

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

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**ДО СРС ТА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ №1
З ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ І 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 №1
З ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ І КУРСУ ЗАОЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ**

Напрямок підготовки – 6.040105 «Гідрометеорологія»

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

Одеса 2011

Збірник методичних вказівок до СРС та виконання контрольної роботи №1 з дисципліни «Загальна та колоїдна хімія» для студентів I курсу заочного факультету напрямку підготовки 6.040105 «Гідрометеорологія».

Укладачі: Горліченко М.Г., доц., к.п.н., Шепеліна С.І., ас., Одеса, ОДЕКУ, 2011. – 88 с.; укр. мова.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ.....	7
Організація поточного та підсумкового контролю знань.....	11
ВАРІАНТИ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ.....	15
ВКАЗІВКИ ДО РІШЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ.....	17
1 БУДОВА РЕЧОВИНИ.....	17
1.1 Поняття та їх визначення.....	17
1.1.1 Основні закони хімії	18
1.1.2 Закони ідеальних газів.....	19
1.1.3 Приклади розв'язання завдань.....	19
1.2 Будова атома.....	25
1.2.1 Моделі атома.....	25
1.2.2 Квантові числа, їх фізичний зміст.....	25
1.2.3 Електронні формули атомів.....	26
1.2.4 Електронні формули атомів у збудженому стані.....	26
1.2.5 Електронні формули йонів.....	27
1.2.6 Формулювання періодичного закону Д.І. Менделєєва.....	27
1.2.7 Періодична зміна властивостей хімічних елементів.....	28
1.2.8 Приклади розв'язання завдань.....	28
1.3 Хімічний зв'язок.....	31
1.3.1 Виникнення хімічного зв'язку.....	31
1.3.2 Ковалентний зв'язок.....	31
1.3.3 Метод валентних зв'язків.....	32
1.3.4 Гібридизація орбіталей та просторова конфігурація молекул.....	32
1.3.5 Координаційна теорія Вернера і склад комплексних сполук.....	34
1.3.6 Приклади розв'язання завдань.....	37
Завдання до виконання контрольної роботи.....	39
2 ЗАКОНОМІРНОСТІ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ.....	51
2.1 Термохімія	51
2.1.1 Енергетика хімічних процесів	51
2.1.2 Теплові ефекти реакцій.....	51
2.1.3 Внутрішня енергія.....	51
2.1.4 Термохімічні закони.....	51
2.1.5 Приклади розв'язання завдань.....	51
2.2 Хімічна кінетика. Швидкість хімічних реакцій.....	53
2.2.1 Закон діючих мас	53
2.2.2 Хімічна рівновага.....	53
2.2.3 Порушення хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шательє.....	53
2.2.4 Приклади розв'язання завдань.....	54
Завдання до виконання контрольної роботи.....	55

3 РОЗЧИНИ.....	62
3.1 Способи визначення складу розчинів.....	62
3.2 Колігативні властивості розведених розчинів.....	62
3.3 Водні розчини електролітів.....	62
3.3.1 Сильні електроліти.....	62
3.3.2 Йонний добуток води. Водневий показник.....	62
3.3.3 Добуток розчинності.....	62
3.3.4 Приклади розв'язання завдань.....	62
Завдання до виконання контрольної роботи.....	70
ДОДАТКИ.....	83

ВСТУП

Мета методичних вказівок в наданні допомоги студентам заочної форми навчання у самостійній роботі з літературою, оволодінні теоретичними і практичними знаннями з дисципліни «Загальна та колоїдна хімія».

«Загальна та колоїдна хімія» є для студентів-гідрометеорологів базовою дисципліною, яка сприяє вивченню фахових дисциплін.

Мета курсу – формування у студентів розуміння та знання загальних хімічних закономірностей, хімічної будови речовини, основних закономірностей протікання хімічних реакцій, закономірностей утворення дисперсних систем та їх фізико-хімічні властивості, існування та руйнування колоїдів.

Після вивчення дисципліни у студентів повинен сформуватися комплекс хімічних знань з атомно-молекулярного вчення, будови атома, періодичного закону Д.І. Менделєєва; чітке сучасне уявлення про швидкість хімічних процесів, фазову та хімічну рівновагу, властивості молекулярних розчинів електролітів, адсорбцію та електрохімічні явища. Студенти повинні бути ознайомлені з основами колоїдної хімії: загальною характеристикою колоїдних систем і методами їх добування, молекулярно-кінетичними властивостями колоїдних розчинів, оптичними, електричними властивостями колоїдних систем, їх коагуляцією.

Дисципліна сприяє створенню в майбутніх спеціалістів широкого природничо-наукового кругозору та розумінню проблем раціонального використання природного багатства.

Студенти повинні отримати знання, які надалі дозволять їм засвоїти дисципліни за спеціальностями метеорології, гідрології, океанології.

Студенти вивчають дисципліну протягом перших двох курсів під час установчих лекцій, виконанні лабораторних робіт; у ході самостійної роботи з підручниками, методичними посібниками, при виконанні планових контрольних завдань. Студенти можуть отримати індивідуальні консультації (очні та письмові) та повинні скласти залік на I курсі і екзамен на II курсі.

Лекції. Лекції з найважливіших розділів курсу читаються в період сесії.

Лабораторні заняття. Хімія це наука про речовини і їх перетворення. Для більш глибокого розуміння хімії як науки, заснованої на експерименті, необхідно в період сесії виконати лабораторні роботи.

Практичні заняття проводяться в період сесії. При вивченні окремої теми засвоюються всі теоретичні положення, математичні залежності і їх висновки, принципи складання рівнянь хімічних реакцій. Вивчення матеріалу курсу супроводжується виконанням вправ та

розв'язуванням задач. Розв'язування задач є одним з методів засвоєння, перевірки і закріплення теоретичного матеріалу.

Залік. Залік на I курсі отримують студенти, які виконали контрольну роботу (зараховану), виконали всі лабораторні роботи, передбачені навчальним планом. Екзаменатору студенти пред'являють залікову книжку (або направлення на залік) і зараховану контрольну роботу та протоколи лабораторних робіт з поміткою викладача про їх виконання.

Робота з книгою. Вивчати курс необхідно у відповідності зі списком рекомендованої літератури за темами, ознайомившись із змістом кожної з них за Програмою (матеріал курсу у Програмі не завжди співпадає з розташуванням його у підручниках).

Вивчення будь-якого питання на рівні суті, а не на рівні окремих явищ сприяє більш глибокому і тривалому засвоєнню матеріалу.

Контрольні завдання. У процесі вивчення дисципліни на I курсі студент повинен виконати контрольну роботу №1. До виконання контрольної роботи слід приступати тільки тоді, коли вже самостійно вивчена певна частина курсу і розглянуті приклади розв'язування задач, які наведено у підручниках та даних МВ перед задачами до відповідних тем контрольних завдань.

Розв'язування задач повинно бути коротким, але чітко обґрунтованим, бажано вказувати теоретичне обґрунтування ходу розв'язання, за винятком тих випадків, коли по суті питання таке, що мотивування не потрібно, наприклад, коли треба скласти електронну формулу, написати рівняння реакції і т.п. При розв'язуванні задач треба наводити весь хід дій і всі математичні перетворення.

Контрольна робота повинна бути акуратно оформлена; для зауважень рецензента треба залишати широкі поля; писати чітко і ясно; номери і умови завдань переписувати в тому порядку, в якому вони вказані в завданні. Роботи повинні бути датовані, підписані студентом і представлені в університет на рецензування у відповідні до плану строки.

Якщо контрольна робота не зарахована, її треба виконати вдруге відповідно до вказівок і зауважень рецензента та подати на повторне рецензування разом з незарахованою роботою. Виправлення потрібно виконувати в кінці попередньої роботи, а не в рецензованому тексті.

Якщо контрольна робота виконана не за своїм варіантом, вона не рецензується.

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

Зміст курсу і обсяг вимог, що пред'являються студенту при складанні іспиту визначає програма з хімії для нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів:

1 БУДОВА РЕЧОВИНИ

1.1 Основні поняття та закони хімії

1.2 Будова атома

1.3 Хімічний зв'язок

2 ЗАКОНОМІРНОСТІ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

2.1 Енергетика хімічних процесів

2.2 Хімічна кінетика та рівновага

3 РОЗЧИНИ

3.1 Загальна характеристика розчинів

3.2 Розчини електролітів

3.3 Йонно-молекулярні рівняння

За I курс студенти виконують такі лабораторні роботи:

1. Визначення хімічного еквіваленту металу.
2. Вивчення впливу різних факторів на швидкість хімічних реакцій.
3. Приготування розчинів певної концентрації.

Завдання і структура розділу дисципліни

1. Засвоєння фундаментальних законів природознавства та основних законів хімії.
2. Розуміння про хімічну будову речовин.
3. Сучасне уявлення про закономірності хімічних процесів та їх енергетику.
4. Знання основних властивостей молекулярних розчинів і розчинів електролітів.
5. Перетворення хімічних знань у навички під час практичних та лабораторних занять.

Читання даної дисципліни ґрунтується на теоретичних знаннях і практичних навичках наступних дисциплін: «Фізика», «Вища математика».

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.

Загальний обсяг навчального часу із врахуванням самостійної роботи студентів: **I курс – 120 годин**, з них: лекції – 8 годин, практичні заняття – 4 години, лабораторні заняття – 8 годин, СРС – 100 годин.

Засвоєння дисципліни повинне сприяти розвитку у студентів природничо-наукового розуміння фізико-хімічних процесів, які виникають у довкіллі під впливом природних та антропогенних факторів та вміння самостійно засвоїти навчальний матеріал дисципліни.

Базові знання та вміння

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 I курсі студенти повинні оволодіти наступними базовими знаннями:

- основні поняття та закони хімії;
- теоретичні основи будови атомів елементів;
- Періодичний закон та структуру періодичної системи Д.І. Менделєєва; зміна властивостей хімічних елементів;
- типи хімічного зв'язку;
- енергетику хімічних процесів;
- термодинамічні функції стану системи: внутрішня енергія, ентальпія, ентропія, енергія Гіббса, енергія Гельмгольца;
- закони термодинаміки;
- швидкість хімічних реакцій та її фактори;
- хімічну рівновагу та її зміщення;
- способи вираження концентрації розчинів;
- електролітичну дисоціацію електролітів;
- електролітичну дисоціацію води, водневий показник;
- йонні реакції в розчинах;
- гідроліз солей;

Вміння, якими мають оволодіти:

- застосування правил безпеки роботи;
- одержання навичок роботи з лабораторними приладами, хімічними реактивами, технохімічними та аналітичними терезами;
- отримання результатів хімічних досліджень в лабораторії;
- вести розрахунки за хімічними формулами;
- вести визначення хімічних формул сполук;
- вести розрахунки за газовими законами, рівняннями Менделєєва-Клапейрона, законом еквівалентів;
- визначення молярних мас еквівалентів елементів та їх сполук.
- визначати класи неорганічних сполук;
- визначати характерні ступені окиснення елементів та характер їх сполук;
- визначати типи хімічних зв'язків та просторову конфігурацію молекул;
- визначення теплоти хімічних реакцій та теплоти утворення сполук;
- визначення характеру впливу різних факторів на швидкість хімічних реакцій;
- визначення зовнішніх факторів на зміщення хімічної рівноваги;
- виконувати термохімічні розрахунки.
- приготування розчинів певної концентрації;
- експериментальне визначення концентрації розчинів;
- дослідження взаємодії солей з водою, визначення рН середовища;
- визначення констант гідролізу солей;
- розв'язання розрахункових завдань;
- визначати зміну при хімічних реакціях термодинамічних функцій стану системи: ентальпія, ентропії, енергії Гіббса;

- визначати хімічну стійкість речовин та встановлювати напрямок хімічних процесів;
- впливати на зміщення хімічної рівноваги;
- визначати швидкість хімічних реакцій;
- вести розрахунки та перерахунки концентрацій розчинів;
- передбачати реакцію середовища при взаємодії солей з водою, визначати кількісну характеристику цієї взаємодії – константу гідролізу.

Рекомендована література

Основна:

1. Романова Н.В. Загальна хімія. – Київ: Перун, 1998.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. – М.: КНОРУС, 2011.
3. Мітрясова О.П. Загальна хімія. Хімія доквілля. – К.: Видавничий дім «Професіонал», 2009.
4. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – Л.: Химия, 1989.
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.

Методичні вказівки до самостійної роботи по вивченню теоретичного матеріалу дисципліни «Загальна та колоїдна хімія» I курсу

Загальні поради: вивчити теоретичний матеріал розділів і тем дисципліни, відповісти на питання до самоконтролю, використовуючи рекомендовану літературу.

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

1 БУДОВА РЕЧОВИНИ

1.1 Основні поняття та закони хімії

При самостійному вивченні теми I студенту необхідно спиратися на шкільні знання основ хімії та вивчити основні поняття та їх визначення. Атомні і молекулярні маси. Моль. Закон збереження маси-енергії. Закон сталості складу. Закон кратних відношень. Закон об'ємних відношень. Закон еквівалентів. Закон Авогадро і наслідки. Хімічні символи, формули, рівняння. Класи неорганічних речовин.

Студентам слід використовувати наступну літературу: [2] с. 20-40, [3] с. 6-44, [10] с. 10-35.

1.2 Будова атома

Самостійне вивчення II теми студенту необхідно починати з планетарної моделі атома Резерфорда-Бора-Зоммерфельда. Квантова теорія світла Планка. Атомні спектри. Енергетичний стан електрона в атомі. Квантові числа. Електронні формули атомів. Класифікація елементів в залежності від електронної будови їх атомів: *s*-, *p*-, *d*-, *f*-елементи Періодичної системи. Періодичний закон Д.І. Менделєєва. Залежність властивостей елементів від електронної будови їх атомів.

Студентам слід використовувати наступну літературу: [2] с. 60-109, [3] с. 44-71, [10] с. 71-85.

1.3 Хімічний зв'язок

Студент повинен мати уявлення про теорії хімічного зв'язку. Ковалентний зв'язок. Метод валентних зв'язків. неполярний і полярний ковалентний зв'язок. Спрямованість ковалентного зв'язку і форма простих молекул. Гібридизація електронних орбіталей. Метод молекулярних орбіталей. Йонний зв'язок. Комплексні сполуки. Водневий зв'язок. Міжмолекулярна взаємодія. Аморфний і кристалічний стан речовини.

Студентам слід використовувати наступну літературу: [2] с. 118-158, [3] с. 71-95, [10] с. 98-108.

2 ЗАКОНОМІРНОСТІ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

2.1 Енергетика хімічних процесів

Дуже важливим у природі є розгляд питання теплового ефекту хімічної реакції. Закон Гесса і наслідки. Термодинамічні величини. Внутрішня енергія і ентальпія. Напрямок хімічної реакції. Ентропія та енергія Гіббса.

Студентам слід використовувати наступну літературу: [2] с. 170-204, [3] с. 95-123, [10] с. 148-169.

2.2 Хімічна кінетика та рівновага

Студенту необхідно знати залежність швидкості реакції від температури і природи реагуючих речовин. Закон діючих мас. Залежність швидкості реакції від температури і природи реагуючих речовин. Швидкість реакцій в гетерогенних системах. Хімічна рівновага. Константа рівноваги. Порушення хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шательє. Рівноваги у гомогенних і гетерогенних системах.

Студентам слід використовувати наступну літературу: [2] с. 187-193, [3] с. 95-123, [10] с. 175-1190.

3 РОЗЧИНИ

3.1 Загальна характеристика розчинів

При вивченні фізико-хімічних властивостей води студенту необхідно звернути увагу на процес розчинення та його стадії; розчинність; концентрація розчинів; осмос; тиск пари розчинів; кристалізація і кипіння розчинів; осмотичний тиск розчинів.

Студентам слід використовувати наступну літературу: [2] с. 237-246, [3] с. 123-157, [10] с. 193-203.

3.2 Розчини електролітів

Під час самостійного вивчення теорії електролітичної дисоціації слід звернути увагу на слабкі та сильні електроліти. Момент повної гідратації. Йонні пари. Активна концентрація йонів. Коефіцієнт активності. Йонна сила розчину. Рівняння Дебая-Гюккеля.

Розчини слабких електролітів. Константа та ступінь дисоціації. Ізотонічний коефіцієнт. Ступінчастий механізм дисоціації слабких кислот та основ. Закон розведення Оствальда.

Студентам слід використовувати наступну літературу: [2] с. 246-252, [3] с. 123-157, [10] с. 205-220.

3.3 Йонно-молекулярні рівняння

Студентам треба ознайомитися з дисоціацією води. Водневий показник. Гідроліз солей. Константа гідролізу. Добуток розчинності.

Властивості кислот, основ і солей з точки зору електролітичної дисоціації.

Студентам слід використовувати наступну літературу: [2] с. 248-271, [3] с. 123-178, [10] с. 220-236.

Організація поточного та підсумкового контролю знань

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.)». Підсумковим контролем є **залік**.

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-Л 1,2) та 2 бали – практичне розв'язання задачі (ЗМ-П 1,2), 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 заліку.

❖ 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-Л1(1+2) (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:

<i>І курс</i>		
Модуль теоретичн. ЗМ-Л1 (КР-ОМ)	10 балів	КР-1 (домашня) КР-ОМ 40 балів
Модуль теоретичн. ЗМ-Л2 (КР-ОМ)	10 балів	
Модуль практичн. ЗМ-П1,2 (КР-ОМ)	20 балів	
Модуль лабораторний ЗМ-Лаб (1+2) (ОЗЕ)	20 балів	Аудиторні заняття (ОЗЕ) 60 балів
Виконання та захист лабораторних робіт(ОЗЕ)	40 балів	
<i>Разом за І курс</i>	<i>100 балів</i>	<i>100 балів</i>

Загальна кількість змістовних модулів визначена згідно з «Положенням про організацію модульного контролю» і відповідає розподілу робочої програми дисципліни на завершені структурно-логічні розділи у відповідності з проведенням навчальних занять.

Підсумкова оцінка складається з суми балів за домашню КР-1 (КР-ОМ) та балів, які одержав студент під час аудиторних занять. Робоча програма з дисципліни передбачає вивчення матеріалу до 2-х теоретичних модулів та виконання 2-х практичних модулів за І курс.

Студент вважається допущеним до заліку та атестованим (залік зараховано) з навчальної дисципліни, якщо він виконав всі види робіт поточного контролю, передбачені робочою навчальною програмою дисципліни і набрав за накопичувальною системою суму балів не менше 50% від максимально можливої за дисципліну, своєчасно виконав міжсесійні контрольні роботи (якщо набрано більше 60%).

❖ Систему накопичувальної підсумкової оцінки засвоєння студентами початкової дисципліни (ПО). Накопичена підсумкова оцінка засвоєння студентами заочної форми навчальної дисципліни розраховується, як:

$$\text{ПО} = \text{ОЗЕ} + \text{ОМ}$$

Загальна підсумкова оцінка знань студента з дисципліни складається як арифметична сума, яку накопив студент у міжсесійний період, під час заліково-екзаменаційної сесії та складання заліку. Таким чином студент може

одержати максимально 100 балів або 100%, якщо студент набрав менше 60% – він допрацьовує не зараховані завдання.

Якісна оцінка є такою:

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

Питання до самоконтролю

1. Атомно-молекулярне вчення. Поняття: атом, молекула, атомна одиниця маси, молекулярна маса, моль. [10] с. 12-14
2. Поняття про еквівалент і еквівалентну масу елемента, їх розрахунок. [10] с. 15, 16, 26
3. Поняття про еквівалент і еквівалентну масу складної сполуки, їх розрахунок. [10] с. 25-27
4. Поняття про еквівалент окиснювача і відновника, їх розрахунок. Приклади. [10] с. 246
5. Закон еквівалентів. Математичний вираз закону еквівалентів для різних випадків. [10] с. 25, 26
6. Рівняння Менделєєва-Клайперона. [10] с. 30, 31
7. Будова атома. Структурні елементи атома, їх властивості, маса, заряд. [10] с. 71
8. Склад атомних ядер. Протонно-нейтронна теорія. Ізотопи. Ізобари. Ізотони. Приклади. [2] с. 70-101
9. Моделі будови атома за Резерфордом, Бором, квантово-механічна. [10] с. 72-75
10. Квантові числа як характеристика стану електрона, їх фізичний зміст. Атомні орбіталі. Принцип Паулі. [10] с. 75-77, 80-81
11. Правила і порядок заповнення атомних орбіталей. Електронні формули, правило Хунда. [10] с. 81
12. Будова багатоелектронних атомів. Розрахунок максимального числа електронів на енергетичних підрівнях і рівнях атома. [10] с. 80-82
13. Періодична система елементів Д.І.Менделєєва. Зміна властивостей хімічних елементів і їх сполук. [10] с. 89-91
14. Окисно-відновні властивості елементів. Значення періодичного закону Д.І.Менделєєва. [10] с. 91
15. Стійкість системи атома. Йонізація і збудження атома. Енергія йонізації і спорідненість до електрона. Електронегативність. [10] с. 93-94
16. Характеристика властивостей елементів і його сполук, виходячи з електронної формули та відповідно до положення в періодичній системі. [10] с. 91-92
17. Основні типи і характеристики хімічного зв'язку: довжина зв'язку, енергія зв'язку. [10] с. 99
18. Ковалентний зв'язок, її властивості, полярність, насичуваність, спрямованість. [10] с. 99-101
19. Йонний зв'язок, її властивості. [10] с. 106
20. Донорно-акцепторний зв'язок. [10] с. 105
21. Будова і властивості простих молекул, гібридизація орбіталей і просторова конфігурація молекул. [10] с. 101-104

22. Основні типи взаємодії молекул. Сили міжмолекулярної взаємодії. [10] с. 107
23. Водневий зв'язок. [10] с. 105
24. Донорно-акцепторна взаємодія. Комплексні сполуки. [10] с. 105
25. Комплекси, комплексоутворювачі, ліганди, заряд і координаційне число. Типи комплексних сполук. Приклади. [2] с. 598-622
26. Енергетичні ефекти хімічних реакцій. Хімічна термодинаміка, термохімія. [10] с. 148
27. Термодинамічні величини: внутрішня енергія і ентальпія. [10] с. 151-153
28. Екзо- та ендотермічні реакції. Ентальпія утворення складної речовини, її стійкість. [10] с. 149-150, 155
29. Закони і правила термохімії. Розрахунок ентальпійного ефекту хімічної реакції. [10] с. 154
30. Енергія Гіббса - термохімічна функція стану системи; енергія Гіббса хімічній реакції, її зміна при хімічних процесах. Умови самовільного перебігу, спрямованість хімічних реакцій. [10] с. 158-160
31. Хімічна кінетика. Гомогенні та гетерогенні системи. Швидкість хімічних реакцій в цих системах. Чинники, що впливають на швидкість хімічної реакції. [10] с. 175, 176
32. Залежність швидкості хімічної реакції від концентрації. Закон дії мас. Константа швидкості реакції. [10] с. 176, 177
33. Залежність швидкості реакції від температури. Правило Вант-Гоффа. [10] с. 179
34. Залежність швидкості реакції від природи реагуючих речовин. Енергія активації. [10] с. 177, 178
35. Прискорення хімічних реакцій. Каталіз. Каталізатори. [10] с. 179, 180
36. Гомогенний та гетерогенний каталіз. [10] с. 180
37. Механізм дії каталізаторів. [10] с. 180-182
38. Оборотно і необоротні хімічні процеси. Умови хімічної рівноваги. Константа рівноваги гомогенної та гетерогенної реакції, чинники від яких вона залежить, її зв'язок з термодинамічними функціям. [10] с. 182, 183-185
39. Зсув хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шательє. [10] с. 187
40. Типи розчинів. Способи виразу концентрації розчинів: масова, молярна, молярна, еквівалентна, титр. [10] с. 193-196
41. Водні розчини електролітів. Сильні та слабкі електроліти. [10] с. 213-215
42. Ступінь дисоціації. Слабкі електроліти. [10] с. 214-215
43. Константа дисоціації. Зв'язок ступеня дисоціації з константою дисоціації - закон розбавлення Оствальда. [10] с. 218-219
44. Сильні електроліти. Активність. Ефективна концентрація йонів. [10] с. 219
45. Електролітична дисоціація води. Водневий показник середовища. [10] с. 220
46. Дисоціація кислот, основ, солей. Ступінчаста дисоціація. [10] с. 215-218
47. Йонні реакції в розчинах. Гідроліз солей, ступінь гідролізу, константа гідролізу. [10] с. 224-228

ВАРІАНТИ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1

№ вар.	Номери контрольних завдань									
	01	1	51	101	151	201	251	301	351	401
02	2	52	102	152	201	252	302	352	402	452
03	3	53	103	153	203	253	303	353	403	453
04	4	54	104	154	204	254	304	354	404	454
05	5	55	105	155	205	255	305	355	405	455
06	6	56	106	156	206	256	306	356	406	456
07	7	57	107	157	207	257	307	357	407	457
08	8	58	108	158	208	258	308	358	408	458
09	9	59	109	159	209	259	309	359	409	459
10	10	60	110	160	210	260	310	360	410	460
11	11	61	111	161	211	261	311	361	411	461
12	12	62	112	162	212	262	312	362	412	462
13	13	63	113	163	213	263	313	363	413	463
14	14	64	114	164	214	264	314	364	414	464
15	15	65	115	165	215	265	315	365	415	465
16	16	66	116	166	216	266	316	366	416	466
17	17	67	117	167	217	267	317	367	417	467
18	18	68	118	168	218	268	318	368	418	468
19	19	69	119	169	219	269	319	369	419	469
20	20	70	120	170	220	270	320	370	420	470
21	21	71	121	171	221	271	321	371	421	471
22	22	72	122	172	222	272	322	372	422	472
23	23	73	123	173	223	273	323	373	423	473
24	24	74	124	174	224	274	324	374	424	474
25	25	75	125	175	225	275	325	375	425	475
26	26	76	126	176	226	276	326	376	426	476
27	27	77	127	177	227	277	327	377	427	477
28	28	78	128	178	228	278	328	378	428	478
29	29	79	129	179	229	279	329	379	429	479
30	30	80	130	180	230	280	330	380	430	480
31	31	81	131	181	231	281	331	381	431	481
32	32	82	132	182	232	282	332	382	432	482
33	33	83	133	183	233	283	333	383	433	483
34	34	84	134	184	234	284	334	384	434	484
35	35	85	135	185	235	285	335	385	435	485
36	36	86	136	186	236	286	336	386	436	486

37	37	87	137	187	237	287	337	387	437	487
38	38	88	138	188	238	288	338	388	438	488
39	39	89	139	189	239	289	339	389	439	489
40	40	90	140	190	240	290	340	390	440	490
41	41	91	141	191	241	291	341	391	441	491
42	42	92	142	192	242	292	342	392	442	492
43	43	93	143	193	243	293	343	393	443	493
44	44	94	144	194	244	294	344	394	444	494
45	45	95	145	195	245	295	345	395	445	495
46	46	96	146	196	246	296	346	396	446	496
47	47	97	147	197	247	297	347	397	447	497
48	48	98	148	198	248	298	347	398	448	498
49	49	99	149	199	249	299	349	399	449	499
50	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

Кожний студент виконує варіант контрольного завдання, позначений *двома останніми цифрами номера студентського квитка (шифру)*. Наприклад, № квитка 7647, дві останні цифри – 47, їм відповідає варіант контрольного завдання № 47. Номер квитка 7697, дві останні цифри – 97, їм відповідає варіант контрольного завдання № 97 – 50 (кількість варіантів) = **47**. Номер квитка 7600, дві останні цифри – 00, їм відповідає варіант контрольного завдання № 100 – 50 = **50**.

ВКАЗІВКИ ДО РІШЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

1 БУДОВА РЕЧОВИНИ

Після вивчення матеріалу даного розділу необхідно знати визначення понять «атом», «молекула», «речовина», «моль», «еквівалент»; формулювання законів хімії; вміти розраховувати молярну масу речовини і еквівалента речовини, фактор еквівалентності речовини, відносну густину газу за воднем та повітрям, кількість молекул у даній речовини. Треба мати уявлення про будову атомів, електронні та електронно-графічні формули атомів; валентні електрони, запис електронної формули атома у збудженому стані та йонів; про періодичний закон Д.І. Менделєєва та періодичну систему елементів, її унікальність та важливість. Студенти повинні навчитися розпізнавати типи хімічного зв'язку і види міжмолекулярної взаємодії, знати основні характеристики хімічного зв'язку, сформулювати квантово-механічні уявлення про природу хімічного зв'язку.

1.1 Поняття та їх визначення

Матеріал є [2] с. 19 – 21; [3] с. 10 – 16. Звертаємо увагу на наступне:

Моль – це кількість речовини, що містить стільки структурних одиниць (молекул, атомів, йонів, електронів та ін.), скільки атомів міститься в 0,012 кг ізотопу Карбону ^{12}C . (Позначають - ν – «ню»).

Кількість речовини ν – це відношення числа молекул N , що містяться в даній речовині, до числа N_A атомів у 0,012 кг Карбону.

Кількість структурних одиниць (атомів) в 0,012 кг Карбону можна визначити, знаючи масу одного атома Карбону ($1,993 \cdot 10^{-26}$ кг):

$$N_a = \frac{0,012 \text{ кг/моль}}{1,993 \cdot 10^{-26} \text{ кг}} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Це число називають *сталю Авогадро* (N_A), (розмірність моль^{-1}) і показує число структурних одиниць у 1 моль будь-якої речовини.

Молярна маса (M) – величина, що дорівнює відношенню маси речовини до кількості речовини (одиниця виміру – кг/моль або г/моль):

$$M = \frac{m}{\nu}.$$

Чисельне значення молярної маси M в г/моль дорівнює відносній молекулярній масі. Наприклад,

$$\begin{aligned} M_r(\text{Na}) &= 23, & M(\text{Na}) &= 23 \text{ г/моль}; \\ M_r(\text{NaCl}) &= 58,5, & M(\text{NaCl}) &= 58,5 \text{ г/моль}. \end{aligned}$$

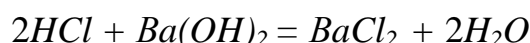
Молярний об'єм (V_m) – величина, що дорівнює відношенню об'єму речовини до кількості речовини в цьому об'ємі (одиниця молярного об'єму – м³/моль або дм³/моль):

$$V_m = \frac{V}{\nu}$$

При кількості речовини $\nu = 1$ моль $V_m = 22,4$ дм³ чи $22,4 \cdot 10^{-3}$ м³.

Хімічний еквівалент речовини – деяка реальна або умовна частка речовини, яка в кислотно-основних реакціях та реакціях йонного обміну рівноцінна одному атому (одному йону водню) або заміщує його.

Наприклад в реакції:



одному атому водню відповідає $1/2$ $Ba(OH)_2$. Тобто, $1/2$ $Ba(OH)_2$ є еквівалентом гідроксиду барію в даній реакції. Число $1/2$ називають фактором еквівалентності $f_{екв}(Ba(OH)_2) = 1/2$.

В тих випадках, коли $f_{екв} = 1$, еквівалент ідентичний самій частинці речовини.

1.1.1 Основні закони хімії ([2] с. 22 – 33; [3] с. 16 – 21)

Закон еквівалентів ([2] с. 33; [3] с. 21).

Фактор еквівалентності простої речовини дорівнює оберненій величині добутку числа атомів, що складають формулу речовини, на валентність хімічного елемента в даній сполуці. Наприклад,

$$f_{екв}(H_2) = \frac{1}{1 \cdot 2} = \frac{1}{2}; \quad f_{екв}(N_2) = \frac{1}{2 \cdot 3} = \frac{1}{6}; \quad f_{екв}(O_2) = \frac{1}{2 \cdot 2} = \frac{1}{4}.$$

Фактор еквівалентності кислоти дорівнює оберненій величині її основності (кількості йонів H^+ у молекулі кислоти, які заміщуються в реакції на метал):

$$f_{екв} \text{ кислоти} = \frac{1}{n(H^+)};$$

$$f_{екв}(HCl) = \frac{1}{1} = 1; \quad f_{екв}(H_3AsO_4) = \frac{1}{3}.$$

Фактор еквівалентності основ дорівнює оберненій величині їхній кислотності (кількості йонів OH^- у молекулі основи, які в реакціях заміщуються на кислотні залишки): $f_{екв} \text{ основи} = \frac{1}{n(OH^-)}$.

$$\text{Наприклад: } f_{екв}(NaOH) = \frac{1}{1} = 1; \quad f_{екв}(Zn(OH)_2) = \frac{1}{2}; \quad f_{екв}(Al(OH)_3) = \frac{1}{3}.$$

Для оксидів: дорівнює оберненій величині добутку числа атомів Оксигену на валентність Оксигену:

$$f_{\text{екв}} \text{ оксиду} = \frac{1}{n(\text{O}) \cdot B(\text{O})}$$

Наприклад: $f_{\text{екв}}(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{1 \cdot 2} = \frac{1}{2}$; $f_{\text{екв}}(\text{CaO}) = \frac{1}{1 \cdot 2} = \frac{1}{2}$; $f_{\text{екв}}(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{1}{3 \cdot 2} = \frac{1}{6}$.

Фактор еквівалентності солі дорівнює оберненій величині добутку числа атомів металу на валентність металу: $f_{\text{екв}} \text{ солі} = \frac{1}{n(\text{Me}) \cdot B(\text{Me})}$.

Тобто: $f_{\text{екв}}(\text{K}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{3 \cdot 1} = \frac{1}{3}$; $f_{\text{екв}}(\text{ZnSO}_4) = \frac{1}{1 \cdot 2}$; $f_{\text{екв}}(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{1}{3 \cdot 2} = \frac{1}{6}$

1.1.2 Закони ідеальних газів ([2] с. 22 – 33; [3] с. 16 – 21)

1.1.3 Приклади розв'язання завдань

Визначення хімічних формул за валентністю

Приклад 1. Знайти емпіричну формулу оксидів Феруму та Купруму, знаючи, що Оксиген (O) та (Cu) – двовалентні, (Fe) – тривалентний.

Розв'язання: Записуємо символи хімічних елементів і позначаємо римськими цифрами валентності елементів:



Знаходимо найпростіше відношення між індексами елементів:

$$B(\text{Fe}) \cdot i(\text{Fe}) = B(\text{O}) \cdot i(\text{O}); \quad B(\text{Cu}) \cdot i(\text{Cu}) = B(\text{O}) \cdot i(\text{O})$$

Для Fe $3 \cdot i(\text{Fe}) = 2 \cdot i(\text{O})$, $\frac{i(\text{Fe})}{i(\text{O})} = \frac{2}{3}$

Для Cu $2 \cdot i(\text{Cu}) = 2 \cdot i(\text{O})$, $\frac{i(\text{Cu})}{i(\text{O})} = \frac{2}{2} = 1$

Відповідь: Емпіричні формули: оксиду Fe – Fe_2O_3 , оксиду Cu – CuO .

Приклад 2. Знайти валентність хлору в його оксиді Cl_2O_7 та карбону в його гідриді – CH_4 (метані).

Розв'язання: Записуємо правило взаємного насичення валентностей.

Для Cl_2O_7 : $B(\text{Cl}) \cdot i(\text{Cl}) = B(\text{O}) \cdot i(\text{O})$

$$B(\text{Cl}) = \frac{B(\text{O}) \cdot i(\text{O})}{i(\text{Cl})} = \frac{2 \cdot 7}{2} = 7.$$

Для CH_4 : $B(\text{C}) \cdot i(\text{C}) = B(\text{H}) \cdot i(\text{H})$

$$B(\text{C}) = \frac{B(\text{H}) \cdot i(\text{H})}{i(\text{C})} = \frac{1 \cdot 4}{1} = 4.$$

Відповідь: Валентність Хлору в оксиді Cl_2O_7 дорівнює 7. Валентність Карбону в гідриді CH_4 дорівнює 4.

Кількість речовини. Молярна маса

Приклад 3. Визначити число моль атомів у 2,25 г міді.

Розв'язання: $M(\text{Cu}) = 63,546 \text{ г/моль} = 64 \text{ г/моль}$.

$$\nu(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{2,25 \text{ г}}{64 \text{ г/моль}} = 0,035 \text{ моль.}$$

Відповідь: 2,25 г міді містять 0,035 моль атомарної міді.

Приклад 4. Знайти кількість речовини молекул у 10 г оксиду Cu (I).

Розв'язання: Молярна маса оксиду Купруму (I) складає

$$M(\text{Cu}_2\text{O}) = 2A_r(\text{Cu}) + A_r(\text{O}); \quad M(\text{Cu}_2\text{O}) = 2 \cdot 64 + 1 \cdot 16 = 144 \text{ г/моль.}$$

Знаходимо кількість речовини

$$\nu(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{m(\text{Cu}_2\text{O})}{M(\text{Cu}_2\text{O})} = \frac{10}{144} = 0,07 \text{ моль.}$$

Відповідь: 10 г Cu_2O містять 0,07 моль молекул Cu_2O .

Приклад 5. Розрахувати масу хлориду натрію NaCl за кількістю речовини 0,55 моль.

Розв'язання: Молярна маса дорівнює

$$M(\text{NaCl}) = 1A_r(\text{Na}) + 1A_r(\text{Cl}); \quad M(\text{NaCl}) = 1 \cdot 23 + 1 \cdot 35,5 = 58,5 \text{ г/моль.}$$

визначаємо масу NaCl :

$$m(\text{NaCl}) = \nu \cdot M(\text{NaCl}); \quad m(\text{NaCl}) = 0,55 \cdot 58,5 = 32,175 \text{ г.}$$

Відповідь: 32,175 г NaCl містять 0,55 моль речовини.

Визначення числа структурних одиниць в певній масі речовини

Приклад 6. Скільки структурних одиниць міститься в молекулярному кисню масою 10,5 г.

Розв'язання: Молярна маса O_2 дорівнює 32 г/моль. Визначаємо кількість речовини O_2 :

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)}; \quad \nu(\text{O}_2) = \frac{10,5}{32} = 0,328 \text{ моль.}$$

Визначаємо число структурних одиниць (молекул) кисню:

$$N(\text{O}_2) = \nu(\text{O}_2) \cdot N_A; \quad N(\text{O}_2) = 0,328 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,975 \cdot 10^{23}.$$

Відповідь: в молекулярному кисні масою 10,5 г міститься $1,975 \cdot 10^{23}$ молекул.

Газові закони. Молярний об'єм газу. Об'ємна частка

Для розрахунків за газовими законами за нормальних умов (н.у.: $P = 101325 \text{ Па} = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$; $T = 273 \text{ К}$) використовуємо наступні формули:

$$V_m = \frac{V}{\nu}, \quad \nu = V \cdot V_m.$$

де $V_m = 22,4 \text{ дм}^3$ – молярний об'єм газу за н.у.;
 V – об'єм газу.

На основі закону Авогадро ([2] с. 25; [3] с. 19) визначають молярні маси газоподібних речовин. Звідки:

$$\nu_1 = \nu_2, \quad \nu = \frac{m}{M}.$$

де m – маса газу; M – молярна маса газу;

та

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2},$$

Позначивши $\frac{m_1}{m_2} = D$, отримаємо $D = \frac{M_1}{M_2}$;

де D – відносна густина першого газу за другим.

Дуже часто густину газу визначають відносно найлегшого газу – водню, молярна маса якого дорівнює 2 г/моль:

$$D_{\text{H}_2} = \frac{M}{M(\text{H}_2)}; \quad \text{так як} \quad M = 2 \cdot D_{\text{H}_2}$$

Також густину газу визначають відносно повітря ($D_{\text{нов}}$). ($M_{\text{нов}} = 29$ г/моль. У цьому випадку молярна маса визначається:

$$M = 29 \cdot D_{\text{нов}}.$$

Закон Бойля-Маріотта ([2] с. 30):

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1} \quad \text{або} \quad p_1 V_1 = p_2 V_2 = p_3 V_3 = \dots, \quad \text{тобто} \quad pV = \text{const}.$$

Закон Гей-Люссака:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad \text{або} \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad (V = \text{const})$$

Об'єднаний закон Бойля-Маріотта і Гей-Люссака:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

Якщо здійснюється перехід до нормальних умов, то $\frac{V_0 p_0}{T_0} = \frac{V p}{T}$.

Для будь-якого газу кількістю речовини 1 моль величина $\frac{V_0 p_0}{T_0}$ стала

і однакова, тому її називають універсальною газовою сталою R .

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad \text{якщо} \quad V, [\text{м}^3] \quad \text{та} \quad pV = 1000 \frac{m}{M} RT, \quad \text{коли} \quad V, [\text{дм}^3].$$

Це рівняння одержало назву *рівняння Менделєєва-Клапейрона* і визнано *рівнянням стану ідеального газу*.

Приклад 1. Знайти число молекул H_2 , що міститься в $5,6 \text{ дм}^3$ водню.

Розв'язання: Оскільки $\frac{V}{V_m} = \frac{n_{\text{молекул}}}{N_A}$, то

$$n_{\text{молекул}} = \frac{V \cdot N_A}{V_m} = \frac{5,6 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{22,4} = 1,5 \cdot 10^{23} \text{ молекул.}$$

Відповідь: в $5,6 \text{ дм}^3$ водню міститься $1,5 \cdot 10^{23}$ молекул H_2 .

Приклад 2. Визначити кількість речовини CO_2 , що міститься в $11,5 \text{ дм}^3$ цього газу – оксиду карбону (IV), діоксиду карбону або вуглекислого газу.

Розв'язання: $\nu = \frac{V}{V_m} = \frac{11,5}{22,4} = 0,513 \text{ моль.}$

Відповідь: в $11,5 \text{ дм}^3 CO_2$ знаходиться $0,513 \text{ моль}$ речовини.

Приклад 3. Знайти об'єм, що займає 100 г кисню O_2 .

Розв'язання: $\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$,

де $M(O_2) = 32 \text{ г/моль}$.

$$V = \frac{m \cdot V_m}{M} = \frac{100 \cdot 22,4}{32} = 70 \text{ дм}^3.$$

Відповідь: 100 г кисню займає об'єм 70 дм^3 .

Приклад 4. Знайти масу 1 дм^3 метану CH_4 (н.у.).

Розв'язання: Маса 1 дм^3 газу – це густина газу, тому використовуємо формули:

$$M = \rho \cdot V_m$$
$$\rho = \frac{M}{V_m} = \frac{16 \text{ г/моль}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,714 \text{ г.}$$

де $M(CH_4) = 16 \text{ г/моль}$.

Відповідь: маса $1 \text{ дм}^3 CH_4$ дорівнює $0,714 \text{ г}$.

Приклад 5. Знайти молярну масу невідомого газу, якщо відносна густина його за гелієм дорівнює 16 .

Розв'язок. $M = D(He) \cdot M(He) = 16 \cdot 4 = 64 \text{ г/моль.}$

де $M(He) = 4 \text{ г/моль}$.

Відповідь: молярна маса газу дорівнює 64 г/моль .

Приклад 6. Який об'єм займає оксид сульфуру (IV), або діоксид сульфуру (SO_2) масою 100 г при температурі 25°C і тиску 125 кПа .

Розв'язання: Визначаємо кількість речовини сірководню

$$v(\text{SO}_2) = \frac{m(\text{SO}_2)}{M(\text{SO}_2)}; \quad v(\text{SO}_2) = \frac{100}{64} = 1,56 \text{ моль.}$$

де $M(\text{SO}_2) = 64$ г/моль

Визначаємо об'єм газу за н.у.:

$$V(\text{SO}_2) = v(\text{SO}_2) \cdot V_m; \quad V(\text{SO}_2) = 1,56 \cdot 22,4 = 34,9 \text{ л.}$$

Визначаємо об'єм діоксиду сульфуру за даними умовами, користуючись формулою об'єднаного газового закону Бойля-Маріотта і Гей-Люссака:

$$\frac{V_0 p_0}{T_0} = \frac{V_1 p_1}{T_1},$$

де $p_0 = 101,3$ кПа; $T_0 = 273$ К; V_0 – тиск, температура, об'єм за н.у.;

$p_1 = 125$ кПа; $T_1 = (273+20) = 293$ К, V_1 – тиск, температура, об'єм за даних умов.

$$V_1 = \frac{p_0 V_0 T_1}{p_1 T_0}; \quad V_1(\text{SO}_2) = \frac{101,3 \cdot 293 \cdot 34,9}{125 \cdot 273} = 30,87 \text{ дм}^3.$$

Відповідь: об'єм оксиду сульфуру (IV) дорівнює 30,87 дм³.

Приклад 7. Маса 500 см³ газу, взятого за температури 27 °С і тиску 101300 Па, дорівнює 0,345 г. Визначити молярну масу цього газу.

Розв'язання: За рівнянням Менделєєва-Клапейрона визначаємо молярну масу газу:

$$M = \frac{1000mRT}{pV}$$

$p = 101300$ Па, $V = 0,50$ л, $T = (273+27) = 300$ К, $m = 0,345$ г.

$$M = \frac{1000 \cdot 0,345 \cdot 8,314 \cdot 300}{101300 \cdot 0,5} = 17 \text{ г/моль.}$$

Відповідь: молярна маса газу дорівнює 17 г/моль.

Закон еквівалентів

Приклад 1. Визначити молярну масу еквівалента Мангану в оксиді Mn_2O_7 .

Розв'язання: Визначаємо валентність Мангану: $B(\text{Mn}) = 7$.

За формулою $B = \frac{M}{M_{\text{екв}}}$ знаходимо $M_{\text{екв}}(\text{Mn}) = \frac{M(\text{Mn})}{B(\text{Mn})}$

$$M_{\text{екв}} = \frac{55}{7} = 7,85 \text{ г/моль.}$$

Відповідь: молярна маса еквівалента Мангана в оксиді Mn_2O_7 дорівнює 7,85 г/моль.

Приклад 2. Визначити молярну масу еквівалента H_3PO_4 .

Розв'язання: За формулою $M_{\text{екв}} = f_{\text{екв}} \cdot M$ можна розрахувати $M_{\text{екв}}(\text{H}_3\text{PO}_4)$. Для цього потрібно визначити фактор еквівалентності ($f_{\text{екв}}$) кислоти:

$$f_{\text{екв}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{n(\text{H}^+)}; \quad f_{\text{екв}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{3},$$

$$M_{\text{екв}}(\text{H}_3\text{PO}_4) = f_{\text{екв}}(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot M(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{1}{3} \cdot 98 = 32,67 \text{ г/моль.}$$

Відповідь: молярна маса еквівалента $\text{H}_3\text{PO}_4 = 32,67 \text{ г/моль.}$

Приклад 3. Обчислити молярну масу еквівалента Феруму, знаючи що його хлорид містить 55,9% Хлору. Яку валентність виявляє Ферум та яка формула хлориду заліза, що утворюється при цьому? Молярна маса еквівалента хлору дорівнює 35,45 г/моль.

Розв'язання: Оскільки в умовах наведені масові частки, то відносно до маси сполуки в 100 г, їх можна визнати за маси.

Знаходимо $m_{\text{Me}} = m_{\text{сн}} - m_{\text{Cl}}; \quad m_{\text{Me}} = 100 - 55,9 = 44,1 \text{ г}$

Розраховуємо $M_{\text{екв}}(\text{Me})$ згідно $\frac{m_{\text{Me}}}{m_{\text{Cl}}} = \frac{M_{\text{екв}}(\text{Me})}{M_{\text{екв}}(\text{Cl})}$

$$M_{\text{екв}}(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me}) \cdot M_{\text{екв}}(\text{Cl})}{m(\text{Cl})}; \quad M_{\text{екв}}(\text{Me}) = \frac{44,1 \cdot 35,5}{55,9} = 28 \text{ г/моль};$$

Обчислюємо валентність: $B(\text{Fe}) = \frac{M(\text{Fe})}{M_{\text{екв}}(\text{Fe})}; \quad B(\text{Fe}) = \frac{56}{28} = 2.$

Формула хлориду, що утворюється: $\text{FeCl}_2.$

Відповідь: молярна маса еквівалента Ферума = 28 г/моль.

Приклад 4. Чому дорівнює молярна маса еквівалента двовалентного металу, якщо 0,082 г металу при взаємодії з кислотою утворюють 75,6 см³ водню. Який це метал, розрахуйте молярну масу еквівалента його оксиду.

Розв'язання: $\frac{m(\text{Me})}{V(\text{H}_2)} = \frac{M_{\text{екв}}(\text{Me})}{V_{\text{екв}}(\text{H}_2)}, \quad \frac{m(\text{Me})}{M_{\text{екв}}(\text{Me})} = \frac{V(\text{H}_2)}{V_{\text{екв}}(\text{H}_2)}$

де $V_{\text{екв}}(\text{H}_2) = f_{\text{екв}} \cdot V_m = 1/2 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ дм}^3.$

$$M_{\text{екв}}(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me}) \cdot V_{\text{екв}}(\text{H}_2)}{V(\text{H}_2)} = \frac{0,082 \cdot 11,2}{0,0756} = 12,15 \text{ г/моль},$$

то $M(\text{Me}) = B \cdot M_{\text{екв}}(\text{Me}) = 2 \cdot 12,15 = 24,30 \text{ г/моль.}$ Це метал – Магній.

$$M_{\text{екв}}(\text{MeO}) = M_{\text{екв}}(\text{Me}) + M_{\text{екв}}(\text{O}) = 12,15 + 8 = 20,15 \text{ г/моль.}$$

де $M_{\text{екв}}(\text{O}) = f_{\text{екв}}(\text{O}) \cdot M(\text{O}) = 1/2 \cdot 16 = 8 \text{ г/моль.}$

Відповідь: молярна маса еквівалента двовалентного металу дорівнює 12,15 г/моль.

Приклад 5. 3,31 г п्लомбуму (II) взаємодіючи з нітратною кислотою утворюють 5,29 г нітрату п्लомбуму. Знайти молярну масу еквівалента п्लомбуму.

Розв'язання: Згідно закону еквівалентів: $\frac{m(A)}{M_{\text{екв}}(A)} = \frac{m(B)}{M_{\text{екв}}(B)};$

$$\frac{m(Pb)}{M_{екв}(Pb)} = \frac{m(Pb(NO_3)_2)}{M_{екв}(Pb(NO_3)_2)}$$

де $M_{екв}(Pb(NO_3)_2) = M_{екв}(Pb) + M_{екв}(NO_3^-)$;

Записуємо закон еквівалентів, враховуючи маси та попередні записи:

$$\frac{3,31}{M_{екв}(Pb)} = \frac{5,29}{M_{екв}(Pb) + M_{екв}(NO_3^-)}$$

де $M_{екв}(NO_3^-) = f_{екв} \cdot M(NO_3^-) = 1 \cdot (14 + 3 \cdot 16) = 62$ г/моль.

$$\frac{3,31}{M_{екв}(Pb)} = \frac{5,29}{M_{екв}(Pb) + 62}$$

Для рішення цього рівняння отримаємо:

$$3,31 \cdot [M_{екв}(Pb) + 62] = 5,29 M_{екв}(Pb)$$

$$M_{екв}(Pb) = 103,6 \text{ г/моль.}$$

Відповідь: молярна маса еквівалента плюмбуму дорівнює 103,6 г/моль.

Приклад 6. Визначити молярну масу еквівалента кислоти якщо її маса 1,75 г повністю нейтралізована гідроксидом калію масою 2,0 г.

Розв'язання: $M_{екв}(кислоти) = \frac{m(\kappa - tu) \cdot M_{екв}(KOH)}{m(KOH)}$

$$M_{екв}(кислоти) = \frac{1,75 \text{ г} \cdot 56 \text{ г/моль}}{2,0 \text{ г}} = 49 \text{ г/моль,}$$

де $M_{екв}(KOH) = f_{екв} \cdot M(KOH) = 1 \cdot 56 \text{ г/моль} = 56 \text{ г/моль.}$

Відповідь: молярна маса еквівалента кислоти = 49 г/моль.

1.2 Будова атома

1.2.1 Моделі атома

У період відкриття перших трьох фундаментальних елементарних частинок – електрона (e^-), протона (p^+) та нейтрона (n^0) – було висунуто цілий ряд моделей будови атома ([2] с. 67 - 90, [3] с. 44 – 54).

1.2.2 Квантові числа, їх фізичний зміст

Стан електрона в атомі описується чотирма квантовими числами ([2] с. 79, 81, 85, 88, [3] с. 50, 52).

Звертаємо увагу на наступне:

Для енергетичних рівнів електрона у атомі прийнято такі літерні позначення: головне квантове число $n =$ **1 2 3 4 5 6 7**
 позначення енергетичного рівня **K L M N O P Q**

орбітальне квантове число $l:$ 0; 1; 2; 3;
 енергетичні підрівні s, p, d, f

Атомна орбіталь позначають як квадрат: □. У такому вигляді вона іменується квантовою коміркою.

Числові значення магнітного квантового числа залежать від орбітального квантового числа і дорівнюють ряду чисел у межах від $-l$ до 0 та до $+l$ (табл.1.1).

Таблиця 1 – Значення магнітного квантового числа

l	l -літерне позначення	$m_l = -l \dots 0 \dots +l$ магнітне квантове число	Кількість орієнтувань $m_l = 2 \cdot l + 1$
0	s	0	1
1	p	-1, 0, +1	3
2	d	-2, -1, 0, +1, +2	5
3	f	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7

Спіновий момент кількості руху електрона квантується і може набувати значення $+1/2$ та $-1/2$; носить назву «спіну», позначають m_s .

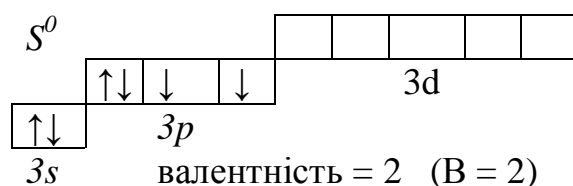
Електрони, які мають однаковий напрямок спіна $\uparrow\uparrow$ називаються *паралельними*, при протилежних значеннях спінів $\uparrow\downarrow$ - *антипаралельними*.

1.2.3 Електронні формули атомів ([2] с. 88 - 100, [3] с. 52 – 54)

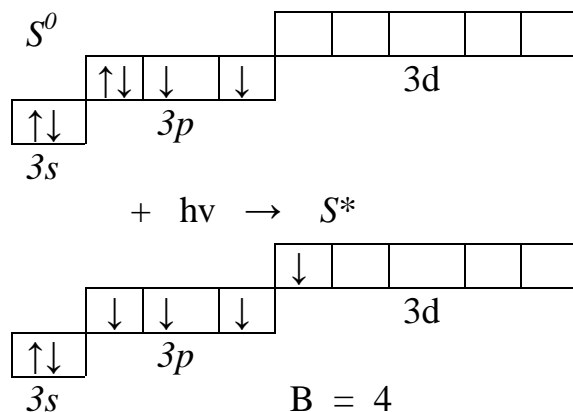
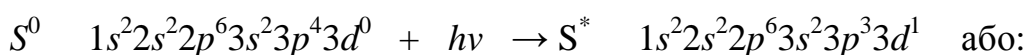
1.2.4 Електронні формули атомів у збудженому стані

Наприклад, стаціонарний стан електронів у атомі Сульфуру записується формулою ${}_{16}S \quad 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ або $[Ne]3s^2 3p^4$.

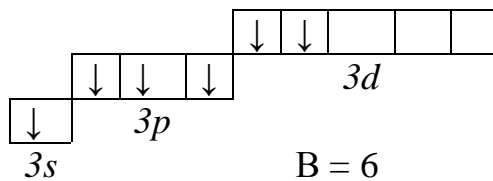
На третьому енергетичному рівні є вакантні d -орбіталі, куди можуть при збудженні переходити електрони з p - та s -підрівнів третього енергетичного рівня



Електронна формула збудженого стану атома Сульфуру S^* :



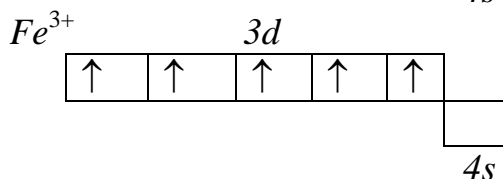
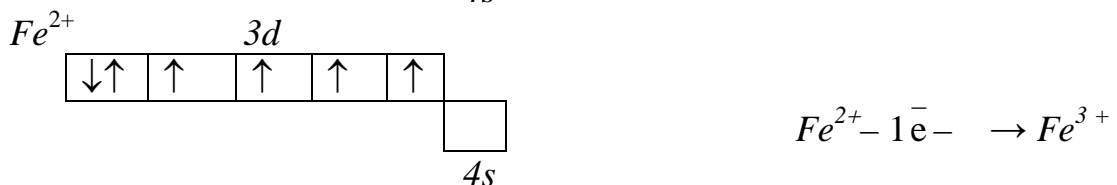
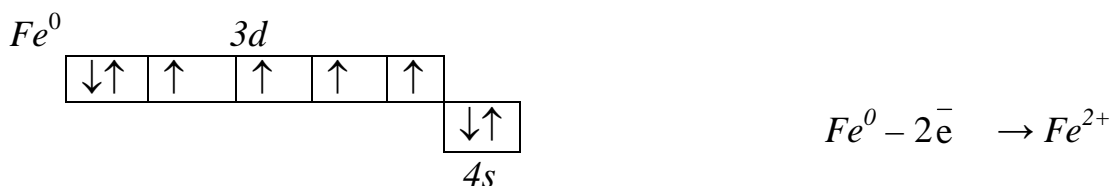
Електронна формула $S^{**} 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1 3p^3 3d^2$.



Унаслідок збудження усі електрони зовнішнього енергетичного рівня Сульфуру стали неспареними, але кількість електронів незмінна.

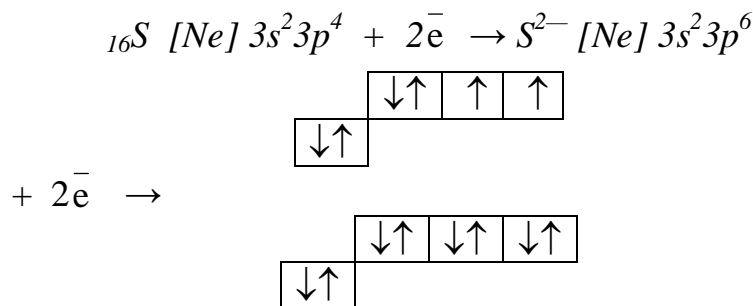
1.2.5 Електронні формули йонів

Електронні формули йонів відрізняються від електронних формул атомів.



При утворенні позитивних йонів з атомів *s*- та *p*-елементів відривається останній прийнятий електрон з зовнішнього рівня.

При утворенні негативно заряджених йонів, приєднання електронів проходить на неповністю заповнені зовнішні орбіталі атома. Для Сульфуру маємо:



1.2.6 Формулювання періодичного закону Д.І. Менделєєва

([2] с. 50 - 59, [3] с. 233 - 242)

Одним з найважливіших законів природи є періодичний закон, відкритий Д.І. Менделєєвим у 1869 р. ([2] с. 50, [3] с. 234).

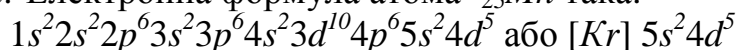
1.2.7 Періодична зміна властивостей хімічних елементів

Місце елемента в таблиці визначається його властивостями і, навпаки, кожному місцю відповідає елемент, що має певну сукупність хімічних властивостей. Тому, знаючи положення елемента в таблиці, можна досить точно вказати на його властивості ([2] с. 56-59, [3] с. 235 – 238).

1.2.8 Приклади розв'язання завдань

Приклад 1. Записати електронну формулу атома *Tc* (Технецій).

Розв'язання: Електронна формула атома ${}_{25}\text{Mn}$ така:



де 1, 2, 3, 4, 3, 4, 5, 4 – енергетичні рівні; *s*, *p*, *d* – підрівні.

Приклад 2. Визначити валентні електрони елемента.

Розв'язання: Електрони на останньому рівні та попередньому підрівні, якщо він незаповнений, - є валентними.

У *Tc* ... $5s^2 4d^5$ – валентні електрони

останній рівень попередній незаповнений підрівень

Приклад 3. Згідно правилам Клечковського підтвердити порядок заповнення енергетичних рівнів та підрівнів.

Розв'язання: Порядок послідовного заповнення рівнів та підрівнів відповідає найменшому запасу енергії.

	$1s^2$	$2s^2$	$2p^6$	$3s^2$	$3p^6$	$4s^2$	$3d^{10}$	$4p^6$	$5s^2$	$4d^5$
<i>n</i>	1	2	2	3	3	4	3	4	5	4
<i>l</i>	0	0	1	0	1	0	2	1	0	2
<i>n+l</i>	1	2	3	3	4	4	5	5	5	6

тому що *s*-, *p*-, *d*-, *f*-підрівням відповідають чисельні значення 0, 1, 2, 3.

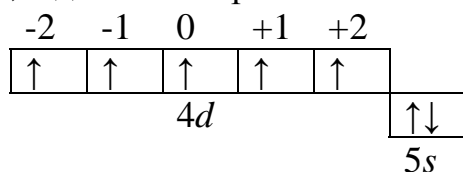
За II правилом Клечковського: при однаковому значенні сум *n+l* для $2p^6$ і $3s^2$ та $3p^6$ і $4s^2$ спочатку заповнюються орбіталі $2p$ та $3p$, а потім $3s$ та $4s$.

Приклад 4. У наведеної електронної формули ${}_{43}\text{Tc} \dots 4p^6 5s^2 4d^5$ визначити валентні електрони та охарактеризувати їх за допомогою чотирьох квантових чисел.

Розв'язання: Валентні електрони атомів знаходяться на останньому рівні та попередньому підрівні, якщо він незаповнений. Останній рівень – 5. Попередній підрівень – $4d$ може бути заповнений 10 електронами. Але у *Tc* на $4d$ знаходяться тільки 5 електронів, тобто попередній підрівень не повністю заповнений. Тому валентні електрони *Tc* - $\dots 4d^5 5s^2$ або $\dots 5s^2 4d^5$

Запишемо кожен електрон окремо та квантові числа: *n*, *l*, *m_l*, *m_s* .. Головне квантове число (*n*) вказує на номер енергетичного рівня. Тому для $4d^1$, $4d^5$ енергетичний рівень дорівнює 4, а для $5s^1$, $5s^2$ електронів – п'яти.

Орбітальне квантове число (l) електрона вказує на енергетичний підрівень електрона в атомі: s, p, d або f , значення l для всіх d -електронів однакові – 2, а для s -електронів – 0. Маємо:



- графічне зображення валентних електронів Tc

	n	l	m_l	m_s
$4d^1$	4	2	-2	-1/2
$4d^2$	4	2	-1	-1/2
$4d^3$	4	2	0	-1/2
$4d^4$	4	2	+1	-1/2
$4d^5$	4	2	+2	-1/2
$5s^1$	5	0	0	-1/2
$5s^2$	5	0	0	+1/2

Кількість орбіталей на тому чи іншому підрівні обумовлена магнітним квантовим числом $m_l = 2l + 1$ і маємо для s -підрівня = 1, для p = 3, для d = 5, для f = 7 енергетичних комірок. Кожна комірка має своє значення, яке визначається за формулою $m_l = -l...0...+l$.

Так, енергетична комірка на s -підрівні – одна, її магнітне квантове число набуває значення «0».

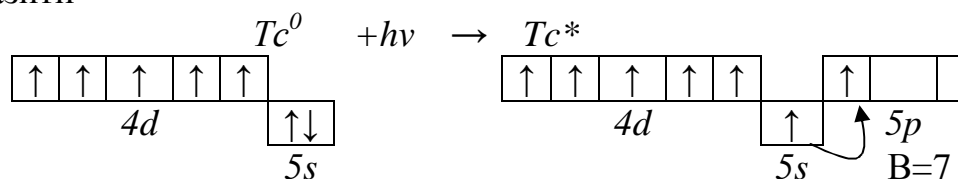
На p -підрівні – 3 енергетичні комірки, які мають значення m_l – «-1», «0», «+1». На d -підрівні – 5 комірок зі значенням m_l – «-2», «-1», «0», «+1», «+2». Так само для f -підрівня значення m_l становить «-3», «-2», «-1», «0», «+1», «+2», «+3».

Таким чином, для $4d^1$ електрона m_l дорівнює «-2», а для $5s^1$ – «0».

Спінове квантове число (m_s) характеризує рух електрона навколо власної осі. Кількість руху електрона квантується і може набувати значення $+1/2$ та $-1/2$. Усі паралельні електрони приймають однакові значення: для $4d^1-4d^5$ і $5s^1$ це значення «-1/2», а у $5s^2$ – антипаралельного електрона – «+1/2».

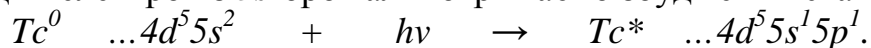
Приклад 5. Записати електронні формули атомів у збудженому стані та визначити їх максимальну валентність.

Розв'язання: Валентні електрони $Tc \dots 4d^5 5s^2$ можна графічно відобразити



Звідси бачимо, що на $5s$ орбіталі маємо 2 спарених електрони. Якщо додати квант енергії, то їх можна розпарувати, тобто один з електронів

перевести на більш високий підрівень. На наступному $5p$ підрівні маємо вільні енергетичні комірки. Туди після одержання додаткової енергії перейде один електрон з $5s$ -орбіталі і отримаємо збуджений стан атому Tc^*

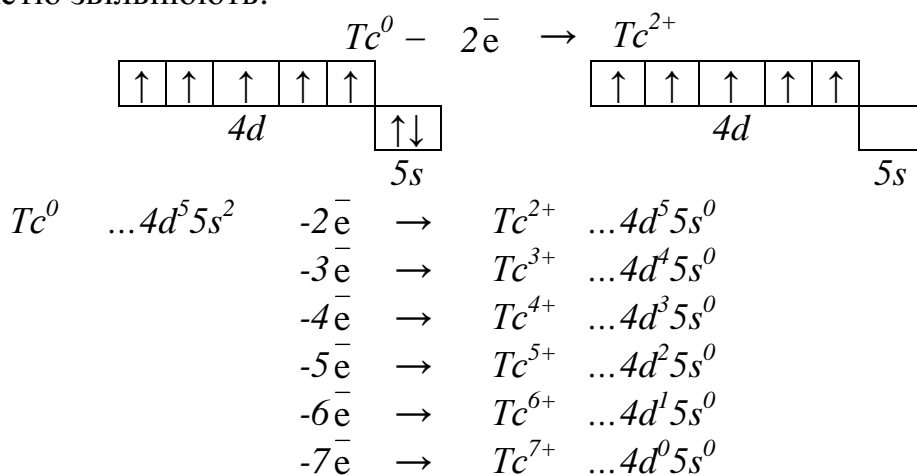


У збудженому стані атома зростає валентність. Вона визначається по кількості неспарених електронів. Для Tc^* валентність дорівнює 7.

Збуджених станів може бути декілька. Це залежить від кількості пар спарених електронів.

Приклад 6. Записати електронні формули йонів з характерним ступенем окиснення для їх атомів: Tc (Технецій).

Розв'язання: Йони утворюються коли атом приймає чи віддає електрони. Атом Tc не може прийняти електрони, бо зовнішній підрівень $5s$ у нього заповнений – на ньому 2 електрони. А попередній $4d$ підрівень, на якому 5 електронів не може приймати електрони, бо він закритий – «екранований» зовнішніми $5s$ -електронами. Тому атом Tc може тільки віддавати електрони. Електрони покидають зовнішні орбіталі і завжди їх повністю звільнюють:



Звідси зрозуміло, що у Tc можуть бути 7 ступенів окиснення: Tc^0 , Tc^{+2} , Tc^{+3} , Tc^{+4} , Tc^{+5} , Tc^{+6} , Tc^{+7} .

Приклад 7. Визначити до якої родини належить елемент, якщо його електронна формула закінчується так $\dots 4p^6 4d^5 5s^2$. Пояснити які властивості він має: металеві чи неметалеві.

Розв'язання: Порядок заповнення електронами рівнів та підрівнів за правилами Клечковського становить: $\dots 4p^6 5s^2 4d^5$. Тобто останній електрон заповнює d -підрівень. Тому цей елемент відноситься до d -родини. Якщо елемент належить до s -, d -, f -родин, то цей елемент завжди метал. Тобто для цього елемента характерні металеві властивості.

Приклад 8. Визначити родину, до якої належить елемент, якщо його електронна формула – $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$. Вказати які властивості для нього характерні: металеві чи неметалеві. Який це елемент?

Розв'язання: Валентні електрони атома – це електрони, які знаходяться на останньому рівні та попередньому підрівні, якщо він не повністю заповнений.

Останній електронний рівень у цього атома – $3s^23p^5$; попередній підрівень – $2p^6$ – заповнений. Тому валентні електрони: $\dots3s^23p^5$. Останній електрон заповнює p -підрівень, тому елемент належить до p -сімейства. Що до його властивостей, то насамперед треба визначити де знаходиться цей елемент у p -сімействі: вище діагоналі для p -елементів $B-At$, чи нижче. Якщо p -елемент знаходиться на діагоналі $B-At$ або лежить вище її, то йому притаманні неметалеві властивості. Якщо нижче – металеві. Цей елемент лежить вище діагоналі $B-At$, тому він неметал. Це – Хлор.

Приклад 9. Визначити положення елемента в періодичній системі Д.І. Менделєєва за його електронною формулою $\dots4s^23d^{10}4p^65s^24d^6$.

Розв'язання: Валентні електрони елемента: $\dots5s^24d^6$. Цифра 5 вказує на зовнішній енергетичний рівень, тобто на номер періоду – 5. Кількість валентних електронів: $2 + 6 = 8$ позначає номер групи – 8. Елемент належить до d -родини. Елементи s - і p -родин належать до головних підгруп, а елементи d - і f -родин – до побічних підгруп.

Відповідь: елемент, який має $\dots5s^24d^6$ валентні електрони знаходиться у 5 періоді, 8 групі, побічній підгрупі періодичної системи Д.І. Менделєєва. Цей елемент - Ru - рутеній.

1.3 Хімічний зв'язок

1.3.1 Виникнення хімічного зв'язку ([2] с. 118 - 160, [3] с. 71 – 94)

Хімічний зв'язок – це наслідок взаємодії електронів і ядер атомів, що приводить до зменшення енергії системи. Відомі кілька типів хімічного зв'язку. Основними є ковалентний та йонний.

1.3.2 Ковалентний зв'язок ([2] с. 131 - 138, [3] с. 78 – 88)

Таблиця 2 – Найважливіші характеристики хімічного зв'язку в двохатомних молекулах простих речовин

Формула речовини	Зв'язок	Енергія зв'язку, кДж/моль	Довжина зв'язку, нм
H ₂	H — H	435,0	0,074
F ₂	F — F	159,0	0,142
O ₂	O = O	498,7	0,120
N ₂	N ≡ N	945,6	0,109
Cl ₂	Cl — Cl	242,3	0,198
S ₂	S = S	417,6	0,189
P ₂	P ≡ P	489,1	0,188

1.3.3 Метод валентних зв'язків

Утворення хімічного зв'язку – взаємодія електронів зовнішніх електронних орбіталей – валентних електронів ([2]с.130-146, [3] с. 79 – 83)

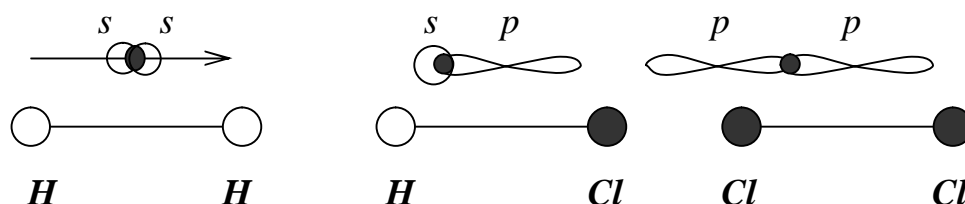
1.3.4 Гібридизація орбіталей та просторова конфігурація молекул ([2] с. 138 – 142)

Електрони, що беруть участь в утворенні ковалентного зв'язку, перебувають у різних станах, тобто перебувають на різних атомних орбіталях. Здавалось б, що й зв'язки в молекулі за міцністю повинні бути нерівноцінними. Однак досвід показує, що вони рівноцінні.

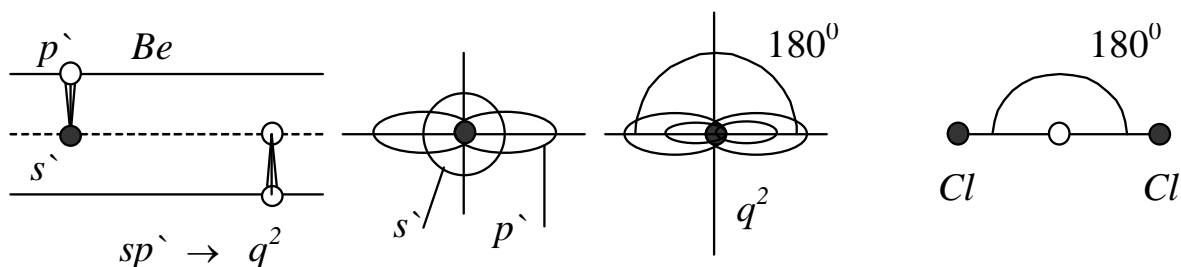
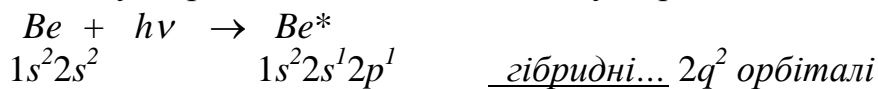
Рівноцінність їх пояснює *теорія гібридизації атомних орбіталей*, згідно якої при утворенні молекул відбуваються зміни форм і енергій електронних хмар і утворюються рівноцінні гібридні хмари однакової форми, які мають симетричне положення у просторі.

Напрямок ковалентного зв'язку обумовлює просторову конфігурацію молекул, тобто їх геометричну форму.

Якщо у перекритті електронних хмар приймає участь s^1-s^1 – валентні електрони (наприклад, молекула H_2) або електрони s^1-p^1 підрівней (наприклад, молекула HCl) чи електрони p^1-p^1 підрівней (молекула Cl_2), то молекули мають лінійну форму.



Тип гібридизації обумовлено характером електронів, які беруть участь в гібридизації. Розглянемо утворення молекули $BeCl_2$. Ступінь окиснення берилію в молекулі +2, хлору –1. У стаціонарному стані берилію ($Be\ 1s^2 2s^2$) валентність атому дорівнює нулю, в молекулі берилій – двовалентен. Тобто для утворення двох зв'язків атому берилію необхідно збудження :



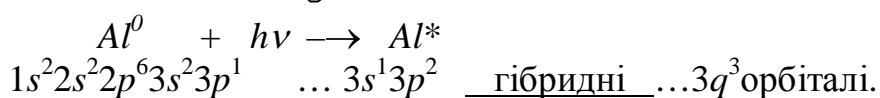
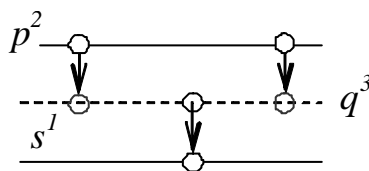
Внаслідок цього утворюються дві рівноцінні sp – гібридні орбіталі, які знаходяться в просторі під кутом 180° . Така sp -гібридизація характерна для елементів II групи, а їхні молекули мають лінійну форму.

Для елементів III групи характерна sp^2 -гібридизація. Молекули – плоскої трикутної форми, кут між напрямком зв'язку – 120° .

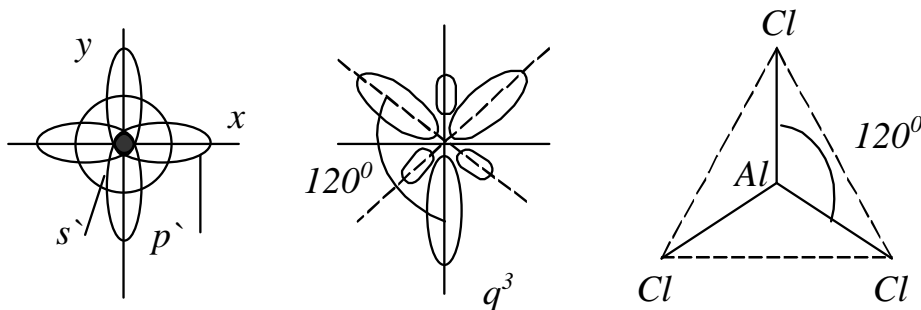
У молекулі хлориду алюмінію $AlCl_3$ у атома хлору один неспарений p -електрон



приймає участь в утворенні хімічного зв'язку. У атома алюмінію в утворенні зв'язку приймають участь три електрони. Таким чином, з атомом алюмінію взаємодіють три атоми хлору. Якщо об'єднати ядра атомів, які утворюють зв'язки, то одержимо плоский трикутник.

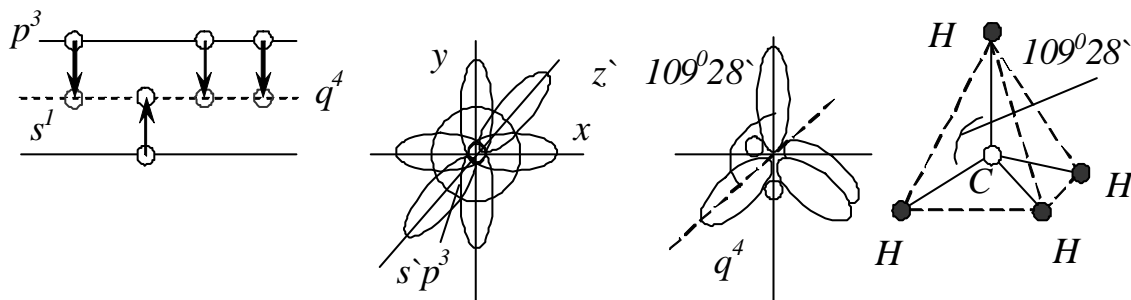


Три sp^2 -гібридні орбіталі розташовані під кутом 120°

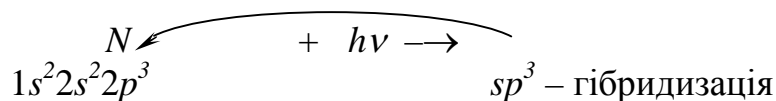


У молекулі метану CH_4 в утворенні зв'язку беруть участь чотири рівноцінних гібридних орбіталі атому Карбону – sp^3 -гібридизація.

$C + h\nu \rightarrow C^*$
 $1s^2 2s^2 2p^2 \dots 1s^2 2s^1 2p^3$ гібридні $\dots 2q^4$ орбіталі
 4 зв'язки sp^3 -гібридних хмар утворюють неправильний тетраедр з кутом $109^\circ 28'$.

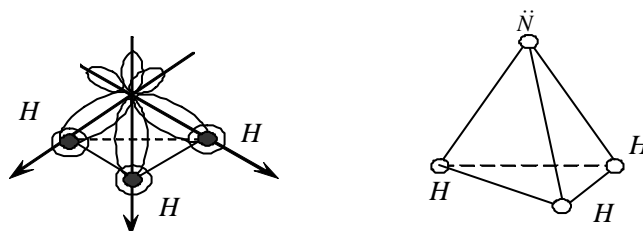


СПОЛУКИ АЗОТУ ТА КИСНЮ. У молекулі амоніаку NH_3 в утворенні зв'язку приймають участь 3 орбіталі із чотирьох. У атома азоту нема збудженого стану.

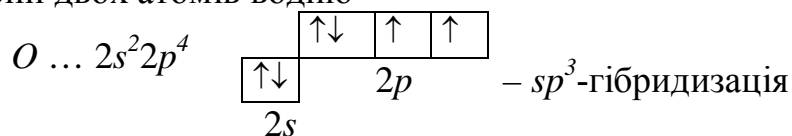


та $2s$ - орбіталь зайнята парою електронів.

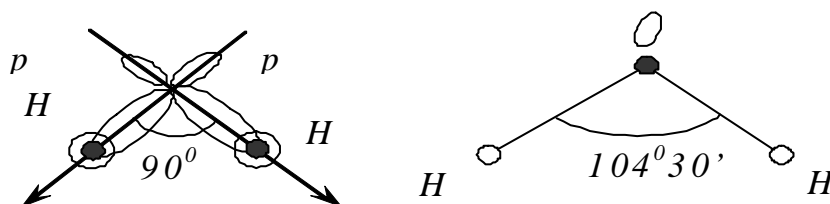
Через слабе відштовхування, яке існує між орбітальями, які беруть участь в утворенні зв'язку, та зайнятою $2s$ -орбітальною, валентний кут змінюється до $107^\circ 18'$. При взаємодії трьох атомів утворюється пірамідальна молекула. Такі молекули характерні для елементів VA групи. У молекулі амоніаку три p -електронні хмари розподіляються по координатним вісям і перекриваються з s -електронами атомів водню. У вершині піраміди знаходиться атом азоту, а в кутах її трикутної основи – атоми водню.



При утворенні молекули води H_2O у перекритті електронних хмар приймають участь 2 електрони p -підрівня атома кисню $1s^2 2s^2 2p^4$ та s -електрони двох атомів водню



При перекритті p -електронів з s -електронами, завдяки взаємному відштовхуванню кут між напрямком зв'язку досягає $104^\circ 30'$. Таку форму молекул утворюють атоми елементів VIA групи.



1.3.5 Координаційна теорія Вернера і склад комплексних сполук

([2] с. 598 - 622, [3] с. 36 – 40)

Комплексні сполуки були одержані ще в середині XVIII ст.

Комплексні сполуки мають центричну будову, тобто всі групи, що входять до їх складу, певним чином розташовані навколо атома-комплексотворювача, або центрального атома (йона).

Комплексоутворювач - у переважній більшості йон металу Me^{n+}



Центральним атомом можуть бути майже всі елементи періодичної системи, але найбільшу здатність до комплексоутворення виявляють *d*-елементи. Лужні і лужноземельні метали є найменш активними комплексоутворювачами. Таки неметали, як *B*, *Si*, *P*, *As*, виконують роль центрального атома у комплексних сполуках (КС) типу $K[BH_4]$, $H_2[SiF_6]$, $K[PF_6]$ тощо ([2] с. 601, [3] с. 37).

Комплексоутворювач характеризується *координаційним числом* (к.ч.), тобто числом, яке показує, скільки простих лігандів координується навколо центрального атома. Інакше, к.ч. – це число зв'язків між ними. Утворення комплексу між йоном металу Me^{n+} і лігандом *L* виражають схемами:



Будову молекул деяких комплексних сполук у просторі вперше пояснив А. Вернер ([2] с. 599, [3] с. 36).

Сполуки з к.ч. 2 типу $[Ag(NH_3)_2]^+$, $[Cu(Cl)_2]^-$ характеризуються *sp*-гібридизацією АО центрального атома, отже комплексоутворювач і ліганд розміщуються на прямій лінії: $H_3N \rightarrow Ag^+ \leftarrow NH_3$

У сполуках з к.ч. 4 можливі три способи розміщення лігандів навколо комплексоутворювача: у формі тетраедра, піраміди або квадрата. У першому і другому випадках маємо просторові комплекси (тип гібридизації АО комплексоутворювача sp^3), а в останньому – ліганди і комплексоутворювач розміщені в одній площині (гібридизація dsp^2).

Комплекси з координаційним числом п'ять відомі менше. Вони мають будову тригональної біпіраміди або квадратної піраміди. Це пентакарбоніл Феруму $Fe(CO)_5$, йон $[MnCl_5]^{3-}$.

Для координаційних сполук з координаційним числом 6 теоретично можливі три геометричні моделі комплексних йонів: плоский правильний шестикутник, трикутна призма і октаедр. Проте переважна більшість комплексних йонів утворені d^2sp^3 або sp^3d^2 гібридними атомними орбіталями і тому мають октаедричну будову ([2] с. 607 – 609).

Таблиця 3 – Типи гібридизації орбіталей центрального йона

К.ч.	Гібридні орбіталі центрального йона	Просторова конфігурація гібридних зв'язків	Приклади
2	sp	Пряма лінія	$[Ag(CN)_2]^-$, $[Ag(NH_3)_2]^+$
3	sp^2	Рівносторонній трикутник	NO_3^-
4	sp^3 , d^3s	Тетраедр	NH_4^+ , BF_4^- , CrO_4^{2-}
4	dsp^2	Квадрат	$[Ni(CN)_4]^{2-}$, $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, $[Pt(NH_3)_4]^{2+}$
6	d^2sp^3 , sp^3d^2	Октаедр	$[Co(NH_3)_6]^{3+}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$, $[Cd(NH_3)_6]^{3+}$
5	dsp^3	Тригональна біпіраміда; квадратна піраміда	$Fe(CO)_5$, $[CuCl_5]^{3-}$, $[MnCl_5]^{3-}$

Назви комплексних сполук утворюються таким чином: спочатку в називному відмінку називають катіон (простий або комплексний), потім простий (чи комплексний) аніон. Назви катіонних комплексів не мають спеціальних закінчень, а аніонні мають суфікс –**ат**, що додається до кореня назви центрального атома.

Таблиця 4 – Назви комплексних сполук за систематичною номенклатурою

КС з комплексним катіоном	КС з комплексним аніоном	Електронеутральний комплекс
$[Cu(NH_3)_4]SO_4$ тетраамінкупрум (II) сульфат	$K_3[Fe(CN)_6]$ калій гексаціаноферат(III)	$Fe(CO)_5$ пентакарбоніл феруму
$[Fe(H_2O)_6]Cl_3$ гексаакваферум(III) хлорид	$Na_3[Al(OH)_6]$ натрій гексагідроксоалюмінат	$Pt(NH_3)_2Br_2$ діаміндібромплатина
$[Cr(OH)_2H_2O(NH_3)_3]Br$ акватриамінгідроксо- хром(III)бромід	$Cs_2[Pt(CN)_4F_2]$ цезій дифлуоротетра- ціаноплатинат(IV)	$Cr(NH_3)_3(NCS)_3$ триамінтри-(тіоціанато- N) хром

Ліганди, що входять до складу комплексу, перелічують за абеткою. Вказуючи їх число, а потім називають центральний атом і в дужках римськими числами зазначають ступінь його окиснення.

Усі координаційні сполуки, крім електронеутральних (карбонілів перехідних металів $Me(CO)_n$) або комплексів без зовнішньої координаційної сфери типу $Pt(NH_3)_2Cl_2$, у водних розчинах виявляють властивості сильних електролітів. Вони легко дисоціюють на комплексний йон та йони зовнішньої координаційної сфери ([2] с. 616 - 619, [3] с. 40).

У новій хімічній літературі частіше використовують величину, обернену до константи дисоціації комплексу, яку називають *константою утворення комплексу*, або *константою стійкості*, і позначають β :

$$\beta = 1 / K_o = 1 / K_n$$

1.3.6 Приклади розв'язання завдань

Полярність хімічного зв'язку, геометрична форма молекул

Приклад 1. Визначити міру полярності хімічного зв'язку в молекулах $AlCl_3$, H_2S , AsH_3

Розв'язання: Міру полярності хімічного зв'язку визначають за різницею значень відносних електронегативностей атомів які утворюють зв'язок. Для цього скористаємось даними таблиці у **додатку 1**.

$AlCl_3$	$EN_{Al} = 1.6$	$EN_{Cl} = 3.0$	$\Delta EN = 1,4$
H_2S	$EN_H = 2.1$	$EN_S = 2.6$	$\Delta EN = 0,5$
AsH_3	$EN_H = 2.1$	$EN_{As} = 2$	$\Delta EN = 0,1$

Максимальне значення ΔEN у $AlCl_3 = 1,4$, з наведених це є найполярніший зв'язок.

Приклад 2. Визначити геометричну форму молекул $AlCl_3$, H_2S , AsH_3 та BCl_3 , CCl_4 .

Розв'язання: По-перше, необхідно встановити, до якого типу молекул належать молекули заданих речовин (типи: A_2 , AB , B_2 , A_2B , A_3B , AB_2 , AB_3 , AB_4 ; де **A** – атом менш електронегативного елемента, **B** – більш електронегативного елемента). Якщо це молекули A_2 , AB , B_2 , то вони двоатомні і мають лінійну форму. Якщо молекули складаються з більш ніж двох атомів, то необхідно:

❖ Знайти центральний атом та його валентність:

$AlCl_3$, центральний атом Al , валентність III;

H_2S центральний атом S , валентність II;

AsH_3 центральний атом As , валентність III;

BCl_3 центральний атом B , валентність III;

CCl_4 центральний атом C , валентність IV.

❖ Скласти електронну та електронно-графічну формули енергетичних рівнів центрального атома, електрони яких беруть участь в утворенні хімічних зв'язків. Оскільки центральні атоми – елементи головних підгруп, то їх валентні електрони розміщені тільки на зовнішньому енергетичному рівні: $_{13}Al \dots 3s^2 3p^1$, $_{16}S \dots 3s^2 3p^4$, $_{15}As \dots 4s^2 4p^3$, $_{4}Be \dots 2s^2$, $_{5}B \dots 2s^2 2p^1$, $_{6}C \dots 2s^2 2p^2$.

❖ Порівняти валентність центрального атома в молекулі з кількістю його неспарених електронів у незбудженому стані. Якщо є незбіжність, то спостерігається гібридизація валентних орбіталей, якщо ж збігається, - то гібридизація відсутня.

$AlCl_3$. Для атома Al кількість неспарених електронів у нормальному (незбудженому) стані дорівнює одиниці, а в сполуці його валентність – III. Тобто атом Al повинен перейти до збудженого стану: $3s^2 + hv \rightarrow 3s^1 3p^2$.

В утворенні зв'язку повинні брати участь один s - і два p -електрони, слід припустити гібридизацію одного s - і двох p -електронів, це sp^2 -гібридизація атомних орбіталей центрального атома Al . Утворює молекули плоскотрикутної форми з валентним кутом 120° .

H_2S . Для атома S кількість неспарених електронів у незбудженому стані дорівнює двом, збігається з його валентністю в H_2S . Оскільки обидва неспарених електрона орієнтовані по двох взаємно перпендикулярних осях, молекули сполуки матимуть кутову форму з валентним кутом $\approx 90^\circ$.

AsH_3 . Атом As в молекулі має три неспарених електрони, тому для нього не потрібно збудженого стану. Три ковалентні зв'язки розташовуються під кутом до атома As , який знаходиться у вершині тригональної піраміди.

BCl_3 . Для атома B кількість неспарених електронів у нормальному (незбудженому) стані дорівнює одиниці, а в сполуці його валентність – III. Тобто атом B повинен перейти до збудженого стану: $2s^2 + hv \rightarrow 2s^1 2p^2$.

В утворенні зв'язку повинні брати участь один s - і два p -електрони, слід припустити гібридизацію одного s - і двох p -електронів, це sp^2 -гібридизація атомних орбіталей центрального атома B , утворює молекули плоскотрикутної форми з валентним кутом 120° .

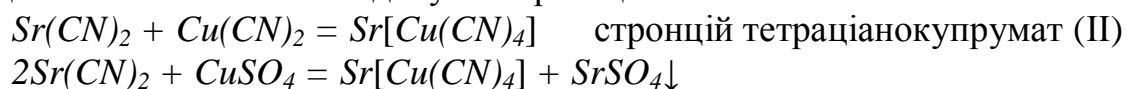
CCl_4 . Для атома C кількість неспарених електронів у нормальному (незбудженому) стані дорівнює двом, а в сполуці його валентність – IV. Тобто атом C повинен перейти до збудженого стану: $2s^2 + hv \rightarrow 2s^1 2p^3$.

В утворенні зв'язку повинні брати участь один s - і три p -електрони, слід припустити гібридизацію одного s - і трьох p -електронів, це sp^3 -гібридизація атомних орбіталей центрального атома C . Утворює тетраedr, в якому кут дорівнює $109^\circ 28'$.

Комплексні сполуки

Приклад 1. З частинок Cu^{2+} , Sr^{2+} , CN^- скласти формулу комплексної сполуки та рівняння реакцій за якими можна добути ці сполуки. Дати назву сполуці.

Розв'язання. Треба визначити центральний атом – комплексоутворювач. Це може бути Cu^{2+} або Sr^{2+} , оскільки в більшості випадків центральний атом – це позитивно заряджений йон. Найчастіше це d -елемент, у даному випадку йон Cu^{2+} d -елемент, тобто він може бути комплексоутворювачем. К.ч., як правило, вдвічі більше за ступінь його окиснення, тобто дорівнює 4. Йони Sr^{2+} , s -елемента утворюватимуть зовнішню сферу комплексної сполуки, а ліганди – нейтральні молекули або негативні йони – це CN^- . Отже, отримана формула $Sr[Cu(CN)_4]$. Наведений комплекс можна добути за реакціями:



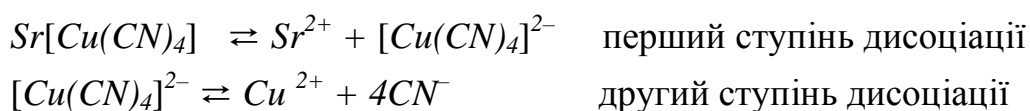
Приклад 2. Дати назву сполукам: $[Ni(NH_3)_4]Cl_2$, $[Pt(NH_3)_4Cl_2]SO_4$, $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$, $[Cr(H_2O)_6]Br_3$, $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$, $Ca[BeF_4]$

Розв'язання:

$[Ni(NH_3)_4]Cl_2$ – тетрааміннікеля(II) хлорид;
 $[Pt(NH_3)_4Cl_2]SO_4$ – тетрааміндихлороплатини(IV) сульфат;
 $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ – пентаамінхлорокобальта(III) хлорид;
 $[Cr(H_2O)_6]Br_3$ – гексааквахрома(III) бромід;
 $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ – тетраамінкупрума(II) гідроксид;
 $Ca[BeF_4]$ – кальцій тетрафлуороберилат(II).

Приклад 3. Записати рівняння процесу дисоціації комплексної сполуки $Sr[Cu(CN)_4]$.

Розв'язання:



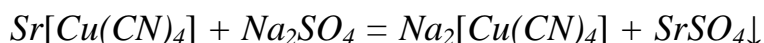
Приклад 3. Навести вираз для константи нестійкості комплексного йона $[Cu(CN)_4]^{2-}$.

Розв'язання: Другий ступінь дисоціації – процес зворотний, його можна охарактеризувати константою хімічної рівноваги або константою нестійкості що до наведеного випадку.

$$K_{\text{н}}([Cu(CN)_4]^{2-}) = \frac{[Cu^{2+}] \cdot [CN^-]^4}{([Cu(CN)_4]^{2-})} = 5 \cdot 10^{-28}.$$

Приклад 4. Скласти рівняння реакції обміну між комплексною сполукою $Sr[Cu(CN)_4]$ і сульфатом натрію.

Розв'язання. Рівняння реакції має вигляд:



З наведеного рівняння витікає, що в даному випадку внутрішня сфера комплексної сполуки у хімічній реакції веде себе як єдине ціле з негативно зарядженим ступенем окиснення, це іон $[Cu(CN)_4]^{2-}$

Завдання до виконання контрольної роботи

1. Об'єм газоподібного кисню за н.у. становить $0,016 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 290 \text{ К}$, та $P = 101080 \text{ Па}$; масу цього газу, кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.
2. Об'єм оксиду Нітрогену (II) за н.у. становить $0,061 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 390 \text{ К}$, та $P = 101180 \text{ Па}$; масу цього газу, кількість речовини даного об'єму газу.
3. Об'єм оксиду Карбону (II) за н.у. становить $0,046 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 314 \text{ К}$, та $P = 101210 \text{ Па}$; масу цього газу двома способами, кількість речовини даного об'єму газу.

4. Об'єм сірководню за н.у. становить $0,055 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 296 \text{ К}$, та $P = 101150 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
5. Об'єм оксиду Нітрогену (IV) за н.у. становить $0,038 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 392 \text{ К}$, та $P = 101078 \text{ Па}$; масу цього газу, кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.
6. Об'єм озону за н.у. становить $0,085 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 396 \text{ К}$, та $P = 101256 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
7. Об'єм оксиду Нітрогену (I) за н.у. становить $0,041 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 319 \text{ К}$, та $P = 101580 \text{ Па}$; масу цього газу, абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
8. Об'єм азоту за н.у. становить $0,049 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 389 \text{ К}$, та $P = 96780 \text{ Па}$; масу цього газу, його молярний об'єм; абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
9. Об'єм фтору за н.у. становить $0,069 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 332 \text{ К}$, та $P = 96980 \text{ Па}$; масу цього газу, його молярний об'єм; абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
10. Об'єм метану за н.у. становить $0,034 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 321 \text{ К}$, та $P = 103456 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
11. Об'єм газоподібного водню за н.у. становить $0,066 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 299 \text{ К}$, та $P = 103580 \text{ Па}$; масу цього газу двома способами, кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.
12. Об'єм оксиду Нітрогену (II) за н.у. становить $0,064 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 395 \text{ К}$, та $P = 101180 \text{ Па}$; масу цього газу, молярний об'єм за умов, що задані; кількість речовини даного об'єму газу.
13. Об'єм оксиду Карбону (IV) за н.у. становить $0,016 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 364 \text{ К}$, та $P = 112210 \text{ Па}$; масу цього газу двома способами, кількість речовини даного об'єму газу.
14. Об'єм фосфіну (PH_3) за н.у. становить $0,035 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 396 \text{ К}$, та $P = 101050 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
15. Об'єм CH_2O за н.у. становить $0,019 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 289 \text{ К}$, та $P = 96799 \text{ Па}$; масу цього газу, його молярний об'єм; абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
16. Об'єм етану за н.у. становить $0,060 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 352 \text{ К}$, та $P = 96990 \text{ Па}$; масу цього газу, його молярний об'єм; абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
17. Об'єм амоніаку за н.у. становить $0,033 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 311 \text{ К}$, та $P = 104456 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.

18. Об'єм газоподібного хлору за н.у. становить $0,044 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 329 \text{ К}$, та $P = 113580 \text{ Па}$; масу цього газу двома способами; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.
19. Об'єм оксиду Нітрогену (I) за н.у. становить $0,031 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 320 \text{ К}$, та $P = 101190 \text{ Па}$; масу цього газу, молярний об'єм за умов, що задані; кількість речовини даного об'єму газу.
20. Об'єм оксиду Карбону (II) за н.у. становить $0,046 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 354 \text{ К}$, та $P = 110070 \text{ Па}$; масу цього газу двома способами, кількість речовини даного об'єму газу.
21. Об'єм фосфіну (PH_3) за н.у. становить $0,085 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 296 \text{ К}$, та $P = 105050 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
22. Об'єм оксиду Нітрогену (IV) за н.у. становить $0,038 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 322 \text{ К}$, та $P = 101178 \text{ Па}$; масу цього газу, кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.
23. Об'єм етену за н.у. становить $0,075 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 376 \text{ К}$, та $P = 101156 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
24. Об'єм оксиду Гідрогену (I) за н.у. становить $0,041 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 359 \text{ К}$, та $P = 100580 \text{ Па}$; масу цього газу, абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
25. Об'єм пропану за н.у. становить $0,079 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 309 \text{ К}$, та $P = 96780 \text{ Па}$; масу цього газу, його молярний об'єм; абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
26. Об'єм ацетилену (етину) за н.у. становить $0,030 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 339 \text{ К}$, та $P = 96989 \text{ Па}$; масу цього газу, його молярний об'єм; абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
27. Об'єм бутену за н.у. становить $0,084 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 328 \text{ К}$, та $P = 101156 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
28. Об'єм газоподібного Флуору за н.у. становить $0,036 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 289 \text{ К}$, та $P = 103580 \text{ Па}$; масу цього газу, двома способами, кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.
29. Об'єм газоподібного CH_3Cl за н.у. становить $0,046 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 295 \text{ К}$, та $P = 10199 \text{ Па}$; масу цього газу, кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.
30. Об'єм оксиду Сульфуру (IV) за н.у. становить $0,064 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 398 \text{ К}$, та $P = 101470 \text{ Па}$; масу цього газу, кількість речовини даного об'єму газу.
31. Об'єм оксиду Карбону (II) за н.у. становить $0,036 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 354 \text{ К}$, та $P = 101010 \text{ Па}$; масу цього газу двома способами, кількість речовини даного об'єму газу.

32. Об'єм сірководню за н.у. становить $0,015 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 396 \text{ К}$, та $P = 101050 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
33. Об'єм оксиду Нітрогену (II) за н.у. становить $0,059 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 347 \text{ К}$, та $P = 101500 \text{ Па}$; масу цього газу, молярний об'єм за умов, що задані; кількість речовини даного об'єму газу.
34. Об'єм оксиду Карбону (IV) за н.у. становить $0,046 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 386 \text{ К}$, та $P = 112010 \text{ Па}$; масу цього газу двома способами, кількість речовини даного об'єму газу.
35. Об'єм фосфіну (PH_3) за н.у. становить $0,015 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 390 \text{ К}$, та $P = 101055 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
36. Об'єм CH_2O за н.у. становить $0,019 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 289 \text{ К}$, та $P = 96799 \text{ Па}$; масу цього газу, його молярний об'єм; абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
37. Об'єм етану за н.у. становить $0,041 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 352 \text{ К}$, та $P = 100990 \text{ Па}$; масу цього газу, його молярний об'єм; абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
38. Об'єм амоніаку за н.у. становить $0,023 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 346 \text{ К}$, та $P = 104001 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
39. Об'єм газоподібного Флуору за н.у. становить $0,014 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 310 \text{ К}$, та $P = 100180 \text{ Па}$; масу цього газу двома способами, кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.
40. Об'єм озону за н.у. становить $0,015 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 336 \text{ К}$, та $P = 104456 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
41. Об'єм оксиду Нітрогену (I) за н.у. становить $0,011 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 319 \text{ К}$, та $P = 101080 \text{ Па}$; масу цього газу, абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
42. Об'єм CH_3Cl за н.у. становить $0,041 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 366 \text{ К}$, та $P = 96789 \text{ Па}$; масу цього газу, його молярний об'єм; абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
43. Об'єм неону за н.у. становить $0,069 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 332 \text{ К}$, та $P = 96980 \text{ Па}$; масу цього газу, його молярний об'єм; абсолютну масу його молекул; кількість речовини даного об'єму газу.
44. Об'єм бутану за н.у. становить $0,034 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 321 \text{ К}$, та $P = 103456 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
45. Об'єм газоподібного HI за н.у. становить $0,066 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 299 \text{ К}$, та $P = 106680 \text{ Па}$; масу цього газу двома способами, кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.

46. Об'єм газоподібного H_2Se за н.у. становить $0,016 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 290 \text{ К}$, та $P = 101280 \text{ Па}$; масу цього газу, кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.
47. Об'єм оксиду Нітрогену (II) за н.у. становить $0,058 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 390 \text{ К}$, та $P = 101180 \text{ Па}$; масу цього газу, кількість речовини даного об'єму газу.
48. Об'єм оксиду Карбону (II) за н.у. становить $0,056 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 319 \text{ К}$, та $P = 101201 \text{ Па}$; масу цього газу двома способами, кількість речовини даного об'єму газу.
49. Об'єм сірководню за н.у. становить $0,025 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 288 \text{ К}$, та $P = 101135 \text{ Па}$; кількість молекул, що міститься в даному об'ємі; відносну густину газу за воднем та за повітрям.
50. Об'єм газоподібного CH_3Br за н.у. становить $0,046 \text{ м}^3$. Розрахувати об'єм при $T = 295 \text{ К}$, та $P = 101099 \text{ Па}$; масу цього газу, кількість молекул, що міститься в даному об'ємі.
51. З $1,35 \text{ г}$ оксиду металу отримали $3,15 \text{ г}$ його нітрату. Визначити молярну масу еквіваленту металу.
52. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $Ca(OH)_2$; $CaHPO_4$; H_2O .
52. Розрахувати молярну масу еквіваленту металу, якщо при відновлені $1,017 \text{ г}$ його оксиду витрачено $0,28 \text{ дм}^3$ водню (н.у.).
54. На спалювання $1,5 \text{ г}$ двовалентного металу потрібно $0,69 \text{ дм}^3$ кисню (н.у). Чому дорівнює молярна маса еквівалента та атомна маса цього Me .
55. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $Fe(OH)_2$; Na_2HPO_4 ; CuO .
56. З $3,31 \text{ г}$ нітрату металу отримали $2,78 \text{ г}$ його хлориду. Визначити молярну масу еквіваленту металу.
57. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $Fe(OH)_2Cl$; NaH_2PO_4 ; $CuSO_4$.
58. Вміст хлору у $10,3 \text{ г}$ хлориду титана складає $7,1 \text{ г}$. Визначити молярну масу еквівалента та валентність титану. Складіть формулу сполуки.
59. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів реагуючих речовин: $Ca(OH)_2 + H_3PO_4 = CaHPO_4 + 2H_2O$.
60. Молярна маса фосфату тривалентного металу 342 г/моль . Яка формула солі, якщо молярна маса еквівалента фосфату металу 57 г/моль .
61. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $Fe(OH)_3$; KH_2PO_4 ; $ZnSO_4$.
62. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів реагуючих речовин: $Ca(OH)_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 \downarrow + 2NaOH$.
63. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів реагуючих речовин: $NaOH + H_3PO_4 = NaH_2PO_4 + H_2O$
64. Чому дорівнюють молярні маси еквівалентів хрому у його оксидах, в яких є $78,47$; $68,42$ та $52,0\%$ хрому. Складіть відповідні формули.

65. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $Al(OH)_3$; H_3PO_4 ; SO_3 .
66. При спалюванні 0,5 г металу витрачено 0,23 дм³ кисню (н.у). Визначити молярну масу еквіваленту металу (валентність = 2), який це метал?
67. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів реагуючих речовин: $2NaOH + Be + 2H_2O = Na_2[Be(OH)_4] + H_2$
68. Деякий елемент утворює водневу сполуку, де вміст Гідрогену = 8,9%. Визначити відносну атомну масу елемента (валентність = 3). Складіть формулу гідриду та вкажіть фактор його еквівалентності.
69. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $Al(OH)Cl_2$; H_3PO_3 ; N_2O_3 .
70. Який об'єм водню (н.у.) отримали при розчиненні у кислоті 0,45 г металу, молярна маса еквіваленту якого дорівнює 20 г/моль.
71. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів реагуючих речовин: $3KOH + FeCl_3 = Fe(OH)_3 + 3KCl$.
72. Реакція нейтралізації 0,943 г H_3PO_3 потребує 1,291 г KOH . Визначити кількість речовини еквіваленту та молярну масу еквіваленту кислоти, напишіть рівняння взаємодії цих сполук.
73. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $ZnCl_2$; K_3PO_3 ; N_2O_5 .
74. Визначити кількість речовини еквіваленту та молярну масу еквіваленту вихідних сполук, які взаємодіють за реакціями; дати назву сполукам:

$$CuOHNO_3 + H_2S = CuS + HNO_3 + H_2O,$$

$$Na_2HPO_4 + AlCl_3 = AlPO_4 + 2NaCl + HCl.$$
75. Реакція нейтралізації 7,33 г H_3PO_4 потребує 4,444 г $NaOH$. Визначити кількість речовини еквіваленту та молярну масу еквіваленту кислоти, напишіть рівняння взаємодії цих сполук.
76. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів реагуючих речовин: $6HNO_3 + Fe_2O_3 = 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$
77. Яка маса магнію потрібна для отримання однакового об'єму водню, що було здобуто при взаємодії 26,97 г алюмінію з кислотою.
 $M_{екв}(Mg) = 12,16$ г/моль, $M_{екв}(Al) = 8,99$ г/моль.
78. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $SnCl_2$; K_3PO_4 ; N_2O .
79. Визначити кількість речовини еквіваленту та молярну масу еквіваленту вихідних сполук, які взаємодіють за реакціями; дати назву сполукам:

$$Fe(OH)_2CH_3COO + 3HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + CH_3COOH + 2H_2O,$$

$$KH_2PO_4 + KOH = K_2HPO_4 + H_2O.$$
80. При взаємодії 2,5 г карбонату метала з нітратною кислотою утворилось 4,1 г нітрату металу. Визначити молярну масу еквіваленту металу.
81. Реакція нейтралізації 9,797 г H_3PO_4 потребує 7,998 г $NaOH$. Визначити кількість речовини еквіваленту та молярну масу еквіваленту кислоти, напишіть рівняння взаємодії цих сполук.

- 82.** Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $CaCl_2$; $Ca_3(PO_4)_2$; NO .
- 83.** З 2,7 г оксиду металу можна отримати 6,3 г його нітрату. Визначити молярну масу еквівалента металу.
- 84.** З 1,3 г гідроксиду металу можна отримати 2,85 г його сульфату. Визначити молярну масу еквівалента металу.
- 85.** Визначити кількість речовини еквіваленту та молярну масу еквіваленту вихідних сполук, які взаємодіють за реакціями; дати назву сполукам:
- $$Ca(HCO_3)_2 + 2HCl = CaCl_2 + 2CO_2 + 2H_2O,$$
- $$Al(OH)_2Cl + KOH = Al(OH)_3 + KCl.$$
- 86.** 10 г алюмінію, взаємодіючи з киснем, утворюють 18,88 г оксиду алюмінію. Знайти молярну масу еквівалента алюмінію та його валентність, записати хімічну формулу сполуки.
- 87.** Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $SrCl_2$; $Na_3(PO_4)$; N_2O_3 .
- 88.** При взаємодії 2,6 г металу з 1,75 г азоту, утворюється нітрид. Який це метал, якщо його валентність дорівнює I, а валентність азоту – (III)?
- 89.** Вміст Оксигену у оксиді елемента з валентністю (III) складає 31,58%. Визначити молярну масу еквівалента та атомну масу елемента.
- 90.** Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів речовин: $Sr(OH)_2$; Na_2HPO_4 ; NO_2 .
- 91.** Вміст Оксигену у одному оксиді Мангану складає 22,56% у другому – 50,5%. Визначити молярну масу еквівалента Мангану в оксидах.
- 92.** При згорянні Сульфуру утворилось 12,8 г оксиду (IV) SO_2 . Скільки кисню потребує цей процес, яка молярна маса еквівалентів Сульфура та SO_2 .
- 93.** Напишіть рівняння взаємодії $Fe(OH)_3$ з хлороводневою кислотою де утворюються дігідроксохлорид, гідроксохлорид та трихлорид заліза. Визначити фактор еквівалентності $Fe(OH)_3$ у кожній реакції.
- 94.** Визначити молярну масу еквівалента води при її взаємодії:
а) з Натрієм, б) оксидом Натрію.
- 95.** На нейтралізацію 1,886 г H_3PO_3 необхідно 2,582 г KOH . Визначити молярну масу еквівалента кислоти та її основність.
- 96.** При взаємодії надлишку KOH та розчинів: а) дігідрофосфата калію, б) дігідроксонітрату бісмуту (III) відбулась хімічна реакція. Напишіть рівняння та визначить молярні маси еквівалентів продуктів реакції.
- 97.** Одна тай сама маса металу сполучається з 1,591 г галогену та з 70,2 см³ кисню (н.у.). Визначити молярну масу еквіваленту галогену.
- 98.** Оксиди Нітрогену на два атома Нітрогену мають: а) п'ять, б) чотири, в) один атом Оксигену. Визначити фактори еквівалентності Нітрогену у оксидах та молярні маси еквівалентів цих оксидів.
- 99.** Сполука складається з 39,0% Сульфуру, молярна маса еквіваленту якої дорівнює 16 та Арсену. Визначити молярну масу еквіваленту Арсену, його валентність та запишіть формулу сполуки.

- 100.** Скільки металу, молярна маса еквівалента якого дорівнює 12,16 г/моль, взаємодіє з 310 см³ кисню (н.у.)?
- 101.** З наведених електронних формул визначити валентні електрони та дати їм характеристику за допомогою 4-х квантових чисел. Визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), вказати фізичний зміст номера періоду; $5p^6 6s^2 5d^3$, $4p^6 5s^2 4d^{10}$
- 102.** Записати електронні формули атомів, вказати валентні електрони та до якої родини належать елементи. Визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), вказати фізичний зміст номера групи: *As*, *Te*.
- 103.** Записати електронні формули атомів, вказати валентні електрони та до якої родини вони належать. Визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), вказати фізичний зміст порядкового номера елемента: *Al*, *O*.
- 104.** Записати електронні формули атомів, згідно правилам Клечковського підтвердити порядок заповнення енергетичних рівнів та підрівнів, вказати валентні електрони. Визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), вказати фізичний зміст порядкового номера елемента: *Cl*, *B*.
- 105.** З наведених електронних формул визначити валентні електрони та дати їм характеристику за допомогою 4-х квантових чисел. Визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), чи відрізняються елементи головних та побічних підгруп: $3p^6 4s^2 3d^3$; $5s^2 4d^{10} 5p^3$.
- 106.** Записати електронні формули атомів, вказати валентні електрони та записати формули атомів у збудженому стані, вказати їх валентність. Визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), вказати фізичний зміст номера групи: *N*, *Mn*.
- 107.** З наведених електронних формул визначити валентні електрони та визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), чим відрізняються елементи головних та побічних підгруп: $3p^6 4s^2 3d^6$, $5s^2 4d^{10} 5p^3$.
- 108.** Записати електронні формули атомів, вказати валентні електрони та записати формули атомів у збудженому стані, вказати їх валентність. Визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), вказати фізичний зміст номера періоду: *Na*, *I*.
- 109.** Дивитися умову завдання **104**: *Cl*, *B*.
- 110.** Дивитися умову завдання **101**: $5p^6 6s^2 5d^8$, $4p^6 5s^2 4d^{10}$
- 111.** Дивитися умову завдання **104**: *C*, *Ba*.
- 112.** Дивитися умову завдання **105**: $3p^6 4s^2 3d^7$; $5s^2 4d^{10} 5p^5$.
- 113.** Дивитися умову завдання **106**: *Ne*, *Mo*.
- 114.** Дивитися умову завдання **107**: $6s^2 4f^{14} 5d^6$, $5s^2 4d^{10} 5p^3$.
- 115.** Дивитися умову завдання **108**: *Nb*, *Ca*.

116. Дивитися умову завдання 104: *Si, Cu.*
117. Дивитися умову завдання 101: $5p^6 6s^2 5d^1, 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^4$
118. З наведених електронних формул визначити валентні електрони та визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), вказати фізичний зміст номера періоду та номеру групи: $5p^6 6s^2 5d^2, 3p^6 4s^2 3d^{10}$
119. Дивитися умову завдання 102: *P, Tc.*
120. Дивитися умову завдання 103: *Ga, Cr.*
121. Записати електронні формули атомів, згідно правилам Клечковського підтвердити порядок заповнення енергетичних рівнів та підрівнів, вказати валентні електрони елементів. Записати електронні формули йонів цих атомів. Визначити місце елементів в періодичній системі, що об'єднує елементи головних та побічних підгруп: *Ge, Ti.*
122. Записати електронні формули атомів, вказати валентні електрони та до якої родини належать елементи. Записати формули атомів у збудженому стані, вказати їх валентність. Визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), вказати фізичний зміст номера групи: *Mg, V.*
123. Дивитися умову завдання 107: $6s^2 4f^{14} 5d^3, 5s^2 4d^{10} 5p^5.$
124. Дивитися умову завдання 108: *Sb, Zr.*
125. Дивитися умову завдання 104: *S, Cd.*
126. Дивитися умову завдання 101: $5s^2 4d^1, 5s^2 4d^{10} 5p^2$
127. Дивитися умову завдання 118: $2p^6 3s^2 3p^2, 3p^6 4s^2 3d^8$
128. Записати електронні формули атомів, вказати валентні електрони та до якої родини належать елементи. Визначити місце елементів в періодичній системі (період, група, підгрупа, порядковий номер), вказати фізичний зміст номера періоду та групи: *Be, Tc.*
129. Дивитися умову завдання 103: *Co, Br.*
130. Дивитися умову завдання 121: *Fe, K.*
131. Дивитися умову завдання 101: $4p^6 5s^2 4d^3, 3p^6 4s^2 3d^{10}$
132. Дивитися умову завдання 128: *W, Li.*
133. Дивитися умову завдання 103: *Ar, Os.*
134. Дивитися умову завдання 104: *Ru, B.*
135. Дивитися умову завдання 105: $3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^2, 5s^2 4d^{10} 5p^6.$
136. Дивитися умову завдання 106: *Ni, Zn.*
137. Дивитися умову завдання 107: $3p^6 4s^2 3d^9, 5s^2 4d^{10} 5p^5.$
138. Дивитися умову завдання 108: *Rb, F.*
139. Дивитися умову завдання 104: *Cs, Y.*
140. Дивитися умову завдання 101: $5p^6 6s^2 5d^8, 4p^6 5s^2 4d^{10}$
141. Дивитися умову завдання 104: *Ar, Ta.*
142. Дивитися умову завдання 105: $3p^6 4s^2 3d^8; 5s^2 4d^{10} 5p^1.$
143. Дивитися умову завдання 106: *He, Re.*
144. Дивитися умову завдання 107: $6s^2 4f^{14} 5d^9, 4s^2 3d^{10} 3p^6.$

145. Дивитися умову завдання 106: $Pd, In.$
146. Дивитися умову завдання 107: $2p^6 3s^2 3p^5, 4s^2 4p^6 5s^2.$
147. Дивитися умову завдання 108: $Cs, Sc.$
148. Дивитися умову завдання 104: $Si, Ru.$
149. Дивитися умову завдання 101: $6s^2 4f^{14} 5d^8, 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^3$
150. Дивитися умову завдання 104: $Cr, Mg.$
151. Скласти формули комплексних сполук А і Б з їх частинок та записати можливі рівняння реакції їх утворення, дати назви. Вказати назви та заряди усіх складових частин комплексної сполуки. Вказати хімічні зв'язки в сполуках та просторову будову цих комплексних сполук:
 А: $Pb(OH)_2 \cdot 2NaOH;$ Б: $Na^+, Co^{3+}, 4NO_2^-, 2NH_3$
152. Скласти формули комплексних сполук А і Б з їх частинок та дати назви. Записати рівняння дисоціації комплексних сполук та вирази константи нестійкості комплексних йонів. Вказати хімічні зв'язки в сполуках та просторову будову цих комплексних сполук:
 А: $Mg(OH)_2 \cdot 6NH_3;$ Б: $2Na^+, NO, 5CN^-, Fe^{3+}$
153. Дати назву комплексним сполукам А і Б, написати рівняння дисоціації А і Б, молекулярні та йонні рівняння реакцій обміну між комплексом та сіллю. Вказати хімічні зв'язки в сполуках та просторову будову цих сполук.
 А: $K_2[Cu(CN)_4] + Hg(NO_3)_2 \rightarrow;$ Б: $K_2[HgCl_4] + KSCN \rightarrow$
154. Дивитися умову завдання 151.
 А: $Zn(OH)_2 \cdot Ba(OH)_2;$ Б: $Na^+, Al^{3+}, 4OH^-, 2H_2O$
155. Дивитися умову завдання 152.
 А: $Cu(OH)_2 \cdot 4NH_3;$ Б: $K^+, NO_2, 2Cl^-, Pt^{2+}, NH_3$
156. Дивитися умову завдання 153.
 А: $K_4[Fe(CN)_6] + CuSO_4 \rightarrow;$ Б: $K_2[HgBr_4] + NaI \rightarrow$
157. Дивитися умову завдання 151.
 А: $Fe(CN)_2 \cdot 4KCN;$ Б: $Ba^{2+}, Pt^{4+}, 4NO_3^-, 2Cl^-$
158. Дивитися умову завдання 152.
 А: $Be(NO_3)_2 \cdot 4H_2O;$ Б: $H^+, 4CN^-, Co^{3+}, 2H_2O$
159. Дивитися умову завдання 153.
 А: $K_3[Fe(CN)_6] + FeCl_2 \rightarrow;$ Б: $[Ag(NH_3)_2]Cl + NiCl_2 \rightarrow$
160. Дивитися умову завдання 151.
 А: $AuCN \cdot KCN;$ Б: $Rh^{2+}, 3NH_3, 3I^-$
161. Дивитися умову завдання 152.
 А: $BaCdSO_4 \cdot 4H_2O;$ Б: $Cr^{3+}, 3CNS^-, 4NH_3$
162. Дивитися умову завдання 153.
 А: $K_4[Fe(CN)_6] + ZnSO_4 \rightarrow;$ Б: $K[Ag(NO_2)_2] + NH_3 \rightarrow$
163. Дивитися умову завдання 151.
 А: $TiCl_3 \cdot 3KCl;$ Б: $2Na^+, Pt^{4+}, 4CN^-, 2Cl^-$

164. Дивитися умову завдання 152.
А: $Pb(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$;
Б: $Cr^{3+}, 3Cl^-, 5H_2O$
165. Дивитися умову завдання 153.
А: $K_3[Fe(CN)_6] + AgNO_3 \rightarrow$;
Б: $K_3[Ag(S_2O_3)_2] + KCN \rightarrow$
166. Дивитися умову завдання 151.
А: $Ni(CN)_2 \cdot 3RbCN$;
Б: $4NH_3, Cr^{3+}, CNS^-, Cl^-, 2NO_3^-$
167. Дивитися умову завдання 152.
А: $AlCl_3 \cdot 6H_2O$;
Б: $Cu^{2+}, 2CNS^-, 2NH_3$
168. Дивитися умову завдання 153.
А: $K_2[Zn(CN)_4] + NH_3 \rightarrow$;
Б: $K_2[Hg(SCN)_4] + (NH_4)_2S \rightarrow$
169. Дивитися умову завдання 151.
А: $Zn(CNS)_2 \cdot 2RbCNS$;
Б: $2NH_3, Cr^{3+}, 4H_2O, 3NO_3^-$
170. Дивитися умову завдання 152.
А: $AgOH \cdot 2NH_3$;
Б: $Pd^{2+}, 2CN^-, 2NH_3$
171. Дивитися умову завдання 153.
А: $Na_3[Co(CN)_6] + FeSO_4 \rightarrow$;
Б: $K_2[Cd(NH_3)_6]Cl_2 + CoCl_3 \rightarrow$
172. Дивитися умову завдання 151.
А: $Mn(CNS)_2 \cdot 2Ba(CNS)_2$;
Б: $2NH_3, Pt^{2+}, H_2O, OH^-, NO_3^-$
173. Дивитися умову завдання 152.
А: $NiI_2 \cdot 4NH_3$;
Б: $Pt^{2+}, 2Cl^-, 2NH_3$
174. Дивитися умову завдання 153.
А: $[Cu(NH_3)_4]Cl_2 + KCN \rightarrow$;
Б: $K_2[HgBr_4] + KI \rightarrow$
175. Дивитися умову завдання 151.
А: Mg^{2+}, Ag^+, NO_2^- ;
Б: Cu^{2+}, NH_3, I^-
176. Дивитися умову завдання 152.
А: Cd^{2+}, NH_3, Br^- ;
Б: $Cr^{3+}, 3Cl^-, 5H_2O$
177. Дивитися умову завдання 153.
А: $Na[Ag(NO_2)_2] + KCN \rightarrow$;
Б: $(NH_3)_2[CdCl_4] + NH_3 \rightarrow$
178. Дивитися умову завдання 151.
А: Fe^{3+}, CN^-, Ba^{2+} ;
Б: $4NH_3, Cr^{3+}, CNS^-, Cl^-, 2NO_3^-$
179. Дивитися умову завдання 152.
А: Ni^{2+}, SO_4^{2-}, NH_3 ;
Б: $Cu^{2+}, 2CNS^-, 2NH_3$
180. Дивитися умову завдання 153.
А: $K[Ag(NH_3)_2] + KCN \rightarrow$;
Б: $K_2[Hg(SCN)_4] + (NH_4)_2S \rightarrow$
181. Дивитися умову завдання 151.
А: Pb^{2+}, Cl^-, H^+ ;
Б: $Cr^{3+}, 4H_2O, 3NO_3^-, 2NH_3$
182. Дивитися умову завдання 152.
А: Co^{2+}, F^-, NH_3 ;
Б: $Pd^{2+}, 2CN^-, 2NH_3$

183. Дивитися умову завдання 153.
 А: $Na_2[Ni(NH_3)_6] + KCN \rightarrow$; Б: $K_2[Cd(NH_3)_6]Cl_2 + CoCl_3 \rightarrow$
184. Дивитися умову завдання 151.
 А: Be^{2+}, OH^-, Ba^{2+} ; Б: $Pt^{2+}, H_2O, OH^-, NO_3^-, 2NH_3$
185. Дивитися умову завдання 152.
 А: $Cd^{2+}, NH_3, CrO_4^{2-}$; Б: $Pt^{2+}, 2Cl^-, 2NH_3$
186. Дивитися умову завдання 153.
 А: $[Cu(NH_3)_4]Cl_2 + KCN \rightarrow$; Б: $K_2[HgBr_4] + NaI \rightarrow$
187. Дивитися умову завдання 152.
 А: Mg^{2+}, Ag^+, NO_2^- ; Б: Cu^{2+}, NH_3, I^-
188. Дивитися умову завдання 152.
 А: Ni^{2+}, CNS^-, Mg^{2+} ; Б: $Cu^{2+}, 2CNS^-, 2NH_3$
189. Дивитися умову завдання 153.
 А: $K_3[Fe(CN)_6] + AgNO_3 \rightarrow$; Б: $K_2[Hg(SCN)_4] + (NH_4)_2S \rightarrow$
190. Дивитися умову завдання 151.
 А: Pb^{2+}, Cl^-, H^+ ; Б: $Cr^{3+}, 4H_2O, 3NO_3^-, 2NH_3$
191. Дивитися умову завдання 152.
 А: Cr^{3+}, OH^-, NH_3 ; Б: $Pd^{2+}, 2CN^-, 2NH_3$
192. Дивитися умову завдання 153.
 А: $Na_2[Ni(NH_3)_6] + KCN \rightarrow$; Б: $K_2[Cd(NH_3)_6]Cl_2 + CoCl_3 \rightarrow$
193. Дивитися умову завдання 151.
 А: Al^{3+}, OH^-, Sr^{2+} ; Б: $Pt^{2+}, H_2O, OH^-, NO_3^-, 2NH_3$
194. Дивитися умову завдання 152.
 А: $Cd^{2+}, NH_3, CrO_4^{2-}$; Б: $Pt^{2+}, 2Cl^-, 2NH_3$
195. Дивитися умову завдання 153.
 А: $[Cu(NH_3)_4]Cl_2 + KCN \rightarrow$; Б: $K_2[HgI_4] + NaI \rightarrow$
196. Дивитися умову завдання 152.
 А: Co^{3+}, Cl^-, NH_3 ; Б: $Cu^{2+}, 2CNS^-, 2NH_3$
197. Дивитися умову завдання 153.
 А: $K[Ag(NH_3)_2] + KCN \rightarrow$; Б: $K_2[Hg(SCN)_4] + (NH_4)_2S \rightarrow$
198. Дивитися умову завдання 151.
 А: Pb^{2+}, Cl^-, H^+ ; Б: $Cr^{3+}, 4H_2O, 3NO_3^-, 2NH_3$
199. Дивитися умову завдання 152.
 А: Co^{2+}, F^-, NH_3 ; Б: $Pd^{2+}, 2CN^-, 2NH_3$
200. Дивитися умову завдання 153.
 А: $Na_2[Ni(NH_3)_6] + KCN \rightarrow$; Б: $K_2[Cd(NH_3)_6]Cl_2 + CoCl_3$

2 ЗАКОНОМІРНОСТІ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

Після вивчення матеріалу цього розділу *необхідно знати* такі поняття «фаза», «система», «тепловий ефект»; параметри системи та функції стану системи, екзотермічний та ендотермічний процеси. *Вміти* розраховувати тепловий ефект хімічній реакції, ентропійний фактор системи та можливість самодовільного перебігу реакції. Мати уявлення про основні поняття хімічної кінетики, про залежність швидкості хімічної реакції від різних факторів. Вміти записати вираз для швидкості та константи рівноваги згідно із законом діючих мас, визначати напрям зміщення рівноваги при зміні в системі одного з факторів; характер зміни параметрів у системі з метою зміщення рівноваги в бажаному напрямку; придбати практичні навички розрахунків з хімічної кінетики.

2.1 Термохімія

2.1.1 Енергетика хімічних процесів ([2] с. 169 - 208, [3] с. 95 – 121)

Хімічна термодинаміка використовує деякі поняття: *термодинамічна система*. Системи можуть бути *гомогенними* та *гетерогенними*.

2.1.2 Теплові ефекти реакцій ([2] с. 170 - 173, [3] с. 98 – 101)

За тепловим ефектом хімічної реакції поділяються на 2 групи: *екзотермічні* та *ендотермічні*.

2.1.3 Внутрішня енергія

Кожна система має певний запас енергії, яку називають *внутрішньою енергією* (U). ([2] с. 199 - 201, [3] с. 97 – 98)

2.1.4 Термохімічні закони ([2] с. 172, [3] с. 101)

Наслідки закону Гесса $\Delta H_{298}^{\circ}_{\text{утв}} = -\Delta H_{298}^{\circ}_{\text{розкл}}$
 $\Delta H_{\text{х.р.}} = \sum n\Delta H_{\text{утв}}(\text{кінц.}) - \sum n\Delta H_{\text{утв}}(\text{вихідн.})$

Для термохімічних обчислень використовують наслідки із закону Гесса (стандартні термодинамічні константи наведено у додатках МВ).

Ентропія ([2] с. 202, [3] с. 102). $\Delta S = \frac{Q}{T}$.

Термодинамічна функція стану системи ([2] с. 203, [3] с. 103).

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S; \quad G = f(p, T)$$

2.1.5 Приклади розв'язання завдань

Приклад 1. Розрахувати ентальпію хімічного процесу

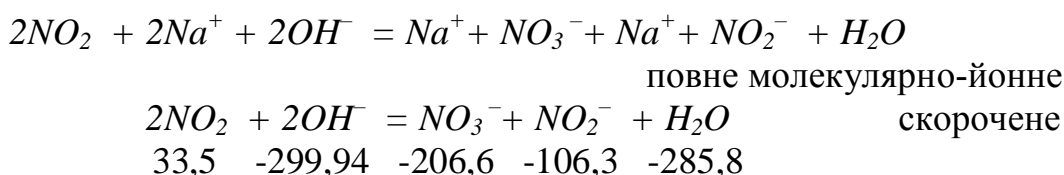


та визначить який це процес.

Розв'язання: Якщо в рівнянні є сполуки які дисоціюють, то доцільно записати скорочене молекулярно-йонне рівняння:



повне молекулярне рівняння,



Вказуємо ΔH_{298}^0 табличні в кДж/моль під формулами скороченого рівняння.

Правило Гесса у загальному вигляді:

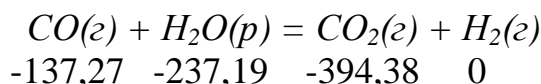
$$\Delta H_{x.p.} = \sum n\Delta H_{298}^0 \text{ (кінц.)} - \sum n\Delta H_{298}^0 \text{ (вихідн.)}$$

Для даного рівняння має вигляд:

$$\begin{aligned} \Delta H_{x.p.} &= [\Delta H_{298}^0(NO_3^-) + \Delta H_{298}^0(NO_2^-) + \Delta H_{298}^0(H_2O)] - [2\Delta H_{298}^0(NO_2) + \\ &+ 2\Delta H_{298}^0(OH^-)] = [-206,6 + (-106,3) + (-285,8)] - [2 \cdot 33,5 + 2(-229,94)] = \\ &= 498,7 - (-392,88) = -498,7 + 392,88 = -105,82 \text{ кДж} \end{aligned}$$

Відповідь: $\Delta H_{x.p.} < 0$ (-105,82 кДж), процес екзотермічний, тепло виділяється.

Приклад 2. Визначити можливість самовільного перебігу реакції за стандартних умов:



Розв'язання: Відомо, що ΔG є функцією стану, ΔG_{298}^0 – табличні данні (додаток 4), маємо:

$$\begin{aligned} \Delta G_{x.p.} &= \sum n\Delta G_{298}^0 \text{ прод. (кінц.)} - \sum n\Delta G_{298}^0 \text{ поч. реч. (вихідн.)} \\ \Delta G_{x.p.} &= -394,38 - (-137,27 - 237,19) = -19,28 \text{ кДж} \end{aligned}$$

Відповідь: пряма реакція можлива за стандартних умов, оскільки $\Delta G < 0$.

Приклад 3. Реакція описується рівнянням: $NH_4Cl(k) = NH_3(g) + HCl(g)$. Визначте можливість самодовільного перебігу реакції за стандартних умов. При якій температурі почнеться розклад NH_4Cl ?

Розв'язання: Обчислимо ΔG за рівнянням: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$.

Функції стану визначаємо:

$$\begin{aligned} \Delta H_{x.p.} &= \sum n\Delta H_{298}^0 \text{ утв (кінц.)} - \sum n\Delta H_{298}^0 \text{ утв (вихідн.)} \\ \Delta S_{x.p.} &= \sum n\Delta S_{298}^0 \text{ утв. (кінц.)} - \sum n\Delta S_{298}^0 \text{ утв. (вихідн.)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Тому: } \Delta H_{x.p.} &= (\Delta H_{298}^0(NH_3) + \Delta H_{298}^0(HCl)) - \Delta H_{298}^0(NH_4Cl) = \\ &= (-46,19 - 32,30) - (-313,39) = 176,9 \text{ кДж/моль,} \end{aligned}$$

де ΔH_{298}^0 табличні значення

$$\begin{aligned} \Delta S_{x.p.} &= (S_{298}^0(NH_3) + S_{298}^0(HCl)) - S_{298}^0(NH_4Cl) = \\ &= (192,5 + 186,7) - 94,56 = 284,6 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)} = 0,2846 \text{ кДж/(моль}\cdot\text{К)} \end{aligned}$$

$$\Delta G_{x.p.} = 176,9 - 0,2846 \cdot 298 = 176,9 - 84,8 = 92,1 \text{ кДж/моль}$$

Оскільки $\Delta G_{x.p.} > 0$, то за стандартних умов реакція неможлива, відбувається зворотня реакція. Обчислюємо температуру, при якій $\Delta G_{x.p.} = 0$, тобто $\Delta H = T\Delta S$:

$$T = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{176,9}{0,2846} = 621,5 \text{ К}$$

Відповідь: реакція можлива при температурі 621,6 К (621,5–273 = 348,8°C)

Приклад 4. Визначте зміну ентальпії ΔS процесу плавлення 90 г льоду, тобто фазового переходу $H_2O(k) - H_2O(p)$, за стандартних умовам.

Розв'язання: Функція стану ΔS може бути обчислена:

$$\Delta S_{\text{плав.}} = S^{\circ}_{298} H_2O(p) - S^{\circ}_{298} H_2O(k) = 70,1 - 39,3 = 30,8 \text{ Дж/(моль К)}.$$

Обчислюємо число молів льоду ν :

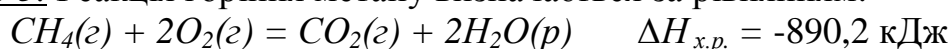
$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{90 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 5 \text{ моль}.$$

Зміна ентропії при плавленні 90 г льоду дорівнює:

$$\Delta S_{\text{плав}} = 30,8 \text{ Дж/(моль К)} \cdot 5 \text{ моль} = 154 \text{ Дж/К}.$$

Відповідь: $\Delta S_{\text{плав}} = 154 \text{ Дж/К} = 0,154 \text{ кДж/К}$.

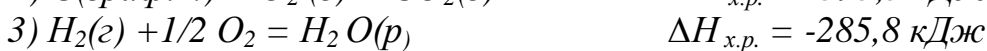
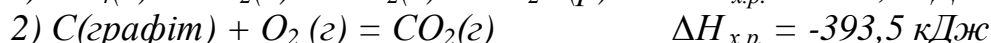
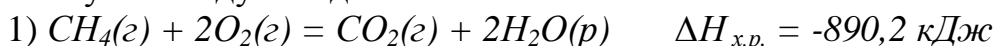
Приклад 5. Реакція горіння метану визначається за рівнянням:



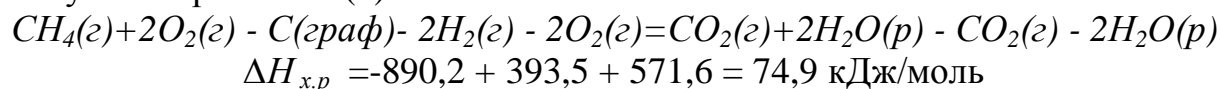
Визначити теплоту утворення метану, якщо відомі значення теплот утворення CO_2 та H_2O (табличні данні).

Розв'язання: Треба визначити тепловий ефект реакції, термохімічне рівняння якої має вигляд: $C(\text{графіт}) + 2H_2(g) = CH_4(g) \quad \Delta H_{\text{x.p.}} = ?$

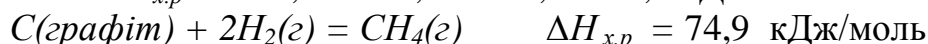
Використовуємо слідуючи данні:



Із термохімічними рівняннями можна поводитися як з алгебраїчними: рівняння (3) помножити на **2**, а потім суму (2) і (3) рівнянь вилучити з рівняння (1):



$$\Delta H_{\text{x.p.}} = -890,2 + 393,5 + 571,6 = 74,9 \text{ кДж/моль}$$



Оскільки теплота утворення дорівнює теплоті розкладу з протилежним знаком, то $\Delta H_{\text{утв.}} = -\Delta H_{\text{розкл.}}$; $\Delta H_{\text{утв.}}(CH_4) = -74,9 \text{ кДж/моль}$

Такий самий результат можна отримати :

$$\Delta H_{\text{x.p.}} = \Delta H(CO_2) + 2\Delta H(H_2O) - \Delta H(CH_4) - 2\Delta H(O_2)$$

$$\Delta H(CH_4) = \Delta H_{\text{x.p.}} - \Delta H(CO_2) - 2\Delta H(H_2O) = -890,0 + 393,5 + 2 \cdot 285,6 = -74,9 \text{ кДж}$$

Відповідь: $\Delta H_{\text{утв.}}(CH_4) = -74,9 \text{ кДж}$.

2.2 Хімічна кінетика. Швидкість хімічних реакцій

Хімічна кінетика – це наука, що вивчає швидкість хімічних реакцій та їх механізм. ([2] с. 174 - 198 , [3] с. 110 – 121)

2.2.1 Закон діючих мас ([2] с. 176, [3] с. 111)

Вплив температури на швидкість хімічної реакції [2] с. 179, [3]с 113.

2.2.2 Хімічна рівновага ([2] с. 188- 109, [3] с. 117- 119)

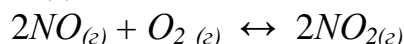
2.2.3 Порушення хімічної рівноваги . Принцип Ле-Шательє

([2] с. 190- 199, [3] с. 119- 121)

2.2.4 Приклади розв'язання завдань

Приклад 1. В гомогенній системі $2NO_{(г)} + O_{2(г)} \leftrightarrow 2NO_{2(г)}$ рівноважні концентрації реагуючих речовин при сталій температурі становить $[NO] = 0,4$ моль/дм³, $[O_2] = 0,2$ моль/дм³, $[NO_2] = 1,2$ моль/дм³. Визначити константу рівноваги та концентрації вихідних речовин.

Розв'язання: Для наведеної системи:



вираз для константи рівноваги має вигляд:

$$K_p = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]} = \frac{1,2^2}{0,4^2 \cdot 0,2} = \frac{1,44}{0,16 \cdot 0,2} = 45.$$

За рівнянням 2 моль NO реагує з 1 моль O_2 та утворюється 2 моль NO_2 . На утворення 1,2 моль NO_2 витрачено 1,2 моль NO та 0,6 моль O_2 тоді

$$C_{\text{вих}}(NO) = [NO] + 1,2 = 0,4 + 1,2 = 1,6 \text{ моль/дм}^3$$

$$C_{\text{вих}}(O_2) = [O_2] + 0,6 = 0,2 + 0,6 = 0,8 \text{ моль/дм}^3$$

Приклад 2. Визначити як зміниться швидкість прямої та зворотної реакції в системі, якщо тиск зменшиться у 2 рази: $CO_{2(г)} + C_{(т)} = 2CO_{(г)}$

Розв'язання: Згідно з законом діючих мас, швидкості реакцій в гетерогенній системі становлять:

$$v_{\text{пр}} = \bar{K} [CO_2] \text{ const} = K' [CO_2] \quad v_{\text{зв}} = \bar{K} [CO]^2$$

Якщо тиск зменшиться у 2 рази (використовуємо тиск (P) замість концентрації (C)), а вирази для швидкостей будуть мати вигляд:

$$v'_{\text{пр}} = \bar{K} [1/2 CO_2] = 1/2 \bar{K} [CO_2] \quad v'_{\text{зв}} = \bar{K} [1/2 CO]^2 = 1/4 \bar{K} [CO]^2$$

Співвідношення $v'_{\text{пр}}/v_{\text{пр}} = 1/2 K' [CO_2] / K' [CO_2] = 1/2$, вказує, що швидкість прямої реакції зменшиться у 2 рази.

Співвідношення $v'_{\text{зв}}/v_{\text{зв}} = 1/4 K [CO_2]^2 / K [CO_2]^2 = 1/4$, вказує, що швидкість зворотної реакції зменшиться у 4 рази.

Приклад 3. Визначити як зміниться швидкість реакції в гомогенній системі при зниженні температури з 90 до 60⁰С, якщо $\gamma = 3$.

Розв'язання: Згідно з правилом Вант-Гоффа :

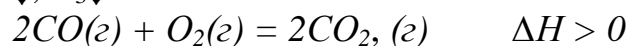
$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}},$$

де v_2, v_1 – швидкості реакцій за температурах T_1 та T_2 , ΔT – зміна температури.

$$v_2 = v_1 \cdot 3^{\frac{60-90}{10}}, \quad v_2 = v_1 \cdot 3^{\frac{-30}{10}}, \quad v_2 = v_1 \cdot 3^{-3} = 1/9 v_1$$

Відповідь: швидкість реакції зменшиться у 9 разів.

Приклад 4. Як зміниться напрямок хімічної рівноваги в системі якщо: $P \downarrow$, $T \uparrow$, $C_3 \uparrow$; або $P \uparrow$, $T \downarrow$, $C_3 \downarrow$.



Розв'язання: Для виявлення впливу температури на зсув рівноваги в системі визначаємо за ΔH , що прямий процес – ендотермічний, а зворотній – екзотермічний.

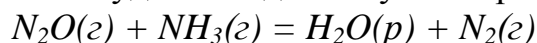
При підвищенні температури за принципом Ле-Шательє рівновага зрушується в напрямку зворотного процесу, тобто $T \uparrow \rightarrow$, а при $T \downarrow \leftarrow$.

Для визначення дії тиску на рівновагу, рахуємо кількість моль газоподібних речовин до та після реакції: 3 та 2 відповідно. При зміні тиску рівновага в системі зрушується: $P \uparrow \rightarrow$ (менша кількість моль газів), $P \downarrow \leftarrow$ (більша кількість газоподібних сполук)

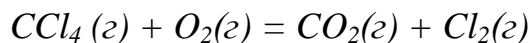
Якщо змінюється кількість третьої речовини - CO_2 , то зсув рівноваги відбудеться в протилежному напрямку: $[CO_2] \uparrow \leftarrow$, $[CO_2] \downarrow \rightarrow$.

Завдання до виконання контрольної роботи

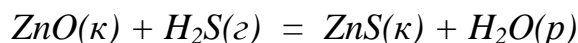
201. Складіть рівняння хімічної реакції та визначте тепловий ефект за стандартних умов, враховуючи, що отримано 0,18 кг H_2O . Який це процес за напрямком обміну теплотою? При якій температурі відбудеться зворотня реакція; система буде знаходитися у стані рівноваги?



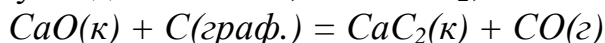
202. Складіть рівняння хімічної реакції та визначте тепловий ефект за стандартних умов, який це процес за напрямком обміну теплотою? Визначити зміну ентропії реакції за стандартних умов, враховуючи, що отримано 0,485 кг Cl_2 . Визначити можливість самодовільного перебігу реакції.



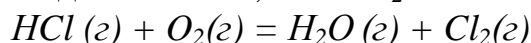
203. Складіть рівняння хімічної реакції та визначить тепловий ефект за стандартних умов, враховуючи, що отримано 0,485кг ZnS . Який це процес за напрямком обміну теплотою? При $t = 30^\circ C$ може відбутися: а) пряма реакція; б) зворотня реакція; в) система буде знаходитися у стані рівноваги?



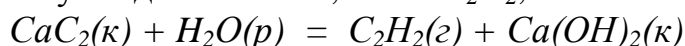
204. Дивитися умову завдання **201**: 1,36 кг CaC_2 ;



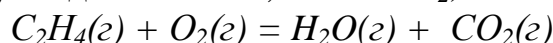
205. Дивитися умову завдання **202**: 4,48 м³ Cl_2 .



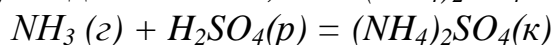
206. Дивитися умову завдання **203**: 1,008м³ C_2H_2 , $t = 20^\circ C$



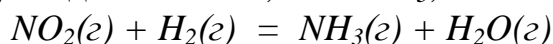
207. Дивитися умову завдання **201**: 1,344 м³ CO_2 ;



208. Дивитися умову завдання **202**: 1,32 кг $(NH_4)_2SO_4$.



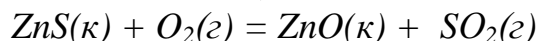
209. Дивитися умову завдання **203**: 0,34 кг NH_3 , $t = 25^\circ C$



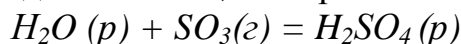
210. Дивитися умову завдання **201**: 1,12 м³ SO₂.
 $ZnS(\kappa) + O_2(\varepsilon) = ZnO(\kappa) + SO_2(\varepsilon)$
211. Дивитися умову завдання **202**: 1,06 кг речовини Na₂CO₃.
 $Na_2O(\kappa) + CO_2(\varepsilon) = Na_2CO_3(\kappa)$
212. Дивитися умову завдання **203**: 2,016 м³ CO₂, t = 15°C.
 $C_2H_6(\varepsilon) + O_2(\varepsilon) = CO_2(\varepsilon) + H_2O(\varepsilon)$
213. Дивитися умову завдання **201**: 0,315 кг HNO₃.
 $NaNO_3(\kappa) + H_2SO_4(p) = HNO_3(p) + Na_2SO_4(\kappa)$
214. Дивитися умову завдання **202**: 1,71 кг Al₂(SO₄)₃.
 $Al_2O_3(\kappa) + SO_3(\varepsilon) = Al_2(SO_4)_3(\kappa)$
215. Дивитися умову завдання **203**: 0,112 кг CO₂, t = 21°C.
 $H_2O(\varepsilon) + CH_4(\varepsilon) = CO_2(\varepsilon) + H_2(\varepsilon)$
216. Дивитися умову завдання **201**: 5,55 кг CaCl₂.
 $CaO(\kappa) + HCl(\varepsilon) = CaCl_2(\kappa) + H_2O(p)$
217. Дивитися умову завдання **202**: 4,48 м³ CO₂.
 $Fe_2O_3(\kappa) + CO(\varepsilon) = FeO(\kappa) + CO_2(\varepsilon)$
218. Дивитися умову завдання **203**: 1,008 м³ C₂H₂, t = 22°C
 $SiO_2(\kappa) + NaOH(\kappa) = H_2O(p) + Na_2SiO_2(\kappa)$
219. Дивитися умову завдання **201**: 0,64 м³ SO₂.
 $H_2S(\varepsilon) + O_2(\varepsilon) = H_2O(\varepsilon) + SO_2(\varepsilon)$
220. Дивитися умову завдання **202**: 0,8 кг CaCO₃.
 $Na_2CO_3(\kappa) + Ca(OH)_2(\kappa) = NaOH(\kappa) + CaCO_3(\kappa)$
221. Дивитися умову завдання **203**: 1,34 кг CO₂, t = 25°C
 $CaCO_3(\kappa) = CaO(\kappa) + CO_2(\varepsilon)$
222. Дивитися умову завдання **201**: 4,032 м³ SO₂.
 $FeS_2(\kappa) + O_2(\varepsilon) = Fe_2O_3(\kappa) + SO_2(\varepsilon)$
223. Дивитися умову завдання **202**: 1,06 кг речовини Al.
 $Fe(\kappa) + Al_2O_3(\kappa) = Fe_2O_3(\kappa) + Al(\kappa)$
224. Дивитися умову завдання **203**: 2,016 м³ CO₂, t = 5°C.
 $NaCl(\kappa) + CaCO_3(\kappa) = Na_2CO_3(\kappa) + CaCl_2(\kappa)$
225. Дивитися умову завдання **201**: 0,344 м³ NO.
 $NO_2(\varepsilon) + H_2O(\varepsilon) = HNO_3(\varepsilon) + NO(\varepsilon)$
226. Дивитися умову завдання **202**: 0,32 кг CS₂.
 $H_2S(\varepsilon) + CO_2(\varepsilon) = H_2O(\varepsilon) + CS_2(\varepsilon)$
227. Дивитися умову завдання **203**: 0,54 кг N₂, t = 25°C
 $N_2O(\varepsilon) + NH_3(\varepsilon) = N_2(\varepsilon) + H_2O(\varepsilon)$
228. Дивитися умову завдання **201**: 0,12 кг SO₂.
 $ZnS(\kappa) + O_2(\varepsilon) = ZnO(\kappa) + SO_2(\varepsilon)$

229. Дивитися умову завдання **202**: 2,06 кг речовини Na_2CO_3 .
 $Na_2O (\kappa) + CO_2(\varepsilon) = Na_2CO_3 (\kappa)$
230. Дивитися умову завдання **203**: 4,016 м³ CO_2 , t = 15°C
 $C_3H_8(\varepsilon) + O_2(\varepsilon) = CO_2(\varepsilon) + H_2O(\varepsilon)$
231. Дивитися умову завдання **201**: 5,315 кг Na_2SO_4 .
 $NaNO_3(\kappa) + H_2SO_4 (p) = HNO_3 (p) + Na_2SO_4 (\kappa)$
232. Дивитися умову завдання **202**: 1,1 м³ SO_3 .
 $Al_2O_3 (\kappa) + SO_3(\varepsilon) = Al_2(SO_4)_3 (\kappa)$
233. Дивитися умову завдання **203**: 0,224 м³ H_2 , t = 21°C
 $H_2O(\varepsilon) + CH_4(\varepsilon) = CO_2(\varepsilon) + H_2(\varepsilon)$
234. Дивитися умову завдання **201**: 1,36 кг CO .
 $CaO(\kappa) + C(\text{граф.}) = CaC_2(\kappa) + CO(\varepsilon)$
235. Дивитися умову завдання **202**: 0,48 кг Cl_2 .
 $HCl (\varepsilon) + O_2(\varepsilon) = H_2O (\varepsilon) + Cl_2(\varepsilon)$
236. Дивитися умову завдання **203**: 10,008 м³ C_2H_2 , t = 20°C
 $CaC_2(\kappa) + H_2O(p) = C_2H_2(\varepsilon) + Ca(OH)_2(\kappa)$
237. Дивитися умову завдання **201**: 1,044 м³ CO_2 .
 $C_4H_{10}(\varepsilon) + O_2(\varepsilon) = H_2O(\varepsilon) + CO_2(\varepsilon)$
238. Дивитися умову завдання **202**: 0,32 кг $(NH_4)_2SO_4$.
 $NH_3 (\varepsilon) + H_2SO_4(p) = (NH_4)_2SO_4(\kappa)$
239. Дивитися умову завдання **203**: 10,34 м³ NH_3 , t = 25°C
 $NO_2(\varepsilon) + H_2(\varepsilon) = NH_3(\varepsilon) + H_2O(\varepsilon)$
240. Дивитися умову завдання **201**: 12,12 м³ SO_2 .
 $CuS(\kappa) + O_2(\varepsilon) = CuO(\kappa) + SO_2(\varepsilon)$
241. Дивитися умову завдання **202**: 1,6 кг речовини.
 $PCl_3 (\varepsilon) + Cl_2(\varepsilon) = PCl_5 (\varepsilon)$
242. Дивитися умову завдання **203**: 2,016 м³ CO_2 , t = 15°C
 $C_2H_6(\varepsilon) + O_2(\varepsilon) = CO_2(\varepsilon) + H_2O(\varepsilon)$
243. Дивитися умову завдання **202**: 1,0 кг речовини Fe .
 $Fe(\kappa) + Al_2O_3 (\kappa) = Fe_2O_3 (\kappa) + Al(\kappa)$
244. Дивитися умову завдання **203**: 2,44 м³ CO_2 , t = 5°C
 $TiO_2 (\kappa) + C(\kappa) = CO_2(\kappa) + Ti(\kappa)$
245. Дивитися умову завдання **201**: 0,744 м³ NO_2 .
 $Cu(NO_3)_2 (\kappa) = CuO (\kappa) + O_2(\varepsilon) + NO_2(\varepsilon)$
246. Дивитися умову завдання **202**: 2,32 м³ CS_2 .
 $H_2S (\varepsilon) + CO_2(\varepsilon) = H_2O(\varepsilon) + CS_2(\varepsilon)$
247. Дивитися умову завдання **203**: 0,44 кг HNO_2 , t = 25°C
 $NO_2 (\varepsilon) + H_2O (p) = HNO_2(p) + HNO_3(p)$

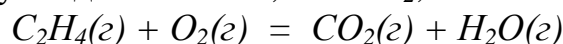
248. Дивитися умову завдання 201: 0,72 кг ZnO.



249. Дивитися умову завдання 202: 2,06 кг речовини.



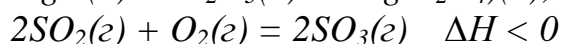
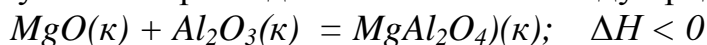
250. Дивитися умову завдання 203: 4,6 кг CO₂, t = 15°C



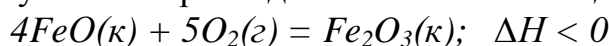
251. Визначить швидкість прямої та зворотної реакцій та записати вирази для константи рівноваги цих процесів. Як зміниться рівновага якщо C↑, T↑, P↑. Яки умови потрібні для збільшення виходу продуктів реакцій:



252. Визначить швидкість прямої та зворотної реакцій та записати вирази для константи рівноваги цих процесів. Як зміниться рівновага якщо C↓, T↓, P↓. Яки умови потрібні для збільшення виходу продуктів реакцій:



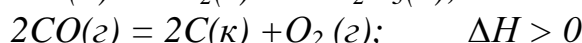
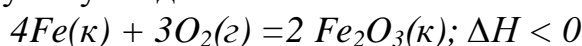
253. Визначить швидкість прямої та зворотної реакцій та записати вирази для константи рівноваги цих процесів. Як зміниться рівновага якщо C↑, T↑, P↓. Яки умови потрібні для зменшення виходу продуктів реакцій:



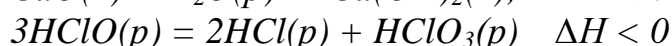
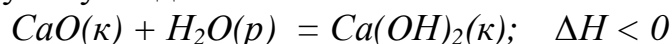
254. Визначить швидкість прямої та зворотної реакцій та записати вирази для константи рівноваги цих процесів. Як зміниться рівновага якщо C↓, T↓, P↑. Яки умови потрібні для зменшення виходу продуктів реакцій:



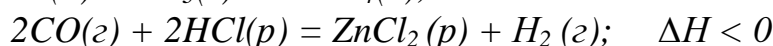
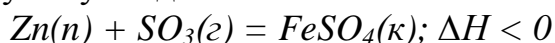
255. Дивитися умову завдання 251:



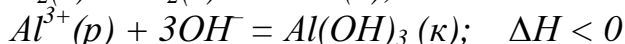
256. Дивитися умову завдання 252:



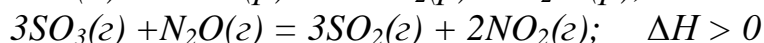
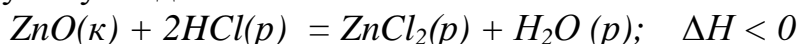
257. Дивитися умову завдання 253:



258. Дивитися умову завдання 254:



259. Дивитися умову завдання 252:



- 260.** Дивитися умову завдання **253**:
 $C_6H_6(z) + 7,5O_2(z) = 3H_2O + 6CO_2(z); \Delta H < 0$
 $2HCl(z) = H_2(z) + Cl_2(z); \Delta H > 0$
- 261.** Дивитися умову завдання **254**:
 $2NO(z) + O_2(z) = 2NO_2(z); \Delta H < 0$
 $CO(z) + FeO(\kappa) = CO_2(z) + Fe(\kappa); \Delta H > 0$
- 262.** Дивитися умову завдання **251**:
 $FeS(\kappa) + 2HCl(p) = FeCl_2(p) + H_2S(z); \Delta H < 0$
 $SiO_2(\kappa) + 4HF(p) = SiF_4(z) + 2H_2O(n); \Delta H < 0$
- 263.** Дивитися умову завдання **252**:
 $SrO(\kappa) + H_2O(p) = Sr(OH)_2(\kappa); \Delta H < 0$
 $2H_2S(z) + 3O_2(z) = 2H_2O(z) + 2SO_2(z); \Delta H < 0$
- 264.** Дивитися умову завдання **253**:
 $FeO(\kappa) + SO_3(z) = FeSO_4(\kappa); \Delta H < 0$
 $H_2(z) + I_2(z) = 2HI(z); \Delta H > 0$
- 265.** Дивитися умову завдання **254**:
 $C(\kappa) + 2S(\kappa) = CS_2(p); \Delta H < 0$
 $4NH_3(z) + 3OF_2(z) = 6HF(z) + O_3(z); \Delta H < 0$
- 266.** Дивитися умову завдання **251**:
 $FeCl_3(p) + Ca(OH)_2(p) = Fe(OH)_2Cl(p) + CaCl_2(p); \Delta H < 0$
 $N_2(z) + O_2(z) = 2NO(z); \Delta H > 0$
- 267.** Дивитися умову завдання **252**:
 $CuO(\kappa) + H_2(z) = Cu(\kappa) + H_2O(p); \Delta H < 0$
 $2NO(z) = N_2(z) + O_2(z); \Delta H < 0$
- 268.** Дивитися умову завдання **253**:
 $SiO(\kappa) + 2F_2(z) = SiF_4(\kappa) + O_2(z); \Delta H < 0$
 $2C(\kappa) + N_2(z) = C_2N_2(z); \Delta H < 0$
- 269.** Дивитися умову завдання **254**:
 $2ClO_2(z) + 2O_3(z) = Cl_2O_6(p) + 2O_2(z); \Delta H < 0$
 $Fe^{3+}(p) + 3OH^- = Fe(OH)_3(\kappa); \Delta H < 0$
- 270.** Дивитися умову завдання **252**:
 $CaCO_3(\kappa) + Al_2O_3(\kappa) = Ca(AlO_2)_2(\kappa) + CO_2(z); \Delta H < 0$
 $SO_3(z) + NO(z) = SO_2(z) + NO_2(z); \Delta H > 0$
- 271.** Дивитися умову завдання **253**:
 $As_2O_3(\kappa) + 3Na_2CO_3(\kappa) = 2NaAsO_3(\kappa) + 3CO_2(z); \Delta H < 0$
 $CO(z) + NH_3(z) = HCN(z) + H_2O(n); \Delta H > 0$
- 272.** Дивитися умову завдання **254**:
 $2NO(z) + 2H_2(z) = N_2(z) + H_2O(n); \Delta H < 0$
 $Cl_2(z) + H_2O(p) = HCl(p) + HClO(p); \Delta H > 0$
- 273.** Дивитися умову завдання **251**:
 $2FeO(\kappa) + C(\kappa) = 2Fe(\kappa) + CO_2(z); \Delta H > 0$
 $SO_3(z) + CaO(\kappa) = CaSO_4(\kappa); \Delta H > 0$

- 274.** Дивитися умову завдання **252**:
 $Be_2O_3(\kappa) + 3H_2O(p) = 2H_3BeO_3(\kappa); \Delta H < 0$
 $COCl_2(\varepsilon) + 2H_2O(p) = 2HCl(p) + H_2CO_3(p); \Delta H < 0$
- 275.** Дивитися умову завдання **253**:
 $NaOH(p) + CO_2(\varepsilon) = NaHCO_3(p); \Delta H < 0$
 $2ClO_2(\varepsilon) + H_2O(\varepsilon) = HClO_3(p) + HClO_2(p); \Delta H > 0$
- 276.** Дивитися умову завдання **254**:
 $2CH_4(\varepsilon) + 3O_2(\varepsilon) + 2NH_3(\varepsilon) = 2HCN(\varepsilon) + 6H_2O(n); \Delta H > 0$
 $4Al(\kappa) + 3O_2(\varepsilon) = 2Al_2O_3(\kappa); \Delta H < 0$
- 277.** Дивитися умову завдання **251**:
 $Fe^{3+}(p) + 3OH^-(p) = Fe(OH)_3(\kappa); \Delta H < 0$
 $O_2(\varepsilon) + 4HCl(\varepsilon) = 2Cl_2(\varepsilon) + 2H_2O(n); \Delta H > 0$
- 278.** Дивитися умову завдання **254**:
 $SO_2(\varepsilon) + SeO_2(\varepsilon) + 2H_2O(p) = Se + CO(\varepsilon); \Delta H < 0$
 $Cr^{3+}(p) + 3OH^- = Cr(OH)_3(\kappa); \Delta H < 0$
- 279.** Дивитися умову завдання **252**:
 $Mg(OH)_2(\kappa) + NH_4Cl(p) = MgCl_2(p) + 2NH_4OH(p); \Delta H < 0$
 $SO_3(\varepsilon) + NO(\varepsilon) = SO_2(\varepsilon) + NO_2(\varepsilon); \Delta H > 0$
- 280.** Дивитися умову завдання **253**:
 $As_2O_3(\kappa) + O_2(\varepsilon) = As_2O_5(\kappa); \Delta H < 0$
 $2NO(\varepsilon) + 2H_2(\varepsilon) = N_2(\varepsilon) + 2H_2O(n); \Delta H < 0$
- 281.** Дивитися умову завдання **254**:
 $CO(\varepsilon) + 2H_2(\varepsilon) = CH_3OH(p); \Delta H < 0$
 $Fe(\kappa) + CuSO_4(p) = FeSO_4(p) + Cu(\kappa); \Delta H < 0$
- 282.** Дивитися умову завдання **251**:
 $2FeO(\kappa) + C(\kappa) = 2Fe(\kappa) + CO_2(\varepsilon); \Delta H > 0$
 $2H_2Se(\varepsilon) + O_2(\varepsilon) = 2Se(\kappa) + 2H_2O(n); \Delta H < 0$
- 283.** Дивитися умову завдання **252**:
 $BaO(\kappa) + H_2O(p) = Ba(OH)_2(\kappa); \Delta H < 0$
 $SeO_2(\varepsilon) + 2SO_2(\varepsilon) + 2H_2O(p) = Se(\varepsilon) + 2H_2SO_4(p); \Delta H < 0$
- 284.** Дивитися умову завдання **253**:
 $FeO(\kappa) + SO_3(\varepsilon) = FeSO_4(\kappa); \Delta H < 0$
 $H_2(\varepsilon) + F_2(\varepsilon) = 2HF(\varepsilon); \Delta H > 0$
- 285.** Дивитися умову завдання **254**:
 $CaF_2(\kappa) + H_2SO_4(p) \xrightarrow{t} CaSO_4(p) + 2HF(\varepsilon); \Delta H > 0$
 $SiO_2(\kappa) + 2F_2(\varepsilon) = SiF_4(\varepsilon) + O_2(\varepsilon); \Delta H < 0$
- 286.** Дивитися умову завдання **251**:
 $FeCl_3(p) + 2NaOH(p) = Fe(OH)_2Cl(p) + NaCl(p); \Delta H < 0$
 $Cl_2(\varepsilon) + H_2O(p) = HCl(p) + HClO(p); \Delta H > 0$
- 287.** Дивитися умову завдання **251**:
 $CrCl_3(p) + 2NaOH(p) = Cr(OH)_2Cl(p) + 2NaCl(p); \Delta H < 0$
 $2N_2O(\varepsilon) = 2N_2(\varepsilon) + O_2(\varepsilon); \Delta H > 0$

- 288.** Дивитися умову завдання **252**:
 $ZnO(\kappa) + H_2(\varepsilon) = Zn(\kappa) + H_2O(p); \Delta H > 0$
 $3F_2(\varepsilon) + 3H_2O(n) = 6HF(\varepsilon) + O_3(\varepsilon); \Delta H < 0$
- 289.** Дивитися умову завдання **253**:
 $2Na(\kappa) + H_2(\varepsilon) = 2NaH(\kappa); \Delta H < 0$
 $2H_2(\kappa) + OF_2(\varepsilon) = 2HF(\varepsilon) + H_2O(n); \Delta H < 0$
- 290.** Дивитися умову завдання **254**:
 $Cl_2(\varepsilon) + 2OH^-(\varepsilon) = Cl^-(p) + ClO^-(p) + H_2O(p); \Delta H < 0$
 $Fe^{3+}(p) + CO_3^{2-} = FeCO_3(\kappa); \Delta H > 0$
- 291.** Дивитися умову завдання **252**:
 $MnO_2(\kappa) + 4HCl(p) = MnCl_2(\kappa) + Cl_2(\varepsilon) + 2H_2O(p); \Delta H < 0$
 $6ClO_2(\varepsilon) + 3H_2O(p) = 5HClO_3(p) + HCl(p); \Delta H < 0$
- 292.** Дивитися умову завдання **253**:
 $2ClO_2(\varepsilon) + 2KOH(p) = KClO_3(p) + KClO_2(p) + H_2O(p); \Delta H < 0$
 $2ClO_2(\varepsilon) + 2O_3(\varepsilon) = Cl_2O_6(p) + 2O_2(\varepsilon); \Delta H < 0$
- 293.** Дивитися умову завдання **254**:
 $2KClO_3(p) = 3KClO_4(p) + KCl(p); \Delta H < 0$
 $AgCl(\kappa) + KI(p) = AgI(\kappa) + KCl(p); \Delta H < 0$
- 294.** Дивитися умову завдання **251**:
 $2CdO(\kappa) + C(\kappa) = 2Cd(\kappa) + CO_2(\varepsilon); \Delta H > 0$
 $PI_3(\kappa) + 3H_2O(p) = H_3PO_3(p) + 3HI(p); \Delta H < 0$
- 295.** Дивитися умову завдання **252**:
 $8HI(\varepsilon) + H_2SO_4(p) = 4I_2(\varepsilon) + H_2S(\varepsilon) + 4H_2O(p); \Delta H < 0$
 $2KClO_3(\kappa) = 2KCl(\kappa) + 3O_2(\varepsilon); \Delta H < 0$
- 296.** Дивитися умову завдання **253**:
 $2WO_3(\kappa) + C(\kappa) = 2W(\kappa) + 3CO_2(\varepsilon); \Delta H > 0$
 $2PbO_2(\kappa) = 2PbO(\kappa) + O_2(\varepsilon); \Delta H > 0$
- 297.** Дивитися умову завдання **254**:
 $8Ag(\kappa) + 2O_3(\varepsilon) = 4Ag_2O(\kappa) + O_2(\varepsilon); \Delta H < 0$
 $2O_3(\varepsilon) = 3O_2(\varepsilon); \Delta H < 0$
- 298.** Дивитися умову завдання **251**:
 $Fe^{2+}(p) + 2OH^-(p) = Fe(OH)_2(p); \Delta H < 0$
 $H_2S(\varepsilon) + 3O_2(\varepsilon) = 2SO_2(\varepsilon) + 2H_2O(n); \Delta H < 0$
- 299.** Дивитися умову завдання **252**:
 $CaO(\kappa) + CO_2(\varepsilon) = CaCO_3(\kappa); \Delta H < 0$
 $H_2S(\varepsilon) + 8HClO_3(p) = 6H_2SO_4(p) + 8HCl(p); \Delta H < 0$
- 300.** Дивитися умову завдання **253**:
 $WO_3(\kappa) + 3H_2(\varepsilon) = W(\kappa) + 3H_2O(n); \Delta H > 0$
 $FeS(\kappa) + 2HCl(p) = FeCl_2(p) + H_2S(\varepsilon); \Delta H < 0$

3 РОЗЧИНИ

Після вивчення матеріалу цього розділу студенти *повинні знати*: які системи називаються розчинами, що є основою якісних та кількісних методів визначення складу розчинів, основні положення сольватної теорії Д.І. Менделєєва; класифікацію розчинів за способом їх складу та фізико-хімічні величини, які необхідно при цьому використовувати; уміти визначати способи виразу концентрації розчинів, а також робити перерахунки з одної концентрації на іншу. Мати уявлення про сильні та слабкі електроліти, дисоціацію, константи та ступені дисоціації; уявляти собі що таке кислоти, основи та солі за теорією електролітичної дисоціації; що таке водневий показник, вміти писати рівняння гідролізу солей. ([2] с. 217 - 270, [3] с. 123 - 177)

3.1 Способи визначення складу розчинів ([2] с. 219-220, [3] с. 147-149)

3.2 Колігативні властивості розведених розчинів ([2] с. 228-237, [3] с. 149-156)

3.3 Водні розчини електролітів ([2] с. 237- 258, [3] с. 158 - 171)

3.3.1 Сильні електроліти ([2] с. 246- 255, [3] с. 160- 161)

3.3.2 Йонний добуток води. Водневий показник ([2] с.259, [3] с. 164-161)

3.3.2 Гідроліз солей ([2] с. 264 - 270, [3] с. 171 - 173)

3.3.3 Добуток розчинності ([2] с. 256 - 258, [3] с. 175 - 176)

3.3.4 Приклади розв'язання завдань

Приклад 1. Розчин виготовлено з 32 г $AlCl_3$ та 168 г (розчинника) води. Густина розчину $1,15 \text{ г/см}^3$. Визначити масові та об'ємні концентрації.

Розв'язання: Масові концентрації – це масова частка (ω) та молярна концентрація (C_m). Визначити ω можливо за формулою:

$$\omega = \frac{m_{p\text{-ни}}}{m_{p\text{-ну}}} = \frac{m_{p\text{-ни}}}{m_{p\text{-ни}} + m_{p\text{-ка}}}; \quad \omega = \frac{m_{p\text{-ни}}}{\rho \cdot V}$$

де ω – масова частка розчиненої речовини; $m_{p\text{-ни}}$ – маса розчиненої речовини; $m_{p\text{-ну}}$ – загальна маса розчину; $m_{p\text{-ка}}$ – маса розчинника; ρ – густина розчину, г/см^3 ; V – об'єм розчину.

$$\omega = \frac{m_{p\text{-ни}}}{m_{p\text{-ни}} + m_{p\text{-ка}}} = \frac{32}{32 + 168} = \frac{32}{200} = 0,16 \text{ або } 16\%$$

Молярна концентрація дорівнює:

$$C_m = \frac{V_{p-ни}}{m_{p-ка}}; \quad C_m = \frac{m_{p-ни} \cdot 1000}{M \cdot m_{p-ка}},$$

де $m_{p-ни}$ і $m_{p-ка}$ – маса розчиненої речовини і розчинника; M – молярна маса розчиненої речовини. Одиниця виміру молярності – **моль/кг**.

$$M(AlCl_3) = 27 + 3 \cdot 35,5 = 133,5 \text{ г/моль}$$

$$C_m = \frac{32 \cdot 1000}{133,5 \cdot 168} = 1,427 \text{ моль/кг.}$$

Об'ємні концентрації – це молярна (C_M), молярна еквівалента (стара назва – нормальна концентрація, C_H) ($C_{M_{екв}}$) та титр (T) розчину.

$$C_M = \frac{V_{p-ни}}{V_{p-ну}}; \quad C_M = \frac{m_{p-ни}}{M_{p-ни} \cdot V_{p-ну}}$$

$$C_H = C_{M_{екв}} = \frac{V_{екв p-ни}}{V_{p-ну}}; \quad C_{M_{екв}} = \frac{m_{p-ни}}{M_{екв p-ни} \cdot V_{p-ну}}$$

$$T = \frac{m_{p-ни}}{V_{p-ну}}; \quad T = \frac{C_{M_{екв}} \cdot M_{екв}}{1000}; \quad T = \frac{C_M \cdot M}{1000}$$

Треба визначити об'єм розчину, який дорівнює:

$$V = \frac{m_{p-ни}}{\rho}.$$

Тоді:

$$C_M = \frac{m_{p-ни} \cdot \rho}{M_{p-ни} \cdot m_{p-на}} = \frac{32 \cdot 1,15 \cdot 10^3}{133,5 \cdot 200} = 1,38 \text{ моль/дм}^3$$

$$C_{M_{екв}} = \frac{m_{p-ни} \cdot \rho}{f_{екв} \cdot M_{p-ни} \cdot m_{p-на}} = \frac{32 \cdot 1,15 \cdot 10^3}{\frac{1}{3} \cdot 133,5 \cdot 200} = 4,14 \text{ моль/дм}^3$$

або

$$C_{M_{екв}} = \frac{1}{f_{екв} \cdot C_M} = 3 \cdot C_M = 3 \cdot 1,38 = 4,14 \text{ моль/дм}^3$$

$$T = \frac{C_M \cdot M}{1000} = \frac{1,38 \cdot 133,5}{1000} = 0,184 \text{ г/см}^3$$

Відповідь. Масові концентрації: $\omega = 0,16$; $C_m = 1,427$ моль/кг ;

об'ємні : $C_M = 1,38$ моль/дм³; $C_{M_{екв}} = 4,14$ моль/дм³; $T = 0,184$ г/см³.

Приклад 2. Яку масу соди Na_2CO_3 треба взяти для приготування 250 см³ 0,25 М розчину?

Розв'язання: Визначаємо кількість речовини Na_2CO_3 , яка міститься у 250 см³ або 0,25 дм³:

$$v(Na_2CO_3) = C_M \cdot V = 0,25 \text{ моль/дм}^3 \cdot 0,25 \text{ дм}^3 = 0,0625 \text{ моль}$$

Масу Na_2CO_3 , необхідну для приготування розчину обчислимо:

$$m(Na_2CO_3) = \nu \cdot M = 0,0625 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 6,625 \text{ г};$$

де $M(Na_2CO_3) = 106 \text{ г/моль}$.

Відповідь. Для виготовлення 250 см^3 $0,25 \text{ М}$ розчину треба взяти наважку соди (карбоната натрію) масою $6,625 \text{ г}$.

Приклад 3. Сірководень об'ємом 14 см^3 розчинили у воді масою 500 г (н.у.). Обчисліть масову частку сірководню в розчині.

Розв'язання. Визначаємо кількість речовини сірководню, розчиненого у воді:

$$\nu(H_2S) = \frac{V(H_2S)}{V_m} = \frac{0,014}{22,4} = 0,000625 \text{ моль}.$$

Маса розчиненого сірководню дорівнює:

$$m(H_2S) = \nu(H_2S) \cdot M(H_2S) = 0,000625 \cdot 34 = 0,02125 \text{ г},$$

де $M(H_2S) = 34 \text{ г/моль}$

Маса розчину дорівнює:

$$m_{\text{розч}} = m(H_2O) + m(H_2S) = 500 + 0,02125 \approx 500,02 \text{ г}$$

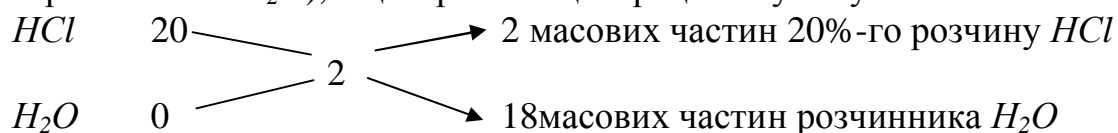
Масова частка сірководню в цьому розчині дорівнює:

$$\omega = \frac{m_{\text{р-ни}}}{m_{\text{р-ну}}} = \frac{0,02125}{500,02} = 0,424 \cdot 10^{-4} \text{ або } 0,424 \cdot 10^{-2}\% = 4,24 \cdot 10^{-3}\%$$

Відповідь. Масова частка H_2S у розчині $0,424 \cdot 10^{-4}$.

Приклад 4. Який об'єм води та розчину хлоридної кислоти з масовою часткою 20% та густиною $1,1 \text{ г/см}^3$ треба взяти, щоб приготувати 250 г розчину з масовою часткою HCl 2% .

Розв'язання: Вирішити це завдання можна скориставшись діагональною схемою або «правилом хреста». В лівий верхній кут треба помістити вищу концентрацію (20), у нижній лівий – меншу концентрацію (0 для розчинника H_2O), в центрі – концентрацію яку готують:



Числа **2, 18** отримано при відніманні по діагоналі від більшого числа менше ($20 - 2 = 18$; $2 - 0 = 2$) і вказують у якому масовому співвідношенні слід змішувати початковий розчин кислоти і воду: $2 : 18 = 1 : 9$.

Для отримання 250 г 2% розчину треба змішати:

$$m(HCl) = 250 \cdot \frac{1}{1+9} = 25 \text{ г}; \quad V(HCl) = \frac{m}{\rho} = \frac{25}{1,1} = 22,7 \text{ см}^3;$$

$$m(H_2O) = 250 \cdot \frac{9}{1+9} = 225 \text{ г}; \quad V(H_2O) = \frac{225}{1,0} = 225 \text{ см}^3.$$

Відповідь. Для приготування 250 г 2% розчину HCl треба 22,7 см³ HCl та 225 см³ води (H_2O).

Приклад 5. Приготувати 200 см³ 0,1 М розчину сульфату міді з кристалогідрату $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

Розв'язання. Визначаємо масу безводної солі:

$$m(CuSO_4) = M(CuSO_4) \cdot C_M \cdot V = 159,5 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 3,19 \text{ г}.$$

Знаходимо масу кристалогідрату $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, відповідну безводній солі:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ моль } CuSO_4 \cdot 5H_2O & \text{містить} & 1 \text{ моль } CuSO_4 \\ 249,5 \text{ г } CuSO_4 \cdot 5H_2O & - & 159,5 \text{ г } CuSO_4 \\ m \text{ г } CuSO_4 \cdot 5H_2O & - & 3,19 \text{ г } CuSO_4 \\ m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) & = & (249,5 \cdot 3,19) / 159,5 = 4,98 \text{ г}. \end{array}$$

Відповідь. Для приготування 200 см³ 0,1 М розчину сульфату міді треба 4,98 г $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

Розчини сильних електролітів

Приклад 1. Осмотичний тиск 0,1 н $ZnSO_4$ при 0°C дорівнює $1,59 \cdot 10^5$ Па. Визначить ізотонічний коефіцієнт цього розчину.

Розв'язання. Осмотичний тиск розчинів електролітів дорівнює:

$$p_{осм} = i \cdot C_M \cdot RT$$

Ізотонічний коефіцієнт:

$$i = \frac{p_{осм}}{C_M \cdot R \cdot T} = \frac{1,59 \cdot 10^2 \text{ кПа}}{\frac{1}{2} \cdot 0,1 \cdot 8,314 \cdot 273} = 1,4$$

Відповідь: Ізотонічний коефіцієнт дорівнює 1,4.

Приклад 2. Тиск водяної пари над розчином 24,8 г KCl у 100 г води при 100°C дорівнює $9,14 \cdot 10^4$ Па. Обчисліть ізотонічний коефіцієнт, якщо тиск водяної пари при цій температурі дорівнює $1,0133 \cdot 10^5$ Па.

Розв'язання: Перший закон Рауля для електролітів:

$$\frac{p_0 - p}{p_0} = N_B; \quad \frac{\Delta p}{p_0} = i \cdot \frac{v_B}{v_A + v_B}$$

Кількість речовини KCl та води визначаємо:

$$\begin{aligned} v_B &= \frac{m}{M} \\ v(KCl) &= \frac{24,8}{74,5} = 0,33 \text{ моль}, \end{aligned}$$

де $M(KCl) = 39 + 35,5 = 74,5$ г/моль

$$\nu(H_2O) = \frac{100}{18} = 5,55 \text{ моль,}$$

де $M(H_2O) = 2 + 16 = 18$ г/моль

Ізотонічний коефіцієнт дорівнює:

$$i = \frac{(p_0 - p) \cdot (\nu_A + \nu_B)}{p_0 \cdot \nu_B} = \frac{(1,0133 \cdot 10^5 - 0,914 \cdot 10^5) \cdot (0,33 + 5,55)}{1,0133 \cdot 10^5 \cdot 0,33} = 1,75.$$

Відповідь Ізотонічний коефіцієнт дорівнює 1,75.

Приклад 3. Розчин, який містить 8 г $NaOH$ у 1000 г води, кипить при $100,184^\circ C$. Обчисліть ізотонічний коефіцієнт (для H_2O $E = 0,516$)

Розв'язання. Другий закон Рауля для електролітів має вигляд:

$$\Delta T_{\text{кип}} = i \cdot E \cdot C_m; \quad \Delta T_{\text{зам}} = i \cdot K \cdot C_m;$$

де C_m – моляльна концентрація;

$$C_m = \frac{\nu_{p\text{-ни}}}{m_{p\text{-ка}}} = \frac{m_{p\text{-ни}} \cdot 1000}{M \cdot m_{p\text{-ка}}},$$

$$\Delta T_{\text{кип}} = \frac{i \cdot E \cdot m_{p\text{-ни}} \cdot 10^3}{M \cdot m_{p\text{-ка}}};$$

звідси:

$$i = \frac{\Delta T_{\text{кип}} \cdot M \cdot m_{p\text{-ка}}}{E \cdot m_{p\text{-ни}} \cdot 10^3} = \frac{0,184 \cdot 40 \cdot 1000}{0,516 \cdot 8 \cdot 10^3} = 1,78.$$

Відповідь Ізотонічний коефіцієнт дорівнює 1,78.

Приклад 4. Тиск пари 8%-ого водного розчину $NaNO_3$ дорівнює 2268,8 Па при $20^\circ C$. Тиск парів води при цій температурі – 2337,8 Па. Обчисліть уявний ступінь дисоціації $NaNO_3$ у цьому розчині.

Розв'язання. Ізотонічний коефіцієнт за I законом Рауля для $NaNO_3$:

$$i = \frac{(p_0 - p) \cdot (\nu_A + \nu_B)}{p_0 \cdot \nu_B}$$

де $\nu(NaNO_3) = \frac{8}{85} = 0,094$ моль; де $M(NaNO_3) = 85$ г/моль

$\nu(H_2O) = \frac{(100 - 8)}{18} = 5,105$ моль, де $M(H_2O) = 18$ г/моль

$$i = \frac{(2337,7 - 2268,8) \cdot (5,1054 + 0,094)}{2337,7 \cdot 0,094} = 1,63.$$

Уявний ступінь дисоціації $NaNO_3$ у цьому розчині:

$$\alpha = \frac{i - 1}{n - 1},$$

n – кількість утворених йонів, для $NaNO_3$ це два йона.

$$\alpha = \frac{1,63 - 1}{2 - 1} = 0,63 \text{ або } 63\%$$

Відповідь: Ізотонічний коефіцієнт = 1,63, ступінь дисоціації = 63%

Приклад 5. Температура замерзання розчину, що має 0,25 моль HNO_3 у $2,5 \text{ дм}^3 H_2O$ становить $-0,35^\circ\text{C}$. Обчисліть уявний ступінь дисоціації кислоти в цьому розчині (K для води дорівнює $1,86^0$).

Розв'язання: $M(HNO_3) = 63 \text{ г/моль}$

За II-м законом Рауля ізотонічний коефіцієнт для розчину HNO_3 :

$$i = \frac{\Delta T_{\text{зам}} \cdot M \cdot m_{\text{р-ка}}}{K \cdot m_{\text{р-ни}} \cdot 10^3} = \frac{0,35 \cdot 63 \cdot 2500}{1,86 \cdot 63 \cdot 0,25 \cdot 1000} = 1,88$$

Уявний ступінь дисоціації HNO_3 у цьому розчині:

$$\alpha = \frac{1,88 - 1}{2 - 1} = 0,88 \text{ або } 88\%$$

Відповідь: Ізотонічний коефіцієнт = 1,88, ступінь дисоціації = 88%.

Приклад 6. Обчисліть йонну силу розчину K_2SO_4 , що має концентрацію 0,02 моль на 1000 г H_2O .

Розв'язання: Йонна сила розчину дорівнює:

$$I = \frac{1}{2} \cdot (C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + \dots + C_i Z_i^2)$$
$$I(K_2SO_4) = \frac{1}{2} [C_{K^+} (Z_{K^+})^2 + C_{SO_4^{2-}} (Z_{SO_4^{2-}})^2] = \frac{1}{2} [0,02 \cdot 2 \cdot 1^2 + 0,02 \cdot 1 \cdot |-2|^2] = 0,06$$

Відповідь: Йонна сила розчину дорівнює 0,06.

Приклад 7. Обчисліть активну концентрацію $CaCl_2$ у розчині, що містить 0,925 г $CaCl_2$ у 500 г води.

Розв'язання: Визначаємо молярну концентрацію:

$$C_m = \frac{v_{\text{р-ни}}}{m_{\text{р-ка}}} = \frac{m_{\text{р-ни}} \cdot 1000}{M \cdot m_{\text{р-ка}}} = \frac{0,925}{111 \cdot 0,5} = 0,017 \text{ моль/кг.}$$

де $M(CaCl_2) = 111 \text{ г/моль}$, $500 \text{ г} = 0,5 \text{ кг}$

Обчислимо йонну силу розчину:

$$I = \frac{1}{2} (0,017 \cdot 2^2 + 0,017 \cdot 2 \cdot |-1|^2) = \frac{0,068 + 0,034}{2} = 0,051$$

За додатком 6 знаходимо коефіцієнт активності залежно від йонної сили розчину:

$$f_{Ca^{2+}} = 0,50; \quad f_{Cl^-} = 0,84.$$

Активність йонів дорівнює:

$$a_{Ca^{2+}} = f_{Ca^{2+}} \cdot C_{Ca^{2+}} = 0,50 \cdot 0,017 = 0,0097$$

$$a_{Cl^-} = f_{Cl^-} \cdot C_{Cl^-} = 0,84 \cdot 0,034 = 0,0289$$

Активна концентрація дорівнює:

$$a_{CaCl_2} = a_{Ca^{2+}} \cdot (a_{Cl^-})^2 = 0,0097 \cdot (0,0289)^2 = 8 \cdot 10^{-6}.$$

Відповідь: Активна концентрація $CaCl_2$ у розчині дорівнює $8 \cdot 10^{-6}$.

Приклад 8. Обчисліть середній коефіцієнт активності йонів $AgNO_3$ у розчині, що містить 0,01 моль речовини $AgNO_3$ у 1000 г води.

Розв'язання. Йонна сила розчину $AgNO_3$:

$$I = 1/2(0,01 \cdot 1^2 + 0,01 \cdot 1^2) = \frac{0,01 + 0,01}{2} = 0,01$$

Середній коефіцієнт активності йонів $AgNO_3$:

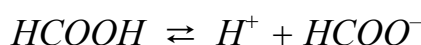
$$\lg f = -0,5117 Z_1 Z_2 \sqrt{I}$$

$$\lg f = -0,5117 \cdot 1 \cdot 1 \sqrt{0,01} = -0,05117; \quad f_{\pm} = 0,89$$

Розчини слабких електролітів

Приклад 1. Обчисліть ступінь дисоціації $HCOOH$ у 0,01 н розчині, якщо у 10^{-3} дм³ розчину міститься $6,82 \cdot 10^{18}$ розчинених частинок (йони та недисоційовані частинки).

Розв'язання. Мурашина кислота дисоціює за рівнянням:



У 10^{-3} дм³ 0,01н розчину міститься $6,02 \cdot 10^{18}$ частинок (1 моль - $6,02 \cdot 10^{23}$). На йони дисоціювало n молекул. Кожна молекула кислоти при дисоціації дає 2 йони (H^+ , $HCOO^-$), а n молекул кислоти дадуть $2n$ йонів. Недисоційованих молекул у розчині міститься $(6,02 \cdot 10^{18} - n)$. Взагалі розчин має $6,82 \cdot 10^{18}$ (за умовою) частинок, тобто:

$$6,82 \cdot 10^{18} = (6,02 \cdot 10^{18} - n) + 2n = 6,02 \cdot 10^{18} + n$$
$$n = 6,82 \cdot 10^{18} - 6,02 \cdot 10^{18} = 0,8 \cdot 10^{18}$$

Звідки:

$$\alpha = \frac{n}{N} = \frac{0,8 \cdot 10^{18}}{6,02 \cdot 10^{18}} = 0,133 = 13,3\%$$

Приклад 2. Обчисліть ступінь дисоціації сірководневої кислоти за першим ступенем у 0,1М розчині, якщо константа дисоціації $K_d = 1,1 \cdot 10^{-7}$.

Розв'язання. H_2S дуже слабка кислота, тому використовуємо спрощене рівняння закону розведення Оствальда:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{дис}}{C_M}} = \sqrt{\frac{1,1 \cdot 10^{-7}}{0,1}} = 1,05 \cdot 10^{-3}$$

Відповідь: ступінь дисоціації H_2S за 1 ступенем дорівнює 0,105 %.

Приклад 3. Обчисліть концентрацію іонів OH^- в 0,01 М розчині NH_4OH , якщо $K_{дис} = 1,77 \cdot 10^{-5}$.

Розв'язання. Концентрація іонів у розчині електроліту залежить від молярної концентрації електроліту, його ступені дисоціації та кількості іонів даного типу, що утворюються, тобто:

$$C_{ион} = C \alpha n.$$

Для визначення концентрації іонів OH^- у розчині NH_4OH знаходимо ступінь дисоціації NH_4OH :

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{дис}}{C_M}} = \sqrt{\frac{1,77 \cdot 10^{-5}}{0,01}} = 0,42 \cdot 10^{-1} = 0,042$$

Концентрація іонів OH^- дорівнює:

$$C(OH^-) = 0,01 \cdot 0,042 \cdot 1 = 0,42 \cdot 10^{-3} \text{ моль/дм}^3.$$

Приклад 4. Добуток розчинності BaF_2 при $18^\circ C$ дорівнює $1,7 \cdot 10^{-6}$. Обчисліть концентрацію іонів Ba^{2+} та F^- у насиченому розчині BaF_2 .

Розв'язання. Дисоціація солі протікає за рівнянням:



Іонів F^- утворюється у 2 рази більше ніж іонів Ba^{2+} , тому

$$C(F^-) = 2C(Ba^{2+})$$

Добуток розчинності солі $DP(BaF_2) = C(Ba^{2+}) \cdot C(F^-)$.

Якщо концентрацію F^- виразити через концентрацію Ba^{2+} , тоді:

$$DP(BaF_2) = C(Ba^{2+}) \cdot (2C(Ba^{2+}))^2 = 4C^3(Ba^{2+}) = 1,7 \cdot 10^{-6}$$

Концентрація іонів Ba^{2+} дорівнює:

$$C(Ba^{2+}) = \sqrt[3]{\frac{1,7 \cdot 10^{-6}}{4}} = 0,75 \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3$$

$$C(F^-) = 0,75 \cdot 10^{-2} \cdot 2 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3$$

Відповідь: За заданих умов концентрації іонів у розчині складають: $C(Ba^{2+}) = 0,75 \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3$ та $C(F^-) = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ моль/дм}^3$.

Приклад 5. Розчинність $Mg(OH)_2$ дорівнює $1,7 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³ при 18°C. Обчисліть добуток розчинності $Mg(OH)_2$ за цих умов.

Розв'язання При розчиненні кожного моль $Mg(OH)_2$ у розчин переходить 1 моль йонів Mg^{2+} та вдвічі більше йонів OH^- . Отже у насиченому розчині $Mg(OH)_2$:

$$\begin{aligned}C(Mg^{2+}) &= 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3; \\C(OH^-) &= 1,7 \cdot 10^{-4} \cdot 2 = 3,4 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3; \\DP(Mg(OH)_2) &= C(Mg^{2+}) C(OH^-) = 1,7 \cdot 10^{-4} \cdot (3,4 \cdot 10^{-4})^2 = 1,96 \cdot 10^{-11}.\end{aligned}$$

Відповідь: За заданих умов добуток розчинності $Mg(OH)_2 = 1,96 \cdot 10^{-11}$.

Приклад 6. $DP(PbI_2)$ при 20°C дорівнює $8 \cdot 10^{-9}$. Обчисліть розчинність (моль/дм³) при заданих умовах.

Розв'язання. Визначаємо розчинність солі через S (моль/дм³), тоді:

$$\begin{aligned}DP(PbI_2) &= C(Pb^{2+}) \cdot (C(I^-))^2 = S \cdot (2S)^2 = 4S^3, \text{ звідси} \\S &= \sqrt[3]{\frac{DP_{PbI_2}}{4}} = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot 10^{-9}}{4}} = 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3.\end{aligned}$$

Відповідь: Розчинність за заданих умов солі $PbI_2 = 1,3 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³.

Завдання до виконання контрольної роботи

301. До 100 см³ 96% розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,84$ г/см³) додали 400 см³ води. Отримали розчин з $\rho = 1,225$ г/см³. Чому дорівнює масова частка та $C_{Мекв}$ цього розчину?

302. Скільки води треба додати до 100 см³ 48%-ого розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,303$ г/см³), щоб отримати 20% розчин?

303. Яка масова частка розчину нітратної кислоти якщо до 500 см³ її 32%-ого розчину ($\rho = 1,2$ г/см³), додали 1 дм³ води?

304. Отримали суміш 100 см³ 50%-ого розчину ($\rho = 1,4$ г/см³) та 100 см³ 10%-ого розчину ($\rho = 1,07$ г/см³) сульфатної кислоти. До суміші додали 3 дм³ води. Визначити $C_{Мекв}$ цього розчину.

305. До 100 см³ 80% розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,46$ г/см³) додали 400 см³ води, розчин має $\rho = 1,128$ г/см³. Визначити масову частку та $C_{Мекв}$ цього розчину.

306. Яка масова частка розчину сульфатної кислоти яку одержали додаванням до 400 см³ її 70%-ого розчину ($\rho = 1,61$ г/см³) 500 см³ води.

307. Для розчинення наважки $CaCO_3$ потрібно 35 см³ 1,025 н розчину HCl . Визначити масу карбонату кальцію, яка потрібна для цього.

308. Визначити $C_{Мекв}$ та титр 18%-ого розчину гідроксиду натрію ($\rho = 1,203$ г/см³).

309. До 1 дм³ 10% KOH ($\rho = 1,092$ г/см³) додали 0,5 дм³ 5%-ого розчину ($\rho = 1,045$ г/см³). До суміші додали воду до загального об'єму 3 дм³. Визначити C_M цього розчину.

- 310.** Який об'єм 96%-ої сульфатної кислоти ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$) потрібен для приготування 3 дм³ 0,4 н розчину?
- 311.** Визначити $C_{\text{Мекв}}$ та C_M концентрації 20%-ого розчину хлориду кальцію, густина якого $\rho = 1,178 \text{ г/см}^3$.
- 312.** Чому дорівнює $C_{\text{Мекв}}$ 30%-ого розчину гідроксиду натрію, густина якого $\rho = 1,328 \text{ г/см}^3$. До 1 дм³ цього розчину додали 5 дм³ води. Визначити масову частку отриманого розчину.
- 313.** До 3 дм³ 10%-ого розчину нітратної кислоти, густина якого $\rho = 1,054 \text{ г/см}^3$, додали 5 дм³ 2%-ого розчину цієї кислоти з $\rho = 1,01 \text{ г/см}^3$. Визначити масову частку та C_M отриманого розчину, об'єм = 8 дм³.
- 314.** Визначити $C_{\text{Мекв}}$ та C_M концентрації 20,8%-ого розчину нітратної кислоти, густина якого $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$. Яка маса кислоти міститься у 4 дм³ цього розчину?
- 315.** Визначити $C_{\text{Мекв}}$, C_M та C_m концентрації 16%-ого розчину хлориду алюмінію, густина якого $\rho = 1,149 \text{ г/см}^3$.
- 316.** Скільки та якої речовини залишиться у надлишку, коли до 75 см³ 0,3 н розчину сульфатної кислоти додати 125 см³ 0,2 н розчину *KOH*?
- 317.** Для осадження усього срібла у вигляді *AgCl*, яке міститься у 100 см³ розчину *AgNO₃*, потрібно 50 см³ 0,2 н розчину *HCl*. Яка $C_{\text{Мекв}}$ розчину *AgNO₃*? Яка маса осаду?
- 318.** Який об'єм 20,01%-ого розчину *HCl* ($\rho = 1,10 \text{ г/см}^3$) потрібен для приготування 1,5 дм³ 10,17%-ого розчину ($\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$)?
- 319.** Змішали 10 см³ 10%-ого розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,056 \text{ г/см}^3$) та 100 см³ 30%-ого розчину ($\rho = 1,184 \text{ г/см}^3$) цієї ж кислоти. Визначити масову частку розчину, який було отримано.
- 320.** Який об'єм 50%-ого розчину *KOH* ($\rho = 1,538 \text{ г/см}^3$) потрібен для приготування 3 дм³ 6 %-ого розчину ($\rho = 1,048 \text{ г/см}^3$)?
- 321.** Який об'єм 10%-ого розчину карбоната натрію ($\rho = 1,105 \text{ г/см}^3$) потрібен для приготування 5 дм³ 2 %-ого розчину ($\rho = 1,02 \text{ г/см}^3$)?
- 322.** Для нейтралізації 31 см³ 0,16 н розчину лугу потрібно 217 см³ розчину сульфатної кислоти. Чому дорівнює $C_{\text{Мекв}}$ та титр кислоти?
- 323.** Який об'єм 0,3 н розчину кислоти потрібен для нейтралізації розчину, який містить 0,32 г *NaOH* у 40 см³?
- 324.** Для нейтралізації 1000 см³ розчину лугу з масою 1,4 г *KOH*, потрібно 50 см³ розчину кислоти. Чому дорівнює $C_{\text{Мекв}}$ кислоти?
- 325.** Яка маса нітратної кислоти є у розчині, якщо для нейтралізації його потрібно 35 см³ 0,4 н розчину лугу *NaOH*? Який титр розчину лугу?
- 326.** Яка маса *NaNO₃* потрібна для розчинення у 400 г води, щоб одержати 20% -й розчин? Яка C_m цього розчину?
- 327.** При змішуванні 300 г 20%-ого та 500 г 40%-ого розчинів хлориду натрію, отримали новий розчин. Яка його масова частка, C_m ?
- 328.** При змішуванні 247 г 62%-ого та 145 г 18% -ого розчинів сульфату натрію, отримали новий розчин. Яка його масова частка, C_m ?

- 329.** З 700 г 60%-ого розчину сульфатної кислоти випарували 200 г води. Яка масова частка залишку?
- 330.** З 10 кг 20%-ого розчину при охолодженні виділили 400 г солі. Яка масова частка охолодженого розчину?
- 331.** Визначить C_M та C_m розчину хлориду кальцію ($\rho = 1,178 \text{ г/см}^3$), якщо масова частка CaCl_2 у розчині дорівнює 20%.
- 332.** До 1 дм^3 10%-ого розчину нітратної кислоти, густина якого $\rho = 1,054 \text{ г/см}^3$, додали 2 дм^3 2%-ого розчину цієї кислоти з $\rho = 1,01 \text{ г/см}^3$. Визначити масову частку та C_m отриманого розчину, $V=3 \text{ дм}^3$.
- 333.** Яка масова частка та C_M розчину нітратної кислоти, якщо до 100 см^3 її 32%-ого розчину ($\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$), додали 1 дм^3 води?
- 334.** Отримали суміш 30 см^3 50%-ого розчину ($\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$) та 120 см^3 10%-ого розчину ($\rho = 1,07 \text{ г/см}^3$) сульфатної кислоти. До суміші додали 2 дм^3 води. Визначити $C_{\text{Мекв}}$ цього розчину.
- 335.** До 200 см^3 80% розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,46 \text{ г/см}^3$) додали 800 см^3 води, розчин має $\rho = 1,128 \text{ г/см}^3$. Визначити масову частку та $C_{\text{Мекв}}$ цього розчину.
- 336.** Яка масова частка та C_m розчину сульфатної кислоти, яку отримали додаванням до 100 см^3 її 70%-ого розчину ($\rho = 1,61 \text{ г/см}^3$) 500 см^3 води.
- 337.** Для розчинення наважки CaCO_3 потрібно 25 см^3 1,25 н розчину HCl . Визначити масу карбонату кальцію яка потрібна для цього.
- 338.** Визначити $C_{\text{Мекв}}$, C_M та титр 18%-ого розчину гідроксиду натрію ($\rho = 1,203 \text{ г/см}^3$).
- 339.** До $2,5 \text{ дм}^3$ 10% KOH ($\rho = 1,092 \text{ г/см}^3$) додали $0,5 \text{ дм}^3$ 5%-ого розчину ($\rho = 1,045 \text{ г/см}^3$). До суміші додали воду до загального об'єму 4 дм^3 . Визначити C_M цього розчину
- 340.** Який об'єм 96%-ої сульфатної кислоти ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$) потрібен для приготування $1,5 \text{ дм}^3$ 0,5 н розчину?
- 341.** Визначить $C_{\text{Мекв}}$, C_M концентрації та титр 20%-ого розчину хлориду кальцію, густина якого $\rho = 1,178 \text{ г/см}^3$.
- 342.** Для нейтралізації 25 см^3 0,16 н розчину лугу потрібно 201 см^3 розчину сульфатної кислоти. Чому дорівнює $C_{\text{Мекв}}$ та титр кислоти?
- 343.** Який об'єм 0,35 н розчину кислоти потрібен для нейтралізації розчину, який містить 0,42 г NaOH у 60 см^3 ?
- 344.** Для нейтралізації 100 см^3 розчину лугу з масою 1,4 г KOH , потрібно 50 см^3 розчину кислоти. Чому дорівнює $C_{\text{Мекв}}$ кислоти?
- 345.** Яка маса нітратної кислоти є у розчині, якщо для нейтралізації його потрібно 35 см^3 0,4 н розчину лугу NaOH ? Який титр розчину лугу?
- 346.** Яка маса NaNO_3 потрібна для розчинення у 400 г води, щоб одержати 30% -й розчин? Яка C_m цього розчину?
- 347.** При змішуванні 200 г 25%-ого та 200 г 40%-ого розчинів хлориду натрію, отримали новий розчин. Яка його масова частка, C_m ?

- 348.** При змішуванні 247 г 12%-ого та 145 г 18%-ого розчинів сульфату натрію, отримали новий розчин. Яка його масова частка, C_m ?
- 349.** З 500 г 70%-ого розчину сульфатної кислоти випарили 200 г води. Яка масова частка залишку?
- 350.** Визначити C_m та C_M розчину ортофосфатної кислоти з масовою часткою 55,85%, якщо $\rho = 1,85 \text{ г/см}^3$.
- 351.** Визначити температури кристалізації та кипіння 2%-ого водного розчину глюкози $C_6H_{12}O_6$.
- 352.** Розчин, який містить 1,22 г бензойної кислоти C_6H_5COOH у 100 г сірковуглецю CS_2 , кипить при $46,53^\circ\text{C}$. Температура кипіння $CS_2 = 46,3^\circ\text{C}$. Визначити ебуліоскопічну константу CS_2 .
- 353.** Температура кристалізації розчину, який містить 11,04 г гліцерину у 800 г води дорівнює $-0,279^\circ\text{C}$. Визначити молекулярну масу гліцерину.
- 354.** Розчин, який містить 0,512 г неелектроліту у 100 г бензену, має $t_{\text{зам}} = 5,296^\circ\text{C}$. Для бензену вона дорівнює $5,5^\circ\text{C}$. Кріоскопічна константа дорівнює $5,1^\circ$. Визначити молярну масу розчиненої речовини.
- 355.** Визначити масову частку водного розчину сахарози $C_{12}H_{22}O_{11}$, якщо $t_{\text{зам}} \text{ розчину} = -0,93^\circ\text{C}$. Кріоскопічна константа води = $1,86^\circ$.
- 356.** Визначити температуру кристалізації водного розчину карбаміду $CO(NH_2)_2$, якщо вміст речовини складає 5 г у 150 г води. $K(H_2O) = 1,86^\circ$.
- 357.** Розчин, який містить 3,04 г камфори $C_{10}H_{16}O$ у 100 г бензену, кипить при $80,714^\circ\text{C}$; $t_{\text{кип}}(C_6H_6) = 80,2^\circ\text{C}$. Визначити $E(C_6H_6)$.
- 358.** Визначити масову частку водного розчину гліцерину $C_3H_5(OH)_3$, якщо цей розчин кипить при $100,39^\circ\text{C}$. $E(H_2O) = 0,52^\circ$.
- 359.** Визначити молекулярну масу неелектроліту, якщо розчин, що містить 2,25 г речовини у 250 г води, має кристалізацію при $-0,270^\circ\text{C}$; $K(H_2O) = 1,86^\circ$.
- 360.** Визначити температуру кипіння 5%-ого розчину нафталіну $C_{10}H_8$ у бензені, $t_{\text{кипіння}}(C_6H_6) = 80,2^\circ\text{C}$, а $E(C_6H_6) = 2,57^\circ$.
- 361.** Розчин, який містить 24,65 г неелектроліту у 300 г води, кристалізується при $t_{\text{зам}} = -0,465^\circ\text{C}$. Визначити молярну масу розчиненої речовини; $K(H_2O) = 1,86^\circ$.
- 362.** Визначити кріоскопічну константу ацетатної кислоти, якщо розчин що містить 3,56 г антрацену $C_{14}H_{10}$ у 100 г ацетатної кислоти, має $t_{\text{зам}} = 15,718^\circ\text{C}$, $t_{\text{зам}} \text{ ацетатної кислоти} = 16,65^\circ\text{C}$.
- 363.** Однакові масові частки камфори $C_{10}H_{16}O$ та нафталіну $C_{10}H_8$ розчинені в однакових кількостях бензену. Який розчин має більш високу температуру кипіння?
- 364.** $t_{\text{зам}}$ розчину, який містить 66,3 г неелектроліту у 500 г води дорівнює $-0,558^\circ\text{C}$. Визначити молекулярну масу розчиненої речовини. $K(H_2O) = 1,86^\circ$.

- 365.** Яку масу аніліну $C_6H_5NH_2$ слід розчинити у 50 г етилового естеру, щоб $t_{\text{кип}}$ розчину стала більшою за $t_{\text{кип}}$ етилового естеру на $0,53^\circ$? $E_{\text{естеру}} = 2,12^\circ$.
- 366.** Визначити $t_{\text{зам}}$ 2%-ого розчину етанолу C_2H_5OH , якщо $K(H_2O) = 1,86^\circ$.
- 367.** Яку масу карбаміду $CO(NH_2)_2$, слід розчинити у воді щоб $t_{\text{зам}}$ зменшилась на $0,465^\circ$. $KH_2O = 1,86^\circ$.
- 368.** Визначити масову частку водного розчину глюкози $C_6H_{12}O_6$, якщо цей розчин кипить при $100,26^\circ\text{C}$. $E(H_2O) = 0,52^\circ$.
- 369.** Яку масу фенолу C_6H_5OH слід розчинити у 125 г бензену, щоб $t_{\text{зам}}$ розчину стала меншою за $t_{\text{зам}}$ C_6H_6 на $1,7^\circ$. $K(C_6H_6) = 5,1^\circ$.
- 370.** Яку масу карбаміду $CO(NH_2)_2$ слід розчинити у 250 г води, щоб $t_{\text{зам}}$ розчину стала більшою на $0,26^\circ$. $E(H_2O) = 0,52^\circ$.
- 371.** Після розчинення 2,3 г неелектроліту у 125 г води $t_{\text{зам}}$ зменшилась на $0,372^\circ$. Визначити молекулярну масу розчиненої речовини, $K(H_2O) = 1,86^\circ$.
- 372.** Визначити $t_{\text{зам}}$ 15% водного розчину пропілового спирту C_3H_7OH якщо $E(H_2O) = 0,52^\circ$.
- 373.** Визначити масову частку водного розчину метанолу CH_3OH якщо його $t_{\text{зам}} = -2,79^\circ\text{C}$, $K(H_2O) = 1,86^\circ$.
- 374.** При якій температурі буде кристалізуватися водний розчин метанолу з масовою часткою спирту 45%.
- 375.** При якій температурі буде кипіти водний розчин сахарози $C_{12}H_{22}O_{11}$ з масовою часткою речовини 50%, $E(H_2O) = 0,52^\circ$.
- 376.** Тиск пари води при 100°C дорівнює $1,01325 \cdot 10^5$ Па. Визначити тиск над 4%-им розчином карбаміду $CO(NH_2)_2$ за даних умов.
- 377.** Однакові об'єми розчинів формаліну $HCHO$ та глюкози $C_6H_{12}O_6$ за даних умов мають однаковий осмотичний тиск. Які масові співвідношення речовин?
- 378.** Що таке осмотичний тиск? Який з розчинів за однакових об'ємів з однаковою масою розчиненої речовини та за однакових умов має більший осмотичний тиск: нафталін $C_{10}H_8$ або антрацен $C_{14}H_{10}$?
- 379.** Визначити осмотичний тиск розчину який містить 270 г глюкози $C_6H_{12}O_6$ у 3 дм^3 води при 0°C .
- 380.** За якої температури осмотичний тиск розчину який містить 45 г глюкози $C_6H_{12}O_6$ у 1 дм^3 буде дорівнювати $607,8 \text{ кПа}$?
- 381.** У 400 см^3 розчину міститься 2 г розчиненої речовини при 27°C . Осмотичний тиск розчину $1,216 \cdot 10^5$ Па. Визначити молярну масу розчиненої речовини.
- 382.** У 1 дм^3 $0,01 \text{ н}$ розчину ацетатної кислоти міститься $6,26 \cdot 10^{21}$ її молекул та йонів. Визначити ізотонічний коефіцієнт та ступінь іонізації CH_3COOH у розчині.

- 383.** Константа іонізації хлорнуватистої кислоти дорівнює $3 \cdot 10^{-8}$. Чому дорівнює ступінь іонізації $HClO$ у 0,1 н розчині? Визначити концентрацію йонів H^+ у даному розчині.
- 384.** При якій концентрації ступінь іонізації нітритної кислоти буде 20%, якщо її константа іонізації дорівнює $5,1 \cdot 10^{-4}$? Визначити концентрацію йонів H^+ у даному розчині.
- 385.** Визначити ступінь іонізації гідроксиду амонію у 0,01 н розчині, якщо константа іонізації NH_4OH дорівнює $2 \cdot 10^{-5}$.
- 386.** Чому дорівнює ізотонічний коефіцієнт та ступінь іонізації 0,2 М розчину хлоридної кислоти, якщо у 1 dm^3 розчину міститься $2,19 \cdot 10^{28}$ її молекул та йонів?
- 387.** Тиск пари розчину, який містить 0,05 моль Na_2SO_4 у 450 г води, дорівнює $1,00818 \cdot 10^5$ Па при $100^\circ C$. Визначити уявну ступінь іонізації сульфату натрію у розчині.
- 388.** Температура кипіння розчину, який містить 9,09 г KNO_3 у 100 г розчину, дорівнює $100,8^\circ C$. Визначити уявну ступінь іонізації нітрату калію у розчині.
- 389.** Розчин, який містить 0,53 г Na_2CO_3 у 200 г води, кристалізується при $0,13^\circ C$. Визначити уявну ступінь іонізації карбонату натрію у розчині.
- 390.** Який буде тиск пари розчину при $100^\circ C$, якщо у ньому міститься 2,5 г гідроксиду натрію у 90 г води, якщо уявна ступінь іонізації $NaOH$ дорівнює 80%?
- 391.** Скільки йонів та молекул міститься у 1 dm^3 0,01 М розчину ацетатної кислоти, якщо ступінь дисоціації дорівнює 0,2? Чому дорівнює ізотонічний коефіцієнт?
- 392.** Температура кипіння 3,2% розчину $BaCl_2$ $100,32^\circ C$. Визначити ізотонічний коефіцієнт та уявну ступінь іонізації солі у даному розчині. $E(H_2O) = 0,52^\circ$.
- 393.** Визначити ізотонічний коефіцієнт та уявну ступінь іонізації $CaCl_2$ у розчині який містить 0,398 моль цієї солі у 2 dm^3 води. Температура кристалізації розчину $-0,74^\circ C$. $K(H_2O) = 1,86^\circ$.
- 394.** Визначити ступінь іонізації та концентрацію H^+ у 0,3 М розчині ацетатної кислоти CH_3COOH , $K_{CH_3COOH} = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
- 395.** Розчин, який містить 1,7 г $ZnCl_2$ у 250 г води кристалізується при $-0,23^\circ C$. Визначити ізотонічний коефіцієнт та уявну ступінь іонізації цієї солі. $K(H_2O) = 1,86^\circ$.
- 396.** Температура кристалізації водного розчину, який містить 0,25 моль нітратної кислоти у 2,5 dm^3 води, дорівнює $-0,35^\circ C$. Визначити ізотонічний коефіцієнт та уявну ступінь дисоціації кислоти в її розчині. $K(H_2O) = 1,86^\circ$.
- 397.** Визначити масову частку водного розчину глюкози $C_6H_{12}O_6$, якщо цей розчин кипить при $100,21^\circ C$. $E(H_2O) = 0,52^\circ$.

- 398.** Визначити молекулярну масу неелектроліту, якщо розчин що містить 2,25 г речовини у 250 г води, має кристалізацію при $-0,270^{\circ}\text{C}$. $K(H_2O) = 1,86^{\circ}$.
- 399.** За якої температури осмотичний тиск розчину який містить 55 г глюкози $C_6H_{12}O_6$ у 1 дм^3 буде дорівнювати 607,8 кПа?
- 400.** Визначити осмотичний тиск розчину, який містить 170 г глюкози $C_6H_{12}O_6$ у 2 дм^3 води при 0°C .
- 401.** Що називають іонним добутком води? Визначити pH та pOH 0,01 н розчину ацетатної кислоти CH_3COOH зі ступенем іонізації 4,2%.
Відповідь: 3,38; 10,62.
- 402.** 2 см^3 96%-ої сульфатної кислоти ($\rho = 1,84\text{ г/см}^3$) розчинили до 3 дм^3 . Визначити pH отриманого розчину, якщо $\alpha = 1$.
Відповідь: 1,62.
- 403.** Чому дорівнює pH розчину у 1 дм^3 якого міститься 0,0051 г гідроксильних іонів?
Відповідь: 10,48.
- 404.** Визначити pH 3,12%-ого розчину хлоридної кислоти HCl ($\rho = 1,015\text{ г/см}^3$), $\alpha = 1$.
Відповідь: 0,06.
- 405.** 1 г 72%-ого розчину нітратної кислоти розбавили до $3,3\text{ дм}^3$. Чому дорівнює pH розчину при $\alpha = 1$?
Відповідь: 2,47.
- 406.** 2 см^3 72%-ого розчину нітратної кислоти розбавили до 2 дм^3 . Визначити pH розчину при $\alpha = 1$?
Відповідь: 1,79.
- 407.** Чи може pH та pOH бути = 0? Бути < 0? Чому дорівнює pH та pOH розчину, де концентрація H^+ дорівнює 10^{-4} моль/дм³?
- 408.** Що таке водневий показник? Визначить pH та pOH 0,1 н розчину HCN , константа іонізації якої дорівнює $7,2 \cdot 10^{-10}$.
Відповідь: 5,08; 8,92.
- 409.** 5 г розчину 98%-ої сульфатної кислоти розбавили до 5 дм^3 . Чому дорівнює pH розчину при $\alpha = 1$?
Відповідь: 1,70.
- 410.** У 10 дм^3 розчину міститься 1 г $NaOH$. Визначить pH та pOH цього розчину при $\alpha = 1$.
Відповідь: 11,40; 2,60.
- 411.** Змішали рівні об'єми розчинів сильних кислот з $pH = 1$ та $pH = 2$. Визначити pH отриманого розчину.
Відповідь: 1,36.
- 412.** Визначити pH розчину який отримали при змішуванні рівних об'ємів розчинів лугів з $pH = 12$ та $pH = 11$.
Відповідь: 11,74.
- 413.** При змішуванні рівних об'ємів сильної кислоти з $pH = 2$ та луку з $pH = 11$, отримали новий розчин. Визначити його pH .
Відповідь: 2,35.
- 414.** Визначити C_M та $C_{Мекв}$ розчину сульфатної кислоти за $pH = 2,2$.
Відповідь: $3,15 \cdot 10^{-3}\text{ М}$; $6,31 \cdot 10^{-3}\text{ н}$.
- 415.** Визначити концентрацію іонів H^+ та OH^- у розчині, pH якого 4,3.
Відповідь: $5 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³, $2 \cdot 10^{-10}$ моль/дм³.
- 416.** Добуток розчинності сульфату кальцію дорівнює $6,26 \cdot 10^{-5}$. Чи утворюється осад, якщо змішати рівні об'єми 0,04 н розчинів $CaCl_2$ та Na_2SO_4 .
- 417.** Визначити добуток розчинності карбонату стронцію, якщо у 5 дм^3 його насиченого розчину міститься 0,05 г цієї солі.
Відповідь: $4,58 \cdot 10^{-9}$.

- 418.** Добуток розчинності сульфату стронцію $SrSO_4$ дорівнює $3,6 \cdot 10^{-7}$. Визначити розчинність солі у моль/дм³ та у г/дм³. *Відповідь:* $6 \cdot 10^{-4}$; 0,11.
- 419.** Визначити добуток розчинності $Fe(OH)_2$, якщо у 100 см³ його насиченого розчину міститься $9,6 \cdot 10^{-5}$ цієї речовини. *Відповідь:* $4,76 \cdot 10^{-15}$.
- 420.** Добуток розчинності MgF_2 дорівнює $7 \cdot 10^{-9}$. Визначити розчинність цієї солі у моль/дм³ та у г/дм³. *Відповідь:* $1,2 \cdot 10^{-3}$, 0,075.
- 421.** Добуток розчинності Ag_2SO_4 дорівнює $7 \cdot 10^{-5}$. Чи можна отримати осад, якщо до 0,02 н розчину $AgNO_3$ додати рівний об'єм 1 н розчину сульфатної кислоти?
- 422.** Скільки води потрібно для розчинення 1 г $BaCO_3$ добуток розчинності якого $1,9 \cdot 10^{-9}$? *Відповідь:* ≈ 117 дм³.
- 423.** У 100 см³ насиченого розчину PbI_2 міститься йонів плюмбуму 0,0268 г. Визначити добуток розчинності цієї солі. *Відповідь:* $8,79 \cdot 10^{-9}$.
- 424.** Концентрація йонів магнію у насиченому розчині $Mg(OH)_2$ складає $2,6 \cdot 10^{-3}$ г/дм³. Визначити добуток розчинності гідроксиду. *Відповідь:* $4,77 \cdot 10^{-12}$.
- 425.** Добуток розчинності AgI дорівнює $8,5 \cdot 10^{-17}$. Чи можна отримати осад, якщо змішати рівні об'єми 0,002 н розчинів $AgClO_4$ та NaI ?
- 426.** Добуток розчинності $PbSO_4$ дорівнює $1,3 \cdot 10^{-8}$. Визначити розчинність цієї солі у моль/дм³ та г/дм³. *Відповідь:* $1,1 \cdot 10^{-4}$; 0,033.
- 427.** Добутки розчинності $CdCO_3$ та Ag_2CO_3 складають $5,2 \cdot 10^{-12}$ та $8,2 \cdot 10^{-12}$. Визначити молярні розчинності цих солей. Чому при досить рівних значеннях ДР, розчинність відрізняється приблизно у 100 разів? *Відповідь:* $2,3 \cdot 10^{-6}$; $1,3 \cdot 10^{-4}$.
- 428.** Розчинність $AgCl$ у воді при 25°C дорівнює $1,3 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. Визначити добуток розчинності хлориду срібла за заданих умов та його розчинність у г/дм³. *Відповідь:* $1,7 \cdot 10^{-10}$; 0,0019.
- 429.** Добуток розчинності $CaCO_3$ дорівнює $4,8 \cdot 10^{-9}$. Визначити розчинність цієї солі у моль/дм³ та у г/дм³. *Відповідь:* $6,9 \cdot 10^{-5}$; $6,9 \cdot 10^{-3}$.
- 430.** Розчинність Ag_3PO_4 у воді при 20°C дорівнює 0,0065 г/дм³. Визначити добуток розчинності фосфату срібла за даних умов. *Відповідь:* $1,77 \cdot 10^{-18}$.
- 431.** Чому дорівнює концентрація йонів H^+ та йонів OH^- у розчині з $pH = 4,4$?
- 432.** Чому дорівнює pH розчину кислоти, якщо її молярна концентрація 0,01 М, та вона дисоційована повністю.
- 433.** Визначити концентрацію йонів H^+ та pH у розчині одноосновної слабкої кислоти, якщо її $C_M = 0,01$ моль/дм³ та ступінь дисоціації 0,001%.
- 434.** Визначити концентрацію йонів H^+ у розчині CH_3COOH з концентрацією 0,01 М, $K(CH_3COOH) = 1,7 \cdot 10^{-5}$.
- 435.** Визначити концентрацію йонів H^+ у розчині NH_4OH з концентрацією 0,005 моль/дм³, $K(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

- 436.** Визначити концентрацію іонів OH^- у розчині NH_4OH з концентрацією $0,02$ моль/дм³, якщо ступінь дисоціації = 10%.
- 437.** Чому дорівнює концентрація розчину ацетатної кислоти рН якого 5,2. $K(CH_3COOH) = 1,7 \cdot 10^{-5}$.
- 438.** Ступінь дисоціації слабкої одноосновної кислоти у розчині з C_M моль/дм³ дорівнює 0,01. Визначити рН цього розчину.
- 439.** Визначити рН розчину у 1 дм³ якого міститься 0,04 г $NaOH$. Ступінь дисоціації лугу 100%.
- 440.** Визначити рН розчину у 1 дм³ якого міститься 0,49 г сульфатної кислоти. Ступінь дисоціації сильної кислоти 100%.
- 441.** Визначити розчинність $AgBr$ (моль/дм³ та г/дм³), якщо добуток розчинності дорівнює $5,3 \cdot 10^{-13}$.
- 442.** Розчинність $CaCO_3$ при 25°C дорівнює $6,9 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. Визначити добуток розчинності цієї солі.
- 443.** Визначити розчинність фосфату срібла у воді, якщо $DP(Ag_3PO_4) = 1,3 \cdot 10^{-20}$.
- 444.** Добуток розчинності Ag_2CrO_4 дорівнює $1,1 \cdot 10^{-12}$, $AgCl = 1,8 \cdot 10^{-10}$. Яка з солей більш розчинна у воді? Визначить концентрацію Ag^+ у насичених розчинах солей.
- 445.** Чи можна отримати осад $SrSO_4$ при змішуванні розчинів $SrCl_2$ з $C_M = 1 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³ та 200 см³ розчину K_2SO_4 з $C_M = 5 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. $DP(SrSO_4) = 3,2 \cdot 10^{-7}$.
- 446.** Чи можна отримати осад Ag_2CrO_4 при змішуванні 0,5 дм³ розчину Ag^+ з $C_M = 0,1$ моль/дм³ та 500 см³ розчину CrO_4^{2-} з $C_M = 0,1$ моль/дм³. $DP(Ag_2CrO_4) = 1,1 \cdot 10^{-12}$.
- 447.** Який об'єм води потрібен для розчинення при 25°C 10 г $CaCO_3$ ($DP(CaCO_3) = 4,8 \cdot 10^{-9}$).
- 448.** Який об'єм насиченого розчину CdS містить $5 \cdot 10^{-3}$ г розчиненої солі. ($DP(CdS) = 7,9 \cdot 10^{-27}$).
- 449.** Визначити добуток розчинності $Fe(OH)_2$, якщо у 100 см³ насиченого розчину міститься $9,6 \cdot 10^{-5}$ г гідроксиду заліза (II).
- 450.** Чи можна отримати осад карбонату кальція при змішуванні рівних об'ємів розчинів Na_2CO_3 та $CaCl_2$ з $C_M = 3 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. $DP(CaCO_3) = 4,8 \cdot 10^{-9}$.
- 451.*** а) Скласти молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння між речовинами: $MgSO_4 + Ba(OH)_2$; $CaCl_2 + MgSO_4$
 б) Скласти молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння гідролізу солей вказати реакцію розчинів: $CuSO_4$, K_2CO_3 , CaS .
- 452*** Дивиться умови завдання **451**: а) $SnCl_2 + (NH_4)_2S$; $SnCl_2 + H_3PO_4$;
 б) $FeCl_3$, $ZnSO_4$, Na_2CO_3 .
- 453.*** Дивиться умови завдання **451**: а) $CuSO_4 + NaOH$; $CuSO_4 + H_3PO_4$;
 б) K_2S , KCN , $AlCl_3$.

- 454.*** Дивиться умови завдання **451**: а) $Pb(NO_3)_2 + NaI$; $Pb(NO_3)_2 + NaOH$;
 б) Na_2SiO_3 , $CrCl_3$, Na_2S .
- 455.*** Дивиться умови завдання **451**: а) $Ba(NO_3)_2 + Na_2S$; $Ba(NO_3)_2 + H_2SO_4$;
 б) $CdSO_4$, $Al(NO_3)_3$, $MnCl_2$.
- 456.*** а) Скласти молекулярні рівняння за йонними рівняннями:
 $Cu^{2+} + S^{2-} = CuS$; $Pb(OH)_2 + 2OH^- = PbO_2^{2-} + 2H_2O$;
 б) Яка з двох солей при однакових умовах у більшому ступені підлягає гідролізу, чому? Відповідь підтвердити молекулярними, йонно-молекулярними та скороченими рівняннями: $FeCl_2$ чи $FeCl_3$; $MgCl_2$ чи $ZnCl_2$.
- 457.*** Дивиться умови завдання **456**:
 а) $SiO_3^{2-} + 2H^+ = H_2SiO_3$; $CaCO_3 + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2$;
 б) $NaCN$ чи CH_3COONa ; Na_2CO_3 чи Na_2SO_3 .
- 458.*** Дивиться умови завдання **456**:
 а) $Al(OH)_3 + 2H^+ = AlO_2^- + 2H_2O$; $Pb^{2+} + 2I^- = PbI_2$;
 б) $TlCl$ чи $TlCl_3$, $SnCl_2$ чи $SnCl_4$.
- 459.*** Дивиться умови завдання **456**.
 а) $Fe(OH)_3 + 3H^+ = Fe^{3+} + 3H_2O$; $Cd^{2+} + 2OH^- = Cd(OH)_2$;
 б) CH_3COONa чи $HCOONa$; K_2S чи K_2Te .
- 460.*** Дивиться умови завдання **456**.
 а) $H^+ + NO_3^- = HNO_3$; $Zn^{2+} + H_2S = ZnS + 2H^+$;
 б) $NaNO_2$ чи $NaCl$, $NaCN$ чи CH_3COONa .
- 461.*** До кожної речовини додали розчин KOH . Чи завжди є реакція? Складіть молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння
 а) $Al(OH)_3$, H_2SO_4 , $Ba(OH)_2$
 б) складіть молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння сумісного гідролізу солей: K_2S та $CrCl_3$.
- 462.*** Дивиться умови завдання **461**.
 а) додали розчин H_2SO_4 до: $KHCO_3$, CH_3COOH , Na_2S ;
 б) $FeCl_3$ та Na_2CO_3 .
- 463.*** Дивиться умови завдання **461**.
 а) додали розчин H_2SO_4 до: $NaHCO_3$, $NiSO_4$, K_2S ;
 б) $Al_2(SO_4)_3$ та Na_2CO_3 .
- 464.*** Дивиться умови завдання **461**.
 а) додали розчин H_2SO_4 до: CH_3COONa , $ZnSO_4$, CaS ;
 б) $Al_2(SO_4)_3$ та Na_2S .
- 465.*** Дивиться умови завдання **461**.
 а) додали розчин $CuSO_4$ до: $NaOH$, $CdSO_4$, CaS ;
 б) $Al_2(SO_4)_3$ та Na_2SO_3 .
- 466.*** а) Скласти молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння між речовинами: $CaSO_4 + Ba(OH)_2$; $Ca(OH)_2 + MgSO_4$;
 б) Скласти молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння гідролізу солей вказати реакцію розчинів: $CaSO_4$, K_2CO_3 , CaS .

- 467.*** Дивиться умови завдання **466**.
 а) $Na_2S + FeSO_4$; $Na_2S + H_3PO_4$;
 б) $Zn(NO_3)_2$, KNO_3 , Na_2CO_3 .
- 468.*** Дивиться умови завдання **466**.
 а) $CH_3COONa + H_2SO_4$; $CH_3COONa + Ba(OH)_2$;
 б) $Al_2(SO_4)_3$, $NaCN$, $CrCl_3$.
- 469.*** Дивиться умови завдання **466**.
 а) $Ba(OH)_2 + HNO_3$; $Ba(OH)_2 + K_2SO_4$;
 б) $FeSO_4$, $(NH_4)_2S$, $CrCl_3$.
- 470.*** Дивиться умови завдання **466**.
 а) $AgNO_3 + FeCl_2$; $AgNO_3 + H_3PO_4$;
 б) K_2SiO_3 , $AgNO_3$, Na_2S .
- 471.*** а) Скласти молекулярні рівняння за йонними рівняннями:
 $Cd^{2+} + H_2S = CdS$; $Pb(OH)_2 + 2OH^- = PbO_2^{2-} + 2H_2O$
 б) Яка з солей при однакових умовах у більшому ступені підлягає гідролізу, чому? Відповідь підтвердити молекулярними, йонно-молекулярними та скороченими рівняннями: $SnCl_2$; $MgCl_2$ чи $ZnCl_2$.
- 472.*** Дивиться умови завдання **471**.
 а) $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4$; $Zn^{2+} + 2OH^- = Zn(OH)_2$;
 б) $FeCl_3$, $FeCl_2$, Na_2SO_3 .
- 473.*** Дивиться умови завдання **471**.
 а) $CH_3COO^- + H^+ = CH_3COOH$; $S^{2-} + Fe^{2+} = FeS$;
 б) $(NH_4)_2S$, $CrCl_3$, K_2SiO_3 .
- 474.*** Дивиться умови завдання **471**.
 а) $H^+ + NO_3^- = HNO_3$; $Ni^{2+} + H_2S = NiS + 2H^+$;
 б) $Ni(NO_3)_2$, $FeCl_3$, CH_3COONa .
- 475.*** Дивиться умови завдання **471**.
 а) $Be(OH)_2 + 2OH^- = BeO_2^{2-} + 2H_2O$;
 б) $(NH_4)_2SO_4$, Na_2SO_3 , Na_2S .
- 476.*** До кожної речовини додали розчин Na_2CO_3 . Чи завжди є реакція? Складіть молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння:
 а) $Al(OH)_3$, H_2SO_4 , $CrCl_3$.
 б) Складіть молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння сумісного гідролізу солей: K_2S та $CrCl_3$.
- 477.*** Дивиться умови завдання **476**.
 а) Додали розчин Na_2CO_3 до: Na_2SO_4 , $MgCl_2$, $Fe(NO_3)_3$;
 б) Na_2S та $AlCl_3$;
- 478.*** Дивиться умови завдання **476**.
 а) Додали розчин Na_2CO_3 до: $Al_2(SO_4)_3$, $Fe(NO_3)_2$, K_2SO_4 ;
 б) $(NH_4)_2S$ та $CrCl_3$.
- 479.*** Дивиться умови завдання **476**.
 а) Додали розчин $FeCl_3$ до: $Al_2(SO_4)_3$, $Ca(OH)_2$, Na_2CO_3 ;
 б) $Cr(NO_3)_3$ та CaS .

480.* Дивиться умови завдання **476**.

а) Додали розчин H_2CO_3 до: $Fe_2(SO_4)_3$, $Cd(NO_3)_2$, K_2SO_4 ;

б) $Cr_2(SO_4)_3$ та Na_2S .

481.* а) Скласти молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння між речовинами: $Ag_2SO_4 + Ba(OH)_2$; $Ca(NO_3)_2 + MgSO_4$;

б) Скласти молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння гідролізу солей вказати реакцію розчинів: $CaSO_4$, K_2CO_3 , CaS .

482.* Дивиться умови попереднього завдання **481**.

а) $SnCl_2 + (NH_4)_2S$; $SnCl_4 + H_3PO_4$;

б) $FeCl_2$, $ZnSO_4$, Na_2CO_3 .

483.* Дивиться умови попереднього завдання **481**.

а) $CuSO_4 + KOH$; $CuSO_4 + H_3PO_3$;

б) K_2S , $KCNS$, $AlCl_3$.

484.* Дивиться умови попереднього завдання **481**.

а) $Pb(NO_3)_2 + KI$; $Pb(NO_3)_2 + Al(OH)_3$;

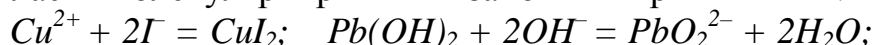
б) K_2SiO_3 , $CrCl_3$, K_2S .

485.* Дивиться умови попереднього завдання **481**.

а) $SnCl_4 + (NH_4)_2S$; $Pb(NO_3)_2 + KOH$;

б) K_2S , NH_4CNS , $AlCl_3$.

486.* а) Скласти молекулярні рівняння за іонними рівняннями:



б) Яка з двох солей при однакових умовах у більшому ступені підлягає гідролізу, чому? Відповідь підтвердити молекулярними, йонно-молекулярними та скороченими рівняннями: $FeBr_2$ чи $FeBr_3$; $MgCl_2$ чи $CuCl_2$.

487.* Дивиться умови завдання **486**.

а) $SiO_3^{2-} + 2H^+ = H_2SiO_3$; $MgCO_3 + 2H^+ = Mg^{2+} + H_2O + CO_2$;

б) $NaCNS$ чи CH_3COONa ; $NaHCO_3$ чи Na_2SO_3 .

488.* Дивиться умови завдання **486**.

а) $Cr(OH)_3 + 2H^+ = CrO_2^- + 2H_2O$; $Pb^{2+} + 2I^- = PbI_2$;

б) CrI_2 чи CrI_3 , $SnCl_2$ чи $SnCl_4$.

489.* Дивиться умови завдання **486**.

а) $Cr(OH)_3 + 3H^+ = Cr^{3+} + 3H_2O$; $Cd^{2+} + 2OH^- = Cd(OH)_2$;

б) CH_3COOLi чи $HCOOLi$; K_2S чи $K_2S_2O_3$.

490.* Дивиться умови завдання **486**.

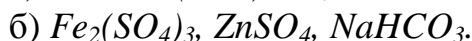
а) $H^+ + NO_2^- = HNO_2$; $Cd^{2+} + H_2S = CdS + 2H^+$;

б) $KCNS$ чи CH_3COOK ; $KHCO_3$ чи K_2SO_3 .

491.* а) Скласти молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння між речовинами: $CuSO_4 + Ba(OH)_2$; $BaCl_2 + MgSO_4$;

б) Скласти молекулярні, йонно-молекулярні та скорочені йонні рівняння гідролізу солей вказати реакцію розчинів: $CuSO_4$, K_2CO_3 , CaS .

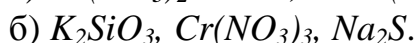
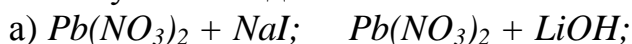
492.* Дивиться умови завдання **491**.



493.* Дивиться умови завдання **491**.

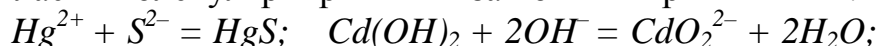


494.* Дивиться умови завдання **491**.



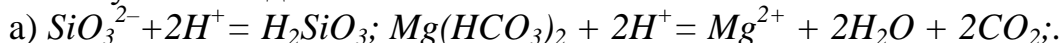
495.* Дивиться умови завдання **491**.

496.* а) Скласти молекулярні рівняння за йонними рівняннями:

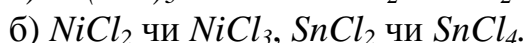
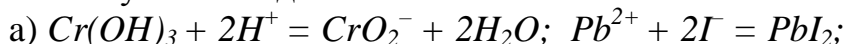


б) Яка з двох солей при однакових умовах у більшому ступені підлягає гідролізу, чому? Відповідь підтвердити молекулярними, йонно-молекулярними та скороченими рівняннями: FeI_2 чи FeI_3 ; HgCl_2 чи ZnCl_2 .

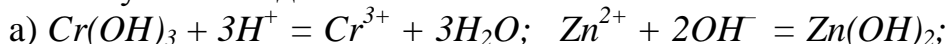
497.* Дивиться умови завдання **496**.



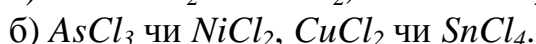
498.* Дивиться умови завдання **496**.



499.* Дивиться умови завдання **496**.



500.* Дивиться умови завдання **496**.



ДОДАТКИ

Додаток 1 – Електронегативність елементів (за Полінгом)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII			
1	<i>H</i> 2.1										<i>He</i> -
2	<i>Li</i> 1.0	<i>Be</i> 1.5	<i>B</i> 2.0	<i>C</i> 2.5	<i>N</i> 3.0	<i>O</i> 3.5	<i>F</i> 4.0				<i>Ne</i> -
3	<i>Na</i> 0.9	<i>Mg</i> 1.2	<i>Al</i> 1.5	<i>Si</i> 1.8	<i>P</i> 2.1	<i>S</i> 2.6	<i>Cl</i> 3.0				<i>Ar</i> -
4	<i>K</i> 0.8	<i>Ca</i> 1.0	<i>Sc</i> 1.3	<i>Ti</i> 1.5	<i>V</i> 1.6	<i>Cr</i> 1.6	<i>Mn</i> 1.5	<i>Fe</i> 1.8	<i>Co</i> 1.9	<i>Ni</i> 1.9	
	<i>Cu</i> 1.9	<i>Zn</i> 1.6	<i>Ga</i> 1.6	<i>Ge</i> 1.8	<i>As</i> 2.0	<i>Se</i> 2.4	<i>Br</i> 2.8				<i>Kr</i> -
5	<i>Rb</i> 0.8	<i>Sr</i> 1.0	<i>Y</i> 1.2	<i>Zr</i> 1.4	<i>Nb</i> 1.6	<i>Mo</i> 1.8	<i>Tc</i> 1.9	<i>Ru</i> 2.2	<i>Rh</i> 2.2	<i>Pd</i> 2.2	
	<i>Ag</i> 1.9	<i>Cd</i> 1.7	<i>In</i> 1.7	<i>Sn</i> 1.8	<i>Sb</i> 1.9	<i>Te</i> 2.1	<i>I</i> 2.5				<i>Xe</i> -
6	<i>Cs</i> 0.7	<i>Ba</i> 0.9	<i>La*</i> 1.08	<i>Hf</i> 1.3	<i>Ta</i> 1.5	<i>W</i> 1.7	<i>Re</i> 1.9	<i>Os</i> 2.2	<i>Ir</i> 2.2	<i>Pt</i> 2.2	
	<i>Au</i> 2.4	<i>Hg</i> 1.9	<i>Tl</i> 1.8	<i>Pb</i> 1.9	<i>Bi</i> 2.0	<i>Po</i> 2.0	<i>At</i> 2.2				<i>Rn</i> -
7	<i>Fr</i> 0.7	<i>Ra</i> 0.9	<i>Ac**</i> 1.1	*Лантаноїди 1.08-1.14 **Актиноїди 1.11-1.2							

Додаток 2 – Деякі константи комплексних йонів

Комплекс. йон	K_n	β	Комплекс. йон	K_n	β
$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^{2-}$	$1 \cdot 10^{-21}$		$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	$1 \cdot 10^{-37}$	$1 \cdot 10^{24}$
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	$7 \cdot 10^{-8}$		$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	$1 \cdot 10^{-44}$	$1 \cdot 10^{31}$
$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$	$1 \cdot 10^{-14}$		$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{24}$
$[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-$	$1,3 \cdot 10^{-3}$		$[\text{Fe}(\text{CNS})_4]^-$		$7,1 \cdot 10^{24}$
$[\text{CdCl}_4]^{2-}$	$9 \cdot 10^{-33}$		$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$	$3 \cdot 10^{-16}$	$1 \cdot 10^{30}$
$[\text{CdI}_4]^{2-}$	$8 \cdot 10^{-7}$		$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	$2 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{22}$
$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$	$1 \cdot 10^{-17}$		$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$4 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{22}$
$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$8 \cdot 10^{-8}$		$[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$	$2 \cdot 10^{-17}$	$1,2 \cdot 10^{16}$
$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	$8 \cdot 10^{-68}$		$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$		$1,4 \cdot 10^{15}$
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$8 \cdot 10^{-6}$	$1,17 \cdot 10^7$	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$5 \cdot 10^{-34}$	
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$	$6 \cdot 10^{-36}$	$3,2 \cdot 10^{32}$	$[\text{HgS}_2]^{2-}$	$1 \cdot 10^{-53}$	
$[\text{Co}(\text{CN})_4]^{2-}$	$8 \cdot 10^{-20}$		$[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$	$4 \cdot 10^{-42}$	
$[\text{Co}(\text{NCS})_3]^-$		63,1	$[\text{Hg}(\text{CNS})_4]^{2-}$	$1 \cdot 10^{-22}$	
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	$2 \cdot 10^{-13}$	$4,8 \cdot 10^{12}$	$[\text{HgCl}_4]^{2-}$	$8 \cdot 10^{-16}$	
$[\text{Cu}(\text{CN})_2]^-$		$1,1 \cdot 10^{24}$	$[\text{HgI}_4]^{2-}$	$1 \cdot 10^{-30}$	
$[\text{Cu}(\text{CNS})_4]^{2-}$		$3,31 \cdot 10^6$	$[\text{HgBr}_4]^{2-}$	$1 \cdot 10^{-21}$	

Додаток 3 – Напрямок перебігу реакцій

Знак функції			Можливість процесу
ΔH	ΔS	ΔG	
–	+	–	Можливо при будь-яких температурах
+	–	+	Неможливо при будь-яких температурах
–	–	±	Можливо при досить низьких температурах
+	+	±	Можливо при досить високих температурах

Додаток 4 – Стандартні ентальпії утворення ΔH°_{298} , ентропії S°_{298} та вільна енергія утворення ΔG°_{298} деяких речовин та йонів при 298 К (25°C)

Речовина	ΔH°_{298} кДж/моль	S°_{298} Дж/(моль·К)	ΔG°_{298} кДж/моль	Речовина	ΔH°_{298} кДж/моль	S°_{298} Дж/(моль·К)	ΔG°_{298} кДж/моль
Al ₂ O ₃ (к.)	-1676,0	50,9	-1582,0	TiO ₂ (к.)	-943,9	50,3	-888,6
CH ₄ (г.)	-74,9	186,2	-50,8	SO ₂ (г.)	-296,9	248,1	-300,2
C ₂ H ₄ (г.)	52,3	219,4	68,1	SO ₃ (г.)	-394,8	256,0	-370,0
C ₂ H ₂ (г.)	+226,8	200,8	+209,2	PCl ₅ (г.)	-369,45	362,9	-324,55
C ₂ H ₆ (г.)	-89,7	229,5	-167,9	PCl ₃ (г.)	-277,0	311,7	-286,27
C ₆ H ₆ (р.)	82,9	269,2	129,7	ZnO (к.)	-350,6	43,6	-320,7
C ₃ H ₈ (г.)	-103,85	269,87	-	ZnS (к.)	-205,4	57,74	-200,7
C ₄ H ₁₀ (г.)	-30,15	296,12	-4,10	Na ₂ O (к.)	-416,0	75,21	-377,1
CCl ₄ (г.)	-102,93	309,74	-60,63	Na ₂ SiO (к.)	-1525,4	113,8	-1427,7
CS ₂	88,7	151,0	64,4	SiO ₂ (к.)	-908,2	42,7	-854,2
CO (г.)	-110,5	197,5	-137,1	N ₂	0	-84,4	0
CO ₂ (г.)	-393,5	213,7	-394,4	O ₂	0	205,04	0
CaCO ₃ (к.)	-1207,0	88,7	-1127,7	Cl ₂	0	222,0	0
CaC ₂ (к.)	-62,8	70,3	-67,8	C(графіт)	0	5,74	0
CaO (к.)	-635,5	39,7	-604,2	Fe	0	27,15	0
Ca(OH) ₂ (к.)	-986,6	76,1	-896,8	Al	0	28,35	0
CaCl ₂ (к.)	-785,8	113,8	-750,2	Al ³⁺	-524,7	-313,4	-481,2
CuO (к.)	-162,0	42,6	29,9	CO ₃ ²⁻	-676,3	-53,1	-528,1
CuS (к.)	-53,1	66,5	-53,6	Ca ²⁺	-542,9	-55,2	-553,1
FeO (к.)	-264,8	60,8	-244,3	Cl ⁻	-167,46	55,1	-131,2
Fe ₂ O ₃ (к.)	-322,2	87,4	-740,3	Cu ²⁺	64,4	-98,7	64,98
Fe ₃ O ₄ (к.)	-1117,1	146,2	-1014,2	Fe ²⁺	-87,9	-113,4	-84,94
FeS (к.)	-100,4	60,29	-100,8	Fe ³⁺	-47,7	-293,3	-10,5
HCl (г.)	-92,3	186,8	-95,2	H ⁺	0	0	0
H ₂ O (г, п.)	-241,8	188,7	-228,6	NH ₄ ⁺	-132,4	114,4	-79,5
H ₂ O (р)	-285,8	70,1	-237,3	K ⁺	-251,2	102,5	-282,3
H ₂ S (г.)	-21,0	205,7	-33,8	Li ⁺	-278,4	14,2	-293,8
NH ₃ (г.)	-46,2	192,6	-16,7	NO ₂ ⁻	-106,3	125,1	-35,3
NH ₄ NO (к.)	-365,4	151,0	-183,8	NO ₃ ⁻	-206,6	146,4	-110,5
NH ₄ Cl (к.)	-314,2	95,8	-203,2	Na ⁺	-239,66	60,2	-261,87
N ₂ O (г.)	82,0	219,9	104,1	OH ⁻	-229,94	-10,54	-157,3
NO (г.)	90,3	210,6	86,6	SO ₄ ²⁻	-907,5	17,2	-743,0
NO ₂ (г.)	33,5	240,2	51,5	Zn ²⁺	-153,74	-110,67	-127,3

Додаток 5 – Добуток розчинності малорозчинних електролітів

<i>Електроліт</i>	<i>ДР</i>	<i>Електроліт</i>	<i>ДР</i>
<i>AgBr</i>	$5,3 \cdot 10^{-13}$	<i>CuS</i>	$6 \cdot 10^{-36}$
<i>AgCl</i>	$1,8 \cdot 10^{-10}$	<i>Fe(OH)₂</i>	$1 \cdot 10^{-15}$
<i>AgI</i>	$1,1 \cdot 10^{-16}$	<i>Fe(OH)₃</i>	$3,7 \cdot 10^{-40}$
<i>Ag₂S</i>	$6 \cdot 10^{-50}$	<i>FePO₄</i>	$1,3 \cdot 10^{-22}$
<i>Ag₂SO₄</i>	$2 \cdot 10^{-5}$	<i>FeS</i>	$5 \cdot 10^{-18}$
<i>BaCO₃</i>	$5,1 \cdot 10^{-9}$	<i>HgS</i>	$1,6 \cdot 10^{-52}$
<i>BaCrO₄</i>	$1,6 \cdot 10^{-10}$	<i>MgCO₃</i>	$2,1 \cdot 10^{-5}$
<i>BaSO₄</i>	$1,1 \cdot 10^{-10}$	<i>Mg(OH)₂</i>	$1,3 \cdot 10^{-11}$
<i>Ba₃(PO₄)₂</i>	$6 \cdot 10^{-39}$	<i>Mg₃(PO₄)₂</i>	$1,0 \cdot 10^{-13}$
<i>CaCO₃</i>	$5,1 \cdot 10^{-9}$	<i>MnCO₃</i>	$5,0 \cdot 10^{-10}$
<i>CaC₂O₄</i>	$2 \cdot 10^{-9}$	<i>MnS</i>	$2,5 \cdot 10^{-10}$
<i>CaF₂</i>	$4 \cdot 10^{-11}$	<i>PbCO₃</i>	$7,5 \cdot 10^{-14}$
<i>CaSO₄</i>	$6,3 \cdot 10^{-5}$	<i>PbI₂</i>	$8,0 \cdot 10^{-9}$
<i>Ca₃(PO₄)₂</i>	$2 \cdot 10^{-29}$	<i>PbS</i>	$2,5 \cdot 10^{-27}$
<i>CaHPO₄</i>	$2,7 \cdot 10^{-7}$	<i>PbSO₄</i>	$1,6 \cdot 10^{-8}$
<i>Ca₅(OH)(PO₄)₃</i>	$1,6 \cdot 10^{-58}$	<i>SrCO₃</i>	$1,1 \cdot 10^{-10}$
<i>CdS</i>	$7,9 \cdot 10^{-27}$	<i>Zn(OH)₂</i>	$1 \cdot 10^{-17}$
<i>Cu(OH)₂</i>	$2,2 \cdot 10^{-20}$	<i>ZnS</i>	$1,6 \cdot 10^{-24}$

Додаток 6 – Коефіцієнти активності йонів при різних йонних силах розчину

<i>Йонна сила розчину</i>	<i>Заряд йона z</i>		
	± 1	± 2	± 3
0,001	0,98	0,78	0,73
0,005	0,95	0,66	0,51
0,01	0,92	0,60	0,39
0,05	0,84	0,50	0,21
0,1	0,81	0,44	0,16
0,2	0,80	0,41	0,14
0,3	0,81	0,42	0,14
0,4	0,82	0,45	0,17
0,5	0,84	0,50	0,21

Додаток 7 - Таблиця розчинності 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 ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	ВР	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	ВР	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
F ⁻	Р	Р	Р	ВР	ВР	ВР	ВР	ВР	Н	ВР	ВР	ВР	ВР	ВР	Р	Р	-	ВР	ВР	ВР	Н	Н	Р
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	ВР	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	ВР	-	Р
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	ВР	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	ВР	-	Р
I ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	ВР	Н	Р
S ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	ВР	-	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Н	Н	Н	ВР	-	-	-	Н	-	Н	Н	-	Н	-	-	Н	Н	Н	-	-
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Н	ВР	ВР	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	ВР	-	Р	Р	ВР	Р	Р
PO ₄ ³⁻	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	ВР	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-
CrO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Н	ВР	Р	Р	-	-	-	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	-	-	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-
NO ₂ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	ВР	-	Р	Р	Р	Р	Н	-
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	ВР	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-

Примітка: Р – розчинні у воді; ВР – важкорозчинні (малорозчинні); Н – практично нерозчинні; «-» риска означає, що речовина не існує або розкладається водою.

Навчально-методичне видання

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО СРС ТА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ №1
З ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ТА КОЛОЇДНА ХІМІЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ І КУРСУ ЗАОЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ**

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

Підписано до друку 21.06.2012. Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк офсетний. Ум. друк. Арк. 5,12.
Тираж 50 прим. Зам. № 129.

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

Надруковано з готового оригінал-макета

Друкарня видавництва «Екологія»
65045, м. Одеса, вул. Базарна, 106, к. 313
Тел.: (0482) 33-07-18, 37-07-95, 37-15-27

www.fotoalbom-odessa.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1873 від 20.07.2004 р.