

## ЛЕКЦИЯ № 16

### СВОЙСТВА ВОДЫ

#### 16.1. Физические свойства воды.

Вода  $H_2O$  – вещество привычное и необычное. Известный российский ученый академик И.В.Петрянов свою научно- популярную книгу о воде назвал «Самое необыкновенное вещество в мире» (1981г.).

На Земле нет вещества более важного для нас , чем обыкновенная вода, и в то же время не существует другого такого вещества, в свойствах которого было бы столько противоречий и аномалий, сколько имеется в ее свойствах. Почти  $\frac{3}{4}$  поверхности Земли покрыты водой, вода имеется и на поверхности суши в жидком и твердом состоянии, существует вода и под землей.

Вода является жизненно важным веществом, тело человека на 63-68% состоит из воды. Практически все биохимические процессы в живой клетке – это реакции в водных растворах. Вода бывает: твердая, жидкая, газообразная, пресная и соленая, не связанная и связанная.

#### Не связанная вода:

$T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$	-	100 $^\circ\text{C}$	
$T_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	-	0 $^\circ\text{C}$	
$T_{\text{крит.}}, ^\circ\text{C}$	-	374,15 $^\circ\text{C}$	
$\Delta H_{\text{пл.}}$	-	6,0 кДж/моль	
$\Delta H_{\text{кип.}}$	-	44,0 кДж/моль	
$\rho$ , г/см	-	0,917 (0 $^\circ\text{C}$ ) лед	
$\rho$ , г/см	-	0,998 (20 $^\circ\text{C}$ )	max $\rho$ при 4 $^\circ\text{C}$

#### электрическое сопротивление, Ом м:

льда	0,4 $10^{+6}$
жидкости	1,47 $10^{+6}$

#### диэлектрическая проницаемость:

льда	91 (0 $^\circ\text{C}$ )
жидкости	78,3 (25 $^\circ$ )

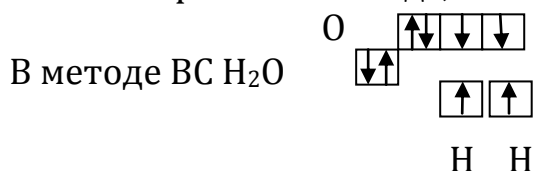
#### 16.2. Химические свойства. Структура воды.

Связанная вода: сорбированная , кристаллизационная, конституционная, окклюдирующая.

Изотопный состав воды (в среднем) (моль %):

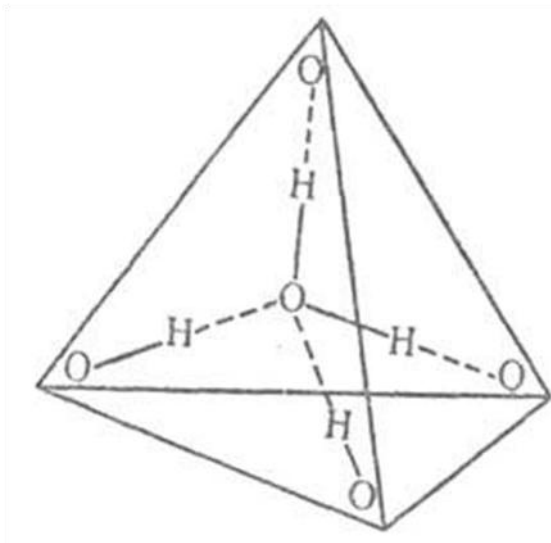
$^1H_2^{16}O$  - 99.73;  $^1H_2^{18}O$  – 0.2;  $^1H_2^{17}O$  – 0.04;  $^1H^2H^{16}O$  – 0.03 и еще 5 изотопных разновидностей присутствует в ничтожных количествах.

$^3\text{H}_2\text{O}$  – сверхтяжелая вода,  $^2\text{H}_2\text{O}$  - тяжелая.



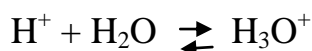
Молекулы воды обладают значительным дипольным моментом, поэтому сильно взаимодействуют друг с другом и полярными молекулами других веществ.

Длина связи О – Н 0.0957 нм, валентный угол Н – О – Н 104,5° (тетраэдр – 109°28 ).'

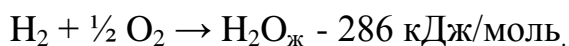


$K_b$  - водородный показатель, ионное произведение воды

1). Электрическая диссоциация:



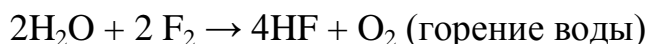
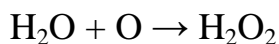
(при 25°C диссоциирует 1 молек. на  $5 \cdot 10^9$ ).



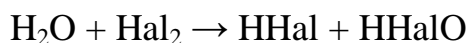
3). Степень термической диссоциации:  $P = 100 \text{ кПа},$

$t^0, \text{C}$	1015	1711	2215
$\alpha, \%$	0,034	0,74	8,6

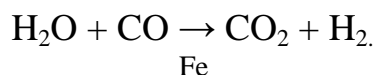
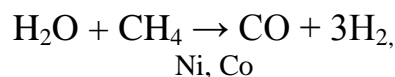
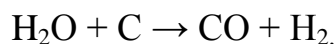
4). Вода окисляется:



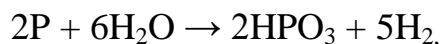
5). Взаимодействие с галогенами:



6). Взаимодействие с углеродом и производными при нагревании:



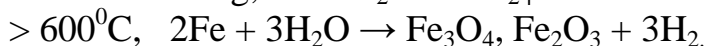
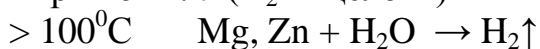
7). Взаимодействие с простыми веществами:



гипофосфорная к-та -----мета

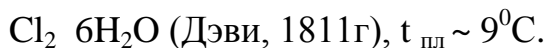
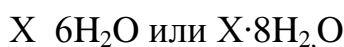
Щелочные и щелочно-земельные (кроме Mg) –

- при комн.  $t^0$  ( $\text{H}_2$  + щелочь)



8). **Клатраты** - соединения – включения, образованные путем обратимого внедрения молекул (атомов) одного вещества в свободные полости кристалла другого вещества.

Гидраты газов ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{SO}_3$ , Xe, Ar b др.),



9). **Гидролиз** – химическое взаимодействие воды без изменения степени окисления (обменное разложение).

### 16.3. Жесткость воды, её устранение.

Обусловлена наличием  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

Временная жесткость: гидрокарбоната  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$

Постоянная жесткость: сульфаты, хлориды  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$

Количественно жесткость выражается в числе (моль, мг – экв/л) ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  в 1 л воды.

< 4 мг – экв/л – мягкая вода

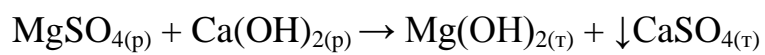
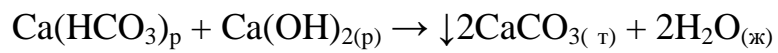
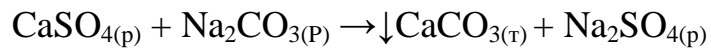
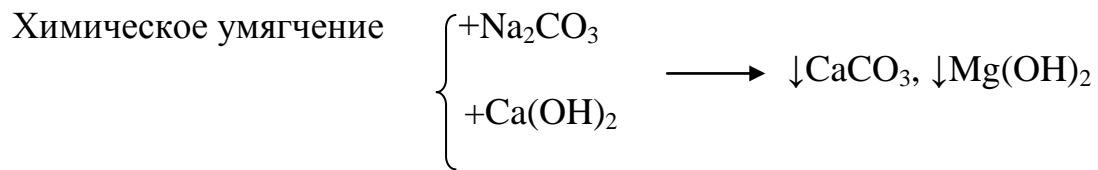
4-8 мг – экв/л – средняя жесткость

8-12                      - жесткая вода.

>12 мг-экв/л – очень жесткая вода.

$$t^0\text{C} = 70-80$$





Используют фосфаты натрия,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  и другие.

Ионно-обменные смолы.