

Молекулярная биология. Химический состав клетки.

Автор: Назарченко И.В.,
учитель биологии
МБОУ «ШКОЛА № 4 Г. ТОРЕЗА»,
специалист высшей категории,
«старший учитель»

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 (ядерная реакция)

Ядерный синтез

Солнце продуцирует энергию в ходе процесса, который называется ядерным синтезом.

- Ядерный синтез — это управляемый взрыв в центре Солнца, где температура колеблется от 15 миллионов до 22 миллионов градусов Цельсия. Каждую секунду в недрах Солнца 4 миллиона тонн водорода превращаются в гелий. Мощность светового потока, который при этом излучается, равна мощности 4 триллионов электрических лампочек.

Источник: <http://www.voprosy-kak-i-pochemu.ru/kak-obrazovalos-solnce/#ixzz1yhDoKSRO>

***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 попали в организм случайно с пищей, водой, вдыхаемым воздухом.

- Элементарные химические вещества в организме делят на **макроэлементы, микроэлементы, ультрамикроэлементы.**

Элементный 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**.
- Элементный состав организмов и среды, в которой они обитают различен.

Кремния в почве – 33% .

Кислорода в почве – 50%.

В растениях кремния – 0,15%.

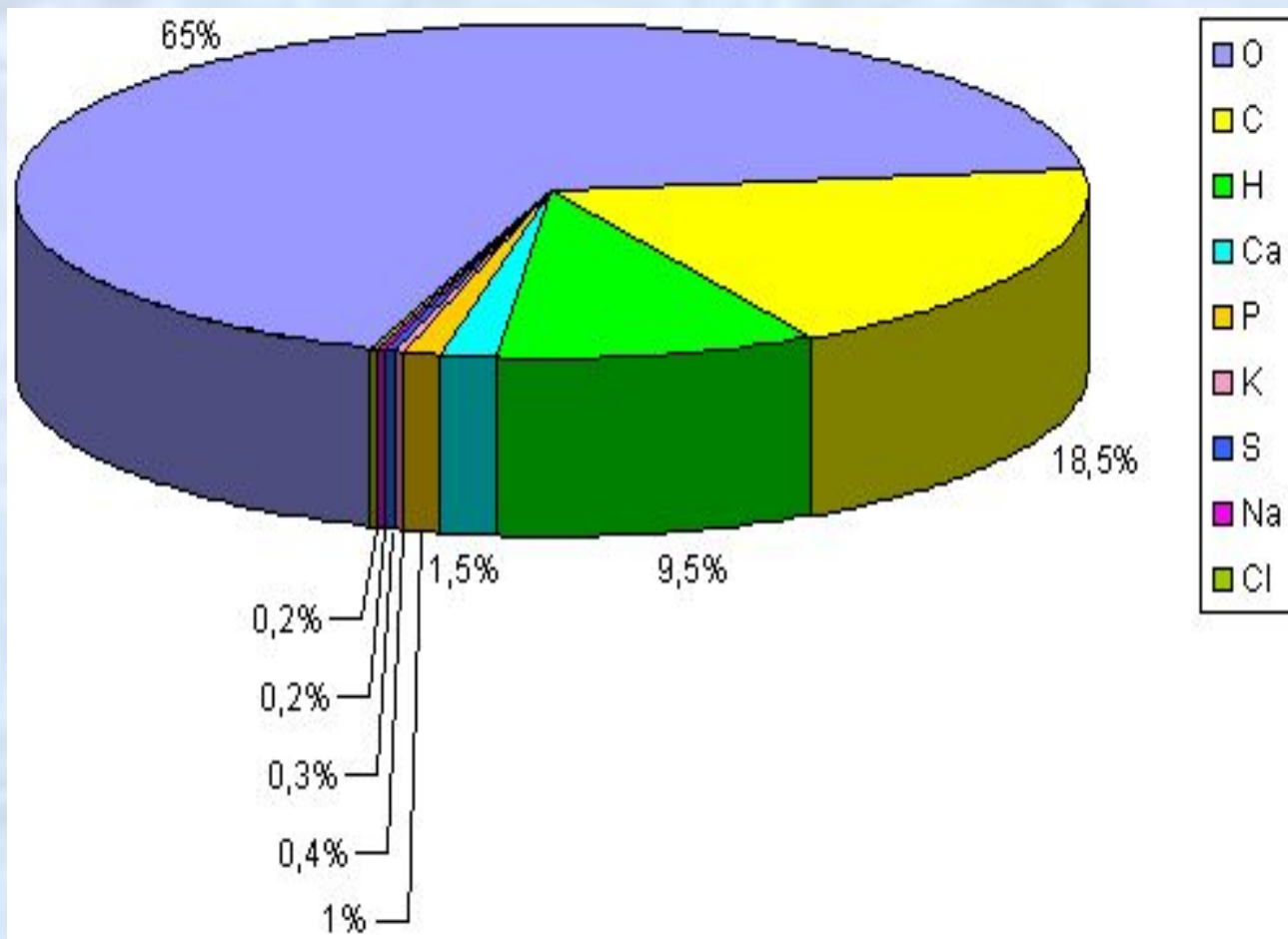
В растениях кислорода –70%.

Живые 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:



Неорганические вещества клетки

Вода и её роль в клетке.

Все живые организмы в своём составе содержат воду в разном количестве.

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%.

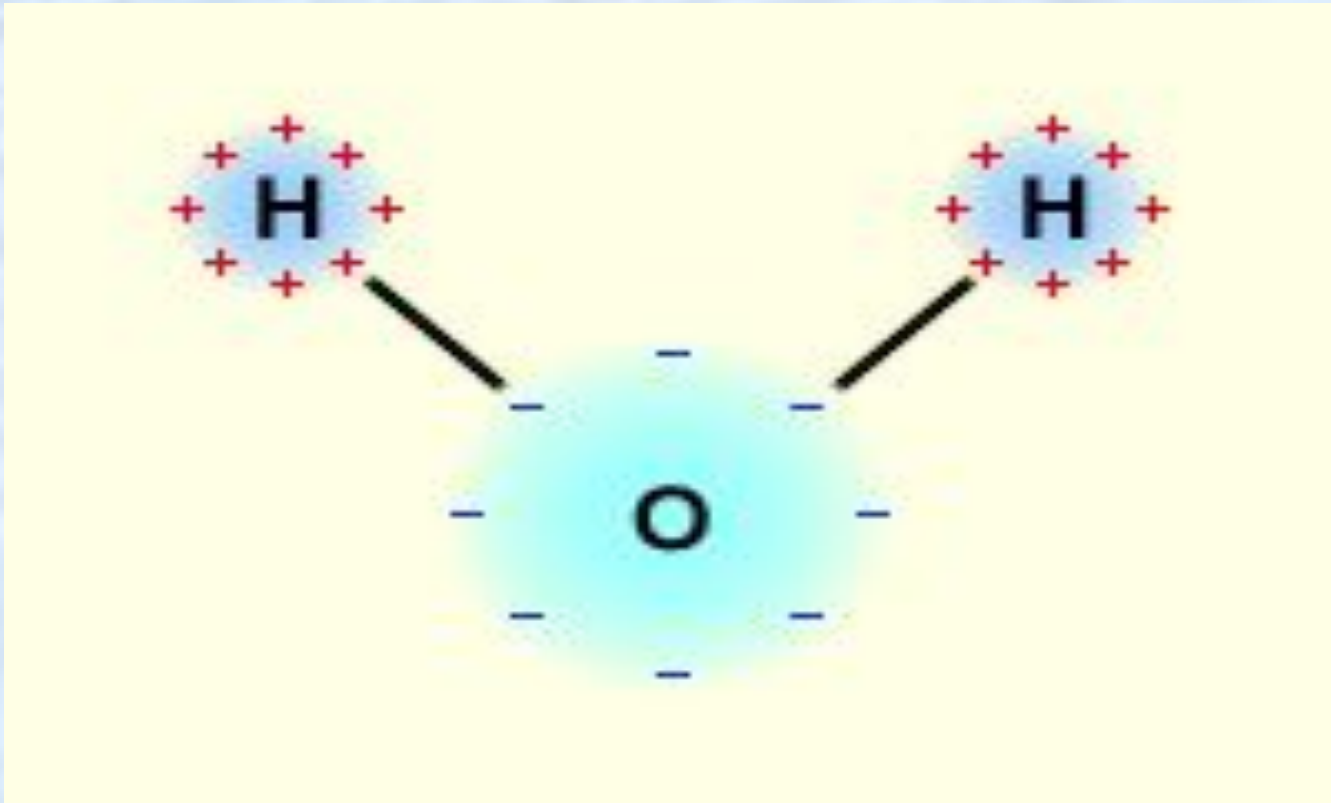
Вода и её роль в клетке

- 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 (14 дней).
- Другие животные дольше, верблюды в активном состоянии, спячка (зимняя, летняя) – анабиоз, покой у семян, спора, циста.

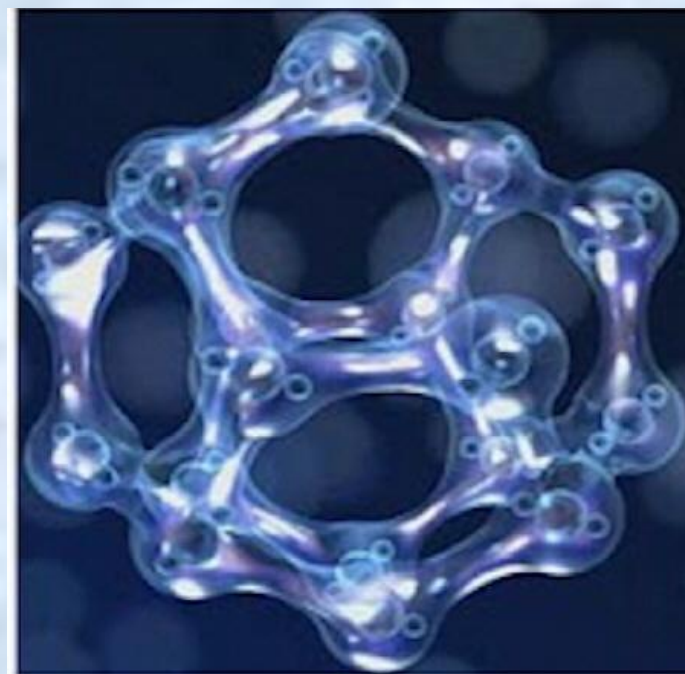
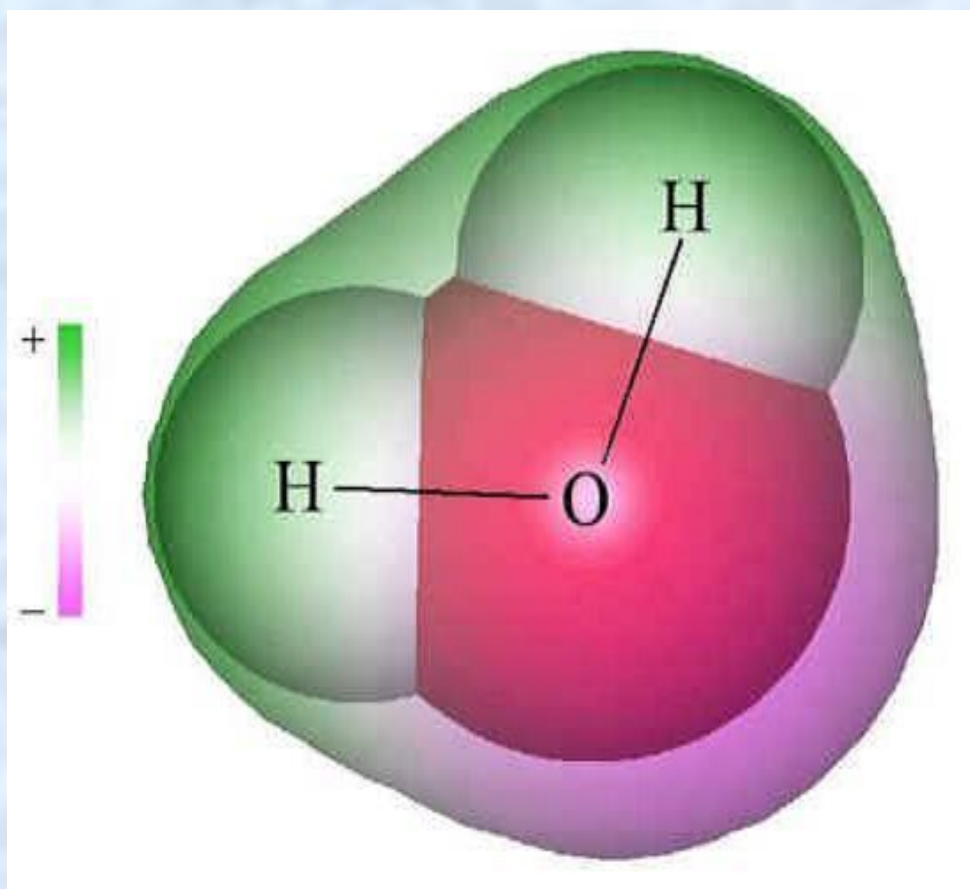
Вода и её роль в клетке

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

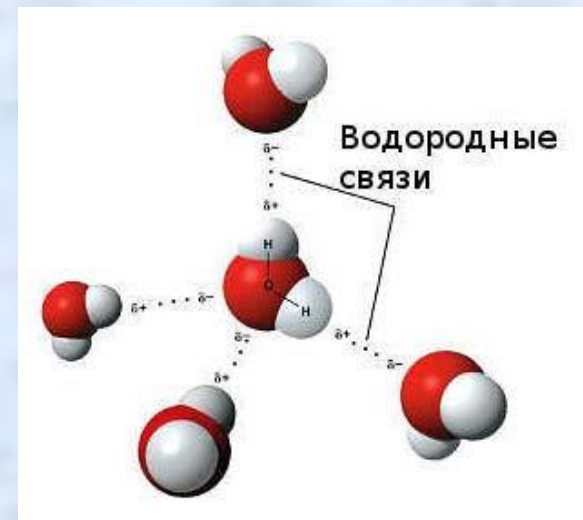
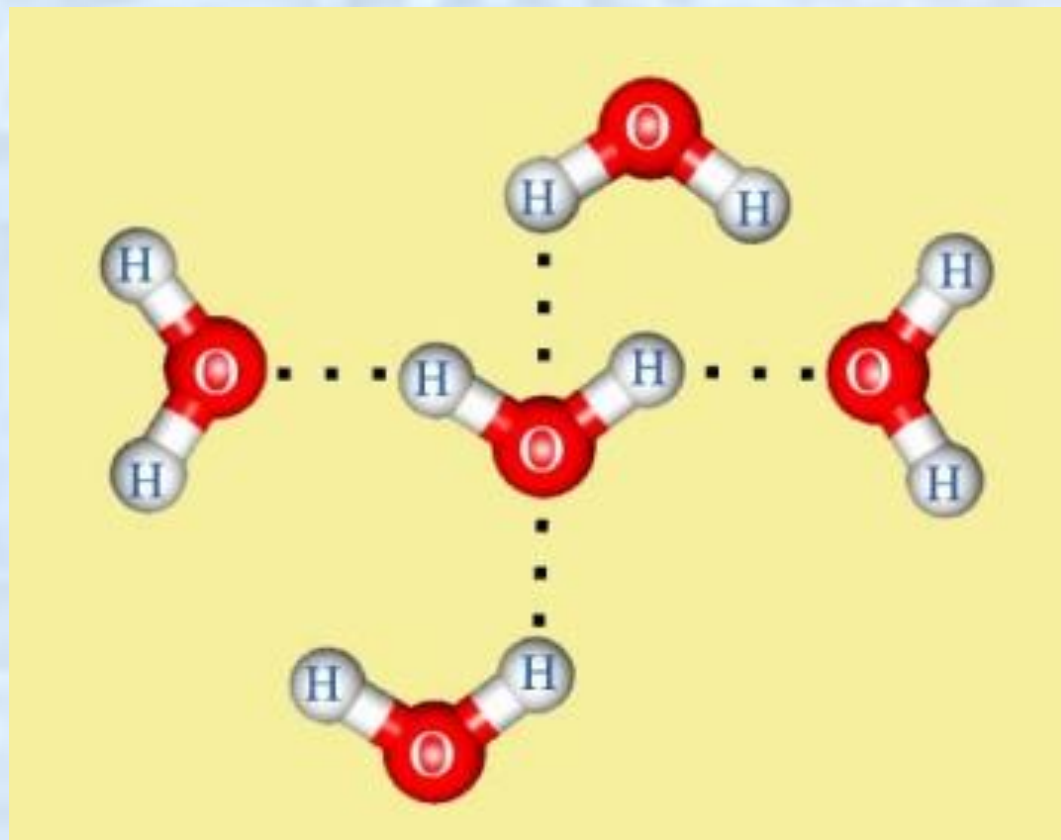
Диполь – H_2O



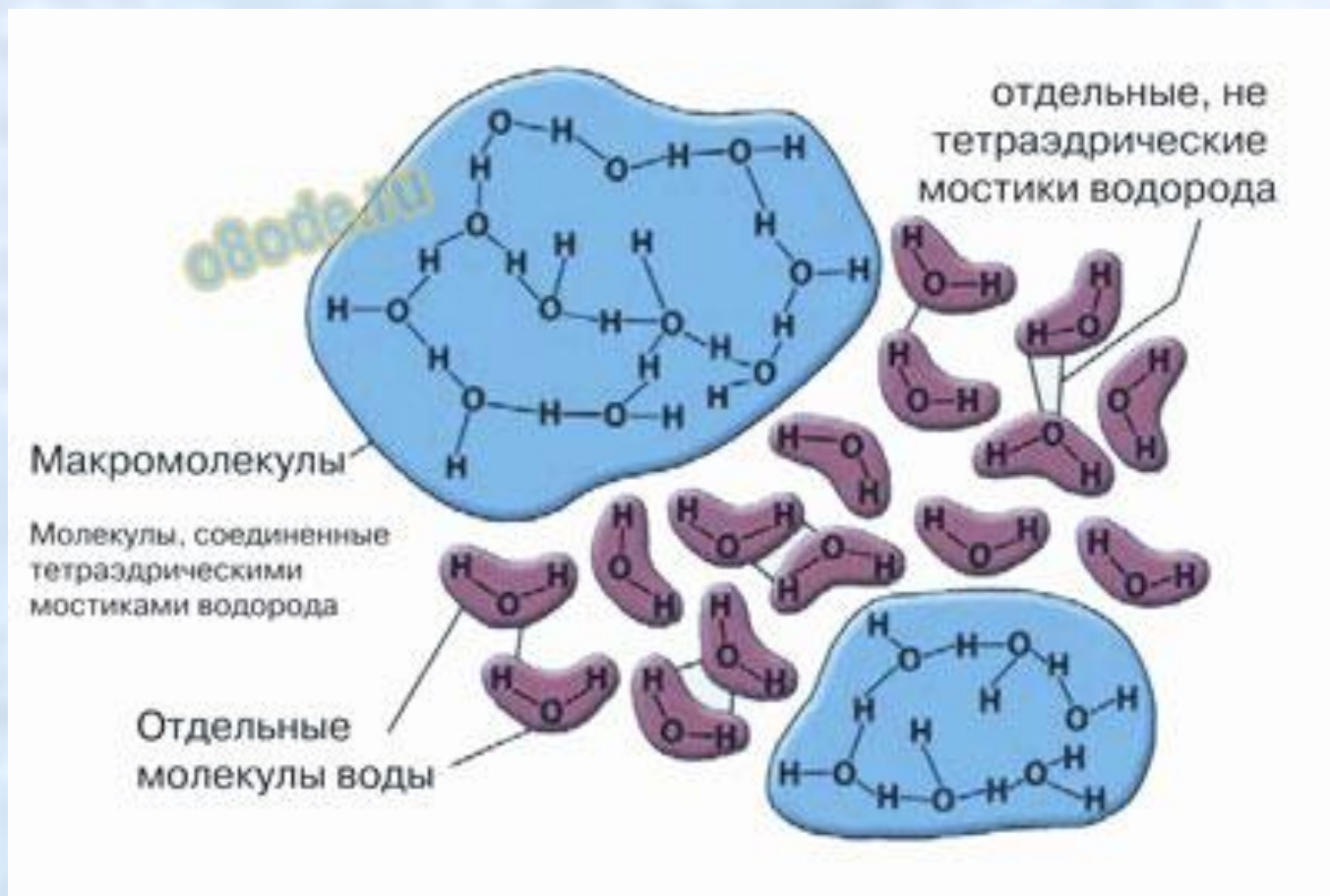
Диполь – H_2O



Водородные связи



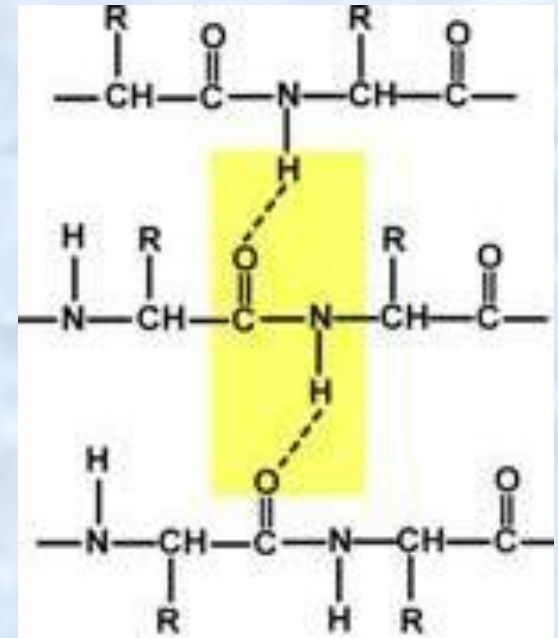
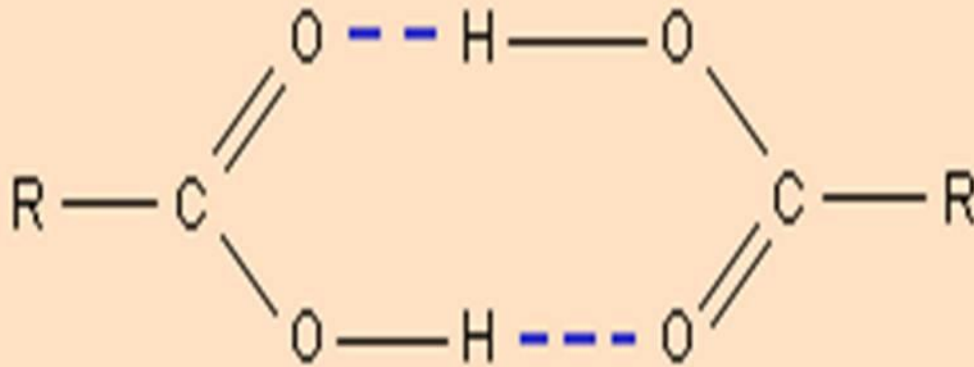
Форма кластера удерживается за счёт взаимного притяжения друг к другу молекул, имеющих положительно и отрицательно заряженные полюса.



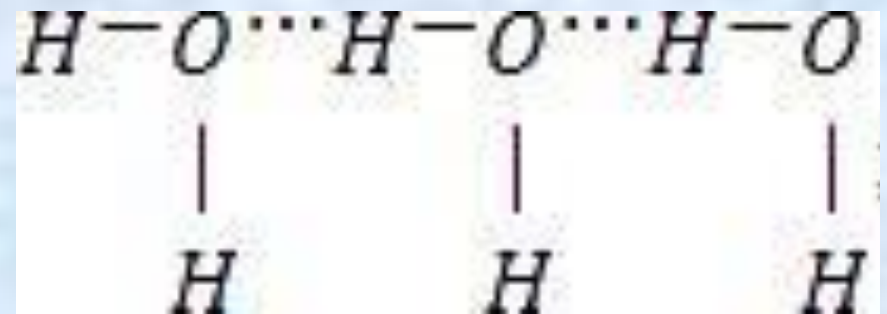
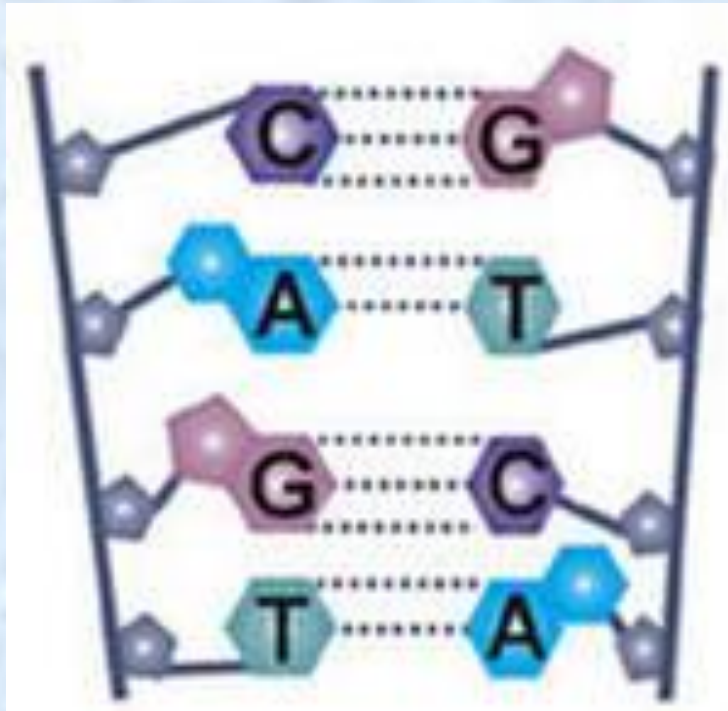


Водородные связи

Образование межмолекулярной водородной связи.



Водородные связи





Свойства воды:

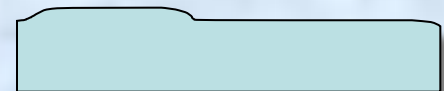
- малые размеры молекулы;
- полярность молекул;
- способность образовывать водородные связи друг с другом.

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

водорастворимые, гидрофильные

(соли, щёлочи, кислоты);

водонерастворимые, гидрофобные –
жироподобные (каучук);

амфифильные (фосфолипиды),

из них построена клеточная мембрана.

Молекулы сахара (белые кружочки), находящиеся на поверхности кристалла сахара, окружены молекулами воды (темные кружочки). Между молекулами сахара и воды возникают межмолекулярные связи, благодаря которым молекулы сахара отрываются от поверхности кристалла. Молекулы воды, не связанные с молекулами сахара, на рисунке не показаны.





Вода –
хороший
растворитель
для полярных
веществ.

Неполярные вещества, а также 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.
Фотолиз 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, в поддержании **тургора**.
- В суставах вода – смазка.
- Лёд защищает водоёмы от промерзания.
- Вода – среда обитания животных и растений.



Минеральные соли

Минеральные соли в организме могут находиться:

- в виде **ионов**, например:

катионы – NH_3^+ ; K^+ ; Na^+ ; Mg^{2+} ; Ca^{2+} ;

анионы – HPO_4^{2-} ; H_2PO_4^- ; Cl^- ; HCO_2^- ;

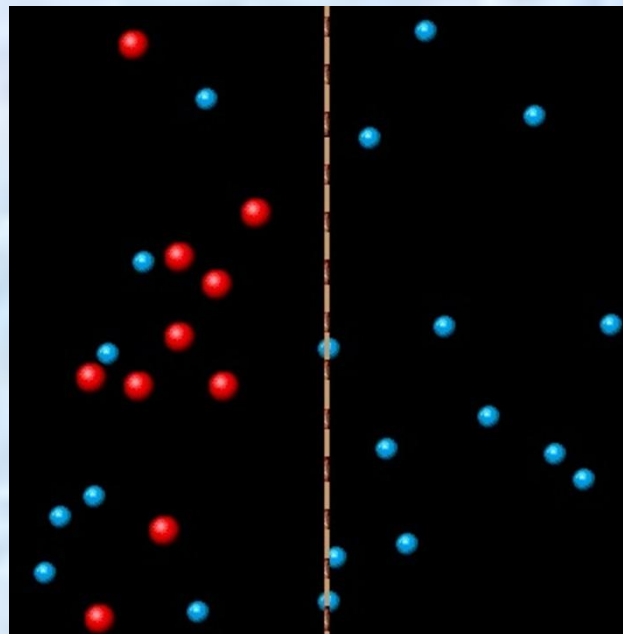
- либо в виде нерастворимых соединений - зубы, кости, раковины моллюсков.

Роль солей в живых организмах:

- поддержание 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, в клетке постоянно поддерживается мембранный потенциал (40мВт);

- от наличия анионов HPO_4^{2-} ; H_2PO_4^- ; 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) ;
- от наличия солей зависят осмотические свойства клетки

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

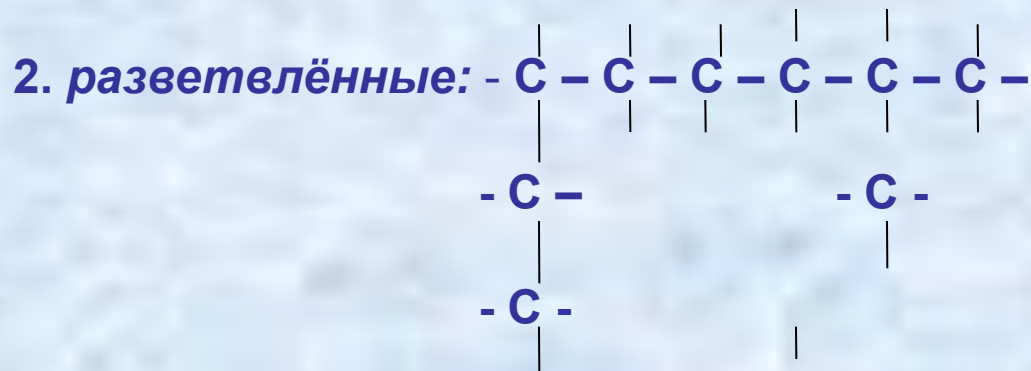
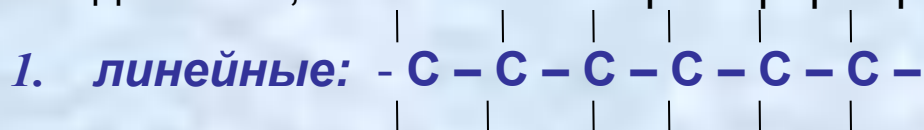


- Мембрана клетки ***полупроницаема***, т. е. проницаема для воды и непроницаема для многих *ионов* и других *гидрофильных* веществ. Если концентрация солей в клетке будет высокой, то вода будет поступать внутрь клетка, обеспечивая ***тургорное давление***.

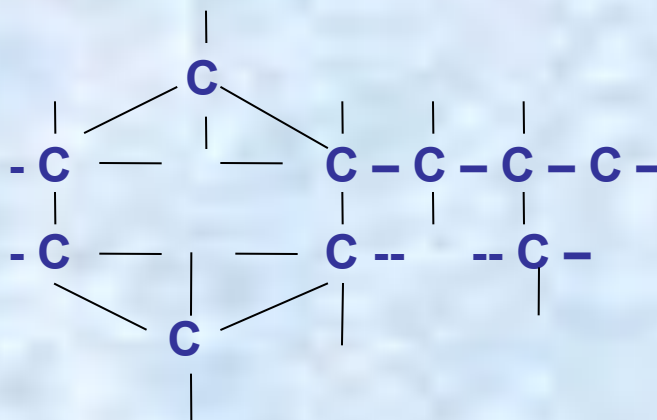
Тургорное давление (лат. *turgor* —набухание)— внутреннее давление, которое развивается в растительной клетке, когда в нее в результате осмоса входит вода и цитоплазма прижимается к клеточной стенке; это давление препятствует дальнейшему проникновению воды в клетку.

Органические вещества, входящие в состав клетки.

Органические вещества – соединения, содержащие углерод (кроме карбонатов). Между атомами углерода возникают связи одинарные или двойные, на основе которых формируются углеродные цепочки:



3. *циклические:*

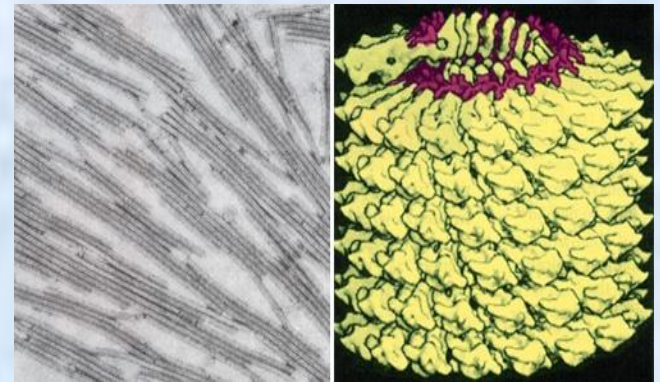


Органические вещества клетки. Белки.

Вспомните определение «жизни», данные Ф.Энгельсом, Волькштейном.

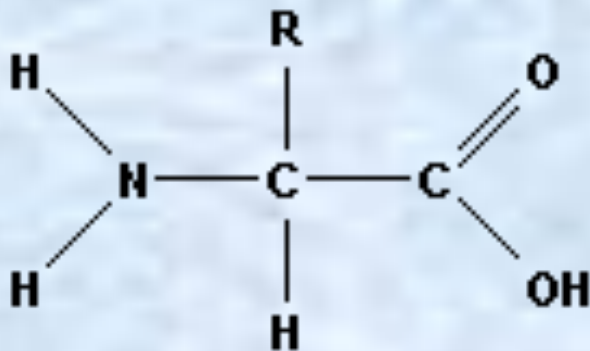
БЕЛКИ – нерегулярные биополимеры, мономерами которых являются 20 аминокислот.

Часть белков образует комплексы с молекулами, содержащими **серу**, **фосфор**, **железо**, **цинк** и **медь**. Молекулярная масса белковых цепей колеблется от нескольких тысяч до нескольких миллионов (в **вирусе табачной мозаики** – около 40 000 000 молекул); в их состав входят сотни (иногда – сотни тысяч) аминокислотных остатков.



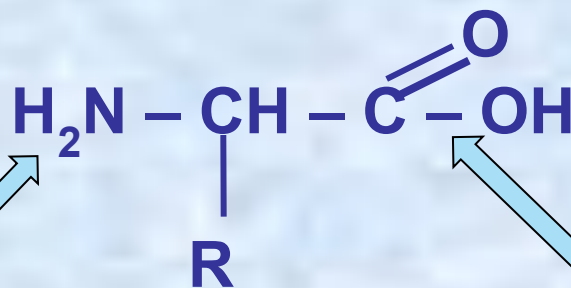
Вирус табачной мозаики.

Органические вещества клетки. Белки.



Пространственная структура
аминокислот.

Общая формула аминокислот:



Аминогруппа
обладает свойствами
основания

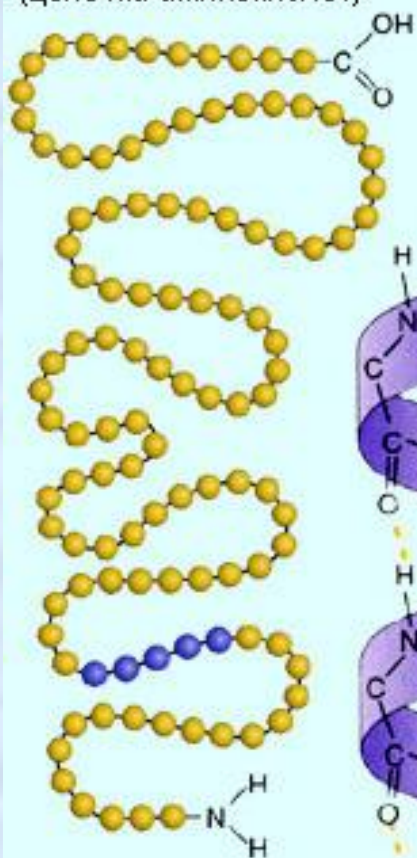
Карбоксильная
группа обладает
кислотными
свойствами

Группа радикал –
разная у всех

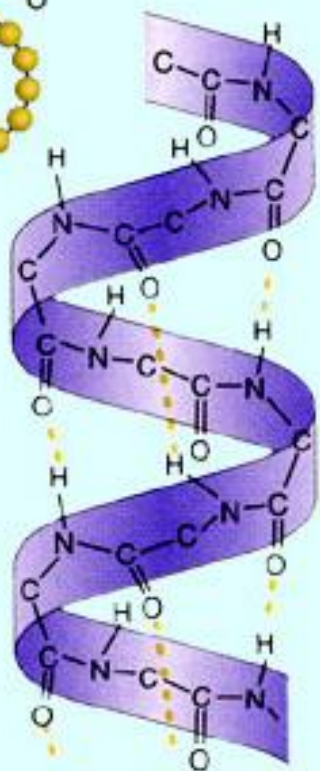
Органические вещества клетки. Белки.

Структура белка.

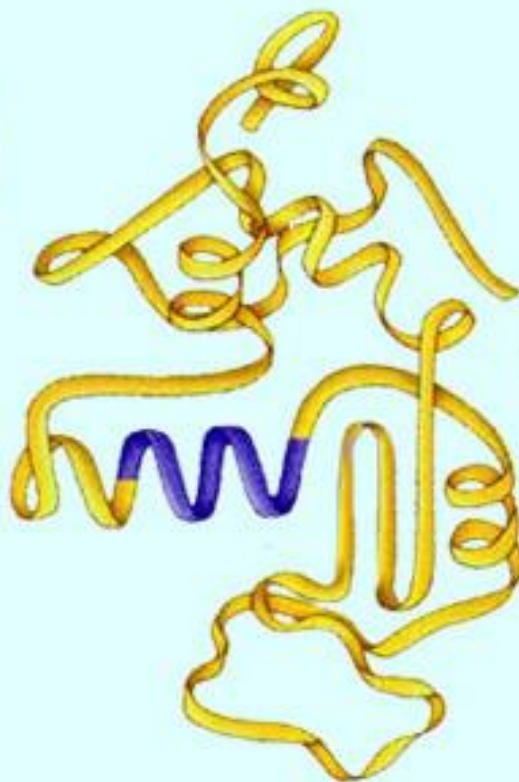
Первичная структура
(цепочка аминокислот)



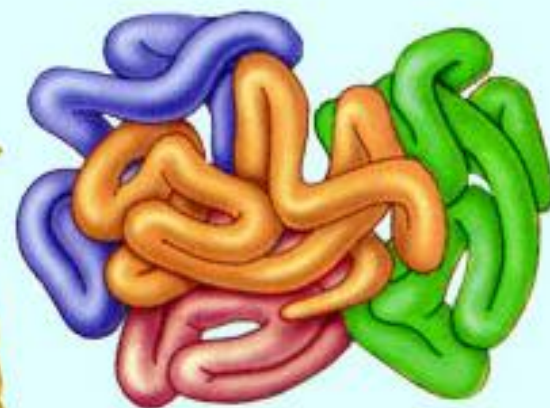
Вторичная структура
(α -спираль)



Третичная структура



Четвертичная структура
(клубок белков)



Органические вещества клетки. Белки.

Классификация белков:

1. **Простые белки** (состоящие только из аминокислот): **альбумины** (яичный альбумин и сывороточный альбумин крови), **глобулины** (антитела в крови, фибрин), **гистоны**, **склеропротеины** (**кератин** волос, кожи и перьев, **коллаген** сухожилий, **эластин** связок).
2. **Сложные белки** (включающим небелковый материал): **фосфопротеины** (**казеин** молока, **вителлин** яичного желтка), **гликопротеины** (плазма крови, муцин), **нуклеопротеины** (хромосомы и рибосомы), **хромопротеины** (**гемоглобин**, **фитохром**, **цитохром**), **флавопротеины**, **металлопротеины**.



В состав молока входит белок казеин.

[Проверь себя](#)

Органические вещества клетки. Углеводы.

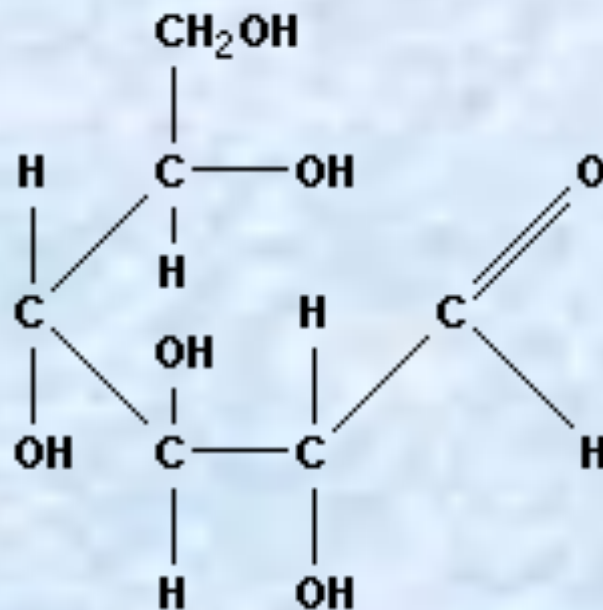
Углеводы (сахариды) – органические вещества с общей формулой $C_n(H_2O)_m$, где n и m – натуральные числа.

Название «**углеводы**» говорит о том, что в их молекулах **водород** и **кислород** находятся в том же отношении, что и в воде.

В животных клетках содержится небольшое количество углеводов, а в растительных – почти 70 % от общего количества органических веществ.

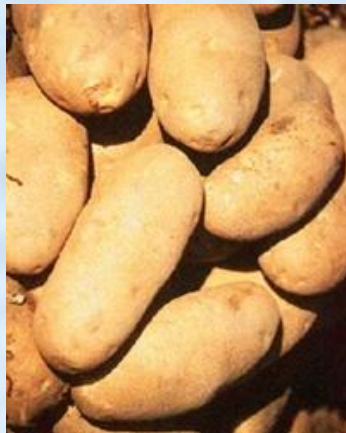


Многообразие моносахаридов.



Органические вещества клетки. Углеводы.

Полисахариды состоят из моносахаридов. Большие размеры делают их молекулы практически нерастворимыми в воде; они не оказывают влияние на клетку и потому удобны в качестве запасных веществ. При необходимости они могут быть превращены обратно в сахара путём гидролиза.



Крахмал (полимер глюкозы) запасается в клетках в виде крахмальных зерен. Эквивалентом крахмала в животном организме является **гликоген** (у позвоночных он содержится в печени и мышцах). Крахмал и гликоген играют роль резерва пищи и энергии.

Органические вещества клетки. Углеводы.

Целлюлоза - полимером глюкозы. В ней заключено около 50 % углерода, содержащегося в растениях, служит идеальным строительным материалом для стенок растительной клетки. Целлюлоза – ценный источник глюкозы, однако для её расщепления необходим фермент целлюлаза, сравнительно редко встречающийся в природе. Поэтому в пищу целлюлозу употребляют только некоторые животные (например, жвачные). Велико и промышленное значение целлюлозы – из этого вещества изготавливают хлопчатобумажные ткани и бумагу.



Органические вещества клетки. Углеводы.

Хитин близок к целлюлозе; он встречается у некоторых форм **грибов**, а также как важный компонент **наружного скелета** некоторых животных.

Камеди и **слизи** имеют важную защитную функцию в организмах растений и животных.



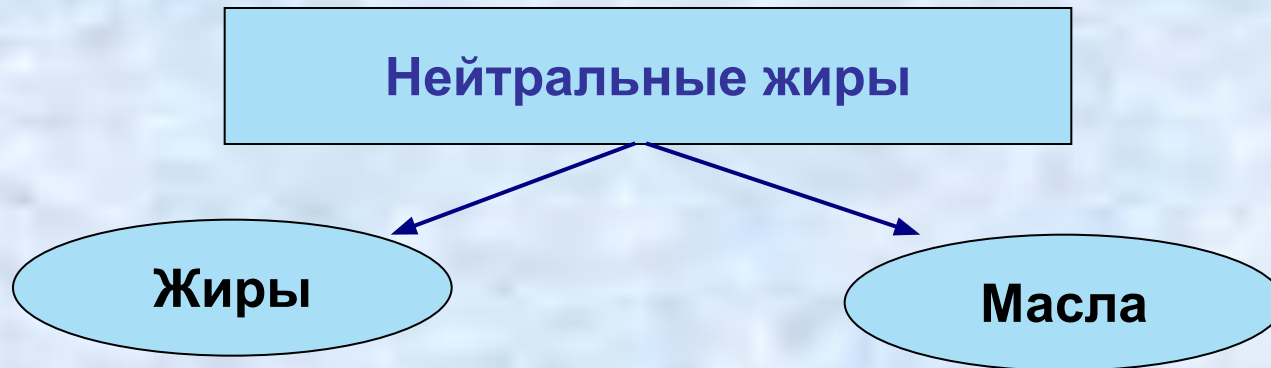
Органические вещества клетки. Липиды.

Липиды - нерастворимые в воде органические вещества. **Жирные кислоты** имеют общую формулу $R \cdot COOH$, где **R** – атом водорода или радикал типа $-CH_3$. В липидах радикал обычно представлен длинной углеводородной цепью; этот «хвост» гидрофобен, что и определяет плохую растворимость липидов в воде



Одним из компонентов оливкового масла является ненасыщенная жирная олеиновая кислота

Органические вещества клетки. Липиды.



Жиры остаются твёрдыми при 20 °С. **Масла** находятся при этой температуре в жидкой фазе.

Масла включают ненасыщенные жирные кислоты (имеющие одну или несколько двойных связей $C=C$), жиры – насыщенные жирные кислоты (без двойных связей).

Органические вещества клетки. Липиды.

Фосфолипиды состоят из остатков жирных кислот и фосфорной кислоты. Благодаря наличию полярной фосфатной группы часть молекулы приобретает способность растворяться в воде, другая же часть молекулы остаётся нерастворимой. Из фосфолипидов строятся все плазматические мембраны живых клеток.

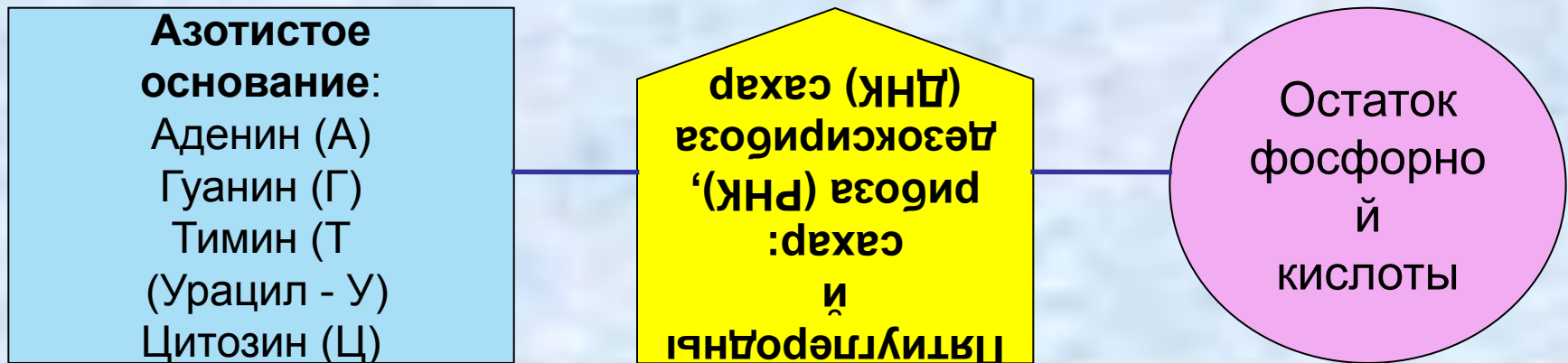
Воски – сложные эфиры жирных кислот и длинноцепочечных спиртов. Они используются животными и растениями в качестве водоотталкивающего покрытия (пчелиные соты, покрытие перьев птиц, эпидермис некоторых плодов и семян).



Органические вещества клетки. Нуклеиновые кислоты.

Нуклеиновые кислоты содержат в себе генетический материал всех живых организмов. Выяснение их структуры открыло новую эру в наших знаниях о природе. Составными частями нуклеиновых кислот являются **нуклеотиды**.

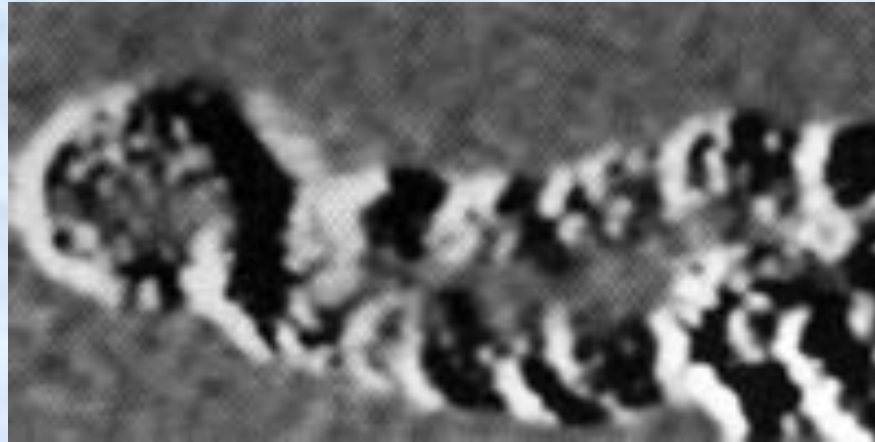
Строение нуклеотида



Аденин (А), Гуанин (Г) - относятся к классу **пуринов**. **Цитозин (Ц), Тимин (Т; в РНК - Урацил (У))** - к **пиримидинам**. **Фосфорная кислота** определяет кислотные свойства нуклеиновых кислот.

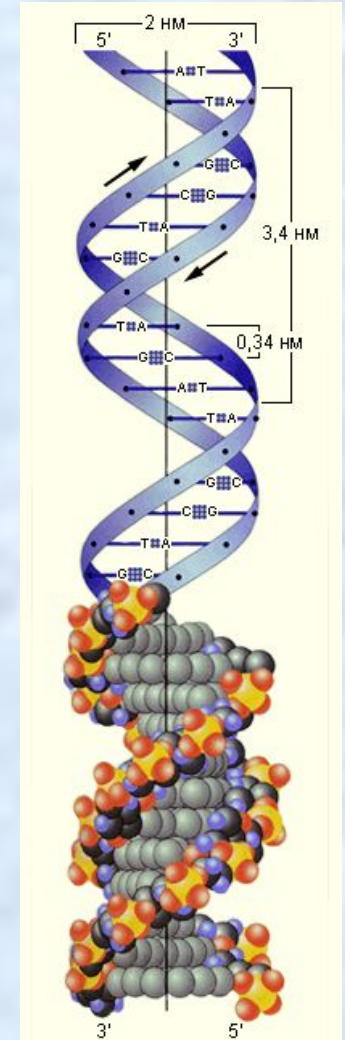
Органические вещества клетки. Нуклеиновые кислоты.

Первая
фотография ДНК



Выяснить структуру ДНК удалось в 1953 году английским ученым [Д. Уотсону](#) и [Ф. Крику](#).

ДНК - две правозакрученные полинуклеотидные цепи, свитые в спираль. Шаг спирали составляет **3,4 нм** (по 10 пар оснований в витке), а диаметр витка – **2 нм**. Фосфатные группировки находятся снаружи спирали, а азотистые основания – внутри.



Двойная спираль ДНК

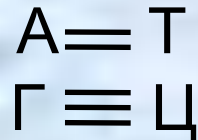
Органические вещества клетки. ДНК.

Правило Э. Чаргаффа

$$(A + T) + (G + C) = 100\% \text{ в ДНК}$$

$$A = T, G = C$$

Комплементарность: пары соединяются водородными связями между основаниями в строго определённом порядке:

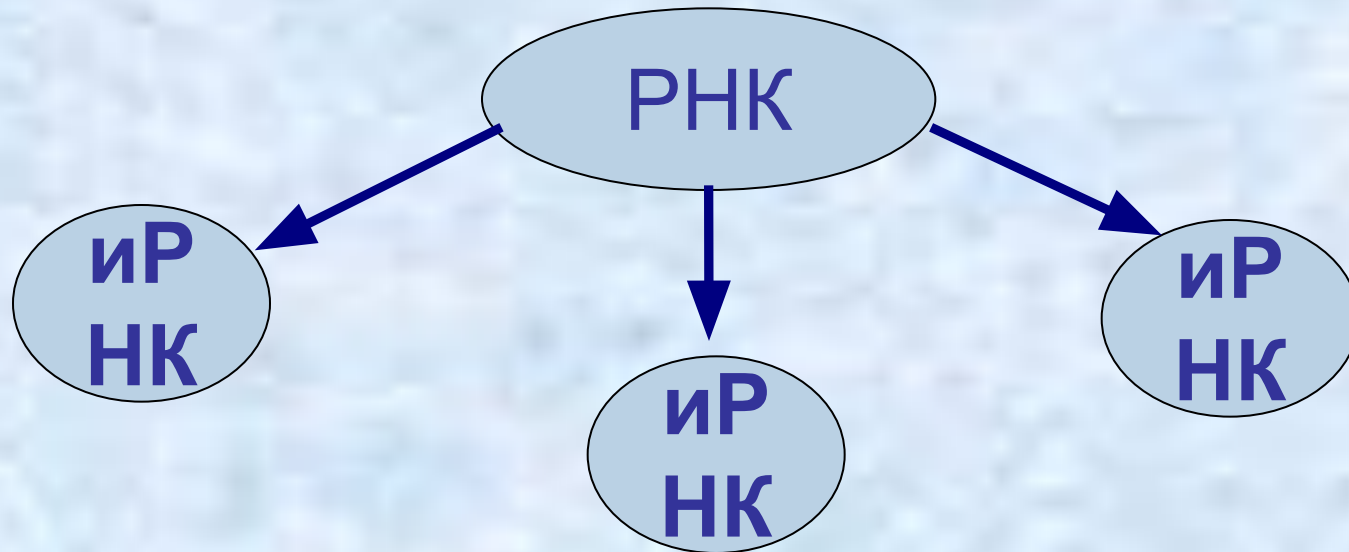


Самоудвоение ДНК.

Органические вещества клетки. РНК.

Молекула РНК состоит из одной цепи и имеет меньшие размеры.

Существует три основных вида РНК:



Органические вещества клетки. Нуклеиновые кислоты.

Информационная РНК (и-РНК) является матрицей, которую рибосомы используют при синтезе белка. Её нуклеотидная последовательность комплементарна сообщению, содержащемуся в определённом участке ДНК, т.о. она переносит информацию о структуре белка к его месту синтеза.

Транспортные РНК связывает аминокислоты и транспортирует их к месту синтеза белка.

Несколько видов **р-РНК** являются основным компонентом рибосом.



Уотсон Джеймс Дьюи
(06.04.1928, Чикаго), американский биохимик, специалист в области молекулярной биологии, член Национальной АН США (1962), Американской академии искусств и наук (1957), Датской королевской АН (1962). Окончил Чикагский университет (1947). Работал в Копенгагенском университете (1950–51), в Кавендишской лаборатории Кембриджского университета (1951–53 и 1955–56), Калифорнийском технологическом институте (1953–55). С 1956 преподавал биологию в Гарвардском университете (с 1961 профессор).

С 1962 консультант президента США по науке. С 1968 директор лаборатории количественной биологии в Колд-Спринг-Харборе (штат Нью-Йорк).





Крик Фрэнсис Харри Комптон (08.06.1916, Нортгемптон), английский биофизик, удостоенный в 1962 Нобелевской премии по физиологии и медицине за открытие молекулярной структуры ДНК. Окончил Милл-Хилл-скул и Университи-колледж в Лондоне. В 1953 получил степень доктора философии в Кембриджском университете. В 1937–39 и с 1947 работал в Кембриджском университете. Во время Второй мировой войны был сотрудником научного отдела Адмиралтейства, участвовал в создании магнитных мин.

В 1953–54 работал в Бруклинском политехническом институте (Нью-Йорк) в рамках программы по изучению структуры белков, в 1962 – в Лондонском университете.



Химическая организация клетки

Химические соединения, содержащиеся в живых организмах
(в % на сырую массу)

Неорганические
вещества

Вода (75 – 85)

Минеральные соли
(1 – 1,5)

Органические
вещества

Белки (10 -20)

Углеводы (0,2 – 2,0)

Жиры (1 – 5)

Нуклеиновые кислоты (1
-2)

Низкомолекулярные орг.
вещества (0,1-0,5)

