

Лекция 4

Растворы

***Раствор** — однофазная система переменного состава, состоящая из 2 или более компонентов.*

Раствор состоит из *растворенного вещества* и *растворителя*.

Растворителем считают тот компонент, агрегатное состояние которого не изменяется при образовании раствора.

Если агрегатное состояние компонентов совпадает, то *растворителем* считается компонент, находящийся в большем количестве.

В зависимости от агрегатного состояния растворителя растворы бывают:

- ***газовые*** (воздух –растворенные друг в друге азот, кислород, водород, углекислый, инертные и др. газы);
- ***жидкие***;
- ***твердые*** (сплавы металлов).

Вода — бесцветная, прозрачна жидкость, может существовать в 3 агрегатных состояниях — жидком, твердом (лед) и газообразном (пар).

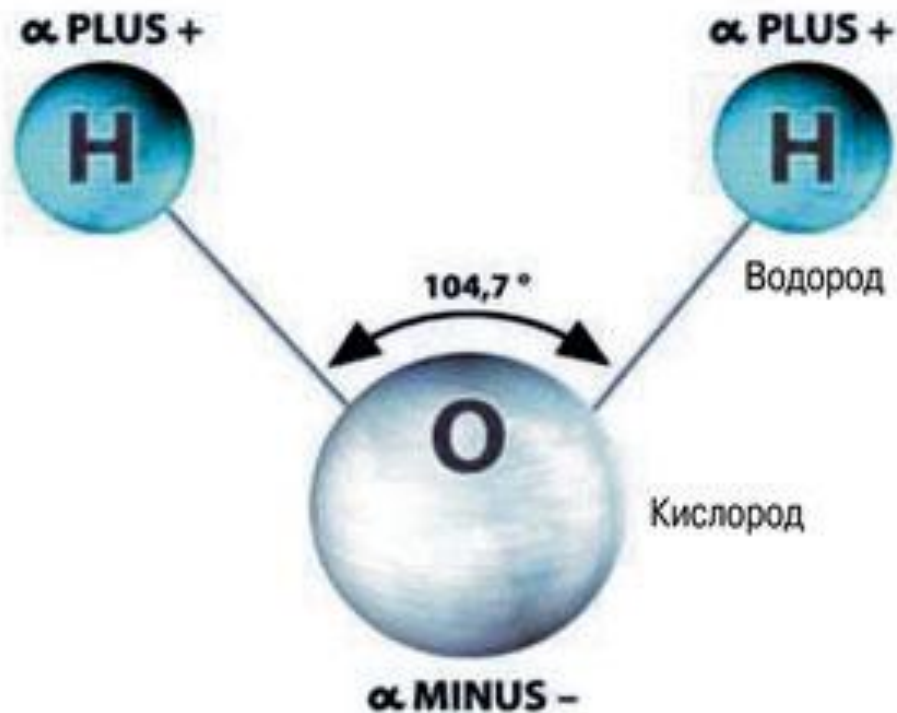
Плотность воды при переходе от жидкого состояния к твердому ***уменьшается***, максимальная плотность наблюдается при ***4*** ***°C***, когда вода находится в жидком состоянии (***$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$***).

Кристаллизация воды сопровождается *увеличением объема.*

Кристаллы воды образуют *решетку молекулярного типа.*

Слабый электролит.

Сравнительно высокая температура кипения (*100 °C*) объясняется сильным межмолекулярным взаимодействием, вызванным *водородными связями.*



Молекула воды - равнобедренный треугольник, образованный ядрами атомов ***водорода*** и ***кислорода***.

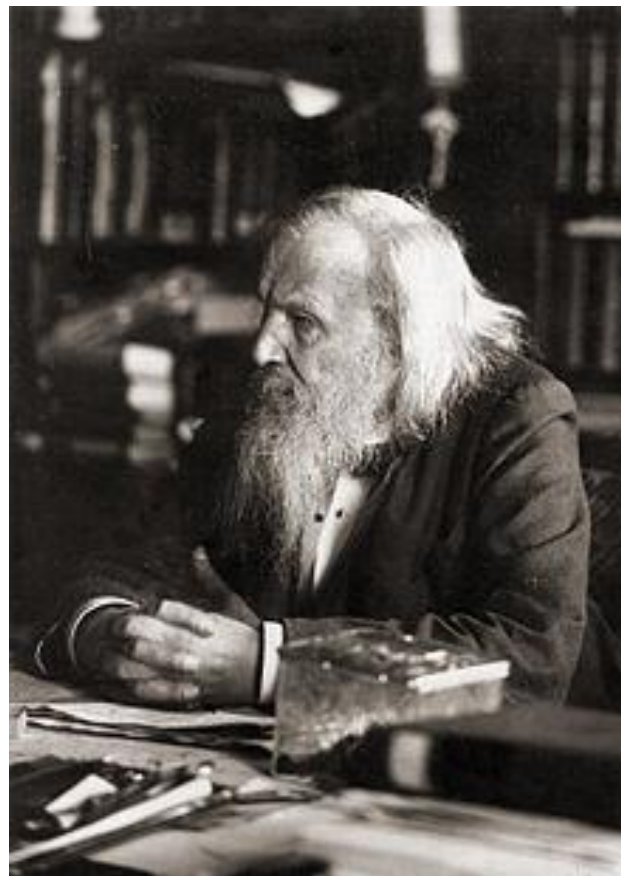
Связь ковалентная полярная, что приводит к асимметрии распределения зарядов и полярности молекулы — *молекула диполь*.

У атома кислорода на внешнем слое есть *неподеленная электронная пара*, способная к образованию донорно-акцепторных связей.

Химическая теория растворов

Д.И. Менделеева

*Растворение – физико-химический процесс, который в зависимости от природы веществ – либо **ЭКЗО-**, либо **эндотермический**.*



*Д. И. Менделеев
(1834 -1907гг)*

Растворение сопровождается увеличением энтропии системы ($\Delta S > 0$), с ЭТИМ связана *самопроизвольность* процесса растворения, даже, если теплота при этом поглощается.

Процесс растворения сопровождается *уменьшением энергии Гиббса ($\Delta G < 0$)*.

Химическая теория растворов Д.И. Менделеева:

- вещества растворяясь в воде образуют с ней химические соединения – *гидраты*, этот процесс называется *гидратацией*;
- если растворителем является не вода, то соединения называются *сольватами*, а процесс *сольватацией*;

- сольваты и гидраты образованы либо силами электростатического притяжения (*диполь - дипольное взаимодействие*), либо *донорно-акцепторным взаимодействием*;
- гидраты и сольваты, как правило, *не стойкие вещества*;

- гидраты, у которых вода входит в состав кристаллов растворенного вещества называются *кристаллогидратами*, а содержащаяся в них вода называется *кристаллизационной*.

Пример: медный купорос $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

(кристаллогидрат сульфата меди);

глауберова соль $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

(кристаллогидрат сульфата меди).

Растворимость веществ

Растворимость (коэффициент растворимости β [г/100г H_2O]) – это масса вещества, которая может раствориться при данной температуре в 100 г растворителя, образуя насыщенный раствор.

По растворимости в воде вещества делятся на:

- *растворимые* (*P*) – $\beta > 1$ [г/100г H_2O];
- *малорастворимые* (*M*) – $\beta = 1 \div 0,01$ [г/100г H_2O];
- *нерастворимые* (*H*) – $\beta < 0,01$ [г/100г H_2O].

Растворимость зависит от:

1. природы растворенного вещества;
2. природы растворителя;
3. температуры;
4. давления.

1 и 2. Сходство химической природы веществ усиливает их взаимную растворимость:

- вещества, состоящие из полярных молекул или с ионным типом связи, лучше растворяются в полярных растворителях;*
- неполярные вещества – лучше растворяются в неполярных растворителях (бензол C_6H_6 , сероуглерод CS_2).*

3 и 4. Влияние T и P на растворимость регулируется принципом Ле Шателье:

- при увеличении температуры увеличивается растворимость тех веществ, растворение которых сопровождается поглощением тепла;*
- если при растворении уменьшается объем системы, то растворимость будет расти с увеличением атмосферного давления (для газовых растворов);*

*В зависимости от количества вещества,
растворенного в растворителе различают:*

- *насыщенные растворы* – содержащие максимальное количество растворенного вещества при данной температуре;
- *ненасыщенные растворы* – содержат растворенного вещества меньше, чем насыщенные при данной температуре.

Ненасыщенные растворы с содержанием растворенного вещества *менее 1 моль на 1 литр раствора* называются *разбавленными*, *более 1 моль/л* – *концентрированными*.

Способы выражения количественного состава растворов

1) *Массовая доля*

$$\omega = \frac{m_{p.v.}}{m_{p-ra}} \cdot 100\%$$

*Показывает сколько граммов
растворенного вещества
содержится в 100 г раствора.*

$$m_{p-ra} = m_{p.v.} + m_{p-ля} = V_{p-ra} \cdot \rho_{p-ra}$$

2) *Мольная доля*

$$N = \frac{V_{p.v.}}{V_{p.v.} + V_{p-ля}}$$

Отношение числа молей растворенного вещества (или растворителя) к сумме молей растворенного вещества и растворителя.

3) Молярная концентрация (молярность)

$$C_M = \frac{V_{p.v.}}{V_{p-ra}} = \frac{m_{p.v.}}{M_{p.v.} \cdot V_{p-ra}}; \left[\frac{\text{моль}}{\text{л}} \right]$$

Отношение количества вещества к объему раствору, показывает число молей растворенного вещества в 1 литре раствора.

$$C_M = 0,2 \text{ моль/л} \quad \text{или} \quad 0,2 \text{ M}$$

4) *Эквивалентная или нормальная концентрация (нормальность)*

$$C_H = \frac{V_{\text{э}} (p.v.)}{V_{p-ra}} = \frac{m_{p.v.}}{M_{\text{э}} (p.v.) \cdot V_{p-ra}}; \left[\frac{\text{моль}}{\text{л}} \right]$$

Отношение количества эквивалентов вещества к объему раствору, показывает число эквивалентов растворенного вещества в 1 литре раствора.

$$C_H = 0,2 \text{ моль/л} \quad \text{или} \quad 0,2 \text{ н}$$

5) Моляльная концентрация (моляльность)

$$C_m = \frac{V_{p.v.}}{m_{p-ля}} = \frac{m_{p.v.}}{M_{p.v.} \cdot m_{p-ля}}; \left[\frac{\text{моль}}{\text{кг}} \right]$$

Отношение количества растворенного вещества к массе растворителя, показывает сколько молей растворенного вещества содержится в 1 кг растворителя.

6) *T_{итр}*

$$T = \frac{m_{p.v.}}{V_{p-ra}} = \frac{C_H \cdot M_{\text{Э}}}{1000} = \frac{C_M \cdot M}{1000}$$

*Масса растворенного вещества,
приходящаяся на 1 мл раствора.*