

Дисперсные системы. Коллоидные растворы

Коллоидная химия – наука, изучающая физико-химические свойства гетерогенных, высоко-дисперсных систем и ВМС (высоко-молекулярных соединений).

Коллоидная система – это микрогетерогенная система, состоящая из двух и более фаз.



Дисперсность (D) – раздробленность частиц

$$D = \frac{1}{a} \quad \text{а – диаметр частиц}$$

Классификация коллоидных систем

- по размеру

Коллоидные системы	Размер частиц, см
Грубодисперсные	10^{-4}
Системы промежуточной дисперсии	$10^{-4} - 10^{-5}$
Высокодисперсные системы	$10^{-5} - 10^{-7}$

- по межфазному взаимодействию

Лиофильные системы – сильное взаимодействие между средой и фазой

Лиофобные системы – отсутствуют взаимодействия между средой и фазой

- по агрегатному состоянию

№	Система фаза/среда	Название системы	Примеры
1	тв/ж	Золи, суспензии	Вода
2	ж/ж	Эмульсии	Смазки
3	г/ж	Пены, газовые эмульсии	Пена
4	тв/тв	Твердые коллоидные растворы	Драгоценные камни
5	ж/тв	Капиллярные системы	Почва
6	г/тв	Пористые капиллярные системы	Силикагель
7	тв/г	Аэрозоли, дымы	Табачный дым
8	ж/г	Аэрозоли, туманы	Облака
9	г/г	Флуктуация плотностей	Атмосфера

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ:

I. Методы диспергирования:

- 1. - механическое дробление;**
- 2. - дробление ультразвуком ;**
- 3. - электрический метод ;**
- 4. - метод пептизации.**

Пептизация - расщепление агрегатов, возникших при коагуляции дисперсных систем, на первичные частицы под действием жидкой среды (например, воды) или специальных веществ — пептизаторов.

II. Методы конденсации

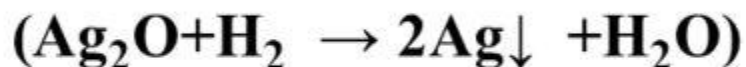
физические методы:

***a* - метод замены растворителя**

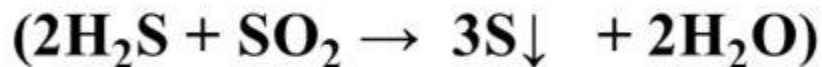
***б* - метод конденсации паров**

химические методы:

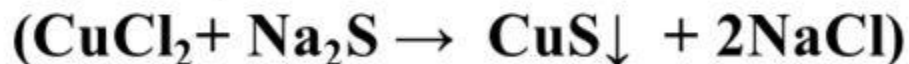
- реакции восстановления



- реакции окисления



- реакции обмена



- реакции гидролиза



Мицеллярная теория строения коллоидных частиц

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

Любая химическая реакция может привести к образованию мицеллы при условии, что концентрация исходных веществ мала
и одно из веществ находится в избытке. Одно из продуктов реакции – малорастворимо.

Мицелла состоит из:

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

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

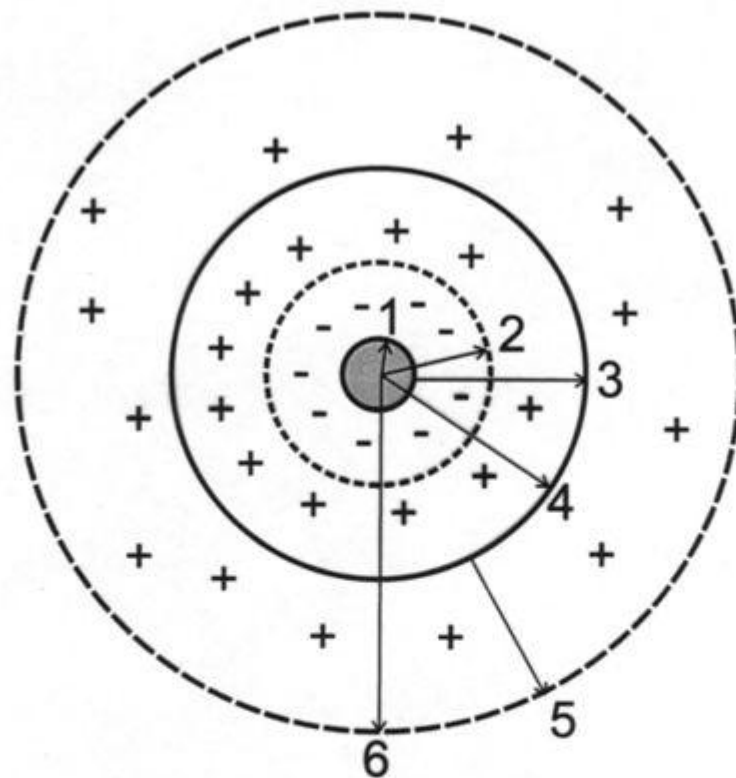


Схема строения мицеллы:

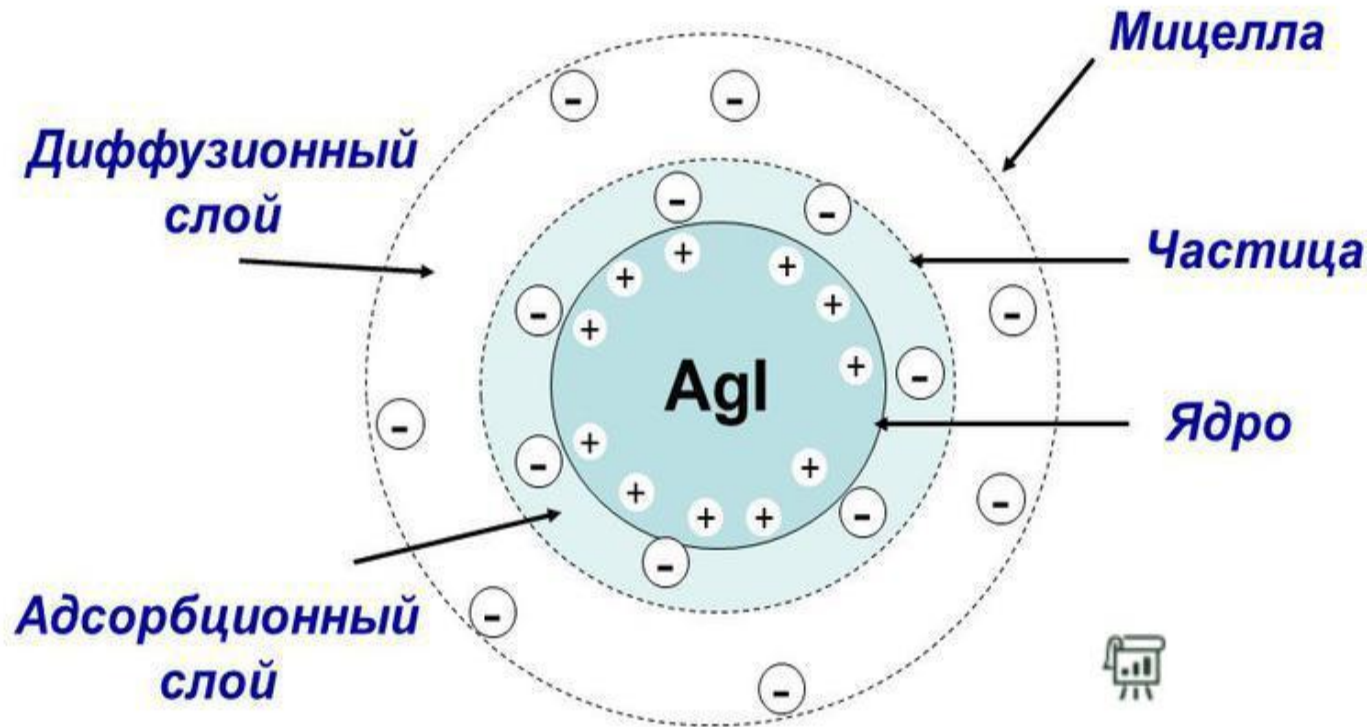
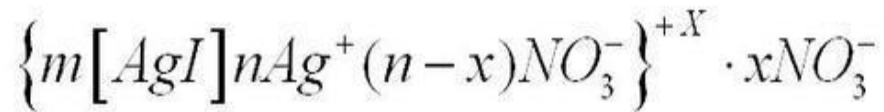
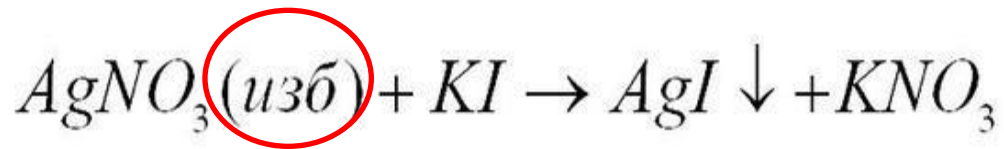
- 1 - агрегат; 2 - ядро; 3 - адсорбционный слой;
4 - гранула; 5 - диффузный слой; 6 - мицелла

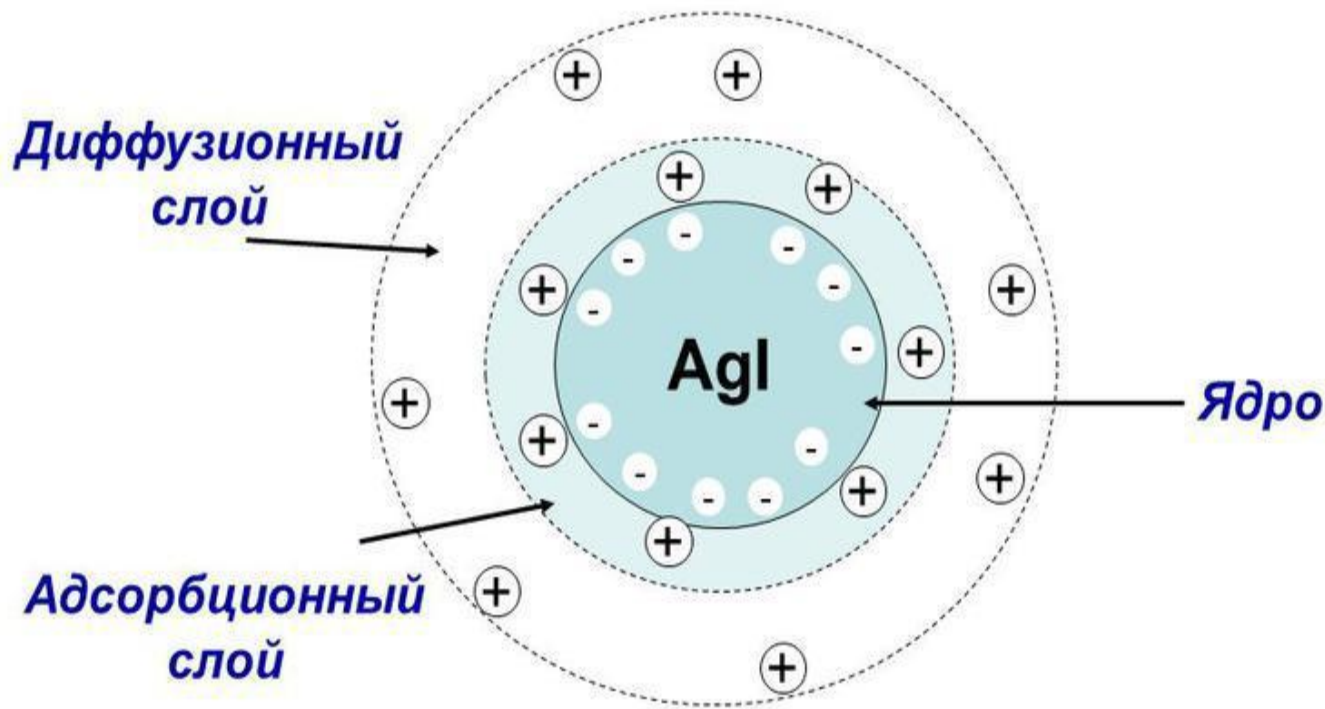
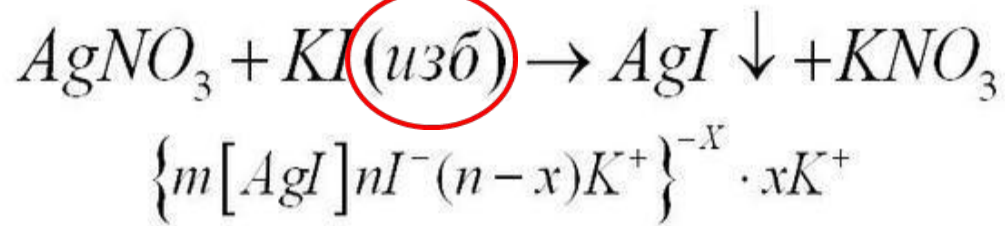


Правило ПАНЕТТА-ФАЯНСА:

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

Строение коллоидных частиц





Правило Фаянса-Панета

СУММА
ЗАРЯДОВ
ДИФФУЗИОННОГО
СЛОЯ = ζ
(ДЗЕТА)
ПОТЕНЦИАЛ

Устойчивость коллоидных растворов

Седиментация – осаждение частиц в растворе под действием силы тяжести, выпадение осадка.

СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ:

- Размеры частиц – чем больше размеры диффузного слоя, тем выше устойчивость раствора, т.к. частицы находятся на большем расстоянии друг от друга и не слипаются. (размер ядра в 1000 раз меньше, чем толщина диффузного слоя).
- Температура (броуновское движение)
- Вязкость среды, в которой находятся мицеллы

Устойчивость коллоидных растворов

Величина дзета-потенциала – главное условие устойчивости коллоидных частиц к агрегации (слипанию) и способность к движению в электрическом поле (электрофорез)

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.**

Электролитная коагуляция коллоидного раствора

При добавлении любого электролита в раствор коллоидной системы происходит процесс коагуляции, в том случае, если плотность дисперсной фазы будет больше плотности дисперсионной среды.

Теория коагуляции Смолуховского М.:

- частицы дисперсной фазы совершают броуновское движение и сближаются вплоть до контакта;
- при контакте частицы взаимодействуют и коагулируют

Появление дополнительных заряженных ионов, которые адсорбируются на диффузионном слое, способствуют сжатию двойного слоя, уменьшению размеров частиц, облегчению броуновского движения и способствует взаимодействию мицелл.

Эмпирические правила электролитной коагуляции

- Все сильные электролиты при определенной концентрации могут вызвать коагуляцию золя.
- **Правило знака заряда:** коагуляцию золя вызывает тот ион электролита, знак заряда которого противоположен заряду коллоидной частицы. Этот ион электролита называют **ионом-коагулятором**.
- Каждый электролит по отношению к коллоидному раствору обладает порогом коагуляции (коагулирующей способностью).

Порог коагуляции (γ , $C_{кр}$) – некоторая минимальная концентрация электролита, достаточная для того, чтобы вызвать коагуляцию золя:

$$\gamma = \frac{V \cdot C}{W}$$

Коагулирующая способность электролита (P) - величина, обратная порогу коагуляции:

$$D = 1/\gamma$$

• **Влияние заряда иона коагулятора (правило Шульце-Гарди):** коагулирующая способность электролита возрастает с увеличением заряда иона – коагулятора:

$$\gamma = \frac{const}{z^n} \quad n = 2 \div 6$$



→ возрастание · заряда · иона →

→ возрастание · коагулирующей · способности →

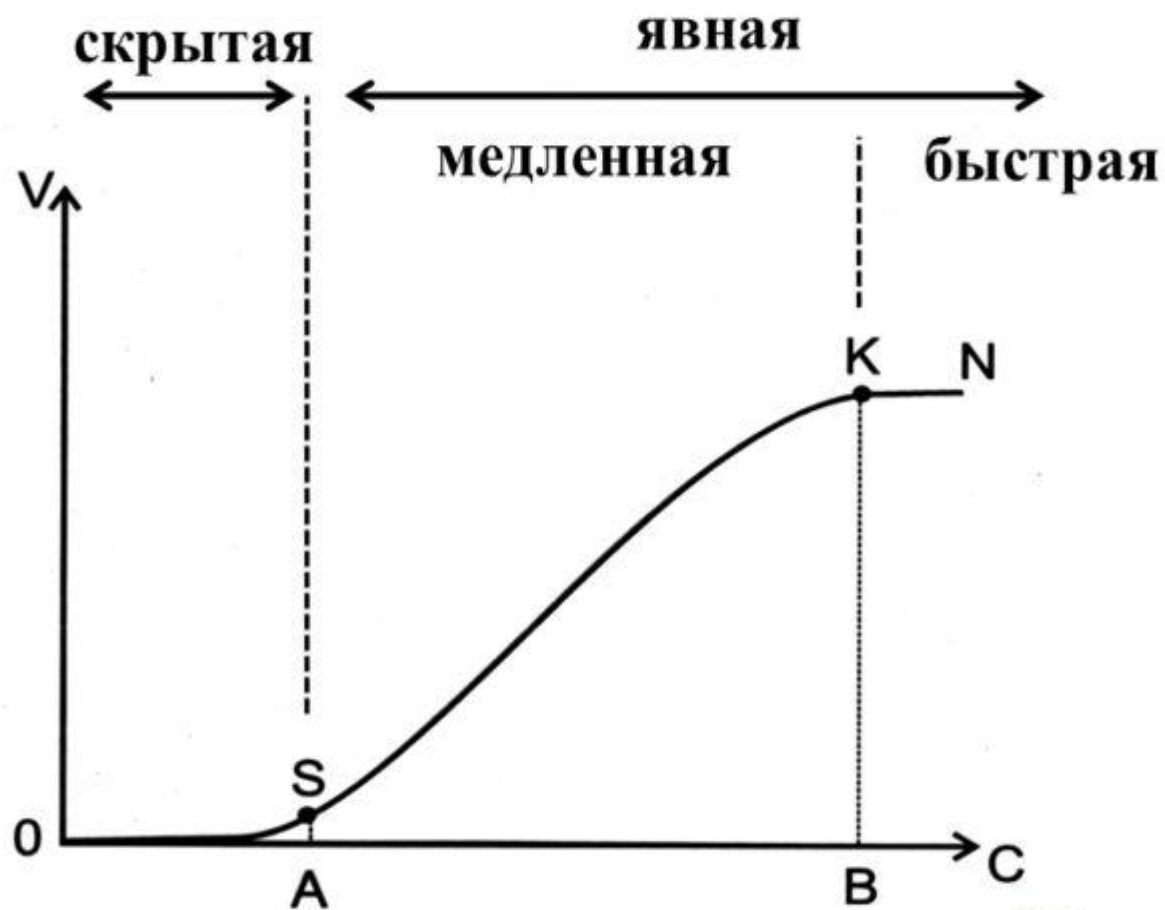
• Коагулирующая способность ионов одной и той же валентности возрастает с увеличением радиуса иона-коагулятора (лиотропные ряды):



→ возрастание · коагулирующей · способности →

Ионом коагулянтом в растворе электролита является тот ион, знак заряда которого противоположен знаку заряда гранулы (в скобках {}).

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

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.



Организма человека и животных - коллоидные системы.

Кровь является типичным примером ткани организма, где одни коллоиды находятся внутри других.

В.А.Исаев дает определение крови как дисперсной системе, в которой форменные элементы – эритроциты, тромбоциты, лейкоциты являются фазой, а плазма – дисперсной средой.

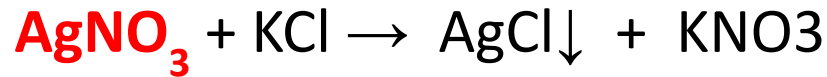
К настоящему времени наиболее изученными являются коллоидные системы плазмы **крови** .

С точки зрения коллоидной химии плазма крови представляет собой сложную систему коллоидов.

Белки - основная составляющая дисперсионной фазы. Их лиофобные группы ($-\text{CH}_2$, $-\text{CH}_3$ и др.) обращены в сторону нерастворимых в воде молекул липидов, стероидов и жирных кислот, а гидрофильные концы ($-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{SH}$) – в сторону молекул воды и электролитов,

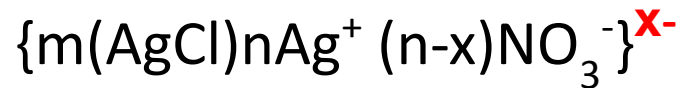
Белки - основные стабилизаторы коллоидной системы плазмы крови.

Они обеспечивают коллоидные свойства плазмы крови.



- 1) Нарисовать мицеллу
- 2) Заряд гранулы - ??
- 3) Ион (анион или катион) какой соли будет наиболее эффективным коагулятором данной мицеллы:

CuSO_4
 Na_3PO_4
 AlCl_3
 NaCl



“+” = n

“-” = n-x

Плюсов больше на величину x

У ионов металлов знаки зарядов “+” - они коагулянты

Наибольший заряд – Al^{3+} ,

Затем Cu^{2+}

Затем Na^{+1}

Na- Cu - Al

