

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Кафедра хімії та біології

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**  
з дисципліни « Біохімія з основами фізичної  
та колоїдної хімії »

для здобувачів другий (магістерський)

спеціальність 212 «Ветеринарна гігієна; санітарія і експертиза»

освітньо-професійна програма «Ветеринарна гігієна; санітарія і експертиза»

факультет біолого-технологічний

Частина 1 «Фізична хімія»

ХЕРСОН- 2019

УДК

Методичні рекомендації до проведення лабораторно-практичних занять з дисципліни «Біохімія з основами фізичної та колоїдної хімії» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти другого року навчання денної форми. Спеціальність 212 «Ветеринарна гігієна; санітарія і експертиза». Факультет біолого-технологічний. Частина 1 «Фізична хімія».

**Підготували:** доцент Вогнівенко Л.П.

**Рецензент:** доцент Ряполова І.О.

Розглянуто і рекомендовано до видання на засіданні кафедри хімії та біології

Протокол від 21 листопада 2019 року № 4

Методичні рекомендації затверджено до видання на засіданні методичної комісії біолого-технологічного факультету

Протокол від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ року № \_\_\_\_\_

Вогнівенко Л.П. Методичні рекомендації до проведення лабораторно-практичних занять з дисципліни «Біохімія з основами фізичної та колоїдної хімії» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти другого року навчання денної форми. Спеціальність 212 «Ветеринарна гігієна; санітарія і експертиза». Факультет біолого-технологічний. Частина 1 «Фізична хімія». – Херсон: НМВ ДВНЗ «ХДАУ», 2019.– 22 с.

*У методичних рекомендаціях викладено план вивчення теоретичної частини дисципліни, методики виконання лабораторних та практичних занять за I частиною.*

УДК

© Вогнівенко Л.П., 2019

## Передмова

Методичні рекомендації для проведення лабораторно-практичних занять є обов'язковою частиною навчальної дисципліни "Біохімія з основами фізичної та колоїдної хімії" відповідно до робочої навчальної програми, розробленої на основі загальних положень навчання та складену у відповідності до сучасного рівня розвитку хімічної науки і вимогам, які представлені до підготовки фахівців ветеринарів високої кваліфікації.

Метою виконання курсу лабораторно-практичних робіт є формування у майбутніх фахівців ветеринарів сучасних знань для розуміння фізико-хімічних процесів, що відбуваються в організмі тварини; оволодіння навичками проведення лабораторних дослідів, виконуючи які, студенти освоюють техніку поводження з хімічними реактивами і приладами, прийоми проведення хімічних операцій, методи обробки дослідних даних, вчать з'являти і аналізувати результати дослідів і робити висновки

Методики лабораторних робіт є чітко структурованими на такі частини: теоретична, експериментальна і контрольні запитання. Опису кожної роботи передують теоретичні відомості, що дозволяє проводити лабораторне зайняття незалежно від інших видів занять (лекцій). Включення в опис робіт теоретичних відомостей збільшує їх навчальний потенціал і дозволяє використати деякі з них в якості єдиного виду заняття з теми. За такими роботами теоретичні відомості в цій методиці наводяться в розширеному варіанті. В експериментальній частині роботи описується послідовність виконання дослідів. Наприкінці кожної роботи наведений перелік питань для перевірки знань здобувачів вищої освіти.

## **Загальні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт.**

Для успішної роботи в хімічній лабораторії необхідно чітко дотримуватись таких правил та рекомендацій:

1. точно виконувати усі розпорядження викладача та вказівки методичних розробок.
2. робоче місце тримати у зразковій чистоті.
3. обережно, згідно інструкції, користуватися приладами, хімічним посудом та обладнанням.
4. виконувати тільки ті досліди, які є у програмі лабораторного заняття.
5. чітко дотримуватись правил техніки безпеки.

До кожної лабораторної роботи студенти повинні:

- підготувати теоретичний матеріал із теми заняття, користуючись рекомендованою літературою та конспектом лекцій;
- уяснити мету лабораторної роботи, техніку виконання дослідів;

На початку заняття викладач перевіряє теоретичну та методичну підготовку здобувачів вищої освіти. Якщо підготовка незадовільна – студенти не допускаються до виконання лабораторних робіт.

Здобувачі вищої освіти одержують допуск до екзамену після успішного виконання повної програми лабораторно-практичних занять.

## **Основні вимоги і правила техніки безпеки у біохімічній лабораторії**

1. Перед проведенням лабораторної роботи здобувачів вищої освіти зобов'язані теоретично підготуватися до відповідної теми, використовуючи рекомендовану літературу, ретельно, якщо необхідно – за допомогою викладачів, продумати хід досліджень, з'ясувати можливу небезпеку під час їх проведення і вжити відповідних заходів щодо її запобігання.
2. Працювати самому у лабораторії здобувачів вищої освіти забороняється. Він може починати роботу тільки у присутності викладача або лаборанта.
3. У лабораторії забороняється їсти, пити, палити. Треба працювати у чистих халатах. Після виконання роботи слід обов'язково помити руки.
4. У лабораторії слід дотримуватися порядку розміщення обладнання, апаратури та реактивів. Забороняється виносити реактиви з приміщення, переносити їх з-під витяжної шафи, або титрувального столика.
5. Під час роботи у лабораторії слід дотримувати тиші, чистоти, порядку розміщення обладнання і реактивів на робочому місці.
6. Усі досліди з отруйними речовинами, або сполуками, що мають неприємний запах, слід проводити у витяжній шафі.

7. Будьте обережними під час кип'ятіння розчинів! Під час нагрівання пробірок із розчинами відкриту частину пробірки слід спрямовувати від себе та від людей, що знаходяться поруч. Пробірку треба тримати спеціальним тримачем.
8. Під час перемішування рідини пробірку не слід закривати пальцем.
9. Під час роботи з концентрованими кислотами їх слід вливати у воду малими порціями.
10. Під час роботи з концентрованими розчинами кислот і лугів необхідно користуватися захисними окулярами та гумовими рукавичками.
11. Категорично забороняється всмоктувати у піпетки розчини кислот, лугів й отруйних речовин. Для цього необхідно користуватися гумовими грушами. Не слід виливати надлишок реактивів із пробірок, колб, хімічних стаканів та іншої посуду знову у той самий посуд із реактивами, оскільки останні можна забруднити й зіпсувати.
12. Не пробуйте реактиви на смак, не втягуйте піпеткою до рота невідому сполуку, оскільки вона може бути отруйною. Гази, що виділяються, потрібно вивчати здалеку, злегка спрямовуючи потік повітря від приладу до себе. Не вдихайте глибоко виділені гази або пару.
13. Реактиви необхідно зберігати у закритому посуді з етикеткою, де зазначена назва, формула і концентрація речовини.
14. Забороняється виливати у раковини вмивальників залишки розчинів, що містять сильні кислоти. Їх слід зливати у спеціальні ємкості, які знаходяться у витяжній шафі або поряд із раковиною вмивальника.
15. Працювати з речовинами, що подразнюють органи дихання або мають сильний запах слід під витяжною шафою.
16. Сипкі реактиви треба набирати спеціальними ложечками або шпателем.
17. Під час роботи у лабораторії категорично забороняється залишати без нагляду установки, що працюють, а також електричні нагрівальні прилади.
18. Не викидайте у раковини вмивальників використані фільтри, папір, вату, розбиті пробірки та уламки скла.
19. У разі виникнення пожежі необхідно: негайно відключити газову магістраль, вимкнути рубильники електромережі, прибрати у безпечне місце горючі речовини, вогнегасником загасити полум'я або засипати піском чи накрити азбестовим покривалом.
20. Виходячи з лабораторії, обов'язково слід вимкнути газ, електронагрівальні прилади, закрити водопровідний кран і витяжну шафу.

## **Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичних робіт**

Перед лабораторним заняттям здобувачі вищої освіти мають ознайомитись з його змістом; вивчити теоретичні основи методу та методик, які є необхідними для проведення роботи; перевірити ступінь своєї підготовленості до заняття, відповівши на контрольні запитання, що наведені до кожної теми.

До початку лабораторного заняття здобувач вищої освіти повинен підготувати лабораторну роботу, що містить такі дані:

- номер і назва роботи;
- дата проведення заняття;
- мета роботи;
- суть методу аналізу, що вивчається, та умови його проведення (точність зважування, необхідна температура, додаткові розрахунки, допустимі розходження між паралельними визначеннями та інше);
- необхідні формули та пояснення прийнятих умовних позначень.

В ході виконання лабораторно-практична робота доповнюється наступними даними:

- назва одержаного для роботи зразка продукту;
- результати спостережень;
- необхідні розрахунки (або статистична обробка результатів);
- аналіз одержаних даних та висновки.

Лабораторна робота підписується викладачем наприкінці заняття після того, як студент завершив експериментальну частину роботи, виконав усі необхідні розрахунки і зробив висновки.

- 1. Мета роботи** (наводиться до кожної лабораторної роботи).
- 2. Короткі теоретичні відомості** (із наведених до кожної лабораторної роботи теоретичних відомостей, здобувачів вищої освіти вибирає найважливіші пункти).
- 3. Експериментальна частина:**

### **3.1 Назва дослідю**

### **3.2 Хід і дані дослідю**

З наведеної в методиці послідовності виконання дослідю і записів в робочому зошиті вибрати коротку інформацію, що відображає :

- умови проведення дослідю (концентрації речовин, температура і т. д., звернувши увагу на сталість цих параметрів або їх зміну);
- основні етапи проведення експерименту (опис послідовності виконання дослідю).

Дані дослідю оформляються або у вигляді таблиць або у вигляді короткого опису спостережень.

### **3.3 Розрахунок і аналіз даних, або аналіз результатів спостережень**

Наводяться розрахункові формули в загальному вигляді, вказується послідовність їх перетворення. Чисельні значення усіх величин підставляються в рівняння з урахуванням їх розмірності. Відповідно до вимог будуються графіки.

### **3.4 Висновок** робиться за кожним дослідом як коротке узагальнене повідомлення про отриманий результат.

#### **Теоретична частина**

Осмо́с (від грец. βζαοζ - поштовх, тиск) - одностороння дифузія розчинника через напівпроникну перегородку (мембрану), що відокремлює розчин від чистого розчинника або розчину меншої концентрації. Напівпроникною • перегородкою або плівкою можуть бути плівки з гексаціано- (II) феррата міді, коллодия, тварини мембрани (з дихального міхура риб і сечового міхура хребетних), целофан. Осмос обумовлений прагненням системи до термодинамічної рівноваги і вирівнювання концентрації розчину по обидві сторони мембрани. Процес дифузії молекул розчинника "під час осмосу відбувається в обох напрямках - з розчину з меншою концентрацією розчиненої речовини (або чистого розчинника) і розчину з більшою концентрацією розчиненої речовини. Однак в розчині з більшою концентрацією розчиненої речовини кількість молекул розчинника в одиниці об'єму менше, т . е. кількість розчинника, що проходить в одиницю часу через мембрану в бік такого розчину більше, ніж в сторону розчину з меншою концентрацією. Різниця цих двох дифузії ційних потоків через напівпроникну перегородку і обумовлює потік розчинника в розчин. Осмос триває до тих пір, поки концентрація розчиненої речовини по обидва боки напівпроникною перегородки не стане однаковою. Розрізняють два види осмосу - ендосмос і екзоосмос. Осмос, який відбувається всередину обмеженого напівпроникною перегородкою об'єму рідини, називають ендосмосом, назовні - екзоосмосом. З осмосом пов'язані процеси засвоєння продуктів травлення в харчовому каналі, процеси асиміляції і дисиміляції окремих клітин, процеси секреції і ексекреції залоз, виділення кінцевих продуктів обміну речовин нирками, слизовою оболонкою шлунка і кишечника, потовими залозами і ін. Присмоктує сила розчинів отримала назву осмотичного тиску. Воно дорівнює надлишковому зовнішньому тиску, яке слід докласти з боку розчину, щоб припинився осмос і в системі встановилася рівновага. Осмотичний тиск розчинів слід враховувати при ванні багатьох явищ

природи, в лабораторній та клінічній практиці, при приготуванні кровозамінників, різних видів розчинів, в- штучному заплідненні і так далі. При використанні плазмолітичних методів осмотичний тиск розчинів порівнюється з осмотичним тиском ізольованих живих клітин тваринного (найчастіше еритроцитів) або рослин. ^ Лютьки вносять в розчини з різною концентрацією будь-якого розчинної речовини, на-приклад NaCl, по відношенню до якого клітинна мембрана непроникна ^ розчини з більш високим осмотичним тиском (гіпертонічний) будуть «всмоктувати» або «висмоктувати» (розчинник) воду з клітин, клітини зморщуються (настає плазмоліз), в результаті чого збільшується щільність і вони осідають на дно посудини ^

Розчини з більш низьким осмотичним тиском, ніж в клітинах, по-іншому надають осмотичний дію - під час ендоосмоса розчинник через плазматичну мембрану проникає всередину клітини, її обсяг збільшується, мембрана розривається і вміст виходить в середу. Якщо клітини представлені еритроцитами, то настає гемоліз - гемоглобін виходить в розчин. Такі розчини називаються тонічними. Їх роєм менше РВДК крові (686,8-737,3 кПа).

Розчини з осмотичним тиском, рівним осмотичного тиску клітин, не виробляють зміни обсягу клітин. Їх називають ізотонічними. Найпростішим фізіологічним, або фізіологічним, розчином є 0,85% -й розчин №01 .. Застосування мічених атомів дозволило глибше вникнути в процеси ендо- та екзоосмоса в клітинах. Дія гіпертонічних розчинів на клітини пояснюється тим, що вони викликають у клітинах зближення колоїдних частинок і віддачу води. Ізотонічні розчини не змінюють гідрофільних властивостей цитоплазми. Гіпотонічні розчини сприяють розосередженню колоїдних частинок клітини.

## **Тема 1. Вплив розчинів з різним осмотичним тиском на еритроцити та рослинні клітини.**

### **Осмос і осмотичний тиск**

Якщо між чистим розчинником і розчином помістити так звану напівпроникливу перегородку, то через неї можуть проникати тільки молекули розчинника. Одностороння дифузія розчинника через напівпроникливу перегородку називається осмосом. Молекули розчинника вільно проникають через напівпроникливу перегородку, молекули ж розчиненої речовини, нашкотовуються і вдаряються о неї, створюючи при цьому визначений тиск. Такий тиск називають осмотичним. Його розмір виражається в кПа і розраховується по формулі  $P = CRT$

### **Вплив розчинів із різним осмотичним тиском на еритроцити і рослинні клітини.**



В залежності від розміру осмотичного тиску розведені розчини підрозділяють на ізотонічні, гіпотонічні і гіпертонічні.

У **ізотонічному** розчині тваринні і рослинні клітини не змінюються у розмірі. У них відбувається двосторонній осмос, і клітини не набухають і не зморщуються.

В **гіпотонічних** розчинах вони набухають, часто лопаються (гемоліз еритроцитів).

У **гіпертонічних** розчинах еритроцити і рослинні клітини піддаються екзосмосу (втрачають рідину), що призводить до зморщування клітин. Таке явище одержало назву плазмолізу.

### **Дослід 1. Вплив осмотичного тиску на еритроцити і рослинні клітини.**

**Реактиви.** Хлорид натрію, 0,1-0,8%-вий розчини, цитратна кров, цибуля.

**Посуд та обладнання:** штатив із пробірками, скляні палички, піпетки, предметні та покривні скельця, препарувальні голки, фільтрувальний папір, мікроскопи.

**Мета роботи.** Переконатися, що жива клітина, яка поміщена в розчин із концентрацією, відмінної від фізіологічної (0,8%), змінює свої розміри під дією осмосу.

#### **Хід роботи.**

**1.** У три пробірки наливають по 2-3 мл розчину хлористого натрію (у пробірку №1 - 10%-вий, у пробірку №2 – 0,8%, у пробірку №3 - 0,1%-вий), і в кожен з них додають по 1-2 краплі крові. Вміст кожної пробірки перемішують і відразу беруть скляною паличкою краплю з пробірки 3 на предметне скло, покривають її покривним склом і розглядають під мікроскопом при великому збільшенні. Коли дослід виконується швидко, то в поле зору мікроскопа можна спостерігати окремі еритроцити, що швидко збільшуються в обсязі і поступово втрачають свої контури у зв'язку з гемолізом.

Після спостереження за еритроцитами в гіпотонічному розчині (0,1%-вий розчин хлористого натрію стосовно еритроцитів гіпотонічний) вивчають дію на них ізотонічного і гіпертонічного розчинів, для чого краплі з пробірок 1 і 2 поміщають на предметне скло, накривають покривним склом і розглядають під мікроскопом при великому збільшенні.

**2.** У три інші пробірки наливають по 2-3 мл розчину хлорного натрію різної концентрації, як і в попередньому досліді. У кожен з них поміщають по шматочку тонкої плівки шкаралупи цибулі, відпрепарованого голкою. Через 10 хвилин після занурення плівок цибулі в розчини їх витягають,

поміщають на предметне скло, накривають покривними стеклами і розглядають під мікроскопом при великому збільшенні.

**Спостереження:** еритроцити і рослинні клітини під впливом розчинів хлористого натрію різних концентрацій стають крупніше або дрібніше в порівнянні з еритроцитами у фізіологічному розчині. Замалуйте в зошит характер змін.

**Висновок:** У ізотонічному розчині ( $w=0,8\%$  NaCl) клітини не змінюються у розмірі, тому що...

У гіпотонічних розчинах ( $w < 0,8\%$  NaCl) відбувається гемоліз (клітини набухають, лопаються), тому що вода з навколишнього розчину...

У гіпертонічних розчинах ( $w > 0,8\%$  NaCl) клітини зморщуються (плазмоліз) тому що вода з навколишнього розчину...

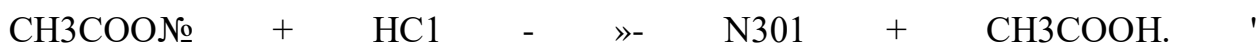
## Тема 2. Потенціометричне визначення рН

Скляний електрод складається зі скляної мембрани, виготовленої зі спеціального легкоплавкого скла. Кулястий резервуар електрода заповнюється розчином HCl. Основні переваги даного електрода в порівнянні з іншими - це швидке встановлення потенціалу, відсутність залежності розміру потенціалу від наявності в розчині окислювачів, відновників, поверхнево-активних речовин, радіоактивних речовин, простота в використанні. Скляний електрод можна застосовувати тільки за допомогою підсилювальної системи.

В даний час у лабораторній практиці застосовуються різноманітні системи рН-метрів, принцип роботи яких заснований на вимірі е.д.с. гальванічних елементів, складовою частиною яких є досліджуваний розчин.

Буферні розчини - це розчини, які містять буферні системи. Буферними системами називаються суміші, в складі яких містяться в певному кількісному співвідношенні слабкі кислоти і їх солі з сильними основами або слабкі підстави і їх солі з сильними кислотами. Такі розчини мають стійку концентрацією іонів  $H^+$  при розведенні нейтральним розчинником (водою) і додаванні до них певних кількостей сильних кислот або підстав

Для буферних розчинів характерні деякі властивості. До них, в першу чергу, відноситься буферність - спосібність зберігати сталість концентрації іонів  $H^+$  при додаванні в буферний розчин певної кількості сильної кислоти або сильної основи. Наприклад, якщо до ацетатного буферу додати невелику кількість HCl, зсуву рН в кислоту сторону не відбудеться, тому що HCl вступила в реакцію обмінного розкладання з сіллю слабкої кислоти:



В результаті реакції сильна кислота, здатна зрушити рН в кислу сторону, замінюється слабкою кислотою і нейтральною сіллю. Відповідно до закону Оствальда, ступінь дисоціації розчину слабого електроліту при збільшенні його концентрації зменшується, прагне до нуля і зрушення рН НЕ проходить.

Водневий показник буферної системи незначно змінюється при додаванні в розчин невеликої кількості лугу, бо луг, реагуючи зі слабкою кислотою, нейтралізується:



Луг, здатна зрушити рН середовища в основну сторону, замінюється еквівалентною кількістю слабоосновної солі, яка впливає на реакцію середовища в меншій мірі, ніж NaOH. Після цього за рахунок потенціальної кислотності утворюються нові іони  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  і  $\text{H}^+$ . Активна реакція середовища в цілому залишається незмінною

### Тема 3. Буферні розчини. Буферна ємність біологічних рідин.

Буферні розчини підтримують сталість рН середовища незалежно від розведення або додавання невеликих кількостей кислоти або лугу.

Буферними називаються розчини слабкої кислоти і її солі із сильною основою або слабкою основою і його солі із сильною кислотою. Наприклад, оцтовий буфер - оцтова кислота + оцтовокислий натрій. Будь-який буферний розчин може зв'язати тільки обмежену кількість кислоти або лугу. Кажуть, що в нього є певна буферна ємність.

Буферна ємність виражається кількістю молей-еквівалентів кислоти або лугу, що необхідно додати до 1 л буферного розчину, щоб усунути його рН на одиницю. Буферна ємність розчинів залежить від їхньої абсолютної концентрації і з розведенням зменшується прямо пропорційно ступеня розведення. Розраховується по формулі:

Буф. ємн. =  $n/V \cdot (\text{pH}_2 - \text{pH}_1)$ , де n- число моль лугу або кислоти, доданих до розчину; V - об'єм досліджуваного розчину, л.

#### Дослід 1. Готування буферних розчинів

Мета роботи. Приготувати ряд буферних розчинів із різними, але відомими рН. Переконатися, що рН буферних розчинів можна розрахувати зі співвідношенням кислоти і солі в розчині по формулі  $\text{pH} = \text{pKa} + \lg(V_{\text{солі}}/V_{\text{кисл}})$ .

**Посуд та обладнання.** хімічні стакани на 50мл, градуйовані піпетки на 10 мл., рН-метр

**Реактиви.** Фосфат калію однозамінений, 0,15 н. розчин, фосфат натрію, двозамінений, 0,15 н. розчин. Оцтова кислота, 0,1 н. розчин. Ацетат натрію, 0,1 н. розчин. Універсальний індикатор.

**Мета роботи.** Навчитися готувати буферні розчини з заданим значенням рН і визначати їхню буферну ємність.

**Хід роботи.** 1. У попередньо пронумеровані шість стаканів наливають розчини оцтової кислоти і ацетату натрію в таких співвідношеннях:

Розчини	Номер стакана					
Об'єм 0,1н розчину цетрату натрію	1	2	3	4	5	6
Об'єм 0,1н розчину оцтової кислоти	9	8	5	3	2	1
Значення рН, знайдене експериментально						
Розрахункове значення рН (дивись Додаток 1)	,7	3,0	4,6	4,0	5,2	5,6

Визначають рН виготовлених сумішей у кожному стакані електрометричне, користуючись рН-метром із скляним електродом. Отримані дані вносять у таблицю, рядок «Значення рН, знайдене експериментально». Розчини лишіть для наступного досліду.

**Висновок.** Виходячи зі збігу/розбіжності експериментальних і обчислених теоретично значень рН зробіть висновок про придатність формули формулі  $pH = pK_a + \lg(V_{\text{соли}} / V_{\text{кисл}})$  для розрахунку рН різноманітних буферних сумішей.

### **Дослід 2. Буферна ємність.**

**Мета роботи.** Навчитися розраховувати буферну ємність розчинів

**Посуд та обладнання.** хімічні стакани на 50мл, градуйовані піпетки на 10 мл., рН-метр

**Реактиви.** буферні розчини, що були виготовлені у досліді №1.

**Хід роботи.** Візьміть один з виготовлених нами буферних розчинів із вже відомим значенням рН і додайте до нього з піпетки точно 1мл 1н соляної кислоти. Вдруге виміряйте рН<sub>2</sub> за допомогою рН-метра. Визначить буферну

ємність вашого розчину, підставивши одержані данні у формулу:  
 $n=C*V=1\text{моль/л}*0,001\text{л}=0.001\text{моль};$   
 $V=20\text{мл}=0,02\text{л};$   
 $pH_2$  і  $pH_1$  - за даними приладу.

#### **Тема 4. Колоїдні розчини. Коагуляція. Визначення заряду частинок.**

##### **Конденсаційні методи**

Конденсаційні методи основані на утворенні колоїдних частинок із більш дрібних розчинених частинок. Колоїди можна одержати шляхом заміни розчинника і хімічних методів конденсації.

##### **Дослід 1. Одержання колоїдних розчинів фенолфталеїну і сірки методом заміни розчинника**

Фенолфталеїн і сірка порівняно добре розчинні у спирті і дуже погано розчиняються у воді. Вода ж у свою чергу добре розчиняє спирт - вихідний розчинник для фенолфталеїну і сірки. Якщо змішати спиртовий розчин фенолфталеїну або сірки з водою, то розчинність цих речовин різко знижується, починається укрупнення часток (згодом вони випадуть в осадок - седиментація). Поки седиментація не відбулася, є прозорий колоїдний розчин, що у відбитому світлі виглядає блакитнуватим (це явище називається опалесценцією).

**Прилади.** Штатив із пробірками, піпетки, спиртівка.

**Реактиви.** сірка, 1%-вий спиртовий розчин, фенолфталеїн, 1%-вий спиртовий розчин, спирт етиловий.

**Мета роботи.** Ознайомитися з готуванням золей методом заміни розчинника

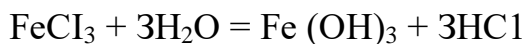
**Хід роботи.** 1. У дві пробірки наливають по 3-4 мл води й в одну з них добавляють 2-3 краплі спиртового розчину сірки, а в другу стільки ж або менше фенолфталеїну.

##### **Спостереження.**

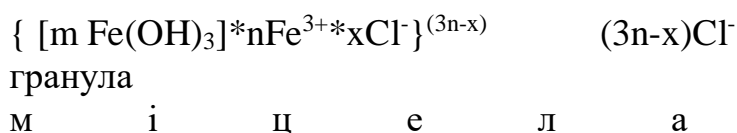
**Висновок:** Для отриманих розчинів характерно явище опалесценції, а так як подібне явище властиве тільки колоїднодисперсним системам, є повна підстава вважати, що в пробірках були отримані колоїдні розчини - золі. Ми одержали їхнім методом ...

##### **Дослід 2. Одержання золю гідрату окиси заліза методом гідролізу**

Хлорне залізо - сіль сильної кислоти і слабкої основи і як усі солі подібного складу гідролізується у воді з утворенням гідрату окиси металу і сильної кислоти.



$\text{Fe}(\text{OH})_3$  нерозчинний, тому в момент утворення його молекули конденсуються між собою в колоїдні частинки, адсорбуя на своїй поверхні з розчину надлишок іонів електроліту і набуваючи, завдяки ньому, агрегативну стійкість:



**Прилади.** штатив із пробірками, спиртівка

**Реактиви.** Хлорне залізо, концентрований розчин, вода.

**Мета роботи.** Ознайомитися з готуванням гідрофобних золь методом хімічної конденсації.

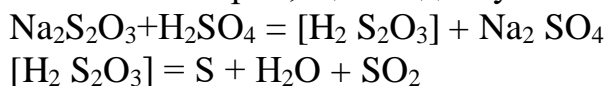
**Хід роботи.** У дві пробірки наливають по 3...4 мл води. У однієї з них воду нагрівають до кипіння, потім в обидві пробірки додають по декілька крапель хлорного заліза і припиняють нагрівати. Отриманий золь гідрату окиси заліза лишіть для наступних дослідів.

**Спостереження.** У нагрітій пробірці колір розчину став темно-коричневий, а в холодній залишився ясно-жовтим.

**Висновок.** У нагрітій пробірці в результаті гідролізу утворився коричневий  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , але він не випав в осадок, а утворив колоїдний розчин. Цей метод одержання золь ставиться до методів ...

### **Дослід 3. Одержання золю сірки методом хімічної конденсації**

При взаємодії тіосульфату натрію із сірчаною кислотою відбувається виділення вільної сірки, що конденсується в колоїдні частинки:



**Прилади.** Хімічний стакан на 250-500 мл, піпетка.

**Реактиви.** тіосульфат, 6%-вий розчин, сірчана кислота концентрована.

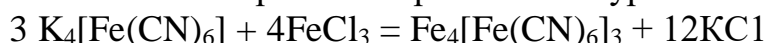
**Мета роботи.** Ознайомитися з готуванням гідрофобних золь методом хімічної конденсації

**Хід роботи.** У стакан наливають 200...250 мл розчину тіосульфату і додають 1...2 краплі сірчаної кислоти. Через якийсь час розчин змінює свій зовнішній вигляд - з'являється опалесценція.

**Висновок:** Явище опалесценції властиве тільки колоїднодисперсним системам, виходить, ми одержали золь сірки.

#### **Дослід 4. Одержання золю берлінської лазурі**

При взаємодії жовтої кров'яної солі  $K_4[Fe(CN)_6]$  із хлорним залізом утворюється синій барвник «берлінська лазур»:



Колоїдні частинці стабілізується в розчині або іонами  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  (при надлишку жовтої кров'яної солі), або іонами  $Fe^{3+}$  (при надлишку хлорного заліза).

**Прилади.** штатив із пробірками, піпетка.

**Реактиви.** жовта кров'яна сіль, 0,1%-вий розчин, хлорне залізо, 2%-вий розчин.

**Мета роботи.** Ознайомитися із готуванням гідрофобних золь методом хімічної конденсації. Одержати два колоїдних розчини з різним зарядом гранули.

**Хід роботи.** У першу пробірку наливають 4...5 мл міцного розчину жовтої кров'яної солі і додають 1-2 краплі розведеного розчину хлорного заліза. Утворюється золь берлінської лазурі з негативно зарядженою гранулою. Напишіть схему міцели, стабілізатор -  $[Fe(CN)_6]^{4-}$

В другу пробірку наливають 4...5 мл міцного розчину хлорного заліза і додають 1 -2 краплі розведеного розчину жовтої кров'яної солі. Утворюється золь берлінської лазурі з позитивно зарядженою гранулою. Напишіть схему міцели, стабілізатор -  $Fe^{3+}$ .

Обидва отриманих золя лишити для наступного досліді

**Висновок:** поясніть механізм одержання золю берлінської лазурі та стабілізацію колоїдної частки.

#### **Дослід 5. Визначення заряду гранули колоїду**

Електричний заряд на колоїдних частинках виникає за рахунок добудовування їх ядра родинними іонами електроліту, що знаходиться в колоїдному розчині. Так наприклад, ядра золю берлінської лазурі добудовуються надлишком молекул  $K_4[Fe(CN)_6]$ . Ці молекули, створюючи подвійний електричний шар, що складається з міцно адсорбованих іонів -  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  частково - противоіонів калію і дифузійних противоіонів калію.

Міцно адсорбований шар визначає знак електричного заряду колоїдної частинки. У даному випадку він негативний, тому що добудовують ядро іони  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ .

Знак електричного заряду колоїдних частинок можна визначити простим дослідом. Відомо, що поверхня капілярів фільтрувального паперу у воді набуває негативний заряд. Якщо в розчин негативно зарядженого пофарбованою колоїду опустити смугу фільтрувального паперу, то вода буде підніматися по капілярах паперу і захоплювати за собою колоїдні частинки, що мають такий же заряд, як і напір, тобто пофарбована смуга буде підніматися нагору. Якщо ж колоїдні частинки мають позитивний заряд, то вони будуть адсорбовуватися на папері і не зможуть підніматися по капілярах разом із водою.

**Прилади.** хімічні склянки на 100 мл, скляні палички, скріпки, смужки фільтрувального паперу.

**Реактиви.** Золь берлінської лазурі, одержаний у досліді №4

**Мета роботи.** Навчитися визначати знак заряду часток золю методом адсорбції на папері.

**Хід роботи.** У хімічні стаканчики наливають невеличкі кількості досліджуваних колоїдів (кожний роздільно). На скляній паличці фіксують за допомогою скріпки смугу фільтрувального паперу і вільним кінцем занурюють її на 2-3 мм у досліджуваний колоїдний розчин.

Рідина піднімається по капілярах паперу нагору. Урахування результатів досліду роблять через 20-30 хв.

**Спостереження:** в одному стакані по папері рухається синій розчин, у другому - практично незабарвлений (жовтуватий). Синій барвник практично не піднімається.

**Висновок:** Пояснить спостереженні явища, враховуючи, що заряджені сипі частки золю повинні рухатися по негативно зарядженій целюлозі.

### **Коагуляція колоїдних розчинів**

Під коагуляцією розуміють процес агрегації (злипання) колоїдних частинок із наступним випаданням їх в осадок. Мінеральні колоїди коагулюють, якщо їх позбавити захисного заряду подвійного електричного шару (знижити дзета-потенціал). Так, якщо до мінерального колоїду додати електроліт, то іони останнього будуть адсорбовуватися на колоїдних частинках, тому їхній електричний заряд зникає. Частки сильніше притягаються, агрегуються між собою, що в результаті і призводить до



коагуляції колоїду. Сила електроліту, що коагулює, зростає зі збільшенням електричного заряду його іонів.

### **Дослід 6. Коагуляція золю гідрату окиси заліза**

**Прилади.** Бюретка на 50 мл, піпетки на 5-10 мл, колбочки на 50 мл

**Реактиви.** Свіжеприготований розчин гідрату окиси заліза, хлорид натрію, 5 М розчин, сульфат натрію, 0,1 М розчин, фосфат натрію, 0,01 М розчин.

**Мета роботи.** Ознайомитися з коагуляцією гідрофобного золю за допомогою електролітів. Навчитися вибрати найбільше ефективний коагулянт по правилах Шульце - Гарді.

**Хід роботи.** У три колбочки наливають по 5 мл свіжеприготованого гідрозоля гідрату окису заліза. Вміст першої колбочки титрують із бюретки розчином хлориду натрію до помутніння розчину; у другій колбочці колоїдний розчин титрують сульфатом натрію й у третій колбочці - фосфатом натрію. Результати титрування записують у зошит і роблять перерахунок об'єму титранта на 0,01 М розчин.

**Спостереження:** Запишіть значення об'ємів усіх трьох коагулянтів, що прийшлося додати для помутніння розчину золя. Перерахуйте їх на 0,01 М розчин (обсяг NaCl збільште в 500 разів, обсяг Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - у 10 разів).

**Висновок:** Для коагуляції потрібний тим менший обсяг коагулянту, чим більший заряд його аніона (одне з правил Шульце-Гарді).

### **Дослід 7. Коагуляція мінерального й органічного колоїду сірчаноокислим амонієм**

**Прилади.** штатив із пробірками, бюретка, піпетки на 5-10 мл.

**Реактиви.** Свіжеприготований розчин яєчного білка, сірчаноокислої амоній, % розчин

**Мета роботи.** Ознайомитися з висолюванням гідрофільного золя за допомогою електролітів.

**Хід роботи.** У пробірку налейте 5 мл золя білка. Вміст пробірки титрують із бюретки розчином сірчаноокислого амонію. Для коагуляції органічного колоїду потрібно значно більше електроліту, ніж для коагуляції мінерального колоїду. Якщо після коагуляції колоїдів у пробірку додати по 5...10 мл води, то в пробірці з білком коагульований колоїд переходить у

розчинений стан і розчин знову стає прозорим. Таким чином, осадження органічних колоїдів сірчанокислим амонієм є оборотним процесом, часто його називають “висолюванням”.

**Спостереження:** Запишіть значення об’єму сульфату амонію, доданого до початку помутніння розчину білка. Чи відбулася пептизація осаду при розведенні каламутного розчину?

**Висновок:** Одним із методів виділення білка з розчину є висолювання. Це процес є оборотним (або необоротним).

### Питання до змістовної частини I

1. Водневий показник і його розрахунок для розчинів лугів.
2. Колоїдний захист.
3. Як заряджена частка білка при  $pH=7$ , якщо  $\zeta$  вивірки дорівнює 9.5?
4. Дзета-потенціал колоїдної частки і його вплив на стійкість колоїдних розчинів.
5. розчинів.
6. Метод визначення дзета-потенціалу.
7. Оптичні властивості колоїдних розчинів.
8. Визначить молярну концентрацію 10% розчину сірчаної кислоти (густина 1,1г/мл).
9. Класифікація розчинів (мікрогетерогенних систем). Швидкість хімічних реакцій її залежність від температури і природи реагуючих речовин.
10. Написати схему міцели  $Fe_2S_3$  отриману зливанням розчинів  $Na_2S$  (надлишок) і  $FeCl_3$ .
11. Осмотичний тиск, його біологічна ролі.. Осмотична резистентність, (стійкість) еритроцитів.
12. Подвійний електричний шар і його будова. Визначить значення адсорбції, якщо 10 г активованого вугілля поглинуло 0.25 г оцтової кислоти.
13. Поверхневі явища на межі розділу фаз. Поверхнева енергія.
14. Буферні розчини.  $pH$  буферних розчинів.
15. Визначить відсоткову концентрацію(масову частку) розчину глюкози  $C_6H_{12}O_6$ , якщо її молярна концентрація 0,1 моль/л. Густина дорівнює 1.0 г/молі.
16. Водородний показник і його розрахунок для розчинів сильних кислот.
17. Коагуляція і седиментація в колоїдних розчинах.
18. Як заряджена частка білка при  $pH=4$ , якщо  $\zeta$  білка дорівнює 2.9?

- 19..Стабілізація колоїдних систем.
- 20.Буферні системи крові. Розповісти про механізм дії однієї з них.
- 21.. Визначить дзета-потенціал колоїдної частки, якщо її швидкість при електрофорезі складає 2 мм/хв, довжина пластинки - 20 см, а напруга – 100В (усе перевести в СІ).
- 22.Будова колоїдної міцели.
- 23.Засоби вираження складу розчинів.
- 24.. При 20°C осмотичний тиск деякого водяного розчину дорівнює 0.2 атм. Визначити осмотичний тиск розчину при 0°C.
- 25.Адсорбція, її механізм.
- 26.Методи одержання колоїдних систем і їх характеристики.
- 27.При якій температурі буде кипіти розчин якщо в 150 г води розчинено 10 г сахарози  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ?
- 28.Ізотонічний коефіцієнт і ступінь електролітичної дисоціації. Дзета-потенціал, його вимір і роль у біохімічних явищах.
- 29.Чому дорівнює концентрація іонів гідроксила, якщо  $pH=8$  ?
- 30.Синерезис гелів і його біологічне значення.
- 31.Ізоелектрична точка білка. Біполярний іон. Вплив реакції середовища на біполярний іон.
- 32.Чому дорівнює  $pH$  розчину, якщо концентрація іонів гідроксила  $10^{-8}$  моль/ л?
- 33.Другий закон Рауля.
- 34.Рівняння Гіббса і Фрейдліха для адсорбції. Особливості адсорбції на межі газ-рідина. Обчислити осмотичний тиск крові при 37°C, рахуючи її фізіологічним розчином ( $i= 1.8$ ). Агрегатний стан речовини. Хімічна рівновага, константа рівноваги.
- 35.Написати схему міцели  $BaSO_4$  з позитивною гранулою, отриману зливанням розчинів нітрата барія і сірчаної кислоти.
- 36.Електрофорез і електроосмос.
- 37.Залежність температури кипіння розчинів від концентрації і природи розчиненої речовини (електроліт, неелектроліт).
- 38..До якого електроду (анод, катод) рухається колоїдна частка з  $IZK=5$  у сильноокислому середовищі.

## Список літератури

1. Фізична та колоїдна хімія : лаб. практикум / Л. Я. Побережний, О. Д. Мельник, Г. М. Присліпська, Т. І. Калин. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2013. - 45 с.
2. Фізична та колоїдна хімія : підручник / О. Д. Мельник, Т. І. Калин, Л. Я. Побережний [та ін.]. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ Факел, 2007. - 174 с.
3. Мельник, О. Д. Фізична та колоїдна хімія : конспект лекцій / О. Д. Мельник, Т. І. Калин. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2002. - 167 с.

## Рецензія

На методичні рекомендації до лабораторно-практичних занять з дисципліни «Біохімія з основами фізичної та колоїдної хімії» для здобувачів вищої освіти біолого-технологічного факультету за спеціальністю 212 «Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза»

### Змістовна частина 1

#### ФІЗИЧНА - КОЛОЇДНА ХІМІЯ

Методичні рекомендації складено відповідно до навчального плану і робочої програми дисципліни. Методичні рекомендації дають можливість здобувачам вищої освіти оволодіти навичками проведення лабораторних досліджень, навчитись зіставляти і аналізувати результати дослідів і робити висновки .

Для кожного лабораторно-практичного заняття визначено мету, зміст, необхідне обладнання , обсяг самостійної роботи яку студенти виконують протягом заняття та контрольні запитання до даної теми.

Вважаю за необхідне рекомендувати до друку методичні рекомендації до лабораторно- практичних занять з дисципліни **«Біохімія з основами фізичної та колоїдної хімії»** для здобувачів вищої освіти біолого-технологічного факультету за спеціальністю 212 «Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза»

К.с.-г. наук, доцент кафедри  
інженерії харчового виробництва

Ряполова І.О.





