елементи головних підгруп IV-VII груп (неметали) можуть як віддавати, так і приєднувати електрони і виявляти відновні та окисні властивості.

Винятком є флуор. Він виявляє тільки окисні властивості, оскільки має найбільшу відносну електронегативність. Елементи побічних підгруп мають металевий характер, оскільки на зовнішньому енергетичному рівні їх атомів містяться 1-2 електрони. Тому їх прості речовини є відновниками. Отже, на відміну від простих речовин – металів, що виступають у ролі відновників, прості речовини – неметали проявляють себе і як окисники, і як відновники.

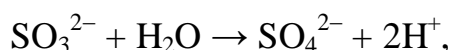
Найважливіші відновники	Найважливіші окисники
Метали, водень, вугілля Оксид карбону (II) CO Сірководень H ₂ S, оксид сульфуру (IV) SO ₂ , сульфідна кислота H ₂ SO ₃ та її солі Йодоводнева кислота HI, бромоводнева HBr, хлороводнева HCl. Хлорид стануму (II) SnCl ₂ , сульфат феруму (II) FeSO ₄ , сульфат мангану (II) MnSO ₄ , сульфат хрому Cr ₂ (SO ₄) ₃ .	Галогени Перманганат калію KMnO ₄ , Манганат калію K ₂ MnO ₄ , Оксид мангану (IV) MnO ₂ , Дихромат калію K ₂ Cr ₂ O ₇ , Хромат калію KCrO ₄ , Нітратна кислота HNO ₃ , Кисень O ₂ , озон O ₃ , Пероксид гідрогену H ₂ O ₂ , Іони благородних металів

Метод напівреакцій або йонно-електронний метод

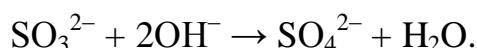
Як видно із самої назви, цей метод ґрунтується на складанні йонних рівнянь для процесу окиснення і процесу відновлення з подальшим складанням загального рівняння. Для виконання цих рівнянь потрібно керуватися загальними правилами складання йонних реакцій. Цей метод дає екологічну інформацію про те, у яких формах існує відновник та окисник у розчинах, тобто про те, як змінюється біохімічна активність сполук у наслідку цих реакцій.

Сильні електроліти записують у вигляді йонів; слабкі електроліти, неелектроліти, газоподібні речовини, оксиди та осадки – у вигляді формульних одиниць. В йонну схему включають частинки, які характеризують середовище, тобто: H^+ – кисле середовище; OH^- – лужне та H_2O – нейтральне.

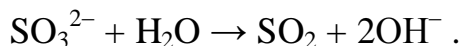
Якщо в лівій частині напівреакції недостача атомів кисню, його компенсують атомами кисню води, а в правій частині з'являються йони гідрогену за схемою:



а в лужному – додаванням подвійної кількості груп OH^- , тобто:



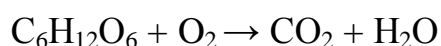
У нейтральних розчинах у ліву частину напівреакцій додають тільки воду. Якщо в лівій частині є надлишок атомів кисню, вони зв'язуються молекулами води за схемою:



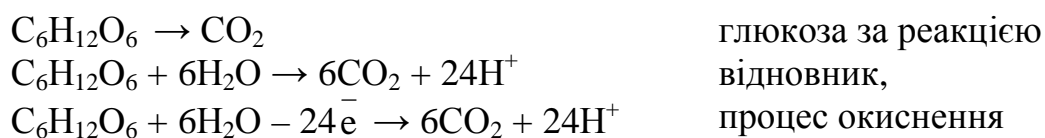
У методі напівреакцій можна виходити не із ступенів окиснення (величин досить умовних), а з реальних зарядів тих йонів чи молекул, що існують у розчині.

Нарешті, не обов'язково знати всі речовини, які утворюються, вони з'являються в рівнянні реакції під час його виведення. Тому методу напівреакцій слід віддавати перевагу і застосовувати його під час складання рівнянь всіх окисно-відновних реакцій, що відбуваються у водних розчинах.

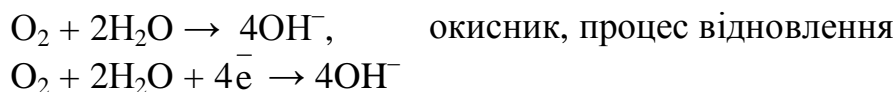
Наприклад, запишемо процес дихання або окиснення глюкози – це реакція є основою життєдіяльності. Він послідовний, але остаточні продукти – це оксид вуглецю (IV) та вода:



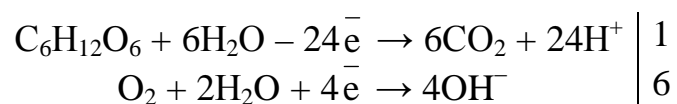
Визначаючи ступінь окиснення для глюкози отримаємо 0, якщо це викликає непорозуміння, можемо її не використовувати. Напівреакції складаємо з йонів та молекул, у даному випадку є тільки молекули, тому отримаємо такі алгоритми:



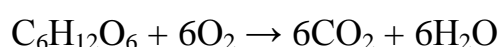
Далі O_2 повинен відновлюватися, тому:



Об'єднавши ці процеси отримаємо:

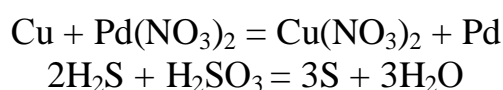


Остаточне рівняння має вигляд:

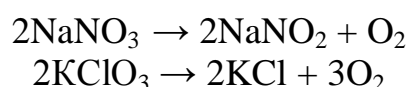


Класифікація окисно-відновних реакцій. Розрізняють типи окисно-відновних реакцій: міжмолекулярні, внутрішньомолекулярні і реакції диспропорціонування.

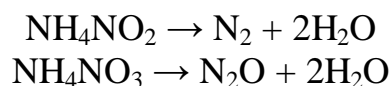
До міжмолекулярних належать реакції, у яких окисник і відновник входять до складу різних речовин. Сюди також слід віднести і реакції між різними речовинами, в яких атоми одного і того самого елемента мають різні ступені окиснення:



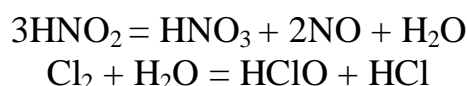
До внутрішньомолекулярних належать такі реакції, в яких окисник і відновник входять до складу однієї і тієї самої речовини. У цьому випадку атом з більшим позитивним ступенем окиснення окиснює атом з меншим ступенем окиснення. Такими реакціями є реакції термічного розкладу:



Сюди слід віднести і розклад речовин, у яких атоми одного й того ж самого елемента мають різні ступені окиснення:



Перебіг реакцій диспропорціонування (раніше називали самоокиснення-самовідновлення) супроводжується одночасним збільшенням і зменшенням ступеня окиснення атомів одного і того самого елемента. Праворуч утворюються сполуки, одна із яких містить атоми з вищим, а друга – з нижчим ступенем окиснення, це можливо для речовин, що містять атоми з проміжними ступенями окиснення. Наприклад:



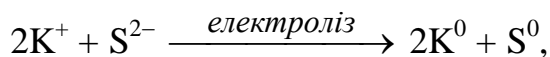
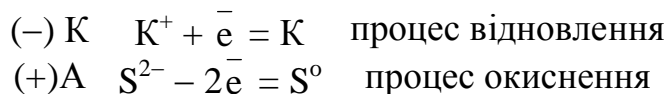
2.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

2.2.1 Приклади розв'язування задач

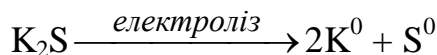
Приклад 1. Написати схему процесу електролізу розплаву сульфїду калїю.

Розв'язання: Електролиз – сукупність фізико-хімічних процесів, які відбуваються під впливом постійного електричного струму в електролізері, який має два електроди та електроліт. У розчинах і розплавах електроліти дисоційовані на йони, які безладно рухаються. Якщо у такий електроліт занурити два електроди та з'єднати їх з джерелом постійного струму, рух йонів стане напрямленим: позитивні йони будуть рухатися до катода, негативні – до анода. Ланцюг замкнеться, крізь розчин піде електричний струм. Катіони біля катода приєднують електрони (катіони відновлюються). Аніони біля анода віддають електрони тобто окиснюються, отже на аноді протікає процес окиснення. Тобто на електродах і в розчині хімічна реакція відбувається за допомогою електричного струму. Розглянемо схему електролізу розплаву K_2S сульфїду калїю.

В результаті електролізу на катоді виділяється калій, а на аноді – сірка.



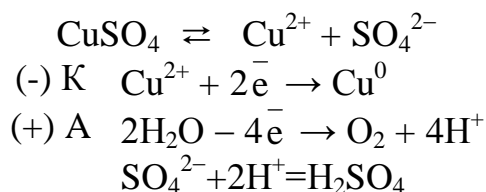
або



Над стрілкою вказують, що процес електролізу відбувається при пропусканні електричного струму.

Приклад 2. Написати схему електролізу розчину сульфату міді, розрахувати за законом Фарадея утворенні продукти процесу (вихід 100%), якщо сила струму 2А, час проходження процесу – 2 години.

Розв'язання: Запишемо схему електролізного процесу, яку можна виразити такими рівняннями реакцій, що відбуваються на електродах:



Продуктами процесу електролізу будуть такі речовини: O_2 ; Cu ; H_2SO_4 . Кількісні характеристики електрохімічних процесів описуються законами Фарадея, математичний вираз якого:

$$m = Q \cdot I \cdot t \quad \text{або} \quad m = \frac{M_{\text{екв}}(P) \cdot Q}{F} \quad \text{або} \quad m = \frac{M_{\text{екв}}(P) \cdot I \cdot t}{F}$$

де: m – маса окисненої або відновленої речовини, г;
 $M_{\text{екв}}(P)$ – молярна маса еквівалента речовини, г/моль;
 F – стала Фарадея, $F = 96485 \text{ Кл} = 26,8 \text{ А/г}$;
 I – сила струму, А;
 t – тривалість електролізу, с.

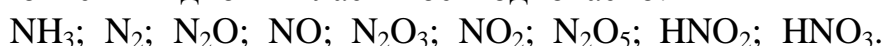
Маса речовини, що виділяється на електродах під час електролізу, пропорційна кількості електрики, яка проходить крізь розчин. Маса речовини, яка виділяється при проходженні 1 Кл електрики, дорівнює молярній масі електрохімічного еквівалента ($M_{\text{екв}}(P)/F$). Однакові кількості електрики виділяють на електродах під час електролізу маси різних речовин, які пропорційні їх молярним масам еквівалентів.

$$m(\text{Cu}) = \frac{63,5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 7200}{96500} = 4,74 \text{ г},$$

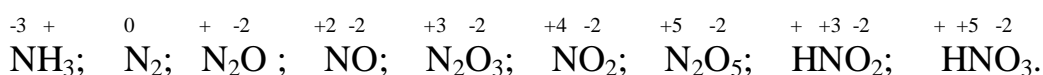
$$V(\text{O}_2) = \frac{22,4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot 7200}{96500} = 0,84 \text{ л},$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{98 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 7200}{96500} = 7,3 \text{ г}.$$

Приклад 3. Виходячи з ступеня окиснення елементів у сполуках визначте які з них можуть бути тільки відновниками, тільки окисниками і які виявляють окисні і відновні властивості одночасно:



Розв'язання. Ступінь окиснення – це умовний заряд атома в сполуці, обчислений за припущення, що вона складається тільки з йонів. Окисники і відновники можуть бути як простими речовинами, тобто такими, що складаються з одного елемента, так і складними. У деяких хімічних елементів ступені окиснення сталі, наприклад у Оксигену і Гідрогену: ст.ок.(O) = -2; ст.ок.(H) = +1. У нітрогену він змінюється: так ст.ок.(N) = +5 у сполуках N_2O_5 та HNO_3 (вищий ст.ок.); нижчий ст.ок.(N) = -3 у NH_3 ; в інших випадках – проміжний ступінь окиснення:

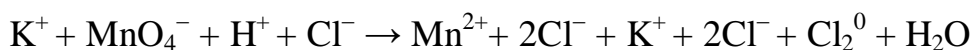


Тому Нітроген у вищому ступені окиснення (+5) в N_2O_5 ; HNO_3 є тільки окисником. У випадку NH_3 Нітроген може бути в реакції тільки відновником, а в інших – окисником і відновником, в залежності від умов протікання реакції.

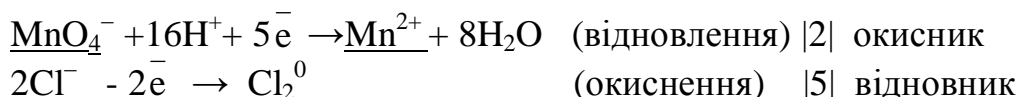
Приклад 4. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакцій методом йонно-електронного балансу:



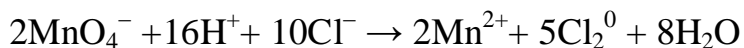
Розв'язання. Запишемо рівняння в іонному вигляді та підкреслимо ті частинки, що безпосередньо беруть участь в окисно-відновних процесах:



Складаємо рівняння напівреакцій окиснення і відновлення:



За допомогою йонів H^+ та H_2O встановимо баланс атомів, а за допомогою електронів (e^-) – баланс електронів. Знайдемо коефіцієнти та розставимо в рівняння окисно-відновної реакції послідовно в йонній і молекулярній формах:



Перевіримо кількість кожного елемента до і після реакції:



Приклад 5. Визначте який метал буде кородувати при контакті заліза і олова під час: а) атмосферної корозії, б) в кислому середовищі; в) в розчині $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. Запишіть рівняння реакцій та зробіть висновки.

Розв'язання: Метал з більш негативним потенціалом руйнується – його йони переходять у розчин, а електрони переходять до менш активного металу, де і відбувається відновлення йонів гідрогену (воднева деполяризація) або відновлення розчиненого у воді кисню (киснева деполяризація).

Швидкість корозії тим більша, чим далі розташовані один від одного в ряду стандартних електродних потенціалів ті метали, з яких утворився гальванічний елемент (гальванічна пара).

На швидкість корозійного процесу впливає і характер розчину електроліту – чим вища його кислотність (тобто менший рН), чим більший вміст в ньому окисників, тим швидше відбувається корозія.

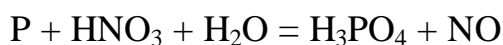
Порівняємо стандартні електродні потенціали металів: $E^0(\text{Fe}/\text{Fe}^{2+}) = -0,44\text{В}$; $E^0(\text{Sn}/\text{Sn}^{2+}) = -0,136\text{В}$. Робимо висновок, що більш активний метал – залізо, він буде кородувати на аноді при корозії, а олово буде катодом, на його поверхні в нейтральному середовищі буде відбуватись киснева деполяризація; в кислому – воднева деполяризація; в розчині нітрату міді – відновлення міді з розчину $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$:

- (Анод) $\text{Fe} - 2\bar{e} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ (корозія заліза – окиснення металу);
 а) (Катод) $\text{Sn} / 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\bar{e} \rightarrow 4\text{OH}^-$ (киснева деполяризація);
 б) (Катод) $\text{Sn} / 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2$ (воднева деполяризація);
 в) (Катод) $\text{Sn} / \text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}$ (відновлення міді).

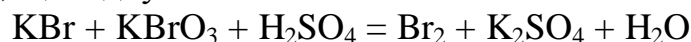
Додатково дивись рекомендовану літературу: [12: с.291-296]

2.2.2 Завдання для самостійного розв'язування

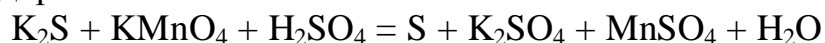
1. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції методом йонно-електронного балансу. Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника дорівнює 15 г.



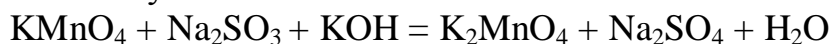
2. Виходячи з міри окиснення бром у сполуках – кислотах: HBr ; HBrO_3 ; HBrO_4 визначте яка з цих кислот є тільки окисником, яка тільки відновником, а яка може виявляти властивості окисника і відновника. Надати пояснення. Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника дорівнює 25 г. Розставити коефіцієнти в рівнянні реакції, що відбувається за схемою:



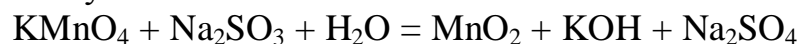
3. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції методом йонно-електронного балансу. Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника дорівнює 5 г.



4. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника дорівнює 85 г. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції методом йонно-електронного балансу:

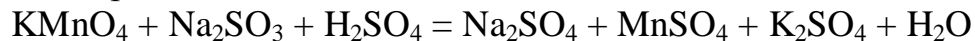


5. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника дорівнює 55 г. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції методом йонно-електронного балансу:



6. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції методом йонно-електронного балансу.

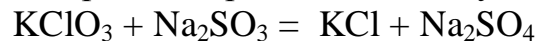
Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника дорівнює 45 г.



7. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника дорівнює 35 г. Розставте коефіцієнти в рівнянні реакції методом йонно-електронного балансу:



8. Виходячи з міри окиснення хлору у сполуках: хлоридна кислота, хлорнувата кислота, хлорна кислота визначте яка з цих кислот є тільки окисником, яка тільки відновником, а яка може виявляти властивості окисника і відновника. Надати пояснення. Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника дорівнює 25 г. Розставити коефіцієнти в рівнянні реакції, що відбувається за схемою:



9. Виходячи з міри окиснення Сульфуру у сполуках: сульфатна кислота, сульфідна кислота, сульфідна кислота визначте яка з цих кислот є тільки окисником, яка тільки відновником, а яка може виявляти властивості окисника і відновника. Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника дорівнює 15 г. Надати пояснення. Розставити коефіцієнти в рівнянні реакції, що відбувається за схемою:



10. Виходячи з міри окиснення нітрогену у сполуках: нітратна кислота, нітритна кислота, амоніак визначте яка з цих сполук є тільки окисником, яка тільки відновником, а яка може виявляти властивості окисника і відновника. Надати пояснення.

Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника дорівнює 75 г. Розставити коефіцієнти в рівнянні реакції, що відбувається за схемою:



11. Розрахувати електродний потенціал магнію в розчині його солі при концентрації 0,01 моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з марганцю. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей 0,01 моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

12. Розрахувати електродний потенціал берилію в розчині його солі при концентрації 0,001 моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод

з кадмію. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,001$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

13. Розрахувати електродний потенціал хрому в розчині його солі при концентрації $0,0001$ моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з алюмінію. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,01$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

14. Розрахувати електродний потенціал алюмінію в розчині його солі при концентрації $0,1$ моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з срібла. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,1$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

15. Розрахувати електродний потенціал золота в розчині його солі при концентрації $0,00001$ моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з нікелю. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,01$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

16. Розрахувати електродний потенціал стануму в розчині його солі при концентрації $0,01$ моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з хрому. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,01$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

17. Розрахувати електродний потенціал титану в розчині його солі при концентрації $0,0001$ моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з хрому. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,0001$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

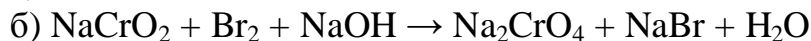
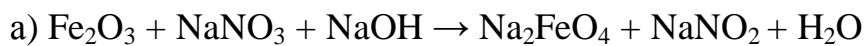
18. Розрахувати електродний потенціал цинку в розчині його солі при концентрації $0,1$ моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з цинку. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,1$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

19. Розрахувати електродний потенціал купруму в розчині його солі при концентрації $0,001$ моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з марганцю. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,001$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

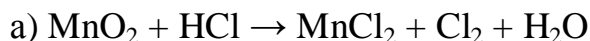
20. Розрахувати електродний потенціал кальцію в розчині його солі при концентрації $0,01$ моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з олова. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,01$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

21. Розрахувати електродний потенціал феруму в розчині його солі при концентрації $0,0001$ моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод із заліза. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,0001$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

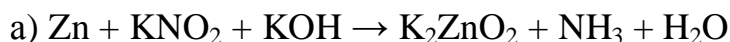
22. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



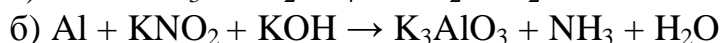
23. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



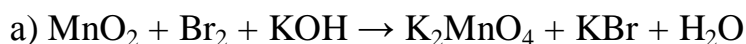
24. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



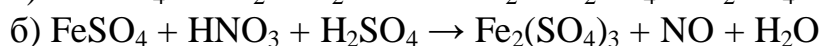
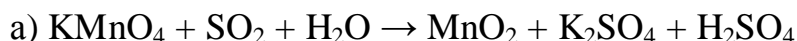
25. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



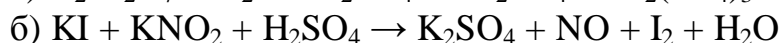
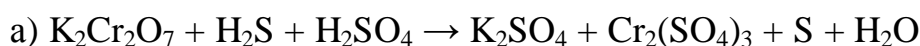
26. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



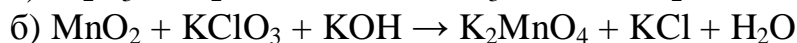
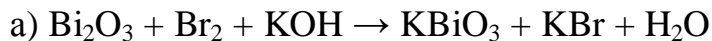
27. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



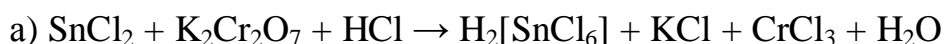
28. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



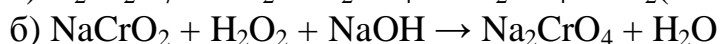
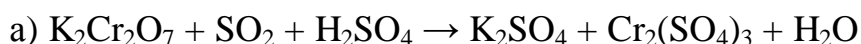
29. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



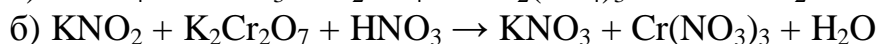
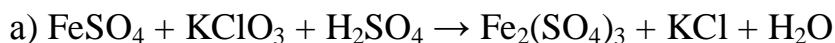
30. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



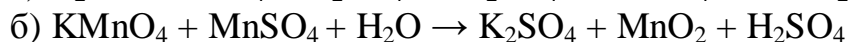
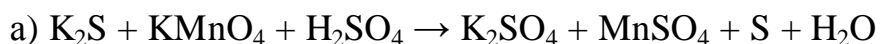
31. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



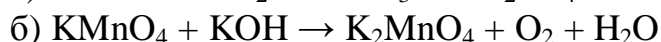
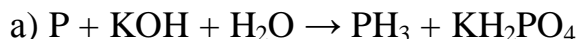
32. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



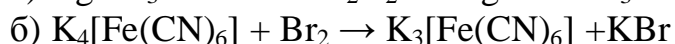
33. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



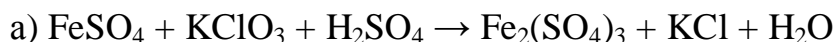
34. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



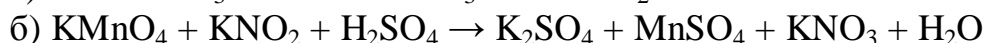
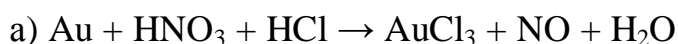
35. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



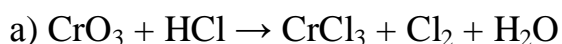
36. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



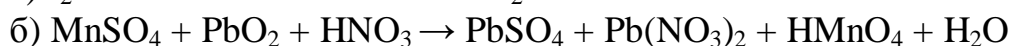
37. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



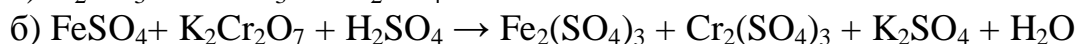
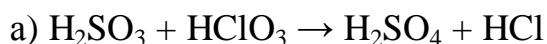
38. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



39. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



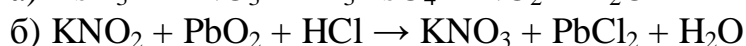
40. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



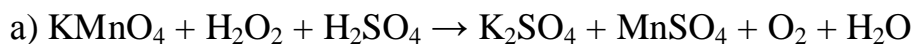
41. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



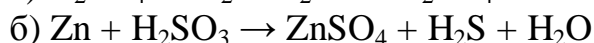
42. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



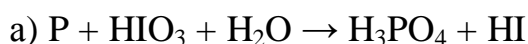
43. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



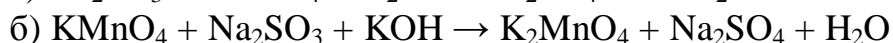
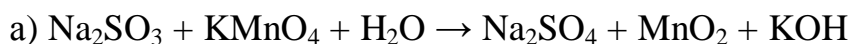
44. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



45. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



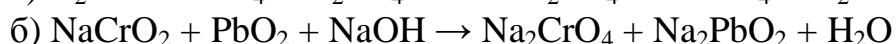
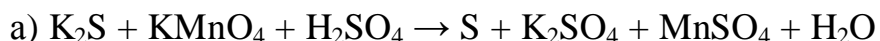
46. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



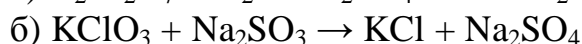
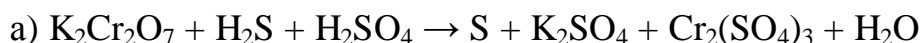
47. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



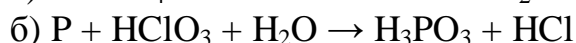
48. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



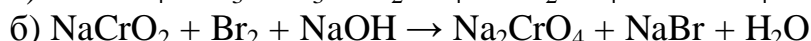
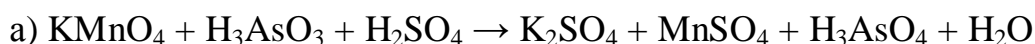
49. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



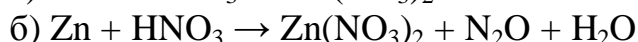
50. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



51. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



52. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



53. Розрахувати електродний потенціал кадмію в розчині його солі при концентрації $0,1$ моль/дм³. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з цинку. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,1$ моль/дм³; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

54. Розрахувати електродний потенціал нікелю в розчині його солі при концентрації $0,01 \text{ моль/дм}^3$. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з нікелю. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,01 \text{ моль/дм}^3$; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

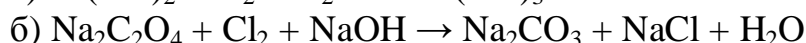
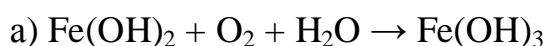
55. Розрахувати електродний потенціал хрому в розчині його солі при концентрації $0,1 \text{ моль/дм}^3$. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з хрому. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,0001 \text{ моль/дм}^3$; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

56. Розрахувати електродний потенціал кобальту в розчині його солі при концентрації 1 моль/дм^3 . Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з алюмінію. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,01 \text{ моль/дм}^3$; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

57. Розрахувати електродний потенціал вісмуту в розчині його солі при концентрації $0,01 \text{ моль/дм}^3$. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з марганцю. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,01 \text{ моль/дм}^3$; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

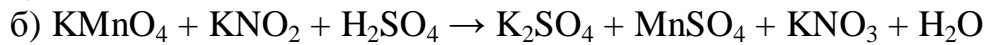
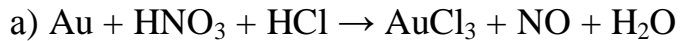
58. Розрахувати електродний потенціал магнію в розчині його солі при концентрації $0,01 \text{ моль/дм}^3$. Визначити який з металів можна використовувати як катод, якщо анодом в гальванічній парі буде електрод з кадмію. Надати необхідні розрахунки і пояснення для стандартних умов і при концентрації солей $0,01 \text{ моль/дм}^3$; записати рівняння анодних і катодних процесів; розрахувати ЕРС двох таких гальванічних елементів.

59. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



60. Складіть електронні рівняння, визначте окисник і відновник, назвіть які реакції відносяться до окиснення, а які до відновлення. Розрахуйте яку масу окисника необхідно взяти для реакції, якщо маса відновника

дорівнює 25 г. Розставте коефіцієнти в рівняннях реакцій методом йонно-електронного балансу:



61. Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву сульфату алюмінію при: а) інертному аноді; б) мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

62. Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву сульфату міді при: а) інертному аноді; б) мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

63. Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву нітрату алюмінію при: а) інертному аноді; б) залізному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

64. Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву карбонату натрію при: а) інертному аноді; б) цинковому аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

65. Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву сульфату стануму при: а) інертному аноді; б) мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

66. Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву хлориду алюмінію при: а) інертному аноді; б) мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

67. Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву сульфату цинку у випадку: а) інертного аноду; б) мідного аноду. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

68. Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву гідроксиду калію у випадку: а) золотого аноду; б) залізного аноду. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

69. Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву нітрату хрому при умові: а) на інертному аноді; б) на мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

- 70.** Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву сульфіді калію при умовах: а) на інертному аноді; б) на цинковому аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.
- 71.** Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву броміді кальцію при: а) інертному аноді; б) мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.
- 72.** Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву фториду кальцію при: а) інертному аноді; б) мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.
- 73.** Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву нітрату стануму при: а) інертному аноді; б) мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.
- 74.** Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву фосфату натрію при: а) інертному аноді; б) мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.
- 75.** Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву сульфіді калію при: а) інертному аноді; б) мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.
- 76.** Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву нітрату цинку при: а) інертному аноді; б) мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.
- 77.** Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву хлориду феруму(III) при процесі: а) на інертному аноді; б) на хромовому аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.
- 78.** Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву нітрату кальцію при процесі: а) на інертному аноді; б) на мідному аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.
- 79.** Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву сульфату заліза (III) при: а) інертному аноді; б) хромовому аноді. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

80. Складіть рівняння електродних процесів, які відбуваються при електролізі водного розчину та розплаву йодиду заліза (II) у випадку: а) інертного анода; б) мідного анода. Розрахуйте маси та об'єми утворених продуктів.

81. Як протікає атмосферна корозія заліза, якщо воно вкрите шаром нікелю, якщо воно немає пошкоджень та якщо зруйновано? Складіть рівняння анодних і катодних процесів електрохімічної корозії.

82. Як впливає рН середовища на швидкість корозії заліза і цинку, якщо ці метали контактують та якщо не мають контакту? Напишіть рівняння корозії цих металів в кислому і нейтральному середовищах.

83. В чому сутність протекторного захисту металів від електрохімічної корозії? Складіть рівняння анодних і катодних процесів, які відбуваються якщо протектором є цинк і мідь, для яких металів вони можуть бути протекторами?

84. Чому мідь не витісняє водень із розбавлених розчинів кислот? Але при контакті міді з цинком на міді починається бурхливе виділення водню. Напишіть рівняння анодних і катодних процесів в кислому середовищі.

85. Якщо на поверхню сталі нанести краплину води, то корозії підлягає середня, а не зовнішня частина заліза. Як це можна пояснити? Складіть рівняння анодного і катодного процесів.

90. Як протікає корозія заліза у вологому повітрі, якщо залізо вкрите шаром олова, марганцю? Надати пояснення та записати рівняння процесів, що відбуваються при атмосферній корозії.

91. Чому алюміній витісняє мідь з розчину хлориду міді, але не витісняє її з розчину сульфату міді? Що треба зробити, щоб ця реакція відбулася? Надати пояснення та записати рівняння процесів, що відбуваються.

92. Написати реакції протекторного захисту заліза вкритого нікелем та кадмієм в водопровідній воді та у морській воді. Надати необхідні пояснення. Навести конкретні приклади із рівняннями відповідних реакцій.

93. При контакті цинку та олова у воді, на повітрі та у розчині хлориду заліза відбувається електрохімічна корозія. Надати пояснення та записати рівняння реакцій, що відбуваються в такому випадку.

94. Чому цинк витісняє мідь з розчину сульфату міді. Надати пояснення та записати анодні і катодні процеси, що відбуваються.

95. Як проходить атмосферна корозія лудженого заліза і лудженої міді при порушенні покриття. Складіть рівняння процесів, що при цьому відбуваються, надати необхідні пояснення.

96. Пластинку з чистого цинку занурили в розбавлений розчин кислоти, при цьому спостерігається повільне виділення водню. Але при контакті цинку з мідною пластиною починається бурхливе виділення водню. Надати пояснення та записати процеси, що відбуваються.

97. Надати пояснення процесу чому, коли цвях вбитий у вологе дерево, то спостерігається корозія частини цвяха, яка знаходиться в середині дерева. Надати пояснення та записати процеси, що відбуваються. Складіть рівняння анодних і катодних процесів електрохімічної корозії.

98. Залізний виріб вкрили шаром хрому. Яке це покриття - анодне чи катодне? Надати пояснення та записати процеси, що відбуваються. Складіть рівняння анодних і катодних процесів електрохімічної корозії в кислому і нейтральному середовищах.

99. Мідна пластина вкрита шаром срібла з одного боку і шаром хрому з іншого. Яке це покриття - анодне чи катодне? Надати пояснення та записати процеси, що відбуваються. Складіть рівняння анодних і катодних процесів електрохімічної корозії металів в кислому і нейтральному середовищах.

100. В чому сутність протекторного захисту металів від електрохімічної корозії? Складіть рівняння анодних і катодних процесів, які відбуваються якщо протекторами є нікель і кадмій, для яких металів вони можуть бути протекторами?

III МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО СРС ПРИ ВИКОНАННІ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ №2 (розділ «Колоїдна хімія»)

3.1 Теоретична частина

3.1.1 Загальні положення, необхідні попередні знання та навички

Теоретичні знання і практичні навички студенти можуть отримати після опрацювання наступної *рекомендованої літератури*: [1] с. 314-350; [8] с. 211-230; [9] с. 5-31.

Дисперсно-колоїдні системи (ДКС) – це мікрогетерогенні системи, які складають з дисперсійного середовища (розчинника) та дисперсної фази (розчиненої речовини), які мають розміри частинок $10^{-7} - 10^{-9}$ м. Обов'язковою властивістю колоїдних систем є їх взаємна нерозчинність, тому такі системи є гетерогенними і мають межу розділу фаз.

Якщо розміри частинок більші ніж 10^{-7} м, то така система називається грубодисперсною. У випадку коли розміри часточок розчиненої речовини менші ніж 10^{-9} м то спостерігається утворення молекулярних розчинів, які представлені іонами, молекулами, атомами.

Властивості дисперсних систем в основному визначаються їх дисперсністю (або мірою подрібненості дисперсної фази) і значною мірою залежать від агрегатних станів їхніх фаз. Дисперсність системи прийнято виражати через середній діаметр часточок чи питому площу поверхні її дисперсної фази. Для дисперсних систем із сферичними частками дисперсної фази їх можна розрахувати за формулами:

$$S_{уд} = \frac{6}{D_{CP}} [м^2 / м^3] = \frac{6}{D_{CP} \cdot \rho} [м^2 / кг]$$

За ступенем дисперсності D розрізняють три основні класи дисперсних систем; $D = \frac{1}{d}$, де d – розміри колоїдної часточки, якщо:

- $D = 10^3 - 10^6$, тоді $d = 10^{-3} - 10^{-6}$ м – це грубо дисперсні системи;
- $D = 10^7 - 10^9$, тоді $d = 10^{-7} - 10^{-9}$ м – це колоїдно-дисперсні системи;
- $D = 10^9 - 10^{11}$, тоді $d = 10^{-9} - 10^{-11}$ м – це молекулярно-дисперсні системи.

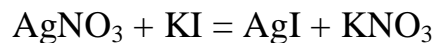
За агрегатним станом дисперсно-колоїдні системи поділяються на вісім основних класів:

1. золі – тверда речовина диспергована в рідині (Т/Р);
2. емульсії – рідка речовина - в рідині (Р/Р);
3. піни – газоподібна речовина - в рідині (Г/Р);
4. гелі – рідка речовина - в твердому середовищі (Р/Т);
5. сплави – тверда речовина - в твердому середовищі (Т/Т);
6. тверді піни – газ - в твердому середовищі (Г/Т);
7. аерозоль - рідка речовина – в газоподібному середовища (Р/Г);
8. пил, дим – тверда речовина – в газоподібному середовищі (Т/Г).

Дисперсно-колоїдні системи мають великий запас поверхневої енергії, тобто високий термодинамічний потенціал. Саме тому, згідно другому закону термодинаміки, такі системи здатні до скорочення площі питомої поверхні розділу фаз. Тому колоїдні системи мають здатність до коагуляції або самодовільного злипання (або злиття) частинок, що призводить до укрупнення колоїдних часточок, а потім відбувається поступовий поділ фаз або розшарування системи та седиментація (випадіння осаду).

Дисперсні системи можуть утворюватися не самодовільним способом (шляхом подрібнення дисперсної фази або розчиненої речовини) або самодовільним способом (конденсаційним шляхом або додаванням розчинів електролітів). В обох випадках для стійкості дисперсної системи необхідно додавати стабілізатори – це речовини, які утворюють на поверхні частинок дисперсійної фази шар з поверхнево-активних речовин (ПАР). При адсорбції ПАР частина поверхневої енергії дисперсно-колоїдної системи витрачається на роботу процесу адсорбції (адсорбція – це процес поглинання однієї речовини іншою, що відбувається на межі поділу фаз). В результаті таких складних процесів термодинамічний потенціал системи знижується і система не має можливості для коагуляції часточок, тобто відбувається стабілізація системи. Стабілізація дисперсних систем поверхнево-активними речовинами називається колоїдним захистом.

Стабілізуючу дію електролітів можна розглянути на прикладі утворення гідрозолу йодиду срібла за реакцією:



Якщо в розчин нітрату срібла AgNO_3 поступово при інтенсивному перемішуванні додавати розчин йодиду калію KI , то осад йодиду срібла формується в присутності таких йонів як: K^+ ; I^- ; Ag^+ ; NO_3^- . Так як йодид калію взятий для реакції в недостатчі, то йодид-іонів I^- в розчині майже не існує, тому що вони відразу зв'язуються у нерозчинну сполуку йодиду срібла AgI , яка утворює нерозчинну сполуку.

В таких умовах на поверхні **ядра** кристалів - $m(\text{AgI})$ в момент їх утворення будуть адсорбуватися відповідно до правила Панетта-Фаянса йони, які існують в розчині у надлишку і спорідненні з йонами ядра, це в нашому випадку будуть катіони Ag^+ (це потенціал-визначальні йони, що визначають заряд колоїдної часточки).

В ході реакції під дією сил електростатичної взаємодії з розчину до такого утвореного **агрегату** притягуються іони з протилежним зарядом або протийони, в нашому випадку це - нітрат-аніони NO_3^- (йони, знак електричних зарядів яких протилежний знаку заряду агрегату), але їх кількість є дещо меншою ніж потенціал-визначальних йонів. Тому

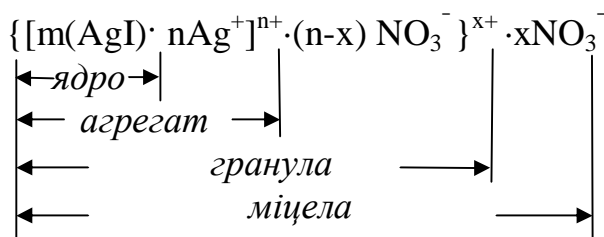
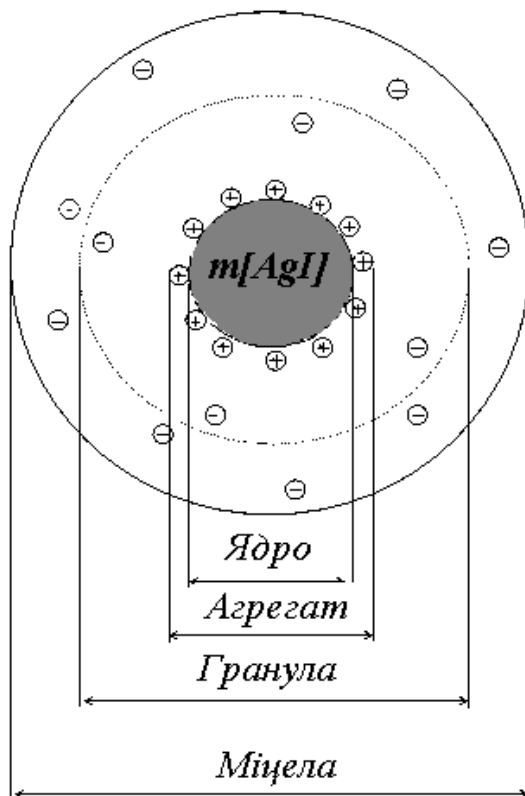
формулу **гранули** або колоїдної часточки можна записати в такому вигляді:

$(mAgI)$ – ядро міцели гідрозоля йодиду срібла;

$[(m AgI) \cdot nAg^+]^{n+}$ - агрегат

$[(mAgI) \cdot nAg^+ \cdot (n-x)NO_3^-]^{x+}$ - гранула

$\{[(m AgI) \cdot n Ag^+ \cdot (n-x)NO_3^-]^{x+} \cdot xNO_3^-\}^0$ - міцела



Середній електричний заряд x гранул дорівнює алгебраїчній сумі електричних зарядів потенціал-визначальних йонів і протийонів, що входять до складу колоїдних часточок: $x = n - (n-x)$.

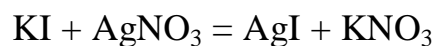
У формулі міцели m – число молекул йодиду срібла AgI , що входять до складу ядра, n – число потенціал-визначальних або зарядоутворюючих йонів срібла Ag^+ . Як правило m значно більше n . Загальне число протийонів n , але частина з них $(n-x)$ входить в адсорбційний шар Гельмгольца і знаходиться поблизу ядра, а інша частина протийонів складає дифузійний шар протийонів міцели.

Поряд із силами електростатичної взаємодії, у дисперсно-колоїдних системах діють також сили дифузії броунівського руху, які обумовлені тепловим рухом молекул середовища. Внаслідок дифузійних процесів частина протийонів NO_3^- залишається в розчині і має здатність вільно рухатися, яка утворює на поверхні гранули дифузійний шар протийонів. Разом з протийонами дифузійного шару NO_3^- колоїдні часточки утворюють структурну одиницю дисперсно-колоїдної системи - міцелу.

Міцела – це електронейтральна структурна одиниця ДКС, яка складається з ядра та шару Гельмгольца (який утворюють зарядоутворюючі йони та протийони адсорбційного шару), а також з протийонів дифузійного шару.

Стійкий золь йодиду срібла може бути отриманий при дотриманні таких умов: розчини реагентів повинні бути розбавленими і одна з реагуючих речовин береться у надлишку.

Якщо для даної реакції в надлишку буде взятий йодид калію KI , то реакція, структура і формула колоїдної системи буде мати такий вигляд:



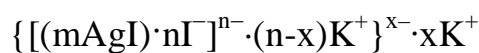
(mAgI) – ядро міцели гідрозоля йодиду срібла;

$[(\text{mAgI}) \cdot n \Gamma^-]^{n-}$ - агрегат

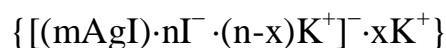
$[(\text{mAgI}) \cdot n \Gamma \cdot (n-x)\text{K}^+]^{x-}$ - гранула

$\{[(\text{mAgI}) \cdot n \Gamma \cdot (n-x)\text{K}^+]^{x-} \cdot x\text{K}^+\}^0$ - міцела

На першому місці в рівнянні реакції записується речовина **A** (взята в надлишку), на другому місці – речовина **B** (взята в недостатці). Стабілізатором такого розчину буде речовина **A**, що взята в надлишку. Змінюється знак зарядоутворюючих йонів (за правилом Панетта-Фаянса), в нашому випадку на поверхні ядра (mAgI) будуть спочатку адсорбуватися потенціал визначальні йони $n\Gamma^-$, а потім протийони $(n-x)\text{K}^+$, що обумовлює заряд гранули як: $-x$.



або



Як вже вище було визначено міцела немає заряду, а значення середнього електричного заряду колоїдних часточок визначається різницею електростатичних потенціалів, що виникає між колоїдними частинками й розчином при становленні рівноваги в системі. Ця різниця потенціалів називається електрокінетичним дзета-потенціалом (ζ -потенціал) системи. Чим більше значення ζ -потенціалу системи, тим більше значення середнього електричного заряду колоїдних часточок.

Наявність у колоїдних часточок однойменних електричних зарядів призводить до їхнього взаємного відштовхування, це перешкоджає можливості злипання (злиття) часточок дисперсної фази, тим самим, надає системі так звану колоїдну стійкість.

Чим більше значення середнього електричного заряду колоїдних часточок, тим більші сили їхнього взаємного відштовхування. Отже, чим більше – ζ -потенціал міцел системи ДКС, тим більше її колоїдна стійкість.

Електроліт, до складу якого входять йони, які адсорбуються на поверхні дисперсних часточок (потенціал визначальні іони), називається електролітом-стабілізатором.

3.1.2 Властивості колоїдних систем

Оптичні властивості ДКС. Для мікрогетерогенних систем найбільш характерним оптичним явищем є розсіювання світла, вперше описане М.Фарадеєм у 1857 році.

При бічному освітленні в колоїдних системах відбувається явище *опалесценції* (це розсіювання й переливання світла, що проходить крізь розчин ДКС, та набування їм блакитно-жовтого забарвлення), хоча в прохідному світлі колоїдні розчини можуть виглядати прозорими. Також явище розсіювання світла розчинами ДКС докладно досліджував Дж.Тиндаль (1868-1894), який спостерігав проходження світла крізь колоїдну систему у вигляді конусу на темному фоні (ефект Тиндаля).

Джерелом вторинних світлових хвиль, що обумовлюють виникнення розсіяного світла, згідно теорії Дж.Релея (1889-1894), є індуктовані диполі, що пропускають у всіх напрямках світло такої ж довжини хвилі, що й падаюче світло. Періодична зміна розподілу зарядів перетворює молекули і частинки в диполь-електричне джерело електричних хвиль, таке випромінювання диполів називають розсіяним.

Відповідно до рівняння Дж.Релея, яке є математичним виразом закону розсіювання світла, воно характерне для розведених дисперсних систем та частинок з розмірами набагато меншими ніж довжина хвилі падаючого світла, інтенсивність світлорозсіювання дуже залежить від довжини світла. Коли розміри частинок збільшуються, то світлорозсіювання переходить у відбиття світла і інтенсивність розсіяного світла зменшується.

Підвищення концентрації речовини, що поглинає світло (дисперсної фази), приводить до відповідного світлопоглинання, яке пропорційне концентрації колоїдного розчину. Відповідно до рівняння закону Ламберта-Бера:

$$I_n = I_0 \cdot e^{-k \cdot c \cdot l}$$

інтенсивність світла, що пройшло крізь колоїдну систему прямо пропорційно концентрації дисперсної фази в цьому розчині, тобто при

малий концентраціях інтенсивність світла зменшується для розведених відносно тонких шарів колоїдних розчинів.

Електрокінетичні властивості ДКС. Гранули або колоїдні частинки мають електричні заряди, завдяки яким вони не здатні до об'єднання, злипання або осадження. Виникнення заряду на часточці пояснюється адсорбцією поверхнею частинки потенціал-визначальних йонів з розчину. Знак заряду і його величина залежать від способу одержання колоїдного розчину, концентрації йонів, температури, природи розчинника та інших факторів.

Згідно правилу Панета-Фаянса на поверхні ядра в першу чергу адсорбуються з навколишнього розчину електроліту йони, які є в значній кількості (взято у надлишку) і які є спорідненими із ядром. На них потім нашаровуються протийони адсорбційного шару, але їх кількість недостатня, щоб повністю нейтралізувати заряд агрегату. Тому гранула має такий же заряд як і потенціал-визначальні йони.

Заряд колоїдних частинок можна визначити експериментальним шляхом: під дією постійного електричного струму катіони, які заряджені позитивно, рухаються до негативно зарядженого катоду, а аніони (із негативними зарядами - до позитивно зарядженого аноду. Процес переміщення частинок колоїдного розчину в електричному полі називається *електрофорезом*.

В ізоелектричному стані міцела немає заряду, тому що в ній відсутній дифузійний шар противоіонів і заряд гранули є нейтральним і повністю скомпенсованим (кількість протийонів і зарядоутворюючих йонів стає рівною). Тобто при певних концентраціях електролітів колоїдна частинка втрачає електричний заряд і вже не може рухатися в постійному електричному полі під час електрофорезу.

Молекулярно-кінетичні властивості ДКС: броунівський рух, дифузія, седиментація, коагуляція пов'язані із певними розмірами колоїдних частинок (10^{-7} - 10^{-9} м).

Якщо в колоїдних розчинах сили тяжіння між частинками, які стикаються одна з одною (наприклад, внаслідок броунівського руху), більші за сили взаємного відштовхування, то відбувається з'єднання частинок в більш великі агрегати, що призводить до втрати агрегативної стійкості. Процес злипання колоїдних частинок, який призводить до їх укрупнення та втрати молекулярно-кінетичної рухливості називають *коагуляцією*. Вона в подальшому призводить до втрати колоїдною системою седиментаційної стійкості, тому часто супроводжується випадінням осаду або *седиментацією*.

Якщо і дисперсно-колоїдну систему вводити велику кількість електроліту, то відбувається збільшення кількості противоіонів в адсорбційному шарі ДКС. Це спричиняє за собою зменшення середнього електричного заряду колоїдних часточок і відповідне зниження

електрокінетичного ζ -потенціалу системи. В результаті таких процесів взаємне відштовхування частинок стає слабкішим і збільшується ймовірність їхніх зіткнень та взаємодій.

Коагуляція золів електролітами відбувається за певними правилами, які можна об'єднати таким чином:

1. Всі електроліти при збільшенні їхньої концентрації в золі до деякого значення викликають коагуляцію колоїдних систем. Мінімальна концентрація електроліту, доданого до золю, що викликає швидку коагуляцію за певний час, називається *порогом коагуляції* (γ).
2. Коагулюючу дію призводить не весь електроліт, а тільки його йон, який має заряд, однойменний із зарядом протийонів міцели. Колоїдні розчини, що містять позитивно заряджені частинки, коагулюють під дією аніонів, а негативно заряджені колоїдні частинки (гранули) – під дією катіонів.
3. Коагулююча здатність йона залежить від його заряду. Багатозарядні йони викликають коагуляцію при набагато менших концентраціях (γ - найменший поріг коагуляції), чим йони з малим зарядом, які мають найбільший поріг коагуляції.
4. Згідно правила значущості або правила Шульце-Гарді коагулююча здатність двозарядного йона буде більше в кілька десятків разів більша ніж у однозарядного йона, а тризарядного йона – у кілька сотень разів більша, тому що їх пороги коагуляції відносяться між собою, як:

$$\gamma_1 : \gamma_2 : \gamma_3 = 1 : \left(\frac{1}{2}\right)^6 : \left(\frac{1}{3}\right)^6 = 1 : \frac{1}{64} : \frac{1}{729}$$

5. Коагулююча здатність йонів однакового заряду зростає із збільшенням радіусу йона. Йони органічних сполук завжди мають вищу коагулюючу здатність, ніж йони неорганічних речовин. При збільшенні концентрації електроліту в розчині зменшується електрокінетичний потенціал колоїдних частинок і коагуляція настає при його певному значенні – критичному потенціалі. Для більшості систем ζ -критичний потенціал дорівнює 0,03.

При змішуванні колоїдних розчинів, що складаються із частинок протилежного заряду, заряди гранул нейтралізуються й відбувається взаємна коагуляція розчинів. Нагрівання зменшує адсорбцію йонів колоїдними частинками, що також приводить до процесу коагуляції.

Процес, зворотній коагуляції, називають *пептизацією*. Пептизація має місце при промиванні осадів водою. При цьому йони електроліту-коагулятора вимиваються, частинки осаду знову здобувають заряд і переходять у колоїдний розчин.

Така взаємодія колоїдних часточок, відповідно до принципу мінімуму вільної енергії, призводить до їхнього злипання або злиття у

випадку рідин, такий процес називають коагуляцією (або коалесценцією для рідин). Якщо частинки укрупнюються, втрачають молекулярно-кінетичні властивості і стають більшими ніж 10^{-9} м, відбувається седиментація (випадіння осаду).

Коагулюючу дію на колоїдну систему з присутніх в розчині різних йонів буде виявляти лише ті йони електроліту, знак електричного заряду яких протилежний знаку заряду колоїдних часточок (або гранули) дисперсної системи. Такі йони називають коагулюючими йонами або йонами-коагуляторами, а електроліт, до складу якого вони входять – електролітом-коагулятором.

Мінімальна концентрація електроліту-коагулятора, що викладає в системі коагуляцію, називається *порогом коагуляції* γ або критичною концентрацією електроліту, яка визначається за формулою:

$$C_{кр} = \frac{C \cdot V_{ел} \cdot 1000}{V_{ел} + V_3},$$

де $C_{кр}$ - молярна концентрація еквівалента електроліту, ммоль/дм³;

$V_{ел}$; V_3 - відповідно об'єм електроліту та об'єм золю, дм³.

Встановлено, що поріг коагуляції обернено пропорційний ступеню електричного заряду (валентності) йонів коагуляторів z в шостому ступені (рівнянням В.Дерягіна):

$$C_{кр} = \frac{k \cdot T^5}{z^6},$$

де T – температура колоїдної системи;

z – заряд йонів коагуляторів ;

k – коефіцієнт, який залежить від фізичних властивостей фаз системи.

3.2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

3.2.1 Приклади розв'язування задач

Приклад 1. В задачі необхідно визначити питому та загальну площі поверхні подрібнених частинок золю золота.

Обчислити питому поверхню частинок золю золота, який отримали в результаті диспергування (подрібнення) 0,5 г золота на частки кулястої форми діаметром $7,0 \cdot 10^{-9}$ м, густина золота $\rho = 19320$ кг/м³.

Розв'язання: Під питомою поверхнею роздрібнених частинок речовини $S_{уд}$ розуміють сумарну площу поверхні всіх часточок речовини, загальний обсяг яких становить $1,0 \cdot 10^{-6}$ м³. Питома поверхня $S_{уд}$ дорівнює відношенню площі поверхні подрібнених частинок S до об'єму подрібненої речовини V :

$$S_{уд} = \frac{S}{V}$$

так як дисперсні частинки мають кулясту форму:

$$S_{y\partial} = \frac{3}{r} \quad \text{або} \quad S_{y\partial} = \frac{6}{D},$$

де r – радіус сферичних частинок;

D - діаметр кулястої частинки.

Надалі можна визначити об'єм, який займає 0,5 г золота:

$$V = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{19320} \text{ м}^3 = 2,58 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3.$$

Питома поверхня подрібнених сферичних частинок золота дорівнює:

$$S_{y\partial} = \frac{3}{3,5 \cdot 10^{-9}} \text{ м}^{-1} = 0,86 \cdot 10^9 \text{ м}^{-1}$$

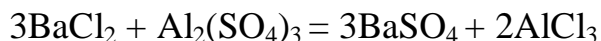
Потім знаходимо загальну площу поверхні часточок золю золота:

$$S \cdot S_{y\partial} V = 0,86 \cdot 10^9 \cdot 2,58 \cdot 10^{-8} = 2,22 \text{ м}^3$$

Приклад 2. Визначення порогу коагуляції – мінімального об'єму електроліту, необхідного для одержання золю сульфату барію.

Який об'єм 0,002 н розчину хлориду барію треба додати до 0,03 дм³ 0,0006 н сульфату алюмінію, щоб одержати позитивні заряджені частинки золю сульфату барію. Напишіть формулу міцели золю.

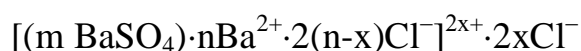
Розв'язання: Якщо речовини А (BaCl_2) взято в надлишку реакція записується таким чином:



Якщо речовини в реакції беруть участь в стехіометричних співвідношеннях, то для повної взаємодії речовин в реакції необхідно взяти такий об'єм хлориду барію:

$$\frac{3 \cdot 10^{-2} \cdot 6 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-3}} \text{ дм}^3 = 0,86 \cdot 10^{-3} \text{ дм}^3$$

Для одержання позитивних часточок золю сульфата барію у розчині повинен бути взятий надлишок хлориду барію в порівнянні із сульфатом алюмінію. Отже, для реакції потрібно взяти надлишок 0,009 дм³ 0,002 н розчину BaCl_2 , таким чином формула міцели золю сульфату барію буде мати такий вигляд:



Приклад 3. Визначення порогу коагуляції електроліту з урахуванням його концентрації.

В кожену із трьох колб налили 0,01 дм³ золю хлориду срібла AgCl. Для коагуляції золю в першу колбу додають 0,002 дм³ 1 н розчину нітрату натрію NaNO₃, в другу – 0,012 дм³ 0,01 н розчину нітрату кальцію Ca(NO₃)₂, а в третю – 0,007 дм³ 0,001 н розчину нітрату алюмінію Al(NO₃)₃. Обчислити пороги коагуляції електролітів та визначте знак заряду частинок золю.

Розв'язання: Поріг коагуляції можна обчислити за формулою:

$$C_{кр} = \frac{C \cdot V_{ел} \cdot 1000}{V_{ел} + V_3},$$

де $C_{кр}$ - молярна концентрація еквівалента електроліту, ммоль/дм³;

$V_{ел}$; V_3 - відповідно об'єм електроліту та об'єм золю, дм³.

Електроліти, які додають до золю, містять нітрат-аніони NO₃⁻ та катіони: Na⁺; Ca²⁺; Al³⁺, відповідно до правила Шульце-Гарді найменший поріг коагуляції буде у йона з найбільшим зарядом, тобто у Al³⁺. Отже, якщо коагуляцію викликають позитивно заряджені йони, то гранула або колоїдна часточка має заряд негативний (у йона, що викликає коагуляцію заряд протилежний заряду гранули або колоїдної часточки).

Концентрації електролітів, що викликають коагуляцію розраховують такими чином:

$$C_{NaNO_3} = \frac{1 \cdot 0,002 \cdot 1000}{0,002 + 0,001} = 166,70 \text{ ммоль/дм}^3$$

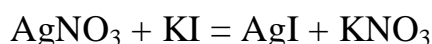
$$C_{Ca(NO_3)_2} = \frac{0,01 \cdot 0,012 \cdot 1000}{0,012 + 0,001} = 5,45 \text{ ммоль/дм}^3$$

$$C_{Al(NO_3)_3} = \frac{0,001 \cdot 0,007 \cdot 1000}{0,007 + 0,001} = 0,41 \text{ ммоль/дм}^3$$

Приклад 4. Визначення заряду колоїдних часточок.

Золь йодиду срібла AgI, який утворюється при додаванні до 0,02 дм³ 0,01 н розчину йодиду калію KI та 0,028 дм³ 0,005 н розчином нітрату срібла AgNO₃. Який заряд мають колоїдні частинки золю. Напишіть формулу його міцели.

Розв'язання: Під час хімічної реакції між речовинами, утворюється осад нерозчинного йодиду срібла, який є ядром міцели:

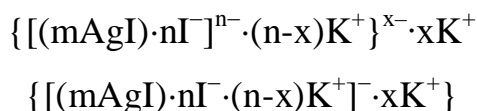


Для визначення кількості реагуючих речовин об'єм розчину необхідно помножити на концентрацію розчину електроліту:

В розчині AgNO₃: $0,005 \cdot 0,028 = 1,4 \cdot 10^{-4}$ ммоль;

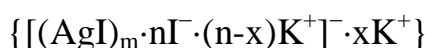
В розчині KI: $0,02 \cdot 0,01 = 2,0 \cdot 10^{-4}$ ммоль.

Розрахунок показує, що в розчині кількість речовини йодиду калію KI більше (взято в надлишку), а нітрату срібла AgNO_3 менше (взято в недостатці), отже ядром колоїдних частинок золю йодиду срібла будуть молекули AgI , на них будуть адсорбуватися йони Γ^- , які є потенціал-визначальними йонами, які визначають заряд гранули (часточки), тобто колоїдна часточка має негативний заряд. На поверхню такого агрегату адсорбуються протийони K^+ . Тому при надлишку йодиду срібла формула міцели буде мати такий вигляд:

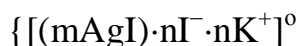


Приклад 5. Ізоелектричний стан міцели, визначення потенціал-визначальних йонів та протийонів міцели (дивись попередню реакцію).

Розв'язання:



У випадку коли концентрації обох електролітів рівними, міцела буде знаходитися в *ізоелектричному стані*, який можна записати міцелярною формулою наступного вигляду:



(mAgI) – ядро міцели гідрозоля йодиду срібла;

$[(\text{mAgI}) \cdot n\Gamma^-]$ – агрегат;

$[(\text{mAgI}) \cdot n\Gamma^- \cdot n\text{K}^+]$ – гранула немає заряду і є міцелою;

$n\Gamma^-$ – потенціал-визначальні йони;

$n\text{K}^+$ – протийони адсорбційного шару.

В такому випадку повністю відсутні протийони дифузійного шару, тому при електрофорезі під дією електричного поля колоїдна часточка не буде рухатися, так як немає електричного заряду.

3.2.2 ЗАДАЧІ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ

101. Визначте питому поверхню й сумарну площу поверхні часток золю срібла, отриманого при подрібненні 1,2 г срібла на частки кулястої форми з діаметром $1,0 \cdot 10^{-8}$ м. Густина срібла $10\,500 \text{ кг/м}^3$.

102. Обчисліть сумарну площу поверхні кулястих часток золю ртуті з діаметром $2,5 \cdot 10^{-8}$ м. Золь був отриманий дробленням 5,2 г ртуті. Густина ртуті $13\,546 \text{ кг/м}^3$.

103. Розрахуйте сумарну площу поверхні часток золю сульфїду миш'яку і число часток в $0,5 \text{ дм}^3$ золю, якщо 1 дм^3 золю містить 2,25 г Ag_2S_3 . Часточки золю мають кубічну форму з довжиною ребра $1,2 \cdot 10^{-7}$ м. Густина Ag_2S_3 дорівнює $3\,506 \text{ кг/м}^3$.

- 104.** Аерозоль був отриманий розпиленням 0,5 кг вугілля в 1 м³ повітря. Частки аерозолу мають кулясту форму, діаметр частки $8 \cdot 10^{-8}$ м. Визначте питому поверхню й число часток у цьому аерозолі. Густина вугілля становить 1,8 кг/м³.
- 105.** При додаванні надлишку сірководню в розчин солі миш'яку (III) AsCl₃ одержали золь сульфїду миш'яку. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели золю й визначте знак його заряду. Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .
- 106.** Золь кремнієвої кислоти H₂SiO₃ був отриманий при взаємодії розчинів K₂SiO₃ та HCl. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели золю й визначте, який з електролітів був у надлишку, якщо протиіони в електричному полі рухаються до катоду.
- 107.** Напишіть формулу міцели золю золота (ядро колоїдної частки містить m[Au]), отриманого розпиленням золота в розчині NaAuO₂. Надати необхідні пояснення, записати рівняння процесів.
- 108.** Складіть рівняння реакцій в молекулярній і йонній формах, формулу міцели золю гідроксиду алюмінію, отриманого при глибокому гідролізі сульфату алюмінію. Надати необхідні пояснення.
- 109.** Який об'єм 0,008 н розчину AgNO₃ треба додати до 0,025 дм³ 0,016 н розчину KI, щоб одержати негативно заряджені частки золю йодиду срібла? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели.
- 110.** Золь бромїду срібла був отриманий шляхом змішування рівних об'ємів 0,008 н розчину KBr та 0,009 н розчину AgNO₃. Визначте знак заряду часток золю і напишіть рівняння, формулу міцели.
- 111.** Який об'єм 0,001 М розчину FeCl₃ треба додати до 0,03 дм³ 0,002 н AgNO₃, щоб частки золю хлориду срібла в електричному полі рухалися до аноду? Напишіть рівняння, формулу міцели золю.
- 112.** Золь гідроксиду заліза був отриманий змішуванням рівних об'ємів розчинів 0,002 н NaOH та 0,0003 н Fe₂(SO₄)₃. Який знак заряду мають частки золю? Складіть рівняння реакцій, формулу міцели.
- 113.** Який об'єм 0,001 М розчину AlCl₃ треба додати до 0,02 дм³ 0,003 М H₂S, щоб не відбулося утворення золю сульфїду миш'яку, а випав осад As₂S₃? Складіть рівняння реакцій, формулу міцели.
- 114.** Який об'єм 0,0025 М розчину KI треба додати до 0,035 дм³ 0,003 н Pb(NO₃)₂, щоб одержати золь йодиду свинцю і при електрофорезі протийони рухалися до аноду. Напишіть рівняння реакцій в молекулярній і йонній формах, формулу міцели такого золю.
- 115.** При досить повільному додаванні кислої солі KN₂SbO₄ у розведений розчин солі хлориду натрію можливе утворення гідрозоля кислої солі NaN₂SbO₄. Напишіть рівняння реакцій в молекулярній і йонній формах, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH₄Cl, K₂SO₄, FeCl₃? Які ще є можливості для відділення кислої солі NaN₂SbO₄ від рідини?

116. При досить повільному введенні солі нітрату срібла у розведений розчин солі йодиду натрію можливе утворення гідрозоля йодиду срібла. Напишіть рівняння реакцій, формули міцел і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NaF, Ca(NO₃)₂, K₂SO₄? Які ще є можливості для відділення солі йодиду срібла від рідини?

117. При досить повільному введенні гідроксиду натрію у розведений розчин солі хлориду магнію можливе утворення гідрозоля гідроксиду магнію. Напишіть рівняння реакцій, формули міцел і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KCl, AlCl₃, Zn(CH₃COO)₂? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ . Надати необхідні пояснення.

118. При досить повільному введенні солі нітрату срібла у розведений розчин солі роданіду амонію можливе утворення гідрозоля роданіду срібла. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором золю? Які ще є можливості для відділення солі роданіду срібла від рідини?

119. При досить повільному введенні PbSO₄ у розведений розчин солі CaCl₂ можливе утворення гідрозоля CaSO₄. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: ZnCl₂, AlCl₃, CH₃COONa? Надати необхідні пояснення.

120. При досить повільному введенні солі CaSO₄ у розведений розчин солі BaCl₂ можливе утворення гідрозоля BaSO₄. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH₄Cl, AlCl₃, Zn(CH₃COO)₂? Які ще є можливості для відділення солі BaSO₄ від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

121. При досить повільному введенні NH₄OH у розведений розчин солі BeCl₂ можливе утворення гідрозоля чи Be(OH)₂. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: Na₂SO₄, ZnCl₂, KNO₃? Які ще є можливості для відділення Be(OH)₂ від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

122. При досить повільному введенні солі AgNO₃ у розведений розчин солі (NH₄)₂S можливе утворення гідрозоля чи солі Ag₂S. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш

економічним коагулятором цього золю: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, CH_3COOK , Na_2SO_4 ? Які ще є можливості для відділення солі Ag_2S від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

123. При досить повільному введенні гідроксиду натрію у розведений розчин солі хлориду алюмінію можливе утворення гідрозоля гідроксиду алюмінію. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: Na_2SO_4 , KNO_3 , CaCl_2 ?

124. При досить повільному введенні NH_4OH у розведений розчин солі CrCl_3 можливе утворення гідрозоля $\text{Cr}(\text{OH})_3$. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: Na_2SO_4 , KCl , BaCl_2 ? Які ще є можливості для відділення $\text{Cr}(\text{OH})_3$ від рідини?

125. При досить повільному введенні NaOH у розведений розчин солі ZnCl_2 можливе утворення гідрозоля $\text{Zn}(\text{OH})_2$. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: CH_3COONa , K_2SO_4 , SrCl_2 ? Які ще є можливості для відділення $\text{Zn}(\text{OH})_2$ від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

126. При досить повільному введенні солі $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ у розведений розчин солі ZnCl_2 можливе утворення гідрозоля ZnS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NaCl , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$? Які ще є можливості для відділення солі ZnS від рідини?

127. При досить повільному введенні солі хлориду марганцю у розведений розчин солі сульфід цинку можливе утворення гідрозоля сульфід марганцю. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: BaBr_2 , K_2SO_4 , NaCl ? Які ще є можливості для відділення солі сульфід марганцю від рідини?

128. При досить повільному введенні NaOH у розведений розчин солі FeCl_3 можливе утворення гідрозоля $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Na}_2(\text{SO}_4)_3$, KNO_3 , MgCl_2 ? Які ще є можливості для відділення $\text{Fe}(\text{OH})_3$ від рідини?

129. При досить повільному введенні солі ацетату барію у розведений розчин солі сульфату калію можливе утворення гідрозоля сірчанокислого

барію. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4Cl , AlCl_3 , $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$? Які ще є можливості для відділення солі сульфату барію від рідини?

130. При досить повільному введенні солі $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ у розведений розчин солі CoCl_2 можливе утворення гідрозоля CoS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NaCl , K_2SO_4 , CaCl_2 ? Які ще є можливості для відділення солі CoS від рідини?

131. При досить повільному введенні солі $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ у розведений розчин солі NiCl_2 можливе утворення гідрозоля NiS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4Cl , Na_2SO_4 , SrCl_2 ? Які ще є можливості для відділення солі NiS від рідини?

132. При досить повільному введенні солі $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ у розведений розчин солі SnCl_2 можливе утворення гідрозоля SnS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: Na_2SO_4 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$, KCl ? Як ще можна відділити SnS від рідини?

133. До надлишку розведеного розчину солі хлориду кадмію додали розчин сірководню (недостача), чи можливе утворення гідрозоля сульфід кадмію? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: Na_2SO_4 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$, KCl ? Які ще є можливості для відділення солі сульфід кадмію від рідини?

134. До надлишку розведеного розчину солі хлориду магнію додали розчин сірководню (недостача), чи можливе утворення гідрозоля сульфід магнію? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: Na_2SO_4 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$, KCl ? Які ще є можливості для відділення солі сульфід магнію від рідини?

135. До надлишку розведеного розчину нітрату срібла додали декілька краплин хлоридної кислоти, чи можливе утворення гідрозоля хлориду срібла. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак заряду гранули цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, NH_4NO_3 , K_2SO_4 ? Які ще є можливості для відділення хлориду срібла? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

136. До розведеного розчину солі FeCl_3 повільно додали сіль $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ чи можливе утворення гідрозоля $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є коагулятором цього золю: K_2SO_4 , NH_4NO_3 , AlCl_3 ? Які ще є можливості для відділення солі $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

137. До розведеного розчину $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ додали декілька краплин сульфатної кислоти, чи можливе утворення гідрозоля Hg_2SO_4 ? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KNO_3 , NH_4NO_3 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$? Які ще є можливості осадження Hg_2SO_4 ? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

138. До розведеного розчину солі хромату калію додали сіль нітрату срібла (у недостатці), чи можливе утворення гідрозоля хромату срібла? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3 , CH_3COONa ? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Надати необхідні пояснення.

139. До розведеного розчину солі $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ повільно додали сіль KI , чи можливе утворення гідрозоля Hg_2I_2 ? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KNO_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, CH_3COONa ? Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

140. До дуже розведеного розчину нітрату свинцю повільно додали хлоридну кислоту, чи можливе утворення гідрозоля хлориду свинцю? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю? Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

141. До дуже розведеного розчину солі нітрату свинцю додали невелику кількість солі KI , чи можливе утворення гідрозоля йодиду свинцю? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NH_4NO_3 , AlBr_3 ? Які ще є можливості для відділення солі йодиду свинцю від рідини? Розрахуйте пороги коагуляції γ . Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

142. До розведеного розчину солі Na_2SiO_3 додали декілька краплин хлоридної кислоти, чи можливе утворення гідрозоля H_2SiO_3 ? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним

коагулятором цього золю: Na_2SO_4 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, NH_4Cl ? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Надати пояснення. Які ще є можливості для відділення H_2SiO_3 від рідини? Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

143. До розведеного розчину солі нітрату свинцю додали декілька краплин сульфатної кислоти, чи можливе утворення гідрозоля сульфату свинцю? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, CH_3COONa , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$? Які ще є можливості для відділення солі сульфату свинцю від рідини? Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

144. До розведеного розчину AgNO_3 повільно вводили сіль $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, чи можливе утворення гідрозоля Ag_2S ? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, KNO_3 ? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Надати пояснення. Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

145. До розведеного розчину нітрату свинцю додали сіль сульфід амонію, чи можливе утворення гідрозоля сульфід свинцю? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яке з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CH_3COONa , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$? Які ще є можливості для відділення солі сульфід свинцю від рідини? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Надати пояснення.

146. До розведеного розчину солі Na_3AsO_4 додали невелику кількість солі нітрату срібла, чи можливе утворення гідрозоля Ag_3AsO_4 ? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: Na_2SO_4 , NH_4NO_3 , HNO_3 ? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Надати пояснення.

147. До розведеного розчину солі AgNO_3 повільно вводили сіль $(\text{NH}_2)_2\text{C}_2\text{O}_4$, чи можливе утворення гідрозоля чи солі $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4NO_3 , CH_3COOK , CH_3COOH ? Які ще є можливості для відділення солі $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$ від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ . Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

148. До розведеного розчину солі нітрат вісмуту додали гідроксид натрію, чи можливе утворення гідрозоля гідроксиду вісмуту? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NaNO_3 , NH_4NO_3 , CH_3COONa ? Які

ще є можливості для відділення гідроксиду вісмуту від рідини? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Надати необхідні пояснення.

149. До розведеного розчину солі фториду натрію додали хлорид стронцію, чи можливе утворення гідрозоля фториду стронцію? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $ZnCl_2$, NH_4NO_3 , CH_3COONa ? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ . Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

150. До розведеного розчину солі $Bi(NO_3)_2$ додали сірководень, чи можливе утворення гідрозоля Bi_2S_3 ? Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: CH_3COONH_4 , $NaNO_3$, HCl ? Які ще є можливості для відділення солі Bi_2S_3 від рідини? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Надати пояснення.

151. При досить повільному введенні сірководню у розведений розчин солі нітрату ртуті можливе утворення гідрозоля сульфїду ртуті. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $Ba(NO_3)_2$, $Ca(NO_3)_2$, CH_3COONH_4 ? Які ще є можливості для відділення солі сульфїду ртуті від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ . Надати пояснення.

152. При досить повільному введенні H_2S у розведений розчин солі $CuSO_4$ можливе утворення гідрозоля CuS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: HCl , $CaCl_2$, Na_2SO_4 ? Які ще є можливості для відділення солі CuS від рідини? Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

153. При досить повільному введенні солі $NiSO_4$ у розведений розчин солі Na_2S можливе утворення гідрозоля NiS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4Cl , Na_2SO_4 , $SrCl_2$? Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

154. При досить повільному введенні солі йодиду калію у розведений розчин солі нітрату ртуті можливе утворення гідрозоля йодиду ртуті. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KNO_2 , $(CH_3COO)_2Zn$, NH_4NO_3 ? Які ще є можливості для відділення солі йодиду ртуті від рідини? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Надати пояснення.

155. При досить повільному введенні NaOH у розведений розчин солі $TiCl_4$ можливе утворення гідрозоля $TiO(OH)_2$. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4OH , $K_2C_2O_4$, $AlCl_3$? Які ще є можливості для відділення $TiO(OH)_2$ від рідини? Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

156. При досить повільному введенні солі $K_3[Fe(CN)_6]$ у розведений розчин солі $Zn(NO_3)_2$ можливе утворення гідрозоля $Zn_3[Fe(CN)_6]_2$. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $NaCl$, K_2SO_4 , NH_4NO_3 ? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Надати необхідні пояснення.

157. При досить повільному введенні солі $K_3[Fe(CN)_6]$ у розведений розчин солі $FeSO_4$ можливе утворення гідрозоля $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яке з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KNO_3 , NH_4NO_3 , $NaCl$? Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

158. При досить повільному введенні солі $(CH_3COO)_2Pb$ у розведений розчин солі $(NH_4)_2S$ можливе утворення гідрозоля PbS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $NaNO_3$, $(CH_3COO)_2Ca$, $Al(NO_3)_3$? Які ще є можливості для відділення солі PbS від рідини? Надати пояснення.

159. При досить повільному введенні солі $AgNO_3$ у розведений розчин солі $K_4[Fe(CN)_6]$ можливе утворення гідрозоля $Ag_4[Fe(CN)_6]$. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4NO_3 , CH_3COONa , H_2SO_4 ? Які ще є можливості для седиментації $Ag_4[Fe(CN)_6]$? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Надати необхідні пояснення.

160. При досить повільному введенні солі $AgNO_3$ у розведений розчин солі $K_3[Fe(CN)_6]$ можливе утворення гідрозоля $Ag_3[Fe(CN)_6]$. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KNO_3 , $(NH_4)_2SO_4$, CH_3COONa ? Які є можливості для відділення солі $Ag_3[Fe(CN)_6]$ від рідини? Надати пояснення.

161. При досить повільному введенні H_2S у розведений розчин солі Na_3AsO_3 можливе утворення гідрозоля As_2S_3 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток

цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4Cl , Na_2SO_4 , CaCl_2 ? Які ще є можливості для відділення солі As_2S_3 від рідини?

162. При досить повільному введенні солі AgNO_3 у розведений розчин солі Na_2SiO_3 можливе утворення гідрозоля Ag_2SiO_3 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю?

163. При досить повільному введенні солі броміду кальцію у розведений розчин солі нітрату срібла можливе утворення гідрозоля броміду срібла. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: K_2SO_4 , NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$? Які ще є можливості для відділення солі броміду срібла від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ . Надати пояснення.

164. При досить повільному введенні солі $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ у розведений розчин солі KMnO_4 можливе утворення гідрозоля MnO_2 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NaNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, CuCl_2 ? Надати пояснення.

165. При досить повільному введенні солі NaCl у розведений розчин кислої солі KH_2SbO_4 можливе утворення гідрозоля кислої солі NaH_2SbO_4 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: FeCl_3 , NH_4Cl , K_2SO_4 ? Які ще є можливості для відділення кислої солі NaH_2SbO_4 від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ . Надати необхідні пояснення.

166. При досить повільному введенні солі MgCl_2 у розведений розчин NaOH можливе утворення гідрозоля $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Напишіть рівняння реакцій, формули міцел і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KCl , AlCl_3 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$? Які ще можна осадити $\text{Mg}(\text{OH})_2$?

167. При досить повільному введенні солі NH_4CNS у розведений розчин солі AgNO_3 можливе утворення гідрозоля AgCNS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KNO_3 , Na_2SO_4 , CH_3COONa ? Надати пояснення.

168. При досить повільному введенні солі хлориду кальцію у розведений розчин сірчаної кислоти можливе утворення гідрозоля сульфату кальцію. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного

заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: CH_3COONa , ZnCl_2 , AlCl_3 ?

169. При досить повільному введенні солі хлориду барію у розведений розчин солі сульфату кальцію можливе утворення гідрозоля сульфату барію. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: AlCl_3 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$, NH_4Cl ? Які ще є можливості для відділення солі сульфату барію від рідини?

170. При досить повільному введенні солі хлориду берилію у розведений розчин гідроксиду амонію можливе утворення гідрозоля гідроксиду берилію. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: ZnCl_2 , KNO_3 , Na_2SO_4 ? Розрахуйте пороги коагуляції γ . Надати пояснення.

171. При досить повільному введенні солі сульфід амонію у розведений розчин солі нітрату срібла можливе утворення гідрозоля сульфід срібла. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: Na_2SO_4 , CH_3COOK , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$? Які ще є можливості для відділення солі сульфід срібла від рідини?

172. При досить повільному введенні солі AlCl_3 у розведений розчин NaOH можливе утворення гідрозоля $\text{Al}(\text{OH})_3$. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: CaCl_2 , KNO_3 , Na_2SO_4 ? Як буде рухатися гранула при електрофорезі?

173. При досить повільному введенні солі хлориду хрому у розведений розчин гідроксиду амонію можливе утворення гідрозоля гідроксиду хрому. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KCl , Na_2SO_4 , BaCl_2 ? Як ще можна відділити гідроксид хрому?

174. При досить повільному введенні солі хлориду цинку у розведений розчин гідроксиду натрію можливе утворення гідрозоля гідроксиду цинку. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: SrCl_2 , CH_3COONa , K_2SO_4 ? Які ще є можливості для відділення гідроксиду цинку від рідини? Розрахуйте пороги коагуляції γ . Надати пояснення

175. При досить повільному введенні солі хлориду цинку у розведений розчин солі сульфід амонію можливе утворення гідрозоля сульфід

цинку. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$? Розрахуйте пороги коагуляції γ .

176. При досить повільному введенні солі ZnS у розведений розчин солі MnCl_2 можливе утворення гідрозоля MnS . Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NaCl , BaBr_2 , K_2SO_4 ? Розрахуйте пороги коагуляції γ .

177. При досить повільному введенні солі хлориду заліза у розведений розчин гідроксиду натрію можливе утворення гідрозоля гідроксиду заліза. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Na}_2(\text{SO}_4)_3$, MgCl_2 , KNO_3 ? Які ще є можливості для відділення гідроксиду заліза від рідини? Розрахуйте пороги коагуляції γ .

178. При досить повільному введенні солі K_2SO_4 у розведений розчин солі $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ba}$ можливе утворення гідрозоля BaSO_4 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, AlCl_3 , NH_4Cl ? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

179. При досить повільному введенні солі хлориду кобальту у розведений розчин солі сульфід амонію можливе утворення гідрозоля сульфід кобальту. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: CaCl_2 , NaCl , K_2SO_4 ? Які ще є можливості для відділення солі сульфід кобальту від рідини? Розрахуйте пороги коагуляції γ .

180. При досить повільному введенні солі хлориду нікелю у розведений розчин солі сульфід амонію можливе утворення гідрозоля сульфід нікелю. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4Cl , Na_2SO_4 , SrCl_2 ? Які ще є можливості для відділення солі сульфід нікелю від рідини?

181. При досить повільному введенні солі хлориду олова у розведений розчин солі сульфід амонію можливе утворення гідрозоля чи солі сульфід олова. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Назвіть найбільш економічний коагулятор цього золю: $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$, KCl . Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

182. При досить повільному введенні солі CdCl_2 у розведений розчин H_2S можливе утворення гідрозоля CdS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Назвіть найбільш ефективний коагулятор золю: Na_2SO_4 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$, KCl . Які є можливості для відділення солі CdS від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

183. При досить повільному введенні солі CdCl_2 у розведений розчин H_2S можливе утворення гідрозоля CdS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Назвіть яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Al}$, KCl , Na_2SO_4 ? Які ще є можливості для відділення солі CdS від рідини?

184. При досить повільному введенні солі FeCl_3 у розведений розчин солі $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ можливе утворення гідрозоля $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Назвіть яка з речовин є найбільш ефективним коагулятором цього золю: K_2SO_4 , AlCl_3 , NH_4NO_3 ? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

185. При досить повільному введенні солі нітрату ртуті у розведений розчин сірчаної кислоти можливе утворення гідрозоля сульфїту ртуті. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором золю: $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$, KNO_3 , NH_4NO_3 ? Як ще можна відділити сульфат ртуті від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

186. При повільному введенні солі K_2CrO_4 у розведений розчин солі AgNO_3 можливе утворення гідрозоля Ag_2CrO_4 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з речовин є найкращим коагулятором золю: $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, CH_3COONa , NH_4NO_3 ? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ . Надати необхідні пояснення.

187. При досить повільному введенні солі $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ у розведений розчин солі KI можливе утворення гідрозоля Hg_2I_2 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: CH_3COONa , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 ? Які ще є можливості для відділення солі Hg_2I_2 від рідини?

188. При досить повільному введенні солі $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ у розведений розчин HCl можливе утворення гідрозоля PbCl_2 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з речовин є коагулятором цього золю: CH_3COOK , NaNO_3 , ZnCl_2 ? Які ще є можливості для седиментації PbCl_2 ? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

189. При досить повільному введенні солі $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ у дуже розведений розчин KI можливе утворення гідрозоля PbI_2 . Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду гранули золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: AlBr_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NH_4NO_3 ?

190. При досить повільному введенні солі Na_2SiO_3 у розведений розчин HCl можливе утворення гідрозоля H_2SiO_3 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором: NH_4Cl , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, Na_2SO_4 ?

191. При досить повільному введенні солі $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ у розведений розчин H_2SO_4 можливе утворення гідрозоля PbSO_4 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Назвіть найбільш ефективний коагулятор цього золю. Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

192. При досить повільному введенні солі $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ у розведений розчин солі AgNO_3 можливе утворення гідрозоля Ag_2S . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, KNO_3 ? Які ще є можливості для відділення солі Ag_2S від рідини?

193. При досить повільному введенні солі $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ у розведений розчин солі $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ можливе утворення гідрозоля PbS . Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду гранули золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: CH_3COONa , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

194. При досить повільному введенні солі Na_3AsO_4 у розведений розчин солі AgNO_3 можливе утворення гідрозоля Ag_3AsO_4 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4NO_3 , Na_2SO_4 , HNO_3 ? Як ще можна осадити Ag_3AsO_4 ?

195. При досить повільному введенні солі AgNO_3 у розведений розчин солі $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ можливе утворення гідрозоля $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: CH_3COOK , CH_3COOH , NH_4NO_3 ?

196. При досить повільному введенні NaOH у розведений розчин солі $\text{Bi}(\text{NO}_3)_2$ можливе утворення гідрозоля $\text{Bi}(\text{OH})_2$. Напишіть рівняння

реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4NO_3 , CH_3COONa , NaNO_3 ?

197. При досить повільному введенні солі NaF у розведений розчин солі SrCl_2 можливе утворення гідрозоля SrF_2 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з цих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: CH_3COONa , NH_4NO_3 , ZnCl_2 ? Які ще є можливості для відділення солі SrF_2 від рідини?

198. При досить повільному введенні солі нітрату вісмуту у розчин сірководню можливе утворення гідрозоля сульфідів вісмуту. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором золю: NaNO_3 , $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, HCl ? Які ще є можливості для відділення солі сульфідів вісмуту від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

199. При досить повільному введенні солі $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ у розведений розчин H_2S можливе утворення гідрозоля HgS . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка речовина є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$, $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$? Які ще є можливості для відділення солі HgS від рідини?

200. При досить повільному введенні солі сульфату міді у розведений розчин сірководню можливе утворення гідрозоля сульфідів міді. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Яка речовина є найбільш економічним коагулятором цього золю: CaCl_2 , Na_2SO_4 , HCl ?

201. При досить повільному введенні солі сульфідів натрію у розведений розчин солі сульфату нікелю можливе утворення гідрозоля сульфідів нікелю. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NH_4Cl , Na_2SO_4 , SrCl_2 ? Які ще є методи для відділення сульфідів нікелю від рідини?

202. При досить повільному введенні солі $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ у розведений розчин солі KI можливе утворення гідрозоля HgI_2 . Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором золю: $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$, NH_4NO_3 , KNO_2 ?

203. При досить повільному введенні солі TiCl_4 у розведений розчин NaOH можливе утворення гідрозоля $\text{TiO}(\text{OH})_2$. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з

рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: AlCl_3 , $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$, NH_4OH ? Які ще є можливості для відділення $\text{TiO}(\text{OH})_2$ від рідини?

204. При досить повільному введенні солі $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ у розведений розчин солі $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ можливе утворення золя $\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: K_2SO_4 , NH_4NO_3 , NaCl ? Які ще є можливості для відділення солі $\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

205. При досить повільному введенні солі FeSO_4 у розведений розчин солі $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ можливе утворення золя $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з цих речовин є найбільш економічним коагулятором золю: NH_4NO_3 , KNO_3 , NaCl ? Як ще можна відділити сіль $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ від рідини?

206. При досить повільному введенні солі $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ у розведений розчин $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ можливе утворення гідрозоля PbS . Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду гранули цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, NaNO_3 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$? Які ще є можливості для відділення солі PbS від рідини?

207. При досить повільному введенні солі $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ у розведений розчин солі AgNO_3 можливе утворення гідрозоля $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак заряду колоїдних часток золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: H_2SO_4 , NH_4NO_3 , CH_3COONa ? Які ще є можливості для відділення солі $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ від рідини?

208. При досить повільному введенні солі $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ у розведений розчин солі AgNO_3 можливе утворення золя $\text{Ag}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду гранули цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KNO_3 , CH_3COONa , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ . Надати пояснення.

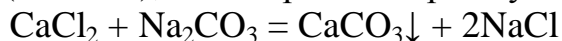
209. При досить повільному введенні солі Na_3AsO_3 у розведений розчин H_2S можливе утворення гідрозоля As_2S_3 . Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: Na_2SO_4 , CaCl_2 , NH_4Cl ? Які ще є можливості для відділення солі As_2S_3 від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ . Надати необхідні пояснення.

210. При досить повільному введенні солі Na_2SiO_3 у розведений розчин солі AgNO_3 можливе утворення гідрозоля Ag_2SiO_3 . Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду гранули золю. Яка з речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: KNO_3 , CH_3COOH , NH_4Cl ? Надати необхідні пояснення.

211. При досить повільному введенні солі KBr у розведений розчин солі AgNO₃ можливе утворення гідрозоля AgBr. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NaNO₃, Ca(NO₃)₂, K₂SO₄? Які ще є можливості для відділення солі AgBr від рідини?

212. При досить повільному введенні солі KMnO₄ у розведений розчин солі Na₂S₂O₃ можливе утворення гідрозоля MnO₂. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: CuCl₂, NaNO₃, (NH₄)₂SO₄?

213. При розчиненні деяких речовин у воді відбувається гідроліз, що при розведенні розчину поглиблюється і приводить до утворення золя, іноді для цього потрібно ще й нагрівання. Розрахуйте для них пороги коагуляції γ . Напишіть формулу міцел і вкажіть знак електричного заряду гранул золів (**213-227**), якщо процес гідролізу відбувається за схемою:



214. $\text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{FeO}^+ + 2\text{H}^+ + 3\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{HCl}$;

215. $\text{BeCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{BeOCl}_2\downarrow + 2\text{HCl}$;

216. $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{CH}_3\text{COOH}$;

217. $\text{Na}_3\text{CrO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaOH}$;

218. $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$;

219. $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$;

220. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{BiONO}_3\downarrow + 2\text{HNO}_3$;

221. $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{SbOCl}\downarrow + 2\text{HCl}$;

222. $\text{NaSbO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HSbO}_2\downarrow + \text{NaOH}$;

223. $\text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{SbO}_2\text{Cl}\downarrow + 4\text{HCl}$;

224. $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Sn} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SnO}_3\downarrow + 2\text{CH}_3\text{COOH}$;

225. $\text{Na}_2\text{SnO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SnO}_3\downarrow + 2\text{NaOH}$;

226. $\text{TiCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{TiO}(\text{OH})_2\downarrow + 4\text{HCl}$;

227. $\text{NaCrO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + \text{NaOH}$.

228. Пороги коагуляції золів, викликані електролітами, виявилися відповідними концентраціями в (ммоль/дм³): $C_{\text{NaNO}_3} = 250,0$;

$C_{\text{Mg}(\text{NO}_3)_2} = 20,0$; $C_{\text{Fe}(\text{NO}_3)_3} = 0,5$.

Які йони електролітів коагулюють? Як заряджені частки золю? Навести рівняння реакцій відповідних процесів.

229. Обчисліть поріг коагуляції розчину сульфату натрію, якщо додавання 0,003 дм³ 0,1 н Na₂SO₄ викликає коагуляцію 0,015 дм³ золю.

230. Як розташуються пороги коагуляції в ряді CrCl₃, Ba(NO₃)₂, K₂SO₄ для золю силікатної кислоти, частки якого заряджені негативно?

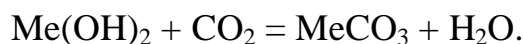
231. Який об'єм 0,0002 М Fe(NO₃)₃ потрібно для коагуляції 0,025 дм³

золю сульфїду миш'яку, якщо порїг коагуляції нїтрату залїза дорівнює $0,067 \text{ ммоль/дм}^3$?

232. У три колби налили по $0,1 \text{ дм}^3$ золю гїдроксиду залїза. Для того, щоб викликати коагуляцію золю, треба додати в першу колбу $0,01 \text{ дм}^3$ 1 н NH_4Cl , у другу – $0,063 \text{ дм}^3$ $0,01 \text{ н}$ Na_2SO_4 , у третю – $0,037 \text{ дм}^3$ $0,001 \text{ н}$ Na_3PO_4 . Обчислити порїг коагуляції кожного електроліту і визначити знак заряду часток золю. Куди будуть рухатися частки під час електрофорезу? Написати молекулярно-їонні рївняння реакцій.

233. При дії розчину NaOH на розчин MgCl_2 утворюється бїлий, як холодець, осад (колоїдний розчин). У присутності I_2 цей осад здобуває бурий колїр (метод Петрашеня). Запишіть формули колоїдних часток у першому і в другому випадках. У чому полягає їхнє розходження? Укажіть знак заряду часток.

234. При тривалому зберїганні насичених розчинів $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$ і $\text{Ba}(\text{OH})_2$ у відкритих ємкостях у них з'являється каламуть: утворюються малорозчинні карбонати внаслідок поглинання розчинами CO_2 з повітря і відбуваються реакції:



Чому ці карбонати не осїдають? Напишіть формули міцел і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток. Як буде рухатися гранула при електрофорезі? Як можна викликати осїдання MeCO_3 із цих систем? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

235. При дії на йони Ca^{2+} , Sr^{2+} і Ba^{2+} аніонами $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ і SO_4^{2-} у розведених розчинах на холоді утворюються погано осїдаючі дрібні кристали, а в концентрованих розчинах при нагрїванні утворюються швидко зростаючі великі кристали. Поясніть причину такого розходження. Напишіть рївняння реакцій, формули міцел і вкажіть знаки електричних зарядів колоїдних часток, що входять до суспензій. Як ще можна прискорити випадання осаду в цих розчинах?

236. При осадженні йонів Ba^{2+} дією K_2CrO_4 нагрївання сприяє швидкій появі осаду BaCrO_4 , хоча розчинність його при цьому зростає. Чим пояснюється це явище? Напишіть рївняння реакцій що відбуваються. Напишіть формулу міцел і вкажіть знак електричного заряду часток золю, що при цьому утворюється. Як ще можна прискорити випадання осаду в цьому випадку?

237. При хїмічному аналізі осадження йонів Zn^{2+} дією H_2S проводять у присутності CH_3COONa . Яке призначення CH_3COONa у цьому процесі? Напишіть рївняння реакцій, формулу міцел золю ZnS , що утворюються у відсутності CH_3COONa . Як ще можна викликати прискорене осїдання часток ZnS у даному аналізі?

238. У якому порядку варто зливати розчини: а) H_3AsO_3 і $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; б) CdCl_2 і Na_2S ; в) H_3AsO_4 і $(\text{NH}_4)_2\text{S}$; г) AgNO_3 і KI , щоб одержати колоїдну систему з частками, що несуть: а) позитивні електричні заряди;

б) негативні електричні заряди? Напишіть рівняння реакцій, формули міцел, що утворюються.

239. Карбонати Ca^{2+} , Sr^{2+} і Ba^{2+} у момент утворення мають пухку структуру. При стоянні, особливо при нагріванні, осади помітно ущільнюються, стають крупнокристалічними – визрівають. Як можна пояснити це явище? Напишіть відповідні рівняння реакцій.

240. Чому для промивання осадів галогенідів срібла і багатьох сульфідів використовують не дистильовану воду, а розчини NH_4NO_3 , $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, HNO_3 і т. ін.? Навести приклади реакцій.

241. Встановлено, що знак електричних зарядів глобул натурального латексу негативний. Яким електролітом вигідніше відокремлювати каучук від сировини: CH_3COONa , Na_2SO_4 , $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Zn}$, ZnSO_4 , $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Al}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$? Поблизу якого електрода буде концентруватися каучук, якщо латекс розмістити у сильному електричному полі? Надати повні відповіді.

242. Для освітлення води в неї вводять $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ чи FeSO_4 , після чого відбувається інтенсивне випадіння осаду. Поясніть це явище, виходячи з того, що часточки суспензії у природній воді мають негативні електричні заряди, а солі, що вводяться, при розчиненні піддаються гідролізу. Напишіть рівняння реакцій.

243. При нагріванні води (особливо озерної чи річкової) до $90-95^\circ\text{C}$ відбувається інтенсивне утворення бурих пластівців. Поясніть це явище. Чому таке явище не спостерігається при нагріванні дистильованої води? Запишіть відповідні рівняння реакцій.

244. При досить повільному введенні солі сульфиду амонію у розведений розчин солі нітрату свинцю можливе утворення гідрозоля сульфиду свинцю. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CH_3COONa , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$? Які ще є можливості для відділення солі сульфиду свинцю від рідини?

245. При досить повільному введенні солі AgNO_3 у розведений розчин солі Na_3AsO_4 можливе утворення гідрозоля Ag_3AsO_4 . Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: Na_2SO_4 , NH_4NO_3 , HNO_3 ? Які ще є можливості для відділення солі Ag_3AsO_4 від рідини?

246. При досить повільному введенні солі $(\text{NH}_2)_2\text{C}_2\text{O}_4$ у розведений розчин солі AgNO_3 можливе утворення гідрозоля чи солі $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором, цього золю: NH_4NO_3 , CH_3COOK , CH_3COOH ? Які ще є можливості для відділення солі $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$ від рідини? Розрахуйте для них пороги коагуляції γ .

247. При досить повільному введенні гідроксид натрію у розведений розчин солі нітрат вісмуту можливе утворення гідрозоля гідроксиду вісмуту. Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: NaNO_3 , NH_4NO_3 , CH_3COONa ? Які ще є можливості для відділення гідроксиду вісмуту від рідини?

248. При досить повільному введенні солі хлориду стронцію у розведений розчин солі фториду натрію можливе утворення гідрозоля фториду стронцію. Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Яка з рекомендованих речовин є найбільш економічним коагулятором цього золю: ZnCl_2 , NH_4NO_3 , CH_3COONa ?

249. При досить повільному введенні H_2S у розведений розчин солі $\text{Bi}(\text{NO}_3)_2$ можливе утворення гідрозоля Bi_2S_3 . Напишіть формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду колоїдних часток цього золю. Які коагулятори цього золю: $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, NaNO_3 , HCl ? Розрахуйте для них порогови коагуляції γ .

250. При досить повільному введенні солі Na_2SiO_3 у розведений розчин солі AgNO_3 можливе утворення гідрозоля Ag_2SiO_3 . Напишіть рівняння реакцій, формулу міцели і вкажіть знак електричного заряду гранули золю (вкажіть рух гранули при електрофорезі). Яка з речовин є найбільш ефективним коагулятором золю: KNO_3 , CH_3COOH , NH_4Cl (пороги коагуляції)? Надати пояснення.

ДОДАТКИ

Таблиця 1 – Співвідношення між деякими несистемними одиницями в одиницях СІ

<i>Величина</i>	<i>Одиниця</i>	<i>Еквівалент у СІ</i>
Довжина	Мікрон, мікромметр (мкм)	$1 \cdot 10^{-6}$ м
	Ангстрем (А)	$1 \cdot 10^{-10}$ м
	Атмосфера фізична (атм)	$1,01325 \cdot 10^5$ Па
Тиск	Міліметр ртутного стовпа (мм рт.ст.)	133,322 Па
Енергія, робота	Електронвольт (еВ)	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ м
Кількість теплоти	Калорія (кал)	
	Кілокалорія (ккал)	
Дипольний момент	Дебай (D)	

Таблиця 2 – Значення деяких фундаментальних фізичних сталих

<i>Постійна</i>	<i>Позначення</i>	<i>Чисельні значення</i>
Швидкість світла у вакуумі	c	2,9979246 м/с
Стала Планка	h	$6,62618 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Елементарний електрич. заряд	e	$1,602189 \cdot 10^{-19}$ Кл
Стала Авогадро	N	$6,022045 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Стала Фарадея	F	$9,64846 \cdot 10^4$ Кл/моль
Газова стала	R	8,3144 Дж/(моль·К)

Таблиця 3 – Назви найважливіших кислот і їхніх солей

<i>Кислоти</i>	<i>Н а з в и</i>	
	<i>кислоти</i>	<i>солі</i>
HAlO_2	Метаалюмінієва	Метаалюмінат
HAsO_3	Метамиш'якова	Метаарсенат
H_2AsO_4	Ортомиш'якова	Ортоарсенат
HAsO_2	Метамиш'яковиста	Метаарсеніт
H_3AsO_3	Ортомиш'яковиста	Ортоарсеніт
HBO_2	Метаборна	Метаборат
H_3BO_3	Ортоборна	Ортоборат
$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	Чотирьохборна	Тетраборат
HBr	Бромидна	Бромід
HOBr	Бромнуватиста	Гіпоброміт
HBrO_3	Бромнувата	Бромат
HCOOH	Мурашина	Форміат
CH_3COOH	Оцтова (етанова)	Ацетат
HCN	Ціановодень	Цианід
H_2CO_3	Карбонатна	Карбонат
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	Щавлева	Оксалат
HCl	Хлоридна	Хлорід
HClO	Хлорноватиста	Гіпохлорит
HClO_2	Хлориста	Хлоріт
HClO_3	Хлорнувата	Хлорат
HClO_4	Хлорна	Перхлорат
HCrO_2	Метахроміста	Метахроміт
H_2CrO_4	Хромова	Хромат
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Двухромова	Діхромат
HI	Йодидна	Йодид
HOI	Йоднуватиста	Гіпойодит
HIO_3	Йодновата	Йодат
HIO_4	Йодна	Періодат
HMnO_4	Марганцева	Перманганат
H_2MnO_4	Марганцевиста	Манганат
H_2MoO_4	Молібденова	Молібдат
HN_3	Азотистоводень	Азід
HNO_2	Нітритна	Нітріт
HNO_3	Нітратна	Нітрат
HPO_3	Метафосфатна	Метафосфат
H_3PO_4	Ортофосфатна	Ортофосфат
$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$	Пірофосфатна	Діфосфат (пірофосфат)
H_3PO_3	Фосфориста	Фосфіт
H_3PO_2	Фосфорноватиста	Гіпофосфіт

H ₂ S	Сульфідна	Сульфід
HSCN	Родановодень	Роданід
H ₂ SO ₃	Сульфітна	Сульфіт
H ₂ SO ₄	Сульфатна	Сульфат
H ₂ S ₂ O ₃	Тіосульфатна	Тіосульфат
H ₂ S ₂ O ₇	Піросульфатна	Дісульфат (піросульфат)
H ₂ S ₂ O ₈	Персульфатна	Персульфат
H ₂ Se	Селеноводень	Селенід
H ₂ SeO ₃	Селеніста	Селеніт
H ₂ SiO ₃	Силікатна	Силікат

Таблиця 4 – Добуток розчинності деяких малорозчинних електролітів при 25⁰С

<i>Електроліт</i>	<i>ДР</i>	<i>Електроліт</i>	<i>ДР</i>
AgBr	$6 \cdot 10^{-13}$	Cu(OH) ₂	$2,2 \cdot 10^{-20}$
AgCl	$1,8 \cdot 10^{-10}$	CuS	$6 \cdot 10^{-36}$
Ag ₂ CrO ₄	$4 \cdot 10^{-2}$	Fe(OH) ₂	$1 \cdot 10^{-8}$
AgI	$1,1 \cdot 10^{-18}$	Fe(OH) ₃	$3,8 \cdot 10^{-38}$
Ag ₂ S	$6 \cdot 10^{-50}$	FeS	$5 \cdot 10^{-18}$
Ag ₂ SO ₄	$2 \cdot 10^{-5}$	HgS	$1,6 \cdot 10^{-52}$
BaCO ₃	$5 \cdot 10^{-9}$	MnS	$2,5 \cdot 10^{-10}$
BaCrO ₄	$1,6 \cdot 10^{-10}$	PbBr ₂	$9,1 \cdot 10^{-6}$
BaSO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$	PbCl ₂	$2 \cdot 10^{-5}$
CaCO ₃	$5 \cdot 10^{-9}$	PbCrO ₄	$1,8 \cdot 10^{-4}$
CaC ₂ O ₄	$2 \cdot 10^{-9}$	PbI ₂	$8,0 \cdot 10^{-9}$
CaF ₂	$4 \cdot 10^{-11}$	PbS	$1 \cdot 10^{-27}$
CaSO ₄	$4 \cdot 10^{-4}$	PbSO ₄	$1,6 \cdot 10^{-8}$
C ₃ (PO ₄) ₂	$1 \cdot 10^{-29}$	SrSO ₄	$3,2 \cdot 10^{-7}$
Cg(OH) ₂	$2 \cdot 10^{-14}$	Zn(OH) ₂	$1 \cdot 10^{-17}$
CdS	$7,9 \cdot 10^{-27}$	ZnS	$1,6 \cdot 10^{-34}$

Таблиця 5

ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ Д.І. МЕНДЕЛЄВІ																											
ПЕРІОД	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII																			
1	H 1 Гідроген Водень													He 2 Гелій	Протонне число (порядковий номер)												
2	Li 3 Літій	Be 4 Берилій	B 5 Бор	C 6 Карбон Вуглець	N 7 Нітроген Азот	O 8 Оксиген Кисень	F 9 Флуор Фтор	Ne 10 Неон																			
3	Na 11 Натрій	Mg 12 Магній	Al 13 Алюміній	Si 14 Силіцій	P 15 Фосфор	S 16 Сульфур Сірка	Cl 17 Хлор	Ar 18 Аргон																			
4	K 19 Калій	Ca 20 Кальцій	21 44,956	Sc 22 Скандій	23 47,88	Ti 24 Титан	25 50,942	V 26 Ванадій	27 51,996	Cr 28 Хром	29 54,938	Mn 26 Манган	30 55,847	Fe 26 Ферум Залізо	31 58,933	Co 28 Кобальт	32 58,69	Ni 28 Нікел Нікель									
	33 63,546	Cu 29 Купрум Мідь	30 65,39	Zn 30 Цинк	31 69,723	Ga 31 Галій	32 72,59	Ge 32 Германій	33 74,922	As 33 Арсен	34 78,904	Se 34 Селен	35 79,904	Br 35 Бром	36 83,80	Kr 36 Криптон											
5	Rb 37 Рубідій	Sr 38 Стронцій	39 88,906	Y 39 Ітрій	40 91,224	Zr 40 Цирконій	41 92,906	Nb 41 Ніобій	42 95,94	Mo 42 Молибден	43 [99]	Tc 43 Технецій	44 101,07	Ru 44 Рутеній	45 102,91	Rh 45 Родій	46 106,42	Pd 46 Паладій									
	47 107,87	Ag 47 Аргентум Срібло	48 112,41	Cd 48 Кадмій	49 114,82	In 49 Індій	50 118,71	Sn 50 Станум Олово, цина	51 121,75	Sb 51 Стибій	52 127,60	Te 52 Телур	53 126,90	I 53 Йод Йод	54 131,29	Xe 54 Ксенон											
6	Cs 55 Цезій	Ba 56 Барій	57 138,91	*La 57 Лантан	72 178,49	Hf 72 Гафній	73 180,95	Ta 73 Тантал	74 183,85	W 74 Вольфрам	75 186,21	Re 75 Реній	76 190,2	Os 76 Осмій	77 192,22	Ir 77 Іридій	78 195,08	Pt 78 Платина									
	79 196,97	Au 79 Аурум Золото	80 200,59	Hg 80 Меркурій Ртуть	81 204,38	Tl 81 Талій	82 207,2	Pb 82 Плюмбум Свинець, оливо	83 208,98	Bi 83 Бісмут	84 [209]	Po 84 Полоній	85 [210]	At 85 Астат	86 [222]	Rn 86 Радон											
7	Fr 87 Францій	Ra 88 Радій	89 [227]	**Ac 89 Актиній	104 [261]	Db 104 Дубній	105 [262]	Jl 105 Джолотій	106 [263]	Rf 106 Резерфордій	107 [262]	Bh 107 Борій	108 [265]	Hn 108 Ганій	109 [266]	Mt 109 Майтнерій	110 58,69	Uun 110 Унунілій									
* Лантаноїди																											
58 140,12	Ce 58 Церій	59 140,91	Pr 59 Празеодим	60 144,24	Nd 60 Неодим	61 [147]	Pm 61 Прометій	62 150,36	Sm 62 Самарій	63 151,96	Eu 63 Європій	64 157,25	Gd 64 Гадоліній	65 158,93	Tb 65 Тербій	66 162,50	Dy 66 Диспрозій	67 164,93	Ho 67 Гольмій	68 167,26	Er 68 Ербій	69 168,93	Tm 69 Тулій	70 173,04	Yb 70 Ітербій	71 174,97	Lu 71 Лютецій
** Актиноїди																											
90 238,04	Th 90 Торій	91 [231]	Pa 91 Протактиній	92 238,03	U 92 Уран	93 [237]	Np 93 Нептуній	94 [244]	Pu 94 Плутоній	95 [243]	Am 95 Америцій	96 [247]	Cm 96 Кюрій	97 [247]	Bk 97 Берклій	98 [251]	Cf 98 Каліфорній	99 [252]	Es 99 Ейнштейній	100 [257]	Fm 100 Фермій	101 [258]	Md 101 Менделєвій	102 [259]	No 102 Нобелій	103 [260]	Lr 103 ЛоуренсіЙ

Розчинність солей та основ у воді

Аніони	Катіони																						
	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Cu ²⁺	Cd ²⁺	Pb ²⁺	Bi ³⁺	Sn ²⁺	
OH ⁻	P	P	P	P	P	BP	P	H	H	H	H	H	H	H	H	BP	H	H	H	H	H	H	H
F ⁻	P	P	P	BP	BP	BP	BP	BP	H	BP	BP	BP	BP	P	P	P	-	BP	BP	H	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	BP	P	P	P	P	P	P	H	P	P	P	BP	-	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	BP	P	P	P	P	P	P	H	P	P	P	BP	-	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	H	H	P	BP	H	P	P
S ²⁻	P	P	P	P	P	P	BP	-	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
SO ₃ ²⁻	P	P	P	H	H	H	BP	-	-	-	H	-	H	H	-	H	-	-	H	H	-	-	-
SO ₄ ²⁻	P	P	P	H	BP	BP	P	P	P	P	P	P	P	P	P	BP	-	P	P	BP	P	P	P
PO ₄ ³⁻	P	P	P	H	H	H	H	H	BP	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	H	BP	P	P	-	-	-	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CO ₃ ²⁻	P	P	P	H	H	H	H	-	-	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	BP	-	P	P	P	P	H	-
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	BP	P	P	P	P	P	-	-
SiO ₃ ²⁻	P	P	-	H	H	H	H	H	-	H	H	H	H	-	-	-	-	H	H	H	H	-	-

Примітка: **P** – розчинні у воді; **BP** – важкорозчинні (малорозчинні); **H** – практично нерозчинні; “-“ риска означає, що речовина не існує або розкладається водою.

Навчально-методичне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО СРС ТА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ №2
З ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІІ КУРСУ ЗАОЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ

Укладачі: Горліченко М.Г., доц., к.п.н.; Шепеліна С.І., асистент.

Підп. до друку _____ Формат _____ Папір _____
Умовн. друк. арк. _____ Тираж _____ Зам. № _____

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет,
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15