

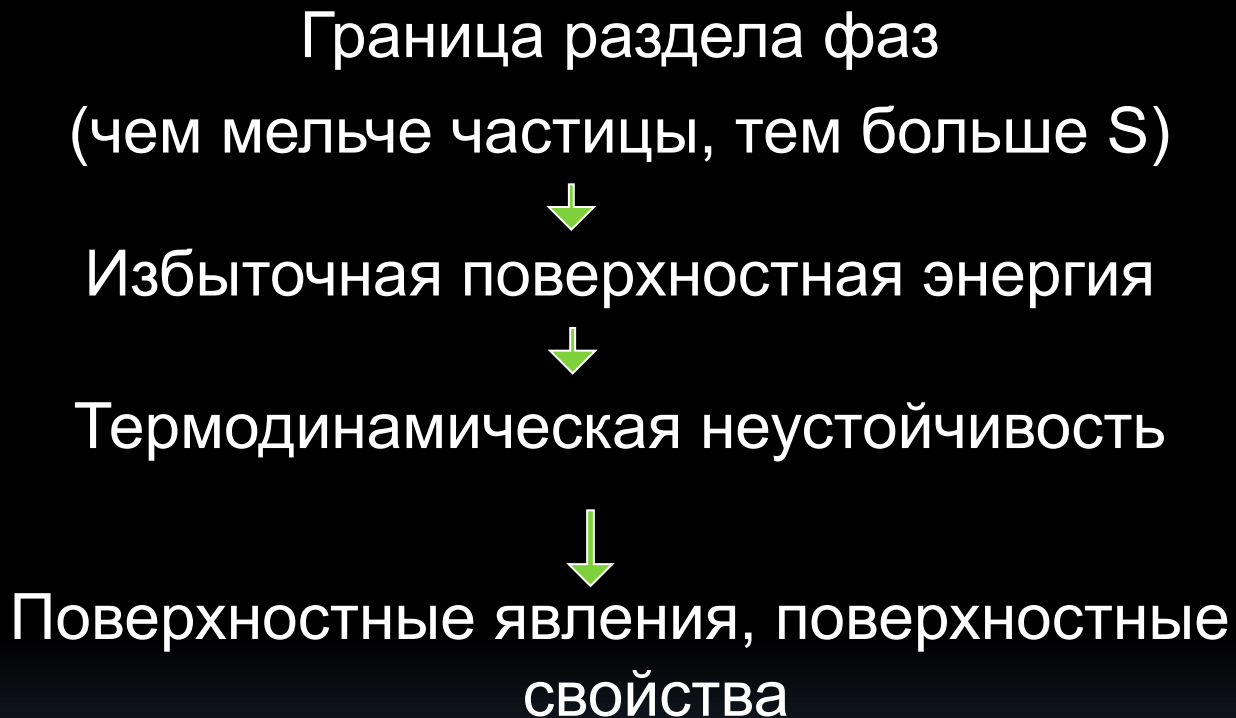
Физическая и коллоидная химия

# **ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ. ЛИОФОБНЫЕ ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ**

**ЧАСТЬ 1**

**Дисперсные системы – гетерогенные системы с высокой степенью дисперсности (раздробленности) одной из фаз.**

**Признаки:  
гетерогенность  
дисперсность**



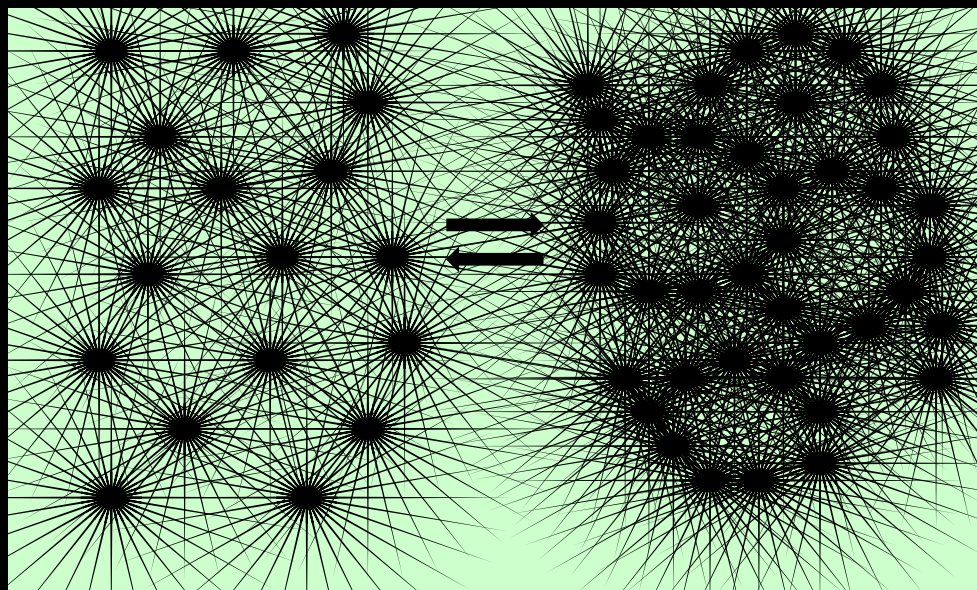
Пример обозначения: **T/Ж**

(твердая дисперсная фаза/ жидкая дисперсионная среда)

# Классификация ДС по агрегатному состоянию фаз

	Система	Примеры
<b>Т/Ж</b>	Золи, суспензии, пасты	Химические осадки, пасты, краски
<b>Ж/Ж</b>	Эмульсии	Нефть, молоко, масло, кремы
<b>Г/Ж</b>	Пены	Мыльные, флотационные пены и др.
<b>Т/Т</b>	Твердые золи	Минералы, сплавы, строительные и композиционные материалы,
<b>Ж/Т</b>	Капиллярно-пористые тела, твердые эмульсии	Влажные почвы, влажные строительные материалы, древесина, опал, жемчуг
<b>Г/Т</b>	Пористые тела (твердые пены)	Адсорбенты, катализаторы, пенопласты, пемза, пенобетон, хлеб
<b>Т/Г</b>	Аэрозоли, порошки	Дым, пыль, сухие строительные материалы, песок, ткани, мука.
<b>Ж/Г</b>	Туман	Облака, туман, спрей
<b>Г/Г</b>	-	

# Классификация ДС по взаимодействию между частицами



**Свободнодисперсные** -  
частицы дисперсной фазы  
свободны, могут  
перемещаться независимо  
друг от друга.

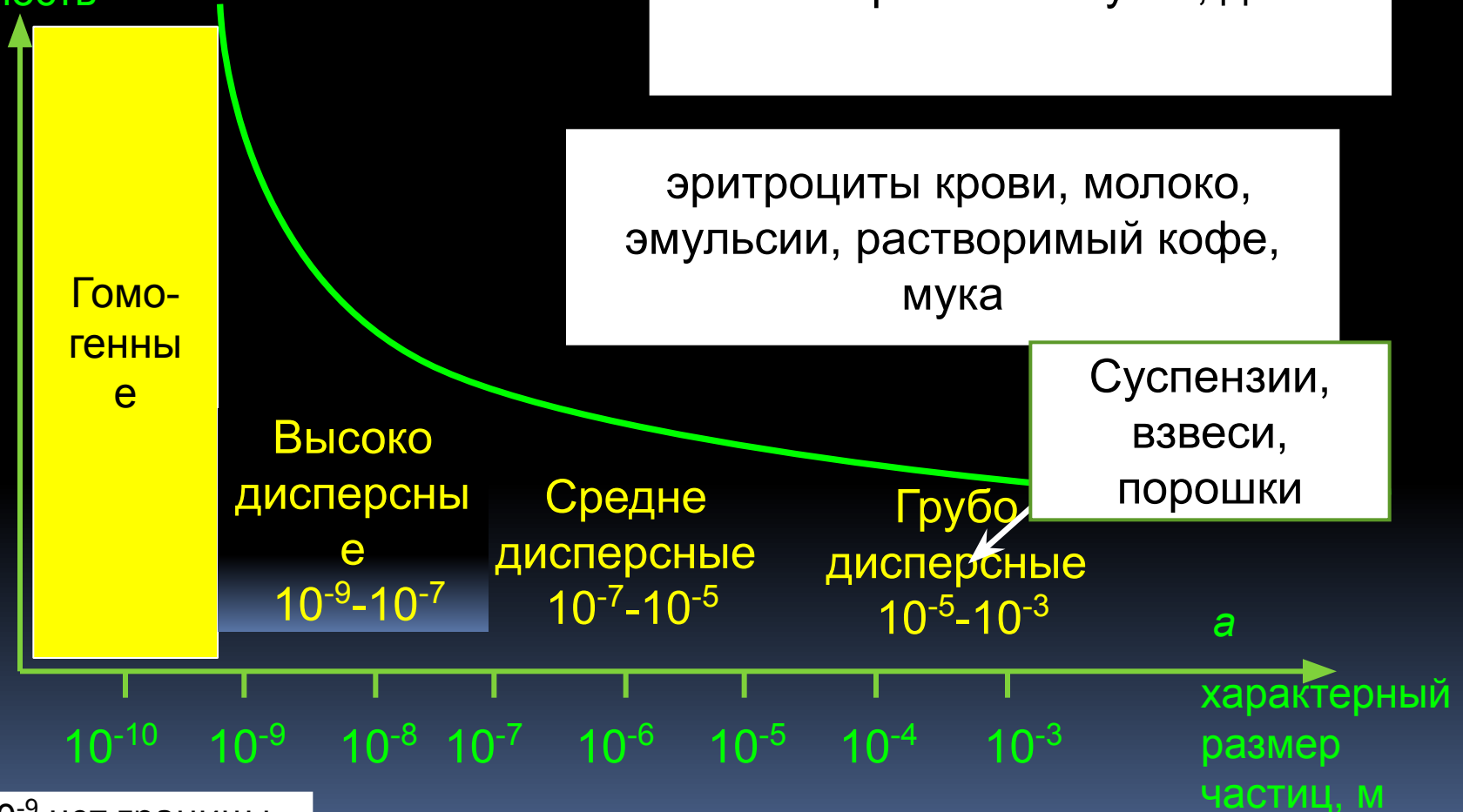
Обладают свойствами  
жидкости (текучестью )

**Связаннодисперсные  
(структурированные)**  
частицы связаны между собой, образуя  
пространственную структуру .

Могут проявлять свойства и твердого  
тела, и жидкости.

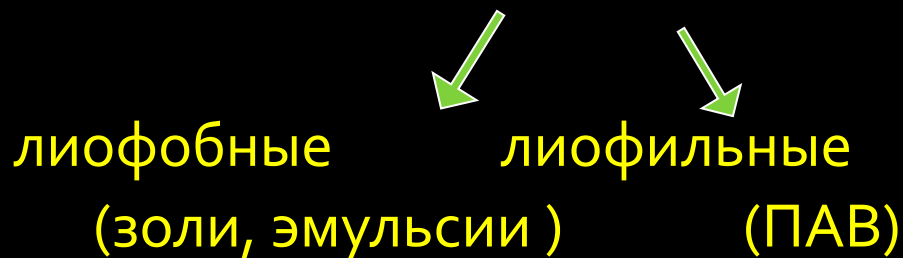
# Классификация ДС по размерам дисперсной фазы

$S_{уд}$  – удельная  
поверхность



До  $10^{-9}$  нет границы раздела фаз

# Классификация ДС по интенсивности взаимодействия между д. фазой и жидкой д. средой



взаимодействие  
между фазами

оч. слабое/нет

сильное

граница раздела

четкая

размыта

избыт. пов. энергия

высокая

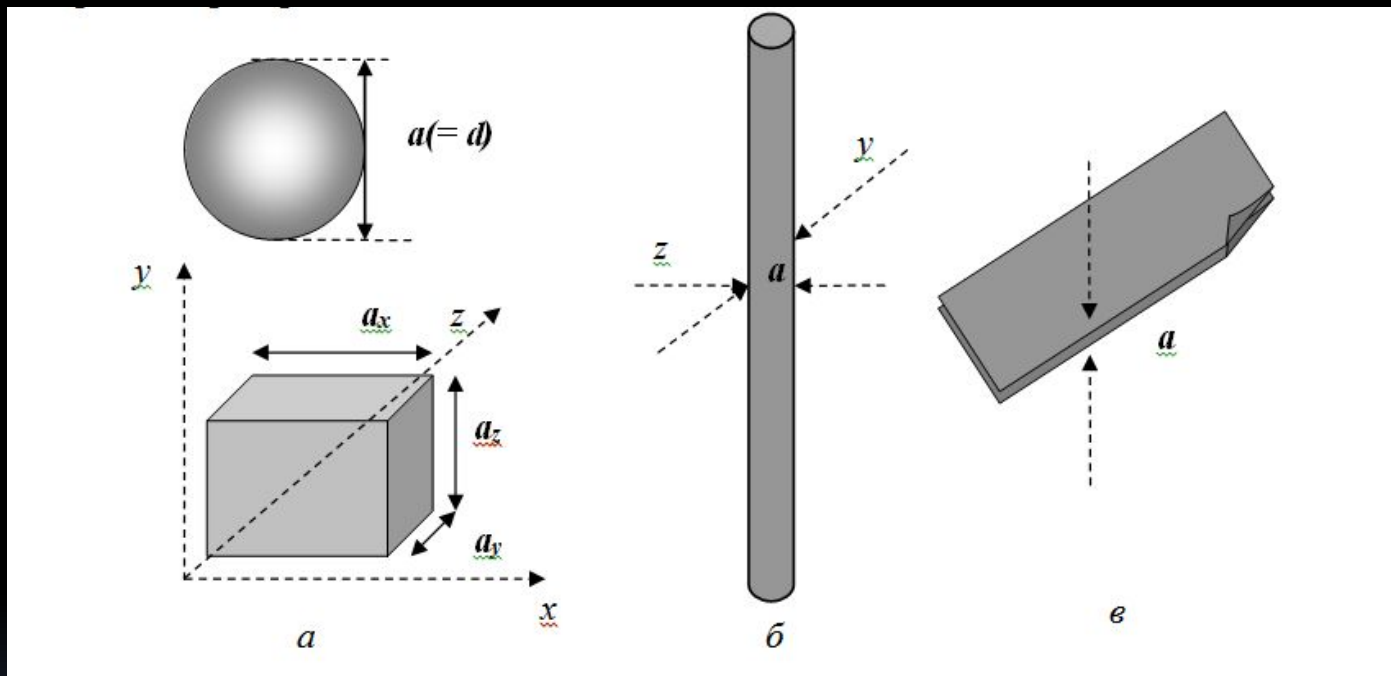
низкая

термодинамич.  
устойчивость

неустойчивы

устойчивы, обр-ся  
самопроизвольно

*Характерные размеры* - размеры дисперсной фазы, которые отражают раздробленность.



трехмерные  
порошки  
эмульсии  
золи

двумерные  
нити  
капилляры

одномерные

пленки

*Дисперсность  $D$*  — величина, обратная характерному размеру:

размерность  $m^{-1}$ .

*Удельная поверхность  $S_{уд}$*  — площадь границы раздела фаз  $S$ , приходящаяся на единицу массы  $m$ :

размерность  $m^2/kg$  или  $m^2/g$ .

Удельная поверхность частиц сферической формы:

$$S_{уд} = \frac{S}{m} = \frac{S_{ед}n}{V_{ед}n\rho} = \frac{6\pi d^2 n}{\pi d^3 n\rho} = \frac{6}{d\rho}$$



# Получение дисперсных систем

Диспергирование

Механическое

Ультразвуковое

Конденсация

Физическая

Химическая

Пептизация

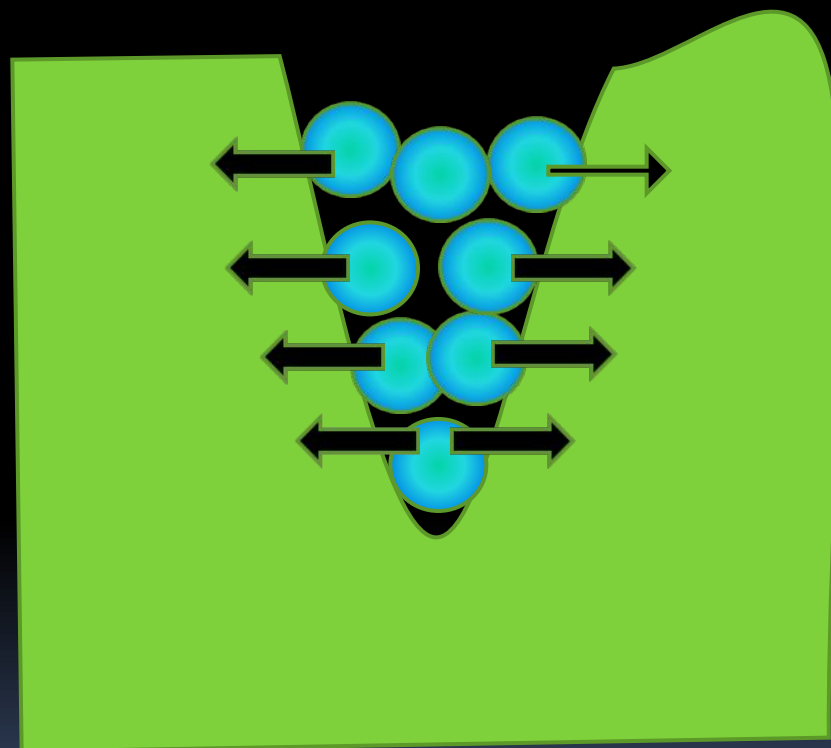
## Механическое диспергирование

различные виды мельниц  
- помол до 1-10 мкм

### Механизм диспергирования

Под действием деформирующих сил (давление, удар, трение) на поверхности тв. тела образуется микротрещина.

Развитие микротрещин происходит значительно легче **при адсорбции веществ — понизителей твердости** (ионы, молекулы ПАВ), которые стремятся раздвинуть микрощель, облегчая диспергирование.



Эффект адсорбционного понижения твердости – **эффект Ребиндера**

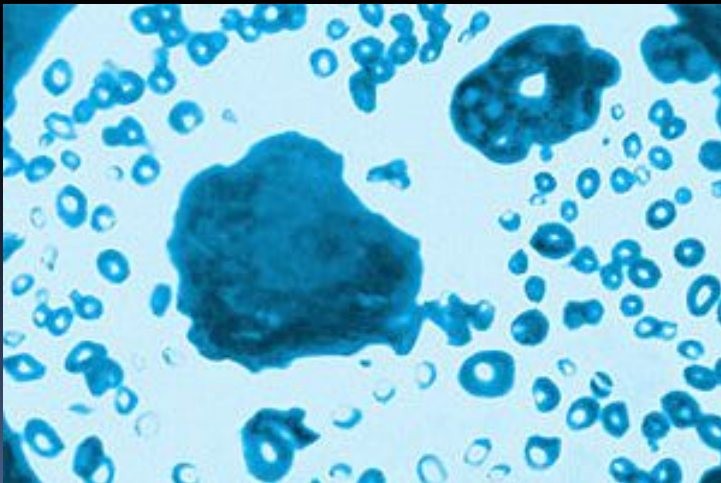
## Ультразвуковое диспергирование

(для твердых тел и жидкостей)



**Ультразвук** -

упругие колебания и волны с частотами от 15 кгц до 1 Гц.

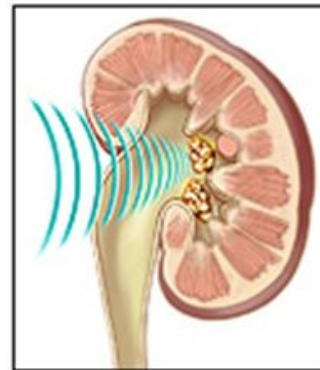


**Кавитации** - локальные быстро чередующиеся сжатия и расширения вещества, приводящие к образованию мельчайших полостей и их разрушению.

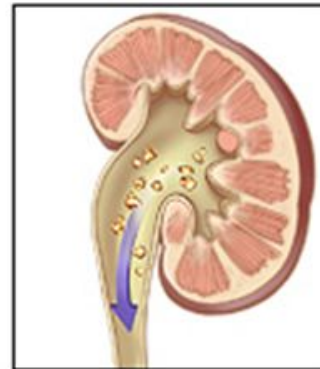
# Ультразвуковое диспергирование твердого тела



**ДРОБЛЕНИЕ  
КАМНЕЙ**



**ВЫХОД  
КАМНЕЙ**



# Ультразвуковое диспергирование жидкости



Ультразвуковой ингалятор

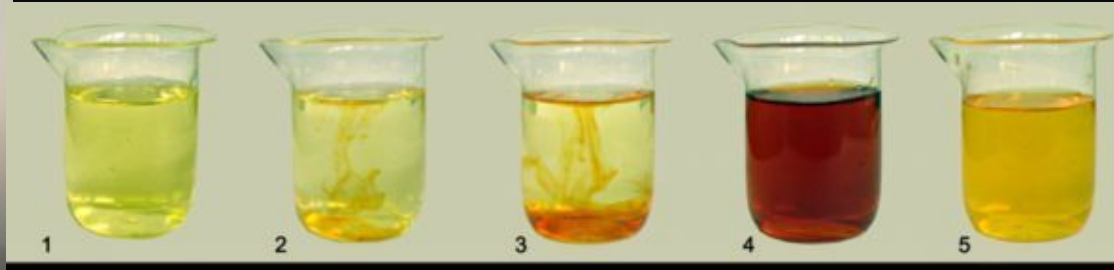
# Методы конденсации – образование новой фазы из отдельных атомов или молекул

## Методы физической конденсации

- *Метод замены растворителя*
- *Конденсация из паров*
- и др.

## Методы химической конденсации

связаны с протеканием химических реакций, приводящих к образованию новой фазы (выпадению осадка).



**Пептизация** — процесс перехода вещества из геля(осадка) в золь под влиянием диспергирующих веществ (пептизаторов).

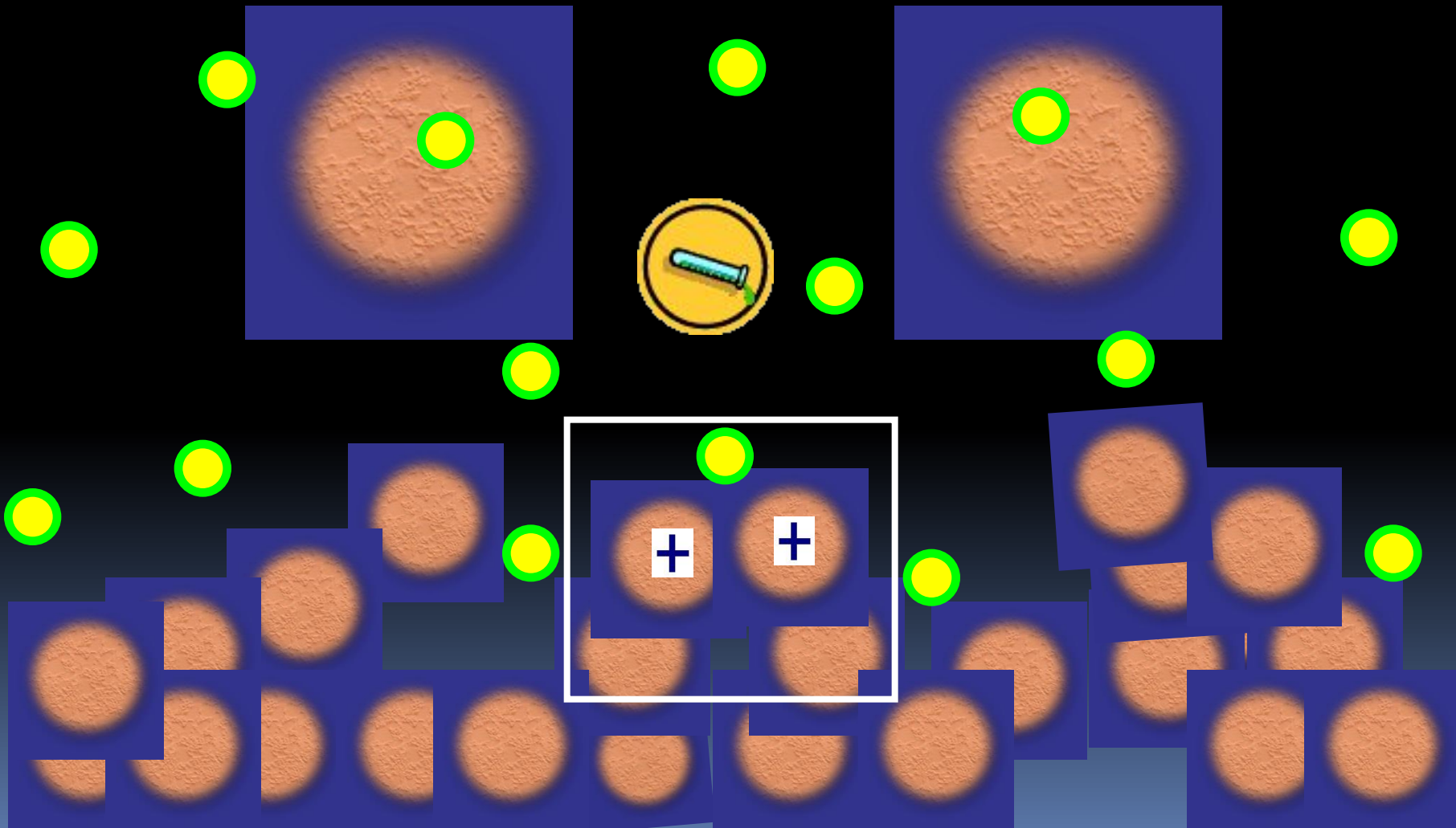
При пептизации происходит разрушение связей между слипшимися, но сохранившими самостоятельность мелкими частичками дисперсной фазы: частицы приобретают заряд и начинают отталкиваться друг от друга.

### **Виды пептизации:**

- ✓ промыванием осадка - «вымывание» электролита,
- ✓ адсорбционная пептизация – ионы пептизатора - электролита адсорбируются на поверхности частиц,
- ✓ химическая пептизация – пептизатор химически взаимодействует с веществом осадка; образующиеся в результате реакции ионы придают частице заряд .

# Пептизация

под действием пептизатора заряд частиц увеличивается –  
отталкивание – образование золя

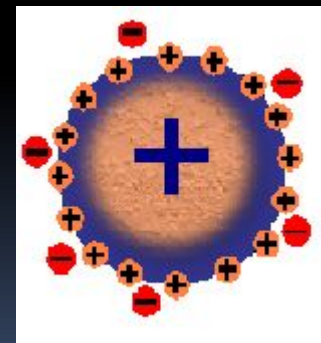
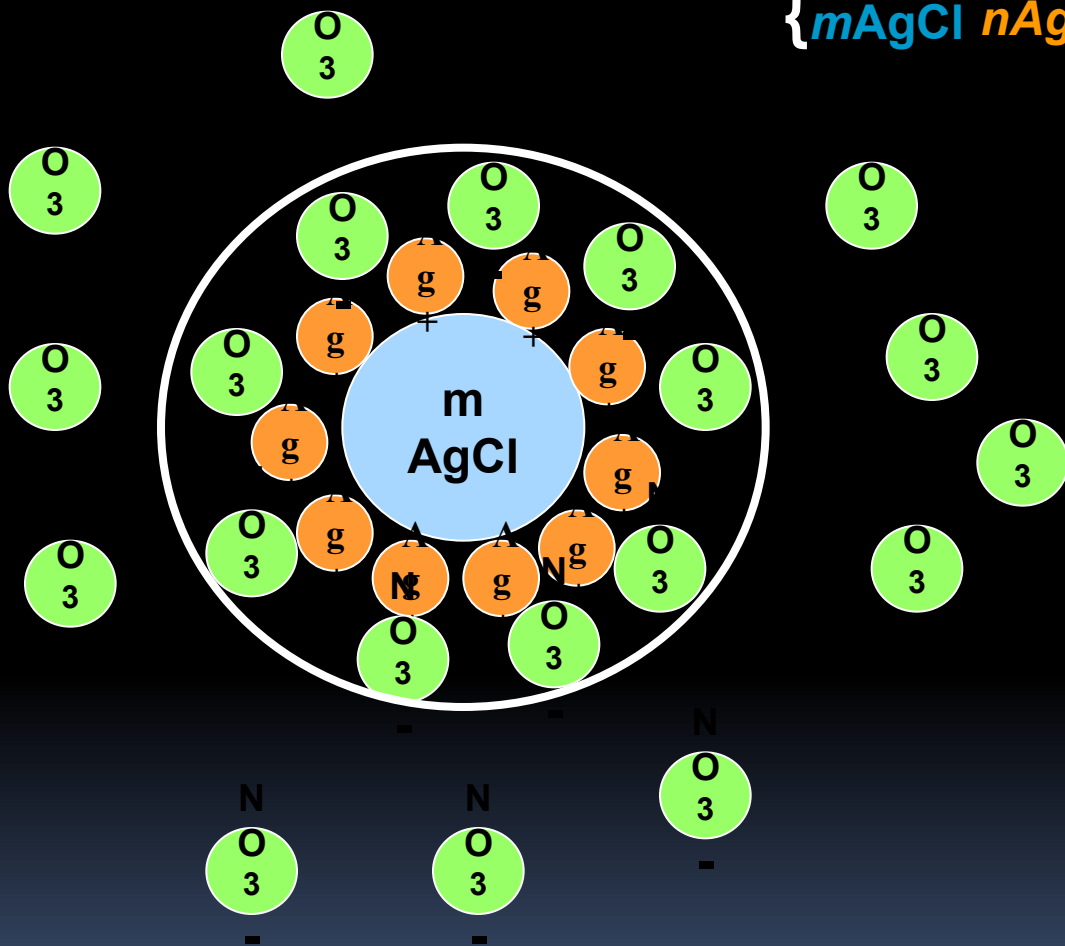
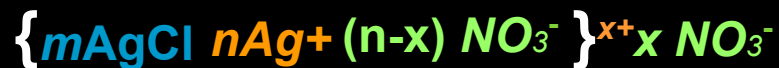
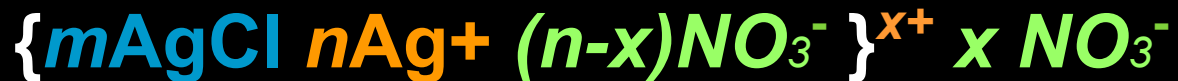


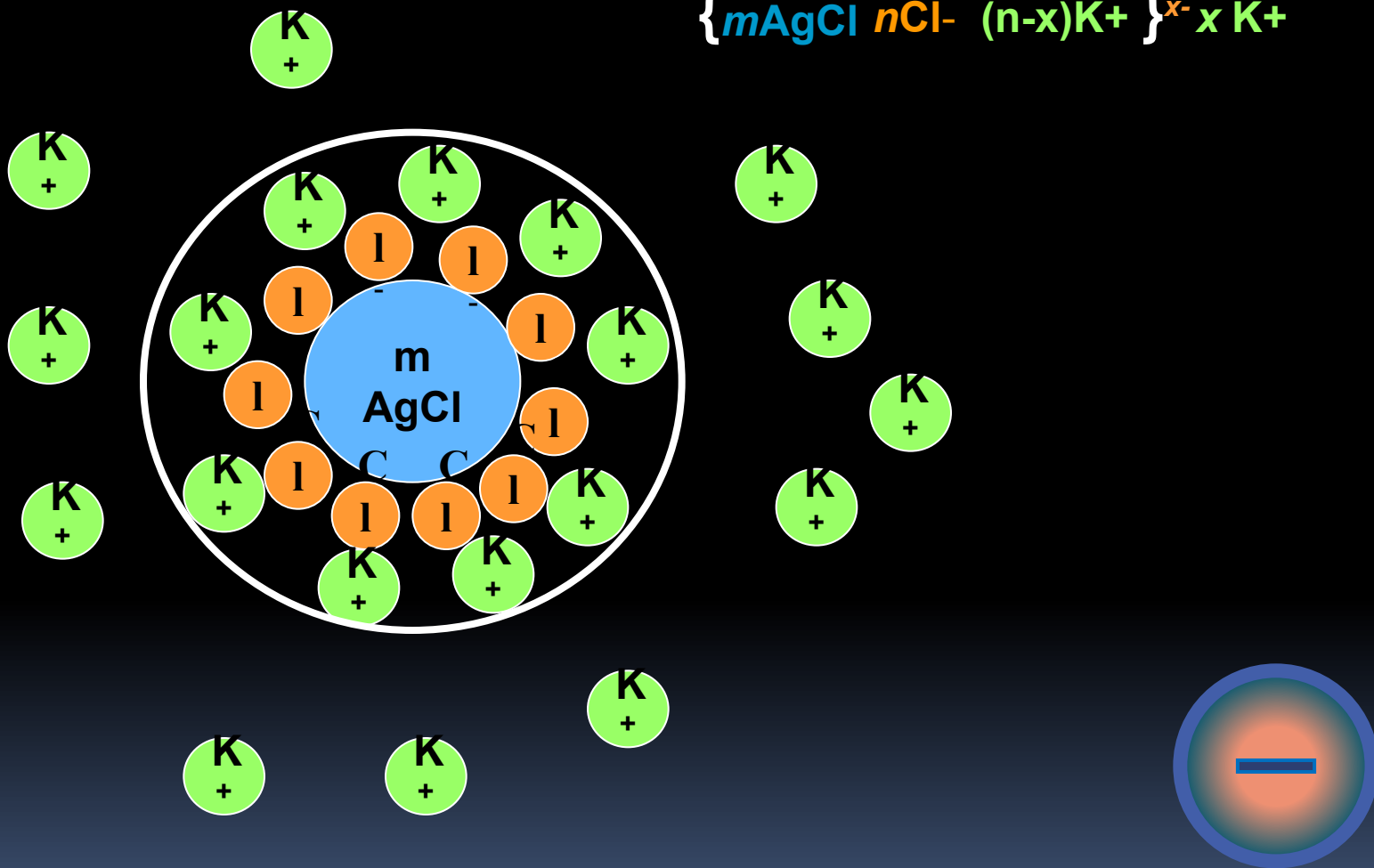
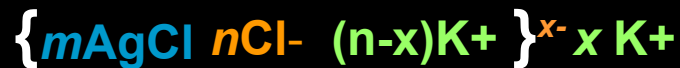


**Золи** - лиофобные высокодисперсные системы Т/Ж.  
как правило, получают **методом химической конденсации**.  
Реакции обмена, восстановления, окисления, гидролиза и  
т. д.

Образованию золя способствуют

- малые концентрации реагентов,
- присутствие стабилизирующих веществ,
- большое количество центров зародышеобразования.



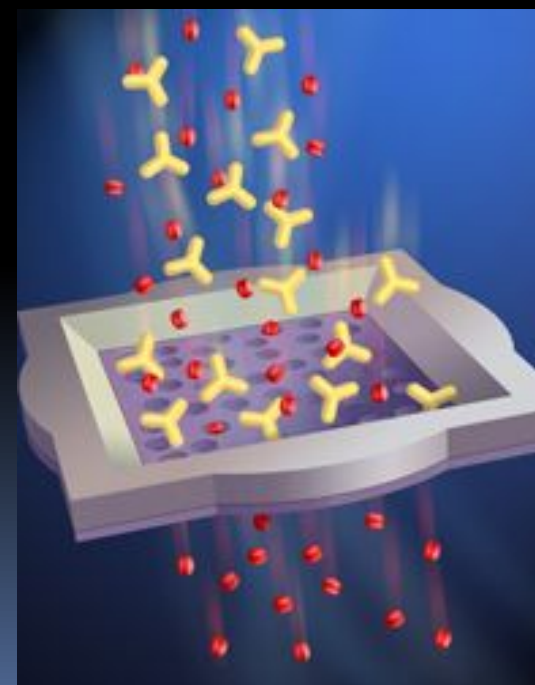
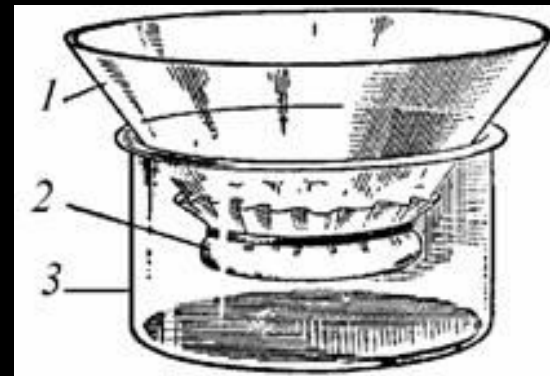


# Способы очистки зольей от низкомолекулярных примесей и ионов

Диализ - диффузия примесей из коллоидного р-ра .

Кол. частицы не проходят через мембрану с размером пор 10-100 нм, а низкомолекулярные примеси – проходят.

Ультрафильтрация – фильтрация через мембрану (размер пор до 10 нм) при перепаде давления 2-10 атм.



## Устойчивость

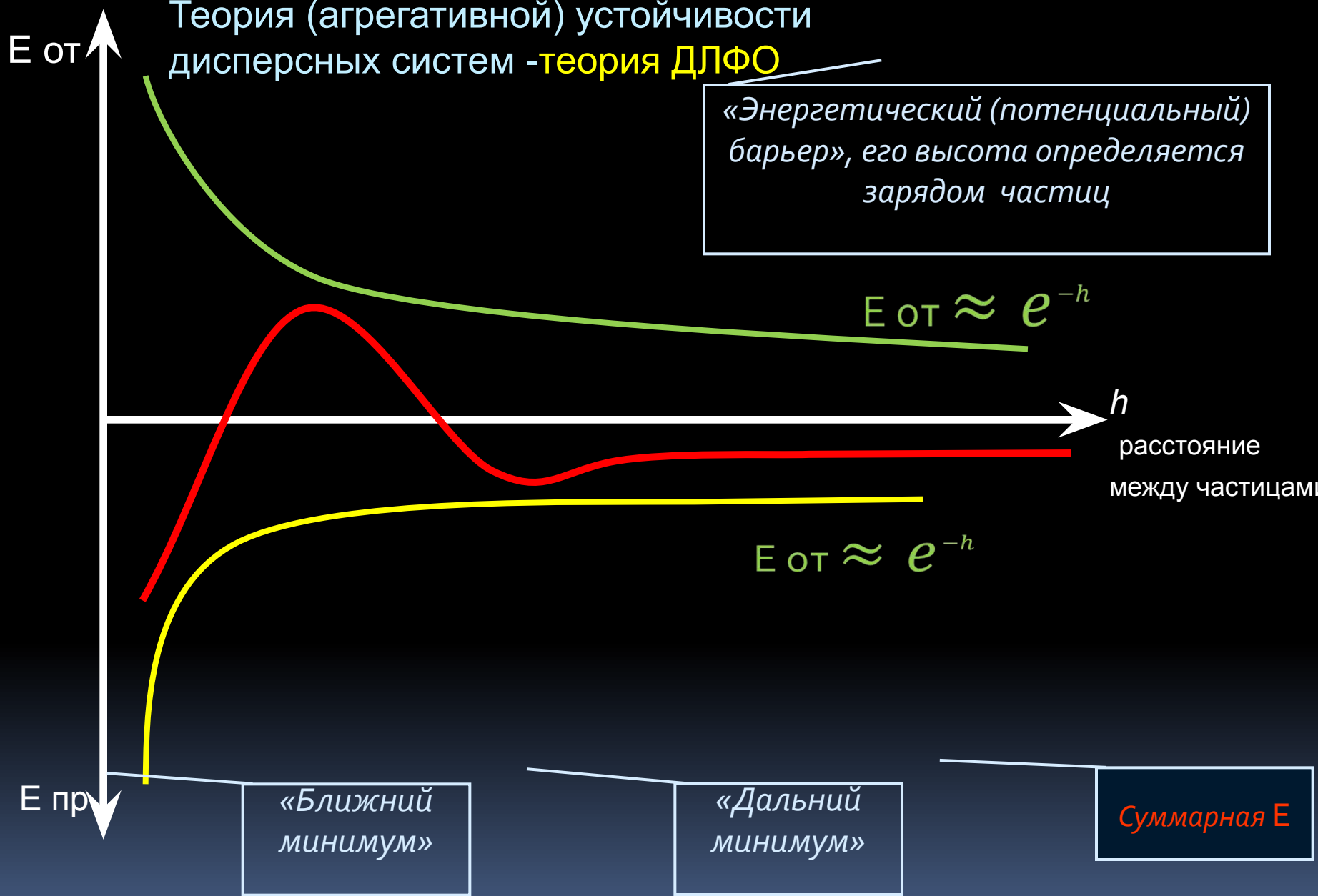
- способность ДС сохранять постоянство своих свойств во времени или при достаточно сильном изменении условий

**Агрегативная** — способность противостоять **слипанию и укрупнению частиц** (устойчивость к коагуляции).

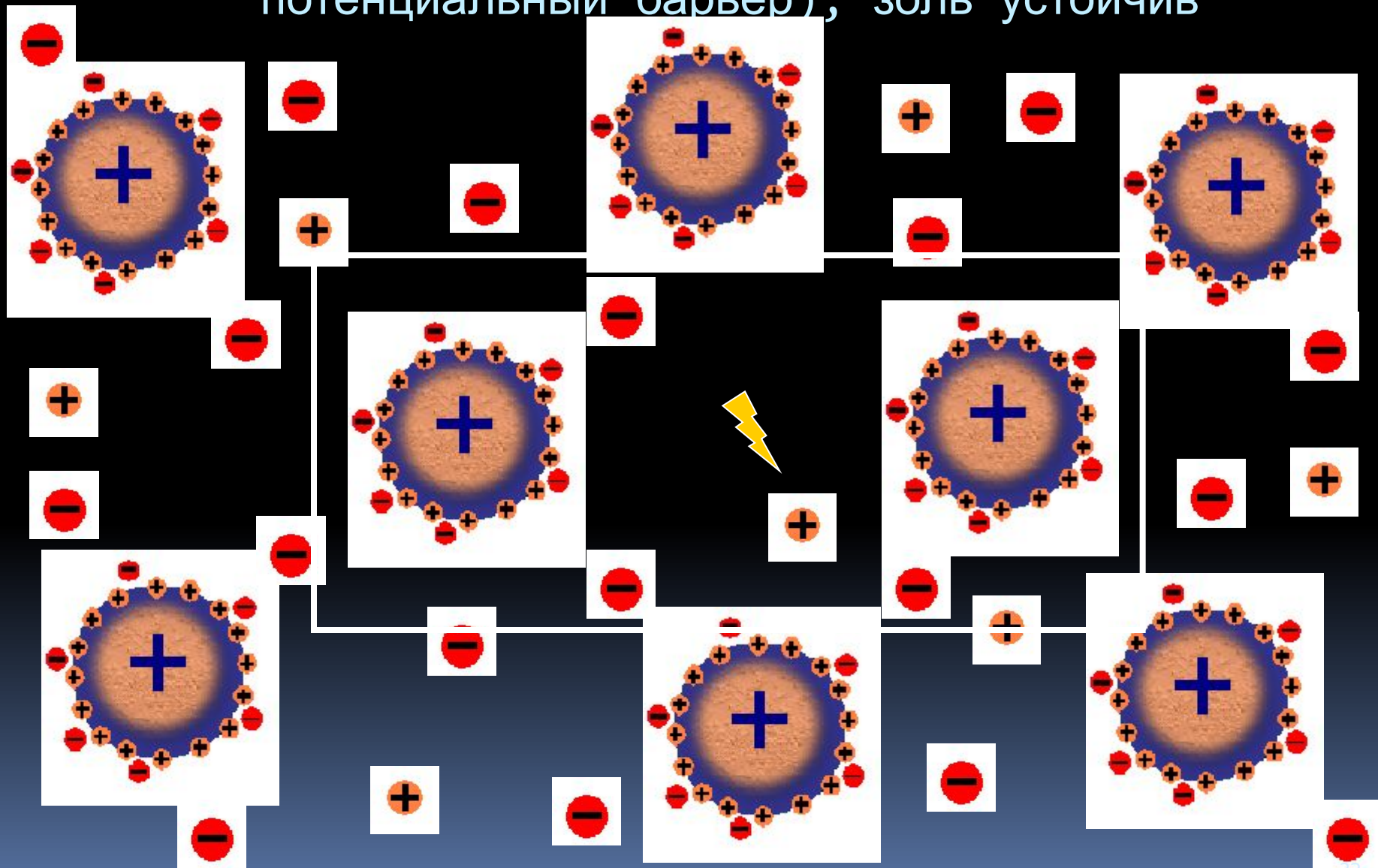
**Седиментационная** — способность противостоять **оседанию частиц** (устойчивость к оседанию)

# Теория (агрегативной) устойчивости дисперсных систем - теория ДЛФО

«Энергетический (потенциальный) барьер», его высота определяется зарядом частиц



Частицы с высоким одноименным зарядом –  
происходит отталкивание (высокий  
потенциальный барьер), золь устойчив



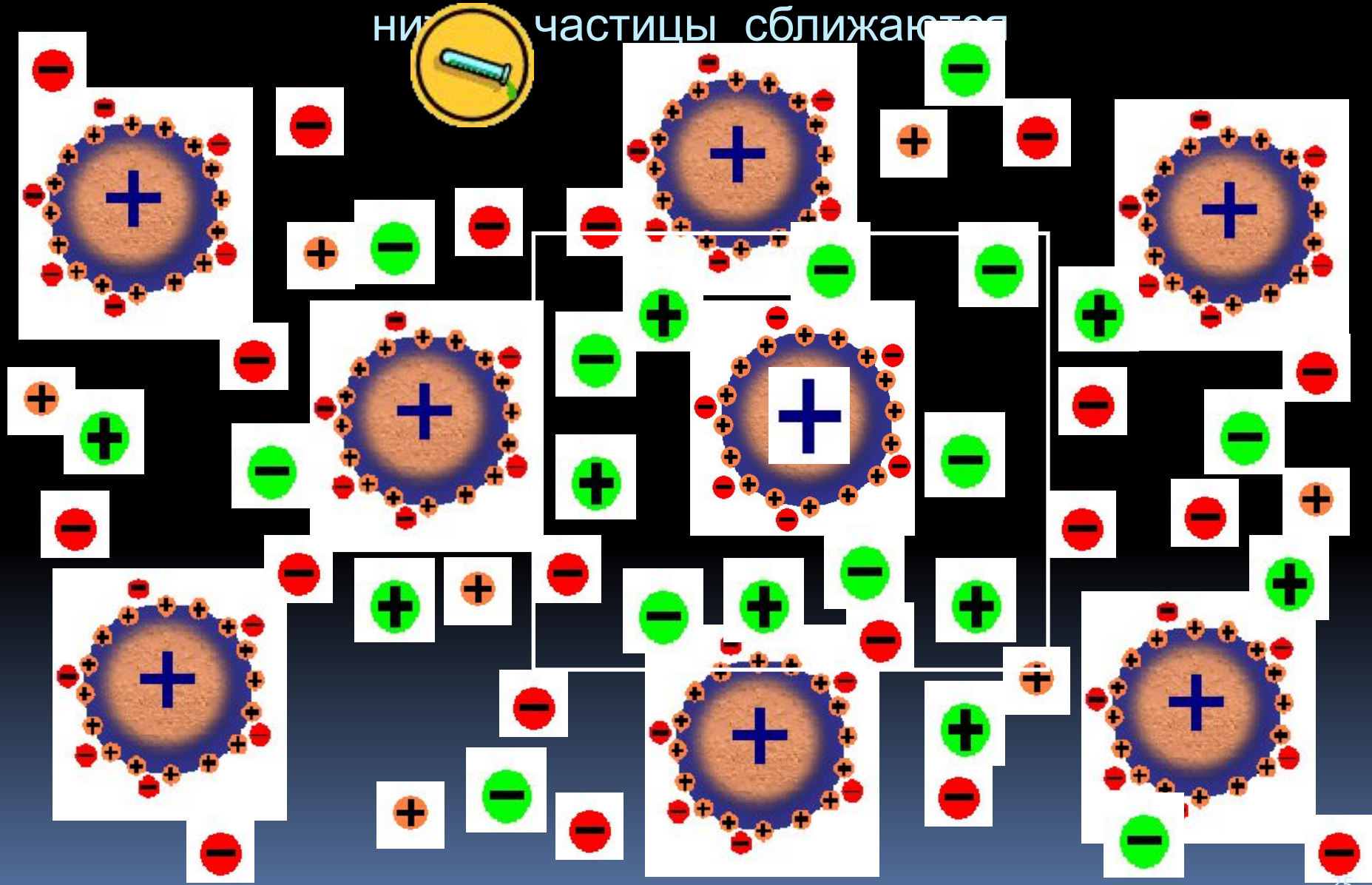
*Коагуляция* - самопроизвольное укрупнение частиц твердой дисперсной фазы в золях (чаще - под действием электролита).

*Порог коагуляции  $C_k$*   
наименьшая концентрация электролита, при которой начинается коагуляция.

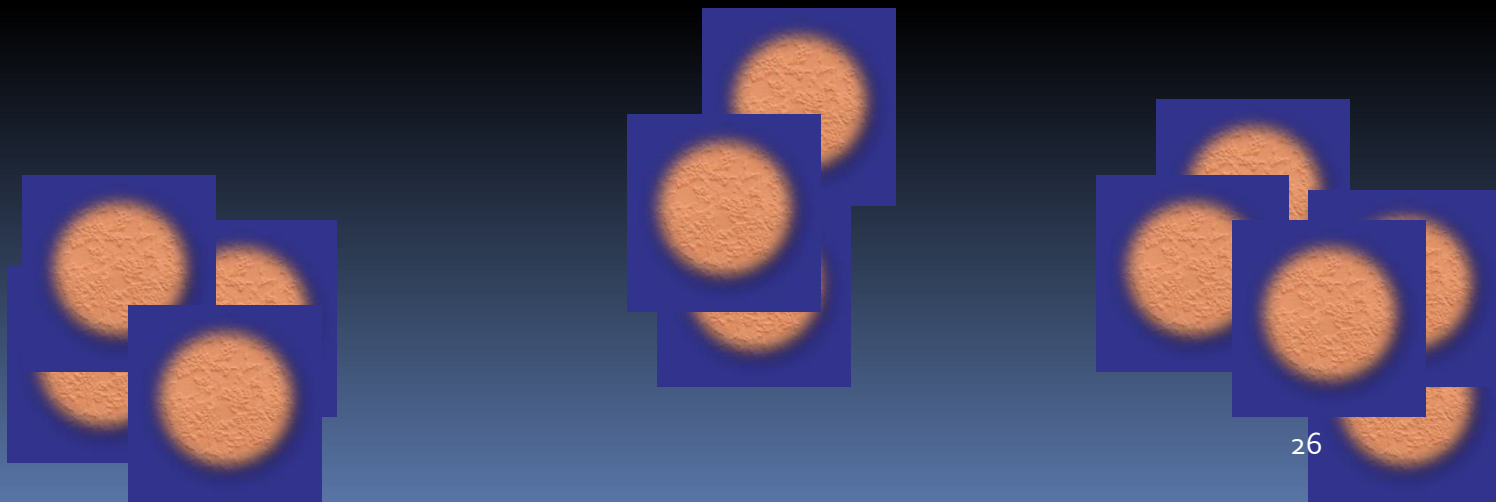
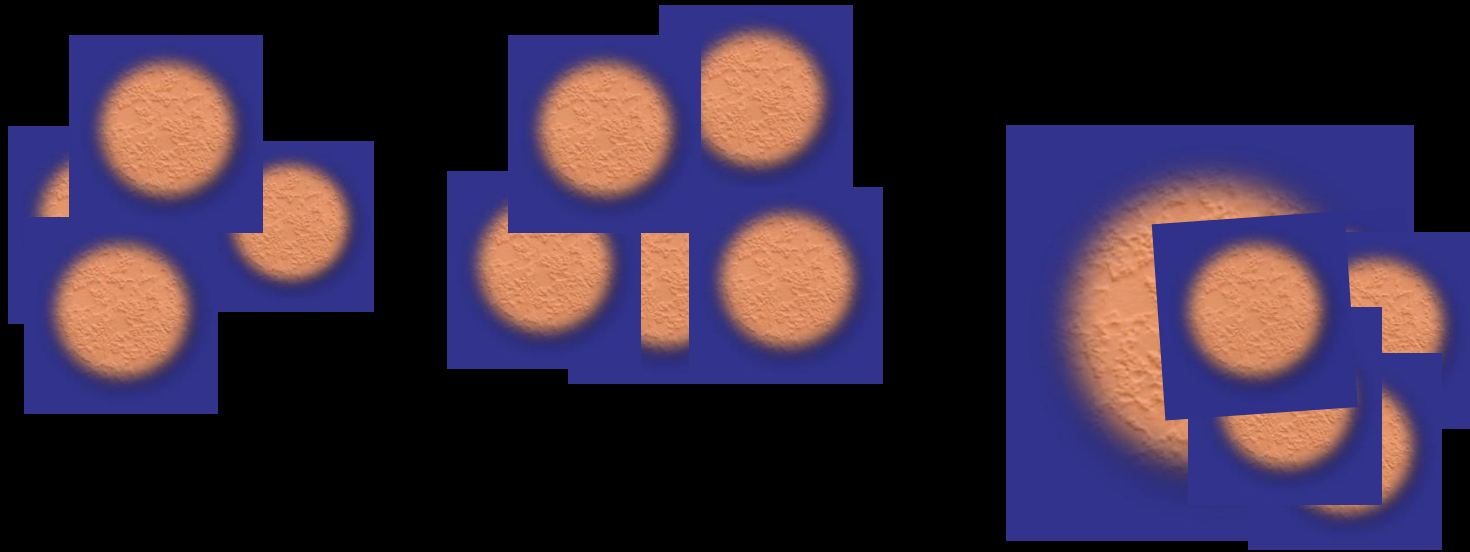


Добавление электролита – заряд частиц уменьшается, потенциальный барьер становится

ниже, частицы сближаются

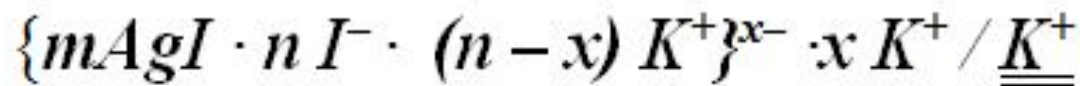


# Частицы притягиваются - **КОАГУЛЯЦИЯ**



Коагулирующее действие оказывают только ионы, противоположные по заряду ядру коллоидной частицы.

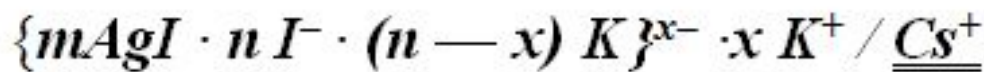
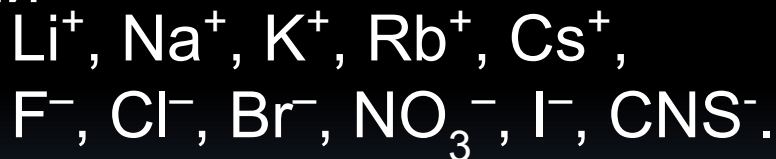
1. Концентрационная коагуляция (увеличим концентрацию  $K^+$ ) – больше ионов в плотном слое



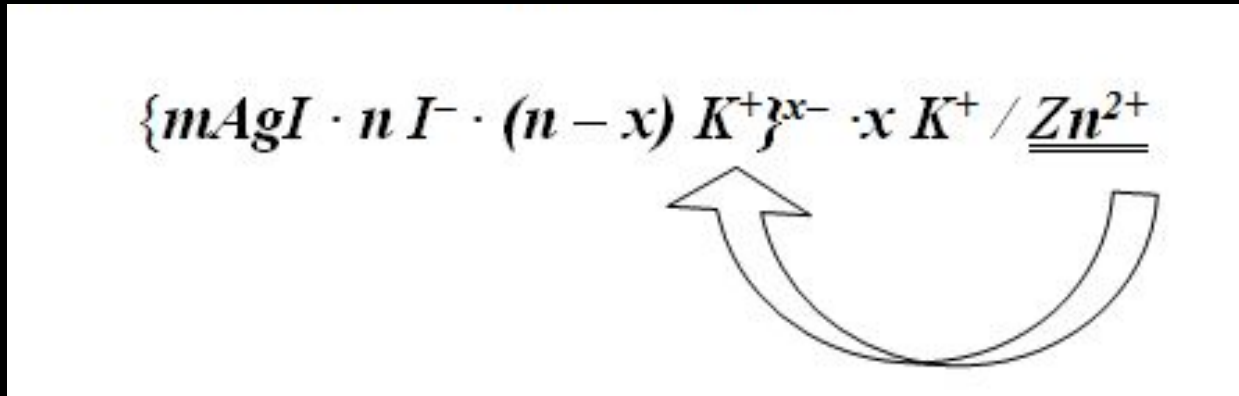
изоэлектрическое состояние:



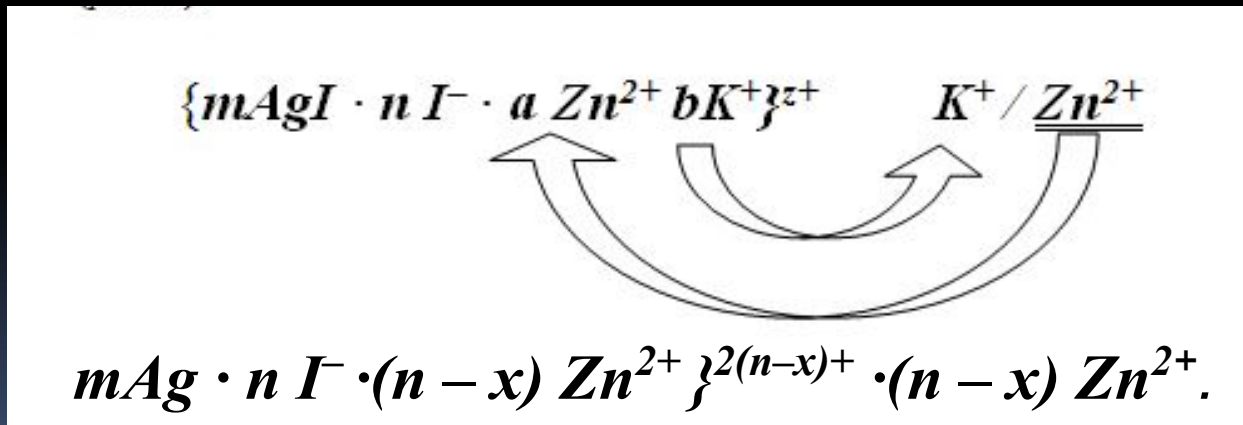
2. Коагуляция при добавлении гидратированных ионов меньшего размера – маленькие вытесняют крупные



### 3. Коагуляция золь электролитами, содержащими многозарядный ион



может произойти перезарядка золя



## Правило Шульце — Гарди:

коагулирующая способность иона тем больше, чем больше его заряд:

$$C_{K_1} : C_{K_2} : C_{K_3} =$$

$C_K$  — порог коагуляции, напоминание:

$$C_K = \frac{C_{эл} \cdot V_{эл}}{V_{золя} + V_{эл}}$$

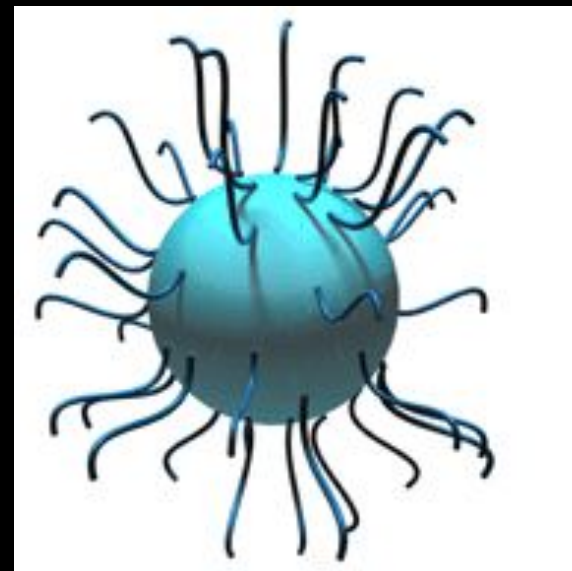
$z$  — заряд иона-коагулятора (1, 2 или 3)

Гетерокоагуляция –

взаимодействие частиц, различных по заряду и величине.

Взаимная коагуляция происходит при смешивании золь с разноименно заряженными коллоидными частицами.

**Коллоидная защита — повышение агрегативной устойчивости золя путем введения в него поверхностно-активных соединений, адсорбирующихся на поверхности частицы.**



Количественная характеристика защитного действия

*Золотое число* — это масса вещества (мг), которую нужно прибавить к 10 мл 0,0006% красного золя золота для предотвращения его перехода в синий золь при добавлении 1 мл 10% раствора NaCl.