

**ОДЕРЖАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ.
КОАГУЛЯЦІЯ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ.
КОЛОЇДНИЙ ЗАХИСТ**

*Методичні вказівки
для самостійної аудиторної та індивідуальної роботи
здобувачів освіти 1-го курсу спеціальностей
«Медицина» та «Педіатрія»*

Видання II, перероблене та доповнене

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
Харківський національний медичний університет

ОДЕРЖАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ.
КОАГУЛЯЦІЯ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ.
КОЛОЇДНИЙ ЗАХИСТ

Методичні вказівки
для самостійної аудиторної та індивідуальної роботи
здобувачів освіти 1-го курсу спеціальностей
«Медицина» та «Педіатрія»

Видання II, перероблене та доповнене

Затверджено
Вченою радою ХНМУ.
Протокол № 9 від 29.05.2025.

Харків
ХНМУ
2025

Одержання і властивості колоїдних розчинів. Коагуляція колоїдних розчинів. Колоїдний захист: метод. вказ. для студентів 1-го курсу спеціальностей «Медицина» та «Педіатрія» / упоряд. Г. О. Сирова, Н. М. Чаленко, С. М. Козуб та ін. Вид. II, перероб. та доп. Харків : ХНМУ, 2025. 28 с.

Упорядники Г. О. Сирова
 Н. М. Чаленко
 С. М. Козуб
 Л. В. Лук'янова
 О. В. Савельєва
 О. В. Присяжний

1. Кількість годин – 4.

2. Матеріальне та методичне забезпечення теми

I. Калькулятор.

II. Таблиці:

- 1) колоїдні розчини;
- 2) типи дисперсних систем;
- 3) класифікація дисперсних систем за ступенем дисперсності;
- 4) класифікація дисперсних систем за агрегатним станом;
- 5) класифікація дисперсних систем за міжфазною взаємодією;
- 6) утворення міцели у колоїдному розчині;
- 7) диспергаційні методи одержання колоїдних розчинів;
- 8) конденсаційні методи одержання колоїдних розчинів;
- 9) будова міцели;
- 10) методи очищення колоїдних розчинів;
- 11) схема діалізатора;
- 12) схема електродіалізатора;
- 13) апарат для гемодіалізу;
- 14) властивості колоїдних розчинів;
- 15) оптичні властивості колоїдних розчинів (ефект Тиндаля), схема нефелометра;
- 16) електрокінетичний потенціал;
- 17) електрокінетичні явища 1-го та 2-го роду у колоїдних розчинах та їх використання;
- 18) електрофорез (схема приладу);
- 19) електроосмос, дослід Рейса;
- 20) дослід Квінке (потенціал течії);
- 21) дослід Дорна (потенціал седиментації);
- 22) види стійкості колоїдних систем.

III. Обладнання та реактиви для проведення лабораторної роботи: штатив з пробірками, бюретки, піпетки, фільтрувальний папір, дистильована вода, розчин сірки в етиловому спирті, розчини хлориду заліза (III) ($C(\text{FeCl}_3) = 0,005$ моль/л), гексаціаноферату (II) калію ($C(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = 0,005$ моль/л), гексаціаноферату (III) калію ($C(1/3\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = 0,01$ моль/л), хлориду калію ($C(\text{KCl}) = 1$ моль/л), розчин хромату калію ($C(1/2\text{K}_2\text{CrO}_4) = 0,1$ моль/л), розчин рідкого мила, розчин білка, рослинна олія.

IV. Мультимедійне забезпечення (презентація, відеолекція, навчальний фільм – алгоритми виконання дослідів лабораторної роботи).

V. Навчально-методична література:

1. Медична хімія : підручник / В. О. Калібабчук та ін. ; за ред. В. О. Калібабчук. 4-е вид., випр. Київ : ВСВ «Медицина», 2019. 336 с.
2. Медична хімія : навч. посіб. / Г. О. Сирова та ін. ; за ред. Г. О. Сирової. Харків : Екограф, 2015. 202 с.
3. Медична хімія : навч. посіб. / І. В. Завгородній та ін. ; за ред. І. В. Завгороднього та Г. О. Сирової. Харків : Екограф, 2010. 268 с.
4. Робочий зошит з медичної хімії для самостійної роботи студентів 1-го курсу мед. та стоматол. фак-тів / упоряд. Г. О. Сирова та ін. Харків : ХНМУ, 2017. 68 с.
5. Відеолекція(<https://distance.knmu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=45359>)

3. Обґрунтування теми

Окрема клітина живого організму є гетерогенною колоїдною системою. Кров, протоплазма, м'язові і нервові клітини, біологічні мембрани, волокна, гени, віруси – це колоїдні утворення. Колоїдно-хімічні процеси лежать в основі харчування, росту та розвитку рослинних і тваринних організмів, а також людини. Вивчення властивостей колоїдних систем і методів їх одержання дозволяє розуміти складні процеси життєдіяльності організмів та розробляти моделі клітин, живих мембран, нервових волокон, транспорту кисню тощо.

Біологічні рідини організму являють собою колоїдні розчини, які містять мало-розчинні холестерин, солі карбонатної, фосфатної, сечової кислот та ін. Порушення їх стабільності призводить до патологій – атеросклерозу, жовчнокам'яної та сечокам'яної хвороби. Коагуляційні процеси лежать в основі визначення швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ), процесу згортання крові. Розуміння цих явищ необхідне майбутнім лікарям.

Розчини лікарських препаратів, наприклад, коларголу, протарголу – це гідрофільні золі срібла, захищені білком. Крім того, в медицині широко використовуються аерозолі, пасти, мазі, суспензії, у зв'язку з чим знання методів отримання, очищення, будови дисперсійних систем, теорії коагуляції золів необхідні для практичної медицини, медико-біологічних досліджень та ін.

Вивчення методів очищення колоїдних розчинів сприяло впровадженню в медичну практику таких методів діагностики та лікування, як електрофорез, компенсаційний діаліз, вівідіаліз, а також апарату «штучна нирка».

Актуальною є проблема охорони довкілля. Очищення та регенерація стічних промислових і побутових вод, уловлювання забруднювачів атмосфери, руйнування димів – усі ці процеси ґрунтуються на законах фізичної та колоїдної хімії.

4. Мета заняття:

– **загальна:** вміти використовувати знання фізико-хімічних властивостей колоїдних розчинів, а також особливостей коагуляції колоїдних розчинів у біологічній і медичній практиці;

– **конкретна:** аналізувати принципи отримання і очищення колоїдно-дисперсних розчинів, знати фізико-хімічні основи гемодіалізу, використовувати знання фізико-хімічних характеристик колоїдного розчину для оцінки властивостей біологічних рідин, лікарських препаратів, а також впливу електролітів; визначати поріг коагуляції, швидкість коагуляції і седиментації, знати фізико-хімічні основи стабілізації колоїдних розчинів («колоїдний захист»);

а) **знати** загальну характеристику і значення дисперсних систем та їх класифікації за ступенем дисперсності, агрегатним станом, міжфазною взаємодією; методи одержання (конденсаційні – хімічної і фізичної конденсації; диспергаційні – механічне диспергування, електричні, акустичні, фізико-хімічні (пептизація) методи диспергування; методи очищення колоїдних розчинів (діаліз, електродіаліз, гемодіаліз (вівідіаліз), ультрафільтрація, електроультрафільтрація, ультрацентрифугування); молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем (броунівський рух, дифузія, осмотичний тиск, седиментаційно-дифузійна рівновага); оптичні властивості колоїдних систем (екстинкція, опалесценція, конус Тиндаля, теорія світлорозсіювання, анізотропія); оптичні методи дослідження (нефелометрія, ультрамікроскопія, електронна мікроскопія), електричні властивості колоїдно-дисперсних

систем та механізм утворення подвійного електричного шару; поняття електрокінетичного потенціалу; будову колоїдних частинок (міцелярна теорія); електрокінетичні явища 1-го роду (електрофорез, його використання в медицині та медико-біологічних дослідженнях; рівняння Гельмгольца–Смолуховського; електроосмос); електрокінетичні явища 2-го роду (потенціал седиментації – дослід Г. Дорна, потенціал течії – дослід Квінке); види стійкості дисперсних систем (кінетична та агрегативна стійкість); чинники стійкості дисперсних систем; механізм коагулюючої дії електролітів; поріг коагуляції, його визначення; правило Шульце–Гарді, процеси коагуляції при очищенні питної води та стічних вод; колоїдний захист (захисне число), його роль для біології, медицини і фармації; грубодисперсні системи (аерозолі, суспензії, емульсії та ін.), одержання та властивості, медичне застосування;

б) **вміти** отримувати колоїдні розчини, складати формули міцел золів, розраховувати величину електрокінетичного потенціалу за формулою Гельмгольца–Смолуховського, за рівнянням Гіббса–Смолуховського, визначати знак заряду частинок дисперсної фази, аналізувати принципи методів одержання та очищення колоїдно-дисперсних систем, визначати осмотичний тиск в колоїдних та істинних розчинах, вміти аналізувати отримані результати та порівнювати їх; відрізнити за оптичними і молекулярно-кінетичними властивостями колоїдні й істинні розчини; пояснювати фізико-хімічні основи діалізу, гемодіалізу, компенсаційного діалізу, вивідіалізу та принцип роботи апарату «штучна нирка»; пояснювати явища електрофорезу й електроосмосу та обґрунтовувати доцільність їх застосування в медичній практиці, а також, виходячи із характеристик і властивостей дисперсних систем, обґрунтовувати доцільність збереження навколишнього середовища; пояснювати фізико-хімічні основи коагуляції колоїдних розчинів і визначати поріг коагуляції та захисне число.

5. Графологічна структура теми



6. Орієнтовна карта роботи студентів

№ з/п	Етапи	Час, хв	Навчальні посібники	Місце проведення
1	Мотиваційна характеристика та план теми. Відповіді на питання студентів	20	Навчальний посібник (робочий зошит)	Навчальна лабораторія
2	Вхідний контроль	20	Тести вхідного контролю	
3	Самостійна робота студентів з методичною літературою, вирішення навчальних завдань. Виконання роботи й оформлення протоколу	100	Методичні вказівки для студентів, тексти лекцій, навчальний посібник для самостійної роботи студентів, довідкові дані, таблиці	
4	Вихідний контроль знань	30	Тести вихідного контролю, картки з ситуаційними завданнями	
5	Аналіз і підведення підсумків заняття	8		
6	Домашнє завдання	2		

7. Завдання для самостійної роботи

Перелік питань, що підлягають вивченню

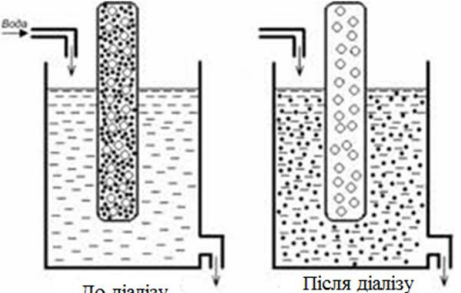
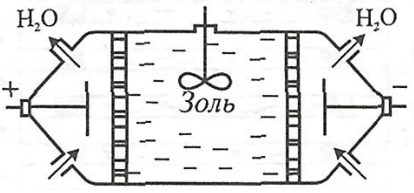
1. Організм як складна сукупність дисперсних систем.
2. Класифікація дисперсних систем за ступенем дисперсності.
3. Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом.
4. Класифікація дисперсних систем за міжфазною взаємодією. Ліюфільні та ліюфобні колоїдні системи.
5. Методи одержання колоїдних розчинів (конденсаційні та диспергаційні).
6. Колоїдний стан. Будова колоїдних часток. Подвійний електричний шар. Електрокінетичний потенціал колоїдної частки.
7. Методи очищення колоїдних розчинів. Діаліз, електродіаліз, ультрафільтрація, електроультрафільтрація, компенсаційний діаліз, вивідіаліз. Гемодіаліз та апарат «штучна нирка», ультрацентрифугування.
8. Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем. Броунівський рух, дифузія, осмотичний тиск, седиментаційно-дифузійна рівновага.
9. Оптичні властивості колоїдних систем. Оптичні методи дослідження.
10. Електрокінетичні явища 1-го роду (електрофорез, його використання в медицині та медико-біологічних дослідженнях; рівняння Гельмгольца–Смолуховського, рівняння Гіббса–Смолуховського, електроосмос). Застосування електрофорезу в дослідницькій та клініко-лабораторній практиці. Застосування електроосмосу.
11. Електрокінетичні явища 2-го роду (потенціал седиментації – дослід Г. Дорна, потенціал течії – дослід Квінке).
12. Кінетична (седиментаційна) та агрегативна стійкість дисперсних систем. Фактори стійкості.
13. Коагуляція, типи та фактори коагуляції. Механізм коагулюючої дії електролітів.
14. Поріг коагуляції. Правило Щульце–Гарді.
15. Взаємна коагуляція.
16. Процеси коагуляції при очищенні питної води та стічних вод.
17. Захисне число. Колоїдний захист, його роль для біології, медицини і фармації.
18. Коагуляція в біологічних системах.
19. Грубодисперсні системи (аерозолі, суспензії, емульсії та ін.), одержання та властивості, медичне застосування.

Перелік робіт, що підлягають вивченню

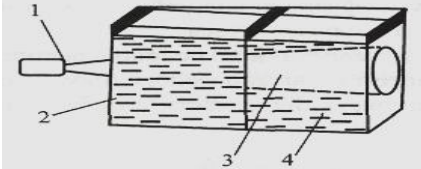
Термін	Визначення, формули, показники
Дисперсна система (від лат. <i>disperses</i> – розсіяний у просторі)	Система, в якій одна або кілька речовин (дисперсна фаза), що перебувають у роздробленому стані, рівномірно розподілені у масі або між частинками іншої речовини (дисперсійне середовище)
Диспергування	Процес подрібнення речовини
Дисперсність (D)	Основна характеристика дисперсної системи. Ступінь подрібнення частинок, величина обернена розміру частинки диспергованої речовини $D = \frac{1}{d}$ (м ⁻¹), де <i>d</i> – діаметр частинки сферичної форми; $D = \frac{1}{l}$ (м ⁻¹), де <i>l</i> – довжина ребра частинки кубічної форми
Грубодисперсні системи	Розмір частинок: 10 ⁻⁷ –10 ⁻⁴ (м) Дисперсність: 10 ⁴ –10 ⁷ (м ⁻¹) Видимі у звичайний мікроскоп: – емульсії (молоко, сметана, мастила, масла); – піна (мильна піна); – суспензії (протаргол, коларгол, алмагель); – аерозолі (пил, дим, смог)
Колоїдно-дисперсні системи Золь (колоїдний розчин)	Розмір частинок: 10 ⁻⁹ –10 ⁻⁷ (м) Дисперсність: 10 ⁷ –10 ⁹ (м ⁻¹) Видимі в ультрамікроскоп: – сік рослин, колоїдні розчини (золі). Ультрамікрогетерогенна система, у якій дисперсійним середовищем є рідина, а дисперсною фазою – тверді частинки розміром 10 ⁻⁹ –10 ⁻⁷ (м)
Молекулярно-іонні системи (істинні розчини)	Розмір частинок: менше 10 ⁻⁹ (м) Дисперсність: більше 10 ⁹ (м ⁻¹) Не видимі навіть в ультрамікроскоп
Класифікація дисперсних систем за агрегатним станом дисперсної фази (чисельник) та дисперсійного середовища (знаменник) (Г – газ, Р – рідина, Т – тверда речовина)	
Дисперсійне середовище газ (аерозолі)	Г/Г – атмосфера Землі Р/Г – аерозоль рідкий, туман, хмари Т/Г – аерозоль твердий, дим, пил, порошки
Дисперсійне середовище рідина	Г/Р – газові емульсії, піни, мильна піна, піна на пиві Р/Р – емульсії (молоко, сметана, нафта, крем) Т/Р – суспензії (ліозолі, золі металів)
Дисперсійне середовище тверда речовина	Г/Т – тверда піна, пінопласт Р/Т – тверда емульсія (вода в парафіні, опал) Т/Т – тверді золі (солідозолі – кольорове скло, дорогоцінне каміння)
Класифікація дисперсних систем за міжфазною взаємодією	
Ліофобні	Дисперсні частинки погано взаємодіють із розчинником, агрегативно не стійкі; термодинамічно не стійкі, що зумовлено надлишком поверхневої енергії і пов'язано зі збільшенням $\Delta G > 0$, поверхневий натяг на межі поділу фаз великий, межа поділу фаз чітко виражена (латекси, золі металів)
Ліофільні	Дисперсні частинки добре взаємодіють із розчинником за рахунок сольватації, агрегативно стійкі; термодинамічно стійкі ($\Delta G < 0$), можуть диспергуватися самовільно, поверхневий натяг на межі поділу фаз малий (розчини білків, ферментів, РНК, ДНК, розчини глікогенів)

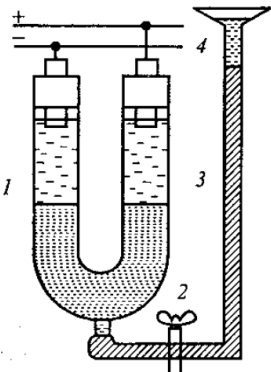
Термін	Визначення, формули, показники
Умови утворення колоїдних розчинів	1) наявність дисперсної фази й дисперсійного середовища (мала розчинність речовини дисперсної фази у дисперсійному середовищі); 2) розмір частинок дисперсної фази 10^{-9} - 10^{-7} м (від 1 до 100 нм); 3) наявність стабілізатора надає частинкам дисперсної фази однойменного заряду, що перешкоджає їх об'єднанню (агрегації)
Диспергаційні (фізичні) методи	Полягають у тому, що дисперсна фаза подрібнюється до розмірів колоїдних частинок
Механічне диспергування	Грубе диспергування в промислових млинах (10^{-5} - 10^{-4} м) і диспергування у вібротлинах і колоїдних млинах (10^{-9} - 10^{-7} м).
Ультразвуковий метод (акустичний)	Використовують спрямоване ультразвукове поле (коливання частоти 10^5 - 10^6 Гц у спеціальних п'єзоелектричних пристроях). Диспергування відбувається внаслідок кавітаційного руйнування (швидкого чергування стиснень і розріджень порядку тисяч атмосфер). Використовують для диспергування як рідких, так і твердих частинок, які придатні для внутрішньовенного введення
Пептизація (фізико-хімічне диспергування)	Умовно відносять до диспергаційних методів, тому що відсутній процес подрібнення. Суть методу – дезагрегація частинок свіжоутвореного осаду під дією пептизатора (стабілізатора – електроліту, який надає системі агрегативної стійкості)
Метод розчинення	Із твердих полімерів дією розчинника одержують розчини ВМС
Метод заміни розчинника	У розчині міняють розчинник, у якому нерозчинна дисперсна фаза
Електричні методи диспергування	Поєднують процеси диспергування і конденсації. Крізь рідке дисперсійне середовище (воду) пропускають електричний струм між електродами, виготовленими з металу, колоїдний розчин якого необхідно отримати
Конденсаційні методи	Полягають в укрупненні мікрочастинок шляхом поєднання атомів або молекул без витрати енергії ззовні під дією сил Ван-дер-Ваальса
Фізичної конденсації	Базуються тільки на фізичних явищах (конденсація пари, заміна розчинника та ін.)
Хімічної конденсації	Використовують різні типи хімічних реакцій: подвійного обміну, окисно-відновні, гідроліз та ін. Стабілізатором є одна з реагуючих речовин, що взята в надлишку, або це може бути електроліт, який утворюється внаслідок перебігу паралельної реакції
Міцела	Структурна одиниця колоїдного розчину, оточена подвійним електричним шаром
Міцелярна теорія будови колоїдних частинок	Золь складається з міцел і інтерміцелярної рідини (дисперсійне середовище, що розділяє міцели, в якому розчинені електроліти, неелектроліти і поверхнево-активні речовини)
Будова колоїдних часток	<p>У першому наближенні в структурі міцели можна виділити три основні частини: ядро, адсорбційний і дифузний шари іонів $\text{AgNO}_3(\text{надл.}) + \text{KI} \rightarrow \text{AgI}\downarrow + \text{KNO}_3$.</p> <div style="text-align: center;"> <p>The diagram illustrates the structure of a silver iodide micelle. It consists of three concentric regions: an inner core (Ядро) labeled 'Агрегат' containing $m[\text{AgI}]$; an intermediate adsorption layer (Адсорбційний шар) containing $n\text{Ag}^+$ and $(n-x)\text{NO}_3^-$ ions, with 'Потенціал-визначальні іони' and 'Протіони' labels above it; and an outer diffusion layer (Дифузний шар) containing $x\text{NO}_3^-$ ions. The entire structure is labeled as a 'Міцела' (micelle) and 'Гранула' (granule).</p> </div> <p>Формула міцели золю аргентум йодиду Стабілізатор завжди в надлишку</p>

Термін	Визначення, формули, показники
Агрегат	Основа колоїдної частинки
Правило Панета–Фаянса	За цим правилом на поверхні агрегату вибірково адсорбуються ті іони стабілізатора, які можуть добудувати кристалічну ґратку твердої фази – потенціалвизначальні іони (визначають знак і величину потенціалу)
Ядро	Агрегат + потенціалвизначальні іони
Протиіони	Притягують до поверхні ядра під дією електростатичних сил іони стабілізатора протилежного знака
Адсорбційний шар протиіонів	Частина протиіонів, яка зазнає дії електростатичних сил і сил Ван-дер-Ваальса, сил ядра та утримується на близькій відстані від нього
Гранула	Колоїдна частинка (ядро + адсорбційний шар протиіонів), знак заряду визначається знаком заряду потенціалвизначальних іонів
Дифузний шар	Решта протиіонів, яка необхідна для повної компенсації заряду поверхні, слабше зв'язана з ядром у зв'язку з тим, що діють сили електростатичного тяжіння
Електронейтральна міцела	Гранула + дифузний шар
Механізм утворення подвійного електричного шару (ПЕШ)	ПЕШ може утворитись за трьома можливими механізмами: внаслідок вибіркової адсорбції з розчину певних іонів, у результаті іонізації поверхневих молекул твердої фази і переходу іонів в іншу фазу та завдяки адсорбційній орієнтації полярних молекул спряжених фаз внаслідок їх взаємодії. Саме теорія ПЕШ лежить в основі міцелярної будови колоїдних частинок. Ядро набуває заряду внаслідок адсорбції з розчину певних іонів (за правилом Панета–Фаянса), які називають потенціалвизначальними. До поверхні зарядженого ядра електростатичними силами притягаються з розчину іони протилежного знаку – протиіони, які розміщені в адсорбційному та дифузному шарах. Таким чином, на поверхні твердої фази виникає ПЕШ, який складається з ядра і протиіонів щільного адсорбційного (внутрішня обкладинка ПЕШ) та нещільного дифузного (зовнішня обкладинка ПЕШ) шарів. Розподіл протиіонів між адсорбційною та дифузною частинами ПЕШ визначається співвідношенням між електростатичним тяжінням іонів до поверхні та їх дифузією у розчин. Остання зумовлена тепловим рухом іонів і залежить від різниці їх концентрацій у ПЕШ та об'ємі розчину
ПЕШ	ПЕШ слід розглядати як єдину електронейтральну систему, в якій заряд твердої поверхні дорівнює сумарному заряду протиіонів
Електричні потенціали	Незалежно від механізму утворення ПЕШ, на межі поділу твердої та рідкої фаз виникають певні електричні потенціали
Потенціалвизначальні іони (ПВІ)	Фіксовані на твердій поверхні, створюють поверхневий (електротермодинамічний) ϕ_s -потенціал. Він характеризує заряд ядра колоїдної частинки, його знак збігається зі знаком заряду ПВІ
Електрокінетичний потенціал ξ -дзета потенціал	Частина поверхневого ϕ_s -потенціалу. Він виникає в ПЕШ на межі між частинкою, яка здатна рухатися в електричному полі, та оточуючою її рідиною. ξ -потенціал визначає стабільність колоїдної системи

Термін	Визначення, формули, показники
Методи очищення колоїдних розчинів	
Методи очищення колоїдних розчинів	Отримані тим чи іншим способом дисперсні системи, а також дисперсні системи природного походження – латекси, вакцини, сироватки тощо очищують від домішок (молекул, іонів). Очищені дисперсні системи стають стійкими і можуть знаходитися в метастабільному стані певний час. В основі методів лежить те, що молекули низькомолекулярних речовин та іони електролітів проходять крізь пори напівпроникних мембран, а колоїдні частинки, які мають більший розмір, не проходять
<p>Діаліз (Т. Грем, 1861 р.)</p> 	Діаліз заснований на застосуванні напівпроникних мембран (целофан, пергамент, колодій та ін.), які пропускають іони й молекули, але затримують колоїдні частинки. У результаті дифузії низькомолекулярні домішки переходять у зовнішній розчин, що омиває мембрану (у воду), і золь очищується. Це повільний процес, який можна прискорити, наприклад, дією електричного струму
<p>Електродіаліз</p>  <p>Схема електродіалізатора</p>	Процес діалізу, прискорений завдяки проведенню його в електричному полі, що прискорює рух іонів. Це прискорений процес діалізу для видалення електролітів під дією зовнішнього джерела постійного струму. Процес очищення скорочується до декількох хвилин. Використовують у медицині, фармації (для очищення, вакцин, сироваток, розчинів білків), біохімії, виробництві дієтичних продуктів, для очищення промислових стоків. Спільна дія електричного поля і зовнішнього тиску забезпечує повне винищення домішок з рідини
Компенсаційний діаліз	Для дослідження колоїдів. Рідина в діалізаторі омивається не чистим розчинником, а розчинами тієї концентрації низькомолекулярних речовин, яку треба зберегти у колоїдному розчині. Наприклад, вміст не зв'язаного з білками цукру в сироватці крові визначають шляхом діалізу сироватки, яку вносять у внутрішню посудину діалізатора, а в зовнішню наливають ізотонічний розчин хлориду натрію, до якого додають різну кількість цукру. Концентрація цукру в зовнішньому розчині при діалізі не змінюється лише в тому випадку, коли вона дорівнює концентрації вільного цукру в сироватці крові. Так виявляють наявність у крові глюкози та сечовини у вільному стані
Вивідіаліз (вивідифузія)	Метод (різновид компенсаційного діалізу) виведення низькомолекулярних речовин з біологічних рідин з метою очищення або аналізу, при якому біологічна рідина проходить через апарат для діалізу і повертається до живого організму. Метод використовують для визначення в крові низькомолекулярних речовин
Гемодіаліз та апарат «штучна нирка»	Очищення крові за методом компенсаційного діалізу має назву <i>гемодіалізу</i> . За принципом компенсаційного діалізу працює апарат «штучна нирка» (АШН), який застосовується при гострій нирковій недостатності, наприклад при отруєнні сулемою, сульфаніламідними препаратами, при уремії після переливання крові, важких опіках, токсикозі вагітності тощо. Апарат підключають до системи кровообігу хворого. Кров під тиском, що створює

Термін	Визначення, формули, показники
	пульсуючий насос, подається в зроблені з напівпроникного матеріалу капіляри, які омиваються ззовні розчином такого ж електролітного складу, що і кров. Очищення крові (гемодіаліз) від метаболітів (сечовини, сечової кислоти, надлишків іонів калію, хлориду тощо) проводять протягом 3–4 год
Ультрафільтрація	Фільтрація колоїдного розчину крізь спеціальні плівки – ультрафільтри, при підвищеному зовнішньому тискові або під вакуумом. У біохімічній практиці як мембранні фільтри застосовують ацетат целюлози, нітроцелюлозу, скловолокно (розмір пор 10^{-8} – 10^{-7}). У методі ультрафільтрації білки в градієнті густини розподіляються на різних рівнях центрифужної пробірки в процесі седиментації (осадження) у вигляді окремих зон. Для створення градієнта використовують солі важких металів і розчини сахарози
Електроультрафільтрація	Метод, який поєднує ультрафільтрацію і електродіаліз. Забезпечує високий рівень і швидкість очищення золів та розділення білків
Ультрацентрифугування	Метод, основою якого є розділення частинок (розміром меншим за 10^{-7} м) з різною масою за допомогою великої відцентрової сили. Використовується для розділення біополімерів, вірусів, субклітинних елементів в медико-біологічних дослідженнях
Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем	Зумовлені тепловим рухом частинок
Броунівський рух	Безперервний, хаотичний рух колоїдних частинок, має молекулярно-кінетичну природу, виникає внаслідок зіткнення молекул дисперсійного середовища з відносно великими частинками дисперсної фази. Інтенсивність броунівського руху тим більша, чим менший розмір частинок і вища температура. Є причиною дифузії
Дифузія	Самочинне вирівнювання концентрації частинок у всьому об'ємі дисперсної системи. З термодинамічної точки зору процес відбувається зі збільшенням ентропії і є самочинним. Частинки колоїдних розчинів значно більші за розміри молекул та іонів і мають значно меншу швидкість дифузії, ніж молекули та іони
Осмотичний тиск	Колігативна властивість, залежить від кількості частинок в одиниці об'єму колоїдного розчину і не залежить від їх природи і форми: $P_{\text{осм}} = C \cdot R \cdot T,$ де C – молярна концентрація, моль/л; R – універсальна газова стала, 8,31 Дж/(моль·К); T – температура, К. За однакової концентрації кількість частинок у колоїдних розчинах менша, ніж в істинних, тому осмотичний тиск в колоїдних системах менший
Седиментаційно-дифузійна рівновага	Седиментація – процес осідання частинок дисперсної фази під дією сили тяжіння. Осіданню протидіє броунівський рух та дифузія, які прагнуть рівномірно розподілити колоїдні частинки по всьому об'ємі. Здатність дисперсних систем зберігати відповідний розподіл частинок у всьому об'ємі дисперсійного середовища – седиментаційна стійкість (чим менший розмір частинок, тим більша стійкість)

Термін	Визначення, формули, показники
Оптичні властивості колоїдних систем	<p>Оптичні властивості дисперсних систем зумовлені їх <i>гетерогенністю</i>. Експериментальні дослідження оптичних властивостей дисперсних систем дають певні відомості щодо розміру і форми частинок, їх структури, а також дозволяють розрахувати концентрацію дисперсної фази в гетерофазній системі.</p> <p>При проходженні світлової хвилі через дисперсну систему світло може <i>заломлюватися, поглинатися, відбиватися чи розсіюватися частинками дисперсної фази</i></p>
<p>Конус Тиндаля</p>  <p>1 – джерело світла; 2 – істинний розчин; 3 – світловий конус; 4 – колоїдний розчин</p> <p><i>Проходження світла крізь істинний і колоїдний розчини</i></p>	<p>Утворення світлового конуса при бічному освітленні колоїдного розчину. Колоїдні системи відрізняються від істинних розчинів здатністю розсіювати світло, відоме як <i>явище Тиндаля</i>. Оскільки розміри колоїдних частинок більші порівняно з довжиною світлових хвиль видимої ділянки, промінь світла, що потрапляє на поверхню частинки, розміри якої більші за довжину хвилі променя, відштовхуються від неї й відбувається <i>дифракція (розсіювання світла)</i></p>
Опалесценція	<p>Матове світіння золів (найчастіше блакитних відтінків), його причиною є дифракція. З опалесценцією пов'язане специфічне для колоїдно-дисперсних систем явище – утворення конуса Тиндаля</p>
Оптична анізотропія	<p>Різні оптичні властивості у різних напрямках (за горизонталлю, зумовлене несферичною формою частинок та їх певною орієнтацією за умов накладання зовнішнього електричного поля)</p>
Оптичні методи дослідження	<p>Надають інформацію про форму, розмір і будову частинок дисперсної фази, а також про концентрацію золю</p>
Нефелометрія (<i>гр. nephela – хмара</i>)	<p>Метод кількісного аналізу, що базується на вимірюванні інтенсивності світлового потоку, розсіяного диспергованими частинками під певним кутом (наприклад, 90°). При нефелометричних визначеннях вимірюють інтенсивність світла, що розсіюється в напрямку, перпендикулярному до напрямку первинного пучка. Метод засновано на здатності високодисперсних частинок розсіювати світло згідно з законом Релея.</p> <p>Нефелометрія застосовується для кількісного визначення білка у сечі</p>
Рівняння Релея	<p>Інтенсивність світлового потоку, що розсіюється невеликими твердими частками суспензії, описана у рівнянні Релея:</p> $I = I_0 K \frac{nV^2}{\lambda^4}$ <p>Інтенсивність розсіяного світла (I) прямо пропорційна кількості частинок (n), квадрату об'єму частинок (V^2) і обернено пропорційна четвертому ступеню від довжини хвилі (λ^4) падаючого світла.</p> <p><i>Спрощено:</i> інтенсивність світла, розсіяного дисперсною системою, зворотно пропорційна довжині хвилі світла:</p> $I \sim \lambda^{-4}$
Ультрамiкроскопія (ультрамiкроскоп запропонували Р. Зiгмондi і Г. Зiдентопф, 1903 р., Австрія)	<p>Колоїдні частинки не видимі в оптичному мікроскопі, тому що їх розмір менший за довжину півхвилі видимої частини спектра. За допомогою ультрамікроскопії безпосередньо не можна визначати форму і розмір частинок, оскільки спостерігаються не самі частинки, а розсіяне ними світло. Цим методом встановлюють швидкість руху частинок, їх концентрацію в об'ємі та спостерігають коагуляцію частинок у вигляді злиття двох світлих точок</p>

Термін	Визначення, формули, показники
Електронна мікроскопія	Сучасний досконалий метод визначення розмірів і форм частинок. Відмінність полягає в тому, що замість пучка світла (фотонів) використовують потік прискорених електронів, а замість оптичних лінз – магнітні або електричні електронні лінзи
Електрокінетичний (дзета, ξ) потенціал	Частина поверхневого ϕ_s – потенціалу. Він виникає в ПЕШ на межі між частинкою, яка здатна рухатися в електричному полі та оточуючою її рідиною. Його величина визначає швидкість переміщення частинок в електричному полі, може досягати 100 мВ. Його величина забезпечує електростатичний бар'єр і є одним із чинників агрегативної стійкості золів
Електрокінетичні явища	Ґрунтуються на взаємозв'язку між електричними і кінетичними властивостями дисперсних систем: складові дисперсної системи рухаються в електричному полі або, навпаки, виникає різниця потенціалів під час переміщення частинок або рідин. Ці явища пов'язані з існуванням на межі поділу фаз ПЕШ. Швидкість руху частинок в електричному полі залежить від величини їх заряду, тому електрокінетичні явища дають можливість виміряти величину ξ -потенціалу
Електрокінетичні явища 1-го роду	Пов'язані з переміщенням в електричному полі складових дисперсної системи (дисперсної фази або дисперсійного середовища): електрофорез, електроосмос
Електрокінетичні явища 2-го роду	Пов'язані з виникненням різниці потенціалів під час переміщення частинок твердої фази (потенціал седиментації або осідання) або рідкого дисперсійного середовища (потенціал течії або перебігу) – ці процеси обернені до електрофорезу та електроосмосу
<p>Електрофорез (схема приладу)</p>  <p>1 – U-подібна трубка; 2 – кран; 3 – гумовий шланг; 4 – скляна лійка</p>	<p>Спрямоване переміщення частинок дисперсної фази у постійному електричному полі відносно нерухомого дисперсійного середовища. Експериментально електрофорез проводять у приладі U-подібна градуйована трубка з боковим відростком. Клітини крові мають різну електрофоретичну рухливість – на її основі одержують електрофореграми, які мають різний вигляд у нормі й при конкретних патологіях, тому використовуються з діагностичною метою та для контролю за нормалізацією складу крові в процесі лікування. Електрофорез – важливий фізіотерапевтичний метод лікування: прокладку активного електрода змочують розчином лікарського засобу (речовину вводять з того електрода, заряд якого вона має: аніони з катода, катіони з анода), вводять в уражену ділянку крізь шкіру або слизові оболонки. Електрофоретичні методи використовують для розділення амінокислот, нуклеїнових кислот, антибіотиків, ферментів та для контролю чистоти лікарських речовин. Швидкість електрофорезу (електрофоретичну рухливість) розраховують за рівнянням Гельмгольца–Смолуховського:</p> $u = \frac{\varepsilon \cdot \xi \cdot E}{4\pi \cdot \eta \cdot l}$ <p>де ε – діелектрична проникність середовища; ξ – електрокінетичний потенціал; E – різниця потенціалів; l – відстань між електродами, η – в'язкість середовища.</p>

Термін	Визначення, формули, показники
	<p>Рівняння Гіббса–Смолуховського:</p> $\xi = \frac{\eta u}{\epsilon_0 \epsilon E},$ <p>де ξ – електрокінетичний потенціал; u – швидкість руху частинок; η – в'язкість середовища. $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – діелектрична проникність вакууму; ϵ – діелектрична проникність середовища; E – напруженість електричного поля</p>
Електроосмос	Спрямоване переміщення під дією постійного електричного поля дисперсійного середовища відносно нерухомої дисперсної фази. Метод застосовується у процесі зневоднення пористих матеріалів і концентруванні дисперсних систем, для просочування пористих матеріалів розчинами речовин, які поліпшують їх якість, у медицині – для зневоднення перев'язувальних матеріалів
Дослід Квінке, 1859 р. (потенціал течії)	Потенціал течії (перебігу) – явище, протилежне електроосмосу. Різниця потенціалів, що виникає під час руху дисперсійного середовища відносно нерухомої дисперсної фази. У результаті руху рідини під дією гідростатичного тиску крізь капіляри, стінки яких мають електричний заряд, деформується ПЕШ і іони дифузного шару зміщуються у напрямку руху рідини. Перенесення зарядів є причиною виникнення на кінцях капілярів мембрани різниці потенціалів – <i>потенціалу перебігу</i> (є причиною виникнення біопотенціалів). При протіканні крові по капілярах кровоносної системи виникає потенціал перебігу, він фіксується Q-зубцем на ЕКГ
 <p>Схема дослід Квінке</p>	
Дослід Г. Дорна, 1878 р. (потенціал седиментації)	Потенціал седиментації (осідання) – явище, протилежне електрофорезу. Різниця потенціалів, що виникає в процесі осідання частинок дисперсної фази у нерухомому дисперсійному середовищі: при осіданні частинок дисперсної фази (кварц) у воді під дією сили тяжіння виникає різниця потенціалів між верхніми і нижніми шарами гетерогенної системи. Ефект Дорна також зумовлений деформацією ПЕШ при терті осідаючих частинок із частинками середовища. Потенціал седиментації виникає при осіданні формених елементів крові
 <p>Схема дослід Дорна</p>	
Стійкість дисперсних систем	Здатність дисперсних систем впродовж певного часу зберігати незмінним склад та основні властивості: дисперсність, концентрацію, рівномірний розподіл частинок дисперсної фази у дисперсійному середовищі та характер взаємодії між частинками. Колоїдно-дисперсні системи – мікрогетерогенні, термодинамічно не стійкі для них характерні самочинні процеси, які призводять до зменшення поверхневої енергії за рахунок зменшення ступеня дисперсності. Колоїдні частинки зазнають дії двох взаємопротилежних сил взаємодії: тяжіння та відштовхування (залежно від того, які сили переважають у системі, то відбувається або коагуляція (сили тяжіння > сили відштовхування), або збільшення стійкості (сили відштовхування > сили тяжіння)

Термін	Визначення, формули, показники
Кінетична (седиментаційна) та агрегативна стійкість дисперсних систем	Ці поняття ввів у науку про колоїди М. Песков
Кінетична (седиментаційна) стійкість	Полягає у збереженні рівномірного розподілу частинок у всьому об'ємі системи, тобто у протидії силам тяжіння, які спричиняють седиментацію (осідання). Кінетична стійкість колоїдів тим більша, чим менше розмір частинок. Вона збільшується при підвищенні температури, оскільки збільшення енергії броунівського руху перешкоджає осіданню.
Агрегативна стійкість	Здатність системи протидіяти злипанню (агрегації) частинок і цим утримувати певний ступінь дисперсності. Порушення агрегативної стійкості шляхом злипання у більші агрегати (коагуляція) – термодинамічно вигідний і самочинний процес, який призводить до зменшення поверхні поділу фаз
Зв'язок між агрегативною і кінетичною стійкістю	Поки колоїдний розчин агрегативно стійкий – він стійкий і кінетично. Втрата агрегативної стійкості призводить до коагуляції золю. Якщо при агрегації утворюються дуже великі частинки, то система втрачає седиментаційну стійкість. Під дією сили тяжіння дисперсна фаза випадає в осад
Фактори стійкості	<p>1. Електростатичний бар'єр створює сили відштовхування між однойменно зарядженими колоїдними частинками, ці сили збільшуються зі зростанням потенціалу поверхні частинок (ϕ_s) і особливо ξ-потенціалу. Чим вище ξ-потенціал, тим вища стійкість, тому що при зустрічі однойменно заряджені частинки відштовхуються з великою силою.</p> <p>2. Адсорбційно-сольватний чинник стійкості – протиіони дифузного шару сольватуються і створюють захисну іоно-сольватну оболонку, яка є механічним бар'єром, що перешкоджає коагуляції.</p> <p>3. Адсорбційно-структуруючі властивості дисперсних систем. Гідрофобні частинки добре адсорбують на своїй поверхні ПАР і ВМС, які мають гідрофільні властивості (колоїдний захист)</p>
Коагуляція, типи та фактори коагуляції	<p>Процес зменшення дисперсності системи за рахунок укрупнення частинок дисперсної фази.</p> <p>Типи коагуляції:</p> <p>1) нейтралізаційна (адсорбційна) коагуляція характерна для золів та емульсій, які мають слабкий електричний заряд і невеликий потенціал ($\phi < 10\text{ мВ}$), значення ξ-потенціалу не набагато відрізняється від ϕ-потенціалу; такий вид коагуляції викликають електроліти, які мають іони, здатні до специфічної адсорбції;</p> <p>2) концентраційна коагуляція характерна для золів, які мають досить значний електричний заряд, їх потенціал досягає значення більше 100 мВ; різниця між ξ-потенціалом та ϕ-потенціалом значна, при цьому виді коагуляції втрата стійкості зумовлена стисканням дифузійної частини ПЕШ при незмінному ϕ-потенціалі, коагуляція відбувається під дією індиферентних електролітів, які не здатні до специфічної адсорбції.</p> <p>Коагуляція може бути зумовлена <i>зовнішніми факторами</i> (введенням електролітів, неелектролітів, заморожуванням, кип'ятінням, підвищенням температури); механічним перемішуванням; впливом іонізуючого випромінювання.</p> <p>Найважливішим чинником коагуляції золів є <i>дія електролітів</i> – коагулюючу дію викликає не вся молекула електроліту, а лише</p>

Термін	Визначення, формули, показники
	<p>ті його іони, знак яких протилежний до заряду гранули – їх називають <i>коагулюючі або іони-коагулятори</i>. Цю закономірність встановив М. Гарді 1900 р.</p> <p>Мінімальне значення ξ-потенціалу, за якого золь стійкий, називають критичним ($\pm \approx 30$ мВ)</p>
Механізм коагулюючої дії електролітів	<p>Усі електроліти викликають коагуляцію, тому що швидко й різко зменшують товщину подвійного електричного шару й величину дзета-потенціалу, що є одним із головних факторів стійкості колоїдних систем.</p> <p>Електроліти переводять міцелу в ізоелектричний стан: $\{(CaCO_3)_m \cdot nCa^{2+} \cdot 2nCl^-\}^0$</p> <p>Коагуляцію позитивного золь викликають аніони, негативного – катіони</p>
Поріг коагуляції ($C_{пор}$), критична концентрація C_k	<p>Мінімальна концентрація електроліту в ммоль, яка здатна спричинити коагуляцію 1 л золю:</p> $C_{пор} = C_k = \frac{V_{ел} \cdot C_{ел}}{V_{золю} + V_{ел}}$ <p>де $V_{ел}$ в мл, що спричинив коагуляцію; $C_{ел}$ – концентрація електроліту, ммоль/л; $V_{золю}$ – об'єм золю, мл</p>
Коагулююча здатність (V_k або P)	<p>Величина, обернена до порогу коагуляції. Це об'єм золю, для коагуляції якого потрібно 1 ммоль електроліту:</p> $V_k = P = \frac{1}{C_{пор}}, \text{ л/ммоль}$
Правило Шульце–Гарді	<ol style="list-style-type: none"> 1. Коагулююча здатність іона тим більша, чим більше його заряд; чим вище заряд коагулюючого іона, тим менше його потрібно для коагуляції. 2. Для іонів з однаковим зарядом поріг коагуляції тим нижчий, чим більший порядковий номер цього іона
Особливі явища коагуляції	<p>При коагуляції сумішами електролітів спостерігається наступне.</p> <p><i>Адитивність</i> – коагулююча дія електролітів дорівнює сумі коагулюючих дій кожного електроліту. Таке явище буває рідко в тих випадках, коли іони-коагулянти мають однаковий заряд і близькі за ступенем гідратації.</p> <p><i>Антагонізм</i> – коагулююча дія суміші менша, ніж їхня дія окремо.</p> <p><i>Синергізм</i> – коагулююча дія іонів у суміші підвищується</p>
Вплив швидкості додавання коагулянту	<p>Залежно від швидкості додавання коагулянту може відбуватися швидке додавання або повільне, при якому не відбувається коагуляція.</p> <p>Спостерігається явище звикання до золю внаслідок утворення пептизатора. Це явище характерне для живих організмів – організм звикає до отрути (наприклад, до нікотину)</p>
Взаємна коагуляція. Процеси коагуляції при очищенні питної води та стічних вод	<p>Цей тип коагуляції відноситься до гетерокоагуляції, тому що у цьому випадку відбувається агрегація різнорідних частинок. Якщо змішати два колоїдних розчини, які містять частинки із протилежними зарядами, вони швидко коагулюють. У цьому випадку процес має електростатичну природу.</p> <p>Явище взаємної коагуляції широко використовується для очищення питної і стічних вод.</p> <p>Колоїдний розчин води (містить негативно заряджені частинки ґрунту, органічні домішки, мікрофлору) при додаванні позитивно заряджених золь $Al(OH)_3$ або $Fe(OH)_3$ підлягає взаємній коагуляції</p>

Термін	Визначення, формули, показники
	з випадінням частинок, які відфільтровують на звичайних піщаних фільтрах. Взаємна коагуляція відбувається при додаванні до золю з негативно зарядженими гранулами золю з позитивно зарядженими гранулами
Захисне число	Кількість міліграмів сухої захисної речовини, яку необхідно додати до 10 мл золю, щоб захистити його від коагуляції 1 мл 10 % розчину NaCl
Колоїдний захист	Збільшення стійкості колоїдної системи відбувається під дією ПАР та ВМС, в основі захисної дії лежить адсорбція молекул захисної речовини поверхнею колоїдних частинок. Захисні речовини: мила, синтетичні миючі засоби, ефіри целюлози, білки, декстрин, крохмаль та ін. Захисну здатність речовин порівнюють зі стандартним золем (наприклад, золь золота).
Сенсибілізація (астабілізація)	Явище, протилежне колоїдному захисту. Спостерігається, якщо захисні речовини знаходяться у колоїдному розчині у недостатній кількості – на них можуть адсорбуватися колоїдні частинки, які утворюють великий агрегат з низькою стійкістю
Роль колоїдного захисту для біології, медицини і фармації	Кров, плазма, лімфа, сеча – колоїдні системи, захисну роль у них виконують білки, нуклеїнові кислоти та їх похідні, глікоген, холестерин, полісахариди. Білки крові захищають краплинки жиру, холестерин та інші гідрофобні речовини від злипання. Протеїн сироватки крові збільшує розчинність CaCO ₃ у 5 разів. При старінні організму, при деяких патологіях захисні властивості білків змінюються, це призводить до порушення лецитино-холестеринової рівноваги, сприяє відкладанню холестерину та кальцію на стінках судин (атеросклероз, атерокальциноз). Порушення захисної дії білків – один із факторів старіння. Зниження захисних властивостей ВМС, у т. ч. білків, призводить до осідання каменів у протоках травних залоз, печінці, нирках, виникнення подагри. Здатність крові утримувати у зв'язаному стані велику кількість газів (кисню та вуглекислоти) також зумовлена захисною дією білків, які обволікають мікробульбашки газів і запобігають їх злиттю. При виготовленні фармацевтичних препаратів – антисептиків (протаргол, коларгол), що є висушеними концентрованими золями металевого срібла, яке захищене декстрином та білковими речовинами у розчинному стані, використовують явище колоїдного захисту. Желатин і яєчний білок використовуються для колоїдного захисту продуктів харчування
Коагуляція в біологічних системах	Дисперсною фазою крові є формені елементи: еритроцити, лейкоцити, тромбоцити, а дисперсійним середовищем – плазма. Еритроцити крові під дією своєї ваги седиментуються з певною швидкістю. Ця здатність до осідання у клінічних аналізах характеризується величиною ШОЕ. У здорових людей ШОЕ має стандартні значення, але внаслідок патології у крові збільшується вміст γ-глобулінів та фібриногенів, які адсорбуються на поверхні еритроцитів, тому їх маса збільшується, і ШОЕ зростає. У даному випадку відбувається коагуляція еритроцитів за рахунок зменшення їх електрокінетичного потенціалу. Це явище пояс-

Термін	Визначення, формули, показники
	<p>нюється тим, що макроіони білків витісняють іони електролітів з поверхні еритроцитів, сумарний заряд яких більший за заряд макроіонів білка, тому ξ-потенціал еритроцитів зменшується, вони скоріше об'єднуються та осідають, при цьому ШОЕ збільшується.</p> <p>Порушення згортання крові також є показником наявності патологічних процесів в організмі людини. Згортання крові – це складний ферментативний процес, одним із етапів якого є коагуляційне утворення тромбіну. Згортання крові, з одного боку, забезпечує мінімальну втрату крові, а з іншого, викликає утворення тромбів.</p> <p>У клінічних лабораторіях проводять коагулограму – комплексне лабораторне дослідження, що оцінює здатність крові до згортання. Коагулограма включає комплексне дослідження вмісту протромбіну, загальної кількості фібриногену, часу рекальцифікації плазми тощо. Коагулограми необхідні перед проведенням хірургічних операцій, тому що під час операції у кров хворого вводять антикоагулянти (гепарин), а після операції – коагулянти для підвищення коагуляції (протамін-сульфат та ін.).</p> <p>Одним із факторів згортання крові є вміст у ній іонів Ca^{2+}, тому для приготування консервованої крові їх вилучають різними методами, наприклад, додають у кров цитрат натрію, який утворює нерозчинну сіль – цитрат кальцію, що випадає в осад. Таку кров можна зберігати і використовувати для переливання.</p> <p>При проведенні аналізу крові враховують здатність крові до згортання (коагуляції), тому посуд, скло, голки обробляють водовідштовхувальними речовинами.</p> <p>Актуальним завданням сучасної медицині є протезування (кровоносних судин, клапанів, шлуночків серця та ін.). Розв'язання цієї проблеми пов'язане з синтезом таких сучасних медичних полімерів, які при контакті з біологічними рідинами (наприклад, кров'ю, клітинами) не утворюватимуть тромбів, не руйнуватимуть білки крові, не дезактивуватимуть ферменти і не змінюватимуть електролітний склад крові. Такі матеріали створені і називаються вони тромборезистентними.</p> <p>При додаванні електролітів слід враховувати заряд їх іонів, а не тільки концентрацію, тому що електроліти контактують з кров'ю, а це може викликати її коагуляцію. Тому фізіологічний розчин NaCl не можна замінити ізотонічним розчином $MgCl_2$, оскільки в ньому знаходиться іон магнію, який має заряд +2, і тому виявляє більшу коагуляційну дію</p>
Грубодисперсні системи, одержання та властивості, медичне застосування	Дисперсні системи з розміром частинок: $10^{-7} - 10^{-4}$ (м)
Аерозолі	<p>Дисперсні системи з газовим дисперсійним середовищем та рідкою або твердою дисперсною фазою.</p> <p>Класифікацію аерозолей проводять за розмірами частинок та за фазовим станом дисперсної фази, а також за методами одержання (диспергаційні і конденсаційні).</p> <p>Аерозолі широко застосовують у медичній практиці. При лікуванні інфекційних захворювань легень, при запаленнях верхніх дихальних шляхів використовують інгаляції різними антибіотиками, а також ззовні (при опіках та ін.) Фармакологічні препарати в формі аерозолів дуже зручні для введення ліків за допомогою інгаляцій</p>

Термін	Визначення, формули, показники
Суспензії	<p>Грубодисперсні системи з твердою дисперсною фазою та рідким дисперсійним середовищем. Розмір частинок твердої фази сягає від 10^{-6} до 10^{-4} м. Великий розмір частинок призводить до того, що електроосмос, потенціал седиментації є слабкими, а електрофорез взагалі відсутній.</p> <p>Суспензії одержують методами диспергування та конденсації. Найчастіше їх отримують збовтуванням нерозчинних твердих речовин або попередньо одержаних осадів у рідкому середовищі. Суспензії широко використовуються в медичній практиці для зовнішнього застосування при шкірних хворобах, для внутрішнього застосування (алмагель), для ін'єкції (внутрішньом'язово біцилін)</p>
Пасти	<p>При збільшенні концентрації частинок дисперсної фази суспензій <i>вільнозв'язані</i> системи переходять у <i>зв'язанодисперсні</i> – пасти, що являють собою концентровані суспензії або осад, які утворюються внаслідок втрати суспензіями седиментаційної стійкості.</p> <p>Масова частка твердої дисперсної фази у пастах коливається в межах від 25 % до 75 %. Дисперсійне середовище знаходиться в пастах у вигляді сольватних плівок, що розділяють частинки дисперсної фази. У зв'язку з цим пасти характеризуються великою в'язкістю, певною стійкістю, а їх просторові структури здатні до тиксотропії та синерезису.</p> <p>Пасти одержують штучно шляхом розтирання твердих тіл або порошоків у твердому середовищі (використовують рідини, які мають підвищену в'язкість і температуру кипіння). Деякі види зубних паст виготовляють шляхом змішування крейди зі в'язкою рідиною, одержаною при варінні крохмалю у гліцериновому водному розчині з додаванням невеликої кількості ПАР.</p> <p>Пасти широко застосовують у медицині при дерматологічних захворюваннях, для підсушування, в стоматології, косметології та ін.</p>
Емульсії	<p>Мікрогетерогенні системи, які складаються з двох рідин, що не змішуються між собою внаслідок різної полярності. У більшості емульсій полярною рідиною є вода. Залежно від складу дисперсної фази і дисперсійного середовища розрізняють емульсії <i>прямі</i> – типу дисперсія масла у воді (молоко) та <i>обернені (зворотні)</i> – типу дисперсії води у маслі (маргарин). Можуть утворюватися мимовільно (характерно тільки для ліофільних систем) і штучно (механічне диспергування рідин, яке здійснюють перемішуванням, вібрацією чи струшуванням; гомогенізація – відбувається за рахунок продавлювання рідини крізь отвори, при цьому збільшується седиментаційна стійкість емульсій).</p> <p>Стійкість емульсій визначають за часом існування. Ліофільні – термодинамічно стійкі, їх мало; основні емульсії ліофобні – термодинамічно не стійкі, існують короткий час, потребують стабілізаторів (емульгаторів – речовин, які підвищують агрегативну стійкість емульсій: ПАР, подроблені порошоків).</p> <p>Емульсії широко застосовуються в медицині і мають велике значення для життєдіяльності людини. Молоко, вершки, сметана, масло, яєчний білок, що перебувають у вигляді емульсії, добре засвоюються людиною з перших годин життя. Жири, олії не утворюють у водному середовищі емульсій, тому перед засвоєнням відбувається їх перехід в емульгований стан.</p>

Термін	Визначення, формули, показники
	<p>Емульгатором є жовч, яка містить жовчні кислоти (ПАР) – розчини цих кислот і їх солей знижують поверхневий натяг води на межі з жиром (маслом), тому відбувається мимовільне диспергування жиру (масла) з утворенням стійкої емульсії типу «масло у воді» – така емульсія надходить крізь стінки тонких кишок у кров та лімфу і засвоюється організмом.</p> <p>При застосуванні емульсій в лікувальній практиці необхідно використовувати прямі емульсії для перорального введення ліків, а зворотні – для зовнішнього, тому що шкіра не пропускає воду і розчинені в ній речовини, а легко пропускає інші рідини</p>
Піни	<p>Висококонцентровані, нестійкі грубодисперсні, гетерогенні системи, у яких дисперсною фазою є газоподібна речовина, а дисперсійним середовищем – рідина (рідка піна) або тверда (тверда піна) речовина.</p> <p>Дисперсійне середовище в пінах знаходиться у вигляді плівок, що обволікають бульбашки газоподібної дисперсної фази, розміри яких сягають від 10^{-4} до 10^{-2} м.</p> <p>Піни одержують методами диспергації (збовтування, перемішування, барботування) та конденсації (фізичної – з пониженням температури та підвищенням тиску; хімічної – якщо утворюється газ внаслідок хімічної реакції).</p> <p>Стойку піну можна одержати тільки в присутності стабілізатора – піноутворювача, від природи та концентрації якого залежить час існування піни.</p> <p>Піни та піноутворення широко застосовують у медичній практиці: «киснева пінка», пінні аерозолі (кровоспинні засоби), для лікування опіків. «Штучні легені» є пінними апаратами, що екстракорпорально насичують кров киснем. Деякі пінопласти використовують для іммобілізації травмованих кінцівок.</p> <p>Піни та піноутворення мають важливе практичне значення, їх використовують для гасіння пожеж, у харчовій, фармацевтичній, парфумерній промисловості</p>

Практичні навички

Отримувати колоїдні розчини, складати формули міцел золів, розраховувати величину електрокінетичного потенціалу за формулою Гельмгольца–Смолуховського, за рівнянням Гіббса–Смолуховського.

Визначати знак заряду частинок дисперсної фази, аналізувати принципи методів одержання та очищення колоїдно-дисперсних систем, визначати осмотичний тиск у колоїдних і істинних розчинах, вміти аналізувати отримані результати та порівнювати їх.

Відрізнити за оптичними і молекулярно-кінетичними властивостями колоїдні й істинні розчини. Пояснювати фізико-хімічні основи діалізу, гемодіалізу, компенсаційного діалізу, вівідіалізу та принцип роботи апарату «штучна нирка». Пояснювати електрофорез і електроосмос, обґрунтовувати доцільність їх застосування в медичній практиці, а також, виходячи із характеристик і властивостей дисперсних систем, обґрунтовувати доцільність збереження навколишнього середовища. Пояснювати фізико-хімічні основи коагуляції колоїдних розчинів і визначати поріг коагуляції та захисне число.

8. Ситуаційні задачі для визначення кінцевого рівня знань

8.1. Ситуаційні задачі з алгоритмами їх рішення

1. Розрахувати електрокінетичний потенціал поверхні частинок бентонітової глини, якщо при електрофорезі ці частинки за 15 хв зміщуються на 6 мм у напрямі аноду. Напруга між електродами 100 В, відстань між електродами 25 см, відносна діелектрична проникність середовища $\varepsilon = 78,2$, в'язкість $\eta = 8,94 \cdot 10^{-4}$ Па·с.

Алгоритм рішення

Рівняння Гіббса–Смолуховського для електрофорезу має наступний вигляд:

$$\xi = \frac{\eta u}{\varepsilon_0 \varepsilon E},$$

де ξ – електрокінетичний потенціал;

u – швидкість руху частинок;

η – в'язкість середовища;

$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – діелектрична проникність вакууму;

ε – діелектрична проникність середовища;

E – напруженість електричного поля.

Знаходимо швидкість руху частинок на підставі величини пройденого за даний час шляху:

$$u = \frac{\Delta x}{\tau} = \frac{6 \cdot 10^{-3}}{15 \cdot 60} = 6,67 \cdot 10^{-6} \text{ (м/с)}.$$

Знаходимо напруженість електричного поля як відношення напруги між електродами до відстані між ними:

$$E = \frac{V}{L} = \frac{100}{0,25} = 400 \text{ (В/м)}.$$

Обчислюємо електрокінетичний потенціал за рівнянням Гіббса–Смолуховського:

$$\xi = \frac{8,94 \cdot 10^{-4} \cdot 6,67 \cdot 10^{-6}}{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 78,2 \cdot 400} = 0,0215 \text{ (В)}.$$

Оскільки частинки рухаються у напрямку аноду (позитивного електроду), то вони заряджені негативно. Отже, остаточно, електрокінетичний потенціал дорівнює $\xi = -0,0215$ В.

Відповідь: $\xi = -0,0215$ В.

2. Осмотичний тиск гідрозолу становить 15 Па при температурі 15° С. Визначити осмотичний тиск цього золь, якщо температуру підвищити на 30 °С?

Алгоритм рішення

Осмотичний тиск золью прямо пропорційний температурі:

$$P_{\text{осм}} = C \cdot R \cdot T,$$

де C – молярна концентрація, моль/л;

R – універсальна газова сталість, 8,31 Дж/(моль·К);

T – температура, К.

Отже, маємо таке співвідношення для одного і того ж золью за двох різних температур:

$$\frac{P_{\text{осм} 1}}{P_{\text{осм} 2}} = \frac{T_2}{T_1}$$

Таким чином, отримуємо:

$$P_{\text{осм } 2} = P_{\text{осм } 1} \frac{T_2}{T_1} = 15 \frac{273 + 30}{273 + 15} = 15 \frac{303}{288} = 15,78 \text{ Па}$$

Відповідь: 15,78 Па.

3. Розрахуйте, в якому випадку та у скільки разів інтенсивність розсіяного дисперсною системою світла більше: при освітленні синім світлом ($\lambda = 415 \text{ нм}$) або червоним світлом ($\lambda = 625 \text{ нм}$).

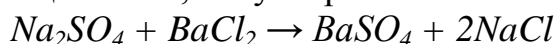
Алгоритм рішення

Відповідно до рівняння Релея інтенсивність світла, розсіяного дисперсною системою, зворотно пропорційна довжині хвилі світла: $I \sim \lambda^{-4}$. Тоді інтенсивність розсіяного синього світла більше у:

$$\frac{I_{p,1}}{I_{p,2}} = \left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)^4 = \left(\frac{625}{415}\right)^4 = 5,14 \text{ разів.}$$

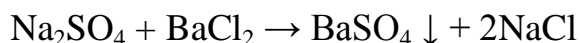
Відповідь: синє світло розсіюється сильніше, ніж червоне, у 5,14 разів.

4. Записати формули міцел золів, які утворюються за хімічною реакцією:



при введенні розчину BaCl_2 ($C = 0,015 \text{ моль/л}$, $V = 20 \text{ мл}$) у розчин Na_2SO_4 ($C = 0,025 \text{ моль/л}$, $V = 25 \text{ мл}$).

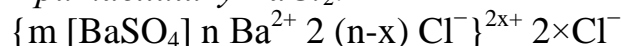
Алгоритм рішення



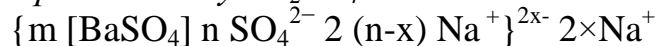
Користуючись даними таблиці розчинності кислот, основ і солей у воді, робимо висновок, що BaSO_4 – нерозчинна сполука, яка є твердою фазою золю.

За правилом Панета–Фаянса на поверхні кристалічної ґратки BaSO_4 можуть адсорбуватись або Ba^{2+} (у випадку надлишку BaCl_2), або SO_4^{2-} (у випадку надлишку Na_2SO_4).

При надлишку BaCl_2 :



При надлишку Na_2SO_4 :



Обчислюємо, який електроліт буде в надлишку:

$$v(\text{BaCl}_2) = C(\text{BaCl}_2) \cdot V(\text{BaCl}_2) = 0,015 \times 0,020 = 0,0003 \text{ моль};$$

$$v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = C(\text{Na}_2\text{SO}_4) \times V(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,025 \times 0,025 = 0,000625 \text{ моль} - \text{надлишок, тому}$$

Відповідь: $\{m [\text{BaSO}_4] n \text{SO}_4^{2-} 2(n-x) \text{Na}^+ \}^{2x-} 2 \times \text{Na}^+$.

5. Для того, щоб викликати коагуляцію 10 мл золю гідроксиду заліза (III), у кожному випадку було додано 1,05 мл 0,01 М розчину KCl ; 6,25 мл 0,001 М розчину Na_2SO_4 та 3,7 мл 0,001 М розчину Na_3PO_4 .

Визначити поріг коагуляції та коагулюючу здатність кожного електроліту. Який заряд мають частинки золю?

Алгоритм рішення

$$C_{\text{пор}} = C_{\text{к}} = \frac{V_{\text{ел}} \cdot C_{\text{ел}}}{V_{\text{золю}} + V_{\text{ел}}}, \quad V_{\text{к}} = P = \frac{1}{C_{\text{пор}}}$$

$$C_{\text{к}}(\text{KCl}) = (0,01 \times 1,05 \times 1000) / (10 + 1,05) = 0,95 \text{ ммоль/л}$$

$$P(\text{KCl}) = 1 / 0,95 = 1,05 \text{ л/ммоль}$$

$$C_{\text{к}}(\text{Na}_2\text{SO}_4) = (0,001 \times 6,25 \times 1000) / (10 + 6,25) = 0,38 \text{ ммоль/л}$$

$$P(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1 / 0,38 = 2,63 \text{ л/ммоль}$$

$$C_k(\text{Na}_3\text{PO}_4) = (0,001 \times 3,7 \times 1000) / (10 + 3,7) = 0,27 \text{ ммоль/л}$$

$$P(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 1/0,27 = 3,7 \text{ л/ммоль}$$

За значенням порогу коагуляції (ммоль/л) електроліти створили ряд:

$$C_k(\text{KCl}) = 0,95 > C_k(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,38 > C_k(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,27$$

За значенням коагулюючої здатності (л/ммоль) електроліти створили ряд:

$$P(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 3,7 > P(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2,63 > P(\text{KCl}) = 1,05 \text{ л/ммоль.}$$

Тому робимо висновок про позитивний заряд гранули.

8.2. Ситуаційні задачі для самоконтролю

1. Змішали 50 мл розчину CaCl_2 з $C(\text{CaCl}_2) = 0,02$ моль/л та 20 мл розчину Na_2SO_4 з $C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,03$ моль/л. Напишіть будову отриманої міцели.

2. Напишіть будову міцели сульфиду кальцію, стабілізатором якої є хлорид кальцію.

3. Змішали 30 мл розчину MgCl_2 з $C(\text{MgCl}_2) = 0,01$ моль/л та 10 мл розчину Na_2SiO_3 з $C(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = 0,02$ моль/л. Напишіть будову отриманої міцели.

4. Напишіть будову міцели фосфату кальцію, стабілізатором якої є фосфат натрію.

5. Змішали 10 мл розчину $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ з $C(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2) = 0,03$ моль/л та 2 мл розчину Na_2CO_3 з $C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,05$ моль/л. Напишіть будову отриманої міцели.

6. Напишіть будову міцели ацетату алюмінію, стабілізатором якої є хлорид алюмінію.

7. Коагуляція негативно зарядженого золю AgI відбувається при додаванні до 3 мл золю 0,9 мл розчину нітрату алюмінію з $C(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 0,01$ моль/л. Напишіть будову міцели цього золю й розрахуйте поріг коагуляції.

8. Коагуляція негативно зарядженого золю AgI відбувається при додаванні до 3 мл золю 0,9 мл розчину нітрату алюмінію з $C(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 0,01$ моль/л. Напишіть будову міцели цього золю й розрахуйте поріг коагуляції.

9. Які зі вказаних іонів будуть викликати коагуляцію негативно зарядженого золю: Fe^{3+} , H^+ , Cl^- , NO_3^- , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Na^+ , PO_4^{3-} ? Розташуйте їх у порядку зростання коагулюючої спроможності.

10. Чому дорівнює поріг коагуляції, якщо помутніння золю $\text{Fe}(\text{OH})_3$ стало помітним при додаванні до 5 мл золю 2,1 мл розчину MgSO_4 з $C(\text{MgSO}_4) = 0,01$ моль/л.

8.3. Ситуаційні тести для визначення кінцевого рівня знань

1. За яких умов утворюється колоїдний розчин?

A. Наявність двох фаз, наявність стабілізатора.

B. Наявність двох фаз, розмір частинок $10^{-7} - 10^{-9}$.

C. Наявність двох фаз, наявність стабілізатора, розмір частинок дисперсної фази $10^{-7} - 10^{-9}$.

D. Наявність стабілізатора.

E. Інтенсивне перемішування суміші.

2. Виберіть метод очищення колоїдного розчину від домішок.

A. Седиментація.

C. Електрофорез.

E. Електроосмос.

B. Конденсація.

D. Діаліз.

3. За яким принципом працює апарат «штучна нирка»?

A. Діаліз.

C. Світлорозсіювання.

E. Електрофорез.

B. Ультрафільтрація.

D. Центрифугування.

4. Коагулююча здатність електролітів KCl, MgCl₂, AlCl₃ відповідно – 0,02; 1,39; 10,8 відносно золю хлориду срібла. Який заряд має гранула цього золю?

- A. Нейтральний. C. Позитивний. E. Дорівнює нулю.
B. Негативний. D. Ізоелектричний.

5. Виберіть правильну міцелярну формулу для реакції:



- A. $\{(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n\text{Fe}^{3+} \cdot 3n\text{Cl}^-\}$.
B. $\{(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \cdot 4n\text{K}^+\}$.
C. $\{(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n\text{Fe}^{3+} \cdot 3(n-x)\text{Cl}^- \cdot 3x\text{Cl}^-\}$.
D. $\{(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot n[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \cdot 4(n-x)\text{K}^+ \cdot x\text{K}^+\}$.
E. $\{(\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3)_m \cdot 3n\text{Cl}^- \cdot n\text{Fe}^{3+}\}$.

6. Здатність крові утримувати у зв'язаному стані велику кількість газів (O₂ і CO₂) зумовлена:

- A. Захисною дією білків. D. Основами.
B. Кислотно-основною рівновагою. E. Водним середовищем.
C. Кислотами.

7. Роль захисних речовин у живих організмах НЕ відіграють:

- A. Білки. C. Пектини. E. Кисень.
B. Полісахариди. D. Вода.

8. Здатність високомолекулярних сполук захищати золі від коагуляції кількісно визначають:

- A. Електроосмосом. C. ПЕШ. E. Правилем Панета–Фаянса.
B. Електрофорезом. D. Захисним числом.

9. Антисептичні препарати коларгол і протаргол являють собою золі аргентуму, які є захищеними білками у розчинному стані – таке явище має назву:

- A. Броунівський рух. C. Седиментація. E. Колоїдний захист.
B. Дифузія. D. Коагуляція.

10. Отримана емульсія, що має послаблюючу дію і складається з рицинової олії (20 мл) та дистильованої води (80 мл). До якого типу емульсій вона належить?

- A. Пряма. C. Термодинамічно стійка. E. Агрегативно стійка.
B. Обернена. D. Кінетично стійка.

9. Рекомендації до оформлення результатів роботи

1. Опрацювати теоретичний матеріал за даною темою, вивчити основні формули для обчислення швидкості електрофорезу, осмотичного тиску, інтенсивності розсіювання світла, порогу коагуляції, коагулюючої здатності, основні правила побудови міцел.

2. Ознайомитися з алгоритмами рішення та оформлення ситуаційних задач (див. п. 8.1).

3. Самостійно будувати міцели, розраховувати швидкість електрофорезу, величину осмотичного тиску, інтенсивність розсіювання світла, порівнювати електроліти за коагулюючою здатністю, розраховувати поріг коагуляції та коагулюючу здатність робити висновки (див. п. 8.2).

4. Самостійно вирішувати ситуаційні тести для визначення кінцевого рівня знань (див. п. 8.3).

5. Самостійно переглянути акредитований в ННІ ЯО ХНМУ дистанційний курс з Медичної хімії <https://distance.knmu.edu.ua/course/view.php?id=487> за темою заняття. Особливу увагу звернути на наочні матеріали (<https://distance.knmu.edu.ua/mod/folder/view.php?id=33908>) та відео лабораторної роботи (<https://distance.knmu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=33918>).

6. Алгоритми вирішення навчальних питань аудиторної та самостійної роботи і результати занести у робочий зошит.

10. Лабораторні роботи

1. Одержання золю сірки методом заміни розчинника

Налити в пробірку 10 мл дистильованої води і додати 1 мл розчину сірки в етиловому спирті, одержаного тривалим настоюванням. Сірка розчиняється в спирті, утворюючи істинний розчин, і не розчиняється у воді, утворюючи колоїдну систему.

2. Демонстраційний дослід: визначення заряду колоїдних частинок методом капіляризації.

Метод капіляризації заснований на тому, що целюлозні стінки капілярів фільтрувального паперу заряджаються негативно, а вода, що пронизує папір – позитивно.

На аркуш фільтрувального паперу нанести краплю розчинів берлінської лазурі, отриманих попередньо з розчинів хлориду заліза (III) з $C(\text{FeCl}_3) = 0,005$ моль/л та гексаціаноферату (II) калію з $C(\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = 0,005$ моль/л в наступних співвідношеннях:

а) 3 мл розчину FeCl_3 та 1 мл розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;

б) 3 мл розчину $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ та 1 мл розчину FeCl_3 .

Після всмоктування краплі золь з позитивно зарядженими частинками адсорбується на папері й утворює забарвлення у центрі та безбарвну пляму з боків; золь з негативно зарядженими частинками не адсорбується папером і утворює рівномірно забарвлену пляму.

Запишіть результати спостережень. Напишіть формули міцел золь, використаних у досліді.

3. Отримання емульсій

Налити в першу пробірку 5 мл води, в другу – 5 мл розчину рідкого мила, в третю – 5 мл розчину білка. Додати в кожен пробірку по 3–5 крапель рослинної олії і збовтати. Спостерігаємо утворення емульсій і відносну швидкість їх руйнування.

4. Визначення порогу коагуляції золю гідроксиду заліза (III)

Сутність методики

Згідно з правилом Шульце–Гарді поріг коагуляції зменшується зі збільшенням заряду іона, який викликає коагуляцію. Поява помутніння розчину у пробірці при додаванні розчину коагулюючого електроліту визначає його мінімальну молярну концентрацію еквіваленту, здатну викликати коагуляцію золю.

Методика проведення експерименту:

1) заповніть першу бюретку розчином хлориду калію з $C(\text{KCl}) = 1$ моль/л, другу – розчином хромату калію з $C(1/2 \text{K}_2\text{CrO}_4) = 0,1$ моль/л, третю – розчином гексоціаноферату (III) калію з $C(1/3 \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]) = 0,01$ моль/л;

2) додати до кожної з трьох пробірок по 5 мл розчину хлориду заліза (III);

Література

Основна

1. Медична хімія : підручник / В. О. Калібабчук та ін. ; за ред. В. О. Калібабчук. 4-е вид. Київ : ВСВ «Медицина», 2019. 336 с.
2. Медична хімія : навч. посіб. / І. В. Завгородній та ін. ; за ред. І. В. Завгороднього та Г. О. Сирової. Харків : Екограф, 2010. 268 с.
3. Медична хімія : навч. посіб. / Г. О. Сирова та ін. ; за ред. Г. О. Сирової. Харків : Екограф, 2015. 202 с.
4. Мороз А. С., Луцевич Д. Д., Яворська Л. П. Медична хімія. 2-е вид., стереотипне. Вінниця : НОВА КНИГА, 2008. 776 с.
5. Medical chemistry : textbook / V. O. Kalibabchuk et al. ; edited by V. O. Kalibabchuk. 5th edition, corrected. Kyiv : AUS Medicine Publishing, 2017. 224 p.
6. Fundamentals of medical chemistry : manual for student's self-work. Kharkiv : KhNMU, 2015. 196 p.
7. Syrovaya A. O., Grabovetskaya E. R., Shapoval L. G. Medical chemistry. Adapted concise course : manual for student's self-work. Kharkiv : KhNMU, 2013. 160 p.
8. Sriram D., Yogeewari P. Medicinal Chemistry, Pearson Education India, 2009. 712 p.
9. King Frank D. Medicinal Chemistry : Principles and Practice. Royal Society of Chemistry, 2002. 448 p.

Допоміжна

1. Миронович Л. М. Медична хімія : навч. посібник / Л. М. Миронович, О. О. Мардашко. Київ : Каравела, 2007. 168 с.
2. Медична хімія (в таблицях, схемах, питаннях, відповідях, прикладах) : навч. посіб. / О. В. Смірнова, Н. В. Заїчко, А. В. Мельник, О. Г. Сулім. Вінниця : Вінниц. нац. мед. ун-т; вид. ТВОРИ, 2018. 133 с.
3. Порецький А. В., Баннікова-Безродна О. В., Філіппова Л. В. Медична хімія : підручник. Київ : ВСВ «Медицина», 2012. 384 с.
4. Гробовий П. М., Загричук Г. Я., Фальфушинська Г. І. Основи хімії елементів. Тернопіль : Видавництво Капюка, 2001. 267 с.
5. Біофізична та колоїдна хімія / А. С. Мороз та ін. Вінниця : Нова книга, 2007. 600 с.
6. Фізична та колоїдна хімія / В. І. Кабачний та ін. Харків : Прапор, Вид. УкрФА, 1999. 368 с.
7. Мороз А. С., Ковальова А. Г. Фізична та колоїдна хімія. Львів : Світ, 1994. 279 с.
8. Левітін Є. Я., Бризицька А. М., Ключєва Р. Г. Загальна та неорганічна хімія. Вінниця : Нова книга, 2003. 464 с.
9. Inorganic Chemistry : manual / V. O. Kalibabchuk et al. Kiev : Medicine, 2017. 300 p.

Навчальне видання

**ОДЕРЖАННЯ І ВЛАСТИВОСТІ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ.
КОАГУЛЯЦІЯ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ.
КОЛОЇДНИЙ ЗАХИСТ**

*Методичні вказівки
для самостійної аудиторної та індивідуальної роботи
здобувачів освіти 1-го курсу спеціальностей
«Медицина» та «Педіатрія»*

Видання II, перероблене та доповнене

Упорядники Сирова Ганна Олегівна
 Чаленко Наталія Миколаївна
 Козуб Світлана Миколаївна
 Лук'янова Лариса Володимирівна
 Савельєва Олена Валеріївна
 Присяжний Олександр Васильович

Відповідальна за випуск Н. М. Чаленко



Редактор Є. В. Рубцова
Комп'ютерна верстка О. Ю. Лавриненко

Формат А5. Ум. друк. арк. 3,5. Зам. № 25-38.

**Редакційно-видавничий відділ
ХНМУ, пр. Науки, 4, м. Харків, 61022
izdatknmurio@gmail.com, vid.redact@knmu.edu.ua**

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавництв, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції серії ДК № 3242 від 18.07.2008 р.