



Лекция 5

РАСТВОРЫ



Содержание

- Классификация дисперсных систем
- Основные понятия
- Концентрация растворов
- Энергетические эффекты при образовании растворов
- Растворимость веществ
- Закон распределения. Экстракция



Дисперсные системы

Дисперсные системы -
гетерогенные смеси

Состав дисперсных систем:
дисперсионная среда;
дисперсная фаза (дискретная)

грубодисперсные системы –
размер частиц
от 100 нм (10^{-6} м) до 10^{-3} м

коллоидные системы
(коллоидные растворы) –
размер частиц от 1 до 100 нм



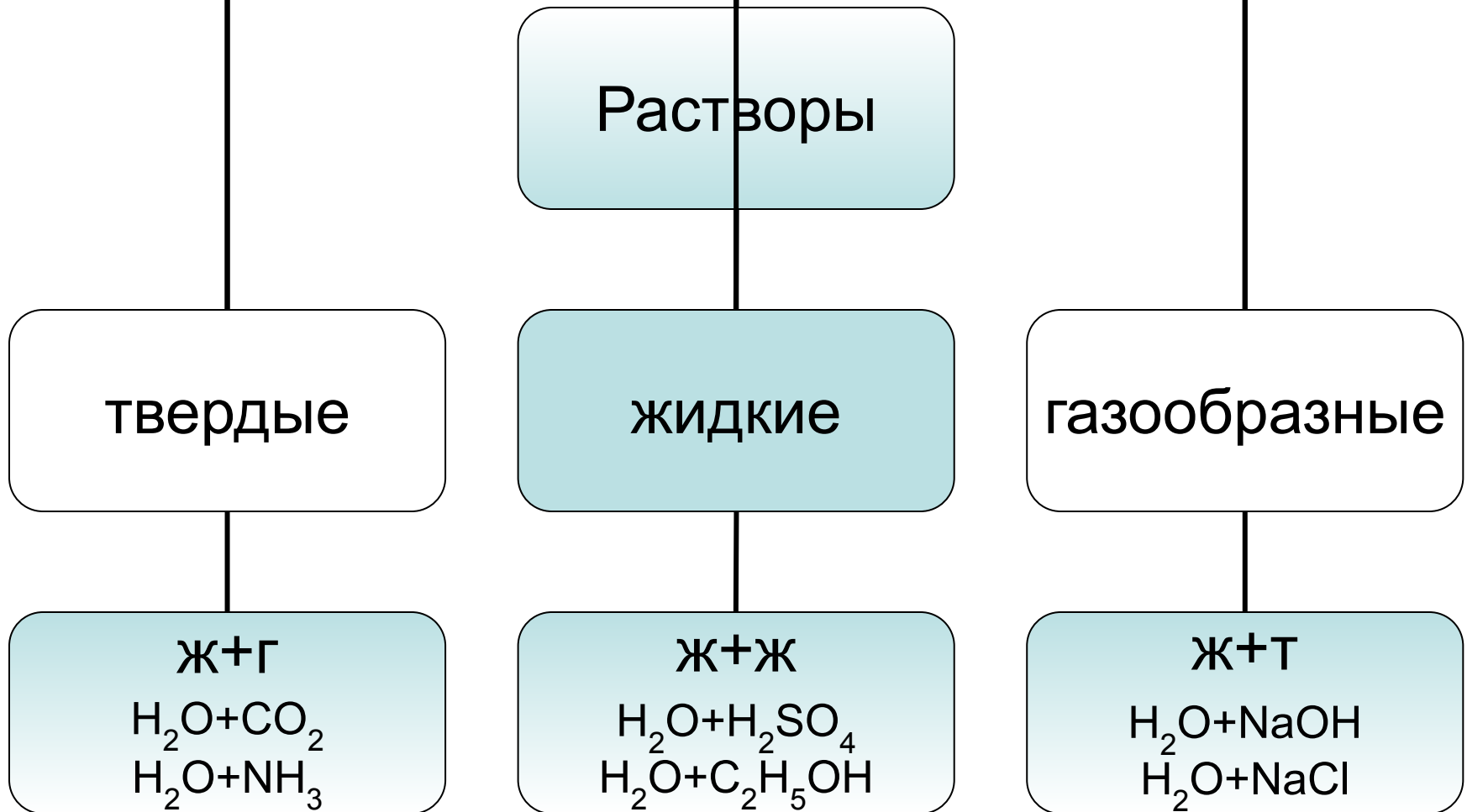
Классификация дисперсных систем

Агрегатное состояние		Название дисперсной системы	Пример
дисперсная фаза	дисперсионная среда		
г	ж	пена	мыльная пена
г	т	твердая пена	пенопласт
ж	г	аэрозоль	туман
ж	ж	эмульсия	майонез
ж	т	твердая эмульсия	твердое масло
т	г	аэрозоль	дым, пыль
т	ж	суспензия	краски, лаки
т	т	твердое включение в твердом теле	сплавы, бетоны



Классификация растворов

Раствор – многокомпонентная гомогенная система переменного состава





Способы выражения концентрации

- **Массовая доля вещества** – отношение массы растворенного вещества (m_B) к массе раствора (m_p)

$$\omega_B = \frac{m_B}{m_p}$$

$$\omega_B = \frac{m_B}{\rho_p V_p}$$

- **Процентная концентрация** – отношение массы растворенного вещества (m_B) к массе раствора (m_p), выраженное в процентах

$$C_B = \frac{m_B}{m_p} \cdot 100$$

$$C_B = \frac{m_B}{\rho_p V_p} \cdot 100$$

ρ_p – плотность раствора, г/мл

V_p – объем раствора, мл



Способы выражения концентрации

- Молярная доля вещества В – отношение количества вещества В к общему количеству веществ, образующих раствор

$$\chi_B = \frac{v_B}{\sum_i v_i} \quad i - \text{число веществ в растворе}$$

- Молярная концентрация (молярность) – отношение количества растворенного вещества к объему раствора (V_p), выраженному в литрах. Размерность молярной концентрации – моль/л

$$C_M = \frac{v_B}{V_p} \quad C_M = \frac{m_B}{M_B V_p}$$

m_B – масса растворенного вещества В, г
 M_B – молярная масса растворенного вещества В, г/моль

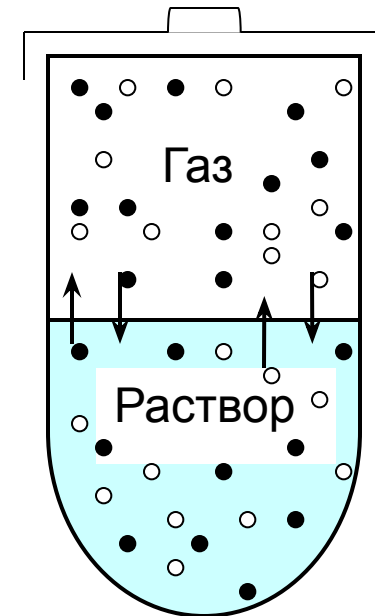
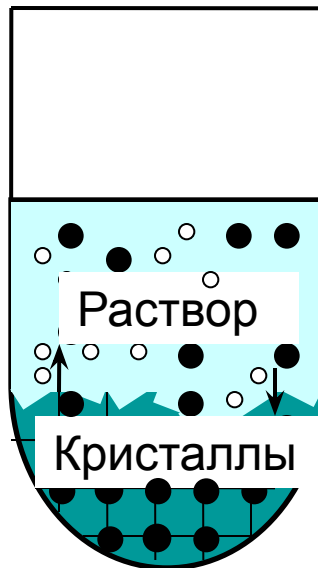
Схемы фазового равновесия растворенное вещество \rightleftharpoons раствор

Растворенное вещество:

твердое

жидкое

газообразное



● - частицы растворенного вещества

○ - частицы растворителя





Насыщенные растворы. Растворимость

- **Насыщенный раствор** – находящийся в фазовом равновесии с растворимым веществом
- **Растворимость вещества** (моль/л) при данных температуре и давлении определяется концентрацией насыщенного раствора
- **Ненасыщенные растворы** – в которых содержание растворенного вещества меньше, чем в насыщенном растворе этого же вещества при данных температуре и давлении
- **Пересыщенные растворы** – в которых содержание растворенного вещества больше, чем в насыщенном растворе этого же вещества при данных температуре и давлении. Пересыщенные растворы

НЕУСТОЙЧИВЫ



Физико-химические процессы при растворении

Растворение - совокупность физико-химических процессов, среди которых выделяют три основных, протекающих одновременно:

- разрыв внутри- и межмолекулярных связей в растворяющемся веществе (в том числе, разрушение кристаллической решетки в твердых веществах)
- частичный или полный разрыв связей между молекулами растворителя
- образование связей между частицами растворенного вещества и молекулами растворителя - **сольватация** (или гидратация)



Энергетические эффекты при образовании растворов

Значение энтальпии растворения (уравнение Фаянса):

$$\Delta H = (\Delta H_K + \Delta H_P) + \Delta H_C$$

где ΔH_K – энтальпия разрушения кристаллической решетки растворяемого вещества ($\Delta H_K > 0$)

ΔH_P – энтальпия разрыва межмолекулярных связей растворителя ($\Delta H_P > 0$)

ΔH_C – энтальпия сольватации ($\Delta H_C < 0$).

При растворении газов или жидкостей

Для большинства твердых веществ $|\Delta H_K + \Delta H_P| \ll |\Delta H_C|$  как правило, $\Delta H < 0$

$|\Delta H_K + \Delta H_P| \gg |\Delta H_C|$  $\Delta H > 0$

Пример: $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{к}) \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3(\text{раствор})$, $\Delta H^0 = -25,6 \text{ кДж}$



Влияние различных факторов на растворимость газов и жидкостей

Растворимость газов в жидкостях

- С повышением температуры растворимость, как правило, понижается
- Закон Генри: растворимость газа в жидкости при постоянной температуре пропорциональна его давлению в газовой фазе

Взаимная растворимость жидкостей

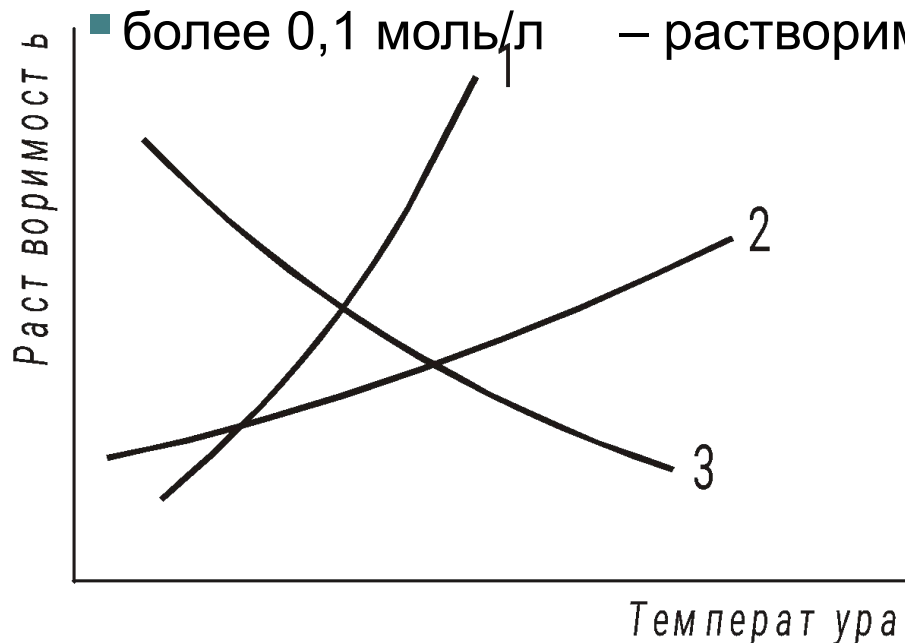
- В зависимости от природы веществ возможны три варианта растворимости: неограниченная ($\text{H}_2\text{O} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), ограниченная ($\text{H}_2\text{O} - \text{анилин}$), практически полная нерастворимость ($\text{H}_2\text{O} - \text{ртуть}$)
- С повышением температуры растворимость в большинстве случаев увеличивается



Растворимость ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ В ЖИДКОСТЯХ

Условное деление веществ по растворимости

- менее 0,001 моль/л – нерастворимые вещества
- (0,001 - 0,1) моль/л – малорастворимые вещества
- более 0,1 моль/л – растворимые вещества





Закон распределения

Распределение растворяющегося вещества между двумя несмешивающимися жидкостями происходит так, что отношение его равновесных концентраций в этих фазах есть величина постоянная

$$\frac{C_1}{C_2} = K$$

где C_1 и C_2 – молярные концентрации растворенного вещества в фазах 1 и 2 соответственно

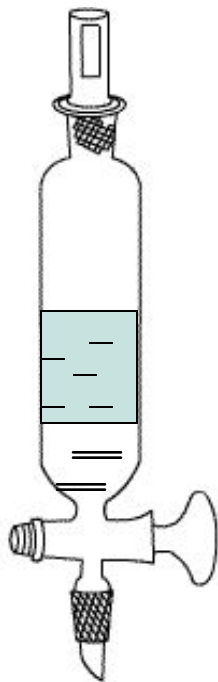
K – коэффициент распределения

Величина K определяется природой растворенного вещества и несмешивающихся фаз, температурой, не зависит от общего количества растворенного вещества

Экстракция

Метод избирательного извлечения вещества из раствора (или твердой смеси) с помощью подходящего растворителя – экстрагента

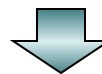
Схема делительной воронки и последовательность действий:



наливают экстрагент и исходный раствор, содержащий извлекаемый компонент



перемешивают жидкости



происходит расслоение, извлекаемый компонент в основном переходит в экстрагент, образуется экстракт



нижний слой жидкости сливают



Заключение

- Раствор представляет собой гомогенную систему переменного состава
- Количественная характеристика состава раствора - концентрация растворенного вещества: массовая доля, процентная, молярная концентрация и др.
- Раствор, находящийся в фазовом равновесии с растворяемым веществом, называют насыщенным. Концентрация насыщенного раствора – мера растворимости вещества
- Растворение может быть эндотермическим и экзотермическим процессом:
 - растворимость газов в жидкостях , как правило, уменьшается при нагревании, растворимость жидкостей – увеличивается;
 - растворение большинства твердых веществ в жидкостях процесс эндотермический – при нагревании растворимость увеличивается; если растворение процесс экзотермический - растворимость уменьшается
- Для любого растворенного вещества, распределяющегося между несмешивающимися жидкостями, справедлив закон распределения, на действии которого основаны методы экстракции - избирательного



Рекомендуемая литература

- Никольский А.Б., Суворов А.В. Химия. - СПб: Химиздат, 2001
- Степин Б.Д., Цветков А.А. Неорганическая химия. - М.: Высш. шк., 1994
- Карапетьянц М.Х. Общая и неорганическая химия. - М.: Химия, 2000
- Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. - М.: Высш. шк., 2007
- Неорганическая химия. В 3 т. Т. 1: Физико-химические основы неорганической химии. Под ред. Ю. Д. Третьякова. - М.: Академия, 2004
- Гаршин А.П. Неорганическая химия в схемах, рисунках, таблицах, формулах, химических реакциях. - СПб.: Лань, 2000