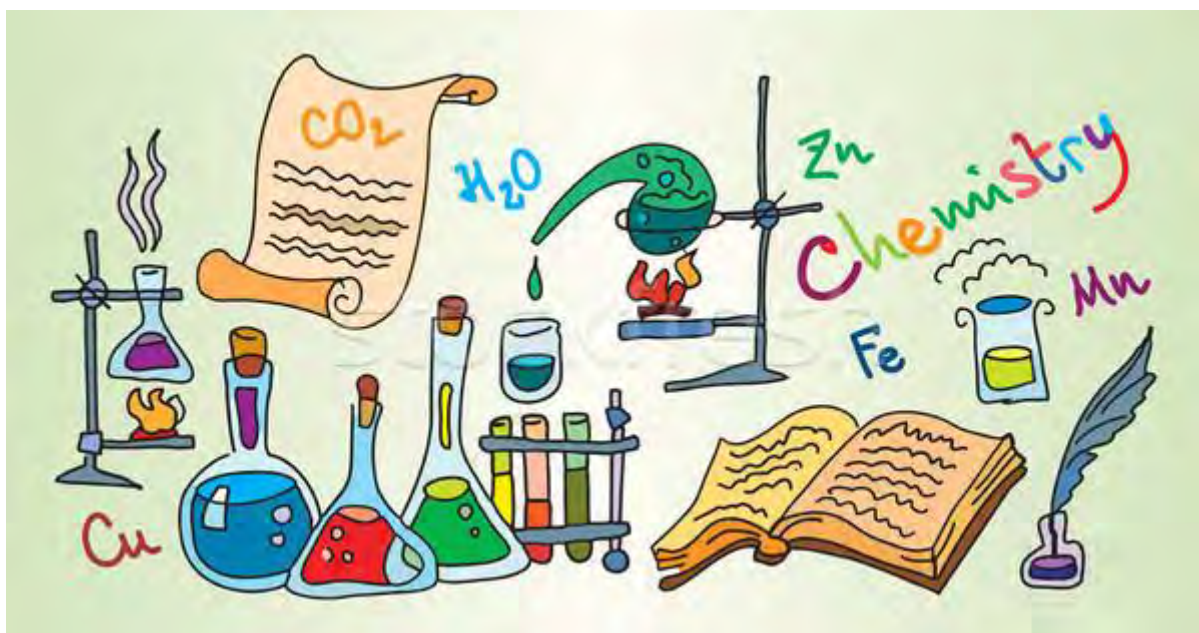


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ В. Г. КОРОЛЕНКА

КАФЕДРА ХІМІЇ ТА МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ХІМІЇ

Шинкаренко В.І.

# Практикум з неорганічної хімії



ПОЛТАВА, 2023

*Затверджено на засіданні Вченої ради Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка  
(протокол №14 від 30 червня 2023 року)*

Укладачі:

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та методики викладання хімії  
Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка  
Шинкаренко Валентин Іванович

РЕЦЕНЗЕНТИ:

кандидат хімічних наук, доцент, професор кафедри біотехнології та хімії  
Полтавського державного університету Крикунова Валентина Юхимівна

кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та методики викладання хімії  
Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка  
Кузнецова Тетяна Юріївна

Шинкаренко В.І.

Практикум з неорганічної хімії. – Полтава: ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2023.  
– 96 с.

Навчальний посібник містить матеріал для підготовки до практичних та лабораторних з занять та самостійної роботи здобувачів освіти спеціальності 102 Хімія: теоретичні питання для самостійної підготовки студентів, методичні рекомендації до виконання практичних та лабораторних робіт, завдання для самостійної роботи та список рекомендованої літератури для підготовки.

© Шинкаренко В.І., 2023

© Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка,  
2023

Тематика лабораторно-практичних занять з курсу неорганічної хімії  
для студентів I курсу спеціальності 102Хімія

**I СЕМЕСТР**

1.	Лабораторне обладнання. Правила техніки безпеки та перша допомога при нещасних випадках. Основні хімічні поняття та закони. Класифікація і номенклатура неорганічних сполук.	
2.	Визначення еквівалентної маси магнію методом витіснення. Визначення відносної молекулярної маси CO <sub>2</sub> . Хімічна формула, вивід її за даними аналізу. хімічні рівняння, стехіометричні розрахунки за ними.	
3.	Будова атома.	
4.	Періодичний закон, періодична система елементів.	
5.	Хімічний зв'язок.	
6.	Швидкість хімічних реакцій. Хімічна рівновага.	
7.	Вода. Розчинність. Розчини. Концентрація розчинів. Виготовлення розчинів різної концентрації.	
8.	Електролітична дисоціація. Реакції в розчинах електролітів. Індикатори. Гідроліз солей.	
9.	Комплексні сполуки.	
10.	Окислювально-відновні реакції. Електроліз. Гальванічний елемент.	

## Методичні рекомендації до самостійної роботи студентів

Самостійна робота студентів здійснюється у процесі аудиторних занять та у позааудиторний навчальний час (завдання для самостійної роботи, індивідуальне науково-дослідницьке завдання тощо) відповідно до робочої програми дисципліни .

До самостійної роботи студентів входять:

- опрацювання тексту (конспекту) лекції;
- поглиблене опрацювання програмових питань, винесених за допомогою рекомендованих джерел;
- підготовка до практичних занять;
- підготовка до модульного контролю (до виконання модульної контрольної роботи (МКР));
- підготовка проектів, презентацій тощо;
- виконання питань до самоконтролю і виконання тесту;
- підготовка до екзамену.

Форма звітності індивідуального науково-дослідницького завдання реферат, як одна

з форм звітності за підсумками курсу, яка дозволяє структурувати знання студентів.

При написанні реферату слід користуватися Методичними рекомендаціями для написання рефератів /Укладач асистент каф. ОХ та ТОР Жук Т.С. – Київ: НТУУ «КПІ», 2012.

Критерії оцінювання якості реферату :

Реферат оцінюється на "відмінно", якщо:

- 1)у роботі здійснено ґрунтовний аналіз усіх аспектів проблеми;
- 2)використано сучасні джерела, у тому числі періодичні видання, монографії, які дають змогу висвітлити теоретичні й прикладні аспекти теми;
- 3)матеріал роботи добре структурований та логічно викладений;
- 4)висновки відповідають завданням роботи, свідчать про реалізацію мети дослідження;
- 5)роботу оформлено з дотриманням встановлених правил.

Реферат оцінюється на "добре", якщо:

- 1) у роботі здійснено аналіз основних аспектів проблеми;
- 2) використано джерела, які дають змогу розкрити теоретичні й прикладні аспекти теми;

- 3) матеріал роботи структурований та логічно викладений;
- 4) висновки відповідають завданням роботи;
- 5) оформлення роботи в цілому відповідає встановленим правилам.

Реферат оцінюється на "задовільно", якщо:

- 1) здійснений студентом теоретичний аналіз не повною мірою відповідає темі, меті і завданням дослідження;
- 2) використані джерела не дають можливості повністю розкрити проблему;
- 3) висновки не повністю відповідають завданням роботи;
- 4) робота в цілому оформлена згідно з правилами, але є певні недоліки.

Реферат оцінюється на "незадовільно", якщо:

- 1) здійснений студентом аналіз не відповідає темі, меті і завданням дослідження;
- 2) студент не використовував необхідні наукові джерела і статистичні дані;
- 3) висновки не відповідають завданням роботи;
- 4) оформлення роботи не відповідає встановленим правилам.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

**Тема:** *Лабораторне обладнання. Правила техніки безпеки та перша допомога при нещасних випадках.*

**Мета:** *ознайомитись з технікою безпеки роботи в хімічних лабораторіях; обладнанням хімічної лабораторії; веденням лабораторного зошита; законспектувати в зошиті основні вимоги з техніки безпеки; поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються такої філософської категорії як матерія; видів матерії; етапів розвитку хімії та ролі хімії в охороні навколишнього середовища.*

### **Завдання для самостійної підготовки студентів**

1. Обладнання хімічної лабораторії та його призначення.
2. Робоче місце студента. Робочий лабораторний зошит, підручники.
3. Правила роботи в лабораторії. Основні вимоги з техніки безпеки. Перша допомога при нещасних випадках. (Законспектувати в зошиті для лабораторних робіт).
4. Поняття про матерію. Види матерії. Рух як форма існування матерії.
5. Предмет хімії, зв'язок з природничими науками. Методи хімії. Хімія – експериментальна наука.
6. Етапи розвитку хімії.
7. Значення хімії в господарстві. Роль хімії в охороні навколишнього середовища.

Успішна робота в лабораторії можлива лише за умови суворого дотримання встановлених правил роботи, вимог техніки безпеки і гігієни праці. Режим роботи в лабораторії визначається такими основними правилами.

### **1. Загальні положення.**

1.1. Всі співробітники лабораторії і студенти несуть відповідальність за невиконання правил техніки безпеки і виробничої санітарії при виконанні хімічних робіт.

1.2. До роботи в хімічній лабораторії допускаються особи, ознайомлені з правилами техніки безпеки і виробничої санітарії при виконанні хімічних робіт.

1.3. Робоче місце необхідно тримати в чистоті, не загромождувати його посудом та сторонніми предметами.

1.4. Необхідно працювати в халаті.

1.5. Під час роботи в лабораторії необхідно дотримуватись тиші, порядку і чистоти, не допускати квапливості, безладності.

1.6. Забороняється працювати в лабораторії одному, а також при відсутності викладача або лаборантів.

1.7. Категорично забороняється в лабораторії пити воду, їсти і курити.

1.8. Категорично забороняється залишати речовини в посуді без етикеток.

### **2. Вимоги безпеки перед початком роботи.**

2.1. Кожен студент повинен працювати на закріпленому за ним робочому місці.

2.2. Приступаючи до роботи необхідно:

а) з'ясувати техніку виконання роботи;

б) перевірити правильність складення приладу або установок; при складенні приладів чи установок старанно підбирати пробки, забезпечити їх прилягання. Перед збиранням приладу на шліфах необхідно змазати шліфи тонким шаром вазеліну або вакуумного мастила. Під час роботи необхідно слідкувати за тим, щоб шліфи не розійшлися, за тим, щоб внутрішній простір приладів, що не працюють під тиском, завжди сполучався з атмосферою;

в) перевірити відповідність взятих речовин речовинам, що вказані в опису роботи.

### **3. Вимоги безпеки під час виконання роботи.**

3.1. Не можна залишати без потреби запалені газові пальники або включені електроприлади.

3.2. Після закінчення користування водою, газом та електрикою необхідно закрити крани та вимкнути електроприлади.

3.3. Забороняється переносити із однієї лабораторії до іншої прилади та інше майно без дозволу лаборанта.

3.4. Категорично забороняється зливати в раковину рідкі органічні речовини, концентровані розчини кислот і лугів, пахучі, вогнебезпечні та отруйні рідини. Вказані речовини необхідно зливати в передбачений для них посуд, що знаходиться у витяжній шафі.

3.5. Папір, використані фільтри, осад з фільтрів, пісок та інші тверді речовини потрібно викидати в спеціальну урну.

3.6. Категорично забороняється залишати діючу установку без нагляду.

3.7. Не можна нагрівати закупорені посудини, прилади, апарати. При перегонці не можна щільно приєднувати приймач – це може викликати вибух.

3.8. При нагріванні в пробірках, колбах та ін. посудинах рідин або твердих речовин не можна направляти отвір пробірки або відкриту частину іншого приладу на себе або на сусідів.

3.9. Хімічні реактиви і речовини, що одержані в процесі роботи, необхідно зберігати у відповідному посуді з етикетками або з виразним написом восковим олівцем.

### **4. Вимоги безпеки після закінчення роботи.**

4.1. По закінченні роботи необхідно:

- а) помити посуд;
- б) вимкнути воду, газ, електроенергію;
- в) прибрати скляний посуд, електроприлади;
- г) поставити металічні штативи, штативи з пробірками в установлене місце;
- д) витерти поверхню столу.

### **5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.**

5.1. У всіх випадках поранення – глибокого порізу, отруєння, серйозних опіків і т. д. – терміново звернутися до лікаря, але, насамперед, треба допомогти потерпілому, використовуючи всі засоби індивідуальної першої допомоги.

5.2. Якщо будь-який реактив потрапить на шкіру, то, перш за все, потрібно змити реактив водою, а вже потім використовувати нейтралізуючі речовини. Особливо важливо швидко промити очі, якщо в них потрапив будь-який реактив.

5.3. Для нейтралізації кислот і лугів, що потрапили на тіло та одяг, слід використовувати розчини соди, аміаку, оцтової кислоти, борної кислоти.

5.4. При отруєнні газами потерпілого винести на повітря, облили груди, голову і обличчя холодною водою і піднести до носу вату з нашатирним спиртом.

5.5. При отруєнні лугами (каустичною содою, нашатирним спиртом, поташем і т. д. ) дати випити молока або соку лимона. Не давати блювотних засобів.

5.6. При отруєнні кислотами (соляною, сірчаною, щавлевою, оцтовою, карболовою) потерпілому давати пити воду з льодом, 1% розчин питної соди, вапняну воду, муку з водою. Не давати блювотних засобів і не промивати шлунок.

5.7. При отруєнні скипидаром промити шлунок.

5.8. При отруєнні йодом потерпілому дати випити крохмаль з водою, молоко, міцний чай або соду.

5.9. При отруєнні парами бромю нюхати розбавлений розчин аміаку, вийти на свіже повітря.

5.10. Фосфор та лужні метали, які загорілися, тушіть піском.

5.11. Якщо загориться одяг:

- а) не бігти;
- б) тушити полум'я, обгорнувши тіло ковдрою, войлоком, пальто і т. д.

5.12. Якщо загораються проводи електричної мережі – не використовувати воду і вогнегасник з рідиною, не вимкнувши струм: повернути вимикач, вимкнути рубильник.

5.13. Якщо взагалі в приміщенні виникне пожежа:

- а) викликати пожежників по телефону;



б) до прибуття пожежників використовувати вогнегасники і потім воду з пожежних рукавів.

**Лабораторне обладнання для хімічних дослідів:**



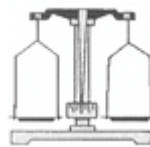
Ложечка для спалювання речовин



Тигельні щипці для утримування посуду



Спиртівка



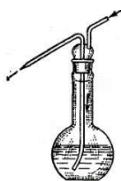
Терези



Ложка порцелянова для набирання твердих речовин



Порцелянова чашка для випарювання рідин



Промивалка



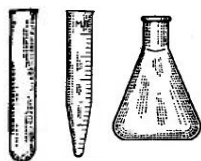
Пробіркодержач для закріплення пробірки під час нагрівання



Стакан хімічний



Мірний стакан



Пробірки

Колба плоскодонна



Колба конічна



Лійка конусоподібна



Колба Вюрца



Тринога



Кільце до штатива



Муфта до штатива



Лабораторний штатив



Мірний циліндр



Реторта



Ступка з товкачиком для подрібнення і розтирання твердих речовин



Тигель порцеляновий для нагрівання, прожарювання

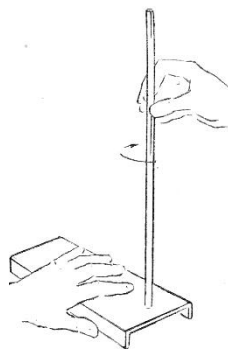
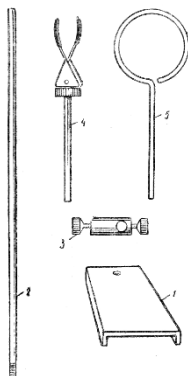


Штатив для пробірок

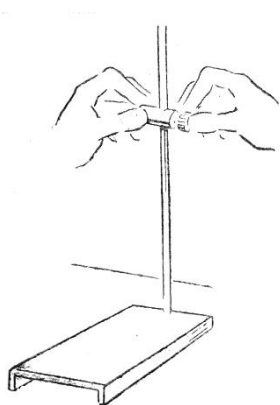
Ділильна  
воронка



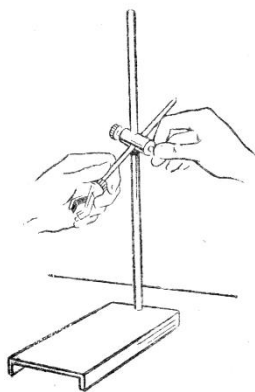
ня твердих  
речовин



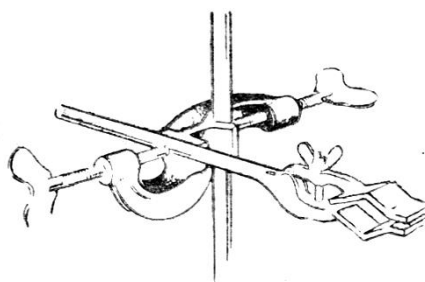
Вгвинтіть металічний стержень в основу  
штатива (за годинниковою стрілкою)



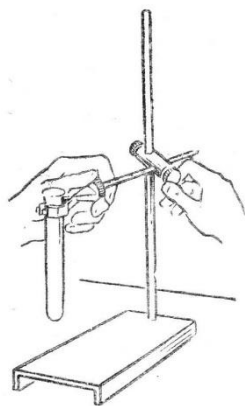
Закріпіть муфту на  
стержні штатива



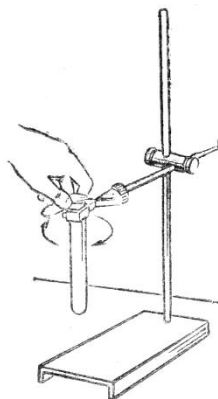
Закріпіть лапку в  
муфті



*Увага!* Стержень лапки повинен лежати в заглибленні на муфті, як показано на  
малюнку.



Вставте лівою рукою пробірку в лапку, повертайте обережно гвинт до закріплення пробірки



**Увага!** Пробірка закріплена правильно, якщо вона, не випадаючи із лапки, може злегка повертатися навколо своєї осі

### Тьюторські завдання

1. Обґрунтувати, чому речовини не можна:

- а) пробувати на смак;
- б) брати в руки;
- в) змішувати без вказівки вчителя.

2. Обґрунтувати, чому речовини не можна:

- а) для визначення запаху підносити близько до обличчя;
- б) розсипати на столі;
- в) виливати назад у склянку.

3. Що слід робити, якщо:

- а) на шкіру потрапила кислота;
- б) розлили луг;
- в) розсипали порошок реактиву.

4. Що слід робити, якщо:

- а) на шкіру потрапив луг;
- б) розлили кислоту;
- в) виникла пожежа на столі.

5. Обґрунтувати, чому речовини не можна:

- а) кислоти й луги виливати в раковину;
- б) підпалювати без вказівки вчителя;
- в) брати у великих кількостях.

6. Обґрунтувати, чому речовини не можна:

- а) висипати у відро для звичайного сміття;
- б) нагрівати без вказівки вчителя;
- в) брати додому без дозволу вчителя.

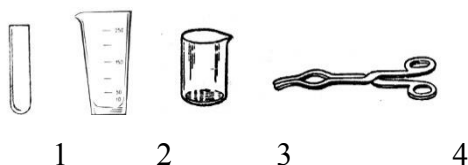
7. Перерахувати відомий вам скляний посуд.
8. Перерахувати фарфоровий посуд, який вам відомий.
9. Перерахувати відомий вам мірний посуд.
10. Перерахувати відомий вам посуд для нагрівання речовин та допоміжні прилади.
11. Перерахувати відомий вам хімічний посуд спеціального призначення.
12. Що завжди необхідно мати в кабінеті під рукою, коли проводяться досліди?
13. Пояснити, яких правил слід дотримуватися випарюючи воду з фарфорової чашки.
14. Пояснити, яких правил слід дотримуватися користуючись мірним посудом.
15. Пояснити, яких правил слід дотримуватися миючи хімічний посуд.
16. Пояснити, яких правил слід дотримуватися нагріваючи пробірку з реактивом.
17. Пояснити, яких правил слід дотримуватися користуючись спиртівкою.
18. Пояснити, яких правил слід дотримуватися користуючись штативом.
19. Закінчити речення, що відповідають основним правилам техніки безпеки в кабінеті хімії.
  - а) Забороняється нагрівальні прилади залишати ...
  - б) Без дозволу вчителя не змішувати речовини, які ...
  - в) Спиртівку запалювати від іншої спиртівки ...
20. Закінчити речення, що відповідають основним правилам техніки безпеки в кабінеті хімії.
  - а) Гасити полум'я спиртівки слід ...
  - б) Не можна вживати в хімічному кабінеті ...
  - в) Після закінчення роботи ...
21. Що може статися, якщо:
  - а) запалювати спиртівку від іншої спиртівки;
  - б) нагрівати посуд (пробірку) безпосередньо на відкритому полум'ї;
  - в) не закрити банку з реактивами.
22. Що може статися, якщо:
  - а) зберігати розчини речовин у пляшках з-під мінеральної води та інших охолоджувальних напоїв;
  - б) змішувати речовини без вказівки вчителя;
  - в) розлити луг на столі.
23. Закінчити речення, що відповідають основним правилам техніки безпеки в кабінеті хімії.

- а) Щоб уникнути перегрівання, ніколи не нагрівайте пробірку лише знизу, а ...
- б) Не заглядайте в пробірку, в якій нагрівається рідина, і не ...
- в) Не кладіть свої сніданки на ...

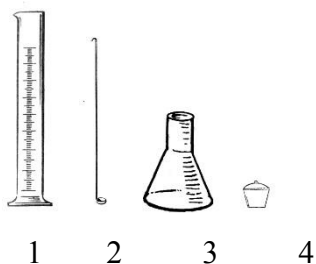
24. Що може статися, якщо:

- а) під час нагрівання розчинів у пробірці не користуватися пробіркотримачем;
- б) бути не обережним під час роботи з лугом;
- в) не уважно читати етикетку на посудині з речовиною.

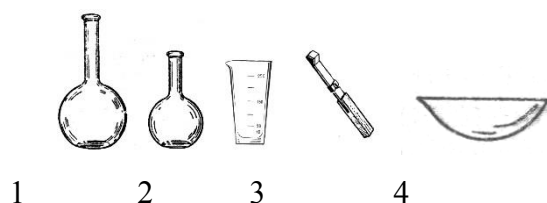
25. Назвати зображене на малюнку хімічне обладнання та вказати його призначення.



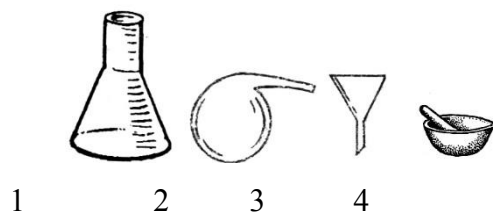
26. Назвати зображене на малюнку хімічне обладнання та вказати його призначення.



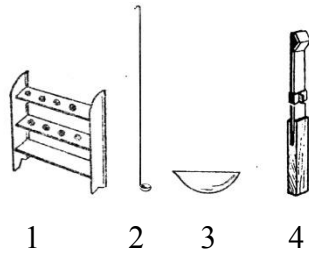
27. Назвати зображене на малюнку хімічне обладнання та вказати його призначення.



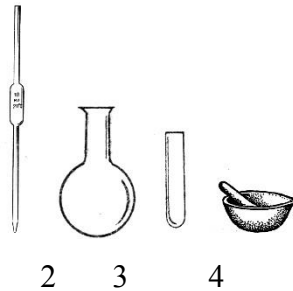
28. Назвати зображене на малюнку хімічне обладнання та вказати його призначення.



29. Назвати зображене на малюнку хімічне обладнання та вказати його призначення.



30. Назвати зображене на малюнку хімічне обладнання та вказати його призначення.



31. Складіть кросворд на тему “Правила техніки безпеки в хімічному кабінеті”.

32. Вставити пропущені слова в речення, що відповідають основним правилам техніки безпеки, яких слід дотримуватися під час роботи в кабінеті хімії.

- а) Речовини пробувати на смак ...
- б) ... не можна брати в руки.
- в) На посуді, в якому зберігаються реактиви обов'язково повинні бути ...

33. Вставити пропущені слова в речення, що відповідають основним правилам техніки безпеки, яких слід дотримуватися під час роботи в кабінеті хімії.

- а) Особливо обережними слід бути під час роботи з ... та ...
- б) Для ознайомлення з запахом речовини необхідно долонею зробити рух від ... до ...
- в) ... для дослідів беріть лише в тих кількостях, які зазначені в інструкції.

34. Закінчити речення, що відповідають основним правилам техніки безпеки в кабінеті хімії.

- а) Виконувати слід лише ті хімічні досліді, які ...
- б) Не можна вживати в хімічному кабінеті ...
- в) Надлишок узятго реактиву ні в якому разі не ...

35. Закінчити речення, що відповідають основним правилам техніки безпеки в кабінеті хімії.

- а) Уважно читайте етикетку на посудині ...
- б) Наливаючи розчин, посудину з реактивом беріть так, щоб ...
- в) Посудину, з якої взяли реактив, відразу ...

36. Закінчити речення, що відповідають основним правилам техніки безпеки в кабінеті хімії.

- а) Будьте особливо уважні при роботі з ... Якщо розчин лугу потрапив на руку ...
- б) Гарячі предмети ставте ...
- в) Відпрацьовані реактиви зливайте ...

37. Вставити пропущені слова в речення, що відповідають основним правилам техніки безпеки, яких слід дотримуватися під час роботи в кабінеті хімії.

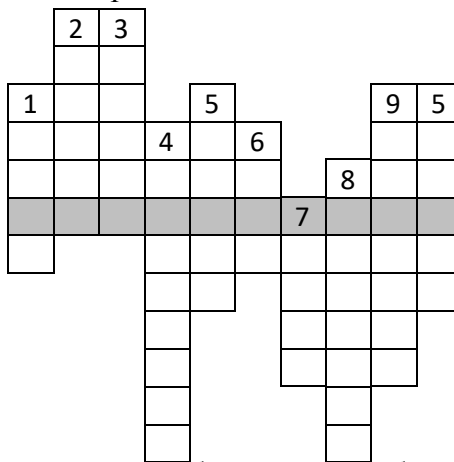
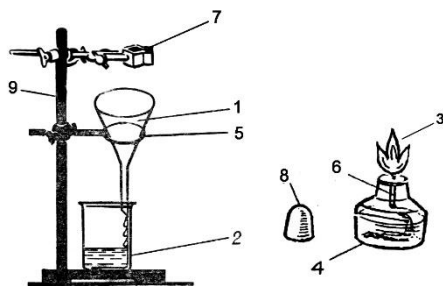
а) Виконуйте тільки ті хімічні ..., які узгоджені з ..., під його наглядом або наглядом лаборанта.

- б) Посудину, з якої взяли ..., відразу закрийте і поставте на місце.
- в) Під час нагрівання рідини стежте, щоб не ... стінки посудини над рідиною.

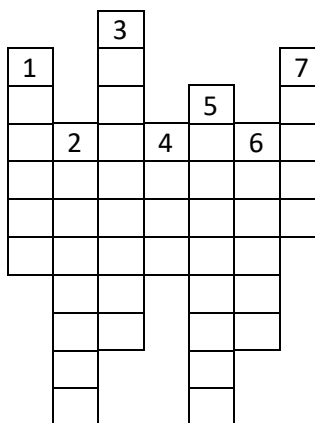
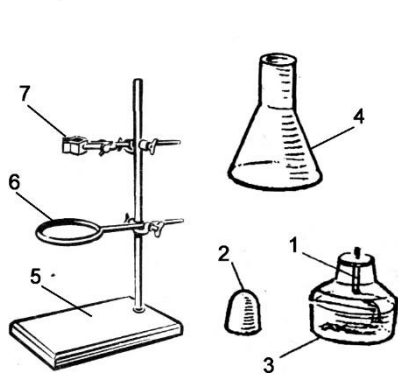
38. Яку першу медичну допомогу необхідно надати товаришеві в разі:

- а) термічного опіку;
- б) опіку кислотою;
- в) отруєння (попаданні небезпечних речовин у шлунок).

39. Впишіть у кросворд назви лабораторного обладнання, зображеного на малюнку. Ключовим словом є назва опери відомого російського хіміка і композитора А.П.Бородіна.



40. Впишіть у кросворд назви лабораторного обладнання, зображеного на малюнку. Ключовим словом є прізвище відомого російського хіміка і композитора.



41. Почніть рух з верхньої лівої клітинки і рухайтесь горизонтально (вліво або вправо), або вертикально (вгору чи вниз), пройдіть всі клітинки таким чином, щоб із букв, що в клітинках, скласти правило з техніки безпеки. Кожна клітинка використовується лише один раз.

н	р	е	н	и	о	б	н	а	!
і	і	ч	и	н	р	у	е	с	к
я	к	о	в	е	п	й	т	м	а

42. Почніть рух з верхньої лівої клітинки і рухайтесь горизонтально (вліво або вправо), або вертикально (вгору чи вниз), пройдіть всі клітинки таким чином, щоб із букв, що в клітинках, скласти правило з техніки безпеки. Кожна клітинка використовується лише один раз.

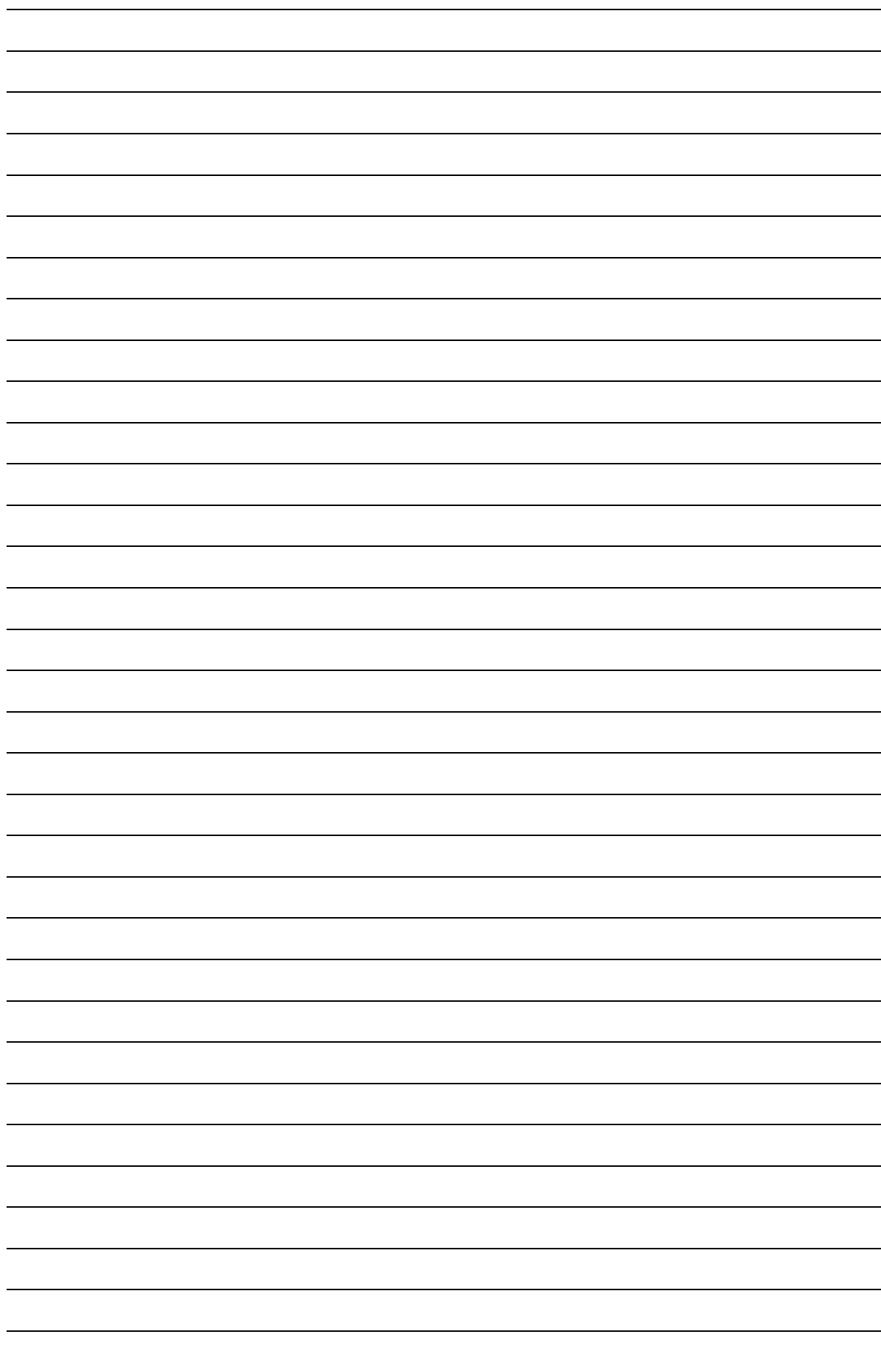
в	у	й	і	д	о	у	з	у	ч	и	т	е	о	н	а	н	т
и	н	т	н	ч	с	і	г	з	п	м	е	л	б	а	г	а	а
к	о	е	т	і	л	к	о	о	і	о	н	д	о	м	л	р	
к	ь	л	і	м	і	я	д	н	д	г	а	я	о	д	я	о	
и	т	і	х	і	д	,	ж	е	й	о	г	л	м	л	а	б	

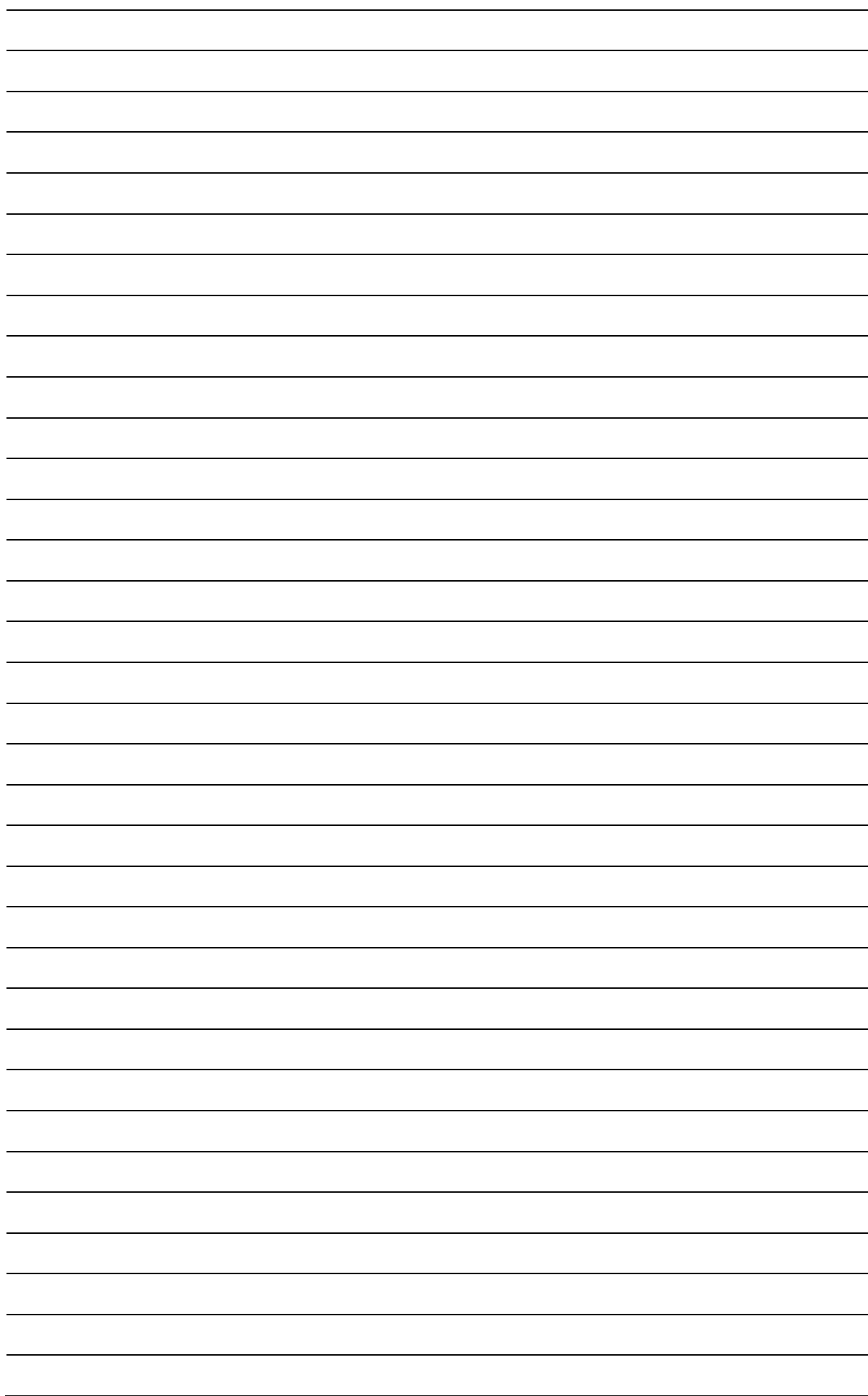
43. Почніть рух з верхньої лівої клітинки і рухайтесь горизонтально (вліво або вправо), або вертикально (вгору чи вниз), пройдіть всі клітинки таким чином, щоб із букв, що в клітинках, скласти правило з техніки безпеки. Кожна клітинка використовується лише один раз.

г	а	с	т	а	в	т	е	р	н	у	к	у	і	д	к	у
я	р	и	т	е	м	е	к	а	ч	п	т	а	п	с	в	
ч	і	п	р	е	д	н	а	м	і	л	и	б	о	т	а	

44. Почніть рух з верхньої лівої клітинки і рухайтесь горизонтально (вліво або вправо), або вертикально (вгору чи вниз), пройдіть всі клітинки таким чином, щоб із букв, що в клітинках, скласти правило з техніки безпеки. Кожна клітинка використовується лише один раз.







## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

**Тема:** Основні хімічні поняття та закони. Класифікація і номенклатура неорганічних сполук.

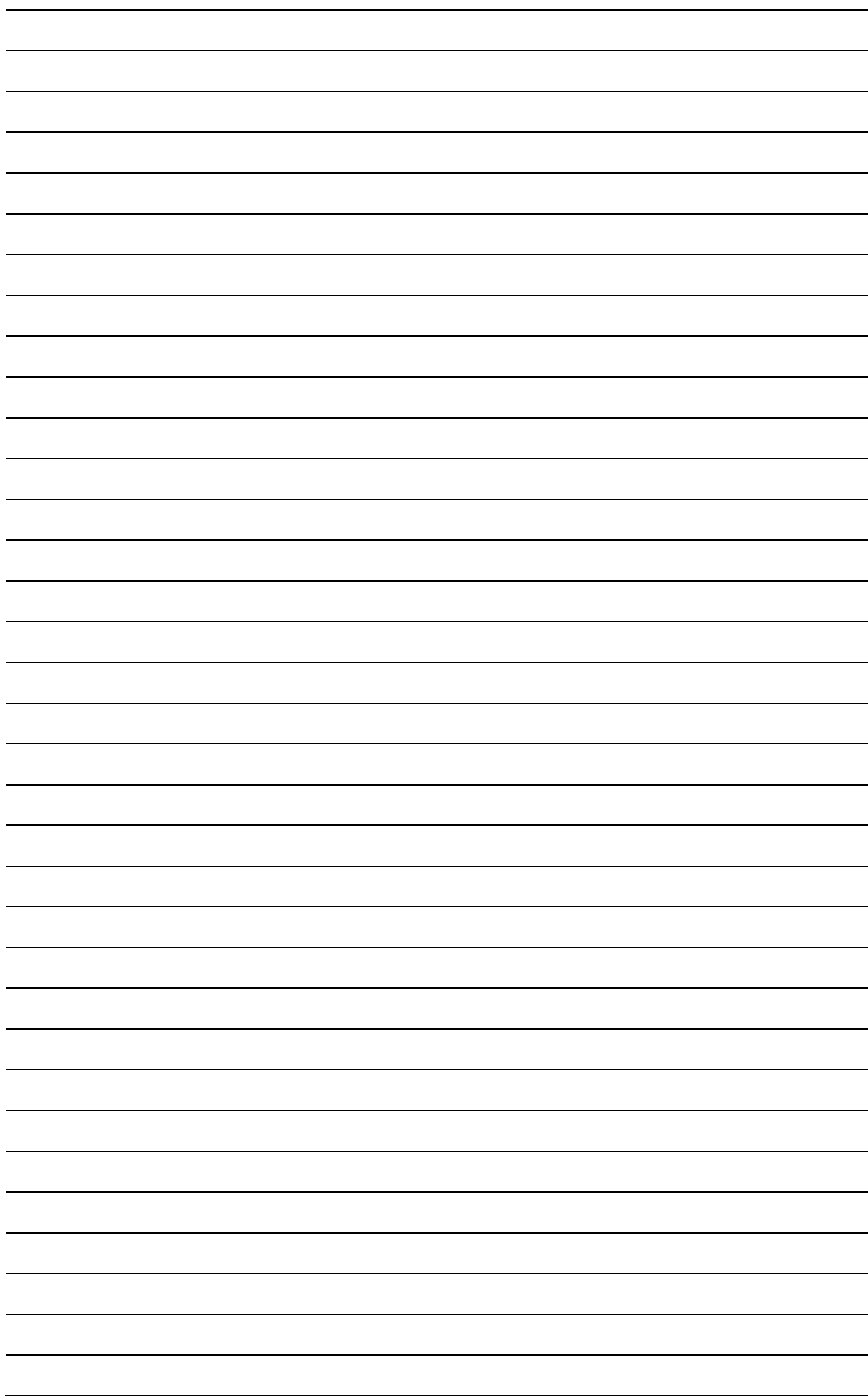
**Мета:** сформувати уявлення про основні класи неорганічних сполук, засвоїти основні поняття, що стосуються їх складу, структури, хімічних властивостей, поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються основних хімічних понять та законів.

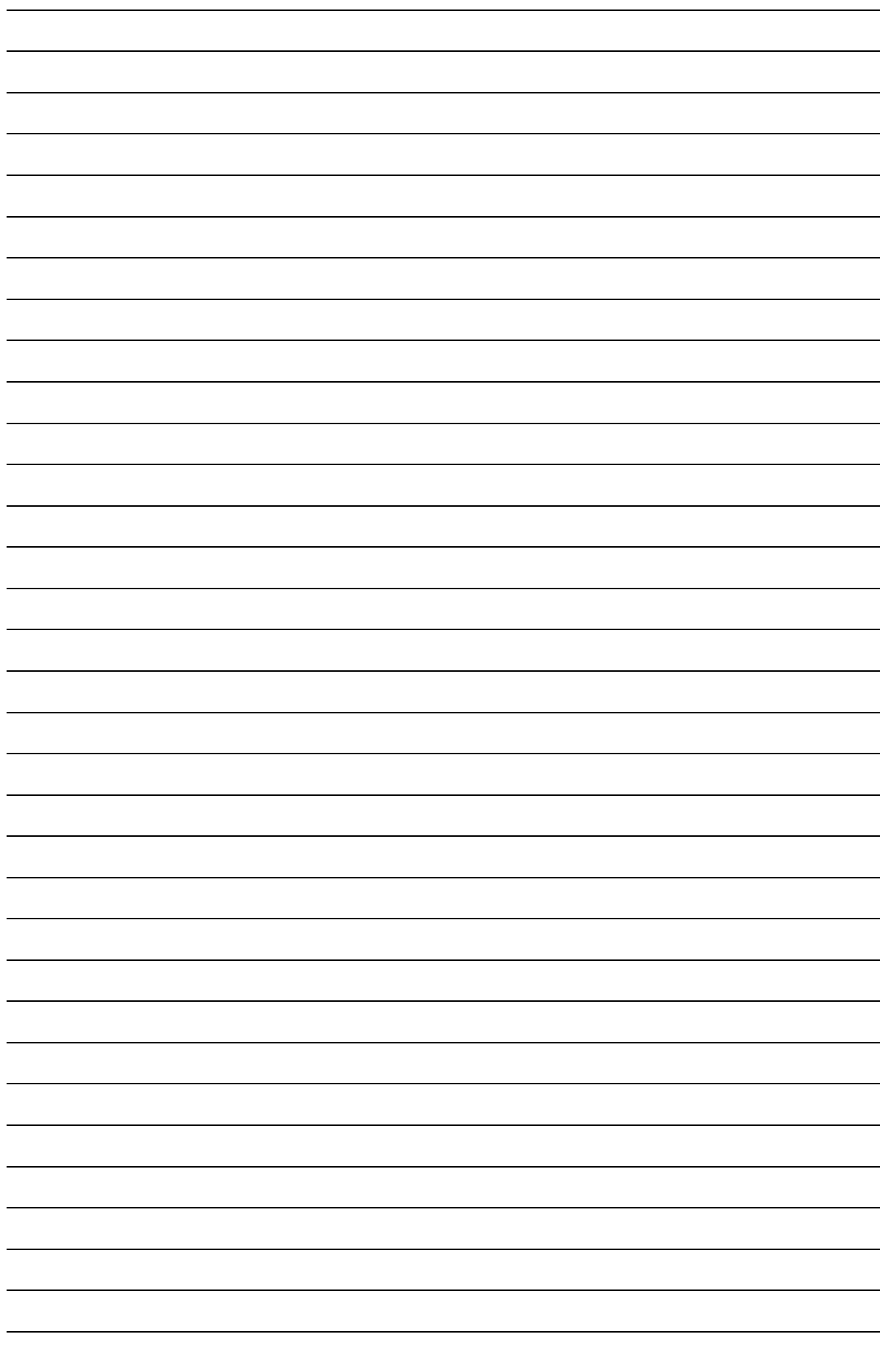
### Завдання для самостійної підготовки студентів

1. Дати визначення основних хімічних понять (атом, молекула, елемент, речовина, еквівалент, атомна і молекулярна маса, хімічна реакція).
2. Основні хімічні закони.
3. Моль – одиниця кількості речовини. Молярна маса і молярний об'єм.
4. Класифікація та номенклатура неорганічних сполук.
5. Класифікація складних речовин за функціональними ознаками:
  - а) оксиди: номенклатура, класифікація, добування, властивості;
  - б) основи: номенклатура, класифікація, добування, властивості;
  - в) кислоти: номенклатура, класифікація, добування, властивості;
  - г) солі: номенклатура, класифікація, добування, властивості.

### Тьюторські завдання

1. Маса молекули хлорофілу дорівнює  $1,485 \cdot 10^{-18}$  мг. Обчисліть молярну масу хлорофілу.
2. Якій кількості речовини відповідає маса оксиду заліза (II, III)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , рівна 3,48 г?
3. Обчисліть масу 0,250 моль дисульфіді заліза  $\text{FeS}_2$ .
4. Де знаходиться більше число молекул: у 0,160 г оксиду сірки (VI) чи в 0,130 г оксиду сірки (IV)? Відповідь підтвердіть розрахунками.
5. Де знаходиться більше число атомів: у 4,60 г оксиду заліза (III) чи в 4,00 г оксиду заліза (II)? Відповідь підтвердіть розрахунками.





## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

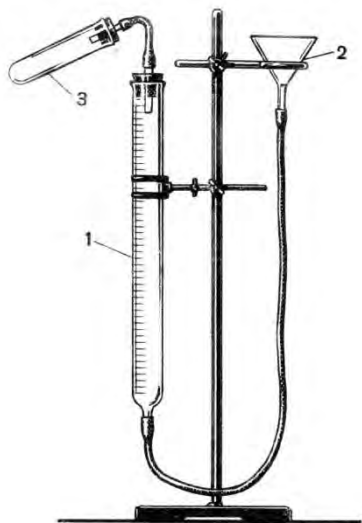
### **Тема: Визначення еквівалентної маси магнію методом витіснення**

**Мета:** поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються еквіваленту речовини та закону еквівалентів; набути навички навчально-дослідницької роботи, вміння робити спостереження і відповідні висновки з них.

### **Завдання для самостійної підготовки студентів**

1. Хімічний еквівалент. Закон еквівалентів. Методи визначення їх.
2. Еквівалентна маса. Молярна маса еквівалента.
3. Співвідношення між молярною масою еквівалента та молярною масою еквівалента.

1. Зібрати прилад по рис. 1. Прилад, що складається з бюретки 1 (ємністю 50 мл), з'єднаної за допомогою гумових трубок з лійкою 2 і пробіркою 3, закріпити в штативі. Бюретку і пробірку щільно закрити пробками, через які проходять скляні трубки.



*Рис. 1.* Прилад для визначення еквівалентної маси металу:

1 — бюретка; 2 — лійка; 3 — пробірка.

Для того, щоб перевірити прилад на герметичність, необхідно в бюретку налити воду, що заповнює також і гумову трубку, що з'єднує бюретку з лійкою. Потім бюретку закрити пробкою, з'єднати з пробіркою і помітити рівень води в бюретці. Опусканням кільця штатива перемістити лійку вниз. Якщо прилад герметичний, то в перший момент при опусканні лійки рівень води в бюретці трохи знижується, але потім залишається постійним. Якщо ж рівень води буде знижуватися безупинно, це означає, що прилад пропускає повітря і варто виправити дефекти, допущені при його зборці.

Перед початком досліду перевірити прилад на герметичність.

### **Проведення досліду**

Зважити шматочок стрічки магнію близько 0,3 г. Вийняти пробку з пробірки і пересуванням лійки установити рівень води в бюретці на нульовому розподілі або трохи нижче.

Відміряти 5 мл розведеної сірчаної кислоти і влити в пробірку через лійку (**чому?**). Покласти стрічку магнію на суху стінку пробірки так, щоб магній не стикався із сірчаною кислотою. Приєднати пробірку до приладу, щільно закривши її пробкою. Потім

пересуванням лійки привести воду в бюретці й у лійці до однакового рівня (**навіщо?**). Відзначити і записати рівень води в бюретці, зробивши відлік по нижньому меніску рідини з точністю до 0,1 мл.

Стряхнути магній у сірчану кислоту. Що відбувається?

По закінченні реакції дати пробірці охолонути до кімнатної температури, після чого знову привести воду в бюретці і лійці до однакового рівня, відзначити і записати рівень води в бюретці.

Відзначити і записати показання кімнатного термометра і барометра (1 мм рт. ст = 133,3 Па) під час досліду.

*Форма запису спостережень*

1. Маса магнію —  $m$  (г).
2. Температура —  $t^\circ$  (С).
3. Атмосферний тиск —  $p$  (кПа).
4. Тиск насиченої водяної пари (табл. 1) —  $h$  (кПа).
5. Рівень води в бюретці до реакції —  $a_1$  (мл).
6. Рівень води в бюретці після реакції —  $a_2$  (мл).

*Обробка результатів*

1. Обчислити об'єм водню ( $y$  мл), витиснутого магнієм при температурі і тиску  $p$ .
2. Обчислити парціальний тиск водню:  $p_{H_2} = p_{атм} - h$
3. Привести знайдений об'єм водню до нормальних умов, використовуючи об'єднане рівняння газового стану. Варто врахувати, що водень зібраний над водою, тому в рівняння замість  $p$  варто поставити  $p_{H_2}$ .
4. Обчислити масу водню, що виділився.
5. Розрахувати еквівалентну масу магнію.
6. Визначити абсолютну і відносну помилку досліду.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Тьюторські завдання

1. Розрахуйте молярну масу еквівалентів деякого неметалу, якщо відомо, що його зразок масою 1,0 г повністю згоряє в кисні, маса якого також дорівнює 1,0 г. Назвіть неметал, якщо ступінь його окиснення в оксиді дорівнює +4.

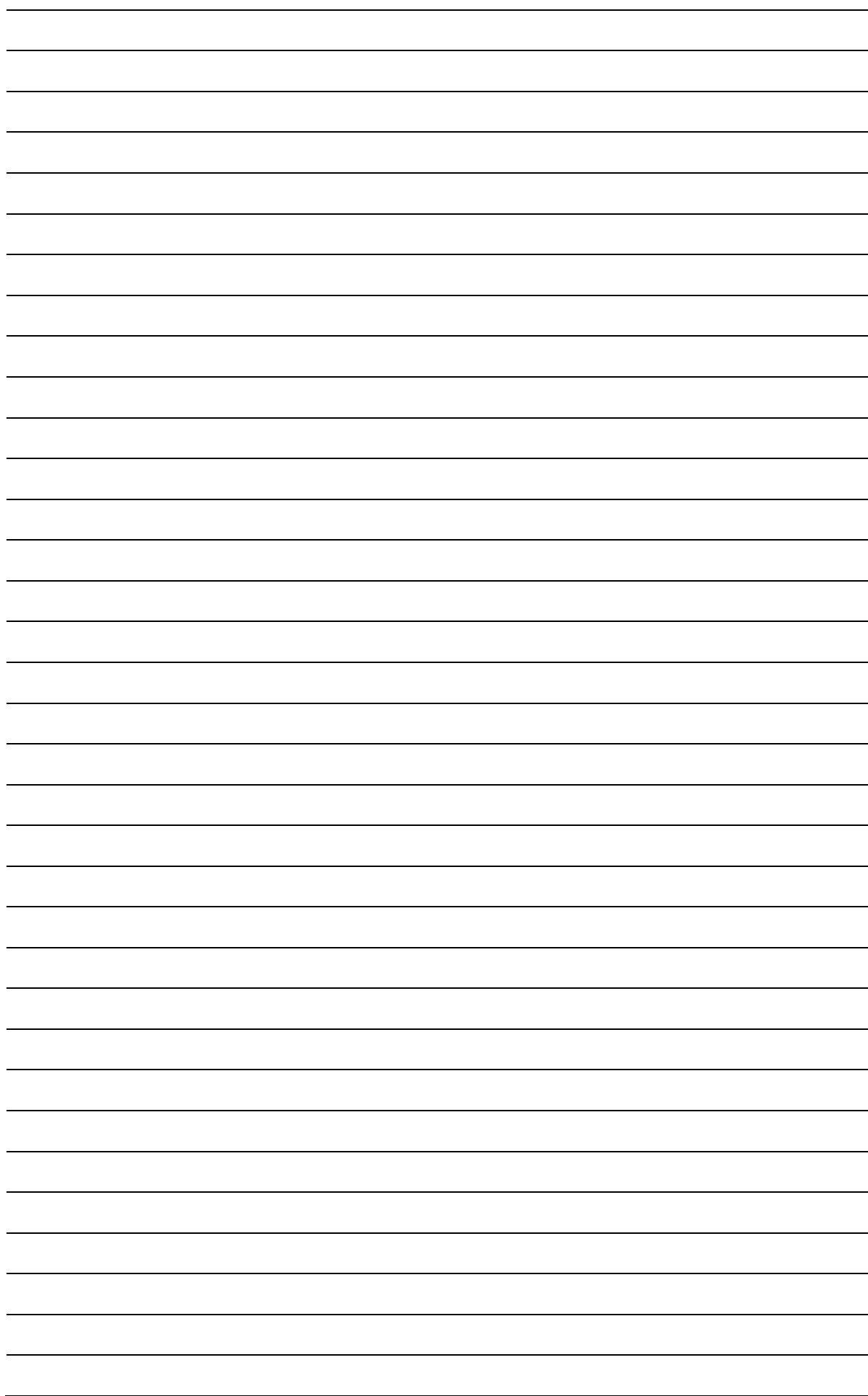
2. При розчиненні в кислоті деякого металу масою 1,8 г виділилося 2,24 л (н. у.) водню. Визначте молярну масу еквівалентів цього металу.

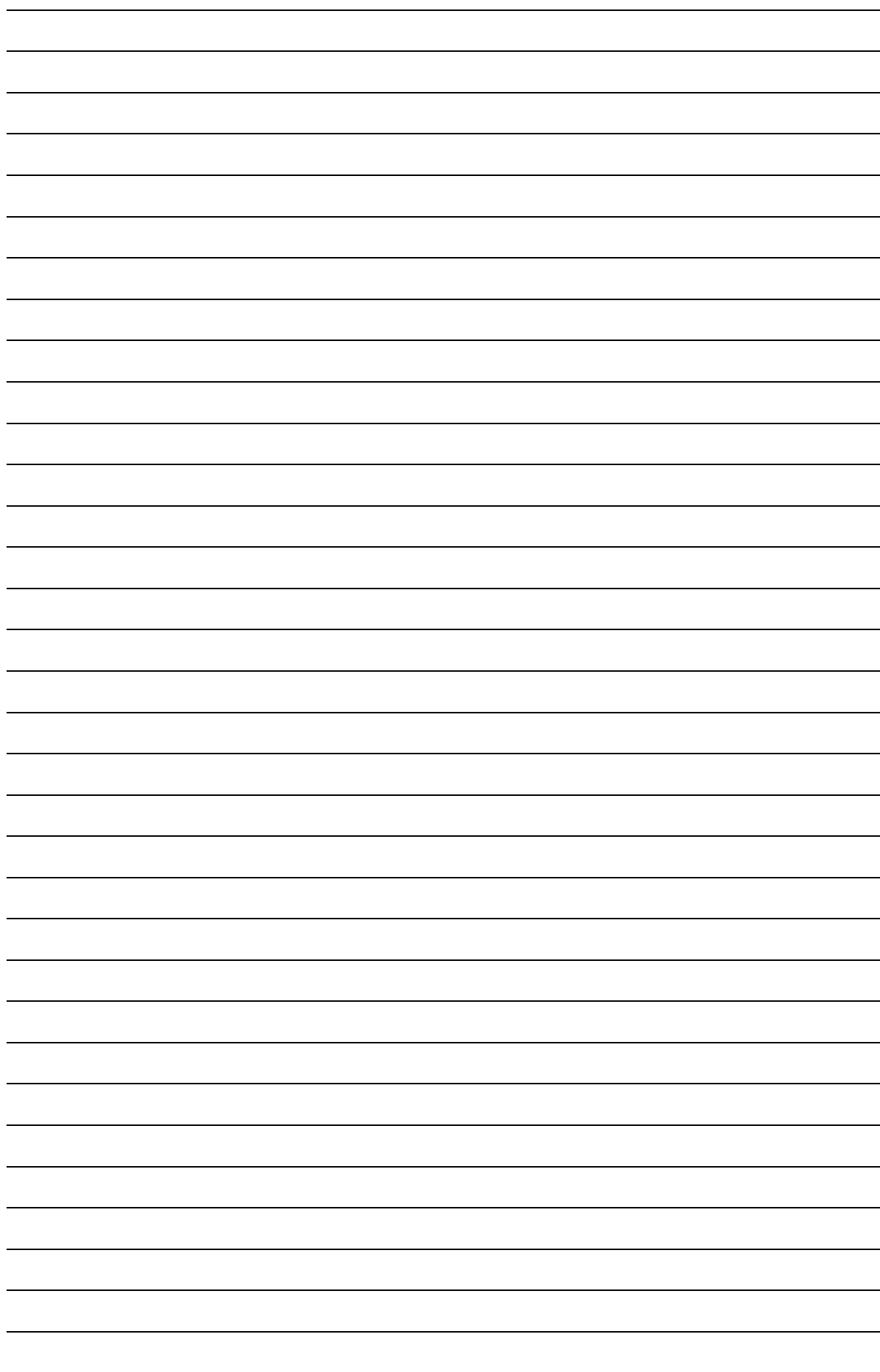
3. Один із металів групи ІІА періодичної системи елементів масою 2,25 г при взаємодії із хлоридною кислотою витісняє 6,01 л водню при 20<sup>0</sup>С і 1,013•10<sup>5</sup> Па. Назвіть метал.

4. Розрахуйте молярну масу еквівалентів одного з металів групи ІІА періодичної системи елементів, якщо при сполученні 3,6 г цього металу з хлором було отримано 14,1 г солі. Молярна маса еквівалентів Хлору дорівнює 35,5 г/моль. Назвіть метал.

5. Один із металів групи ІІІА періодичної системи елементів утворює оксид, масова частка металу в якому складає 52,94 %. Назвіть метал.







## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

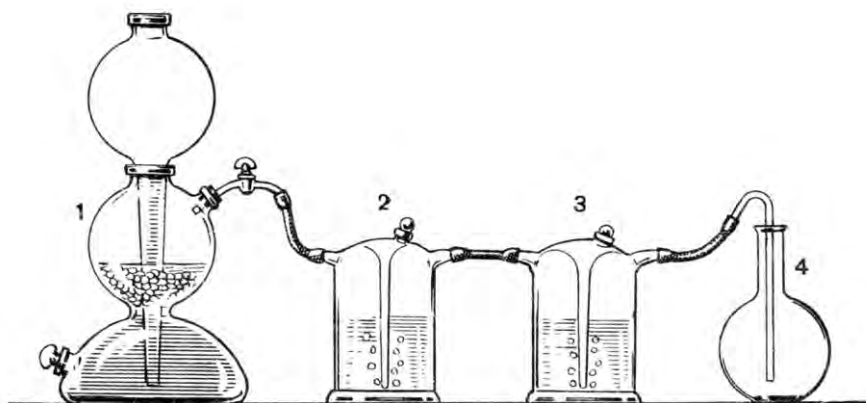
### *Тема: Визначення відносної молекулярної маси $CO_2$*

**Мета:** поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються молярної маси; методів визначення атомних і молярних мас; набути навичок навчально-дослідницької роботи, вміння робити спостереження і відповідні висновки з них.

### **Завдання для самостійної підготовки студентів**

1. Методи визначення відносних молекулярних мас газоподібних речовин.
2. Методи визначення атомних і молярних мас.

Установка (рис. 2) складається з апарата Кіппа 1, зарядженого шматочками мармуру і соляною кислотою, двох послідовно з'єднаних склянок Тищенко 2 і 3 (склянка 2 заповнена водою для очищення оксиду вуглецю (IV) від хлороводню і від механічних домішок, склянка 3 – сірчаною кислотою для осушення газу) і колби 4 ємністю 250 мл для збирання оксиду вуглецю (IV).



*Рис. 2.*

Установка для одержання і очищення оксиду вуглецю (IV):  
1 – апарат Кіппа; 2, 3 – склянки Тищенко;  
4 – колба-приймач.

### **Проведення досліду**

Вимити і висушити колбу. Підібрати до неї пробку і відзначити рівень, до якого входить пробка в горло колби (надіти на горло колби гумове кільце або зробити мітку олівцем по склу). Зважити колбу з пробкою з точністю до 0,01 г. Дані записати. Наповнити колбу оксидом вуглецю (IV), опустивши газовідвідну трубку до дна колби. Закрити колбу пробкою (пробка повинна входити на ту ж глибину, що і при зважуванні колби) і знову зважити. Щоб бути упевненим у тому, що повітря з колби цілком витиснуто і вона цілком наповнена оксидом вуглецю (IV), треба, зваживши колбу, ще раз на кілька хвилин опустити в неї газовідвідну трубку, пропустити газ і знову зважити колбу, повторюючи цю операцію до одержання постійної маси колби з газом. Значення маси колби з оксидом вуглецю (IV) записати.

Визначити об'єм колби, наповнивши її водою до пробки, вимірити потім об'єм води мірним циліндром і записати результати. Відзначити і записати показання термометра і

барометра під час досліду.

*Форма запису спостережень*

1. Маса колби (із пробкою) з повітрям —  $m_1$  (г).
2. Маса колби (із пробкою) з оксидом вуглецю (IV) —  $m_2$  (г).
3. Об'єм колби —  $V$  (мл).
4. Температура —  $t$  (°C).
5. Тиск —  $p$  (кПа).

*Обробка результатів*

1. Об'єм повітря в колбі  $V$  привести до нормальних умов ( $T_0 = 273$  К,  $p_0 = 101,3$  кПа) по формулі

$$V_0 = \frac{V \cdot p \cdot T_0}{p_0 \cdot T}$$

де  $V$  — об'єм колби,  $p$  — атмосферний тиск,  $T$  — температура кімнати у Кельвінах ( $p_0 = 101,3$  кПа,  $T_0 = 273$  К).

2. Обчислити масу повітря  $m_3$ , що знаходився в колбі, знаючи, що маса 1 л повітря при нормальних умовах 1,29 г.

3. Обчислити масу оксиду вуглецю (IV)  $m_{CO_2}$  в колбі:

$$m_{CO_2} = m_2 - (m_1 - m_3)$$

4. Обчислити густину оксиду вуглецю (IV) по повітрю:

$$D_{II} = \frac{m_{CO_2}}{m_3}$$

5. Обчислити відносну молекулярну масу оксиду вуглецю (IV):

$$M_r = 29 D_{II}$$

6. Обчислити відносну помилку досліду у відсотках:

$$\text{помилка у (\%)} = \frac{M_{r_{\text{теор}}} - M_r}{M_{r_{\text{теор}}}} \cdot 100\%$$

---

---

---

---

---

---

---

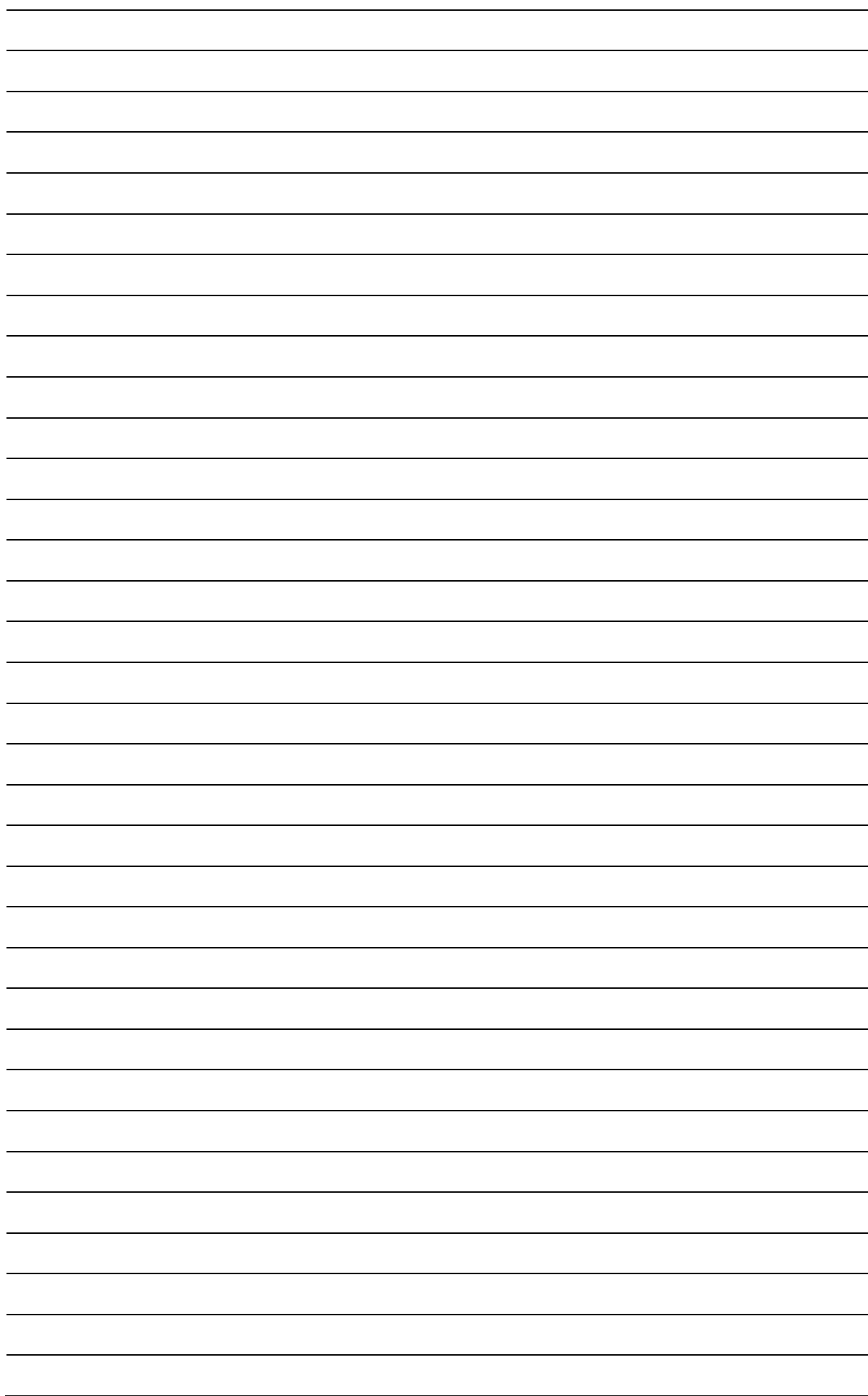
---

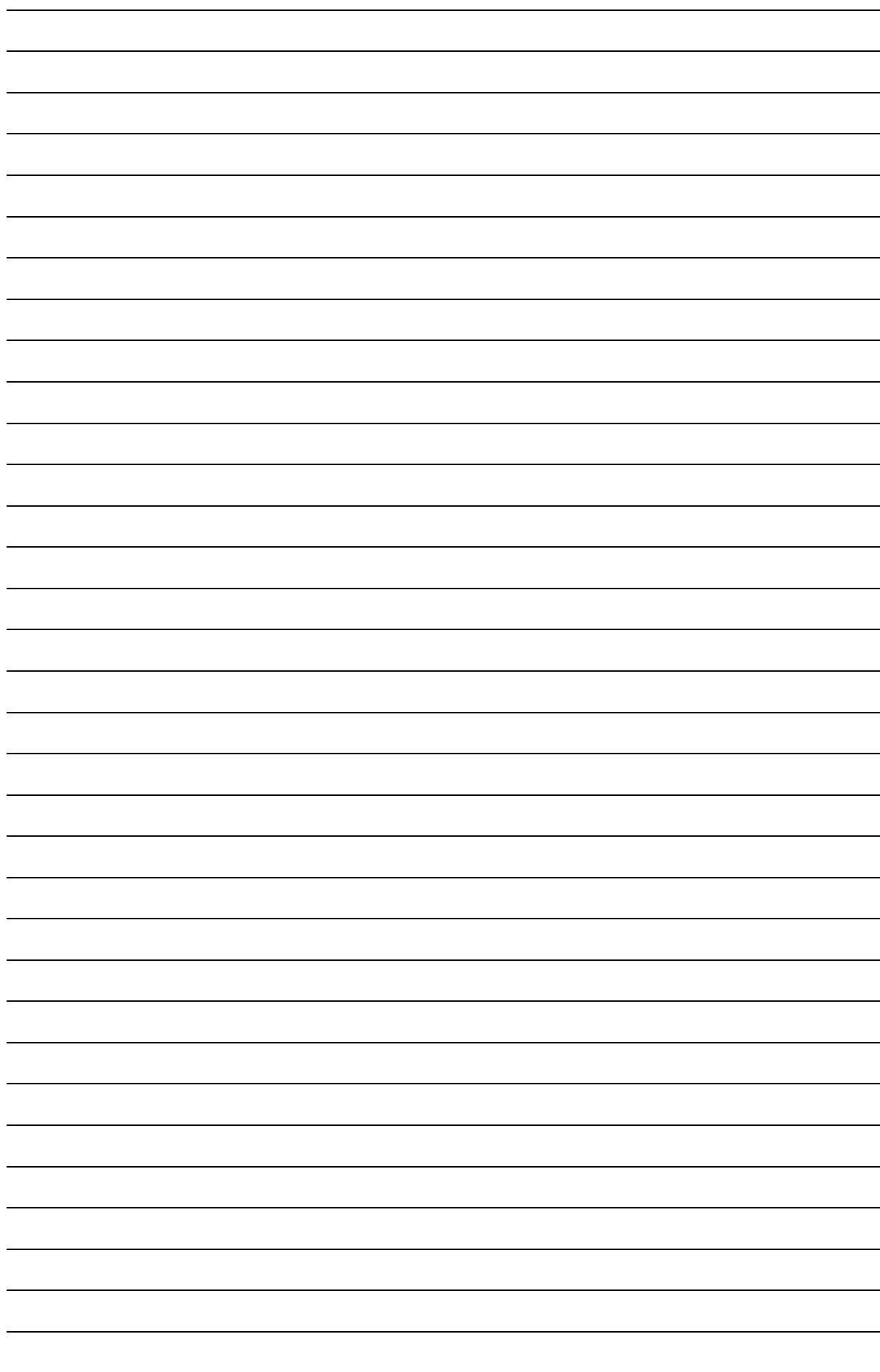
---

---

### Тьюторські завдання

1. Частка деякого елемента в молекулі однієї з хімічних сполук складає 24 а.о.м. цього елемента, а в іншій його сполучі – 36 а.о.м. Яка відносна атомна маса цього елемента, якщо відомо, що вона більша 10?
2. Після „розчинення” 10 г барій карбонату у соляній кислоті і випарювання одержаного розчину досуха добуто 12,4 г кристалогідрату солі. Яка формула кристалогідрату?
3. Визначте формулу сполуки, що містить невідомий елемент, гідроген, нітроген і оксиген у масовому співвідношенні 12:5:14:48.
4. Обчисліть відносну атомну масу Магнію за такими даними: маса атома Магнію  $4 \cdot 10^{-23}$  г, маса атома Карбону  $2 \cdot 10^{-23}$  г.
5. Під час прожарювання 3,31 г нітрату двовалентного елемента виділилось 0,56 л суміші нітроген (IV) оксиду (за н.у.). Нітрат якого елемента брали для досліду?





## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

**Тема:** Хімічна формула, вивід її за даними аналізу. хімічні рівняння, стехіометричні розрахунки за ними

**Мета:** поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються встановлення формул хімічних сполук.

### Завдання для самостійної підготовки студентів

1. Встановлення формул хімічних сполук. Масова частка елемента в складній речовині.
2. Виведення хімічної формули речовини за масовою часткою елементів, що входять до її складу.
3. Рівняння хімічних реакцій та стехіометричні розрахунки.

### Тьюторські завдання

1. Визначити, в якому з двох оксидів масова частка Сульфуру більша: у сульфур(IV) оксиді (молекула складається з одного атома Сульфуру і двох атомів Оксигену) чи сульфур(VI) оксиді (молекула складається з одного атома Сульфуру і трьох атомів Оксигену). Знайти масове співвідношення елементів у цих сполуках.
2. Визначити, в якому з двох оксидів масова частка Карбону більша: у карбон(II) оксиді (молекула складається з одного атома Карбону й одного атома Оксигену) чи Карбон(IV) оксиді (молекула складається з одного атома Карбону і двох атомів Оксигену). Знайти масове співвідношення елементів у цих сполуках.
3. Порівняти масові частки Феруму в речовинах, якісний і кількісний склад яких такий:
  - а) два атоми Феруму і три атоми Оксигену;
  - б) один атом Феруму і два атоми Хлору.Знайти масове співвідношення елементів у цих сполуках.
4. До складу речовини входять атоми Феруму й Сульфуру в масовому співвідношенні 7:4. Визначте формулу речовини, її молекулярну масу і масові частки елементів у речовині.
5. Вивести формулу одного з оксидів Сульфуру, масова частка Сульфуру в якому становить 40%, а Оксигену – 60%.
6. Вивести хімічну формулу аргентум карбонату, якщо відомо, що до його складу входить 0,7826 масових часток Аргентуму, 0,0434 масових часток Карбону та 0,174 масових часток Оксигену.



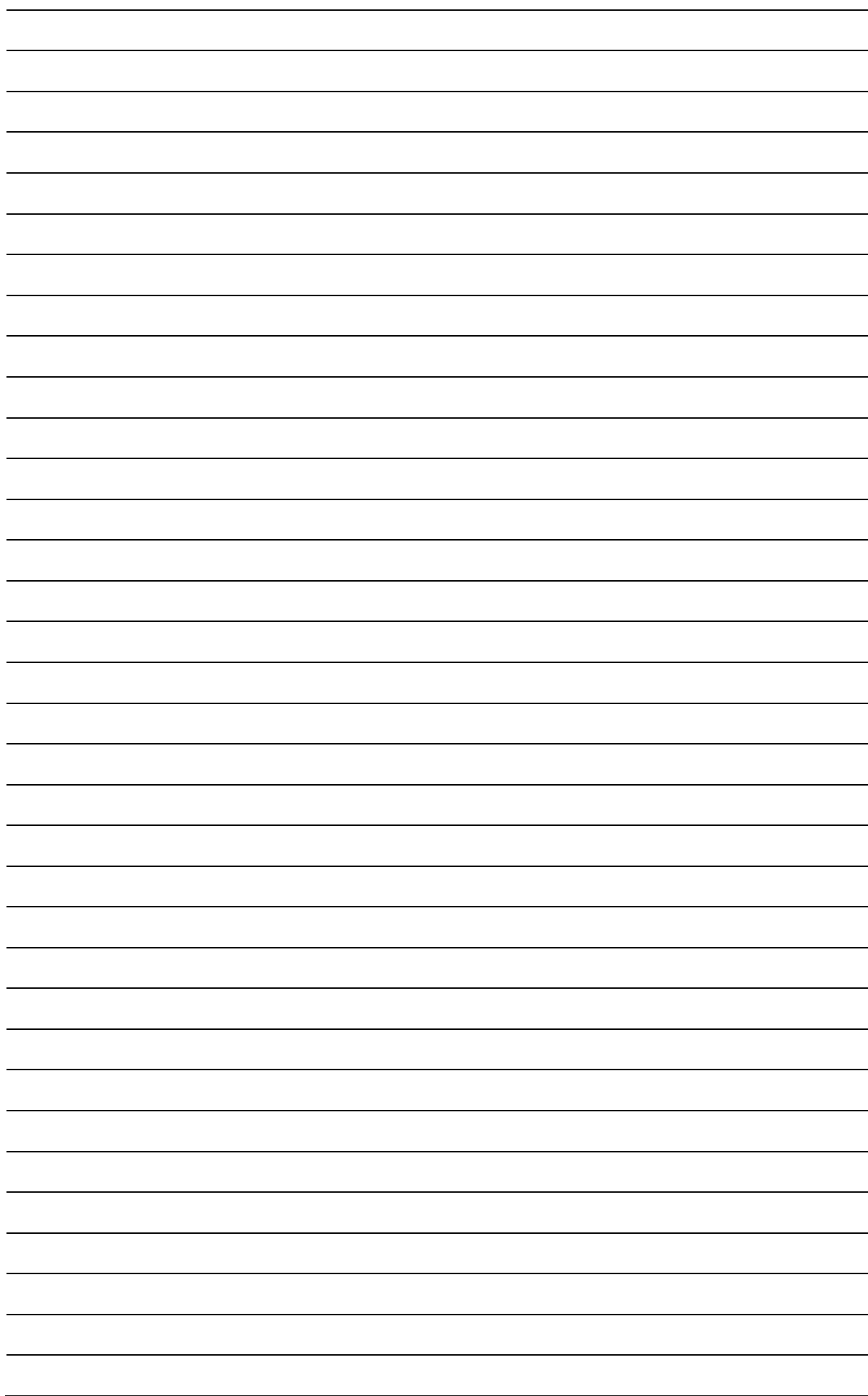
7. Мідні руди вважають багатими, якщо масова частка Міді в руді становить більше 3%, і бідними, якщо вміст Міді менше 2%. До багатих чи бідних руд можна віднести руди міді, що містять:

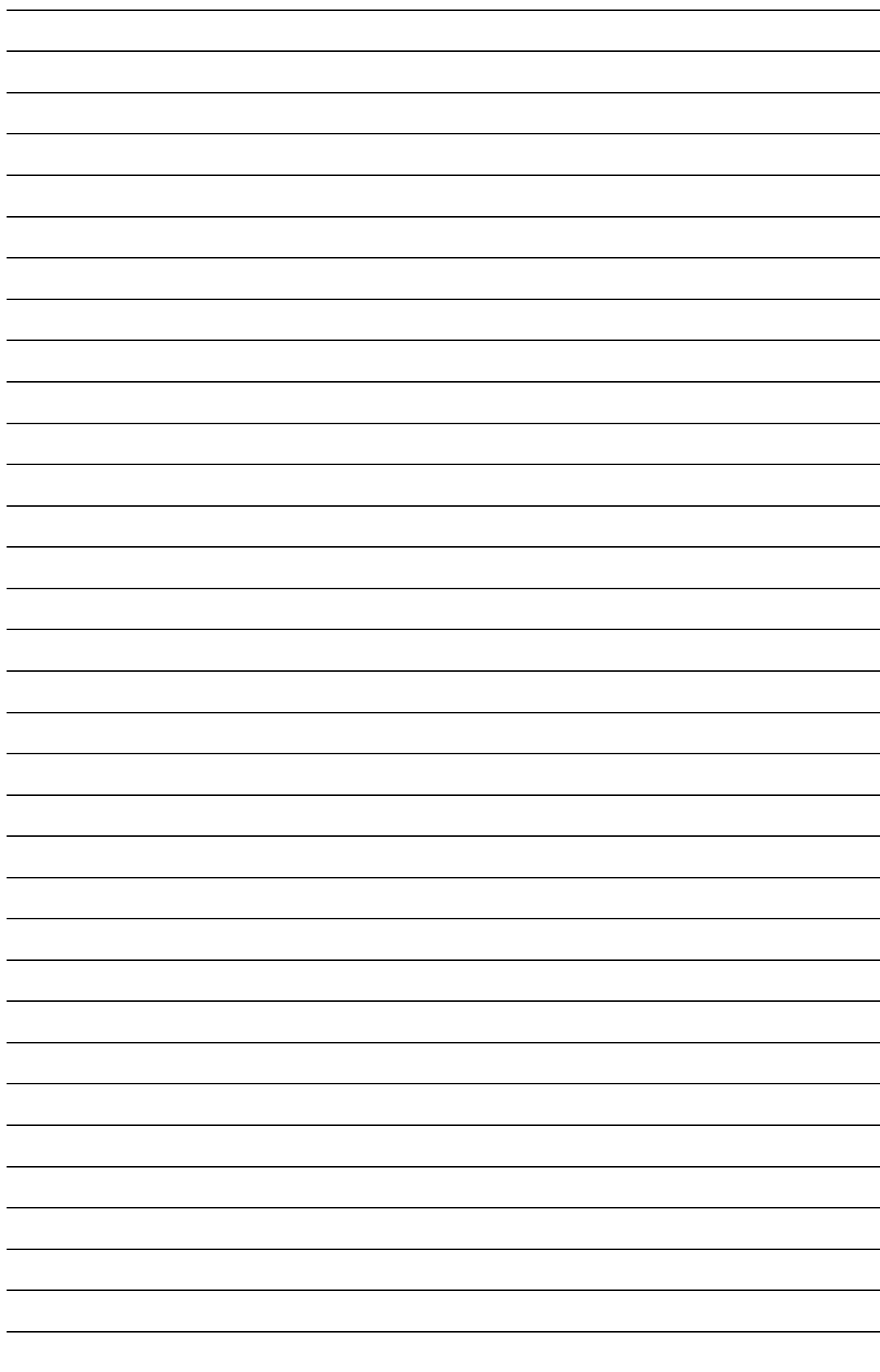
- а) 4% халькозиту  $\text{Cu}_2\text{S}$ ;
- б) 5% борніту  $\text{Cu}_2\text{FeS}_3$ ;
- в) 4% халькопіриту  $\text{CuFeS}_2$ ?

8. Внесення 0,5 кг Бору на гектар площі повністю виліковує льон від бактеріозу і підвищує врожай насіння і волокна льону. Обчисліть, яка кількість бури  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  необхідна для внесення в ґрунт такої кількості Бору на 2 га?

9. Вищий оксид елемента має загальну формулу  $\text{EO}_2$ . Відносна молекулярна маса цього оксиду становить 60. Назвіть хімічний елемент.

10. Обчисліть масу Нітрогену, що міститься в 65,6 г  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ . Визначте масову частку Нітрогену в цій сполуці.





## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

### **Тема: Будова атома**

**Мета:** поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються експериментальних обґрунтувань уявлень про складність будови атома; корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок; ознайомитись з поняттям про електронну хмару та атомну орбіталь; квантовими числами як параметрами, що визначають стан електрона в атомі; з будовою ядра атома та принципами заповнення орбіталей в атомах.

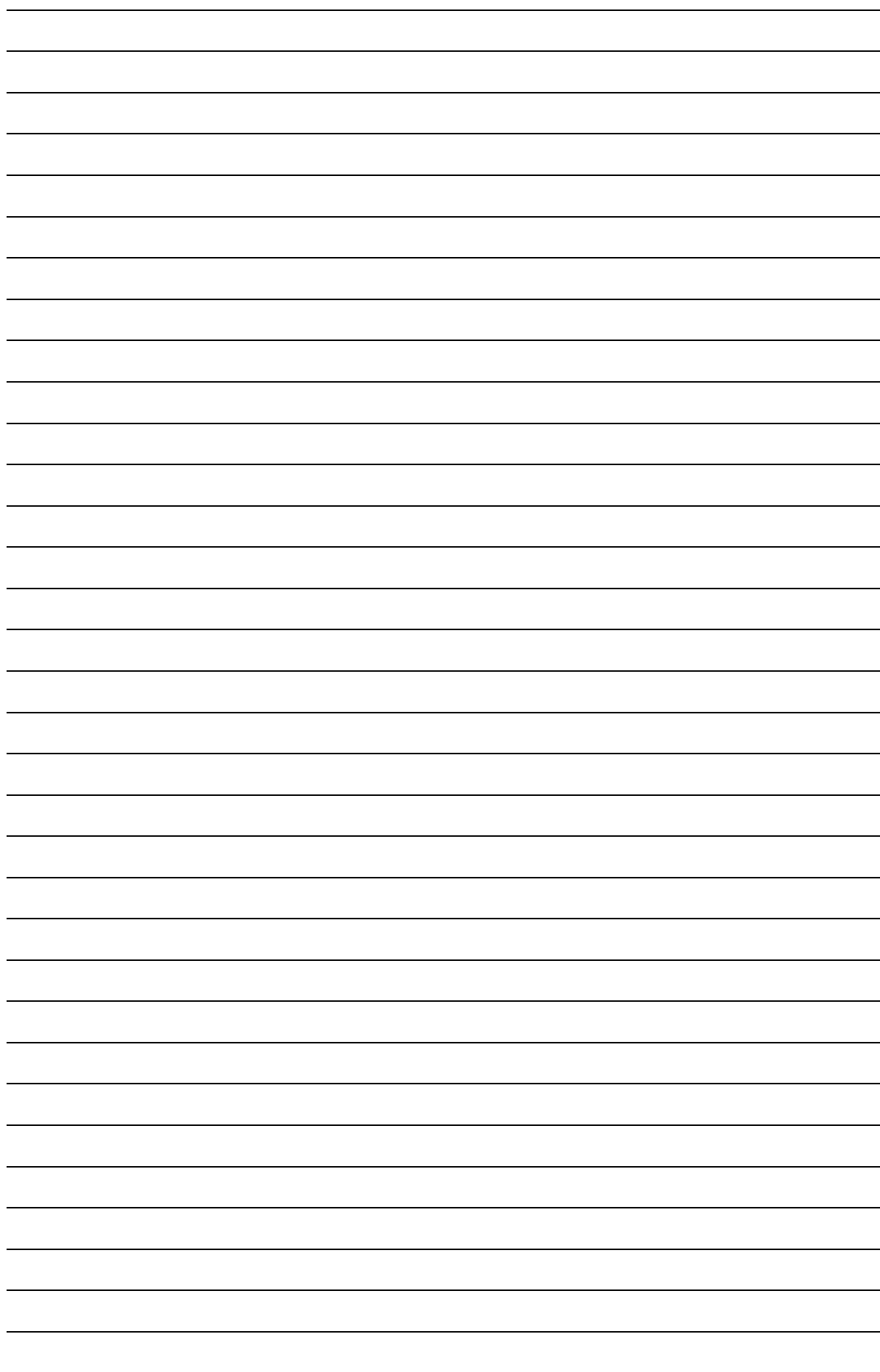
### **Завдання для самостійної підготовки студентів**

1. Експериментальні обґрунтування уявлень про атом як складну систему.
2. Квантова механіка і корпускулярно-хвильовий дуалізм випромінювання. Кванти, рівняння Планка.
3. Корпускулярно-хвильовий дуалізм частинок. Хвилі де Бройля. Принцип невизначеності В. Гейзенберга.
4. Квантові числа як параметри, що визначають стан електрона в атомі. Фізичний зміст квантових чисел.
5. Поняття про електронну хмару. Атомні орбіталі, форми і просторова орієнтація.
6. Багатоелектронні атоми. Принципи заповнення орбіталей в атомах.
7. Ядро як динамічна система протонів і нейтронів. Природна радіоактивність. Ядерні реакції і перетворення хімічних елементів.

### **Тьюторські завдання**

1. Запишіть та порівняйте електронні та електронно-графічні формули елементів, які мають таку будову зовнішнього електронного шару:
  - а)  $\dots 3s^1$  і  $\dots 2s^2 2p^5$ ;
  - б)  $\dots 1s^1$  і  $\dots 2s^2 2p^6$ ;
  - в)  $\dots 3s^2 3p^6$  і  $\dots 2s^2 2p^3$ ;
  - г)  $\dots 3s^2 3p^1$  і  $\dots 3s^2 3p^4$ ;
2. У якому випадку наведені нижче електронні формули атомів відповідають атомам різних елементів, а в якому – атомам одного й того ж елемента, що перебуває у збудженому і незбудженому станах:
  - а)  $1s^2 2s^2 2p^2$  і  $1s^2 2s^2 2p^3$ ;  
 $1s^2 2s^1 2p^3$  і  $1s^2 2s^2 2p^2$ ;
  - б)  $1s^2 2s^2$  і  $1s^2 2s^2 2p^1$ ;  
 $1s^2 2s^2 2p^1$  і  $1s^2 2s^1 2p^2$ ;





## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

**Тема:** *Періодичний закон, періодична система елементів .*

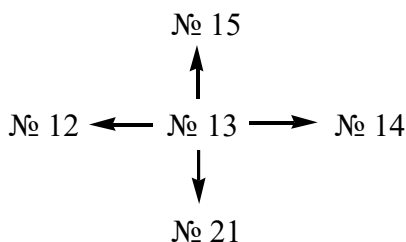
**Мета:** *ознайомитись з першими спробами класифікації хімічних елементів; варіантами періодичної системи; структурними одиницями періодичної системи, особливостями електронних конфігурацій атомів елементів головних і побічних підгруп; впливом електронної будови атомів на властивості елементів.*

### Завдання для самостійної підготовки студентів

1. Перші спроби класифікації хімічних елементів.
2. Відкриття періодичного закону. Д.І. Принцип побудови природної системи елементів.
3. Періодична система як природна система елементів:
  - а) структура таблиці, періоди, групи, підгрупи;
  - б) зв'язок положення елемента в періодичній системі з електронною будовою його атома. Елементи s, p, d, f родин;
  - в) зміна атомних радіусів, енергія іонізації, спорідненості до електрона, електронегативності в періодах і групах.
5. Значення відкриття періодичного закону.

### Тьюторські завдання

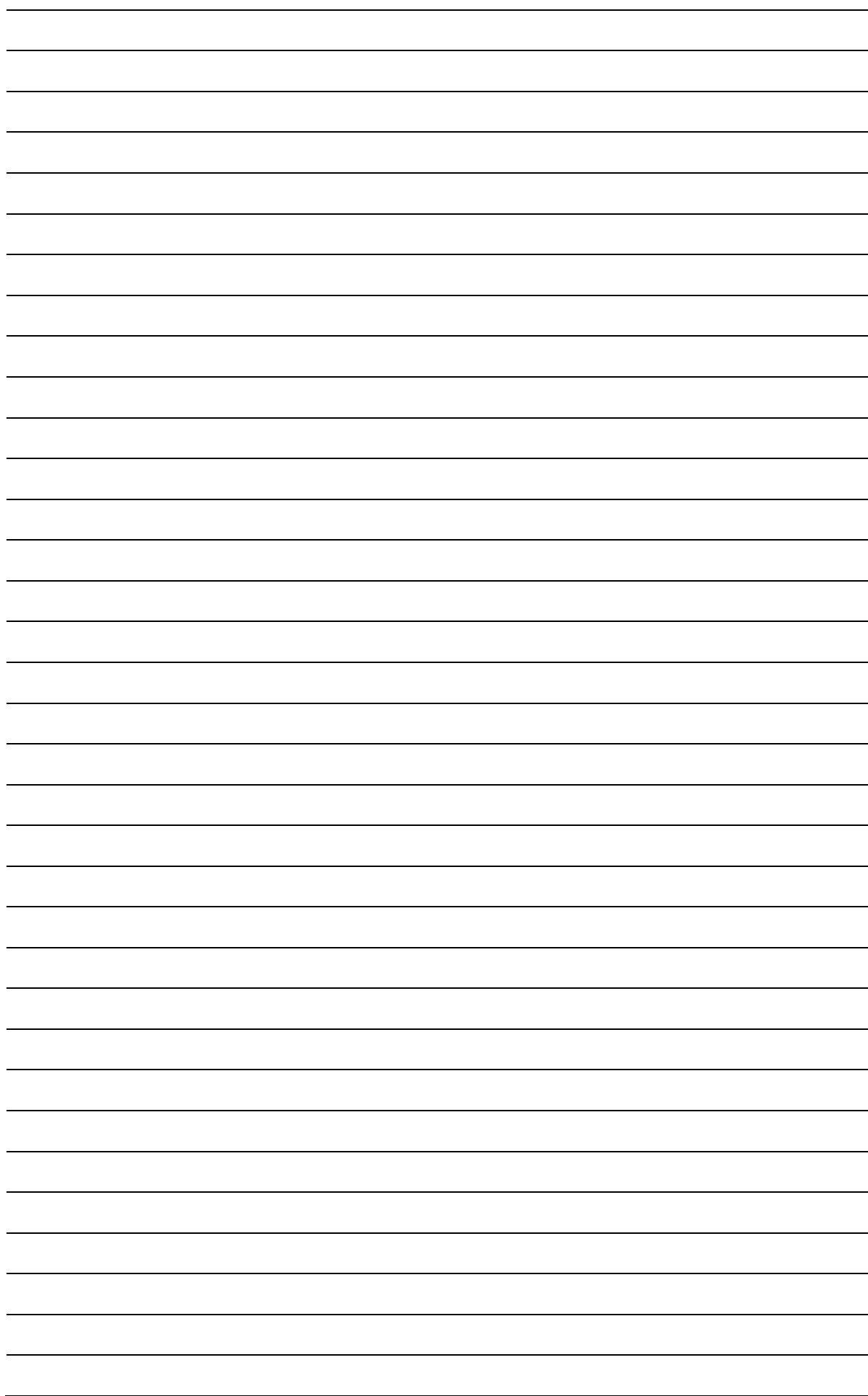
1. Напишіть формули вищих оксидів елементів II періоду і вкажіть, як змінюються властивості цих сполук із збільшенням зарядів ядер атомів елементів. Відповідь підтвердити рівняннями реакцій.
2. Елемент утворює вищий оксид  $RO_3$ . У незбудженому стані в атомі елемента заповнюється 3 електронні шари. З якою речовиною – хлоридною кислотою чи натрій гідроксидом – взаємодіє цей оксид? Напишіть рівняння можливої реакції, обчисліть масу утвореної солі, якщо в реакцію вступить 8 г оксиду.
3. Як змінюються властивості елементів за поданою нижче схемою? Відповідь обґрунтуйте. Біля порядкового номера запишіть хімічний знак елемента, формули його оксиду та гідрату оксиду. Відповідь підтвердити рівняннями реакцій.

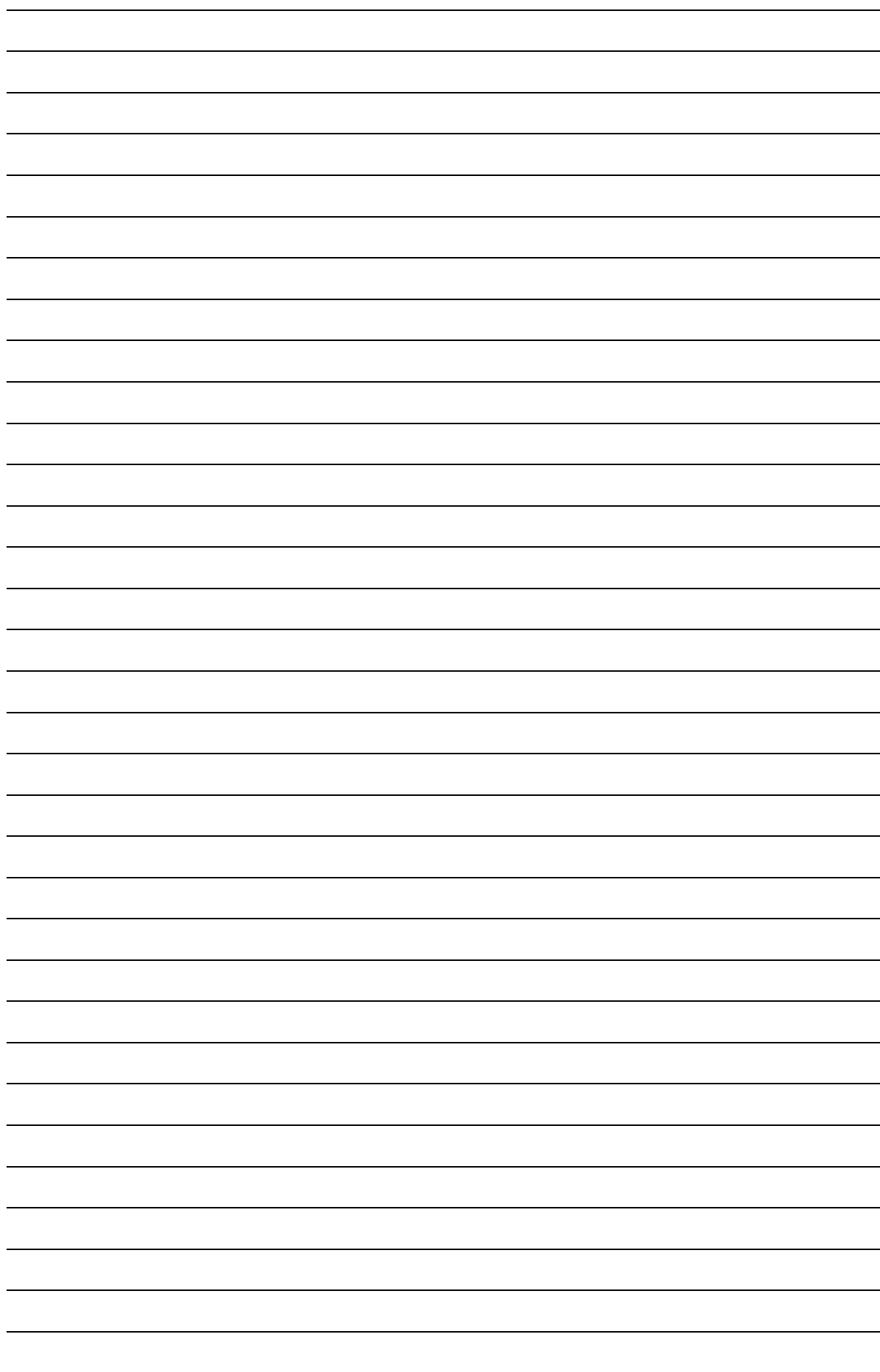


4. Відомо, що Алюміній має амфотерні властивості. Визначте, які властивості – металічні чи неметалічні – повинні переважати: а) у Магнію; б) у Бору; в) у Скандію; г) у Силіцію. Відповідь обґрунтуйте.

5. Атом елемента має на 4 електронів більше, ніж йон Літію ( $\text{Li}^+$ ). Назвіть елемент, складіть електронну формулу його атома та йона, порівняйте їх склад. Зазначте властивості вищого оксиду та гідрату оксиду цього елемента.







## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### **Тема: Хімічний зв'язок.**

**Мета:** поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються квантово-механічних методів тлумачення хімічного зв'язку; засвоїти механізми утворення ковалентного зв'язку; ознайомитись з характеристиками хімічного зв'язку та основними типами його.

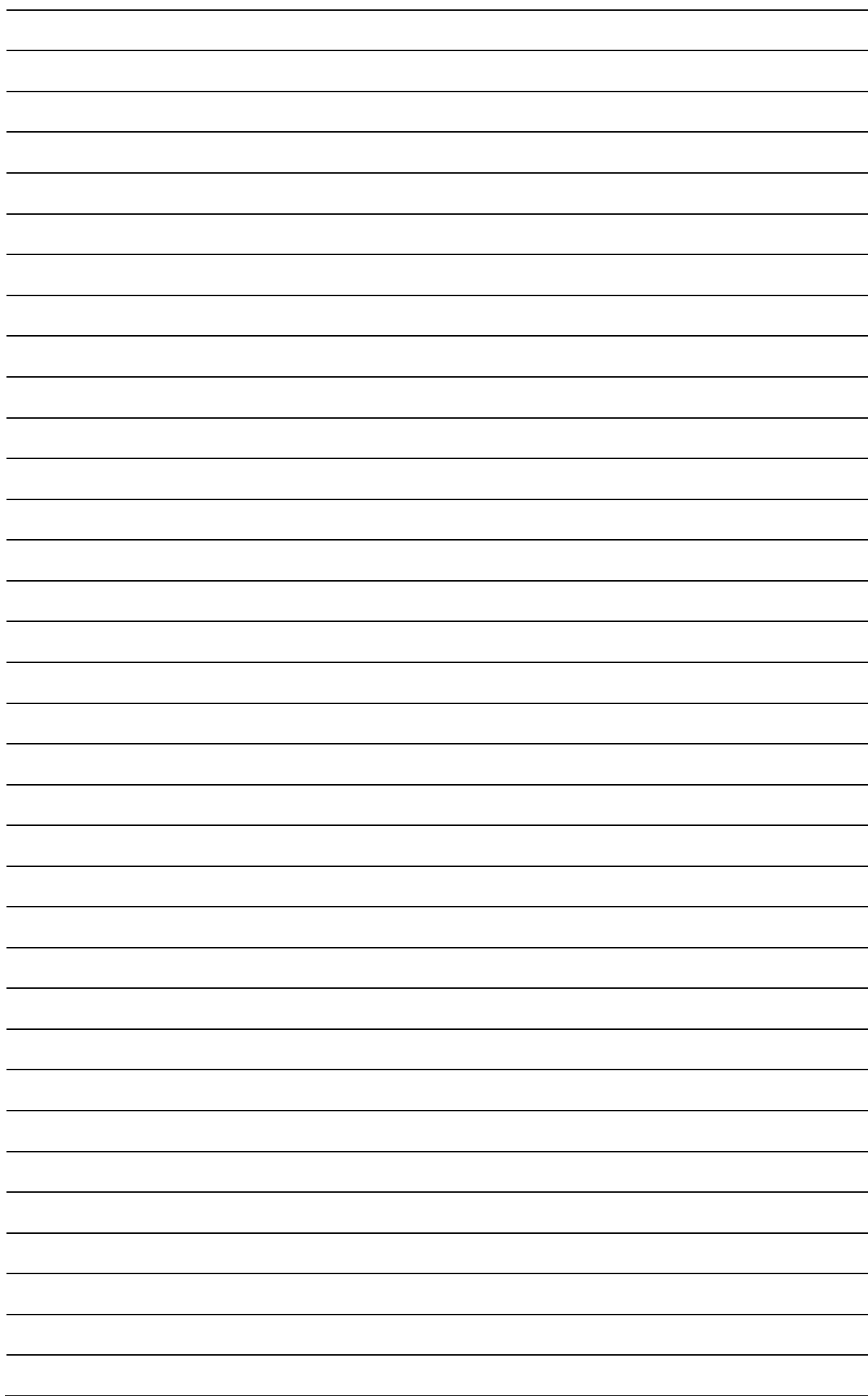
### **Завдання для самостійної підготовки студентів**

1. Основні характеристики хімічного зв'язку: довжина, енергія, валентний кут. Основні типи хімічного зв'язку.
2. Ковалентний зв'язок. Метод валентних зв'язків (ВЗ). Два механізми утворення ковалентного зв'язку. Характеристика зв'язку:
  - а) полярність зв'язку, дипольний момент;
  - б) насичуваність ковалентного зв'язку;
  - в) направленість ковалентного зв'язку. Гібридизація АО, типи гібридизації і геометрія молекул;
  - г) поляризуємість ковалентного зв'язку.
3. Метод молекулярних орбіталей (МО).  $\sigma$ ,  $\pi$ -молекулярні орбіталі як лінійна комбінація s-, p-атомних орбіталей.
4. Йонний зв'язок, його властивості.
5. Водневий, металічний зв'язок, властивості.
6. Міжмолекулярна взаємодія, характеристика.

### **Тьюторські завдання**

1. Напишіть електронну формулу атома елемента з протонним числом 15, формули його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте типи хімічного зв'язку та ступені окиснення цього елемента у даних сполуках. Окисником чи відновником можуть виступати ці речовини?
2. Напишіть електронну формулу атома елемента з протонним числом 17, формули його вищого оксиду і сполуки з Гідрогеном. Зазначте типи хімічного зв'язку та ступені окиснення цього елемента у даних сполуках. Окисником чи відновником можуть виступати ці речовини?
3. Укажіть тип зв'язку у сполуках:
  - а) KCl, O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O;
  - б) N<sub>2</sub>, HCl, MgBr, CO;
  - в) CO<sub>2</sub>, HI, H<sub>2</sub>, CaF<sub>2</sub>;





## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

### **Тема: Швидкість хімічних реакцій. Хімічна рівновага.**

**Мета:** розширити та закріпити теоретичні знання про хімічну рівновагу, константу хімічної рівноваги; принцип Ле Шательє. Дослідити вплив концентрації реагуючих речовин, температури, каталізатора на швидкість хімічних реакцій, а також вплив концентрації реагуючих речовин на хімічну рівновагу.

#### **Завдання для самостійної підготовки студентів**

1. Поняття про швидкість хімічної реакції; фактори, що впливають на неї.
2. Залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин, її кількісний вираз. Закон дії мас.
3. Залежність швидкості хімічної реакції від температури, температурний коефіцієнт.
4. Каталіз, його види. Використання каталізу в промисловості, роль в біологічних процесах.
5. Хімічна рівновага. Необоротні та оборотні хімічні реакції. Принцип Ле Шательє.

#### **1. Вплив природи реагуючих речовин на швидкість хімічної реакції**

Для проведення досліду закріпити в штативі вертикально пробірку з газовідвідною трубкою, вільний кінець якої опустити в кристалізатор з водою. Іншу пробірку, заповнену водою, перевернути догори дном і опустити в кристалізатор з водою. Пробірку з газовідвідною трубкою заповнити на 2/3 об'єму 0,1 н. розчином оцтової кислоти, потім внести туди 2-3 гранули цинку, попередньо промиті водою і висушені фільтрувальним папером. Закрити пробірку пробкою з газовідвідною трубкою, кінець якої під водою підвести під отвір пробірки з водою (стежити, щоб у пробірку не проникло повітря і щоб не вилася з неї вода). За допомогою секундоміра або метронома відзначити час заповнення пробірки газом.

По закінченні досліду вилити оцтову кислоту з пробірки, промити цинк, висушити його фільтрувальним папером. Провести дослід знову, заповнивши пробірку на 2/3 об'єму 0,1 н. розчином соляної кислоти.

Порівняти швидкості взаємодії з цинком соляної й оцтової кислот однакової концентрації і пояснити явища, що спостерігаються.

---

---

---

---

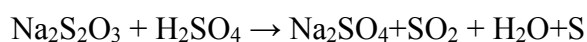
---

---

## 2. Залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин

а) До 1 н. розчину тіосульфату натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  долити 2 н. розчин сірчаної кислоти  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Спостерігати помутніння розчину, що викликано взаємодією тіосульфату натрію і сірчаної кислоти з виділенням вільної сірки:



Час, що проходить від початку реакції до помітного помутніння розчину, характеризує швидкість реакції.

---

---

---

---

---

б) У три великі пронумеровані пробірки налити розведений (1:200) розчин тіосульфату натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ : у першу — 5 мл, у другу — 10 мл, у третю — 15 мл. До вмісту першої пробірки додати потім 10 мл води, а другої — 5 мл води. У три інші пробірки налити по 5 мл розведеної (1:200) сірчаною кислоти. У кожен пробірку з розчином  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  долити при помішуванні по 5 мл приготовленої  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і визначити час з моменту додавання кислоти до помутніння розчину в кожній пробірці.

Записати результати за такою формою:

№ пробірки	Об'єм розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , мл	Об'єм $\text{H}_2\text{O}$ , мл	Об'єм розчину $\text{H}_2\text{SO}_4$ , мл	Загальний об'єм розчину, мл	Умовна конц. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Час протікання реакції до появи каламуті, τ	Швидкість реакції в умовних одиницях,
1	5	10	5	20	1С		
2	10	5	5	20	2С		
3	15	—	5	20	3С		

Ті ж результати зобразити графічно, відклавши на осі абсцис умовні концентрації  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , а на осі ординат — швидкості реакції  $\nu = 1/\tau$ .

Зробити висновок про залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин. Чи узгоджуються ваші спостереження з законом дії мас?

---

---

---

---

---

### 3. Залежність швидкості реакції від температури

Для досліду взяти розведені (1:200) розчини  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  і  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Налити в три великі пронумеровані пробірки по 10 мл розчину  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , в інші три пробірки — по 10 мл розчину сірчаної кислоти і розділити їх на три пари: по пробірці з розчином  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  і  $\text{H}_2\text{SO}_4$  у кожній парі.

Відзначити температуру повітря в лабораторії, злити разом розчини перших двох пробірок, струснути і визначити час з моменту додавання кислоти до помутніння розчину.

Дві інші пробірки помістити в хімічну склянку з водою і нагріти воду до температури на  $10^\circ\text{C}$  вище кімнатній. За температурою стежити по термометру, опущеному у воду. Злити вміст пробірок, струснути і відзначити час від зливу до помутніння.

Повторити дослід із двома пробірками, що залишилися, нагрівши їх у тій же склянці з водою до температури на  $20^\circ\text{C}$  вище кімнатної. Записати результати за такою формою:

№ пробірки	Об'єм розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , мл	Об'єм розчину $\text{H}_2\text{SO}_4$ , мл	Температура, $^\circ\text{C}$	Час до появи помутніння	Швидкість реакції в умовних одиницях, $\nu = \frac{1}{\tau}$
1	10	10	$^\circ\text{C}$		
2	10	10	$^\circ\text{C} + 10^\circ$		
3	10	10	$^\circ\text{C} + 20^\circ$		

Скласти графік, що ілюструє залежність швидкості реакції від температури для даного досліду. Для цього на осі абсцис нанести у визначеному масштабі значення температури дослідів, а на осі ординат — величини швидкості реакції  $\nu = \frac{1}{\tau}$ .



Зробити висновок про залежність швидкості хімічної реакції від температури. Які значення приймає температурний коефіцієнт для більшості хімічних реакцій?

---

---

---

---

---

#### 4. Зміщення хімічної рівноваги при зміні концентрацій реагуючих речовин

У невеликій склянці змішати по 10 мл 0,001 н. розчинів хлориду заліза (III)  $\text{FeCl}_3$  і роданіда калію  $\text{KSCN}$ . Написати рівняння цієї оборотної реакції і виразу константи рівноваги для неї.

Отриманий розчин розлити порівно в чотири пробірки. У першу пробірку додати небагато концентрованого розчину хлориду заліза (III), у другу — концентрованого розчину роданіда калію, у третю — небагато кристалічного хлориду калію, а четверту пробірку залишити для порівняння. Порівняти колір рідин у пробірках. По зміні інтенсивності забарвлення судять про зміну концентрації роданіда заліза (III)  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ , тобто про зміщення рівноваги. Пояснити зміну кольору на основі закону дії мас. Чи зміститься рівновага при розбавленні отриманих розчинів?

---

---

---

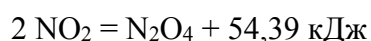
---

---

#### 5. Вплив зміни температури на зміщення хімічної рівноваги

Для досліду використовувати дві сполучені посудини (рис. 3), заповнені оксидом азоту (IV).

Оксид азоту (IV) полімеризується, і в результаті оборотної реакції встановлюється рівновага:



$\text{NO}_2$  — газ темно-бурого кольору,  $\text{N}_2\text{O}_4$  — блідо-жовтий, майже безбарвний газ. Тому по зміні забарвлення суміші цих газів можна судити про зміну концентрації її компонентів, тобто про зсув рівноваги у бік прямої або зворотної реакції.

Одну з колб приладу опустити в склянку з гарячою водою, а іншу — у склянку з холодною. Спостерігати зміну кольору газової суміші в колбах. У яку сторону змістилася рівновага в кожній з колб? Вийняти посудини зі склянок. Як змінюється забарвлення газу в цьому випадку? Дати пояснення явищам, що спостерігаються, виходячи з принципу Ле Шательє.

---

---

---

---

---

### Тьюторські завдання

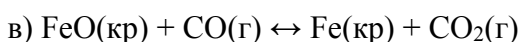
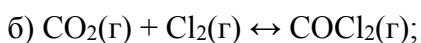
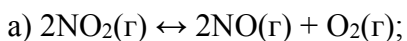
1. В яку сторону зміститься положення рівноваги реакції  $2\text{CuO}(\text{т}) + 4\text{NO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \Leftrightarrow 2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{т})$ ,  $\Delta H^\circ = -440$  кДж/моль а) при збільшенні температури; б) при збільшенні тиску? Поясніть.

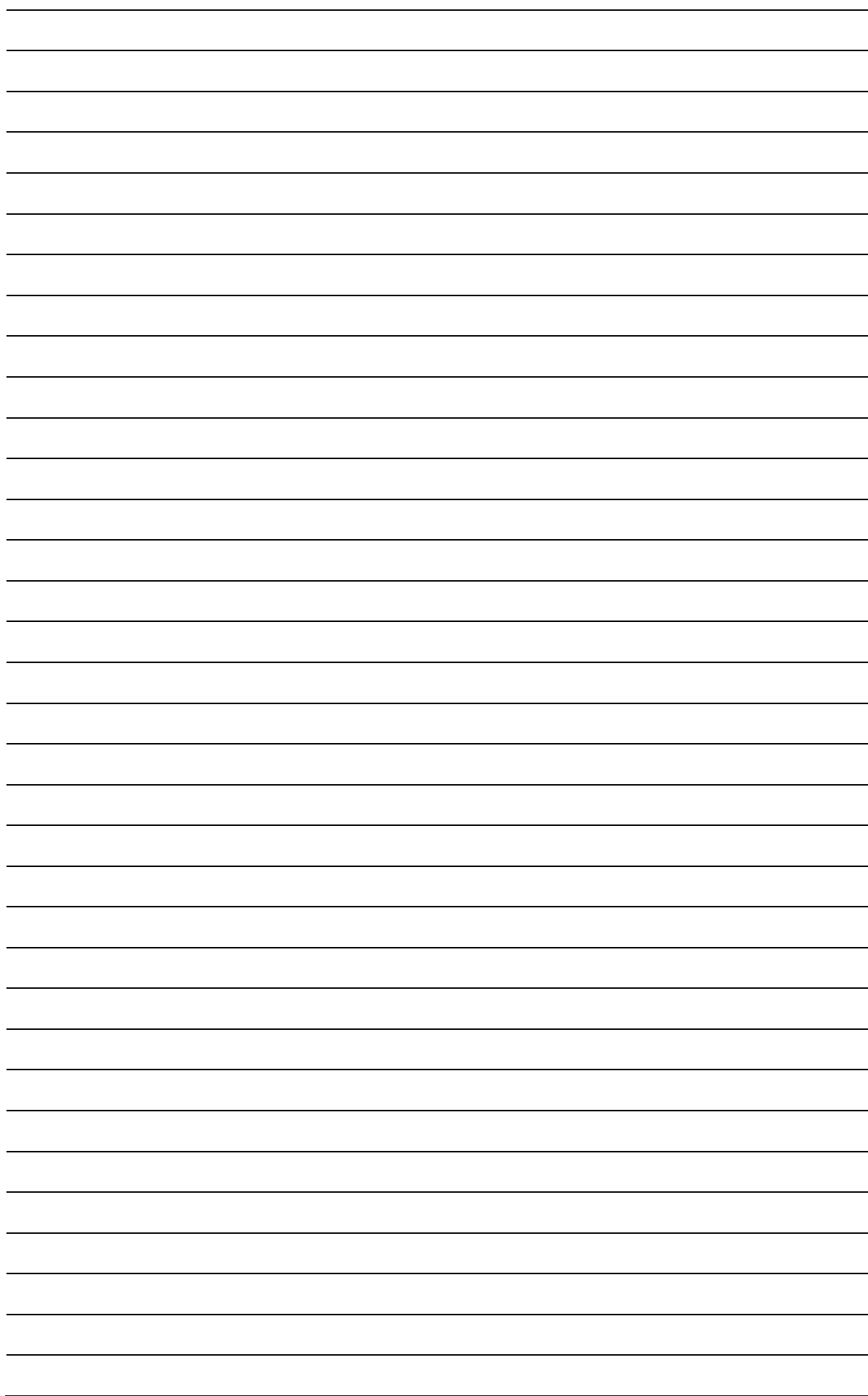
2. Як варто змінити: а) температуру і б) тиск, щоб змістити рівновагу в реакції  $2\text{P}(\text{т}) + 3\text{Cl}_2(\text{г}) \Leftrightarrow 2\text{PCl}_3(\text{г})$ ,  $\Delta H^\circ = -574$  кДж/моль у бік утворення продукту? Як на положення рівноваги буде впливати видалення з реакційної сфери хлориду фосфору? Поясніть.

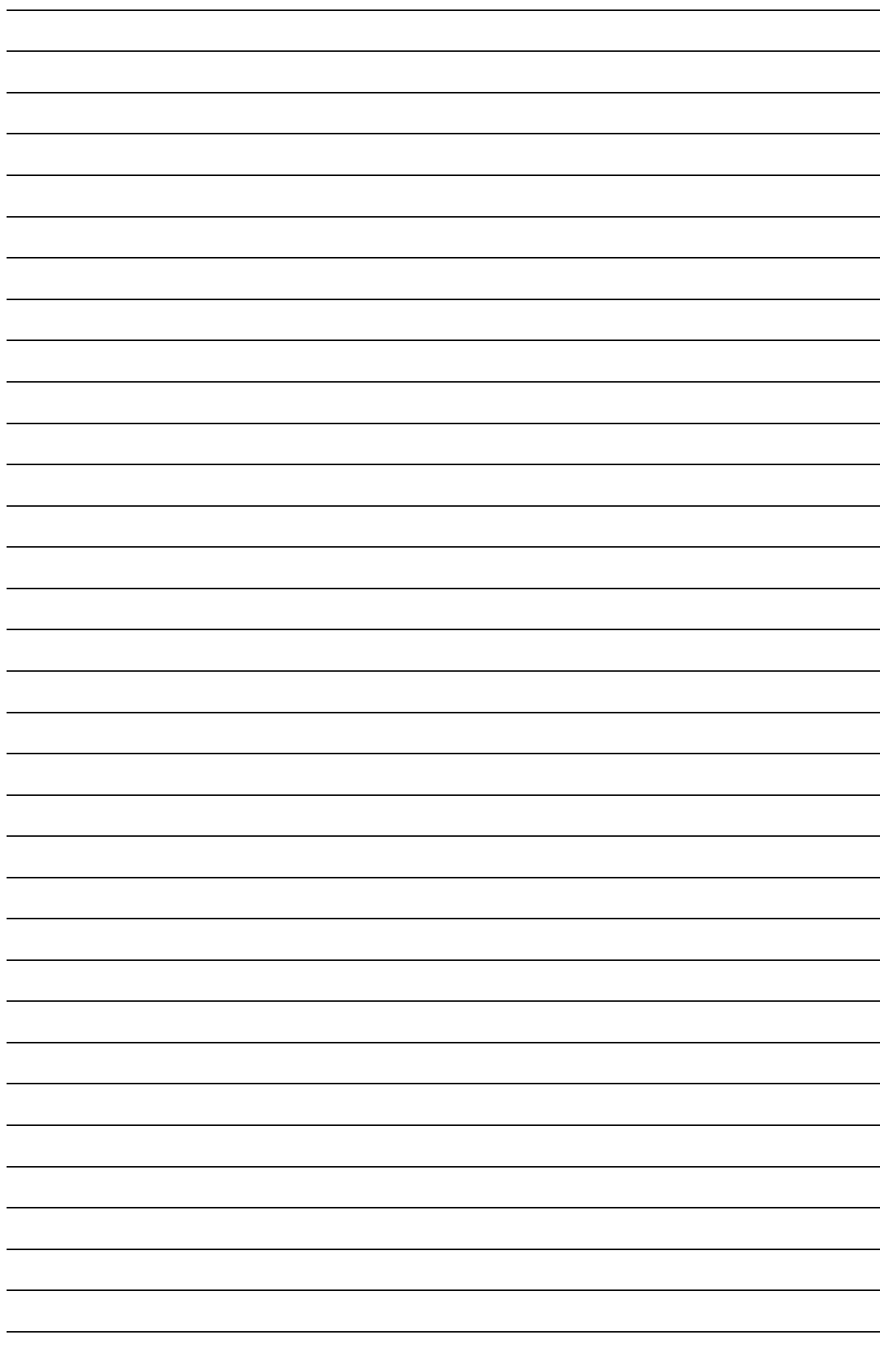
3. Суміш  $\text{CH}_4$  і  $\text{H}_2\text{O}$  пропустили над нікелевим каталізатором при 1200 К. Газ, що виходить з реактора, містить речовини в таких концентраціях:  $[\text{CO}] = 0.616$  моль/л;  $[\text{CH}_4] = [\text{H}_2\text{O}] = 0.538$  моль/л. Вважаючи, що в реакторі досягається рівновага, обчисліть константу рівноваги реакції, що відбувається.

4. Яка кількість йодоводню утвориться з 1 моль  $\text{I}_2$  і 2 моль  $\text{H}_2$ , якщо константа рівноваги реакції  $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$  дорівнює 50?

5. Як зміняться при збільшенні об'єму системи швидкості прямих і зворотних реакцій? В якому напрямку відбудеться зсув рівноваги?







## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

**Тема: Вода. Розчинність. Розчини. Концентрація розчинів. Виготовлення розчинів різної концентрації**

**Мета:** поглибити теоретичні знання з питань, що стосуються електронної будови молекули води; ознайомитись з методами очистки води; механізмом процесу розчинення та термодинамікою його; факторами, які впливають на розчинність речовин.

### **Завдання для самостійної підготовки студентів**

1. Склад і електронна будова молекули води. Полярність молекул, водневий зв'язок, хімічні та фізичні властивості води.

2. Вода як розчинник. Роль води у біологічних процесах. Методи очистки води.

Проблеми чистої води.

3. Характеристика дисперсних систем. Їх класифікація.

4. Механізм процесу розчинення. Термодинаміка процесу розчинення.

5. Розчинність твердих речовин у воді. Криві розчинності.

6. Розчинність газів. Залежність розчинності від різних факторів.

7. Поняття про розчини, складові частини розчинів, співвідношення між ними.

Концентрація розчинів.

8. Поняття про масову частку. Масова частка розчиненої речовини.

9. Молярна концентрація. Позасистемні способи вираження складу розчинів: еквівалентна концентрація, моляльність, титр.

10. Розрахунки для виготовлення розчинів різного складу.

11. Методика приготування розчинів.

12. Правила безпеки при роботі з концентрованими розчинами кислот і лугів.

### **1. Явища, що спостерігаються при розчиненні речовин**

#### *а) Зміна температури*

У дві пробірки налити (до 1/3) води і вимірити її температуру. У першу пробірку всипати 2-3 г нітрату амонію, обережно перемішати термометром і відзначити найнижчу температуру. В другу пробірку внести кілька шматочків гідроксиду натрію і після перемішування відзначити найвищу температуру. При розчиненні якої з речовин теплота виділяється, а якої поглинається? Пояснити явища, що відбуваються.

---

---

---

---

---

---

*б) Зміна об'єму*

Налити в пробірку (до 1/3) води й обережно додати рівний об'єм спирту. Положення верхнього рівня рідини відзначити гумовим кільцем. Закрити пробірку пробкою і добре перемішати. Після охолодження відзначити рівень розчину. Пояснити явище, що відбувається.

---

---

---

---

---

*в) Руйнування кристалів і утворення сольватів*

Нагріти в пробірці 2-3 кристала йоду. Відзначити колір парів йоду, що утворилися. Який ступінь подрібнення речовин у пароподібному стані?

У дві пробірки покласти по 1-2 кристала йоду. У першу додати небагато бензолу, у другу — спирту і добре збовтати вміст обох пробірок. Який колір отриманих розчинів? Пояснити явища, що спостерігаються.

---

---

---

---

---

**2. Визначення розчинності солі**

Зважити на технохімічних вагах 25-27 г подрібненого нітрату калію і розчинити його при нагріванні в колбі з 25 мл води, збовтуючи вміст колби. Потім охолодити її водою до кімнатної температури. Що відбувається? Як назвати отриманий розчин? Розчин відфільтрувати під вакуумом на лійці Бюхнера від осаду через сухий фільтр і вимірити його температуру.

Зважити суху порцелянову чашку, влити в неї близько 10 мл розчину і знову зважити. Обережно нагрівати на азбестовій сітці чашку з розчином, накривши останню зваженою лійкою.

Нагрівання продовжувати доти, доки уся вода не випариться, а лійка не стане сухою. Після цього остудити чашку і лійку і зважити. Як перевірити, що уся вода випарувалася?

#### *Обробка результатів*

Обчислити, виходячи з даних досліду: а) масу розчину, узятого для випарювання; б) масу солі, що міститься в розчині; в) масу води, що міститься в розчині; г) розчинність (у г/100 г води й у г/1000 мл води) нітрату калію при відзначеній температурі.

За даними таблиці розчинності солей побудувати криву розчинності  $\text{KNO}_3$ , визначити по кривій його розчинність при температурі досліду і порівняти її з величиною, отриманою в досліді.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### **3. Залежність розчинності солей від температури**

Налити в пробірку води, всипати в неї невелику кількість нітрату натрію, стовченого в порошок, і збовтувати до повного розчинення солі. Додавати нітрат натрію і збовтувати доти, доки на дні пробірки не залишиться небагато солі, що не розчиняється при збовтуванні. Нагріти пробірку до розчинення солі і продовжувати додавати  $\text{NaNO}_3$  у гарячий розчин до одержання насиченого розчину. Що вказує на утворення такого розчину? Нагріти розчин до кипіння і потім дати йому остудитися до кімнатної температури. Відзначити, яке кількість кристалів виділиться. Сформулювати висновок про розчинність  $\text{NaNO}_3$  у холодній і гарячій воді.

---

---

---

---

---

---

#### 4. Пересичені розчини

У пробірку насипати 5 г ацетату натрію, додати 3 мл води і нагрівати до розчинення солі. Потім, закривши отвір пробірки ватою, поставити пробірку в склянку з холодною водою. Коли розчин остудиться, вийняти вату і кинути в пробірку кристалик ацетату натрію. Що спостерігається? Звернути увагу на розігрівання розчину. Пояснити явища, що спостерігаються. Пояснити зміни, що відбуваються.

---

---

---

---

---

#### 5. Кристалогідрати

##### *а) Властивості кристалогідратів*

Всипати в пробірку кілька кристалів мідного купоросу. Закріпити пробірку в штативі так, щоб дно її було трохи вище отвору (навіщо?), і нагрівати пробірку. Спостерігати за зміною кольору кристалів. Коли вся узята речовина змінить свій колір, нагрівання припинити. Написати рівняння реакції.

Після охолодження пробірки влити в неї 2-3 краплі води. Звернути увагу на розігрівання солі і зміну її кольору. Пояснити явища, що спостерігаються. Написати рівняння реакції.

---

---

---

---

---

##### *б) Визначення кристалізаційної води*

Зважити порцеляновий тигель з точністю до 0,01 г. Потім відважити в ньому близько 1 г з тією ж точністю подрібненого мідного купоросу  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Помістити тигель на кільце штатива й обережно нагрівати на вогні доти, доки вся сіль не стане білою. Після



охолодження тигля в екзикаторі знову зважити його. Для того, щоб переконатися в повному зневоднюванні солі, прожарювання і зважування повторити.

*Обробка результатів*

1. Обчислити, виходячи з даних досліду: а) масу узятій солі; б) масу солі після прожарювання; в) масу кристалізаційної води; г) масу води, що приходить на 1 моль  $\text{CuSO}_4$ ; д) число молів кристалізаційної води, що приходить на 1 моль  $\text{CuSO}_4$ .

2. Написати формулу мідного купоросу.

---

---

---

---

---

**6. Приготування розчинів із заданою масовою часткою речовини в розчині**

*а) Із твердої речовини і води*

Приготувати 200 г 5%-ного розчину карбонату натрію з кристалічної соди  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  и води.

Обчислити, яка маса  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  потрібно для приготування 200 г 5%-ного розчину в розрахунку на безводну сіль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Відважити цю масу здрібненої соди у попередньо зваженій склянці на вагах з точністю до 0,01 г.

Розрахувати, який об'єм води необхідний для розчинення узятій наважки. Відмірити мірним циліндром цей об'єм води. Вилити воду в склянку і розчинити в ній відважену сіль.

Вимірити температуру приготовленого розчину і, якщо вона не дорівнює температурі, що зазначена в таблиці густини розчинів солей, довести її до зазначеної величини, нагріваючи або охолоджуючи розчин.

Вилити розчин у сухий високий вузький циліндр і визначити за допомогою ареометра його густину. Ареометр промити водою, витерти досуха і здати лаборанту. Розчин вилити в приготовлену склянку.

По знайденій густині, користуючись таблицею, визначити  $w$  (%)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  у розчині. Якщо в таблиці немає цієї величини густини, а є трохи менша або більша, то використовувати метод інтерполяції. Порівняти отриману величину із заданою.

Розрахувати молярну і нормальну концентрації приготовленого розчину.

---

---

---

---

---

---

*б) З концентрованого розчину і води*

1. Приготувати 250 г 10%-ного розчину кислоти з наявних у лабораторії розчинів.

Визначити ареометром густину розчину сірчаної (або соляної) кислоти, що є в лабораторії.

Знайти в таблиці  $w$  (%) розчину кислоти, що відповідає знайденій густині.

Розрахувати, яку масу цього розчину кислоти потрібно взяти для приготування 250 г 10%-ного розчину, і потім перерахувати отриману величину наважки на об'єм.

Розрахувати потрібний об'єм води, відміряти його мірним циліндром і влити в склянку.

Відміряти мірним циліндром розрахований об'єм розчину кислоти, влити його у воду (у випадку сірчаної кислоти виливати тонким струменем при перемішуванні) і ретельно перемішати розчин.

Остудивши його до температури, зазначеної в таблиці, перелити в сухий високий циліндр і визначити густину ареометром.

Злити отриманий розчин кислоти в приготовлену склянку.

Користуючись таблицею, визначити  $w$  (%) отриманого розчину і перевірити в такий спосіб точність виконання дослідів.

Обчислити молярну і нормальну концентрації отриманого розчину.

2. Приготувати 200 мл розчину гідроксиду натрію ( $\rho = 1,050 \text{ г/см}^3$ ) з концентрованого розчину і води.

Визначити ареометром густину концентрованого розчину.

Знайти  $w$  (%) гідроксиду натрію у вихідному й одержаному розчинах.

Обчислити масу розчину, що готується. Розрахувати наважки, а потім об'єм концентрованого розчину й об'єм води, необхідні для приготування заданого розчину.

Відміряти мірним циліндром обчислені об'єми концентрованого розчину і води, злити їх, ретельно перемішати рідину, після охолодження вилити в сухий високий циліндр і визначити ареометром густину отриманого розчину, а потім вилити його в склянку.

Визначити розбіжність знайденої густини і заданої у відсотках. Обчислити молярну і нормальну концентрації отриманого розчину.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*в) Змішування двох розчинів з різною масовою часткою речовини в них*

Приготувати 250 г 8%-ного розчину хлориду натрію з 5%-ного і 20%-ного розчинів.

Користуючись правилом змішування, знайти необхідні маси вихідних розчинів.

Обчислити їхні об'єми, визначивши густину цих розчинів.

Відміряти мірним циліндром розраховані об'єми розчинів, злити їх і добре перемішати. Вилити отриманий розчин у циліндр і визначити ареометром його густину і  $w$  (%) по таблиці. Знайти розбіжність цієї величини з заданої. Обчислити молярну і нормальну концентрації отриманого розчину.

---

---

---

---

---

---

---

---

## **7. Приготування розчинів визначеної молярної і нормальної концентрацій**

*а) Із твердої речовини і води*

Приготувати 250 мл 0,5 н. розчину хлориду барію  $BaCl_2$  з  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$  и води.

Розрахувати, яка маса  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$  потрібно для приготування 250 мл 0,5 н. розчину хлориду барію.

Відважити в попередньо зваженій склянці цю масу солі на вагах з точністю до 0,01 г. Узятую наважку всипати через воронку в мірну колбу ємністю 250 мл і ретельно змити дистильованою водою з лійки сіль, що залишилася на ній. Наважку в колбі розчинити в малому об'ємі води, долити в колбу воду до мітки, закрити пробкою і добре перемішати. Перелити отриманий розчин у сухий високий циліндр і визначити ареометром його густину

і  $w$  (%). Потім розчин вилити в склянку. Обчислити молярну і нормальну концентрації отриманого розчину. Установити розбіжність концентрації отриманого розчину з заданою.

---

---

---

---

---

*б) З концентрованого розчину і води*

Приготувати 250 мл 1 г розчину соляної (або сірчаної) кислоти з розчину, що є в лабораторії.

Визначити ареометром густину розчину кислоти, наявного в лабораторії. Знайти його  $w$  (%). Обчислити наважку, а потім об'єм цього розчину, необхідний для приготування заданого розчину. Відміряти мірним циліндром розрахований об'єм розчину кислоти.

Налити в мірну колбу ємністю 250 мл близько половини її об'єму води і влити в неї (у випадку сірчаної кислоти тонким струменем) через лійку розчин кислоти, відміряний мірним циліндром.

Змити кислоту з лійки водою, збовтати розчин і остудити його до кімнатної температури. Долити колбу водою до мітки, закрити пробкою і добре перемішати. Вилити отриманий розчин у сухий високий циліндр, визначити ареометром його густину і потім вилити в приготовлену склянку. Знайти  $w$  (%), молярну і нормальну концентрації розчину. Порівнявши обчислену молярну концентрацію з заданою, установити точність виконання дослідів.

---

---

---

---

---

**Тьюторські завдання**

1. Розчинність перманганату калію при 20 °С дорівнює 6,40 г у 100 г води; густина насиченого розчину дорівнює 1,041 г/мл. Обчисліть масову концентрацію (г/л) йонів калію в насиченому розчині перманганату калію.

2. Яку масу хлориду алюмінію варто розчинити в 150 г води, щоб одержати розчин з концентрацією хлорид-іонів 87,0 г/л (густ. 1,09 г/мл)?

3. У кожному літрі розчину, що містить суміш нітрату алюмінію і нітрату кальцію, маса нітратів-іонів дорівнює 322 г, а маса йонів алюмінію 32,2 г. Яка маса йонів кальцію знаходиться в 1,00 мл цього розчину?

4. Масова концентрація бромід-іонів у розчині, що містить суміш броміду калію і броміду кальцію, дорівнює 430 г/л. Розчин об'ємом 93,0 мл випарили і залишок прожарили до постійної маси, що склала 51,9 г. Обчисліть масові частки солей у вихідній суміші солей.

5. У 150 мл розчину знаходиться 150 мг гідроксиду кальцію. Обчисліть молярну концентрацію розчину лугу.

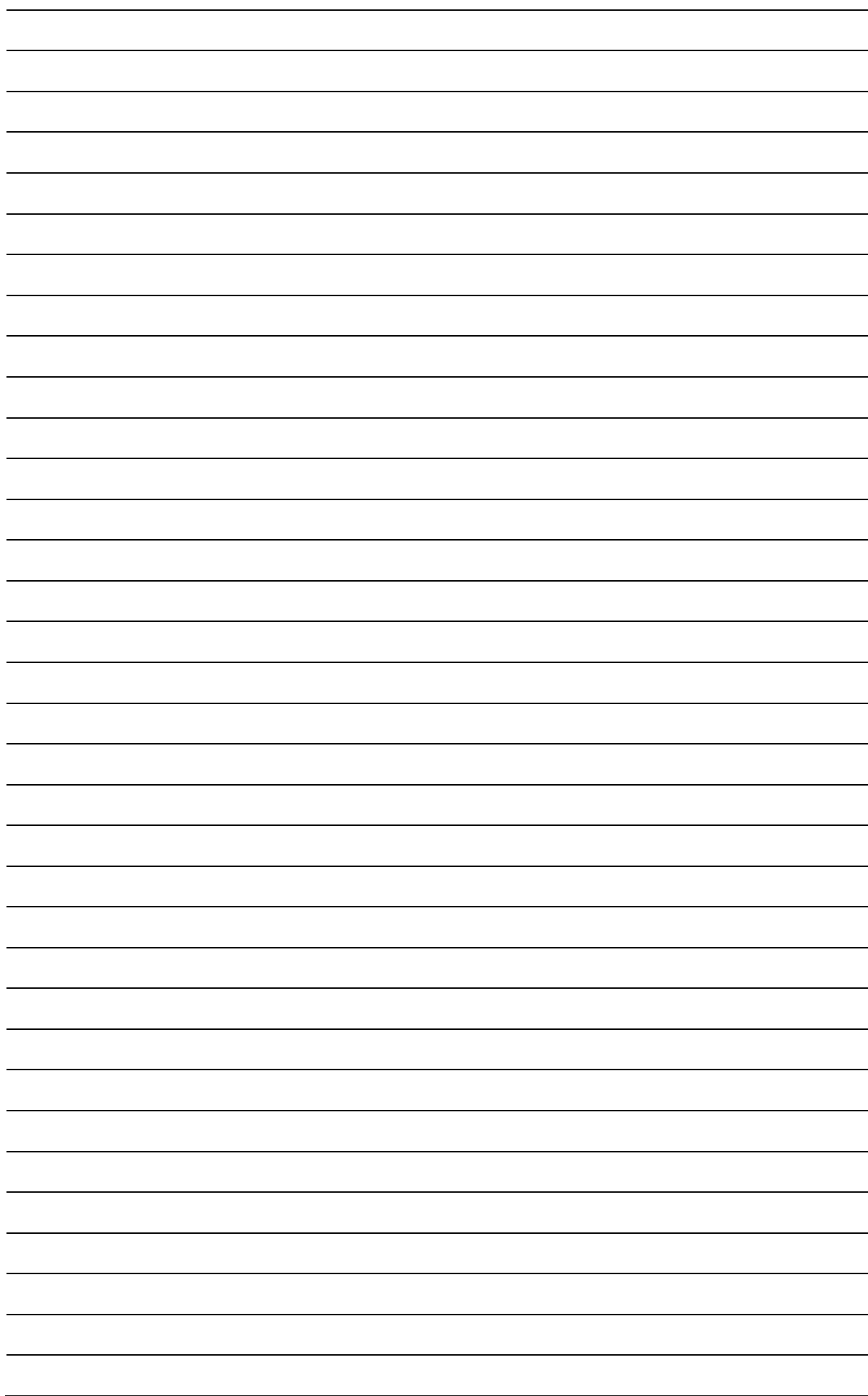
6. Розчинність перманганату калію при 20 °С складає 6,4 г солі на 100 г води. Обчисліть масову частку перманганату калію в його насиченому розчині при цій температурі.

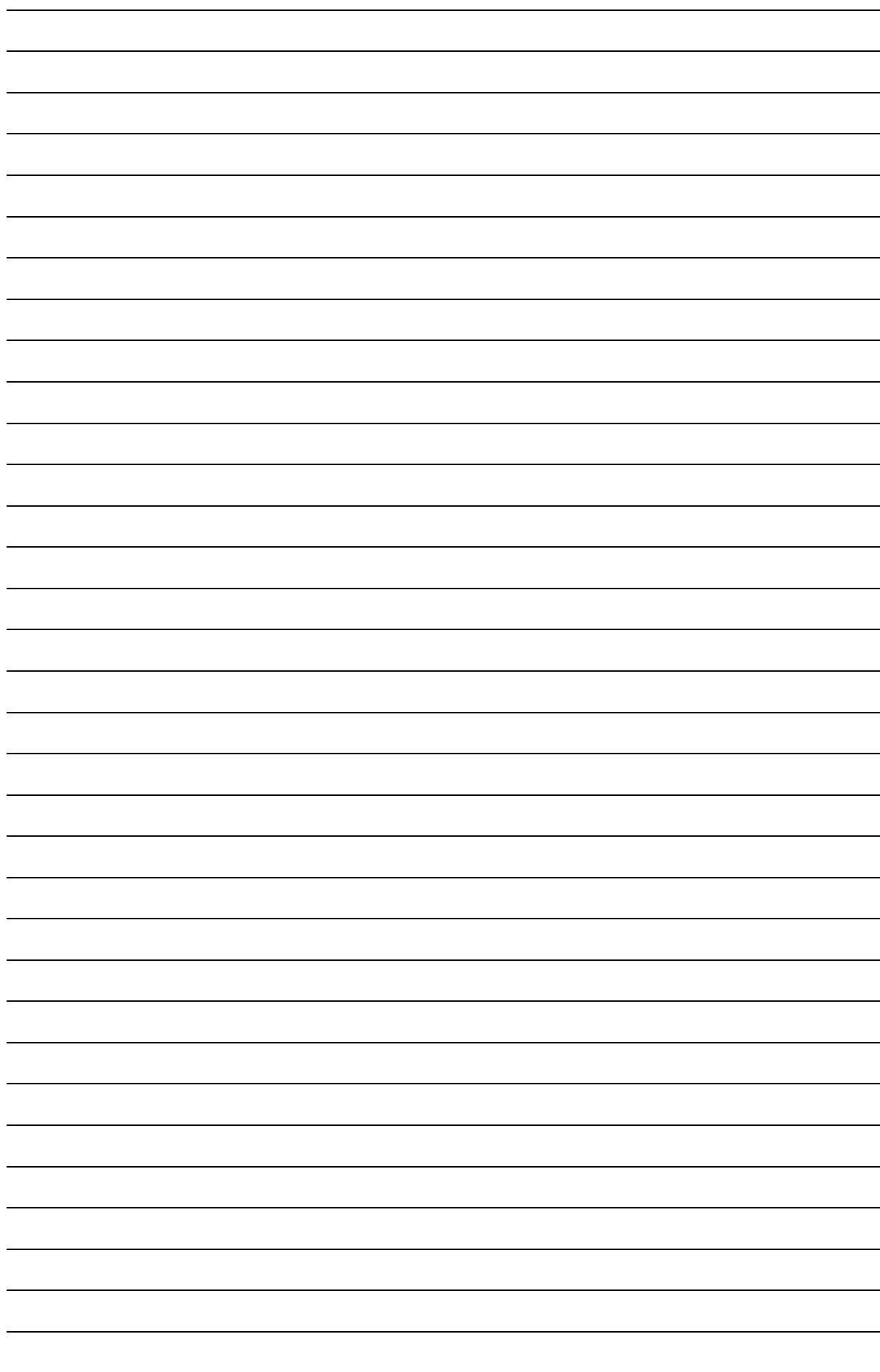
7. У 100 мл води при кімнатній температурі розчиняється 0,626 моль нітрату цинку. Обчисліть масову частку солі в розчині, отриманому змішуванням насиченого розчину цієї солі і води в співвідношенні по масі 3:2.

8. Масова частка сульфату калію в насиченому при 10 °С розчині дорівнює 8,44%. Обчисліть розчинність цієї солі в 100 г води.

9. Змішали рівні маси розчинів сульфату натрію і фосфорної кислоти. В отриманому розчині масові частки солі і кислоти стали рівні відповідно 3,14 і 2,72%. Обчисліть масові частки речовин у вихідних розчинах.

До 100 г 6,00%-ного розчину азотної кислоти додали розчин сірчаної кислоти, у результаті чого в отриманому розчині масові частки азотної і сірчаної кислот стали рівні відповідно 5,00 і 2,50%. Обчисліть масову частку сірчаної кислоти в доданому розчині.





## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

**Тема:** *Електролітична дисоціація. Реакції в розчинах електролітів. Індикатори. Гідроліз солей.*

**Мета:** *поглибити теоретичні знання з питань електролітичної дисоціації, ознайомитись з основними положеннями та механізмом електролітичної дисоціації речовин з різним типом хімічного зв'язку; виконати хімічні дослід, провести спостереження, зробити відповідні висновки про властивості розчинів електролітів.*

### **Завдання для самостійної підготовки студентів**

1. Електроліти і неелектроліти, основні положення теорії електролітичної дисоціації.
2. Механізм дисоціації речовин з різним типом хімічного зв'язку. Утворення йону гідроксонію.
3. Ступінь електролітичної дисоціації. Сильні і слабкі електроліти. Фактори, що впливають на ступінь дисоціації.
4. Поняття про активність йона та коефіцієнт активності. Константа дисоціації слабких електролітів.
5. Кислоти, основи, амфотерні гідроксиди, солі у світлі теорії електролітичної дисоціації. Сучасні теорії кислот і основ.
6. Реакції в розчинах електролітів. Напрявленість обмінних реакцій у розчинах електролітів.
7. Електролітична дисоціація води. Іонний добуток води. Водневий показник.
8. Рівновага в насичених розчинах малорозчинних електролітів. Добуток розчинності. Добуток активності.
9. Гідроліз солей. Різні випадки гідролізу солей. Реакція середовища у водних розчинах солей.
10. Ступінь і константа гідролізу. Фактори, що впливають на зміщення рівноваги гідролізу. Пояснення механізму гідролізу.  
Індикатори.

### **1. Електропровідність розчинів кислот, лугів і солей**

а) Взяти акумулятор (2-4 В), амперметр (3-5 А) і графітові електроди, вставлені у фанерний кружок. Зібрати установку за рисунком 4. На графітові електроди повинні бути надіті гумові трубки, що щільно закривають верхню частину стрижнів. У три склянки налити по 100 мл 1 н. розчинів соляної, сірчаної й оцтової кислот. Опустити в склянку із



соляною кислотою електроди. Відзначити покази стрілки амперметра. Потім занурити електроди послідовно в склянки із сірчаною й оцтовою кислотами і також відзначити покази амперметра.

При переході від одного розчину до іншого треба електроди перед зануренням їх у новий розчин ретельно промивати дистильованою водою.

Порівняти електропровідність досліджених кислот і сформулювати висновок про їхню відносну силу.

У такий же спосіб випробувати електропровідність 1 н. розчинів гідроксиду натрію й аміаку. Порівняти ступінь дисоціації цих лугів.

***Форма запису***

Речовина	Концентрація розчину	Показання амперметра

Замалювати прилад і записати зроблені спостереження.

Порівняти отримані результати з табличними даними, що характеризують кількісно ступінь дисоціації досліджених електролітів.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

б) Випробувати електропровідність 1 н. розчинів солей хлориду калію, нітрату калію, сульфату натрію, ацетату натрію. Записати показання амперметра. Зробити висновок про силу досліджених електролітів.

---

---

---

---

---

---

в) Налити в дві склянки 2 н. розчини оцтової кислоти й аміаку і досліджувати електропровідність кожного з них. Потім злити вміст обох склянок разом і випробувати електропровідність отриманого розчину. Пояснити розходження, що спостерігаються, в електропровідності розчинів вивчених речовин.

---

---

---

---

---

## 2. Дисоціація солей

а) Узяти небагато хлориду міді (II) і відзначити колір твердої солі. Одну частину солі розчинити в ацетоні, а іншу — у воді. Спостерігати забарвлення розчину в першому і в другому випадках. Дати пояснення.

---

---

---

---

---

б) Кристалик хлориду міді (II) розчинити в 2-3 краплях води. Відзначити забарвлення розчину. Додати декілька мілілітрів води. Спостерігати зміну забарвлення розчину. Дати пояснення. Написати рівняння реакції дисоціації хлориду міді (II).

---

---

---

---

---

---

---

### 3. Порівняння хімічної активності сильних і слабких електролітів

а) В одну пробірку налити 5 мл 0,1 н. розчину соляної кислоти, в іншу — стільки ж 0,1 н. розчину оцтової кислоти. Опустити в кожну пробірку по однаковому шматочку цинку. Який газ виділяється в пробірках? Написати рівняння реакцій, що відбуваються. У якій кислоті процес йде більш енергійно?

Пояснити це явище, користуючись даними про ступінь дисоціації соляної й оцтової кислот у їх 0,1 н. розчинах.

---

---

---

---

---

б) Налити в дві пробірки розчин хлориду кальцію. В одну пробірку додати 2 н. розчин гідроксиду натрію, а в іншу — такий же об'єм 2 н. розчину аміаку (розчини не повинні містити карбонатів). Що спостерігається? Пояснити причину різної дії на хлорид кальцію узятих основ.

---

---

---

---

---

### 4. Іонні реакції в розчинах електролітів

а) Проробити якісну реакцію на хлорид-іони, узявши для дослідження розведений розчин соляної кислоти і розчини хлоридів різних металів.

Якісною реакцією на хлорид-іони є утворення білого сирнистого осаду хлориду срібла.

Яким скороченим іонним рівнянням можна виразити всі проведені реакції?

---

---

---

---

---

---

б) Випробувати дію розчину нітрату срібла на розчин хлорату калію  $KClO_3$  і хлороформ  $CHCl_3$ . Що спостерігається? Дати пояснення.

---

---

---

---

## 5. Реакція нейтралізації

### *а) Взаємодія сильної кислоти і сильної основи*

Налити в порцелянову чашку 5 мл 2 н. розчину  $HCl$  і додавати до нього по краплях 2 н. розчин  $NaOH$ . Розчин перемішувати скляною паличкою і випробувати його дію на лакмус, переносячи краплю розчину на лакмусовий папірець. Потрібно домогтися нейтральної реакції (синій і червоний лакмусовий папірець не змінює забарвлення). Отриманий розчин випарити досуха. Що утворилося? Написати молекулярні й іонні рівняння реакцій.

---

---

---

---

### *б) Взаємодія слабкої кислоти і сильної основи*

Налити в пробірку 2 мл 2 н. розчину лугу і додати одну краплю фенолфталеїну. Додавати по краплях 2 н. розчин оцтової кислоти до знебарвлення розчину. Написати молекулярні і іонні рівняння реакцій. Пояснити, чому рівновага іонної реакції, у якій бере участь слабкий електроліт (оцтова кислота), зміщується у бік утворення молекул води.

---

---

---

---

---

---

### 6. Амфотерність

З наявних у лабораторії реактивів одержати осад гідроксиду цинку. Збовтати отриманий осад і відлити невеликі кількості його в дві пробірки. В одну з пробірок додати розчин  $\text{HCl}$ , в іншу — розчин  $\text{NaOH}$  (у надлишку). Що спостерігається? Написати молекулярні й іонні рівняння реакцій.

---

---

---

---

---

### 7. Виділення теплоти при нейтралізації

Відміряти по 50 мл 2 н. розчинів  $\text{NaOH}$  і  $\text{HCl}$ . Вилити розчини у дві склянки і вимірити температуру розчинів. Змішати кислоту з лугом в одній зі склянок і обережно перемішати рідину термометром. Що спостерігається? Написати молекулярні і іонні рівняння реакцій.

---

---

---

---

---

### 8. Утворення важкорозчинних солей

Налити в три пробірки по 2-3 мл розчинів хлоридів барію, стронцію і кальцію. У першу пробірку долити розчин сульфату натрію, у другу — насичений розчин сульфату калію й у третю — насичений розчин сульфату стронцію.

Пояснити явища, що спостерігаються, користуючись правилом добутку розчинності.

Написати молекулярні й іонні рівняння реакцій.

---

---

---

---

---

### **9. Реакції, що йдуть з утворенням леткої сполуки**

У пробірку налити небагато розчину якої-небудь солі амонію, додати 1-2 мл розчини NaOH і нагріти до кипіння. У пари, що виділяються, внести вологий червоний лакмусовий папірець. Що спостерігається? Дати пояснення. Написати рівняння реакцій.

---

---

---

---

---

### **10. Визначення рН розчину за допомогою універсального індикаторного паперу**

Одержати розчин, рН якого потрібно визначити. Ознайомитися з інструкцією, що поміщена на обкладинці книжки з універсальним індикаторним папером.

Проробити дослід відповідно до інструкції, зробити висновок про величину рН досліджуваного розчину. Указати реакцію середовища й обчислити концентрацію іонів водню.

---

---

---

---

---

### **11. Забарвлення індикаторів**

а) Налити в три пробірки по 3 мл дистильованої води і додати по 2 краплі розчину одного з індикаторів: лакмусу, метилового оранжевого і фенолфталеїну. Відзначити в таблиці їхній колір у нейтральному середовищі. У кожен пробірку додати розчин кислоти

за вибором. Спостерігати зміни забарвлення і записати їх у відповідні графи таблиці.

---

---

---

---

---

б) Проробити теж саме, узявши замість кислоти розчин лугу.

<i>Середовище</i>	<i>Колір індикатора</i>		
	лакмусу	метилового оранжевого	фенолфталеїну
Нейтральне			
Кисле			
Лужне			

## 12. Реакція середовища розчинів солей при гідролізі

а) З наявних у лабораторії реактивів підібрати розчини солей, утворених слабкою кислотою і сильною основою. Налити в одну пробірку розчин солі, утвореної одноосновною кислотою, в іншу — розчин солі, утвореної багатоосновною кислотою, і досліджувати реакцію середовища розчинів, наносячи краплю розчину на лакмусовий папірець скляною паличкою. Написати молекулярні й іонні рівняння реакцій гідролізу узятих солей. У якому випадку гідроліз буде відбуватися ступінчасто?

---

---

---

---

---

б) Написати рівняння реакції гідролізу сульфату міді (II) у молекулярній і іонній формі. Як діє його розчин на лакмус? Перевірити правильність висновку, проробивши дослід.

Які іони обумовили зміну кольору лакмусу? У результаті якого процесу ці іони з'явилися?

---



---



---



---



---

в) Яку реакцію на лакмус повинний показувати розчин хлориду натрію? Перевірити правильність висновку, здійснивши дослід.

Результати дії розчинів солей на індикатор представити у виді таблиці:

Формула	Забарвлення лакмусу	Реакція середовища	Значення рН у розчині: рН = 7, рН < 7, рН > 7

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

**13. Дослідження продуктів гідролізу**

Налити в пробірку небагато розчину хлориду заліза (ІІІ) FeCl<sub>3</sub> і випробувати його дію на лакмусовий папірець. Написати рівняння реакції гідролізу FeCl<sub>3</sub> по першому ступеню.

У розчин FeCl<sub>3</sub> внести небагато порошку магнію. Спостерігати виділення газу. Який газ виділяється? Дати пояснення.

---



---



---

---

---

---

#### 14. Вплив температури на ступінь гідролізу

Змішати в пробірці по 3 мл розчинів хлориду заліза (III) і ацетату натрію. Чи помітні зовнішні ознаки протікання хімічної реакції? Нагріти рідину до кипіння. Що спостерігається? Написати рівняння реакцій утворення ацетату заліза (III) і його гідролізу.

---

---

---

---

#### 15. Повний гідроліз

До розчину солі алюмінію в пробірці долити розчин карбонату натрію  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Нагріти пробірку, відфільтрувати осад, що утворився, і промити його на фільтрі гарячою водою для видалення надлишку  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Довести дослідним шляхом, що отриманий осад є не сіллю вугільної кислоти, а гідроксидом алюмінію. Скласти рівняння реакцій утворення карбонату алюмінію і його гідролізу.

---

---

---

---

#### Тьюторські завдання

1. Розчин карбонату калію розділили на дві частини. До однієї з них додали невелику масу гідрокарбонату натрію; іншу нагріли. Як зміниться повнота протікання реакції гідролізу в кожному випадку?

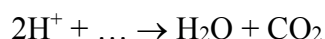
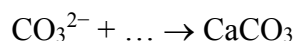
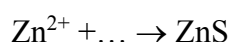
2. Яку реакцію середовища (слабкокисло, слабколужну, близьку до нейтральної) повинні мати розчини таких солей амонію:  $\text{NH}_4\text{CN}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ? Відповідь аргументуйте.

3. До розчину  $\text{FeCl}_3$  добавили: а)  $\text{HCl}$ ; б)  $\text{NaOH}$ ; в)  $\text{ZnCl}_2$ ; г)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; д)  $\text{Zn}$ ; е)  $\text{H}_2\text{O}$ . В яких випадках гідроліз хлориду заліза (III) посилиться? Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння відповідних реакцій.

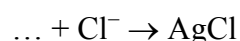
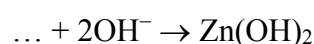
4. Яке забарвлення матиме фенолфталеїн у розчині ацетату натрію? Чому забарвлення при нагріванні стає інтенсивнішим, а при охолодженні – менш інтенсивним. Складіть молекулярне та іонно-молекулярне рівняння відповідної реакції.

5. До розчинів  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  добавили розчин соди  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . В яких випадках спостерігається виділення  $\text{CO}_2$ ? Чому? Складіть молекулярні та іонно-молекулярні рівняння відповідних реакцій.

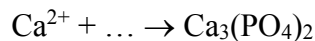
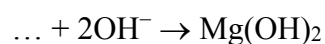
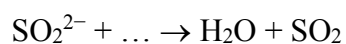
6. Написати в молекулярній та йонній формі рівняння реакцій, що виражені такими схемами:



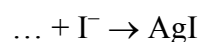
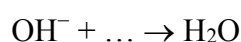
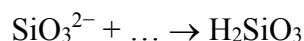
7. Написати в молекулярній та йонній формі рівняння реакцій, що виражені такими схемами:



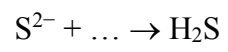
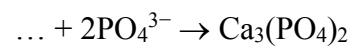
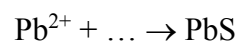
8. Написати в молекулярній та йонній формі рівняння реакцій, що виражені такими схемами:

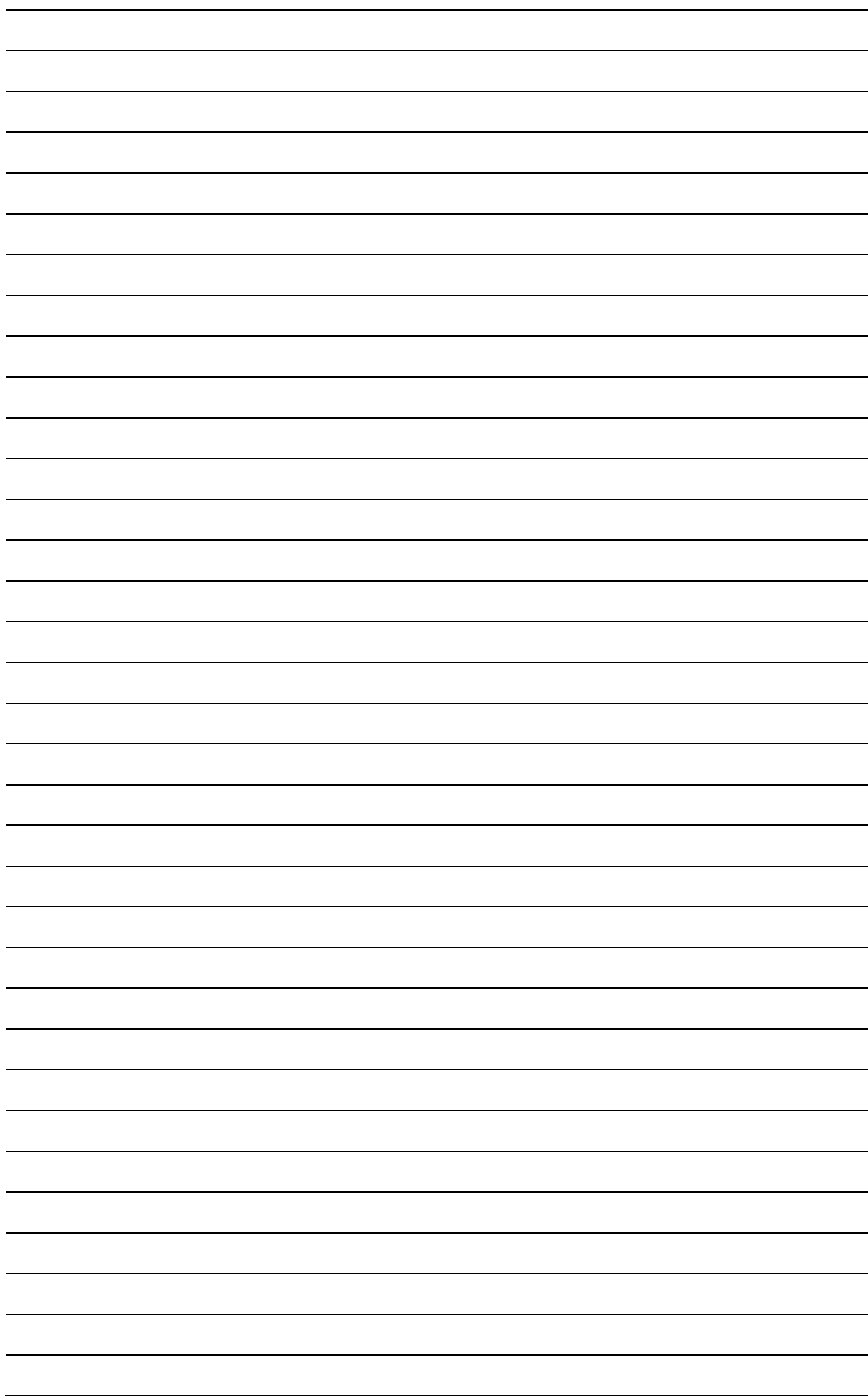


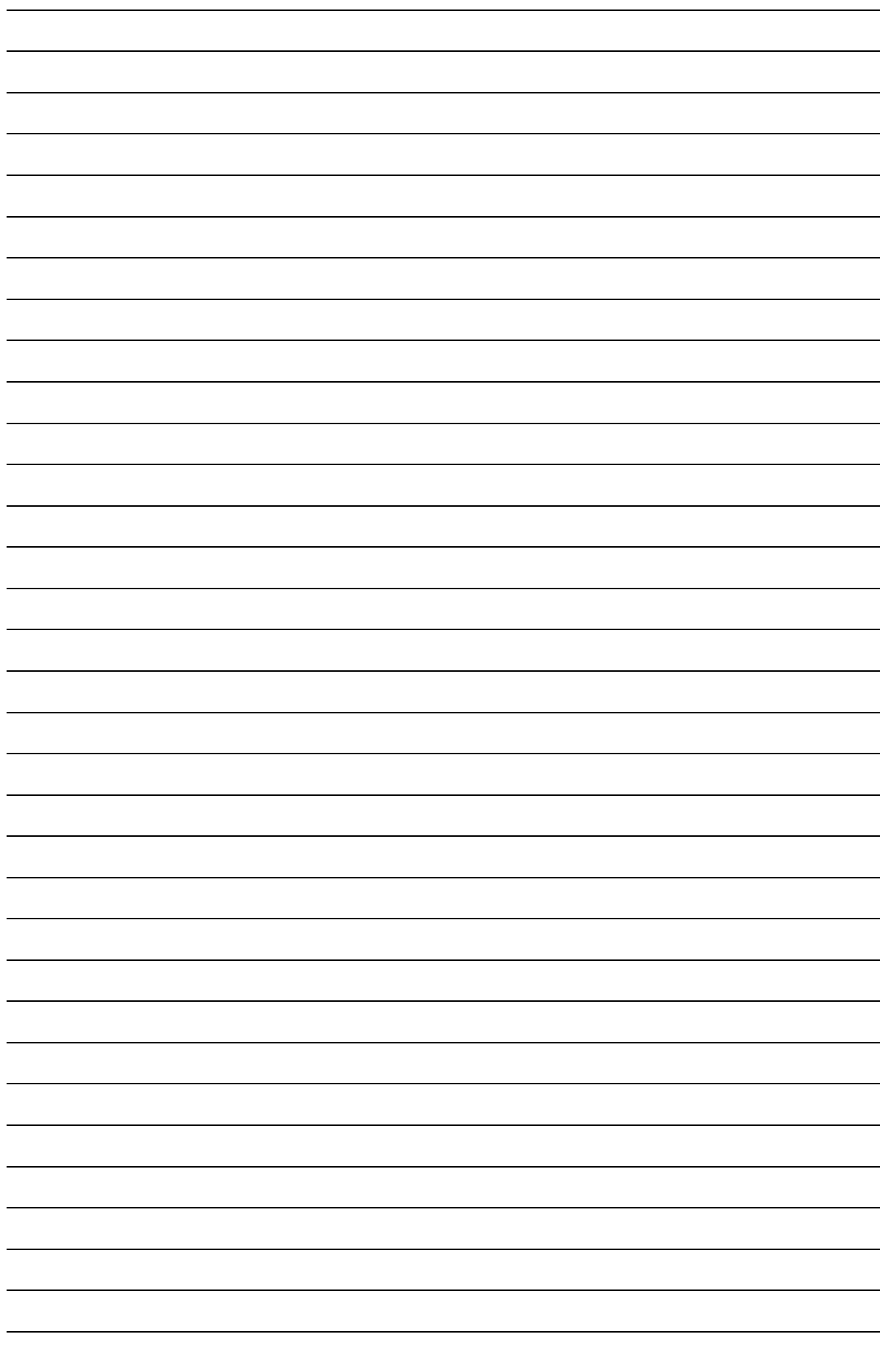
9. Написати в молекулярній та йонній формі рівняння реакцій, що виражені такими схемами:



10. Написати в молекулярній та йонній формі рівняння реакцій, що виражені такими схемами:







## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

### **Тема: Комплексні сполуки.**

**Мета:** ознайомитись з основними положеннями координаційної теорії Вернера, ізомерією та номенклатурою комплексних сполук; природою хімічного зв'язку в комплексних сполуках; на основі цих знань набути вміння виконувати досліді, робити спостереження і відповідні висновки про будову комплексних сполук.

### **Завдання для самостійної підготовки студентів**

1. Основні положення координаційної теорії А. Вернера.
2. Основні класи комплексних сполук. Ізомерія.
3. Номенклатура комплексних сполук.
4. Природа хімічного зв'язку в комплексних сполуках.
5. Дисоціація комплексних сполук. Дисоціація комплексного йону у водному розчині, константи нестійкості.
6. Значення комплексоутворення в хімії та біології.

### **1. Утворення і дисоціація сполук з комплексним катіоном**

а) Налити в пробірку 1-2 мл розчину  $\text{AgNO}_3$  і додати небагато розчину  $\text{NaCl}$ . До осаду, що утворився, доливати розчин аміаку до його розчинення. Скласти рівняння реакцій, з огляду на те, що координаційне число  $\text{Ag}^+$  дорівнює двом. Пояснити зміни, що відбуваються.

---

---

---

---

---

б) Налити в пробірку 1-2 мл розчину  $\text{CuCl}_2$  і додавати по краплях розчин аміаку до утворення осаду  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , потім долити надлишок розчину аміаку до розчинення осаду. Порівняти забарвлення іонів  $\text{Cu}^{2+}$  з забарвленням отриманого розчину. Присутність яких іонів надає забарвлення розчину? Написати рівняння реакції одержання комплексної основи і його координаційну формулу, з огляду на те, що координаційне число  $\text{Cu}^{2+}$  дорівнює чотирьом. Яка основа є більш сильною: гідроксид міді (II) або відповідна комплексна основа? Чому? **Отриманий розчин зберегти для досліді 4!**

---

---

---

---

---

---

## 2. Утворення і дисоціація сполуки з комплексним аніоном

У пробірку з 2-3 мл розчину  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_2$  додавати по краплях 0,5 н. розчин  $\text{KI}$  до випадання осаду  $\text{BiI}_3$ . Потім додати ще декілька крапель розчину  $\text{KI}$  до розчинення осаду, що випав. Який колір отриманого розчину? Чи може це забарвлення обумовлюватися присутністю іонів  $\text{K}^+$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ? Написати рівняння реакцій утворення і дисоціації комплексної сполуки і його координаційну формулу, з огляду на те, що координаційне число  $\text{Bi}^{3+}$  дорівнює чотирьом.

---

---

---

---

---

## 3. Відмінності між простими і комплексними іонами заліза (III)

а) До 1-2 мл розчину  $\text{FeCl}_3$  долити небагато розчину  $\text{KSCN}$ . Написати рівняння реакції. Ця реакція характерна для іона  $\text{Fe}^{3+}$  і застосовується для його виявлення.

б) Довести, чи виявляється іон  $\text{Fe}^{3+}$  у розчині  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , проробивши характерну реакцію, як у досліді 3 а).

---

---

---

---

в) Налити в одну пробірку небагато розчину  $\text{FeCl}_3$ , а в іншу —  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  і додати в кожному з них однаковий об'єм розчину  $\text{FeSO}_4$ . Пояснити відсутність змін у першій пробірці й утворення в другій осаду так званої турнбулевої сині  $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Написати рівняння реакцій у молекулярній і іонній формі.

Реакція утворення турнбулевої сині є характерною для комплексного іона  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ .

---

---

---

---

---

---

#### 4. Міцність і руйнування комплексних іонів

а) Одержати в пробірці  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , як це було зроблено *в досліді 1*. Отриманий розчин розлити в чотири пробірки і *використати у досліді 4 б), в) і д)*.

---

---

---

---

---

---

б) Налити в пробірку 1-2 мл розчину  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , *отриманого в досліді 4 а)*, і додати туди гранулу цинку. Що спостерігається? Записати рівняння реакції утворення комплексного аміаката цинку, з огляду на те, що координаційне число  $\text{Zn}^{+2}$  дорівнює чотирьом.

Пояснити, користуючись таблицею констант нестійкості комплексних іонів, причину витиснення цинком срібла з його аміачного комплексного іона.



---

---

---

---

в) Налити в дві пробірки однакові об'єми розчину  $\text{AgNO}_3$ . В одну з них додати розчин  $\text{NaOH}$ , в іншу —  $\text{KI}$ . Записати спостереження.

Ці реакції характерні для іона  $\text{Ag}^+$  і можуть бути використані для його виявлення. Скласти рівняння реакцій.

Розчин  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ , отриманий у досліді 4 а), налити по 1 мл у дві пробірки. В одну пробірку долити розчин  $\text{NaOH}$ , а в другу — розчин  $\text{KI}$ . Що відбувається? Написати рівняння дисоціації комплексного іона  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  і вираз константи нестійкості його. Дати пояснення явищам, що спостерігаються, користуючись рівнянням дисоціації комплексного іона і правилом добутку розчинності.

---

---

---

---

г) Одержати в пробірці осад  $\text{AgCl}$ . Потім додати 1 н. розчин  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  до повного розчинення осаду. Написати рівняння реакції утворення  $\text{Na}_2[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ . До отриманого розчину комплексної сполуки додати розчин  $\text{KI}$ . Порівняти результати з отриманими в досліді 4 в). Написати вирази для констант нестійкості аміачного і тіосульфатного комплексів срібла і вирішити за результатами дослідів 4 в) і г), яка константа має більше значення. Перевірити висновок.

---

---

---

---

---

### 5. Дисоціація подвійної солі

Довести наявність іонів  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  і  $\text{SO}_4^{2-}$  у розчині залізоамонійних галунів  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ , проробивши для них характерні реакції за допомогою розчинів лугу,  $\text{KSCN}$  і  $\text{BaCl}_2$ .

Написати іонні рівняння реакцій. Скласти рівняння електролітичної дисоціації залізоамонійних галунів.

У чому полягає подібність і відмінність між подвійними солями й іншими комплексними сполуками?

---

---

---

---

---

### Тьюторські завдання

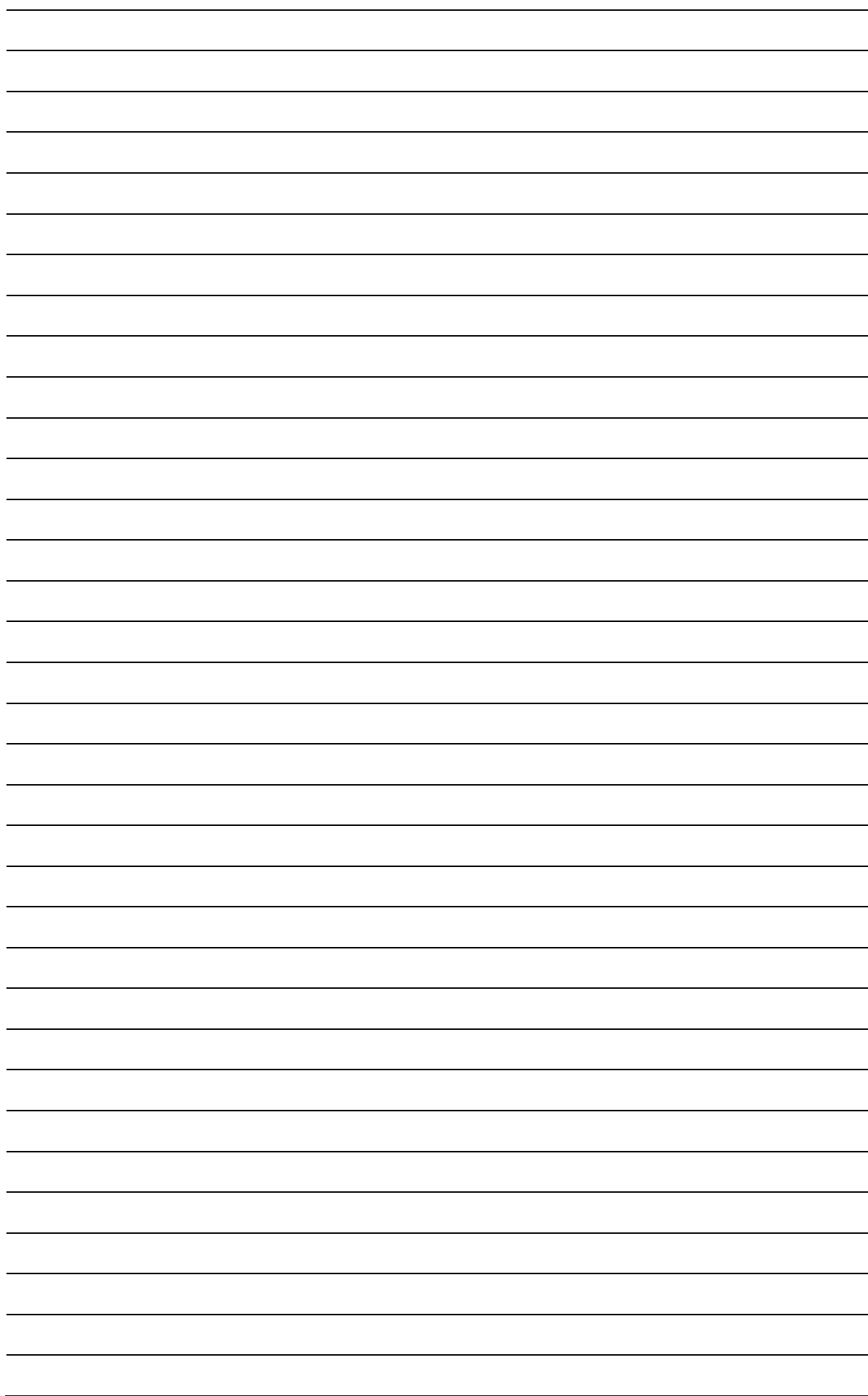
1. До 1,00 мл розчину  $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$  з молярними концентраціями лугу і комплексної солі відповідно 5,00 і 0,600 моль/л додали 20,0 мл соляної кислоти. Молярна концентрація йонів водню в утвореному розчині, склала 0,05 моль/л. Обчисліть молярну концентрацію хлороводню у вихідній соляній кислоті.

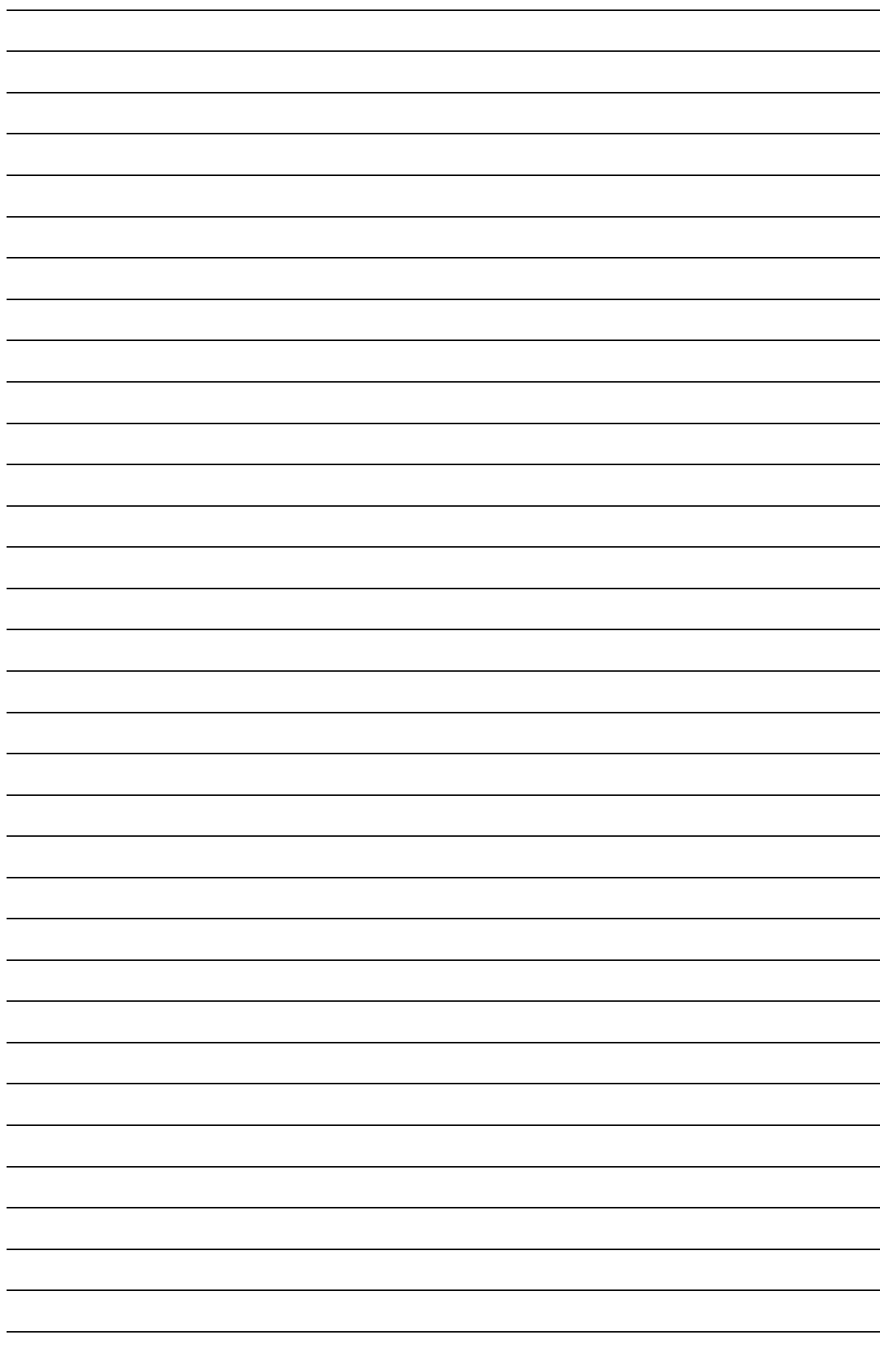
2. Складіть координаційні формули та напишіть рівняння дисоціації комплексних сполук платини  $\text{PtCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ ,  $\text{PtCl}_2 \cdot 3\text{NH}_3$ ,  $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$ ,  $\text{PtCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot \text{NH}_3$ ,  $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$  у водних розчинах. Яка з перелічених сполук є комплексним неелектролітом? Координаційне число  $\text{Pt}^{2+}$  дорівнює 4.

3. Наведіть по два приклади катіонних, аніонних та нейтральних комплексів. Вкажіть, чому дорівнюють ступені окислення і координаційне число комплексоутворювачів в кожній сполуці.

4. Що називають константою нестійкості комплексного йона? Напишіть вирази для констант нестійкості для слідуючих йонів:  $[\text{CuCl}_2]^-$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ .

5. Розчини солей кадмію утворюють з лугами осад  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ , а з сірководнем - осад  $\text{CdS}$ . Чим можна пояснити, що розчин тетраціанокадмату (II) калію  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$  утворює осад з сірководнем і не дає осаду з лугом?





## Лабораторна робота № 10

### **Тема: Окислювально-відновні реакції. Електроліз. Гальванічний елемент.**

**Мета:** поглибити теоретичні знання про окислювально-відновні реакції, про їх роль у природі, технологічних процесах; дослідити вплив кислого, лужного і нейтрального середовища на окислювально-відновні процеси, ознайомитись з поняттям про гальванічний елемент; набутти навиків навчально-дослідницької роботи, вміння робити спостереження і відповідні висновки з них.

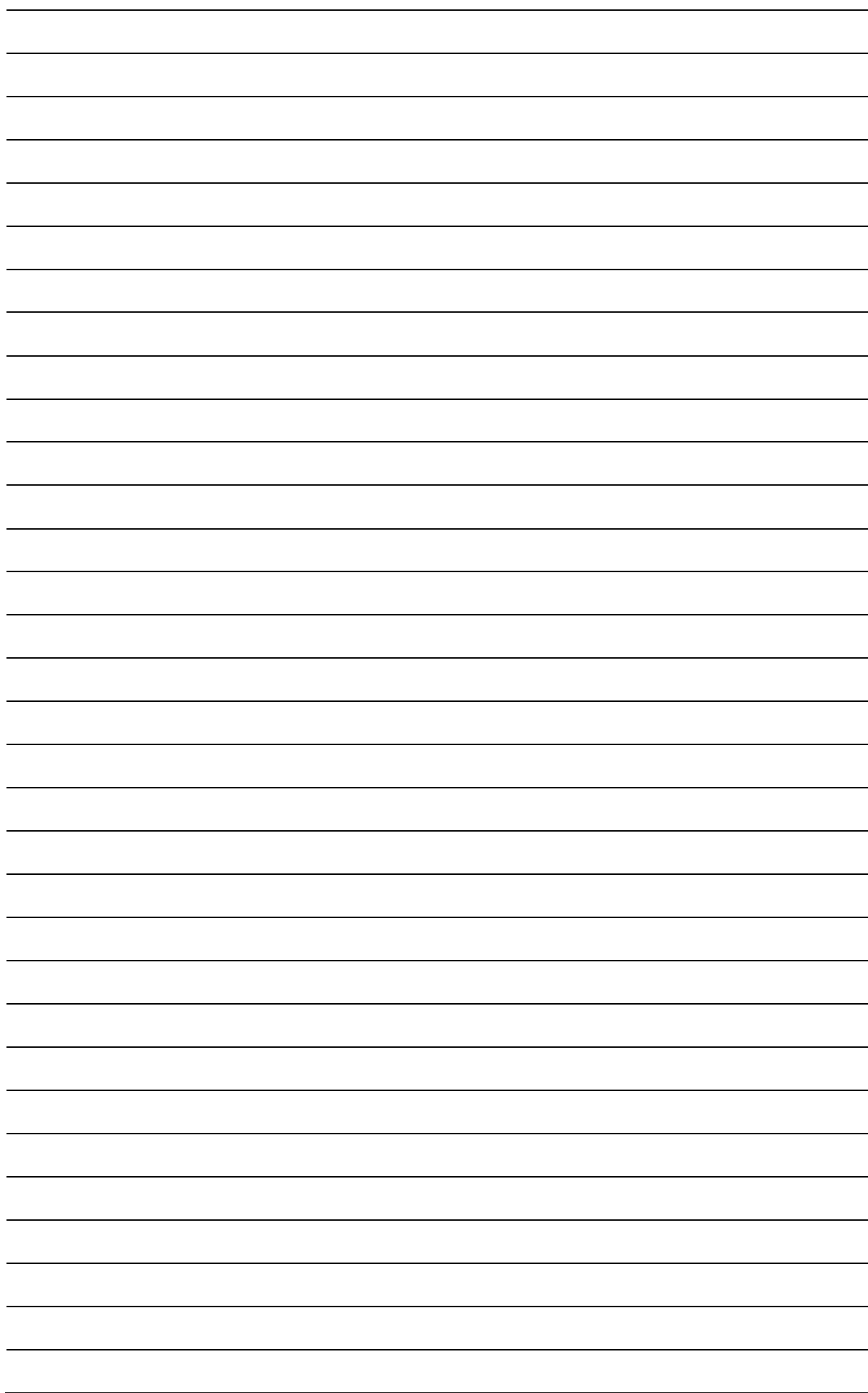
### **Завдання для самостійної підготовки студентів**

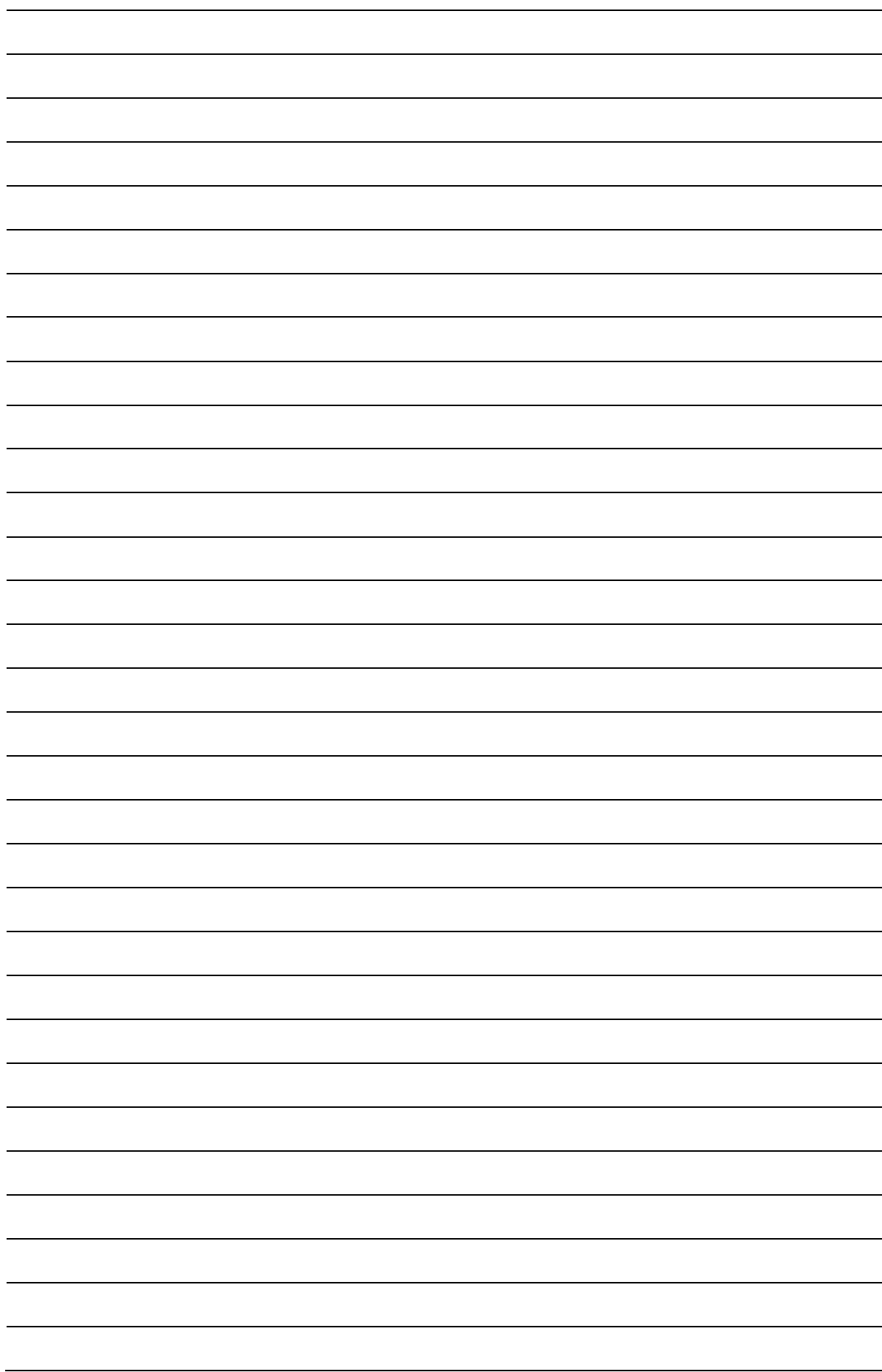
1. Класифікація окислювально-відновних реакцій. Електронна теорія окислення. Окислювачі й відновники.
2. Правила складання рівнянь окислювально-відновних реакцій. Вплив середовища на проходження окислювально-відновних процесів.
3. Взаємодія металів з кислотами і солями у водних розчинах як окислювально-відновний процес.
4. Поняття про гальванічні елементи. Електродний потенціал. Стандартні електродні потенціали.
5. Напрявленість окислювально-відновних реакцій у розчинах.
6. Електроліз як окислювально-відновний процес. Електроліз розплавів, водних розчинів кислот, лугів, солей та його практичне застосування.

### **Тьюторські завдання**

1. Визначте ступені окиснення виділених елементів у наступних сполуках:  $\text{NH}_4\text{NO}_2$ ;  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ;  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ;  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ;  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ;  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ;  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ;  $\text{Cu}_2\text{O}$ ;  $\text{N}_2\text{O}_4$ ;  $\text{CaC}_2$ ;  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ;  $\text{SiC}$ ;  $\text{KClO}_4$ ;  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ;  $\text{Mg}_2\text{Si}$ ;  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ;  $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ ;  $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_3$ .
2. Серед перерахованих нижче реакцій знайдіть окисно-відновні. Вкажіть для кожної з них окисник і відновник, розставте коефіцієнти: а)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + \dots$ ; б)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$ ; в)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaFeO}_2 + \dots$ ; г)  $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe} + \dots$ ; д)  $\text{FeCl}_3 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \dots$ ; е)  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3$ ; ж)  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \dots$ ; з)  $\text{Fe}_3\text{C} + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \dots$
3. Є розведені водні розчини сульфїту калію, сульфату магнію, перманганату калію, сірчаної кислоти. Які розчини потрібно змішати разом, щоб пройшла: а) окисно-відновна реакція; б) реакція обміну? Напишіть рівняння реакцій.
4. Складіть рівняння реакцій розкладання середніх солей за схемою:  $\text{X} \rightarrow \text{Z} \leftarrow \text{Y}$ . Одна з реакцій – окисно-відновна; інша протікає без зміни ступенів окиснення.

5. Приведіть приклад реакції, у якій бере участь речовина, молекула якої складається з двох атомів різних елементів. У ході цієї реакції ступеня окиснення обох атомів збільшуються.







## **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Загальна та неорганічна хімія : підруч. для здобувач вищої освіти в вищ. навч. закл. / Є.Я. Левітін, А.М. Бризицька, Р.Г. Ключова ; за заг. ред. Є.Я. Левітіна. — 3-тє вид. — Харків : НФаУ : Золоті сторінки, 2017. — 512 с. — (Національний підручник).
2. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія: Підручник [для студ. вищ. навч. закл.] / Неоніла Володимирівна Романова;— Київ: Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. — 480с.:
3. Степаненко О.М., Рейтер Л.Г., Ледовських В.М., Іванов С.В. Загальна та неорганічна хімія. В 2-х ч. — К.: Педагогічна преса, 2002. — 784с.
4. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. — Вінниця: Нова книга, 2003. — 464 с.
5. Шинкаренко В.І. Лабораторний зошит з неорганічної хімії: Навч. посібник. 1, 2 сем. — Полтава, 2023. — 218 с.

## **Додаткова:**

1. Рейтер Л.Г. Степаненко О.М., Басов В.П. Теоретичні розділи загальної хімії: Навчальний посібник. — К.: Каравела, 2003. — 344 с.
2. Телегус В.С., Бодак О.І., Заречнюк О.С., Кінжибало В.В. Основи загальної хімії — За ред. В.С. Телегуса: Підручник — Львів: Світ, 2000 — 424 с.
3. Перепелиця О.П. Властивості та екологічний вплив хімічних елементів: довідник. — К.: Вентурі, 1997. — 192с.
4. Неорганічна хімія. Хімія s-, p-, та d-елементів, їх роль у природі та біологічних процесах [Текст] : [навч. посіб.] / І. Й. Сейфулліна, О. Е. Марцинко. - Одеса : ОНУ, 2015. - 306 с

## **Електронні ресурси:**

1. [http://www.irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=JRN&P21DBN=JRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=I&S21COLORTERMS=0&S21STR=%D0%9629112](http://www.irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=JRN&P21DBN=JRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=fullwebr&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=I&S21COLORTERMS=0&S21STR=%D0%9629112)
2. Український освітній портал <http://osvita.ua/school/technol/>
3. <http://www.iupac.org/> Міжнародне товариство IUPAC
4. Онлайн-довідник з хімії: хімічні реакції, розчинники, співвідношення речовин, температура замерзання та кипіння органічних розчинників тощо.
5. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.chemistry.org.ua/>
6. Chemindustry [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.chemindustry.com/index.html>.