

РАСТВОРЫ

(Часть I)

ଓଡ଼ିଆ ଓଡ଼ିଆ ଓଡ଼ିଆ
ଓଡ଼ିଆ

ПЛАН

1. *Общая характеристика растворов.*
2. *Растворимость веществ.*
3. *Способы выражения концентрации растворов.*
4. *Кипение и замерзание растворов.*



1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА 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, H₂SO₄, 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 *однородность* и *изменение количества теплоты* при их образовании. К обычным механическим смесям их приближает *непостоянство состава* и *сохранение свойств всех* составляющих раствор *компонентов*.

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 (аcetone, 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).

3. СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ

Содержание вещества в растворе может быть выражено несколькими способами. Величина, показывающая, какое количество растворенного вещества содержится в единице объема или массы раствора (растворителя) называется концентрацией данного вещества в растворе. Существует несколько наиболее часто используемых концентраций.

✓ ПРОЦЕНТНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ (C) (МАССОВАЯ ДОЛЯ (ω))

Данная концентрация показывает, сколько граммов растворенного вещества содержится в 100 граммах раствора.
Размерность - % или доли единицы

✓ МОЛЬНАЯ ДОЛЯ (N_i)

Это отношение количества вещества одного из компонентов раствора к сумме количеств веществ всех компонентов раствора.
Безразмерная величина

✓ МОЛЯРНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ (C_M) (МОЛЯРНОСТЬ)

Молярная концентрация показывает, сколько молей растворенного вещества содержится в 1 литре раствора.
Размерность – моль/л

✓ **МОЛЯЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ (C_m)**
(МОЛЯЛЬНОСТЬ)

Моляльная концентрация показывает, сколько молей растворенного вещества содержится в 1 кг чистого растворителя.

Размерность – моль/кг

✓ **НОРМАЛЬНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ (C_n)**
(НОРМАЛЬНОСТЬ, ЭКВИВАЛЕНТНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ)

Нормальная концентрация показывает, сколько эквивалентов (эквивалентных масс) растворенного вещества содержится в 1 литре раствора.

Размерность – экв/л

✓ **ТИТР (T)**

Титр показывает, сколько граммов растворенного вещества содержится в 1 мл раствора.

Размерность – г/мл

4. КИПЕНИЕ И ЗАМЕРЗАНИЕ РАСТВОРОВ

Растворы кипят при более высоких, а замерзают при более низких температурах, чем чистые растворители.

Закон Рауля

Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания раствора по сравнению с чистым растворителем пропорционально концентрации раствора.

Кипение

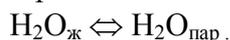
$$\Delta t_{\text{кип}} = K_3 * C_m$$

$\Delta t_{\text{кип}}$ – повышение температуры кипения раствора по сравнению с чистым растворителем.

K_3 – эбуллиоскопическая постоянная растворителя.

C_m – моляльная концентрация раствора.

Любая жидкость начинает кипеть при той температуре, при которой давление ее насыщенного пара достигает величины внешнего давления. Например, чистая вода под давлением, равным одной атмосфере, кипит при 100 °С потому, что именно при этой температуре давление водяного пара над жидкой фазой становится равным одной атмосфере. При этом устанавливается равновесие:



Если в воде растворить какое-либо вещество, то определенная часть молекул жидкой фазы образует водородные связи с растворенным веществом. Теперь при температуре, равной 100 °С, в паровую фазу попадет меньшее количество молекул воды, так как свободных молекул воды в жидкой фазе стало меньше. В результате для того, чтобы давление пара над раствором стало равным атмосферному, потребуется повышение температуры, которое приведет к разрыву связей между растворителем и растворенным веществом и высвобождению нужного количества молекул растворителя. Соответственно, чем больше концентрация растворенного вещества, тем значительнее будет повышение температуры кипения раствора по сравнению с чистым растворителем.

Замерзание

$$\Delta t_{\text{зам}} = K_k * C_m$$

$\Delta t_{\text{зам}}$ – понижение температуры замерзания раствора по сравнению с чистым растворителем.

K_k – криоскопическая постоянная растворителя.

C_m – моляльная концентрация раствора.

Любая жидкость кристаллизуется (замерзает) при определенном давлении пара над жидкой фазой. При этом устанавливается равновесие между жидкой и паровой фазами. Например, для воды – $\text{H}_2\text{O}_{\text{ж}} \Leftrightarrow \text{H}_2\text{O}_{\text{пар}}$. С понижением температуры молекулы растворителя из паровой фазы постепенно возвращаются в жидкую. Но, если в жидкой фазе присутствует растворенное вещество, то часть молекул растворителя связывается в растворенным веществом вместо того, чтобы пополнять жидкую фазу. Таким образом, для достижения необходимого в момент кристаллизации равновесия между жидкой и паровой фазами, требуется дополнительное понижение температуры.