

Дисперсные системы: получение и свойства



дисперсная фаза



дисперсионная среда

© Дмитрий Широков

1. Способы получения дисперсных систем

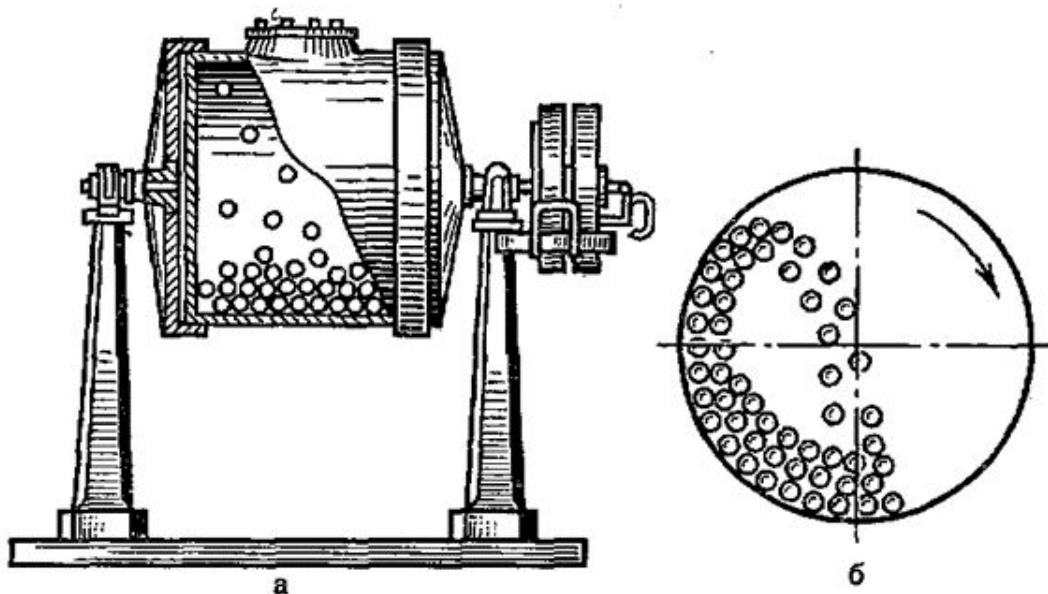
Методы получения дисперсных систем делят на диспергационные и конденсационные.

Диспергационные методы получения дисперсных систем основаны (чаще всего) на механическом измельчении вещества.

Применяют для получения суспензий, эмульсий, порошков.

Диспергирование: механическое (проводят в дробилках, мельницах); с помощью ультразвука и др.

Шаровая мельница представляет собой фарфоровый или металлический барабан, внутрь которого закладывают фарфоровые или стальные шары различного диаметра. Таким образом, шаровые мельницы работают по принципу удара свободно падающих шаров при вращении барабана.



Коллоидные мельницы - работают по принципу удара при больших скоростях или по принципу истирания. Измельчение в коллоидной мельнице проводят всегда в жидкой среде. Для гидрофильных материалов в качестве дисперсионной среды применяют воду, а для гидрофобных материалов, например для угля или графита, некоторые органические жидкости, по возможности неполярные. Для предотвращения слипания частиц и для облегчения дробления в дисперсионную среду (жидкость) добавляют поверхностно-активные вещества.

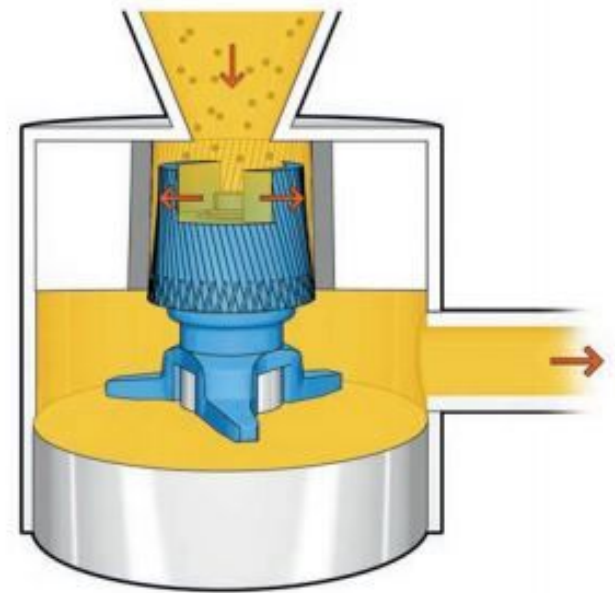
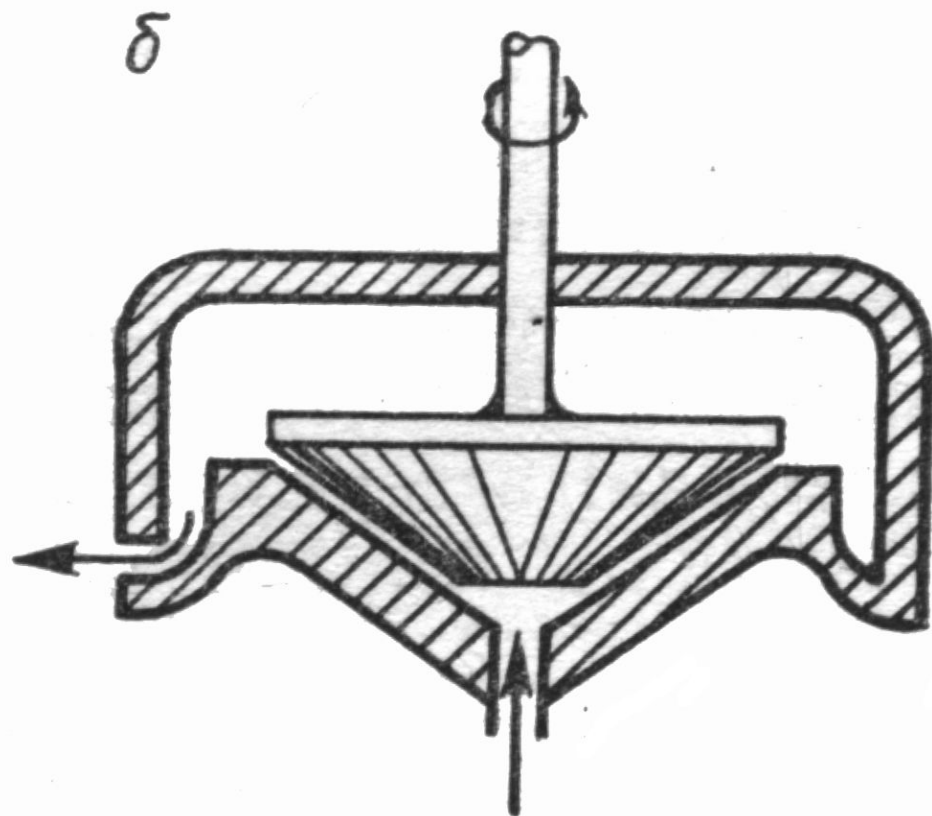
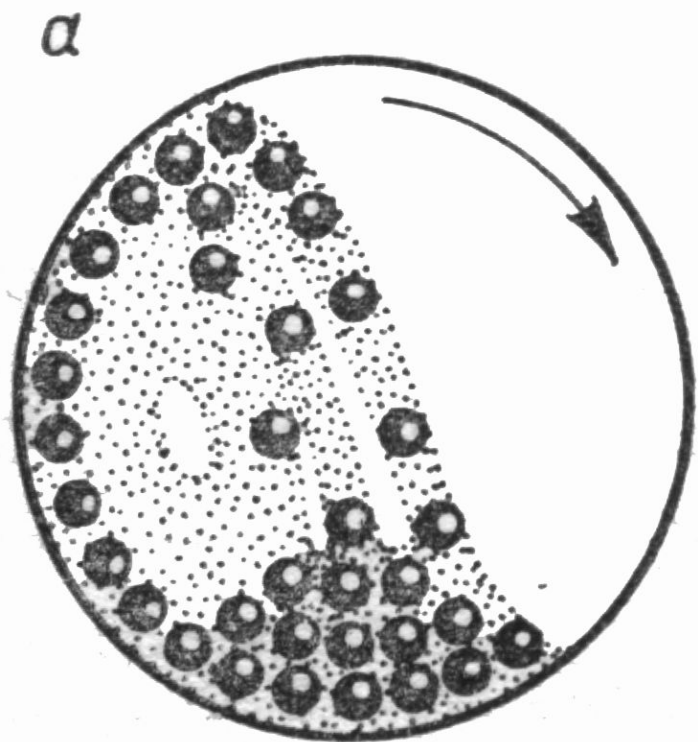


Рис. 9 Зубчатая коллоидная мельница



Шаровая (*a*) и коллоидная (*б*) мельницы.

Конденсационные методы основаны на образовании частиц дисперсной фазы в результате кристаллизации или конденсации из веществ, находящихся в молекулярном или ионном состоянии.

Различают *физические* и *химические* конденсационные методы

Физические методы

- Конденсация паров жидкости в газовой фазе (образование туманов, облаков);
- Конденсация паров при пропускании через холодную жидкость (получение золь ртути и благородных металлов в воде, золи металлов в органических растворителях);
- Замена растворителя, в результате чего растворенное вещество, оказавшись в иной среде, конденсируется, образуя частица дисперсной фазы.

Получают золи серы, фосфора, мышьяка, канифоли, ацетилцеллюлозы и многих органических веществ, вливая спиртовые или ацетоновые растворы этих веществ в воду.

Химические методы

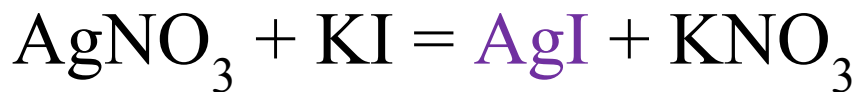
Получение дисперсных систем методами химической конденсации - это образование молекул нерастворимых веществ в результате химической реакции с последующим укрупнением их до размеров коллоидных частиц.

Реакции гидролиза.

Гидролиз чаще всего используется для получения золь гидроксидов металлов:

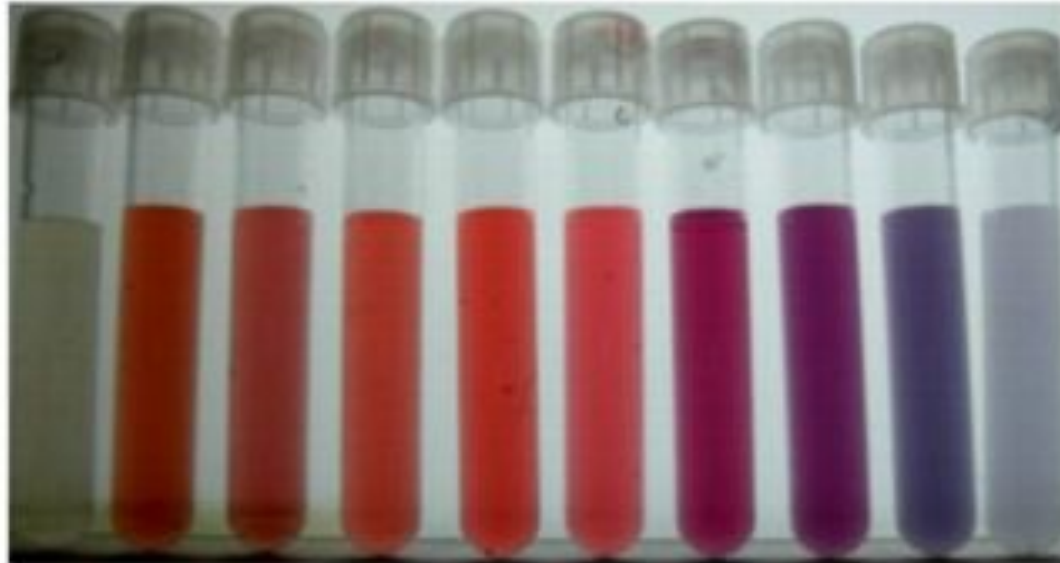


Реакции обмена.



Реакцию проводят при очень малых концентрациях, в противном случае AgI выпадает в осадок

Different sizes of colloidal gold particles



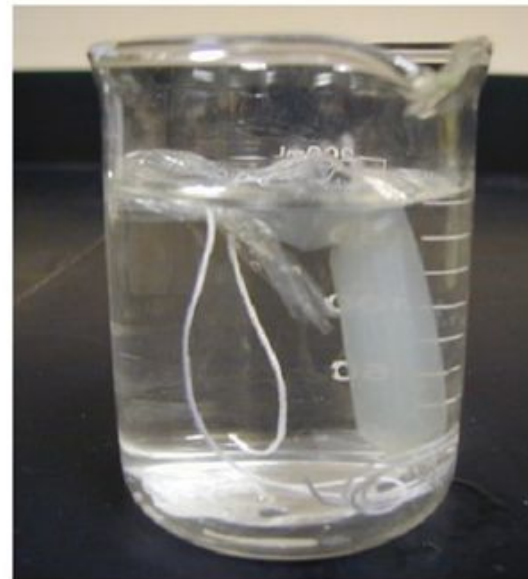
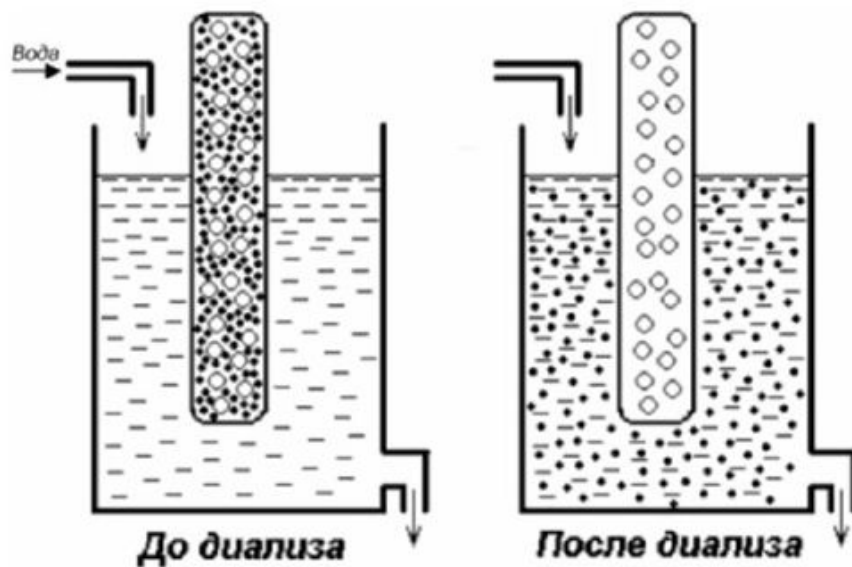
2 5 6 12 16 18 24 60 90 150 nm

Коллоидный раствор золота

2. Методы очистки дисперсных систем

Методы очистки коллоидных растворов

Диализ

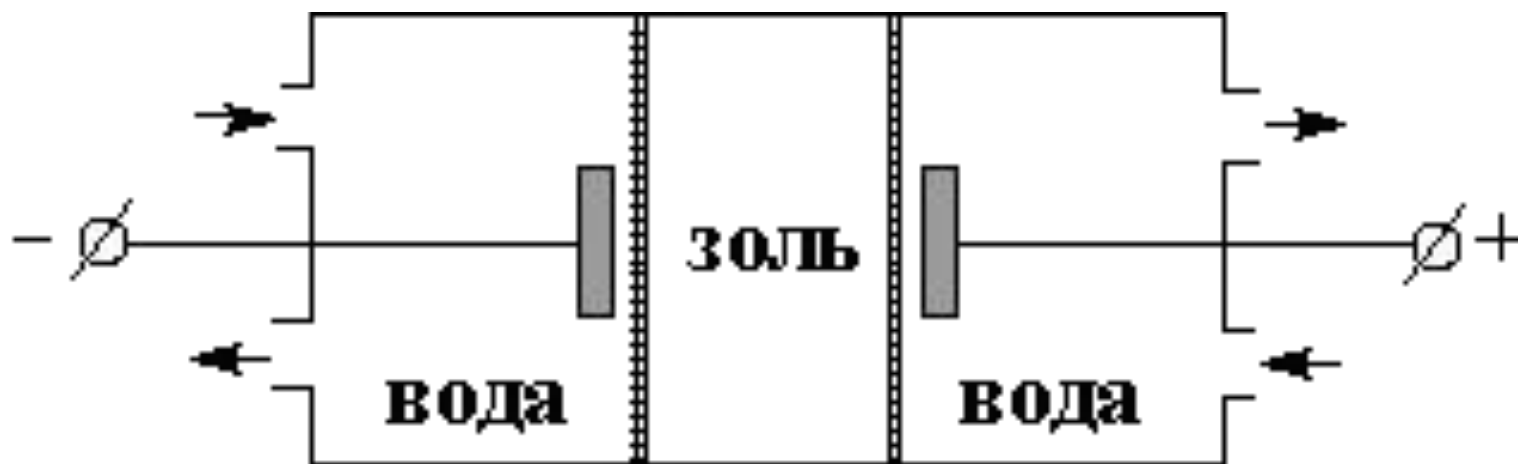


Диализ. Сущность метода: два сосуда разделённых полупроницаемой мембраной (целлофан, пергамент, полисилоксан, полихлорвинил, полиэтилен). В одном сосуде - очищаемый коллоидный раствор, в другом — чистый растворитель. За счет диффузии все ионы из коллоидного раствора, способные пройти через отверстия мембраны, будут переходить в растворитель, а более крупные коллоидные частицы останутся в растворе.

Достоинство метода: простота и дешевизна.

Недостаток: время диализа - несколько суток. Скорость можно увеличить за счёт температуры, но очень незначительно.

Электродиализ. Для более быстрой и полной очистки золь применяют электродиализ. Электродиализатор состоит из трех частей; в среднюю часть, отделенную от двух других полупроницаемыми мембранами, за которыми помещены электроды, наливается золь. При подключении к электродам разности потенциалов катионы содержащихся в золе электролитов диффундируют через мембрану к катоду, анионы – к аноду. Преимущество электродиализа заключается в возможности удаления даже следов электролитов.



5. Электродиализ

Диализ может быть ускорен, если через коллоидный раствор, пропустить постоянный электрический ток. Такой процесс носит название электродиализа и проводится в электродиализаторе, секции которого отделены полупроницаемыми мембранами.

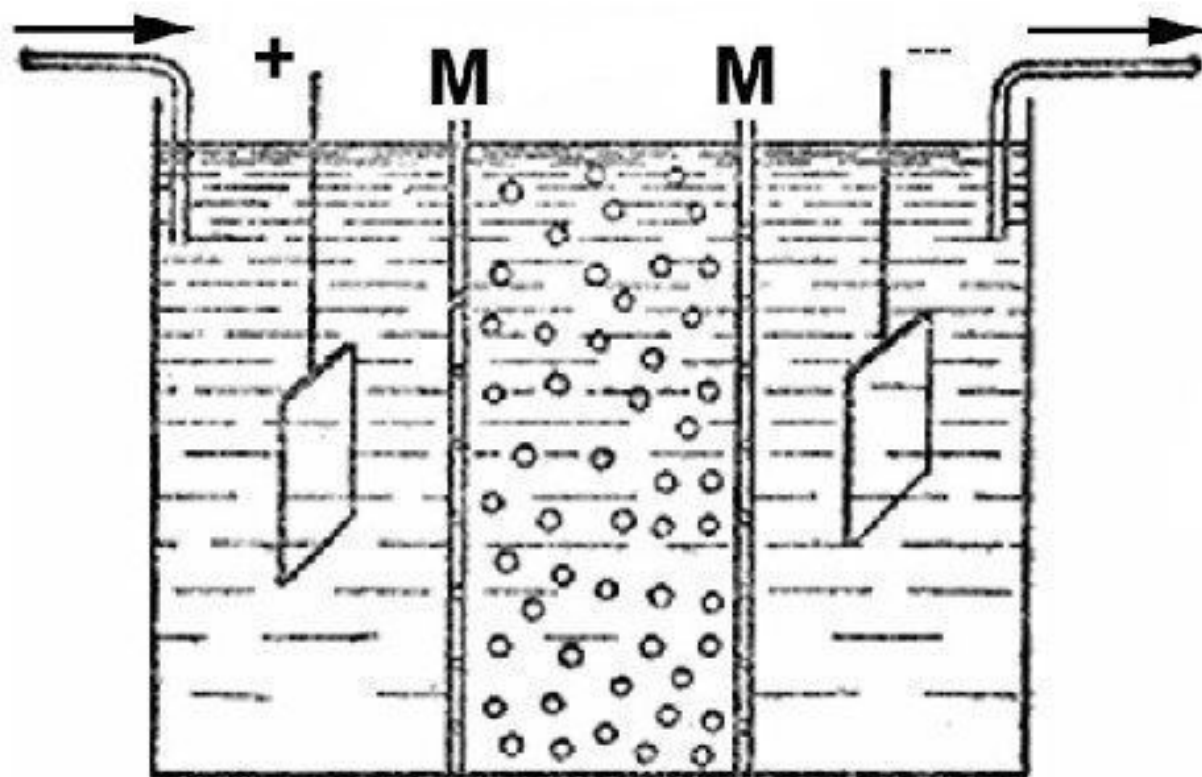
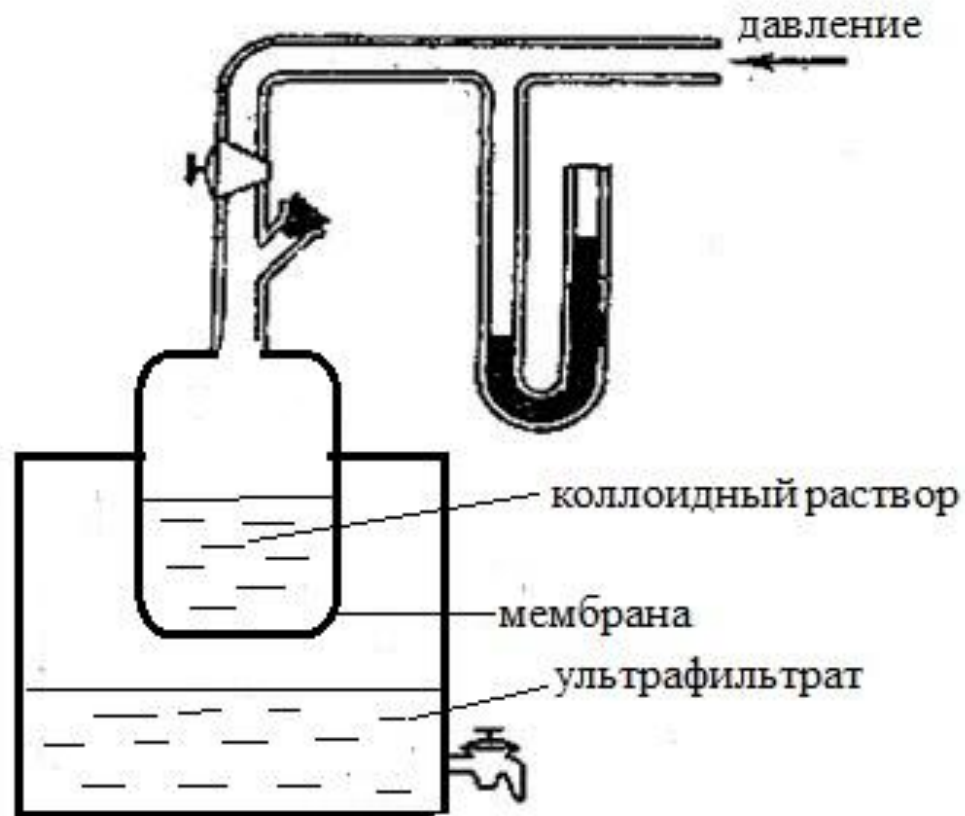


Схема электродиализатора

Ультрафильтрация – отделение дисперсной фазы от дисперсионной среды путем фильтрования под давлением через полупроницаемые мембраны. При ультрафильтрации коллоидные частицы остаются на фильтре (мембране).



Кинетические свойства коллоидных систем

Молекулярно-кинетические свойства называют свойствами, обусловленные хаотическим тепловым движением частиц.

Броуновское движение - это непрерывное беспорядочное движение мелких частиц, взвешенных в жидкости. В ДС в броуновском движении участвуют частицы дисперсной фазы под действием тепловых ударов молекул дисперсионной среды.

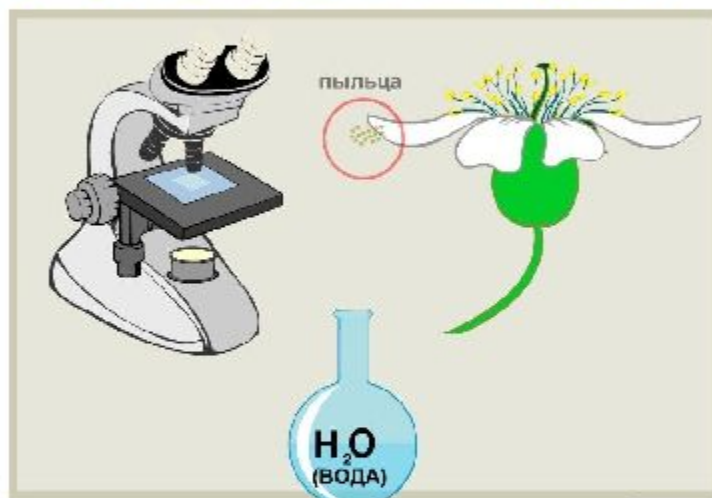
Это движение тем интенсивнее, чем выше температура и чем меньше масса частицы и вязкость среды. Броуновское движение присуще частицам, размеры которых не превышают 10^{-6} м.

Броуновское движение

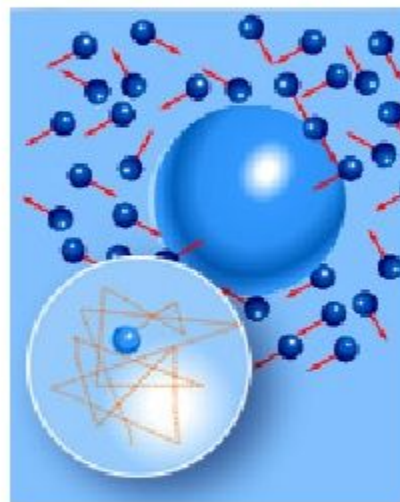
Наблюдение броуновского движения (1827)



Роберт Броун,
английский ботаник



Объяснение причины



Броуновское движение - беспорядочное движение мельчайших частиц, находящихся в жидкости или газе, видимых в обычный микроскоп.

Причина броуновского движения – непрерывное беспорядочное движение молекул окружающей среды.

Диффузия – самопроизвольное выравнивание концентрации молекул, ионов или коллоидных частиц под влиянием их теплового движения.

С повышением температуры скорость диффузии возрастает. А с повышением вязкости – снижается.

Осмоз. Односторонняя диффузия растворителя через полупроницаемую перегородку называется **осмосом**.

Количественно осмос характеризуется осмотическим давлением:

$$P_{осм} = K_B C_v T$$

C_v - частичная концентрация, m^{-3} - число частиц в единице объема

K_B - постоянная Больцмана $1,380\ 648\ 52(79) \cdot 10^{-23}$ Дж/К

Растворы с одинаковым осмотическим давлением называются ***ИЗОТОНИЧЕСКИМИ***. Если осмотическое давление выше внутриклеточного, то оно называется ***гипертоническим***, если ниже внутриклеточного – ***гипотоническим***.

Седиментация

Отличительной особенностью дисперсных систем является их кинетическая неустойчивость, проявляющаяся в оседании частиц дисперсной фазы под действием гравитационного поля.

Седиментация — это осаждение частиц дисперсной фазы в жидкости или газе под действием силы тяжести.



Частицы в дисперсной системе находятся под действием сил тяжести и сил диффузии. Диффузия противодействует седиментации, стремясь выровнять концентрацию дисперсных частиц в системе. Под действием силы тяжести частицы опускаются вниз, при этом концентрация их по высоте уменьшается, силы диффузии направлены в противоположную сторону, из области высокой концентрации в область низкой, т. е. вверх. Оценить седиментационную устойчивость системы можно сравнивая *поток диффузии* $i_{\text{диф}}$ и противоположный ему *поток седиментации* $i_{\text{сед}}$.

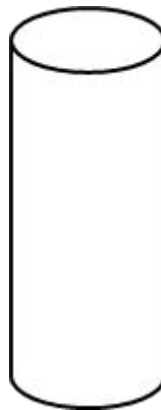
Поток диффузии $i_{\text{диф}}$ и поток седиментации $i_{\text{сед}}$ - это количество вещества, которое под действием силы диффузии и тяжести соответственно, проходит через площадку 1 см^2 в направлении перпендикулярно ей.

От соотношения $i_{\text{диф}}$ и $i_{\text{сед}}$ зависит устойчивость дисперсной системы.

1. Если $i_{\text{сед}} \ll i_{\text{диф}}$ - диффузия преобладает над седиментацией; система седиментационно устойчива; концентрация частиц по объему одинакова. Соотношение характерно для частиц с размером $l = 10^{-9} - 10^{-7}$ м.

2. Если $i_{\text{сед}} \gg i_{\text{диф}}$ - седиментация преобладает над диффузией, система седиментационно не устойчива.

3. Если $i_{\text{сед}} = i_{\text{диф}}$ - состояние седиментационно-диффузионного равновесия с определенным распределением частиц по высоте.



Высокодисперсные системы подвергают седиментации, искусственно увеличивая скорость осаждения в центробежном поле. Для создания центробежного поля используют центрифуги или аппараты типа циклонов.



Области применения седиментации.

1. Очистка жидких веществ от взвешенных твердых и жидких частиц путем отстаивания (осветление воды).
2. Очистка газов в циклонах.
3. В лабораторной практике для отделения осадков путем центрифугирования.
4. Применение седиментационного анализа для определения размера частиц дисперсной фазы и их фракционного состава.

Седиментационный анализ. Определение
размеров частиц (самостоятельно)