

**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ЗАГАЛЬНОЇ ХІМІЇ**

**ЖУРНАЛ**

**для лабораторних робіт з медичної хімії  
студента 1 курсу медичного інституту СумДУ**

**ГРУПИ** \_\_\_\_\_

**П. І. Б.** \_\_\_\_\_



**Суми 2018**

Журнал для лабораторних робіт з курсу «Медична хімія».  
/Укладач Ю.В. Ліцман.- Суми: 2018.  
Кафедра загальної хімії

## Зміст

<b>ВСТУП .....</b>	<b>3</b>
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 .....</b>	<b>4</b>
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 .....</b>	<b>9</b>
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 .....</b>	<b>12</b>
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 .....</b>	<b>15</b>
<b>ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 .....</b>	<b>20</b>

## ВСТУП

Лабораторний практикум є важливою складовою курсу медичної хімії. Виконання робіт лабораторного практикуму допомагає засвоїти основні закони хімії, закріпити знання про властивості, способи добування речовин, ознайомитися з лабораторним обладнанням, хімічним посудом й оволодіти технікою проведення основних хімічних операцій.

До кожної роботи наведено опис методики проведення дослідів.

Доцільно підготовку до виконання роботи проводити за таким планом:

1. Опрацювати відповідний розділ підручника, конспект лекції.
2. Опрацювати опис методики проведення дослідів.
3. Підготуватися до пояснення хімічної сутності дослідів та складання відповідних рівнянь хімічних реакцій.

Студенти, які не підготувалися до лабораторної роботи, не допускаються до її виконання.

Під час виконання роботи у лабораторному журналі обов'язково слід зазначити результати спостережень, скласти рівняння проведених хімічних реакцій і зробити висновки. Записи, зроблені у лабораторному журналі, є звітом студента про виконану роботу.

Під час проведення дослідів необхідно чітко дотримуватися правил техніки безпеки, виконувати досліди за описаною методикою, дбайливо ставитися до лабораторного обладнання, не витратити зайвої кількості реактивів.

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

## КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ

**МЕТА РОБОТИ:** ознайомитися з різними типами комплексних сполук, дослідити їх способи добування та властивості.

**ОБЛАДНАННЯ ТА РЕАКТИВИ:** штатив з пробірками, розчини купрум(II) сульфату (0,5-1Н), барій хлориду (0,5Н), розчин амоніаку (25%), калій гексаціаноферату(II) (0,5Н), ферум(III) хлориду (0,5Н), натрій гідроксиду(0,5Н), алюміній хлориду(0,5Н), цинк(II) сульфату(0,5Н), хром(III) сульфату(0,5Н), олово.

**ДОСЛІД 1** Одержання та дослідження комплексного купрум(II) аміакату.

**1.1.** Налити у 3 пробірки розчин купрум(II) сульфату.

У першу пробірку з розчином  $\text{CuSO}_4$  додати розчин  $\text{BaCl}_2$ , спостерігати ознаки хімічної реакції.

У другу пробірку з розчином  $\text{CuSO}_4$  помістити шматочок олова, спостерігати наявність ознак хімічної реакції через 5-10 хвилин.

**1.2.** У третю пробірку з розчином  $\text{CuSO}_4$  додавати розчин амоніаку (**у витяжній шафі**) до появи розчину тетрамінкупрум(II) сульфату  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  темно-синього кольору. Отриманий розчин розділити на дві пробірки.

**1.3.** У першу пробірку з розчином  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  додати розчин  $\text{BaCl}_2$ , спостерігати ознаки хімічної реакції.

У другу пробірку з розчином  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  помістити шматочок олова, спостерігати наявність ознак хімічної реакції через 5-10 хвилин.

### Запис даних досліду 1

Скласти рівняння реакцій йонного обміну у молекулярному та йонному вигляді та вказати ознаки хімічних реакції.

**1.1.** взаємодії купрум(II) сульфату з барій хлоридом:

---

---

---

---

взаємодії купрум(II) сульфату з оловом:

---

---

---

---

**1.2.** взаємодії купрум(II) сульфату з амоній гідроксидом:

---

---

---

**1.3.** взаємодії тетраамінкупрум(II) сульфату з барій хлоридом:

---

---

---

Скласти рівняння первинної дисоціації для тетраамінкупрум(II) сульфату. та вторинної).

---

Скласти рівняння вторинної первинної дисоціації для тетраамінкупруму(II) та вираз його константи нестійкості:

---

---

---

---

**Зробити висновок про склад і забарвлення, комплексного йону тетраамінкупруму(II) (порівняно з катіоном Купруму  $2^+$ ) та можливий спосіб його одержання:**

---

---

---

---

---

---

---

## **ДОСЛІД 2 Комплексні сполуки в реакціях обміну.**

**2.1.** У дві пробірки налити розчин  $K_4[Fe(CN)_6]$ .

**2.2.** До першої пробірки з розчином  $K_4[Fe(CN)_6]$  налити розчин  $CuSO_4$  й збовтати пробірку, спостерігати за ознаками реакції.

**2.3.** До другої пробірки з розчином  $K_4[Fe(CN)_6]$  налити розчин  $FeCl_3$ , спостерігати за ознаками реакції.

### **Запис даних дослідів**

Скласти рівняння реакцій в молекулярному та йонному вигляді, вказати їх ознаки.

**2.2.** взаємодії калій гексаціаноферату(II) з купрум(II) сульфатом:

---

---

---

---

**2.3.** взаємодії калій гексаціаноферату(II) з ферум(III) хлоридом:

---

---

---

---

**Зробити висновок про поведінку комплексних сполук в обмінних реакціях:**

---

---

---

---

### **ДОСЛІД 3 Утворення гідроксокомплексів.**

**3.1.** У першу пробірку налити розчин  $\text{AlCl}_3$ , у другу - розчин  $\text{ZnSO}_4$ , у третю - розчину  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ . До кожної з трьох пробірок доливати розчин  $\text{NaOH}$ (або  $\text{KOH}$ ) до утворення осадів, спостерігати за ознаками реакцій.

**3.2.** До кожної з трьох пробірок з утвореними осадами доливати розчин  $\text{NaOH}$ (або  $\text{KOH}$ ) до повного розчинення осадів, спостерігати за ознаками реакцій.

**Запис даних досліду**

Скласти молекулярні рівняння реакцій, що супроводжувалися утворенням осадів, а для однієї з реакцій скласти також йонні рівняння, вказати ознаки реакцій:

**3.1.** взаємодії алюміній хлориду з натрій гідроксидом (калій гідроксидом):

---

---

---

взаємодії цинк сульфату з натрій гідроксидом (калій гідроксидом):

---

взаємодії хром(III) сульфату з натрій гідроксидом (калій гідроксидом):

---

Скласти молекулярні рівняння реакцій, що супроводжувалися розчиненням осадів, а для однієї з реакцій скласти також йонні рівняння, вказати ознаки реакцій.

**3.2.** взаємодії алюміній гідроксиду з натрій гідроксидом (калій гідроксидом):

---

взаємодії цинк гідроксиду з натрій гідроксидом (калій гідроксидом):

---

взаємодії цинк хром(III) гідроксиду з натрій гідроксидом (калій гідроксидом):

---

---

---



Скласти рівняння електролітичної дисоціації (первинної та вторинної) для однієї з отриманих у досліді 3 комплексних сполук (на вибір), та вираз константи нестійкості для її комплексного йону:

---

---

---

---

---

---

---

**Зробити висновок про те, які металічні елементи виявляють схильність до утворення гідроксокомплексів:**

---

---

---

---

---

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### ПРИГОТУВАННЯ РОЗЧИНІВ

**МЕТА:** набути вміння виготовляти розчини з відомою масовою часткою.

**ОБЛАДНАННЯ ТА РЕАКТИВИ:** шпатель, хімічний стакан, скляна паличка, мірний циліндр, терези, промивалка з дистильованою водою, набір ареометрів, калій дихромат (крист.).

#### ДОСЛІД 1 Приготування розчину.

Номер групи \_\_\_\_\_, значення масової частки розчиненої речовини \_\_\_\_%.

**1.1.** Обчислити масу розчиненої речовини - калій дихромату та об'єму води, необхідних для приготування 50 г розчину з відповідним для групи значенням масової частки розчиненої й записати ці значення:  $m(K_2Cr_2O_7)$  \_\_\_ г.,  $V(\text{води})$  \_\_\_ мл.

**1.2.** Зважити розраховану масу солі у хімічному стакані, скориставшись електронними терезами. За допомогою мірного циліндру відміряти необхідний об'єм води.

**1.3.** Вилити у хімічний стакан з калій дихроматом відміряний об'єм води і ретельно перемішати скляною паличкою до повного розчинення кристалів солі.

**1.4.** У таблиці 1 вибрати теоретичне значення густини отриманого розчину, записати його та підібрати відповідний ареометр.

**1.5.** Перелити одержаний розчин у спеціальний циліндр і ареометром виміряти його густину.

**Таблиця 1** - Густина водних розчинів  $K_2Cr_2O_7$

Концентрація розчину, %	Густина, г/см <sup>3</sup>	Концентрація розчину, %	Густина, г/см <sup>3</sup>
1	1,0052	6	1,0408
2	1,0122	7	1,0481
3	1,0193	8	1,0554
4	1,0264	9	1,0628
5	1,0336	10	1,0703

### Запис даних досліду

Вказати теоретичне та практичне значення густини виготовленого розчину.  $\rho_{\text{теор}} =$  \_\_\_\_\_ г/мл,  $\rho_{\text{практ}} =$  \_\_\_\_\_ г/мл. (для ,  $\rho_{\text{практ}}$  розчину з точністю до 0,001 г/мл).

Розрахувати абсолютну та відносну похибки приготованого розчину.

$\Pi = |\rho_{\text{теор}} - \rho_{\text{практ}}| =$  \_\_\_\_\_

$$\sigma = \frac{\Pi}{\rho_{\text{теор}}} \times 100\% = \underline{\hspace{10cm}}$$

Розрахувати молярну концентрацію  $C_M$ , молярну концентрацію еквіваленту (нормальність)  $C_N$  і моляльну концентрацію  $C_m$  одержаного розчину  $K_2Cr_2O_7$ :

$C_M$  \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

$C_N$  \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

$C_m$  \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Зробити висновок про застосування розчинів різних видів концентрацій у лабораторній практиці:**

---

---

---

---

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

### КИСЛОТНО-ОСНОВНЕ ТИТРУВАННЯ

**МЕТА:** ознайомитися з методом кислотно-основного титрування.

**ОБЛАДНАННЯ ТА РЕАКТИВИ:** хімічний стакан, промивалка з дистильованою водою, колби конічні місткістю 30–50 мл, піпетки на 10 мл, бюретки, розчини: натрій гідроксиду (0,1Н), штучний шлунковий сік, 1% спиртовий розчин фенолфталеїну, розчин метилоранжу.

#### **ДОСЛІД 1** Визначення кислотності шлункового соку.

Принцип визначення кислотності шлункового соку(**ШС**) ґрунтується на титруванні вільної НСІ та інших кислот 0,1Н розчином NaOH.

Вміст вільної хлоридної (соляної) кислоти у ШС визначають кількістю мл 0,1Н NaOH, який було витрачено на титрування 100 мл ШС у присутності індикатора метилового оранжевого.

**У нормі** вміст вільної соляної кислоти становить **20-40** титриметричних одиниць.

Загальна кислотність ШС визначається кількістю мл 0,1Н NaOH, який було витрачено на титрування 100 мл ШС у присутності індикатора – фенолфталеїну.

**У нормі** загальна кислотність становить **40-60** титриметричних одиниць.

#### **Виконання досліду**

**1.1.** Внести у конічну колбу за допомогою піпетки 10 мл шлункового соку та додати по 2–3 краплі індикатора метилоранжу.

**1.2.** З бюретки, заповненої титрованим розчином NaOH (0,1N), поступово додавати розчин луку у колбу з шлунковим соком до переходу забарвлення з рожевого до оранжевого. Розчин у колбі під час досліду слід весь час перемішувати легкими коловими рухами колби. Останні порції кислоти слід додавати по краплям.

**1.3.** Зробити відлік об'єму витраченого луку з точністю до десятих. Витрачена кількість луку (за метилоранжем) еквівалентна вмісту соляної кислоти у пробі шлункового соку.

**1.4.** Внести у колбу для титрування 5-8 крапель індикатору фенолфталеїну. Продовжити титрування розчином NaOH до переходу забарвлення до малинового, викликаного наявністю фенолфталеїну. Загальна кількість NaOH, витрачена на титрування шлункового соку (за фенолфталеїном) характеризує загальну кислотність шлункового соку.

**1.5.** Повторити титрування ще 2 рази і для розрахунку використати середні арифметичні значення. Результати титрувань внести до таблиці 2.

**Таблиця 2** - Результати титрування ШС

№ титрування	Об'єм розчину NaOH, витрачений на титрування за метилоранжем	Об'єм розчину NaOH, витрачений на титрування за фенолфталеїном
<b>1</b>		
<b>2</b>		
<b>3</b>		

**1.6** Розрахувати загальну кислотність ШС та вміст у ньому вільної соляної кислоти, скориставшись прикладом розрахунку

**ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ:** на титрування шлункового соку витрачено 3 мл 0,1 моль/л NaOH (за метилоранжем), і 5 мл 0,1 моль/л NaOH (за фенолфталеїном). Визначити вміст HCl і загальну кислотність шлункового соку.

Вміст HCl у перерахунку на 100 мл шлункового соку розраховується за такою пропорцією:

$$\begin{array}{l} 10 \text{ мл шлункового соку} - 3 \text{ мл NaOH} \\ 100 \text{ мл} \qquad \qquad \qquad - x \text{ мл NaOH} \end{array}$$

$$X = \frac{3 \times 100}{10} = 30 \text{ титриметричних одиниць}$$

Загальна кислотність на 100 мл шлункового соку розраховується за такою пропорцією:

$$\begin{array}{l} 10 \text{ мл шлункового соку} - 5 \text{ мл NaOH} \\ 100 \text{ мл} \qquad \qquad \qquad - X \text{ мл NaOH} \end{array}$$

$$X = \frac{5 \times 100}{10} = 50 \text{ титриметричних одиниць.}$$

---



---



---



---



---

Для довідки таблиця 3.

**Таблиця 3 – Інтервал рН переходу забарвлення індикаторів**

Номер п/п	Індикатор	Забарвлення		Інтервал рН змінювання забарвлення
		У кислому середовищі	У лужному середовищі	
1	Метилоранж	Рожеве	Жовте	3,1–4,4
2	Лакмус	Червоне	Синє	5,0–8,0
3	Фенолфталеїн	Безбарвне	Малинове	8,0–9,8

**Зробити висновок про метод, який можна застосувати для визначення кислотності шлункового соку:** \_\_\_\_\_

---

---

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

### ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

**МЕТА РОБОТИ:** дослідити окисно-відновні реакції за участю типових окисників та вплив реакції середовища на їх перебіг.

**ОБЛАДНАННЯ ТА РЕАКТИВИ:** мікрошпатель, пробірки, промивалка, калій нітрит, розчини: етилового спирту (95%), калій гідроксиду (0,5Н), сульфатної кислоти (1,89 г/см<sup>3</sup>, 2Н), калій гексаціаноферату(II) (0,5Н), калій дихромату(0,5Н), калій перманганату (0,5Н).

#### **ДОСЛІД 1 Вплив середовища на перебіг окисно-відновних реакцій.**

**1.1.** У три пробірки налити розчин калій перманганату.

**1.2.** Створити у кожній пробірці відповідне середовище, для чого у першу долити розчин сульфатної кислоти (рН < 7), у другу – дистильовану воду (рН = 7), а у третю –розчин калій гідроксиду КОН (рН > 7).

**1.3** В усі пробірки послідовно додати по 1-2 мікрошпателю кристалічного калій нітриту (KNO<sub>2</sub>) і спостерігати ознаки реакцій. Особливо уважно слід спостерігати за перебігом змін у пробірці з лужним середовищем, оскільки початкове забарвлення в ній швидко змінюється внаслідок перебігу реакції диспропорціонування одержаної речовини.

#### **Запис даних досліді**

Скласти рівняння реакцій відновлення калій перманганату калій нітритом у кислому, нейтральному і лужному середови-

щах. Урахувати, по-перше, що калій нітрит в умовах досліду окиснюється до калій нітрату, а по-друге, сполукам Мангану в залежності від його ступеня окиснення притаманні різні забарвлення:

- перманганат-іон  $\text{MnO}_4^-$  в розведених розчинах має рожеве забарвлення, яке по мірі зростання концентрації змінюється до фіолетового;
- оксид  $\text{MnO}_2$  – це нерозчинна сполука бурого кольору.
- манганат-іон  $\text{MnO}_4^{2-}$  має яскраво зелене забарвлення;

Скласти для кожної реакції електронний баланс, розставити коефіцієнти, вказати окисник та і відновник, процеси окиснення та відновлення.

**У кислому середовищі:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**У нейтральному середовищі:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

**У лужному середовищі:**

---

---

---

---

---

---

---

Скласти рівняння реакції диспропорціонування продукту відновлення калій перманганату в лужному середовищі:

---

---

---

---

---

---

---

**Зробити висновок, яким чином реакція середовища у розчині впливає на характер відновлення перманганат-іону, та до якого типу належать розглянуті реакції.**

---

---

---

---

---

---

---

## **ДОСЛІД 2 Відновлення калій дихромату етиловим спиртом.**

**2.1** Налити у пробірку розчин калій дихромату  $K_2Cr_2O_7$ ; потім додати розчин концентрованої сульфатної кислоти. Після цього налити у пробірку етиловий спирт  $CH_3CH_2OH$  й спостерігати ознаки хімічної реакції.

### **Запис даних досліду**

Скласти рівняння реакції відновлення калій дихромату етиловим спиртом до оцтового альдегіду  $CH_3COH$ . Скласти до реакції електронний баланс, розставити коефіцієнти, вказати окисник і відновник, процеси окиснення і відновлення.

---

---

---

---

---

---

---

---

Пояснити, чим обумовлюється зміна забарвлення розчину і поява запаху.

---

---

---

---

---

**Зробити висновок про відновні властивості деяких органічних сполук і вказати на причину їх прояву:**

---

---

---

---

---

### **ДОСЛІД 3. Розклад амоній дихромату.**

**3.1.** У пробірку внести декілька мікрошпателів амоній дихромату  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Нагрівати пробірку до початку розкладу амоній дихромату. Потім винести пробірку з полум'я і спостерігати ознаки хімічної реакції.

#### **Запис даних досліду**

Написати рівняння реакції, що відбувається. Скласти електронний баланс і розставити коефіцієнти, зазначивши, який елемент є окисником, а який – відновником:

---

---

---

---

---

---

---

---

**Зробити висновок, до якого типу ОВР відноситься проведена реакція:**

---

---

---

---

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ТА СТІЙКІСТЬ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ

**МЕТА РОБОТИ:** ознайомитися з найважливішими методами отримання та властивостями колоїдних розчинів.

**ОБЛАДНАННЯ ТА РЕАКТИВИ:** Пробірки, штативи для пробірок, аркуші фільтрувального паперу, гумова груша, піпетки, розчини: ферум(III) хлориду (0,1Н), калій гексаціаноферату(II) (0,1Н)

**ДОСЛІД 1 Отримання, коагуляція золів і визначення знаку заряду колоїдних частинок.**

**1.1. Отримання позитивно та негативно заряджених золів берлінської лазурі реакцією обміну (хімічна конденсація).**

**1.1.1** В одну пробірку налити 9 мл 0,1Н розчину ферум(III) хлориду та 1 мл 0,1Н розчину калій гексаціаноферату(II), перемішати. Спостерігати за ознаками хімічної реакції утворення золю берлінської лазурі. Потенціалвизначальні йони  $\text{Fe}^{3+}$ , протийони  $\text{СГ}$ . Скласти формулу міцели.

**1.1.2** В іншу пробірку налити 1 мл 0,1Н розчину ферум(III) хлориду і 9 мл 0,1Н розчину калій гексаціаноферату(II), перемішати. Спостерігати за ознаками хімічної реакції утворення золю берлінської лазурі. Потенціалвизначальні йони  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ , протийони  $\text{K}^+$ . Скласти формулу міцели.

**Запис даних досліду**

№ пробірки	0,1Н FeCl <sub>3</sub> (мл)	0,1Н K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] (мл)	Забарвлення золю	Висновок про заряд золю
1	9,0	1,0		
2	1,0	9,0		

Формула міцели позитивного золю:

---



---



---



---

Формула міцели негативного золю:

---



---



---



---

## 1.2 Визначення знака заряду колоїдних частинок методом капілярного аналізу

**1.2.1.** Нанести на аркуш фільтрувального паперу по 1 краплі отриманих у досліді 1.1 розчинів золь берлінської лазури. Після всмоктування краплі золь, з позитивними частинками адсорбується на папері і утворює забарвлену у центрі і безбарвну по краях пляму. Золь з негативним зарядом не адсорбується папером, а утворює рівномірно забарвлену пляму. Це пояснюється

тим, що целюлозні стінки капілярів паперу заряджуються негативно, а просочуюча папір вода – позитивно.

### **1.3 Отримання золів берлінської лазурі пептизацією**

**1.3.1** У першу пробірку налити 5 мл 0,1Н розчину ферум(III) хлориду і додати 5 мл 0,1Н розчину калій гексаціаноферату(II). Спостерігати утворення осаду берлінської лазурі.

**1.3.2** У дві пробірки налити по 4 краплі вмісту першої пробірки берлінської лазурі. В одну з пробірок додайте 2–3 мл 0,1Н розчину ферум(III) хлориду, у іншу – 2–3 мл 0,1Н розчину калій гексаціаноферату(II).

**1.3.3** Що спостерігається? Зробіть висновки про знак заряду частинок отриманих золів. Поясніть це явище.

#### **Запис даних дослідів**

№ пробірки	Осад берлінської лазурі (мл)	0,1Н FeCl <sub>3</sub> (мл)	0,1Н K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] (мл)	Забарвлення золю	Висновок про заряд золю
1	0,2	2–3	-		
2	0,2	-	2–3		

**Зробити висновок про можливі способи добування у лабораторії колоїдних розчинів:**

---

---

---