

Коллоидная химия

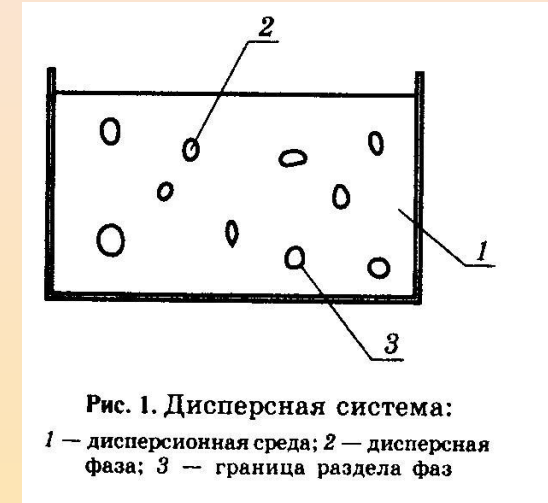
Коллоидная химия - это физическая химия поверхностных явлений и дисперсных систем.

Понятие о дисперсности, дисперсных системах и поверхностных явлениях

Дисперсность D (раздробленность) вещества - это величина обратная линейному размеру частиц \square :

$$D = \frac{1}{\square}$$

где \square - длина ребра куба или диаметр частицы.



Дисперсные системы - это двух- или в общем случае многофазные гетерогенные системы, в которых хотя бы одна из фаз представлена очень малыми частицами, размеры которых, однако, превосходят молекулярные.

Дисперсная система состоит из дисперсной фазы и дисперсионной среды.

Дисперсная фаза - это та фаза дисперсной системы, которая раздроблена до мельчайших частиц.

Дисперсионная среда - это фаза, в которой распределено раздробленное вещество.

- Дисперсные системы являются телами с высокоразвитой поверхностью. Такими дисперсными системами являются большинство окружающих нас реальных тел. Сыпучие и пористые материалы, почва, растительный и животный мир, суспензии, пасты, пены, эмульсии, кожа, ткани, бумага, продукты питания, космические тела - все это дисперсные системы, которые являются объектами изучения данной науки.

Поверхностные явления - это явления, происходящие на поверхности, в межфазном поверхностном слое.

Классификация дисперсных систем по дисперсности

Группы	$D, \text{м}^{-1}$	$a, \text{м}$	Характеристика дисперсных частиц
I. Грубодисперсные (простые дисперсии, суспензии)	10^7	10^{-7} ($>100 \text{ нм}$)	Не проходят через тонкие бумажные фильтры; сравнительно быстро оседают (или всплывают); не диализируют и не диффундируют; видны в обычный микроскоп
II. Коллоидно-дисперсные (дисперсоиды)	10^7-10^9	$10^{-7}-10^{-9}$ ($100-1 \text{ нм}$)	Проходят через самые тонкие фильтры, но задерживаются в ультрафильтрах; заметно не оседают; не диализируют и очень слабо диффундируют; невидимы в обычный микроскоп, но обнаруживаются при помощи ультрамикроскопа
III. Молекулярно (ионно)-дисперсные (дисперсиды)	10^9	10^{-9} ($<1 \text{ нм}$)	Проходят через все фильтры; не оседают; хорошо диализируют и диффундируют; не обнаруживаются и в ультрамикроскопе

Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз

Агрегатное состояние дисперсионной среды	Агрегатное состояние дисперсной фазы	Условное обозначение системы	Название системы	Примеры
Газ	Жидкость	Ж/Г	Туман	Облако
	Твердое тело	Т/Г	Дым	Пыль. Табачный дым
Жидкость	Газ	Г/Ж	Пена	Вскипающая жидкость. Мыльная пена
	Жидкость	Ж/Ж	Эмульсия	Молоко. Линимент алоэ
	Твердое тело	Т/Ж	Суспензия	Суспензия инсулина-протамина для инъекций. Синтетические латексы
Твердое тело	Газ	Г/Т	Твердая пена	Пемза. Хлеб. Силикагель. Микропористая резина
	Жидкость	Ж/Т	Твердая эмульсия	Опал. Жемчуг
	Твердое тело	Т/Т	Без названия	Элементы костного матрикса. Цветные стекла. Черный алмаз. Многие сплавы

Классификация по характеру межфазного взаимодействия

По данному признаку все системы делятся на два вида - *лиофильные* (ЛФЛ) и *лиофобные* (ЛФБ).

Для *ЛФЛ* (или *ГФЛ* - гидрофильных, в случае, когда дисперсионной средой является вода) характерно сильное межмолекулярное взаимодействие дисперсной фазы и дисперсионной среды. Это приводит к образованию сольватных оболочек вокруг частиц дисперсной фазы. Они термодинамически устойчивы как относительно дальнейшего растворения, так и против агрегирования частиц.

В *ЛФБ* (*ГФБ* - гидрофобных, в случае воды) наблюдается слабое взаимодействие дисперсной фазы и дисперсионной среды. В них на границе раздела не скомпенсированы силы взаимодействия и имеется избыток свободной поверхностной энергии. Такие системы термодинамически неустойчивы и требуют дополнительной стабилизации. Именно такой тип систем является наиболее распространенным.

Кроме этих крайних состояний существует широкий спектр промежуточных состояний.

Коллоидные растворы

- ✓ Коллоидное состояние характерно для многих веществ, если их частицы имеют размер от 10^{-7} до 10^{-5} см.
- ✓ Суммарная их поверхность огромна, и она обладает поверхностной энергией, за счет которой может адсорбировать частицы из раствора.
- ✓ Образующаяся коллоидная частица называется *мицеллой*.

Мицелла – сложное структурное образование, состоящее из агрегата, потенциалопределяющих ионов и противоионов.

Внутреннюю часть мицеллы составляет *агрегат* основного вещества:

- Как правило, агрегат состоит из большого числа молекул или атомов кристаллического или аморфного строения.
- Агрегат электронейтрален, но обладает большой адсорбционной способностью и способен адсорбировать на своей поверхности ионы из раствора – *потенциалопределяющие ионы (ПОИ)*.

При выборе потенциалопределяющих ионов пользуются эмпирическим *правилом Фаянса – Панета – Пескова*: «На твердой поверхности агрегата в первую очередь адсорбируются ионы, которые:

- входят в состав агрегата;
- способны достраивать кристаллическую решетку агрегата;
- образуют малорастворимое соединение с ионами агрегата;
- изоморфны с ионами агрегата».

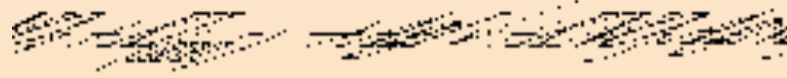
Агрегат вместе с потенциалопределяющими ионами составляет *ядро мицеллы*. Ядро мицеллы, обладающее большим зарядом, притягивает ионы противоположного заряда – *противоионы (ПИ)* из раствора.

Часть противоионов находится в непосредственной близости от ядра, прочно связана с ним за счет адсорбционных и электростатических сил, и образует плотную часть двойного электрического слоя (*адсорбционный слой*).

Ядро с противоионами плотной части двойного электрического слоя образуют *гранулу* или *коллоидную частицу*. Знак заряда коллоидной частицы определяется знаком заряда потенциалопределяющих ионов.

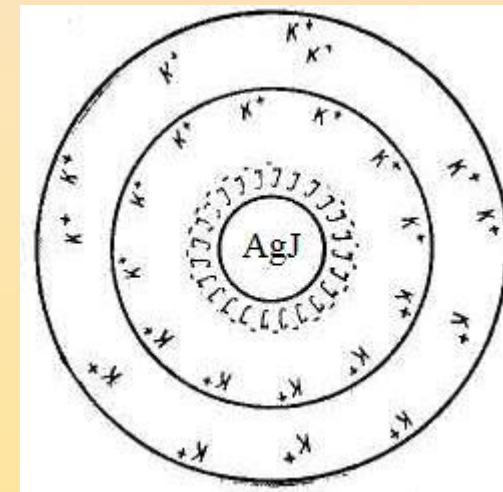
Коллоидную частицу (гранулу) окружают *противоионы диффузного слоя* – остальная часть противоионов, подвергнутых броуновскому движению и менее прочно связанная с ядром. В целом образуется мицелла. Мицелла в отличие от коллоидной частицы электронейтральна.

Рассмотрим строение мицеллы при образовании коллоидного раствора – золя иодида серебра методом химической конденсации при небольшом избытке нитрата серебра



Схематическое строение мицеллы золя иодида серебра

Формула мицеллы запишется:



где m – количество молекул или атомов, образующих агрегат;

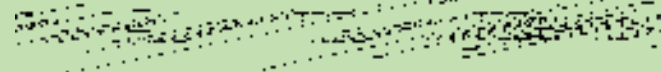
n – число потенциалопределяющих ионов, адсорбированных на поверхности агрегата;

$(n - x)$ – число противоионов в плотной части двойного электрического слоя (адсорбционный слой);

x – число противоионов в диффузной части двойного электрического слоя;

x^+ – заряд коллоидной частицы (гранулы).

При образовании золя иодида серебра при небольшом избытке иодида калия образуется мицелла следующего состава:



Заряд коллоидной частицы в этом случае будет отрицательным.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛЛОИДОВ

Дисперсионный – измельчение крупных частиц до коллоидной дисперсности

Измельчение крупных частиц путем дробления, помола, истирания

крупнодисперсные частицы (<60 нм)

Измельчения с помощью специальных аппаратов – коллоидных мельниц – или с помощью ультразвука

мелкодисперсные частицы (>60 нм)

Конденсационный – образование в гомогенной среде агрегатов – зародышей новой фазы, с коллоидной

Физическая конденсация

Укрупнение частиц в сильно разбавленных растворах в присутствии избытка одного из компонентов

Укрупнение частиц при замене растворителя

Химическая конденсация

Получение нерастворимых соединений путем реакций обмена, гидролиза, восстановления,

СВОЙСТВА КОЛЛОИДНЫХ РАСТВОРОВ

- ✓ элементарная структурная единица – мицелла;
- ✓ характерно броуновское движение;
- ✓ малая диффузионная способность;
- ✓ низкое осмотическое давление;
- ✓ малая способность к диализу;
- ✓ способность рассеивать свет во все стороны при рассматривании растворов в отраженном свете (образуется характерный конус Тиндаля);
- ✓ мицеллы в коллоидном растворе находятся в хаотическом движении, для них характерно броуновское движение;
- ✓ седиментационно устойчивые системы;
- ✓ агрегативно и термодинамически существующие благодаря стабилизации за счет возникновения двойного электрического слоя.

Устойчивость коллоидных растворов

Различают кинетическую и агрегатную устойчивость коллоидных систем.

Кинетическая устойчивость связана со способностью частиц дисперсной фазы к самопроизвольному тепловому движению в растворе, которое известно под названием броуновского движения. Такое хаотичное движение частиц препятствует их соединению. Обычно коллоидные растворы кинетически устойчивы, и разрушение их наступает только после того, как нарушается агрегатная устойчивость раствора.

Агрегатная устойчивость обусловлена тем, что на поверхности коллоидных частиц имеет место адсорбция ионов (молекул) из окружающей среды.

Вещество, адсорбирующееся на ядрах частиц и повышающее устойчивость коллоидных растворов, называется *стабилизатором*.

Факторы, вызывающие нарушение устойчивости растворов защищенных коллоидов.



Применение в промышленности и жизни

- Коллоидными растворами являются клеи и краски
- Всевозможные коллоидные системы, преимущественно [аэрозоли](#), нашли применение в промышленности
- В таких отраслях, как мыловаренная, маргариновая, фармацевтическая, парфюмерная, производство пластмасс, искусственного волокна и многих других применяются коллоидные растворы
- Коллоиды - это сырьё для резиново-бумажной, кондитерской, текстильной промышленности