

Тема 4. ОБЩИЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ

4.1. Классификация растворов – жидкие, твердые, газовые, истинные, коллоидные, насыщенные, ненасыщенные, пересыщенные.

4.2. Растворимость веществ – растворимые, малорастворимые и нерастворимые вещества. Зависимость растворимости: а) от природы растворенного вещества и растворителя; б) от температуры раствора. Теплота растворения.

4.3. Диффузия и осмос – диффузия, осмос, осмотическое давление, закон Вант-Гоффа для разбавленных растворов электролитов и неэлектролитов, изотонические, гипертонические и гипотонические растворы.

4.1. КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТВОРОВ

РАСТВОРОМ называется гомогенная система, состоящая из растворителя, растворенных веществ и продуктов их взаимодействия.

РАСТВОРИТЕЛЕМ считается тот компонент, который присутствует в растворе в большем количестве, а в чистом виде существует в том же агрегатном состоянии, что и полученный раствор.

КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТВОРОВ

В зависимости от *агрегатного состояния растворителя* растворы делятся на **ЖИДКИЕ, ТВЕРДЫЕ** и **ГАЗОВЫЕ**.

- **ЖИДКИЕ РАСТВОРЫ (растворитель – жидкость)**

Примеры: раствор соли в воде (твердое в жидкости),
раствор спирта в воде (жидкость в жидкости),
раствор кислорода в воде (газ в жидкости).

- **ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ (растворитель – твердое вещество)**

Примеры: металлический сплав (твердое в твердом),
кристаллы солей (жидкость в твердом),
водород в железе (газ в твердом).

- **ГАЗОВЫЕ РАСТВОРЫ (растворитель – газ)**

Примеры: пыль в воздухе (твердое в газе),
туман (жидкость в газе),
воздух (газ в газе) .

В зависимости от *размеров частиц растворенного вещества* растворы бывают **ИСТИННЫЕ** и **КОЛЛОИДНЫЕ**.

- **ИСТИННЫЕ РАСТВОРЫ** – это растворы с размером частиц растворенного вещества менее 1 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$), т.е. частицы существуют в виде ионов и молекул.

Примеры: водные растворы неорганических солей, кислот, щелочей (NaCl , H_2SO_4 , KOH и др.).

- **КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ** - это растворы с размером частиц растворенного вещества более 1 нм, т.е. частицы существуют в виде крупных молекулярных систем.

Примеры: раствор масла в воде, молоко, мыльная пена, туман, дым, речная вода.

Коллоидные растворы легко отличить от истинных, так как коллоидные частицы рассеивают свет. Если через коллоидный раствор пропустить луч света, то в растворе будет виден светлый конус. Это явление называется **эффектом Тиндаля**. Эффект Тиндаля не наблюдается в истинных растворах, так как размеры ионов и молекул меньше длины световой волны.

В зависимости от **количества растворенного вещества** растворы бывают **НАСЫЩЕННЫМИ**, **НЕНАСЫЩЕННЫМИ** и **ПЕРЕСЫЩЕННЫМИ**.

- **НАСЫЩЕННЫЙ РАСТВОР** – это раствор, содержащий максимально возможное количество растворенного вещества, которое может раствориться в данном объеме растворителя при данной температуре.
- **НЕНАСЫЩЕННЫЙ РАСТВОР** – это раствор, содержащий меньшее количество растворенного вещества, чем необходимо для насыщения раствора.

Ненасыщенные растворы бывают разбавленными и концентрированными.



Приготовить насыщенный водный раствор какой-либо соли очень просто. Надо нагреть воду до высокой температуры (но не до кипения), а затем растворять в этой горячей воде соль до тех пор, пока она не перестанет растворяться. Далее оставить полученный раствор охлаждаться до комнатной температуры. В охлажденном растворе избыток соли выпадет в осадок, а жидкость над осадком как раз и будет представлять собой насыщенный раствор.

- **ПЕРЕСЫЩЕННЫЙ РАСТВОР** – это раствор, содержащий большее количество растворенного вещества, чем необходимо для насыщения раствора.



Несмотря на то, что в пересыщенном растворе содержится больше растворенного вещества, чем может раствориться в данном объеме растворителя при данной температуре, осадка в растворе тем не менее нет. Растворенное вещество и растворитель при этом находятся в состоянии неустойчивого равновесия, которое очень легко нарушить. Если на такой раствор оказать механическое воздействие (например, потрясти емкость с раствором) или опустить туда кристаллик той же соли (бывает достаточно попадания простой пылинки), сразу начинается выпадение осадка. В этом случае пылинка, кристаллик соли и случайные флуктуации в растворе, вызванные встряхиванием, послужили центрами кристаллизации. Если растворенное вещество имеет кристаллическое строение, то при грамотном проведении процесса кристаллизации можно получить крупные кристаллы вещества правильной формы (монокристаллы). Если же пересыщенный раствор хранить в особых условиях (оберегая от внешнего воздействия), то он может оставаться неизменным довольно долго – месяцами и даже годами.

Растворы занимают промежуточное положение между **химическими соединениями** и **простыми механическими смесями**, а процесс растворения является **физико-химическим процессом**. Сходство с химическими соединениями растворам придает **од-**

нородность и *изменение количества теплоты* при их образовании. К обычным механическим смесям их приближает *непостоянство состава* и *сохранение свойств всех составляющих раствор компонентов*.

4.2. РАСТВОРИМОСТЬ ВЕЩЕСТВ

РАСТВОРИМОСТЬЮ называется способность вещества растворяться в том или ином растворителе.

Растворимость выражается числом граммов растворенного вещества, приходящихся на 1 кг растворителя в насыщенном растворе.

Любые вещества можно разделить на растворимые, малорастворимые и нерастворимые по отношению к данному растворителю. Так, например, для самого распространенного растворителя – воды – при н.у. ($t = 23-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) принята следующая классификация веществ по растворимости:

- **РАСТВОРИМЫЕ** – в 100 г воды растворяется более 10 г вещества.
- **МАЛОРАСТВОРИМЫЕ** – в 100 г воды растворяется менее 1 г вещества.
- **НЕРАСТВОРИМЫЕ** – в 100 г воды растворяется менее 0,1 г вещества.

Растворимость зависит от природы растворенного вещества и растворителя.

Неорганические вещества лучше растворяются в воде, а органические – в органических растворителях (ацетоне, толуоле, бензине, маслах и т.д.). Это объясняется тем, что молекулы воды полярны, также как и большинство неорганических веществ. Притягиваясь соответствующими полюсами к противоположно заряженным концам дипольной молекулы растворенного вещества, молекулы воды разрывают ее на ионы. Происходит растворение. Органические вещества наоборот – в большинстве своем неполярны. Попадая в воду, они не смачиваются ею (нет межмолекулярного взаимодействия) и образуют отдельную фазу (всплывают, оседают, дробятся на капли). Растворения не происходит. Если же органическое вещество попадает в органический растворитель, то процесс растворения протекает легко за счет простого смешивания однородных по природе веществ. Таким образом, *подобное растворяется в подобном*.

Растворимость зависит от температуры.

В большинстве случаев с повышением температуры растворимость увеличивается, т.к. процесс растворения часто сопровождается поглощением теплоты (необходима дополнительная энергия для разрушения кристаллической решетки веществ и разрыва межмолекулярных связей). Однако, есть вещества, растворимость которых не зависит от температуры (NaCl), или даже может увеличиваться при ее понижении (Na_2SO_4 , NH_4NO_3 , газы).

Количество теплоты, которое поглощается или выделяется при растворении 1 моля вещества, называется **ТЕПЛОТОЙ РАСТВОРЕНИЯ** данного вещества. Теплота растворения представляет собой тепловой эффект процесса растворения и обозначается также, как тепловой эффект химической реакции – Q или ΔH (кДж/моль).

4.3. ДИФФУЗИЯ И ОСМОС

ДИФФУЗИЯ - это самопроизвольный процесс переноса вещества в газах, жидкостях и твердых телах в результате теплового движения молекул. Диффузия приводит к равномерному распределению концентрации вещества по всему объему системы. **Скорость диф-**

фузии определяется количеством вещества, проходящим через единицу площади поверхности за единицу времени. Скорость диффузии возрастает по мере уменьшения вязкости среды и размеров частиц растворенного вещества.

ОСМОС – это переход растворителя из менее концентрированного раствора в более концентрированный.

Если два раствора разделены полупроницаемой мембраной (тонкой пленкой, проницаемой для растворителя и непроницаемой для растворенного вещества), то растворитель из более разбавленного раствора будет переходить в более концентрированный до тех пор, пока не установится равенство концентраций.

Осмотическим давлением называется то давление, которое нужно приложить к раствору для прекращения проникания в него растворителя.

Закон Вант-Гоффа для разбавленных растворов неэлектролитов:

$$P = C_M * R * T$$

P – осмотическое давление (Па или атм).

C_M – молярная концентрация раствора (моль/л).

R – универсальная газовая постоянная (8,31 Дж/(моль*К) или 0,082 л*атм/(град*моль)).

T – абсолютная температура (К).

Закон Вант-Гоффа для разбавленных растворов электролитов:

$$P = i * C_M * R * T$$

i – изотонический коэффициент. Показывает, во сколько раз осмотическое давление данного раствора больше «нормального» (теоретического). Он равен числу ионов, на которые распадается молекула электролита.

В живой природе встречаются *изотонические*, *гипертонические* и *гипотонические растворы*.

Изотонические растворы – это растворы с равным осмотическим давлением. Например, эритроцит находится в плазме крови. Жидкость внутри эритроцита отделена от жидкости снаружи эритроцита полупроницаемой мембраной. Если осмотическое давление внутри эритроцита будет равно осмотическому давлению плазмы крови, то никаких изменений происходить не будет.

Гипертонические растворы – это случай, когда осмотическое давление внешнего раствора выше, чем внутреннего. То есть внешний раствор является более концентрированным. Например, осмотическое давление плазмы крови выше, чем осмотическое давление внутри эритроцита. При этом растворитель будет переходить из внутреннего раствора – более разбавленного – во внешний (*экзосмос*). Растворитель из эритроцита будет выходить в плазму крови. Эритроцит сжимается (*плазмолиз*).

Гипотонические растворы – это случай, когда осмотическое давление внешнего раствора ниже, чем внутреннего. То есть внешний раствор менее концентрированный. Например, осмотическое давление плазмы крови ниже, чем осмотическое давление внутри эритроцита. При этом растворитель будет переходить из внешнего раствора во внутренний (*эндоосмос*). Растворитель из плазмы крови будет проникать в эритроцит. Эритроцит набухает и разрывается (*гемолиз*).