

Блок 3. Растворение твёрдых веществ

Процесс растворения твёрдого вещества

Растворение начинается с поверхности вещества. Тепловое движение частиц растворителя (молекул воды) расшатывает кристаллическую решётку, выбивает из неё частицы вещества, которые отрываются и переходят в раствор.

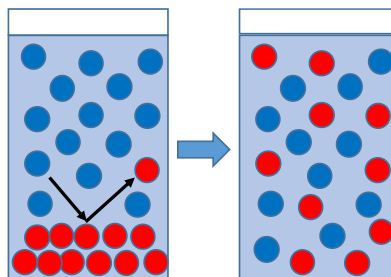


Схема растворения твёрдого вещества (красные шарики – частицы вещества) в воде (синие шарики – молекулы воды)

Если вещество состоит из ионов (как, например, поваренная соль и другие соли), то взаимодействие с водой усиливается за счёт притяжения заряженных частиц к молекулам воды: молекулы воды буквально вытаскивают ионы в раствор.

У поверхности скапливается много растворённых частиц, и они за счёт теплового движения начинают постепенно мигрировать туда, где их меньше (происходит диффузия). Диффузия при комнатной температуре обычно идёт медленно, и избыток частиц у поверхности сохраняется. Если перемешать раствор, то растворённые частицы распределяются равномерно по всему объёму раствора.

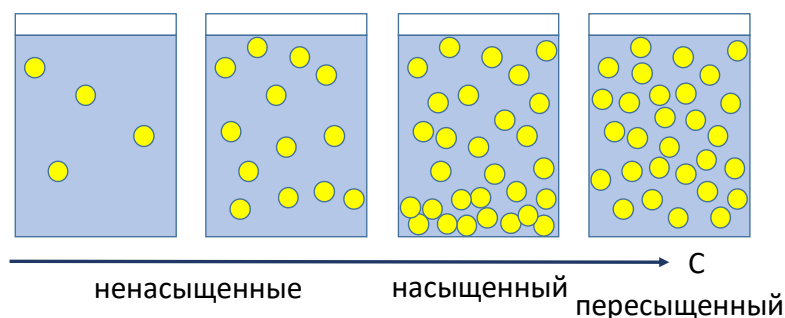
Растворы и растворимость

Если сыпать сахар в чай, одну ложку за другой, в какой-то момент он перестанет растворяться. В этот момент образуется **насыщенный раствор**, в нём растворённое вещество находится в равновесии с твёрдым. Частиц в насыщенном растворе столько, что они подходят слишком близко друг к другу, и их взаимное притяжение уравнивает стремление молекул воды «расташить» кристаллы сахара.

Концентрацию вещества в насыщенном растворе называют **растворимостью**. Если концентрация вещества меньше, чем растворимость, раствор будет **ненасыщенным**. Если концентрация достигает растворимости и раствор становится насыщенным, вещество обычно кристаллизуется.

Почему «обычно»? Потому что при определённых условиях концентрация вещества в реальном растворе может оказаться больше растворимости. Это неустойчивое состояние будет **пересыщенным** раствором. Пересыщенные растворы существуют, когда что-то препятствует образованию центров кристаллизации. В них много вещества – больше, чем должно помещаться, – но нет той неоднородности, на которой мог бы начать расти кристалл.

Из некоторых веществ легко получить пересыщенные растворы – например, из ацетата натрия или тиосульфата натрия. Сахарный сироп, приготовленный при нагревании и аккуратно охлаждённый, тоже является пересыщенным раствором. При внешнем воздействии, приводящем к появлению центров кристаллизации, из пересыщенных растворов выделяется избыток вещества. Например, варенье внезапно засахаривается: из сиропа выпадают сахарные кристаллы.



Слева направо: концентрация вещества в растворе (C) увеличивается до тех пор, пока он не станет насыщенным. Справа схематически изображен пересыщенный раствор: в нём много частиц, но они не объединяются в кристаллы из-за отсутствия центров кристаллизации

Классификация веществ по растворимости:

- хорошо растворимые вещества: в 100 г воды при комнатной температуре растворяется более 10 г вещества. Хорошо растворимы, например, поваренная соль, сода, сахар.

- малорастворимые вещества: их растворимость между 1 г на 100 г воды и 10 г на 100 г воды. Например, сульфат кальция (в кристаллическом виде представляющий собой гипс).

- нерастворимые вещества: их растворимость менее 1 г на 100 г воды. Например, карбонат кальция (известный как основной компонент мела, мрамора, известняка, жемчуга, яичной скорлупы и т.д.).

Термин "нерастворимые вещества" неудачен. Не существует веществ, совершенно нерастворимых. Правильнее было бы называть такие вещества плохо растворимыми.

Концентрации растворов

Концентрация – содержание вещества в определённом количестве смеси или раствора.

Обычно пользуются теми единицами концентрации, которые удобны в данном случае. Растворимость (концентрацию насыщенного раствора) чаще всего выражают как **содержание вещества на 100 г растворителя**:

$$S = \frac{m_{\text{вещества}}}{m_{\text{растворителя}}} \cdot 100.$$

Мы уже пользовались этим выражением. Но можно измерять концентрацию, в том числе и растворимость вещества, и в других единицах. Например, широко используется **массовая доля**:

$$\omega = \frac{m_{\text{вещества}}}{m_{\text{раствора}}}.$$

Массовую долю, выраженную в процентах, часто называют процентной концентрацией. Чтобы перевести массовую долю в процентную концентрацию, надо просто умножить ее значение на 100%.

Если растворённое вещество только одно, то массовую долю можно рассчитать как

$$\omega = \frac{m_{\text{вещества}}}{m_{\text{вещества}} + m_{\text{растворителя}}}.$$

Растворы с высокой концентрацией вещества называют **концентрированными**. Например, концентрированная серная кислота имеет процентную концентрацию 98%, концентрированная соляная кислота – 37%.

Разбавленные растворы – растворы с низкой концентрацией. Так, 10%-ный раствор серной кислоты – разбавленный раствор. Разбавленным является физиологический раствор – 0,9%-ный раствор поваренной соли.