

КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ

План

- 1. Признаки объектов коллоидной химии и количественные характеристики дисперсных систем**
- 2. Классификация дисперсных систем**
- 3. Методы получения дисперсных систем**
- 4. Строение коллоидных частиц (мицелл)**
- 5. Свойства коллоидных растворов**
- 6. Устойчивость коллоидных растворов**
- 7. Коагуляция неорганических гидрозолей**

Коллоидная химия – это наука о поверхностных явлениях и физико-химических свойствах дисперсных систем.

Фаза – совокупность частей системы тождественных по составу и термодинамическим свойствам.

Вещество, распределенное в виде отдельных частиц (твердых частиц, капель жидкости, пузырьков газа и т. д.), называется дисперсной фазой.

Вещество, в котором
распределена дисперсная фаза
– дисперсионной средой.

Дисперсная фаза нерастворима в
дисперсионной среде и отделена
от нее поверхностью раздела.

Система, в которой одно
вещество раздроблено и
распределено в массе другого
вещества, называется
дисперсной системой.

Количественные характеристики дисперсных систем

1. Поперечный размер частиц

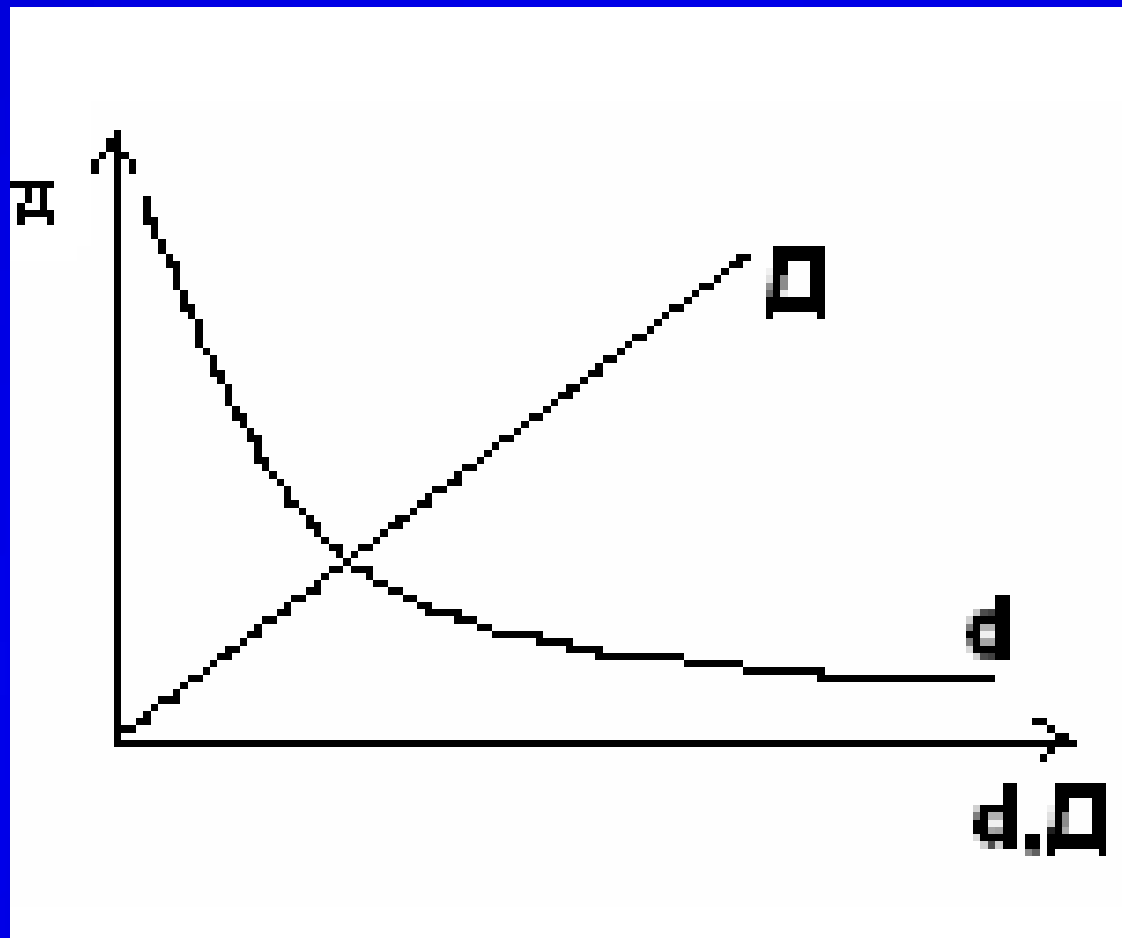
(\emptyset , ребро куба) – d ; $[d]=\text{см}, \text{м}$

2. Дисперсность (D) – величина, обратная поперечному размеру частиц: $D=1/d$;

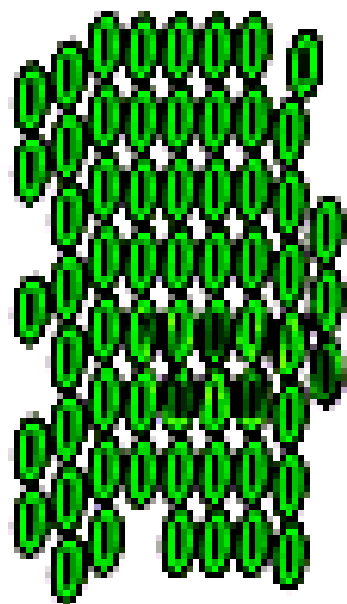
$[D]=\text{см}^{-1}, \text{м}^{-1}$

Степень измельчения (дробления) вещества называется *степенью дисперсности*.

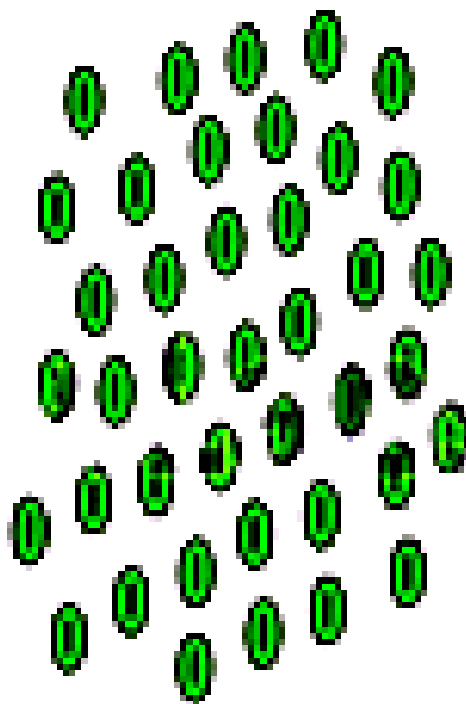
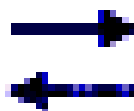
Зависимость удельной поверхности от поперечного размера частиц (d) и от дисперсности (D)



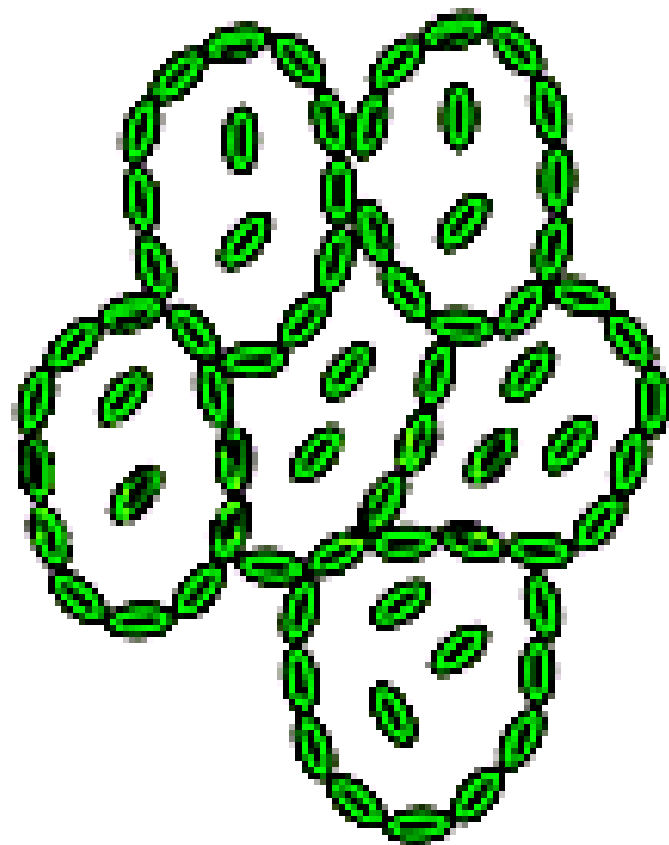
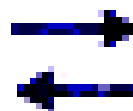
СТРОЕНИЕ ГЕЛЯ И ЗОЛЯ



**Твердый
коллоид**



Золь



Гель

Классификация дисперсных систем

I. По степени дисперсности дисперсной фазы

1. Грубодисперсные системы

$>10^{-7}$ м или >100 нм

2. Коллоидно-дисперсные системы

$\approx 10^{-7} - 10^{-9}$ м, 1 - 100 нм

3. Молекулярно-ионные (истинные) растворы:

$< 10^{-9}$ м, < 1 нм

2. По степени взаимодействия между частицами дисперсной фазы

Свободнодисперсные – частицы не связаны, это системы, обладающие текучестью, как обычные жидкости и растворы (коллоидные растворы, взвеси, суспензии)

Связнодисперсные – это структурированные системы, имеющие пространственную сетку, каркас и приобретающие свойства полутвердых тел (гели, пористые тела, аморфные осадки)

при $d_{\text{пор}} < 2\text{нм}$ – микропористые

2 – 200нм – переходные

$> 200\text{нм}$ – макропористые

3. По взаимодействию между дисперсной фазой и дисперсионной средой (для жидкой среды)

Системы с интенсивным взаимодействием фазы и среды с образованием, например в жидкостях, на поверхности дисперсной фазы сольватных слоев называются лиофильными (гидрофильными). При слабом взаимодействии дисперсной фазы и дисперсионной среды системы называются лиофобными (гидрофобными).

4. По агрегатному состоянию

Дисперсионная среда	Дисперсная фаза	Условн. обознач.	Примеры
газ	1.газ	Γ_1/Γ_2	смеси некоторых газов при высоких давлениях
	2.жидкость	ж/г	туманы, облака, аэрозоли
	3.твердое	т/г	дымы, пыль, аэрозоли
жидкость	1.газ	г/ж	пены (пивная, противопожарная, пастила)
	2.жидкость	$ж_1/ж_2$	эмульсии (молоко, нефть, кремы, латекс, майонез)
	3.твердое	т/ж	суспензии, взвеси, пасты, илы, шоколад, какао
твердое	1.газ	г/т	гели, пемза, древесный уголь, пенопласт, пенобетон, силикагель
	2.жидкость	ж/т	почвы, грунты, жемчуг
	3.твердое	Γ_1/Γ_2	металлические сплавы, бетоны, минералы, рубиновые стекла, аметисты, эмали, композиционные материалы

Методы получения дисперсных систем

Диспергационные (вещества тонко измельчаются – диспергируют в состав дисперсионной среды)

Конденсационные (коллоидное состояние возникает в результате объединения молекул или ионов вещества)

Диспергационные методы

1. Механическое дробление (все природные коллоидные системы).

2. Ультразвуковое дробление

3. Электрическое дробление

4. Химическое дробление – пептизация



Конденсационные методы

А. Физические

- 1. Конденсация пара в газовой среде (туман).**
- 2. Конденсация пара в жидкости (ртуть в холодной воде), золи металлов в электрической дуге**
- 3. Конденсация частиц при замене растворителя (канифоль – замена спирта на воду)**
- 4. Совместная конденсация веществ не растворимых друг в друге (золи металлов Al, Na, K в органических растворителях) – испарение и совместная конденсация в вакууме.**

Конденсационные методы

Б.Химические

(называются по типу химической реакции)

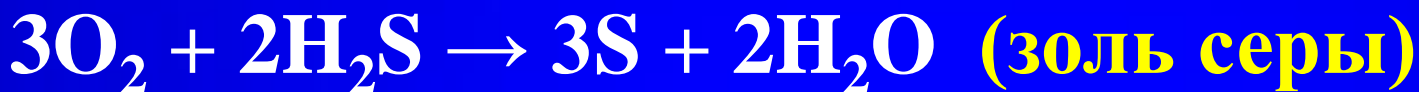
1. Восстановление



2. Гидролиз



3. Окисление-восстановление



4. Реакция обмена



МЕТОДЫ ОЧИСТКИ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ: Диализ

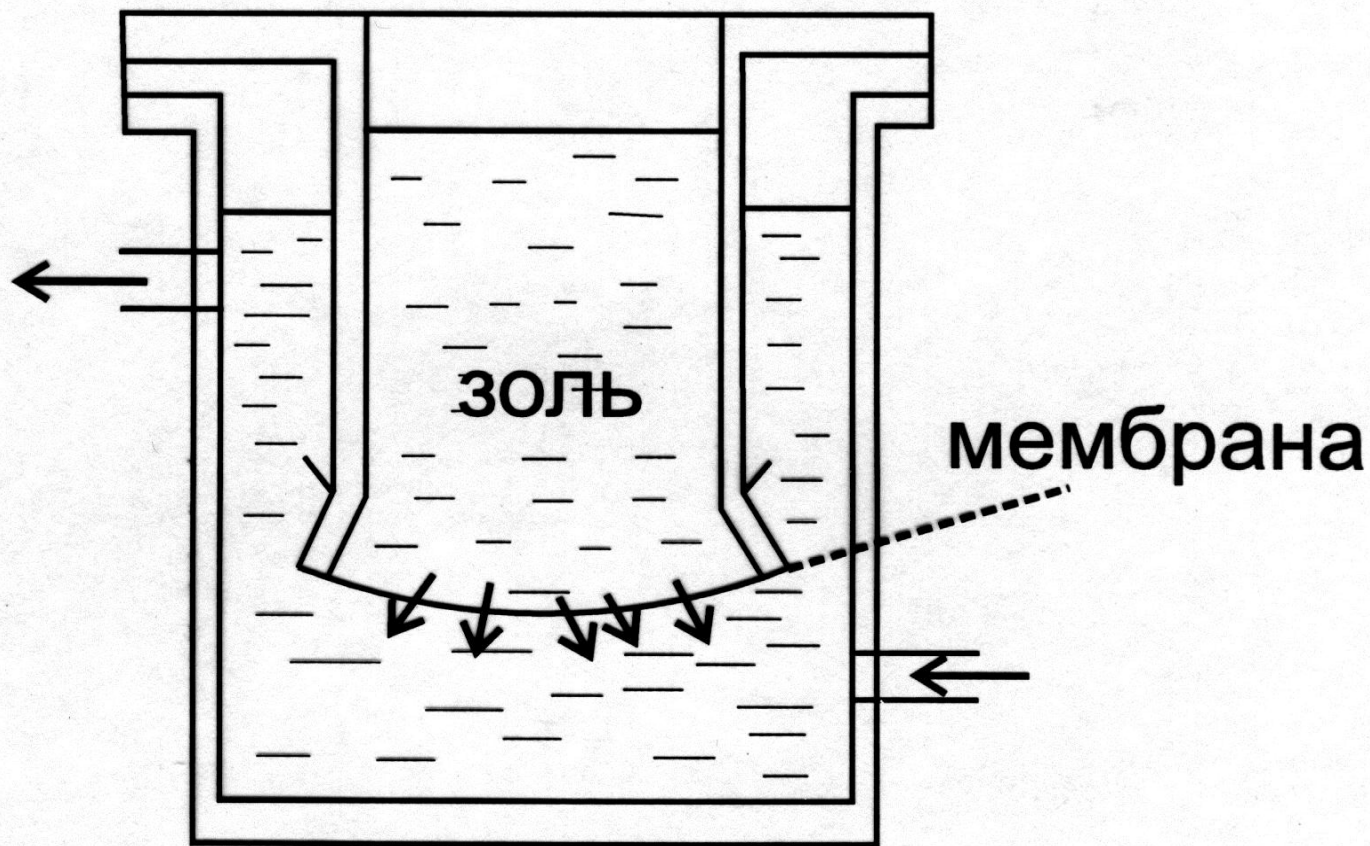


Схема диализатора

Электродиализ

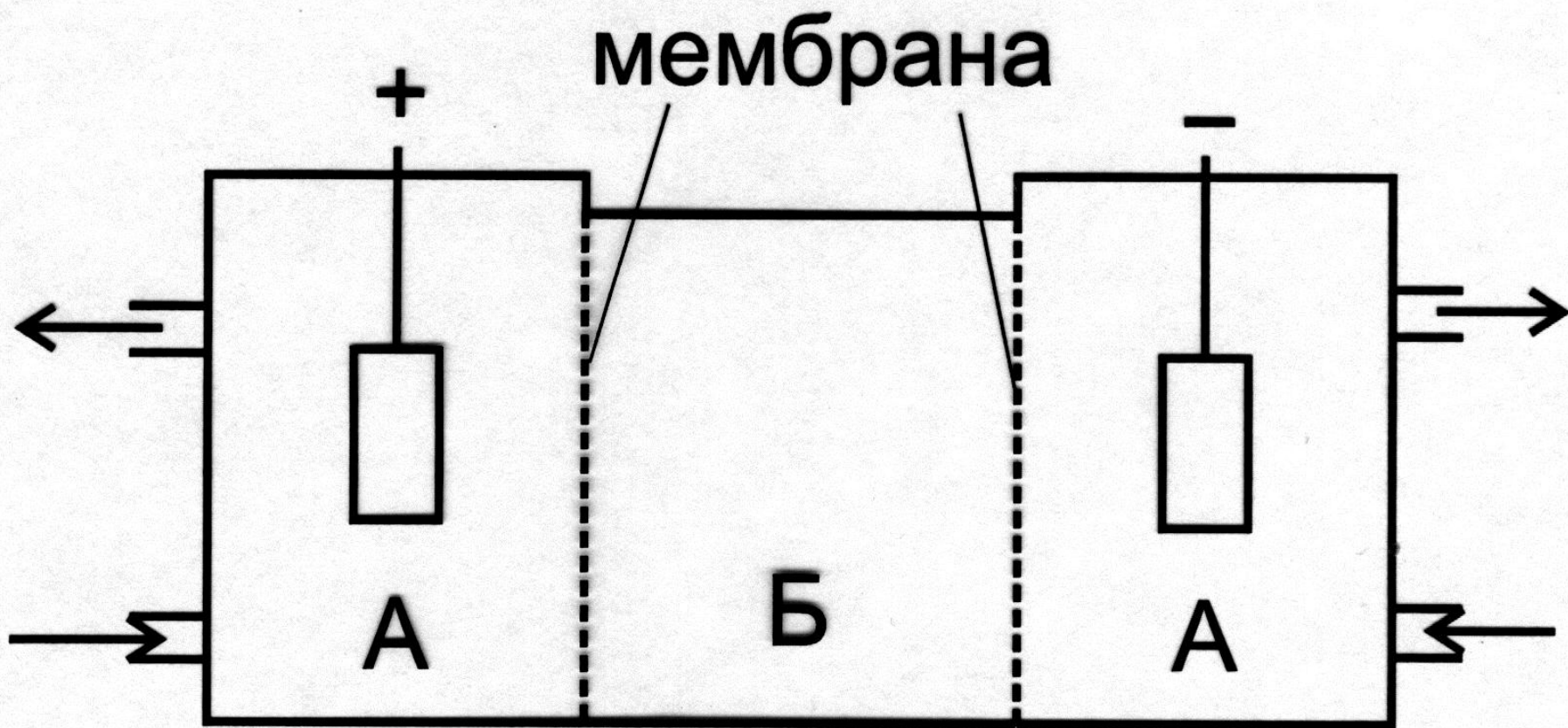


Схема электродиализатора

Ультрафилтрация

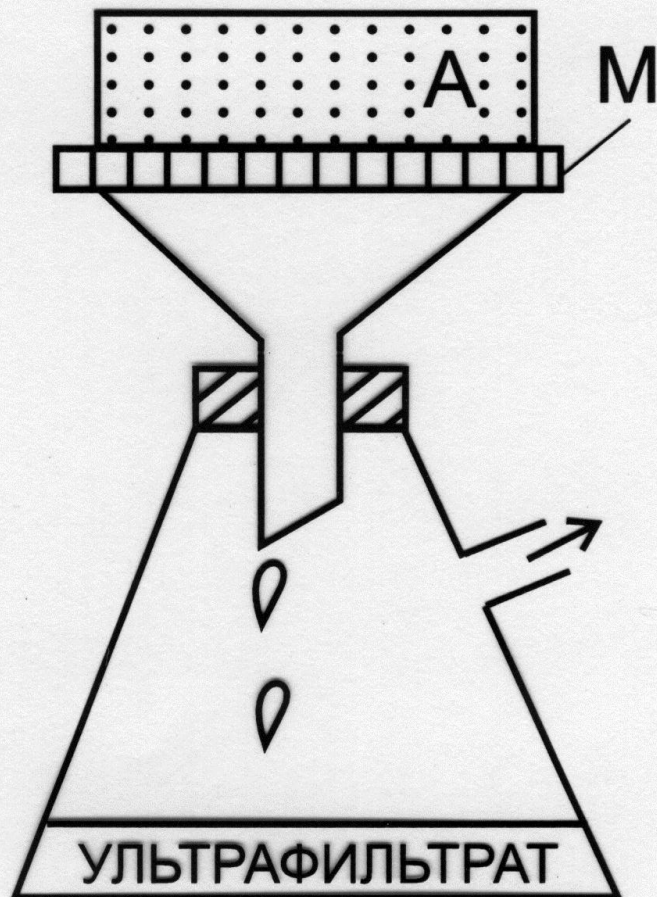
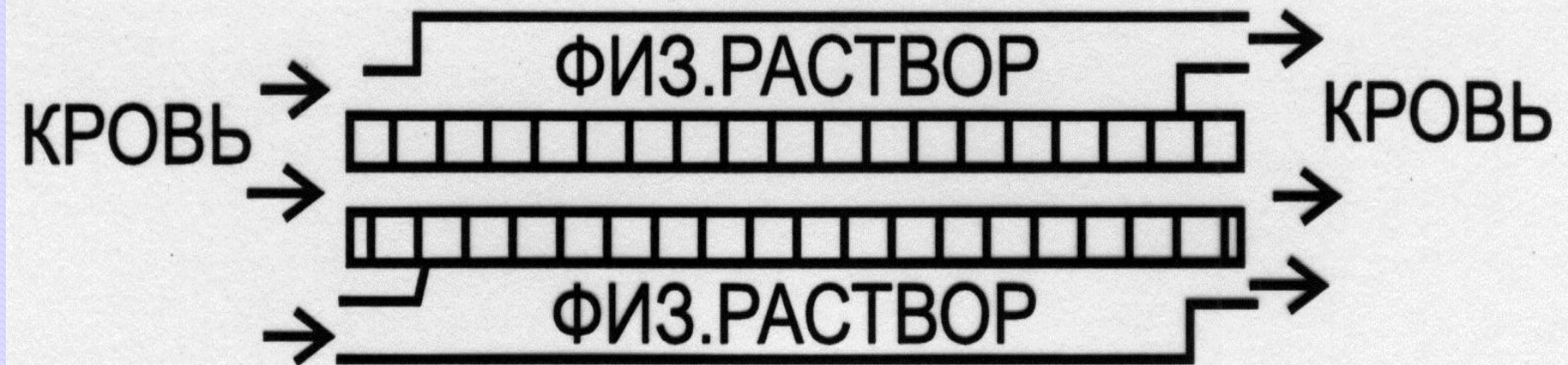


СХЕМА УСТАНОВКИ ДЛЯ
УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ

Компенсационный диализ (вивидиализ) - АИП



Мицеллярная теория строения КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ

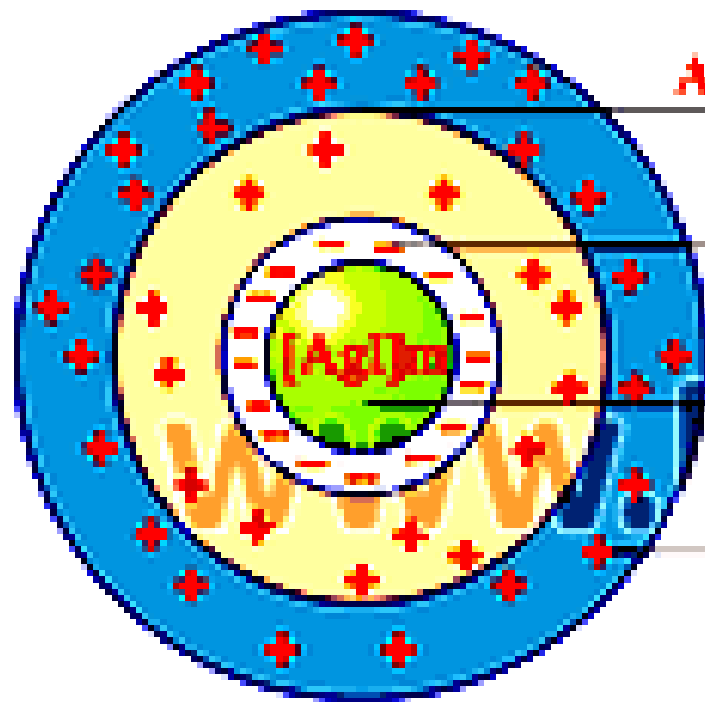
МИЦЕЛЛА (*Лат. Misa -крошка*) -
это отдельная частица дисперсной фазы
коллоидного раствора с жидкой
дисперсионной средой.

Мицелла состоит из:

- 1. ядра;**
- 2. адсорбционного слоя;**
- 3. диффузного слоя.**

**Ядро состоит из агрегата
(микрокристаллы малорастворимого
вещества) и потенциалопределяющих
ионов (ПОИ).**

СТРОЕНИЕ КОЛЛОИДНОЙ МИЦЕЛЛЫ



Адсорбционный слой противоионов - $(n-x)K^+$

Адсорбционный слой зарядообразующих ионов - nI^-

Ядро - $[AgI]_m$

Диффузный слой - xK^+



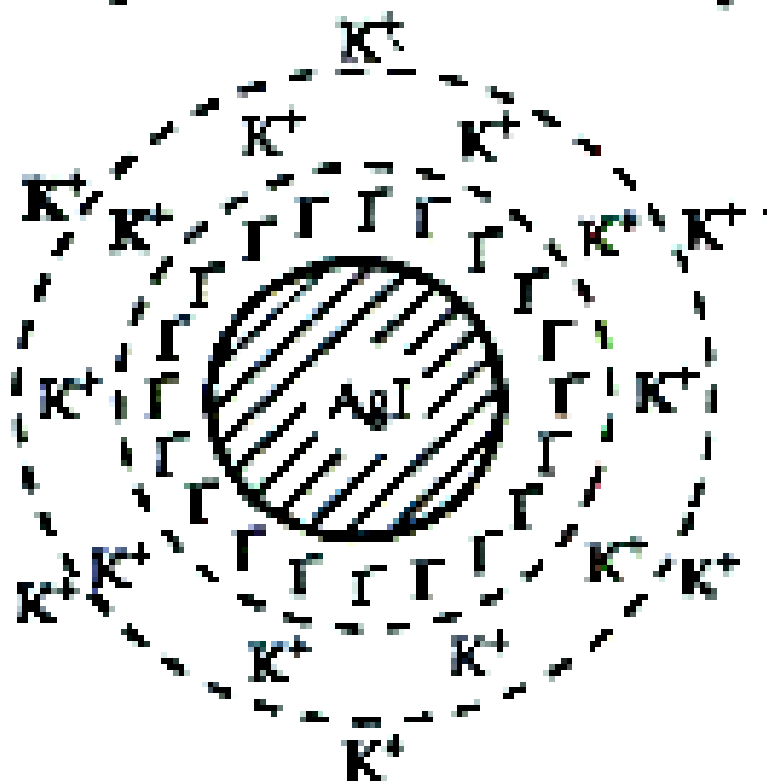
Коллоидная частица

Мицелла

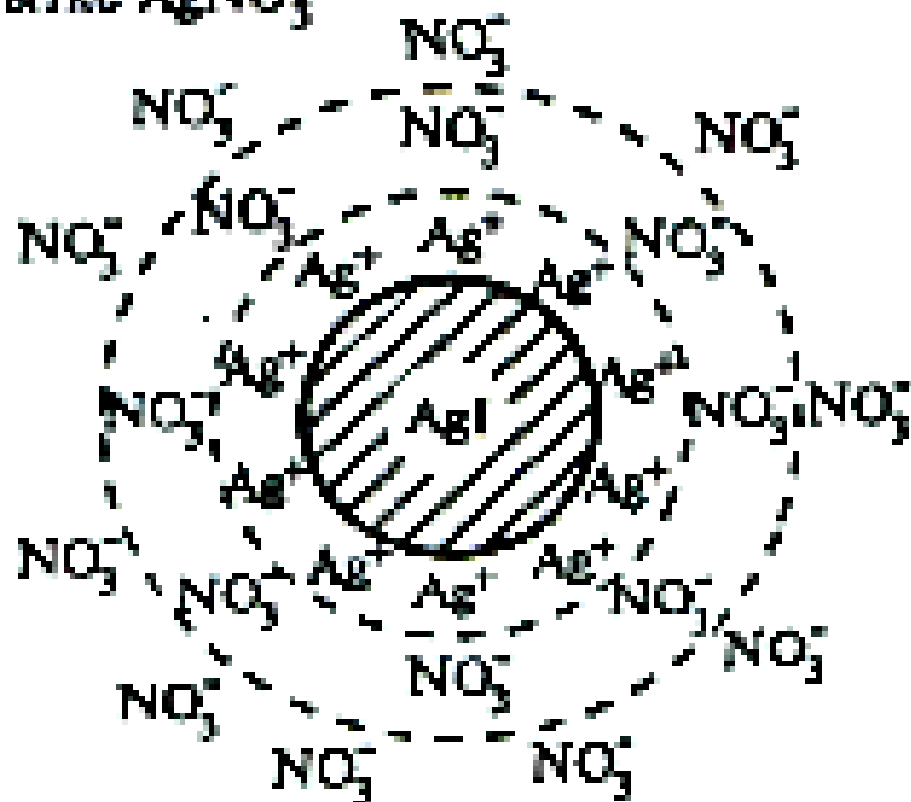
Схема строения

КОЛЛОИДНОЙ МИЦЕЛЛЫ ЗОЛЯ

При избытке KI



При избытке AgNO_3



Правило ПАНЕТТА-ФАЯНСА:

кристаллическую решетку ядра достраивает тот ион, который находится в растворе в избытке и содержится в агрегате или родственен ему.

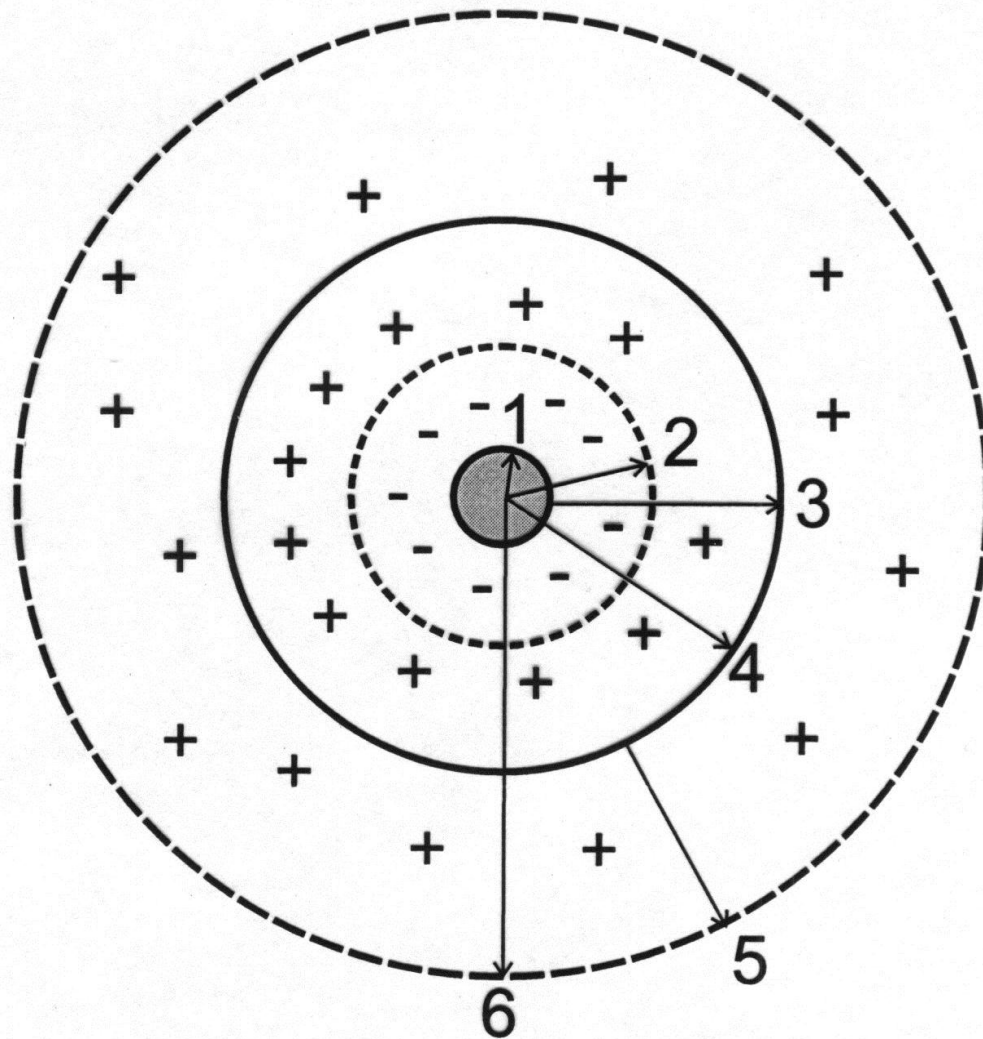
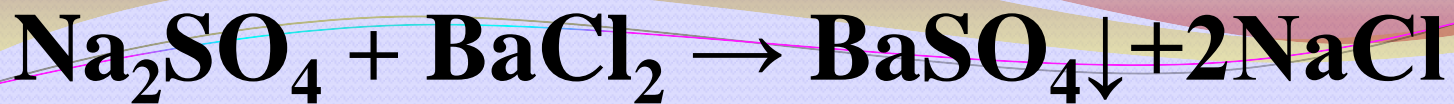


Схема строения мицеллы:

1 - агрегат; 2 - ядро; 3 - адсорбиционный слой;
 4 - гранула; 5 - диффузный слой; 6 - мицелла

Условия получения золя:

- 1. плохая растворимость Д.Ф. в Д.С., т.е. наличие границы раздела фаз;**
- 2. размер частиц 10^{-7} - 10^{-9} м (1-100 нм) ;**
- 3. наличие иона стабилизатора, который сорбируясь на ядре препятствует слипанию частиц (ион-стабилизатор определяется правилом Панетта-Фаянса)**



агрегат

m моль

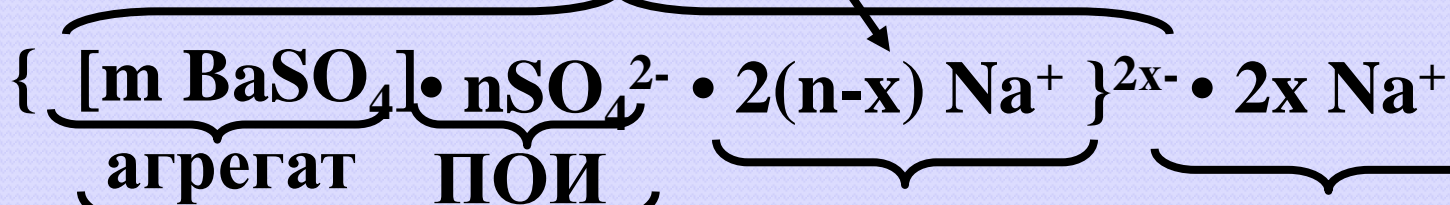
Na_2SO_4 взят в избытке n моль:



X – не вошли в адсорбционный слой

мицелла

гранула



ядро

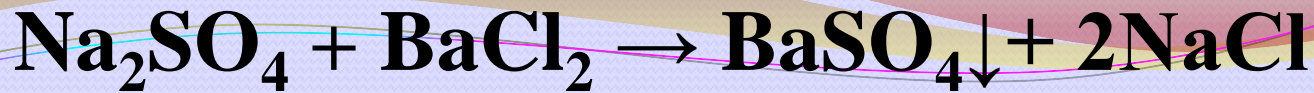
часть

диффузный

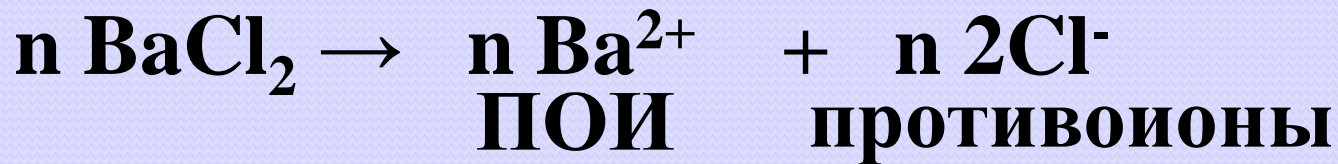
противоионов

слой

адсорбционный слой



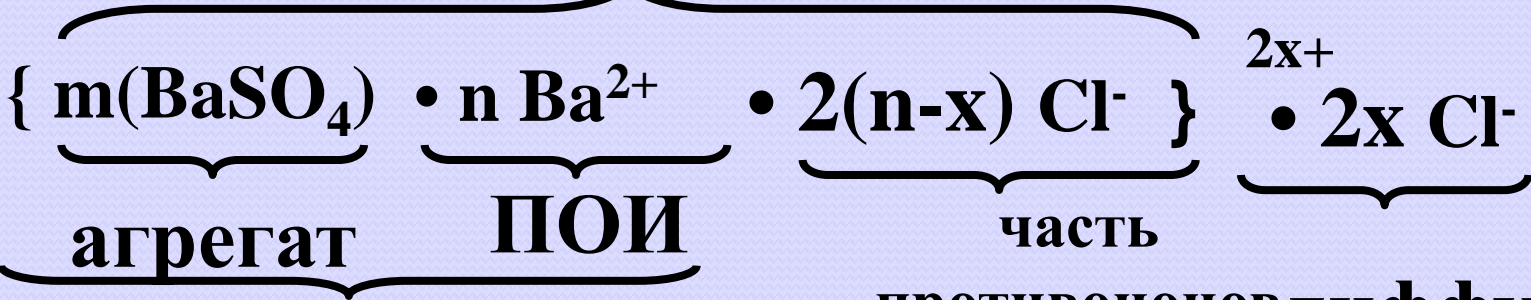
BaCl_2 взят в избытке n моль;



мицелла



гранула



ядро

адсорбционный слой

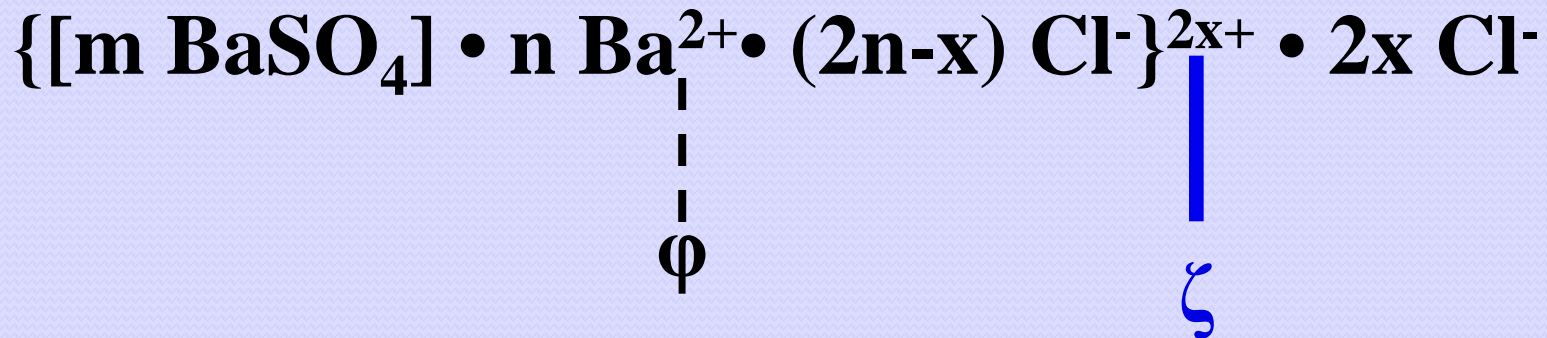
противоионов диффузный

слой

В мицелле существует 2 скачка потенциала:

1) ϕ - электротермодинамический –
 $\phi \sim 1 \text{ В.}$

2) ζ (дзетта) - электрокинетический –
 $\zeta = 0,1 \text{ В}$



**Состояние гранулы, когда все ионы
диффузного слоя переходят в
адсорбционный и $\zeta = 0$ - называется
*изоэлектрическим.***

Электрокинетический или дзета- потенциал (ξ -потенциал)

**возникает между гранулой и
диффузным слоем, т. е. между
неподвижной и подвижной
частями коллоидной частицы.**

Электрокинетические явления:

• *Электрофорез* –

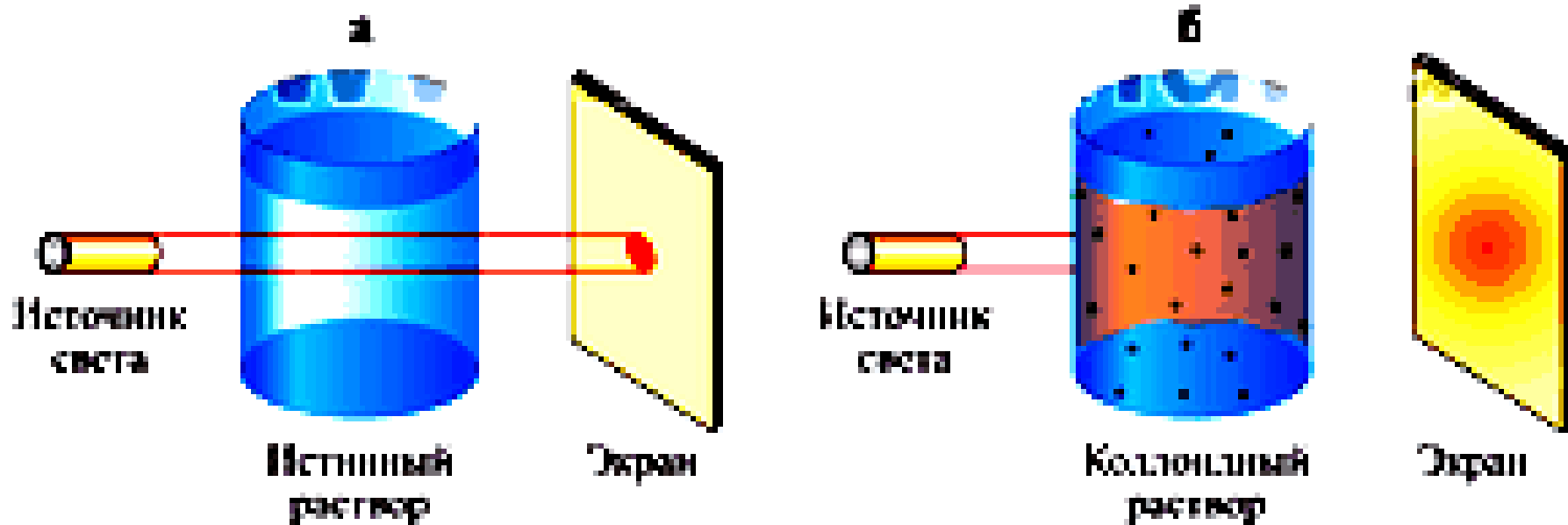
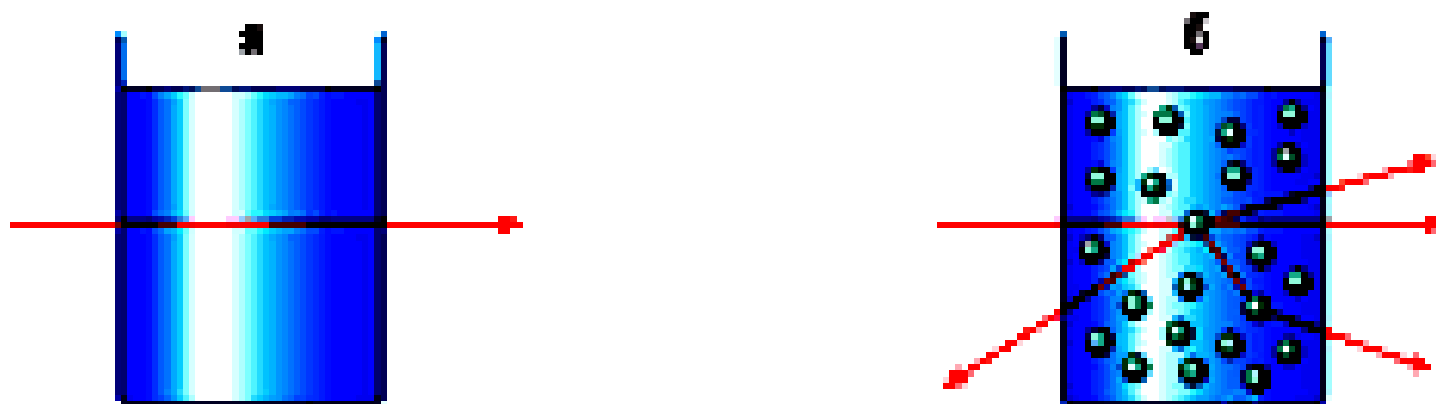
это движение частиц дисперсной фазы в электрическом поле

к противоположно заряженному электроду.

• *Электроосмос* –

это направленное движение дисперсионной среды через полупроницаемую мембрану в электрическом поле.

ЭФФЕКТ ТИНДАЛЯ





Устойчивость коллоидных растворов

Кинетическая устойчивость

связана со способностью частиц дисперсной фазы к самопроизвольному тепловому движению в растворе, которое известно под названием броуновского движения.

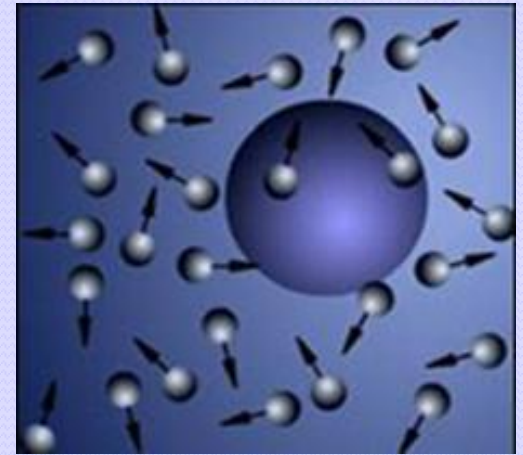
Агрегатная устойчивость

обусловлена тем, что на поверхности коллоидных частиц имеет место адсорбция ионов из окружающей среды.

I. Седиментационная (кинетическая) устойчивость -

Критерии:

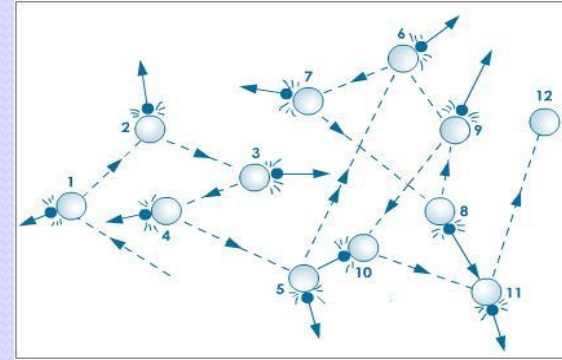
1. броуновское движение;
2. степень дисперсности;
3. вязкость дисперсионной среды (чем ↑, тем ↑ уст-сть);
4. температура (чем ↑, тем ↑ уст-сть).



II. Агрегативная устойчивость – способность системы противостоять слипанию частиц дисперсной фазы.

Критерии:

1. ионная оболочка, т.е. наличие двойного электрического слоя; ДЭС = адсорбционный + диффузный слой
2. сольватная (гидратная) оболочка растворителя (чем \uparrow , тем \uparrow уст-сть);
3. величина ζ - потенциала гранулы (чем $> \zeta$, тем $<$ вероятность слипания и тем $>$ уст-сть)
4. температура.



Основные факторы устойчивости коллоидных растворов

1. Величина ζ -потенциала
2. Величина электродинамического потенциала (ϕ)
3. Толщина диффузного слоя
4. Величина заряда гранулы

КОАГУЛЯЦИЯ –

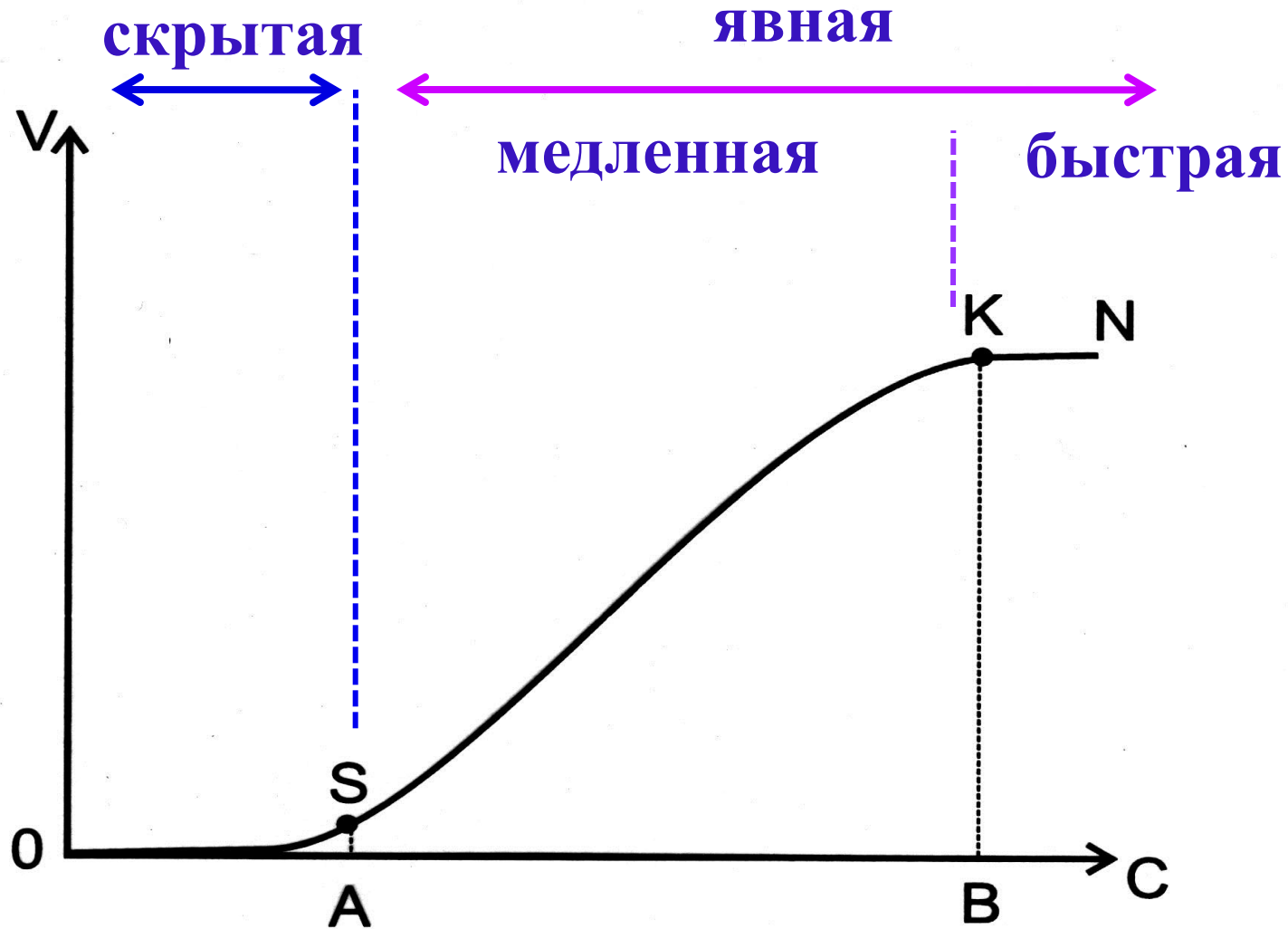
**процесс укрупнения частиц
дисперсной фазы золя с**

последующим выпадением в осадок.

Факторы, вызывающие коагуляцию:

- 1. увеличение концентрации золя;**
- 2. действие света;**
- 3. изменение температуры;**
- 4. облучение;**
- 5. добавление электролитов.**

Зависимость скорости коагуляции от концентрации электролита



Порог коагуляции -

наименьшее количество электролита,
которое вызывает явную коагуляцию 1л
золя

$$\gamma = C \cdot V / V_0$$

γ - порог коагуляции, моль/л;

C - концентрация электролита, моль/л;

V - объем раствора электролита, л;

V_0 - объем золя, л.

$P = 1/\gamma$ - коагулирующая способность электролита

Правило Шульце-Гарди:

Для разновалентных ионов их коагулирующее действие прямо пропорционально зарядам ионов в шестой степени

Гранула (-)

$$P(\text{Al}^{+3}) : P(\text{Ca}^{+2}) : P(\text{K}^{+1}) \approx$$

$$3^6 : 2^6 : 1^6 \approx 729 : 64 : 1$$

$$\gamma(\text{Al}^{+3}) : \gamma(\text{Ca}^{+2}) : \gamma(\text{K}^{+1}) \approx 1/3^6 : 1/2^6 : 1/1^6$$

Гранула (+)

$$P(\text{PO}_4^{3-}) : P(\text{SO}_4^{2-}) : P(\text{Cl}^-) \approx 3^6 : 2^6 : 1^6$$

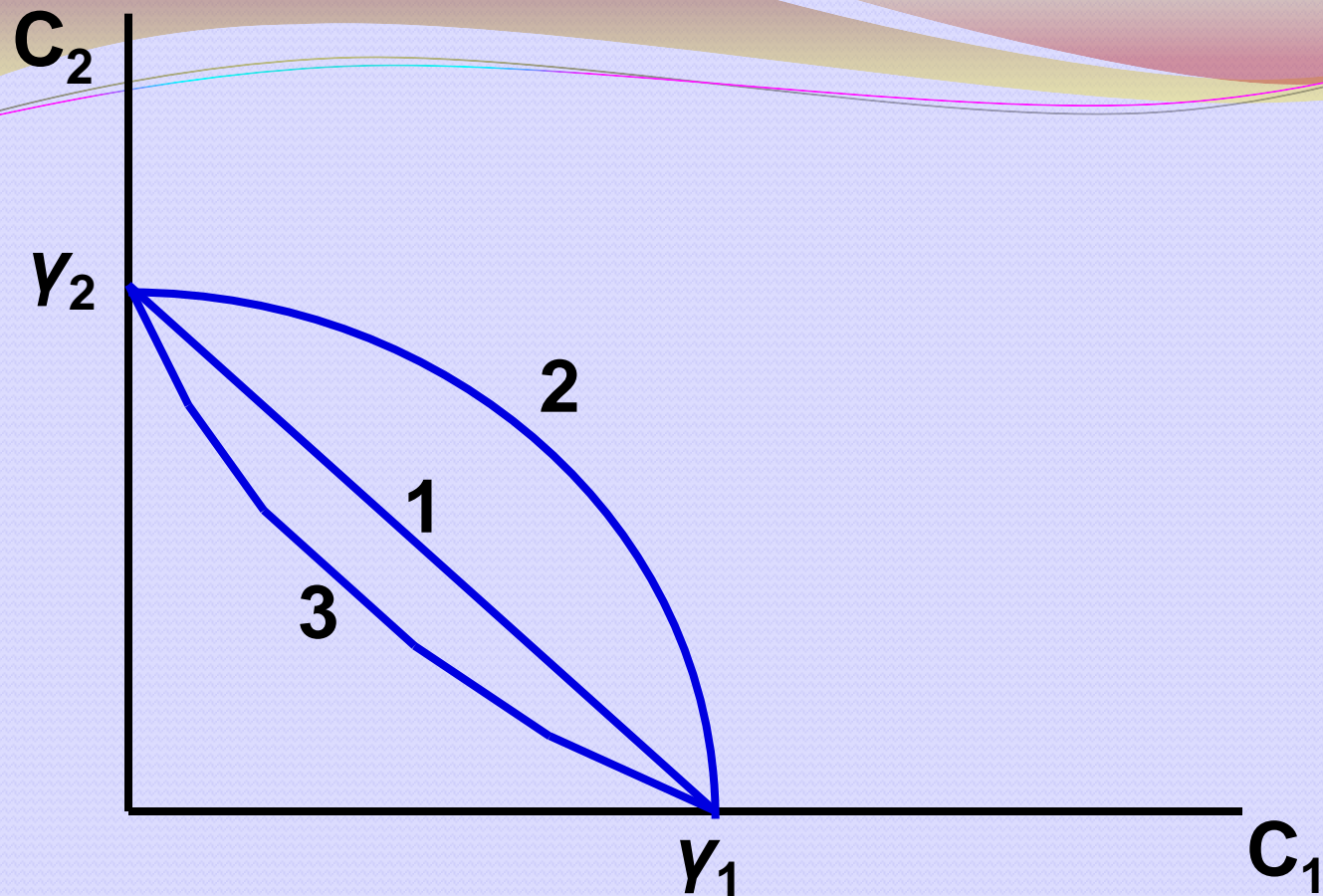
$$\gamma(\text{PO}_4^{3-}) : \gamma(\text{SO}_4^{2-}) : \gamma(\text{Cl}^-) \approx 1/3^6 : 1/2^6 : 1/1^6$$

При коагуляции смесями электролитов возможны 3 случая:

1) аддитивность –

2) антагонизм –

3) синергизм –



Коагуляция смесями электролитов:

1 – аддитивность; 2 – антагонизм; 3 - синергизм

Механизм коагуляции зольей электролитами

1. Сжатие диффузного слоя
2. Избирательная адсорбция ионов с зарядом, противоположным заряду гранулы
3. Ионообменная адсорбция

Защита коллоидов от коагуляции

Устойчивость коллоидов к действию электролитов повышается при добавлении к ним ВМС (белков, полисахаридов: желатин, крахмал, казеин натрия).

Механизм защитного действия ВМС:

1. Макромолекулы ВМС адсорбируются на коллоидных частицах золя. Т.к. молекулы ВМС гидрофильны, то гидрофобные части золя, окруженные молекулами ВМС, становятся более гидрофильными и устойчивость их в водном растворе увеличивается.

2. Увеличиваются сольватные оболочки вокруг гидрофобных частиц, что препятствует сближению и слипанию частиц золя.

Коллоидное серебро представляет собой коллоидный раствор сверхмалых частиц серебра, находящихся во взвешенном состоянии.

Коллоидное Серебро помогает организму бороться с инфекцией не хуже, чем с помощью антибиотиков, но абсолютно без побочных эффектов.

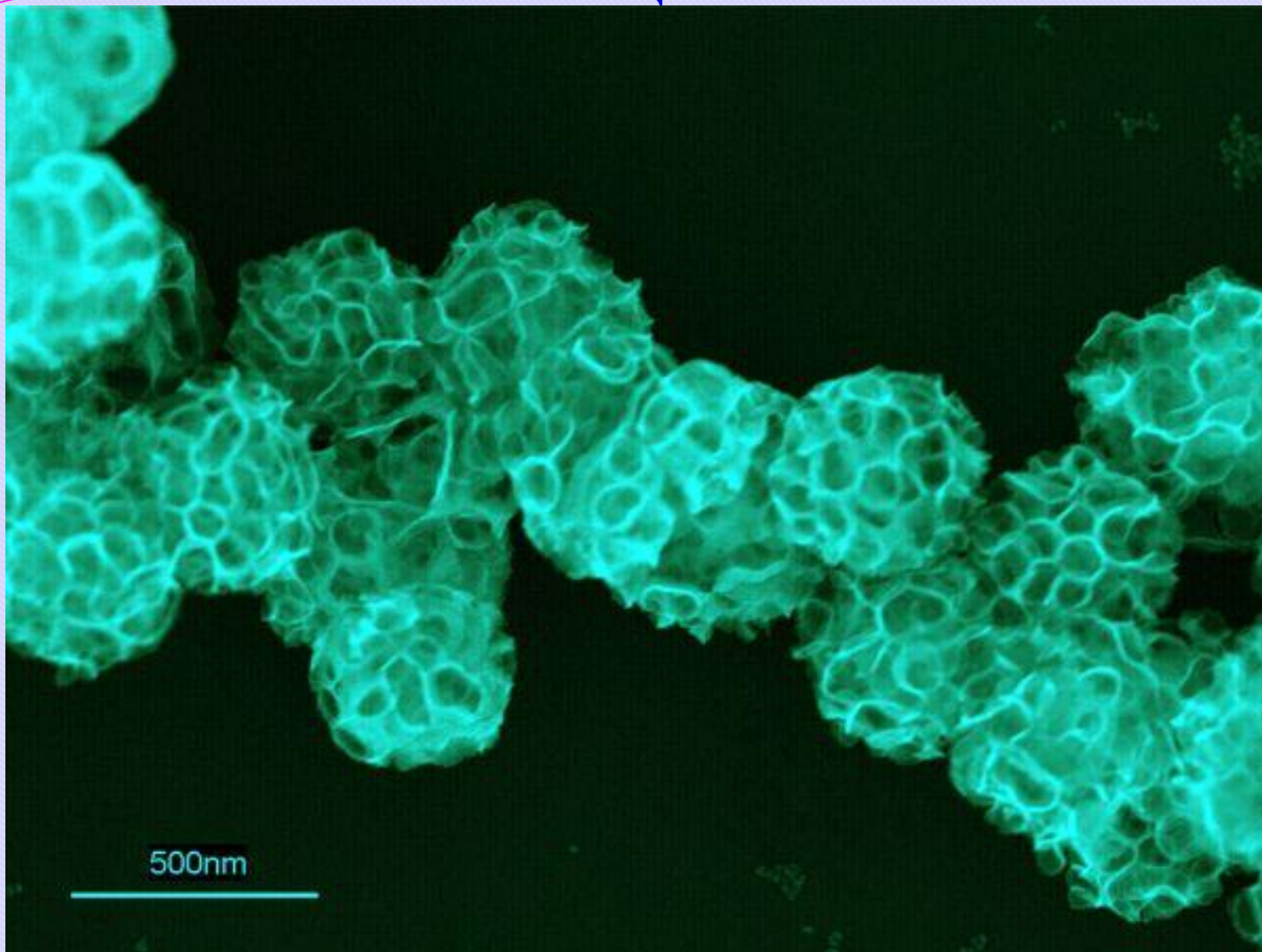
Молекулы серебра блокируют размножение вредных бактерий, вирусов и грибков, снижают их жизнедеятельность. При этом спектр действия коллоидного серебра распространяется на 650 видов бактерий (для сравнения – спектр действия любого антибиотика – лишь 5-10 видов бактерий).



Коллоидный раствор наночастиц золота в воде



Наночастицы платины



Спасибо за внимание!

Спасибо за внимание!

