

Лекция 1.

Введение в химию
Коллигативные свойства
РАСТВОРОВ

АСЛАНУКОВА Майя Муратовна

1. Общие свойства растворов. Свойства разбавленных растворов.

Растворы – это гомогенные системы, состоящие из двух или более компонентов.

Компоненты раствора

растворитель

среда



Растворенное
вещество

вещество, равномерно
распределяемое в растворителе
в виде молекул и ионов



**Важной характеристикой
любого раствора является его
состав, который выражается
концентрацией**

Концентрация - количество растворенного вещества, сосредоточенное в определенной массе или объеме раствора или растворителя.

Концентрация определяет количественный состав раствора.

Способы выражения концентрации растворов

1. **Массовая доля ω** - это отношение массы растворенного вещества к общей массе раствора:

$$\omega = \frac{m_{\text{в}}}{m} \cdot 100\%$$

где $m_{\text{в}}$ – масса растворенного вещества, г;
 m – масса раствора, г.

2. **Молярная концентрация (молярность $C_{\text{м}}$)**, моль/л. Она представляет собой отношение количества растворенного вещества к объему раствора:

$$C_{\text{м}} = \frac{n}{V}$$

где n – число моль растворенного вещества, моль;
 V – объем раствора, л.

Пример: если дано 0,1М, то это значит, что $C_{\text{м}} = 0,1$ моль/л.

3. **Молярная концентрация эквивалентов вещества (нормальность $C_{\text{э}}$)** равна отношению количества эквивалентов вещества к объему раствора в литрах.

Измеряется в моль/л.

$$C_{\text{э}} = \frac{n_{\text{э}}}{V}$$

где $n_{\text{э}}$ – количество эквивалентов вещества, моль;
 V – объем раствора, л.

Пример: если дано 0,1н., то это значит, что $C_{\text{э}} = 0,1$ моль/л.

Затрачиваемые на реакцию объемы растворов обратно пропорциональны их нормальностям:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{C_{\text{э}2}}{C_{\text{э}1}} \quad \text{или} \quad V_1 \cdot C_{\text{э}1} = V_2 \cdot C_{\text{э}2}$$

Эквивалент- это такая реальная или условная частица вещества X, которая в данной кислотно-основной реакции эквивалентна одному иону водорода или в данной окислительно-восстановительной реакции одному электрону.

Количеством моль эквивалента называют количество вещества, которое реагирует с 1 моль атомов водорода или содержит 1 моль атомов H. Молярной массой эквивалента называют массу 1 моль эквивалента этого вещества.

4. Моляльная концентрация -

**МОЛЯЛЬНОСТЬ- КОЛИЧЕСТВО
МОЛЕЙ РАСТВОРЕННОГО
Вещества в 1 кг растворителя**

—

$$C_m = n(\text{в-ва})/m(\text{кг, р-ля})$$

Растворимость твердых веществ, жидкостей и газов в жидкостях

Растворимость – свойство вещества растворяться в воде или в другом растворителе.

Вещества

Хорошо растворимые
в воде

В 100 г воды при 20 °С
растворяется более
10г вещества



Малорастворимые в
воде

В 100 г воды при 20 °С
растворяется менее 1г
вещества



Практически
нерастворимые в
воде

В 100 г воды при 20 °С
растворяется менее
0,1г вещества



Растворы

насыщенные

Раствор, в котором данное вещество при данной температуре больше не растворяется, т.е. **раствор, находящийся в равновесии с растворимым веществом**

Насыщенный раствор содержит максимально возможное (для данных условий) количество растворенного вещества.

Концентрация насыщенного раствора (растворимость) для данно-го вещества при строго определенных условиях (температура, растворитель) - **величина постоянная.**

ненасыщенные

раствор, в котором еще можно растворить добавочное количество данного вещества



Растворимость твердых веществ, как правило, увеличивается с возрастанием температуры (кроме $\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Растворимость жидкостей также возрастает с возрастанием температуры. Некоторые жидкости смешиваются в любых соотношениях

Растворимость газов, наоборот, уменьшается с увеличением температуры, т.к. сопровождается выделением теплоты. Растворимость газов при постоянной температуре также зависит от давления.

Закон Генри – Дальтона : *При постоянной температуре растворимость газа пропорциональна его парциальному давлению.*

$$C_{\text{ж}} = kP_{\text{п}}$$

Парциальным называется давление, создаваемое отдельным газом в смеси, т.е. - доля давления компонента от общего давления газовой смеси: $P_{\text{п}} = p_i / p_{\text{общ.}}$

Закон Генри-Дальтона имеет биологическое значение. Уменьшение растворимости газов в крови при понижении давления – проявление кессонной болезни у водолазов- вызывается резким уменьшением давления в легких при резком поднятии водолазов и, вследствие этого, уменьшением растворимости кислорода в плазме крови, что приводит к выделению части кислорода из легких в виде пузырьков, которые могут закупорить мелкие сосуды в различных органах и тканях.

Коллигативные (общие) свойства растворов.

К общим свойствам растворов (зависят только от концентрации , но практически не зависят от природы растворенных веществ) относятся: *понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором, понижение температуры замерзания, повышение температуры кипения, диффузия, осмос и осмотическое давление.*

Понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором

*Пар, находящийся в равновесии с жидкостью, называют **насыщенным**. Его давление – давлением насыщенного пара чистого растворителя.*

Каждой жидкости присуще определенное давление насыщенного пара, находящегося в равновесии с жидкостью. Давление насыщенного пара жидкости при данной температуре является постоянной величиной. С увеличением температуры давление насыщенного пара увеличивается.

Жидкость закипает, когда давление ее пара достигает внешнего атмосферного давления.

Если в жидкости растворить некоторое количество нелетучего вещества, то давление насыщенного пара понижается. Это объясняется тем, что молекулы растворенного вещества, которые оказываются на поверхности жидкости, препятствуют улетучиванию молекул растворителя. В результате – **давление пара над раствором всегда меньше, чем над чистым растворителем.**

Закон Рауля: *Понижение давления насыщенного пара растворителя пропорционально мольной доле растворенного вещества.*

$$(P_0 - P) : P_0 = n : (n+n_0)$$

где P_0 – давление пара чистого растворителя, P – давление пара раствора, n_0 – количество молей растворителя, n – раств. в-ва.

Относительное понижение давления пара для данного раствора не зависит от природы растворенного вещества и растворителя, а также от температуры, а зависит лишь от концентрации раствора. Закон Рауля точно соблюдается только для идеальных растворов и приближенно для сильно разбавленных.

Из закона Рауля вытекает два следствия.

Первое следствие: *Температура кипения раствора выше температуры кипения чистого растворителя.*

Повышение температуры кипения $\Delta T_{\text{кип}}$ пропорционально моляльности раствора C_m .

$$\Delta T_{\text{кип}} = K_{\text{э}} \cdot C_m = (K_{\text{э}} \cdot m \cdot 1000) / M \cdot m_1$$

Отсюда $M_{\text{в-ва}} = (K_{\text{э}} \cdot m \cdot 1000) / \Delta T_{\text{кип}} \cdot m_1$,
где $K_{\text{э}}$ - эбуллиоскопическая константа растворителя, m – масса растворенного вещества, M - молярная масса растворенного вещества, m_1 – масса растворителя.

Второе следствие: *Температура замерзания раствора ниже, чем температура замерзания чистого растворителя.*

$$\Delta T_{\text{зам.}} = K_{\text{кр.}} \cdot C_m = (K_{\text{кр.}} \cdot m \cdot 1000) / M \cdot m_1$$

$K_{\text{кр.}}$ - криоскопическая постоянная растворителя.

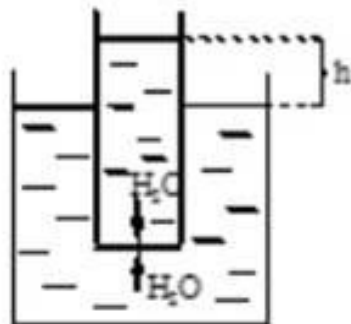
Коэффициент $K_{\text{кр.}}$ представляет собой величину, характерную для данного растворителя, и показывает понижение температуры замерзания, вызываемое растворением 1 моль вещества неэлектролита в 1 кг этого растворителя. Криоскопическая постоянная, также как и эбуллиоскопическая, не зависит от природы растворенного вещества, а зависит только от природы растворителя.

Численные значения криоскопических и эбуллиоскопических постоянных растворителей приведены в справочниках.

С помощью закона Рауля и следствий из него можно легко определить молярную массу (M) растворенного вещества, измеряя понижение температуры замерзания или повышение температуры кипения раствора.

Свойства разбавленных растворов

Осмотическое давление



Если в сосуд, дно которого является полупроницаемым, налить раствор сахара и погрузить его в сосуд с чистой водой, то через перегородку будут проходить только молекулы воды в обе стороны, но скорость прохождения будет неодинакова. Из наружного сосуда во внутренний сосуд вода будет выходить с большей скоростью, чем в обратном направлении. Это можно объяснить более высокой концентрацией молекул воды в единицу объема в наружном сосуде, а также гидратацией молекул сахара, что связывает молекулы воды и ограничивает их передвижение.

Преимущественная односторонняя диффузия растворителя в раствор через полупроницаемую перегородку **называется осмосом**.

Количественно осмос характеризуется **осмотическим давлением**, под которым понимают силу (на единицу площади), которая заставляет растворитель переходить через полупроницаемую перегородку в раствор.

Мерой осмотического давления может служить гидростатическое давление столба жидкости h , т.е. давление, которое необходимо приложить к раствору, чтобы прекратился осмос.

Осмотическое давление зависит от концентрации растворенного вещества и от температуры:

$$P_{\text{осм}} = C \cdot R \cdot T,$$

где $P_{\text{осм}}$ – осмотическое давление, кПа;
 R – универсальная газовая постоянная;
 T – абсолютная температура, К°;
 C – молярная концентрация, моль/л.

Закон Вант-Гоффа

осмотическое давление раствора равно тому давлению, которое оказывало бы растворенное вещество, если бы находилось в газообразном состоянии при той же температуре, занимая тот же объем, который занимает раствор

Из математического выражения закона Вант-Гоффа следует, что растворы различных веществ, имеющую одинаковую молярную концентрацию, производят при одной и той же температуре одинаковое осмотическое давление. Такие растворы называются *изотоническими*.

Осмоз имеет большое значение в биологических системах. Он обуславливает поступление воды в клетки и межклеточные структуры. Осмотическое давление в клетках обуславливает их своеобразную упругость (тургор) и эластичность.

Кровь, лимфа, а также любые тканевые жидкости человека и животных представляют собой водные растворы молекул и ионов многих веществ - органических и минеральных.

Эти растворы обладают определенным осмотическим давлением.

Например, осмотическое давление крови при 37°C 740- 780 кПа.

Такое же давление имеет **0,85% раствор хлорида натрия**, который является по отношению к крови **ИЗОТОНИЧНЫМ**. Изотоническим по отношению к плазме крови является также **4,5 - 5,0% раствор ГЛЮКОЗЫ**.

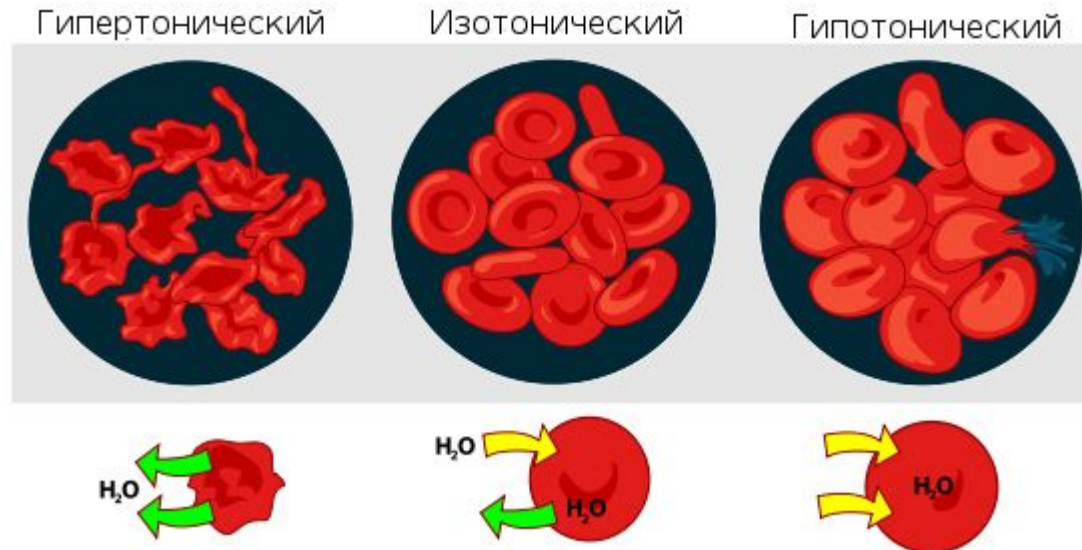
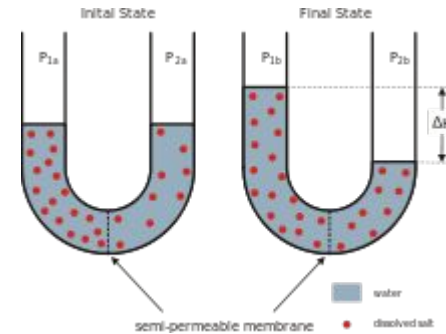
Если два раствора имеют
различное осмотическое давление,
то раствор с большим осмотическим
давлением является
гипертоническим по отношению ко
второму, а второй – гипотоническим
по отношению к первому.

При помещении клеток в изотонический раствор клетки сохраняют свой размер и нормально функционируют.

При помещении клеток в гипотонический раствор вода из менее концентрированного внешнего раствора переходит внутрь клеток, что приводит к их набуханию, а затем к разрыву оболочек и вытеканию клеточного содержимого

ОСМОС

Самопроизвольный переход растворителя через полупроницаемую мембрану, разделяющую раствор и растворитель или два раствора с различной концентрацией растворенного вещества, называется осмосом.



При помещении клеток в гипертонический раствор, вода из клеток уходит в более концентрированный раствор и наблюдается сморщивание клеток (**плазмолиз**). При внутривенном введении больному гипертонического по отношению к плазме крови раствора происходит **«осмотический конфликт»** - обезвоживание и сморщивание клеток вследствие **экзосмоса**.

Такое разрушение клеток называется *лизисом*. В случае эритроцитов этот процесс называют **гемолизом**. При внутривенном введении больному гипотонического раствора происходит *осмотический* «шок»- разрушение клеток вследствие **эндосмоса**.

Рассол и сироп являются гипертоническими растворами, используемыми при консервировании продуктов для плазмолиза микроорганизмов.

Биологические жидкости человека – кровь, лимфа, тканевые жидкости – представляют собой водные растворы солей – хлоридов натрия, калия и кальция, а также высокомолекулярных соединений – белков, полисахаридов, нуклеиновых кислот и др. Их суммарным действием определяется осмотическое давление биологических жидкостей.

Для учета осмотических свойств сложных многокомпонентных систем, как плазма крови, было введено понятие **осмомолярной** (осмомолярность) или **осмомоляльной** (осмомоляльность) концентраций. Разница между ними незначительна, вследствие относительной разбавленности биологических растворов.

Осмолярность – количество всех активных частиц, содержащихся в 1 л раствора, независимо от их формы, размера и природы.

$$C_{\text{осм}} = i C(X)$$

Осмолярность плазмы крови = 0,29 -0,31 осмоль/л.

В организме человека и высокоорганизованных животных имеет место осмотический гомеостаз (наряду с другими физико-химическими показателями); даже при тяжелых патологиях колебания осмотического давления не превышают нескольких десятков кПа.