

# ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

# Неорганические вещества клетки

- В природе различают  
*органические и*  
*неорганические*  
вещества

- Тела природы состоят из элементарных химических веществ, классификация, которых дана в периодической системе Менделеева.

- Других элементов в природе во Вселенной не существует, например Солнце состоит из гелия. (ядерн. р-ция)

- Вернадский В. И. разделил вещество на живое и неживое (косное).
- Живое есть только на планете Земля и то по сравнению с Вселенскими размерами в очень малом, мизерном количестве.
- Ноосфера - МЫСЛЯЩАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ

# Элементарный химический состав живого вещества, клетки

- Неизвестных, на Земле и в космосе веществ, в клетке не обнаружено.
- Из 112 химических элементов в клетке обнаружено 60.
- Из них 24 (27) называются **биогенными** веществами, то есть выполняют в клетке, какую либо функцию.
- Остальные видимо попали в организм случайно с пищей, водой, вдыхаемым воздухом.
  - Элементарные химические вещества в организме делят на **макроэлементы**,  
**микроэлементы**,  
**ультрамикроэлементы**



# Элементарный химический состав клетки

- Макроэлементы 99,9 % составляют от всех веществ 95-98% H, O, C, N -- так называемые *органогенные* вещества
  - H - более 10%
  - O - 65-75%
  - C - 15-20%
  - N - 1,5 -3 %
- 1,9% остальные K, Ca, Na, F, Cl, Fe, S, Mg в клетке их десятые и сотые доли процента.

- **Микроэлементы - 0,1%**

**B, Br, Co, Cu, Mo, Zn, W, J,**

бор, бром, кобальт, медь, молибден, цинк,  
ванадий, йод

- В клетке они представлены тысячными и миллионными долями процента

- Они входят в состав ферментов, гормонов и других активных веществ

- **Ультрамикроэлементы**

**U, Ra, Au, Hg, Be, Cs, Se**

уран, радий, золото, ртуть, бериллий, цезий, селен

- Их концентрация в клетке более миллионной доли процента



*Различия в химическом составе между живым  
и косным веществом,  
между живой и неживой природой*

- На атомарном уровне различий между живым и косным веществом, между живой и неживой природой нет.
- Элементарный состав организмов и среды, в которой они обитают различен.
  - Кремния в почве - 33%
  - Кислорода в почве 50%
  - В растениях кремния - 0,15%
  - В растениях кислорода - 70%

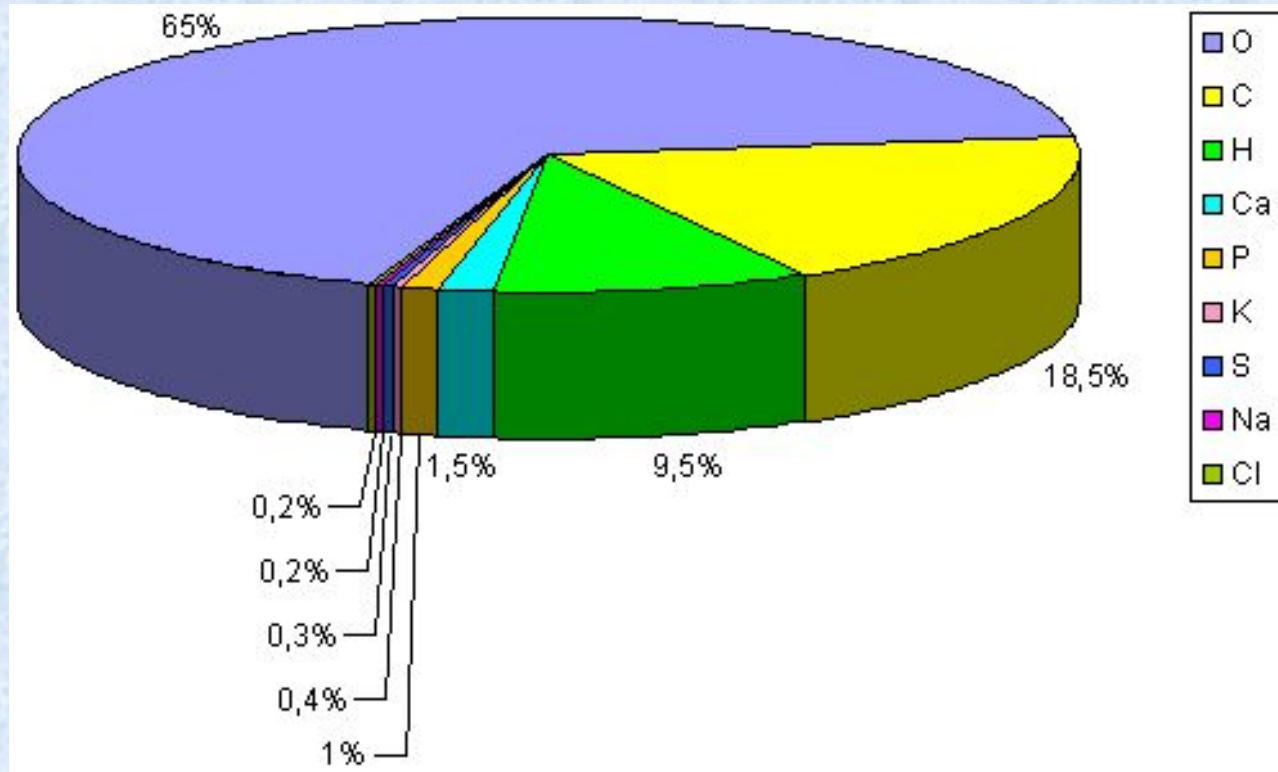
Некоторые организмы способны избирательно концентрировать в своих телах некоторые химические элементы

Например:

- Водород (H) - водоросли
- Радий (Ra) - ряска
- Литий (Li) - лютик
- Кремний (Si) - злаки, диатомовые водоросли
- Медь (Cu) - моллюски и ракообразные
- Железо (Fe) - позвоночные

## Неорганические вещества, входящие в состав клетки.

Содержание химических элементов в теле человека:



таблица

- Назовите химические элементы, составляющие большую часть живых организмов?

# Неорганические вещества клетки: ВОДА

- Вода и её роль в клетке
- Все живые организмы в своём составе содержат воду в разном количестве.
- Так например:
  - в костной ткани ----- 20%
  - в жировой ткани ----- 40%
  - в мозге ----- 85%
  - в сухих семенах ----- 15%
  - в теле медузы ----- 95%
  - в плодах огурцов ----- 95%
  - в корнях огурцов ----- 60%



# Вода и её роль в клетке

- Причины разного количества воды в разных тканях различные. Одна из причин - разная скорость или интенсивность обменных процессов. Например:
  - в эмбрионах ----- 95%
  - в молодом организме ---- 80%
  - в стареющем организме -60%
- Без воды человек может прожить 5-6 дней (max 14 дней).
- Другие животные дольше, верблюды в активном состоянии, спячка (зимняя, летняя) анабиоз, покой у семян, спора, циста.

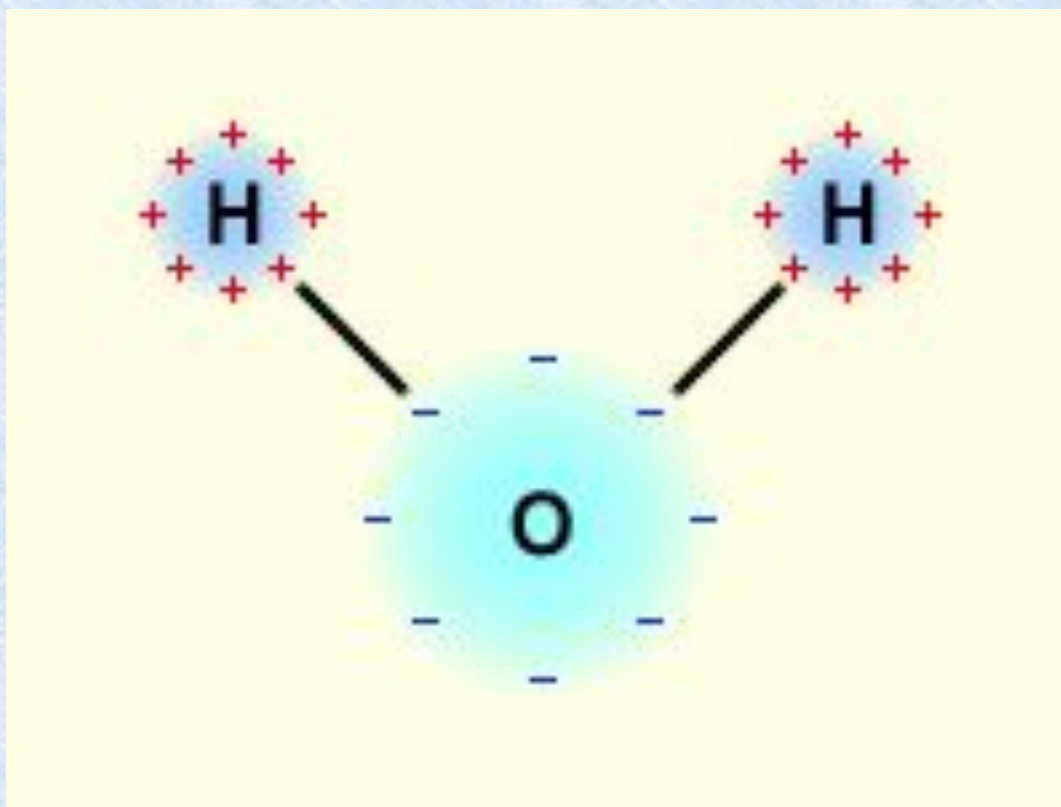
# Вода и её роль в клетке

- Молекула воды – диполь

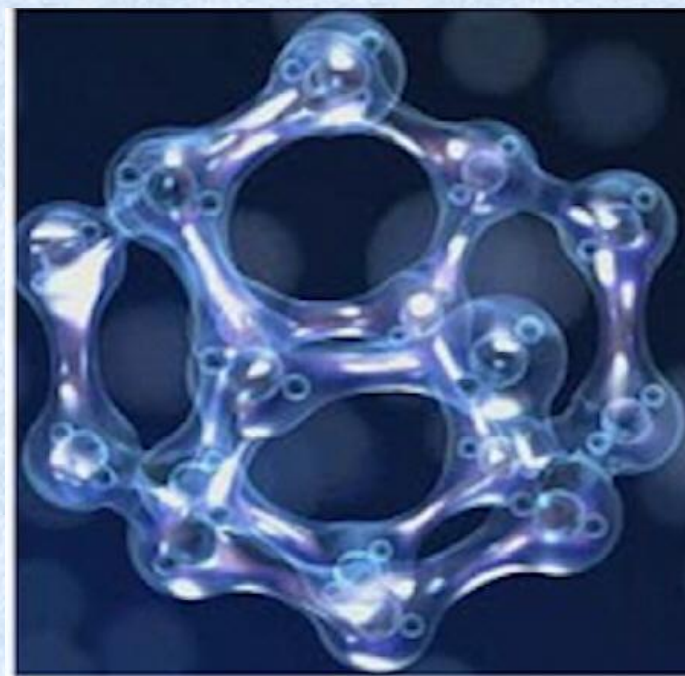
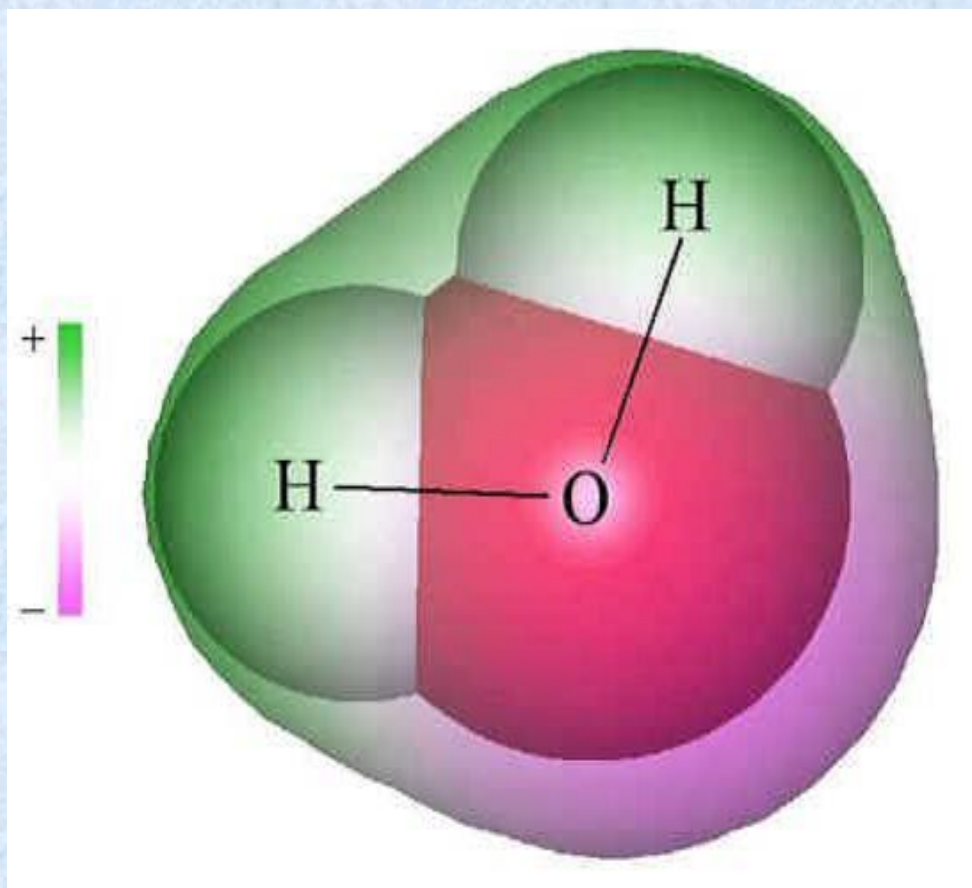
- Молекула воды электронейтральна, но электрический заряд в молекуле расположен не равномерно.
- Молекулы воды особым образом ориентируются в электрическом поле способны присоединятся к различным молекулам или участкам молекул образуя так называемые гидраты.
- Между молекулами воды могут образовываться водородные связи.



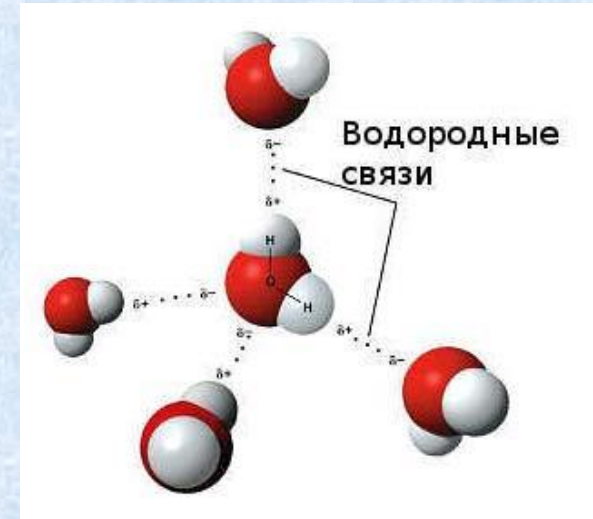
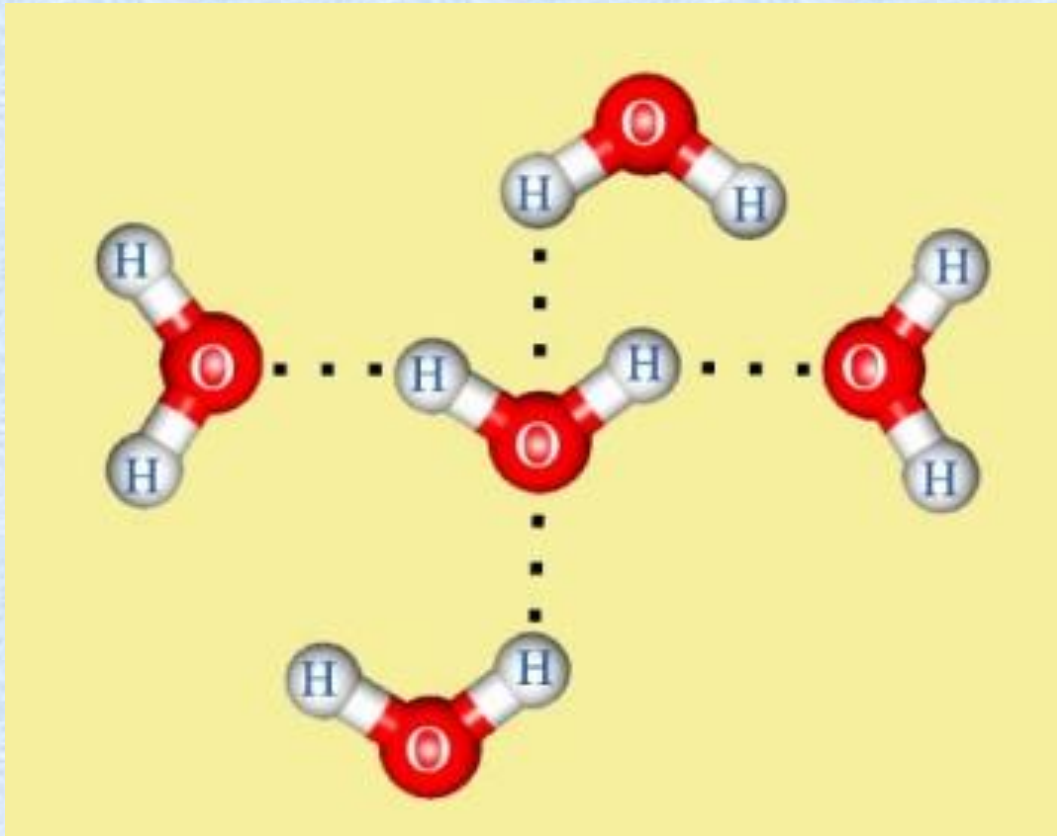
# Диполь - $\text{H}_2\text{O}$



# Диполь - $\text{H}_2\text{O}$

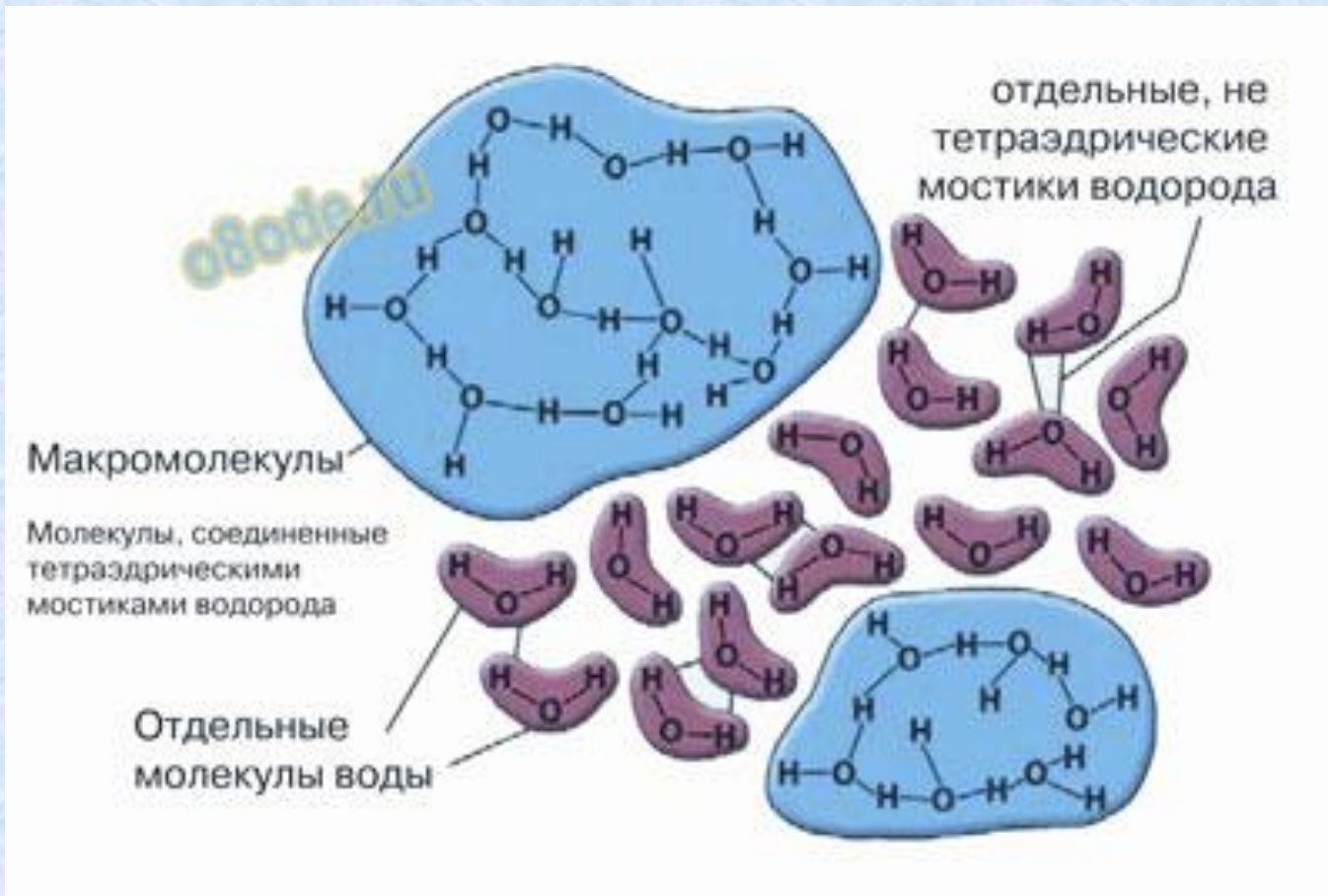


# Водородные связи

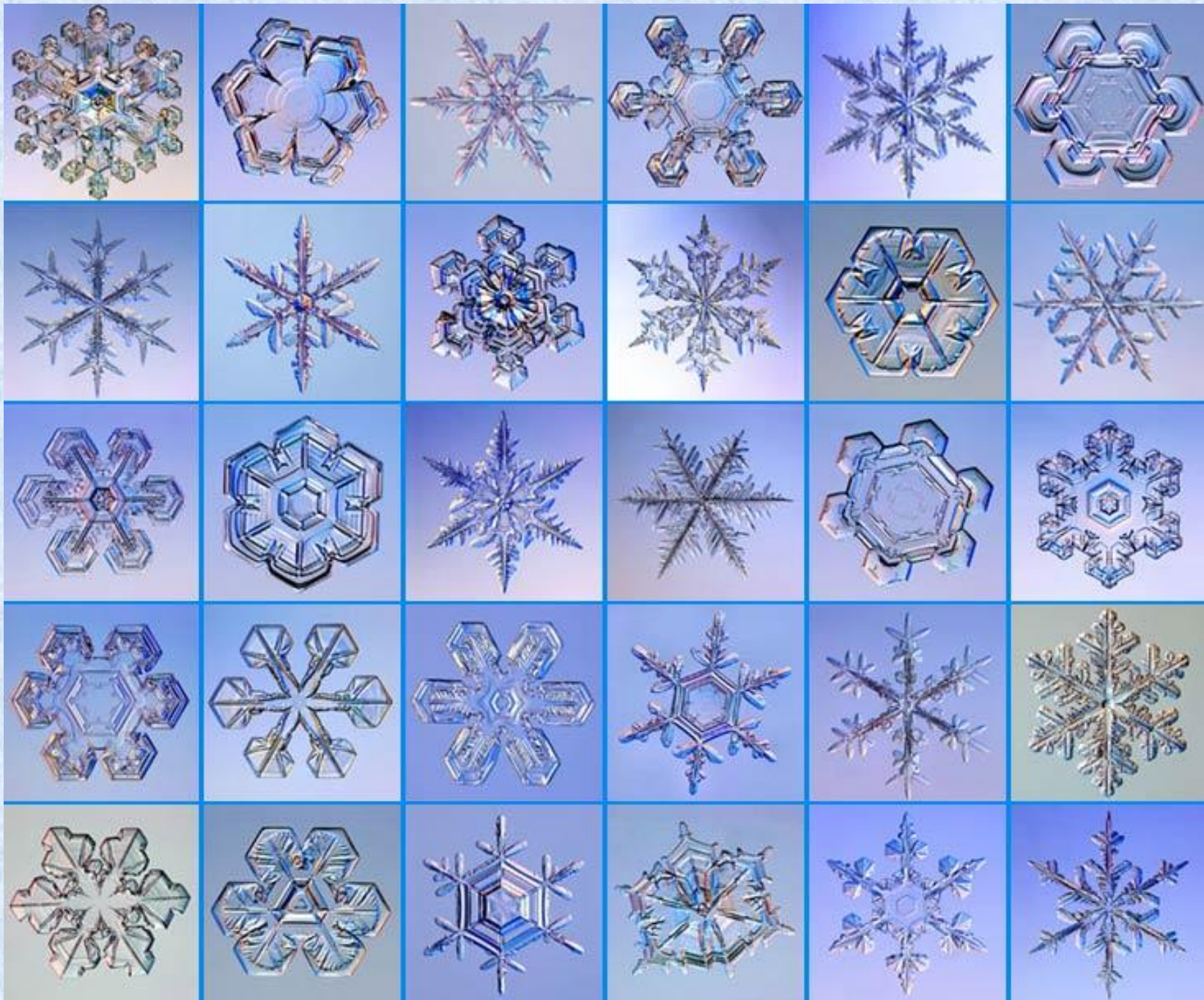




Форма кластера удерживается за счёт взаимного притяжения друг к другу молекул, имеющих положительно и отрицательно заряженные полюса.

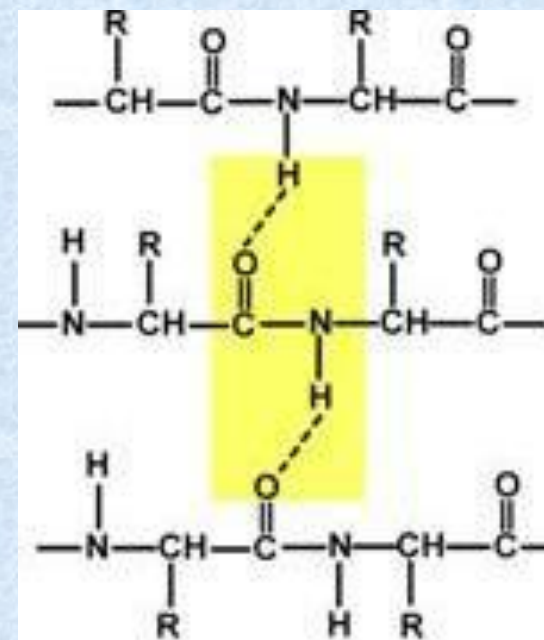
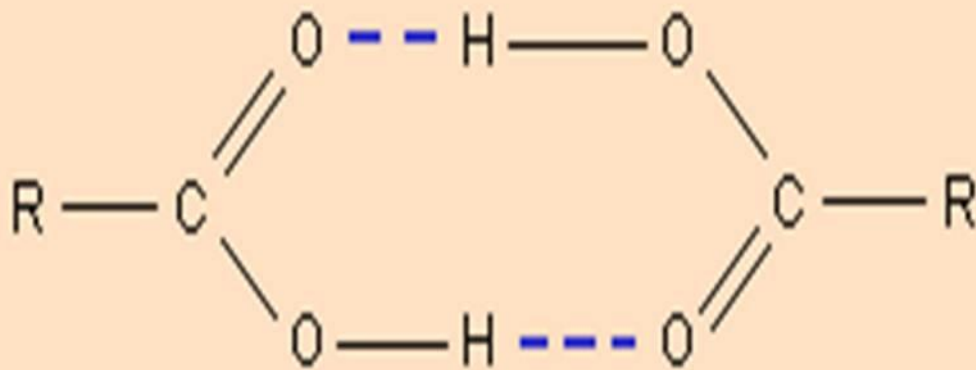






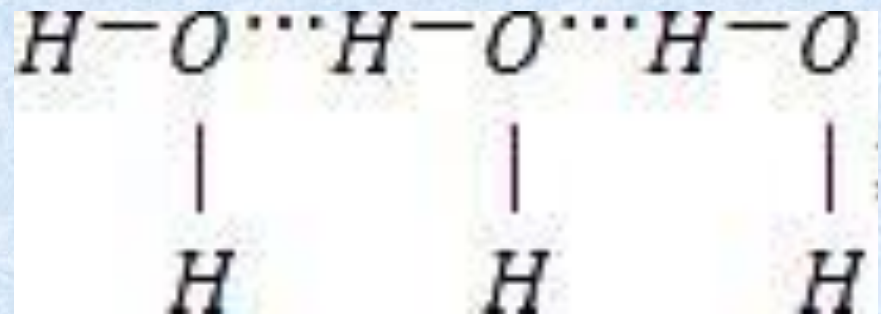
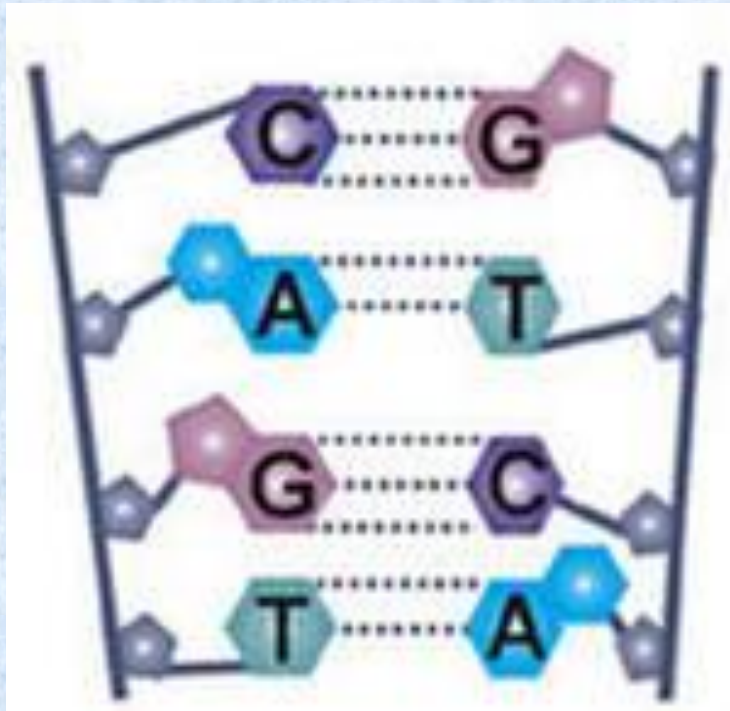
# Водородные связи

Образование межмолекулярной водородной связи.





# Водородные связи





### **Свойства воды:**

- малые размеры молекулы;
- полярность молекул;
- способность образовывать водородные связи друг с другом.

- В клетках и тканях различают две формы воды - **свободную и связанную**.
- **Свободная** обладает достаточной подвижностью и участвует в основном в транспорте веществ в организме.
- **Связанная** может формировать гидратные оболочки ионов и молекул,
  - образовывать коллоидные растворы белков, капиллярно связываться со стенками сосудов.

# ФУНКЦИИ ВОДЫ:

- Вода хороший растворитель для полярных веществ.
- Если энергия притяжения молекул воды, к молекулам какого-либо вещества выше, чем энергия притяжения между молекулами воды, то вещество растворяется.



- В зависимости от этого различают вещества:

(греч. Hidro - вода,  
philio - люблю, phobos боязнь).

- **Водорастворимые, гидрофильные** - соли, щёлочи, кислоты
- **Водонерастворимые, гидрофобные** - жироподобные вещества, каучук
- и **амфифильные** - фосфолипиды.

Из них построена клеточная мембрана.



- Вода - хороший растворитель для полярных веществ.



- Неполярные вещества,  
а так же неполярные участки молекул  
**гидрофобны,**  
то есть отталкивают воду, и в её  
присутствии притягиваются друг к  
другу.
- Такие взаимодействия обеспечивают  
стабильность мембран.

- Вода служит средой для транспорта различных веществ.
- Вода участник многих реакций в организме, такие реакции называются реакциями **гидролиза** *lisis* - греч. - расщепление.
- Расщепление белков, углеводов.  
**Фотоллиз** воды при фотосинтезе.

- Вода обладает большой теплоёмкостью и теплопроводностью (?)
- В водоёмах суточные и годовые колебания температур меньше, и идут с меньшей скоростью.
- При испарении воды расходуется большое количество тепла - терморегуляция животных и растений.
- Вода играет роль в осмотическом поступлении веществ в клетку и в организм и в поддержании тургора.
- В суставах вода - смазка.
- Лёд защищает водоёмы от промерзания.
- Вода среда обитания животных и растений.





- Поверхностное натяжение: обеспечивает движение воды по капиллярам организмов;
- Плотность льда меньше плотности воды: он не тонет, и водоёмы промерзают сверху вниз (в противном случае реки и озера холодных и умеренных поясов промёрзли бы за зиму насквозь);
- Необходимый компонент метаболических реакций (фотосинтез, гидролиз);



# Минеральные соли

- Минеральные соли в организме могут находиться:
  - Либо в виде ионов, например:
    - катионы -  $\text{NH}_3^+$ ;  $\text{K}^+$ ;  $\text{Na}^+$ ;  $\text{Mg}^{2+}$ ;  $\text{Ca}^{2+}$
    - анионы -  $\text{HPO}_4^{2-}$ ;  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;  $\text{Cl}^-$ ;  $\text{HCO}_2^-$ ;
  - либо в виде нерастворимых соединений - зубы, кости, раковины моллюсков.



# Роль солей в живых организмах

Поддержание т.н. трансмембранного потенциала.

В частности концентрация  $K^+$  внутри клетки очень высокая, а  $Na^+$  низкая.

В окружающей среде картина обратная. Это поддерживается благодаря работе *Na-K-насоса*, который работает с *затратами энергии (АТФ)*. Разность потенциалов обуславливает такие важные процессы, как передача возбуждения по нерву или мышце.

Пока клетка жива в ней постоянно поддерживается мембранный потенциал (-40 мВт)

От наличия анионов  
 $\text{HPO}_4^{2-}$ ;  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ;  $\text{HCO}_2$  зависят буферные  
свойства биологических сред.

**Буферность** это способность  
поддерживать кислотность (pH)  
растворов на одном уровне, при  
добавлении кислот или щелочей.

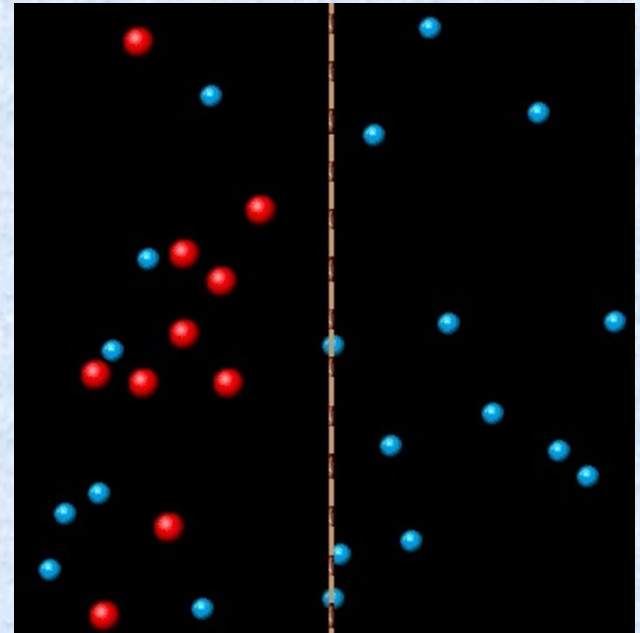
(Нейтральная pH 6,9-7,4  
для крови pH = 7,4)

# Осмоз

- От наличия солей зависят **осмотические свойства** клетки.

- Рис. «Осмоз через полупроницаемую мембрану»

Частицы растворителя (синие) способны пересекать мембрану, частицы растворённого вещества (красные) — нет.



- Мембрана клетки *полупроницаема*, т. е. проницаема для воды и непроницаема для многих ионов и других гидрофильных веществ.
- Если концентрация солей в клетке будет высокой, то вода будет поступать внутрь клетки, обеспечивая *тургорное давление*.



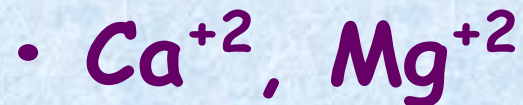
- **Тургорное давление** (лат. *turgor* — набухание)— внутреннее давление, которое развивается в растительной клетке, когда в нее в результате осмоса входит вода и цитоплазма прижимается к клеточной стенке; это давление препятствует дальнейшему проникновению воды в клетку.

- Катионы  $Mg^{2+}$ ;  $Ca^{2+}$  являются активаторами ферментов.
- Остатки фосфорной и серной кислот участвуют в реакциях фосфорилирования и сульфатирования.
- Соляная кислота (HCl) создаёт кислую среду в желудке. Для чего?

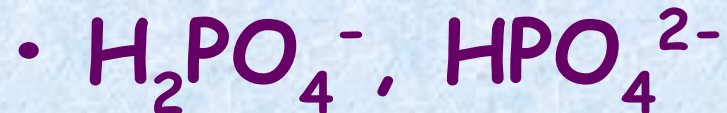
## Функции некоторых ионов в клетке



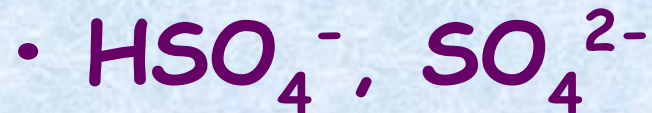
передача возбуждения по нерву или мышце.



активизируют ферменты



изменяют активность ферментов



выводят нерастворимые в воде чужеродные вещества