

Лекция 17

Коллоидная ХИМИЯ

ПЛАН

17.1 Дисперсные системы и их классификация.

17.2 Получение и очистка коллоидных растворов.

17.3 Строение мицелл лиофобных зольей.

17.4 Физические свойства зольей.

17.5 Устойчивость коллоидных растворов. Коагуляция.

17.1 Коллоидная

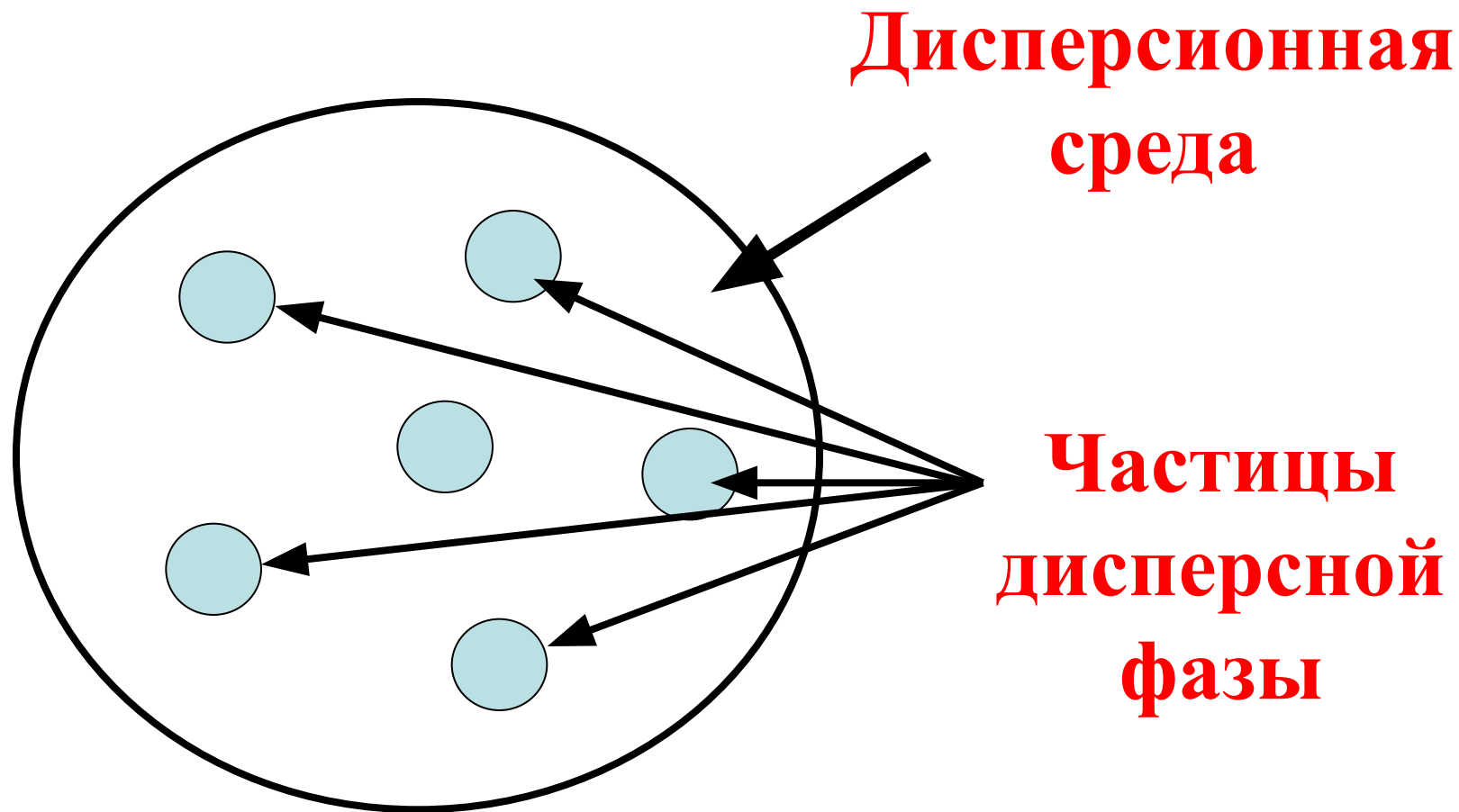
ХИМИЯ

— ЭТО ХИМИЯ

дисперсных систем.

Дисперсными называются
микрогетерогенные
системы, в которых
микроскопические
частицы **дисперсной фазы**
равномерно распределены
в **дисперсионной среде.**

Модель дисперсной системы



Классификация дисперсных систем

1) По степени дисперсности



Коллоидно-
дисперсные

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

Грубо-
дисперсные

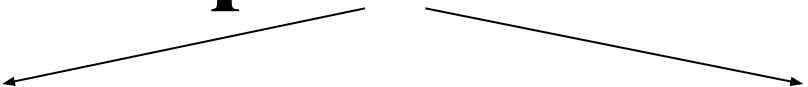
$$10^{-7} < \alpha < 10^{-5} \text{ м}$$

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
Г	Т	Т/Г	Дым, пыль, порошки, аэрозоли твердых лекарств

Лино- зо- ли	Г Ж	Г/Ж Ж /Ж	Жидкие пены Эмульсии: молоко, лекарственные эмульсии, кремы
Ж	 Т	 Т/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

**Согласно современным
представлениям, **любое
твёрдое тело — это
высокодисперсная система,**
так как размеры дефектов
кристаллических решёток
соответствуют размерам
коллоидных частиц.**

17.2 Для получения
коллоидных растворов
(золей) 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 зольей
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.

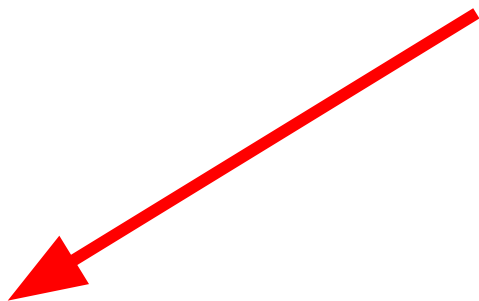
**Пептизация имеет большое
биологическое значение:**

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

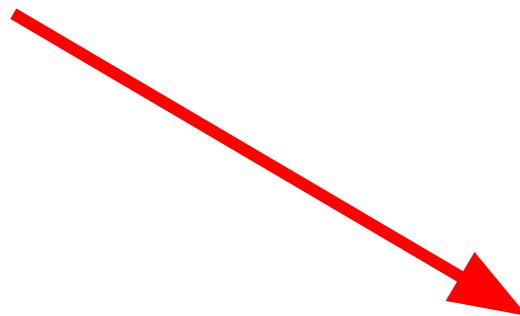
Метод конденсации

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

Конденсация



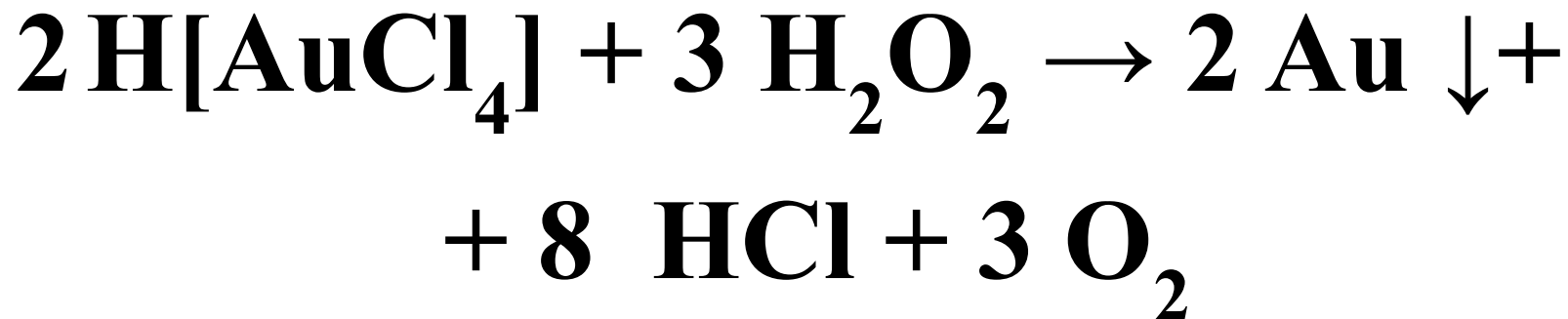
химическая



физическая

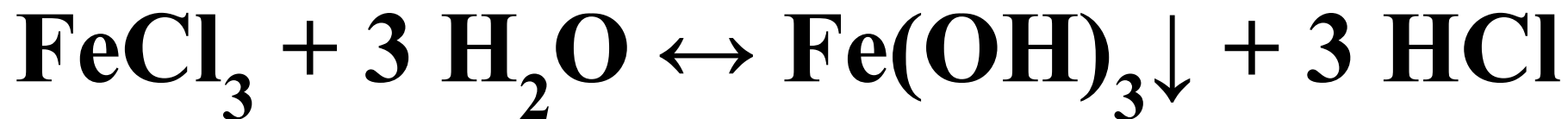
**В основе химической
конденсации лежат
химические реакции,
протекающие с
образованием
труднорастворимых
соединений.**

- **ОВР**

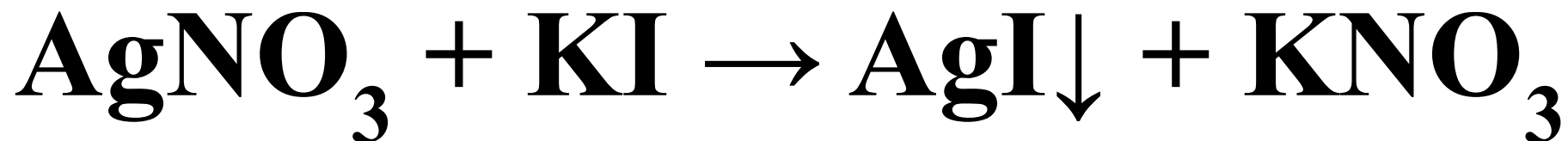


**получение дисперсии
радиоактивного золота для
лечения онкологических
заболеваний**

- **гидролиз**



- **ионный обмен**



Получение **протаргола**
(сильнодействующего
антисептика)

Получение дисперсных систем методом **физической конденсации выполняют:**

- **путем замены растворителя:**
в истинный раствор добавляют
жидкость, в которой
растворенное вещество
практически не растворимо;

- **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.

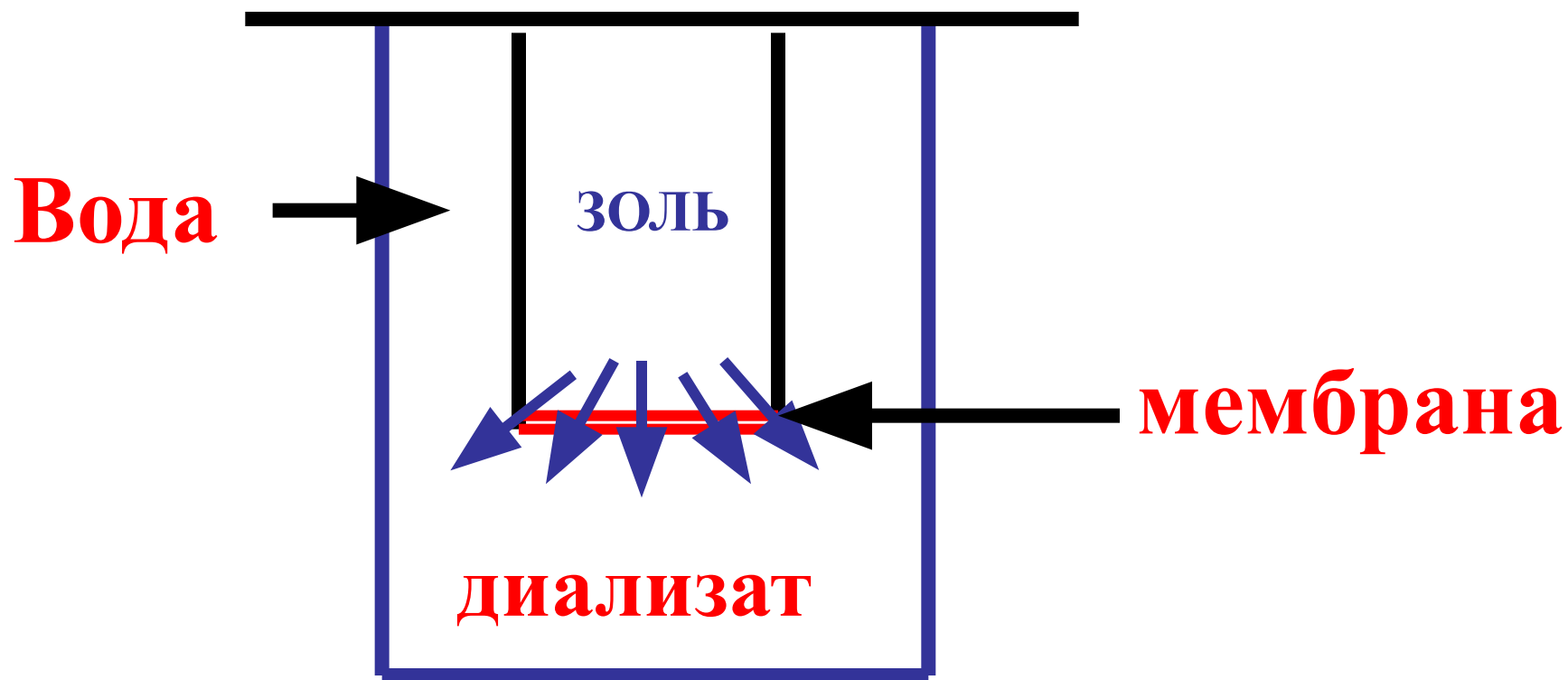
Методы очистки зольей

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

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

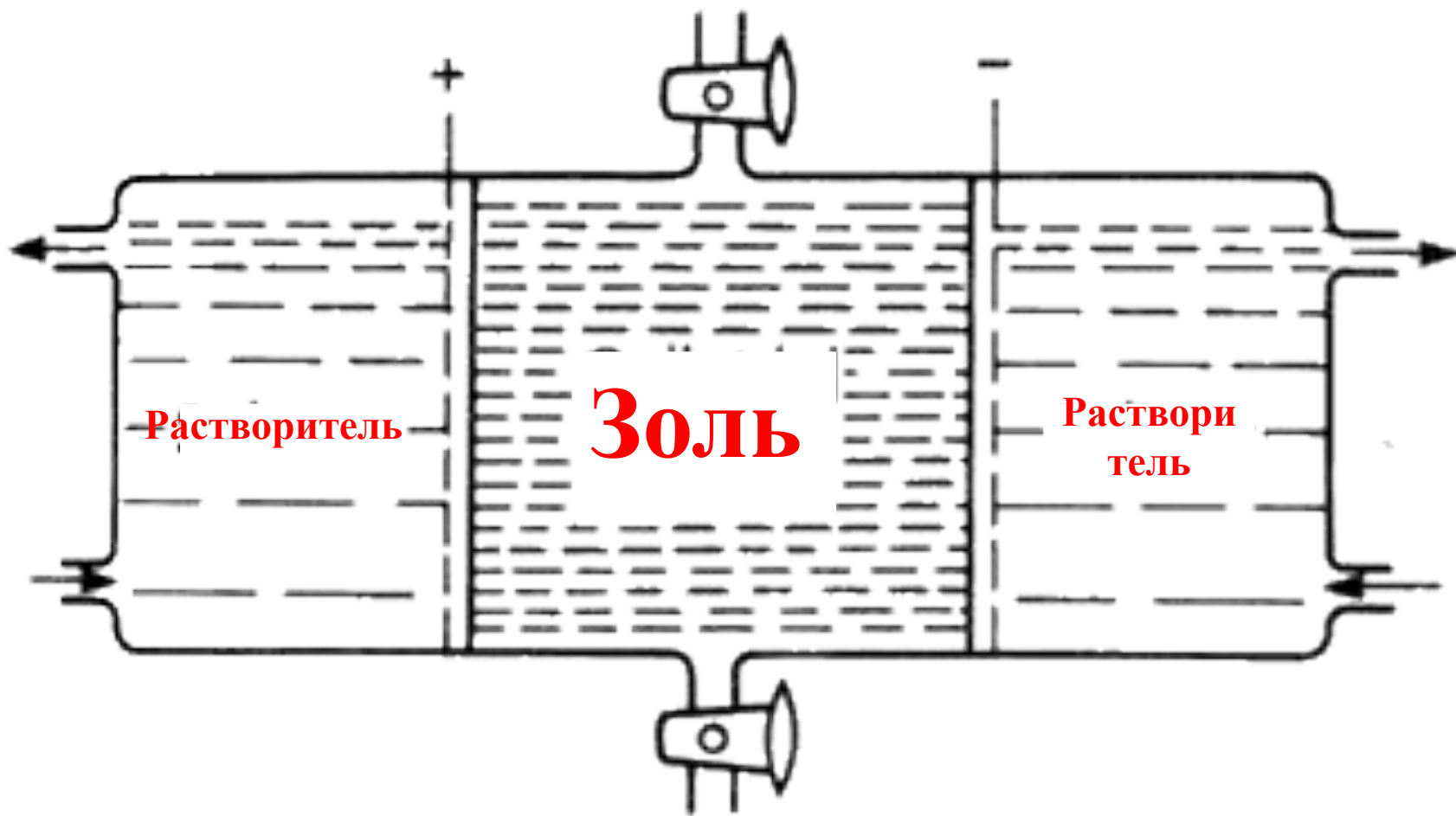
**Диализ основан на
применении мембран,
задерживающих крупные
коллоидные частицы и
пропускающих ионы и
молекулы
низкомолекулярных
веществ.**

Простейший диализатор



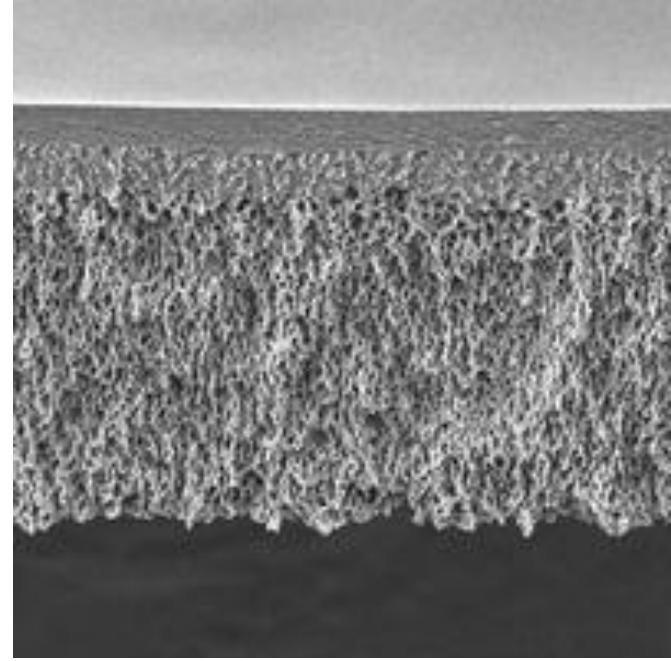
**Диализ протекает
медленно, но он может
быть ускорен путем
пропускания
электрического тока
через золь, подлежащий
очистке.**

Такой процесс получил название **электролиза**, а соответствующий прибор – **электролизатора**.



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

Фильтрация
обычно
проводят под
давлением или
в вакууме.



**Процесс ультрафильтрации
лежит в основе работы почек.**

**Вещества с молярной массой
до 10 000 проходят через сито
базальной мембраны свободно,
а с молярной массой свыше
50 000 - только в ничтожных
количествах.**

Примером сочетания

диализа и

ультрафильтрации является

аппарат "искусственная

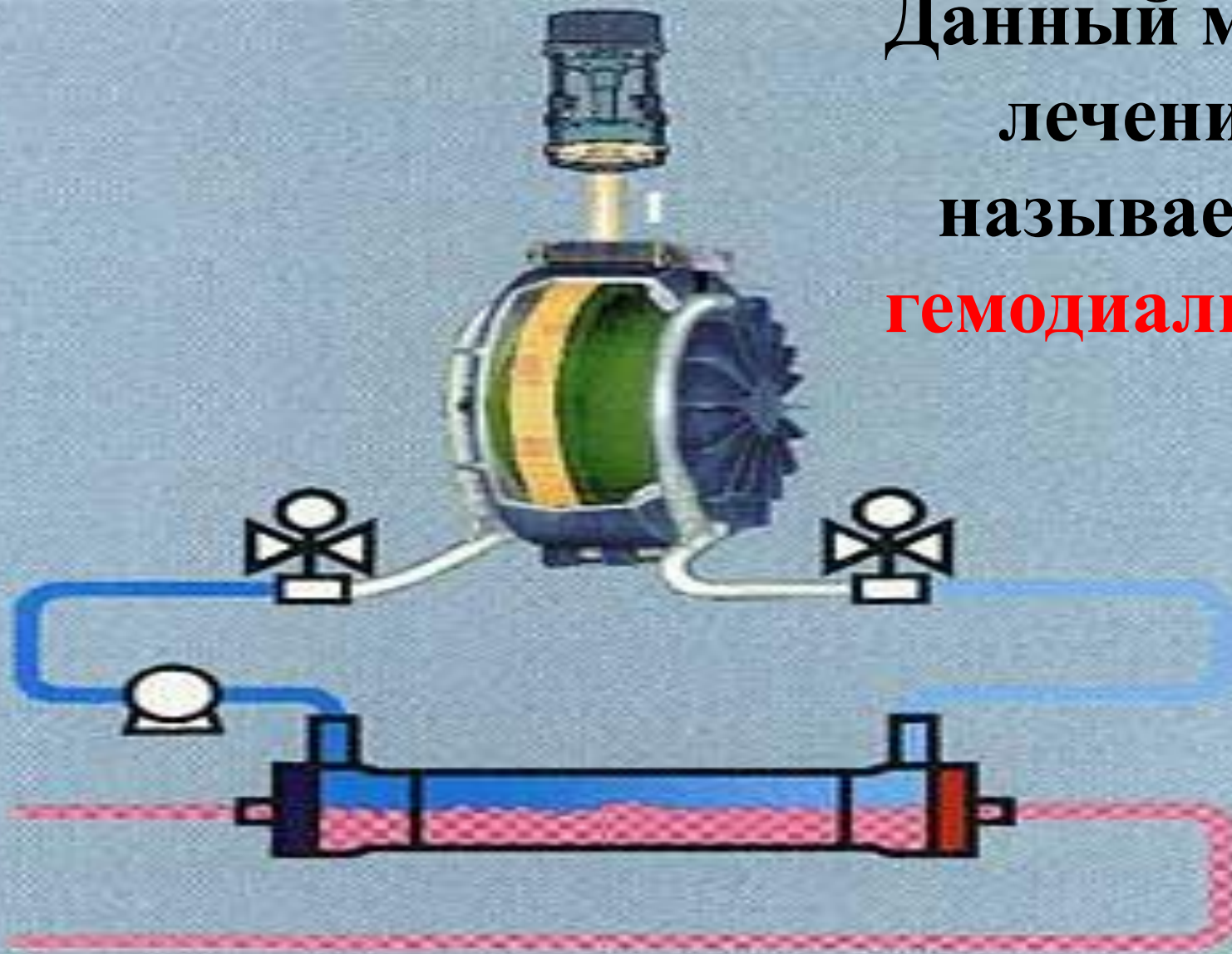
почка", предназначенный для

временной замены почек при

почечной недостаточности.

Прибор «Искусственная почка»

Данный метод
лечения
называется
гемодиализом.



17.3 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:



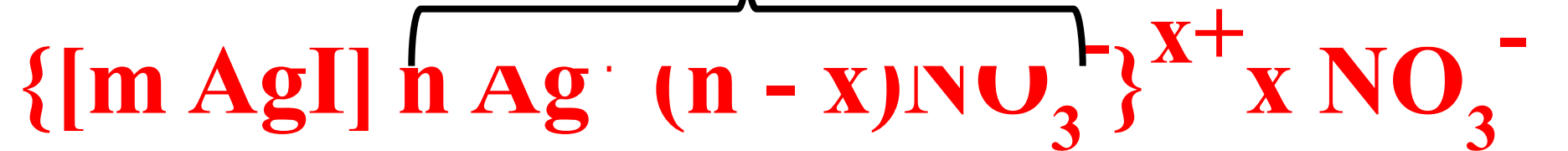
изб.

твердая
фаза

**Электролит в избытке
(AgNO_3) 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



ПРИ

ПРИ

Диффузный
слой

мицелла

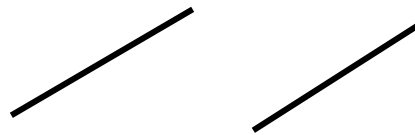
ПОИ – потенциалопределяющие ионы, адсорбирующиеся на поверхности агрегата,

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:

$$+n - 1(n-x) = +n - n + x = +x$$

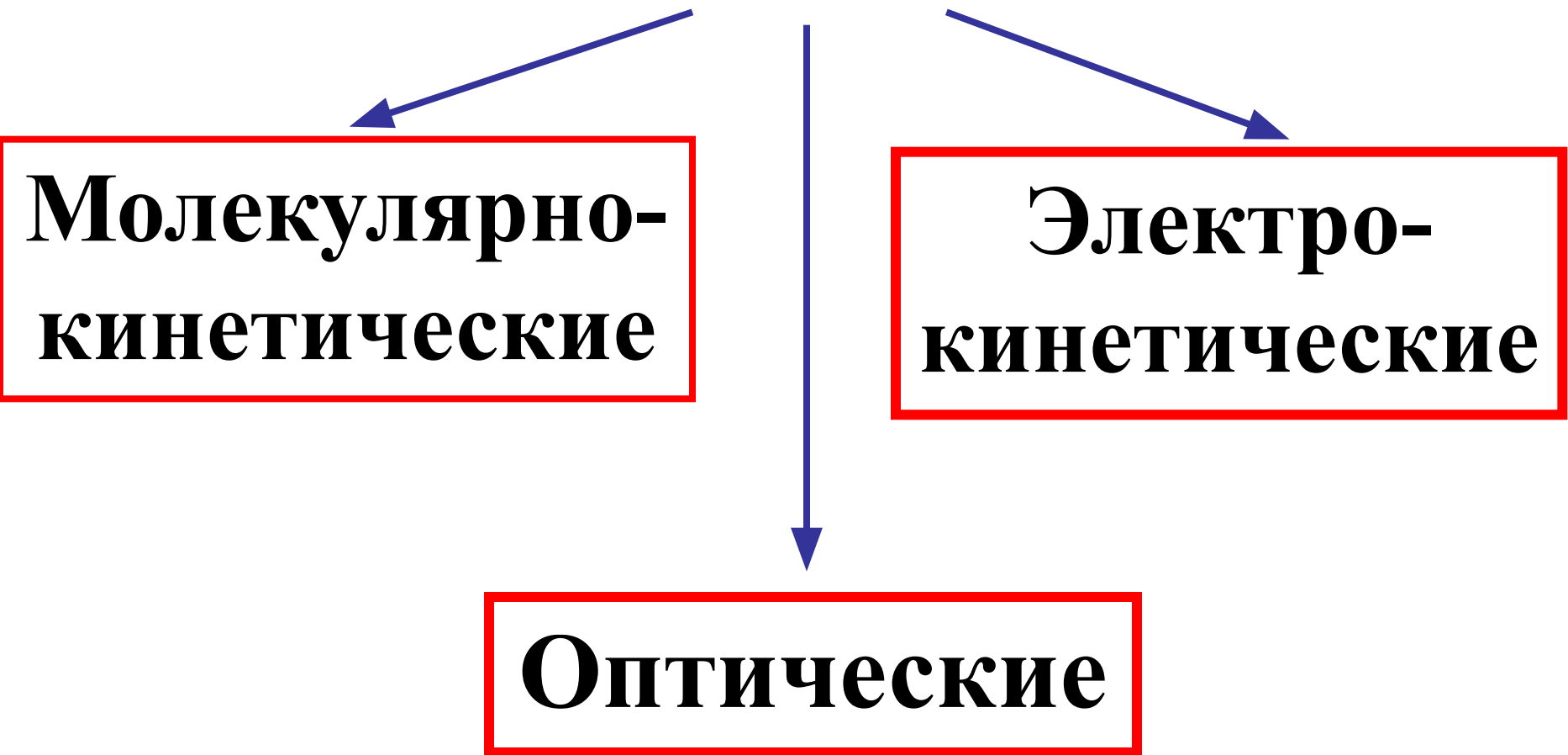


**Образование двойного
электрического слоя (ДЭС)
приводит к тому, что на
поверхности раздела
адсорбционного и диффузного
слоя появляется электрический
потенциал, называемый
электрокинетическим (дзета)
потенциалом (ξ , В)**

ξ– потенциал служит

- **мерой устойчивости
коллоидных частиц,**
- **мерой размеров
межклеточных
пространств in vivo**

17.4 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. Характеристикой диффузии является ее коэффициент D , зависящий от размеров частиц (r) и вязкости среды (η):

$$D = \frac{RT}{6\pi\eta r N_A}$$

**3) Седиментация –оседание
частиц дисперсной фазы под
действием силы тяжести.**

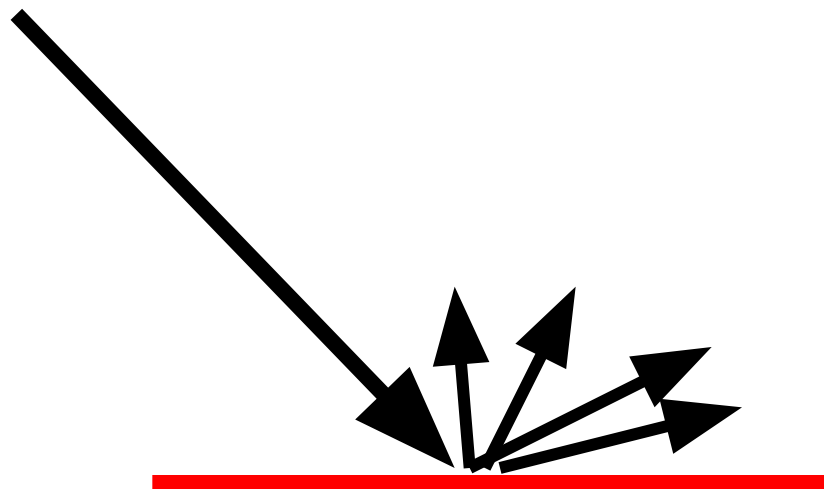
**Определение скорости оседания
положено в основу
седиментационного анализа. Он
широко используется для
оценки состояния эритроцитов.**

**Определение
СОЭ –
важный
диагности-
ческий тест.**



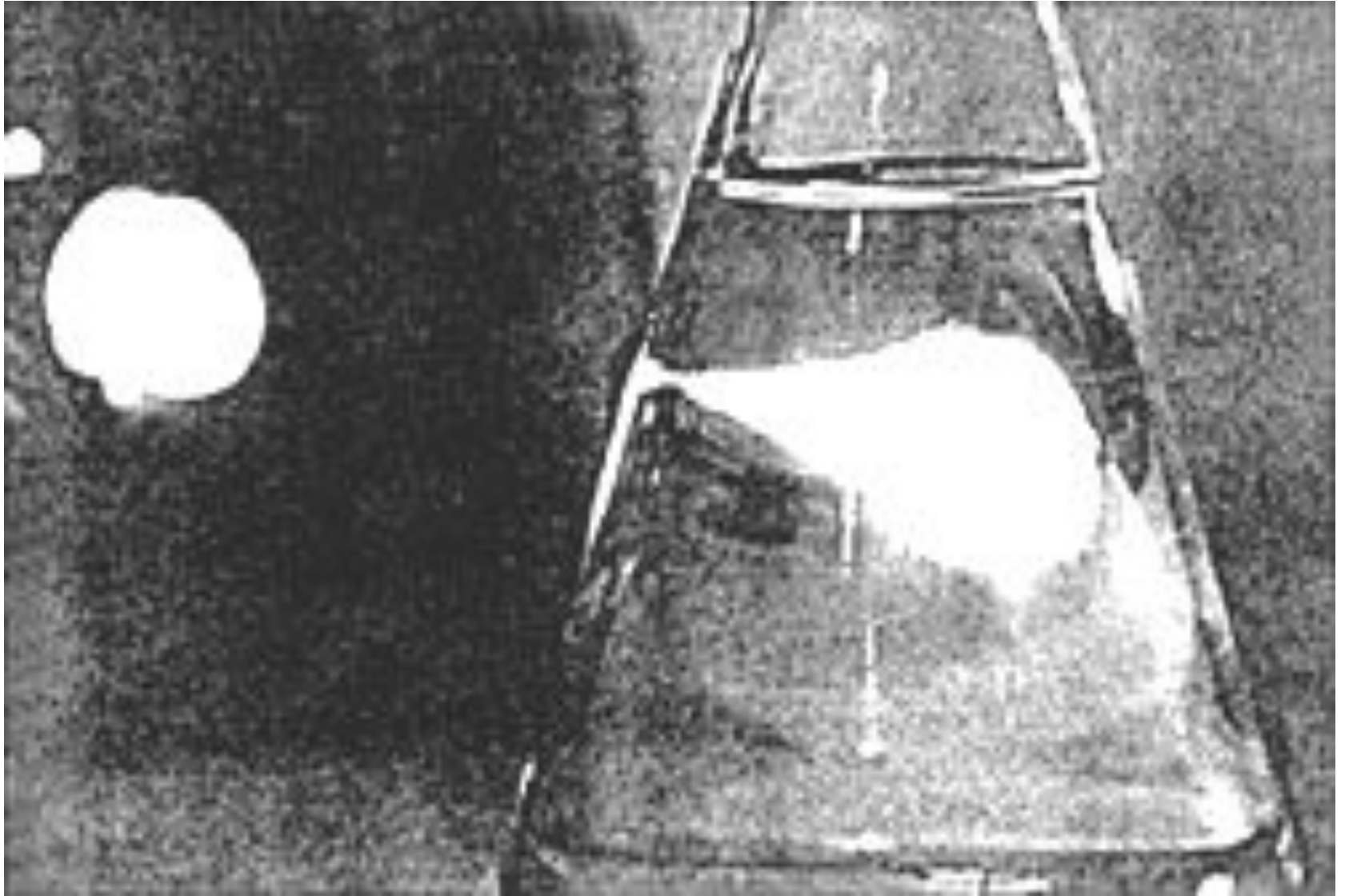
**Особые оптические
свойства дисперсных
систем обусловлены тем,
что размеры коллоидных
частиц сопоставимы с
длиной волны видимого
света.**

**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.**

Конус Тиндала



**Короткие волны (синяя
и фиолетовая часть
спектра) рассеиваются
сильнее, чем длинные
(желто-красная часть
спектра).**

**Этим объясняется голубой цвет
неба.**



Электрокинетическими

явлениями называются

процессы, протекающие в золях

под воздействием внешнего

электрического поля. К ним

относят

• электрофорез

и

• электроосмос.

**Электрофорез (электро... и греч.
phoresis - несение)-это
направленное движение
коллоидных частиц под действием
внешнего электрического поля
относительно неподвижной
дисперсионной среды.**

**Электрофорез был открыт Ф.
Рейсом в 1807.**

Скорость движения частиц к электродам
(u) связана с напряжённостью
электрического поля **(E)** уравнением
Смолуховского:

$$u = \xi \frac{\epsilon E}{k\pi\eta}$$

где **η** - вязкость среды,

ϵ - диэлектрическая постоянная

**Электрофорез позволяет
определять ξ - потенциалы как
коллоидных частиц, так и
живых клеток, бактерий и
вирусов, поскольку они несут
электрический заряд и
способны перемещаться в
электрическом поле с
определенной скоростью.**

**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.**

**Он применяется в
медицине для
очистки лечебных
сывороток.**

17.5 Под
устойчивостью
дисперсной системы
понимают постоянство
во времени ее состояния
и свойств.

Различают два вида КОЛЛОИДНОЙ устойчивости:

- **кинетическую
(седиментационную),**
- **агрегативную.**

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 золь
происходит их
коагуляция.**

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

Коагуляцию может вызывать:

- **изменение температуры,**
- **увеличение концентрации
дисперсной фазы,**
- **механическое воздействие,**
- **добавление электролитов.**

**Наибольшее
практическое
значение имеет
коагуляция зольей
электролитами.**

**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.**

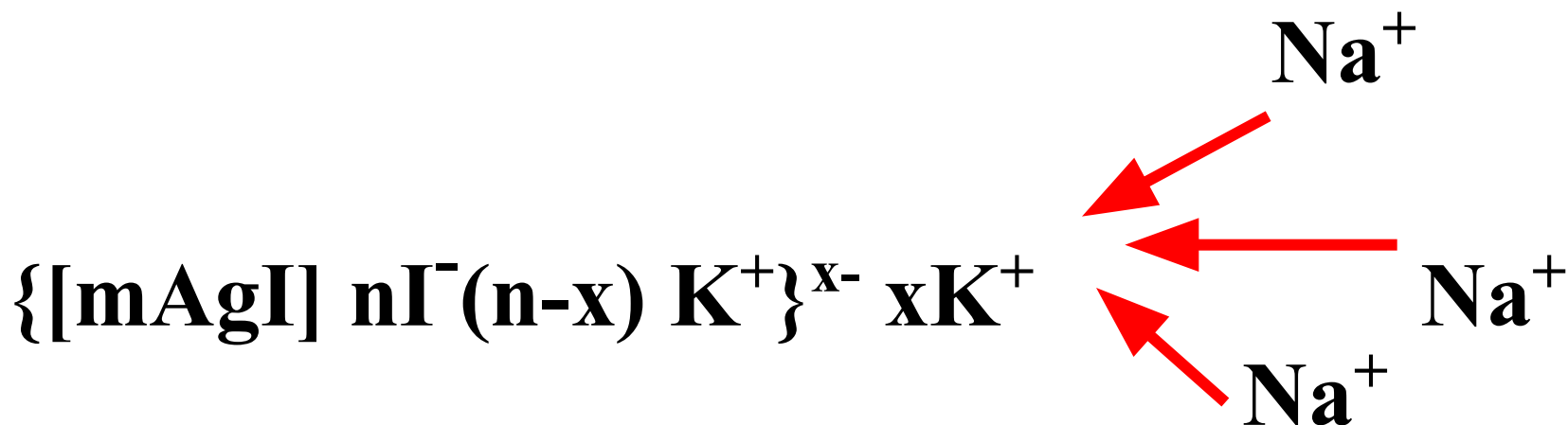
**Ионы с одинаковыми
зарядами, но различными
ионными радиусами,
образуют **лиотропные ряды**:**



**Увеличение коагулирующей способности
ИОНОВ**

**Единой теории коагуляции
золей электролитами не
существует. Чаще всего
коагулирующие действие
электролитов объясняют
уменьшением заряда
коллоидных частиц в
результате сжатия диффузного
слоя.**

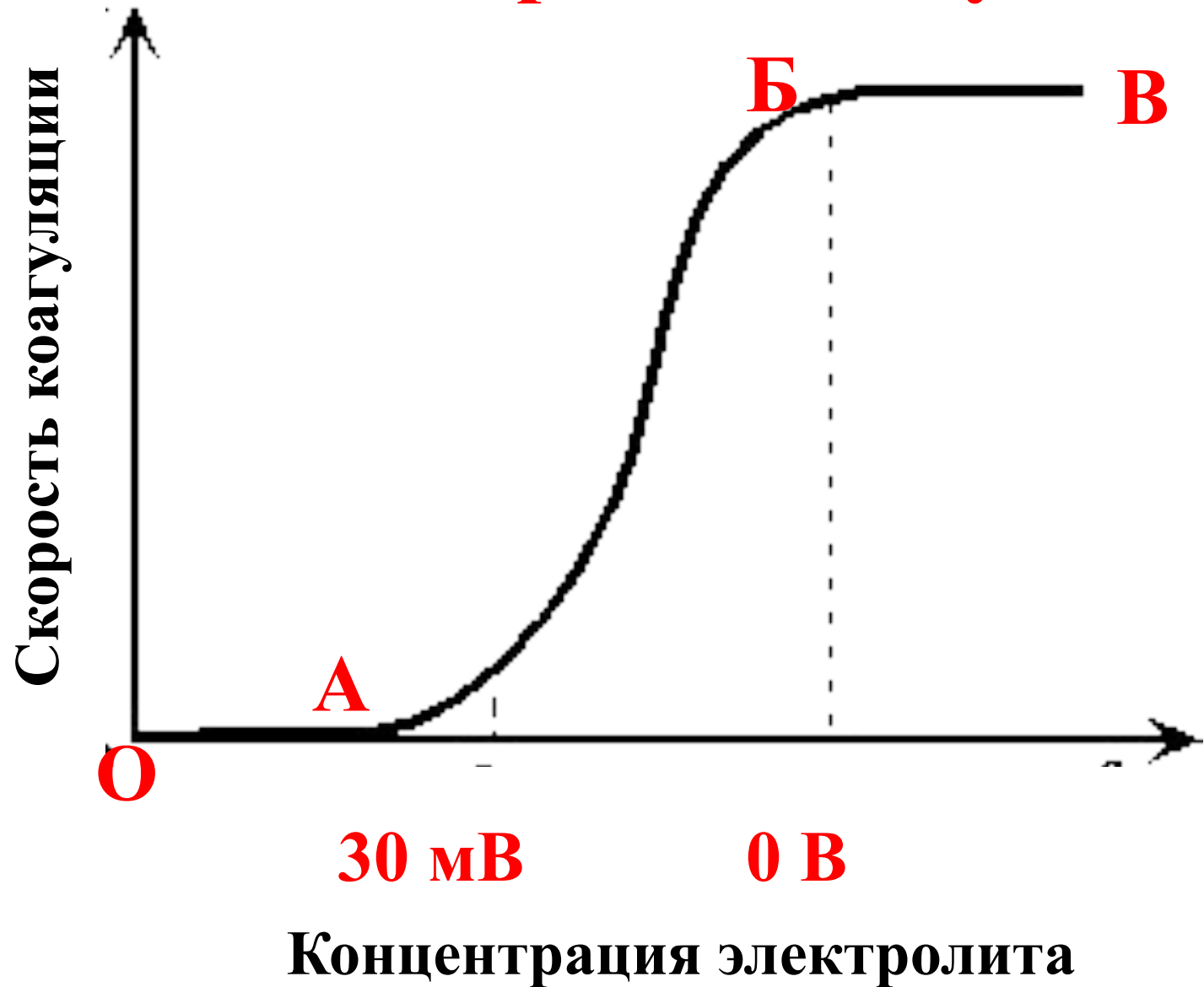
**Сжатие диффузного слоя можно
представить схемой:**



частица теряет заряд

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

В точке **А 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.

При введении лекарственной смеси солей следует убедиться, что эти ионы не являются синергистами. В противном случае препарат может инициировать вредный для организма коагуляционный процесс.

**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!!!