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

Методичні вказівки
для здобувачів освіти 1-го курсу
спеціальності «Стоматологія»

Міністерство охорони здоров'я України
Харківський національний медичний університет

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

Методичні вказівки
для здобувачів освіти 1-го курсу
спеціальності «Стоматологія»

Затверджено
Вченою радою ХНМУ
Протокол № 10 від 29.10.2026.

Харків
ХНМУ
2026

Одержання і властивості колоїдних розчинів. Коагуляція колоїдних розчинів. Колоїдний захист : метод. вказ. для здобувачів освіти 1-го курсу спеціальності «Стоматологія» / упоряд. Г. О. Сирова, Н. М. Чаленко, С. М. Козуб та ін. Харків : ХНМУ, 2026. 48 с.

Упорядники Г. О. Сирова
Н. М. Чаленко
С. М. Козуб
О. В. Савельєва
О. В. Присяжний

1. Кількість годин — 4.

2. Матеріальне та методичне забезпечення теми

2.1. Калькулятор.

2.2. 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 Тіндаля), схема нефелометра;

16) електрокінетичний потенціал;

17) електрокінетичні явища 1-го та 2-го роду в колоїдних розчинах та їх використання;

18) електрофорез (схема приладу);

19) електроосмос, дослід Рейса;

20) досліди Квінке (потенціал течії);

21) досліди Дорна (потенціал седиментації);

22) види стійкості колоїдних систем.

2.3. 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) (С ($FeCl_3$) = 0,005 моль/л), гексаціаноферату (II) калію (С ($K_4[Fe(CN)_6]$) = 0,005 моль/л), гексаціаноферату (III) калію (С ($1/3K_3[Fe(CN)_6]$) = 0,01 моль/л), хлориду калію (С (KCl) = 1 моль/л), розчин хромату калію (С ($1/2K_2CrO_4$) = 0,1 моль/л), розчин рідкого мила, розчин білка, рослинна олія.

2.4. Мультимедійне забезпечення (презентація, відеолекція, навчальний фільм — алгоритми виконання дослідів лабораторної роботи).

2.5. Навчально-методична література.

3. Обґрунтування теми

Окрема клітина живого організму є гетерогенною колоїдною системою. Кров, слина, 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 малорозчинні холестерин, солі карбонатної, фосфатної, сечової кислот та ін. Порушення їх стабільності призводить до патологій — атеросклерозу, жовчно-кам'яної та сечокам'яної хвороби. Коагуляційні процеси лежать в основі визначення швидкості осадження еритроцитів (ШОЕ), процесу згортання крові. Слина являє собою колоїдну систему, що містить агрегати маленьких частинок — міцел, які не розчиняються у воді та знаходяться у зваженому стані. Зміни, які можуть відбуватися в кислому і лужному середовищах, важливі для прогнозування наслідків змін відносно демінералізації емалі, розвитку карієсу (кисле середовище) та утворення зубного каменю (лужне середовище).

Розуміння перелічених явищ необхідне майбутнім лікарям-стоматологам.

Дисперсні системи використовуються в стоматологічній практиці у вигляді пломбувальних мас, відбиткових матеріалів, цементів, антисептичних засобів.

Прикладами гетерогенних систем є суспензії, які використовуються у складі пломбувальних матеріалів, паст для пломбування кореневих каналів, а також у вигляді суспензій лікарських речовин для лікування парадонтиту; емульсії, прикладами яких є деякі анестетики, антисептики, засоби для обробки слизових оболонок в ротовій порожнині; піни для лікування кореневих каналів; аерозолі — стоматологічні спреї для місцевої анестезії, антисептики; гелі — фторвмісні, що використовуються для ремінералізації емалі та відбілюючі, для зменшення чутливості зубної емалі; відбиткові матеріали (альгінатні гідроколоїди та ін.).

Актуальним питанням є запобігання виникненню професійних захворювань, тому лікар-стоматолог повинен використовувати для захисту органів дихання і очей спеціальні засоби (маски, респіратори, захисні окуляри). Це пов'язано з тим, що при роботі з турбінним наконечником (свердління, обточування зубів) може утворюватися пил — біоаерозоль, який негативно впливає на організм людини.

Колоїдні розчини срібла використовуються в стоматології: розчини і гелі — для обробки пародонтальних кишень, кореневих каналів для знезараження, а також для зупинки капілярних кровотеч з ясен і зупинки інфікування (желатинові губки

з колоїдним сріблом, в'язкі гелі з $AlCl_3$); колоїдні розчини кремнієвих кислот використовуються в практиці зубного техніка.

Знання методів отримання, очищення, будови дисперсійних систем, теорії коагуляції золів необхідні для практичної медицини, в т. ч. стоматології, медико-біологічних досліджень та ін. Вивчення методів очищення колоїдних розчинів сприяло впровадженню в медичну практику таких методів діагностики та лікування, як електрофорез (особливо лікування захворювань пародонта), компенсаційний діаліз, вівідіаліз, а також апарату «штучна нирка». Електрофорез використовується також з дослідницькою метою: для аналізу рідин ротової порожнини. На законах фізичної та колоїдної хімії базуються процеси очищення та регенерація стічних промислових і побутових вод, уловлювання забруднювачів атмосфери, руйнування димів, тому акцентуємо увагу на актуальності питань охорони довкілля.

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 та 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 Тіндаля, 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, зубні пасти та ін.), одержання та властивості, застосування в стоматології;

б) **вміти:** отримувати колоїдні розчини, складати формули міцел золів, в т. ч. слини, 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; аналізувати отримані результати та порівнювати їх; відрізняти 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 явища електрофорезу й електроосмосу та обґрунтовувати доцільність їх застосування в медичній практиці, а також, виходячи з 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. Орієнтована 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. Ліофільні та ліофобні колоїдні системи.

5. Методи одержання колоїдних розчинів (конденсаційні та диспергаційні).

6. Міцела — структурна одиниця колоїдного розчину. Будова колоїдних часток. Слина — колоїдна система.

7. Подвійний електричний шар. Електрокінетичний потенціал колоїдної частки.

8. Методи очищення колоїдних розчинів. Діаліз, електродіаліз, ультрафільтрація, електроультрафільтрація, компенсаційний діаліз, вівідіаліз. Гемодіаліз та апарат «штучна нирка», ультрацентрифугування.

9. Молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем. Броунівський рух, дифузія, осмотичний тиск, седиментаційно-дифузійна рівновага.

10. Оптичні властивості колоїдних систем. Оптичні методи дослідження.

11. Електрокінетичні явища 1-го роду (електрофорез, його використання в медицині, стоматології та медико-біологічних дослідженнях; рівняння Гельмгольца – Смолуховського; рівняння Гіббса – Смолуховського; електроосмос).

12. Застосування електрофорезу в дослідницький та клініко-лабораторній практиці. Електрофорез у стоматології.

13. Застосування електороосмосу в медицині.

14. Електрокінетичні явища 2-го роду (потенціал седиментації — дослід Г. Дорна, потенціал течії — дослід Квінке).

15. Кінетична (седиментаційна) та агрегативна стійкість дисперсних систем. Фактори стійкості.

16. Коагуляція, її типи та фактори. Механізм коагулюючої дії електролітів.

17. Поріг коагуляції. Правило Щульце – Гарді.

18. Взаємна коагуляція.

19. Процеси коагуляції при очищенні питної води та стічних вод.

20. Захисне число. Колоїдний захист, його роль для біології, медицини і фармації.

21. Коагуляція в біологічних системах. Коагуляція в стоматології.

22. Грубодисперсні системи (аерозолі, суспензії, емульсії, зубні пасти, порошки, цементи для фіксації та ін.), одержання та властивості, медичне застосування.

23. Різновиди стоматологічних паст.

24. Біоаерозолі. Запобігання професійним хворобам у практиці лікаря-стоматолога.

25. Забруднене повітря після військових атак: як не допустити інтоксикації.

Перелік робіт, що підлягають вивченню

Термін	Визначення, формули, показники
Дисперсна система (*від лат. disperses — розсіяний у просторі*)	Система, в якій одна або кілька речовин (**дисперсна фаза**), що перебувають у роздробленому стані, рівномірно розподілені в 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 d — діаметр частинки сферичної форми; $D = \frac{1}{l}$ ($м^{-1}$), де l — 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, масла); – піна (мильна пінка); – суспензії (пісок у воді); – аерозолі (пил, дим, смог)
Стоматологічний аспект У стоматологічній практиці використовуються емульсії для обробки слизової оболонки ротової порожнини, піни для лікування кореневих каналів, суспензії для пломбування кореневих каналів та лікування пародонтиту, аерозолі-спреї стоматологічні для місцевої анестезії та дезінфекції.	
Колоїдно-дисперсні системи	Розмір частинок: 10^{-9}–10^{-7} (м). Дисперсність: 10^7–10^9 ($м^{-1}$). Видимі в ультрамікроскоп: сік рослин, колоїдні розчини (золі)

Термін	Визначення, формули, показники
Золь (колоїдний розчин)	Ультрамікрогетерогенна система, у якій дисперсійним середовищем є рідина, а дисперсною фазою – тверді частинки 10^{-9}–10^{-7} (м) у розмірі

Стоматологічний аспект

Препарати срібла

У стоматології нітрат срібла застосовують для лікування підвищеної чутливості твердих тканин зубів, дезінфекції кореневих каналів, припікання «авт», виразкових уражень. У клініці також застосовують препарат колоїдного срібла коларгол і білковий препарат срібла протаргол, яким лікують гнійні рани і змащують уражену запальним процесом слизову оболонку. Сучасними препаратами є колоїдні розчини наносрібла

Стоматологічний аспект

Соки рослин – складні багатокомпонентні колоїдні системи

Соки рослин — складні багатокомпонентні колоїдні системи, в яких дисперсною фазою є ВМС (крохмаль, білки, пектинові речовини), а дисперсним середовищем є вода. Вони виконують важливу транспортну функцію в рослинах і забезпечують їх життєдіяльність. Характерними фізико-хімічними властивостями соків є здатність до гелеутворення і текучість (властивість золів).

Для місцевого лікування пародонтозу успішно застосовують **сік каланхое.** Препарат дуже ефективний також для лікування загостреного й хронічного катарального гінгівіту, виразково-некротичних уражень. Сік каланхое має виражену протизапальну дію, стимулює епітелізацію, підвищує захисні властивості тканин, нормалізує еміграцію лейкоцитів.

Для лікування гнійних ран, опіків, запальних захворювань слизової оболонки порожнини рота і шкіри обличчя застосовують препарати алое. **Сік алое** використовують зовнішньо у вигляді примочок або зрошень. Препарати алое застосовують зовнішньо при опіках шкіри обличчя і слизової оболонки порожнини рота, для запобігання і лікування їх уражень після променевої терапії. Рідкий екстракт алое застосовують для ротових ванночок, аплікацій або вводять на турундах у міжзубні проміжки та ясенні кишені для лікування гострих і хронічних катаральних і гранулюючих форм гіпертрофічного гінгівіту

Стоматологічний аспект

Колоїдні розчини в стоматології

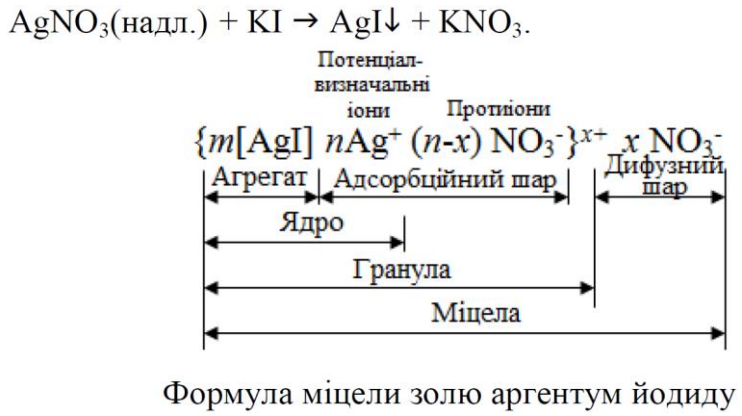
Колоїдні системи (золі, гелі) у зв'язку з нанорозміром їх частинок забезпечують високу пластичність і адгезію, використання сучасних дисперсних систем (адгезивних, композитних) дозволяє забезпечити надійну фіксацію матеріалів та ефективне лікування.

Колоїдні розчині являють собою високодисперсні системи, тому здатні проникати у важкодоступні місця. В стоматологічній практиці використовують наступні засоби:

– колоїдні препарати арґентуму — гелі й розчини для обробки пародонтальних кишень і кореневих каналів, знезараження;
– для зупинки капілярних кровотеч з ясен використовують желатинові губки з колоїдним арґентумом, що також зупиняє інфікування;
– в'язкі гелі $AlCl_3$ також використовуються для зупинки капілярних кровотеч;

Термін	Визначення, формули, показники
– колоїдні розчині кремнієвої кислоти використовують у практиці зубного техніка (входять до складу багатьох силіконових та агарових мас для створення точних копій гіпсових моделей); силіказоль є основним сполучним компонентом (рідиною для замішування) у фосфатних масах для лиття металевих сплавів та кераміки, що забезпечує необхідне термічне розширення, щоб компенсувати усадку металу; додавання колоїдного кремнезему робить вогнетривку форму міцнішою та гладшою, що впливає на якість поверхні майбутнього протеза; колоїдні розчини кремнієвої кислоти використовуються як модифікатори для покращення пластичності та адгезії при нанесенні керамічних шарів); – фторвмісні гелі використовуються для ремінералізації емалі, деякі мають відбілюючу дію; в стоматології застосовуються гелі для зменшення чутливості емалі зубів; – гідроколоїди — відбиткові маси (альгінатні, силіконові та ін.)	
Молекулярно-іонні системи (істинні розчини)	Розмір частинок: менш 10^{-9} (м). Дисперсність: більше ніж 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 пінка, пінка 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 з розчинником за рахунок сольватації, агрегативно стійкі; термодинамічно стійкі ($\Delta G < 0$), можуть диспергуватися мимовільно, 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 вібромлинах 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 ковітаційного руйнування (швидке чергування стиснень і розріджень порядку тисяч атмосфер). Застосовують його для диспергування як рідких, так і твердих частинок, що придатні для внутрішньовенного введення
Пептизація (фізико-хімічне диспергування)	Умовно відносять до диспергаційних методів, тому що відсутній процес подрібнення. Суть методу полягає в дезагрегації 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, які виготовлені з металу, колоїдний розчин якого необхідно отримати
Конденсаційні методи	Полягають в укрупненні мікрочастинок шляхом поєднання атомів або молекул без витрати енергії ззовні під дією ван-дер-ваальсових сил
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

Термін	Визначення, формули, показники
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 якій розчинені електроліти, неелектроліти і поверхнево-активні речовини
Будова колоїдних часток	У першому наближенні в структурі міцели можна виділити три основні частини: ядро, адсорбційний і дифузний шари іонів.  Формула міцели золю аргентум йодиду Стабілізатор завжди в надлишку
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 знаку
Адсорбційний шар протиіонів	Частина протиіонів, яка зазнає дії електростатичних і ван-дер-ваальсових 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.	

Термін	Визначення, формули, показники
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) та нещільного дифузного (зовнішня обкладинка) шарів. Розподіл протиіонів між адсорбційною та дифузною частинами ПЕШ визначається співвідношенням між електростатичним притяганням 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	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, який характеризує заряд ядра колоїдної частинки. Його знак збігається зі знаком заряду ПВІ
Електрокінетичній потенціал (ξ-потенціал)	Частина поверхневого φ_S-потенціалу; виникає в ПЕШ на межі між частинкою, яка здатна рухатися в електричному полі, та оточуючою її рідиною; ξ-потенціал визначає стабільність колоїдної системи

Стоматологічний аспект

Слина – колоїдна система

Слина являє собою колоїдну систему, вона містить агрегат із маленьких частинок (0,1–100 нм), які не розчиняються у воді та знаходяться у зваженому стані.



У колоїдній системи закладено два протилежні процеси:

1) нестійкість;

2) прагнення до самозміцнення і стабілізації.

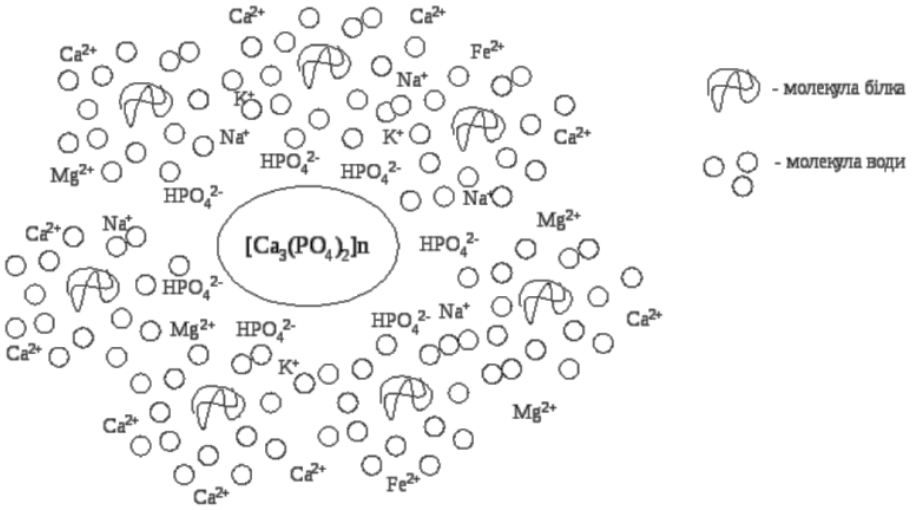
Термін	Визначення, формули, показники

Роль стабілізаторів виконують білки і електроліти (іонні стабілізатори). Речовина, яка знаходиться в дисперсному стані, утворює нерозчинну структуру колоїдного ступеня дисперсності. Ця структура входить в адсорбційну взаємодію з іонами електроліту (стабілізатор), який знаходиться у рідкій (водній фазі). Молекули стабілізатора дисоціюють у воді, беруть участь у створенні ПЕШ навколо ядра (адсорбційний шар) та дифузного шару навколо зарядженої частинки.

Будова міцели слини $\{m[Ca_3(PO_4)_2] \cdot n(HPO_4^{2-}) \cdot (n-x)Ca^{2+}\}^{x-} \cdot xCa^{2+}$.

Нерозчинний агрегат міцели утворює $Ca_3(PO_4)_2$.

HPO_4^{2-} — потенціалвизначальні іони, тому заряд гранули негативний (x^-).



Модель будови міцели слини

Основні характеристики міцели:

– стабільність (підтримує pH слини в межах норми);

– входить до складу емалі, попереджує її демінералізацію за рахунок перенесення фосфатів і кальцію;

– оточена захисними білками (муцинами і стазеринами), які утворюють пелікулу.

Слина перенасичена іонами кальцію і фосфат-іонами, однак це не призводить до відкладання цих мінералів на поверхні зуба. Цьому заважає міцелярна будова слини. Підтримання нерозчинних солей кальцію в псевдорозчинному стані у складі слини можливо завдяки формуванню колоїдних утворень – міцел. Вміст іонів кальцію в слині знаходиться в межах 0,75–3,0 ммоль/л (як і в плазмі крові). Кальцій може знаходитись в іонізованій (Ca^{2+}) або у зв'язаній з білками формі. Фосфати містяться в слині у вигляді вільних іонів у формі гідро- і дигідрофосфатів, вони становлять 70–95 % загального фосфату. В слині фосфатів більше, ніж у крові.

Формуванню кислого середовища слини сприяє їжа, яка містить багато вуглеводів. **При pH слини > 5,6** створюються умови для демінералізації. **У кислому середовищі** заряд міцели може зменшуватися вдвічі, це пояснюється тим, що іони моногідрофосфату зв'язують протони. Замість них з'являються іони дигідрофосфату $H_2PO_4^-$, які не беруть участі в процесі ремінералізації емалі та зменшують стійкість міцели.

Зсув pH слини у лужне середовище призводить до зростання кількості фосфат-іонів, які взаємодіють з іонами кальцію. Це призводить до утворення важко розчинної сполуки $Ca_3(PO_4)_2$, яка відкладається у вигляді зубного каменю.

Термін	Визначення, формули, показники

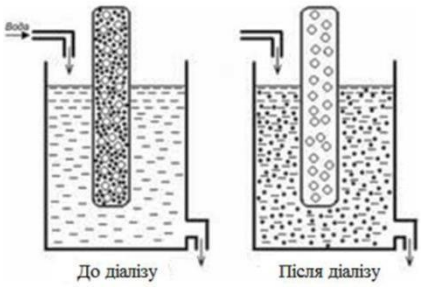
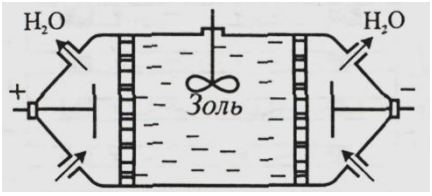


У зубному нальоті знаходяться анаеробні бактерії, які секретують кінцеві продукти обміну: азот, амоніак, сечовину. NH_3 взаємодіє з фосфатними групами, в результаті утворюються гідрофосфат-аніони, які зв'язують кальцій, що призводить до утворення брушиту (важко розчинна сіль) – саме він започатковує формування зубного каменю.

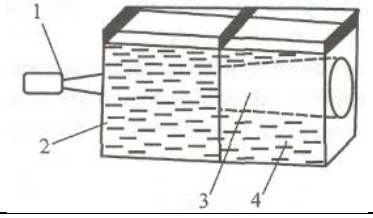


Мінерал брушит ($CaHPO_4 \cdot H_2O$) складає 50 % усіх видів апатитів зубного каменю. При старінні брушит перетворюється на октокальцій фосфат $Ca_8H_2(PO_4)_6 \cdot 5H_2O$ та гідроксіапатит. Зубний камінь також формують карбонат-апатити, фторапатити, солі магнію (струвіт, вітлокіт)

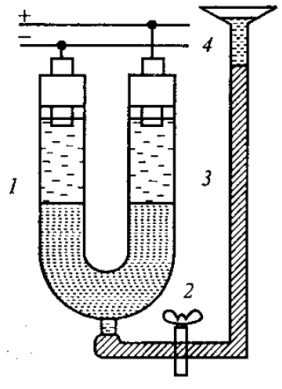
Методи очищення колоїдних розчинів	Дисперсні системи, отримані тим чи іншим способом, а також природного походження — латекси, вакцини, сироватки тощо очищають від домішок (молекул, іонів). Очищені дисперсні системи стають стійкими і можуть залишатися в метастабільному стані певний час. В основі методів лежить те, що молекули низькомолекулярних речовин та іони електролітів проходять крізь пори напівпроникних мембран, а більші за розміром колоїдні частинки — ні

Термін	Визначення, формули, показники
Діаліз (*Т. Грем, 1861 р.*)  	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
Електродіаліз  Схема електродіалізатора	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 його в 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
Вівідіаліз (вівідифузія)	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 використовується для визначення в крові низькомолекулярних речовин
Гемодіаліз та апарат «штучна нирка»	Очищення крові за методом компенсаційного діалізу має назву *гемодіалізу.* За принципом компенсаційного діалізу працює апарат «штучна нирка» (АШН), який застосовується при гострій нирковій недостатності, наприклад, при отруєнні

Термін	Визначення, формули, показники
	сулемою, сульфаніламідними препаратами, при уремії після переливання крові, важких опіках, токсикозі вагітності тощо. Апарат підключають до системи кровообігу хворого. Кров під тиском, що створює 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 годин
Ультрафільтрація	Фільтрація колоїдного розчину крізь спеціальні плівки (ультрафільтри), при підвищеному зовнішньому тиску 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 й електродіаліз. Забезпечує високий рівень і швидкість очищення золів та розділення білків
Ультрацентрифугування	Метод, в основі якого є розділення частинок (менше 10^{-7} м у розмірі) з різною масою за допомогою великої відцентрової сили. Використовується для розділення біополімерів, вірусів, субклітинних елементів у 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	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 молекули та іони та мають значно меншу швидкість дифузії

Термін	Визначення, формули, показники
Осмотичний тиск	Колігативна властивість, залежить від кількості частинок в одиниці об'єму колоїдного розчину і не залежить від їх природи і форми: $P_{осм} = C \cdot R \cdot T$, де С – молярна концентрація, моль/л; R – універсальна газова стала, 8,31 Дж/(моль·К); Т – температура, К. За однакової концентрації кількість частинок у колоїдних розчинах менша, ніж в істинних, тому осмотичний тиск у 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 розподіли колоїдні частинки по всьому об'єму. Здатність дисперсних систем зберігати відповідний розподіл частинок у всьому об'ємі дисперсійного середовища — седиментаційна стійкість (чим менший розмір частинок, тим більша стійкість)
Оптичні властивості колоїдних систем	Оптичні властивості дисперсних систем зумовлені їх *гетерогенністю*. Експериментальні дослідження оптичних властивостей дисперсних систем дають певні відомості щодо розміру та форми частинок, їх структури, а також дозволяють розрахувати концентрацію дисперсної фази в гетерофазній системі. При проходженні світлової хвилі через дисперсну систему світло може *заломлюватися, поглинатися, відбиватися чи розсіюватися частинками дисперсної фази*
Конус Тіндаля Утворення світлового конуса при бічному освітленні колоїдного розчину. Колоїдні системи відрізняються від істинних розчинів здатністю розсіювати світло (*явище Тіндаля)*. Оскільки розміри колоїдних частинок більші порівняно з довжиною світлових хвиль видимої ділянки, промінь світла, що потрапляє на поверхню частинки, розміри якої більші за довжину його хвилі, відштовхується від неї й відбувається *дифракція (розсіювання світла)*.  Проходження світла крізь істинний і колоїдний розчини: 1 – джерело світла; 2 – істинний розчин; 3 – світловий конус; 4 – колоїдний розчин	
Опалесценція	Матове світіння золів (найчастіше голубуватих відтінків), причиною якого є дифракція. З опалесценцією пов'язане специфічне для колоїдно-дисперсних систем явище — утворення конусу Тіндаля

Термін	Визначення, формули, показники
Оптична анізотропія	Різні оптичні властивості у різних напрямках (за горизонталлю, зумовлені несферичною формою частинок та їх певною орієнтацією за умов накладання зовнішнього електричного поля)
Оптичні методи дослідження	Надають інформацію про форму, розмір і будову частинок дисперсної фази, а також про концентрацію золю
Нефелометрія (*грец. nephele* — хмара)	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. Нефелометрія застосовується для кількісного визначення білка у сечі
Рівняння Релея	Інтенсивність світлового потоку, що розсіюється невеликими твердими частками суспензії, описана у рівнянні Релея: $$I = I_0 K \frac{nV^2}{\lambda^4},$$ де 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. *Спрощено:* інтенсивність світла, розсіяного дисперсною системою, зворотно пропорційна довжині хвилі світла: $$I \sim \lambda^{-4}$$
Ультрамікроскопія (ультрамікроскоп запропонували Р. Зігмонді і Г. Зідентопф, 1903 р., Австрія)	Колоїдні частинки не видимі в оптичному мікроскопі, тому що їх розмір менший за довжину півхвилі видимої частини спектра. За допомогою ульртрамікроскопії не можна безпосередньо 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
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

Термін	Визначення, формули, показники
Електрокінетичний (дзета, ξ) потенціал	Частина поверхневого φ_S-потенціалу, 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, 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 чи осідання**) або рідкого дисперсійного середовища (**потенціал течії**) – ці процеси обернені до електрофорезу та електроосмосу
Електрофорез (схема приладу)  1 — U-подібна трубка; 2 — кран; 3 — гумовий шланг; 4 — скляна лійка	Спрямоване переміщення частинок дисперсної фази у постійному електричному полі відносно нерухомого дисперсійного середовища. Експериментально електрофорез проводять у приладі, яким є U-подібна градуйована трубка з боковим відростком. Клітини крові мають різну електрофоретичну рухливість — на її основі отримують електрофореграми, які мають різний вигляд у нормі та 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.

Термін	Визначення, формули, показники
	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:** $$u = \frac{\varepsilon \cdot \xi \cdot E}{4\pi \cdot \eta \cdot l},$$ де ε — діелектрична проникність середовища; ξ — електрокінетичний потенціал; E — різниця потенціалів; l — відстань між електродами; η — в'язкість середовища. **Рівняння Гіббса – Смолуховського:** $$\xi = \frac{\eta u}{\varepsilon_0 \varepsilon E},$$ 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

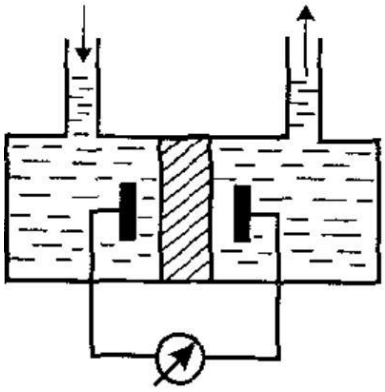
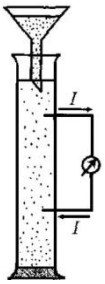
Стоматологічний аспект

З метою **лікування захворювань пародонта** широко використовують **електрофорез**. На ясна накладають гідрофільну прокладку, змочену розчином лікарської речовини: знеболювальні, антибактеріальні, протизапальні, вітаміни, іони металів K^+, Ca^{2+}, F^-, аскорбінову кислоту, гепарин тощо, на неї накладають активний електрод, а пасивний фіксують на руці. В результаті електрофорезу в тканинах утворюється іонне депо, яке поступово розсмоктується і забезпечує постійне надходження лікарської речовини.

Для покращення стану твердих тканин зуба проводять місцеве насичення тканин зуба фосфорно-кальцієвими препаратами, вітамінами. Використовують 10 % глюконату кальцію і 6 % розчин вітаміну B_1 для електрофорезу, 1–2 % розчин NaF застосовують у вигляді аплікацій або електрофорезу по 10–15 хв.

Електрофорез ремінералізуючих препаратів широко використовується для профілактики і лікування карієсу в стадії білої плями. Цей метод прискорює процес дозрівання емалі, ліквідує гіперестезію дентину й емалі. Для електрофорезу використовують кальцію глюконат, натрію фторид, магнію сульфат. Пігментовані каріозні плями характеризують стадію стабілізації карієсу і ремінералізуюча терапія малоефективна.

Електрофорез використовують також із **дослідницькою метою**, зокрема для аналізу рідин ротової порожнини. Так, була встановлена наявність у слині білків — альбумінів, глобулінів; серед них лізоцим та імуноглобуліни забезпечують антимікробний та імунологічний механізми захисту ротової порожнини; муцин захищає емаль та змочує їжу. Методом імуноелектрофорезу на агарі (різновид імунофорезу, коли в гелі знаходиться антисироватка, яка осаджує тільки один білок) доведено наявність у слині видоспецифічних антигенів та антитіл.

Термін	Визначення, формули, показники
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)  Схема досліду Квінке	Явище, протилежне електроосмосу: різниця потенціалів, що виникає під час руху дисперсійного середовища відносно нерухомої дисперсної фази. В результаті руху рідини під дією гідростатичного тиску крізь капіляри, стінки яких мають електричний заряд, деформується ПЕШ, іони дифузного шару зміщуються у напрямку руху рідини. Перенесення зарядів спричиняє виникнення на кінцях капілярів мембрани різниці потенціалів — *потенціалу течії* (є причиною виникнення біопотенціалів). Під час руху крові по капілярах кровоносної системи виникає потенціал течії, він фіксується Q-зубцем на ЕКГ
Дослід Г. Дорна, 1878 р. (потенціал седиментації або осідання)  Схема досліду Дорна	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
Стійкість дисперсних систем Здатність дисперсних систем впродовж певного часу зберігати незмінними склад та основні властивості: дисперсність, концентрацію, рівномірний розподіл частинок дисперсної фази у дисперсійному середовищі та характер взаємодії між частинками. Колоїдно-дисперсні системи мікрогетерогенні, термодинамічно нестійкі, для них характерні самочинні процеси, які призводять до зменшення поверхневої енергії за рахунок зменшення ступеня дисперсності. Колоїдні частинки зазнають взаємодії двох протилежних сил: тяжіння та відштовхування. Залежно від того, які сили переважають у системі, відбувається або коагуляція (сили тяжіння > сили відштовхування), або збільшення стійкості (сили відштовхування > сили тяжіння).	
Кінетична (седиментаційна) та агрегативна стійкість дисперсних систем	Ці поняття впровадив у науку про колоїди М. Песков

Термін	Визначення, формули, показники
Кінетична 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 та 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

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.
2. Адсорбційно-сольватний чинник стійкості — протиіони дифузного шару сольватуються і створюють захисну іоно-сольватну оболонку, яка є механічним бар'єром, що перешкоджає коагуляції.
3. Адсорбційно-структуруючі властивості дисперсних систем. Гідрофобні частинки добре адсорбують на своїй поверхні ПАР і ВМС, які мають гідрофільні властивості (колоїдний захист)

Коагуляція, її типи та фактори

Процес зменшення дисперсності системи за рахунок укрупнення частинок дисперсної фази.

Типи коагуляції:

1. Нейтралізаційна (адсорбційна) коагуляція характерна для золів та емульсій, у яких слабкий електричний заряд і невеликий потенціал ($\varphi < 10$ мВ), значення ξ-потенціалу не дуже відрізняється від φ-потенціалу. Таку коагуляцію викликають електроліти, які мають іони, здатні до специфічної адсорбції.
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 типі коагуляції втрата стійкості зумовлена стисканням дифузійної частини ПЕШ при незмінному φ-потенціалі. Коагуляція відбувається під дією індиферентних електролітів, які не здатні до специфічної адсорбції.

Термін	Визначення, формули, показники
Коагуляція може бути зумовлена *зовнішніми факторами* (введенням електролітів, неелектролітів, заморожуванням, кип'ятінням, підвищенням температури); механічним перемішуванням; впливом іонізуючих випромінювань. Найважливішим чинником коагуляції золів є *дія електролітів*: коагулюючу дію викликає не вся молекула електроліту, а лише ті його іони, знак яких протилежний заряду гранули — їх називають *коагулюючими або іонами-коагуляторами*. Цю закономірність встановив М. Гарді у 1900 р. Мінімальне значення ξ-потенціалу, за якого золь стійкий, називають критичним (± ≈30 мВ)	
Механізм коагулюючої дії електролітів	Усі електроліти викликають коагуляцію, тому що швидко й різко зменшують товщину подвійного електричного шару й величину ξ-потенціалу, а це один із головних факторів стійкості колоїдних систем. Електроліти переводять міцелу в ізоелектричний стан: $\{(CaCO_3)_m \cdot nCa^{2+} \cdot 2nCl^-\}^0$. Коагуляцію позитивного золю викликають ***аніони***, негативного — ***катіони***
Поріг коагуляції ($C_{пор}$) (критична концентрація $C_к$)	Мінімальна концентрація електроліту в ммоль, яка здатна спричинити коагуляцію 1 л золю: $C_{пор} = C_к = \frac{V_{ел} \cdot C_{ел}}{V_{золю} + V_{ел}}$, де $V_{ел}$ — об'єм (в мл) доданого розчину електроліту, що спричинив коагуляцію; $C_{ел}$ — концентрація електроліту, ммоль/л; $V_{золю}$ — об'єм золю, мл
Коагулююча здатність ($V_к$ або P)	Величина, обернена до порогу коагуляції. Це об'єм золю, для коагуляції якого потрібно 1 ммоль електроліту: $V_к = P = \frac{1}{C_{пор}}$, л/ммоль
Правило Щульце – Гарді	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 При коагуляції сумішами електролітів спостерігається наступне. ***Адитивність*** — коагулююча дія електролітів дорівнює сумі коагулюючих дій кожного електроліту. Таке явище рідко буває в тих випадках, коли іони-коагулянти мають однаковий заряд і близькі за ступенем гідратації. ***Антагонізм*** — коагулююча дія суміші менша, ніж їхня дія окремо. ***Синергізм*** — коагулююча дія іонів у суміші підвищується.	

Термін	Визначення, формули, показники
Вплив швидкості додавання коагулянту	Залежно від швидкості додавання коагулянту коагуляція може відбуватися (швидке додавання) або ні (повільне додавання). Внаслідок утворення пептизатора спостерігається явище звикання золю, характерне для живих організмів – організм звикає до отрути (наприклад, до нікотину)
Взаємна коагуляція. **Процеси коагуляції при очищенні питної води та стічних вод** 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. Явище взаємної коагуляції широко використовується для очищення питної води та стічних вод. Колоїдний розчин води (містить негативно заряджені частинки ґрунту, органічні домішки, мікрофлору) при додаванні позитивно заряджених золів $Al(OH)_3$ або $Fe(OH)_3$ підлягає взаємній коагуляції 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 розчини в недостатній кількості — на них можуть адсорбуватися колоїдні частинки, які утворюють великий агрегат із низькою стійкістю
Роль колоїдного захисту для біології, медицини і фармації Кров, плазма, лімфа, сеча — колоїдні системи, захисну роль у яких 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 та деяких патологіях захисні властивості білків змінюються, що 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	

Термін	Визначення, формули, показники
захисних властивостей ВМС, в т. ч. білків, призводить до осідання каменів у протоках травних залоз, печінці та нирках, до 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 пояснюється 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. 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. Отже, з одного боку, воно забезпечує мінімальну втрату крові, а з іншого − викликає утворення тромбів. У клінічних лабораторіях проводять дослідження згортальної та антизгортальної здатності крові — коагулограми: це комплексні 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 (протаміну сульфат та ін.). Одним із факторів згортання крові є вміст в ній іонів Ca^{2+}, тому для приготування консервованої крові їх вилучають різними методами, наприклад, додають у кров натрію цитрат, який утворює нерозчинну сіль — кальцію цитрат, що випадає в осад. Таку кров можна зберігати і використовувати для переливання. При проведенні аналізу крові враховують її здатність до згортання (коагуляції), тому посуд, скло, голки обробляють водовідштовхувальними речовинами. Актуальною задачею сучасної медицині є протезування (кровоносних судин, клапанів, шлуночків серця та ін.). Розв'язання цієї проблеми пов'язане з синтезом сучасних медичних полімерів, які при контакті з біологічними рідинами (наприклад, кров'ю, клітинами) не утворюють тромби, не руйнують білки крові, не дезактивують ферменти та не змінюють електролітний склад крові. Такі матеріали створені і називаються вони тромборезистентними.	

Термін	Визначення, формули, показники
При додаванні електролітів слід враховувати заряд їх іонів, а не тільки концентрацію, тому що електроліти контактують із кров'ю, а це може викликати її коагуляцію. Отже, 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	
Коагуляція в стоматології Електрокоагуляція — малоінвазивна процедура припікання або висічення м'яких тканин ясен за допомогою електричного струму (або лазера). Застосовується для безкровного видалення новоутворень, лікування пародонтиту, корекції форми ясен та зупинки кровотечі. Процедура проводиться під місцевою анестезією, триває 10–20 хв і забезпечує швидке загоєння завдяки капсулюванню тканин	
Грубодисперсні системи: одержання та властивості, медичне застосування	Дисперсні системи з розміром частинок 10^{-7}–10^{-4} (м)
Порошки — дисперсні системи, в яких тверда дисперсна фаза знаходиться в твердому дисперсійному середовищі	Сипучі матеріали, які можна розглядати як осад аерозолів чи систем, одержаних диспергуванням. Такі матеріали можна перевести в аерозольний стан під дією повітряного потоку над поверхнею сипучого матеріалу. Порошки застосовують для виготовлення фармацевтичних препаратів, як присипки. У стоматологічній практиці застосовують зубні порошки
Суспензії	Рідка лікарська форма, грубодисперсна система, в якій тверда речовина суспендована в рідині (вода, гліцерин, рослинна олія) Розмір частинок твердої фази сягає від 10^{-6} до 10^{-4} м. Великий розмір частинок призводить до того, що електроосмос та потенціал седиментації є слабкими, а електрофорез взагалі відсутній. 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 (альмагель), для ін'єкції (внутрішньом'язово біцилін)
Пасти	При збільшенні концентрації частинок дисперсної фази суспензій системи із *вільнозв'язаних* переходять у *зв'язанодисперсні* — пасти, які являють собою концентровані суспензії або осад, які утворюються внаслідок втрати суспензіями седиментаційної стійкості.

Термін	Визначення, формули, показники
	Масова частка твердої дисперсної фази в 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. Пасти одержують штучно шляхом розтирання твердих тіл або порошків 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. Пасти широко застосовують у медицині при дерматологічних захворюваннях, для підсушування, у стоматології, косметології та ін.

Стоматологічний аспект

Стоматологічні пасти застосовують для введення в порожнину зуба. Вони повинні бути густішої консистенції (не менше 75 % порошкоподібних речовин), щоб можна було заповнювати вузькі зубні канали. В стоматологічних пастах використовують трьохатомний спирт гліцерол або гвоздичну олію. **Для девіталізації пульпи** зуба (знищення нервових закінчень) раніше використовували препарати арсену, однак у зв'язку з токсичністю їх замінили більш сучасними. Наприклад, паста «Девіт-С» із параформальдегідом (полімер гідратованого формальдегіду) викликає денатурацію білків пульпи зуба. Стоматологічні пасти **для девіталізації** пульпи та лікувальні зубні пасти готує звичайно лікар-стоматолог для одноразового використання або медична сестра для роботи всіх лікарів стоматологічного кабінету протягом робочого дня. Під час приготування пасти потрібну кількість лікарських речовин наносять на скляну пластинку і змішують металевим шпателем до потрібної консистенції з певними основами.

Для **медикаментозного лікування** гострого глибокого карієсу використовуються різноманітні лікувальні пасти. Їх поділяють на антибактеріальні, які пригнічують мікрофлору, і одонтотропні (пластикостимулювальні), які стимулюють відкладення пульпою вторинного дентину.

Із *першої групи* досить поширені пасти, які містять антибактеріальні засоби та їхні комбінації: антибіотики, сульфаніламідні препарати, антисептики, препарати срібла тощо. Більшу ефективність мають пасти, які містять антибіотики та протеолітичні ферменти; найчастіше використовують трипсин або хімотрипсин у комбінації зі стрептоміцином. Біологічні пасти, які містять антибіотики та кальційвмісні препарати, одночасно впливають на мікрофлору та посилюють пластикостимулювальну функцію пульпи.

Застосовують також пасти, які містять срібла нітрат або сульфацил натрію (цинку оксид або біла глина, замішані на 20–30 % розчині срібла нітрату або

Термін	Визначення, формули, показники
	сульфацил натрію). Антимікробну і пластикостимулювальну дію справляє 50 % йодоформна паста. Успішно застосовували пасти, що містять антисептики (1–2 % риванолова паста з 0,25 % етонієм тощо). Для кращого проникнення антибактеріальних та одонтогенних препаратів у товщу дентину і пульпу до складу лікувальних паст уводять димексид (порошок для пасти замішують на 70 % розчину димексиду). До *другої групи* належать **лікувальні пасти**, що посилюють пластикостимулювальну функцію пульпи: 5 % тимолова; евгенол-тимолова; йодоформна; 10 % із сульфаніламідними препаратами (норсульфазол тощо); 0,7 % фториста; 75 % стронцієва. Виражену пластикостимулювальну дію справляє паста, яка складається з цинку оксиду з евгенолом, або створені на її основі цинк-евгенольні цементи. У даній пасті (цементі) поєднуються антибактеріальні та протизапальні властивості евгенолу. Найбільш ефективні пасти, що містять кальцію гідроксид. Ця сполука створює лужне середовище внаслідок високого значення pH (12,2), що разом з іонами кальцію справляє протизапальну дію на пульпу і сприяє ремінералізації розм'якшеного дентину. Висока лужна реакція кальцію гідроксиду нейтралізує кислу реакцію в каріозній порожнині. У певних концентраціях ці препарати справляють антибактеріальну дію. Введення кальцію гідроксиду до складу паст, які використовуються для внесення до пульпи, спричиняє поверхневу коагуляцію її білків і стимулює утворення захисного бар'єра зі вторинного дентину. Великого поширення набули композиції з кальцію гідроксидом на основі акрилових смол (хімічної або світлової полімеризації), склоіономерних цементів тощо. Застосовують також пасти, що містять інші солі кальцію та мікроелементи (2 % кальційфториста гель-паста, пасти з кальцію гліцерофосфатом, іонообмінні смоли з кальцієм і фосфором); пасти на основі мікроелементів (ремодент, антибіотики з мікроелементами); пасти з гідроксіапатитом.
	Стоматологічні полірувальні пасти — це абразивні суміші, що використовуються для професійної гігієни, видалення нальоту, шліфування та фінішної обробки реставрацій. Вони забезпечують гладкість емалі, запобігаючи фіксації бактерій. Пасти розрізняють за ступенем абразивності — від грубих (зняття нальоту) до дрібнодисперсних (фінішний блиск)**.** **Полірувальні пасти** використовуються для чищення зубів, видалення зубного каменю. Вони розділяються за розміром частинок. До них входять діоксид кремнію (пемза) для ефективного видалення зубного нальоту, силікат цирконію для дбайливого фінішного полірування**.**
Зубні пасти 	Існують зубні пасти з активованим вугіллям, яке виконує роль абразиву, видаляє поверхневий наліт, але часте їх використовування може пошкодити емаль, тому стоматологи не рекомендують тривало їх використовувати. Зубні пасти використовуються з **гігієнічною метою** для щоденного догляду за здоровими зубами (очищення та освіження подиху), особлива увага приділяється **дитячим зубним пастам**, які повинні мати невеликий вміст флуору і безпечні поверхнево-

Термін	Визначення, формули, показники
	активні речовини у зв'язку з тим, що дитина може проковтнути цю пасту. Також є **лікувально-профілактичні пасти**, а саме для **чутливої емалі зубів** (містять сполуки калію), **відбілювання** (інгібітори кристалізації мають у складі абразивні речовини, перекисні сполуки, натрію борат і ферменти), **запобігання карієсу і зміцнення емалі** (збагачені кальцієм, флуором, фосфатами, комплекси мікро- та макроелементів), **догляду за яснами** (містять протизапальні та антисептичні компоненти, рослинні екстракти). Багато сучасних зубних паст мають комбіновану дію, тобто містять декілька активних складових. **Лікувальні зубні пасти** використовуються безпосередньо лікарями-стоматологами при проведенні процедури гігієнічного чищення або відбілювання зубів.
Емульсії	Рідка лікарська форма, дисперсна система зі взаємонерозчинних рідин (вода + олія). Лікарські речовини в емульсіях містяться в диспергованому стані, зі збільшенням ступеня подрібнення речовини зростає її активна поверхня. У вигляді емульсій лікарські препарати швидше діють на організм, що пояснюється більшою активною поверхнею подрібненої речовини і збільшенням ступеня її взаємодії з тканинами організму. Подрібнення речовин сприяє зростанню їх адсорбуючих властивостей. Позитивними властивостями емульсії є здатність маскувати неприємний смак олій та деяких інших речовин, а також пом'якшувати дію лікарських засобів на слизові оболонки. Емульсії — мікрогетерогенні системи, які складаються з двох рідин, що не змішуються між собою внаслідок різної полярності. В більшості емульсій полярною рідиною є вода. Залежно від складу дисперсної фази і дисперсійного середовища емульсії розрізняють *прямі* — типу дисперсія масла у воді (на прикладі молока) та *обернені (зворотні)* — типу дисперсія води у маслі (наприклад, маргарин). Можуть утворюватися мимовільно (характерно тільки для ліофільних систем) і штучно (механічне диспергування рідин проводять перемішуванням, вібрацією чи струшуванням; гомогенізація відбувається за рахунок продавлювання рідини крізь отвори, при цьому збільшується седиментаційна стійкість емульсій).

Термін	Визначення, формули, показники
	Стійкість емульсій 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, подрібнені порошки). Емульсії широко застосовуються в медицині і мають велике значення в життєдіяльності людини. Молоко, вершки, сметана, масло, яєчний білок, що перебувають у вигляді емульсії, добре засвоюються людиною з перших годин життя. Жири, олії не утворюють емульсій у водному середовищі, тому перед засвоєнням відбувається їх перехід в емульгований стан. Емульгатором є жовч, яка містить жовчні кислоти (ПАР) — розчини цих кислот та їх солей знижують поверхневий натяг води на межі з жиром (маслом), тому відбувається мимовільне диспергування жиру (масла) з утворенням стійкої емульсії типу масло в воді — така емульсія надходить крізь стінки тонких кишок у кров та лімфу і засвоюється організмом. 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
Колоїдні ПАР і детергенти Особливості колоїдних ПАР простежуються на стадії миючої дії, яка полягає в утриманні забруднень у рідкому середовищі і не дає можливості осідання їх на поверхні. В основі миючої дії лежать колоїдно-хімічні процеси: змочування, адгезія, адсорбція, пептизація, солюбілізація, емульгування, суспендування, піноутворення. Молекули мила (натрієві солі жирних кислот) мають здатність розчиняти гідрофільні і ліпофільні речовини. Вони здатні до агрегації з утворенням міцел: у міцелі молекули мила зчеплені між собою вуглеводневими «хвостами», а полярні групи направлені до води. На межі поділу фаз рідина–газ молекули мила виявляють поверхнево-активні властивості. За наявності забруднень на поверхні молекула мила зчіплюється з гідрофобними частинками забруднень вуглеводневими «хвостами», утворюючі щільну ізолюючу плівку. Потім молекули мила вклинюються між поверхнею і забруднюючою частинкою та відривають частинку, переводячи її у завислий стан у водному середовищі. Особливістю колоїдних ПАР є утримання забруднень у рідкій фазі і запобігання їх осіданню. Застосування мила має недоліки: утворення нерозчинних солей з іонами кальцію та магнію; здатність до гідролізу, яка призводить до утворення лужного середовища, тому застосовують детергенти.	

Термін	Визначення, формули, показники
Детергенти — поверхнево-активні синтетичні мийні засоби. Поділяють їх на катіонні (четвертинні амонієві солі), аніонні (вуглеводні, до складу яких входить бензенсульфонатний залишок) та нейтральні (похідні гліколей, вуглеводів). Синтетичні миючі засоби не утворюють нерозчинних солей з катіонами кальцію і магнію (солями жорсткості), вони не здатні гідролізуватися, тому їх водні розчини мають нейтральну реакцію; виробництво їх не потребує цінних корисних продуктів	
Піни	Висококонцентровані, нестійкі грубодисперсні, гетерогенні системи, в яких дисперсною фазою є газоподібна речовина, а дисперсійним середовищем — рідина (рідка піна) або тверда речовина (тверда піна). Дисперсійне середовище знаходиться у вигляді плівок, що обволікають бульбашки газоподібної дисперсної фази, розміри яких сягають від 10^{-4} до 10^{-2} м. Піни одержують методами диспергації (збовтування, перемішування, барботування) та конденсації (фізичної — зі зниженням температури та підвищенням тиску; хімічної — якщо утворюється газ внаслідок хімічної реакції). Стійку піну можна одержати тільки в присутності стабілізатора — піноутворювача, від природи та концентрації якого залежить час існування піни. Піни та піноутворення широко застосовуються в медичній практиці: «киснева пінка», пінні аерозолі (кровоспинні засоби), для лікування опіків. «Штучні легені» являють собою пінні апарати, що екстракорпорально насичують кров киснем. Деякі пінопласти використовують для іммобілізації травмованих кінцівок. Піни та піноутворення мають важливе практичне значення, їх використовують для гасіння пожеж, у харчовій, фармацевтичній, парфумерній промисловості
Пінка для зубів — сучасний засіб гігієни, що використовується для ефективного догляду за ротовою порожниною: видаляє м'який наліт і залишки їжі, освіжає подих без використання зубної щітки і води. Вони чудово підходять для підтримки високого рівня гігієни зубів та ясен поза домом. Активні компоненти легко проникають у всі важкодоступні місця, пінка нейтралізує кислоту, підходить людям з ортодонтичними конструкціями, протезами та при чутливості зубів. Розчиняє наліт за рахунок дії активних компонентів (кисень, ферменти), без абразивів. Пінки для зубів підтримують здорову мікрофлору та знижують ризик запальних процесів у ротовій порожнині**.**	

Термін	Визначення, формули, показники
Аерозолі	Дисперсні системи з газовим дисперсійним середовищем та рідкою або твердою дисперсною фазою. Класифікацію аерозолів проводять за розмірами частинок та фазовим станом дисперсної фази, а також за методами одержання (диспергаційні і кондесаційні). 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. Для аерозолів характерні молекулярно-кінетичні, оптичні й електрокінетичні властивості. Особливості молекулярно-кінетичних властивостей аерозолів пов'язані з низькою в'язкістю газового дисперсійного середовища. Броунівський рух і дифузія набагато інтенсивніші, ніж у частинок золів. Вони можуть переміщатися як у горизонтальному, так і вертикальному напрямках. Для аерозолів характерні явища термофорезу, фотофорезу й термопреципітації. Термофорез полягає у русі частинок аерозолю у напрямку зниження температури. Фотофорез — рух аерозольних частинок у напрямку світлового променя. Термопреципітацією називають осадження частинок аерозолю на охолоджених поверхнях внаслідок термофорезу. З оптичних властивостей для аерозолів характерне світлорозсіювання, з електричних — явище виникнення потенціалу седиментації внаслідок осадження частинок. Стійкість аерозолів пояснюється наявністю електричного заряду, який виникає на межі розподілу двох фаз, а крім того, кожна частинка твердої або рідкої речовини адсорбує на своїй поверхні газ, у результаті чого утворюється оболонка, яка перешкоджає об'єднанню й швидкому осіданню. Багато аерозолів токсичні, шкідлива дія визначається гранично допустимою концентрацією. Використовують їх для інгаляції («Камфомен», «Інгаліпт»), а також ззовні «Легразоль», «Пантенол». Ці препарати зручні для використання і захищені від висихання і забруднення.

Термін	Визначення, формули, показники

Стоматологічний аспект

У стоматології для **аерозольних** інгаляцій використовують інгалятори. З їх допомогою отримують **високодисперсні аерозолі**, які краще всмоктуються і глибше просочуються в тканини ясен. Особливо ефективні аерозолі при загостренні дистрофічно-запальної форми пародонтозу. Для лікування гіпертрофічного гінгівіту можна використовувати аерозолі з екстрактом чаги – бефунгіном, хлорофіліптом, продуктом переробки хвої сосни (вони мають протизапальну та знеболюючу дію, стимулюють репаративні процеси в пародонті).

Профілактика професійних захворювань у практиці лікаря-стоматолога

Питання щодо запобігання виникненню **професійних хвороб** актуальне у зв'язку з тим, що при роботі з турбінним наконечником (свердління, обточування зубів) може утворюватися пил — **біоаерозоль**, який негативно впливає на організм людини.

До складу **бактеріального аерозолю** у повітрі стоматологічного кабінету входять патогенні мікроорганізми пошкоджених зубів, мікроорганізми порожнини рота пацієнта, дрібні частинки твердих тканин зуба та ін. У робочій зоні забрудненість повітряного середовища патогенними мікроорганізмами може викликати захворювання органів дихання та зміну імунного стану організму.

Впровадження в стоматологічну практику швидкісних бормашин і турбін сприяє утворенню в повітрі робочої зони бактеріальних аерозолів, які разом з пилом забруднюють обличчя, очі і верхні дихальні шляхи лікаря і пацієнта, тому лікар-стоматолог повинен використовувати для захисту органів дихання і очей спеціальні засоби (маски, респіратори, захисні окуляри).

Забруднене повітря після військових атак: як не допустити інтоксикації

Як підтримати здоров'я після дронових та особливо ракетних атак? Що потрапляє в повітря під час військових атак та роботи протиповітряної оборони (ППО) і чим небезпечний смог після пожеж?

Що виділяється при вибухах ракет, дронів і роботі ППО?

Продукти згоряння палива (ракетного і авіаційного) залежно від типу ракети/дрона:

* оксиди азоту (NO, NO_2) подразнюють легені, викликають бронхоспазм;
* чадний газ (CO) знижує насичення крові киснем;
* вуглекислий газ (CO_2) сам по собі не токсичний, але це показник масштабного горіння;
* незгорілі вуглеводні — частина з них канцерогенні.

У деяких випадках:

* гідразин (ракетне паливо) — дуже токсичний нейротоксин;
* Перхлорати впливають на щитоподібну залозу.

Продукти вибуху боєприпасів:

* дрібнодисперсний пил → найнебезпечніший, проникає глибоко в легені;
* важкі метали: свинець, кадмій, ртуть, мідь, алюміній → накопичуються в організмі, токсичні для нервової системи;
* токсичні гази: оксиди азоту, сірчистий газ (SO_2), формальдегід.

Термін	Визначення, формули, показники

Специфіка ППО (перехоплення ракет)

Коли ракету збивають, то відбувається неповне згоряння палива і утворюється **аерозоль** із продуктів вибуху + залишків палива. Формується хмара ультрадрібних частинок. Саме це і вважається найбільш небезпечним: частинки < 2,5 мкм проходять прямо в альвеоли, можуть потрапляти в кров.

Чим небезпечний смог після пожеж (влучання в будинки)?

Це може бути ще серйозніше, ніж сам вибух.

Що горить: пластик (вікна, труби, меблі), утеплювачі, фарби, лаки, побутова техніка, текстиль.

Що утворюється:

Діоксини і фурани — одні з найтоксичніших речовин у світі. При горінні пластику (особливо полівінілхлориду) в організмі накопичуються канцерогенні поліциклічні ароматичні вуглеводні, бензпірен та ін. (сильні канцерогени, ушкоджують ДНК).

Дрібнодисперсний пил проникає в легені та кров, викликає запалення, загострення астми, ризик інфарктів.

Ціанистий водень (HCN), формальдегід, акролеїн дуже токсичні навіть у малих дозах, сильні подразники, ушкоджують слизові й легені.

Важкі метали з техніки: свинець, ртуть, нікель. Особливо небезпечні при вдиханні.

Що в цьому найнебезпечніше?

Найбільша загроза — це не «якась одна отрута», а комбінація ультрадрібних частинок, токсичних органічних сполук, важких металів. Це сприяє сильному запаленню в організмі, викликає оксидативний стрес, негативно впливає на серце, мозок і легені. **Можливі симптоми** після вдихання такого токсичного «коктейлю»: кашель, дертя в горлі, головний біль, слабкість, запаморочення, подразнення очей, загострення астми, бронхіту.

Важливо знати: після роботи ППО, вибухів, пожеж повітря може бути токсичнішим, ніж здається (навіть якщо немає сильного запаху).

Як можна допомогти собі і рідним після повітряної атаки?

Правильні прості дії, які має знати кожен українець:

- закрийте вікна на кілька годин після вибухів/пожеж;
- увімкніть вентиляцію, що тягне повітря ззовні;
- не виходьте на вулицю без нагальної потреби і, тим більше, уникайте фізичної активності на вулиці;
- якщо необхідно вийти, одягніть на обличчя вологу маску — це деяким чином захистить вас від вдихання пилу та інших дрібнодисперсних шкідливих речовин;
- якщо можливо, придбайте очищувач повітря з HEPA-фільтром (High Efficiency Particulate Air — це високоефективний сухий повітряний фільтр, призначений для утримання найдрібніших частинок — пилку, спор, бактерій, алергенів до 0,3 мкм у розмірі).

Чого не робити: не провітрювати, «бо запаху нема»; не виходити «подивитися, бо цікаво».

Окремо важливо про квартиру. Після обстрілів пил осідає на підвіконнях, підлозі, меблях. І це не просто пил, а важкі **метали та канцерогени**. Тому обов'язково зробіть вологе прибирання у всій квартирі, випрайте речі, які були на вулиці.

Термін	Визначення, формули, показники

Коли повітря стає відносно безпечним? Це залежить від трьох факторів: масштабу події, погоди, тип руйнувань.

0–3 години після події. **Найнебезпечніший період:** максимальна концентрація токсичних газів і дрібнодисперсних частинок, особливо небезпечно біля місця падіння/пожежі.

3–12 годин. **Високий ризик:** частина газів розсіюється, але дрібний пил залишається в повітрі.

12–24 години. **Помірний ризик:** основні токсичні гази вже зникають, але дрібнодисперсні токсичні частинки ще можуть бути.

24–72 години. **Відносно безпечно за умови**, якщо немає активного горіння і є вітер або опади. Однак якщо триває тління і багато зруйнованого пластику/ техніки, то ризик може зберігатися **кілька днів.**

Коли небезпека триваліша: безвітряна погода, «місто в низині» (накопичення смогу); велика пожежа (склади, торгові центри, багатоповерхівки), нічний час (інверсія повітря).

Кому потрібно бути особливо обережними? Групи ризику: діти, вагітні та молоді матусі; люди з астмою, хронічними обструктивними захворюваннями легень, серцево-судинними хворобами, захворюваннями щитоподібної залози.

Які додаткові дії збережуть ваше здоров'я. Загальна стратегія: зменшити всмоктування + допомогти організму швидше вивести токсини + знизити запалення. Вода — основа детоксикації. Що робити: 30–35 мл/кг/добу (часто це ~2–2,5 л). Склянка води одразу після повернення з вулиці + тепла вода протягом дня.

Чому це важливо: нирки виводять водорозчинні токсини, зменшується концентрація токсинів у крові, також полегшується стан слизових. Молоко — частково міф. Важливо знати, що молоко не «виводить токсини» і не нейтралізує важкі метали, але може тимчасово зменшити подразнення слизової і є джерелом білка. Тому все ж таки є користь від вживання теплого молока (якщо немає непереносимості) — 1–2 склянки для дорослого, особливо одразу після повернення з вулиці. Вживайте більше **клітковини!** Пектин з фруктів та овочів (яблука, груші, буряк, морква, гарбуз, цвітна капуста, броколі, брюсельська капуста). Для максимальної користі ці овочі рекомендується вживати у запеченому, тушкованому або вареному вигляді, оскільки під час термообробки пектин концентрується та стає легшим для засвоєння. Подрібнене насіння льону як джерело клітковини додавайте у каші, кефір або йогурт. **Як діють клітковина та пектини**: зв'язують токсини в кишечнику, зменшують їх повторне всмоктування, допомагають виведенню важких металів. Можуть бути корисні **сорбенти**: активоване вугілля, ентеросгель, смекта. Доцільно приймати їх після відчутного контакту з димом/смогом, за наявності таких симптомів, як нудота, слабкість, головний біль. Важливо приймати окремо від їжі та ліків (мінімум 1,5–2 год); курс 1–3 дні. Це не «щоденна профілактика», а лише епізодична допомога за потреби. **Захист слизових і легень.** Зволоження слизових: сольові спреї в ніс, промивання фізрозчином; полоскання горла (тепла вода + сіль). Інгаляції: фізрозчин через небулайзер зменшує контакт токсинів зі слизовою, зволожує дихальні шляхи, полегшує виведення частинок. **Антиоксиданти.** Токсини викликають оксидативний стрес, тому додайте вітамін С (ягоди, цитрусові); вітамін Е (оливкова олія, горіхи); поліфеноли

Термін	Визначення, формули, показники

(зелений чай; ягоди, можна заморожені). Доцільно вживати теплий чай + лимон, жменю свіжих або заморожених ягід. **У раціоні** надайте перевагу білку (необхідний для детокс-систем печінки), овочам із високим вмістом клітковини та пектинів, легкій їжі. Уникайте алкоголю, смажених страв та ультрапереробленних продуктів, надлишку цукру, бо це додаткове навантаження на печінку. **Що ще важливо (часто ігнорують).** Сон — відновлює антиоксидантні системи. Менше фізичного навантаження, оскільки при забрудненому повітрі вдихається більше токсинів.

Чого НЕ варто робити: «чистки організму», агресивні детокси, постійний прийом сорбентів, сподіватись тільки на молоко як на «перевірений народний метод».

Простий алгоритм після контакту з димом

1. Випити 1–2 склянки води, краще з лимоном або яблучним оцтом (там багато пектинів та органічних кислот, які допомагають печінці).
2. Промити ніс, прополоскати горло.
3. Легка їжа + клітковина. Більше клітковини з запечених овочів!
4. Якщо треба — сорбент (1–2 дні).
5. Теплий зелений чай + заморожені ягоди (чорниця, обліпиха, кизил, журавлина).
6. Відпочинок.

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 та істинних розчинах, вміти аналізувати отримані результати та порівнювати їх.

Відрізняти 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 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.

8. Ситуаційні задачі для визначення кінцевого рівня знань

8.1. Ситуаційні задачі з алгоритмами їх вирішення

1. Розрахувати електрокінетичний потенціал поверхні частинок бентонітової глини, якщо при електрофорезі ці частинки за 15 хв зміщуються на 6 мм у напрямі анода. Напруга між електродами 100 В, відстань між електродами 25 см, відносна діелектрична проникність середовища ε = 78,2, в'язкість η = $8{,}94 \cdot 10^{-4}$ 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 напряму анода (позитивного електрода), то вони заряджені негативно. Отже, остаточно електрокінетичний потенціал дорівнює ε = -0,0215 В.

Відповідь: ε = -0,0215 В.

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

Алгоритм рішення

Осмотичний тиск золю прямо пропорційний температурі:

$$P_{осм} = C \cdot R \cdot T,$$

де C — молярна концентрація, моль/л;

R — універсальна газова стала, 8,31 Дж/(моль·К);

T — температура, К.

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

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

Таким чином, отримуємо:

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

Відповідь: 15,78 Па.

3. Розрахуйте, в якому випадку та у скільки разів інтенсивність розсіяного дисперсною системою світла більше: при освітленні синім світлом (λ = 415 нм) чи червоним світлом (λ = 625 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:

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

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

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

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + 2NaCl,$$

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

Алгоритм рішення

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2NaCl$$

Користуючись даними таблиці розчинності кислот, основ і солей у воді, робимо висновок, що $BaSO_4$ — нерозчинна сполука, яка являє собою тверду фазу 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 $BaCl_2$:

$\{m\ [BaSO_4]\ n\ Ba^{2+}\ 2\ (n\text{-}x)\ Cl^-\}^{2x+}\ 2\times Cl^-$

При надлишку Na_2SO_4:

$\{m\ [BaSO_4]\ n\ SO_4^{2-}\ 2\ (n\text{-}x)\ Na^+\}^{2x-}\ 2\times Na^+$

Обчислюємо, який електроліт буде в надлишку:

$\nu\ (BaCl_2) = C(BaCl_2)\cdot V(BaCl_2) = 0{,}015\cdot 0{,}020 = 0{,}0003$ моль;

$\nu\ (Na_2SO_4) = C(Na_2SO_4)\cdot V(Na_2SO_4) = 0{,}025\cdot 0{,}025 = 0{,}000625$ моль – надлишок, тому …

***Відповідь*:** $\{m\ [BaSO_4]\ n\ SO_4^{2-}\ 2\ (n\text{-}x)\ Na^+\}^{2x-}\ 2\times Na^+$.

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;

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

$C_{пор} = C_к = \frac{V_{ел} \cdot C_{ел}}{V_{золю} + V_{ел}}$, $\quad V_к = P = \frac{1}{C_{пор}}$.

$C_к(KCl) = (0{,}01 \cdot 1{,}05 \cdot 1000) / (10 + 1{,}05) = 0{,}95$ ммоль/л;

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

$C_к(Na_2SO_4) = (0{,}001 \cdot 6{,}25 \cdot 1000) / (10 + 6{,}25) = 0{,}38$ ммоль/л;

$P(Na_2SO_4) = 1 / 0{,}38 = 2{,}63$ л/ммоль;

$C_к(Na_3PO_4) = (0{,}001 \cdot 3{,}7 \cdot 1000) / (10 + 3{,}7) = 0{,}27$ ммоль/л;

$P(Na_3PO_4) = 1 / 0{,}27 = 3{,}7$ л/ммоль.

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

$C_к(KCl) = 0{,}95 > C_к(Na_2SO_4) = 0{,}38 > C_к(Na_3PO_4) = 0{,}27$.

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

$P(Na_3PO_4) = 3{,}7 > P(Na_2SO_4) = 2{,}63 > P(KCl) = 1{,}05$ л/ммоль.

Відповідь: робимо висновок про позитивний заряд гранули.

8.2. Ситуаційні задачі для самоконтролю

1. Знайти відповідність

1. Т. Грем	A. Електрофорез
2. Дж. Релей	B. Діаліз
3. Дж. Тіндаль	C. Світловий конус
4. Ф. Рейс	D. Потенціал седиментації
5. Квінке	E. Теорія світлорозсіювання
6. Дорн	F. Потенціал течії

2. Заповніть пропуски. Руйнуванню мікроорганізмів і їх спор сприяє _____ — саме це лежить в основі ___ _____ методу диспергування, який базується на використанні_____.

3. Змішали 50 мл розчину $CaCl_2$ з $C(CaCl_2) = 0{,}02$ моль/л та 20 мл розчину Na_2SO_4 з $C(Na_2SO_4) = 0{,}03$ моль/л. Напишіть будову отриманої міцели.

4. Напишіть будову міцели сульфіду кальцію, стабілізатором якої є хлорид кальцію.

5. Змішали 30 мл розчину $MgCl_2$ з $C(MgCl_2) = 0{,}01$ моль/л та 10 мл розчину Na_2SiO_3 з $C(Na_2SiO_3) = 0{,}02$ моль/л. Напишіть будову отриманої міцели.

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

7. Змішали 10 мл розчину $Ca(NO_3)_2$ з $C(Ca(NO_3)_2$ = 0,03 моль/л та 2 мл розчину Na_2CO_3 з $C(Na_2CO_3)$ = 0,05 моль/л. Напишіть будову отриманої міцели.

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

9. Коагуляція негативно зарядженого золю AgI відбувається при додаванні до 3 мл золю 0,9 мл розчину нітрату алюмінію з $C(Al(NO_3)_3)$ = 0,01 моль/л. Напишіть будову міцели цього золю й розрахуйте поріг коагуляції.

10. 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.

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

12. Знайти відповідність

1. Потенціал седиментації виникає під час …	A. Руху крові по капілярній кровоносній системі.
2. Потенціал перебігу виникає під час …	B. Зсідання формених елементів крові.
3. Метод електроосмосу використовують для …	C. Зневоднення перев'язувальних матеріалів.
4. Метод електрофорезу використовують для …	D. Введення через слизову оболонку лікарських препаратів у стоматології.
5. Швидкість осідання пилу і диму визначають у …	E. Гігієнічній практиці.

13. Які засоби захисту (тільки халат; маску, респіратор, захисні окуляри; тільки медичну шапочку; тільки гумові рукавички; тільки бахіли) повинен використовувати стоматолог?

14. Визначте основну мету використання гігієнічних зубних паст: для лікування карієсу, відбілювання зубів, очищення зубів і освіження подиху, лікування ясен, зниження чутливості зубної емалі.

15. Поясніть, чому дитячі зубні пасти повинні містити менше флуору.

16. Визначте, для чого застосовують девіталізуючі пасти: очищення зубів, відбілювання, некротизації пульпи (нерва), полірування зубів, освіження подиху.

8.3. Ситуаційні тести для визначення кінцевого рівня знань

1. Визначте агрегат міцели слини:

A. CaO. *C. $Ca_3(PO_4)_2$.* *E. NaOH.*

B. NaCl. *D. $Ca(OH)_2$.*

2. Укажіть, що попереджує відкладання мінералів, які містять іони кальцію і фосфору, на поверхні зуба при перенасиченні слини вказаними іонами:

A. Зубний наліт. *D. Гемоглобінова буферна система.*

B. Міцелярна будова слини. *E. Анаеробні бактерії.*

C. Ферменти.

3. Вкажіть електрокінетичне явище, яке застосовується в стоматологічній практиці для профілактики і лікування карієсу, а саме для введення ремінералізуючих засобів:

A. Електрофорез. *C. Потенціал течії.* *E. ПЕШ.*

B. Електроосмос. *D. Потенціал седиментації.*

4. Рослинна олія у воді утворює дисперсну систему:

A. Суспензію. *C. Піну.* *E. Осад.*

B. Емульсію. *D. Аерозоль.*

5. У технології лікувальних засобів, що являють собою висушені концентровані золі срібла, захищеного додаванням декстрину і білкових речовин, використовують явище під назвою:

A. Дифузія. *C. Колоїдний захист.* *E. Седиментація.*

B. Броунівський рух. *D. Коагуляція.*

6. Назвіть причину можливого професійного захворювання лікаря-стоматолога:

A. Втрата мембранами клітин структур, які забезпечують хімічне зчеплення.

B. З'єднання еритроцитів в агрегати.

C. Седиментаційно-дифузна рівновага.

D. Утворення біоаерозолів.

E. Ультрафільтрація.

7. При виготовленні антисептичного колоїдного розчину наносрібла було порушено технологічний процес, у результаті стоматолог спостерігав злипання частинок дисперсної фази. Назвіть явище:

A. Порушення седиментаційної стійкості. *D. Утворення ПЕШ.*

B. Порушення агрегативної стійкості. *E. Потенціал течії.*

C. Дифракція.

8. Оберіть те, що НЕ є характерним для кінетичної стійкості дисперсних систем, які застосовуються в стоматологічній практиці:

A. Протидія силам тяжіння, які є причиною седиментації.

B. Рівномірний розподіл частинок по всьому об'єму системи.

C. Висока дисперсність.

D. Участь частинок дисперсної фази у броунівському руху.

E. Кінетична стійкість колоїду тим більша, чим більший розмір частинок дисперсної фази.

9. Визначте оптичні властивості, які НЕ характерні для дисперсних систем:

A. Гетерогенність і оптична неоднорідність.

B. Розмір частинок дисперсної фази співрозмірний з довжиною напівхвилі світла.

C. Дисперсійне розсіювання, опалесценція.

D. Дисперсна частинка стає джерелом дифракційного розсіювання світла.

E. Гомогенність і оптична однорідність.

10. Що сприяє утворенню бактеріальних аерозолів?

A. Ручні інструменти.
B. Швидкісні бормашини і турбіни.
C. Освітлення.
D. Вода.
E. Температура повітря.

11. Який основний механізм утворення біоаерозолю під час роботи стоматолога?

A. Випаровування слини.
B. Механічне руйнування тканин зуба з утворенням дрібнодисперсних частинок.
C. Хімічна реакція матеріалів.
D. Охолодження повітря.
E. Конденсація вологи.

12. Виберіть правильну міцелярну формулу для реакції:

$FeCl_3 + K_4[Fe(CN)_6]$ (надлишок) →

A. $\{(Fe_4[Fe(CN)_6]_3)m \cdot nFe^{3+}\ 3nCl^-\}$.
B. $\{(Fe_4[Fe(CN)_6]_3)m \cdot n[Fe(CN)_6]^{4-}4nK^+\}$.
C. $\{(Fe_4[Fe(CN)_6]_3)m \cdot nFe^{3+}\ 3(n-x)Cl^-\}3xCl^-$.
D. $\{(Fe_4[Fe(CN)_6]_3)m \cdot n[Fe(CN)_6]^{4-}4(n-x)K^+\}^{x-}xK^+$.
E. $\{(Fe_4[Fe(CN)_6]_3)m \cdot 3nCl^-\ nFe^{3+}\}$.

9. Рекомендації до оформлення результатів роботи

1. Опрацювати теоретичний матеріал за даною темою (*див. п. 7*), 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 та біоорганічної хімії https://distance.knmu.edu.ua/course/view.php?id=2948 за темою заняття. Особливу увагу звернути на наочні матеріали https://distance.knmu.edu.ua/mod/folder/view.php?id=39184 та відео лабораторної роботи https://distance.knmu.edu.ua/mod/folder/view.php?id=39184 .

6. Описати алгоритми вирішення навчальних питань аудиторної та самостійної роботи, записати в робочий зошит підсумки лабораторного практикуму.

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 $C(FeCl_3)$ = 0,005 моль/л та гексоціаноферату (II) калію з $C(K_4[Fe(CN)_6])$ = 0,005 моль/л в наступних співвідношеннях: а) 3 мл розчину $FeCl_3$ і 1 мл розчину $K_4[Fe(CN)_6]$; б) 3 мл розчину $K_4[Fe(CN)_6]$ і 1 мл розчину $FeCl_3$.

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

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

3. 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 в 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 $C(KCl)$ = 1 моль/л; другу — розчином хромату калію з $C(1/2\ K_2CrO_4)$ = 0,1 моль/л; третю — розчином гексоціаноферату (III) калію з $C(1/3\ K_3[Fe(CN)_6])$ = 0,01 моль/л.

2. Додайте до кожної з трьох пробірок по 5 мл розчину хлориду заліза (III).

3. Додайте у першу пробірку по краплях при перемішуванні розчин хлориду калію, у другу — розчин хромату калію, у третю — розчин гексоціаноферату (III) калію до помутніння золю (коагуляція).

Результати запишіть у таблиці:

Електроліт	Молярна концентрація екв. електроліту, $C_{ел}$,	Об'єм розчину електроліту, $V_{ел}$, мл	Коагулюючий іон	Коагулююча здатність, V_k, л/ммоль	Поріг коагуляції, $C_{пор}$, ммоль/л
KCl	1 моль/л				
K_2CrO_4	0,1 моль/л				
$K_3[Fe(CN)_6]$	0,01 моль/л				

Обробка експериментальних даних:

1. Розрахунок порогу коагуляції:

$$C_{пор} = C_к = \frac{V_{ел} \cdot C_{ел}}{V_{золю} + V_{ел}}.$$

2. Розрахунок коагулюючої здатності електролітів:

$$V_к = P = \frac{1}{C_{пор}}$$

Висновки:

11. Позааудиторна самостійна робота

Отримання емульсій

Налити в першу склянку 1 столову ложку води, в другу — 1 столову ложку розчину рідкого мила, в третю — 1 столову ложку білка курячого яйця. Додати в кожну склянку по 1 чайній ложці рослинної олії і збовтати. Спостерігаємо утворення емульсій і відносну швидкість їх руйнування.

Оптичні явища (ефект Тіндаля)

У три півлітрові склянки налити воду (250 мл). У першу додати 1 столову ложку молока, перемішати; в другу — 1 столову ложку рідкого мила, перемішати; в третю — 0,5 чайної ложки кухонної солі, перемішати. Занести в темну кімнату. За допомогою лазерної указки збоку освітити кожну склянку окремо і записати спостереження.

12. 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-ге вид., стереотипне. Вінниця : НОВА КНИГА, 2008. 776 с.

5. Робочий зошит з медичної хімії для самостійної роботи студентів 1 курсу мед. та стомат. фак-тів / Г. О. Сирова та ін. Харків : ХНМУ, 2017. 68 с.

6. Від хімії шкільної до медичної хімії : навч. посіб. / Г. О. Сирова та ін. Харків : ХНМУ, 2026. 280 с.

7. Medical chemistry : textbook / V. O. Kalibabchuk et al.; edited by V. O. Kalibabchuk. 5th edition, corrected. Kyiv : AUS Medicine Publishing, 2017. 224 p.

8. Syrovaya A. O., Grabovetskaya E. R., Shapoval L. G. Fundamentals of medical chemistry : manual for students' self-work. Kharkiv : KhNMU, 2015. 196 p.

9. Syrovaya A. O., Grabovetskaya E. R., Shapoval L. G. Medical chemistry. Adapted concise course : manual for students' self-work. Kharkiv : KhNMU, 2013. 160 p.

10. Sriram D., Yogeeswari P. Medicinal Chemistry. Pearson India, 2009. 712 p.

11. Frank D. King. Medicinal Chemistry : Principles and Practice. Royal Society of Chemistry, 2002. 448 p.

12. Відеолекція https://distance.knmu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=43207

Допоміжна:

1. Миронович Л. М., Мардашко О. О. Медична хімія : навч. посіб. Київ : Каравела, 2007. 168 с.

2. Медична хімія (в таблицях, схемах, питаннях, відповідях, прикладах) : навч. посіб. / О. В. Смірнова, Н. В. Заічко, А. В. Мельник, О. Г. Сулім. Вінниця : 2018. 136 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 : Вид-во 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-во 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., Клюєва 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 здобувачів освіти 1-го курсу
спеціальності «Стоматологія»

Упорядники Сирова Ганна Олегівна,
Чаленко Наталія Миколаївна
Козуб Світлана Миколаївна
Савельєва Олена Валеріївна
Присяжний Олександр Васильович

Відповідальна за випуск Н. М. Чаленко



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

Формат А4. Ум. друк. арк. 6,0. Зам. № 26-66.

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.