

Змістовий модуль 6.

Фізико – хімія дисперсних систем

План

1. Предмет колоїдної хімії.
2. Дисперсні системи, класифікація.
3. Електричний заряд колоїдних частинок.
4. Електрокінетичні явища

Предмет колоїдної хімії

Колоїдна хімія (фізико-хімія дисперсних систем) — це самостійний розділ фізичної хімії, яка вивчає дисперсні системи та методи їх дослідження

Роль колоїдної хімії у біології, медицині та фармації:

- рослинні та тваринні організми містять складні дисперсні системи (кров, лімфу тощо),
- життєві процеси носять колоїдно-хімічний характер.
- У фармації використовують емульсії, мазі, пасти, порошки тощо



Вивчення властивостей цих систем і способів їх одержання дає можливість визначити:

- раціональну технологію їх виготовлення,
- умови зберігання,
- запропонувати можливий механізм терапевтичної дії.

ТЕРМІНОЛОГІЯ

Дисперсні системи - гетерогенні системи, в яких речовина (фаза) рівномірно розподілена у середовищі

Дисперсна фаза – це роздрібнена фаза

Дисперсійне середовище - середовище, в якому розподілена дисперсна фаза .

Головні ознаки дисперсних систем:

Висока дисперсність



велика поверхня поділу між фазою і середовищем



великий запас поверхневої енергії

дисперсні системи термодинамічно нестійкі



легко відбуваються процеси, які знижують поверхневу енергію:

адсорбція, коагуляція, утворення макроструктур

Класифікація дисперсних систем

1) за дисперсністю

2) за агрегатним станом дисперсної фази та дисперсійного середовища

3) за структурою

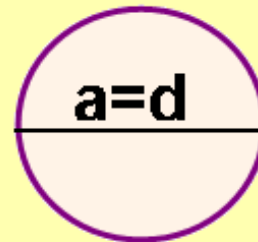
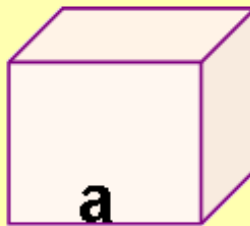
4) за міжфазною взаємодією

1) Класифікація за дисперсністю

Дисперсність - величина, оборотна розміру частинки:

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

$a \Rightarrow$



$$[D] = m^{-1}.$$

Питома поверхня $S_{\text{пит}}$ — це сумарна поверхня всіх частинок, загальний об'єм яких складає 1 м^3 , або загальна маса — 1 кг .

$$S_{\text{пит}} = \frac{S}{V} = \frac{S}{m}$$

Назва системи	Розмір та характер частинок	Гетерогенність та стійкість систем
грубодисперсні	$> 10^{-4}$ м	Нестійкі, гетерогенні
мікрогетерогенні	$10^{-4} - 10^{-7}$ м (грубі частинки)	Нестійкі, гетерогенні
Ультрамикрогетерогенні (наноколоїдні)	$10^{-7} - 10^{-9}$ м (колоїдні частинки)	Мікрогетерогенні, досить стійкі

2) Класифікація за агрегатним станом

<i>Дисперсна фаза</i>	<i>Дисперсійне середовище</i>	<i>Познач. системи</i>	<i>Приклади</i>
Газ 1	Газ 2	Г/Г	Атмосфера землі
Рідина	Газ	Р/Г	Туман, хмари, аерозолі рідких ліків
Тверде тіло	Газ	Т/Г	Дим, пил, порошки, аерозолі твердих ліків

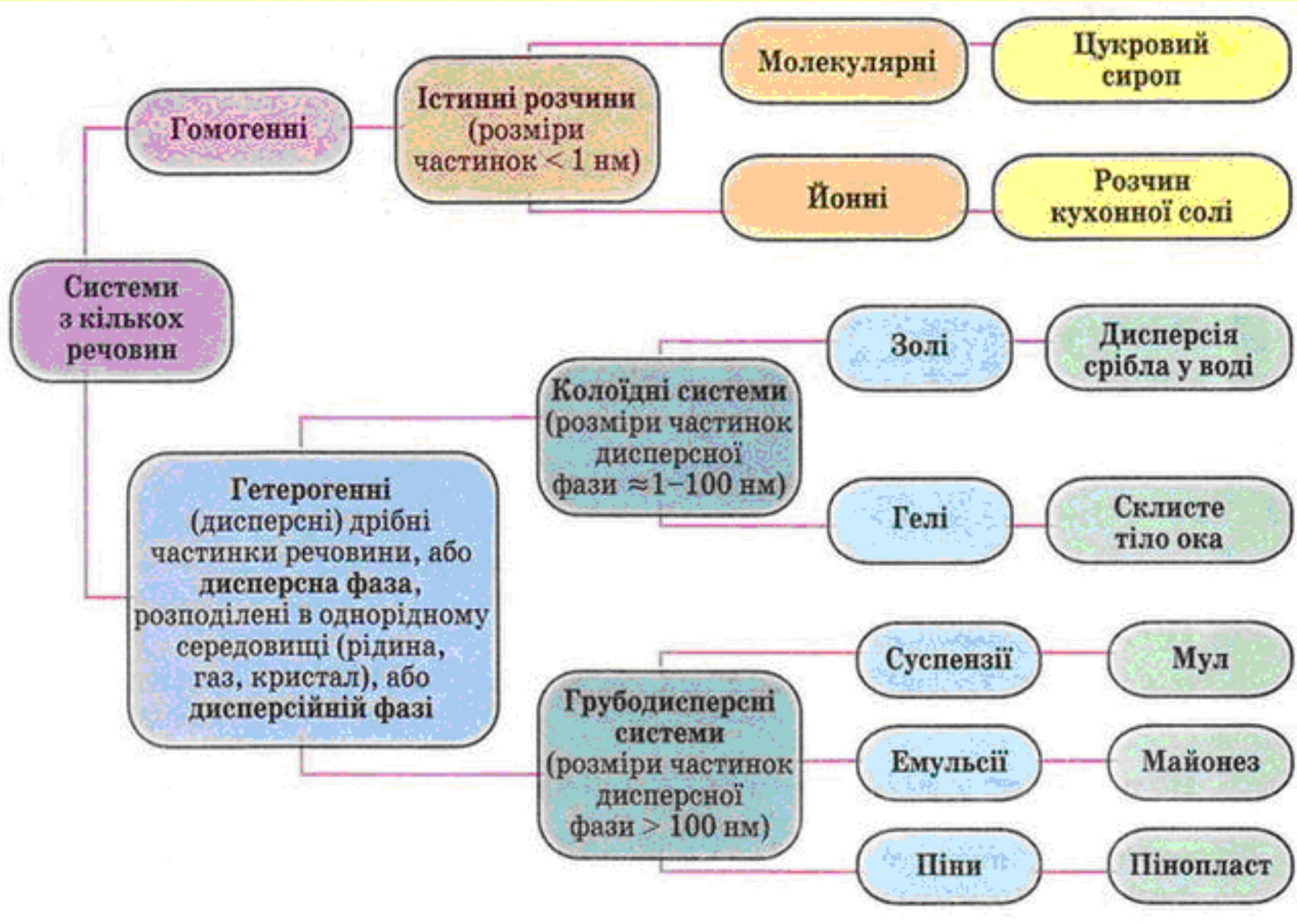


<i>Дисперсна фаза</i>	<i>Дисперсне середовище</i>	<i>Познач. системи</i>	<i>Приклади</i>
Газ	Рідина	Г/Р	Піни, газові емульсії
Рідина	Рідина	Р/Р	Емульсії (молоко, лікарські емульсії)
Тверде тіло	Рідина	Т/Р	Суспензії, ліозолі



<i>Дисперсна фаза</i>	<i>Дисперсне середовище</i>	<i>Познач. системи</i>	<i>Приклади</i>
Газ	Тверде тіло	Г/Т	Тверді піни, пемза, силікагель
Рідина	Тверде тіло	Р/Т	Перли, капілярні системи, гелі
Тверде тіло	Тверде тіло	Т/Т	Кольорове скло, мінерали. Сплави





3) Класифікація за структурою

Вільнодисперсні



Суспензії, емульсії, золі



- А) безструктурні системи
- Б) здатні незалежно переміщуватись у ДС під впливом броунівського руху або сили тяжіння

Зв'язнодисперсні

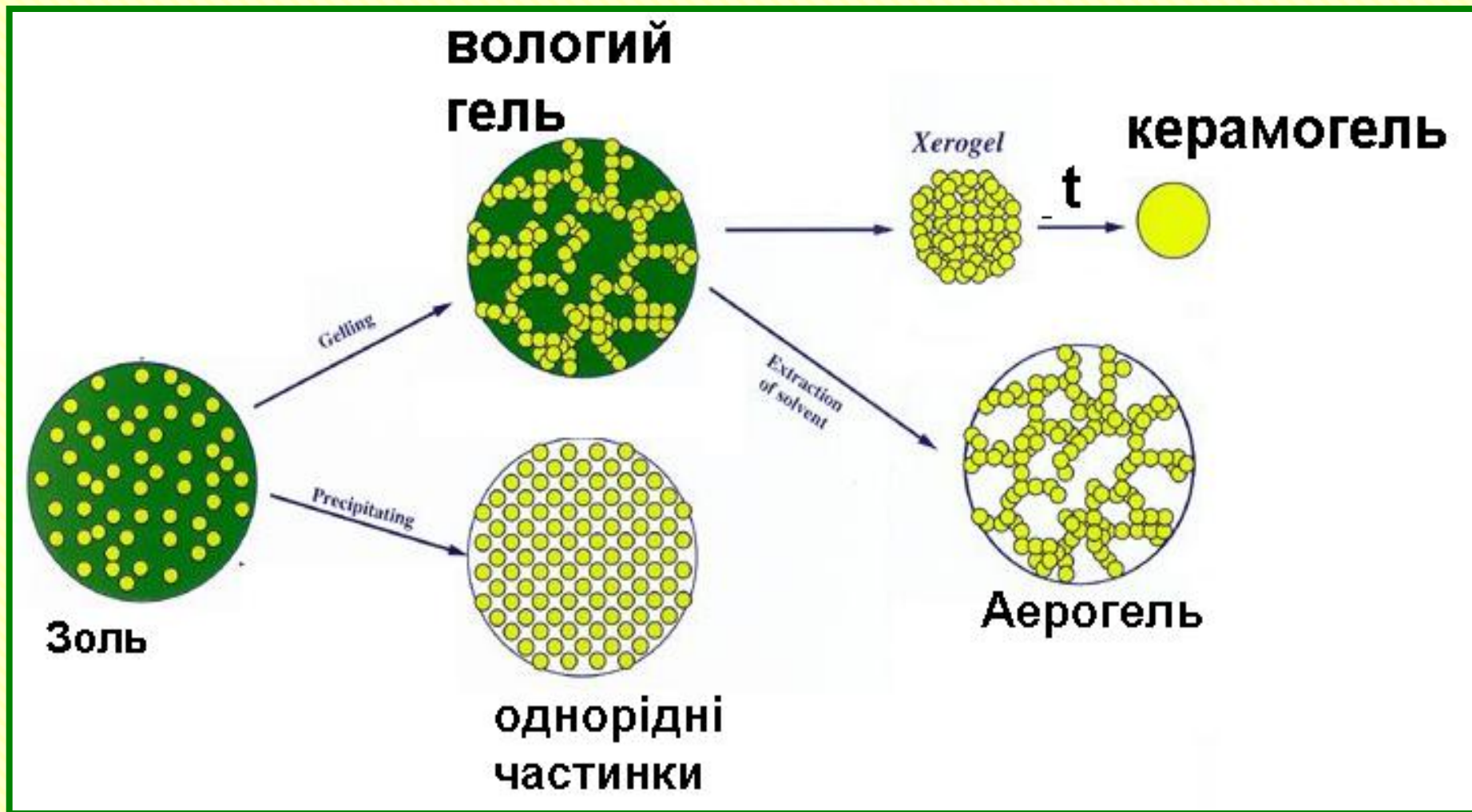


Гелі, мембрани, драглі



- А) частинки утворюють просторову структуру
- Б) не можуть вільно переміщуватись у ДС

Золь-гель-технології



4) Класифікація за міжфазною взаємодією:

Ліофільні

Ліофобні

грецьк.

lyo — розчиняю

phileo — люблю

phobos — страх

**сильна
міжмолекулярна
взаємодія фази з
середовищем**

**слабо
взаємодіє з
середовищем**

КОЛОЇДНІ СИСТЕМИ

Колоїдні системи займають проміжне положення між грубодисперсними системами та істинними розчинами.

ВІДМІННІСТЬ КОЛОЇДНИ РОЗЧИНІВ ВІД ІСТИННИХ РОЗЧИНІВ

Дисперсні – розсіюють світло
Істинні – оптично неактивні

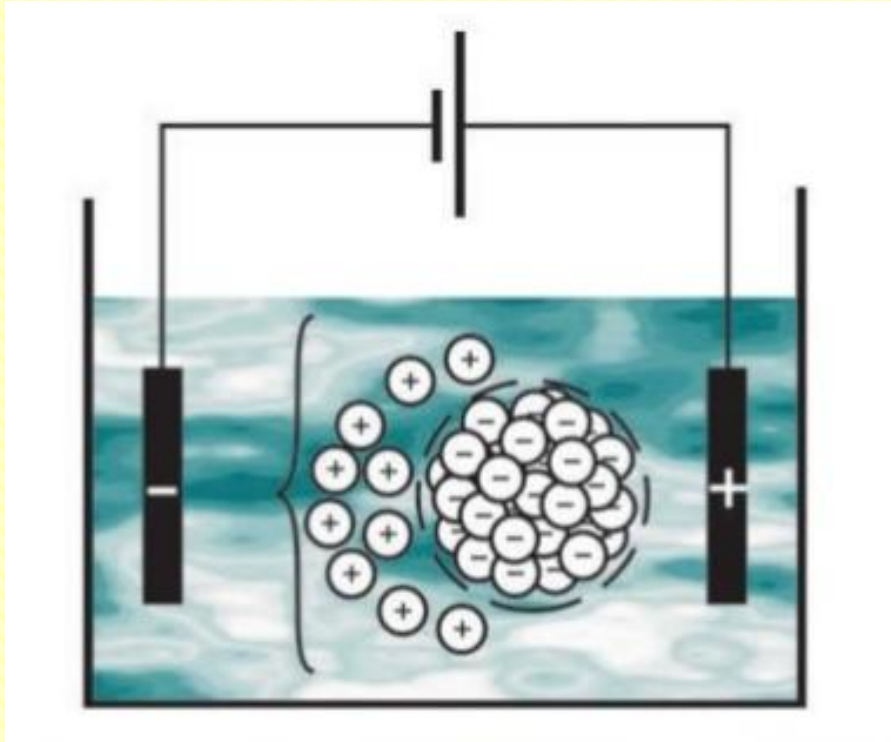


Колоїдні розчини здатні до **діалізу**: можуть бути очищені від низькомолекулярних домішок за допомогою мембрани



Агрегативно нестійкі й можуть руйнуватись під впливом зовнішніх чинників **коагуляція**

Колоїдні частинки здатні до руху в електричному полі - електрофорез



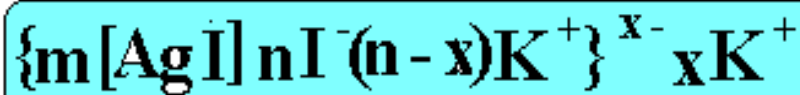
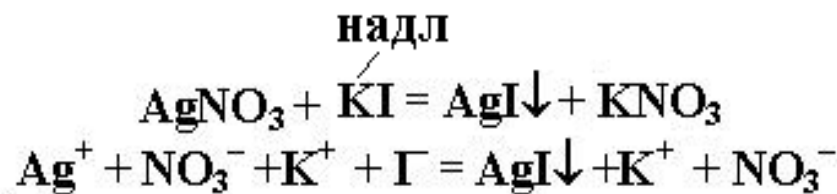
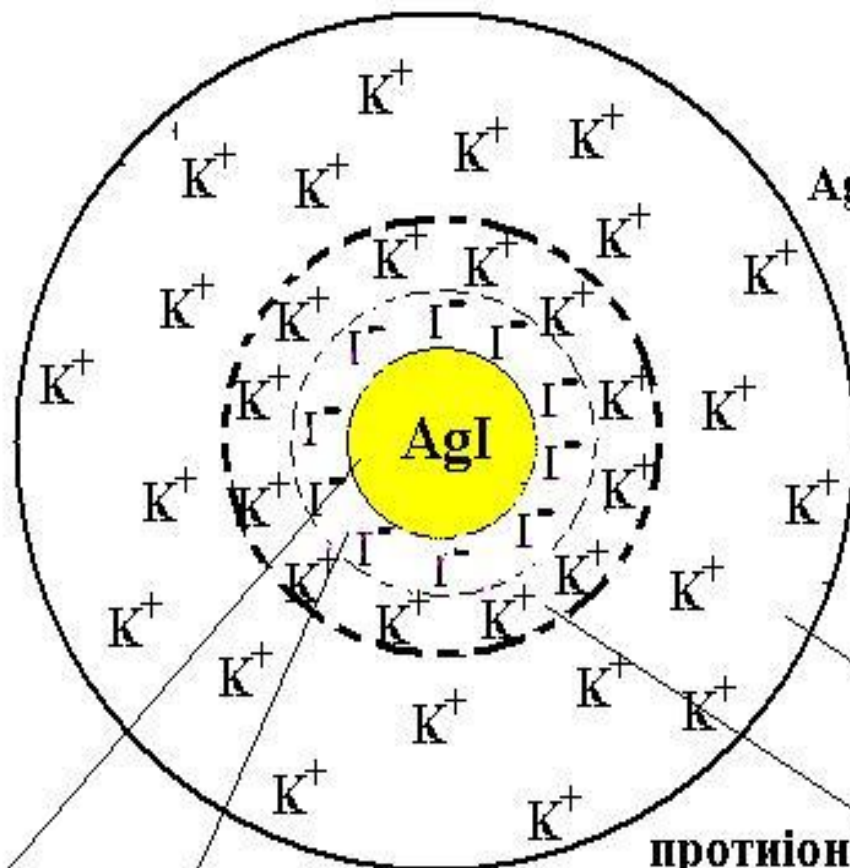
Будова колоїдної частинки

Міцелярна теорія.

Золь складається з:

- міцели - електрично нейтральної структурної колоїдної одиниці, що оточена подвійним шаром іонів.
- інтерміцелярної рідини (розділяє міцели) – це дисперсійне середовище, що містить електроліти та неелектроліти.





агрегат потенціалвизначаючі іони

ядро

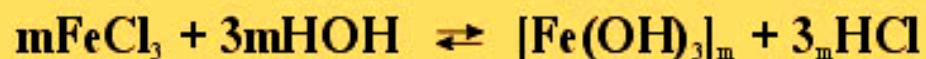
гранула (частинка)

протііони адсорбційного шару

протііони дифузійного шару

Міцела

Схема будови міцели гідрофобного золю $\text{Fe}(\text{OH})_3$, отриманого гідролізом FeCl_3

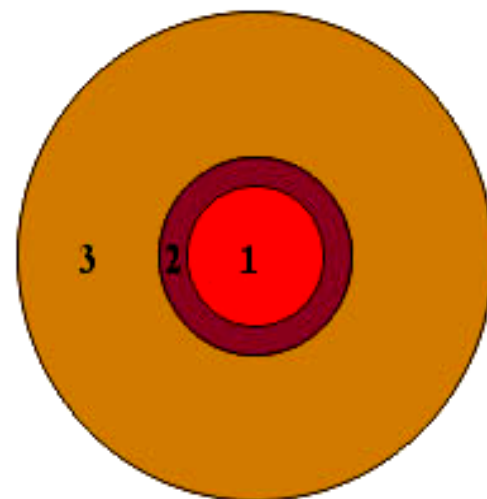


ядро

адсорбційний шар

гранула

міцела



1. ЯДРО

2. АДСОРБЦІЙНИЙ ШАР,
що складається з потенціал-
визначальних іонів і частини
протиіонів

3. ДИФУЗНИЙ ШАР,
з включенням молекул та іонів
дифузного шару

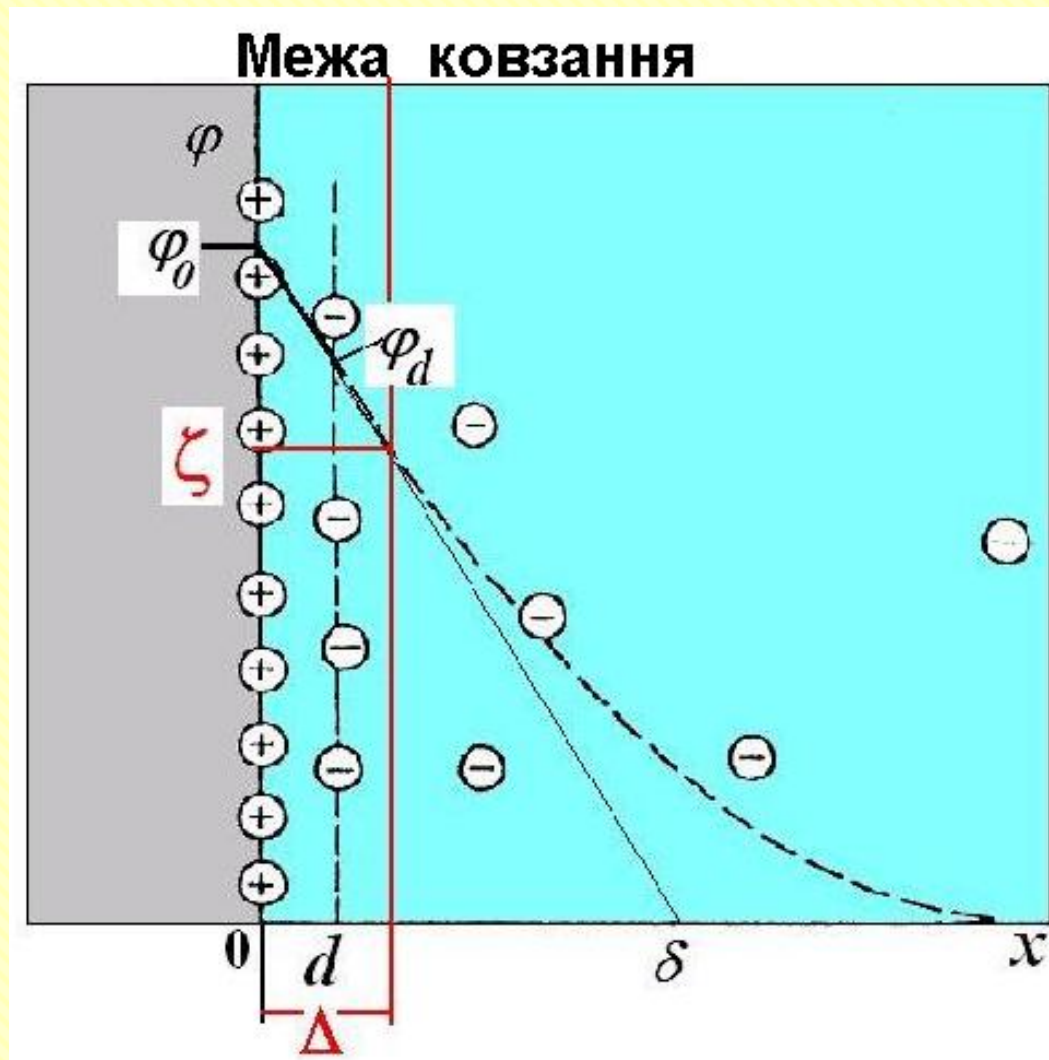
ЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОЛОЇДНИХ СИСТЕМ

На поверхні частинок ДФ внаслідок вибіркової адсорбції утворюється

подвійний електричний шар (ПЕШ) іонів.

(О. Штерн (1924)).

Межа ковзання — це межа між частинкою, здатною до руху в електричному полі, і оточуючою рідиною.



Електрокінетичний або ξ (дзета) - потенціал, це потенціал, який відповідає різниці потенціалів між межею ковзання рідини і глибиною розчину.

Рівняння **Гельмгольца—Смолуховського**:

$$\xi = \frac{\eta u_0}{\varepsilon \varepsilon_0 E}$$

де η — в'язкість середовища;

u_0 — лінійна швидкість руху фаз;

E — напруженість електричного поля;

κ — питома електропровідність середовища;

$$\xi = \frac{\eta u_0 \vartheta}{\varepsilon \varepsilon_0 I}$$

v – об'ємна швидкість руху середовища;

I – сила струму.

Величина електрокінетичного потенціалу залежить від:

а) концентрації іонів електроліту

(із $\downarrow C$ - $\uparrow \xi$ - потенціал)

б) валентності іонів

в) розряджаючої здатності іонів однакової валентності

г) температури:

$\uparrow T$ - \uparrow інтенсивність теплового руху - \uparrow
товщина дифузного шару

ЕЛЕКТРОКІНЕТИЧНІ ЯВИЩА

Електрокінетичні- це явища, які полягають в тому, що частинки або рідина рухаються під дією різниці потенціалів, або, навпаки, різниця потенціалів виникає внаслідок руху частинок або рідини.

Класифікація електрокінетичних явищ

1. Електрокінетичні явища I роду — відносне переміщення фаз під дією різниці потенціалів:

- а) *електрофорез* — рух частинок ДФ в нерухомому ДС;
- б) *електроосмос* — рух рідини відносно твердої поверхні пористих мембран;

2) Електрокінетичні явища II роду — виникнення різниці потенціалів внаслідок вимушеного відносного руху фаз

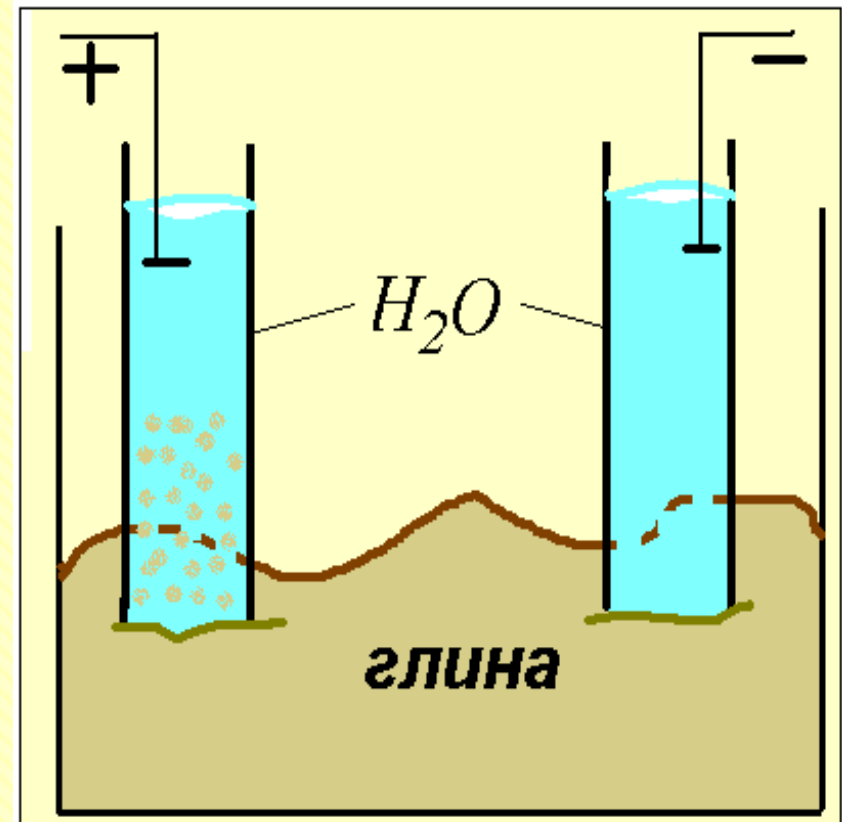
- а) *потенціал седиментації* — виникнення різниці потенціалів при русі частинок в нерухомій рідині
- б) *потенціал протікання* — виникнення різниці потенціалів при русі рідини відносно нерухомої твердої поверхні.

Електрофорез

Ф. Ф. Рейсе (1808 р.)

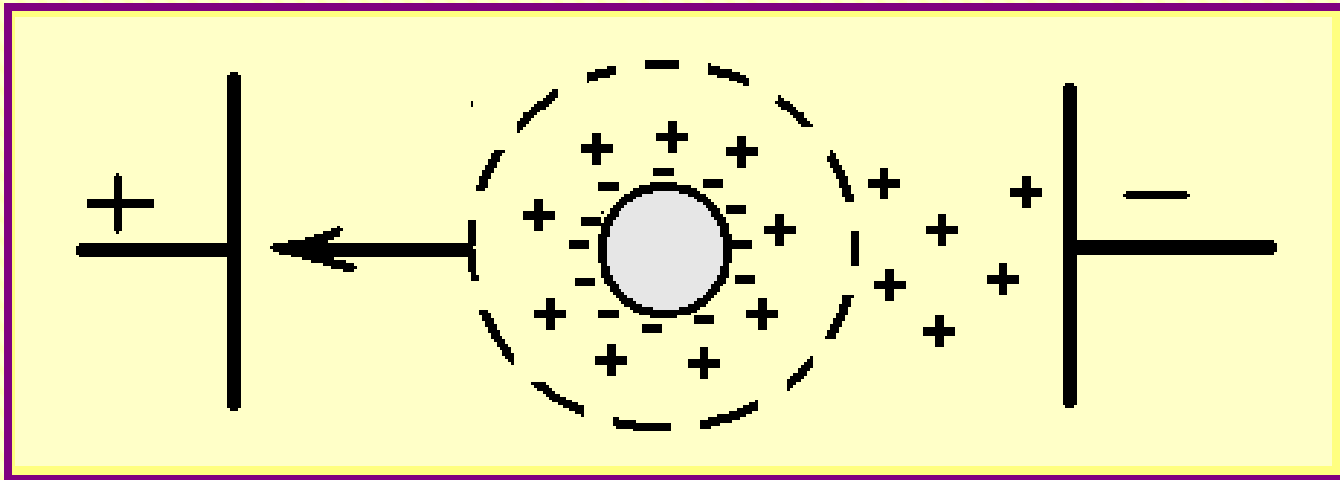
При пропусканні сталого струму частинки глини рухаються до позитивного електроду

Це явище –
електрофорезу



Механізм електрофорезу :

під дією електричного поля подвійний шар іонів розривається на межі скочвання, частинка набуває заряду і рухається до протилежно зарядженого електрода, протиіони дифузного шару рухаються у протилежний бік.



Швидкість електрофорезу визначається рівнянням Гельмгольца—Смолуховського:

$$U_0 = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon E \xi I}{\eta}$$

Електрофоретична рухомість - швидкість руху дисперсної фази, віднесена до одиниці напруженості електричного поля

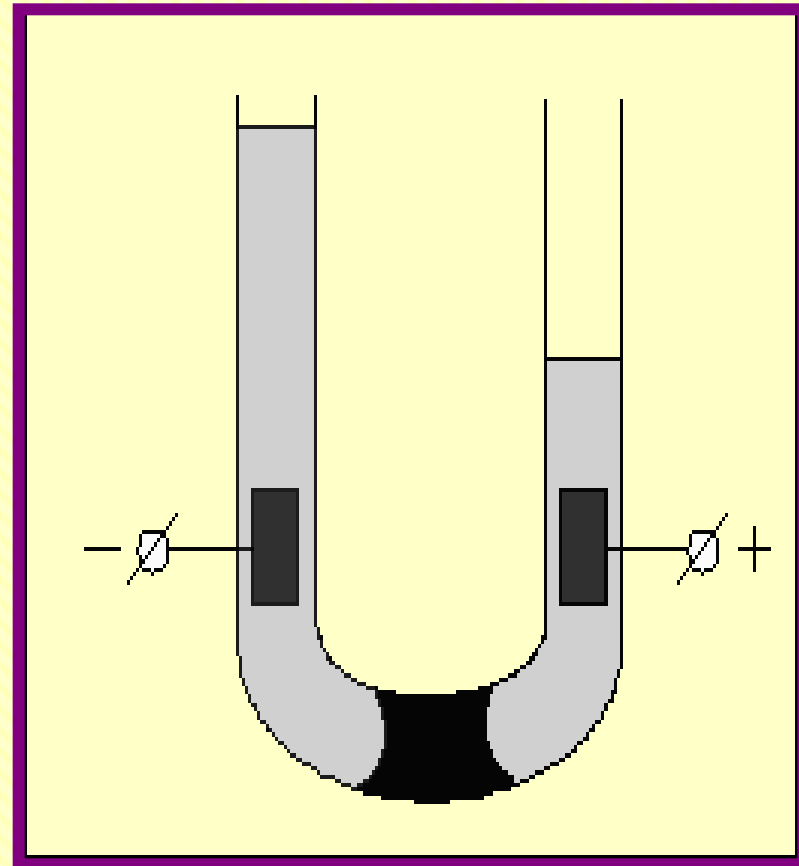
$$u_{efp} = \frac{hl}{tV} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon \xi}{\eta}$$

Електроосмос

U- подібну трубку заповнюють товченим кварцом, наливають воду, занурюють електроди, пропускають сталий струм.

Рівень води в коліні з негативним електродом підвищився, а в другому коліні — знизився.

Це явище одержало назву **електроосмос**



Механізм електроосмосу. При накладенні електричного поля дифузний шар протиіонів по межі сковзання рухається до електрода відповідного знаку, при цьому з ним рухається і певна частина дисперсійного середовища. До протилежного електрода рухаються ті іони з об'єму рідини, які мають знак, протилежний знаку протиіонів.

Електроосмотична рухомість - швидкість руху дисперсійного середовища, віднесена до одиниці напруженості електричного поля

$$u_{eop} = \frac{\mathcal{E}k}{I} = \frac{\epsilon_0 \mathcal{E} \zeta}{\eta}$$

де v — об'ємна швидкість течії середовища ($v = u_0 S$);

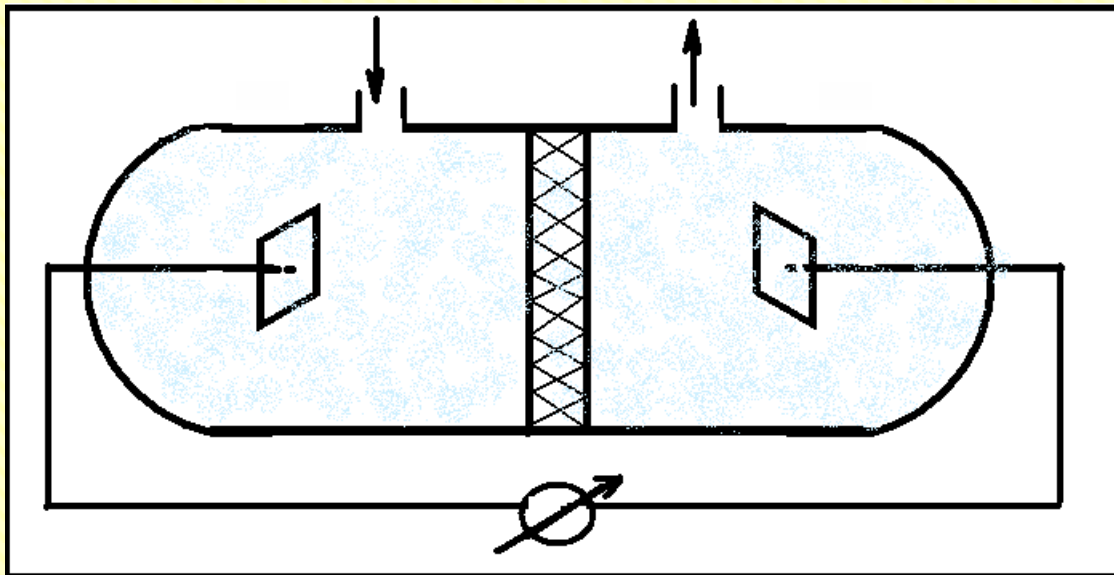
S — площа поперечного перерізу капілярів;

I — сила струму;

k — питома електрична провідність

Потенціал протікання і седиментації

У 1859 році Квінке відкрив явище, протилежне електроосмосу — при протіканні під тиском рідини через пористу мембрану виникла різниця потенціалів, яку назвали **потенціалом протікання**.



$$U_n = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot \zeta \cdot \rho}{\eta}$$

Механізм

При протіканні під тиском рідини через пористу діафрагму йде деформація ПЕШ і іони дифузного шару зміщуються в напрямку потоку рідини. Вздовж межі виникає поверхневий струм і різниця потенціалів на кінцях капілярів діафрагми, яка приводить до появи струму в зворотному напрямку. Різниця потенціалів збільшується, доки ці струми не зрівняються. З цього моменту вона приймає стале значення

Потенціал седиментації (Дорн у 1878 р.)

При осіданні дисперсних частинок під дією сили тяжіння ПЕШ частинки, деформуються за рахунок тертя об шар рідини . Внаслідок цього дифузні іони відстають від частинок, які рухаються і, по висоті виникає різниця потенціалів.

$$u_{sed} = \frac{\zeta \varepsilon_0 \varphi (\rho - \rho_0) g}{\eta k}$$

де ρ і ρ_0 — густина дисперсної фази і дисперсійного середовища;

g — прискорення сили тяжіння;

φ — об'ємна доля дисперсної фази

Значення електрокінетичних явищ

А) електрофорез

Для визначення фракційного складу природних білків, характеристики ензимів, вірусів, бактерій, формених елементів крові, латексів і ін.

фармакопейний метод визначення ступеня чистоти антибіотиків, вітамінів та інших лікарських речовин, за його допомогою лікувальні препарати вводять у організм людини.

єдиний спосіб прямого визначення абсолютної електрофоретичної рухомості. Електрофореграми можуть використовуватися як для діагностики захворювань, так і для контролю за їх перебігом.

Б) електроосмос

а) для видалення води із насичених нею твердих роздрібнених тіл;

б) для просочення пористих матеріалів розчином речовин, що збільшують якість цих матеріалів, та ін.