

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ  
ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

навчальної дисципліни «Неорганічна хімія»  
обов'язкових компонент освітньої-професійної програми першого  
(бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт**  
**(Технології робіт та технологічне обладнання аеропортів)**

**Кременчук 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 22.02.2024 № 2

**СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного коледжу  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 17.01.2024 № 6

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 22.02.2024 № 2

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 12.12.2023 № 8

**Розробник:**

1. канд. хім. наук, доцент, спеціаліст вищої категорії, викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, Козловська Т. Ф.

**Рецензенти:**

1. Завідувач кафедри екології та біотехнологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, канд. хім. наук, доцент, професор Новохатько О. В.

2. Викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Тягній В. Г.

## 1. Структура навчальної дисципліни

### 1.1. Структура навчальної дисципліни

### 1.2. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (денна форма навчання) не передбачено

### 1.3. Розподіл часу навчальної дисципліни за темами (заочна форма навчання)

Номер та назва навчальної теми	Кількість годин відведених на вивчення навчальної дисципліни						Вид контролю
	Всього	з них:					
		Лекції	Семінарські заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота	
Семестр № 3							
Тема № 1. Розчини. Їх типи. Розчинність.	9	2	0	0	0	14	Контрольна робота на 25 хв.
Тема № 2. Реакції з перенесенням електронів.	10	2	0	2	2	8	Контрольна робота на 25 хв.
Тема № 3. Перетворення хімічної енергії на електричну. Гальванічні та паливні елементи. Електрорушійна сила електрохімічних процесів.	12		0	0	0	8	Контрольна робота на 25 хв.
Тема № 4. Перетворення електричної енергії на хімічну. Процеси електролізу.	8	2	0	0	0	6	Контрольна робота на 25 хв.
Тема № 5. Корозія металів як різновид електрохімічних процесів.	8	2	0	0	0	17	
Всього за семестр № 3:	90	8	0	2	2	123	залік

## 2. Методичні вказівки до лабораторних занять

### 2.1. Проведення первинного інструктажу з охорони праці.

### 2.2. Обладнання хімічної лабораторії. Хімічний посуд.

(<http://www.chemistry.in.ua/grade-7/introduction-to-laboratory-glassware-and-equipment>)

Весь хімічний посуд поділяється на кілька груп:

– загального користування (використовується для виконання кількох

хімічних операцій): пробірки; стакани; плоскодонні, конічні і круглодонні колби; кристалізатори; лійки; годинникове скло; бюкси;

– мірний посуд: циліндри, мензурки, градуйовані піпетки, мірі колби;

– посуд спеціального призначення: склянки; апарат Кіппа; установка для фільтрування під вакуумом, що складається з колби Бунзена, лійки Бюхнера, склянки-уловлювача і водострумного насоса; колби В'юрца (круглодонні з газовідвідною трубкою);

– посуд із порцеляни та інших матеріалів: шпателі, ступки, випарні чашки, тиглі та човники.

У хімії застосовується особливий посуд із тонкостінного і товстостінного скла. Вироби із тонкостінного скла стійкі до зміни температур, в них проводять хімічні операції, які потребують нагрівання. Хімічний посуд із товстостінного скла нагрівати не можна. За призначенням скляний посуд буває *загального призначення* (рис. 1), *спеціального призначення* (рис. 5) та *мірний* (рис. 7). Посуд загального призначення використовують для виконання більшості робіт.

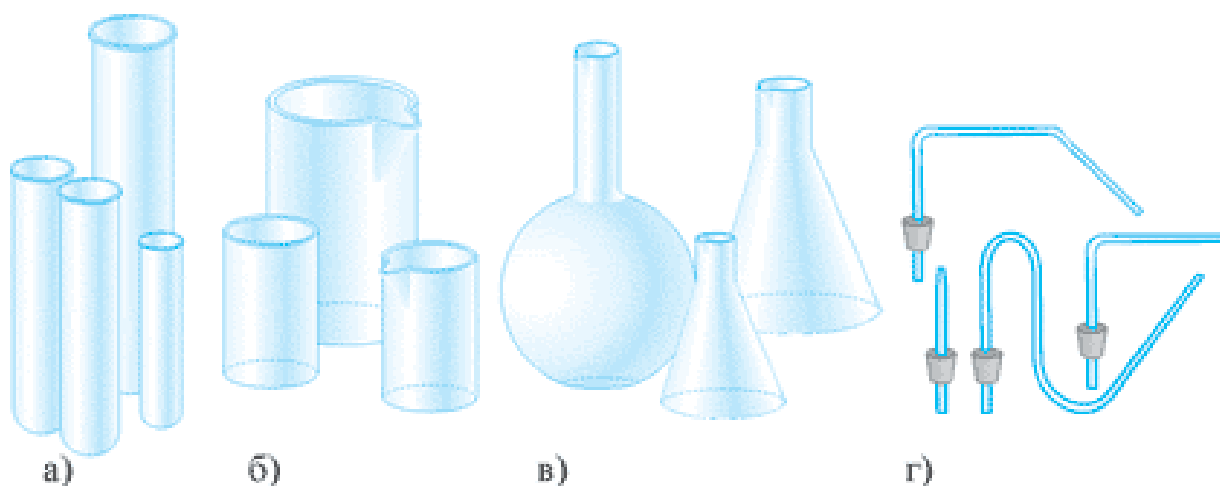


Рисунок 1 – Посуд загального призначення: а) пробірки; б) хімічні склянки; в) колби; г) газовідвідні трубки

Пробірками користуються виконуючи досліди з невеликими кількостями розчинів або твердих речовин, для демонстраційних дослідів. Skorистаємося посудом для виконання дослідів.

#### *Дослід 1.*

Наллємо у дві маленькі пробірки по 1-2 мл розчину хлоридної кислоти. В одну добавимо 1-2 краплі лакмусу, а другу – стільки ж метилового оранжевого. Спостерігаємо зміну кольору індикаторів. Лакмус набуває червоного, а метиловий оранжевий – рожевого кольору.

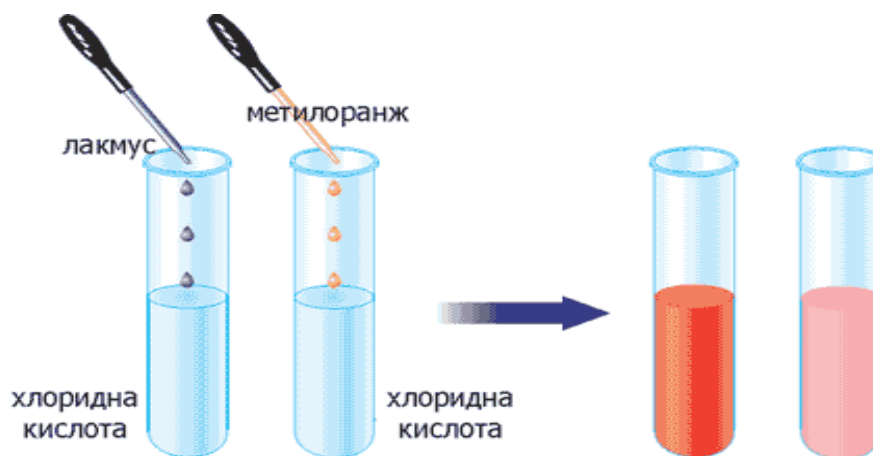


Рисунок 2 – Зміна кольору індикаторів у розчині хлоридної кислоти

### Дослід 2.

Наллємо у три маленькі пробірки по 1-2 мл розчину натрій гідроксиду. В одну добавимо 1-2 краплі лакмусу, колір стає синім (рис. 2,а). У другу – стільки ж метилового оранжевого – колір стає жовтим (рис. 2,б). У третю – фенолфталеїну, колір стає малиновим (рис. 2,в). Отже, за допомогою індикаторів можна визначити середовище розчинів.

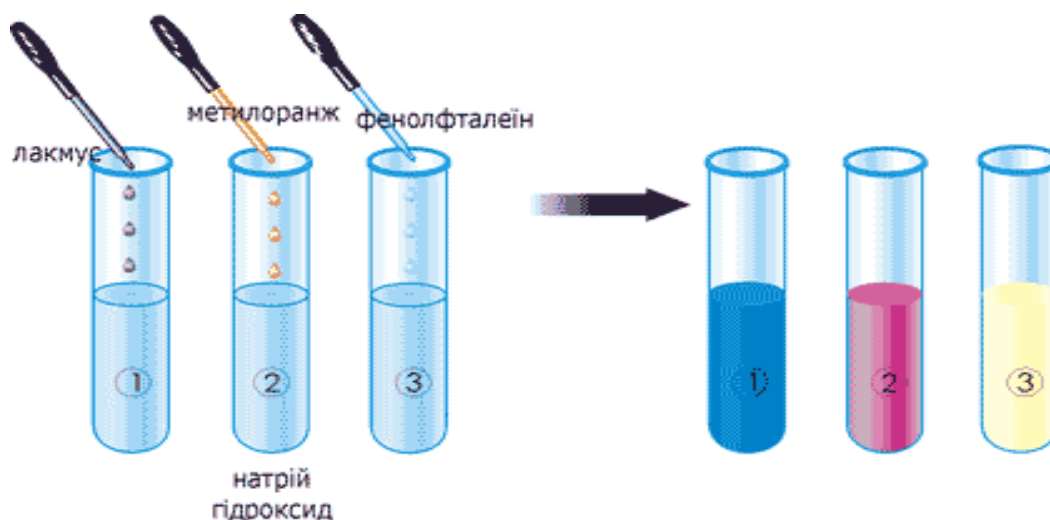


Рисунок 3 – Зміна кольору індикаторів у розчині лугу

### Дослід 3.

У велику пробірку вмістимо трохи соди натрій гідроген карбонату і доллємо 1-2 мл розчину оцтової кислоти. Одразу ж спостерігаємо своєрідне «закипання» суміші цих речовин. Таке враження створюється завдяки бурхливому виділенню бульбашок вуглекислого газу. Якщо запалений сірник внести у верхню частинку пробірки під час виділення газу, він гасне не догорівши.

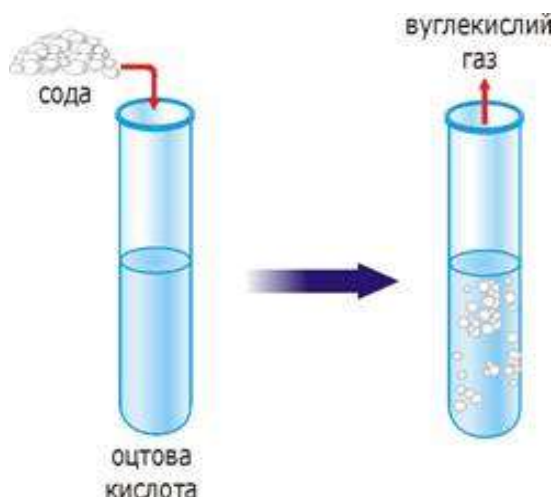


Рисунок 4 – Взаємодія соди з оцтом

У колбах розчиняють речовини, здійснюють фільтрування, титрування розчинів. Хімічні склянки застосовують для проведення реакцій осадження, розчинення твердих речовин під час нагрівання. До групи *спеціального призначення* відноситься посуд, який застосовують з певною метою. У товстостінному посуді виконують досліди, які не потребують нагрівання. Найчастіше у ньому зберігають реактиви. З товстого скла також виготовляють крапельниці, лійки, газометри, апарат Кіппа, скляні палички.

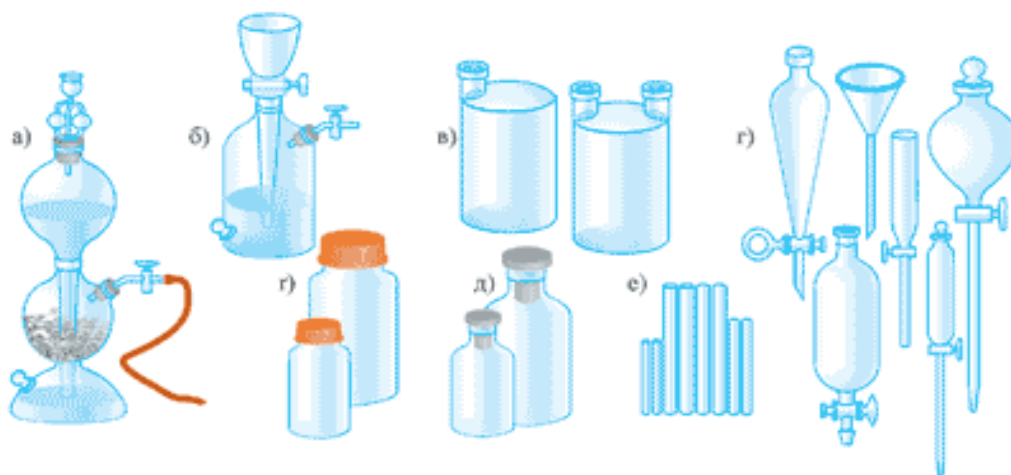


Рисунок 5 – Товстостінний посуд: а) апарат Кіппа; б) прилад для збирання газів; в) склянки; г) крапельні лійки; ґ) склянки для зберігання твердих речовин; д) склянки з притертими пробками; е) скляні палички й трубочки

#### Дослід 4.

Одну скляну паличку вчимо в концентрований розчин хлоридної кислоти, а другу – в розчин нашатирного спирту. Наблизимо палички одна до одної, спостерігаємо утворення «димів без вогню».



Рисунок 6 – Взаємодія хлоридної кислоти з амоніаком

До *мірного посуду* належать піпетки, бюретки, колби, циліндри, мензурки, склянки (рис. 7). Мірним посудом точно визначають об'єм рідин, виготовляють розчини різних концентрацій.

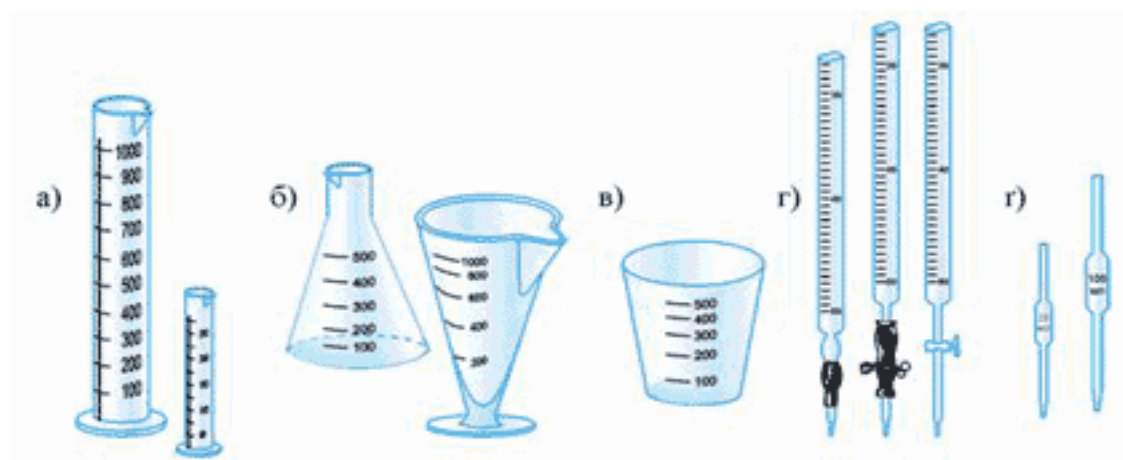


Рисунок 7 – Мірний скляний посуд: а) мірні циліндри; б) колби; в) склянка; г) бюретки; е) крапельниці

Окрім скляного посуду в лабораторії використовують фарфоровий посуд: чашки, тиглі, ступки (рис. 8). Фарфорові чашки застосовують для випаровування розчинів, а фарфорові тиглі – для прожарювання речовин у муфельних печах. У ступках подрібнюють тверді речовини.



Рисунок 8 – Фарфоровий посуд: а) тигель; б) чашка для випаровування; в) ступка з товкачиком

### Лабораторне обладнання.

Для нагрівання речовин у хімічних лабораторіях використовують спиртівки, електричні плити із закритою спіраллю, водяні бані, а при наявності газу – газові пальники. Можна користуватися і сухим паливом, спалюючи його на спеціальних підставках.

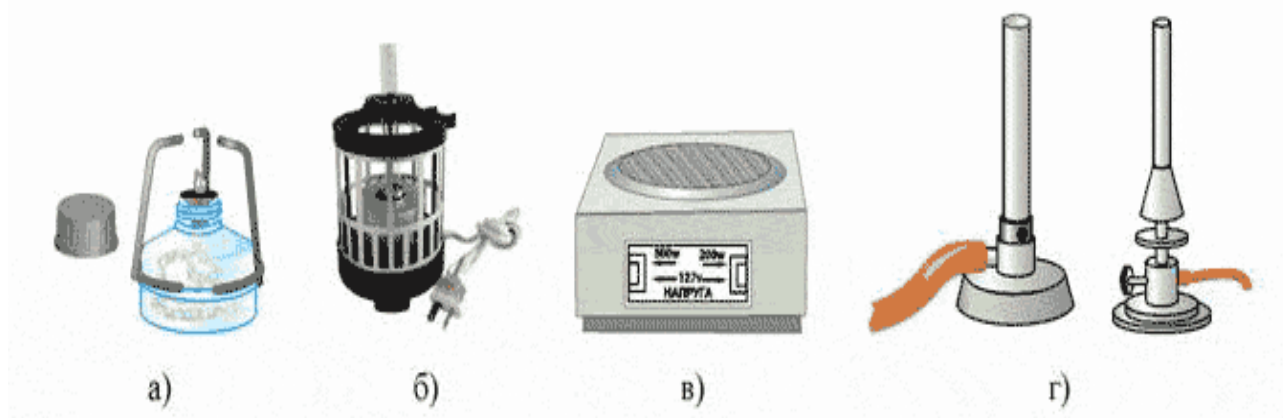


Рисунок 9 – Нагрівальні прилади: а) спиртівка; б) електрична баня зі штативом для пробірок; в) електрична плита; г) газові пальники

Велике значення під час виконання хімічних експериментів має *допоміжне приладдя*: металевий штатив, штатив для пробірок, тигельні щипці, азбестова сітка. Для зважування речовин використовують терези.

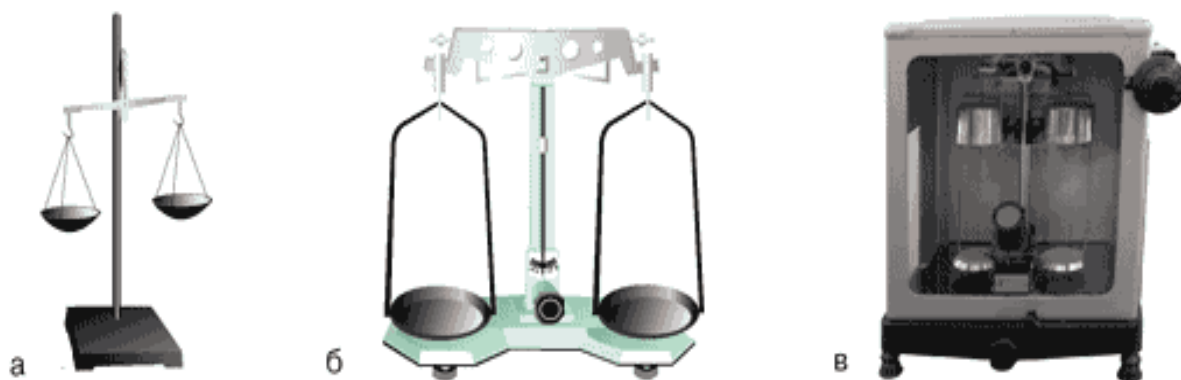


Рисунок 10 – Лабораторні терези: а) аптечні; б) технохімічні; в) аналітичні



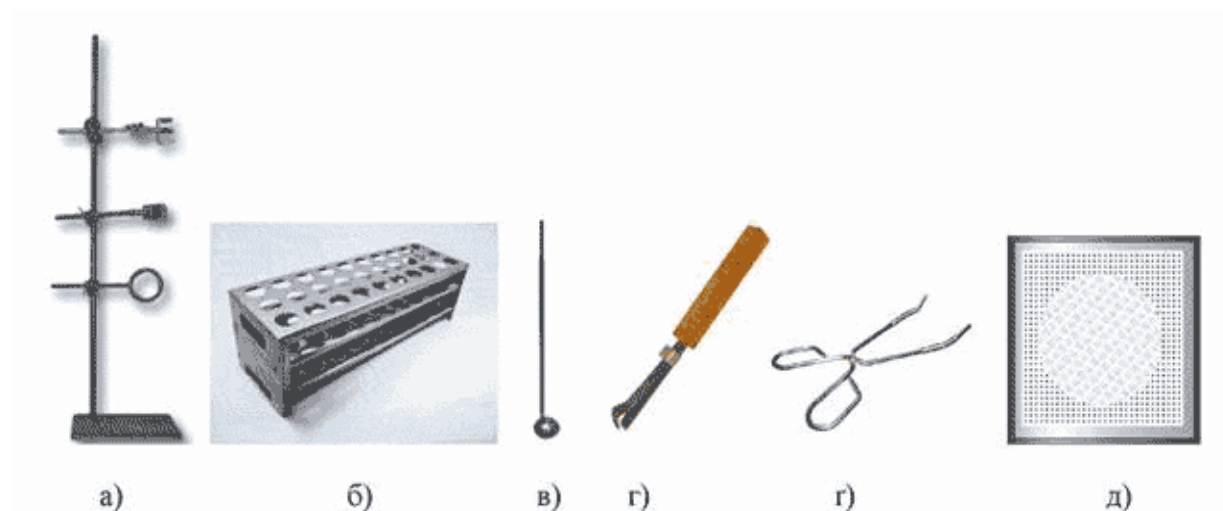


Рисунок 11 – Лабораторне обладнання: а) штатив металевий; б) штатив для пробірок; в) металева ложечка для спалювання речовин; г) тримач для пробірок; г) тигельні щипці; д) азбестова сітка

### 2.3. Хімічні реактиви та їх збереження

Реактиви – це індивідуальні речовини. їхні розчини або суміші чітко регламентованого складу, призначені для лабораторних робіт, наукових досліджень і хімічного аналізу.

Хімічні реактиви можуть використовуватися у твердому, рідкому і газоподібному станах (у вигляді пари). Їх розділяють за ступенем чистоти на кілька класів, характеристики яких наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Розподіл реактивів за ступенем чистоти

Кваліфікація реактиву	Символ	Вміст основних речовин, мас. %:	Вміст окремих домішок мас. %
Чистий	ч	98	0,01...0,5
Чистий для аналізу	чда	Не менше 99	До 0,1
Хімічно чистий	хч	Понад 99	До 0,1
Особливо чистий	осч	Близько 100	10-5 ...-10

Тверді реактиви зберігають у скляних і поліетиленових банках, а рідкі – у склянках. Залежно від властивостей речовин банки і склянки закривають скляними, поліетиленовими, гумовими й корковими пробками.

Гігроскопічні речовини зберігають у бюксах, ексикаторах, запаяних ампулах, склянках з хлоркальцієвими трубками і банках з притертими пробками. Пробки банок можна заливати парафіном. Реактиви, що змінюються під дією світла, зберігають лише у склянках з темного скла.

Гази у великих кількостях зберігають у балонах, у невеликих – у газових бюретках і газометрах.

#### 2.4. Проведення елементарних операцій. Терези і зважування

Зазвичай у хімічних лабораторіях застосовують технохімічні, аптечні (торсійні) і аналітичні терези.

Технохімічні та аптечні терези дають можливість визначити масу з точністю до 0,01 г, а аналітичні – до 0,0001 г. До терезів додається комплект гир у спеціальному футлярі. Гирі з футляра беруть пінцетом.

Під час зважування предмета його кладуть на ліву шальку терезів, а гирю – на праву.

Технохімічні терези мають пристосування, яке називається аретиром, що підтримує шальки терезів у неробочому стані. Щоб привести терези в робоче положення, потрібно опустити аретир. Знімати та класти предмети й гирі необхідно тільки при опущеному аретирі (неробочий стан). Зважування можна вважати закінченим, якщо відхилення стрілки терезів уліво і вправо від середньої риски стане однаковим. Після зважування необхідно відразу ж поставити гирі у футляр.

При зважуванні необхідно дотримуватися таких правил:

- 1) Не ставити на шальки терезів гарячі або мокрі предмети. Під час роботи з рідинами не допускати потрапляння рідини на терези і гирі.
- 2) Не класти речовину, яка зважується, прямо на шальку терезів, а тільки у спеціальний посуд (годинникове скло або бюкс) або на фільтрувальний папір.
- 3) Брати гирі тільки пінцетом. Не користуватися гирями з іншого футляра.
- 4) Після зважування привести терези в неробочий стан і нічого не залишати на шальках терезів.

#### 1.4 Вимірювання об'єму рідких реактивів

Об'єм рідких реактивів вимірюють за допомогою мірного посуду.

Циліндри, мензурки й мірні колби використовують тоді, коли необхідно порівняно грубо виміряти об'єм рідини.

Бюретки дозволяють точно вимірювати об'єм рідини, що витікає, або газу, який виділяється. Точність вимірювання об'єму становить 0,1 %.

Мірні колби застосовують для приготування розчинів потрібних концентрацій або розбавлення розчинів у певну кількість разів. Точність вимірювання об'єму становить 0,12-0,20 %.

Для відбору точних об'ємів рідин користуються градуйованими і неградуйованими піпетками (піпетками Мора). Градуйовану піпетку можна використовувати для відмірювання всього об'єму або його частини.

#### 2.5 Нагрівання

У лабораторії часто доводиться використовувати нагрівання під час проведення хімічних реакцій, прожарювання, зневоднювання, розплавлення твердих речовин, упарювання і кип'ятіння розчинів.

Для нагрівання використовують електричні плитки, сушильні шафи, електропечі (муфелі), спиртівки, бані.

Залежно від властивостей речовин і мети нагрівання застосовують різноманітні засоби:

1) При короткочасному нагріванні речовин у пробірках, порцелянових і металевих тиглях користуються безпосередньо відкритим полум'ям. Нагрівання здійснюють у верхній зоні полум'я, закріплюючи пробірку в спеціальному тримачі. Рідини у скляному термостійкому або порцеляновому посуді нагрівають на спиртівках через азбестову сітку.

2) Якщо потрібне тривале нагрівання за високої температури (прожарювання, плавлення тощо), використовують електроплитки (температура до 300 °С), електропечі (температура 300–1000 °С). Речовини для прожарювання поміщають у порцелянові, металеві або алундові тиглі чи човники.

3) Якщо нагрівання розчинів (упарювання) має здійснюватися рівномірно в певному вузькому інтервалі температур, застосовують бані (водяні, піщані, гліцеринові, масляні або силіконові), які заповнюються рідиною (піском) на 2/3 їхнього об'єму. Нагрівання може здійснюватися парою киплячої води. Якщо замість води використовують гліцерин, масло тощо, нагрівання проводять безпосередньо рідиною. Піщану баню застосовують для тривалого нагрівання. За допомогою бань можна підтримувати температуру до 300 °С.

4) Висушування і нагрівання для видалення гігроскопічної вологи за температури до 110 °С здійснюють у сушильній шафі. Гігроскопічні речовини й речовини, які розкладаються при нагріванні, сушать в ексікаторах за допомогою спеціальних осушувачів, що дуже добре поглинають і відбирають воду.

Висушування вважається закінченим, якщо кристали речовини, взяті на скляну паличку, швидко зсипаються з неї при легкому постукуванні.

## *2.6. Відокремлення твердих компонентів*

Для відокремлення твердих компонентів від рідких застосовують фільтрування й декантацію. Фільтрування - це процес відокремлення рідини від твердої речовини через фільтрувальний матеріал з одночасним затримуванням осаду на його поверхні.

Коли метою фільтрування є одержання твердого осаду, використовують гладкий фільтр. Якщо потрібно одержати чисту рідину, то застосовують складчастий фільтр. Для відокремлення дрібнокристалічного осаду і для прискорення фільтрування користуються фільтруванням під вакуумом або фільтруванням з відсмоктуванням. Для відокремлення важкого осаду використовують декантацію – зливання рідини з осаду.

Якщо потрібно відфільтрувати гарячий розчин, застосовують спеціальну лінійку з електричним підігрівом. Це металева лійка, між подвійними стінками якої вмонтовано нагрівальний елемент. У цю лійку вставляють звичайну

склянку і підігрівують. Досить поширеним процесом у хімічній лабораторії є фільтрування з підігріванням водяною парою. Лійка для фільтрування з підігріванням водяною парою являє собою скляну лійку з подвійними стінками, між якими для нагрівання під час фільтрування пропускають потік водяної пари.

Матеріалами, що фільтрують, можуть бути папір, вата, скловата, тканина. Паперові фільтри бувають звичайні і беззольні. Беззольним вважається фільтр, маса золи якого не перевищує 0,0001 г. Для фільтрування агресивних рідин застосовують лійки і фільтри Шотта (лійки з упаяною пористою скляною перегородкою). Характеристики паперових фільтрів наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Типи паперових фільтрів і їх характеристики

Колір стрічки	Діаметр пор, нм	Характеристика паперу і тип осаду
Червона або чорна	10	Широкопористий, який швидко фільтрує, для <u>грубих осадів</u>
Біла	Близько 3	Середньої пористості, крупно дисперсних
Синя	1–2,5	Дрібнопористий, тонкодисперсних осадів
Зелена	Менше 1	Високощільний, для дуже тонкодисперсних <u>осадів</u>
Жовта	3	Знежирений папір

Правила фільтрування:

1) Правильно підібраний за розміром фільтр не досягає 2–4 мм країв лійки і щільно прилягає до її стінок.

2) Фільтр змочують незначною кількістю дистильованої води.

3) Осаду дають осісти на дно посудини й обережно, не здіймаючи каламуть, зливають рідину по скляній паличці на фільтр, і лише останню порцію рідини перемішують з осадом.

4) Лійку заповнюють рідиною так, щоб її рівень був на 2 - 3 мм нижче країв фільтра.

5) Коли вся рідина стече, осад промивають промивною рідиною.

6) Фільтрування під вакуумом проводять за допомогою установки, що містить колбу Бунзена, лійку Бюхнера, склянку-уловлювач і водострумний насос. Фільтр має цілком закривати дірчасте дно лійки Бюхнера, його краї не повинні підніматися вертикально. Потім включають насос, і коли повітря почне просмоктуватися через дно лійки, зливають рідину. Фільтрування вважається закінченим, якщо з кінця лійки не звисає крапля.

*! Суміш на фільтрі в жодному разі не перемішують.*

На фільтрі осад рівномірно розподіляють і ущільнюють плоскою скляною

паличкою. Після закінчення операції в колбу пускають повітря, і лише потім вимикають насос. Знімати осад з лійки Бюхнера потрібно так: лійку від'єднують від колби, перевертають догори дном, вибивають (видувають) речовину легкими ударами на аркуш фільтрувального паперу.

### 2.7 Подрібнення

Для подрібнення твердих речовин найчастіше застосовують різноманітні ступки: порцелянові, металеві, агатові. Металеві ступки використовують для грубого подрібнення, порцелянові — для більш тонкого, а агатові — для матеріалів з високою твердістю.

Дуже великі шматки спочатку подрібнюють молотком. Шматки речовин розміром з волосський горіх можна подрібнити у ступці. Речовину поміщають у ступку на 1/4 висоти. Розтирають обережно, щоб речовина не викидалася зі ступки. Розмір ступки необхідно вибирати відповідно до кількості речовини.

! Ступки не можна використовувати для нагрівання.

## Тема № 2 Реакції з перенесенням електронів.

**Лабораторне заняття № 1:** Вивчення властивостей розчинів електролітів і особливості перебігу окисно-відновних процесів.

Навчальна мета заняття: Ознайомитись з фізико-хімічними властивостями розчинів електролітів і типами окисно-відновних реакцій.

Кількість годин – 1 (заочна форма).

Місце проведення: лабораторія фізико-хімічних методів аналізу.

Обладнання: хімічні пробірки, терези, шпателі, рН-метр рН-340.

### Навчальні питання:

1. Поняття про електроліти и неелектроліти.
2. Поняття про окисно-відновні процеси, окисники і відновники.

Література: 1 (с. 7–22), 3 (с. 113–151), 6 (с. 431–455)

### Короткі теоретичні відомості

Згідно теорії електролітичної дисоціації *кислоти* – це електроліти, що дисоціюють в розчинах з утворенням іонів водню. Для кислот характерні взаємодія з основами з утворенням солей; взаємодія з деякими металами з виділенням водню; зміна кольору індикаторів (лакмус – червоний колір); кислий смак.

Усі властивості кислот, характерні для водних розчинів, визначаються присутністю гідратованих іонів водню. Чим краще кислота дисоціює, тобто чим більше її константа дисоціації, тим вона сильніше.

*Основи* – це електроліти, що дисоціюють в розчинах з відщеплюванням гідроксид-іонів. Як і для кислот, чим більше константа дисоціації, тим основа є сильнішою. Для основ характерні: взаємодія з кислотами з утворенням солей; здатність змінювати колір індикаторів (лакмус – синій колір); своєрідний

мильний смак.

*Солі* – електроліти, які при розчиненні у воді дисоціюють, з відщепленням (+) іонів, що відмінні від іонів гідрогену і (-) іонів, що відмінні від гідроксил-іонів. Іонів, які були б загальними для водних розчинів всіх солей, тому солі не володіють загальними властивостями. теорія електролітичної дисоціації пояснює загальні властивості кислот присутністю в їх розчинах іонів гідрогену, а загальні властивості основ – гідроксил-іонів. Відповідно до протонної теорії **кислота** є донором протона, тобто частинки, яка здатна віддавати іон гідрогену, а **основа** – акцептор протона, тобто частинка, здатна приєднувати протон. Співвідношення між кислотою і основою визначається схемою:



У обмінних реакціях, що перебігають у розчинах електролітів, разом з недисоційованими молекулами слабких електролітів, твердими речовинами і газами, беруть участь також, іони, що знаходяться в розчині. Тому більшість процесів як найповніше виражається записом їх у формі іонно-молекулярних рівнянь. У таких рівняннях слабкі електроліти, малорозчинні сполуки і гази записуються в молекулярній формі, а аніони, що знаходяться в розчині, електроліти – у вигляді відповідних іонів.

Ступенем окислення, або окисним числом називається заряд атома або іона елементу в сполученні, визначений як число електронів, зміщених від одного атома до інших (при (+) окисленні) або до одного атома від інших (при (-) окисленні). Інше визначення ступеня окиснення – це заряд, якого набуває атом, якби він вступив у хімічну взаємодію з іншим атомом.

Ступінь окислення елементу в сполуці визначається виходячи з таких положень:

- ступінь окислення елементів в простих речовинах дорівнює нулю;
- у нейтральних молекулах сума ступенів окислення атомів дорівнює нулю.

*Окисно-відновними* називаються такі реакції, в результаті яких змінюється ступінь окиснення одного або декількох елементів, що входять до складу реагуючих речовин.

*Окиснення* – процес віддачі атомом, молекулою або іоном, електронів, що супроводжується підвищенням ступеня окислення.

Атоми, молекули або іони, що віддають електрони – це *відновники*.

*Відновлення* – процес приєднання електронів атомом, молекулою або іоном, що супроводжується підвищенням ступеня окислення, а частинки – *окисниками*.

Окисно-відновні реакції поділяються на міжмолекулярні, внутрішньо молекулярні і реакції самоокислення-самовідновлення (диспропорціювання).

*Міжмолекулярні реакції* властиві елементам різних сполук, які можуть мати як вищий, так і нижчий ступінь окиснення, якщо даний елемент проявляє

проміжний ступінь окислення і здатністю вступати в реакції як з окисниками, так і з відновниками.

*Внутрішньо молекулярні реакції* – це реакції, коли в одній сполуці відбувається зміна ступеня окиснення біля різних атомів цієї сполуки.

Реакції *диспропорціювання* – реакції, коли відбувається зміна ступеня окислення біля одного елементу, що має проміжний ступінь окислення в ході реакції, частина окислюється, а друга частина відновлюється.

Складання рівнянь окислювально-відновних реакцій методом електронного балансу засновано на порівнянні ступенів окислення атомів в початкових і кінцевих речовинах. Основна вимога – число електронів, відданих відновником, повинне дорівнювати числу електронів, приєднаних окислювачем. Якщо необхідно, то для зрівнювання числа відданих і прийнятих електронів, вводяться додаткові множники, які є коефіцієнтами в рівнянні реакції.

### **План проведення заняття:**

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Отримання завдання на проведення лабораторної роботи. Проведення первинного інструктажу з охорони праці.

Опрацювати теоретичний матеріал необхідний для виконання лабораторної роботи.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

2.1 На теоретичному етапі необхідно сформулювати мету роботи; продумати, які поняття, закони, правила, гіпотези необхідно використати для досягнення поставленої мети. У навчальній літературі, конспекті лекцій знайти відповіді на питання; на підставі проведеного теоретичного аналізу спланувати хід виконання експерименту. Для цього визначити: які реакції слід провести: які фізичні величини при цьому потрібно виміряти; які реактиви, посуд, устаткування, яку установку (прилад) необхідно використати; послідовність виконання всіх необхідних дій: у якій формі робити запис спостережень, вимірювань. Теоретичний етап треба оформити письмово.

2.2 На експериментальному цьому етапі необхідно:

- відібрати необхідні для виконання роботи реактиви, устаткування і посуд;
- зібрати прилад або установку;
- провести дослід, уважно спостерігаючи за всіма явищами, які відбуваються, виміряти необхідні фізичні величини;
- зробити запис у протоколі лабораторної роботи відповідно до встановленої форми.

*Дослід 1. Електропровідність розчинів*

У чотири склянки ємністю 50–100 мл опустити вугільні електроди, з'єднані

з джерелом струму. У склянки налити: дистильована вода, розчини цукру, натрій гідроксиду, повареної солі. До ланцюга послідовно включити електричну лампочку чи дзвоник. Замкнути ланцюг. Зробити висновок про електропровідність узятих розчинів. Дати пояснення.

*Дослід 2. Визначення реакції середовища за допомогою індикаторів*

Наливають у три пробірки небагато розбавленого розчину якої-небудь кислоти, в інші три – дистильованої води і ще в три – розбавлені розчини лугу. Пробірки розподіляють на три серії і додають у кожну по декілька крапель розчину індикаторів: у першу серію – лакмусу, у другу – метилового оранжевого й у третю – фенолфталеїну. Забарвлення індикаторів, що спостерігається, записують у вигляді табл. 3.

Таблиця 3 – Визначення кислотності середовища

Індикатор	Забарвлення			
	Кисле середовище	Нейтральне середовище	Лужне середовище	Інтервал рН
Лакмус				
Метилловий оранжевий				
Фенолфталеїн				

*Дослід 3. Визначення рН розчину*

а) Універсальним індикатором. У три пробірки наливають по 2–3 мл 0,1 н розчинів  $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ , у четверту –  $\text{H}_2\text{O}$ . У кожну пробірку опускають листки універсального індикатора, за еталонною шкалою визначають рН досліджуваних розчинів результати записують у табл.4;

б) За допомогою рН-метра. Перш ніж приступити до вимірювань, знайомляться з інструкцією роботи на рН-метрі рН-340. Потім під наглядом лаборанта вимірюють рН запропонованих розчинів і складають табл. 5.

Таблиця 4 – Визначення рН розчинів

Досліджуваний розчин	Колір індикатора	рН
Соляна кислота		
Оцтова кислота		
Аміак		

Таблиця 5 – Вимірювання на рН-метрі

Досліджуваний розчин	рН



*Дослід 4. Сполуки сірки (+4) в окислювально-відновних реакціях*

У першу пробірку з розчином дихромату калію  $K_2Cr_2O_7$  і у другу з розчином сульфід натрію  $Na_2S$  внести по декілька крапель 2н сульфатної кислоти і по 2–3 мікрошпателя сульфиту натрію  $Na_2SO_3$ .

Як змінилося забарвлення в першій пробірці? Чому помутнішав розчин у другій пробірці? Окислювачем чи відновником може бути в хімічних реакціях  $K_2Cr_2O_7$ ,  $Na_2S$ ? Окислювальні чи відновлювальні властивості виявляє  $Na_2SO_3$ ? Написати рівняння проведених реакцій.

*Дослід 5. Окислювальні і відновлювальні властивості пероксиду водню*

У пробірку наливають трішки розчину йодиду калію та підкислюють його сульфатною кислотою. Додавають 3 % розчин пероксиду водню. Чим пояснюється поява коричневого забарвлення? Напишіть рівняння реакції.

У розчин перманганату калію вливають сульфатну кислоту і пероксид водню. Що відбувається? Які властивості виявляє пероксид водню у цьому випадку? Напишіть рівняння реакції.

*Дослід 6. Вплив середовища на перебіг окислювально-відновних процесів*

У три пробірки внести по 3–4 краплі розчину перманганату калію. В одну пробірку додати 2–3 краплі 2н розчину сульфатної кислоти, у другу – стільки ж води, у третю – таку ж кількість розчину луку.

У всі три пробірки внести по два мікрошпателя кристалічного сульфиту натрію та перемішати розчини до повного розчинення кристалів. Через 3–4 хвилини відмітити зміну забарвлення розчину у всіх трьох пробірках. До якого ступеня окислення відновлюється перманганат калію у розчинах, які мають  $pH > 7$ ,  $pH = 7$ ,  $pH < 7$ ? Напишіть рівняння проведених реакцій.

*Дослід 7. Внутрішньо молекулярні окислювально-відновні процеси*

До 1н розчину тіосульфиту натрію приливають рівний об'єм сульфатної кислоти тієї ж концентрації. Розчин мутнішає. Складіть рівняння реакції. Вкажіть окисник і відновник.

**III. Порядок проведення заключної частини заняття.**

Для заліку практичної роботи дати відповідь на запитання в письмовій формі:

1. Яких правил необхідно дотримуватись під час зважування предмету на аналітичних та хіміко-технологічних вагах?
2. Охарактеризувати сутність процесу фільтрування та розчинення твердих речовин.
3. Правила поводження з реактивами та лабораторним обладнанням. Обладнання лабораторії.
4. Правила техніки безпеки під час роботи в хімічній лабораторії.
5. Надати відповіді на контрольні питання.

**Контрольні питання:**

1. Чим зумовлений поділ розчинів на електроліти і неелектроліти?

2. Як теорія електролітичної дисоціації обґрунтовує електропровідність розчинів?
3. Що означає рН розчину, та як його можна визначити? Що таке універсальний індикатор?
4. Надати визначення процесів окиснення, відновлення. Навести приклади окисників і відновників.
5. Як залежить перебіг окисно-відновних реакцій від рН розчинів?

### **Тема № 5. Корозія металів як різновид електрохімічних процесів.**

#### **Лабораторне заняття № 2: Вивчення корозійної стійкості металів.**

Навчальна мета заняття: Уміти готувати розчини з певною масовою часткою розчиненої речовини, використовуючи наступні операції: зважування, відмірювання певного об'єму рідини, розчинення; робити необхідні розрахунки; знати розрахункову формулу для визначення масової частки розчиненої речовини, правила користування хімічним посудом і реактивами.

Кількість годин – 1 (заочна форма)

Місце проведення: лабораторія фізико-хімічних методів аналізу.

Обладнання: хімічні пробірки, реактиви, шпателі, спиртова горілка.

#### **Навчальні питання:**

1. Поняття про розчини та процес розчинення.
2. Поняття про вираження складу розчинів.
3. Приготування розчинів заданої концентрації.

*Література:* 1, 2, 4 (с. 68–85)

### **Короткі теоретичні відомості**

*Корозія матеріалу* – це процес поступового фізико-хімічного руйнування матеріалу під дією оточуючого середовища.

Корозійні процеси класифікують за такими ознаками:

- а) механізм реакції взаємодії металу з середовищем;
- б) вид агресивного середовища;
- в) вид (геометричний характер) корозійних ушкоджень на поверхні або в об'ємі металу;
- г) характер додаткових дій, яким піддавали метал одночасно з дією корозійного середовища.

За *механізмом перебігу корозійного процесу* розрізняють два типи корозії: *хімічну корозію та електрохімічну корозію*.

Процеси корозії розглядають як наслідок взаємодії середовища та металу. Корозійні процеси відбуваються на межі поділу метал/ середовище, тобто, їх слід віднести до розряду гетерогенних хімічних (або електрохімічних) реакцій. Ці реакції мають низку особливостей порівняно зі звичайними гомогенними реакціями, коли хімічні перетворення розвиваються по всій масі реагентів, які

вступають у взаємодію.

*Хімічна корозія* – це корозія металів, коли окислення та відновлення окислювального компонента корозійного середовища відбуваються в одному акті. Хімічна корозія відбувається за основними законами суто хімічної кінетики гетерогенних реакцій і стосується тих випадків корозії, які не супроводжуються виникненням електричного струму, та є реакцією хімічної взаємодії металу з тими чи іншими агентами зовнішнього середовища. Хімічну корозію спостерігають при дії на метали сухих газів і рідких неелектролітів.

*Електрохімічна корозія* – це корозія металів у присутності електролітичного провідного середовища, коли іонізація атомів металу та відновлення окислювального компонента корозійного середовища відбуваються не в одному акті, та їхні швидкості залежать від електродного потенціалу металу. Електрохімічна корозія відбувається за законами електрохімічної кінетики та стосується зазвичай випадків корозії з можливістю протікання електричного струму. Прикладами електрохімічної корозії є іржавіння заліза, корозія алюмінієвих матеріалів, розчинення металів у кислотах тощо. У випадках корозії в атмосфері електроліт утворює на металі тонку плівку води, та корозія відбувається внаслідок дії на метал саме цього шару рідини.

За видом *агресивного середовища* розрізняють такі види корозії.

1. *Газова корозія* – це хімічна корозія металів у газовому середовищі за мінімальної вологості (як правило, не більше 0,1%) або за високих температур (наприклад, окислення металів при нагріванні). Такий вид корозії часто зустрічають у хімічній і нафтохімічній промисловості. Наприклад, при отриманні сірчаної кислоти на стадії окислення двооксиду сірки, при синтезі аміаку, отриманні азотної кислоти та хлористого водню, в процесах синтезу органічних спиртів, крекінгу нафти тощо.

2. *Корозія в неелектролітах* належить до випадку дії на метал агресивних органічних рідких речовин, які не мають помітної електропровідності (наприклад, корозія заліза в сірчаних сортах нафти за підвищених температур, корозія сталі в бензині). Частіше за все корозія цих двох видів відбувається з хімічним механізмом. Усі перелічені нижче види корозії зазвичай відбуваються за електрохімічним механізмом.

3. *Корозія в електролітах* – це корозія металів у рідких середовищах, які проводять електричний струм (у природних водах і в різноманітних водних розчинах). Залежно від хімічного характеру середовища розрізняють кислотну, лужну, сольову, морську корозію тощо. Відповідно до умов взаємодії активного середовища з поверхнею металу цей тип корозії має ще додаткові характеристики: корозія при повному зануренні, корозія при неповному зануренні або корозія по

ватерлінії, корозія при змінному зануренні, корозія в спокійному електроліті, корозія при перемішуванні тощо.

4. *Грунтова, або підземна, корозія* належить до випадку дії на метал ґрунту. Приклад подібної корозії – руйнування трубопроводів, які укладено в землю, або основ металевих щогл високовольтних електроліній.

5. *Атмосферна корозія* – це корозія металів у природній атмосфері, а також корозія, яка відбувається за умов будь-якого вологого газу. Це найпоширеніший тип корозії, оскільки більшість металевих конструкцій експлуатують саме за атмосферних умов.

6. *Електрокорозія* – це корозія металів, яка виникає під дією струмів розсіяння. Прикладом такої корозії є руйнування труб, які закладено в ґрунт, блукаючим струмом.

7. *Корозія зовнішнім струмом* – це електрохімічна корозія металів під впливом струму від зовнішнього джерела (наприклад, розчинення сталевого анодного заземлення станції катодного захисту підземного трубопроводу).

8. *Структурна корозія* – це корозія, пов'язана зі структурною неоднорідністю металу (наприклад, прискорення корозійного процесу в розчинах  $\text{H}_2\text{SO}_4$  або  $\text{HCl}$  катодними включеннями: карбідами в сталі, графітом у чавуні тощо).

9. *Контактна корозія* – це електрохімічна корозія конструкції, спричинена контактом із металом, який має інший електрохімічний потенціал у цьому електроліті (зазвичай більший і додатний), ніж в основного металу (наприклад, корозія в морській воді деталей з алюмінієвих сплавів, які перебувають у контакті з мідними деталями).

10. *Щілинна корозія* полягає у підсиленні корозійного руйнування металів електролітами у вузьких зазорах і щілинах (наприклад, у різьбових і фланцевих з'єднаннях сталевих конструкцій, які занурено до води).

### **План проведення заняття:**

I. Порядок проведення вступу до заняття.

Отримання завдання на проведення лабораторної роботи. Проведення первинного інструктажу з охорони праці.

II. Порядок проведення основної частини заняття.

1. Опрацювати теоретичний матеріал необхідний для виконання лабораторної роботи.

2. Виконати лабораторні дослід.

*Дослід 1.* Корозія оцинкованого та лудженого заліза.

У дві пробірки налити  $\frac{1}{2}$  їх об'єму дистильованої води та додати по 2–3 краплі розчину 2н сульфатної кислоти і гексаціаноферату (III) калію  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Останній є чутливим реактивом на іони  $\text{Fe}^{2+}$ , з яким дає синій осад.

Розчини перемішати скляною паличкою.

Дві залізні проволочки почистити наждачним папером. Однією проволочкою щільно обмотати шматочок цинку, другою – шматочок олова і опустити їх у приготовлені розчини. Спостерігати через декілька хвилин посиніння розчину, в який занурена залізна проволочка в контакт з оловом. Пояснити появу іонів  $\text{Fe}^{2+}$  у розчині. Чому в розчині з парою залізо–цинк синє забарвлення не з'являється?

Навести схему переходу електронів при корозії оцинкованого і лудженого заліза та вказати, в якому випадку при місцевому руйнуванні захисного покриття буде проходити іржавіння заліза під рештою захисного шару і чому?

*Дослід 2. Електроліз водних розчинів з інертними електродами.*

У конічній колбі змішати приблизно  $\frac{1}{2}$  об'єму колби розчину сульфату натрію з  $\frac{1}{4}$  об'єму колби нейтрального розчину лакмуса і вилити одержаний розчин у електролізер. Пропустити через розчин електричний струм і відмітити зміну забарвлення в обох колінах електролізеру. Написати рівняння катодного та анодного процесів, що протікають при електролізі сульфату натрію. Які речовини виділяються на катоді і на аноді. Поясніть зміну забарвлення лакмусу в катодному і анодному просторах електролізеру.

*Дослід 3. Відкриття іона заліза (III).*

а) До кількох краплин розчину хлориду заліза (III) доливають 1–2 краплини розчину  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  – гексаціаноферату (II) калію. Утворюється синій осад. Напишіть рівняння реакції.

б) До кількох краплин розчину хлориду заліза (III) доливають 1–2 краплини роданіду амонію або калію ( $\text{NH}_4\text{SCN}$ ,  $\text{KSCN}$ ). Утворюється червоний розчин. Напишіть рівняння реакції у молекулярній та іоній формах.

*Дослід 4. Відкриття іона заліза (II).*

До декількох краплин свіжо приготованого розчину  $\text{FeSO}_4$  додають 1–2 краплини розчину  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  гексаціаноферату (III) калію. Спостерігають за утворенням осаду. Запишіть рівняння реакції у молекулярній та іоній формах.

*Дослід 5. Одержання і властивість гідроксидів заліза (II) і (III).*

На розчини  $\text{FeSO}_4$  і  $\text{FeCl}_3$  діють лугом. Відзначають колір осадів. Спостерігають зміну гідроксиду заліза (II) при перебуванні на повітрі. Випробують відношення осадів до розбавленої соляної кислоти і до надлишку концентрованого луку (нагрівання). Напишіть рівняння реакцій. Які властивості має гідроксид заліза (III)?

III. Порядок проведення заключної частини заняття.

Для заліку лабораторної роботи занести до лабораторного журналу всі рівняння реакцій і дати відповіді на контрольні запитання в письмовій формі.

### Контрольні питання:

1. Що таке корозія, і які види корозії існують?
2. За рахунок яких чинників можуть виникати різні види корозії?
3. Анодні та катодні покриття металів. Які з них є більш доцільними?
4. Як виникає атмосферна корозія?
5. Від чого залежить вибір металу для анодного або катодного захисту основного металу? Протекторний захист від корозії.

### 3. Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

#### Основна

1. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія : практикум. Київ : Либідь, 2003. 205 с. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/28898> (дата звернення: 25.07.2023)
2. Кириченко В. І. Загальна хімія : навч. посібник. Київ : Вища школа, 2005. 635 с.
3. Басов В. П., Радіонов В. М. Хімія : навч. посібн. 4-те вид. Київ : Каравела, 2004. 302 с. URL: [https://caravela.com.ua/index.php?route=product/product&product\\_id=174](https://caravela.com.ua/index.php?route=product/product&product_id=174) (дата звернення: 16.11.2023)
4. Бочеров А. Д., Жикол О. А., Красовська М. В. Хімія : Довідник з прикладами розв'язання задач. Харків, 2011. 416 с.
5. Григор'єва В. В., Самійленко В.М., Сич А. М., Голуб О. А. Загальна хімія : підручник для студентів нехімічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Київ : Вища школа, 2009. 471 с.
6. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 1. Київ : Педагогічна преса, 2002. 418 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/16542> (дата звернення: 25.11.2023)
7. Степаненко О. М., Рейтер Л. Г., Ледовських В. М., Іванов С. В. Загальна та неорганічна хімія. Част. 2. Київ : Педагогічна преса, 2000. 783 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/16542> (дата звернення: 25.11.2023)

#### Додаткова

8. Панасенко О. І. та ін. Неорганічна хімія : підручник. Запоріжжя : Запорізький державний медичний університет, 2016. 462 с. URL: <https://ru.scribd.com/document/655105683/%D0%9D%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0-%D1%85%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%8F-%D0%9F%D1%96%D0%B4%D1%80%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA> (дата звернення: 12.11.2023)
9. Андрійко О. О. Неорганічна хімія біогенних елементів. Київ : НТТУ «КПІ», 2013. 332 с.
10. Рейтер Л. Г., Степаненко О. М., Басов В. П. Теоретичні розділи загальної

хімії. Київ : Каравела, 2012. 303 с.

11. Загальна та неорганічна хімія : підруч. для студентів 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.

12. Гомонай В. І., Мільович С. С. Загальна та неорганічна хімія : підручник для студентів вищих навчальних закладів. Вінниця, 2016. 448 с.

### **Інформаційні ресурси в Інтернеті**

13. Віртуальна читальня освітніх матеріалів для студентів, вчителів, учнів та батьків. URL : <https://subject.com.ua/>