

The background is a dark blue gradient with various abstract elements. In the upper left, there are several strings of colorful spheres (yellow, green, blue, red) arranged in a curved path. On the right side, there is a faint white line graph with an upward-pointing arrow. Below the graph, there are some vertical text labels that are partially obscured and difficult to read, but they appear to include '20 mg', '30 mg', and '40 mg'. The overall aesthetic is scientific and modern.

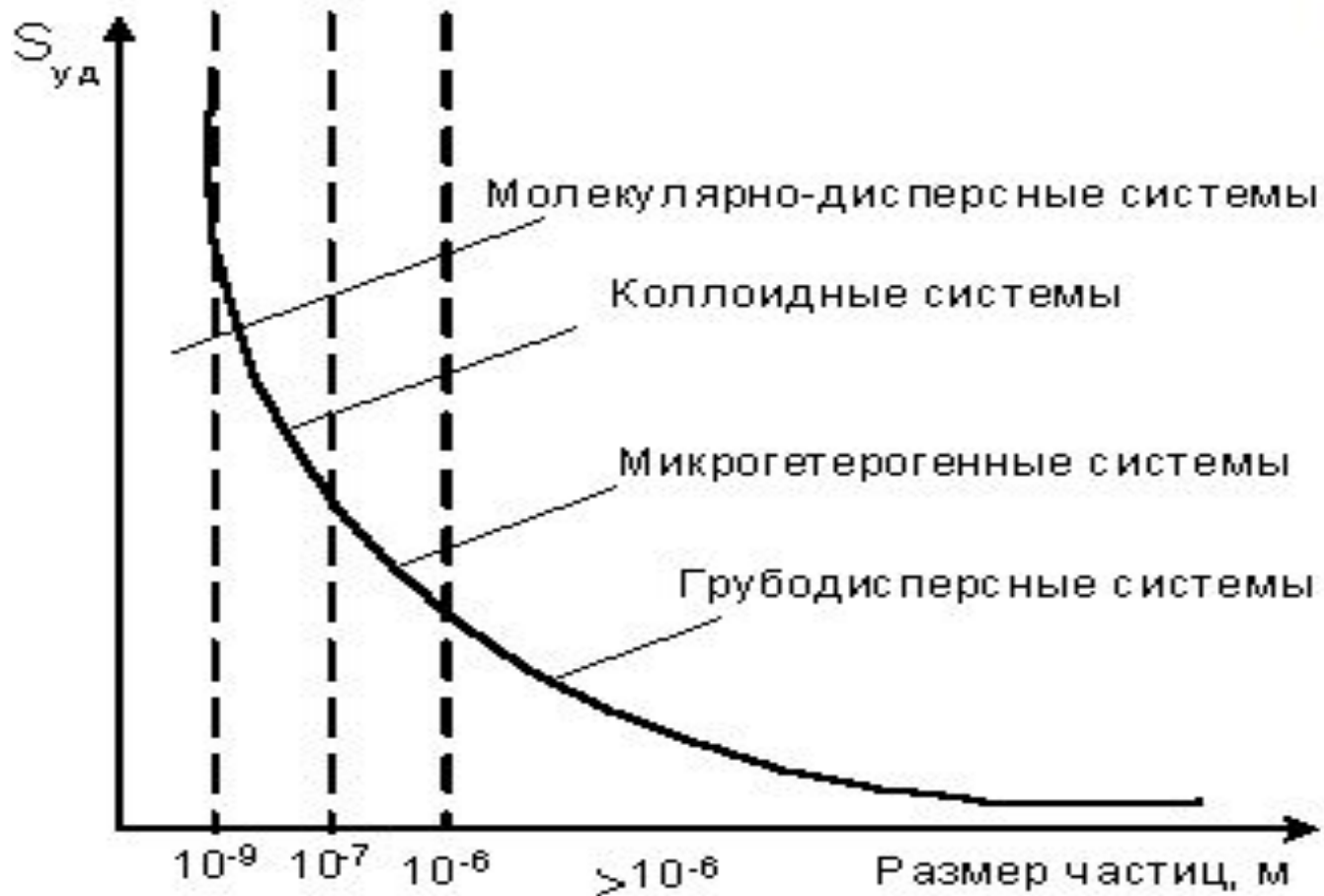
Дисперсные СИСТЕМЫ

Основные понятия

- *Дисперсные системы (ДСи) – это такие многофазные системы, где, по крайней мере одна фаза является раздробленной (т.е. представлена более или менее крупными частицами) и распределена во второй (непрерывной) среде.*
- Эти две фазы соответственно называются дисперсной фазой (ДФ) и дисперсионной средой (ДС).
- Размер частиц ДФ: $10^{-9} \text{ м} \leq d \leq 10^{-4} \text{ м}$.
- Дисперсность: $D = 1/d$.
- Структурной единицей ДФ (частицей) является мицелла.

Классификации ДСи

- По размеру частиц



• По агрегатному состоянию ДФ и ДС

Дисперсная фаза	Дисперсионная среда	Условное обозначение системы	Тип системы	Примеры дисперсной системы
Газ	Газ	Г/Г	Системы с флуктуациями плотности	Атмосфера Земли
Жидкость	Газ	Ж/Г	Аэрозоли (туманы)	Туман, облака, аэрозоли жидких лекарств
Твердое тело	Газ	Т/Г	Аэрозоли (пыли, дымы)	Табачный дым, пыль, порошки, аэрозоли твердых лекарств
Газ	Жидкость	Г/Ж	Газовые эмульсии, пены	Мыльная пена, косметические пенки
Жидкость	Жидкость	Ж/Ж	Эмульсии	Молоко, майонез, лекарственные эмульсии, сырая нефть
Твердое тело	Жидкость	Т/Ж	Золи, суспензии	Дисперсии в природных водах, бактерии, лекарственные суспензии и золи
Газ	Твердое тело	Г/Т	Пористые и капиллярные системы, ксерогели	Твердые пены, хлеб, силикагель, активные угли, пемза
Жидкость	Твердое тело	Ж/Т	Пористые тела, капиллярные системы, гели	Адсорбенты, почвы, влажные грунты, гели, опал, жемчуг
Твердое тело	Твердое тело	Т/Т	Твердые коллоидные растворы	Цветные стекла, минералы, сплавы (сталь, чугун), самоцветы

- *По взаимодействию между частицами ДФ*

1) *свободнодисперсные системы.* Частицы ДФ не связаны между собой и могут свободно перемещаться, т.е. обладают текучестью (золи, суспензии, эмульсии).

2) *связнодисперсные системы.* Частицы ДФ соединены между собой, образуют пространственные структуры – решетки, сетки и т.д., – малая текучесть (гели, кремы, студни, пены).

- *По взаимодействию между частицами ДФ и ДС*

- Системы, в которых сильно выражено взаимодействие (сродство) частиц ДФ с ДС, называют *лиофильными* (по отношению к воде – гидрофильными) (растворы ВМС, ПАВ).
- Если частицы ДФ состоят из вещества, слабо взаимодействующего со средой, системы являются *лиофобными* (гидрофобными) (золи).

Получение коллоидных растворов

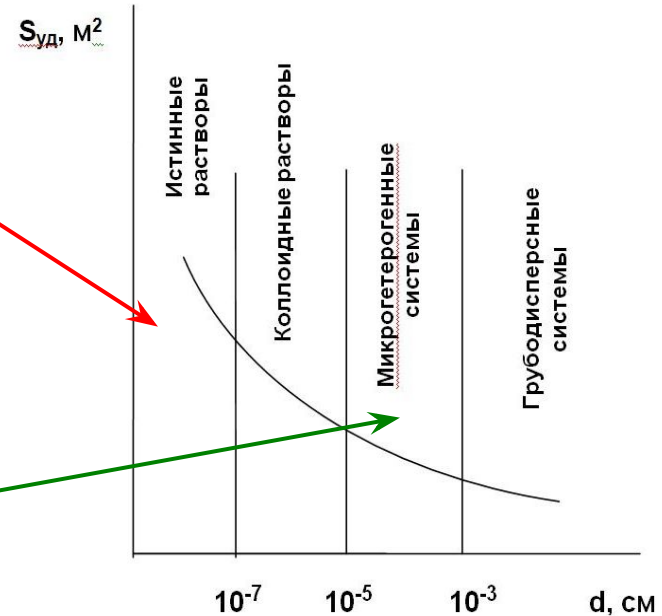
Все методы получения коллоидов можно разделить на две группы:

Конденсационные методы

состоящие в укрупнении частиц при агрегации молекул или ионов.

Методы диспергирования

которые заключаются в измельчении крупных частиц до коллоидной дисперсности.



Зависимость величины удельной поверхности от размера частиц

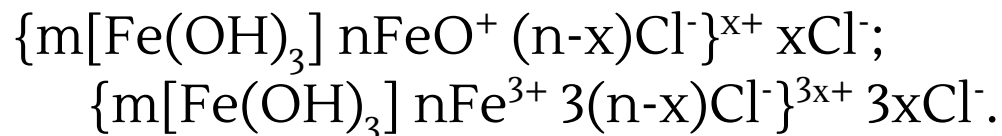
Конденсационные методы получения

- *К химическим методам конденсации* относят любые химические реакции, в которых можно получить золи.

Например:

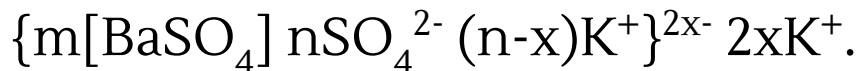
Реакции гидролиза применяют для получения золь гидроксидов тяжелых металлов. $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}$.

Возможны следующие схемы строения мицелл:



Реакции двойного обмена позволяют получать золи труднорастворимых соединений. $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{KNO}_3$.

Мицелла золя будет иметь вид:



- *К физическим методам конденсации* относят:

1. *Метод замены растворителя.* Он основан на том, что раствор вещества прибавляют понемногу к жидкости, которая хорошо смешивается с растворителем, но не смешивается с растворенным веществом, которое и выделяется в виде высокодисперсной фазы.
2. *Метод конденсации паров.* Стойкие золи образуются в результате пропускания паров какого-либо простого вещества в жидкость через вольтовую дугу.

Методы диспергирования

- Методы измельчения крупных образований до коллоидного состояния подразделяются на

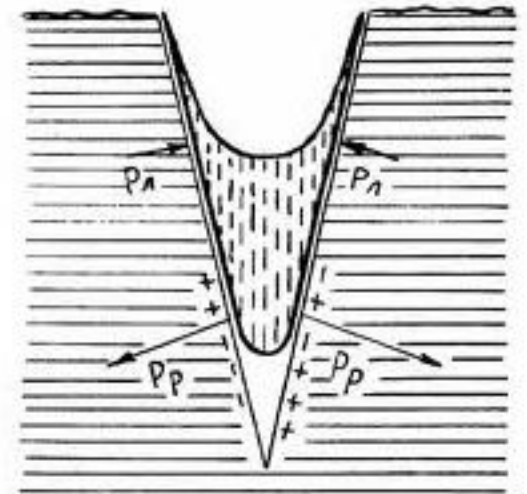
Механические (дробление, истирание)

физические (электрическое и ультразвуковое)

физико-химические (пептизация)

Механическое диспергирования

- Осуществляется под действием внешней механической работы. Размер частиц большой, не менее 100 нм. Энергоемкий процесс.
- Для повышения эффективности проводят в жидкой среде. Жидкости (растворы ПАВ, электролитов), смачивающие твердое тело, адсорбируются на нем и снижают прочность при механической обработке - эффект Ребиндера.

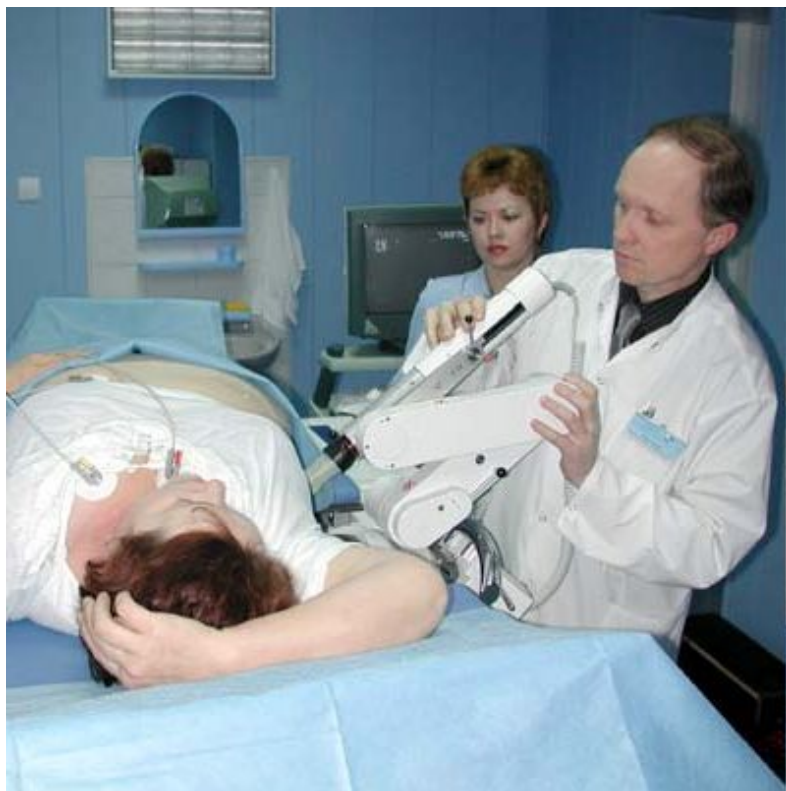


Электрическое и ультразвуковое диспергирование

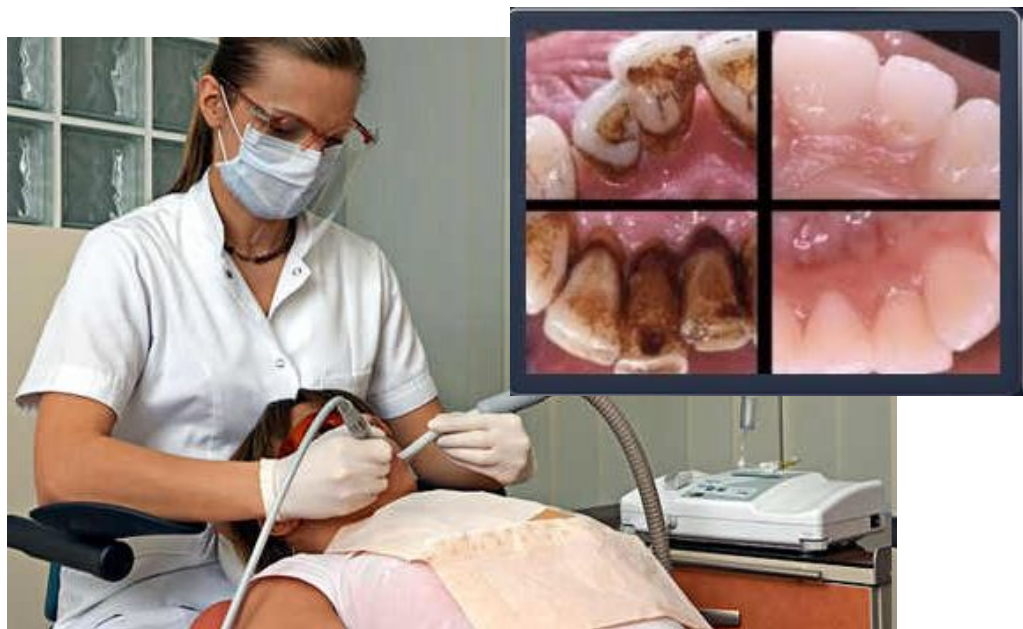
- Электрическое и ультразвуковое (сверхтонкое) диспергирование связано с тем, что при прохождении тока (вольтова дуга) или ультразвуковых колебаний (частота > 20 тыс/с) в жидкости происходят быстро сменяющиеся сжатия и растяжения, которые создают разрывающие усилия и разрушают частицы.



- В медицине сверхтонкое диспергирование позволяет получать лекарства, обладающие повышенной физиологической доступностью (усвояемостью), высокой терапевтической эффективностью и высокой стабильностью при хранении.



Ультразвуковое дробление камней
в почках



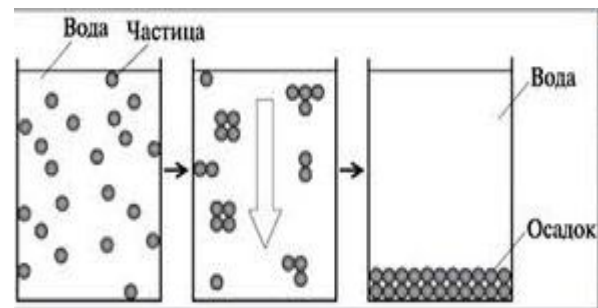
Снятие зубного камня ультразвуком



Ультразвуковая эпиляция

Физико-химическое диспергирование (пептизация)

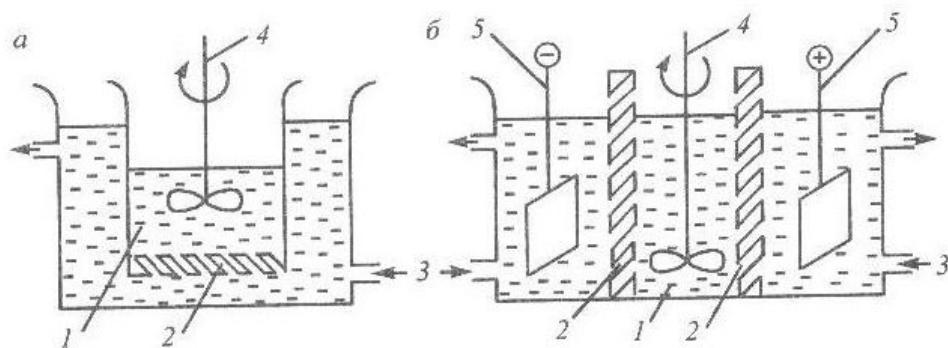
- Пептизация - процесс дезагрегации частиц. Свежий осадок (рыхлый) переводят в золь путем обработки пептизаторами: растворами электролита, раствором ПАВ или растворителем.
- Различают 3 способа пептизации:
 - 1) Адсорбционная пептизация.
 - 2) Диссолюционная или химическая пептизация.
 - 3) Промывание осадка.



Агрегация и дезагрегация
тромбоцитов

Методы очистки коллоидных растворов

- ❖ **Диализ** – процесс очистки коллоидных растворов от ионов и молекул низкомолекулярных примесей в результате их диффузии в чистый растворитель, через полупроницаемую перегородку (мембрану). В обычных условиях диализ протекает очень медленно (сутки, месяцы).
- ❖ **Электродиализ** – это процесс диализа, в условиях наложения постоянного электрического поля, под действием которого катионы и анионы приобретают направленное движение к электродам. Продолжительность – минуты, часы.



Схемы диализатора (а) и электродиализатора (б):

1 – диализуемый коллоидный раствор; 2 – мембрана; 3 – подача растворителя; 4 – мешалка; 5 – электроды

❖ **Ультрафильтрация** — фильтрование коллоидного раствора через полупроницаемую мембрану, пропускающую дисперсионную среду с низкомолекулярными примесями и задерживающую частицы дисперсной фазы или макромолекулы. Для ускорения этого процесса, его проводят при перепаде давления по обе стороны от мембраны: под разряжением снизу от мембраны (вакуум) и повышением давления сверху от мембраны.

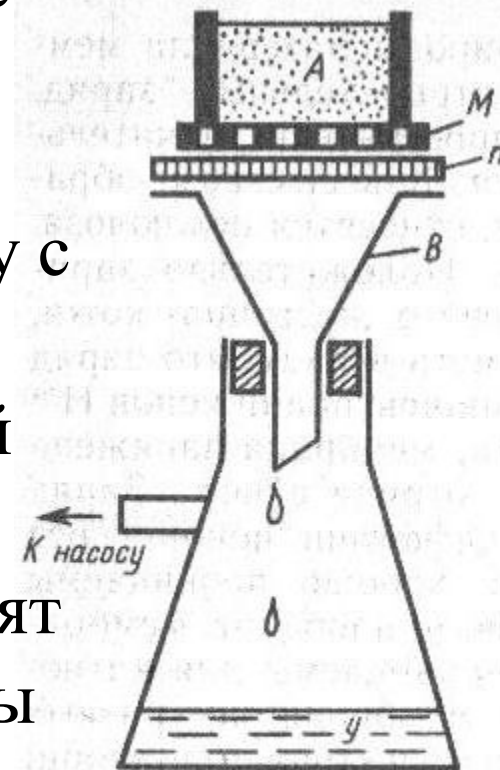


Схема установки для ультрафильтрации:
А — коллоидный раствор;
В — воронка; М — мембрана;
П — пластина с отверстиями; У — ультрафильтрат

❖ *Компенсационный диализ и вивидиализ* — методы, разработанные для количественного исследования биологических жидкостей, представляющих собой коллоидные системы.

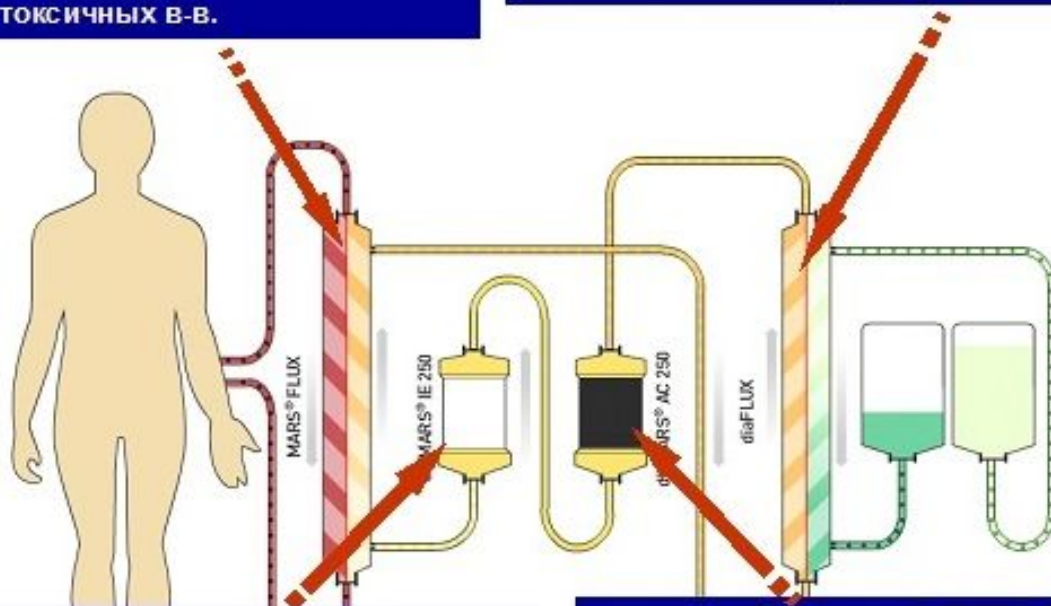
Принцип метода компенсационного диализа состоит в том, что в диализаторе, вместо чистого растворителя используют растворы определенных низкомолекулярных веществ различной концентрации.

- Используется для прижизненного определения в крови низкомолекулярных составных частей.

По принципу компенсационного вивидиализа работает аппарат «искусственная почка» (АИП).

Мембрана MarsFlux® - полисульфоновая высокопоточная мембрана специального гемофильтра. Предназначена для выведения водо-растворимых и альбумин-связанных токсичных в-в.

Мембрана DiaFlux® - полисульфоновая низкопоточная мембрана. Предназначена для выведения водо-растворимых токсичных в-в из HAS-диализата (альбуминового диализата).



Картридж diaMARS IE 250
Содержит анионообменную смолу. Служит для удаления ионизированных анионных соединений (билирубина).

Картридж diaMARS AC 250
Содержит активированный непокрытый древесный уголь. Служит для удаления из HAS-диализата (альбуминового диализата) низкомолекулярных неполярных соединений (жирных кислот).



Свойства КОЛЛОИДНЫХ СИСТЕМ

Молекулярно-кинетические свойства

Под термином *молекулярно-кинетические свойства* понимают такие свойства ДС, которые связаны с движением частиц и подобны аналогичным свойствам молекулярных растворов неэлектролитов.

К ним относят:

- **Броуновское движение** - это непрерывное, хаотичное, тепловое движение частиц под влиянием ударов других частиц и молекул (растворителя – ДС). Оно тем интенсивнее, чем выше температура и меньше масса частицы и вязкость ДС.
- **Диффузия**. Это самопроизвольное *направленное* перемещение частиц в область с более низкой их концентрацией в результате *теплового движения*.

• **Осмотическое давление коллоидных растворов.**

Осмотическое давление вычисляется по закону Вант-Гоффа:

$$\pi = CRT = \frac{C_v}{N_A} RT$$

где C_v - частичная концентрация.

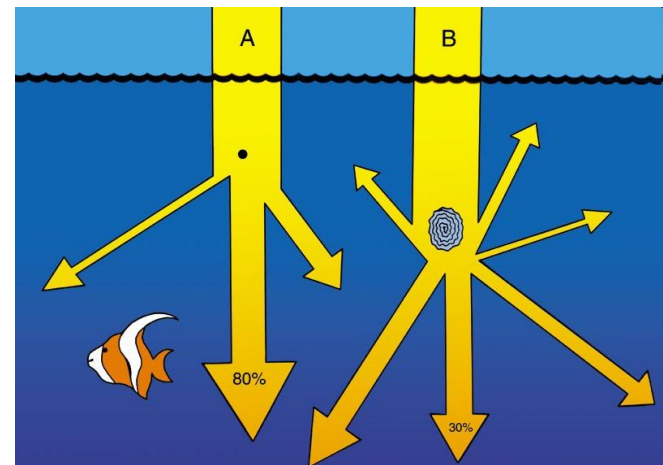
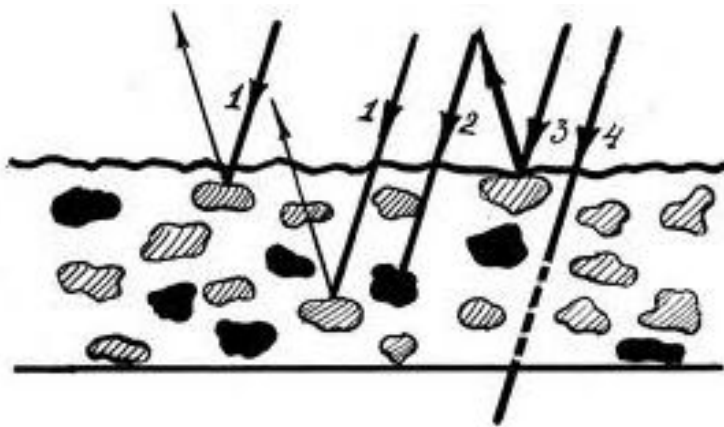
Величина π золей не поддается измерению, т.к. очень мала и непостоянна во времени:

во-первых маскируется или искажается неизбежно присутствующими в долях электролитами;

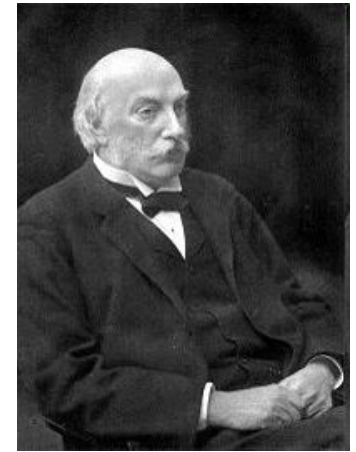
во-вторых в золях непрерывно протекают процессы агрегации и дезагрегации.

Оптические свойства дисперсных систем

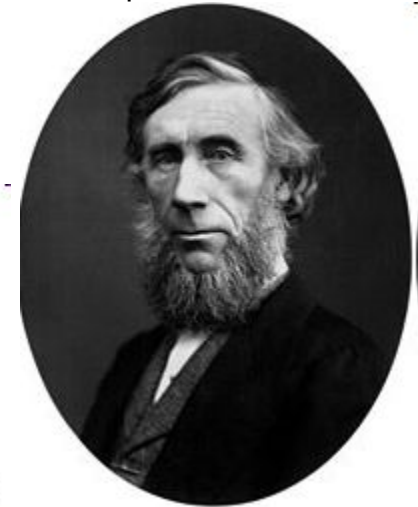
- Особые оптические свойства дисперсных систем обусловлены их главными признаками: *дисперсностью и гетерогенностью*.
- Прохождение света через ДСи сопровождается такими явлениями, как преломление (1), поглощение (2), отражение (3) и рассеяние.



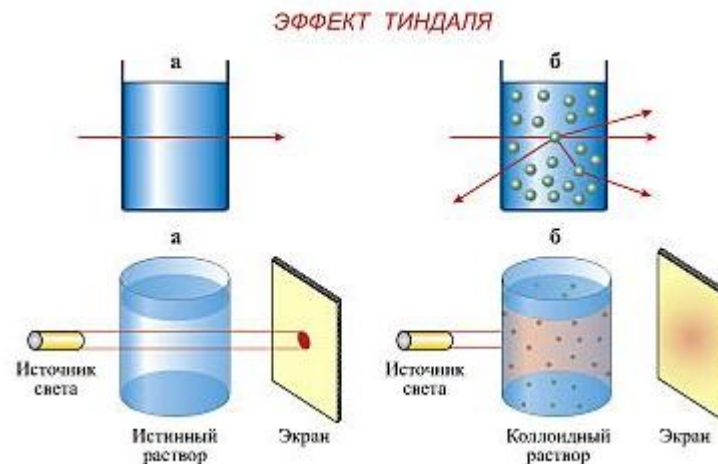
- В грубодисперсных системах размер частиц (d) превышает длину волны (λ) видимой части спектра. Это способствует **отражению** света от поверхности частиц.
- В ультрамикрорегетерогенных системах ($d \approx \lambda$) наблюдается рэлеевское **рассеяние**.
- В коллоидных растворах светорассеяние проявляется в виде **опалесценции** — *матового свечения, чаще всего голубых оттенков, которое можно наблюдать при боковом освещении золя на темном фоне (эффект Тиндаля).*



Джон Уильям Стретт
(лорд Рэлей)
1842-1919
Нобелевская премия по
физике - 1904



Джон Тиндаль
1820-1893



Электрические свойства дисперсных систем

Прямые:

Явление перемещения ДС относительно неподвижной дисперсной фазы в постоянном электрическом поле называется **электроосмосом**.

Явление перемещения частиц ДФ в постоянном электрическом поле называется **электрофорезом**.

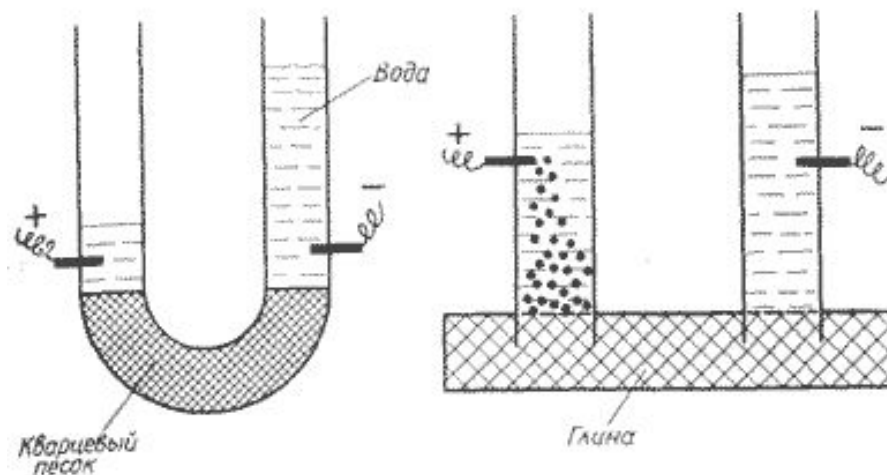


Схема опытов Ф.Ф. Рейсса по электроосмосу и электрофорезу

Обратные:

- Возникновение разности потенциалов (тока) в результате движения ДС относительно неподвижной ДФ - **потенциал протекания** (Квинке).
- Возникновение разности потенциалов (тока) в результате движения ДФ (под действием силы тяжести) относительно неподвижной ДС - **потенциал седиментации** (Дорн).

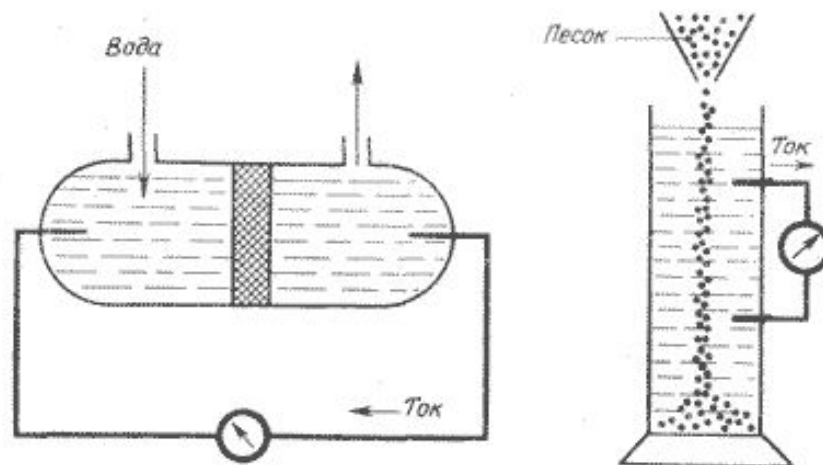


Схема возникновения потенциалов течения и оседания