



# Строение белков

---

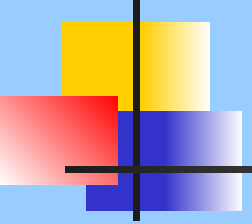
Интегрированный урок по биологии и  
химии в 10 классе



---

**С полным основанием можно утверждать, что белки – самые важные из всех веществ, входящих в состав организмов животных и растений.**

**Л. Полинг**



---

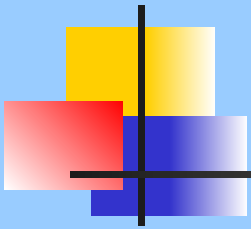
**Цель:** Продолжить изучение органических веществ клетки. Рассмотреть химический состав, строение и свойства белков



## План изучения нового материала:

---

1. Белки – органические вещества, биополимеры.
2. Аминокислотный состав белков.
3. Химический состав и строение аминокислот.
4. Принцип объединения аминокислотных звеньев в полипептидную молекулу.
5. Пространственные структуры белка.
6. Денатурация и ренатурация белка.



Молекула белка – **макромолекула** ( греч. «Макрос» - большой, гигантский), обладает большой молекулярной массой

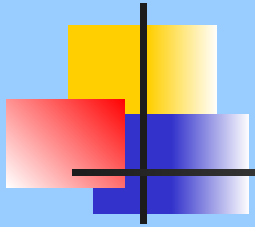
Сравните: молекулярная масса спирта – 46

уксусной кислоты – 60

альбумина (одного из белков яйца) – 36000

гемоглобина – 152000

миозина (белок мышц) – 500000



- В клетке бактерий кишечной палочки - 5 тыс. молекул органических соединений, из них – 3 тыс. - белки.
- В организме человека более 5 мил. белков
- В клетке 10-20% сырой массы и 50-80% от сухой массы клетки составляют белки

белки называют **протеинами** – это название подчёркивает первостепенную роль этих веществ (греч. «протео» - занимаю первое место)

Без белков невозможно представить движение.  
способность расти, сократимость, размножение



## Содержание белка в некоторых тканях (после обезвоживания органа):

---

Мышцы – 80%;

Почки – 72%;

Кожа – 63%;

Печень – 57%;

Мозг – 45%;

Жировая ткань, кости, зубы – 14 – 28%;

Семена растений – 10 – 15 %;

Стебли, корни, листья – 3% - 5%

Плоды – 1-2%



# Химический состав

---

- В белке следующие химические элементы: С, Н, О, N, S, P, Fe.

Железо в гемоглобине крови, фосфор в казеине молока....

- Массовая доля элементов:

С – 50% - 55%;

О – 19% - 24%;

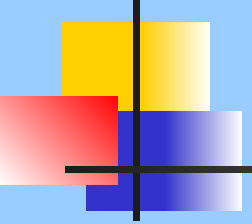
Н – 6,5% - 7,3%;

N – 15% – 19%;

S – 0,3% - 2,5%;

P – 0,1% - 2%



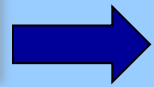
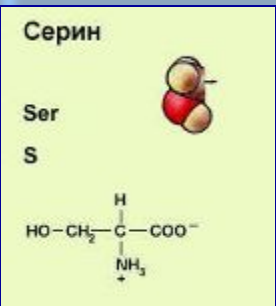
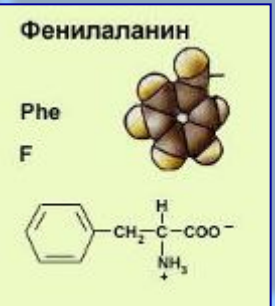
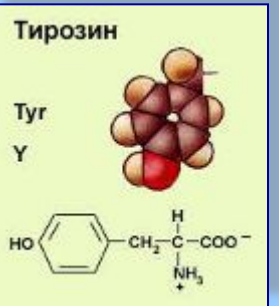
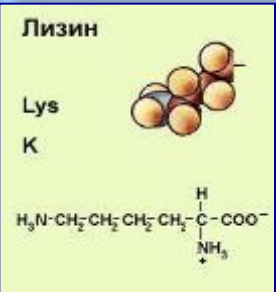
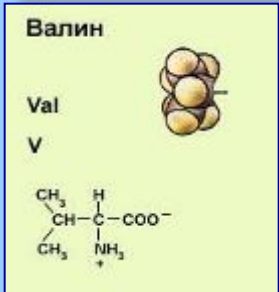
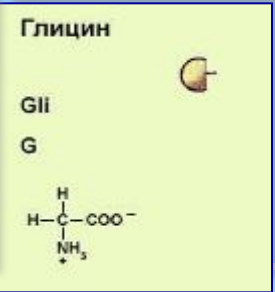
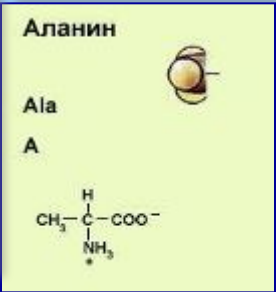
- 
- 
- **Белки** – это **нерегулярные полимеры**, мономерами которых являются **аминокислоты**
  - в природе существует около 100 α-аминокислот, в организме встречается 25
  - в каждом белке 20, из них может быть образовано 2 432 902 008 176 640 000 комбинаций ( $\sim 2 \cdot 10^{18}$ )
  - **заменимые** аминокислоты - они могут синтезироваться в организме
  - **незаменимые** - в организме не образуются, их получают с пищей (лизин, валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, триптофан, тирозин, метионин)



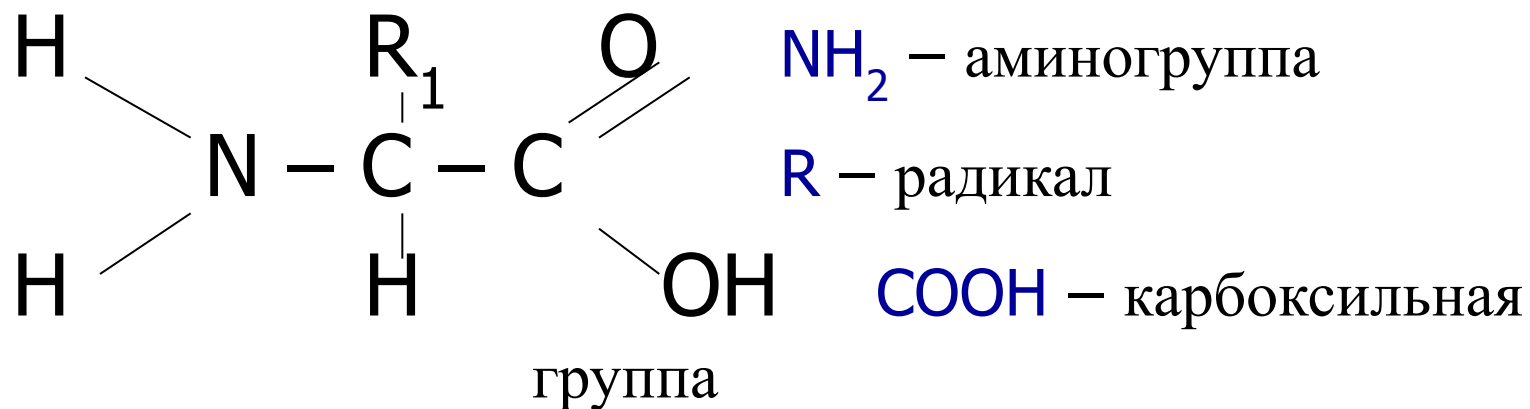
# Состав и классификация белков

---

- По составу различают:
  - **протеины**, состоящие только аминокислот,
  - **протеиды** – содержащие небелковую часть,
  - **простые белки** – состоят из аминокислот,
  - **сложные** – могут включать углеводы (гликопротеиды), жиры (липопротеиды), нуклеиновые кислоты (нуклеопротеиды)
  - **полноценные** – содержат весь набор аминокислот
  - **неполноценные** – какие-то аминокислоты в них отсутствуют



# Общая формула аминокислот



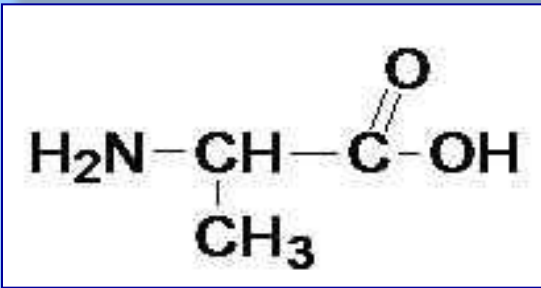
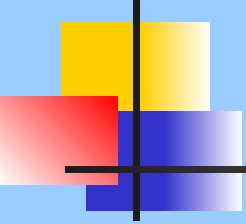
Аминокислоты являются амфотерными соединениями (в растворе они могут выступать как в роли кислот, так и оснований)



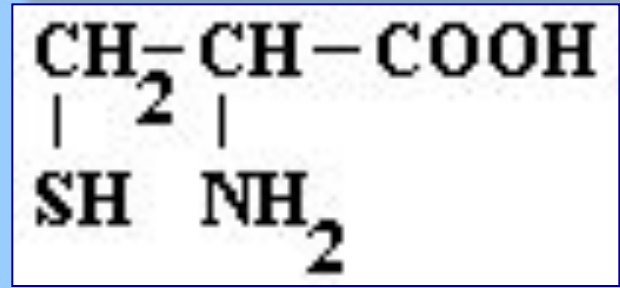
# Классификация:

---

- моноаминокарбоновые,
- моноаминодикарбоновые,
- диаминокарбоновые,
- моноаминотрикарбоновые.

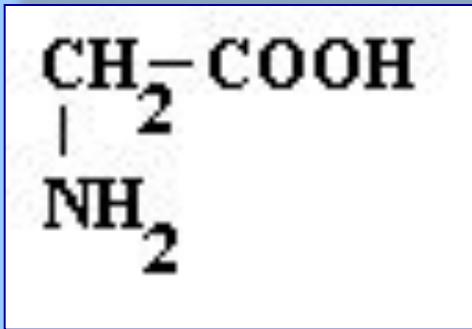
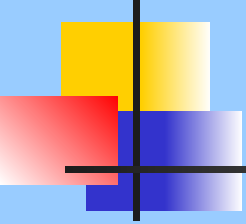


Аланин

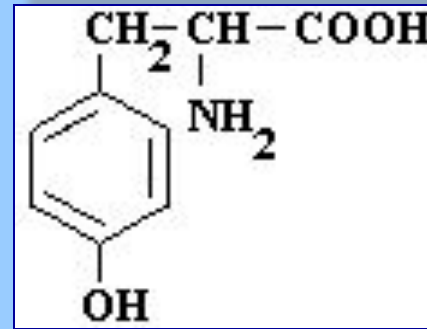


Цистеин

2-амино-3-тио-пропановая  
кислота



Глицин



Тирозин (тир)

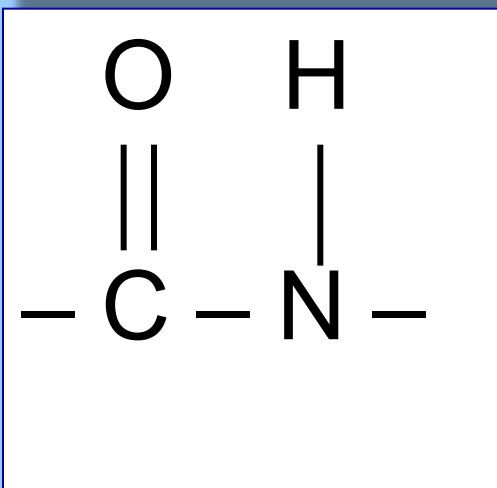
2-амино-3-фенил-пропановая  
кислота



# Как связаны аминокислоты

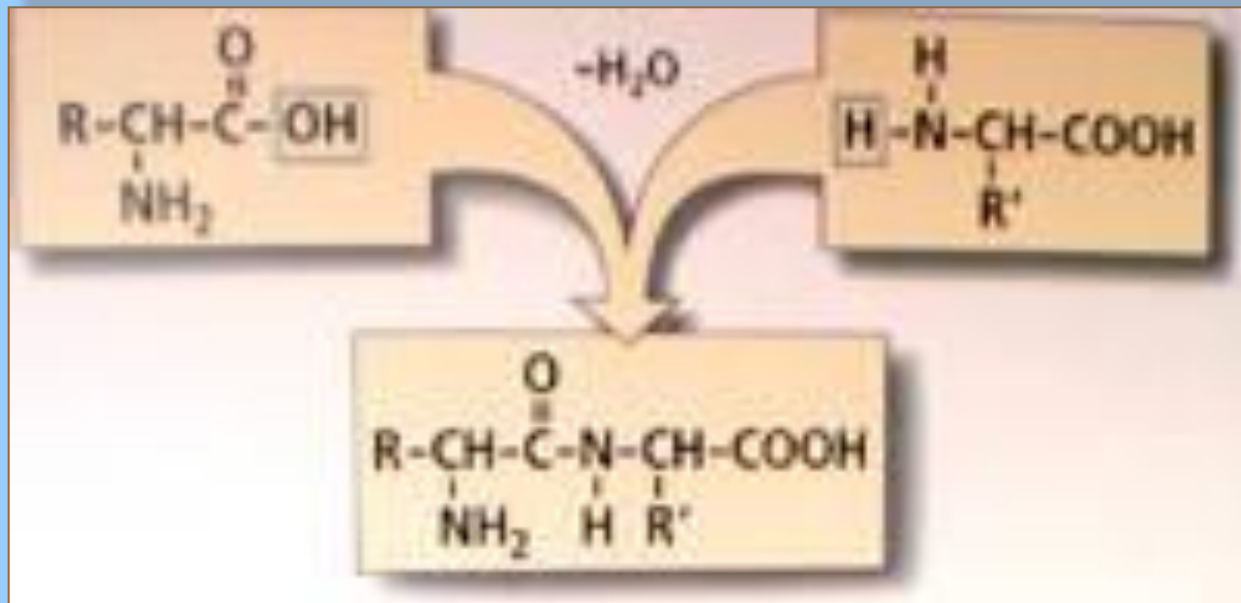
---

Пептидная связь (амидная)



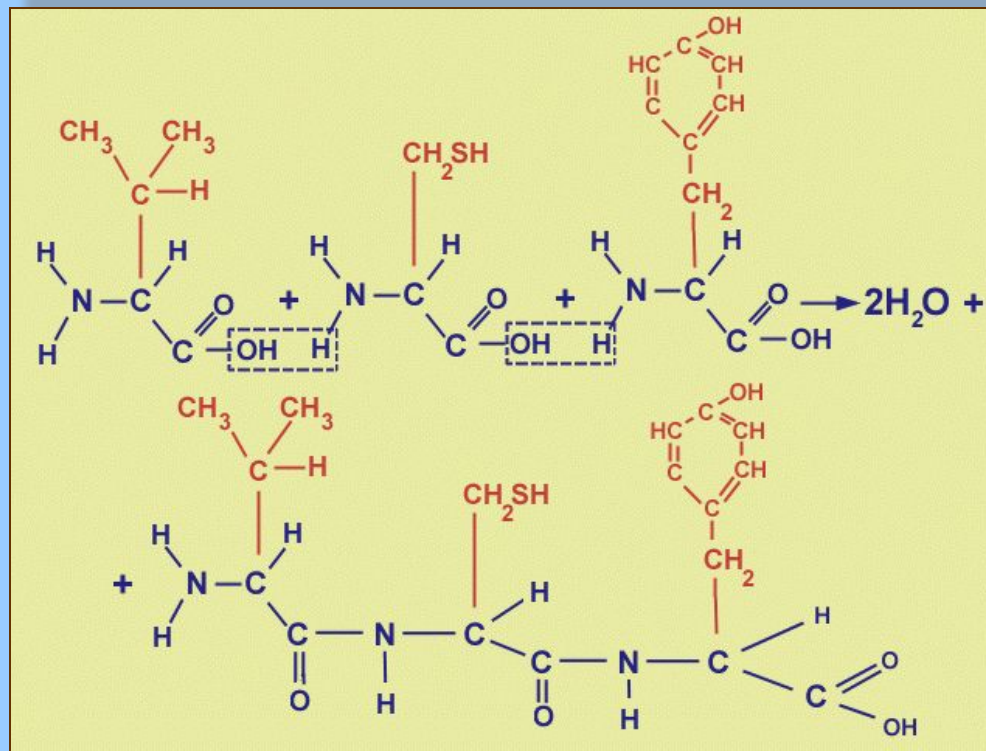


## Образование дипептида

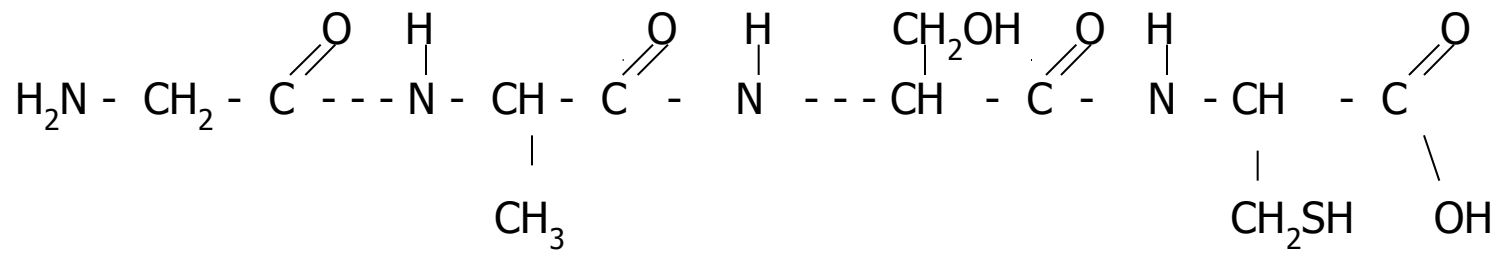


При взаимодействии двух аминокислот происходит реакция **конденсации** и образуется пептидная связь

# Образование трипептида



лейцил-цистеил-тирозин



Глицил-аланил-серил-цистеин

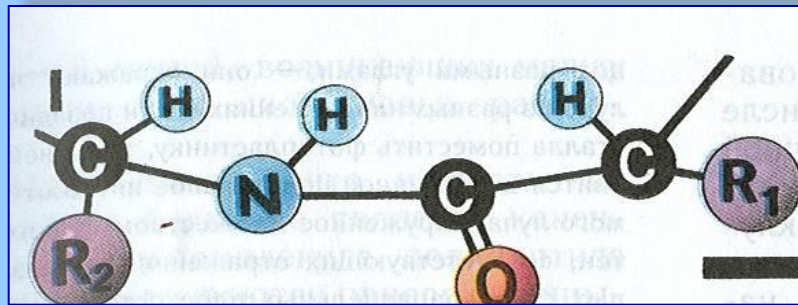


## Уровни организации белка

---

- Размер каждой аминокислоты около 0,3 нм,
- Белок, состоящий из многих аминокислотных остатков, должен представлять собой длинную нить
- Размеры молекул белков гораздо меньше
- Макромолекулы белков имеют форму компактных шариков (глобул) или вытянутых структур (фибрилл)
- Полипептидная цепь каким-то образом сплетена, образуя клубок или пучок нитей
- Она свёртывается упорядоченно, для каждого белка определённым образом

# Первичная структура

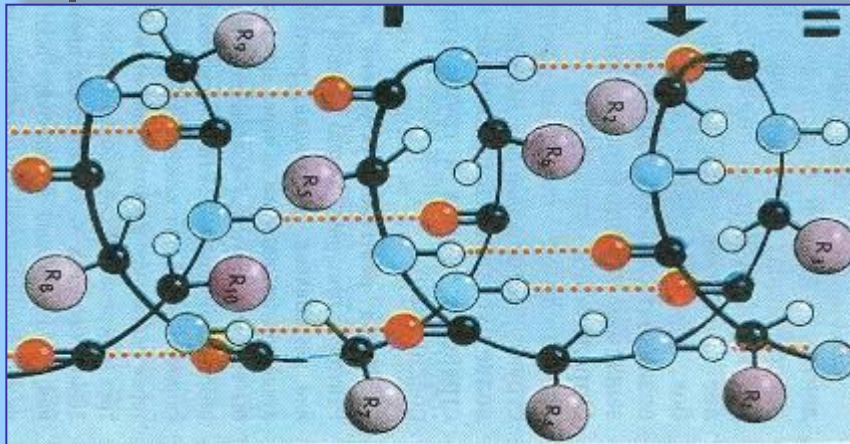


**Первичная структура** – полипептидная цепь, в которой пептидные связи между аминокислотными остатками.

Доказательства:

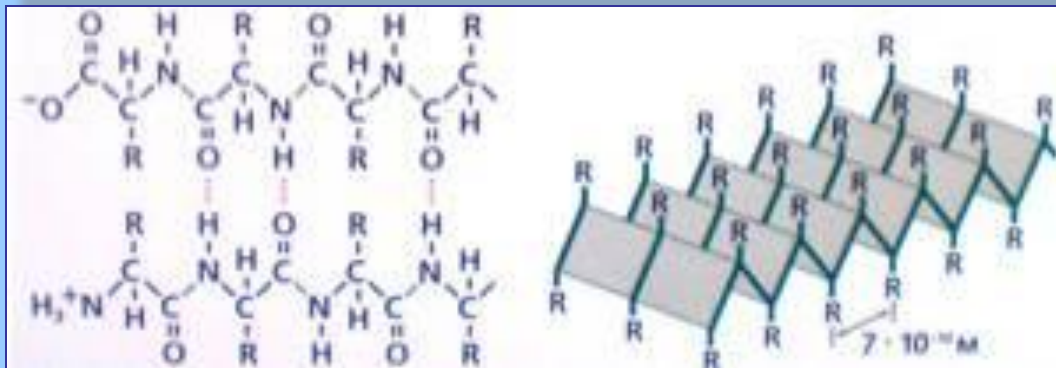
1. Небольшое число amino- и карбоксильных групп
2. Успехи синтеза белков (Ф, Сенгер, Англия) расшифровал структуру инсулина (51 аминокислота, 2 нити).

# Вторичная структура

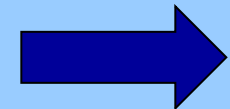


$\alpha$ -спираль

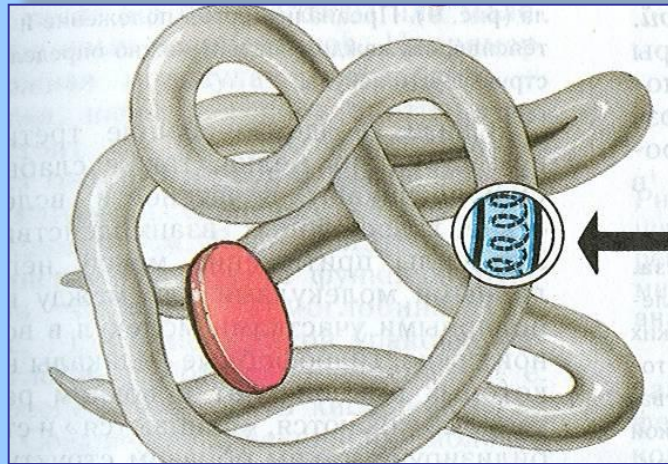
Вторичная структура – спираль, поддерживается водородными связями, каждая из которых в 15 – 20 раз слабее ковалентной.



$\beta$ -спираль



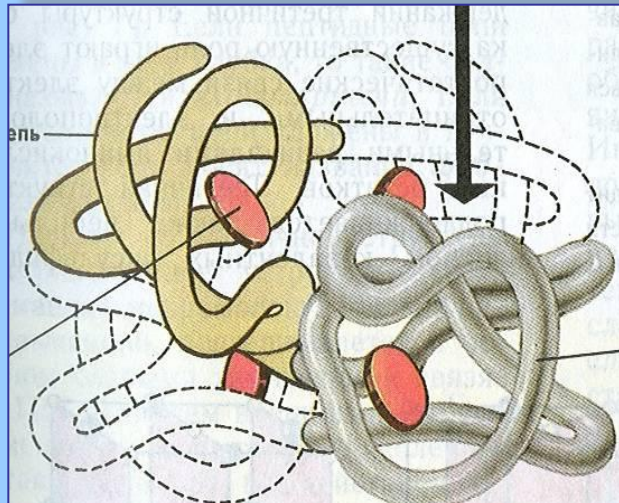
# Третичная структура



В образовании третичной структуры большая роль принадлежит радикалам.

За счёт которых образуются дисульфидные мостики, сложноэфирные связи, водородные связи, амидные связи. Доказана третичная структура инсулина, рибонуклеазы

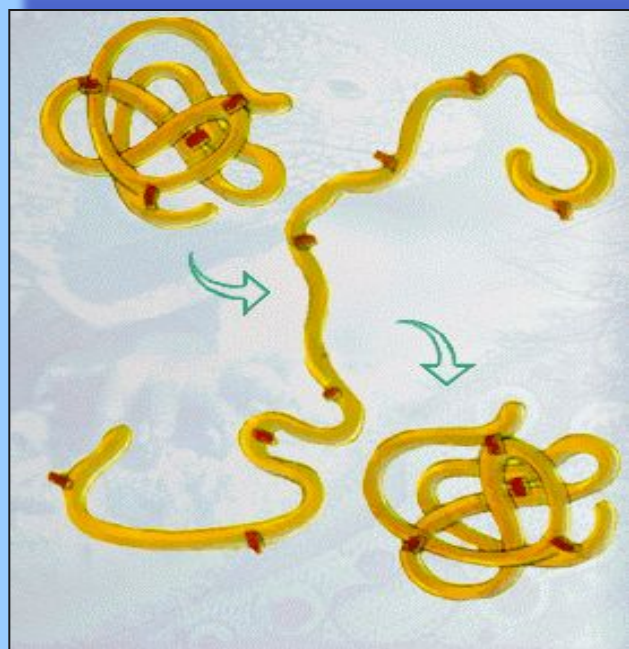
# Четвертичная структура



**Четвертичная структура** – это объединение нескольких трёхмерных структур в одно целое. Классический пример: гемоглобин, хлорофилл. В гемоглобине - гем небелковая часть, глобин белковая часть.



# Свойства белков



Чем выше уровень организации белковой молекулы, тем структура менее прочна

## Денатурация

Нарушение нативной (естественной), уникальной (свойственной только этому белку) структуры белковой молекулы называют **денатурацией**.

Процесс восстановления структуры белка называется **ренатурацией**.



# Свойства белков

---

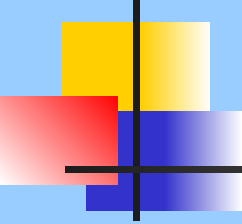
- **Растворимость белков**
- **Гидролиз белков**
- **Цветные реакции белков:** биуретовая, ксантопротеиновая
- **Амфотерный** характер белковых молекул (амфотерность белков)



## Выводы по уроку:

---

- **белки** – это высокомолекулярные органические соединения, биополимеры, состоящие из мономеров  $\alpha$ -аминокислот
- **аминокислоты** соединяются в полипептидную цепочку за счёт пептидной связи
- **аминокислоты** заменимые и незаменимые
- **белки** могут быть простыми и сложными
- **четыре структуры белка** (первичная, вторичная, третичная и четвертичная)
- **денатурация** – это утрата белковой молекулой своей структурной организации, обеспечивающей функциональные свойства белка
- **ренатурация** - процесс восстановления структуры белка



---

Домашнее задание: § 11(с.40-43), повторите § 9-10.