

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ОДЕРЖАННЯ, ОЧИСТКА ТА ВЛАСТИВОСТІ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ.
КОАГУЛЯЦІЯ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ**

Методичні вказівки для самостійної роботи студентів I курсу з дисципліни
«Медична хімія»

«Затверджено»
Вченою радою Харківського
національного медичного
університету
Протокол №11
від 27 листопада 2014 р.

Харків 2014

Одержання, очистка та властивості колоїдних розчинів. Коагуляція колоїдних розчинів: Метод. вказ. для студентів 1-го курсу / уклад. Г.О. Сирова, С.В. Андрєєва, В.О. Макаров, В.М. Петюніна, Є.Р. Грабовецька, Л.Г. Шаповал, Т.С. Тішакова, О.Л. Левашова, С.А. Наконечна, С.М. Козуб, Р.О. Бачинський, Л.В. Лук'янова, О.В. Савельєва, Н.В. Копотева, Н.М. Чаленко. – Харків: ХНМУ, 2014. – 30 с.

Укладачі:

Г.О. Сирова

С.В. Андрєєва

В.О. Макаров

В.М. Петюніна

Є.Р. Грабовецька

Л.Г. Шаповал

Т.С. Тішакова

О.Л. Левашова

С.А. Наконечна

С.М. Козуб

Р.О. Бачинський

Л.В. Лук'янова

О.В. Савельєва

Н.В. Копотева

Н.М. Чаленко

ТЕМА «ОДЕРЖАННЯ, ОЧИСТКА ТА ВЛАСТИВОСТІ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ. КОАГУЛЯЦІЯ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ»

1. Кількість годин 4

2. Матеріальне та методичне забезпечення теми.

Мультимедійне забезпечення (презентації, науковий фільм)

Таблиці:

1. Колоїдні розчини
2. Утворення міцели у колоїдному розчині
3. Електрокінетичний потенціал
4. Типи дисперсних систем
5. Електро-кінетичні явища у колоїдних розчинах та їх використання
6. Оптичні властивості колоїдних розчинів

Навчально-методична література

1. Медична хімія : підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, Г.О. Сирова, В.І. Галинська та ін.; за ред. проф. В.О. Калібабчук. – К.: ВСВ «Медицина», 2013. – 336 с. (Затверджено Міністерством освіти і науки України (лист МОН України №1/11-1152 від 05.02.13) та Міністерством охорони здоров'я України як базовий підручник для студентів вищих навчальних закладів IV рівня акредитації (напрями «Лікувальна справа» та «Стоматологія»).

2. Завгородній І.В., Сирова Г.О., Ткачук Н.М. та ін. Медична хімія. Навчальний посібник рекомендований МОЗ та МОН України як навчальний посібник для самостійної роботи студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації, Харків, ХНМУ, 2010. – 268 с.

3. Завгородній І.В., Ткачук Н.М., Петюніна В.М. та ін. Навчальний посібник для самостійної роботи студентів медичного факультету по курсу «Медична хімія» Модуль 2: «Рівновага в біологічних системах на межі розподілу фаз», Харків, ХНМУ, 2008. – 116 с.

4. Робочий зошит для самостійної роботи студентів з курсу «Медична хімія» Харків, ХНМУ, 2013. – 72 с.

5. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів з курсу «Медична хімія» за темою «Одержання, очистка та властивості колоїдних розчинів. Коагуляція колоїдних розчинів».

6. Конспект лекції

Лабораторний посуд та реактиви для проведення демонстраційного досліду та лабораторної роботи (штатив з пробірками, бюретка, піпетка, розчини хлориду заліза (III) ($C(FeCl_3) = 0,005$ моль/л), гексацианоферрату (II) калія ($C(K_4[Fe(CN)_6]) = 0,005$ моль/л), гексацианоферрату (III) калія ($C(1/3K_3[Fe(CN)_6]) = 0,01$ моль/л), хлориду калія ($C(KCl) = 1$ моль/л), розчин хромату калія ($C(1/2K_2CrO_4) = 0,1$ моль/л)

3. **Обґрунтування теми.** Явище міцелоутворення має місце в живих організмах. Міцели утворюють нерозчинні у воді тверді речовини. Наприклад, вміст в крові карбонатів і фосфатів кальцію значно перевищує їх розчинність у воді, тому частина цих речовин присутня в крові у вигляді гідрофільних золів (колоїдних часток). У такому ж стані присутній нерозчинний у воді холестерин і інші речовини. Знаходженню цих речовин в колоїдному стані сприяють захисні речовини крові (білки, полісахариди), що стабілізують золі. Зниження захисної функції з віком або при патологіях приводить до коагуляції фосфатів, карбонатів, кальцію, холестерину та інших речовин, утворення осадів на поверхні кровоносних судин (атеросклероз, кальциноз), відкладання солей в сечовивідних шляхах, нирках (сечокам'яна хвороба) і т.д. Розчини лікарських препаратів, наприклад, коларголу, протарголу – це гідрофільні золі срібла, захищені білком. Крім того, в медицині широко використовуються аерозолі, пасти, мазі, суспензії, у зв'язку з чим, знання методів отримання, очищення, будови дисперсійних систем, теорії коагуляції золів необхідні для практичної медицині, медико-біологічних досліджень та ін.

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 колоїднодисперсних розчинів, знати фізико-хімічні основи гемодіалізу, використовувати знання фізико-хімічних характеристик колоїдного розчину для оцінки властивостей біологічних рідин, лікарських препаратів, а також впливу електролітів; визначати поріг коагуляції, швидкість коагуляції і седиментації, знати фізико-хімічні основи стабілізації колоїдних розчинів («колоїдний захист»).

а) **знати:** дисперсні системи та їх класифікації, способи одержання та очищення колоїдних розчинів, діаліз, електродіаліз, ультрафільтрація, молекулярно-кінетичні властивості колоїдних систем (броунівський рух, дифузія, осмотичний тиск); оптичні властивості колоїдних систем; ультрамікроскопія; будова колоїдних частинок; електрокінетичний потенціал колоїдних часточок, електрофорез, його використання в медицині та медико-біологічних дослідженнях; рівняння Гельмгольца-Смолуховського; кінетична та агрегативна стійкість ліозолей, фактори стійкості, механізм коагулюючої дії електролітів; поріг коагуляції, його визначення; правило Шульце-Гарді, процеси коагуляції при очистці питної води та стічних вод, колоїдний захист, його біологічна роль; грубодисперсні системи (аерозолі, суспензії, емульсії та ін.), одержання та властивості, медичне застосування, напівколоїди.

б) **вміти:** отримувати колоїдний розчин і очистити його від домішок низькомолекулярних сполук, вміти відрізнити колоїдний розчин від істинного на основі різних молекулярно-кінетичних і оптичних властивостей.

5. Графологічна структура теми.



6. Орієнтована карта роботи студентів.

Заняття 1

№ п.п	Етапи	Час у хв.	Навчальні й наочні засоби	Місце проведення
1.	Мотиваційна характеристика та план теми. Відповіді на питання студентів	20	Навчальний посібник (робочий зошит)	Навчальна кімната
2.	Самостійна робота студентів з методичною літературою, рішення навчальних завдань	35	Методичні вказівки для студентів, тексти лекцій, навчальний посібник для самостійної роботи студентів, довідкові дані, таблиці	
3.	Демонстраційний дослід	10		
4.	Контроль знань	20		
5.	Аналіз і підведення підсумків заняття	4		
6.	Домашнє завдання	1		

Заняття 2

№ п.п	Етапи	Час у хв.	Навчальні й наочні засоби	Місце проведення
1.	Мотиваційна характеристика та план теми. Відповіді на питання студентів	20	Навчальний посібник (робочий зошит)	Навчальна кімната
2.	Самостійна робота студентів з методичною літературою, рішення навчальних завдань	25	Методичні вказівки для студентів, тексти лекцій, навчальний посібник для самостійної роботи студентів, довідкові дані, таблиці	
3.	Лабораторна робота	20		
4.	Контроль знань	20		
5.	Аналіз і підведення підсумків заняття	4		
6.	Домашнє завдання	1		

7. Завдання для самостійної роботи:

- перелік питань, що підлягають вивченню:

1. Поняття про дисперсні системи. Класифікація дисперсних систем за ступенем дисперсності (колоїдні розчини, грубодисперсні системи); за агрегатним станом дисперсної фази і дисперсійного середовища (аерозолі, лізолі, соліозолі); в залежності від величини міжфазної взаємодії (гідрофобні та гідрофільні).

2. Колоїдні розчини та їх значення.

3. Методи отримання колоїдних розчинів (дисперсійні: механічне подрібнення, електричне диспергування за допомогою дугового розряду, метод пептизації, диспергування речовин ультразвуком, розчинення (самодовільне диспергування та ін.); конденсаційні: фізичні та хімічні (метод заміни розчинника; в результаті реакцій, що супроводжуються утворенням важкорозчинної речовини та ін.)).

4. Будова колоїдних часток.

5. Методи очищення колоїдних розчинів (діаліз, електродіаліз, ультрацентрифугування, компенсаційний діаліз, вівадіаліз, ультрафільтрація та ін.).

6. Властивості колоїдних розчинів – молекулярно-кінетичні: (броунівський рух, дифузія, осмос, дифузійно-седиментаційна рівновага); оптичні: (розсіювання світла, ефект Тиндаля, поглинання світла); методи медико-біологічних досліджень (нефелометрія, робота ультрамікроскопу та електронного мікроскопу).

7. Електрокінетичні властивості (електрофорез, електроосмос, потенціал плинину, потенціал осідання). Електрофоретичні дослідження у медицині.

8. Стійкість (кінетична і агрегативна) та коагуляція дисперсних систем. Фактори, що впливають на стабільність колоїдних розчинів.

9. Колоїдний захист. Колоїдні розчини ПАР. Біологічне значення колоїдного захисту.

10. Використання дисперсних систем (колоїдних розчинів, аерозолів, суспензій, емульсій) у медицині.

1. Дисперсна система (визначення і компоненти)

В істинних розчинах речовини знаходяться у молекулярному або іонному станах, розмір часток не перевищує 10^{-9} м, поверхня розподілу фаз у розчинах маленька, тому істинні розчини – гомогенні системи. При збільшенні розміру часток у розчинах з'являється виражена поверхня розподілу фаз, і як наслідок – дисперсна (гетерогенна) система.

Дисперсна система – це гетерогенна (неоднорідна) система, що складається з двох або більшої кількості компонентів з сильно розвинутою поверхнею розподілу. Розчинник звичайно є дисперсійним середовищем, речовина – дисперсною фазою. При цьому речовина рівномірно розподілена у дисперсійному середовищі та має визначений ступень дисперсності.

2. Класифікації дисперсних систем:

I. За ступенем дисперсності (розміру часток) дисперсні системи умовно класифікують на групи:

- колоїдні розчини (високодисперсні системи) (розмір часток 10^{-9} – 10^{-7} м);

- грубодисперсні системи (розмір часток 10^{-7} – 10^{-4} м).

II. За агрегатним станом дисперсної фази і дисперсійного середовища системи класифікують на:

1. Аерозолі – системи з газовим дисперсійним середовищем, тобто дисперсні системи, що складаються з твердих або рідких часток, розподілених у газовому середовищі (звичайно у повітрі). Аерозолі, дисперсна фаза яких складається з крапель рідини, називаються туманами, а у випадку твердої фази – димами або пилом. Аерозолі утворюються при механічному подрібненні і розпиленні твердих тіл і рідин, горінні, розпиленні у пульверизаторах та ін.

Фаза / середовище – приклади дисперсних систем:

Р/Г (рідина / газ) – туман, хмари

Т/Г (тверда речовина / газ) – пил, дим.

2. Лізолі– системи з рідким дисперсійним середовищем:

а) емульсії (Рідина / Рідина) (середовищем і фазою є рідини, що не змішуються між собою, наприклад, олія і вода).

М/В (фаза (масло) / середовище (вода)) (емульсії 1 роду або прямі емульсії) – водно-жирова мантія нормальної та сухої шкіри людини, косметичне молочко, сучасні косметичні креми, у тому числі лікувальної косметики, поживні речовини - молоко, нежирна сметана та ін.);

В/М (вода / масло) (емульсії II роду або зворотні емульсії) – водно-жирова мантія жирної шкіри людини, сливки, сира нафта та ін.

б) Колоїдні розчини, суспензії (Тверда речовина / Рідина) (дисперсійним середовищем є рідина, фазою – тверда речовина мало або нерозчинна у цій рідині). Колоїдні розчини – дисперсійні системи, в яких частки речовини фази володіють ультрамікроскопічним (колоїдним) ступенем подрібнення (1 – 100 нм). Суспензії мають більші розміри часток у порівнянні з колоїдами. Наприклад, суспензіями є цементні розчини, емалеві фарби, суспензії бентонітової глини у воді. У природних умовах утворення суспензій виникає при диспергуванні ґрунту, скальних порід під дією сил прибою та ін.

3. Солізолі – системи з твердим дисперсійним середовищем:

Фаза / середовище – приклади дисперсних систем:

Т/Т (тверда речовина / тверда речовина) – тверді золі, мінерали;

Р/Т (рідина / тверда речовина) – капілярні системи ґрунту;

Г/Т (газ / тверда речовина) – пінопласти.

III. У залежності від величини міжфазної взаємодії дисперсні системи поділяють на:

гідрофільні (речовина та розчинник – гідрофільні речовини (CaCO_3 и H_2O)). У гідрофільних системах міжмолекулярна взаємодія достатньо велика, поверхневе натягіння мале, і такі системи термодинамічно стійкі, тому що в таких системах часточки речовини мають об'ємну оболонку з молекул розчинника.

гідрофобні (сірка (гідрофобна речовина) та вода (гідрофільний розчинник)). В гідрофобних системах міжмолекулярна взаємодія маленька, тому що частки утворюють навколо себе тільки тонку оболонку з молекул розчинника, поверхнєве натягіння велике, внаслідок чого система термодинамічно нестабільна. Для існування стійких колоїдних розчинів з гідрофобними речовинами до їх складу вводять стабілізатори, зокрема, ВМС (ПАР) (розчинний кофе).

Найбільше значення з вказаних дисперсних систем мають колоїдні розчини (золі), які знаходяться ближче за всіх до біологічних об'єктів. Колоїдні розчини включають тверду дисперсійну фазу та рідке дисперсійне середовище. Такі рідини організму людини як кров, лімфа та інші є колоїдними системами, в яких ряд речовин, наприклад, білки, холестерин, глікоген та ін. знаходяться у колоїдному стані. Колоїдний стан різних тканин живих організмів обумовлює різноманітність їх властивостей (стан гелів, еластичність, набрякнення та ін.). Крім того, колоїдні речовини здатні зв'язувати великі кількості води (сполучна тканина), а також адсорбувати різноманітні речовини, що має значення при обміні речовин, процесах травлення, впливі лікарських засобів на організм.

3. Методи одержання колоїдних розчинів

Колоїдні системи утворюються при наступних умовах: 1) при наявності 2-х фаз; 2) розміри подрібненої речовини повинні бути доведені до розмірів колоїдних часток; 3) використання стабілізаторів. У випадку гідрофільних колоїдних систем стабілізаторами є іони електролітів, які на поверхні розподілу фаз утворюють іонний шар і гідратну оболонку, і забезпечують збереження колоїдних часток у підвішеному стані.

У випадку гідрофобних колоїдних систем як стабілізатори використовуються ВМС (ПАР).

Враховуючи, що колоїдні розчини займають проміжне становище між грубодисперсними та істинними розчинами, для їх одержання можуть бути застосовані дві групи методів: 1) дисперсійні: подрібнення більш крупних

часток до необхідного ступеня дисперсності, або 2) конденсаційні: об'єднання молекул або іонів до агрегатів з розміром колоїдних часток.

Дисперсійні методи (дисперсна фаза подрібнюється до розмірів колоїдної частинки, переноситься у дисперсійне середовище, при необхідності додається стабілізатор (ПАР)). Можливі наступні способи подрібнення речовин:

- механічне подрібнення у колоїдних млинах (виробництво фарб);
- електричне диспергування за допомогою дугового розряду;
- метод пептизації, що являє собою перевід свіжо утвореного осаду у

колоїдний розчин шляхом виводу коагулюючих іонів і зменшення розміру часток дисперсійної фази. Пептизація – це процес переходу речовини в золь під впливом пептизаторів (диспергуючих засобів (з аналогії з процесом розщеплення білку ферментом пепсином на пептони)). Пептизації в основному підлягають рихлі свіжо утворені осадки гідроксидів металів ($\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$). Пептизація може протікати внаслідок видалення з розчину коагулюючих іонів, які визивають укрупнення часток; або адсорбції пептизатора, що супроводжується утворенням подвійного електричного шару і появою гідратної оболонки на колоїдних частинках;

- диспергування речовини ультразвуковими хвилями ($10^5 - 10^6$ Гц);

- розчинення (самодовільне диспергування). Цей метод використовується для отримання розчинів ВМС з твердих полімерів їх диспергуванням у відповідних розчинниках, як наприклад, при розчиненні у воді крохмалю, желатину, сухого молока, агар-агару та ін. Метод самодовільного диспергування призводить до утворення двухфазної стійкої колоїдної системи.

Стабілізатором при використанні дисперсійних методів є, як правило, третя речовина.

Конденсаційні методи засновані на укрупненні часток від розміру молекул до розміру колоїдної частинки. Конденсаційні методи можуть бути фізичними (утворення туманів, хмар, диму) і хімічними (утворення колоїдних частинок в результаті різних хімічних реакцій). Можливі наступні конденсаційні способи отримання колоїдних розчинів:

- заміни розчинника (в розчині замінюють розчинник, в якому добре розчинна дисперсна фаза). Наприклад, при розбавленні спиртових настоек валеріани та ін. водою утворюються колоїдні розчини лікарських речовин. Молекули розчиненої речовини, що знаходились у спиртових настояках, при розбавленні водою попадають в умови поганої розчинності, конденсуються у більш крупні колоїдні частинки;

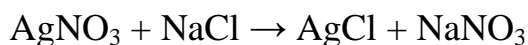
- в результаті реакції, яка супроводжується утворенням важко розчинної речовини.

Для утворення колоїдного розчину, а не осаду, в дуже розбавлений розчин одного компонента додають малий об'єм концентрованого розчину другого компонента при інтенсивному перемішуванні. Роль стабілізатору в цьому випадку виконує та речовина, яку взяли у надлишку.

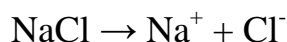
4. Будова колоїдних часток

На відміну від істинних розчинів, що містять молекули і іони речовин, структурною одиницею колоїдного розчину є міцела. Міцели, що утворюють дисперсну фазу золю, складаються з ядра з подвійним електричним шаром. Ядро має кристалічну будову. На межі розподілу фаз формується подвійний електричний шар (ПЕШ), який складається, в свою чергу, з адсорбційного і дифузійного шарів. ПЕШ утворюється двома способами – адсорбційним шляхом, а також шляхом поверхневої дисоціації.

Наприклад, якщо у розчин хлориду натрію додавати розчин нітрату срібла протікає реакція утворення важко розчинної речовини – хлориду срібла:



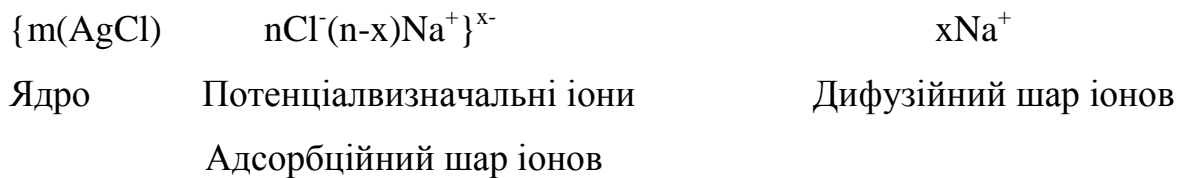
Стабілізатором є NaCl, який міститься у надлишку. NaCl дисоціює:



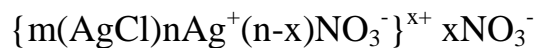
Ядро міцели складає важко розчинна речовина AgCl. На ядрі за правилом Пескова-Фаянса адсорбуються іони стабілізатора (ті іони, що містяться у кристалічному ядрі або ізоморфні їм) – хлорид-іони. Такі іони називаються потенціалвизначальні, тому що вони визначають заряд гранули. Негативна

частинка, що утворилась, адсорбує на своїй поверхні частину протиіонів (іонів протилежного заряду) – $(n - x) \text{Na}^+$, утворюючи адсорбційний шар. Частина протиіонів, що залишилась, $x\text{Na}^+$ розташовується у дифузійному шарі.

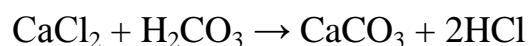
Міцела, що утворюються у даному випадку, має негативний заряд (негативний золь):



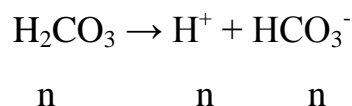
Якщо до розчину нітрату срібла додавати краплями розчин хлориду натрію, то стабілізатором у цьому випадку буде нітрат срібла, а утворена міцела має позитивний заряд (позитивний золь):



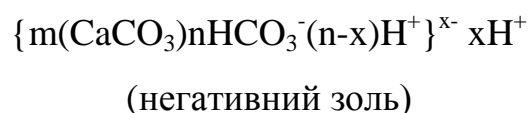
Для плазми крові та інших фізіологічних рідин можна записати будову міцели колоїдного розчину карбонату кальцію, виходячи з реакції:



Вугільна кислота, як слабкий електроліт, у плазмі крові існує у вигляді іонів



Тому міцела має формулу:



Заряд гранули визначає величину (ξ) дзета-потенціалу (електрокінетичного потенціалу), який виникає на межі адсорбційного та дифузійного шарів. Величина дзета-потенціалу – це різниця між загальною кількістю зарядів потенціалвизначальних іонів та кількістю зарядів протиіонів, що знаходяться в адсорбційному шарі. Величина дзета-потенціалу визначає стабільність колоїдної системи. Електрокінетичний потенціал неможливо вимірювати.

5. Методи очищення колоїдних розчинів

Колоїдні розчини необхідно очищувати від домішок іонів і ін.

низькомолекулярних речовин, які зменшують стабільність системи. Для цього існують наступні методи: діаліз, електродіаліз, ультрацентрифугування, компенсаційний діаліз і вивідіаліз.

Діаліз заснований на застосуванні напівпроникних мембран, які пропускають іони й молекули, але затримують колоїдні частинки. Такі властивості мають целофан, пергамент, колодій і ін. матеріали. У результаті дифузії низькомолекулярні домішки переходять у зовнішній розчин, що обмиває мембрану, і золь очищується. Це повільний процес, який можна прискорити, наприклад, дією електричного струму.

Електродіаліз – процес діалізу, прискорений завдяки його проведенню в електричному полі, що прискорює рух іонів. Прилад складається із трьох частин, внаслідок його розділення двома напівпроникними мембранами. У середню камеру наливають колоїдний розчин, у бічні – чистий розчинник і занурюють електроди, на які подається постійна напруга. Таким чином, значно прискорюється рух іонів і процес очищення колоїдного розчину відбувається значно швидше.

Сутність компенсаційного діалізу полягає в тому, що рідина в діалізаторі обмивається не чистим розчинником, а розчинами з різним вмістом обумовленої речовини.

Близьким до компенсаційного діалізу є вивідіаліз. З його допомогою можна визначати вміст у крові низькомолекулярних речовин. Для цього перерізану судину приєднують до трубок з напівпроникного матеріалу й занурюють у посудину з фізіологічним розчином або водою. У такий спосіб була встановлена наявність у крові вільної глюкози, амінокислот.

За принципом компенсаційного діалізу працює апарат «штучна нирка» (АШН), який застосовується при гострій нирковій недостатності, обумовленій отруєннями, токсикозом, важкими опіками та ін. При цьому кров під тиском протікає у вузькому зазорі між двома напівпроникними мембранами, омиваними фізіологічним розчином, в який виходять через мембрану токсичні продукти. Очищення крові (гемодіаліз) від продуктів розпаду (сечовина, сечова

кислота, надлишок іонів калію, хлору й ін.) проводиться протягом 3-4 годин.

Ультрафільтрація – фільтрація скрізь щільні напівпроникні мембрани з малими розмірами пор під тиском або з використанням вакууму.

Для поділу компонентів дисперсної системи використовують ультрацентрифугування, що полягає в розподілі частинок різної маси у відцентровому полі великих прискорень.

6. Властивості колоїдних розчинів

- молекулярно-кінетичні;
- оптичні;
- електрокінетичні.

Порівняльна характеристика фізико-хімічних властивостей дисперсних систем та істинних розчинів

Грубодисперсні системи ($d > 10^{-7}$)	Колоїдні розчини ($d 10^{-7} - 10^{-9}$ м)	Істинні розчини ($d < 10^{-9}$ м)
Мікрогетерогенні	Ультрамікрогетерогенні	Гомогенні
Утворені з нерозчинних речовин	Утворені з нерозчинних речовин	Утворені з розчинних речовин
Непрозорі	Прозорі	Прозорі
Кінетично нестійкі	Кінетично стійкі, агрегативно малостійкі	Кінетично і агрегативно стійкі
Не дифундують	Повільно дифундують	Швидко дифундують
Не проходять скрізь паперовий фільтр	Проходять скрізь паперовий фільтр, не проходять скрізь ультрафільтр	Проходять скрізь паперовий фільтр і ультрафільтр
Не проходять скрізь напівпроникнені мембрани	Не проходять скрізь напівпроникнені мембрани	Проходять скрізь напівпроникнені мембрани
Видні в оптичному мікроскопі	Невидні в оптичному мікроскопі, видимі в ультрамікроскопі	Невидні в оптичному і ультрамікроскопі

Молекулярно-кінетичні властивості

Такі молекулярно-кінетичні властивості як броунівських рух, дифузія,

осмос притаманні для істинних та колоїдних розчинів. Відмінність полягає в тім, що ці властивості для колоїдів мають менші значення, що обумовлено більшим розміром частинок.

Як і для істинних, так і для колоїдних розчинів осмотичний тиск прямо пропорційний концентрації. Крім того, величина осмотичного тиску нестала, що пояснюється нестійкістю колоїдних розчинів, їхнім прагненням до агрегації частинок дисперсної фази.

Броуновський рух – хаотичний рух частинок у мікрогетерогенних системах, що є наслідком теплового руху частинок дисперсної фази й дисперсійного середовища.

Для колоїдних розчинів характерні специфічні властивості – дифузійно-седаметаційна рівновага.

На частинки дисперсної фази у такій системі діють не тільки процеси дифузії, але й гравітаційне поле, під впливом якого ці частинки можуть седиментувати. Таким чином, у колоїдних розчинах встановлюється седиментаційно-дифузійна рівновага. Ця рівновага може бути порушена, наприклад, під дією центробіжної сили, що призводить до процесів седиментації. Цей принцип використовується в центрифугах. За допомогою центрифугування проводять розділення білків, відокремлення елементів крові, розділення клітинних органел з гомогенатів тканин та ін.

Оптичні властивості колоїдних розчинів

Колоїдні розчини оптично неоднорідні (мають різний розмір, форму і структуру частинок), тому колоїдні розчини мають здатність:

- розсіювати світло (опалесцирувати як наслідок явища дифракції);
- при бічному висвітленні колоїдного розчину на темному фоні з'являється конус (ефект Тіндаля). Даний ефект обумовлений розміром колоїдних частинок. Так як розміри колоїдних частинок більші у порівнянні з довжиною світлових хвиль видимої області, промінь світла, що попадає на поверхню частинки, розміри якої більші за довжину хвилі променя, відштовхуються від неї й відбувається дифракція (розсіювання світла).

- поглинати світло. Колоїдні розчини здатні поглинати певну частину видимого спектру, як правило, мають забарвлення. Вибірковість поглинання є функцією дисперсності. Високодисперсні золі поглинають зелену частину спектру (самі мають червоне забарвлення). При збільшенні розмірів частинок золю його забарвлення стає синім.

На явищах світлорозсіювання колоїдними частинками засновані важливі методи медико-біологічних досліджень. За допомогою приладу нефелометра, що працює за принципом світлорозсіювання, визначають концентрацію білка у сечі. Робота ультрамікроскопу (колоїдні частинки спострігають на темному фоні при бічному висвітленні) та електронного мікроскопу засновані також на цьому принципі і дозволяють визначити концентрацію та дисперсність частинок у біологічних середовищах. В електронному мікроскопі використовують потік електронів замість світових променів і магнітні (електричні) лінзи замість скляних.

7. Електрокінетичні властивості колоїдних розчинів

Електрокінетичні явища – це процеси, що виникають у гетерогенній системі при відносному переміщенні двох фаз за участі електричного поля (Ф.Ф. Рейсс). Причиною електрокінетичних явищ є існування у місці контакту твердої фази та рідкого середовища подвійного електричного шару і легкість зміщення гранули відносно дифузійного шару.

Розрізняють чотири види електрокінетичних явищ – електрофорез, електроосмос, потенціал плинину й потенціал осідання (седиментації).

Електрофорез – пересування твердої фази щодо рідкого середовища в зовнішньому електричному полі. Метод електрофорезу використовується для розділення амінокислот, білків, ферментів, антитіл та ін. За допомогою цього методу виділяють та досліджують фракції білків плазми крові. Електрофореграми крові здорових людей однакові, а при патології вони мають вигляд, специфічний для кожної хвороби, що застосовують для діагностики захворювань. За допомогою цього методу отримані важливі дані про електрохімічні властивості біологічних систем. Встановлено, що всі біологічні

поверхні заряджені негативно. Явище електрофорезу спостерігається за умов міграції лейкоцитів до вогнища запалення, тому що тканини, які зруйнувалися при запаленні, внаслідок утворення кислих продуктів мають позитивний заряд, а поверхня лейкоцитів заряджена негативно.

Електроосмос – пересування рідкого середовища щодо твердої фази в зовнішньому електричному полі.

Потенціал плин – різниця потенціалів між точками поточного дисперсійного середовища щодо нерухомої фази. Це явище зворотнє електроосмосу.

Потенціал седиментації – різниця потенціалів між точками, що перебувають на різних висотах дисперсної фази, яка рухається. Це явище зворотнє електрофорезу.

Швидкість електрофорезу (електрофоретичну активність) розраховують з використанням рівняння Гельмгольца-Смолуховського:

$$U = \frac{\varepsilon \xi E}{4\pi\eta l}, \text{ де}$$

η - в'язкість середовища (Н с/м²); L – відстань між електродами; H – електрофоретична рухливість, м/с; ε - діелектрична проникненість середовища (для води вона дорівнює $9 \cdot 10^{-9}$) Ф/м; U – різниця потенціалів, В.

Звідси розраховують значення дзета-потенціалу:

$$\xi = \frac{4\pi\eta LH}{\varepsilon U},$$

8. Стабільність і коагуляція дисперсних систем (за Песковим)

З фармацевтичної точки зору найбільш важливою властивістю колоїдних розчинів є висока ступень їх лабільності. Під впливом мало важливих, з нашої точки зору, причин, наприклад, додавання незначної кількості електролітів, нагрівання, механічної обробки, освітлення, підвищення температури, а іноді самодовільно колоїдні розчини підлягають коагуляції. При коагуляції частинки речовини збільшуються, золь мутніє, перетворюється на суспензію і через час випадає осад – коагулянт. Іноді при коагуляції рідкі золі застигають,

перетворюючись на прозорі студні – гелі. Навіть при самому дбайливому зберіганні золі мають визначальний строк існування, з часом «старіють» і в решті решт коагулюють або желатинують.

Розрізняють два види стійкості дисперсних систем – агрегативну і кінетичну.

Кінетична стійкість – здатність дисперсної фази перебувати у зваженому стані й не седиментувати. Високодисперсні системи внаслідок наявності седиментаційно – дифузійної рівноваги мають високу кінетичну стійкість.

Агрегативна стійкість – здатність дисперсної системи зберігати певний ступінь дисперсності, не поєднуючись у більші агрегати. Порушення агрегативної стійкості, внаслідок чого відбувається збільшення розміру колоїдних частинок, що призводить до їхнього осадження, називається коагуляцією. Колоїдні розчини агрегативно нестійкі.

Фактори стійкості колоїдних розчинів:

- 1) Наявність заряду у дисперсних частинок (ξ -потенціал). Чим більше ξ -потенціал, тим вище стійкість, тому що при зустрічі однойменно заряджені частинки відштовхуються з великою силою.
- 2) Здатність до сольватації (гідратації) протионів дифузійного шару. Чим більш гідратовані протиіони дифузійного шару, тим товща загальна гідратна оболонка навколо гранули й тим стабільніша дисперсна система (розклинююча дія).
- 3) Адсорбційно-структуруючі властивості дисперсних систем. Гідрофобні частинки добре адсорбують на своїй поверхні ПАР (ВМС), що мають гідрофільні властивості.

У такий спосіб на поверхні гідрофобного золю створюються адсорбційно – гідратні шари значної довжини й щільності, забезпечуючи високу стабілізацію навіть за умов дуже високих концентрацій дисперсної фази.

Здатність ВМС захищати гідрофобні золі від коагуляції називається захисною дією або колоїдним захистом. У біоорганізмах усі колоїдні розчини

захищені.

До зовнішніх факторів, що викликають коагуляцію колоїдних розчинів відносять: підвищення температури, збільшення концентрації, механічна дія (струшування), опромінення, додавання хімічних реагентів, зокрема, електролітів.

Найбільш істотним фактором, що викликає коагуляцію, є дія електролітів.

Правила коагуляції наступні:

1. Всі електроліти викликають коагуляцію золю, тому що зменшують товщину подвійного електричного шару і величину дзета-потенціалу.

2. Коагуляцію позитивно заряджених гранул колоїду викликають аніони, негативно заряджених міцел – катіони. Електроліти переводять міцелу в ізоелектричний стан:



Критичне значення дзета-потенціалу, при якому починається коагуляція $\pm 30\text{мВ}$.

3. Коагулююча дія електроліту характеризується пороговою концентрацією або порогом коагуляції (C_k). Поріг коагуляції (C_k) – це найменша концентрація електроліту (в ммоль), яку необхідно додати до 1 л колоїдного розчину, щоб викликати коагуляцію.

$$C_k = \frac{C_{\text{э}} \cdot V_{\text{элек}} \cdot 1000}{V_{\text{золя}} + V_{\text{эл}}} \text{ ммоль/л}$$

Величина, зворотня порогу коагуляції, має назву коагулююча здатність

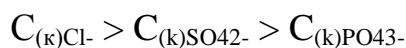
$$P = \frac{1}{C_k}$$

4. Коагулююча здатність іонів залежить від величини заряду іону. Чим більший заряд, тим більша коагулююча здатність (правило Шульце-Гарді).

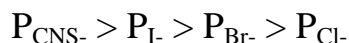
$P_{\text{Al}^{3+}} > P_{\text{Ca}^{2+}} > P_{\text{K}^+}$ Ліотропний ряд

$C_{\text{K}^+} > C_{\text{Ca}^{2+}} > C_{\text{Al}^{3+}}$, тобто чим менший заряд іону, тим при більшій концентрації буде протікати коагуляція (вище порогова концентрація).

$P_{\text{PO}_4^{3-}} > P_{\text{SO}_4^{2-}} > P_{\text{Cl}^-}$



Якщо іони мають однаковий заряд, коагулююча здатність залежить від радіусу сольватованого іону: чим більший радіус, тим менша коагулююча здатність. Ступень сольватації іону зменшується в групі згори до низу, тому



Коагулююча здатність органічних речовин значно вища, ніж неорганічних. Високою коагулюючою здатністю володіють H^+ та OH^- іони.

При коагуляції золів сумішами електролітів можна спостерігати наступні явища:

Аддитивність – коагулююча дія електролітів дорівнює сумі коагулюючих дій кожного електроліту. Таке явище буває рідко, в тих випадках, коли іони-коагулянти мають однаковий заряд і близькі за ступенем гідратації.

Антагонізм – коагулююча дія суміші менша, ніж їхня дія окремо.

Синергізм – коагулююча дія іонів у суміші підвищується.

Звикання. Якщо до золю додавати електроліт – коагулятор невеликими порціями через великі проміжки часу, коагуляція не настає, хоча загальна кількість електроліту набагато перевищує поріг коагуляції.

Взаємна коагуляція золів. 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 природних і промислових вод. На водопровідних станціях перед подачою води на піскові фільтри до неї додають солі $Al_2(SO_4)_3$ або $FeCl_3$. У результаті гідролізу утворюються позитивно заряджені золі $Al(OH)_3$ або $Fe(OH)_3$, які викликають швидку коагуляцію негативно заряджених частинок ґрунту, мікрофлори, органічних домішок.

9. Колоїдний захист. Колоїдні розчини ПАР. Біологічне значення колоїдного захисту

Стабілізація золів стосовно електролітів шляхом додавання незначної

кількості високомолекулярних сполук називається колоїдним захистом. При адсорбції ВМС на частинках золю, захищений золь набуває властивості лиофільності й стає досить стійким.

Кількісно захисна дія ВМС визначається захисним числом.

Захисне число – кількість міліграмів сухої захисної речовини, яку необхідно додати до 10 мл золю, щоб захистити його від коагуляції 1 мл 10% розчину NaCl.

В організмі усі гідрофобні золі захищені білками, полісахаридами, пектинами. У здорових людей вміст захисних речовин у біологічних рідинах сталий. При патологіях або при старінні організму захисні властивості білків та інших захисних речовин змінюються, що призводить до утворення осадів і каменів у нирках, печінці, протоках травних залоз.

Порушення лецитино-холестеринової рівноваги, зниження захисних властивостей білків, призводить до розвитку атеросклерозу (відкладення холестерину на стінках кровоносних судин).

Явище колоїдного захисту використовується при виготовленні лікарських препаратів (протаргол, коларгол та ін.).

Захищений золь не підпорядковується правилу Шульце-Гарди і його коагуляцію може викликати тільки кількість електроліту, що перевищує порогові значення, або той реактив, який осаджає ВМС.

При малій концентрації у воді (менше 10^{-3} моль/л) поверхнево-активні речовини (ПАР) утворюють істинні розчини. Концентровані розчини ПАР мають колоїдну структуру внаслідок самодовільного утворення у системі колоїдних агрегатів. Утворення сферичних міцел протікає при концентрації, яка називається критичною концентрацією міцелоутворення (ККМ). При цьому різко змінюються фізико-хімічні властивості розчину ПАР: осмотичний тиск, електропровідність, мутність, поверхневе натягіння. Значення ККМ звичайно знаходяться в межах 10^{-4} – 10^{-5} моль/л, фосфоліпіди і сфінголіпіди мають ККМ 10^{-8} – 10^{-10} моль/л.

Головною властивістю міцелярних розчинів ПАР є сольобілізація, (колоїдне розчинення, захист), тобто занурення ПАР у міцели колоїдів мало- або нерозчинних у даному розчиннику речовин. В результаті сольобілізації різко збільшується розчинність гідрофобних речовин у міцелярних розчинах ПАР. Наприклад, процес засвоєння жирів у організмі починається з сольобілізації їх солями жовчних і жирних кислот.

Напівколоїдами називаються розчини змішаного характеру, тобто такі системи, у яких речовина дисперсної фази в тому самому розчиннику може перебувати в динамічній рівновазі як у формі молекул і іонів, так і колоїдних частинок.

До напівколоїдів відносять мила, детергенти, таніди, барвники.

Мила (солі вищих карбонових кислот) і детергенти (хлористий октадециламоній, дюпонол і ін.) мають високу поверхневу активність. Вони являють собою довгі вуглеводневі ланцюги з іоногенними групами на кінці. Залежно від характеру іоногенних груп розрізняють аніонні ($-\text{COO}^-$, $-\text{OSO}_3^-$ і ін.) або катіонні ($-\text{NH}_3^+$) детергенти.

Завдячуючи силам міжмолекулярного притягання у водних розчинах відбувається об'єднання вуглеводневих ланцюгів в асоціації молекул з утворенням сферичних або пластинчастих міцел.

У результаті міцелоутворення на поверхні міцели будуть розташовуватися полярні групи, які гідратуються у водному середовищі, забезпечуючи стійкість колоїдній системі.

Мила лужних металів у концентрації до 1% існують у вигляді молекулярних розчинів. При концентрації вище 1% - у вигляді сферичних або пластинчастих міцел, у яких іоногенні групи звернені убік води.

При концентрації вище 7-8% розчини мила втрачають плинність і перетворюються на гель.

Важливою властивістю міцелярних розчинів, що впливає із будови ПАР, є сольобілізація, тобто проникнення мало- або практично нерозчинних у даному розчиннику речовин у міцели ліофільних колоїдів, що призводить до різкого

збільшення розчинності цих речовин у мицелярних розчинах.

З процесом солюбілізації пов'язана емульгуюча дія ПАР, миюча дія мила, детергентів.

Багато природних молекул, що мають властивості ПАР, наприклад, фосфоліпіди, утворюють у водних розчинах бішарові структури, у яких їхні молекули звернені один до одного гідروفобними кінцями (гідروفобні взаємодії), а полярними – до молекул води. Такі структури можуть бути не тільки бішаровими, але й багатшаровими. Вони можуть включати у свою структуру воду, яка залишилася в проміжку між двома бішаровими структурами – внутрішньої й зовнішньої. Такі утворення називаються ліпосомами. Вони зручні як об'єкт для вивчення моделей клітинних мембран, їх використовують для спрямованої доставки ліків до уражених органів і тканин.

У сучасній медицині як лікарські засоби широко використовуються протеоліпосоми, тобто ліпосоми, що містять усередині молекулу білка.

10. Використання дисперсних систем у медицині

Всі біологічні рідини нашого організму - це колоїдні розчини. Наприклад, у крові форменні елементи утворюють дисперсну фазу, а плазма – дисперсійне середовище. Для дисперсних фаз крові характерні процеси коагуляції. Зокрема, еритроцити у нормі седиментують з певною швидкістю (ШОЕ). При різних патологіях біохімічний склад крові змінюється, еритроцити адсорбують крупні молекули глобулінів, фібриноген, стають важкими і ШОЕ збільшується. Коагуляція проявляється при згортанні крові. Цей процес приводить до зупинки кровотечі.

У сучасній медицині широко використовуються колоїдні розчини. Зокрема, при гострій кровотечі для підтримки об'єму циркулюючої крові в/в введення колоїдних розчинів (плазмозамісників) ефективніше ніж введення істинних розчинів. У клінічній практиці часто використовують 5% і 25% розчини сироваточного альбуміну людини, які визначають більш ніж на 80% колоїдно-осмотичний тиск (онкотичний) плазми крові і виконують важливу транспортну функцію по доставці антибіотиків та іонів. Крім цього, з цією

метою застосовують 6% розчин гетастарчу, розчин декстрану-40. «Рефортан» (Стабізол, Інфукол, Венофундін, Гемохес) – 6% розчин гідроксиетилкрохмалю використовують як плазмозамінюючий колоїдний розчин для лікування і профілактики гіповолемічного шоку при опіках, травмах, оперативних втручаннях.

«Комізол. Золото-198 колоїдне» – розчин для в/в введення використовується для сканування печінки, визначення кровообігу печінки, регіонарного лімфотоку і сканування лімфатичних вузлів; в якості лікувального протипухлинного засобу вводиться до тканин, порожнин і в лімфатичні судини.

Аерозолі інсектицидів, фунгіцидів, так звані виробничі аерозолі (дими, аерозолі з вмістом оксидів синцю, цинку, кремнезему та ін., що утворюються у процесі хімічних виробництв) шкідливі для здоров'я. В медичній практиці використовуються аерозолі:

«Беротекс Н» – для профілактики приступів бронхіальної астми;

«Ліюксазол» – для лікування і профілактики гострих місцевих променевих уражень шкіри;

«Камфомен» – для лікування запальних захворювань верхніх дихальних шляхів, гострих ринітів, фарингітів та ін.

У медицині у вигляді суспензій використовують нерозчинні у воді лікарські речовини, зокрема:

Суспензії сірки у дерматології;

Лікувальні грязі, суспензії блакитної гліни;

«Цинк-кортикотропін суспензія» застосовується внутрішньом'язово для лікування атрофії, ревматизму, інфекційних неспецифічних поліартритів, бронхіальної астми, лейкозів, нейродермитів, екзем, алергічних захворювань;

«Бактрим-суспензія» використовується внутрішньо після їжі при інфекціях дихальних, сечовивідних шляхів та ШКТ;

«Маалокс» (суспензія для прийому внутрішньо) містить у якості діючих речовин магнія гідроксид і алюмінія гідроксид, використовується як

антацидний засіб (при порушенні кислотності) для лікування виразкових хвороб шлунка і 12-першої кишки у фазі загострення.

Пасти (грубодисперсні системи) з високою концентрацією твердої дисперсійної фази (від 25% до 75%) у рідкому дисперсійному середовищі широко використовуються у стоматології та дерматології.

Емульсії у медицині також широко застосовуються, зокрема:

«Омегавен емульсія» для парентерального живлення при внутрішньовенному введенні, містить високо очищений риб'ячий жир, фосфоліпиди яйцевого білка в якості емульгаторів, і воду для ін'єкцій;

«Нутріфлекс 40/80 ліпід емульсія» для парентерального живлення містить амінокислоти, електроліти, оливкову олію, декстрозу;

«Кабівен центральний емульсія» для парентерального живлення, що містить олію соєвих бобів, амінокислоти, декстрозу, електроліти.

З фармацевтичної точки зору, необхідно пам'ятати про низьку стійкість лікарських препаратів, що містять гетерогенні дисперсні системи. Тому дуже важливо збереження режиму зберігання таких лікарських препаратів (у сухому, прохолодному, захищеному від світла місці, без перегрівань і переохолоджень), а також проведення візуального контролю якості лікарських препаратів, що містять дисперсні системи, перед застосуванням на предмет їх однорідності. При найменших змінах в органолептичних властивостях препарат використовувати неможна.

ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ДОСЛІД: «ВИЗНАЧЕННЯ ЗАРЯДУ КОЛОЇДНИХ ЧАСТИНОК МЕТОДОМ КАПІЛЯРІЗАЦІЇ»

Сутність методики:

Метод капілярізації заснований на тому, що целюлозні стінки капілярів фільтрувальної папи заряджаються негативно, а вода, що пронизує папу - позитивно.

Методика проведення експерименту:

На аркуш фільтрувальної папи нанести краплю розчинів берлінської лазури, отриманих попередньо з розчинів хлориду заліза (III) з $C(\text{FeCl}_3) = 0,005$ моль/л

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

Після всмоктування краплі золь з позитивно зарядженими частинками адсорбується на бумазі і утворює забарвлення у центрі та безфарбну з боків пляму; золь з негативно зарядженими частинками не адсорбується бумагою і утворює рівномірно забарвлену пляму.

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

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

«ВИЗНАЧЕННЯ ПОРОГУ КОАГУЛЯЦІЇ ЗОЛЮ ГІДРОКСИДУ ЗАЛІЗА (III)».

Сутність методики:

Згідно правилу Шульце-Гарді поріг коагуляції зменшується зі збільшенням заряду іону, який визиває коагуляцію. Поява помутніння розчину у пробірці при додаванні розчину коагулюючого електроліту визначає його мінімальну молярну концентрацію еквіваленту, здатну викликати коагуляцію золю.

Методика проведення експерименту:

1. Заповніть першу бюретку розчином хлориду калія з $C(KCl) = 1$ моль/л; другу – розчином хромату калія з $C(1/2 K_2CrO_4) = 0,1$ моль/л; третю – розчином гексоціаноферрату (III) калія з $C(1/3 K_3[Fe(CN)_6]) = 0,01$ моль/л.

2. Додати в кожен з трьох пробірок по 5 мл розчину хлориду заліза (III).

3. Додати у першу пробірку по краплям, при перемішуванні, розчин хлориду калія, у другу – розчин хромату калія, в третю – розчин гексоціаноферрату (III) калія до помутніння золю (коагуляція).

Результати занести у таблицю:

Електроліт	Молярна концентрація екв. ел-та $C(1/z X)$,	Об'єм р-ру електроліту, мл	Коагулюючий іон	Коагулююча здатність, $p(x)$, л/ммоль	Поріг коагуляції, $C(x)$, моль/л
KCl	1 моль/л				
K ₂ CrO ₄	0,1 моль/л				
K ₃ [Fe(CN) ₆]	0,01 моль/л				

Обробка експериментальних даних:

1. Розрахунок порогу коагуляції:

$$C(1/z \text{ ел}) = \frac{C(1/z X) \cdot V(X) \cdot 1000}{V(\text{золю}) + V(X)}$$

2. Розрахунок коагулюючої здатності електролітів:

$$P(X) = 1/C(X) = \text{л/ммоль}$$

Висновки:

8. Ситуаційні задачі для визначення кінцевого рівня знань.

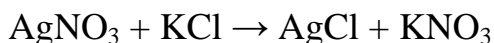
1. Який заряд повинен мати золь, якщо частинки золю рухаються до аноду?

- А. (+); В. (0);
Б. (-); Г. частковий (+).

2. Яку будову має міцела AgCl , якщо визначено заряд золю як негативний?

- А. $\{(\text{AgCl})_m n \text{Ag}^+(n-x) \text{Cl}\}^0$
Б. $\{(\text{AgCl})_m n \text{Cl}^-(n-x) \text{Ag}^+\}^0$
В. $\{(\text{AgCl})_m n \text{Ag}^+(n-x) \text{NO}_3^-\}^{x+} \times \text{NO}_3^-$
Г. $\{(\text{AgCl})_m n \text{Cl}^-(n-x) \text{K}^+\}^{x-} \times \text{K}^+$

3. Золь AgCl отриманий реакцією



Надлишок якого реагенту треба взяти, щоб одержати золь, частинки якого в електричному полі рухаються до аноду?

- А. KCl В. $\text{KCl}, \text{AgNO}_3$ однакові
Б. AgNO_3 Г. H_2O

Еталони відповідей: 1 - Б; 2 - Г; 3 - А.

9. Рекомендації до оформлення результатів роботи.

За результатами роботи на занятті студенти повинні занести у «Робочий зошит» алгоритми вирішення навчальних завдань аудиторної та самостійної роботи, результати проведення демонстраційного досліду або лабораторної роботи, а також зробити висновки щодо особливостей фізико-хімічних властивостей дисперсійних систем та їх використання у медичній практиці.

10. Література

а) основна:

1. Медична хімія : підручник / В.О. Калібабчук, І.С. Чекман, Г.О. Сирова, В.І. Галинська та ін.; за ред. проф. В.О. Калібабчук. – К.: ВСВ «Медицина», 2013. – 336 с. (Затверджено Міністерством освіти і науки України (лист МОН України №1/11-1152 від 05.02.13) та Міністерством охорони здоров'я України як базовий підручник для студентів вищих навчальних закладів IV рівня акредитації (напрями «Лікувальна справа» та «Стоматологія»).

2. Завгородній І.В., Сирова Г.О., Ткачук Н.М. та ін. Медична хімія. Навчальний посібник рекомендований МОЗ та МОН України як навчальний посібник для самостійної роботи студентів вищих медичних навчальних закладів IV рівня акредитації, Харків, ХНМУ, 2010. – 268 с.

3. Завгородній І.В., Ткачук Н.М., Петюніна В.М. та ін. Навчальний посібник для самостійної роботи студентів медичного факультету по курсу «Медична хімія» Модуль 2: «Рівновага в біологічних системах на межі розподілу фаз», Харків, ХНМУ, 2008. – 116 с.

б) допоміжна:

1. Садовнича Л.П., Хухрянский В.Г., Цыганенко А.Я. Биофизическая химия. – Киев: «Вища школа», 1986. – 272с.

2. Равич-Щербо М.И., Новиков В.В. Физическая и коллоидная химия. – М. «Высшая школа», 1975. – 256с.

3. Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. Загальна та неорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2003. – 464с.

4. Зеленин К.Н. Химия. – Санкт-Петербург: «Специальная Литература», 1997. – 688с.

5. Чанг Р. Физическая химия с приложениями к биологическим системам. – Москва, «Мир», 1980.