

**Уральский государственный  
аграрный университет**

**Л-8**

**д.х.н., проф. Хонина Татьяна Григорьевна**

**Органическая химия**  
**Амины. Аминокислоты. Белки**

**Екатеринбург, 2019-2020**

# План

- 1. Амины: классификация, номенклатура, методы получения, физические и химические свойства.**
- 2. Аминокислоты: классификация, номенклатура, методы получения, физические и химические свойства.**
- 3. Белки. Общая характеристика, классификация, химические свойства, функции и биологическое значение.**

**П.1. Амины: классификация, номенклатура, методы получения, физические и химические свойства.**

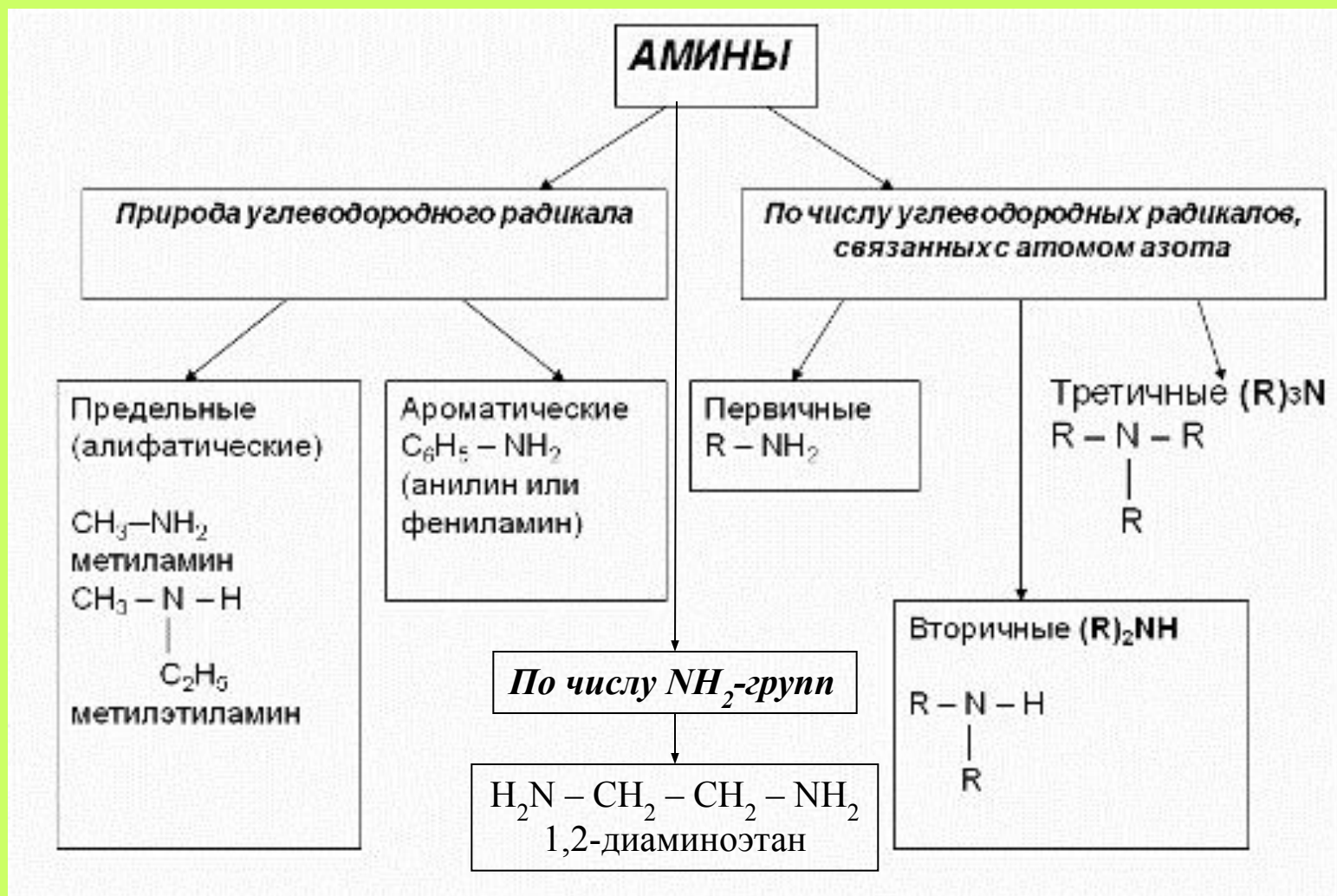
## **АМИНЫ**

**Амины** – производные аммиака ( $\text{NH}_3$ ), в которых один или несколько атомов водорода замещены на углеводородные радикалы.

### **Классификация:**

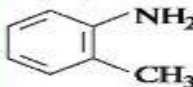

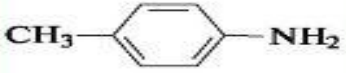
- По характеру углеводородного радикала (предельные, непредельные, ароматические)
- По числу углеводородных радикалов (первичные, вторичные, третичные)
- По числу амино-групп (моноамины, диамины, триамины)

# Классификация (продолжение)



# Номенклатура

(рациональная – по названию радикалов и систематическая -как производные углеводородов)

Отдельные представители		Физические свойства	
название	формула	т. пл., °С	т. кип., °С
<b>Алифатические</b>			
Метиламин	$\text{CH}_3\text{NH}_2$	-93	-6
Этиламин	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	-81	17
Бензиламин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{NH}_2$		184
Диметиламин	$(\text{CH}_3)_2\text{NH}$	-92	7
Диэтиламин	$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$	-48	56
Триметиламин	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	-117	3
Триэтиламин	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$	-115	89
Гидроксид тетраметиламмония	$(\text{CH}_3)_4\text{N}^+\text{OH}^-$	135	разл.
<b>Ароматические</b>			
Анилин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	-6	184
2-Метиланилин ( <i>o</i> -толуидин)		-24	200
3-Метиланилин ( <i>m</i> -толуидин)		-32	203
4-Метиланилин ( <i>p</i> -толуидин)		45	200
Дифениламин	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$	54	302
Трифениламин	$(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{N}$	127	365
<b>Смешанные</b>			
<i>N</i> -Метиланилин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHCH}_3$	-57	195
<i>N,N</i> -Диметиланилин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}(\text{CH}_3)_2$	3	194

## Получение аминов

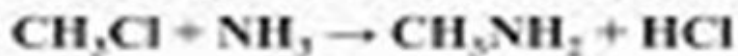
1. Восстановление нитроалканов.



(кат Ni, t = 40 - 50°C, P)

Реакция Зинина — удобный способ получения ароматических аминов при восстановлении ароматических нитросоединений.

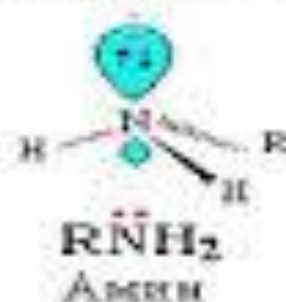
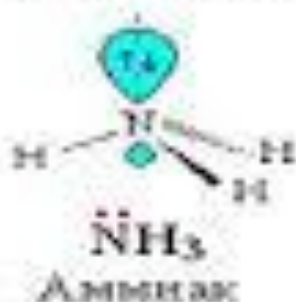
2. Аминирование галогеналканов в спиртовом растворе при нагревании под давлением:



(t, P, спиртовой раствор).

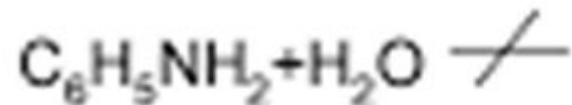
## Строение аминов

- Атом азота в молекуле аминов находится в состоянии  $SP^3$  гибридизации и имеет тетраэдрическую ориентацию орбиталей.
- Наличие неподелённой пары электронов, способной к присоединению катионов водорода, подобно молекуле аммиака, обуславливает свойства аминов как органических оснований.

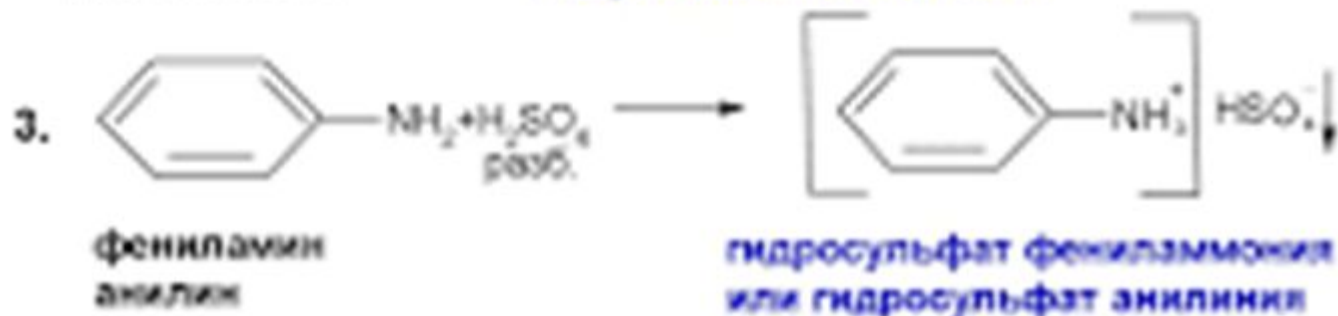
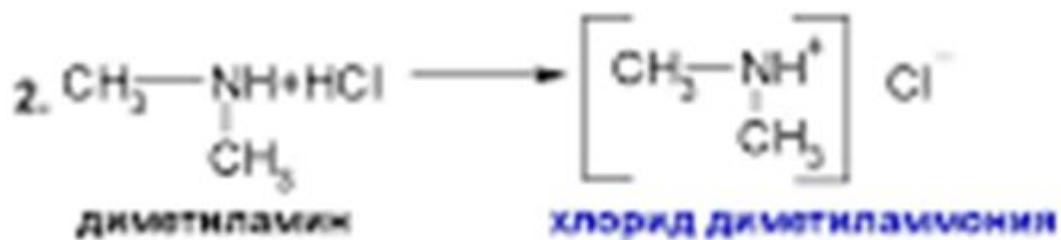


# Химические свойства аминов.

## 1. Основные свойства.



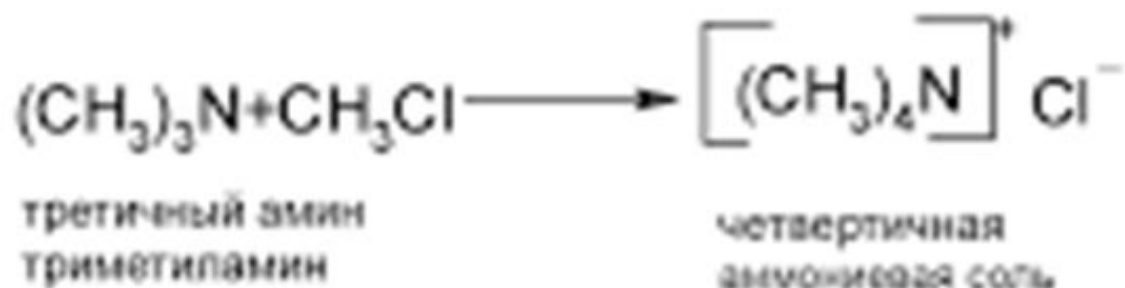
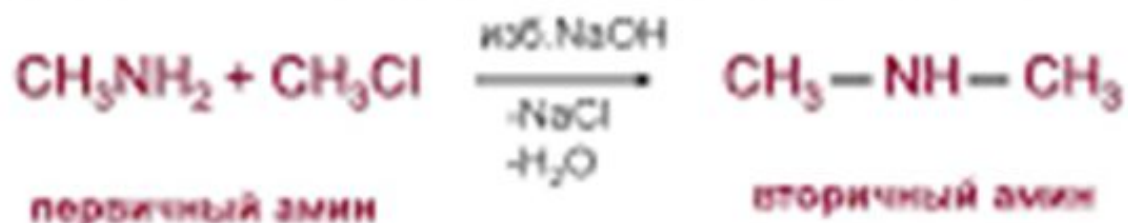
слабое основание    слабая кислота





## II. Алкилирование аминов

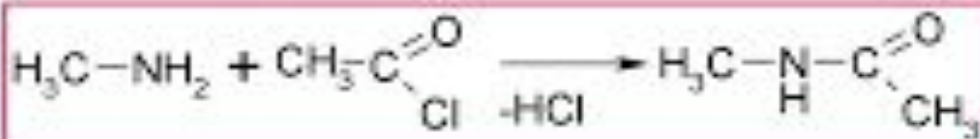
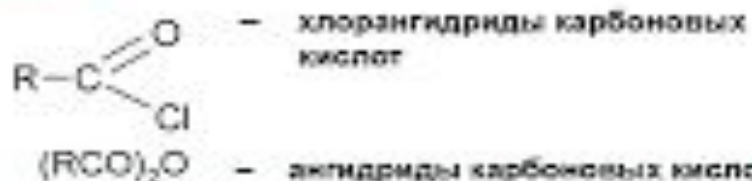
реагент – R-Cl, условие – избыток основания



Алкилированием можно получать **первичные** (из аммиака), **вторичные**, **третичные амины** и **четвертичные аммониевые соли**.

### III. Ацилирование аминов

реагенты: **RCOOH** – карбоновые кислоты



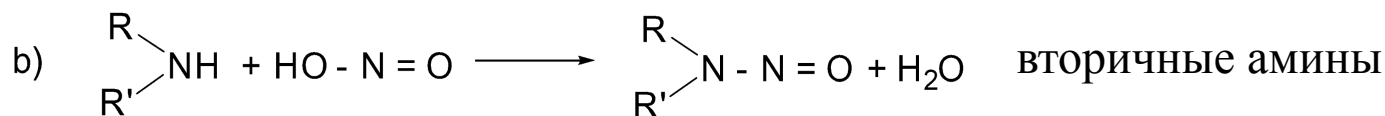
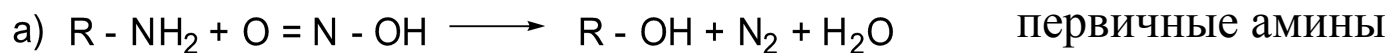
N-метилацетамид

Основные свойства N в амидах значительно ослабевают.

Реакцией пользуются для **защиты**  
**NH<sub>2</sub>** группы в органических синтезах,  
например,  
при синтезе **пептидов**.



### IV. Взаимодействие с HNO<sub>2</sub> – важная аналитическая реакция, позволяющая различать первичные, вторичные и третичные амины



c) третичные амины не реагируют

## П.2. Аминокислоты: классификация, номенклатура, методы получения, физические и химические свойства.

# АМИНОКИСЛОТЫ

## Классификация аминокислот

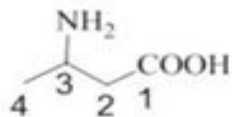
**Аминокислоты** (аминокарбоновые кислоты) — органические соединения, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильная и аминогруппа группы

### 1. Структурная классификация

#### 1.1. Взаимное расположение групп COO- и NH<sub>2</sub>-



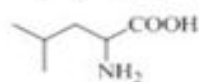
2-аминоэтановая кислота  
α-аминоуксусная кислота  
глицин



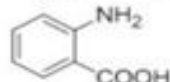
3-аминобутановая кислота  
β-аминомасляная кислота



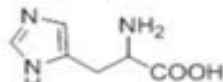
#### 1.2. Природа радикала (R): алифатические, ароматические, гетероциклические



лейцин

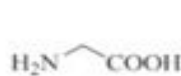


антраниловая кислота

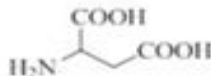


гистидин

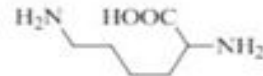
#### 1.3. Количество групп COO- и NH<sub>2</sub>- : моноаминокарбоновые, моноаминодикарбоновые, диаминокарбоновые



глицин



аспарагиновая кислота

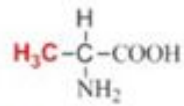
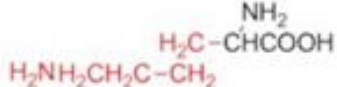
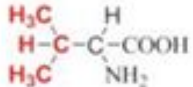
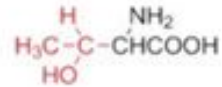
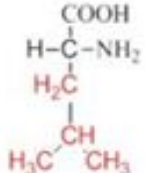
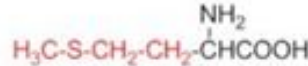
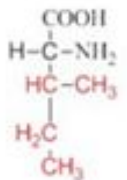
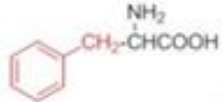
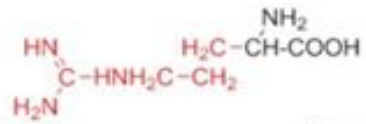
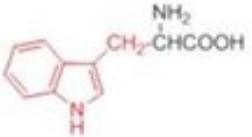
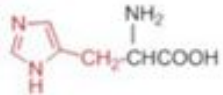


лизин

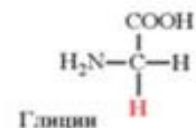
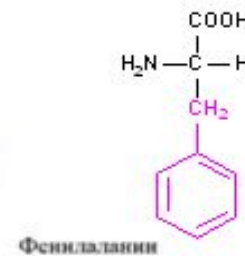
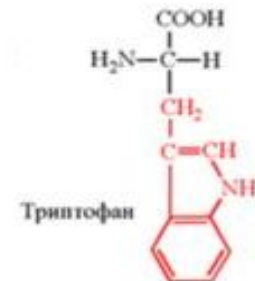
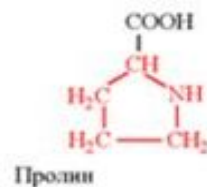
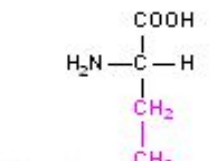
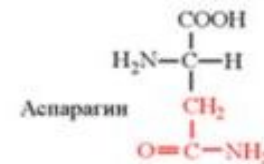
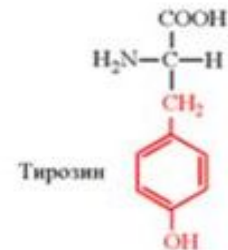
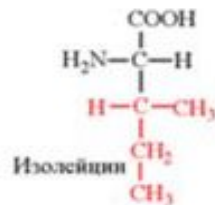
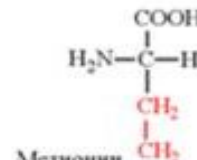
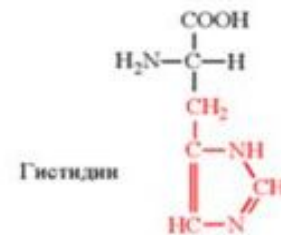
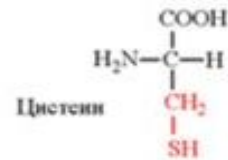
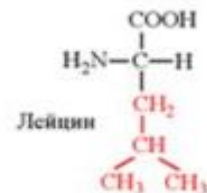
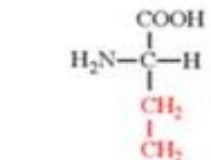
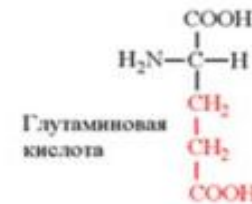
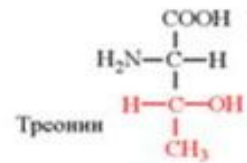
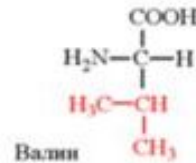
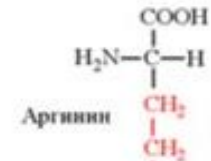
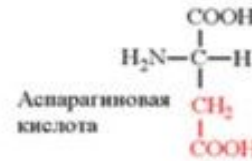
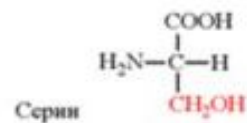
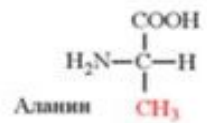
# АМИНОКИСЛОТЫ

Протеиногенные аминокислоты («рождающие протеины») - природные аминокислоты, участвующие в построении молекул пептидов и белков

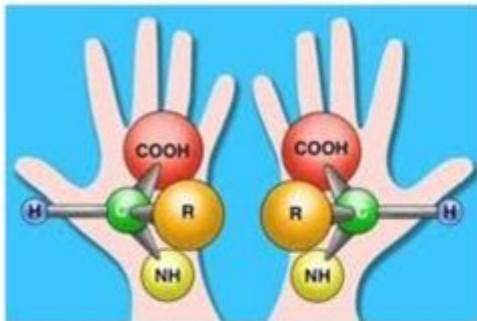
## Незаменимые аминокислоты

- |   |   |                 |    |   |                   |
|---|---|-----------------|----|---|-------------------|
| 1 |    | Аланин (Ala)    | 6  |    | Лизин (Lys)       |
| 2 |    | Валин (Val)     | 7  |    | Треонин (Tre)     |
| 3 |    | Лейцин (Leu)    | 8  |    | (Метионин (Met))  |
| 4 |   | Изолейцин (Ile) | 9  |    | Фенилаланин (Phe) |
| 5 |  | Аргинин (Arg)   | 10 |   | Триптофан (Try)   |
|   |   |                 | 11 |  | Гистидин (His)    |

## 20 аминокислот, входящих в состав белка



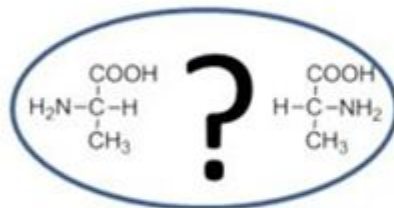
# Конфигурация протеиногенных аминокислот



**Конфигурация** – расположение атомов, характеризующее определенный стереоизомер

R,S – номенклатура

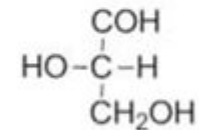
L,D – номенклатура



(+) –Аланин



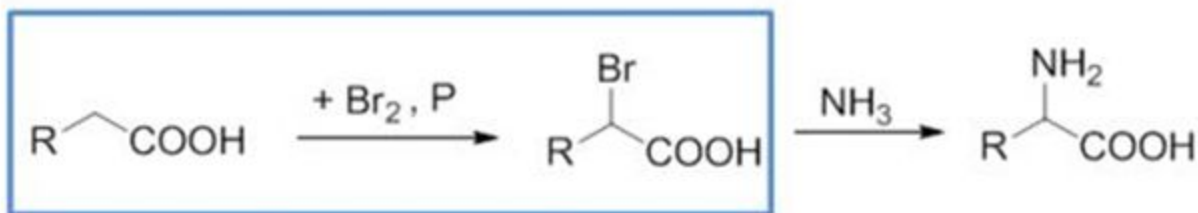
(-) –Аланин



L-глицериновый альдегид

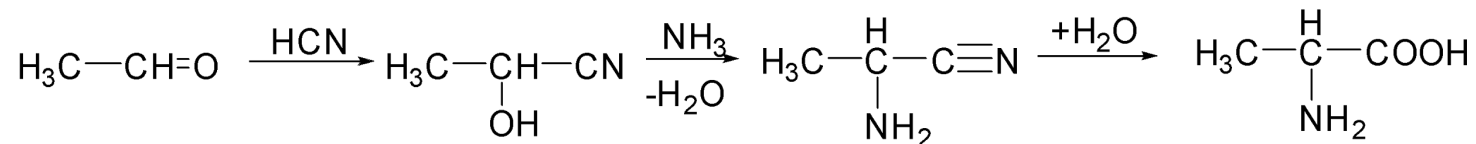
## Синтез аминокислот

### 1. Аминирование $\alpha$ -галогенкислот

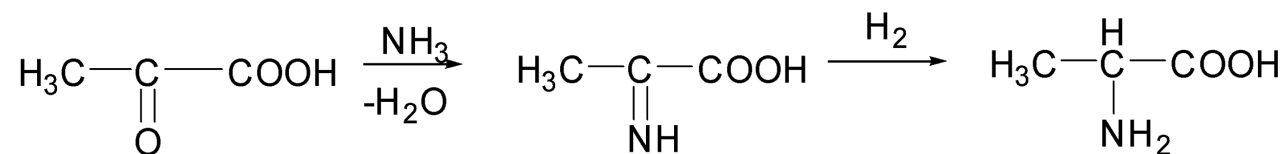


Р. Геля-Фольгарда-Зелинского

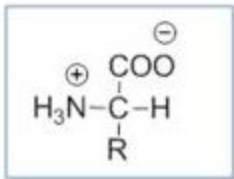
### 2. Действие $NH_3$ на оксинитрилы



### 3. Из оксо-кислоты – действие $NH_3$ и $H_2$ (кат)



## Кислотно-основные свойства аминокислот

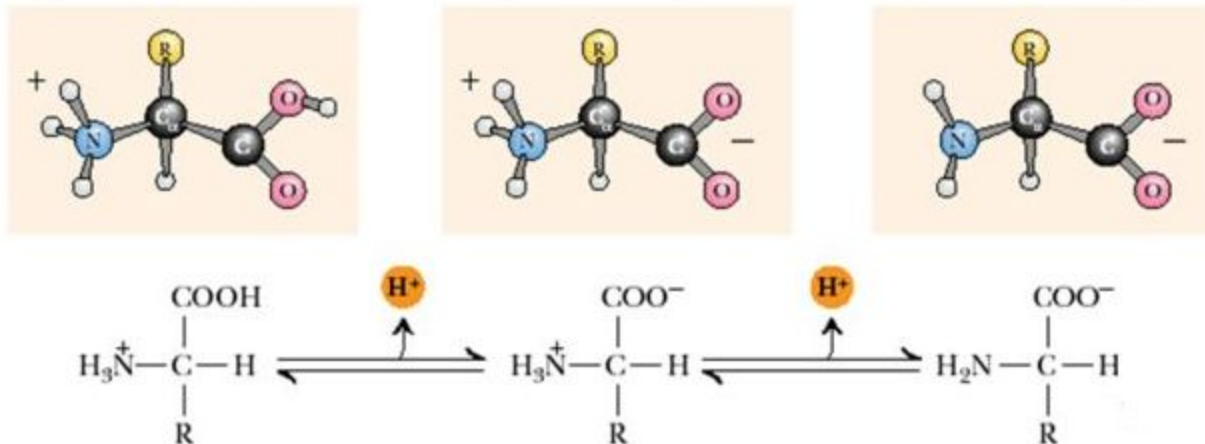


Высокие Тпл. (200-350°C);  
растворимы в воде;  
нерастворимы в неполярных  
органических растворителях.

Биполярные ионы, цвиттер-ионы

**Изоэлектрическая точка** - значение рН среды, при котором аминокислота существует преимущественно в виде цвиттер-иона

Аминокислоты – амфотерные соединения



(см. лабораторную  
работу)

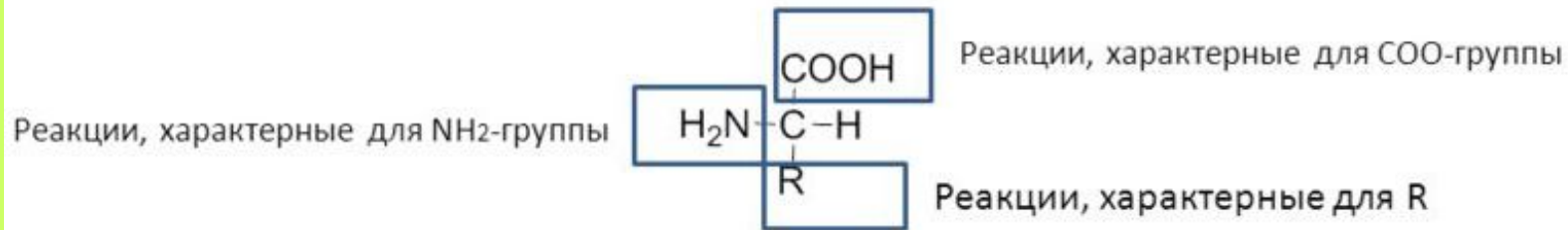


# *Химические свойства аминокислот*

- **Реакция карбоксильной группы:**
  1. Образование солей с основаниями
  2. Этерификация
- **Реакции аминогруппы:**
  1. Образование солей с минеральными кислотами
  2. Взаимодействие с азотистой кислотой
- **Специфические реакции:**
  1. Образование окрашенных комплексов с катионами меди
  2. Декарбоксилирование под действием ферментов
  3. Превращения при нагревании
  4. Конденсация с образованием пептидов

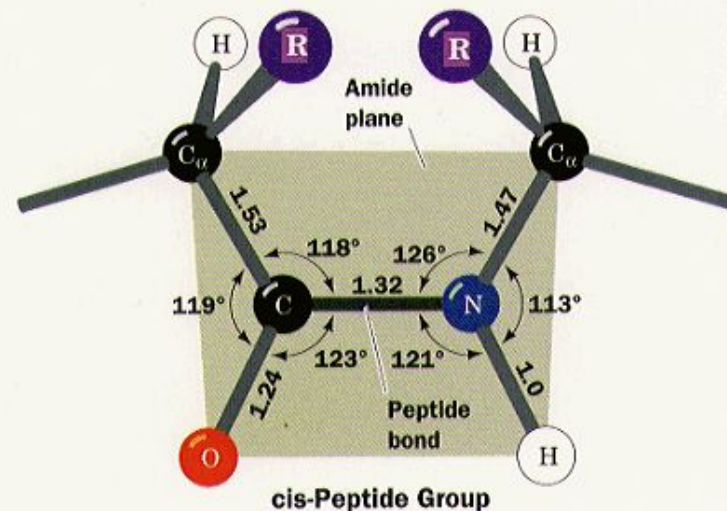
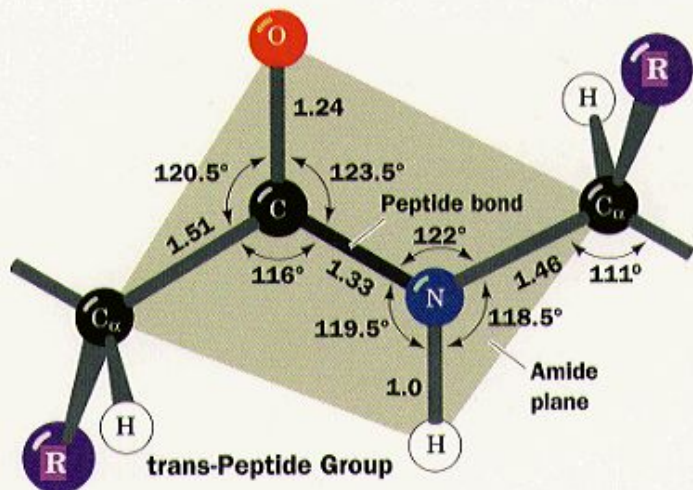
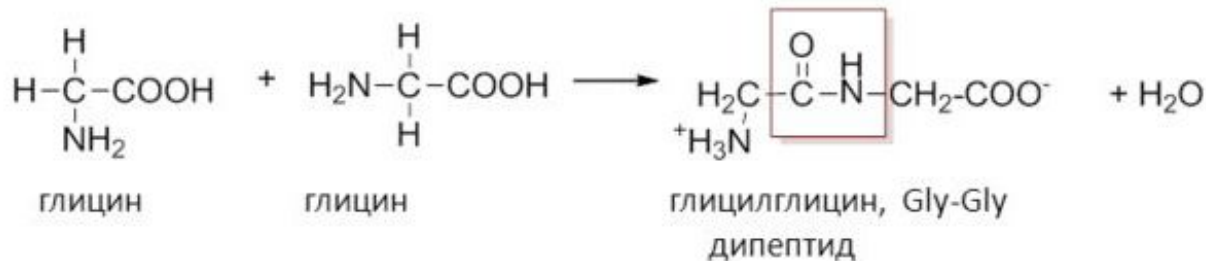
**(реакции – на доске; также см. лабораторную работу)**

# Реакции аминокислот



## Синтез пептидов

### Пептидная связь



## П.3. Белки: общая характеристика, классификация, химические свойства, функции и биологическое значение.

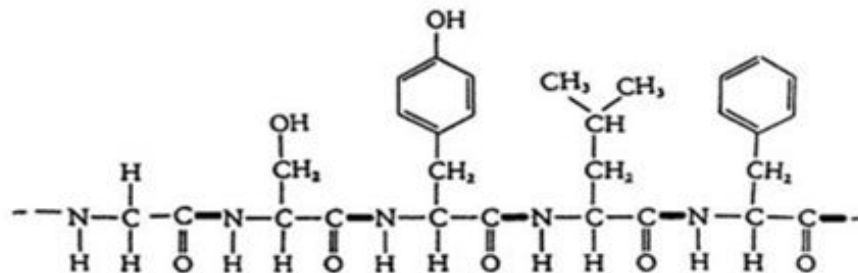
# Белки



Белки (протеины, полипептиды) — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из соединённых в цепочку пептидной связью α-аминокислот

(*proteios*, греч. - первый)

Глицин    Серин    Тирозин    Лейцин    Фенилаланин



В живых организмах аминокислотный состав белков определяется генетическим кодом.

**α-Аминокислоты – мономеры для синтеза белков**

В природе обнаружено более **300** аминокислот, однако в составе белков встречается только **20** (α-аминокислоты)

# Классификация белков

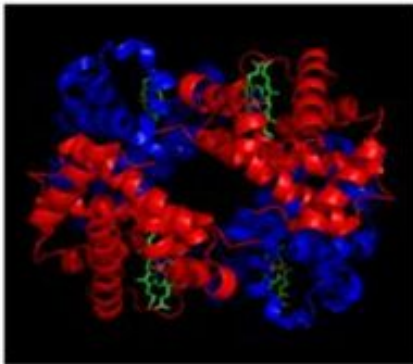
По химическому составу белки делятся на 2 класса:

**протеины** – простые белки, состоящие только из остатков  $\alpha$ -аминокислот (*глобулярные и фибриллярные*)

**протеиды** – сложные белки, в состав которых, наряду с остатками аминокислот, входят фрагменты соединений иных классов органических и неорганических веществ, называемые простетическими (*фосфопротеиды, хромопротеиды, металлопротеиды, липопротеиды, гликопротеиды, нуклеопротеиды*)

# Протеины – простые белки

*Глобулярные белки* - полипептидные цепи плотно свёрнуты в компактные шарообразные структуры (глобулы)

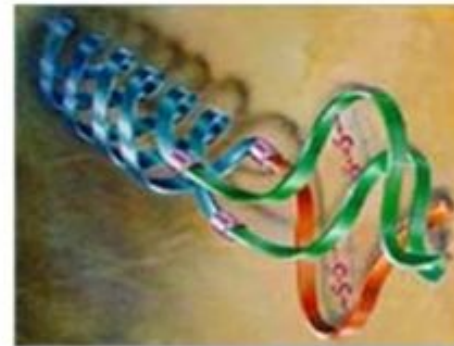


Трёхмерная структура молекулы гемоглобина

Растворимы в воде или водных растворах кислот, оснований, солей.

К глобулярным белкам относятся ферменты, иммуноглобулины, транспортные и регуляторные гормоны, антитела, альбумин яиц, гемоглобин, фибриноген, фибрин

*Фибриллярные белки* - полипептидные цепи, имеющие вытянутую нитевидную структуру



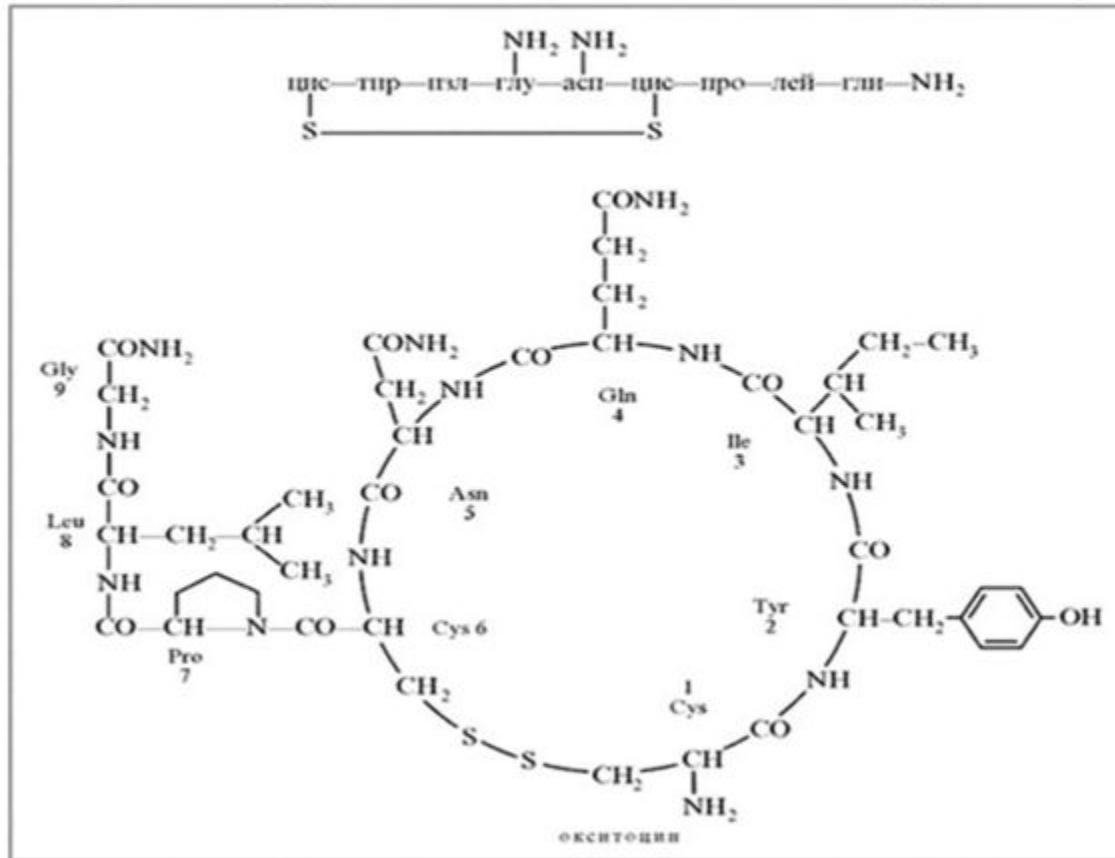
Не растворимы в воде.

К фибриллярным белкам относятся  $\alpha$ -кератины, коллаген, фиброин.

# Синтез белков. Окситоцин – полипептидный гормон

Нобелевская премия 1955г.

за впервые осуществленный синтез полипептидного гормона

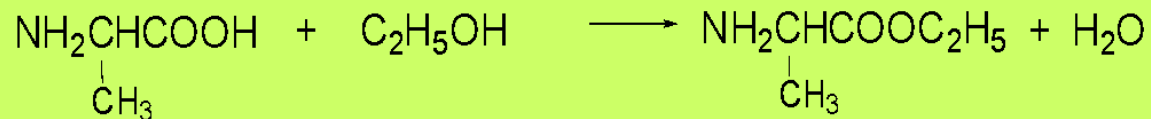


Винцент Дю Виньо

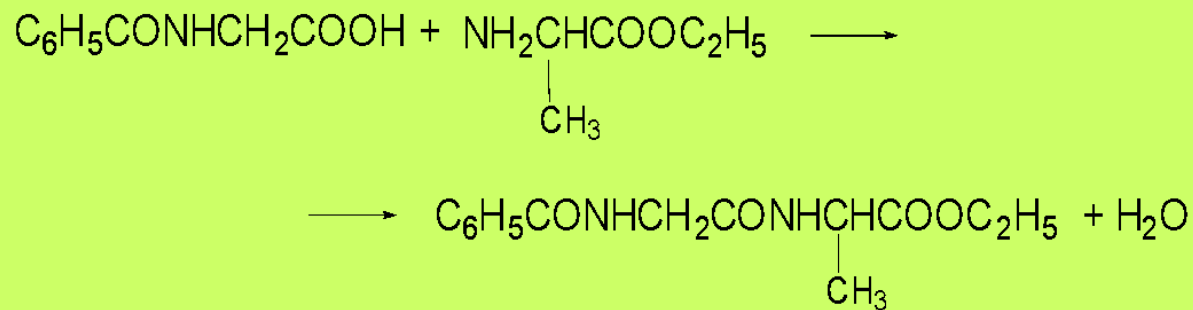
# Общая схема синтеза пептидов



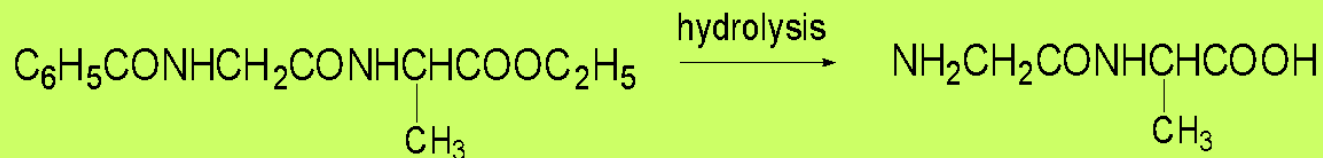
Защита амино-  
группы



Защита COOH-  
группы

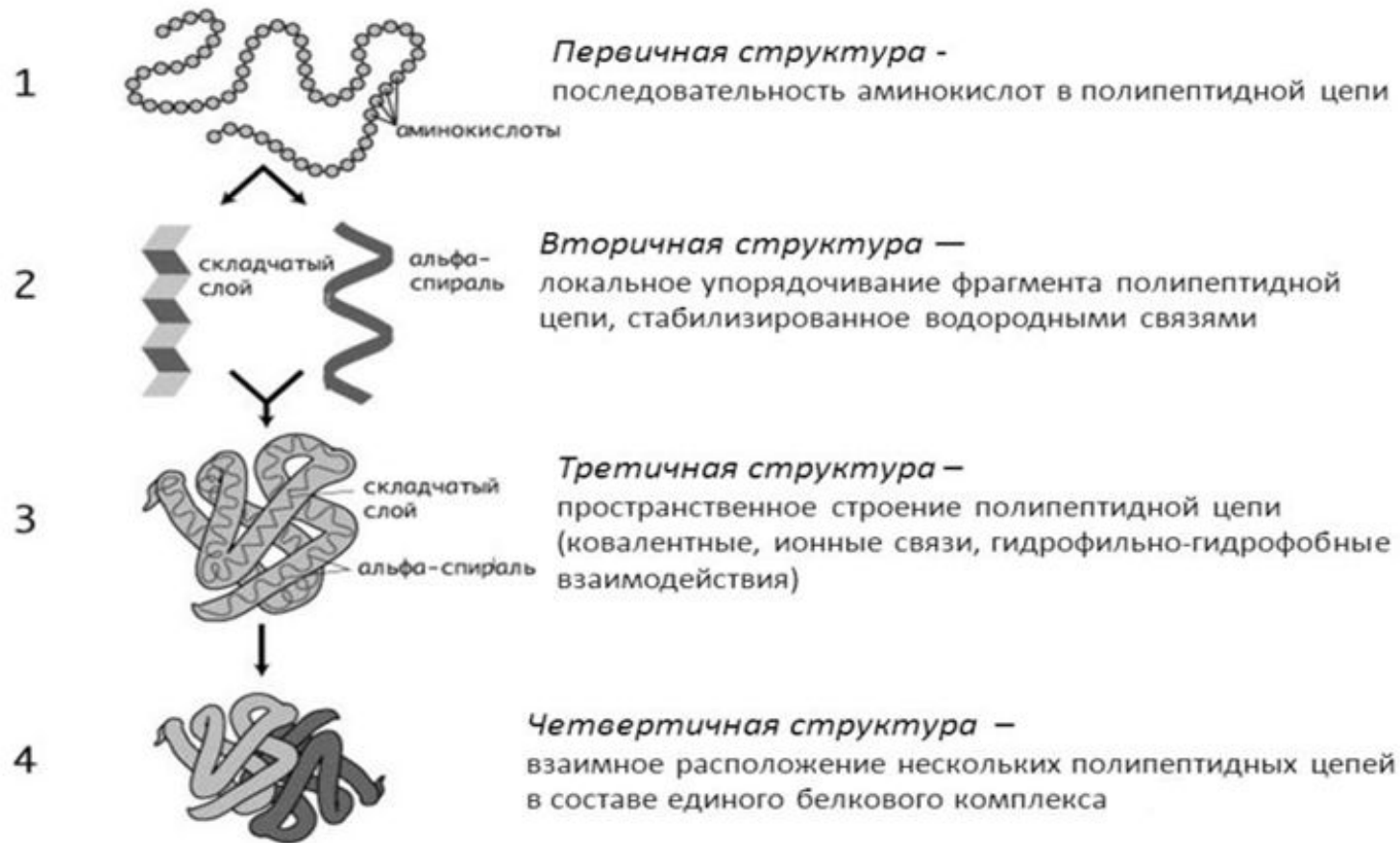


Образование  
пептидной связи



Снятие защиты

# Уровни структурной организации белков





## *Химические свойства белков*

- Денатурация
- Гидролиз
- Качественные реакции:
  - биуретовая реакция
  - ксантопротеиновая реакция
  - реакция Милона
  - нингидринная реакция

*(реакции на доске, также см. лабораторную работу)*

## *Функции и биологическое значение белков*

- Каталитическая
- Структурная
- Защитная (физическая, химическая, иммунная защита)
- Сигнальная
- Транспортная
- Запасная (резервная)
- Моторная (двигательная)