



3. РАСТВОРЫ

3.1 Понятие о дисперсных системах

Практически все природные объекты представляют собой смеси веществ. В зависимости от степени дисперсности (раздробленности) компонентов различают:

Истинные растворы – смеси, в которых вещества диспергированы до молекулярного, атомного или ионного состояния. Размер частиц в истинных растворах менее 10^{-7} м. Это устойчивые и гомогенные системы, существующие в разных агрегатных состояниях: газообразном (смеси газов), жидком (например, водные растворы электролитов), твердом (сплавы металлов).

Коллоидные растворы, содержащие вещества, диспергированные до частиц размером 10^{-7} м. Такие частицы представляют собой агрегаты молекул и называются коллоидными. Их размер мал, для того, чтобы обнаружить с помощью глаза или микроскопа. Их нельзя выделить из раствора путем фильтрования. Размер коллоидных частиц соизмерим с длиной волны оптической части электромагнитного спектра, поэтому в коллоидных растворах наблюдаются различные оптические эффекты: опалесценция, рассеивание света и т.д. Коллоидные растворы устойчивы в определённых температурных, временных рамках, а также чувствительны к добавлению электролитов. По большому счёту это гетерогенные системы. Примерами коллоидных систем могут быть дым, мутная речная вода, молоко и т.д.

Грубодисперсные системы – гетерогенны, они состоят из частиц, обладающих размером более 10^{-5} м. Это крупные частицы, различимые глазом или при увеличении и оседающие на фильтре при разделении смеси. Некоторые грубодисперсные системы получили специфические названия. Так, смесь, состоящая из жидкого компонента, распределённого в газообразной среде, носит название *аэрозоля*. Две несмешивающихся жидкости при перемешивании образуют *эмульсию*, а смесь твёрдого вещества с жидкостью называют *суспензией*. Примерами могут являться туман, примеси масла в воде, водный раствор извести. Грубодис-

персные системы неустойчивы и для повышения их «времени жизни» добавляют стабилизаторы.

Свойства гетерогенных систем отличаются от свойств истинных растворов и изучаются в рамках *коллоидной химии*. Поэтому далее речь пойдет об истинных растворах.

3.2 Истинные растворы

Раствором называют гомогенную многокомпонентную систему, находящуюся в состоянии химического равновесия. Компонент, который при образовании раствора не меняет своего агрегатного состояния или находится в большем количестве, как правило, считают *растворителем*.

Процесс образования растворов – *растворение* – представляет собой переход молекул вещества из одной фазы в другую с образованием гомогенной смеси. Обратный процесс – формирование фазы вещества из раствора, называется *кристаллизацией*.



Таким образом, растворение – обратимый процесс. С кинетической точки зрения растворы можно выделить:

- **ненасыщенные** растворы, в которых скорость процесса растворения вещества больше скорости его кристаллизации. При добавлении новой порции вещества к ненасыщенному раствору, оно растворяется;
- **насыщенные** растворы, в которых скорость растворения равна скорости кристаллизации. В таком растворе осадок вещества находится в равновесии с растворённым веществом;
- **пересыщенные** растворы, в которых скорость растворения меньше скорости кристаллизации вещества из раствора. Такие растворы можно получить из насыщенных, если увеличить растворимость вещества, например, нагреть раствор.

При нагревании растворимость вещества увеличивается, насыщенный раствор становится ненасыщенным и осадок вещества растворяется. При охлаждении происходит возвращении системы в исходное состояние и образуется пересыщенный раствор, в котором происходит кристаллизация вещества – выпадение осадка.

Причина растворения кроется во взаимодействии молекул растворителя и растворяемого вещества. Чем легче происходит разрыв межмолекулярных связей в структуре растворяемого компонента и чем больше выигрыш в энергии при образовании новых межмолекулярных связей в растворе, тем лучше вещество растворяется. Близость свойств растворителя и растворяемого вещества часто становится причиной хорошей растворимости.

Процесс образования раствора сопровождается изменением физических и химических свойств системы. Например, изменением температуры, плотности, вязкости, цвета раствора по сравнению с исходными компонентами. Даже суммарный объём компонентов может не совпадать с объёмом образовавшегося раствора. Химические свойства растворённого вещества могут сильно отличаться от его свойств в чистом виде. Таким образом, *растворение – это обратимый физико-химический процесс.*

Способность соединения образовывать с другими веществами истинные растворы характеризуется *растворимостью*. Растворимость (S) выражается содержанием вещества в его насыщенном растворе, выраженном в процентах, либо в граммах, отнесённых к 100г или 100 мл растворителя.

Растворимость существенно зависит от природы компонентов раствора, температуры и давления. С повышением температуры увеличивается растворимость твёрдых веществ и жидкостей, растворимость газов уменьшается. Изменение давления на растворимость конденсированных сред практически не влияет, увеличение давления увеличивает растворимость газов.

Состав раствора и содержание основного компонента в нём можно выражать по-разному. Наиболее распространённые способы выражения концентрации раствора представлены ниже.

Массовая доля вещества в растворе (ω) представляет собой отношение массы вещества (m_v) к массе раствора (m_p), выраженное в долях или процентах:

$$\omega = \frac{m_v}{m_p} \cdot 100\%$$

По аналогии с массовой долей выделяют также *мольную долю* (X) вещества или его *объёмную долю* (φ) в растворе.

Молярная концентрация вещества (c_M) показывает содержание количества вещества (ν) в объёме раствора (V), выраженное в моль/л:

$$c_M = \frac{\nu}{V} = \frac{m_v}{M \cdot V},$$

где M – молярная масса вещества.

Молярная концентрация эквивалента вещества* (c_H) показывает содержание количества эквивалентов вещества ($\nu_{эkv}$) в объёме раствора (V), выраженное в моль/л:

$$c_H = \frac{\nu_{эkv}}{V} = \frac{m_v}{M_{э} \cdot V},$$

где $M_{э}$ – молярная масса эквивалента вещества.

Титр вещества (T) показывает содержание вещества в растворе, выраженное в г/мл:

$$T = \frac{m_v}{V}.$$

* Традиционно этот способ выражения концентрации носит название: «**нормальная концентрация**»