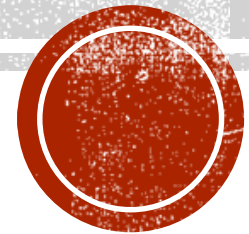


КОАГУЛЯЦІЯ КОЛОЇДНИХ СИСТЕМ

Фактори стійкості колоїдних систем

Хімічна коагуляція

Коагуляція під впливом фізичних факторів



СТІЙКІСТЬ КОЛОЇДНОЇ СИСТЕМИ



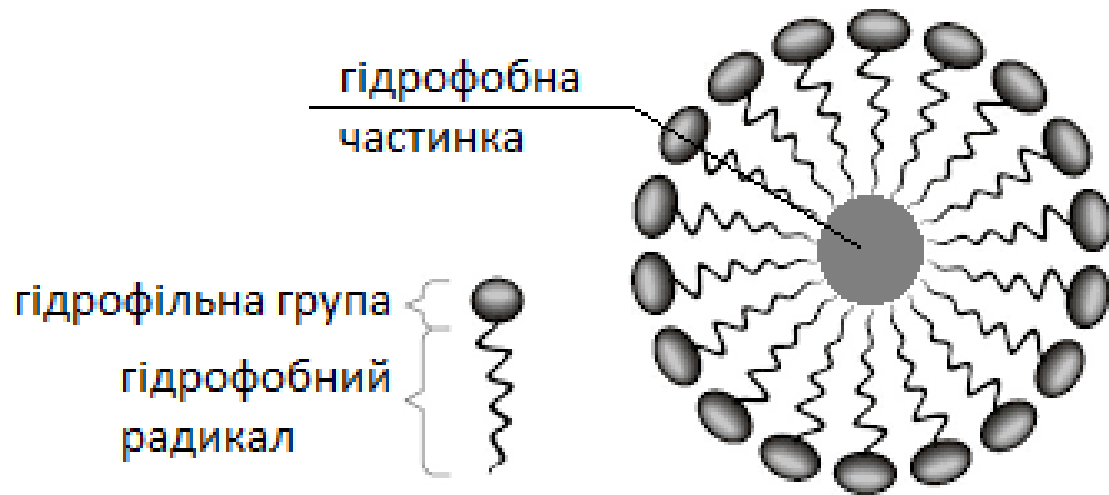
- проявляється в тривалому збереженні її якісного та кількісного складу.
- **Кінетична** – здатність дисперсної фази опиратись силі тяжіння, знаходитись в завислому стані і не осідати. Порухення кінетичної стійкості системи називається **седиментацією**. *sedimentum* (лат) — осідання
- **Агрегативна** – здатність системи зберігати певний ступінь дисперсності, протистояти агрегації. Порухення агрегативної стійкості системи називається **коагуляцією**. *coagulum* (лат) — згусток

Молоко – кінетично та агрегативно стійка колоїдна система



ФАКТОРИ СТІЙКОСТІ КОЛОЇДНИХ СИСТЕМ

- **Електричний** фактор обумовлений наявністю іонного стабілізатора системи, що призводить до появи у колоїдів подвійного електричного шару. Однаково заряджені колоїдні частинки відштовхуються одна від одної.
- **Структурно-механічний** фактор стійкості обумовлений наявністю молекулярного стабілізатора системи – гідрофільного золу, який виявляє т. зв. «**захисну дію**» щодо гідрофобних колоїдів.



Захисна дія полягає в утворенні навколо гідрофобних частинок оболонки гідрофільних колоїдів, які надають частинкам гідрофільних властивостей.

Молекули з подвійними гідрофобно/гідрофільними властивостями орієнтуються гідрофобним радикалом до гідрофобної поверхні колоїду, а гідрофільними групами – до водної фази.

- **Кінетичний** фактор обумовлений енергією кінетичного руху частинок, що перешкоджає їх осіданню



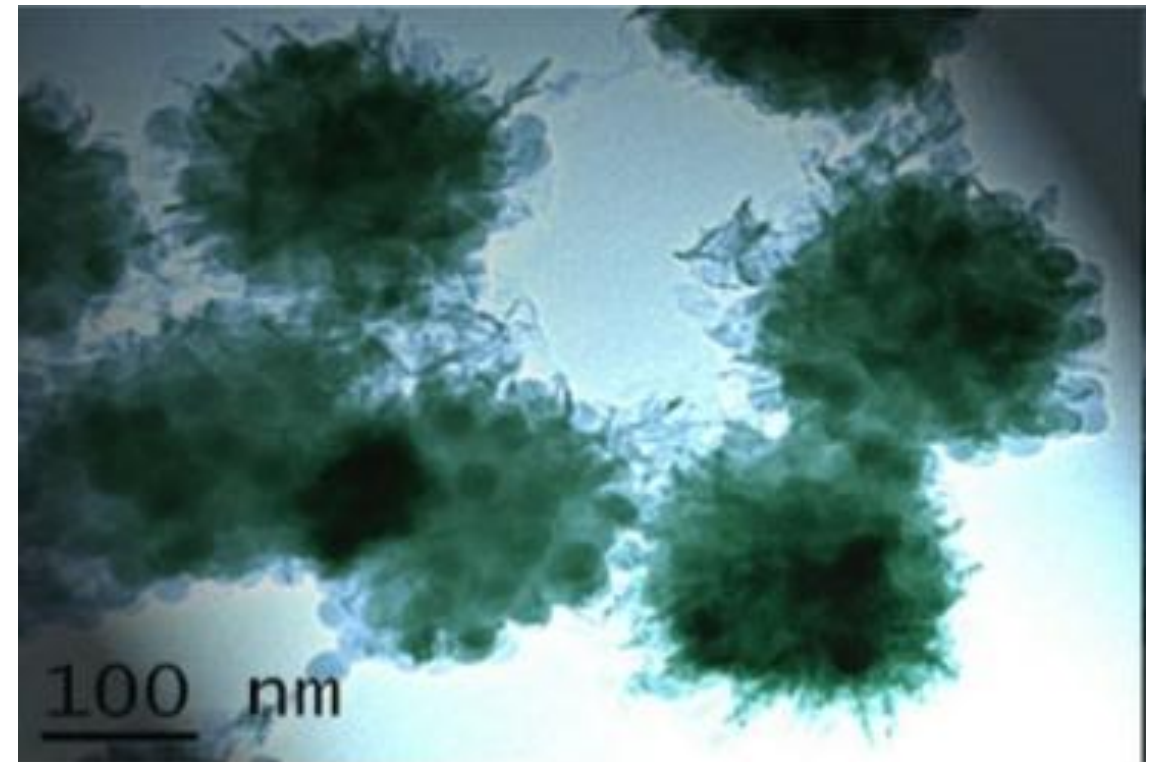
КОАГУЛЯЦІЯ КОЛОЇДНОЇ СИСТЕМИ



- укрупнення частинок дисперсної фази з подальшим руйнуванням системи

Коагуляція може бути спричинена факторами:

- ❖ **хімічними** – дією електролітів;
- ❖ **фізичними** – впливом температури, електромагнітного поля, перемішуванням, зміною концентрації тощо



ХІМІЧНА КОАГУЛЯЦІЯ

Коагуляція під впливом електролітів

- **Будь-який електроліт** може спричинити коагуляцію колоїдної системи – при дисоціації електроліту утворюються іони обох знаків, один із яких включається у взаємодію з подвійним електричним шаром колоїдів.
- Коагуляцію спричинюють іони, знак яких **протилежний** заряду колоїдів – протиіони.

Поріг коагуляції (γ) – мінімальна концентрація іону-коагулятора [моль/дм³], що спричинює коагуляцію колоїдної системи. Концентрація електроліту має бути достатньою, щоб стиснути дифузний шар протиіонів, зменшити електростатичне відштовхування частинок.

Коагулююча сила іону-коагулятора – величина, зворотна до порогу коагуляції

$$V_k = 1/\gamma,$$

– або об'єм золю [дм³], скоагульованого 1 моль електроліту

- Правило значності: коагулююча сила **зростає зі збільшенням** заряду іона, при чому поріг коагуляції зворотно пропорційний шостому ступеню заряду іона-коагулятора

$$\gamma = \frac{k}{z^6},$$

де k – коефіцієнт пропорційності



Дія електролітів в першу чергу спрямована на електричний фактор стійкості системи, тобто на зменшення заряду колоїдної частинки.

Механізми хімічної коагуляції:

- **нейтралізаційна** коагуляція – за рахунок нейтралізації початкового заряду частинки (ϕ -потенціалу)

Характерна для систем зі слабо зарядженими частинками – низькій ϕ -потенціал

- **концентраційна** коагуляція – за рахунок зниження ξ -потенціалу частинки при стисненні дифузного шару протиіонів

Характерна для систем з високим ϕ -потенціалом

Конкретний механізм залежить від властивостей золю та типу іона-коагулятора.

При введенні в систему інших колоїдних розчинів можлива т. зв. **взаємна коагуляція золів** – при протилежному їх заряді та приблизно рівних концентраціях відбувається взаємна нейтралізація, яка і спричинює втрату стійкості обох систем.



В суміші електролітів їх сумісна коагулююча сила може змінюватись.

Спостерігаються такі варіанти сумісної дії електролітів:

- **адитивність** – незалежна дія електролітів, при якій їх коагулююча сила складається.

Адитивність характерна для іонів-коагуляторів близького розміру, ступеня гідратації, величини заряду.

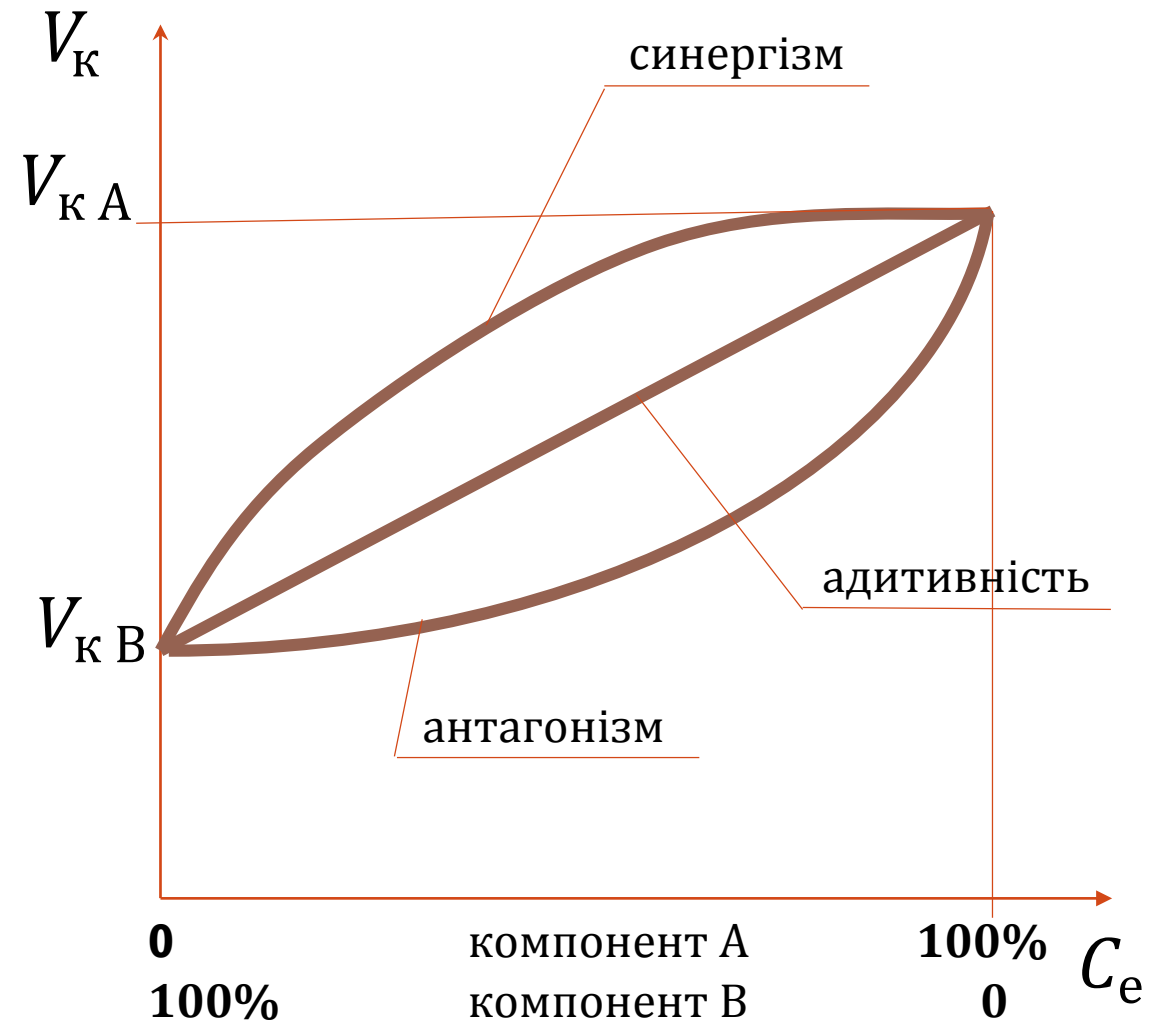
- **синергізм** – підсилення дії іонів коагуляторів в їх суміші
- **антагонізм** – зменшення коагулюючої сили іонів в їх суміші.

Антагонізм пояснюється взаємною протидією та конкуренцією іонів-коагуляторів за адсорбційні центри

additivus (лат) — доданий

sunergos (гр) — той, що діє разом

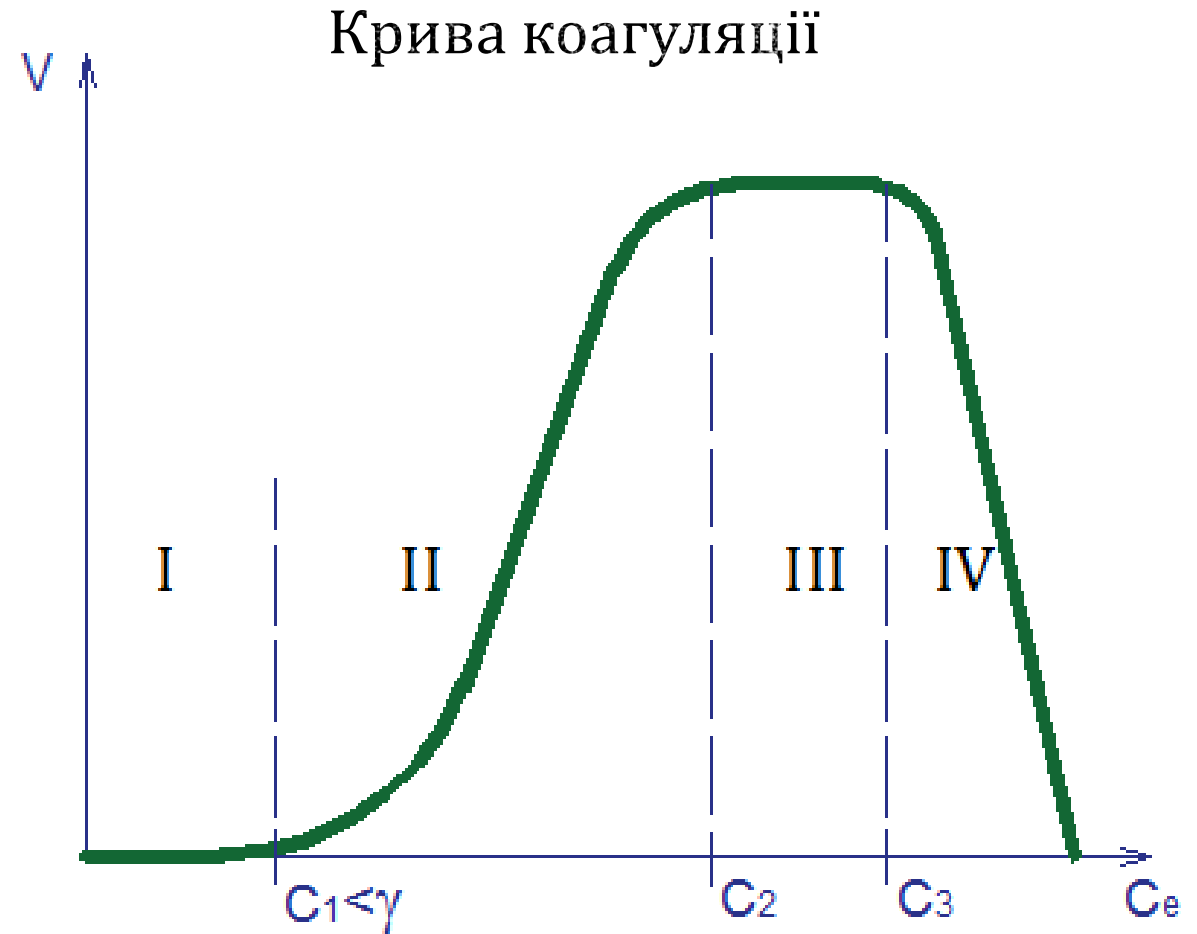
antagonisma (гр) — суперечка, боротьба



ШВИДКІСТЬ КОАГУЛЯЦІЇ

Визначається зміною концентрації золю за одиницю часу

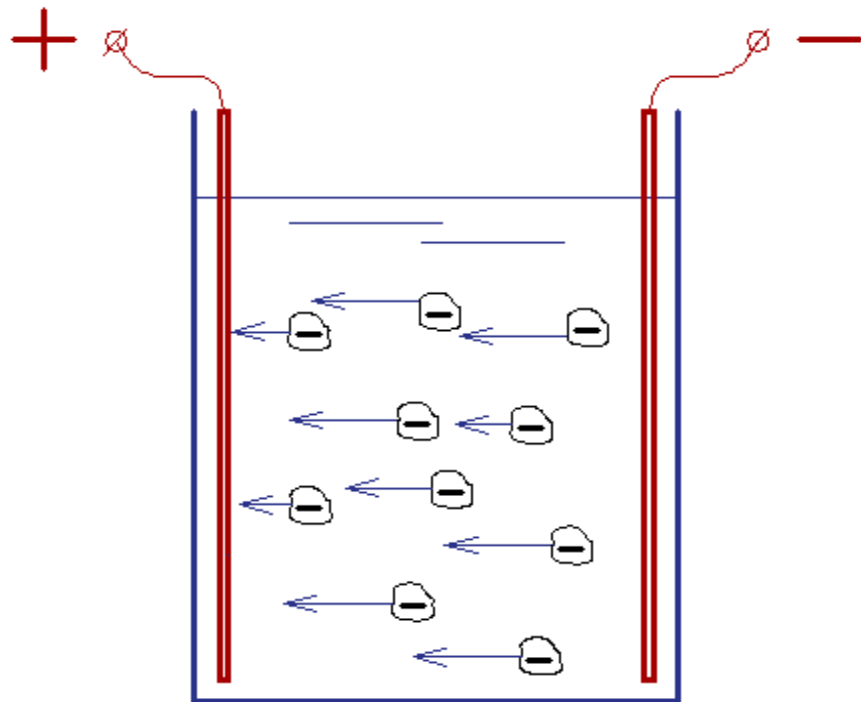
- I – зона стійкості – недостатня кількість іона-коагулятора
- II – зона повільної коагуляції – не кожне зіткнення частинок призводить до їх зчеплення
- III – зона швидкої коагуляції – кожне зіткнення частинок призводить до їх зчеплення
- IV – перезарядка колоїдних частинок



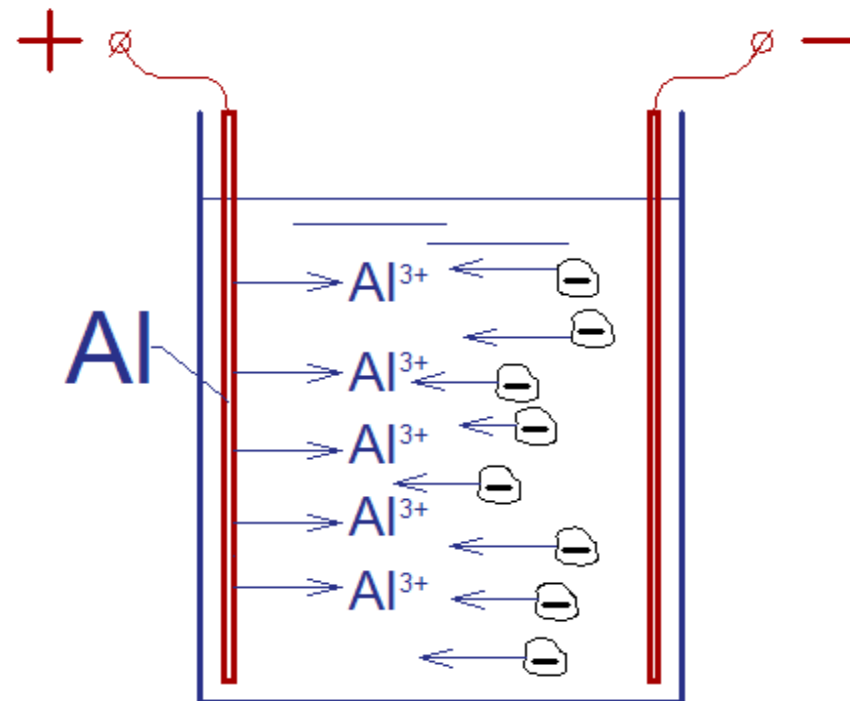
КОАГУЛЯЦІЯ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

Два основних механізми:

- **електрофорез** – рух частинок дисперсної фази в електричному полі – призводить до концентрування колоїдів в приелектродній зоні



- **електрокоагуляція** – спостерігається при застосуванні електрохімічно розчинних анодів – іони електрохімічно розчиненого металу виступають в ролі іонів-коагуляторів золю



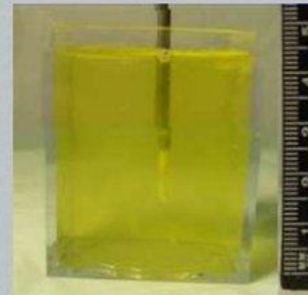
КОАГУЛЯЦІЯ ПІД ВПЛИВОМ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ

- **Перемішування** призводить до зіткнення частинок, що полегшує їх зчеплення
- Збільшення **концентрації** призводить до наближення частинок з посиленням взаємодії між ними і полегшенням зчеплення
- Зменшення **концентрації** може призвести до руйнування стабілізуючих оболонок за рахунок десорбції

- Збільшення **температури** інтенсифікує тепловий рух, отже підвищує енергію частинок для подолання енергетичного бар'єру при зчепленні
- Зниження **температури** до температури замерзання призводить до збільшення концентрації золю за рахунок виморожування води



Коагуляція яєчного білка



Час нагрівання 1 сек.



Час нагрівання 20 сек.



Час нагрівання 60 сек.



Час нагрівання 90 сек.



Час нагрівання 140 сек.



Час нагрівання 145 сек.