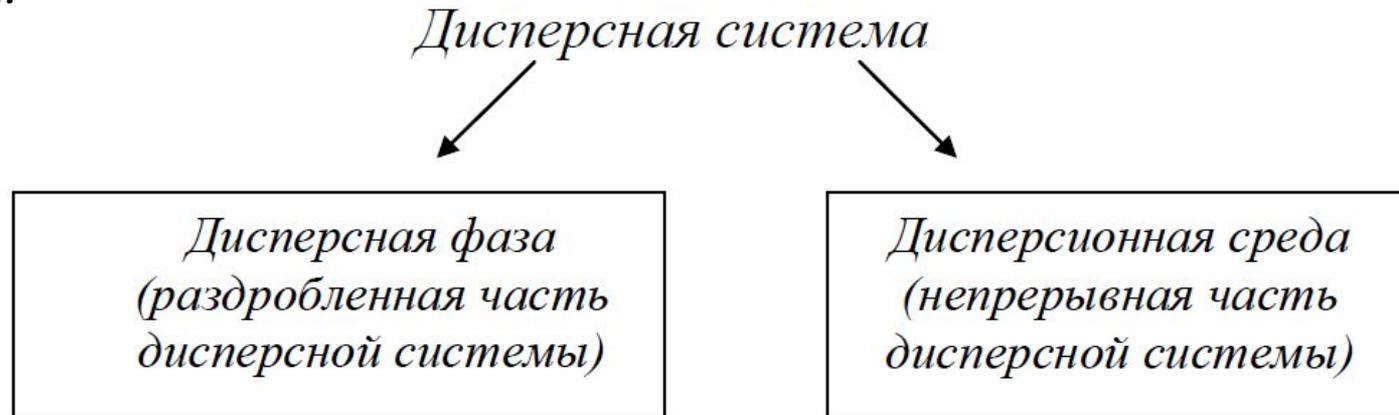


Коллоидная химия -

это наука о дисперсных системах и поверхностных явлениях, возникающих на границах раздела фаз.

Дисперсные системы – гетерогенные системы, в которых одна из фаз находится в дисперсном (раздробленном состоянии). Всякая дисперсная система состоит из **дисперсной фазы** и **дисперсионной среды**.



Примерами природных дисперсных систем могут быть горные породы, почвы, песок, пыль, дым, облака и туман; растительные и животные ткани, клетки и внутриклеточные образования растений, животных, микроорганизмов, а также и сами микроорганизмы – бактерии и вирусы. Дисперсными системами являются и многие продукты производства, например, строительные материалы, металлические сплавы, бумага, ткани, пищевые продукты и многие лекарственные формы (порошки, эмульсии, суспензии, аэрозоли и т. д.).

ПРИЗНАКИ ОБЪЕКТОВ КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

Для объектов коллоидной химии характерны два основных признака, сформулированных одним из основоположников отечественной коллоидной химии Н. П. Песковым: **гетерогенность и дисперсность**.

Гетерогенность (многофазность) указывает на наличие межфазной поверхности. Количественной характеристикой гетерогенности является величина поверхностного натяжения (удельной поверхностной энергии) на границе раздела фаз.

Дисперсность (раздробленность) - определяется размерами и геометрией, тела.

Дисперсность D – величина, обратная размеру частицы a .

$$D = 1/a$$

где a - поперечный размер частиц дисперсной фазы [м]

- Для сферических частиц - это **диаметр** сферы (d),
- для частиц, имеющих форму куба - **ребро куба** (l)

Удельная поверхность ($S_{уд}$) – межфазная поверхность, приходящаяся на единицу объема или массы дисперсной фазы

$$S_{уд} = S/V$$

где S - площадь межфазной поверхности, V - объем тела

• Для системы, содержащей сферические частицы с радиусом r , получим:

$$S_{уд.} = \frac{S_{1,2}}{V} = \frac{4\pi r^2}{4/3\pi r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{d}$$

• Для системы с кубическими частицами с ребром l имеем:

$$S_{уд.} = \frac{6l^2}{l^3} = \frac{6}{l}$$

• В общем случае:

$$S_{уд.} = K \cdot \frac{1}{a} = K \cdot D,$$

Согласно уравнению удельная поверхность прямо пропорциональна дисперсности D и обратно пропорциональна размеру частиц a . С повышением дисперсности (раздробленности) системы $S_{уд.}$ резко возрастает.

Классификация дисперсных

1. По агрегатному состоянию фаз СИСТЕМ

Наиболее общая классификация дисперсных систем основана на различии в агрегатном состоянии дисперсной фазы (ДФ) и дисперсионной среды (ДС). Сочетание трех агрегатных состояний дисперсной фазы и дисперсионной среды позволяет выделить девять типов дисп

Дисперсионная среда	Дисперсная фаза	Условное обозначение	Примеры дисперсных систем
Газ (аэрозоли)	Газ	Г / Г	Отсутствует Туман, облака Дым, пыль, порошки
	Жидкость	Ж / Г	
	Твердое тело	Т / Г	
Жидкость (лиозоли)	Газ	Г / Ж	Пена Эмульсии Взвеси, суспензии
	Жидкость	Ж ₁ / Ж ₂	
Твердое тело (солидозоли)	Твердое тело	Т / Ж	Пемза, хлеб Почва, грунт Минералы, сплавы
	Газ	Г / Т	
	Жидкость	Ж / Т	
	Твердое тело	Т ₁ / Т ₂	

Классификация дисперсных систем

2. По степени дисперсности

- Грубодисперсные (> 10 мкм): сахар-песок, грунты, туман, капли дождя, вулканический пепел, магма и т. п.
- Среднедисперсные (микрорегетерогенные) (0,1-10 мкм): эритроциты крови человека, кишечная палочка и т. п.
- Высокодисперсные (ультрамикрорегетерогенные) (1-100 нм): вирус гриппа, дым, муть в природных водах, искусственно полученные золи различных веществ, водные растворы природных полимеров (альбумин, желатин и др.) и т. п.

3. Классификация по подвижности частиц ДФ (по структуре)

По структуре все дисперсные системы можно разделить на два основных класса: свободнодисперсные и связнодисперсные.

- Свободнодисперсные – частицы дисперсной фазы не связаны между собой, находятся на больших расстояниях друг от друга и могут свободно перемещаться относительно друг друга. К ним относятся: суспензии, эмульсии, золи.
- Связнодисперсные – частицы дисперсной фазы связаны друг с другом за счет межмолекулярных сил, образуя в дисперсионной среде своеобразные пространственные сетки или каркасы (структуры). К ним относятся: капиллярно-пористые тела, мембраны, гели, пасты, концентрированные эмульсии и пены, порошки.

СИСТЕМ

4. По силе межфазного взаимодействия дисперсной фазы и дисперсионной среды (применима только для систем с жидкой дисперсионной средой)

В зависимости от характера взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой различают лиофильные и лиофобные дисперсные системы.

<i>Леофильные</i>	<i>Леофобные</i>
Сильное взаимодействием между ДФ и ДС (сильное межфазное взаимодействие)	Слабое взаимодействие между ДФ и ДС (слабое межфазное взаимодействие)
Термодинамически устойчивые (равновесные): $\Delta G \leq 0$	Термодинамически не устойчивы (неравновесные): $\Delta G > 0$
Можно получить самопроизвольным диспергированием	Для их получения нужно затратить работу
Примеры: растворы желатина, водорастворимых белков в воде, каучука в бензоле, мыло в воде, коллоидные ПАВ, критические эмульсии и др.	Примеры: золи металлов в воде, частицы малорастворимых соединений (AgJ , V_2O_5) в воде, капли воды в органической жидкости (нефти) и др.

Методы получения дисперсных

СИСТЕМ

Методы получения коллоидных систем можно разбить на 2 основные группы:

- диспергирование – дробление крупных частиц грубодисперсных систем до коллоидной дисперсности;
- конденсация – соединение атомов, ионов или молекул в более крупные частицы (агрегаты) коллоидных размеров.

Среди дисперсионных методов наиболее широко известны:

Механическое измельчение материалов дроблением их при помощи шаровых и коллоидных мельниц, с использованием ударной энергии специально сконструированных лопастей.

Ультразвуковое измельчение, которое основано на частой смене сжатий и расширений твердых частиц под воздействием ультразвуковых колебаний. Чаще всего данный метод применяют для получения эмульсий.

Химическое диспергирование осуществляют при помощи веществ – пептизаторов. Добавки электролита способны создавать гидратную оболочку на поверхности частиц, что препятствует слипанию и способствует превращению дисперсной фазы в золь(коллоид).

Электрическое диспергирование применяется для получения коллоидных растворов благородных металлов.

Методы получения дисперсных систем

Конденсационные методы состоят во взаимодействии молекул истинных растворов с образованием частиц коллоидных размеров, что может быть достигнуто как физическими, так и химическими методами.

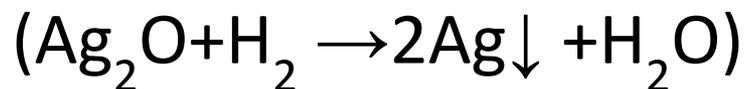
Физические конденсационные методы:

- Метод конденсации из паров - образование тумана в газовой фазе при понижении температуры. Пример: образование тумана, облаков, производство H_2SO_4
- Метод замены растворителя - раствор вещества приливают к жидкости, в которой это вещество практически не растворимо. Пример: Получение гидрозолей серы, холестерина, канифоли.

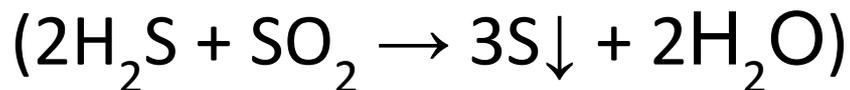
Химические конденсационные методы - методы основаны на образовании новой фазы (малорастворимого соединения) в результате протекания химических реакций. Любая химическая реакция, протекающая с образованием новой фазы, может быть источником получения коллоидной системы.

Для получения высокодисперсных зольей концентрированный раствор одного компонента добавляют к разбавленному раствору другого компонента при постоянном перемешивании.

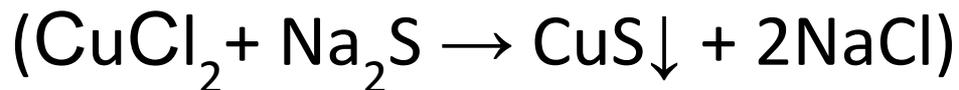
- реакции восстановления



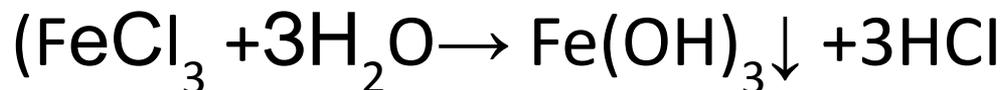
- реакции окисления



- реакции обмена



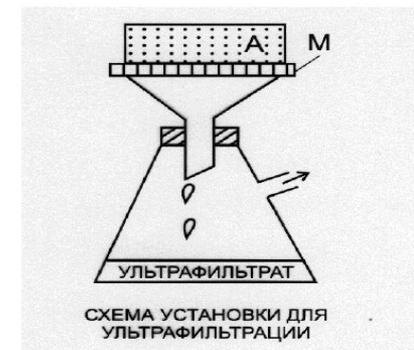
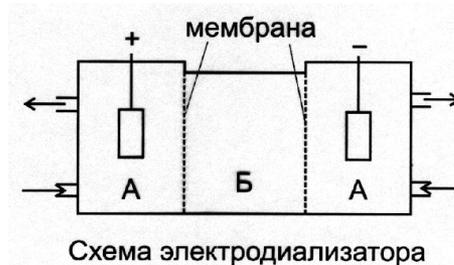
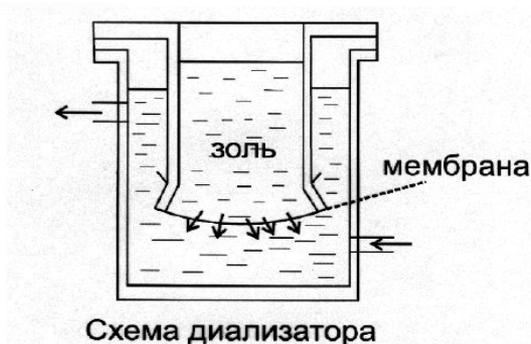
- реакции гидролиза



Методы очистки дисперсных систем

Для очистки от примесей используют: диализ, электродиализ, ультрафильтрацию.

- Диализ – извлечение из золь низкомолекулярных веществ чистым растворителем с помощью полупроницаемой перегородки (мембраны), через которую не проходят коллоидные частицы.
- Электродиализ – диализ, ускоренный применением внешнего электрического поля.
- Ультрафильтрация – диализ под давлением.



Молекулярно-кинетические свойства

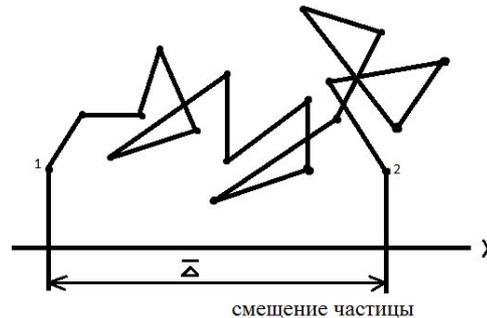
КОЛЛОИДНЫХ растворов

- Молекулярно-кинетические свойства
КОЛЛОИДНЫХ
- систем, как и обычных растворов НМС,
- обнаруживаются в таких явлениях, как:
- **броуновское движение,**
- **диффузия**
- **осмос.**

Броуновское движение

- это хаотическое непрерывное движение частиц дисперсной фазы под действием ударов частиц дисперсионной среды, находящихся в молекулярно-тепловом движении. Примерно за 1 с коллоидная частица может изменить свое направление свыше 10^{20} раз.

Схема броуновского движения коллоидной частицы



Для характеристики броуновского движения Эйнштейном и Смолуховским было введено понятие среднего квадратичного сдвига коллоидных частиц:

$$\overline{\Delta x^2} = 2D \cdot t = \frac{2RT \cdot t}{6\pi \cdot N_A \cdot \eta \cdot r} = \frac{k_B T \cdot t}{3\pi \cdot \eta \cdot r}$$

Где D - коэффициент диффузии; N_A - число Авогадро ($6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹); k_B - постоянная Больцмана ($1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К) R - универсальная газовая постоянная; T - температура, К; t - время наблюдения; η - вязкость дисперсионной среды, Н·с/м²; r - размер диффундирующей частицы, м.

Интенсивность броуновского движения изменяется в зависимости от:

- 1) **Температуры:** чем $\uparrow t$, тем \uparrow .
- 2) **Вязкости дисперсионной среды:** чем \downarrow вязкость, тем \uparrow ;
- 3) **размеров частиц:** чем \downarrow размер, тем \uparrow интенсивность броуновского движения

Диффузия в коллоидных системах

- это процесс самопроизвольного выравнивания концентрации коллоидных частиц в данном объеме, как результат броуновского движения.

Процесс диффузии необратим. Диффузия прекращается, когда концентрация частиц станет одинаковой по всему объему раствора.

Скорость диффузии коллоидных частиц в растворе подчиняется общим закономерностям, установленным Фиком для газов.

Закон Фика: скорость диффузии прямо пропорциональна площади диффузии и градиенту концентрации. Изменение концентрации коллоидных частиц на единицу расстояния в объеме называется градиентом концентрации.

Масса (m) вещества, продиффундировавшая за время t из первого слоя с концентрацией C_1 в другой слой, в котором концентрация его C_2 , при расстоянии между слоями Δx прямо пропорциональна площади поверхности S , через которую идет диффузия, промежутку времени t , разности концентраций ΔC , и обратно пропорциональна расстоянию между слоями.

$$m = D \cdot S \cdot \frac{\Delta c}{\Delta x} \cdot t \quad \text{или} \quad \frac{dm}{dt} = DS \left(- \frac{dc}{dx} \right)$$