

# РАСТВОРЫ

**Раствор** – гомогенная система, состоящая из двух или более компонентов, состав которой может непрерывно изменяться в некоторых пределах без скачкообразного изменения её свойств

*Растворы делят на:*

- твердые (сплавы, полупроводники, керамика, ферриты)
- жидкие (соль, кислота, щелочь в воде)
- газообразные (газовые смеси)

# РАСТВОРЫ

*Состоят из:*

- **растворителя** (компонент, присутствующий в растворе в преобладающем количестве или кристаллизующийся первым при охлаждении раствора)
- **растворенного вещества** (или нескольких)

# РАСТВОРЫ

Состав растворов описывается с помощью **концентрации**

- *Молярная концентрация  $C$*  – число молей растворенного вещества в одном литре раствора.
- *Нормальная концентрация  $N$*  – число молей эквивалентов растворенного вещества в одном литре раствора.
- *Моляльная концентрация  $m$*  – число молей растворенного вещества в одном килограмме растворителя.
- *Процентная концентрация  $\omega$*  – число граммов растворенного вещества в 100 граммах раствора.

# РАСТВОРЫ

Образование растворов - сложный физико-химический процесс

Сопровождается:

- увеличением энтропии ( $S$ ) системы;
- имеется тепловой эффект ( $\Delta H$ ).

Теория растворов должна объяснять все эти явления.

Исторически сложились два подхода к образованию растворов:

- физическая теория, основы которой были заложены в XIX веке,
- химическая, основоположником которой был Д.И. Менделеев.

# РАСТВОРЫ

*Физическая теория растворов*

процесс растворения - распределение частиц растворенного вещества между частицами растворителя, при отсутствии какого-либо взаимодействия между ними.

*Движущая сила* - увеличение энтропии системы  $\Delta S$

Отсутствие тепловых и объемных эффектов  
( $\Delta H = 0$ ,  $\Delta V = 0$ )

# РАСТВОРЫ

## *Химическая теория*

процесс растворения - образование смеси неустойчивых химических соединений переменного состава.

Сопровождается тепловым эффектом  $\Delta H$  и изменением объема системы (контракцией)  $\Delta V$

# РАСТВОРЫ

## *Современная теория*

При растворении - изменение свойств растворителя и растворенного вещества, что обусловлено взаимодействием частиц между собой по различным типам взаимодействия:

- Ван-дер-Ваальсового (во всех случаях),
- ион-дипольного (в растворах электролитов в полярных растворителях),
- специфических взаимодействий (образование водородных или донорно-акцепторных связей).

Чем больше концентрация раствора, тем интенсивнее взаимодействие частиц, тем сложнее структура раствора.

# РАСТВОРЫ

## *Современная теория*

Процесс растворения – взаимодействие частиц разной полярности

Полярность молекул – неравномерное распределение электрических зарядов в одной молекуле

Полярность характеризуется электрическим моментом диполя

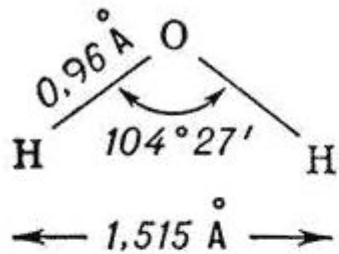
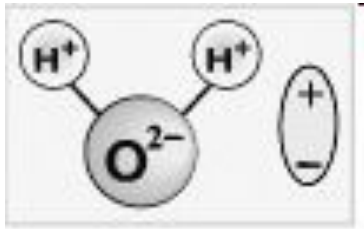
$$\mu = q \cdot l$$

$q$  – заряд

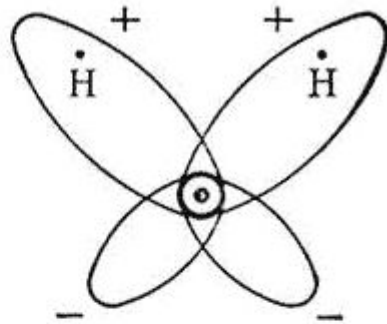
$l$  – расстояние между центрами зарядов



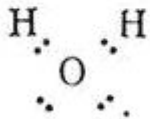
# РАСТВОРЫ



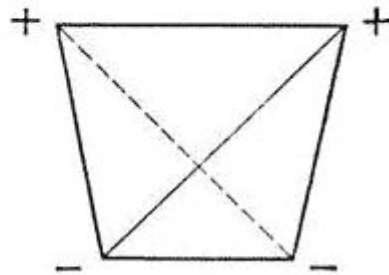
а



б



в



г

Строение молекулы воды

Наибольшим моментом  
диполя обладает вода  
 $\mu=0,610 \cdot 10^{-29}$  Кл·м

Поэтому является очень  
хорошим полярным  
растворителем

# РАСТВОРЫ

## Растворимость газов в газах

Газообразное состояние характеризуется слабым взаимодействием между частицами и большими расстояниями между ними.

Газы смешиваются в любых соотношениях.

Газовые смеси описываются законом Дальтона:

*Общее давление газовой смеси равно сумме парциальных давлений всех входящих в неё газов.*

$$P_{\text{общ}} = \sum P_i = \frac{RT}{V} \sum \nu_i$$

# РАСТВОРЫ

## Растворимость газов в жидкостях

Зависит от:

- природы газа и жидкости,
- давления,
- температуры,
- концентрации растворенных в жидкости веществ

Зависимость растворимости газов от давления выражается законом Генри – Дальтона:

*Растворимость газа в жидкости прямо пропорциональна его давлению над жидкостью.*

$$C = kP$$

**C** – концентрация раствора газа в жидкости,

**k** – коэффициент пропорциональности, зависящий от природы газа.

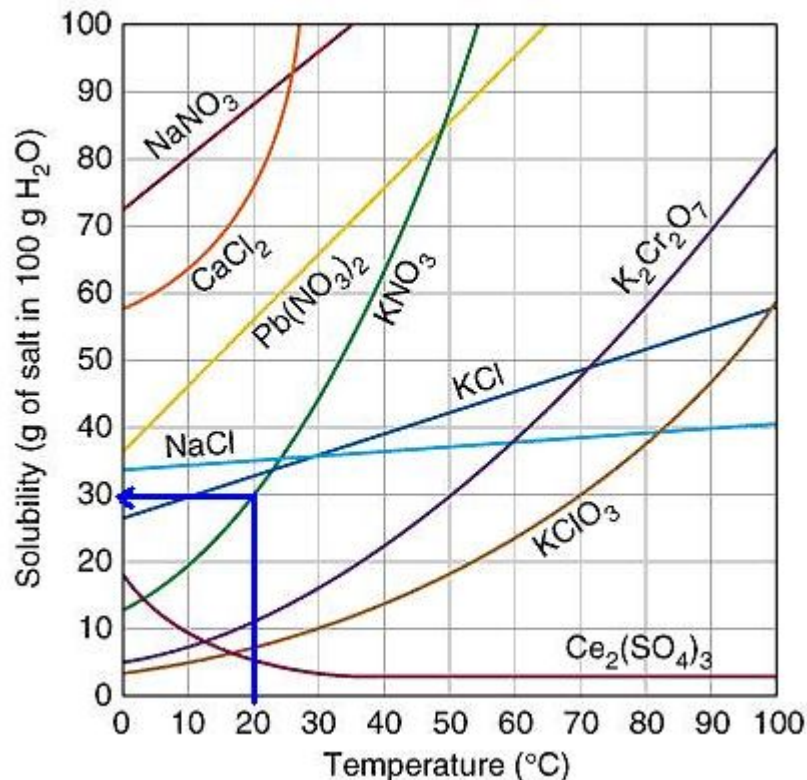
Закон Генри – Дальтона справедлив только для разбавленных растворов при малых давлениях, когда газы можно считать идеальными.

# РАСТВОРЫ

## Растворимость твердых веществ в жидкостях

Зависит от:

- природы веществ
- температуры

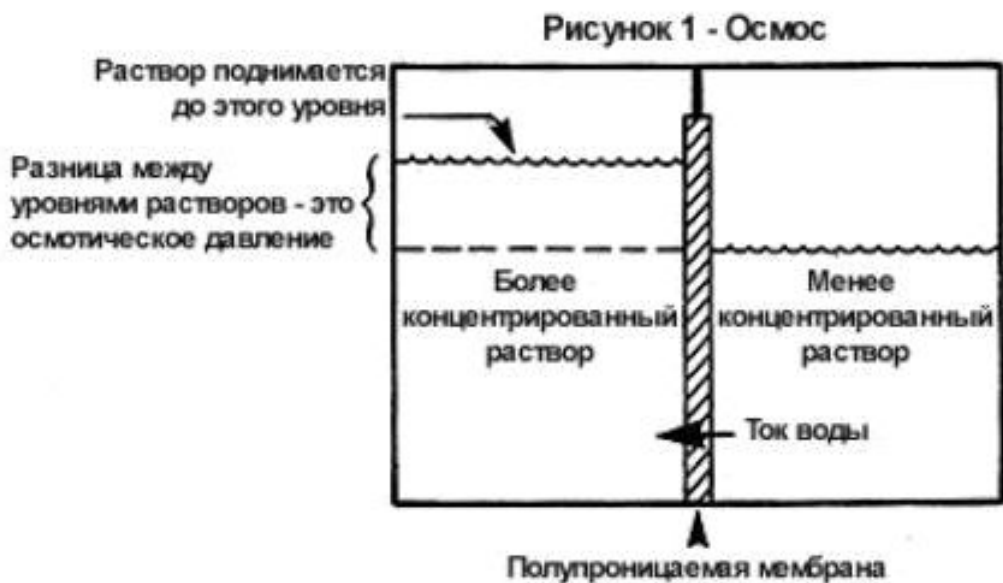


- Принцип "подобное в подобном": полярные растворители хорошо растворяют полярные вещества и плохо – неполярные, и наоборот.

Кривые растворимости некоторых солей в воде.

# РАСТВОРЫ

## КОЛЛИГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ



### Осмос

В 1748 году А.Нолле обнаружил явление перехода растворителя через мембрану из менее концентрированного раствора в более концентрированный

# РАСТВОРЫ

## КОЛЛИГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ

### Осмотическое давление разбавленных растворов

Осмотическое давление  $\pi$  - давление, которое необходимо приложить к раствору, чтобы предотвратить перемещение растворителя в раствор через мембрану, разделяющую раствор и чистый растворитель

Осмотическое давление идеальных растворов линейно зависит от температуры и молярной концентрации раствора:

$$\pi = CRT$$

*Принцип Вант-Гоффа:* осмотическое давление идеального раствора равно тому давлению, которое оказывало бы растворенное вещество, если бы оно, находясь в газообразном состоянии при той же температуре, занимало бы тот же объем, который занимает раствор.

# РАСТВОРЫ

## Значение осмоса

- Важную роль во многих биологических процессах при клеточных мембранах
- Участвует в переносе питательных веществ
- Используют при определении молярных характеристик полимеров, концентрировании растворов, исследовании разнообразных биологических структур
- В промышленности при получении некоторых полимерных материалов, очистке высоко-минерализованной воды методом «обратного» осмоса жидкостей

# РАСТВОРЫ

Первый закон Рауля:

*Парциальное давление насыщенного пара компонента раствора прямо пропорционально его мольной доле в растворе, причем коэффициент пропорциональности равен давлению насыщенного пара над чистым компонентом.*

$$P_i = P_i^{\circ} X_i$$

*Относительное понижение давления пара растворителя над раствором равно мольной доле растворенного вещества и не зависит от природы растворенного вещества.*

$$\frac{(P_A^{\circ} - P_A)}{P_A^{\circ}} = X_B$$



# РАСТВОРЫ

## Температура кристаллизации разбавленных растворов

Температура начала кристаллизации - начало выделения кристаллов растворителя, при этом температура раствора понижается

$$\Delta T_{\text{зам}} = T^{\circ}_{\text{зам}} - T_{\text{зам}}$$

*Второй закон Рауля:*

$$\Delta T_{\text{зам}} = Km$$

Коэффициент пропорциональности **K** – криоскопическая постоянная растворителя – определяется природой растворителя

# РАСТВОРЫ

*Температура кипения растворов нелетучего вещества всегда выше, чем температура кипения чистого растворителя при том же давлении.*

Любая жидкость – растворитель или раствор – кипит при той температуре, при которой давление насыщенного пара становится равным внешнему давлению.

Повышение температуры кипения растворов нелетучих веществ пропорционально понижению давления насыщенного пара и, следовательно, прямо пропорционально моляльной концентрации раствора.

$$\Delta T_{\text{к}} = Em$$

Коэффициент пропорциональности **E** - эбуллиоскопическая постоянная растворителя, не зависящая от природы растворенного вещества.

# РАСТВОРЫ

Т.о., второй закон Рауля можно в наиболее общем виде сформулировать следующим образом:

*Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения разбавленного раствора нелетучего вещества прямо пропорционально моляльной концентрации раствора и не зависит от природы растворенного вещества.*

закон справедлив только для бесконечно разбавленных растворов.