

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Хімія

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та завдання на додаткову роботу

для студентів фізико-математичного факультету

Навчальне електронне видання

Рекомендовано Вченою радою ХТФ

Київ
НТУУ “КПІ”
2015

Хімія. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та завдання на додаткову роботу для студентів фізико-математичного факультету./ Укладачі: Шульженко О.О., Шпак А.Є. –К.: НТУУ "КПІ", 2015. -92 с.

Навчальне електронне видання

Хімія

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та завдання на додаткову роботу

для студентів фізико-математичного факультету

Укладачі *Шульженко Олена Олександрівна, ст. викл.*
Шпак Арсеній Євгенович, ас.

Відповідальний редактор *О.О. Андрійко, д. х. н., зав. кафедри загальної та неорганічної хімії ХТФ НТУУ "КПІ"*

Рецензент *К.Д. Бутова, канд. хім. наук, доц.*

ЗМІСТ

Зміст.....	3
Вступ.....	5
Оформлення звіту.....	5
Обладнання та матеріали.....	6
Правила роботи і техніки безпеки в хімічній лабораторії.....	7
Надання першої допомоги.....	9
Лабораторна робота 1. Атомно-молекулярне вчення. Основні поняття атомно-молекулярного вчення. Стехіометричні закони хімії.....	10
Лабораторна робота 2. Будова атома.....	19
Лабораторна робота 3. Періодичний закон.....	23
Лабораторна робота 4. Хімічний зв'язок. Властивості молекул. Міжмолекулярна взаємодія.....	26
Лабораторна робота 5. Загальні властивості розчинів.....	31
Лабораторна робота 6. Розчини електrolітів.....	38
Лабораторна робота 7. Дисоціація води, водневий показник. Гідроліз солей.....	42
Лабораторна робота 8. Окислювально-відновні процеси.....	46
Лабораторна робота 9. Загальні властивості металів.....	52
Завдання на додаткову роботу.....	55
Список рекомендованої літератури.....	82
Додатки	
1. Додаток А. Назви деяких простих речовин і елементів.....	84
2. Додаток Б. Назви деяких безоксигенових кислот та відповідних солей.....	85

3. Додаток В. Назви деяких оксигеновмісних кислот та відповідних солей.....	86
4. Додаток Г. Значення деяких фундаментальних сталих.....	88
5. Додаток Д. Розчинність кислот, основ та солей у воді	89
6. Додаток Е. Стандартні електродні потенціали деяких систем.....	91
7. Додаток Ж. Періодична система елементів Д.І.Менделєєва.....	92

ВСТУП

Ці завдання та методичні вказівки складені у відповідності до програми з загальної хімії для технологічних спеціальностей вищих учбових закладів і призначені для організації самостійної роботи студентів перед лабораторними заняттями з хімії, контролю знань та підготовки студентів до проведення лабораторних дослідів.

До кожної теми подані завдання для домашньої підготовки, які включають основні положення програми, контрольні запитання та задачі, експериментальну частину.

При підготовці теми необхідно вивчити програмні питання за літературними джерелами, вказаними в кінці даного посібника. Потім треба письмово розв'язати задачі, дати обгрунтовані відповіді на поставлені запитання, а також підготувати протокол лабораторних дослідів.

ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

На виконання дослідів отримують дозвіл лише ті студенти, які за результатами попереднього контролю знань мають достатній рівень теоретичної підготовки та ознайомлені з безпечними методами виконання лабораторної роботи.

До кожної лабораторної роботи звіт оформлюють за наступною схемою:

Хід роботи	Спостереження

У розділі “Хід роботи” скорочено описують те, що необхідно зробити, послідовність виконання роботи. У розділі “ Спостереження” описують, які явища спостерігаються в процесі хімічної реакції, які хімічні та фізичні перетворення відбуваються, як змінюється забарвлення, можливо виділяється газ або випадає осад. До кожного досліду через всю сторінку пишуть рівняння хімічної реакції.

В кінці лабораторної роботи пишуть загальний висновок до всієї роботи. Робота вважається зарахованою тоді, коли вона вчасно виконана студентом, захищена ним та підписана викладачем.

ОБЛАДНАННЯ ТА МАТЕРІАЛИ

Всі лабораторні роботи слід виконувати у скляному посуді: пробірках або хімічних склянках. Якщо потрібно нагрівання, треба користуватися електричними нагрівачами або, якщо речовини вогнебезпечні, — газовими пальниками.

Дотримуватись правил техніки безпеки. Після закінчення роботи помити посуд та прибрати робоче місце.

ПРАВИЛА РОБОТИ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ В ХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

Студенти не мають право виконувати досліди, які не передбачено учбовим планом.

Для кожного студента в хімічній лабораторії надається обладнане робоче місце, яке слід тримати у чистоті.

Досліди рекомендується виконувати у спецодязі. Виконуючи дослідження, студент повинен бути уважним та зосередженим, стежити за протіканням хімічного процесу, за роботою приладу. Власні спостереження та основні висновки слід заносити до лабораторного зошита, завчасно підготувати протокол з усіма хімічними рівняннями до дослідів.

Працюючи в хімічній лабораторії, треба суворо дотримуватись таких основних правил:

1. Досліди, що супроводжуються виділенням газів, а також передбачають використання концентрованих розчинів кислот або лугів, потребують нагрівання або випаровування, треба проводити тільки у витяжній шафі.
2. Досліди з вогнебезпечними речовинами можна виконувати тільки за відсутності відкритого вогню. Для нагрівання треба користуватися водяними банями або електричними нагрівачами.
3. Працюючи з лужними металами, пам'ятайте, що кількість їх повинна бути обмежена. Уникайте їх контакту з вологою, тримаючи під шаром гасу, що не містить води. Залишки після експерименту не викидайте у воду, тільки в окрему, призначену для цього, склянку.
4. Нагріваючи розчини у скляних пробірках, користуйтеся спеціальним затискачем. Слідкуйте, щоб отвір пробірки знаходився у безпечному

напрямку (від себе та від товаришів по роботі). Не слід торкатися руками нагрітої частини пробірки.

5. Не торкайтесь руками твердих лугів. Тверді речовини набирають чистим сухим шпателем.

6. Не нахиляйте обличчя над реакційною сумішшю. Якщо необхідно визначити запах газу, папірцем або долонею руки обережно спрямуйте його в напрямку носа.

7. При розведенні кислоти водою пам'ятайте, що **кислоту доливають у воду, а не навпаки.**

8. Розчинів реактивів у пробірку наливайте не більше 2 мл, якщо немає спеціальних вказівок, потім ретельно закрийте склянку тим самим корком і поставте на те саме місце.

9. Надлишки реактивів не пересипають чи зливають у їхні склянки, а повертають черговому лаборанту.

10. Залишки солей меркурію, аргентуму, ауруму, бісмуту, бромю, йоду передають черговому лаборанту.

11. При виконанні лабораторних дослідів дбайливо ставтесь до обладнання та майна лабораторії.

12. Якщо при виконанні досліду виникне пожежа, слід негайно припинити доступ кисню повітря до них. Для цього використовують ковдру, пісок, вогнегасник. Водою можна користуватися тільки тоді, коли відомо, що речовини з нею не реагують, а також вимкнене все електрообладнання.

НАДАННЯ ПЕРШОЇ ДОПОМОГИ

Якщо концентрований розчин потрапив на шкіру, уражене місце слід ретельно промити проточною водою. Після цього місце, що піддавалось дії кислоти, змочують 2% розчином соди, опік лугом змочують 3% розчином оцтової кислоти і негайно звертаються до лікаря.

У разі термічного опіку уражене місце обробляють 3% розчином перманганату калію, потім накладають стерильну пов'язку з протиопіковою сумішшю.

У випадку поранень при необережній роботі зі склом рану промивають розчином пероксиду водню, обробляють йодом, накладають стерильну пов'язку.

Лабораторна робота 1

АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНЕ ВЧЕННЯ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОГО ВЧЕННЯ. СТЕХІОМЕТРИЧНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ

Мета роботи: навчитися експериментально визначати молярні маси еквівалентів металів.

Теоретичні відомості

Молярні маси еквівалентів металів визначають об'ємним методом за кількістю газу, масу якого розраховують за рівнянням Менделєєва-Клапейрона. Далі молярну масу еквівалентів металу розраховують за законом еквівалентів.

Завдання для домашньої підготовки

Речовина і поле як форми існування матерії. Предмет та задачі хімії. Місце хімії в системі наук.

Основні поняття хімії: атом, елемент, прості та складні речовини, алотропія. Молекула. Атомна і молекулярна маса. Моль, молярна маса.

Закон еквівалентів. Еквівалент, еквівалентна маса елемента. Молярна маса еквівалентів. Поняття про еквіваленти складних речовин.

Закони збереження маси речовин, сталості складу. Межі їх застосування, пояснення з позицій атомно-молекулярного вчення. Закон Авогадро та його наслідки. Молярний об'єм газу. Поняття про відносну густину газу. Способи визначення молекулярних мас газоподібних речовин.

Контрольні запитання і задачі

1. Що таке атом, елемент, проста речовина? У чому відмінності понять елемент і проста речовина?

2. Що таке еквівалент, еквівалентна маса? Чи може еквівалент бути ідентичним атому, молекулі речовини, в яких випадках?

3. Сформулюйте закон еквівалентів, наведіть його математичний вираз та поясніть з позицій атомно-молекулярного вчення.

4. Чому дорівнюють еквівалент, еквівалентна маса та молярна маса еквівалентів:

а) сульфуру в сполуках H_2S , SO_2 , BaSO_4 ;

б) фосфору в сполуках PH_3 , P_2O_3 , H_2PO_4 .

5. Чому дорівнюють еквівалент, еквівалентна маса та молярна маса еквівалентів складних сполук:

а) сульфатної кислоти H_2SO_4 та ортофосфатної кислоти H_3PO_4 ;

б) гідроксидів феруму(II) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ і феруму(III) $\text{Fe}(\text{OH})_3$;

в) нітрату магнію $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ та ортофосфату магнію $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$?

6. Метал (M) взаємодіє з сіркою (S). Валентність сульфуру у продукті реакції дорівнює 2. Визначте еквівалентну масу металу, якщо:

а) $m(\text{M}) = 3$ г, $m(\text{S}) = 1,64$ г;

б) $m(\text{M}) = 1,74$ г, $m(\text{S}) = 1$ г;

в) $m(\text{M}) = 1$ г, $m(\text{S}) = 1,78$ г.

7. Наважка металу ($m(\text{M})$) витісняє з кислоти 0,56 л водню (н.у.). Розрахуйте еквівалентну масу металу. Маса металу в г подана далі:

а) 2,81;

б) 0,347.

8. Визначте об'єм кисню (н.у.), що витрачається при згорянні 8 г металу, еквівалентна маса якого дорівнює 20.

9. При спалюванні 3 г двовалентного металу утворилося 4,2 г його оксиду. Визначте, користуючись законом еквівалентів, еквівалентну масу металу.

10. Сформулюйте закон збереження маси речовин, поясніть його з позицій атомно-молекулярного вчення.

11. Сформулюйте закон сталості складу, поясніть його з позицій атомно-молекулярного вчення.

12. Наведіть формулювання закону Авогадро, вкажіть межі його застосування, поясніть з позицій молекулярно-кінетичної теорії.

13. Сформулюйте наслідки закону Авогадро.

14. Що таке густина та відносна густина газів? Як їх можна використати для визначення молекулярних мас газів?

15. Поясніть, де міститься більше атомів в: 1 г заліза чи в 1 г сірки? Наведіть необхідні розрахунки.

16. Яка кількість речовини (моль) та скільки молекул міститься в 7 г азоту? Який об'єм займають 7 г азоту за н.у.?

17. Густина газу за воднем становить 29. Знайдіть його молярну масу, відносну густину за повітрям та масу однієї молекули.

18. Обчисліть молярну масу газу, 6 г якого займає об'єм 7 л за температурі 477°C і тиску 83,1 кПа ($R = 8,31$ Дж/(моль К)).

19. За деякої температури густина пари сірки за повітрям складає 6,62, а фосфору - 4,28. Скільки атомів сульфуру та фосфору входить до складу молекул за цих умов?

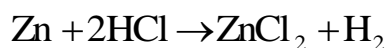
20. Густина за повітрям газоподібної сполуки силіцію з гідрогеном дорівнює 4,22. Знайдіть її формулу, якщо ця сполука містить 91,77 % силіцію.

21*. В результаті розкладання 21 г карбонату двовалентного металу виділилось 5,6 л оксиду карбону (IV) (за н.у.). Встановити формулу солі.

Експериментальна частина

Визначення молярної маси еквівалентів металу

Молярну масу еквівалентів цинку потрібно визначити об'ємним методом за результатами дослідження взаємодії цинку з хлоридною кислотою:



У колбу місткістю 250 мл налейте через лійку 20 мл розчину хлоридної кислоти так, щоб кислота не попала зсередини на шийку колби. Потім колбу потрібно закріпити горизонтально (див. малюнок). У шийку колби покладіть шматочок цинку, попередньо зважений з точністю до 0,01 г. Отвір колби щільно закрийте газовідвідною трубкою, протилежний кінець якої занурте у кристалізатор з водою.

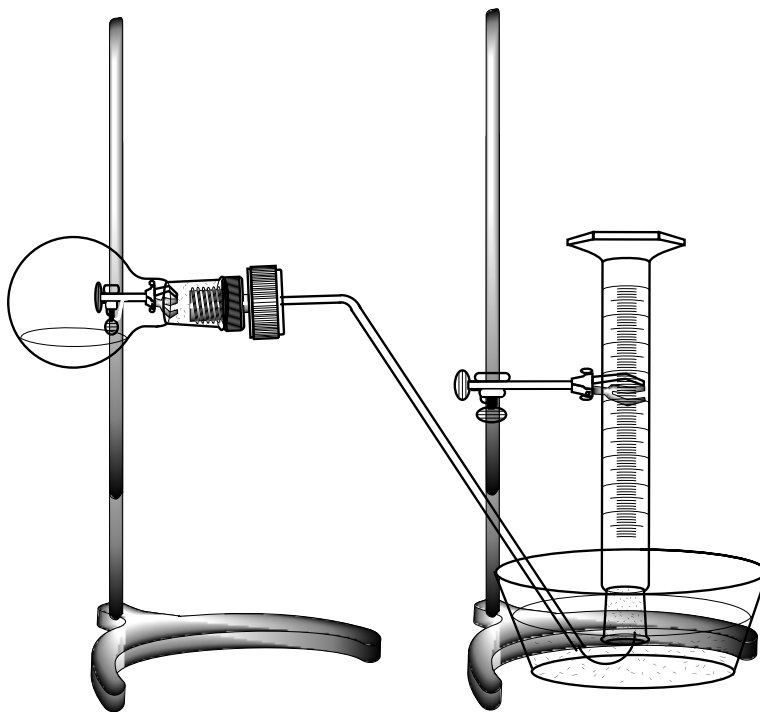


Рис.1 Прилад для визначення молярної маси еквівалентів металу

Прилад (рис.1) потрібно перевірити на герметичність. Для цього нагрійте рукою верхню частину колби. Якщо прилад герметичний, з трубки будуть виділятися бульбашки повітря. Якщо бульбашки не виділяються, то необхідно перевірити всі місця з'єднання. Потім окремо заповніть мірний циліндр місткістю 250 мл водою та закрийте скляною пластинкою так, щоб у циліндрі не було бульбашок повітря. Опустіть циліндр у кристалізатор з водою отвором донизу і під водою заберіть пластинку, закріпіть циліндр у штативі вертикально.

Кінець газовідвідної трубки підведіть під циліндр (див. рис. 1) і переведіть колбу у вертикальне положення. Потрапивши на дно колби, шматочок цинку починає взаємодіяти з кислотою. Водень, що виділяється,

буде збиратися в циліндрі над водою, витісняючи її. Після розчинення цинку слід виміряти об'єм водню, що виділився, та висоту водяного стовпа від поверхні води в кристалізаторі до поверхні води у циліндрі.

Дані досліду занесіть до лабораторного журналу:

1. Маса наважки металу m , г
2. Об'єм водню в циліндрі $V(\text{H}_2)$, мл
3. Висота водяного стовпа h , мм
4. Барометричний тиск P_6 , мм рт. ст.
5. Температура t , °C
6. Тиск водяної пари, що насичує простір при температурі досліду (з таблиці) $P(\text{H}_2\text{O})$, мм рт.ст.

Тиск водню в циліндрі $P(\text{H}_2)$ визначте із співвідношення:

$$P_6 = P(\text{H}_2) + P(\text{H}_2\text{O}) + \frac{h}{13,6}$$

розрахуйте масу водню за рівнянням Менделєєва-Клапейрона:

$$pV = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)} RT$$

при цьому значення P, V, T треба спочатку перевести в систему СІ (1мм рт.ст. = 133,12 Па, 1мл = 10^{-6} м³; $R = 8,31$ Дж/(моль·К)).

Молярну масу еквівалентів цинку розрахуйте, користуючись законом еквівалентів:

$$\frac{m(\text{Zn})}{m(\text{H}_2)} = \frac{M(\frac{1}{2}\text{Zn})}{M(\text{H})}$$

Визначте абсолютну (Δ) та відносну (δ) похибки досліду:

$$\Delta = \left| M\left(\frac{1}{2}\text{Zn}\right)_{\text{досл}} - M\left(\frac{1}{2}\text{Zn}\right)_{\text{теор}} \right|;$$

$$\delta = \frac{\Delta}{M\left(\frac{1}{2}\text{Zn}\right)_{\text{теор}}}$$

Визначення молярної маси вуглекислого газу.

Суху колбу місткістю 250 мл закрийте корком. Олівцем на склі позначте рівень, до якого корок уходить у шийку колби. Зважте закриту корком колбу на технохімічних терезах із точністю до 0,01 г. Заповніть колбу вуглекислим газом з апарата Кіппа (рис.2). Повноту заповнення перевірте тліючою скіпкою. Закрийте колбу корком так, щоб він зайняв попереднє положення. Зважте колбу з вуглекислим газом.

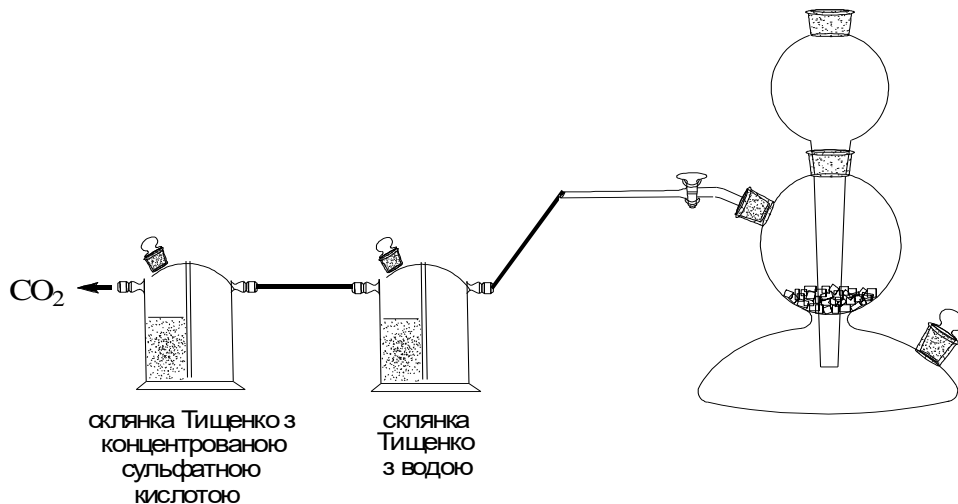


Рис.2. Одержання, очищення та сушіння вуглекислого газу.

Повторіть наповнення колби вуглекислим газом і знову зважте її. Розбіжність між масами не має перевищувати похибки зважування (0,01 г).

Якщо різниця більша за це значення, потрібно повторити наповнення колби вуглекислим газом та зважування.

Налийте в колбу води до позначки та визначте її об'єм, вимірявши його мірним циліндром. Об'єм колби дорівнює об'єму повітря та об'єму вуглекислого газу, яким наповнювали колбу.

Дані досліду занесіть до лабораторного журналу:

1. Маса колби з повітрям $m_{к+п}$, г
2. Маса колби з вуглекислим газом $m_{к+CO_2}$, г
3. Об'єм колби V , мл
4. Температура t , °С
5. Барометричний тиск P_6 , мм рт. ст.

Перерахуйте об'єм повітря (вуглекислого газу) на н.у.:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T}$$

Знайдіть кількість речовини повітря у колбі:

$$n_{п} = \frac{V_0}{V_{м}}$$

Розрахуйте масу повітря $m_{п}$ у колбі:

$$m_{п} = n_{п} \cdot M_{п},$$

де $M_{п} = 29$ г/моль – молярна маса повітря.

Знайдіть масу колби:

$$m_{к} = m_{к+п} - m_{п}$$

та масу вуглекислого газу:

$$m_{CO_2} = m_{к+CO_2} - m_{к}$$

Розрахуйте молярну масу вуглекислого газу M_{CO_2} трьома способами:

1. за кількістю речовини вуглекислого газу в колбі:

$$n_{\text{CO}_2} = n_{\text{п}}; n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} \quad (1)$$

2. за відотною густиною за повітрям:

$$\frac{m_{\text{CO}_2}}{m_{\text{п}}} = \frac{M_{\text{CO}_2}}{M_{\text{п}}} \quad (2)$$

3. за рівнянням Менделєєва-Клапейрона:

$$P \cdot V = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} \cdot R \cdot T \quad (3)$$

Визначте середнє значення молярної маси:

$$M_{\text{CO}_2}(\text{сер}) = \frac{M_{\text{CO}_2}(1) + M_{\text{CO}_2}(2) + M_{\text{CO}_2}(3)}{3}$$

Визначте абсолютну (Δ) та відносну (δ) похибки досліду:

$$\Delta = |M_{\text{CO}_2}(\text{сер}) - M_{\text{CO}_2}(\text{теор})|;$$

$$\delta = \frac{\Delta}{M_{\text{CO}_2}(\text{теор})}$$

Лабораторна робота 2

БУДОВА АТОМА

Мета роботи: навчитися складати електронні формули та схеми атомів елементів.

Теоретичні відомості

Рух електронів у навколоядерному просторі описується законами квантової механіки. Знаючи елементи теорії квантової механіки, інтервали значень квантових чисел (n - головне, визначає повну енергію електрона; l - орбітальне, визначає форму орбіталі (рис.3); m - магнітне, визначає розподіл орбіталей у просторі; m_s - спінове, спрощено передають як обертання електрона навколо власної осі), можна охарактеризувати будову електронної оболонки атомів за допомогою електронних формул та схем.

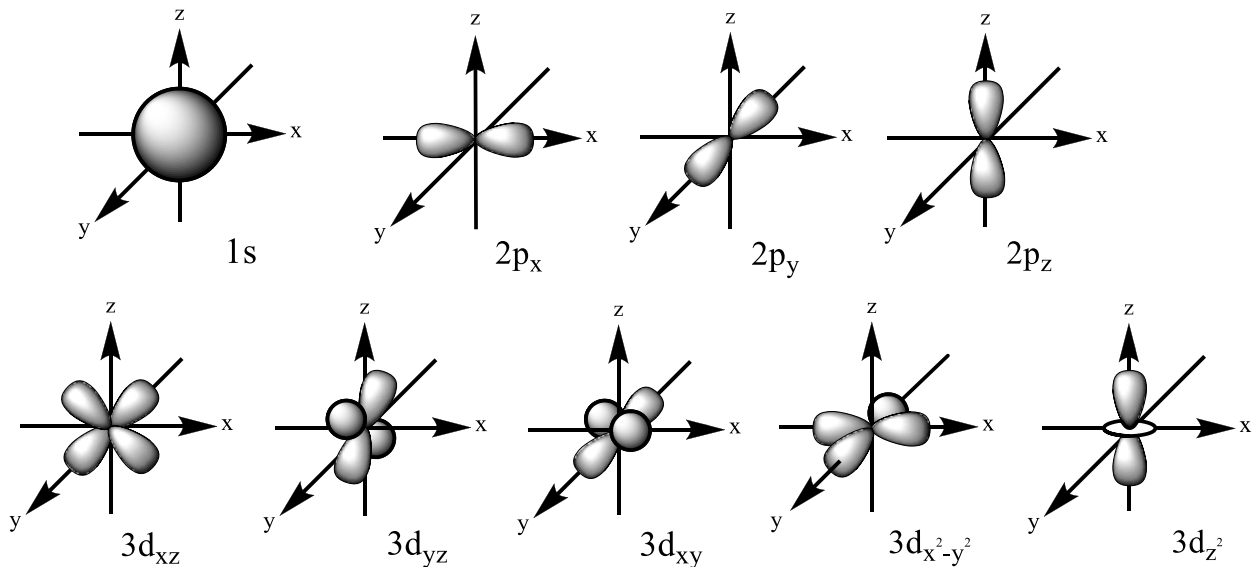


Рис.3. Форми орбіталей.

Завдання для домашньої підготовки

Атом. Абсолютні маси атомів. Електрон, його маса, заряд, спин. Теорія Резерфорда. Складові частини атома: ядро та електронна оболонка. Квантовий характер випромінювання і поглинання енергії. Рівняння Планка. Теорія будови атома гідрогену Бора. Спектр атома гідрогену як експериментальне підтвердження теорії Бора.

Хвильові властивості електрона. Рівняння де Бройля. Поняття про квантову механіку. Рівняння Шредінгера для стаціонарних станів. Хвильова функція та її властивості. Фізичний зміст $|\Psi|^2$. Електронна хмара, орбіталі. Квантові числа: головне, орбітальне, магнітне, спінове. Їх фізичний зміст та межі значень. Енергетичні рівні та підрівні. Форми s-, p-, d- та f-орбіталей. Принцип Паулі. Характеристика електронів в атомі за допомогою чотирьох квантових чисел. Правило Гунда. Послідовність заповнення електронами енергетичних підрівнів. Принцип найменшої енергії. Правило Клечковського. Електронні формули та електронні схеми атомів.

Контрольні запитання та задачі

1. Сформулюйте 1-й постулат Бора та наведіть його математичний вираз.

2. Наведіть рівняння де Бройля та поясніть його суть.

3. Використовуючи формулу, яка показує залежність енергії електрона від головного квантового числа для атома гідрогену, поясніть:

а) на якому рівні – I чи II – електрон має більшу енергію?

б) у якому випадку виділяється квант з більшою енергією: при переході електрона з II рівня на I чи з III на II?

Відповідь підтвердіть відповідними розрахунками.

4. Поясніть, чи існують підрівні:

а) 1s, 2p, 2f, 3d;

б) 1d, 2s, 3f, 4p.

Відповідь обґрунтуйте, вказавши значення n та l для відповідних підрівнів.

5. Яке квантове число визначає форму орбіталей? Наведіть приклади.

6. Покажіть за допомогою схем, як розташовані електрони:

а) на d-підрівні, якщо $\Sigma m_s = 0, 1$ та 2 ;

б) на p-підрівні, якщо $\Sigma m_s = 0$ та 1 .

7. Яким набором квантових чисел характеризується кожна орбіталь та кожний електрон таких підрівнів:

а) $4p^4$;

б) $3d^8$;

в) $4f^9$.

Відповідь наведіть у вигляді таблиць:

Орбіталі			
№	n	l	m

Електрони				
№	n	l	m	m_s

8. Поясніть, використовуючи принцип Паулі та значення квантових чисел, яка максимальна кількість електронів може знаходитись:

а) на p-підрівні;

б) на d-підрівні;

в) на f-підрівні.

9. Наведіть електронні формули та схеми атомів елементів, що мають порядкові номери:

а) 15, 22, 31;

б) 13, 26, 33;

в) 23, 34, 40.

Для останнього елемента поясніть послідовність заповнення підрівнів.

Лабораторна робота 3

ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН

Мета роботи: навчитись знаходити місце елемента в періодичній системі, виходячи з будови валентних підрівнів атомів елементів.

Теоретичні відомості

Періодичний закон та періодична система елементів тісно пов'язані з періодичним характером зміни будови валентних підрівнів атомів і дозволяє пояснити характер зміни хімічних властивостей елементів в залежності від зарядів атомних ядер.

Завдання для домашньої підготовки

Періодичний закон Д. І. Менделєєва, його формулювання. Періодичні та неперіодичні властивості елементів. Періодична система як втілення періодичного закону. Структура періодичного закону: періоди, групи, підгрупи. Номер групи та валентність елементів.

Зміна властивостей елементів у періоді, групі. Місце елемента в періодичній системі як його найважливіша характеристика. Передбачення властивостей невідомих елементів за допомогою періодичного закону. Загальнонаукове значення періодичного закону.

Закон Мозлі. Сучасне формулювання періодичного закону. Періодична система та її зв'язок з будовою атома. Номер періоду, його фізичний зміст. Заповнення електронами підрівнів у кожному періоді. Кількість елементів в періоді: s-, p-, d- та f-елементи.

Особливості електронної будови атомів у головних та в побічних підгрупах. “Проскок” електрона. Номер групи та його фізичний зміст.

f-елементи, особливості їх електронної будови та положення в періодичній системі.

Радіуси атомів, їх зміна в періодах, групах.

Енергія іонізації, її зміна в періодах та групах. Енергія спорідненості до електрона, її залежність від електронної будови атома. Електронегативність. Значення електронегативності для характеристики хімічних властивостей елементів та типу хімічного зв'язку.

Контрольні запитання та задачі

1. Наведіть формулювання періодичного закону за Д. І. Менделєєвим. У чому воно не узгоджується зі структурою періодичної таблиці?

2. Що таке ізотопи? Поясніть, чи узгоджується початкове формулювання періодичного закону з існуванням ізотопів.

3. Сформулюйте закон Мозлі, наведіть його математичний вираз, поясніть зміст величин, що до нього входять.

4. Як пояснити суть закону Мозлі з позицій теорії будови атома, чому відкриття закону Мозлі призвело до зміни формулювання періодичного закону?

5. Наведіть сучасне формулювання періодичного закону, поясніть у чому його перевага у порівнянні з початковим.

6. Як пояснити, чому в заданих далі періодах міститься різне число елементів:

а) у першому та другому;

б) у третьому та четвертому.

7. Які підрівні заповнюються у атомів елементів:

- а) четвертого;
- б) п'ятого;
- в) шостого періодів?

Поясніть, у яких елементів цього періоду заповнюються s-, p-, d- чи f-підрівні, скільки та які елементи (s, p, d, f) належать до головних та побічних підгруп.

8. Поясніть особливості розташування в періодичній таблиці f-елементів.

9. Наведені закінчення електронних формул атомів елементів:

- а) $2p^6 3s^2 3p^3$;
- б) $3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$;
- в) $4p^6 5s^2$;
- г) $4f^7 5s^2 5p^6 6s^2$.

Підкресліть валентні підрівні атомів елементів, поясніть, до якого електронного сімейства вони належать (до s-, p-, d- або f-елементів), в якій групі, підгрупі, періоді знаходяться ці елементи.

10. Наведіть електронні формули атомів елементів, що мають порядковий номер:

- а) 21;
- б) 32;
- в) 41;
- г) 91;
- д) 48;
- е) 79;

ж) 61.

Знайдіть валентні електрони, поясніть, виходячи з будови електронних оболонок атомів, у якому періоді, групі, підгрупі знаходяться ці елементи.

11. Поясніть, як і чому змінюється енергія іонізації у елементів другого періоду. Чи є її зміна монотонною? Чому?

12. Що таке енергія спорідненості до електрона? У яких елементів другого періоду вона найбільша, у яких набуває від'ємних значень, чому?

13. Що таке електронегативність, як вона визначається, з якими властивостями елементів вона пов'язана?

14. Наведіть приклади елементів, у яких спостерігається “проскок” електрона. Чому він виникає?

15*. Який інертний газ та йони яких елементів мають однакову електронну конфігурацію з частинкою, що утворюється в результаті видалення з атома фосфору всіх валентних електронів?

16*. Чи можуть електрони йона Ca^{2+} перебувати на таких підрівнях:

- а) 3s;
- б) 2d;
- в) 4p.

Лабораторна робота 4

ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК. ВЛАСТИВОСТІ МОЛЕКУЛ. МІЖМОЛЕКУЛЯРНА ВЗАЄМОДІЯ

Мета роботи: вивчити механізм утворення ковалентного зв'язку за методом валентних зв'язків, механізм утворення йонного зв'язку.

Теоретичні відомості

Природа хімічного зв'язку суттєво впливає на властивості речовин. Метод валентних зв'язків дозволяє на якісному рівні пояснити просторову будову молекул.

Завдання для домашньої підготовки

Валентні електрони та валентності атомів у нормальному та збудженому станах. Суть ковалентного зв'язку. Двоцентровий двоелектронний зв'язок на прикладі молекули H_2 . Довжина та енергія ковалентного зв'язку.

Основні положення *методу валентних зв'язків* (МВЗ). Насиченість і напрямленість ковалентного зв'язку. Валентні кути в ковалентних молекулах. Гібридизація атомних орбіталей, типи гібридизації.

Приклади молекул з різними типами гібридизації атомних орбіталей. σ -, π -зв'язки. Делокалізований π -зв'язок.

Донорно-акцепторний механізм утворення ковалентного зв'язку.

Механізм утворення йонного зв'язку, його властивості: ненасиченість та ненапрявленість.

Полярність хімічного зв'язку. Ефективні заряди атомів та ступені окиснення. Залежність полярності зв'язку від електронегативності атомів.

Полярність молекул. Дипольний момент, його залежність від полярності зв'язку та просторової будови молекул. Здатність молекул до поляризації.

Міжмолекулярна взаємодія та її вплив на утворення конденсованого стану речовин. Орієнтаційна, індукційна та дисперсійна взаємодії, їх зв'язок з полярністю та здатністю молекул до поляризації.

Водневий зв'язок, його особливості. Міжмолекулярний та внутрішньомолекулярний водневий зв'язок, його вплив на властивості речовин.

Контрольні запитання та задачі

1. Використовуючи електронні схеми валентних підрівнів атомів:

- а) флуору та хлору;
- б) кисню та сульфуру

поясніть, чому вони мають різні валентності, хоч і розташовані в одній підгрупі періодичної системи.

2. Що таке довжина зв'язку, від чого вона залежить? Наведіть приклади.

3. Що таке енергія зв'язку, від чого вона залежить? Наведіть приклади.

4. Визначте, які орбіталі атомів беруть участь в утворенні хімічних зв'язків у молекулах:

- а) H_2 ;
- б) HF ;
- в) F_2 ;
- г) N_2 .

Наведіть схеми перекривання атомних орбіталей.

5. Наведіть електронні схеми центральних атомів, визначте наявність та тип гібридизації, наведіть схеми перекривання орбіталей в молекулах:

- а) H_2S ;
- б) BeCl_2 ;
- в) BCl_3 ;
- г) CH_4 ;
- д) H_2O .

6. Поясніть, як утворюються хімічні зв'язки в молекулах:

- а) C_2H_4 ;
- б) C_2H_2 .

Відповідь дайте відповідно до наведеного нижче плану:

- електронні формули та схеми валентних підрівнів всіх атомів у молекулі,
- валентності атомів; якщо необхідно, перевести атоми у збуджений стан;
- розподіл атомних орбіталей між σ - та π -зв'язками,
- тип гібридизації при утворенні σ -зв'язків,
- схема перекривання атомних орбіталей при утворенні σ - та π -зв'язків; зверніть увагу чи π -зв'язок є локалізованим, чи делокалізованим.

7. Використовуючи план відповіді попереднього питання, спробуйте передбачити тип гібридизації центрального атома та геометричну будову молекул:

- а) BFCl_2 ;
- б) CO_2 ;
- в) CH_2Cl_2 ;

г) NCl_3 .

8. Поясніть, як утворюється хімічний зв'язок при взаємодії:

а) NH_3 та H^+ ;

б) H_2O та H^+ .

9 Поясніть, чому йонний зв'язок ненасичуваний та ненапрямлений (порівняти з ковалентним).

10. Знайдіть, використовуючи значення електронегативності, ступінь окиснення вказаного елемента в його сполуках:

а) оксигену в H_2O , H_2O_2 , BaO_2 , OF_2 , O_3 ;

б) карбону в CS_2 , CH_3Cl , CH_4 , C_2H_2 , Al_4C_3 ;

в) нітрогену в NH_3 , NH_2OH , N_2H_4 , HNO_2 , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.

11. Поясніть, чи є полярними молекули, проаналізувавши їх будову та полярності окремих хімічних зв'язків:

а) H_2O та CO_2 ;

б) NH_3 та BCl_3 ;

в) CH_4 та CH_3Cl .

13. Для заданого ряду молекул поясніть, як і чому змінюється:

- полярність хімічних зв'язків, полярність молекул та значення дипольних моментів;
- здатність молекул до поляризації;
- енергія орієнтаційної взаємодії;
- енергія дисперсійної взаємодії.

Який з типів міжмолекулярної взаємодії переважає і чому? Як при цьому змінюються температури топлення та кипіння сполук у вказаних рядах?

а) HCl , HBr , HI ;

б) CH_4 , SiH_4 , GeH_4 .

14. Поясніть, як виникає водневий зв'язок. Наведіть приклади речовин з водневим зв'язком.

Лабораторна робота 5

ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ

Мета роботи: навчитися визначати теплоту розчинення, теплоту гідратації, вивчити, як впливає зміна температури на розчинність різних речовин.

Теоретичні відомості

За міжнародною системою одиниць СІ рекомендується користуватися такими способами вираження концентрації розчинів (в дужках, у деяких випадках, наводяться колишні назви, які тепер рекомендуються не вживати):

1. **Масова частка** $\omega(X)$ (масовий процент, процентна концентрація) визначається як відношення маси розчиненої речовини $m(X)$ до загальної маси розчину m_p :

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m_p}, \quad \text{або} \quad \omega(X) = \frac{m(X)}{m_p} \cdot 100\%$$

Якщо розчин складається з двох компонентів, $m_p = m(X) + m(S)$, де $m(S)$ – маса розчинника.

2. **Молярна частка** $N(X)$ – це відношення числа молів розчиненої речовини $n(X)$ до загального числа молів усіх речовин у розчині $\sum n_i$:

$$N(X) = \frac{n(X)}{\sum n_i}, \quad \text{або } N(X) = \frac{n(X)}{\sum n_i} \cdot 100\%$$

Наприклад, для двокомпонентної системи: $N(X) = \frac{n(X)}{n(X) + n(S)}$, де $n(S)$ - число молів розчинника.

Масова частка та молярна частка – безрозмірні величини.

3. **Молярна концентрація** $C(X)$ визначається як відношення числа молів розчиненої речовини $n(X)$ до об'єму розчину (розмірність моль/л, або моль/дм³):

$$C(X) = \frac{n(X)}{V_p}$$

де V_p – об'єм розчину.

4. **Моляльність** (моляльна концентрація) $b(X)$ – число молів розчиненої речовини $n(X)$ в 1 кг розчинника (розмірність моль/кг):

$$b(X) = \frac{n(X)}{m(S)}$$

де $m(S)$ – маса розчинника.

Якщо задані маси, об'єм або кількість молів розчиненої речовини та розчинника (чи розчину), для розрахунків концентрації використовуються наведені вище вирази, а також відомі співвідношення між масою та об'ємом речовин ($m = \rho \cdot V$) та між масою та кількістю речовини ($n(X) = \frac{m(X)}{M(X)}$).

Завдання для домашньої підготовки

Дисперсні системи. Типи розчинів. Істинні розчини. Розчинник та розчинена речовина. Способи вираження концентрації розчинів. Процеси, що протікають при розчиненні. Сольватація. Зміна ентальпії при розчиненні. Вплив природи речовин, тиску та температури на розчинність газів, рідин та твердих речовин у рідинах.

Зниження тиску насиченої пари, підвищення температури кипіння та зниження температури кристалізації розчинів (закони Рауля). Визначення молекулярних мас розчинених речовин.

Контрольні запитання та задачі

1. Для кожного з названих нижче розчинів:

- а) 3,6 г хлориду натрію NaCl розчинено в 340 г води;
- б) 4,45 г броміду калію KBr розчинено в 564 г етанолу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
- в) 35,2 г етиленгліколю $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ розчинено в 65 г води;
- г) 2,4 г хлориду натрію NaCl та 3,6 г броміду калію KBr розчинено в 82 г води

розрахуйте масову частку кожної розчиненої речовини, молярну частку кожного компонента, моляльність.

2. Молярна частка гідроксиду натрію NaOH у водному розчині становить 0,25, густина розчину $1,49 \text{ г/см}^3$. Розрахуйте масову частку гідроксиду натрію, його моляльну та молярну концентрації.

3. Які розчини називають істинними? Чим істинні розчини подібні до хімічних сполук, а чим - до сумішей?

4. Що таке сольватація? Які процеси відбуваються і які сили міжмолекулярної взаємодії діють при розчиненні:

- а) метанолу CH_3OH у воді;
- б) азоту в етанолі $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$;
- в) нітрату калію у воді;
- г) гексану C_6H_{14} в бензолі C_6H_6 ?

5. Для процесу розчинення газів у рідинах поясніть:

- позитивне чи негативне значення має ентальпія розчинення;
- як і чому впливає тиск на розчинність газів у рідинах, сформулюйте закон Генрі.

6. Для процесу розчинення кристалічних речовин у рідинах поясніть, позитивне чи негативне значення найчастіше має ентальпія розчинення.

7. Наведіть формулювання I-го закону Рауля, його математичний вираз. Поясніть зміст величин, що входять до цього виразу. Наведіть графік, що ілюструє I-й закон Рауля.

8. Наведіть формулювання та математичний вираз II-го закону Рауля для процесу кипіння розчинів нелетких неелектролітів у летких розчинниках. Як пов'язана зміна температури кипіння розчину із зміною тиску його насиченої пари (поясніть за допомогою відповідної графічної залежності)?

9. Наведіть формулювання та математичний вираз II-го закону Рауля для процесу кристалізації розчинів нелетких неелектролітів у летких розчинниках. Як пов'язана зміна температури кристалізації розчину із зміною тиску його насиченої пари (поясніть за допомогою відповідної графічної залежності)?

10. Чому дорівнює зниження тиску насиченої пари над розчинами, які містять:

- а) 18 г глюкози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ у 100 г води;

б) 12 г сечовини $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ у 200 г води.

Температура розчинів $100\text{ }^\circ\text{C}$. Чому дорівнює тиск насиченої пари над розчинами за цих умов?

11. Розрахуйте температуру кипіння та температуру кристалізації розчину гліцерину $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ у воді, якщо масова частка гліцерину дорівнює 3 %. ($E_{\text{H}_2\text{O}} = 0,52$ кг град/моль, $K_{\text{H}_2\text{O}} = 1,86$ кг град/моль).

12. Розрахуйте масу етиленгліколю $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, який потрібно додати до 5 кг води, щоб приготувати розчин, що буде замерзати за $260,15\text{ K}$. ($K_{\text{H}_2\text{O}} = 1,86$ кг град/моль).

13. Знайдіть молекулярну масу речовини, якщо розчин, що містить 23 г цієї речовини в 200 г води, починає кипіти при $100,8\text{ }^\circ\text{C}$.

14. Поясніть, чи відрізняються температури кристалізації розчинів які містять у 2000 г води:

а) 0,5 моль цукру $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ та 0,5 моль глюкози $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$;

б) 100 г цукру та 100 г глюкози.

Експериментальна частина

1. *Теплота розчинення*

а) Налийте в пробірку 3-4 мл води та виміряйте її температуру. Внесіть порцію (приблизно 1 г) хлориду амонію NH_4Cl , обережно перемішайте. Виміряйте температуру розчину, що утворився. Зробіть висновок про те, який знак має ΔH процесу розчинення.

б) Проведіть аналогічний дослід, використавши замість хлориду амонію NH_4Cl гідроксид калію KOH . Поясніть, чому ΔH розчинення NH_4Cl та KOH мають протилежні знаки.

2. Вплив температури на розчинність

а) До 3-4 мл насиченого розчину нітрату калію KNO_3 додайте трохи (0,5 г) кристалів цієї ж солі. Чи йде розчинення солі? Нагрійте розчин. Що відбувається при нагріванні? Чому?

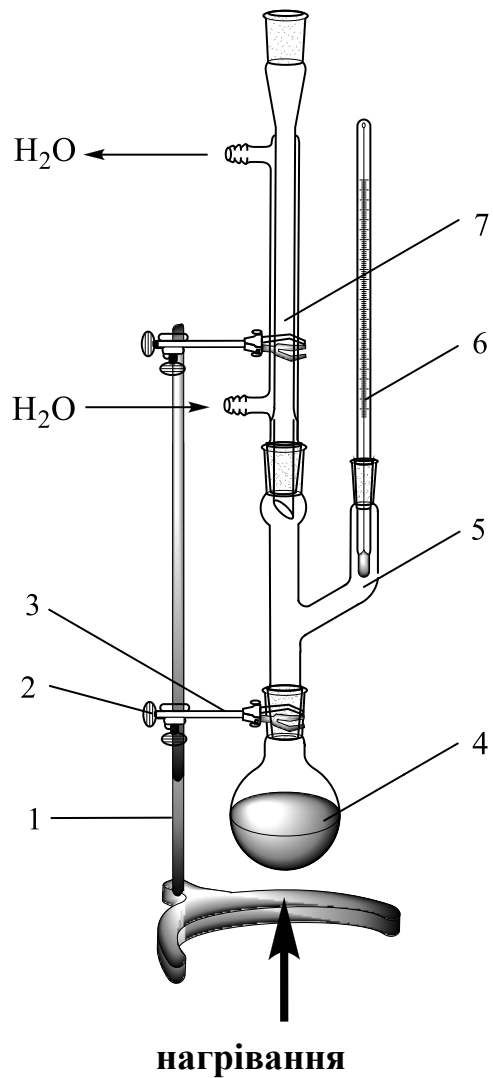
б) Нагрійте 2 мл насиченого розчину ацетату кальцію $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$. Поясніть причину утворення кристалів.

3. Приготування пересиченого розчину

До 1 г кристалічного тіосульфату натрію $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ додайте 1-2 краплі води та нагрійте до повного розчинення. Охолодіть пробірку проточною водою до кімнатної температури. Чи відбувається кристалізація? Що спостерігається при внесенні декількох кристалів цієї солі?

4. Підвищення температури кипіння розчину

Обладнання для вимірювання температури кипіння рідини під атмосферним тиском складається з колби, насадки, холодильника Лібіха, термометра (рис. 3). Для забезпечення рівномірності кипіння у колбу додають невелику кількість подрібнених пористих тіл (пемза, неглазурований фарфор, глина, цегла тощо). Температуру кипіння рідини вимірюють термометром.



1. Штатив.
2. Муфта.
3. Лапка.
4. Колба круглодонна.
5. Насадка.
6. Термометр.
7. Холодильник Лібіха (зворотний).

Рис. 3. Обладнання для вимірювання температури кипіння рідини за атмосферного тиску.

Виміряйте температуру кипіння води та розчину 2,9 г хлориду натрію NaCl в 25 мл води (концентрація солі 2 моль/л). Поясніть різницю температур кипіння розчину та розчинника.

Лабораторна робота 6

РОЗЧИНИ ЕЛЕКТРОЛІТІВ

Мета роботи: порівняти силу електролітів, дослідити, як проходять реакції обміну в розчинах електролітів.

Теоретичні відомості

Для слабких електролітів зміщення положення рівноваги дисоціації відповідає принципу Ле Шательє, на відміну від сильних електролітів, дисоціація яких у розчинах є практично необоротним процесом. Також цей принцип можна застосувати для рівноваги у насиченому розчині малорозчинного сильного електроліта.

Завдання для домашньої підготовки

Відхилення розчинів електролітів від законів Рауля. Ізотонічний коефіцієнт. Ступінь дисоціації електроліту та його зв'язок з ізотонічним коефіцієнтом і електричною провідністю розчину. Роль розчинника в процесі дисоціації. Сильні та слабкі електроліти. Стан сильних електролітів у розчинах. Поняття про активні концентрації та коефіцієнт активності. Константа дисоціації слабого електроліту. Закон розведення. Ступінчаста дисоціація.

Рівновага в насиченому розчині малорозчинного електроліту. Добуток розчинності.

Йонні реакції в розчинах електролітів та умови їх перебігу до кінця.

Контрольні запитання та задачі

1. Розрахуйте ізотонічний коефіцієнт та уявний ступінь дисоціації електролітів (коефіцієнт активності), якщо:

а) розчин з молярною часткою гідроксиду натрію NaOH 0,009 кристалізується при $-1,71^\circ\text{C}$;

б) в 2000 г води розчинено 5,3 г карбонату натрію Na_2CO_3 , розчин кристалізується при $-0,13^\circ\text{C}$.

2. Розташуйте наведені речовини в порядку зростання температур кипіння їхніх розчинів з однаковою молярною концентрацією, поясніть порядок розташування:

а) бромід калію KBr , хлорид магнію MgCl_2 , бензойна кислота $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$;

б) сульфат алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, гліцерин $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, нітрат калію KNO_3 .

3. При зливанні розчинів яких речовин відбудуться реакції у розчині, чому? Запишіть рівняння відповідних реакцій у молекулярній та йонній формах:

а) хлорид кальцію CaCl_2 та карбонат натрію Na_2CO_3 ;

б) сульфат купрум(II) CuSO_4 та сульфід натрію Na_2S ;

в) хлорид натрію NaCl та нітратна кислота HNO_3 ;

г) сульфід калію K_2SO_3 та хлоридна кислота HCl ;

д) нітрат плюмбуму $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ та хлорид магнію MgCl_2 .

4. Ступені дисоціації ацетатної (оцтової) CH_3COOH та фторидної HF кислот дорівнюють, відповідно, 0,36 і 0,08, а їхні концентрації 10^{-4} та 10^{-1} моль/л. Яка з цих кислот є сильнішою, чому?

5. Наведіть рівняння ступінчастої дисоціації та вирази для ступінчастих констант дисоціації електролітів:

а) H_3PO_4 ;

б) $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

6. Виходячи з величини добутку розчинності (ДР), знайдіть розчинність у моль/л поданих далі солей:

а) бромід аргентуму AgBr , ДР = $5,0 \cdot 10^{-13}$;

б) хлорид плюмбуму PbCl_2 , ДР = $1,7 \cdot 10^{-5}$.

7. Складіть рівняння реакцій у молекулярній та йонній формах:

а. $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

б. $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HCl} \rightarrow$

в. $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow$

г. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$

д. $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$

е. $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$

ж. $\text{AlCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$

з. $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$

и. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$

к. $\text{H}_2\text{S} + \text{KOH} \rightarrow$

л. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$

- м. $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- н. $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
- о. $\text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
- п. $\text{HBr} + \text{NaOH} \rightarrow$
- р. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
- с. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
- т. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{LiOH} \rightarrow$
- у. $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- ф. $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow$
- х. $\text{HNO}_3 + \text{CaSO}_4 \rightarrow$
- ц. $\text{AlPO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- ч. $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$

Експериментальна частина

1. Йонні реакції

а) Налийте в пробірки по 2 мл розчинів сульфатної кислоти H_2SO_4 , сульфату натрію Na_2SO_4 та сульфату алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ і додайте в кожен такий самий об'єм розчину хлориду барію BaCl_2 . Чи однаково протікають реакції, чому?

б) Налийте в дві пробірки по 2 мл розчину карбонату натрію Na_2CO_3 і додайте в одну з них такий самий об'єм розведеної сульфатної кислоти H_2SO_4 , а в другу – нітратної HNO_3 . Чи однаково протікають реакції, чому?

в) До розчину сульфату алюмінію додайте розчин аміаку. Отриманий осад поділіть на дві частини. До однієї додайте розчин хлоридної кислоти, до

другої – розчин гідроксиду натрію. Що відбувається? Складіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

г) До розчину сульфату цинку додайте по краплинах розчин гідроксиду натрію. Отриманий осад поділіть на дві частини. До однієї додайте розчин хлоридної кислоти, до другої – розчин гідроксиду натрію. Що відбувається? Складіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

д) Запропонуйте два способи добування реакціями обміну гідроксиду магнію. Доведіть його основні властивості. Складіть рівняння реакцій у молекулярному та йонному вигляді.

2. Порівняння сили електролітів

До розчинів ацетатної (оцтової) CH_3COOH та хлоридної HCl кислот однакової концентрації ($C(\text{к-ти}) = 2$ моль/л) додайте по гранулі цинку. Порівняйте швидкості реакцій, поясніть, чому вони відрізняються.

Лабораторна робота 7

ДИСОЦІАЦІЯ ВОДИ, ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК. ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ

Мета роботи: навчитися вимірювати рН розчину за допомогою рН-метра та індикаторів, експериментально вивчити процеси гідролізу різних типів солей.

Теоретичні відомості

Гідроліз – це реакція обміну солі з водою, яка найчастіше супроводжується зміною рН розчину. Вивчення рН розчинів солей дає інформацію про перебіг реакції гідролізу. Гідролізу піддаються солі, що утворені слабкими кислотами або слабкими основами. Чим слабшою є основа або кислота, що утворили сіль, тим глибше протікає гідроліз.

Завдання для домашньої підготовки

Дисоціація води. Йонний добуток води. Водневий показник (рН) і його значення в нейтральному, кислому та лужному середовищі. Індикатори, способи визначення рН. Гідроліз солей, випадки гідролізу.

Контрольні запитання та задачі

1. Що таке йонний добуток води, як він пов'язаний з константою її дисоціації? Як змінюється його значення із зміною температури?

2. Виходячи із значення K_B , поясніть, які значення (інтервал значень) має рН:

- а) в нейтральному середовищі;
- б) в кислому середовищі;
- в) в лужному середовищі.

3. Знайти значення рН розчинів електrolітів:

- а) хлоридна кислота HCl , $C = 10^{-1}$ моль/л;
- б) сульфатна кислота H_2SO_4 , $C = 5 \cdot 10^{-3}$ моль/л;
- в) гідроксид натрію NaOH , $C = 10^{-2}$ моль/л;
- г) гідроксид барію $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $C = 5 \cdot 10^{-4}$ моль/л;
- д) нітритна кислота HNO_2 , $C = 10^{-1}$ моль/л, $K_D = 5,1 \cdot 10^{-4}$.

4. Яка концентрація хлоридної кислоти HCl або гідроксиду натрію NaOH в розчині, якщо рН його становить:

- а) 1;
- б) 8;
- в) 4;
- г) 12.

5. Складіть в йонній та молекулярній формах рівняння реакцій гідролізу:

- а) сульфідіду калію K_2S ;
- б) хлориду феруму (III) FeCl_3 ;
- в) сульфату алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;
- г) сульфату купрум (II) CuSO_4 ;
- д) ортофосфату калію K_3PO_4 ;
- е) сульфіту натрію Na_2SO_3 ;
- ж) ацетату натрію CH_3COONa .

6. Вивчіть взаємодію у розчині таких солей:

- а) сульфату алюмінію $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ та карбонату натрію Na_2CO_3 ;
- б) нітрату хрому (III) $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ та сульфідіду натрію Na_2S ;
- в) хлориду феруму (III) FeCl_3 та сульфіту калію K_2SO_3 .

Поясніть явища, що спостерігаються, склавши відповідні рівняння реакцій у молекулярній та йонній формах.

Експериментальна частина

1. Індикатори

Визначте кольори індикаторів метилоранжу та фенолфталеїну в нейтральному, кислому і лужному середовищах. Для проведення досліду використайте, відповідно, дистильовану воду, розведені розчини хлоридної кислоти та гідроксиду натрію.

Результати досліду запишіть у табл. 1.

Таблиця 1

Індикатор	Забарвлення індикаторів		
	Нейтральне середовище	Кислота	Луг
Метилоранж			
Фенолфталеїн			

2. Гідроліз солей

Визначте забарвлення метилоранжу та фенолфталеїну у розчинах солей: хлориду натрію NaCl , сульфату цинку ZnSO_4 , карбонату натрію Na_2CO_3 . Зробіть висновок, яке середовище (кисле, нейтральне чи лужне) мають розчини цих солей, які з них гідролізують.

Визначте рН розчинів вказаних вище солей за допомогою рН-метра та універсального індикатора. В останньому випадку смужку універсального індикатора занурте у розчин солі і забарвлення індикатора порівняйте з еталонною шкалою. Результати дослідів запишіть у табл. 2.

Таблиця 2

Сіль	Забарвлення		Значення рН	
	Метил-оранжу	фенол-фталеїну	за універсальним індикатором	за рН-метром
NaCl				
ZnSO ₄				
Na ₂ CO ₃				

Поясніть значення рН розчинів, для цього запишіть рівняння реакцій гідролізу в йонній та молекулярній формах.

б) До розчину сульфату алюмінію додайте розчин сульфід натрію. Яка речовина випадає в осад? Чому? Складіть рівняння реакції у молекулярному та йонному вигляді.

в) До розчину нітрату хрому додайте розчин карбонату натрію. Яка речовина випадає в осад? Чому? Складіть рівняння реакції у молекулярному та йонному вигляді.

Лабораторна робота 8

ОКИСЛЮВАЛЬНО-ВІДНОВНІ ПРОЦЕСИ

Мета роботи: навчитися складати гальванічні елементи та вимірювати їх електрорушійну силу (ЕРС), навчитися користуватися електролізером та провести електроліз розчинів солей.

Теоретичні відомості

Гальванічний елемент – це електрохімічна система, в якій енергія хімічної реакції перетворюється в електричну енергію. Інший тип електрохімічної системи, в якій під час електролізу енергія електричного струму витрачається на протікання несамочинної хімічної реакції, називається електролізером. В обох типах електрохімічних систем процеси окиснення і відновлення розділені у просторі і перебігають в окремих частинах системи, що називаються електродами. Напрямок окислювально-відновної реакції та послідовність процесів на електродах визначається значеннями відповідних окислювально-відновних потенціалів.

Завдання для домашньої підготовки

Процеси окиснення та відновлення. Окисники та відновники. Електродний потенціал та його виникнення. Вплив умов на значення потенціалу. Стандартний електродний потенціал. Водневий електрод. Гальванічний елемент, його електрохімічна схема, процеси на електродах. Електрорушійна сила (ЕРС) гальванічного елементу.

Вимірювання стандартних електродних потенціалів. Залежність окислювальних та відновних властивостей від значень стандартних електродних потенціалів. Напрявленість окислювально-відновних процесів.

Електроліз. Послідовність розряду йонів на катоді та аноді. Закони електролізу.

Контрольні запитання та задачі

1. Складіть схему гальванічного елемента, який можна використати для вимірювання стандартного потенціалу електрода:

- а) ртутного;

б) нікелевого;

в) цинкового.

Запишіть рівняння процесів, які протікають на електродах, сумарні рівняння реакцій, які відбуваються в гальванічному елементі, вкажіть окисник та відновник, знайдіть значення ЕРС елемента.

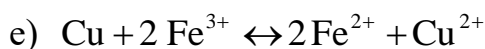
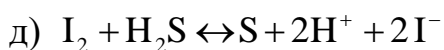
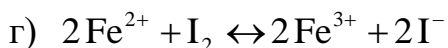
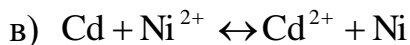
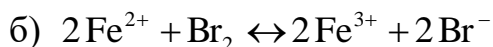
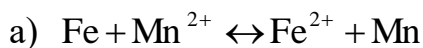
2. Визначте потенціали водневого електрода:

а) у чистій воді;

б) у хлоридній кислоті HCl ($C(\text{H}^+) = 0,01$ моль/л);

в) у розчині гідроксиду натрію NaOH ($C(\text{OH}^-) = 0,01$ моль/л).

3. За значеннями окислювально-відновних потенціалів визначте, чи підуть самочинно реакції:



4. Які процеси відбуваються при електролізі:

а) водного розчину сульфату нікелю NiSO_4 з інертним анодом;

б) водного розчину сульфату нікелю NiSO_4 з нікелевим анодом;

в) водного розчину нітрату натрію NaNO_3 з інертним анодом;

г) розплаву та водного розчину броміду натрію NaBr з інертним анодом;

д) водного розчину нітрату аргентуму AgNO_3 з інертним анодом;

е) водного розчину нітрату аргентуму AgNO_3 з срібним анодом.

5. Розрахуйте масу

а) міді;

б) срібла;

в) бісмуту

що буде осаджений на катоді, якщо через розчин відповідної солі пропускати електричний струм силою 4 А на протязі 5 годин.

Експериментальна частина

1. Мідно-цинковий гальванічний елемент

Налийте у склянку 50 мл розчину сульфату купруму ($C(\text{CuSO}_4) = 1$ моль/л) і занурте в нього мідну пластинку, у керамічну склянку стільки ж розчину сульфату цинку ($C(\text{ZnSO}_4) = 1$ моль/л) і помістіть у нього цинкову пластинку. Керамічну склянку обережно опустіть у скляну. Виміряйте вольтметром різницю потенціалів та порівняйте її з теоретичною ЕРС. Складіть електрохімічну схему гальванічного елемента та наведіть рівняння реакцій, що відбуваються на електродах при його роботі.

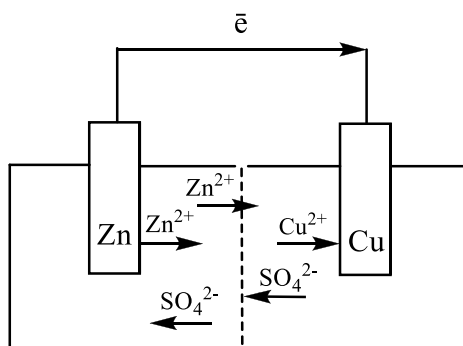


Рис. 4. Мідно-цинковий гальванічний елемент.

2. Корозія металів.

а) До шматочка алюмінію додайте невелику кількість (2 мл) розведеної сульфатної кислоти. Далі додаємо кілька краплин сульфату купруму(II). Що спостерігаємо? Чому збільшується швидкість виділення газу? Складіть електрохімічну схему корозійного гальванічного елемента та наведіть рівняння реакцій, що відбуваються на електродах при його роботі.

б) До невеличкого шматочка магнію в пробірці додайте дистильованої води, а потім фенолфталеїн. Чи відбувається взаємодія з помітною швидкістю? Потім до цього шматочка магнію додайте розчин хлориду феруму(III). Через деякий час магній промийте дистильованою водою. Потім промитий шматочок магнію опустіть у воду і додайте фенолфталеїн. Що спостерігаємо? Поясніть зміну забарвлення.

3. Електроліз водного розчину йодиду калію

Налийте в електролізер розчин йодиду калію KI, додайте 2-3 краплі фенолфталеїну. Занурте у розчин графітові електроди та підключіть їх до джерела постійного струму. Поясніть, чому змінюється забарвлення розчину біля електродів. Складіть рівняння процесів, що відбуваються на електродах.

4. Електроліз водного розчину сульфату купруму (II)

а) Налийте в склянку розчин сульфату купруму (II) CuSO_4 і опустіть у нього графітові електроди. Підключіть їх до джерела постійного струму. Простежте за змінами, що відбуваються на електродах. Запишіть рівняння процесів, які пояснюють ці зміни.

б) Поміняйте полюси електродів. Підключіть до того ж джерела струму. Простежте за зміною стану електродів. Складіть рівняння процесів, що відбуваються на електродах у цьому випадку.

5. Електроліз водного розчину сульфату калію

Налійте в електролізер розчин сульфату калію, додайте в обидва коліна лакмусу і опустіть у них графітові електроди. Підключіть їх до джерела постійного струму. Як змінюється колір розчину біля кожного з електродів? Які гази виділяються на кожному електроді? Запишіть рівняння процесів, які пояснюють ці спостереження.

Лабораторна робота 9

ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

Мета роботи: вивчити хімічні властивості натрію, магнію, алюмінію, феруму, цинку, міді, методи добування та властивості їх гідроксидів.

Завдання для домашньої підготовки.

Будова атомів та ступені окиснення натрію, магнію, алюмінію, цинку, феруму, купруму. Знаходження у природі, добування металів, їх властивості, відношення до дії кислот та лугів. Оксиди та гідроксиди алюмінію, цинку, феруму(II, III), купруму(II); їх кислотно-основні властивості.

Експериментальна частина.

1. Вивчить взаємодію невеликого шматочка натрію з водою. Доведіть експериментально утворення одного з продуктів реакції.

2. Вивчіть відношення магнію до дії:

- а) води (за кімнатної температури та при нагріванні);
- б) хлоридної кислоти;
- в) розведеної сульфатної кислоти;
- г) розведеної нітратної кислоти;
- д) концентрованої сульфатної кислоти;
- е) концентрованої нітратної кислоти.

Якщо на холоді реакції не протікають, суміші підігрійте.

3. Добудьте гідроксид магнію, вивчіть його відношення до дії кислоти та лугу. Зробіть висновок про кислотно-основні властивості гідроксиду магнію.

4. Вивчіть відношення алюмінію до дії кислот:

- а) хлоридної;
- б) розведеної сульфатної;
- в) розведеної нітратної;
- г) концентрованої сульфатної;
- д) концентрованої нітратної.

Якщо на холоді реакції не протікають, суміші підігрійте.

5. Вивчіть відношення алюмінію до дії водного розчину гідроксиду натрію. Якщо необхідно, суміш підігрійте. Що спостерігається?

6. Добудьте гідроксид алюмінію, вивчіть його відношення до дії водних розчинів хлоридної кислоти та гідроксиду натрію. Зробіть висновок про кислотно-основні властивості гідроксиду алюмінію.

7. Вивчіть відношення цинку до дії кислот:

- а) хлоридної;
- б) розведеної сульфатної;
- в) розведеної нітратної;
- г) концентрованої сульфатної;
- д) концентрованої нітратної.

Якщо на холоді реакції не протікають, суміші підігрійте.

8. Вивчіть відношення цинку до дії водного розчину гідроксиду натрію. Якщо необхідно, суміш підігрійте. Що спостерігається?

9. Добудьте гідроксид цинку, вивчіть його відношення до дії водних розчинів хлоридної кислоти та гідроксиду натрію. Зробіть висновок про кислотно-основні властивості гідроксиду цинку.

10. Вивчіть відношення заліза до дії кислот:

- а) розведеної хлоридної;
- б) розведеної сульфатної;
- в) розведеної нітратної;
- г) концентрованої сульфатної;
- д) концентрованої нітратної.

Якщо на холоді реакції не протікають, суміші підігрійте.

11. Добудьте гідроксид феруму(II), вивчіть його відношення до дії кислоти, лугу. Зробіть висновок про кислотно-основні властивості гідроксиду феруму(II).

12. Добудьте гідроксид феруму(III), вивчіть його відношення до дії кислоти та лугу. Зробіть висновок про кислотно-основні властивості гідроксиду феруму(III).

13. Вивчіть відношення міді до дії кислот:

- а) розведеної нітратної;
- б) концентрованої сульфатної;
- в) концентрованої нітратної.

Якщо на холоді реакції не протікають, суміші підігрійте.

14. Добудьте гідроксид купрум(II), вивчіть його відношення до дії кислоти та концентрованого розчину лугу. Зробіть висновок про кислотно-основні властивості гідроксиду купрум(II).

Завдання на додаткову роботу.

Лабораторна робота 1

АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНЕ ВЧЕННЯ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОГО ВЧЕННЯ. СТЕХІОМЕТРИЧНІ ЗАКОНИ ХІМІЇ

1.1. Розрахуйте еквівалентну масу металу, користуючись даними таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Варіант	Умова завдання
1	3,24 г металу утворюють 3,48 г оксиду
2	1,62 г металу під дією сірки утворюють 1,86 г сульфїду
3	для окислення 8,34 г металу витрачено 0,68 л кисню за нормальних умов
4	0,604 г металу витіснили з кислоти 581 мл водню (291 К, 103,5 кПа)
5	внаслідок термічного розкладу 4,2 г карбонату металу утворилося 2,0 г його оксиду
6	2,81 г металу витісняє 0,56 л водню (н.у.)
7	3,27 г металу взаємодіють з 1,12 л хлору (н.у.)
8	Бромід металу містить 28,45 % (мас.) металу

1.2. У наведених у таблиці 1.2 задачах визначити еквівалент, еквівалентну масу та молярну масу еквівалентів складних сполук

Таблиця 1.2.

Варіант	Умова завдання
9	H_3PO_4 , MgO , $Al(OH)_3$, Na_2SO_4
10	Al_2O_3 , $BaCl_2$, H_2SO_4 , $Cr(NO_3)_3$
11	$Fe_2(SO_4)_3$, HNO_3 , SO_2 , $Cu(OH)_2$
12	$Ni_3(PO_4)_2$, CuS , Na_2SO_3 , HCl
13	$Al_2(SO_4)_3$, SO_3 , H_2S , $NaOH$
14	CdO , H_2SO_3 , $Ni(OH)_2$, $Mg_3(PO_4)_2$
15	P_2O_5 , $Cr(OH)_3$, $HClO_4$, $Zn(NO_3)_2$
16	H_2SeO_4 , $AlBr_3$, $Fe(OH)_2$, Cl_2O_7 ,

1.3. Чому дорівнює еквівалент, еквівалентна маса та молярна маса еквівалентів, користуючись даними таблиці 1.3.

Таблиця 1.3.

Варіант	Умова завдання
17	нітрогену в сполуках: N_2O_5 , $NaNO_2$, NH_4Cl , HNO_3
18	сульфуру в сполуках: $Fe_2(SO_4)_3$, CuS , Na_2SO_3 , CuS , H_2SO_4
19	фосфору в сполуках: PH_3 , H_3PO_4 , P_2O_3 , $Ba_3(PO_4)_2$
20	хрому в сполуках: Cr_2O_3 , $Cr_2(SO_4)_3$, $CrCl_2$, K_2CrO_4
21	мангану в сполуках: Mn_2O_3 , $HMnO_4$, $Mn(OH)_2$, K_2MnO_4
22	феруму в сполуках: FeO , K_2FeO_4 , $Fe(OH)_3$, $Fe(NO_3)_3$
23	хлору в сполуках: $Al(ClO_4)_3$, ClO_2 , $FeCl_3$, $HClO_3$
24	ванадію в сполуках: VO_2 , VCl_2 , KVO_3 , $V_2(SO_4)_3$

Лабораторна робота 2

БУДОВА АТОМА.

2.1 Поясніть, вказуючи значення квантових чисел, чи реалізуються вказані електронні конфігурації:

Таблиця 2.1.

Варіант	Умова завдання
1	$1p^4, 3d^5$
2	$2p^6, 3f^2$
3	$4f^9, 2d^7$
4	$3s^4, 4p^6$
5	$5p^8, 6s^2$
6	$3d^{11}, 5f^4$
7	$5d^8, 3f^{14}$
8	$6p^6, 2d^6$

2.2 Яким набором квантових чисел характеризується кожна орбіталь та кожний електрон підрівнів із вказаною конфігурацією. Відповідь наведіть у вигляді таблиць:

Орбіталі			
№	n	l	m

Електрони				
№	n	l	m	m_s

Таблиця 2.2.

Варіант	Умова завдання
9	$4p^5$
10	$5s^2 5p^3$
11	$3d^7$
12	$4f^9$
13	$6s^2 6p^4$
14	$5f^{11}$
15	$4s^2 4p^2$
16	$5d^8$

2.3 Навести повні електронні формули та схеми атомів елементів, що мають вказані порядкові номери:

Таблиця 2.3.

Варіант	Умова завдання
17	37, 15, 73
18	22, 53, 55
19	59, 49, 19
20	40, 71, 12
21	15, 24, 58
22	87, 17, 41
23	18, 43, 56
24	50, 37, 72

Лабораторна робота 3

ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН

3.1. Наведіть повні електронні формули та схеми атомів елементів, що мають вказані порядкові номери. Поясніть, виходячи з електронної будови атомів, до якої електронної родини належить вказаний елемент (до s-, p-, d- або f-елементів), підкресліть валентні електрони, поясніть, в якій підгрупі, групі та періоді знаходяться ці елементи, користуючись даними таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Варіант	Умова завдання
1	17, 40
2	20, 43
3	13, 52
4	37, 51
5	11, 45
6	15, 75
7	21, 53
8	28, 36
9	23, 54
10	12, 46
11	36, 93
12	51, 99
13	10, 68
14	9, 69

Продовження таблиці 3.1.

15	35, 55
16	22, 60
17	8, 56
18	25, 71
19	14, 94
20	30, 49
21	16, 75
22	79, 19
23	23, 81
24	18, 47

Лабораторна робота 4

ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК. ВЛАСТИВОСТІ МОЛЕКУЛ. МІЖМОЛЕКУЛЯРНА ВЗАЄМОДІЯ

4.1. Наведіть схеми перекривання атомних орбіталей під час утворення вказаних молекул. Відповідь дайте за наведеним планом:

- а) наведіть електронні схеми валентних орбіталей атомів у молекулі;
- б) визначте, які електрони беруть участь в утворенні σ -та π -зв'язків;
- в) визначте тип гібридизації (якщо вона є) під час утворення σ -зв'язків;
- г) наведіть схему перекривання атомних орбіталей;

д) зробіть висновок про просторову будову молекул. Виходячи із значень електронегативності та просторової будови молекул, зробіть висновки про полярність зв'язків та полярність наведених у табл. 4.1 молекул.

Таблиця 4.1.

Варіант	Молекули
1	H ₂ S, CH ₄
2	NH ₃ , BeF ₂
3	BeCl ₂ , CH ₂ =CH ₂
4	PH ₃ , CCl≡CH
5	CCl ₄ , BF ₃
6	H ₂ O, CF ₂ =CF ₂
7	H ₂ Se, CF ₄
8	CHF ₃ , CCl ₂ =CCl ₂
9	CCl≡CCl, BCl ₃
10	N ₂ , CF≡CF
11	SCl ₂ , CHCl=CF ₂
12	PCl ₃ , CCl≡CF
13	H ₂ Te, BeFCl
14	CH ₂ =CF ₂ , PH ₃
15	CH ₂ Cl ₂ , H ₂ O
16	CHCl ₃ , BFCl ₂
17	CH≡CH, H ₂ S
18	NH ₃ , CCl ₂ =CH ₂
19	NF ₃ , HCN
20	CHCl ₃ , PH ₃

Продовження таблиці 4.1.

21	$\text{COCl}_2, \text{SiF}_4$
22	$\text{SbH}_3, \text{N}\equiv\text{CCl}$
23	$\text{GeCl}_4, \text{Cl}_2\text{O}$
24	$\text{SiH}_4, \text{HCHO}$

Лабораторна робота 5

ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ

5.1. Задано масову частку вказаної у табл. 5.1 речовини у водному розчині та густину розчину. Виразіть концентрацію цієї речовини іншими способами (молярна частка, моляльна концентрація, молярна концентрація), розрахуйте температуру кипіння та температуру кристалізації розчину.

Таблиця 5.1

Варіант	Розчин	Масова частка, %	Густина розчину, г/см^3
1	Цукор $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	5	1,011
2	Цукор $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	10	1,021
3	Гліцерин $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	10	1,022
4	Гліцерин $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$	5	1,012
5	Сахароза $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	10	1,038
6	Глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	10	1,037

5.2. Задано **молярну частку** вказаної у табл. 5.2 речовини у водному розчині та густину розчину. Виразіть концентрацію цієї речовини іншими способами (масова частка, моляльна концентрація, молярна концентрація), розрахуйте температуру кипіння, температуру кристалізації розчину.

Таблиця 5.2

Варіант	Розчин	Молярна частка ,%	Густина розчину, г/см ³
7	Гліцерин C ₃ H ₈ O ₃	0,5	1,006
8	Гліцерин C ₃ H ₈ O ₃	1,5	1,022
9	Глюкоза C ₆ H ₁₂ O ₆	0,6	1,015
10	Глюкоза C ₆ H ₁₂ O ₆	1,1	1,038
11	Гліцерин C ₃ H ₈ O ₃	2,1	1,0215
12	Гліцерин C ₃ H ₈ O ₃	1,1	1,016

5.3. Задано **молярну концентрацію** вказаної у табл. 5.3 речовини у водному розчині та густину розчину. Виразіть концентрацію цієї речовини іншими способами (масова частка, молярна частка, моляльна концентрація), розрахуйте температуру кипіння, температуру кристалізації розчину.

Таблиця 5.3

Варіант	Розчин	Молярна концентрація , моль/л	Густина розчину, г/см ³
13	Цукор C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	0,2	1,015
14	Цукор C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	0,5	1,041
15	Гліцерин C ₃ H ₈ O ₃	0,8	1,015

Продовження таблиці 5.3.

16	Гліцерин $C_3H_8O_3$	1,2	1,025
17	Глюкоза $C_6H_{12}O_6$	0,7	1,046
18	Гліцерин $C_3H_8O_3$	0,5	1,012

5.4. Задано **моляльну концентрацію** вказаної у табл. 5.4 речовини у водному розчині та густину розчину. Виразіть концентрацію цієї речовини іншими способами (масова частка, молярна частка, молярна концентрація), розрахуйте температуру кипіння, температуру кристалізації розчину.

Таблиця 5.4

Варіант	Розчин	Моляльна концентрація , моль/кг	Густина розчину, г/см ³
19	Цукор $C_{12}H_{22}O_{11}$	0,4	1,047
20	Гліцерин $C_3H_8O_3$	0,6	1,013
21	Глюкоза $C_6H_{12}O_6$	0,4	1,022
22	Глюкоза $C_6H_{12}O_6$	0,8	1,044
23	Гліцерин $C_3H_8O_3$	0,7	1,012
24	Гліцерин $C_3H_8O_3$	0,47	1,007

Лабораторна робота 6

РОЗЧИНИ ЕЛЕКТРОЛІТІВ

6.1. Складіть рівняння реакцій обміну в молекулярній та іонній формах, користуючись даними таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Варіант	Рівняння реакцій
1	а) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	б) $\text{AgNO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$
	в) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
	г) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
	д) $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	е) $\text{Na}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow$

2	а) $\text{CuSO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$
	б) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	в) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{MgSO}_4 \rightarrow$
	г) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$
	д) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$
	е) $\text{CaCl}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$

Продовження таблиці 6.1

3	a) $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
	б) $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
	в) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	г) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{FeCl}_2 \rightarrow$
	д) $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	е) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$

4	a) $\text{NaOH} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$
	б) $\text{MgCl}_2 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
	в) $\text{FeCl}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	г) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow$
	д) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
	е) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$

5	a) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
	б) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
	в) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	г) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	д) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow$
	е) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

Продовження таблиці 6.1

6	a) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$
	б) $\text{AlCl}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
	в) $\text{Na}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
	г) $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
	д) $\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow$
	е) $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

7	a) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
	б) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	в) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$
	г) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
	д) $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	е) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$

8	a) $\text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	б) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	в) $\text{CH}_3\text{COOK} + \text{HCl} \rightarrow$
	г) $\text{ZnSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$
	д) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$
	е) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KOH} \rightarrow$

Продовження таблиці 6.1

9	a) $K_3PO_4 + HCl \rightarrow$
	б) $Fe_2(SO_4)_3 + KOH \rightarrow$
	в) $H_2SiO_3 + NaOH \rightarrow$
	г) $CaCO_3 + HCl \rightarrow$
	д) $NH_4Cl + H_2SO_4 \rightarrow$
	е) $CrCl_3 + NH_4OH \rightarrow$

10	a) $Na_2CO_3 + CaCl_2 \rightarrow$
	б) $AgNO_3 + KCl \rightarrow$
	в) $Cr(NO_3)_3 + NaOH \rightarrow$
	г) $K_2S + CuCl_2 \rightarrow$
	д) $K_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow$
	е) $Al(OH)_3 + HNO_3 \rightarrow$

11	a) $Pb(NO_3)_2 + NH_4OH \rightarrow$
	б) $(CH_3COO)_3Fe + HCl \rightarrow$
	в) $ZnBr_2 + NaOH \rightarrow$
	г) $(NH_4)_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow$
	д) $Zn(OH)_2 + HNO_3 \rightarrow$
	е) $Fe_2(SO_4)_3 + KOH \rightarrow$

Продовження таблиці 6.1

12	a) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	б) $\text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
	в) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	г) $\text{MgCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
	д) $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	е) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow$

13	a) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
	б) $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow$
	в) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	г) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
	д) $\text{AgNO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$
	е) $\text{ZnOHCl} + \text{HCl} \rightarrow$

14	a) $\text{FeS} + \text{HCl} \rightarrow$
	б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	в) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$
	г) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{KOH} \rightarrow$
	д) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
	е) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{HClO}_4 \rightarrow$

Продовження таблиці 6.1

15	a) $\text{H}_2\text{S} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	б) $\text{AgNO}_3 + \text{AlCl}_3 \rightarrow$
	в) $\text{NaHS} + \text{NaOH} \rightarrow$
	г) $\text{HClO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow$
	д) $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	е) $\text{KI} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$

16	a) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{NaOH} \rightarrow$
	б) $\text{Sn}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow$
	в) $\text{CrCl}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	г) $\text{NiSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
	д) $\text{CdCl}_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$
	е) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HBr} \rightarrow$

17	a) $\text{ZnSO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
	б) $\text{SnCl}_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
	в) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow$
	г) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{HBr} \rightarrow$
	д) $\text{BaCO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
	е) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HI} \rightarrow$

Продовження таблиці 6.1

18	a) $\text{CaSO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	б) $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
	в) $\text{HgCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
	г) $\text{FePO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
	д) $\text{CrBr}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
	е) $\text{NiCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$

19	a) $\text{CaCO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow$
	б) $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	в) $\text{MgCl}_2 + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	г) $\text{HNO}_3 + \text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow$
	д) $\text{AlBr}_3 + \text{HPO}_3 \rightarrow$
	е) $\text{NiI}_2 + \text{CsOH} \rightarrow$

20	a) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
	б) $\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
	в) $\text{FeS} + \text{HBr} \rightarrow$
	г) $\text{NaBr} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$
	д) $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH} \rightarrow$
	е) $\text{NiI}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$

Продовження таблиці 6.1

21	a) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
	б) $\text{Sn}(\text{OH})_2 + \text{HBr} \rightarrow$
	в) $\text{CuCl}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	г) $\text{AgNO}_3 + \text{CrCl}_3 \rightarrow$
	д) $\text{BaCO}_3 + \text{KOH} \rightarrow$
	е) $\text{Li}_2\text{SO}_3 + \text{HClO}_4 \rightarrow$

22	a) $\text{HI} + \text{KHCO}_3 \rightarrow$
	б) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$
	в) $\text{ZnS} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
	г) $\text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{HClO}_4 \rightarrow$
	д) $\text{SrCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
	е) $\text{CdBr}_2 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow$

23	a) $\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{HI} \rightarrow$
	б) $\text{FeCl}_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$
	в) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
	г) $\text{MnCl}_2 + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	д) $\text{AlBr}_3 + \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
	е) $\text{NiCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$

Продовження таблиці 6.1

24	a) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{RbOH} \rightarrow$
	б) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Mg} \rightarrow$
	в) $\text{Sn}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
	г) $\text{AlPO}_4 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
	д) $\text{MnI}_2 + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow$
	е) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{HClO}_4 \rightarrow$

Лабораторна робота 7

**ДИСОЦІАЦІЯ ВОДИ, ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК. ГІДРОЛІЗ
СОЛЕЙ**

Напишіть в йонній та молекулярній формах рівняння реакцій гідролізу і визначте рН розчинів солей, приведених в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Варіант	Сполука	
1	Na_2S	MgSO_4
2	CH_3COONa	FeCl_2
3	Na_2SO_3	NH_4Cl
4	ZnSO_4	Na_2CO_3
5	CuSO_4	CH_3COOK

Продовження таблиці 7.1

6	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	NaClO
7	FeCl_3	K_2S
8	K_2CO_3	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
9	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	K_3PO_4
10	K_2SO_3	MgCl_2
11	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
12	FeSO_4	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$
13	KClO	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
14	NaNO_2	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
15	K_2Se	AlBr_3
16	NiSO_4	Rb_2CO_3
17	KCN	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$
18	MnCl_2	NH_4NO_3
19	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	KNO_2
20	$\text{Ba}(\text{ClO})_2$	CoSO_4
21	K_2SO_3	NH_4F
22	SnSO_4	NaCN
23	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
24	AgNO_3	Cs_3PO_4

Лабораторна робота 8

ОКИСЛЮВАЛЬНО-ВІДНОВНІ ПРОЦЕСИ

8.1. Складіть схему гальванічного елемента, який можна використати для вимірювання стандартних потенціалів електродів, приведених в таблиці 8.1. Складіть рівняння процесів, які протікають на електродах, сумарні рівняння реакцій, які відбуваються в гальванічному елементі, укажіть окисник та відновник, знайдіть стандартну ЕРС елемента.

Таблиця 8.1

Варіант	Електрод
1	Магнієвий
2	Вісмутовий
3	Ртутний
4	Алюмінієвий
5	Свинцевий
6	Мідний
7	Цинковий
8	Срібний
9	Кадмієвий
10	Хромовий
11	Нікелевий
12	Залізний

8.2. Складіть схему гальванічного елемента, що складається з вказаних в таблиці 8.2 електродів. Наведіть рівняння напівреакцій, що відбуваються на

електродах, рівняння загальної (струмоутворюючої) реакції, яка відбувається в гальванічному елементі, вкажіть окисник та відновник, знайдіть стандартну ЕРС елемента.

Таблиця 8.2

Варіант	Електроди
13	Магнієвий Срібний
14	Алюмінієвий Мідний
15	Вісмутівий Цинковий
16	Ртутний Кадмієвий
17	Цинковий Свинцевий
18	Хромовий Магнієвий
19	Мідний Нікелевий
20	Ртутний Залізний
21	Срібний Вісмутівий
22	Цинковий Хромовий

Продовження таблиці 8.2

23	Алюмінієвий Срібний
24	Свинцевий Кобальтовий

8.3. Для заданих у таблиці 8.3 водних розчинів солей визначте, які електродні процеси відбуваються на катоді та аноді при електролізі. Відповідь обґрунтуйте, виходячи із значень стандартних електродних потенціалів усіх можливих напівреакцій.

Таблиця 8.3

Варіант	Електроліт (водний розчин)	Електроди
1	Бромід калію	Графітові
2	Нітрат купруму (II)	Мідні
3	Сульфат кобальту (II)	Графітові
4	Хлорид нікелю (II)	Нікелеві
5	Нітрат свинцю (II)	Свинцеві
6	Бромід хрому (III)	Графітові
7	Сульфат натрію	Графітові
8	Йодид натрію	Графітові
9	Сульфат цинку	Графітові
10	Нітрат кадмію	Кадмієві
11	Сульфат купруму (II)	Графітові
12	Сульфат нікелю (II)	Нікелеві
13	Нітрат алюмінію	Графітові

Продовження таблиці 8.3

14	Нітрат кобальту (II)	Кобальтові
15	Йодид барію	Графітові
16	Нітрат срібла	Срібні
17	Нітрат нікелю (II)	Графітові
18	Бромід купруму (II)	Графітові
19	Сульфат кобальту (II)	Кобальтові
20	Бромід кальцію	Графітові
21	Сульфат цинку	Цинкові
22	Йодид нікелю (II)	Платинові
23	Сульфат стануму (II)	Графітові
24	Карбонат натрію	Платинові

Лабораторна робота 9

ЗАГАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

Закінчіть рівняння реакцій. В реакціях обміну наведіть рівняння реакцій в молекулярній та іонній формах. В окисно-відновних реакціях визначте окисник та відновник, тип реакції, складіть електронний баланс, урівняйте реакцію.

Таблиця 9.1

Варіант	Реакція
1	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KOH}$ $\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$
2	$\text{Fe} + \text{HNO}_3$ (розв.) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH}$
3	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (розв.) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HNO}_3$
4	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaOH}$ $\text{Al} + \text{HCl}$ (конц.)
5	$\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$
6	$\text{Zn} + \text{HNO}_3$ (розв.) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{OH}$
7	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (конц.) \xrightarrow{t} $\text{Zn} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$
8	$\text{Cu} + \text{HNO}_3$ (розв.) \xrightarrow{t} $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (розв.)

Продовження таблиці 9.1

9	$\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)}$ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{KOH}$
10	$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{HNO}_3$ $\text{Mg} + \text{HCl}$
11	$\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} \xrightarrow{t}$ $\text{KOH} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
12	$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (розв.)}$ $\text{Be}(\text{OH})_2 + \text{KOH}$
13	$\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} \xrightarrow{t}$ $\text{CuSO}_4 + \text{KOH}$
14	$\text{ZnSO}_4 + \text{KOH}$ $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \text{ (розв.)}$
15	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$ $\text{Zn} + \text{HCl} \text{ (розв.)}$
16	$\text{Al} + \text{HNO}_3 \text{ (розв.)} \xrightarrow{t}$ $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \text{ (конц.)}$
17	$\text{Be} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$
18	$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH}$ $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \text{ (конц.)}$
19	$\text{Cu} + \text{HNO}_3 \text{ (конц.)} \xrightarrow{t}$ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NaOH}$
20	$\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2$ $\text{Be} + \text{HNO}_3 \text{ (розв.)} \xrightarrow{t}$

Продовження таблиці 9.1

21	$\text{Al} + \text{HNO}_3 \text{ (конц.)} \xrightarrow{t}$ $\text{CuCl}_2 + \text{Ba(OH)}_2$
22	$\text{Zn} + \text{HNO}_3 \text{ (конц.)}$ $\text{FeCl}_2 + \text{NaOH}$
23	$\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (розв.)} \xrightarrow{t}$ $\text{BeSO}_4 + \text{LiOH}$
24	$\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} \xrightarrow{t}$ $\text{AlCl}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна література

1. Глинка Н.Л. Общая химия.// - Л.: Химия, 1986-1990. -702 с., ил.
2. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия.// – М.: Химия, 1981, 632 с., ил.
3. Зубович И.А. Неорганическая химия.// - М.: Высш. шк., 1989. - 432 с., ил.
4. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія. Частина 1.// К. Педагогічна преса. 2002– 518 с., ISBN 955- 7320- 18- 9.
5. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія. Частина 2.// К. Педагогічна преса. 2000– 784 с., ISBN 955- 7320- 13- 8.

Додаткова література

1. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т.1.// –М.:Химия, 1973. 656 с., 160 табл., 391 рис.
2. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т.2.// –М.:Химия, 1973. 688 с., 270 табл., 426 рис.
3. Дикерсон Р., Грей Г., Хейт Дж. Основные законы химии. Т.1.// –М.:Мир, 1982. 652 с., ил.
4. Дикерсон Р., Грей Г., Хейт Дж. Основные законы химии. Т.2.// –М.:Мир, 1982. 620 с., ил.
5. Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. Т.1.// – М.:Мир, 2002. – 540 с., ил. ISBN 5-03-003310-6.

6. Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. Т.2.// – М.:Мир, 2002. – 528 с., ил. ISBN 5-03-003310-4.
7. Гринвуд Н., Эрншо А. Химия элементов. Т.1.// - М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 627 с., ил. ISBN 978-5-94774-373-9.
8. Гринвуд Н., Эрншо А. Химия элементов. Т.2.// - М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 670 с., ил. ISBN 978-5-94774-374-6.
9. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. Т.1.// - М.:Мир, 2004. – 679 с., ил. ISBN 5-03-003628-8.
10. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. Т.2.// - М.:Мир, 2004. – 486 с., ил. ISBN 5-03-003629-6.

ДОДАТКИ

Додаток А

Назви деяких простих речовин і елементів (ДСТУ 2439-94)

(назви інших елементів і простих речовин збігаються)

Символи елементів	Назви елементів	Назви простих речовин
H	Гідроген	Водень
C	Карбон	Алмаз, графіт, вуглець
N	Нітроген	Азот
O	Оксиген	Кисень, озон
F	Флуор	Фтор
S	Сульфур	Сірка
Fe	Ферум	Залізо
Ni	Нікол	Нікель
Cu	Купрум	Мідь
Ag	Аргентум	Срібло
Sn	Станум	Олово
I	Іод	Йод
Hg	Меркурій	Ртуть
Pb	Плюмбум	Свинець
Au	Аурум	Золото

Додаток Б

Назви деяких безоксигенових кислот та відповідних солей

Формула кислоти	Назви кислоти	Формули відповідних солей	Назви відповідних солей
<i>HF</i>	Фтороводнева Фторидна Плавикова	<i>NaF</i>	Фториди
<i>HCl</i>	Хлоридна Хлороводнева Соляна	<i>NaCl</i>	Хлориди
<i>HBr</i>	Бромідна Бромоводнева	<i>NaBr</i>	Броміди
<i>HI</i>	Йодидна Йодоводнева	<i>NaI</i>	Йодиди
<i>H₂S</i>	Сульфідна Сірководнева	<i>Na₂S</i> <i>NaHS</i>	Сульфіди Гідросульфіди
<i>H₂Se</i>	Селенідна Селеноводнева	<i>Na₂Se</i> <i>NaHSe</i>	Селеніди Гідроселеніди
<i>H₂Te</i>	Телуридна Телуроводнева	<i>Na₂Te</i> <i>NaHTe</i>	Телуриди Гідротелуриди
<i>HCN</i>	Ціанідна Ціановоднева	<i>NaCN</i>	Ціаніди

Додаток В

Назви деяких оксигеновмісних кислот та відповідних солей

Елемент	Кислотний оксид	Формула кислоти, що відповідає оксиду	Назви кислот	Формули відповідних солей	Назви відповідних солей
<i>Cl</i>	Cl_2O	$HClO$	Гіпохлоритна Хлорнуватиста	$NaClO$	Гіпохлорити
	Cl_2O_7	$HClO_4$	Перхлоратна Хлорна	$NaClO_4$	Перхлорати
<i>S</i>	SO_2	H_2SO_3	Сульфїтна Сірчиста	Na_2SO_3 $NaHSO_3$	Сульфїти Гідросульфїти
	SO_3	H_2SO_4	Сульфатна Сірчана	Na_2SO_4 $NaHSO_4$	Сульфати Гідросульфати
<i>N</i>	N_2O_3	HNO_2	Нїтритна Азотиста	$NaNO_2$	Нїтрити
	N_2O_5	HNO_3	Нїтратна Азотна	$NaNO_3$	Нїтрати
<i>Si</i>	SiO_2	H_2SiO_3	Силїкатна Кремнїєва	Na_2SiO_3	Силїкати
<i>C</i>	CO_2	H_2CO_3	Карбонатна	Na_2CO_3	Карбонати
			Вугільна	$NaHCO_3$	Гїдрокарбонати

Продовження додатку В

<i>P</i>	P_2O_5	HPO_3 H_3PO_4	Метафосфатна Метафосфорна Ортофосфатна Ортофосфорна	$NaPO_3$ Na_3PO_4 Na_2HPO_4 NaH_2PO_4	Метафосфати Ортофосфати (фосфати) Гідроорто- фосфати (гідрофосфати) Дигідроорто- фосфати (дигідро- фосфати)
<i>Mn</i>	Mn_2O_7	$HMnO_4$	Перманганатна Манганова	$NaMnO_4$	Перманганати
<i>Cr</i>	CrO_3	H_2CrO_4 $H_2Cr_2O_7$	Хроматна Хромова Дихроматна Дихромова	Na_2CrO_4 $Na_2Cr_2O_7$	Хромати Дихромати

Додаток Г

Значення деяких фундаментальних сталих

Стала Авогадро	N_A	$6,02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Молярна газова стала	R	8,31441 Дж/К·моль
Об'єм моля ідеального газу за температури 273К та тиску 101325Па	V_m	22,4138 л/моль
Ебуліоскопічна стала води	E_{H_2O}	0,52 К·кг/моль
Кріоскопічна стала води	K_{H_2O}	1,86 К·кг/моль

Додаток Д

Розчинність кислот, основ та солей у воді (р – розчиняється, н – не розчиняється, м – мало розчиняється, '-' – не існує або розкладаються водою)

Іони	OH ⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	SiO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	CH ₃ COO ⁻
H ⁺	-	р	р	р	р	р	р	р	р	н	р	р
NH ₄ ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
K ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Na ⁺	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
Ag ⁺	-	р	н	н	н	н	н	н	н	-	н	р
Ba ²⁺	р	р	р	р	р	-	н	н	н	н	н	р
Mg ²⁺	н	р	р	р	р	-	н	р	н	н	н	р
Zn ²⁺	н	р	р	р	р	н	н	р	н	н	н	р
Cu ²⁺	н	р	р	р	-	н	-	р	-	н	н	р
Hg ²⁺	-	р	н	м	н	н	-	р	-	-	н	р

Продовження додатку Д

Іони	OH^-	NO_3^-	Cl^-	Br^-	I^-	S^{2-}	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	CO_3^{2-}	SiO_3^{2-}	PO_4^{3-}	CH_3COO^-
Pb^{2+}	н	р	м	м	н	н	н	н	н	н	н	р
Sn^{2+}	н	р	р	р	м	н	н	н	н	н	н	р
Ni^{2+}	н	р	р	р	р	н	н	р	н	-	н	р
Cd^{2+}	н	р	р	р	р	н	н	р	н	-	н	р
Co^{2+}	н	р	р	р	р	н	н	р	н	-	н	р
Fe^{2+}	н	р	р	р	р	н	н	р	н	-	н	р
Fe^{3+}	н	р	р	р	-	-	-	р	н	н	н	р
Al^{3+}	н	р	р	р	р	-	-	р	-	н	н	р
Cr^{3+}	н	р	р	р	р	-	-	р	-	-	н	р

Додаток Е

Стандартні електродні потенціали деяких систем

Електродна реакція	E^0 , В	Електродна реакція	E^0 , В
$\text{Li}^+ + e \leftrightarrow \text{Li}$	-3,04	$\text{Sn}^{4+} + 2e \leftrightarrow \text{Sn}^{2+}$	0,15
$\text{K}^+ + e \leftrightarrow \text{K}$	-2,92	$\text{Bi}^{3+} + 3e \leftrightarrow \text{Bi}$	0,28
$\text{Ba}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Ba}$	-2,90	$\text{Cu}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Cu}$	0,34
$\text{Ca}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Ca}$	-2,87	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e \leftrightarrow 4\text{OH}^-$ (pH = 14)	0,40
$\text{Na}^+ + e \leftrightarrow \text{Na}$	-2,71	$2\text{I}^- - 2e \leftrightarrow \text{I}_2$	0,53
$\text{Mg}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Mg}$	-2,34	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + e \leftrightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	0,76
$\text{Al}^{3+} + 3e \leftrightarrow \text{Al}$	-1,66	$\text{Fe}^{3+} + e \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$	0,77
$\text{Mn}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Mn}$	-1,18	$\text{Ag}^+ + e \leftrightarrow \text{Ag}$	0,80
$2\text{H}_2\text{O} + 2e \leftrightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2$ (pH = 14)	-0,83	$\text{Hg}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Hg}$	0,85
$\text{Zn}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Zn}$	-0,76	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e \leftrightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,96
$\text{Cr}^{3+} + 3e \leftrightarrow \text{Cr}$	-0,71	$\text{Br}_2 + 2e \leftrightarrow 2\text{Br}^-$	1,06
$\text{Fe}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Fe}$	-0,44	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ (pH = 7)	1,23
$2\text{H}_2\text{O} + 2e \leftrightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2$ (pH = 7)	-0,41	$\text{Cl}_2 + 2e \leftrightarrow 2\text{Cl}^-$	1,36
$\text{Cd}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Cd}$	-0,40	$\text{Au}^{3+} + 3e \leftrightarrow \text{Au}$	1,42
$\text{Co}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Co}$	-0,28	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1,51
$\text{Ni}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Ni}$	-0,25	$\text{Au}^+ + e \leftrightarrow \text{Au}$	1,69
$\text{Sn}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Sn}$	-0,14	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	1,78
$\text{Pb}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Pb}$	-0,13	$2\text{SO}_4^{2-} - 2e \leftrightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$	2,01
$2\text{H}^+ + 2e \leftrightarrow \text{H}_2$	0,00	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2e \leftrightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2,07
$\text{S} + 2\text{H}^+ + 2e \leftrightarrow \text{H}_2\text{S}$	0,14	$\text{F}_2 + 2e \leftrightarrow 2\text{F}^-$	2,86

Додаток Ж
Періодична система елементів Д.І.Менделєєва

Період	Групи											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
I	H 1 1.00794 гідроген							(H)	He 2 4.0026 гелій			
II	Li 3 6.941 літій	Be 4 9.012 берилій	B 5 10.811 бор	C 6 12.011 карбон	N 7 14.0067 нітроген	O 8 15.994 окисген	F 9 18.9984 флуор	Ne 10 20.179 неон				
III	Na 11 22.9898 натрій	Mg 12 24.305 магній	Al 13 26.9815 алюміній	Si 14 28.0855 силіцій	P 15 30.9738 фосфор	S 16 32.066 сульфур	Cl 17 35.453 хлор	Ar 18 39.948 аргон				
IV	K 19 39.0983 калій	Ca 20 40.078 кальцій	21 Sc 44.9559 скандій	22 Ti 47.880 титан	23 V 50.9415 ванадій	24 Cr 51.9961 хром	25 Mn 54.938 манган	26 Fe 55.847 ферум	27 Co 58.9332 кобальт	28 Ni 58.690 нікол		
	29 Cu 63.546 купрум	30 Zn 65.390 цинк	Ga 31 69.723 галій	Ge 32 72.590 германій	As 33 74.9216 арсен	Se 34 78.960 селен	Br 35 79.904 бром	Kr 36 83.80 криптон				
V	Rb 37 85.4678 рубідій	Sr 38 87.820 стронцій	39 Y 88.9059 ітрій	40 Zr 91.224 цирконій	41 Nb 92.9064 ніобій	42 Mo 95.940 молібден	43 Tc [98] технецій	44 Ru 101.070 рутений	45 Rh 102.9055 родій	46 Pd 106.420 паладій		
	47 Ag 107.8682 аргентум	48 Cd 112.410 кадмій	In 49 114.820 індій	Sn 50 118.710 станум	Sb 51 121.750 стибій	Te 52 127.60 телур	I 53 126.9045 йод	Xe 54 131.290 ксенон				
VI	Cs 55 132.9054 цезій	Ba 56 137.330 барій	57 La* 138.9055 лантан	72 Hf 178.490 гафній	73 Ta 180.9479 тантал	74 W 183.850 вольфрам	75 Re 186.207 реній	76 Os 190.20 осмій	77 Ir 192.22 ірідій	78 Pt 195.08 платина		
	79 Au 196.9665 аурум	80 Hg 200.59 гідраргірум	Tl 81 204.383 талій	Pb 82 207.20 плюмбум	Bi 83 208.9804 бісмут	Po 84 [209] полоній	At 85 [210] астат	Rn 86 [222] радон				
VII	Fr 87 [223] францій	Ra 88 [226] радій	89 Ac** [227] актиній	104 Rf [261] резерфордій	105 Db [262] дубній	106 Sg [263] сйборгій	107 Hs [264] гасій	108 Hn [265] ганій	109 Mt [266] майтнерій	110 Uun [272] унуннілій		

*ЛАНТАНОЇДИ

58 140.12 Ce церій	59 140.91 Pr празеодим	60 144.24 Nd неодим	61 [147] Pm прометій	62 150.36 Sm самарій	63 151.96 Eu європій	64 157.25 Gd гадоліній	65 158.93 Tb тербій	66 162.50 Dy диспрозій	67 164.93 Ho гольмій	68 167.26 Er єрбій	69 168.93 Tm тулій	70 173.04 Yb ітербій	71 174.97 Lu лютецій
------------------------------------	--	-------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--	-------------------------------------	--	--------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

**АКТИНОЇДИ

90 323.04 Th торій	91 231 Pa проактиній	92 238.03 U уран	93 [237] Np нептуній	94 [244] Pu плутоній	95 [243] Am америчій	96 [247] Cm кюрій	97 [247] Bk берклій	98 [251] Cf каліфорній	99 [252] Es ейнштейнній	100 [257] Fm фермій	101 [258] Md менделєвій	102 [259] No нобелій	103 [260] Lr лоуренсій
------------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	--	---	-------------------------------------	---	--------------------------------------	--