

Лекция 9

Физико-химия дисперсных систем

ПЛАН

9.1 Дисперсные системы и их классификация.

9.2 Получение и очистка коллоидных растворов.

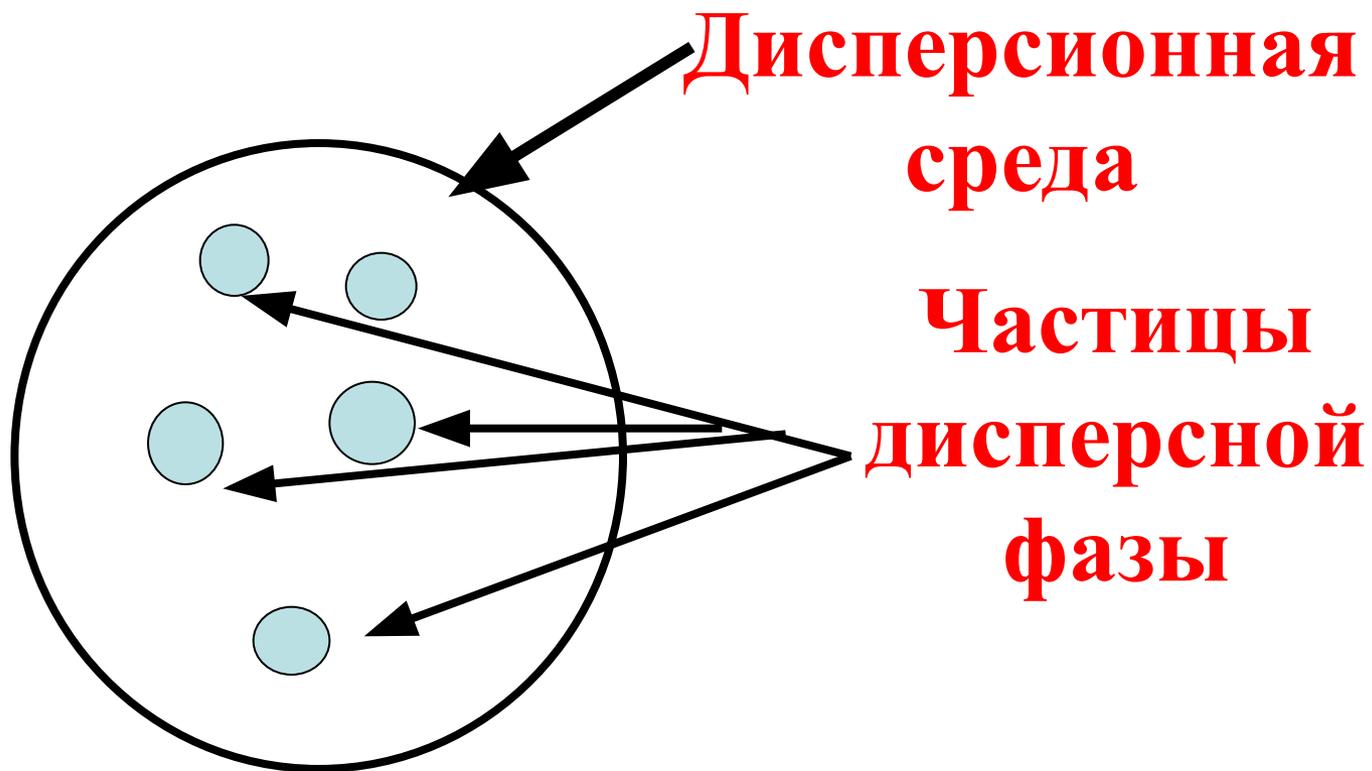
9.3 Строение мицелл лиофобных зольей.

9.4 Физические свойства зольей.

9.5 Устойчивость коллоидных растворов. Коагуляция.

9.1 Дисперсными называются

микрорегетерогенные системы, в которых микроскопические частицы дисперсной фазы равномерно распределены дисперсионной среде.



**Их
изучает
КОЛЛОИД-
ная
ХИМИЯ**

Классификация дисперсных систем

1) По степени дисперсности

Коллоидно-
дисперсные

$$10^{-9} < \alpha < 10^{-7} \text{ м}$$

Грубо-
дисперсные

$$10^{-7} < \alpha < 10^{-5} \text{ м}$$

α - диаметр частицы дисперсной фазы

**2) По степени взаимодействия
дисперсной фазы и дисперсионной
среды**

**Под их взаимодействием
понимают образование
сольватных оболочек
вокруг частиц
дисперсной фазы.**

Дисперсные системы

```
graph TD; A[Дисперсные системы] --> B[Лиофильные]; A --> C[Лиофобные];
```

Лиофильные - это системы, в которых сильно выражен эффект сольватации (растворы ВМС и ПАВ). Они устойчивы; их образование протекает самопроизвольно.

Лиофобные - это системы, в которых эффект сольватации отсутствует (дисперсии металлов и труднорастворимых солей). Они не устойчивы; их образование протекает не самопроизвольно.

3) По отсутствию или наличию межмолекулярного взаимодействия между частицами дисперсной фазы

Свободно-дисперсные – частицы не связаны между собой и свободно перемещаются (аэрозоли, лиозоли)

Связно-дисперсные – частицы связаны между собой; их движение затруднено (гели, студни)

4) По агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды

Дисперсионная среда	Дисперсная фаза	Тип системы	Примеры
Аэрозоли	Ж	Ж/Г	Туманы, облака, аэрозоли жидких лекарственных препаратов Дым, пыль, порошки, аэрозоли твердых лекарств
Г	Т	Т/Г	

Лио- зо- ли	Г	Г/Ж	Жидкие пены Эмульсии: молоко, лекарственные эмульсии, кремы
Ж	Ж	Ж /Ж	Коллоидные растворы (золи), суспензии

Соли- дозоли	Г	Г/Т	Твердые пены : хлеб, пемза, активированный уголь
Т	Ж	Ж/Т	Жемчуг, опал
	Т	Т/Т	Цветные стекла, минералы, сплавы

9.2 Для получения
коллоидных растворов
используют:

1) метод

диспергирования,

2) метод конденсации

Метод

диспергирования—

дробление крупных

частиц до

коллоидной степени

дисперсности.

**Диспергирование можно
осуществлять :**

- а) механическим дроблением
(шаровые, коллоидные
мельницы);**
- б) электрическим распылением в
вольтовой дуге (получение золей
Au, Ag, Pt и других металлов);**
- в) действием ультразвука;**

г) МЕТОД ПЕПТИЗАЦИИ-

дробление

свежеприготовленных осадков

на отдельные коллоидные

частицы при добавлении

небольшого количества

электролита-пептизатора в

раствор.

**Ионы электролита-
пептизатора адсорбируются
на поверхности частиц
осадка, сообщая им
одноименный
электрический заряд и
способствуя переходу во
взвешенное состояние.**

**Пептизация имеет большое
биологическое значение:**

**рассасывание
атеросклеротических бляшек,
почечных и печеночных
камней происходит под
воздействием лекарственных
препаратов-пептизаторов.**

Метод конденсации

– соединение атомов, молекул или ионов в агрегаты коллоидной степени дисперсности.

Конденсация

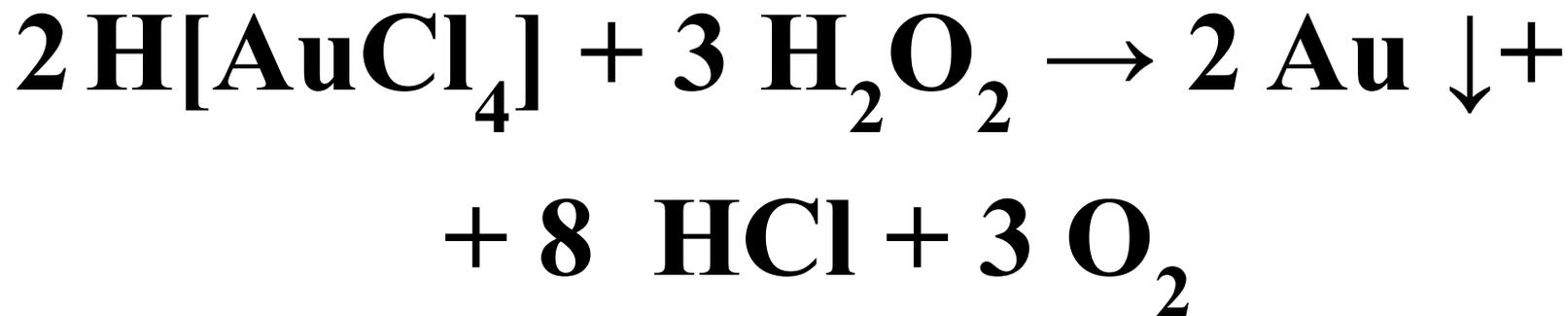
```
graph TD; A[Конденсация] --> B[химическая]; A --> C[физическая];
```

химическая

физическая

**В основе химической
конденсации лежат
химические реакции,
протекающие с
образованием
труднорастворимых
соединений.**

- **ОВР**

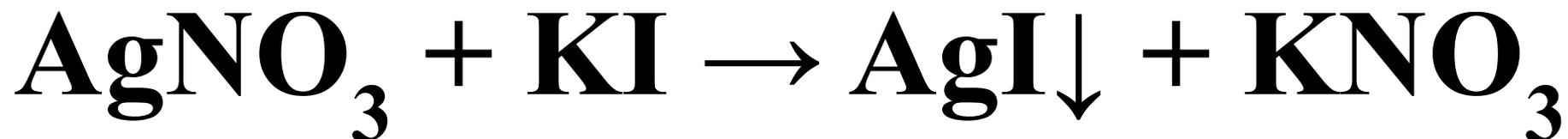


**получение дисперсии
радиоактивного золота для
лечения онкологических
заболеваний**

- **ГИДРОЛИЗ**



- **ИОННЫЙ ОБМЕН**



Получение **протаргола**

(сильнодействующего

антисептика)

Получение дисперсных систем методом физической конденсации выполняют: (а) путем замены растворителя (в раствор добавляют жидкость, в которой растворенное вещество практически не растворимо); (б) понижением температуры или повышением давления паров и газов, приводящим к их конденсации. Так в природе образуются туманы и облака.

В организме

**превалирующим является
конденсационный метод.**

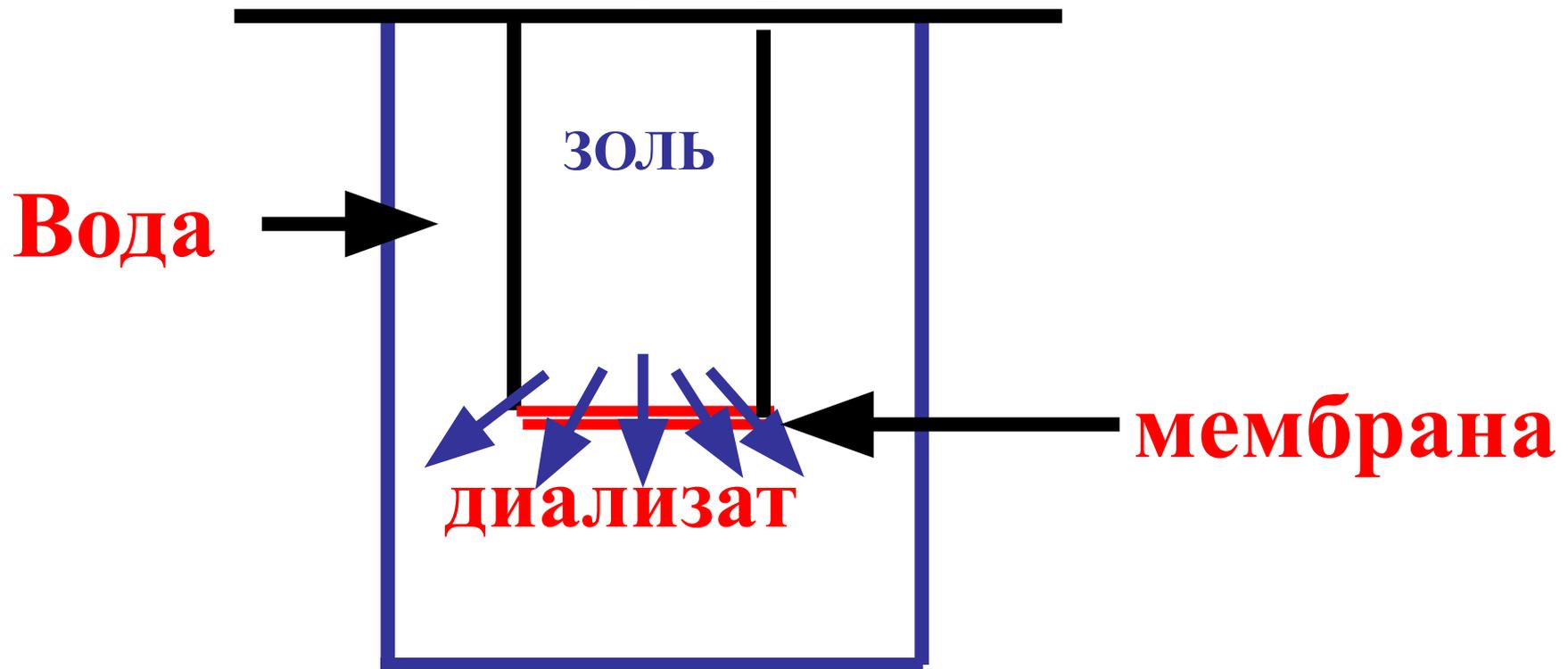
**Одним из немногих
примеров диспергирования
является эмульгирование
жиров в кишечнике.**

Методы очистки золей

**1) Диализ и электродиализ—
очистка золей от электролитов**

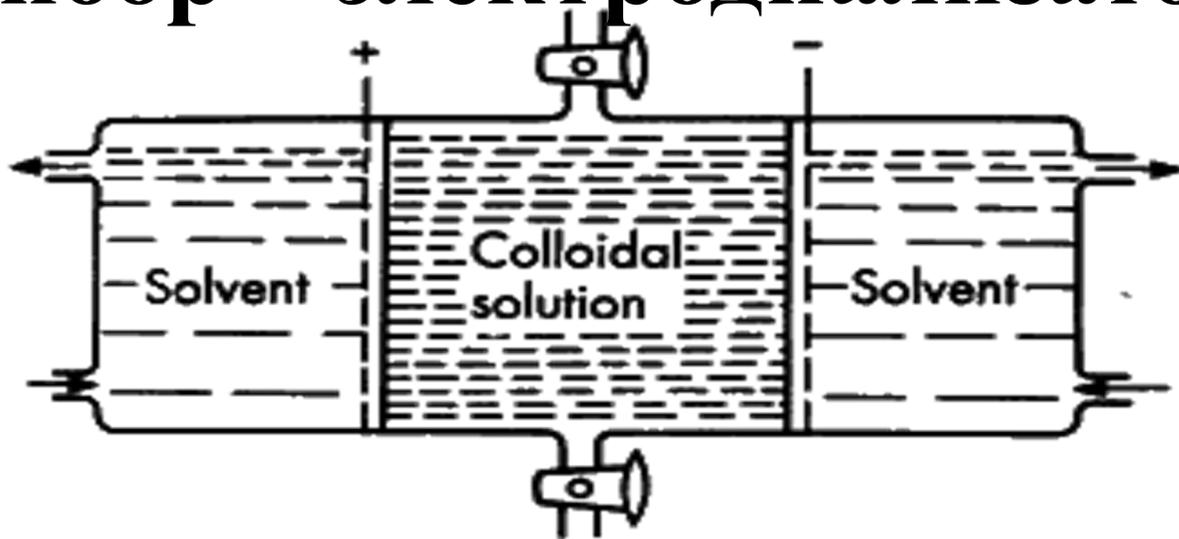
**2) Ультрафильтрация-отделение
дисперсной фазы от
дисперсионной среды**

Диализ основан на применении мембран, задерживающих крупные коллоидные частицы и пропускающих ионы и молекулы низкомолекулярных веществ.

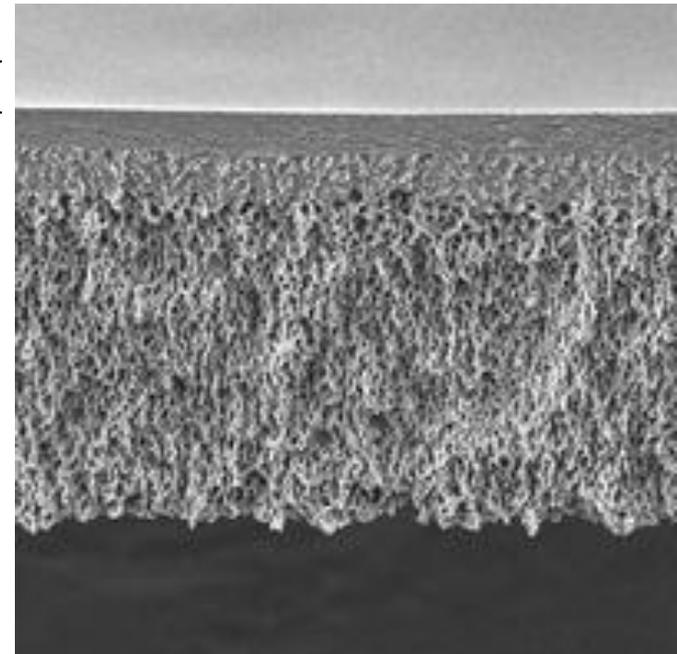


Простейший диализатор

Диализ протекает медленно, но он может быть ускорен путем пропускания электрического тока через золь, подлежащий очистке. Такой процесс получил название электродиализа, а соответствующий прибор – электродиализатора.



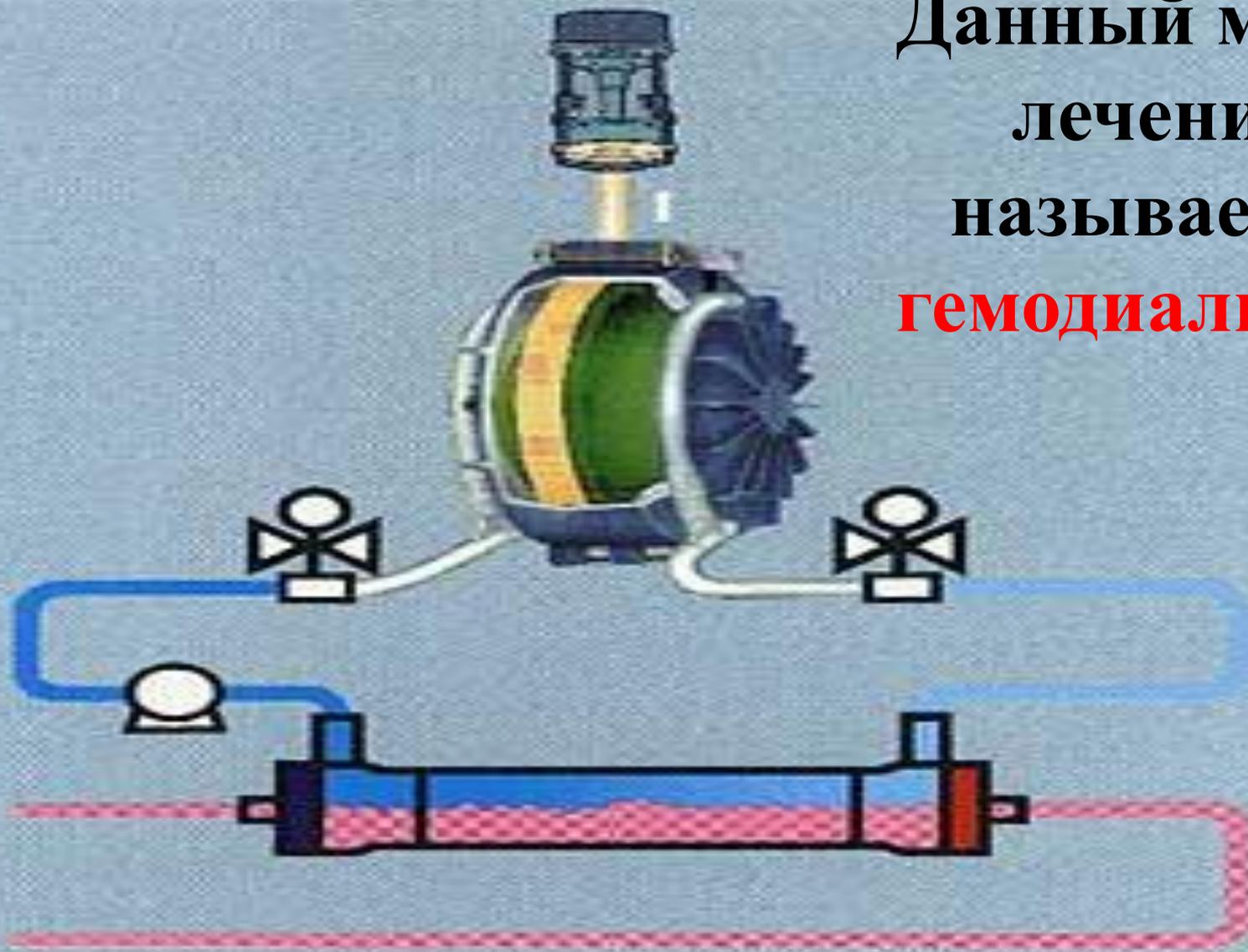
Ультрафилтрация
осуществляется путем
продавливания золя через
плотные фильтры,
непроницаемые для частиц
дисперсной
фазы.



**Процесс ультрафильтрации
лежит в основе работы почек.
Примером сочетания диализа
и ультрафильтрации является
аппарат "искусственная
почка", предназначенный для
временной замены почек при
почечной недостаточности.**

Прибор «Искусственная почка»

Данный метод
лечения
называется
гемодиализом.



**9.3 Согласно
мицеллярной теории,
золь состоит из
мицелл и
интермицеллярной
жидкости.**

Мицелла – это
электронейтральная частица
дисперсной фазы,
окруженная двойным
электрическим слоем ионов.

Интермицеллярная жидкость
– это дисперсионная среда,
разделяющая мицеллы

**Основу мицеллы составляют
микрокристаллы трудно-
растворимого вещества,
называемые **агрегатом**. В
результате избирательной
адсорбции на поверхности
агрегата адсорбируются ионы
электролита-стабилизатора.**

Пример. Рассмотрим строение мицеллы золя **AgI**, образующегося в результате реакции:



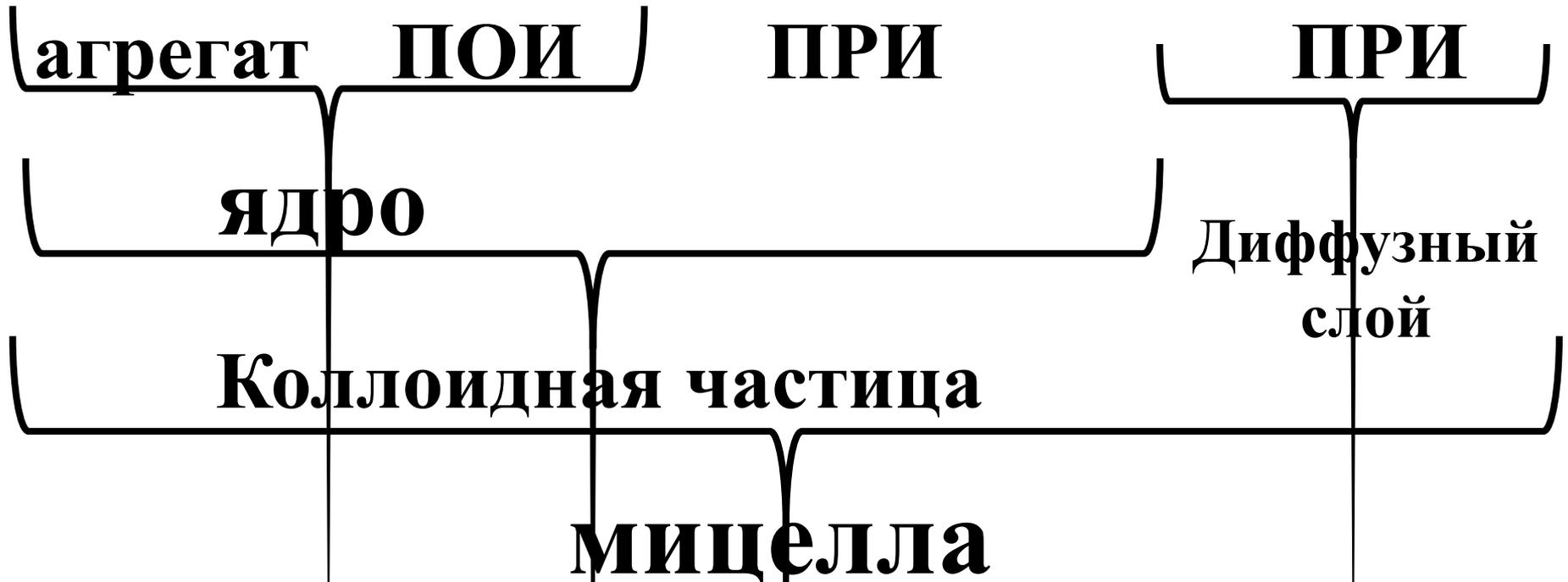
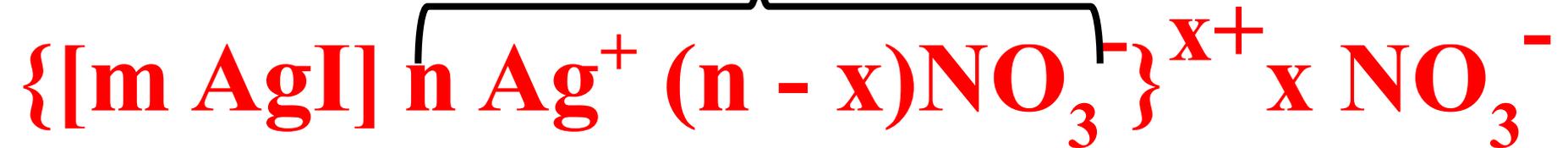
изб.

твердая
фаза

**Электролит в избытке
(AgNO₃) является
стабилизатором т.к. сообщает
устойчивость коллоидным
частицам. Из его ионов
формируется двойной
электрический слой вокруг
агрегата: $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$**

Формула мицеллы AgI

Адсорбционный слой



ПОИ – потенциалопределяющие ионы, адсорбирующиеся на поверхности агрегата,

ПРИ – противоионы, адсорбирующиеся на поверхности ядра; они входят как в состав адсорбционного, так и в состав диффузного слоя

Коллоидная частица (гранула) – это часть мицеллы, состоящая из агрегата и адсорбционного слоя.

Заряд гранулы рассчитывают как алгебраическую сумму ионов, входящих в ее состав:

$$+n - 1(n-x) = \cancel{+n} - \cancel{n} + x = +x$$

Образование двойного электрического слоя (ДЭС)

**приводит к тому, что на
поверхности раздела
адсорбционного и диффузного
слоя появляется электрический
потенциал, называемый
электрокинетическим (дзета)
потенциалом (ξ , В)**

ξ – потенциал служит

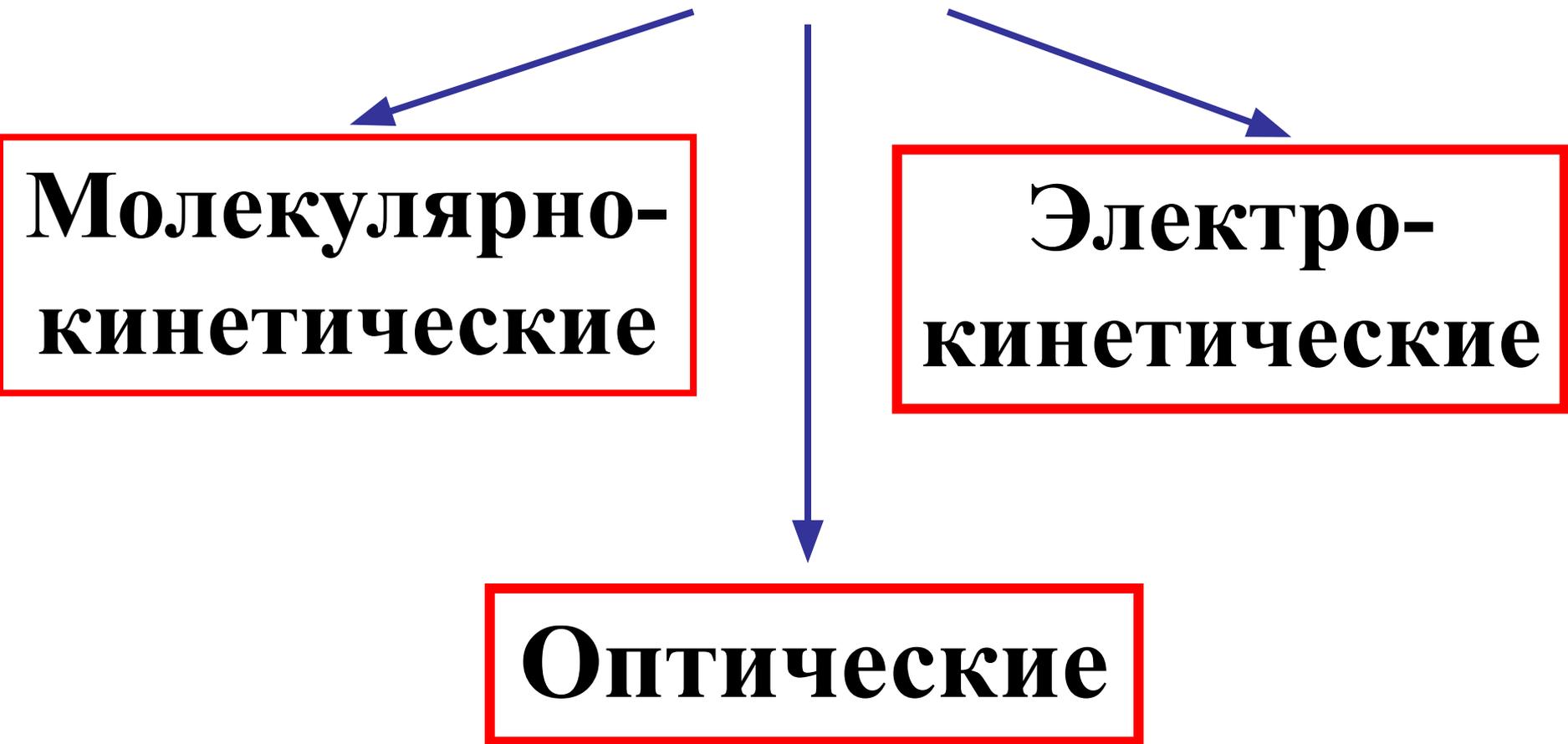
- мерой устойчивости
КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ,

- мерой размеров

МЕЖКЛЕТОЧНЫХ ПРОСТРАНСТВ

in vivo.

9.4 Физические свойства коллоидных растворов



Важнейшие молекулярно-кинетические свойства

1) Броуновское движение –

хаотическое движение частиц дисперсной фазы под воздействием ударов молекул дисперсионной среды



2) Диффузия – самопроизвольный процесс выравнивания концентраций частиц по всему объему раствора в результате броуновского движения.

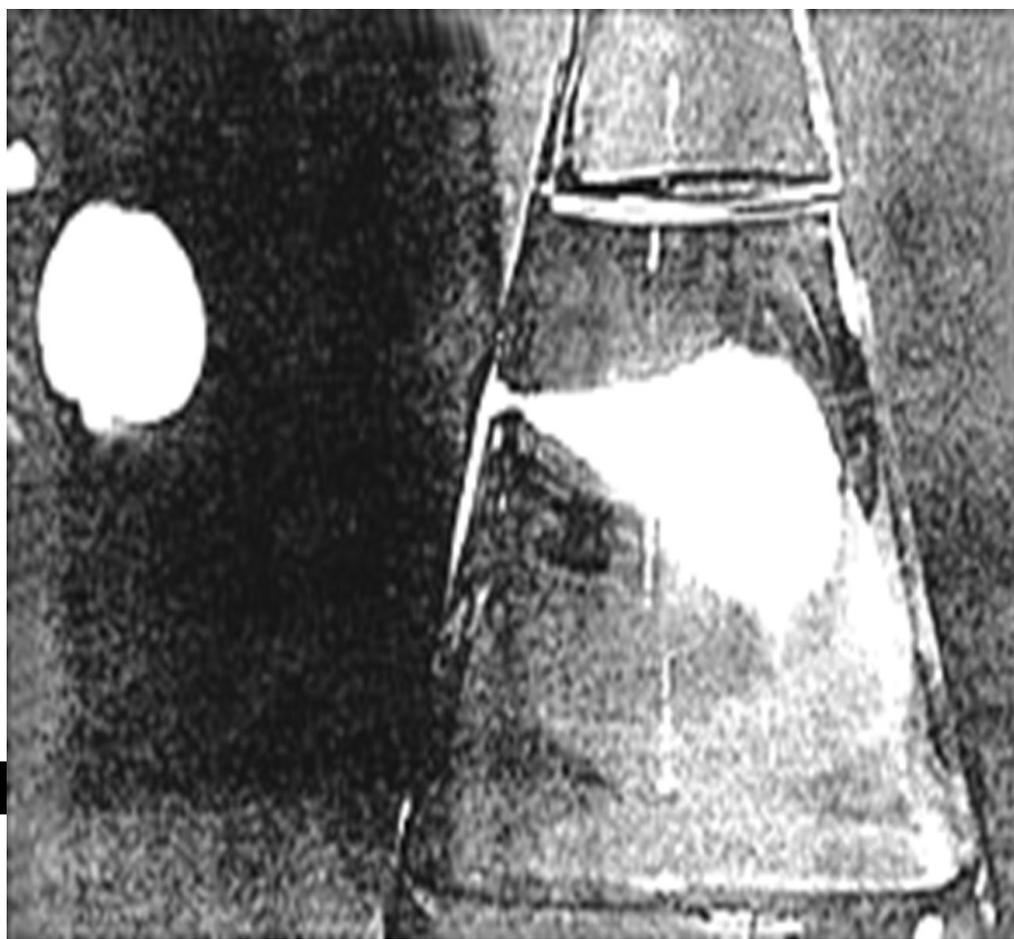
3) Седиментация – оседание частиц дисперсной фазы под действием силы тяжести. **Определение СОЭ** – важный диагностический тест.

**Особые оптические свойства
дисперсных систем обусловлены
тем, что размеры коллоидных
частиц сопоставимы с длиной
волны видимого света.**



**Это приводит к рассеянию
света, проходящего через золь.**

**Если луч света
направить на
коллоидный
раствор, то его
путь будет
обнаруживаться
на темном фоне**



**в виде светящегося конуса,
называемого конусом Тиндаля.**

Электрокинетическими

явлениями называются

процессы, протекающие в золях

под воздействием внешнего

электрического поля. К ним

относят

• электрофорез

и

• электроосмос.

Электрофорез- это
направленное движение
коллоидных частиц под
действием внешнего
электрического поля
относительно неподвижной
дисперсионной среды (был
открыт Ф. Рейсом в 1807).

**Электрофорез применяется для
диагностики и контроля за ходом
болезни.**

**Его используют для введения
лекарственных веществ в
пораженные органы человека.
Метод имеет ряд преимуществ
по сравнению с
традиционными способами
введения препаратов.**

Электроосмос –

**это движение дисперсионной
среды относительно
неподвижной дисперсной
фазы через
полупроницаемую мембрану
во внешнем электрическом
поле.**

9.5 Под устойчивостью

дисперсной системы понимают

постоянство во времени ее

состояния и свойств.

Виды коллоидной

устойчивости



**Кинетическая
(седиментационная)**

Агрегативная

Причиной
кинетической
устойчивости является
броуновское движение,
которое противодействует
оседанию частиц под
действием силы тяжести.

**Агрегативная устойчивость
золей обусловлена наличием
у коллоидных частиц
одноименных
электрических зарядов,
препятствующих их
слипанию при
столкновении.**

**Чем больше заряд
частицы, тем выше ее
электрокинетический
потенциал и
стабильнее золь.**

**При нарушении
агрегативной
устойчивости золей
происходит их
коагуляция.**

Коагуляция - процесс
объединения
коллоидных частиц в
более крупные агрегаты
вследствие полной или
частичной потери
электрических зарядов.

Коагуляцию может

вызывать:

- изменение температуры, (б)**
- увеличение концентрации дисперсной фазы,**
- (в) механическое воздействие,**
- (г) добавление электролитов.**

**Коагуляция электролитами
протекает в живом организме,
т.к. коллоидные растворы
клеток находятся в
соприкосновении с
электролитами,
содержащимися в
биологических жидкостях.**

**Все сильные
электролиты вызывают
коагуляцию золь при
увеличении их
концентрации в растворе
до некоторого значения,
называемого **порогом
коагуляции.****

Порог коагуляции (γ) –

ЭТО МИНИМАЛЬНОЕ

КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЛИТА,

КОТОРОЕ НАДО ДОБАВИТЬ К

1 л золя, ЧТОБЫ ВЫЗВАТЬ

НАЧАЛО КОАГУЛЯЦИИ.

**Коагулирующие действие
электролитов описывается
правилом Шульце – Гарди:**

**коагуляцию вызывают ионы,
заряд которых противоположен
заряду гранулы. Коагулирующая
способность тем больше, чем выше
заряд иона-коагулятора.**

Дерягин и Ландау показали, что

$$\gamma_I : \gamma_{II} : \gamma_{III} = \frac{1}{1^6} : \frac{1}{2^6} : \frac{1}{3^6} =$$
$$= 730 : 11 : 1$$

**Правило Шульце - Гарди
носит приблизительный
характер,**

**т.к. не учитывает влияние
ионных радиусов на
коагулирующую
способность ионов.**

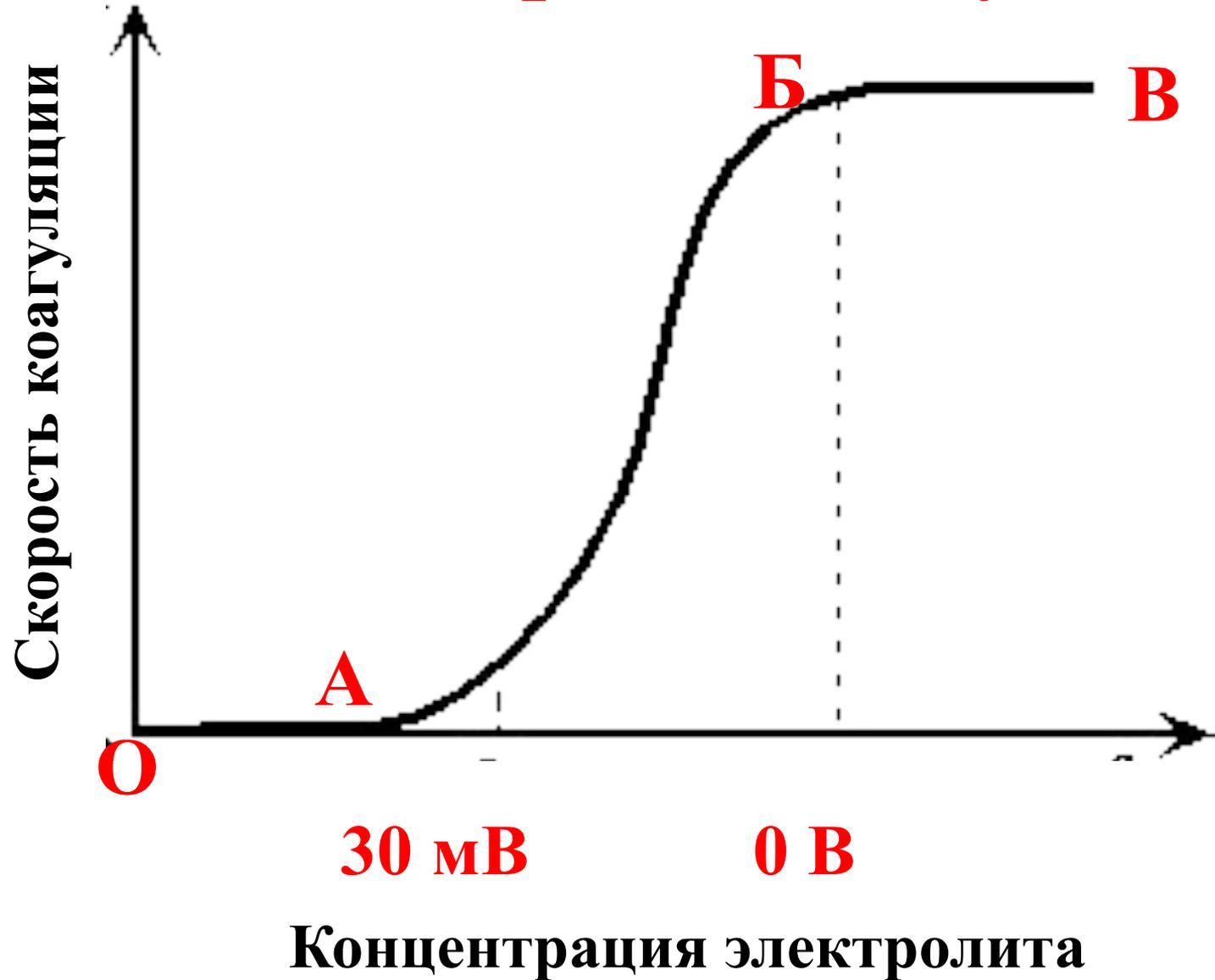
**Ионы с одинаковыми
зарядами, но различными
ионными радиусами,
образуют **лиотропные ряды:****



**Увеличение коагулирующей способности
ИОНОВ**

Процесс коагуляции золя характеризуется определенной величиной **скорости коагуляции, которую можно определить как изменение числа коллоидных частиц в единице объема за единицу времени.**

Кинетическая кривая коагуляции



Отрезок **OA отвечает
периоду скрытой
коагуляции, при
которой золь сохраняет
свою устойчивость.**

В точке **A начинается
явная коагуляция,
которая соответствует
уменьшению ξ -
потенциала коллоидных
частиц до **30 мВ.****

На участке **БВ** скорость
коагуляции достигает
максимального значения;
этот отрезок кинетической
кривой соответствует
периоду быстрой
коагуляции (ζ -потенциал
равен нулю).

При коагуляции золя смесью электролитов можно наблюдать:

а) явление аддитивности - суммирование коагулирующего действия ионов;

б) явление антагонизма - ослабление коагулирующего действия одного иона в присутствии другого;

**в) явление синергизма -
усиление
коагулирующего
действия одного иона в
присутствии другого.**

**Коагуляция может
происходить при
смешении золь с
различными знаками
заряда их частиц
(взаимная коагуляция).**

**Такой тип коагуляции
применяется в
санитарно-
гигиенической
практике при очистке
воды от взвешенных
коллоидных частиц.**



**Благодарим
за
внимание!!!**