

Химический состав клетки.



Минеральные вещества.

- Макроэлементы.
- Микроэлементы.
- Ультрамикроэлементы.
- Функции.
- Минеральные соли



В клетке содержится более **90** химических элементов

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ КЛЕТКИ

Макроэлементы

C, H, O, N
Составляют 98 %
сухой массы клеток

P, S, K, Ca, Cl, Na,
Mg, Fe

Микроэлементы

От 0,01 % до 0,
00001 %

I, Cu, Mn, F, Mo, Co,
Zn, B

Ультрамикро- элементы

Менее 0,00001 %

U, Ra, Au, Hg, Be
(берилий), Cs
(цезий), Se (селен)

Единство элементного химического состава

Химический элемент	Земная кора	Морская вода	Живые организмы
O	49,2	85,8	65-75
C	0,4	0,0035	15-18
H	1,0	10,67	8-10
N	0,04	0,37	1,5-3,0
P	0,1	0,003	0,20-1,0
S	0,15	0,09	0,15-0,2
K	2,35	0,04	0,15-0,4
Ca	3,25	0,05	0,04-2,0
Cl	0,2	0,06	0,05-0,1
Mg	2,35	0,14	0,02-0,03
Na	2,4	1,14	0,01-0,015
Fe	4,2	0,00015	0,0003
Zn	0,01	0,00015	0,0003
Cu	0,01	0,00001	0.0002
I	0,01	0,000015	0.0001
F	0,1	2,07	0.0001

Содержание химических элементов в клетке

Элементы	Количество (%)	Элементы	Количество (%)
Кислород	65–75	Кальций	0,04–2,00
Углерод	15–18	Магний	0,02–0,03
Водород	8–10	Натрий	0,02–0,03
Азот	1,5–3,0	Железо	0,01–0,015
Фосфор	0,20–1,00	Цинк	0,0003
Калий	0,15–0,4	Медь	0,0002
Сера	0,15–0,2	Йод	0,001
Хлор	0,05–0,10	Фтор	0,001

МАКРОЭЛЕМЕНТЫ:

■ 1 ГРУППА

«основные элементы» или биогенные (98%)

- Углерод (C),
- Кислород (O),
- Азот (N),
- Водород (H)



■ 2 ГРУППА

Собственно макроэлементы (1,9%)

- Калий (K),
- Фосфор (P),
- Сера (S),
- Магний (Mg),
- Хлор (Cl),
- Кальций (Ca),
- Натрий (Na),
- Железо (Fe)

Макроэлементы.

- Кислород – 65-75 %,
 - Углерод - 15 -18 %,
 - Водород - 8 -10 %,
 - Азот - 1,5 -3 %
- 98 %
- Фосфор – 0,2 -1 %
 - Сера – 0,15 -0,2%
 - Хлор – 0,05%-0,1%
 - Калий – 0,15 -0,4 %,
 - Кальций -0,04 – 2 %
- магний –0,02- 0,03%
 - железо – 0,01-0,015%
 - натрий – 0,02-0,03 %



Биогенные элементы 98% от массы клеток

- Азот
- Водород
- Кислород
- Углерод
- Сера
- Фосфор.



Микроэлементы.

- Медь
- Цинк
- Кобальт
- Марганец
- Йод
- Фтор
- Никель и др.

от 0,001 до 0,000001 %



Ультрамикроэлементы.

- Бор
- Бром
- Серебро
- Золото
- Селен
- Мышьяк и др.

Менее 0,000001 %



Особенности строения минеральных солей

- а) в диссоциированном состоянии в виде катионов: K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++}
в виде анионов: $H_2PO_4^-$, Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{--}
- б) в связанном с органическими веществами состоянии обеспечивают многие функции



Функции минеральных солей

Влияют на:

- Кислотно –щелочное равновесие(буферность) в организме
- Осмотическое давление, поступление воды в клетку.

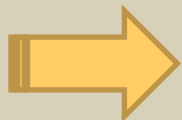
В связанном с органическими веществами состоянии обеспечивают многие функции:

- **Железо** участвует в построении молекулы гемоглобина;
- **Магний** входит в состав хлорофилла;
- **Медь** входит в состав многих окислительных ферментов;
- **Йод** содержится в составе молекул тироксина;
- **Натрий и калий** обеспечивают электрический заряд на мембранах нервных волокон;
- **Кобальт** входит в состав витамина В12 и т.д.



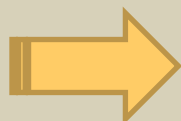
Значение макро- и микроэлементов в организме человека

P



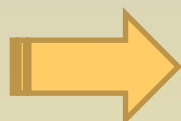
Входит в состав белков и нуклеиновых кислот, участвует в формировании костей и зубов

S

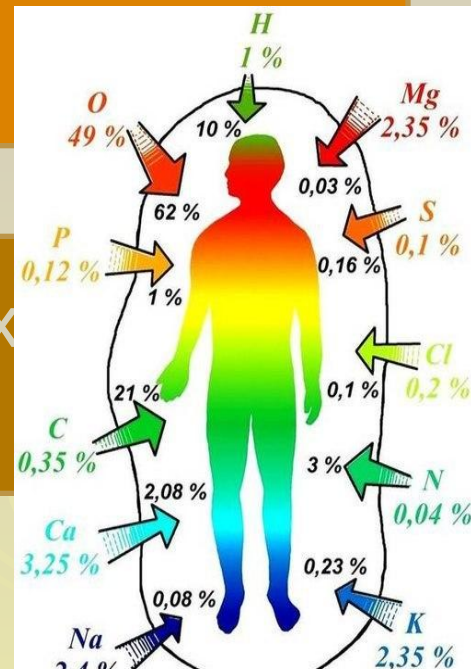


Входит в состав белков и нуклеиновых кислот

Na, Cl

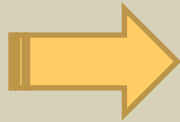


Участвует в процессах возбуждения клеток



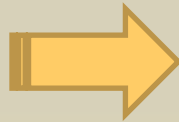
Значение макро- и микроэлементов в организме человека

K



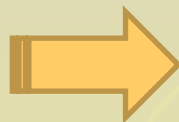
Участвует в процессах возбуждения клеток, работе ферментов, удержании воды в клетке.

Ca



Входит в состав клеточных стенок растений, костей, зубов, раковин моллюсков; необходим для сокращения мышц, внутриклеточного движения

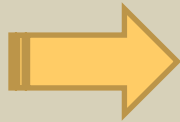
Mg



Компонент хлорофилла; участвует в биосинтезе белка

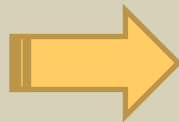
Значение макро- и микроэлементов в организме человека

Fe



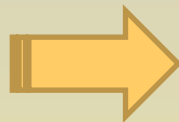
Входит в состав белков и нуклеиновых кислот, участвует в формировании костей и зубов

Zn

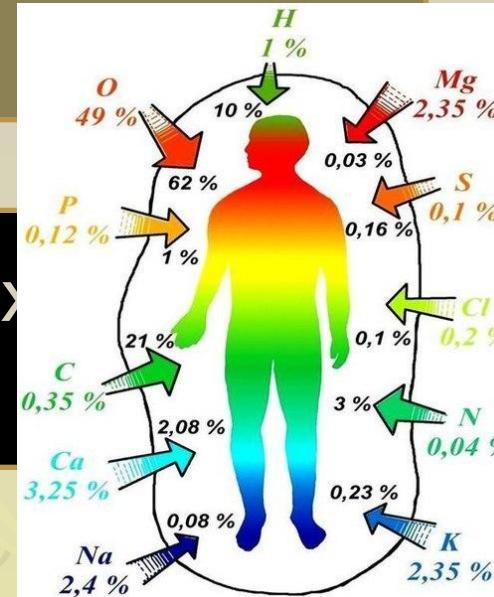


Входит в состав белков и нуклеиновых кислот

Cu

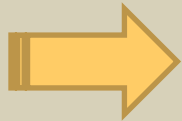


Участвует в процессах возбуждения клеток



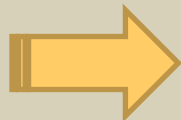
Значение макро- и микроэлементов в организме человека

Co



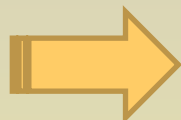
Входит в состав белков и нуклеиновых кислот, участвует в формировании костей и зубов

I



Входит в состав белков и нуклеиновых кислот

F



Участвует в процессах возбуждения клеток

Неорганические соединения

- Вода
- Минеральные вещества



Содержание воды в разных клетках организма:

- В молодом организме человека и животного – 80 % от массы клетки;
- В клетках старого организма – 60 %;
- В головном мозге – 85%;
- В клетках эмали зубов –10 -15 %.
- При потере **20%** воды *у человека* наступает **смерть**.



Функции минеральных солей

Определяют буферные свойства – способность поддерживать pH среды.

Обеспечивают осмотическое давление.

Входят состав кофакторов ферментов.



Минеральные соли могут находиться в растворенном или нерастворенном состояниях. Растворимые соли диссоциируют на ионы.

Нерастворимые соли кальция входят в состав зубов, костей, раковин и панцирей одноклеточных и многоклеточных животных.

Ионы

Катионы (важнейшие)

Mg^{2+}

Входит в состав хлорофилла

$Fe^{2+} Fe^{3+}$

Входит в состав белков, в том числе гемоглобина

$K + Na$

Облегчают перенос веществ через мембрану и участвуют в проведении нервного импульса

Ca^{2+}

Способствует мышечному сокращению и свертыванию крови

Анионы (важнейшие)

Фосфат –анион

Входит в состав АТФ и нуклеиновых кислот

Карбонат – и гидрокарбонат-анион

Смягчает колебания pH среды



Вода.

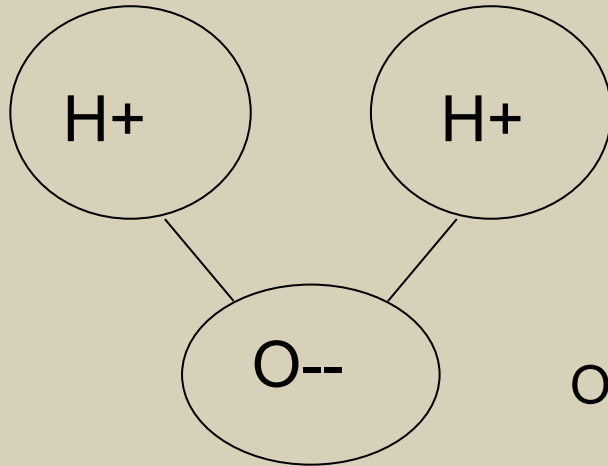
- Особенности строения
- Свойства воды
- Функции **Функции**



Особенности строения молекулы

ВОДЫ

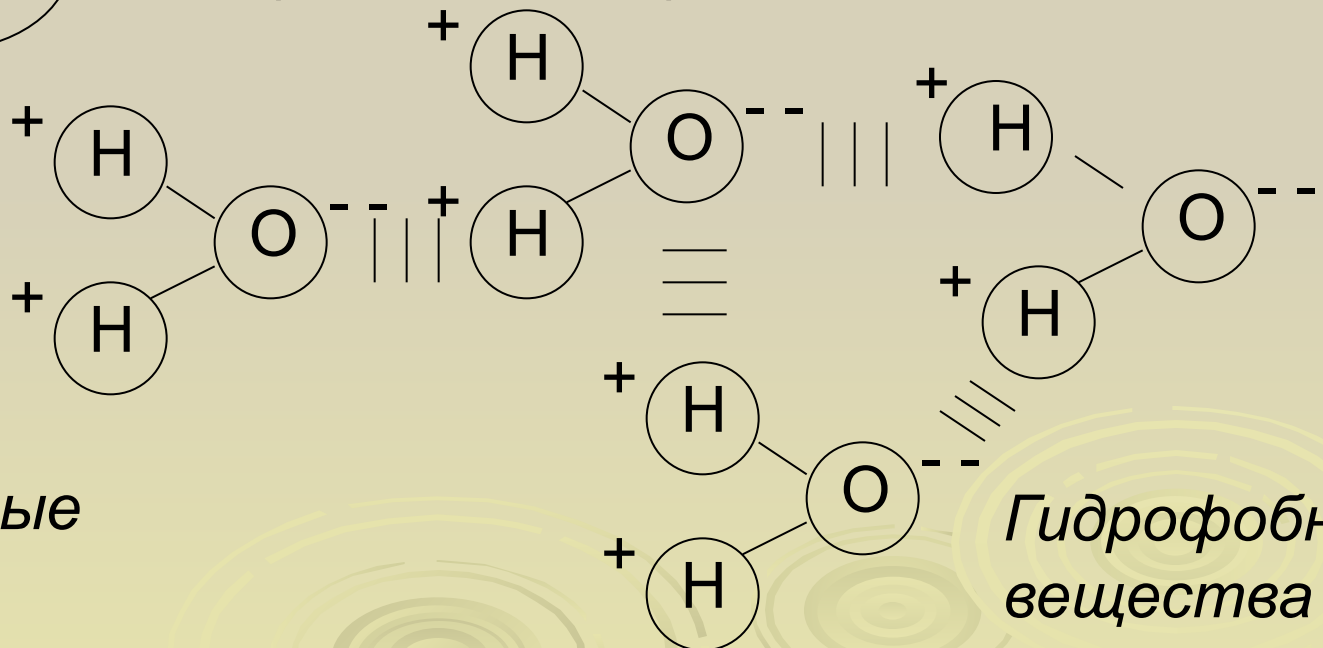
Строение молекулы



диполь



Образование водородной связи



Гидрофильные
вещества

Гидрофобные
вещества



Вода – основа жизни на Земле

Физико-химические свойства воды

Не имеет
вкуса, цвета и
запаха.

Может находиться
в 3-х агрегатных
состояниях.

t плавл. $-0\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 t кип. $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$

Обладает
дипольным
свойством.

Обладает
поверхностным
натяжением.

Обладает
капиллярностью.

Обладает
плотностью и
вязкостью.

Универсальный
растворитель.

Физические свойства воды и их значения для биологических процессов различных уровней

- Высокая теплоемкость и теплопроводность
- Прозрачность в видимом участке спектра
- Практическая полная несжимаемость
- Подвижность молекул и вязкость
- Хороший растворитель
- Оптимальная для биосистем значение силы поверхностного натяжения
- Расширение при замерзании



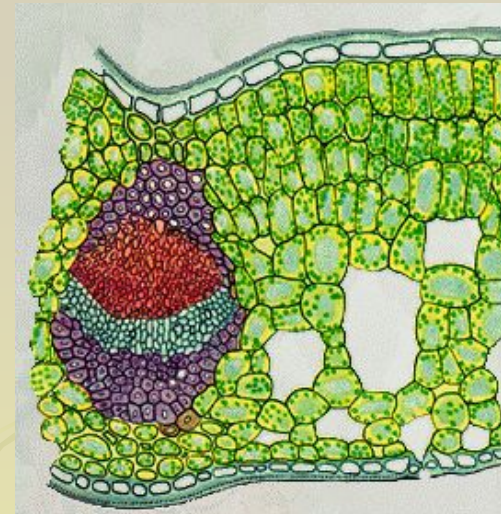
Высокая теплоемкость и теплопроводность

- идеальная жидкость для поддержания теплового равновесия организма – для *термостабильности*
- круговорот воды в природе - один из элементов формирования *погоды и климата* в целом.



Прозрачность в видимом участке спектра

- возможность *фотосинтеза* на небольшой глубине и, следовательно, возможность существования связанных с ним пищевых цепей



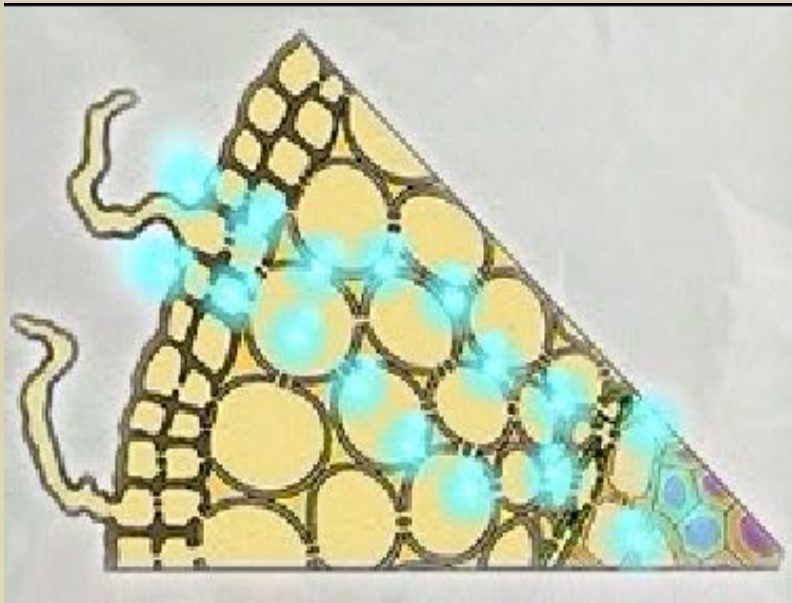
Практическая полная несжимаемость

- благодаря силам межмолекулярного сцепления поддерживается **форма организмов** (тургорное давление, гидростатический скелет, амниотическая жидкость).



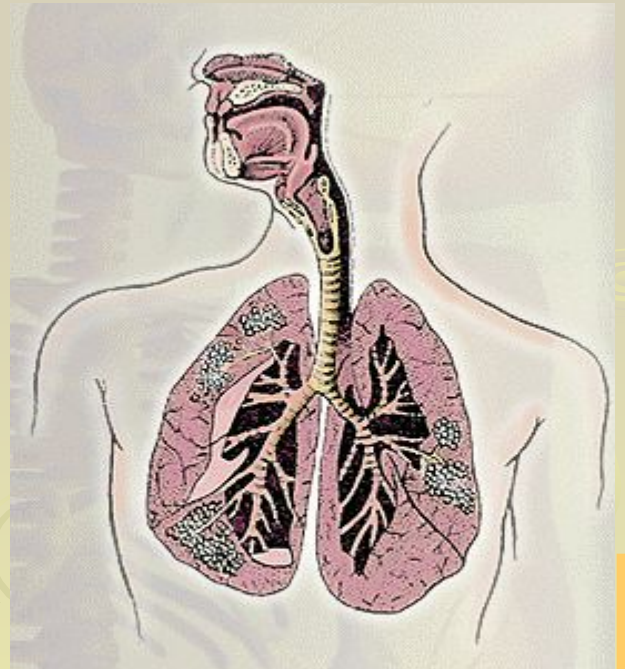
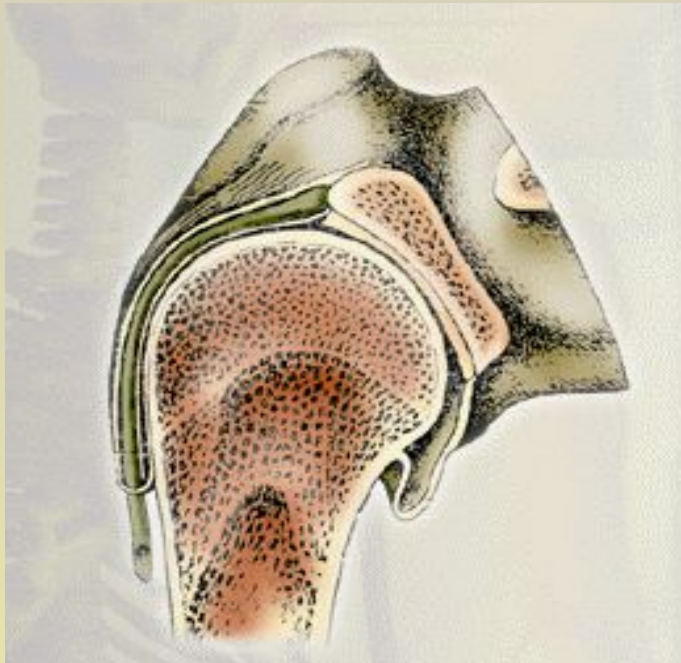
Подвижность молекул

- вследствие слабости водородных связей возможно проявление *осмоса*



Вязкость

- благодаря наличию водородных связей вода обладает *смазывающими свойствами* (синовиальная жидкость в суставах, плевральная жидкость).



Благодаря полярности молекул:

- самый распространенный в природе **растворитель**,
- **среда** протекания многих химических реакций в организме,
- образует **гидратационную оболочку** вокруг макромолекул (является дисперсионной средой в коллоидной системе цитоплазмы).



Оптимальная для биосистем значение силы поверхностного натяжения

- водные растворы являются *средством передвижения веществ* в организме, которое определяется силами межмолекулярного сцепления.



Расширение при замерзании

- лед легче воды, он образуется на поверхности водоемов и выполняет *функцию теплоизоляции* – защищает от холода находящиеся в воде организмы



Функции воды

- Универсальный растворитель
- Выполняет функцию терморегуляции в живых организмах
- Обеспечивает гидролиз, окисление высокомолекулярных орг. соединений (белков, углеводов, жиров)
- Является осморегулятором
- Обеспечивает перенос и выделение определённых веществ из клетки в клетку





Вещества



Гидрофильные
(растворимые в
воде)



Гидрофобные
(нерастворимые
в воде)

Содержание воды в различных
органах
человеческого организма

Мозг 86%

Печень
70%

Кости 20%

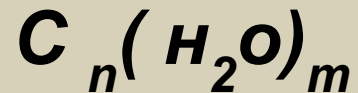
Органические соединения.

- Углеводы - 0,2 -2,0 % сух. вещ. кл.
- Белки - 10 -20% сух. вещ. кл.
- Жиры – 1 -5 % сух. вещ. кл.
- Нуклеиновые кислоты – 1-2 %
- АТФ
- Ферменты.
- Алкалоиды
- Низкомолекулярные органические вещества (НМВ) - 0,1 -0,5 %



Углеводы

органические вещества, состоящие из атомов углерода, водорода и кислорода (водород и кислород находятся в них, как правило, в таком же соотношении, как и в молекуле воды)



- Виды углеводов
- Сравнение классов углеводов
- Функции



Углеводы

моносахариды

- Триозы
- Тетрозы
($C_4H_8O_4$)
- Пентозы
($C_5H_{10}O_5$)
- Гексозы
($C_6H_{12}O_6$)

Дисахариды- олигосахариды

- Сахароза
- Мальтоза
- Лактоза
- ...

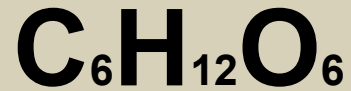
полисахариды

- Крахмал
- Гликоген
- Декстрины
- Целлюлоза
- ХИТИН
- МУРЕИН...

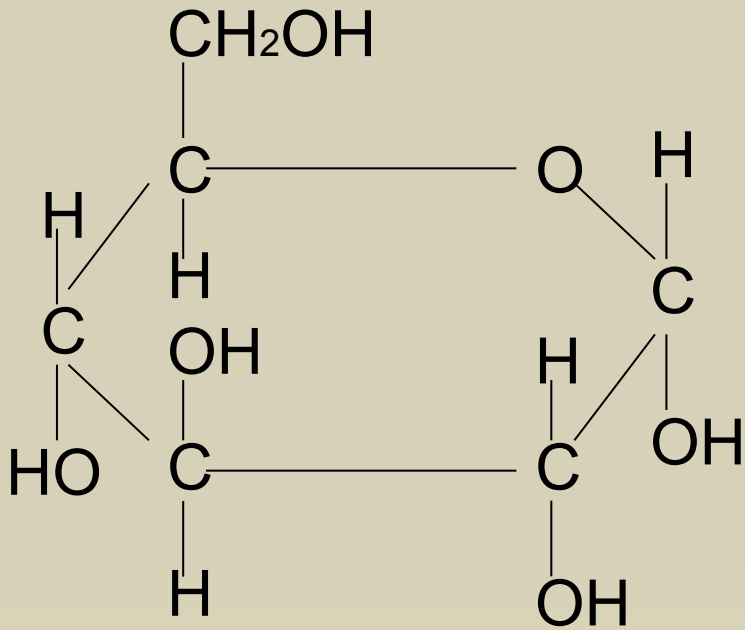


Гексозы

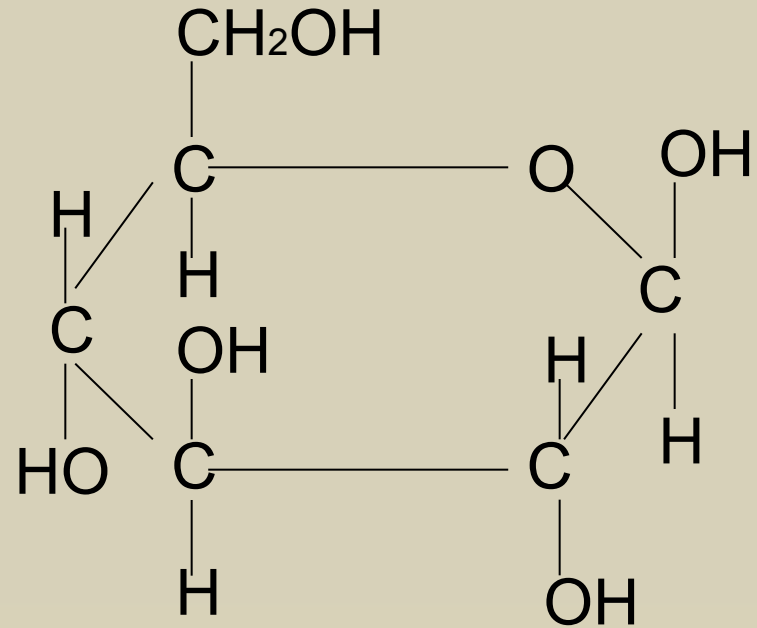
- Фруктоза
- Глюкоза
- Галактоза



Молекула глюкозы



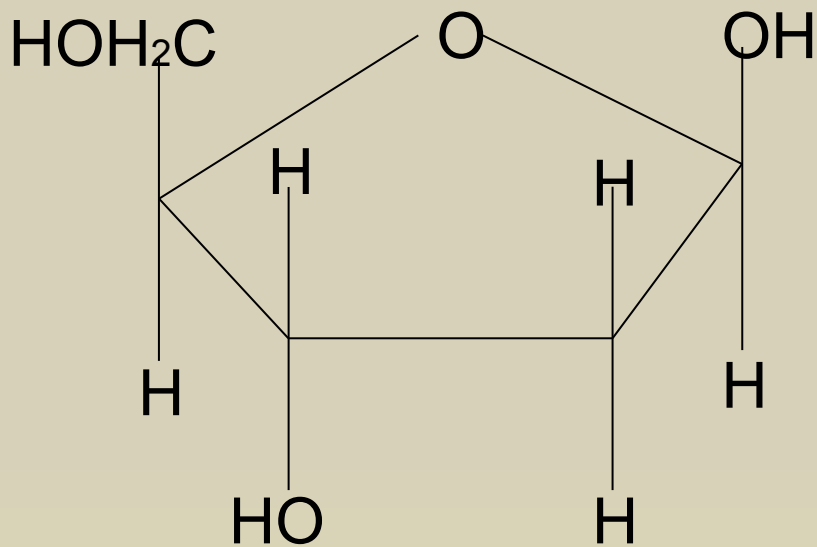
α-форма глюкозы



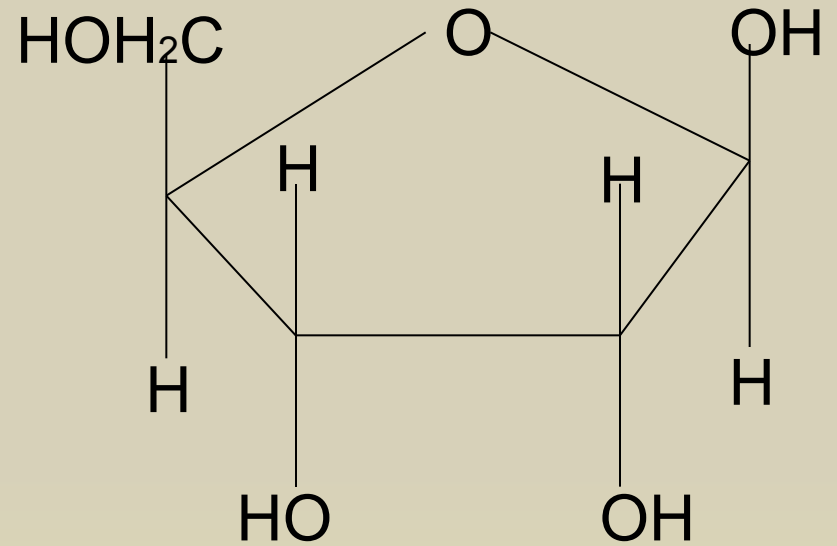
β-форма глюкозы



Пентозы – $C_5H_{10}O_4$



дезоксирибоза



рибоза



Олигосахариды

Сложные углеводы, содержащие от 2 до 10 моносакхаридных остатков.

Мальтоза-
Солодовый
сахар.
Состоит из двух
молекул
глюкозы.

Сахароза-
Свекловичный
сахар.
Состоит из
глюкозы
и фруктозы

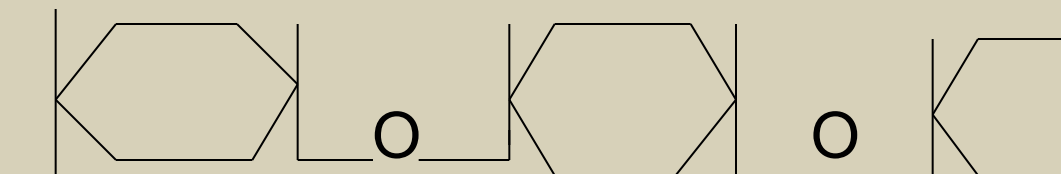
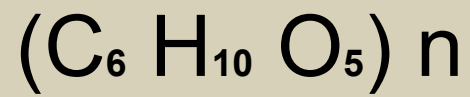
Лактоза-
Молочный
сахар.
Состоит из
глюкозы и
галактозы



Гликоген $(C_6H_{10}O_5)_n$



Крахмал



Сравнение классов углеводов

Признак	Моносахарид	Олигосахариды	Полисахариды
Состав	Одна молекула $C_n(H_2O)_n$	Определенное количество остатков молекул моносахаридов, соединенных ковалентными связями.	Неопределенно большое количество остатков молекул моносахаридов.
Пути образования	1. Фотосинтез 2. Гидролиз олиго и полисахаридов 3. В процессе метаболизма разных веществ	Ферментативная полимеризация моносахаридов или ферментативный гидролиз полисахаридов	Ферментативная полимеризация моно - и олигосахаридов



Признак	Моносахарид	Олигосахариды	Полисахариды
Продукт гидролиза	Не гидролизуются	Моносахариды	Моносахариды
Молекулярная масса	Определенная	Определенная	Не определенная
Растворимость в воде	В основном растворимы	В основном растворимы	Нерастворимы или образуют коллоидные растворы
Вкус	Многие имеют сладкий вкус	Многие имеют сладкий вкус	Не имеют сладкого вкуса
Признаки классификации	По числу атомов углерода	По числу остатков моносахаридов, входящих в состав молекулы	Различным образом



Биологические функции углеводов

углеводы	свойства	биологические функции
1. Моносахариды: <i>Глюкоза</i> <i>Дезоксирибоза</i> <i>рибоза</i>		
2. Дисахариды: <i>Сахароза</i> <i>Мальтоза</i>		
3. Полисахариды: <i>Крахмал</i> <i>Гликоген</i> <i>Целлюлоза.</i>		

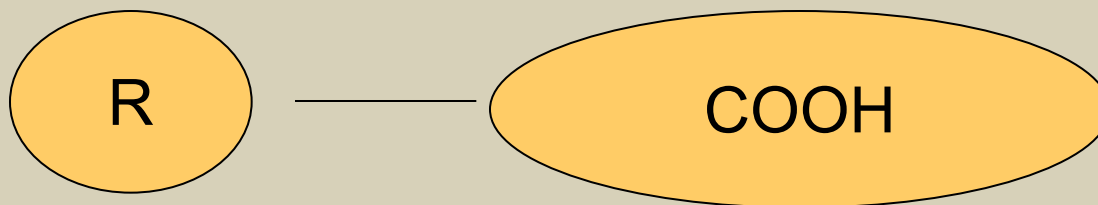


Функции углеводов

- Энергетическая. Окисление 1г. = 17,6кДж.
- Структурная. Целлюлоза образует стенки растительных клеток, хитин- скелет членистоногих, муреин – стенки клеток бактерии.
- Запасаящая. Гликоген резервный полисахарид у человека, грибов. Крахмал – у растений.
- Защитная. Моносахара входят в состав витаминов, нуклеиновых кислот, ферментов.
- Метаболическая. Глюкоза, крахмал, гликоген участвуют в процессах метаболизма клетки.



Жиры

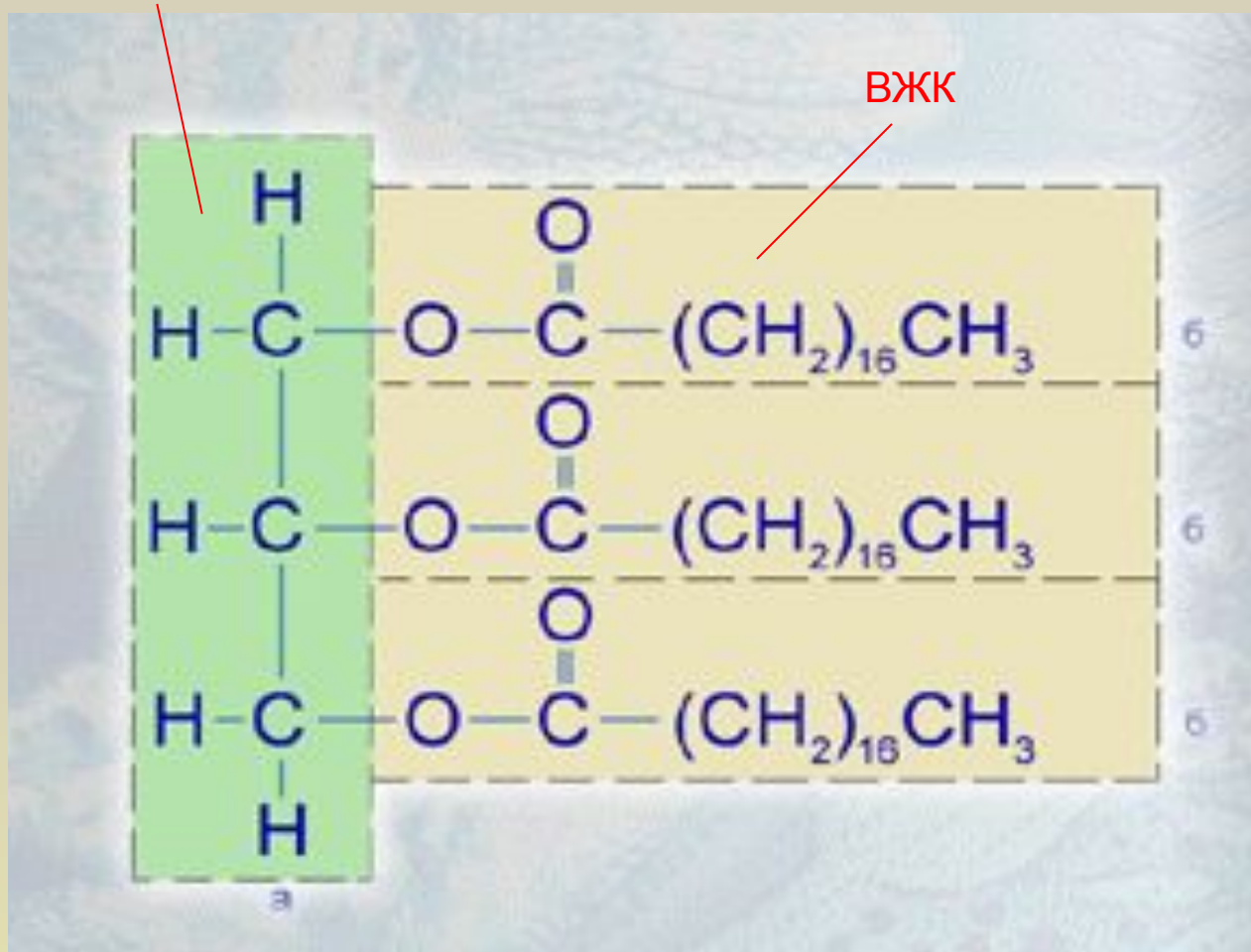


- Химическое строение
- Классификация липидов
- Функции



Химическое строение жиров

Трёхатомный спирт (глицерин)



жиры

```
graph TD; A[жиры] --> B[насыщенные]; A --> C[ненасыщенные]; B --> D["t плавления выше – твердые."]; C --> E["t плавления ниже - жидкие"]
```

The diagram is a hierarchical flowchart. At the top is a box labeled 'жиры'. A line from this box branches into two boxes: 'насыщенные' on the left and 'ненасыщенные' on the right. From 'насыщенные', a line leads down to a box containing the text 't плавления выше – твердые.'. From 'ненасыщенные', a line leads down to a box containing the text 't плавления ниже - жидкие'. The background features faint, stylized circular patterns resembling ripples in water.

насыщенные

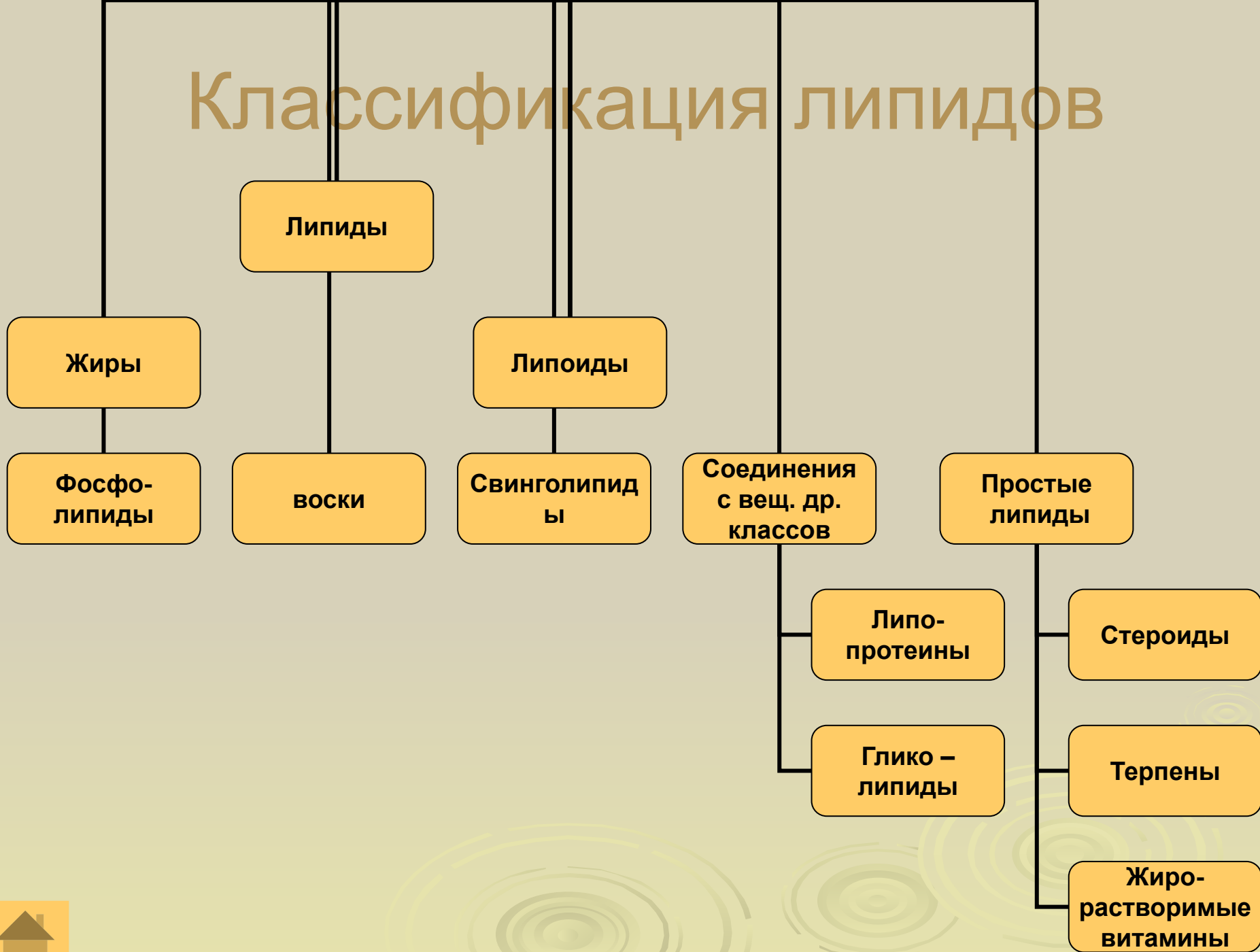
**t плавления
выше –
твердые.**

ненасыщенные

**t плавления
ниже -
жидкие**



Классификация липидов



Функции жиров

- Энергетическая. 1г. даёт 38,9 кДж
- Резервная - источник метаболической воды (1г жира даёт 105г воды)
- Строительная
- Регуляторная
- Защитная



Проверочный тест.

- 1. В каких клетках содержится больше углеводов?**
а) в растительных; б) в животных; г) одинаково.
- 2. Какими свойствами обладают полисахариды?**
а) хорошо растворимы в воде, сладкие на вкус;
б) плохо растворимы в воде, сладкие на вкус;
в) теряют сладкий вкус и способность растворяться в воде.
- 3. Основные биологические функции углеводов:**
а) защитная; б) энергетическая и строительная;
в) энергетическая и защитная.
- 4. Какое свойство липидов лежит в основе энергетической функции?**
а) гидрофобность; б) плохая теплопроводность; в) окисление жиров.
- 5. Как точно можно узнать глюкозу и крахмал?**
а) по запаху; б) по растворимости в воде; в) по цвету.



Белки

Азотсодержащие орг. соединения, состоящие из аминокислот, соединённых с помощью пептидных связей и имеющие сложную структурную организацию.

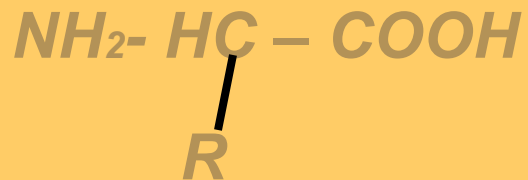
- Химический состав
- Строение
- Свойства белков
- Функции



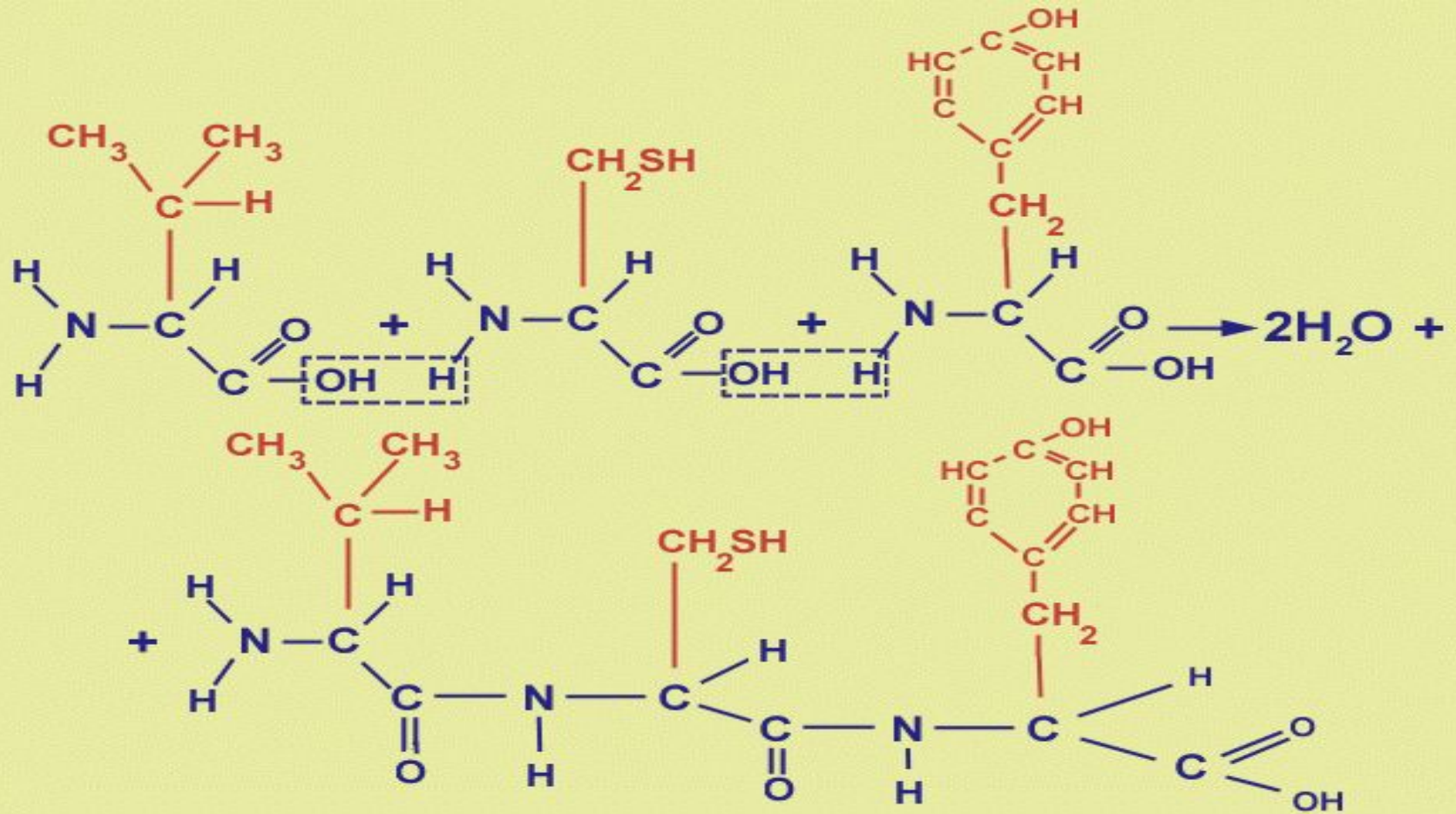
аминокислоты

Незаменимые-
в организме не
синтезируются.

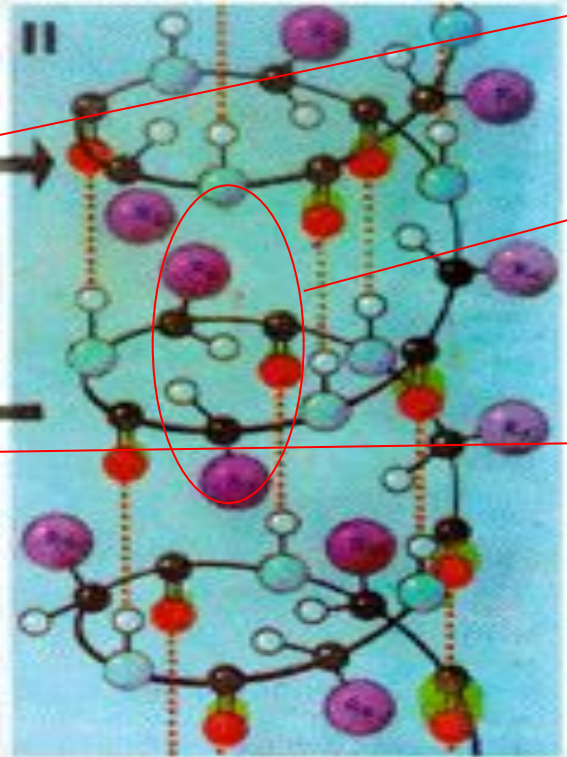
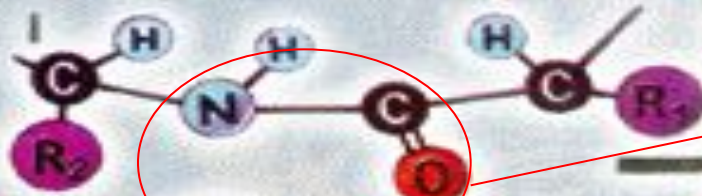
Заменимые –
синтезируются
в организме.



Химический состав белка



Структуры белка



Первичная структура-

Пептидная связь

Вторичная структура-

Водородные связи
Третичная структура-

структура-

-S-S-(дисульфидные связи)

Четвертичная структура

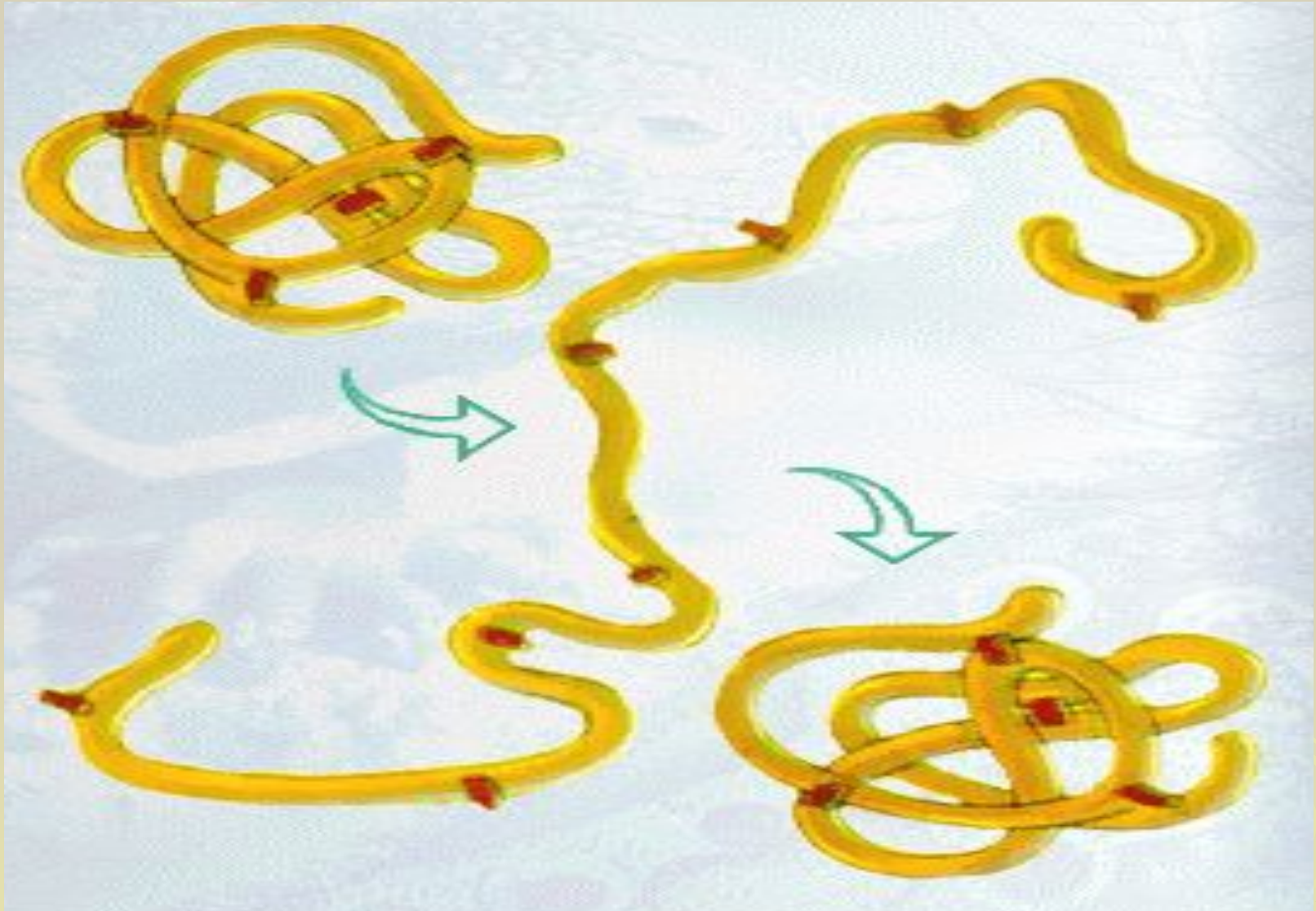


Свойства белков:

- Денатурация. – изменение структуры (разрушение) белка под действием различных факторов
- Ренатурация – восстановление структуры
- Видовая специфичность – обусловлена различными генами, которые кодируют белки
- Белковая индивидуальность организма – последовательностью а.к.



Денатурация белка



Функции белков

- Защитная (антитела, глобулины)
- Строительная. Входят в состав всех клеточных мембран.
- Транспортная (гемоглобин).
- Каталитическая (ферменты).
- Двигательная (коллаген, актин, миозин).
- Регуляторная (инсулин, гормон роста).
- Запасная или питательная (казеин, альбумин,).
- Энергетическая (источник энергии = 17, 6 кдж.
- Токсическая (яд змей, грибов, насекомых,).
- Сигнальная (молекулы белков, встроенных в мембрану).



Строение белковой молекулы.

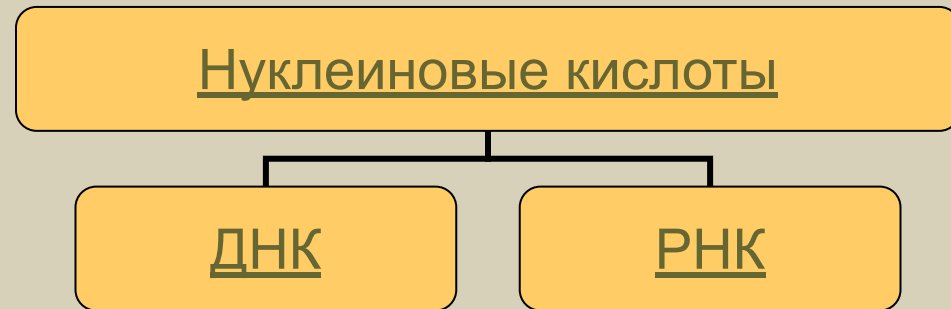
структура	Тип связи	Графическое изображение	Харак- ка структуры
Первичная			
Вторичная			
Третичная			
четвертичн ая			



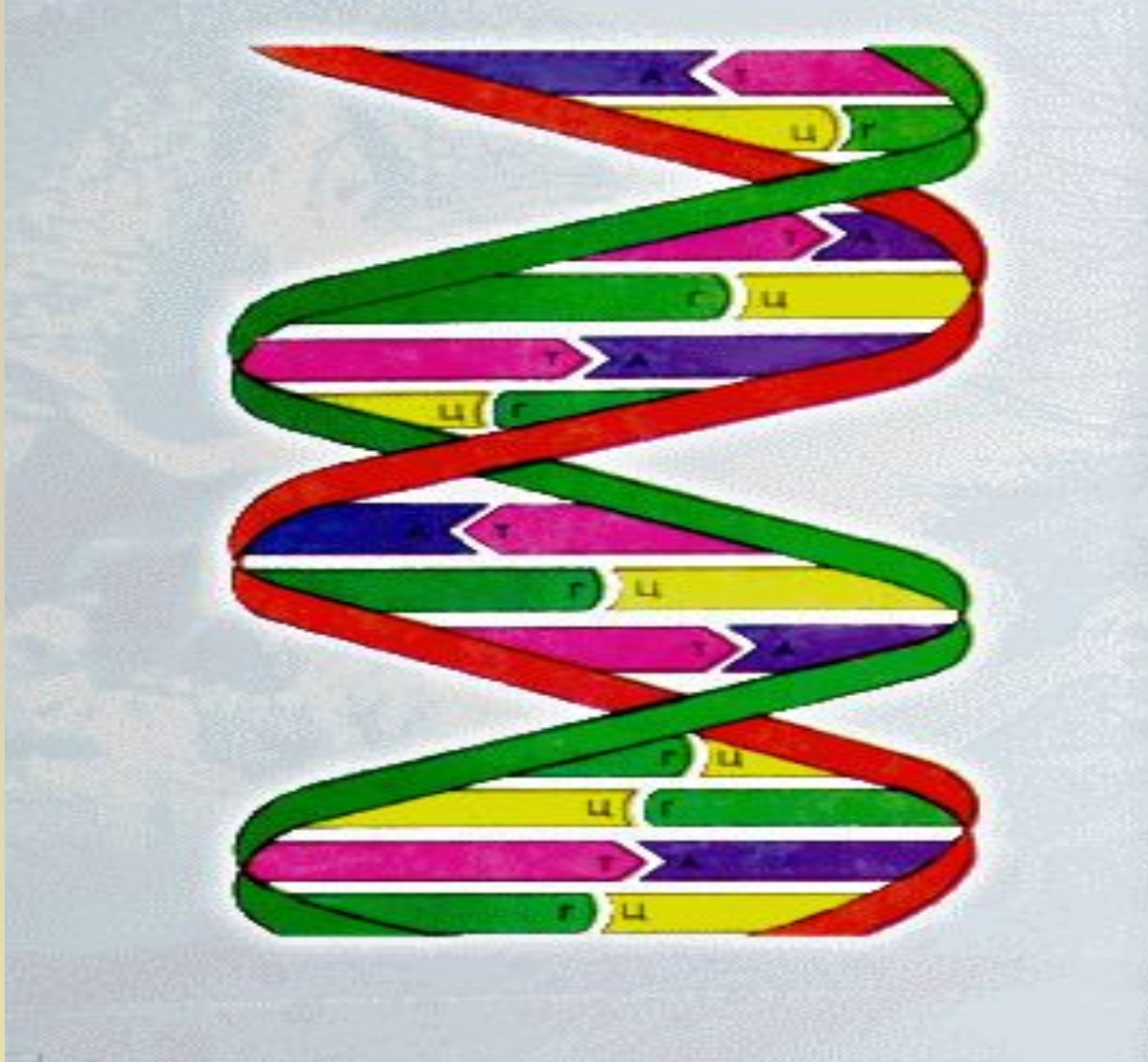
Нуклеиновые кислоты

от латинского "nucleus"
- ядро -

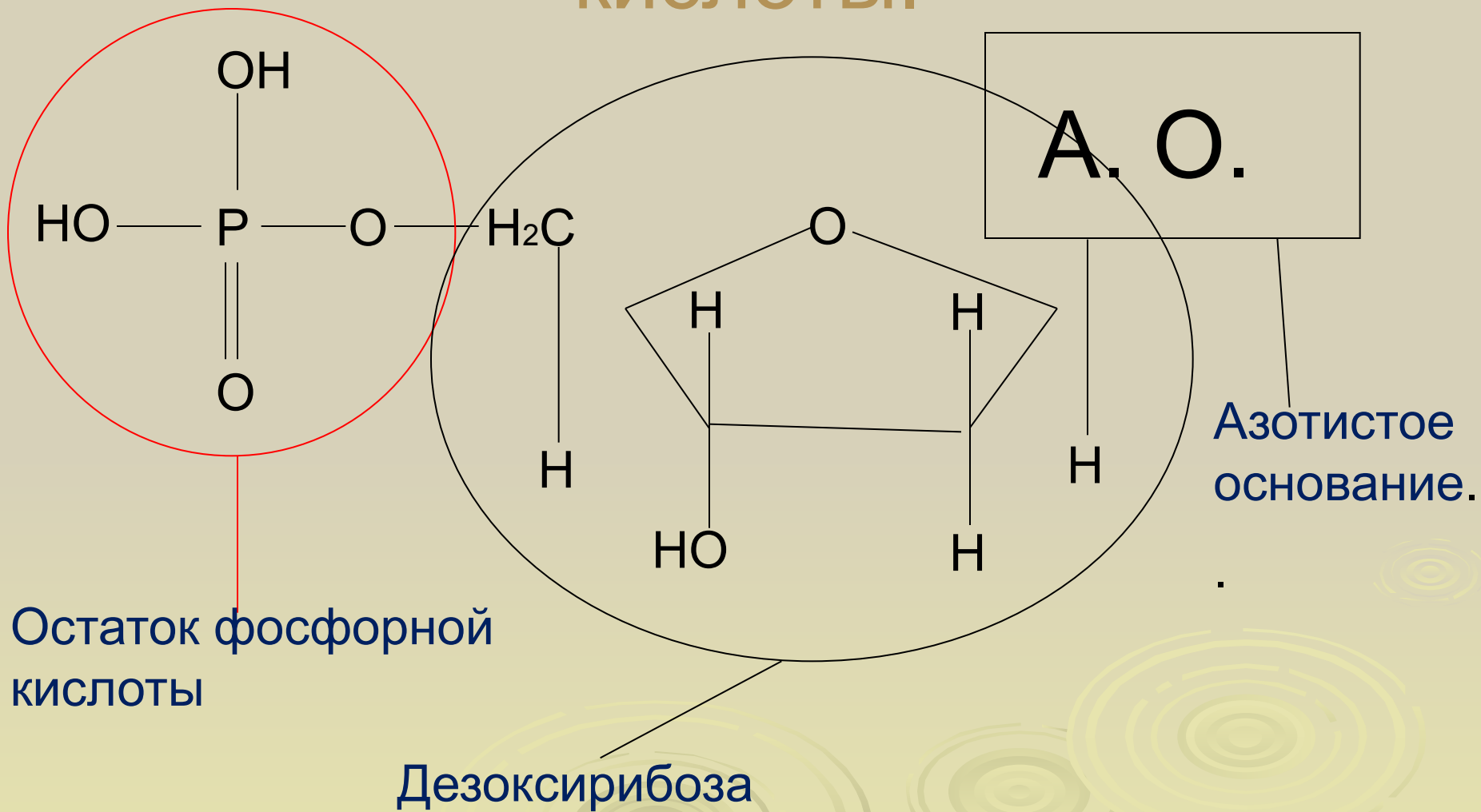
природные
высокомолекулярные
соединения,
обеспечивающие
хранение и передачу
наследственной
(генетической)
информации в
живых организмах.



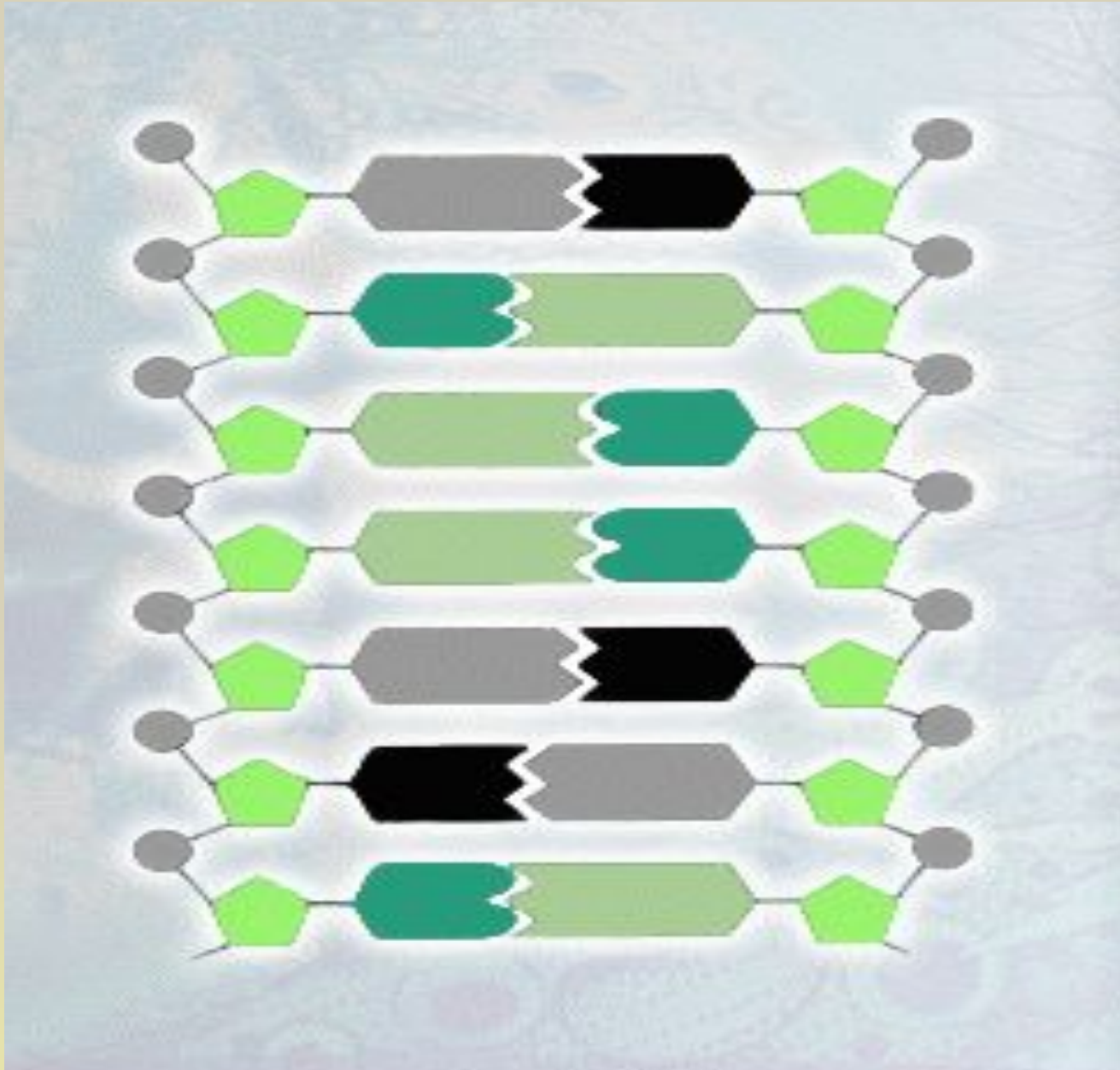
Молекула ДНК



Нуклеотид- дезоксирибонуклеиновой КИСЛОТЫ.



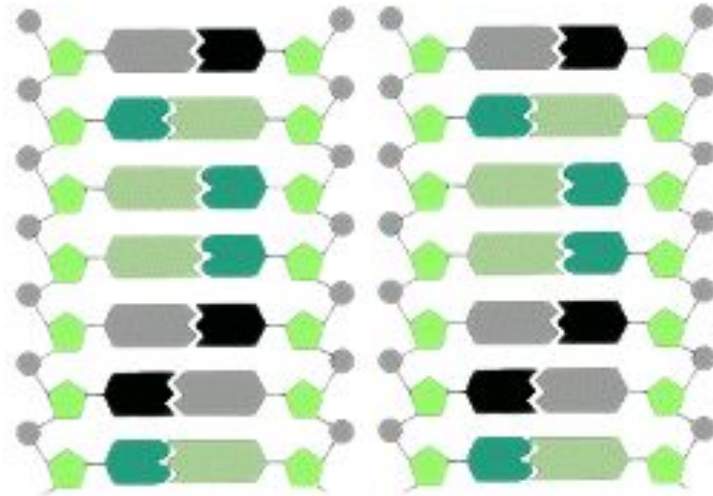
Комплементарность



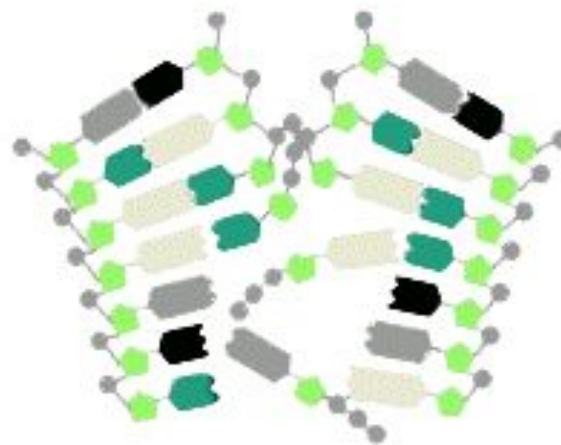
Репликация ДНК



2



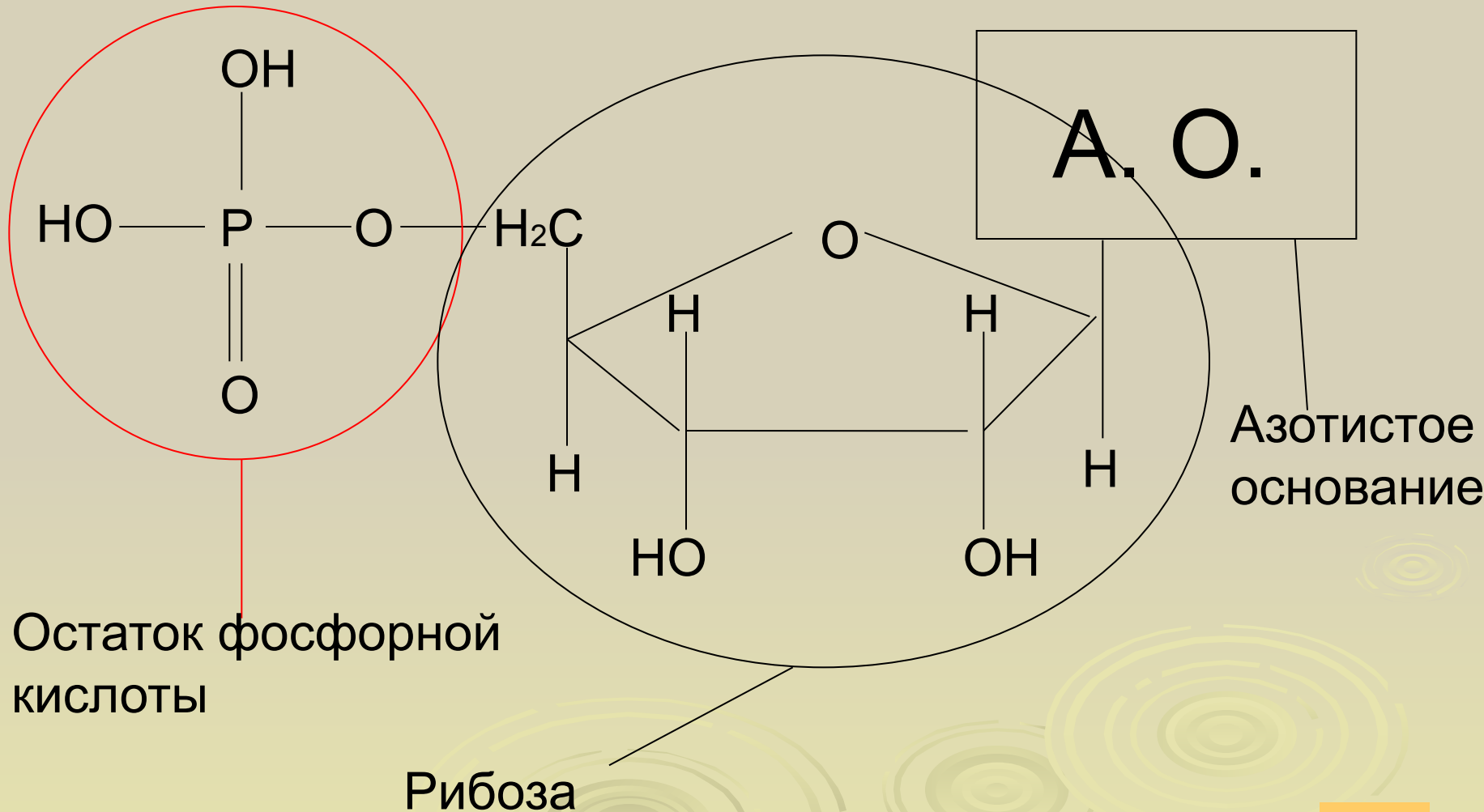
3



1



Рибонуклеиновая кислота. Нуклеотид.



Виды РНК.

- ▣ **Рибосомная РНК** (рРНК) – в комплексе с белками образует рибосомы, на которых происходит синтез белка.
- ▣ **Информационная** (матричная) (иРНК) – программирует синтез белков в клетке. Она осуществляет передачу кода ДНК к месту синтеза белка.
- ▣ **Транспортная РНК** (тРНК) – доставляет аминокислоты к месту синтеза белка и определяет точную ориентацию аминокислоты в рибосоме.



Молекула т-РНК



1 петля - акцепторная.
Присоединяются аминокислоты.

2 петля- антикодоновая. В
процессе трансляции узнает
кодон в иРНК.

3 и 4 петли – боковые .



ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД

1-е основание	2-е основание				3-е основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен Фен Лей Лей	Сер Сер Сер Сер	Тир Тир * ¹ *	Цис Цис * Три	У Ц А Г
Ц	Лей Лей Лей Лей	Про Про Про Про	Гис Гис Глн Глн	Арг Арг Арг Арг	У Ц А Г
А	Иле Иле Иле Мет	Тре Тре Тре Тре	Асп Асп Лиз Лиз	Сер Сер Арг Арг	У Ц А Г
Г	Вал Вал Вал Вал	Ала Ала Ала Ала	Асп Асп Глу Глу	Гли Гли Гли Гли	У Ц А Г



Нуклеиновые кислоты

Признаки	ДНК	РНК
Нахождение в клетке	Ядро, митохондрии, хлоропласты	Ядро, митохондрии, рибосомы, хлоропласты
Нахождение в ядре	Хромосомы	Ядрышко
СОСТАВ НУКЛЕОТИДА	АДЕНИН, ТИМИН, ГУАНИН, ЦИТОЗИН; ДЕЗОКСИРИБОЗА; ОСТАТОК ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ.	АДЕНИН, УРАЦИЛ, ГУАНИН, ЦИТОЗИН; РИБОЗА; ОСТАТОК ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ.
Строение макромолекулы	Двойная свёрнутая правозакрученная спираль	Одинарная полинуклеотидная цепочка (кроме вирусов)



<p>свойства</p>	<p>Способна к самоудвоению по принципу комплементарности: А-Т; Т-А; Г-Ц; Ц-Г. Стабильна.</p>	<p>Не способна к самоудвоению. Лабильна.</p>
<p>функции</p>	<p>Химическая основа гена. Хранение и передача наследственной информации о структуре белков.</p>	<p>иРНК(мРНК)определяет порядок расположения аминокислоты в белке; тРНК –подносит аминокислоты к месту синтеза белка – рибосомам; рРНК- определяет структуру рибосом</p>



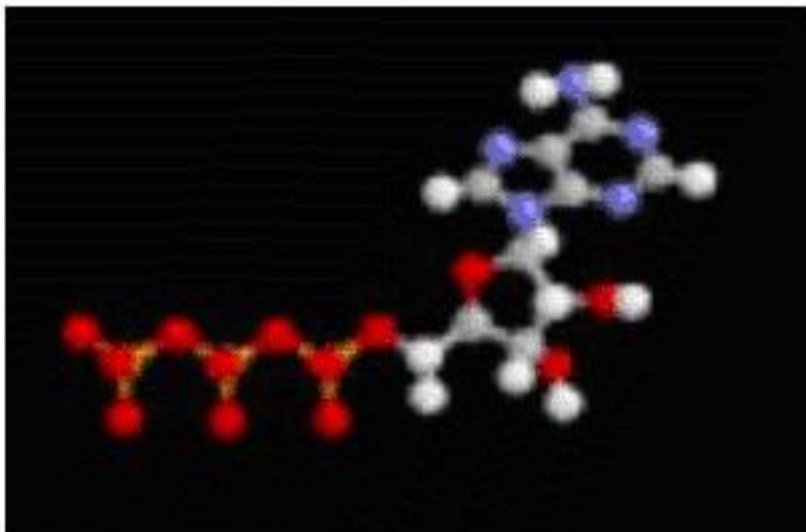
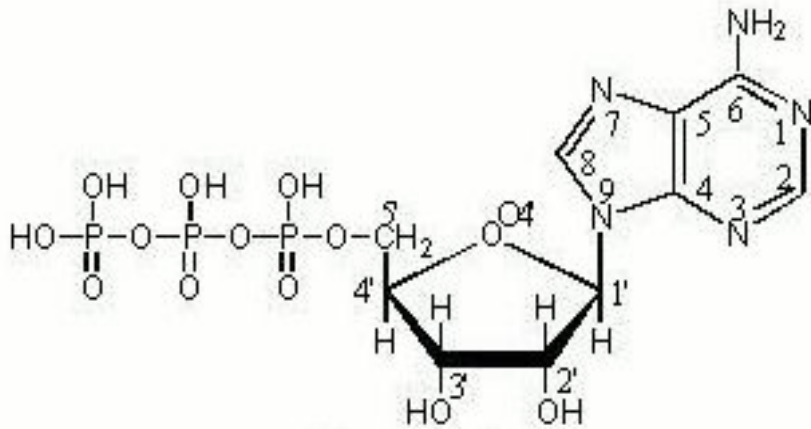
АДЕНОЗИН ТРИФОСФОРНАЯ КИСЛОТА.

СОСТАВ :

**1. ТРИ ОСТАТКА
ФОСФОРНОЙ
КИСЛОТЫ.**

2. РИБОЗА.

3. ОСТАТОК АДЕНИНА.



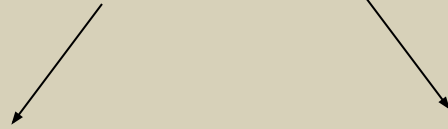
ФУНКЦИЯ:

- *АТФ* играет **центральную роль** в энергетическом обмене клетки.
- Является **непосредственным источником энергообеспечения** любой клеточной функции.



Ферменты – биологические катализаторы.

ферменты



Однокомпонентные

двухкомпонентные

(состоят только из белка)

(из белка и небелкового компонента)



металл

органического

витамина



Особенности ферментов.

- *высокоспецифичны*, связываются только со своими субстратами.
- Форма и химическое строение *активного центра* таковы, что с ним могут связываться только определенные субстраты.
- *Активность фермента* зависит от различных факторов: pH раствора, температуры.



Значение ферментов.

1. Используют в медицине для обработки ран, при лечении болезни глаз, кожных заболеваниях, ожогов, в урологии, при истощении, ожирении;
2. При производстве антибиотиков, виноделии, хлебопечении, синтезе витаминов.



1. Дан фрагмент цепочки ДНК:

...А-Г-Ц-Г-Ц-Т-А-Г-Т-А-Ц-Г-Ц...

Достройте вторую цепочку.

2. В молекуле ДНК цитозиновых нуклеотидов насчитывается 46 % от общего числа нуклеотидов. Определите количество гуаниновых и адениновых нуклеотидов.

3. Фрагмент одной из цепочек молекулы ДНК имеет такую последовательность нуклеотидов:

... Г-Т-Ц-А-А-Т-Т-Т-Г-Ц-А-Г-Ц-Г-А-Т ...

Постройте вторую цепочку ДНК, молекулы информационной и транспортной РНК.

4. В молекуле ДНК обнаружено 880 гуаниновых нуклеотидов, которые составляют 22 % от общего количества нуклеотидов этой ДНК. Определите: а) длину ДНК; б) сколько содержится других нуклеотидов (по отдельности) в этой молекуле ДНК ?



5. **Укажите порядок нуклеотидов в цепочке ДНК, образующейся путем самокопирования цепочки:**

...Ц- А- Ц- Ц- Г- Т- А- А- Ц- Г- Г- А- Т- Ц-...

Какова длина полученной цепочки ДНК и её масса?

6. **На фрагменте одной цепи ДНК нуклеотиды расположены в последовательности:**

А-А-Г-Т-Ц-Т-А-Ц-Г-Т-А-Т.

1. Нарисуйте схему структуры двухцепочечной ДНК .

2. Какова длина (в нм) этого фрагмента ДНК?

3. Сколько (в %) содержится нуклеотидов в ДНК?

7. **Укажите порядок нуклеотидов в цепочке ДНК, образующейся путем самокопирования цепочки:**

Ц-А-Ц-Ц-Г-Т-А-А-Ц-Г-Г-А-Т-Ц...

Какова длина полученной цепочки ДНК и её масса?



8. **Даны фрагменты одной цепи молекулы ДНК:**

а) Т-А-Т-Ц-Г-Т-Г-Г-А-А-Ц. в) А-Г-Ц-Ц-Г-Г-Г-А-А-Т-Т-А.

б) Г-Ц-Г-А-Т-А-А-Г-Ц-Ц-Г-А-Т. г) Ц-А-А-А-Т-Т-Г-Г-А-Ц-Г-Г-Г.

Определите в каждой задаче: а) содержание (в %) каждого вида нуклеотидов; б) длину ДНК; в) структуру II цепи.

9. **Цепь ДНК содержит:** а) 600 Адениновых нуклеотидов, что составляет 12,5 %. Найти: а) Т, Г, Ц всего и в %; б) длину ДНК.

б) 300 цитозиновых нуклеотидов, что составляет 15 %.
Найти: а) Г, Т, А всего и в %. б) длину ДНК.

10. **Укажите порядок нуклеотидов в цепочке ДНК, образующийся путем самокопирования цепочки:**

Ц – А – Ц – Ц – Г – Т – А – А – Ц – Г – А – Т – Ц – ...

Какова длина полученной цепи ДНК и её масса?

