



Общая химия

Лекция 3. Концентрация. Растворы.

*Лектор: Старший преподаватель кафедры химии
Строганова Елена Алексеевна*

Раствором называется гомогенная многокомпонентная химическая система, состав которой в определенных пределах может варьироваться (быть переменным) без качественного изменения свойств.

Химическая система переменного состава означает взаимодействие растворителя и компонентов с образованием химических соединений переменного состава.

Химическое взаимодействие растворителя с компонентами называется *сольватацией*, а в случае растворителя воды – *гидратацией*. Процесс этот сопровождается поглощением или выделением тепла, как и в других химических реакциях. Образующиеся сольваты и гидраты в растворе в зависимости от концентрации, температуры, давления и других факторов имеют переменный состав в отличии от исходных реагентов: растворителя и компонентов.

Растворы классифицируются: в зависимости от агрегатного состояния растворителя:

- 1) **газообразные** (воздух);
- 2) **жидкие смеси** (Г+Ж, Ж+Ж, Ж+Т);
- 3) **твердые** (сплавы, стекла).

- Растворы как дисперсные системы
 - истинные растворы
 - ($10^{-9} - 10^{-10}$ м)
 - растворы электролитов (ионные)
 - растворы неэлектролитов (молекулярные)
 - коллоидные растворы
 - ($10^{-6} - 10^{-8}$ м)
 - эмульсии (Ж+Ж)
 - ($10^{-4} - 10^{-5}$ м)
 - суспензии (Т+Ж)
 - ($10^{-4} - 10^{-5}$ м)

Под **концентрацией** понимается количество растворенного вещества в объеме раствора (растворителя). Под **растворимостью** понимается максимально возможное количество растворенного вещества в объеме (массе) растворителя до появления осадка (гетерогенная система, и есть граница раздела фаз).

Способы выражения состава раствора

Определение	Расчетная формула	Единицы измерения
<p>Мольная доля x_j – отношение количества растворенного j-го вещества к общему количеству вещества в растворе (n_j – количество j-го вещества в молях)</p>	$x_j = \frac{n_j}{\sum n_j}$	Доли единицы
<p>Моляльная концентрация μ_j – количество j-го компонента (в молях) в 1 кг растворителя (m_j – масса j-го вещества, m_A – масса растворителя, M_j – молекулярная масса j-го компонента)</p>	$\mu_j = \frac{1000 \cdot m_j}{M_j \cdot m_A}$	Моль/кг (растворителя)
<p>Молярная концентрация c_j – количество j-го компонента (моль) в 1 л раствора (V – объем раствора, л)</p>	$c_j = \frac{\nu_j}{V}$	Моль/л
<p>Массовая доля ω_j – отношение массы растворенного вещества к общей массе раствора (m_j – масса j-го вещества)</p>	$\omega_j = \frac{m_j}{\sum m_j}$	Доли единицы, проценты
<p>Массовая концентрация g_j – масса j-го компонента в одном литре раствора</p>	$g_j = \frac{m_j}{V}$	г/л
<p>Молярная концентрация эквивалентов (нормальная) c_{Nj} – количество эквивалентов j-го компонента (моль) в 1 л раствора ($n_{j \text{ экв}}$ – количество эквивалентов j-го вещества в молях)</p>	$c_{Nj} = \frac{\nu_{\text{экв}j}}{V}$	Моль-экв/л (г-экв/л)

• *По природе растворенного вещества*

- Растворы электролитов (солей, кислот, оснований)
- Растворы неэлектролитов (органических соединений)

• *По концентрации растворенного вещества*

- Ненасыщенные растворы (концентрация меньше максимально возможной)
- Насыщенные растворы (стабильные растворы с максимальной концентрацией растворенного вещества)
- Пересыщенные растворы (метастабильные растворы с концентрацией, больше возможной)

Термодинамические свойства растворов

Для растворов характерны *коллизативные свойства*, т.е. свойства, зависящие от числа самостоятельных (кинетических единиц растворенного вещества): *давление насыщенного пара (P), температуры замерзания (T_z) и кипения (T_k), осмотическое давление ($P\pi$)*.

Закон Рауля: *Величина относительного понижения давления пара растворителя над раствором по сравнению с чистым растворителем пропорциональна концентрации растворенного вещества*

$$\Delta P = \frac{P_0 - P}{P_0} = x$$

где P_0 — *давление пара над чистым растворителем*, P — *давление пара над раствором*, x — *мольная доля растворенного вещества*

Пояснение: в замкнутой системе, состоящей из жидкого растворителя и паров над ним, при постоянных условиях устанавливается динамическое равновесие между жидкой и газообразной фазой: количество молекул, перешедших из газообразной фазы в жидкую за данный промежуток времени, равно количеству молекул, перешедших из жидкой фазы в газообразную. Первая величина зависит от содержания *молекул растворителя в единице объема газовой фазы*, вторая — от количества молекул растворителя на единицу *поверхности раздела фаз*. Добавление нелетучего растворенного вещества уменьшает только вторую величину (часть поверхности занята молекулами растворенного вещества), поэтому положение равновесия должно сместиться в сторону уменьшения давления пара растворителя.

Следствия закона Рауля:

- 1) Повышение температуры кипения растворов, по сравнению с растворителем – *эбулиоскопия*:

$$\Delta T_{\text{кип}} = K_E \cdot C_m$$

где K_E – *эбулиоскопическая постоянная* для данного растворителя, C_m – *моляльная концентрация*.

- 2) Понижение температуры замерзания растворов, по сравнению с растворителем – *криоскопия*:

$$\Delta T_{\text{зам}} = K_K \cdot C_m$$

где K_K – *криоскопическая постоянная* для данного растворителя, C_m – *моляльная концентрация*

Методами эбулиоскопии и криоскопии можно определить молекулярную массу неизвестного вещества.

Задача: определить молекулярную массу вещества X по известной величине повышения температуры кипения

Решение:

Если к g_1 г растворителя добавить g_2 г растворенного вещества, то моляльная концентрация будет равна:

$$C_m = \frac{g_2 \cdot 1000}{M \cdot g_1}$$

где M – молекулярная масса растворенного вещества. Тогда, из первого следствия закона Рауля с учетом моляльной концентрации получаем:

$$M = \frac{K_E \cdot g_2 \cdot 1000}{\Delta T_{\text{кип}} \cdot g_1}$$

Закон осмотического давления Вант-Гоффа: *Давление чистого растворителя на стенки полупроницаемой мембраны выше давления растворителя в растворе (с другой стороны мембраны)*

$$P_{\pi} = C \cdot R \cdot T$$

где P_{π} – осмотическое давление, C – молярная концентрация, R – газовая постоянная, T – температура

Под полупроницаемой понимается мембрана, проницаемая для молекул растворителя, но задерживающая молекулы растворенного вещества.