



туман



фарби

Дисперсні системи. Колоїдні розчини. Фізико-хімічні властивості розчинів біополімерів.



піни



МОЛОКО



косметика



миючі засоби



кров

лектор: доц. М. В. Кирилів

Систему, яка складається з двох і більше речовин, одна з яких розподілена у вигляді дрібних частинок (диспергована в іншій), називають

дисперсною системою.



дисперсна фаза
дисперсійне
середовище



**Дисперсна
система**



Дисперсна фаза
(частинки подрібненої
речовини)

**Дисперсійне
середовище**
(фаза переважає за своєю масою,
в ній розподілені частинки
дисперсної фази)

Дисперсність



Дисперсність – основна характеристика дисперсної системи, є мірою подрібненості речовини. Дисперсність - це величина, обернена до діаметру частинок дисперсної фази



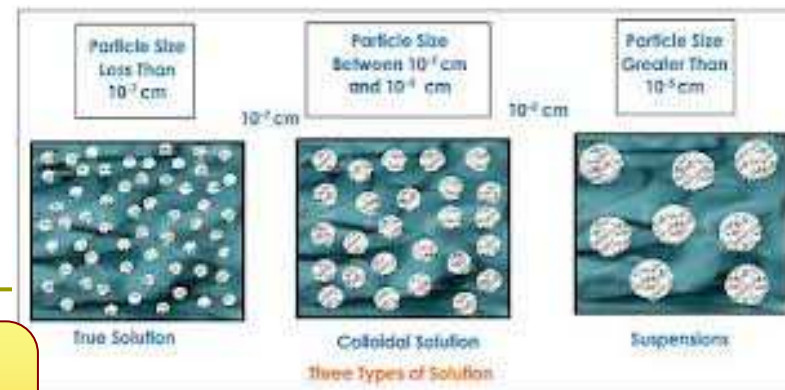
$$D = \frac{1}{d}$$

де D - дисперсність, м^{-1}

d - діаметр частинок дисперсної фази, м

Класифікація дисперсних систем

За ступенем дисперсності



Істинні розчини
(діаметр частинок менш як 10^{-9} м)



Колоїдні розчини (золі)
(діаметр частинок 10^{-7} - 10^{-9} м)



Грубодисперсні розчини
(діаметр частинок 10^{-4} - 10^{-7} м)
(емульсії, суспензії, аерозолі)

За агрегатним станом



Дисперсійне середовище	Дисперсна фаза		
	ГАЗ	РІДИНА	ТВЕРДЕ ТІЛО
ГАЗ	Не утворюється дисперсна система	Аерозоль рідкий (Туман, хмари)	Аерозоль твердий (пил, дим)
РІДИНА	Піни (мильна піна, протипожежна піна)	Емульсії (молоко, майонез, крем)	Суспензії, золі (золі металів, пасти)
ТВЕРДЕ ТІЛО	Пористі системи (пемза, активоване вугілля)	Пористі тіла, гелі (грунт, тверді емульсії)	Тверді колоїдні системи (мінерали, сплави, бетон)

Класифікація дисперсних систем

За характером
міжфазної взаємодії



Ліофільні

(сильна міжфазна взаємодія,
відбувається сольватація або гідратація
системи термодинамічно стійкі)

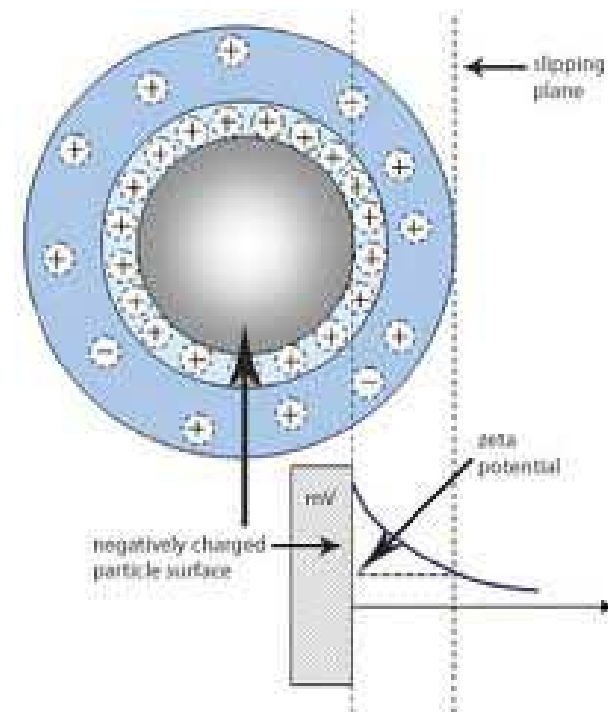
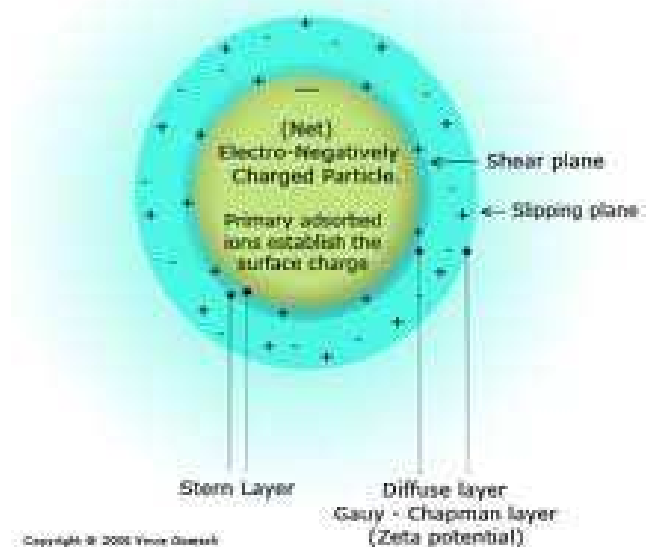


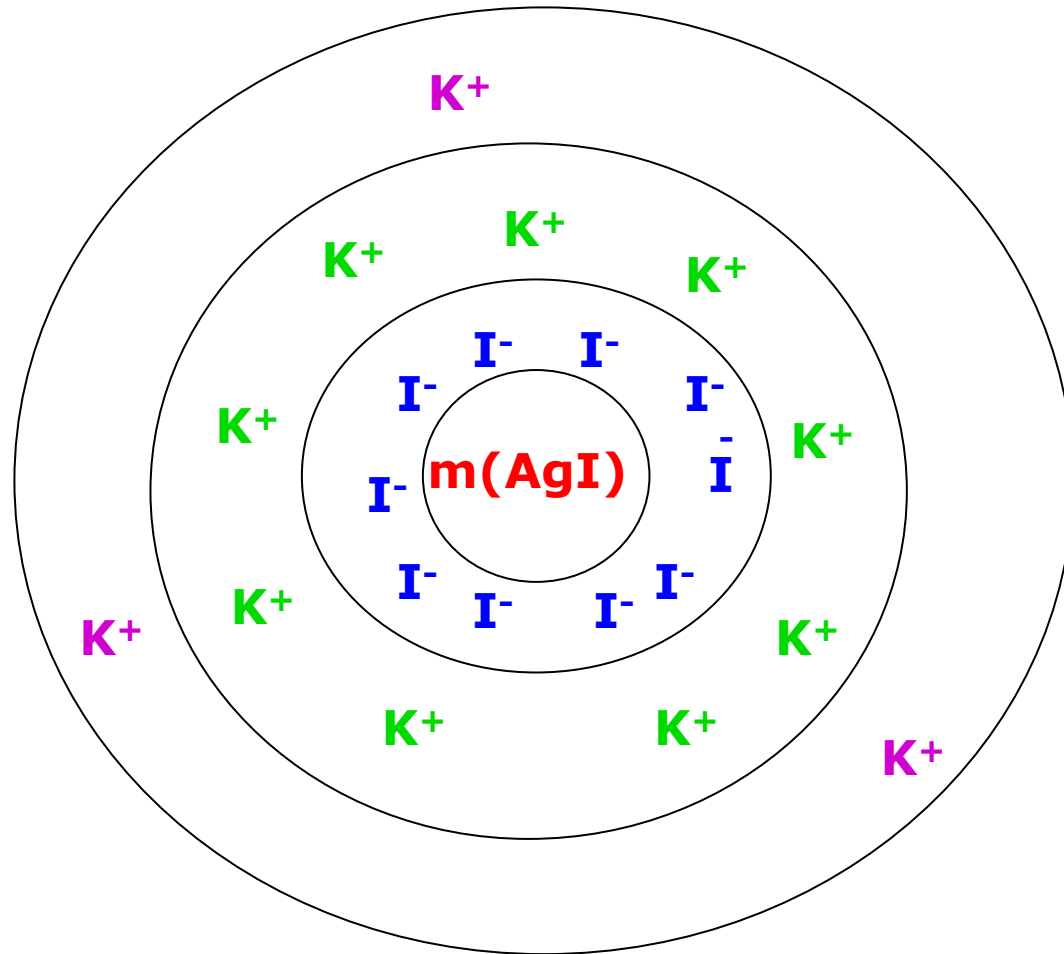
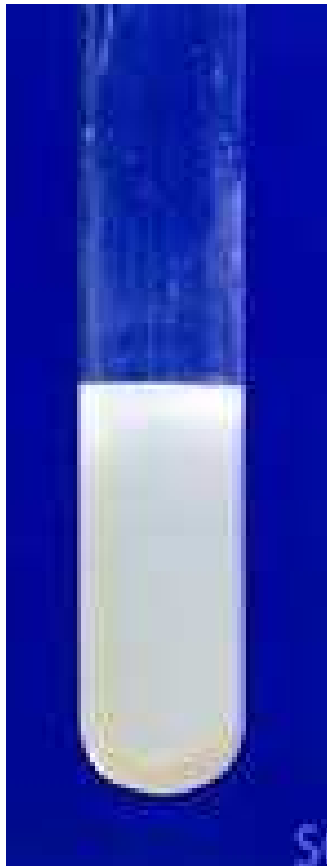
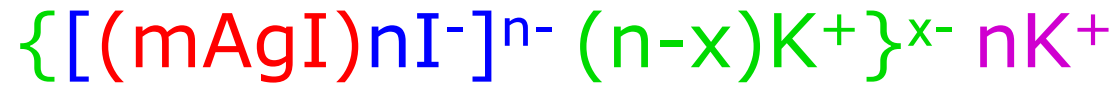
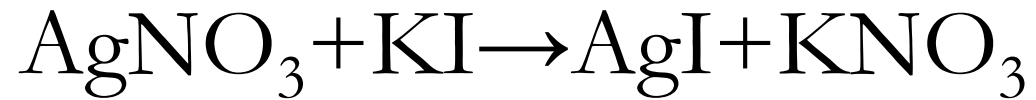
Ліофобні

(взаємодія незначна,
системи термодинамічно нестійкі)

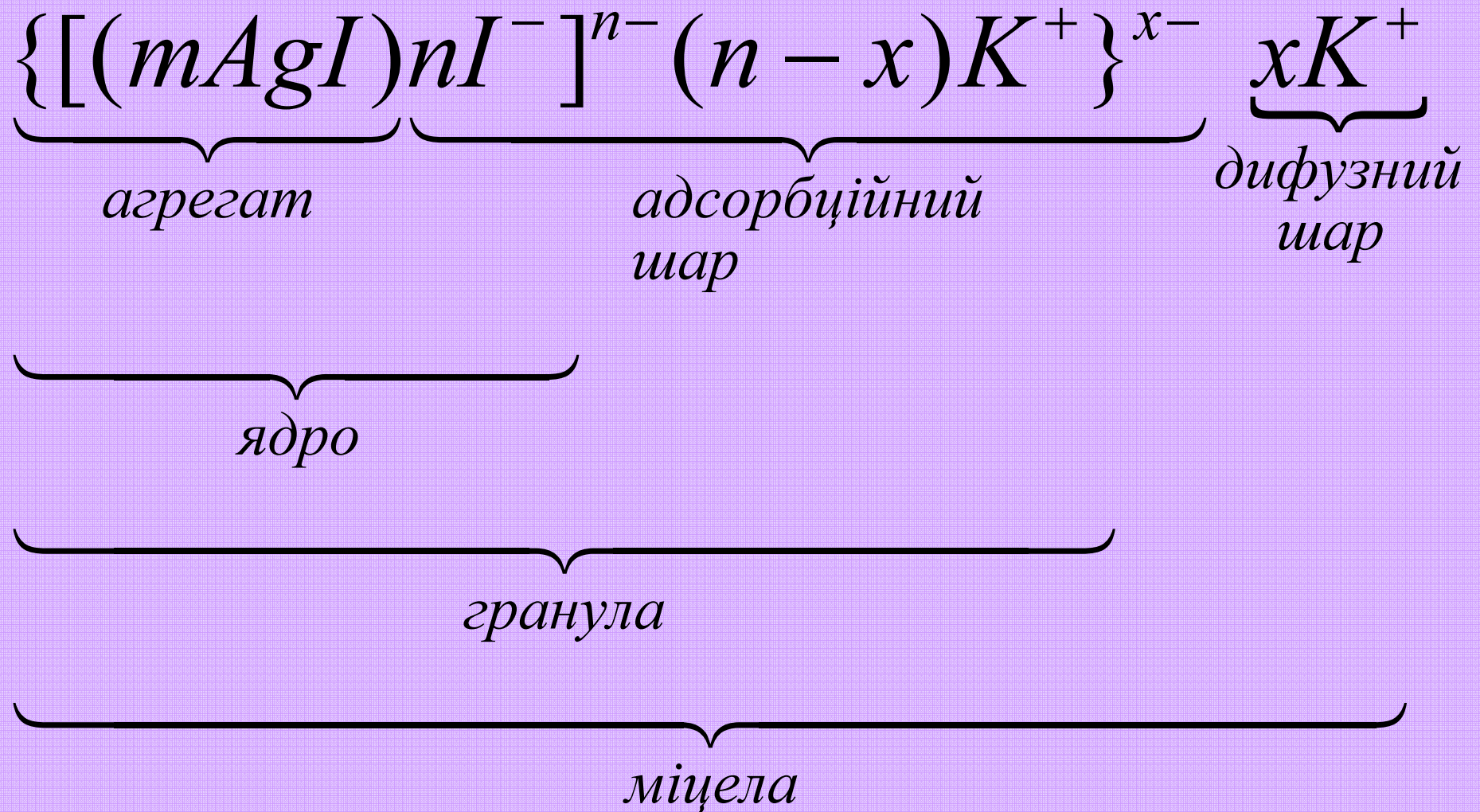
Будова колоїдної частинки

Міцела (структурна одиниця колоїдного розчину) – це електронейтральна частинка дисперсної фази з подвійним електричним шаром, що її оточує.





Будова міцели

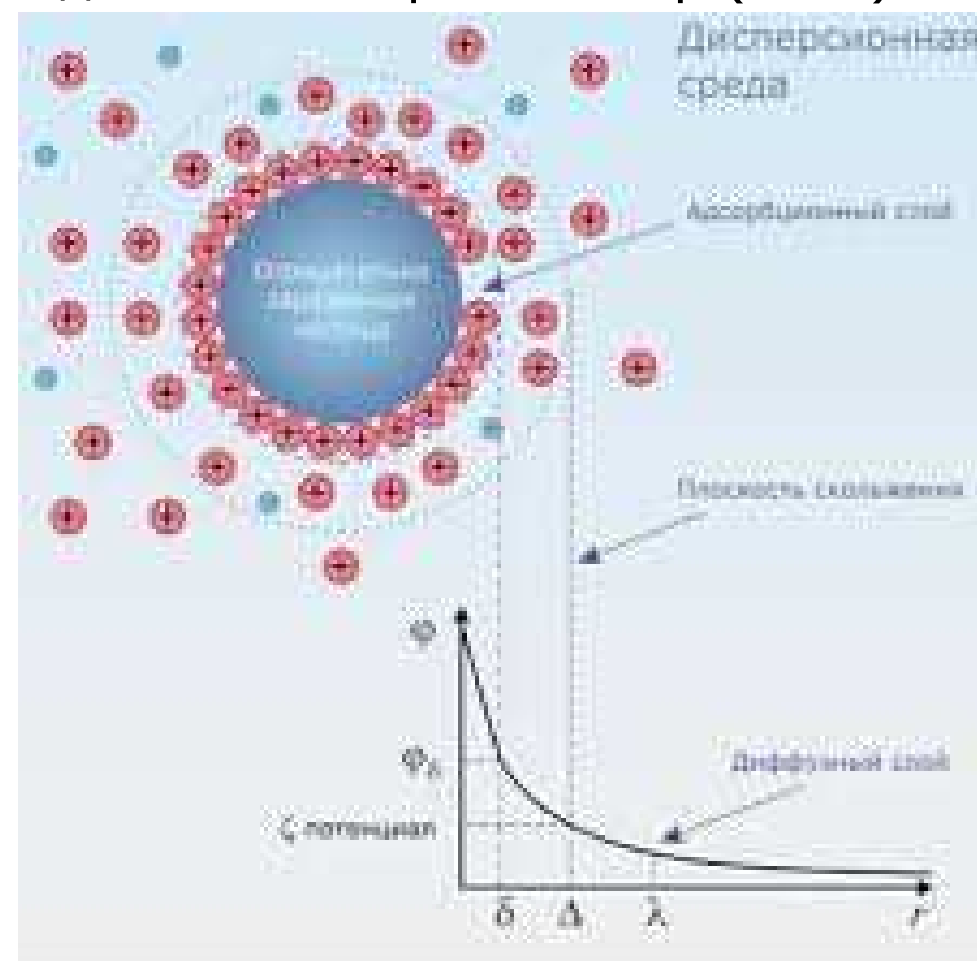


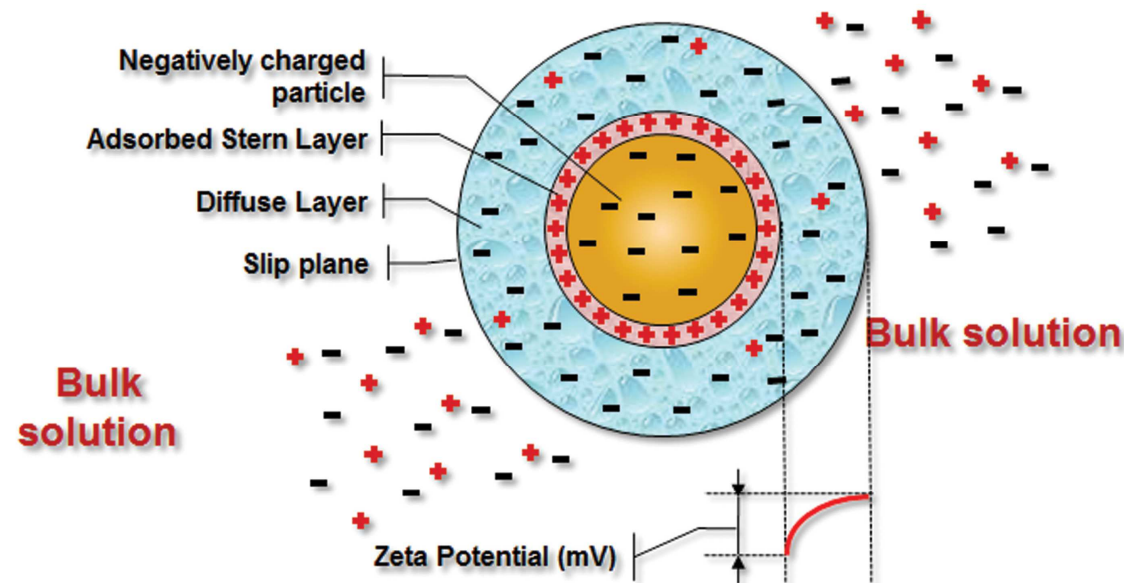
Електрокінетичний потенціал (ξ (дзета)-потенціал)

На межі протилежно заряджених адсорбційного і дифузійного шарів колоїдної частинки виникає подвійний електричний шар (ПЕШ).

Різницю потенціалів між рухливою (дифузійною) і нерухомою (адсорбційною) частинами ПЕШ називають **електрокінетичним потенціалом**.

Кінетичним його називають тому, що цей потенціал можна виявити і виміряти тільки під час руху частинок в електричному полі; його зазвичай позначають грецькою літерою ξ (дзета) і тому ще називають дзета-потенціалом.





Незважаючи на мале значення (0,001–0,10 В), ξ -потенціал відіграє суттєву роль у стійкості колоїдних розчинів. У разі зближення двох колоїдних частинок їхні шари перекриваються, що призводить до відштовхування частинок, унаслідок чого вони не злипаються. Чим більший ξ -потенціал, тим вища стійкість системи.

Дзета-потенціал тим більший, чим більша товщина дифузійного шару в міцелі. Зазвичай чим більше розмитий шар протийонів, тим більшим є ξ -потенціал. Якщо шар протийонів гранично стиснутий, то ξ -потенціал дорівнює нулю.

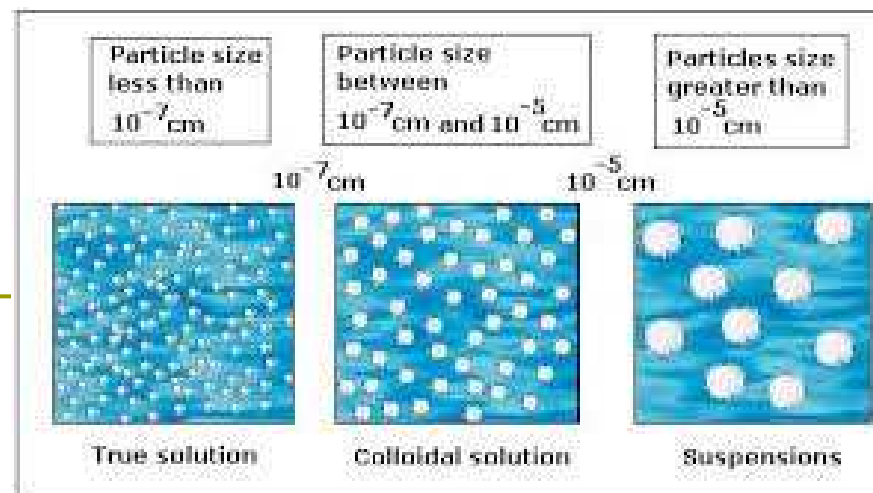
Колоїдні розчини

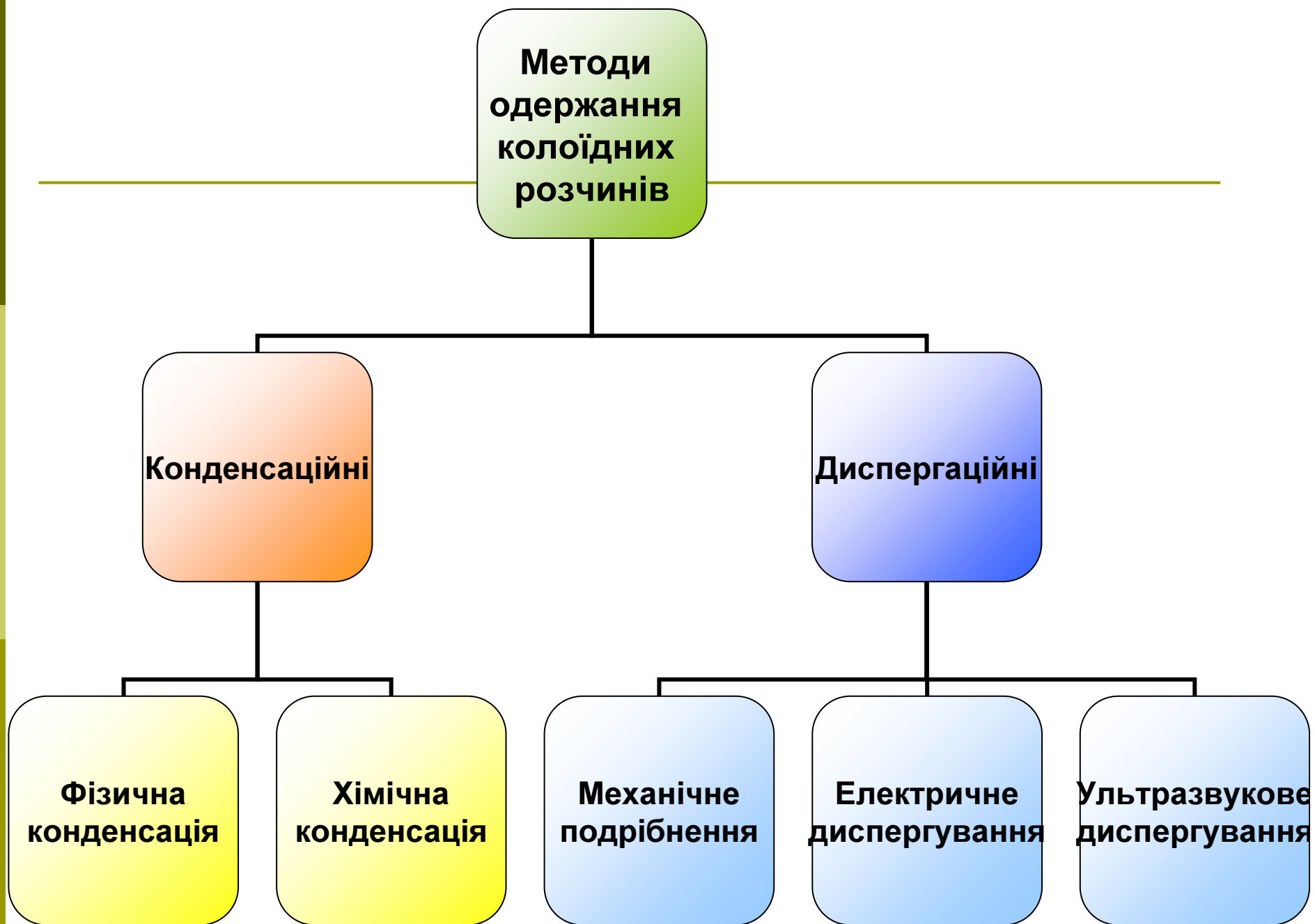
Колоїдний розчин (золь)

– це ультрамікрогетерогенна система, у якій дисперсійним середовищем є рідина, а дисперсною фазою – тверді частинки розміром 10^{-7} – 10^{-9} м.

Умовами утворення колоїдних розчинів є:

- а) мала розчинність речовини дисперсної фази у дисперсійному середовищі;
- б) відповідний ступінь дисперсності речовини ($d = 10^{-7}$ – 10^{-9} м);
- в) наявність стабілізатора, який надає частинкам дисперсної фази однойменного заряду, що перешкоджає їх об'єднанню (агрегації)



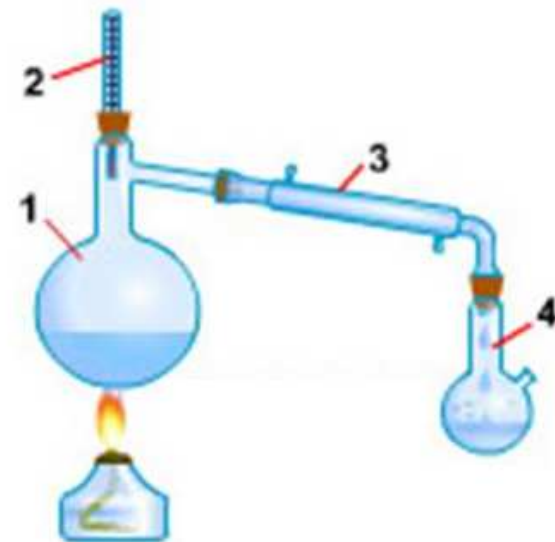


Конденсаційні способи одержання колоїдних розчинів

Фізична конденсація

Метод заміни розчинника – ґрунтується на заміні середовища при додаванні невеликої кількості істинного розчину до розчинника, в якому ця речовина погано розчинна. Це призводить до утворення високодисперсної системи.

Конденсація пари – одночасно випарюють речовину та розчинник. Змішані пари конденсують на охолодженій поверхні



Конденсаційні способи одержання колоїдних розчинів

Хімічна конденсація ґрунтується на переході істинних розчинів у колоїдні перетворенням дисперсної фази у малорозчинний стан за допомогою хімічних реакцій.

Стабілізатором зазвичай виступає одна з реагуючих речовин, взята у надлишку.

Для запобігання утворенню осаду необхідно доливати більш концентрований розчин до дуже розбавленого іншого розчину і ретельно його перемішувати.

Реакції хімічної конденсації

Відновлення, окиснення.

Золь золота одержують за реакцією:

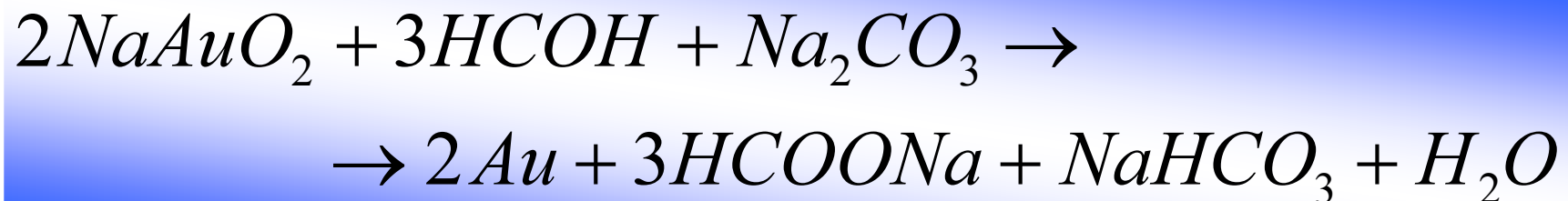
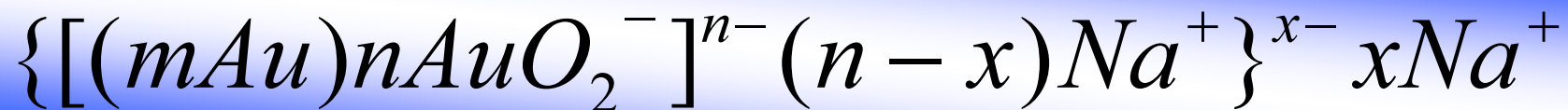


Схема будови міцели:



Реакції хімічної конденсації

Реакції подвійного обміну.

Золь барій сульфату одержують за реакцією:

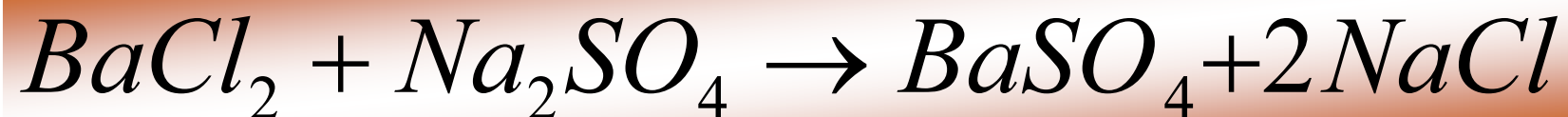
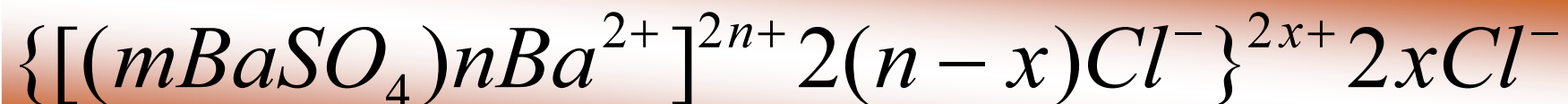


Схема будови міцели:



Реакції хімічної конденсації

Реакції гідролізу.

Одержання золю ферум (III) гідроксиду відбувається за реакцією:

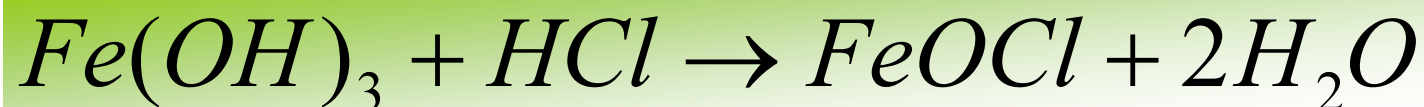
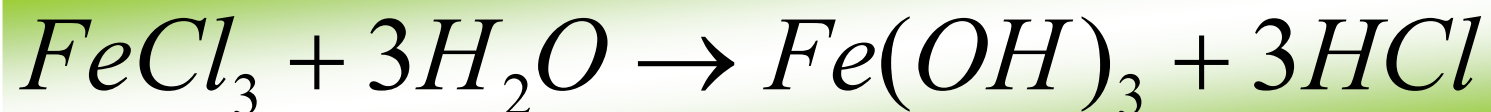
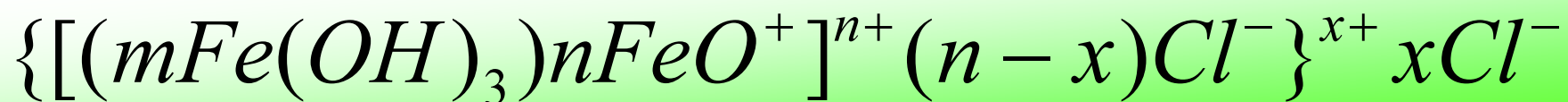


Схема будови міцели:



Очищення колоїдних розчинів

Діаліз – це метод, заснований на властивостях напівпроникної мембрани пропускати домішки йонів та молекул малих розмірів і затримувати колоїдні частинки.

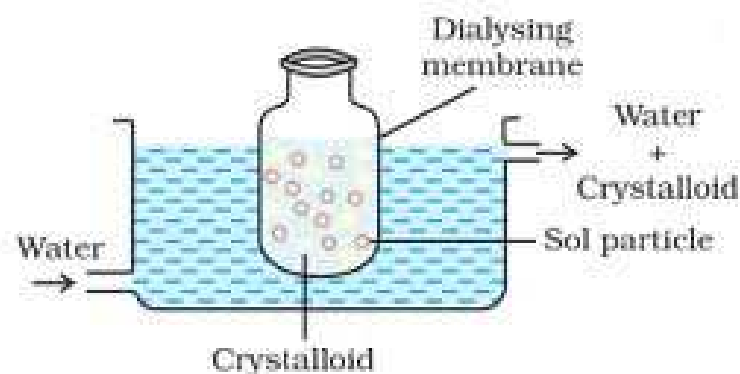
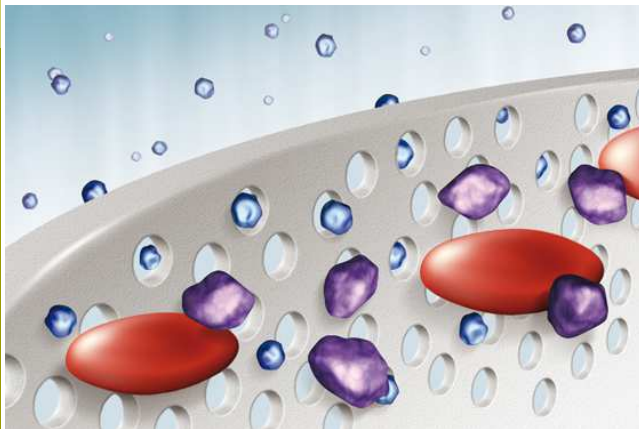
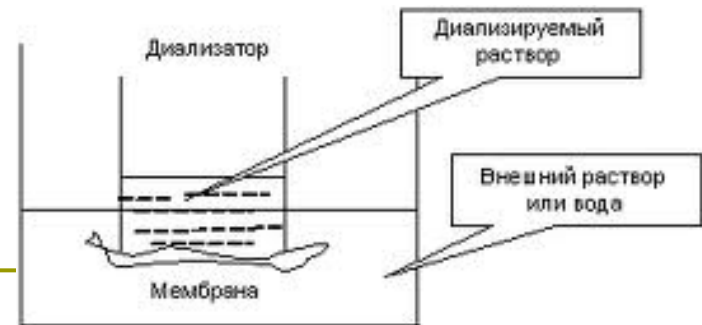


Fig. 5.9: Dialysis

Гемодіаліз — один з методів позаниркового очищення крові.

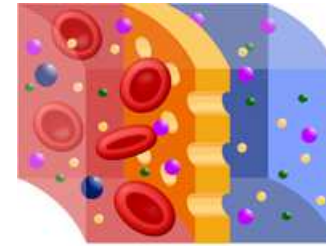
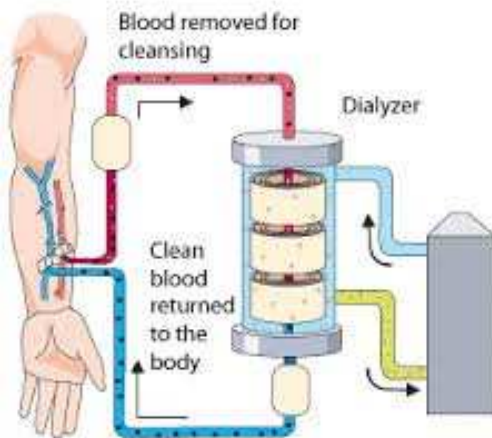
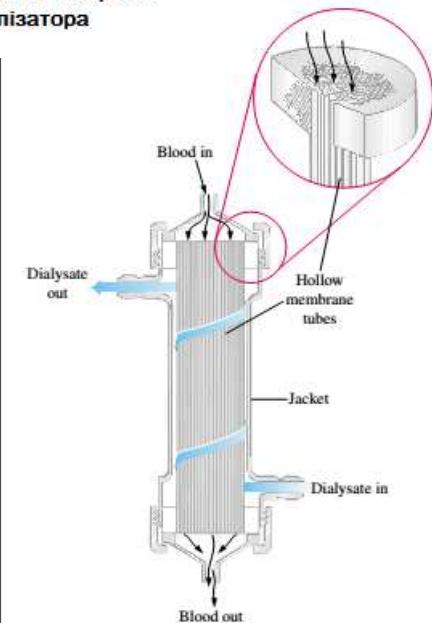


Схема мембрани
діалізатора

Під час гемодіалізу відбувається видалення з організму токсичних продуктів обміну речовин, нормалізація порушень водного та електролітного балансів.

Видалення токсичних речовин відбувається шляхом дифузії і залежить від властивостей гемодіалізної мембрани. З одного боку мембрани знаходиться кров пацієнта, а з іншого - діалізуючий розчин.

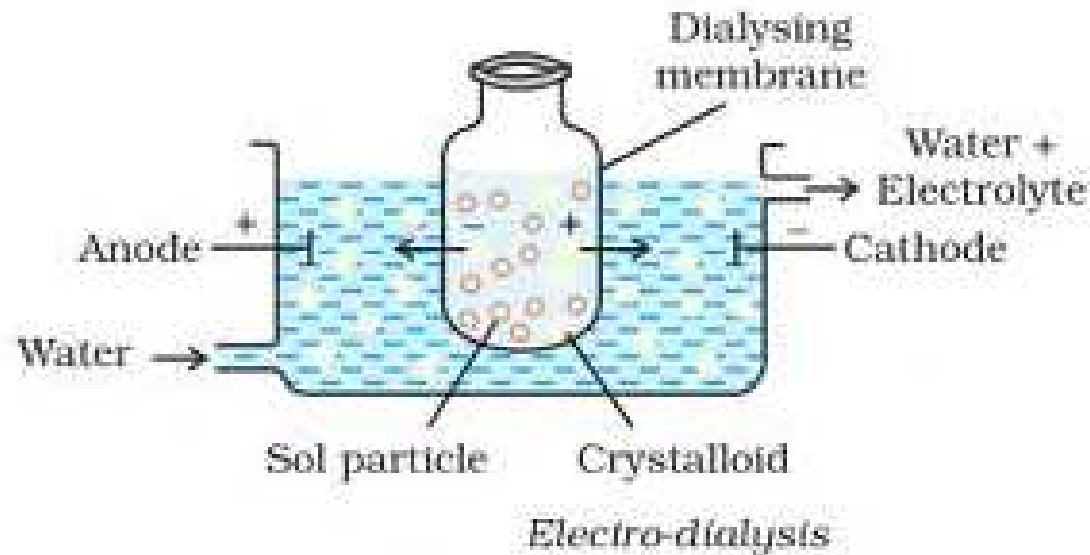


Основними показаннями до проведення гемодіалізу є:

- гостра та хронічна ниркова недостатність;
- отруєння деякими речовинами (які можуть бути видалені діалізом);
- передозування лікарських препаратів;
- важкі порушення електролітного складу крові.

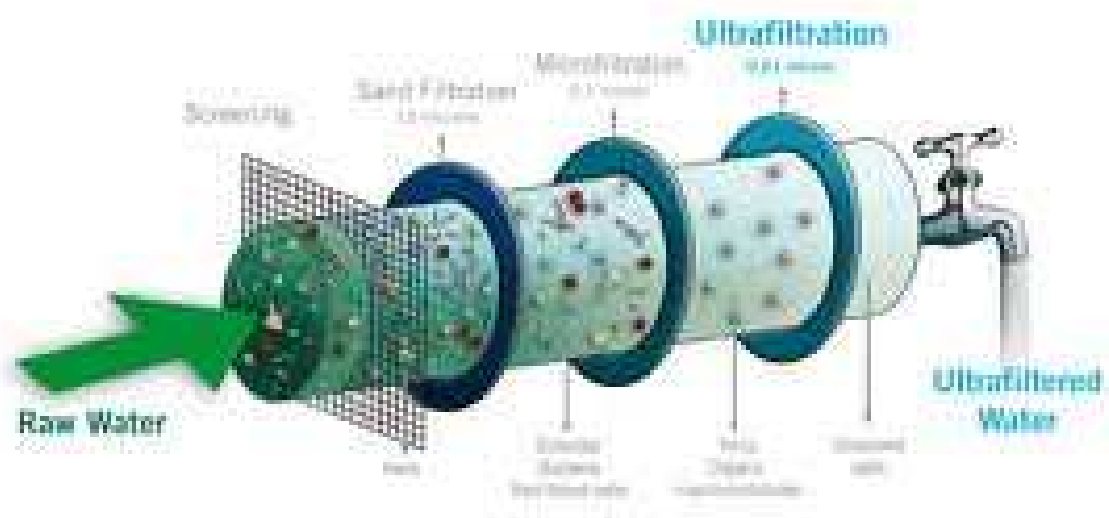
Очищення колоїдних розчинів

Електродіаліз – це процес діалізу, прискорений за допомогою використання електричного струму.



Очищення колоїдних розчинів

Ультрафільтрація – процес фільтрування колоїдних розчинів крізь напівпроникні мембрани (колоїдні розчини залишаються на фільтрі, а фільтрат з розчиненими електролітами проходить крізь фільтр).



Очищення колоїдних розчинів

Компенсаційний діаліз і вивідіаліз – методи розроблені для дослідження біологічних рідин, що є колоїдними розчинами.

Компенсаційний діаліз. В діалізаторі замість чистого розчинника використовують розчини низькомолекулярних речовин різної концентрації. Наприклад, для визначення вільного цукру в сироватці крові проводять її діаліз порівняно з розчином, що містить різні концентрації цукру. В розчині, де концентрація цукру дорівнює концентрації в сироватці крові, у ході діалізу концентрація цукру не змінюється.

Вивідіаліз використовують для зажиттєвого визначення у крові низькомолекулярних складових. В перезірану судину вставляють скляні канюлі, з'єднані між собою трубками з напівпроникного матеріалу. Всю систему занурюють у посудину, заповнену фізіологічним розчином або водою

Властивості колоїдних розчинів

Властивості колоїдних розчинів



```
graph TD; A[Властивості колоїдних розчинів] --- B[Молекулярно – кінетичні властивості]; A --- C[Оптичні властивості]; A --- D[Електрокінетичні властивості];
```

Молекулярно – кінетичні властивості
(броунівський рух, дифузія,
осмотичний тиск, седиментація)

Оптичні властивості
(розсіювання і поглинання світла)

Електрокінетичні властивості
(електрофорез, електроосмос)

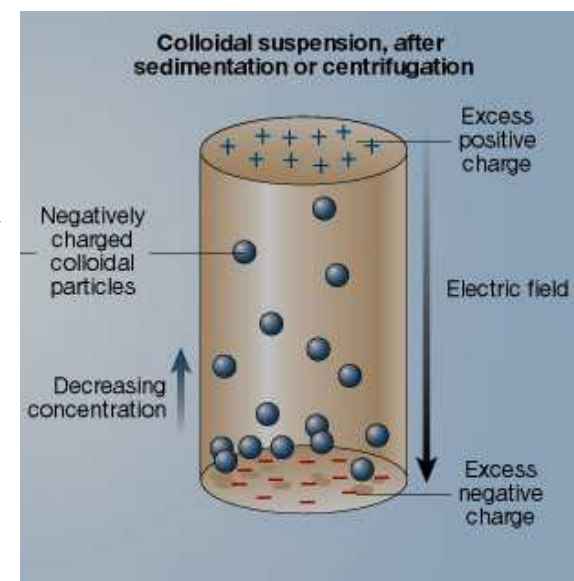
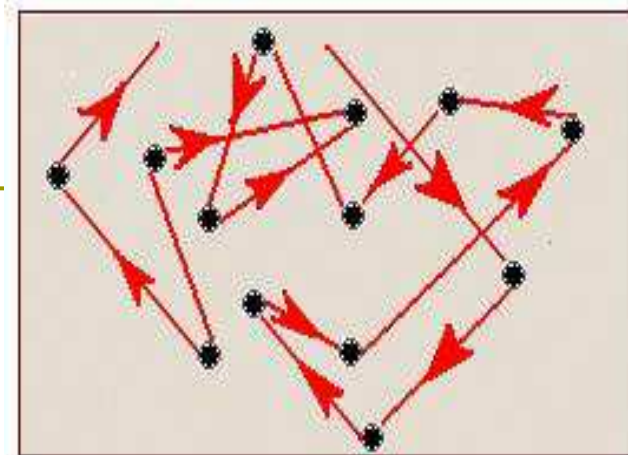
Молекулярно-кінетичні властивості

Броунівський рух – хаотичний безперервний рух частинок дисперсної фази.

Дифузія – це самочинний процес вирівнювання концентрації частинок по всьому об'єму розчину під впливом теплового (броунівського) руху.

Осмотичний тиск колоїдних систем набагато менший, ніж істинних розчинів, оскільки розмір частинок більший, а отже, число частинок за тієї самої концентрації значно менше.

Седиментація – це процес зсідання колоїдних частинок у розчині або в газоподібному середовищі під дією сили гравітації



Оптичні властивості колоїдних розчинів

Розсіювання світла відбувається тоді, коли на шляху проходження променя світла зустрічається частинка і промінь частково змінює свій напрям.

Розсіювання найбільш притаманне колоїдним розчинам, оскільки розмір їх частинок співмірний з довжиною хвилі і сама частинка стає джерелом світла.

Опалесценція – матове світіння золів (найчастіше голубуватих відтінків) пов'язане з явищем розсіювання світла.



Оптичні властивості колоїдних розчинів

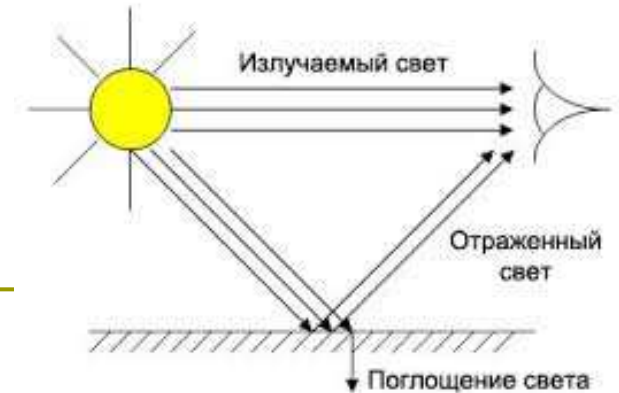
Ефект Тиндаля.

Якщо промінь світла пропустити крізь посудину з колоїдним розчином, то спостерігається конус, що світиться (конус Тиндаля).

Істинні розчини та чисті рідини не дають такого ефекту.



Оптичні властивості колоїдних розчинів



Поглинання світла.

Інтенсивність світла, що пройшло крізь рідину або розчин, завжди менша за інтенсивність світла, що падає. Це пояснюється явищем поглинання світла.

Інтенсивність вбирання світла залежить від ступеня дисперсності системи. Тому золі залежно від розмірів частинок можуть мати різне забарвлення. Чим менший радіус частинок, тим сильніше вбираються хвилі з меншою довжиною. Тому, наприклад, високодисперсний золь золота внаслідок вбирання короткохвильової частини спектра набуває червоного забарвлення. При збільшенні розмірів частинок вбирається червона частина спектра і золь набуває синього забарвлення. Золі білого кольору світла не вбирають.

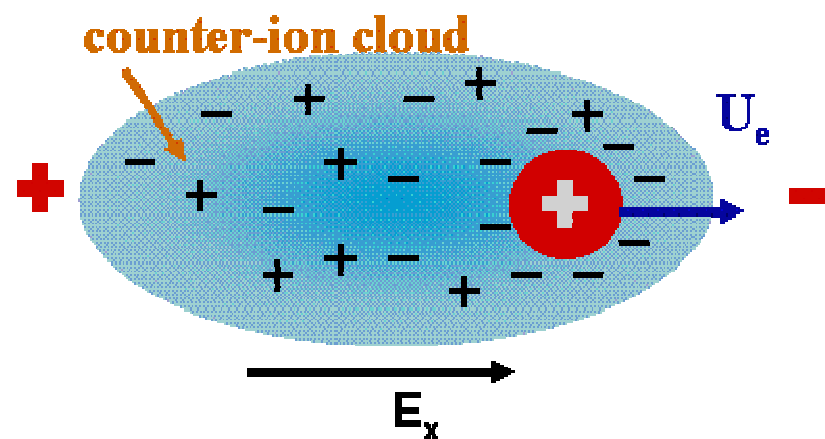
Електрокінетичні властивості колоїдних розчинів

Суть електрофорезу полягає в тому, що під час пропускання постійного електричного струму між електродами, зануреними в колоїдний розчин, колоїдні частинки переміщуються до одного з електродів – катода чи анода.

Електроосмос – це явище протікання рідини через капілярні системи під дією різниці потенціалів електричного поля

(інакше, переміщення дисперсійного середовища щодо нерухомої дисперсної фази до електрода, що відбувається під дією зовнішньої різниці потенціалів).

Електрокінетичні явища свідчать про наявність відповідного заряду на колоїдних частинках.



Застосування електрофорезу в медицині

Електрофорез використовують для очищення фармацевтичних препаратів.

Електрофорез (йонофорез) є одним з методів введення лікарських засобів в організм людини через шкіру або слизові оболонки.

Електрофорез на папері використовують для розділення та виділення різних біологічно активних сполук.

Цей метод використовують для діагностики низки захворювань шляхом порівняння складу окремих фракцій нормальних і патологічних біологічних рідин. Наприклад дослідження білкових фракцій дає змогу виявити різні види диспротеїнемій

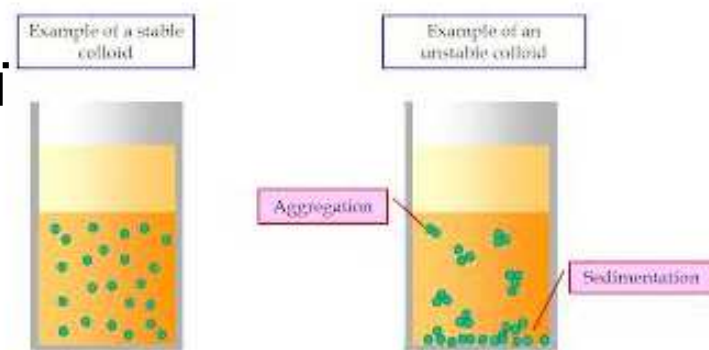


Стійкість дисперсних систем

Стійкість дисперсної системи – це сталість її стану і основних властивостей: дисперсності, рівномірного розподілу частинок дисперсної фази в об'ємі дисперсійного середовища та характеру взаємодії між частинками.

Седиментаційна (кінетична)

стійкість – це здатність дисперсної системи зберігати рівномірний розподіл частинок в об'ємі, тобто протистояти дії сил гравітації та процесам осідання або спливання частинок



Агрегативна стійкість - це здатність дисперсної системи протистояти агрегації (злипання) частинок дисперсної фази

**Чинники стійкості
дисперсних
систем**

Термодинамічні
(електростатичний,
адсорбційно-сольватний,
ентропійний)

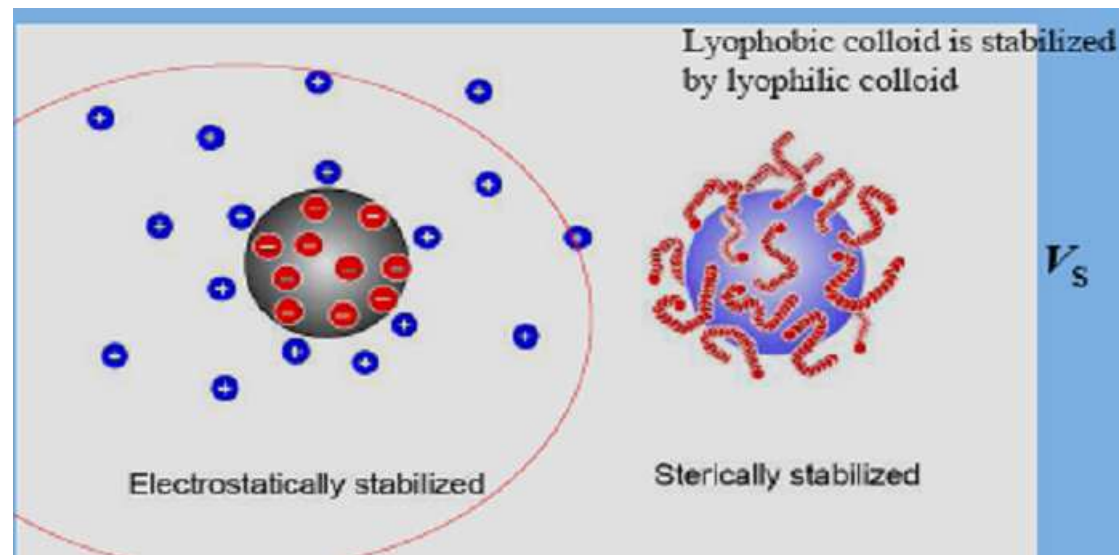
Кінетичні
(структурно-механічний,
гідродинамічний)

Чинники стійкості дисперсних систем

Електростатичний бар'єр створює сили відштовхування між однойменно зарядженими колоїдними частинками.

Адсорбційно-сольватний чинник стійкості виявляється в тому, що протиіони дифузного шару сольватуються і створюють захисну йонно-сольватну оболонку, яка є механічним бар'єром, що перешкоджає коагуляції.

Структурно-механічний чинник виникає при адсорбції поверхнево-активних речовин які можуть утворювати желеподібний структурований шар на межі поділу фаз



Коагуляція

Процес злипання колоїдних частинок з утворенням більших агрегатів та втратою агрегативної стійкості називають **коагуляцією**.



Чинники, які спричиняють коагуляцію



Дія електролітів

Електроліти, добавлені до золів, дуже швидко і різко впливають на товщину подвійного електричного шару й на величину дзетта-потенціалу, внаслідок цього порушується стійкість колоїдного розчину і відбувається коагуляція .

Коагуляція відбувається лише за певної кількості введеного електроліту.

Мінімальну концентрацію електроліту в ммоль, яка здатна спричинити коагуляцію 1л золю, називають **порогом коагуляції**

Поріг коагуляції обчислюють за формулою:

$$C_{пор} = \frac{C_{елект} \cdot V_{елект}}{V_{золю} + V_{елект}}$$

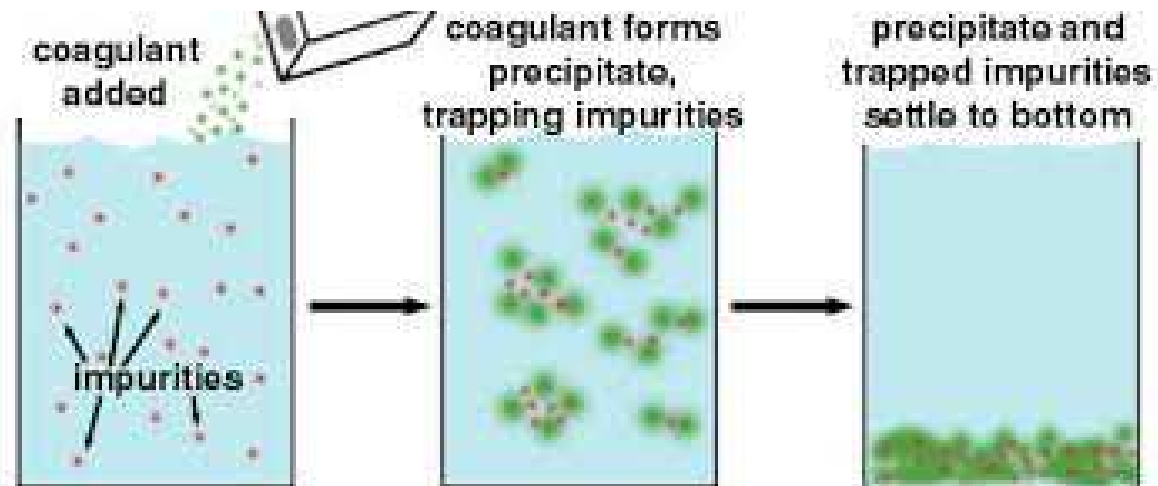
Величину, обернену до порогу коагуляції, називають **коагулюючою здатністю (V_k)**:

$$V_k = \frac{1}{C_{пор}}$$

Правило Шульце-Гарді

Коагулюючу дію виявляє не вся молекула електроліту, а лише той його йон, знак якого протилежний до заряду гранули, причому коагулююча здатність йонів тим більша, чим вищий їх заряд.

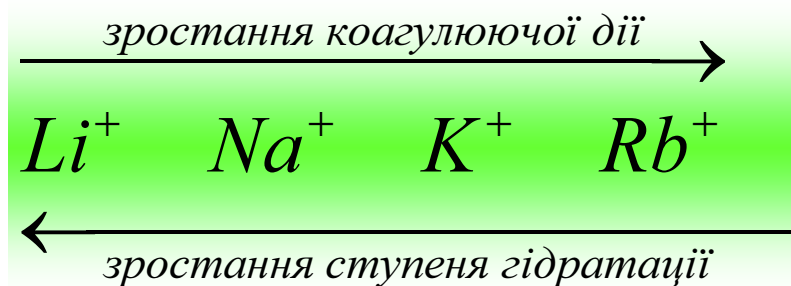
Ці йони електроліту називають коагулюючими йонами.



Ліотропні ряди

У ряду йонів з однаковим зарядом їх коагулююча активність зростає зі зменшенням гідратації.

Йони лужних металів за їх коагулювальною здатністю розміщуються в ряд:



Аніони також утворюють аналогічні ряди:



Колоїдний захист

Стійкість колоїдних розчинів в основному забезпечується наявністю гідратної (сольватної) оболонки колоїдних частинок і товщиною дифузного шару.

Стійкість ліофобних золів до коагуляції зростає за наявності високомолекулярних сполук.

Стабілізацію ліофільних колоїдних розчинів за допомогою ВМС називають **колоїдним захистом**.

Захисне число

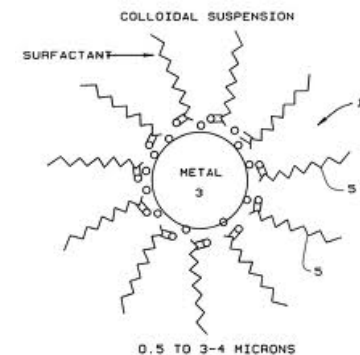
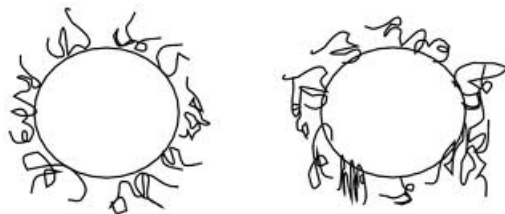
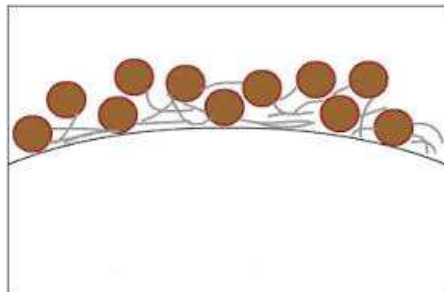
Здатність високомолекулярних сполук захищати золі від коагуляції кількісно характеризують захисним числом.

Захисне число – це число міліграмів сухої високомолекулярної захисної речовини, яку треба додати до **10** мл відповідного золю, щоб захистити його від коагуляції додаванням **1** мл розчину з масовою часткою натрій хлориду **10 %**.

Найбільшу захисну дію мають білки (желатин, казеїн), найслабшу – крохмаль, декстрини.

Механізм захисної дії ВМС

Механізм захисної дії ВМС можна пояснити тим, що їх макромолекули адсорбуються на поверхні колоїдних частинок, створюючи адсорбційні сольватні шари, які підвищують їхню гідрофільність

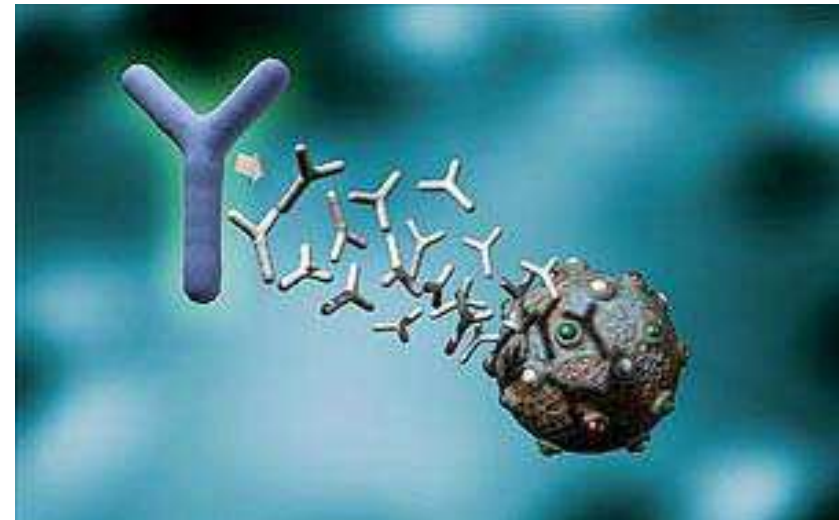
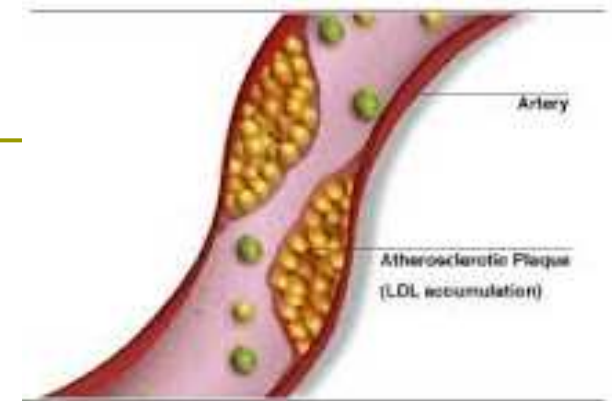


Коагуляція і колоїдний захист в медицині

У живих організмах роль стабілізаторів (захисних речовин) виконують білки, пектини, полісахариди.

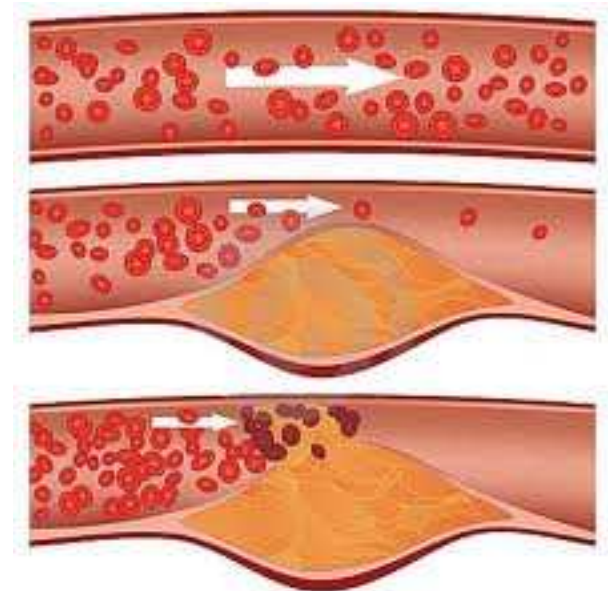
Білки плазми крові підвищують розчинність кальцій карбонату майже в 5 разів, що уможливлює існування солі в захищеному стані.

Білки крові, адсорбуючись на поверхні крапель ліпідів, холестеролу, перешкоджають їх відкладанню на стінках судин.

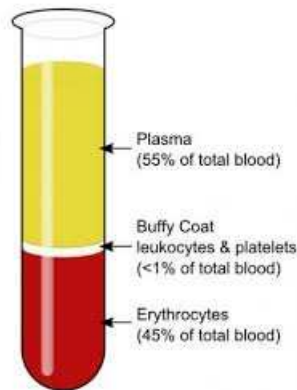


Коагуляція і колоїдний захист в медицині

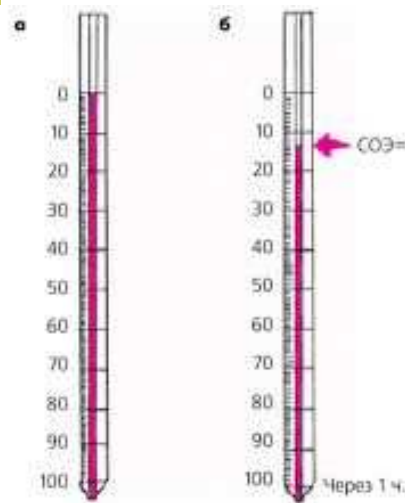
Такі хвороби, як атеросклероз, кальциноз, подагра (відкладання у дрібних суглобах сечової кислоти та її солей), утворення камінців у жовчних протоках та нирках безпосередньо пов'язані з зниженням захисних властивостей білків та процесами коагуляції



Коагуляція і колоїдний захист в медицині



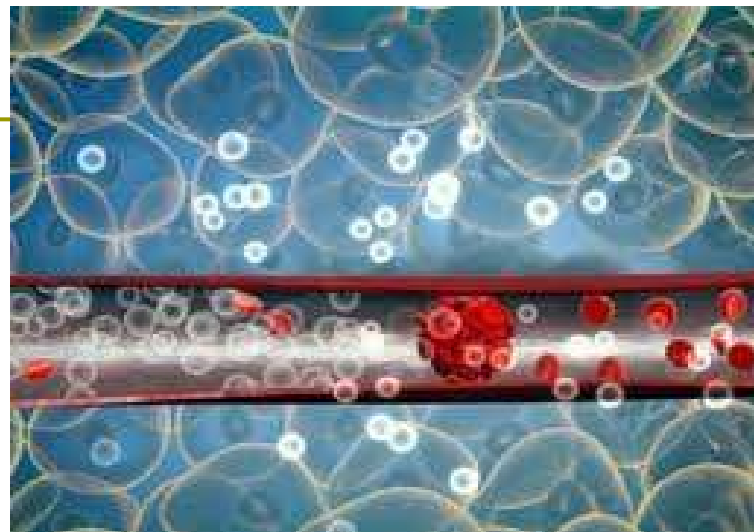
Кров є дисперсною системою, тому в ній є механізми які її стабілізують. На поверхні еритроцитів постійно адсорбуються йони, які створюють захисний шар, що перешкоджає коагуляції. При деяких патологічних станах ці йони можуть заміщуватися великими молекулами білків (наприклад імуноглобулінами, які утворюються під час запальних процесів) внаслідок чого еритроцити швидко склеюються й осідають.



За значенням швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) діагностують наявність в організмі запальних процесів, внаслідок яких це значення збільшується.



Коагуляція і колоїдний захист в медицині



Згортання крові – приклад коагуляції в організмі людини і тварин. З одного боку це захисний механізм, що запобігає значним крововтратам, а з іншого, цей процес призводить до утворення тромбів, які відриваючись, закупорюють судини і можуть стати причиною смерті.

Коагулографія – метод встановлення здатності крові до згортання.

Перед хірургічним втручанням у кров пацієнта вводять антикоагулянти (найчастіше гепарин), а після операції – коагулянти для зменшення крововтрат.

Коагуляція і колоїдний захист в медицині

Консервування крові, яке здійснюють на станціях переливання крові, потребує видалення з неї йонів Ca^{2+} - одного з факторів її згортання. Найчастіше це здійснюють шляхом додавання натрій цитрату, який осаджує з крові Ca^{2+} тим самим запобігаючи коагуляції.



Коагуляція і колоїдний захист в медицині



Для ефективної дії лікарських препаратів на організм людини їх слід вводити у стані, наближеному до того, в якому вони знаходяться в організмі, а саме – у високодисперсному. Тому введення лікарських засобів у колоїдному стані є одним з методів їх ефективного застосування.

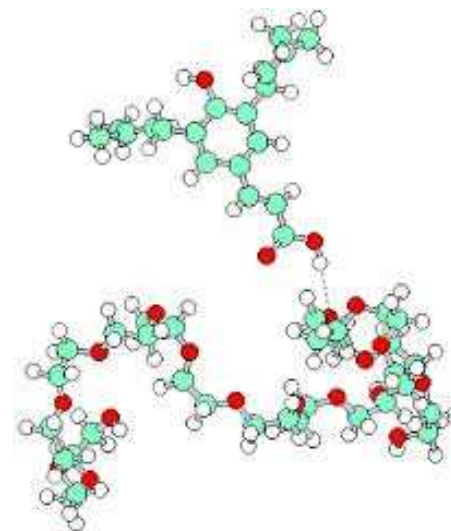


Препарат коларгол (колоїдний розчин Ag з білком) має бактерицидну дію і використовується для промивання сечогінних шляхів, в очній практиці та дерматології як в'язучий та антисептичний засіб. Частинки коларголу настільки захищені білковою оболонкою, що їх можна висушувати, транспортувати в сухому вигляді а перед використанням знову розчиняти в дисперсійному середовищі, внаслідок чого знову утворюється колоїдний розчин.

Високомолекулярні сполуки

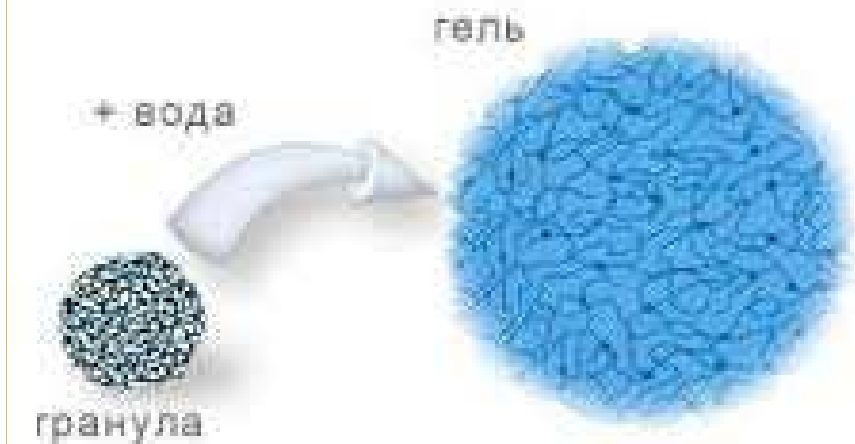
Високомолекулярними сполуками (ВМС), називають речовини складної хімічної будови з молекулярною масою порядку 10^4 – 10^6 атомних одиниць маси.

Структурними одиницями ВМС є макромолекули, що складаються з великого числа окремих груп атомів (елементарних ланок), зв'язаних між собою ковалентними хімічними зв'язками.



Набрякання полімерів

Набрякання – це самочинний процес вбирання високомолекулярною речовиною великих кількостей низькомолекулярної рідини, що супроводжується значним збільшенням об'єму та маси полімеру.



Ступінь набрякання

Ступінь набрякання (α) виражають масою або об'ємом рідини, що вбирається одиницею маси або об'єму полімеру і обчислюють за формулами:

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0} = \frac{m_p}{m_0}, \text{ або } \alpha = \frac{V - V_0}{V_0} = \frac{V_p}{V_0},$$