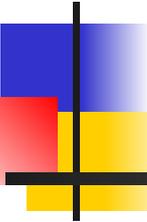


# Физическая и коллоидная химия



**Лекция: Предмет коллоидной химии, её значение для фармации. Структура и классификация дисперсных систем.**

Пасека Александра Евгеньевна

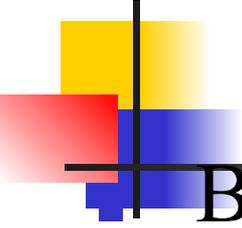
# Структура и классификация дисперсных систем

Дисперсные системы (д.с.) - это гетерогенные

системы, в которых одна из фаз представлена мелкими частицами (дисперсная фаза), равномерно распределенными в объеме другой однородной фазы (дисперсионной среды).

- **Признаки д.с.:** высокая раздробленность (дисперсность) и гетерогенность.
- **Дисперсная фаза** – это мелкораздробленные частицы нерастворимого тонкоизмельчённого вещества, распределённые по всему объёму дисперсионной среды.
- **Дисперсионная среда** – однородная непрерывная фаза, в которой распределены частицы дисперсной

# Структура и классификация дисперсных систем



В основе существующих классификаций лежат различные свойства д.с.:

- **размер частиц дисперсной фазы,**
- **агрегатное состояние дисперсной фазы и дисперсионной среды,**
- **характер взаимодействия дисперсной фазы со средой,**
- **структурно-механические свойства.**

# Структура и классификация дисперсных систем

- Основной характеристикой д.с. и мерой раздробленности вещества является **дисперсность**:

- $D = 1/a$ , где  $a$  – размер частицы (диаметр или длина ребра),  $m^{-1}$ .

- Другой характеристикой степени раздробленности служит **удельная поверхность**

- $S_{уд} = S/V$  ( $m^{-1}$ ) или  $S_{уд} = S/m$  ( $m^2/kg$ ).

- $S_{уд} = K \cdot D$ , где  $K$  – коэффициент пропорциональности.

- **Физ. см. удельной поверхности**: это суммарная поверхность всех частиц, общий объём которых составляет  $1 m^3$  или общая масса которых равна  $1 kg$ .

# Классификация д.с. по степени дисперсности (размеру частиц дисперсной фазы)

Размер частиц, м	Название системы	Основные признаки	
		прозрачность	прохождение частиц через фильтр
$10^{-6} - 10^{-4}$	Микрогетерогенные (суспензии, эмульсии, пены, аэрозоли)	мутные	<u>не проходят</u> через бумажный фильтр
$10^{-9} - 10^{-6}$	Ультрамикрогетерогенные, (коллоидные)	Прозрачные; опалесцируют при боковом освещении	<u>проходят</u> через бумажный фильтр. <u>Не проходят</u> через биомембраны
$10^{-10} - 10^{-9}$	<u>Молекулярно-дисперсные:</u> истинные растворы НМС	прозрачные	Проходят через биомембраны

# Классификация д.с. по агрегатному состоянию фаз

Д. среда	Д.фаза	Общее название	Обозначение	примеры
газ	ТВ	ДЫМЫ, ПЫЛИ	т/г	Порошки, аэрозоли твёрдых лекарств
	ж	туманы	ж/г	Облака, аэрозоли жидких лекарств
	газ	-	Система отсутствует	
жидкость	ТВ	золи	т/ж	Коллоидные растворы, суспензии
	Ж	эмульсии	ж/ж	Молоко, лекарственные эмульсии
	газ	пены	г/ж	Газовые эмульсии
ТВ	ТВ	без названия		Цветные стёкла, минералы, сплавы
	Ж		ж/т	Жемчуг, гели
	газ	Твёрдые пены	г/т	Хлеб, пенза, силикагель, активные угли

# Классификация д.с. по характеру взаимодействия фаз

№	Лиофобные системы	Лиофильные системы
1	Слабое взаимодействие между д. ф. и д.с.	Сильное взаимодействие
2	Образуются за счет энергии извне	Образуются <u>самопроизвольно</u>
3	Эндэргонический процесс	Экзэргонический процесс
4	Термодинамически неустойчивы	Термодинамически устойчивы
5	Необходим <u>стабилизатор</u>	Стабилизатор <u>не требуется</u>
6	Коллоидные растворы со стабилизатором (золи золота, серебра, галогенидов серебра, сульфида мышьяка), суспензии, эмульсии, пены	Коллоидные растворы ПАВ и ВМС, дисперсии некоторых глин.

# Классификация д.с. по структурно-механическим свойства

## Свободнодисперсные

Д.ф. – подвижна, т.к. представлена отдельными, не связанными между собой частицами, которые более или менее равномерно распределены в д. среде.

### ПРИМЕРЫ:

Лиозоли, суспензии, эмульсии, кровь, аэрозоли

## Связнодисперсные

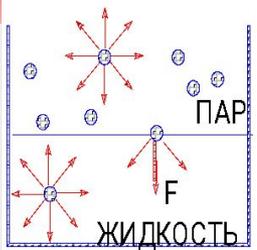
Д.ф. – неподвижна, т.к. образует сплошную структуру, внутри которой распределена дисперсионная среда

ПРИМЕРЫ: лиогели, студни, волокнистые и пористые капиллярные системы (костная ткань, биомембраны)

# Термодинамика поверхностных явлений.

## Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение

### Поверхностный слой



- Возникает на поверхности раздела фаз
- Силы, действующие на молекулы, находящиеся в объеме фазы, компенсированы со всех сторон и их равнодействующая равна нулю
- Силы, действующие на молекулы поверхностного слоя (ж - пар) неодинаковы со стороны раствора и газовой фазы. Молекулярные взаимодействия сверху меньше, равнодействующая сил не равна нулю и направлена перпендикулярно в сторону жидкости.

# Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение

- Для выхода молекул на поверхность требуется преодолеть избыточную энергию Гиббса.
- Слой частиц с избыточной энергией Гиббса называется поверхностным слоем.
- Резко отличается по свойствам от свойств фаз, которые он разделяет
- **Под внутренним давлением жидкости понимают силу притяжения между молекулами жидкости в её объёме**
- **Бесконечно малое изменение поверхностной энергии Гиббса при  $p$  и  $T = \text{const}$  равно:**
  - $dG = \sigma dS,$
- **где  $dS$  – бесконечно малое изменение поверхности;  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения.**

# Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение

- **Поверхностное натяжение – частная производная от энергии Гиббса по величине межфазной поверхности при  $p$  и  $T = \text{const}$  и постоянных числах молей компонентов.**

$$\sigma = \left( \frac{\partial G}{\partial S} \right)_{T, p, n_j}$$

- Ф. см  $\sigma$  может иметь энергетическое и силовое выражение.
- По энергетическому выражению: **поверхностное натяжение  $\sigma$  - есть поверхностная энергия Гиббса единицы поверхности (т.е. удельная поверхностная энергия Гиббса).** В этом случае  $\sigma$  равна работе, затраченной на образование единицы поверхности. Ед. изм. Дж/м<sup>2</sup>.

# Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение

- *Словое выражение  $\sigma$* : это сила, действующая на поверхности по касательной к ней и стремящаяся сократить свободную поверхность тела до минимума при данном объёме. Ед. изм. Н/м.
- При площади поверхности раздела  $S$  и поверхностном натяжении  $\sigma$  *поверхностная энергия Гиббса*:  $G_S = \sigma \cdot S$ .
- *Свободная поверхностная энергия* – термодинамическая функция, характеризующая энергию межмолекулярного взаимодействия частиц на поверхности раздела фаз с частицами каждой из контактирующих фаз.
- $G_S$  и  $\sigma$  зависят:
  1. Температуры;
  2. Природы контактирующих фаз;
  3. Природы и 4. концентрации растворённых веществ.

# Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение

1. С  $\uparrow T$  значение  $\sigma$  индивидуальных жидкостей на границе с воздухом линейно  $\downarrow$ . Однако  $\sigma$  является частью полной энергии  $U_S$  поверхности жидкости (свободной энергии). Вторая составляющая  $q_S$  – теплота образования единицы поверхности (связанная энергия) – с повышением температуры растёт. Полная поверхностная энергия единицы площади  $U_S = \sigma + q_S$  не зависит от  $T$ .
2. Полярность индивидуальной жидкости  $\rightarrow$  определяется  $\sigma$ . Для жидкостей с неорганической природой и органических жидкостей с симметричной структурой молекул чем больше  $\sigma$ , тем больше полярность среды.

# Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение

- Поверхностное натяжение на границе раздела двух жидкостей –  $\sigma_{ж-ж}$  подчиняется *закону аддитивности* (правило Антонова):
- поверхностное натяжение на границе раздела между двумя находящимися в равновесии жидкостями равно разности поверхностного натяжения этих жидкостей, насыщенных одна другой на границе с их собственным паром (или воздухом):

$$\sigma_{ж-ж} = \sigma_{1ж}^Г - \sigma_{2ж}^Г$$

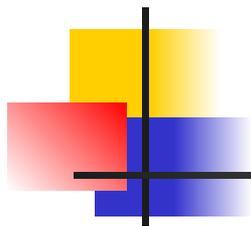
- $\sigma_{1ж}^Г$  – поверхностное натяжение на границе с газом жидкости 1, насыщенной жидкостью 2;  $\sigma_{2ж}^Г$  – поверхностное натяжение на границе с газом жидкости 2, насыщенной жидкостью 1.

# Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение

■ Для систем ж-г, ж-ж  $\sigma$  определяется правилом П.

**А. Ребиндера:**

- чем больше разность полярностей фаз, тем больше поверхностное натяжение на границе раздела.
- В системах ж-г повышение давления газа или пара сближает термодинамические свойства ж и г фаз и приводит к снижению  $\sigma$ .



Спасибо за внимание!