



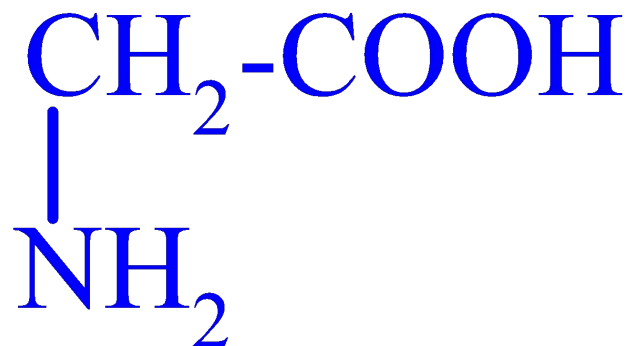
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ

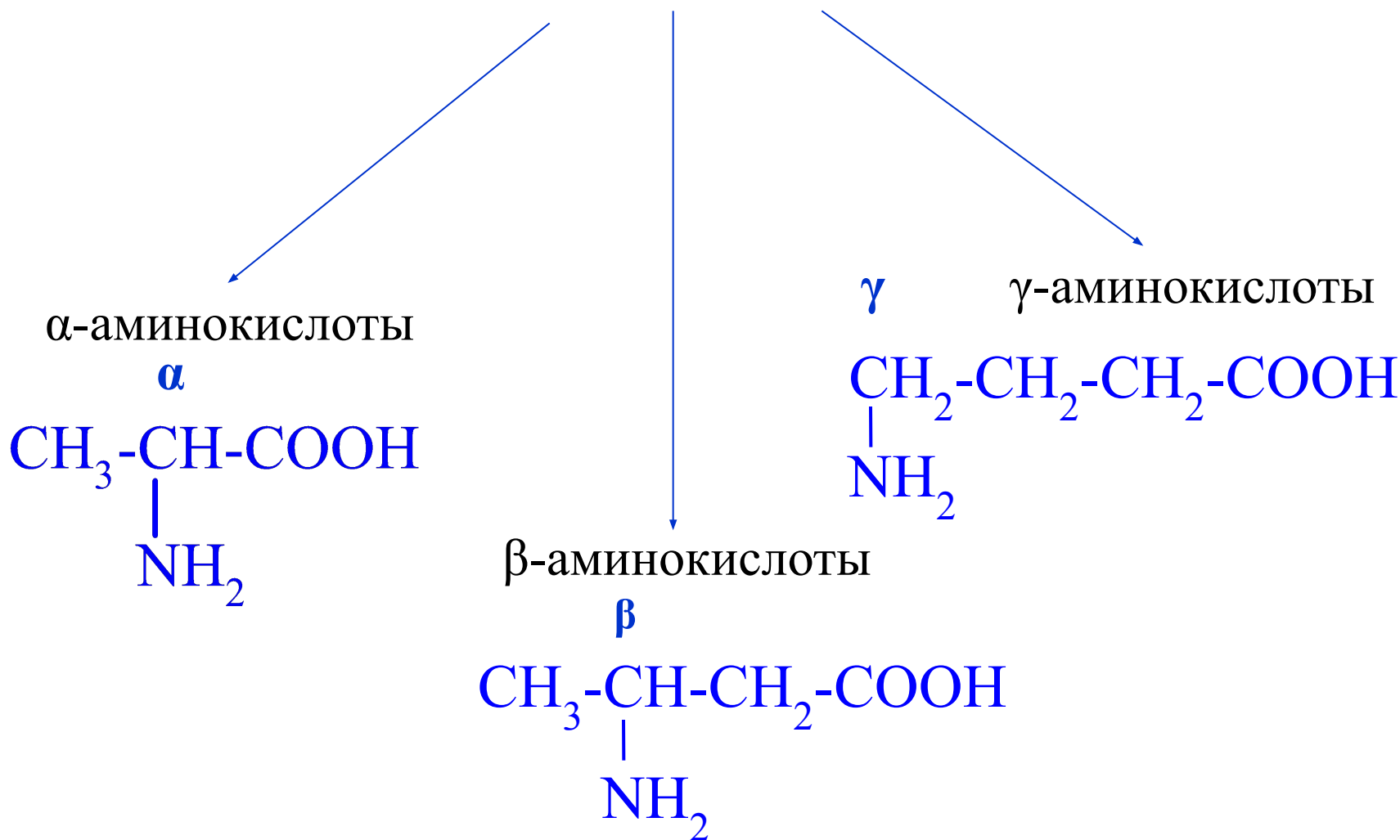
Лекция № 5

α -Аминокислоты. Пептиды. Белки.

- Аминокислоты – это гетерофункциональные органические соединения, содержащие одновременно карбоксильную –COOH и аминогруппы –NH₂



Классификация аминокислот в зависимости от взаимного местоположения функциональных групп



Классификации аминокислот.

1. По природе радикала

2. Полярность бокового радикала:

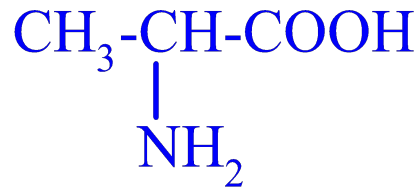
Неполярные (с гидрофобными радикалами).

Полярные (гидрофильными радикалами).

3. По числу кислотных и основных групп

- *Нейтральные* – одна NH_2 и одна COOH группы

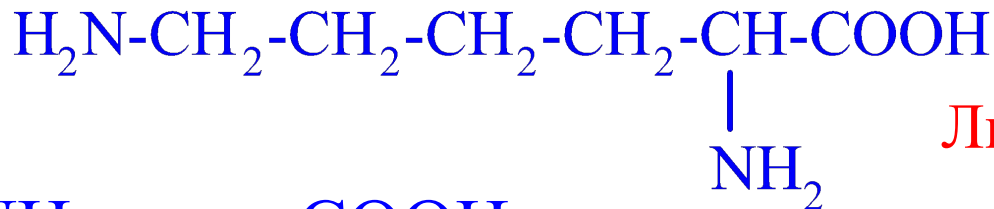
Моноамино-
монокарбоновые



Ала^нин

- *Основные* – две NH_2 и одна COOH группы

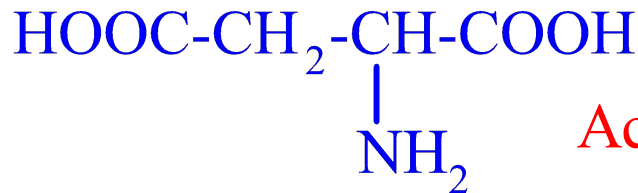
Диамино-
монокарбоновые



Лиз^{ин}

- *Кислые* - одна NH_2 и две COOH группы

Моноамино-
дикарбоновые



Аспа^{ра}гиновая кислота

4. По возможности синтеза

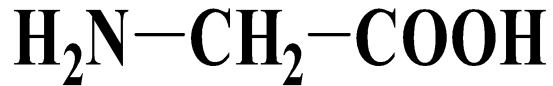


Заменимые
синтезируются в
организме

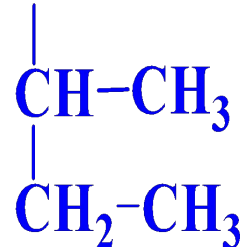
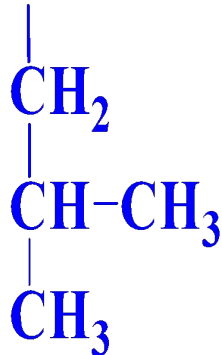
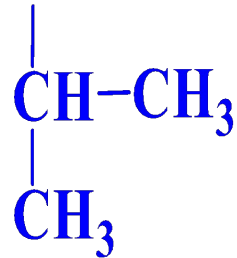
Незаменимые
не синтезируются в
организме

- валин
- лейцин
- изолейцин
- лизин
- треонин
- метионин
- фенилаланин
- триптофан

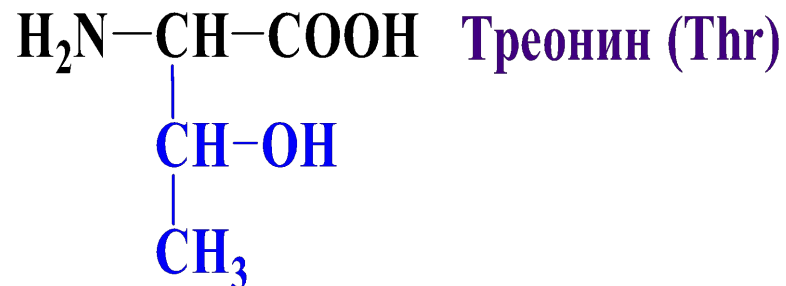
Алифатические α -аминокислоты



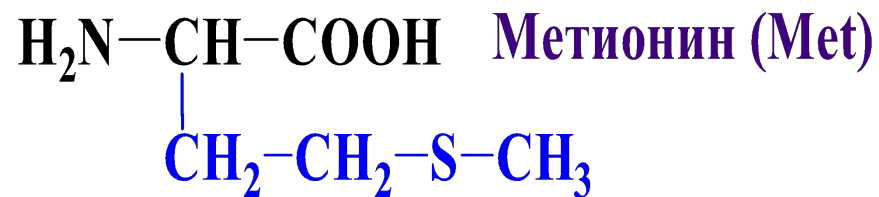
глицин (Gly)



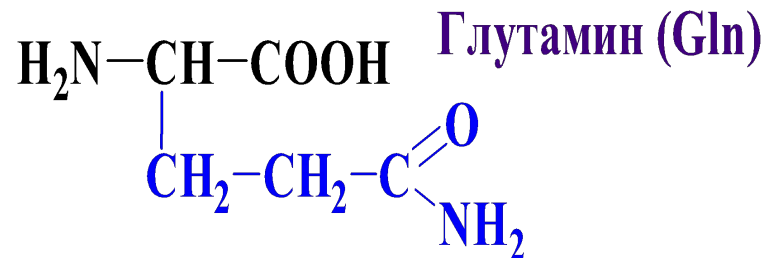
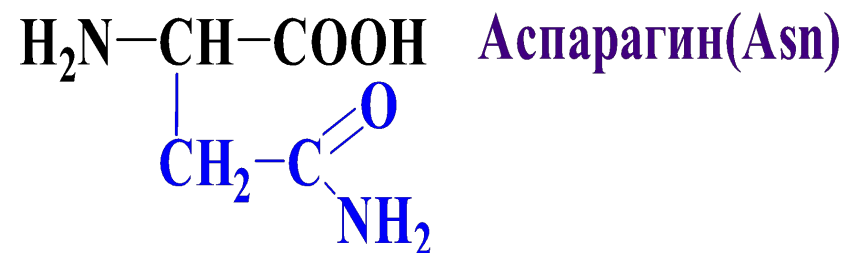
Гидроксиаминокислоты



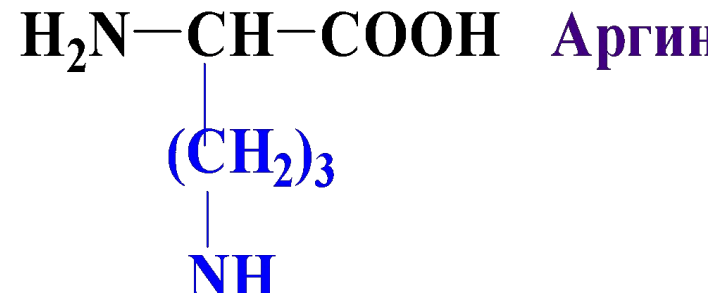
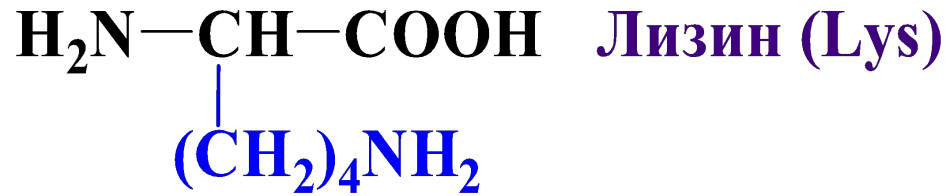
Серасодержащие α -аминокислоты



α -Аминодикарбоновые кислоты и их амиды

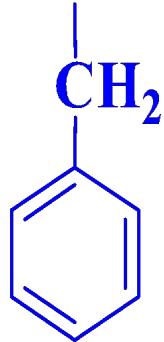


Диаминокарбоновые кислоты

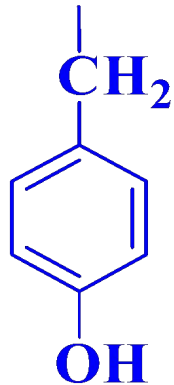


Ароматические α -аминокислоты

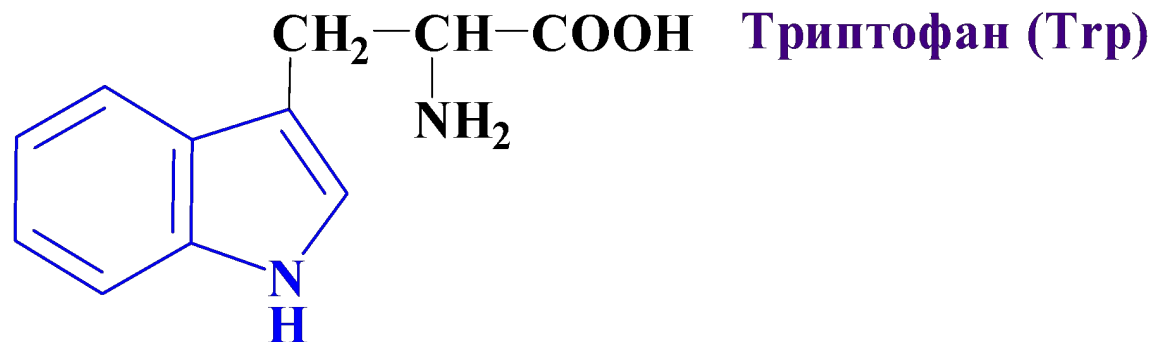
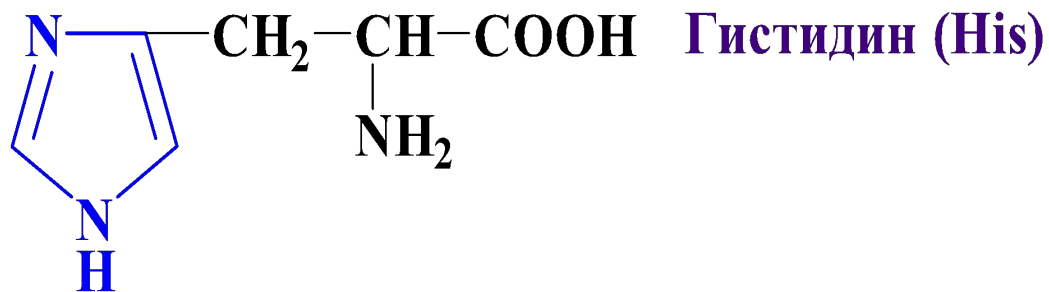
$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$ Фенилаланин (Phe)



$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}-\text{COOH}$ Тирозин (Tyr)



Гетероциклические α -аминокислоты

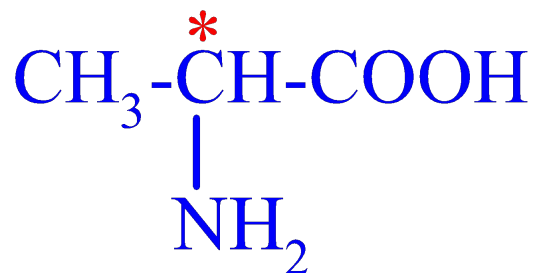


Физические свойства

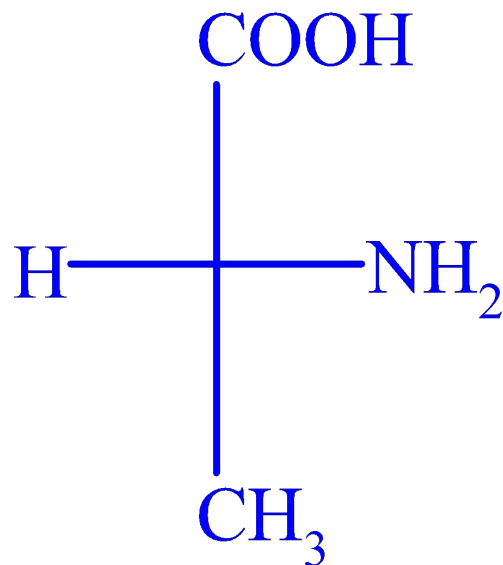
Аминокислоты:

- ☑ бесцветные кристаллические вещества
- ☑ сладкие на вкус
- ☑ хорошо растворяются в воде
- ☑ имеют температуру плавления 220° - 315° С.

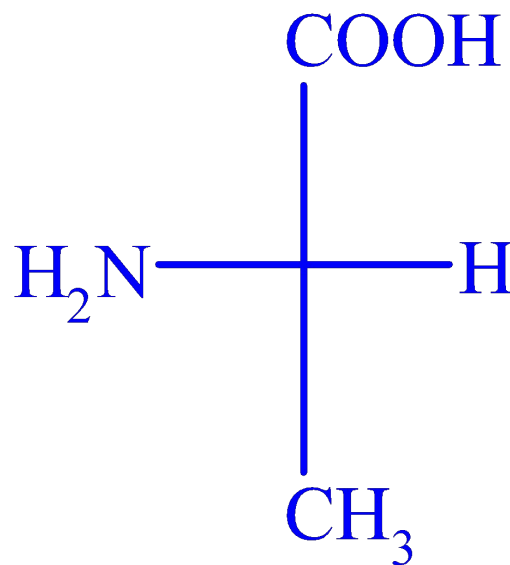
Стереоизомерия α-аминокислот (кроме глицина)



аланин



D-аланин



L-аланин

В природных белках присутствуют остатки только L-аминокислот.

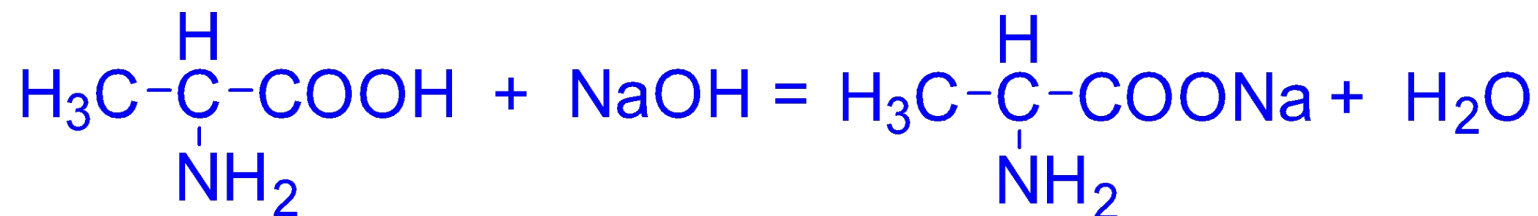
В пептидах бактериального происхождения есть остатки D-аминокислот.

Свойства аминокислот.

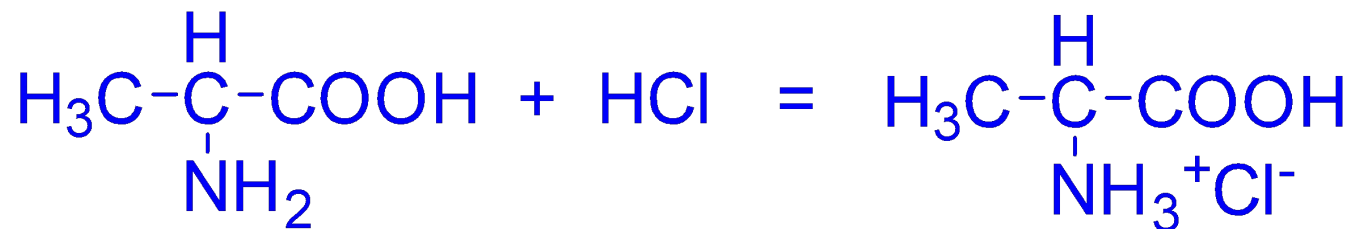
- 1. **Кислотно-основные.**

Аминокислоты – амфотерные соединения

Кислотные свойства



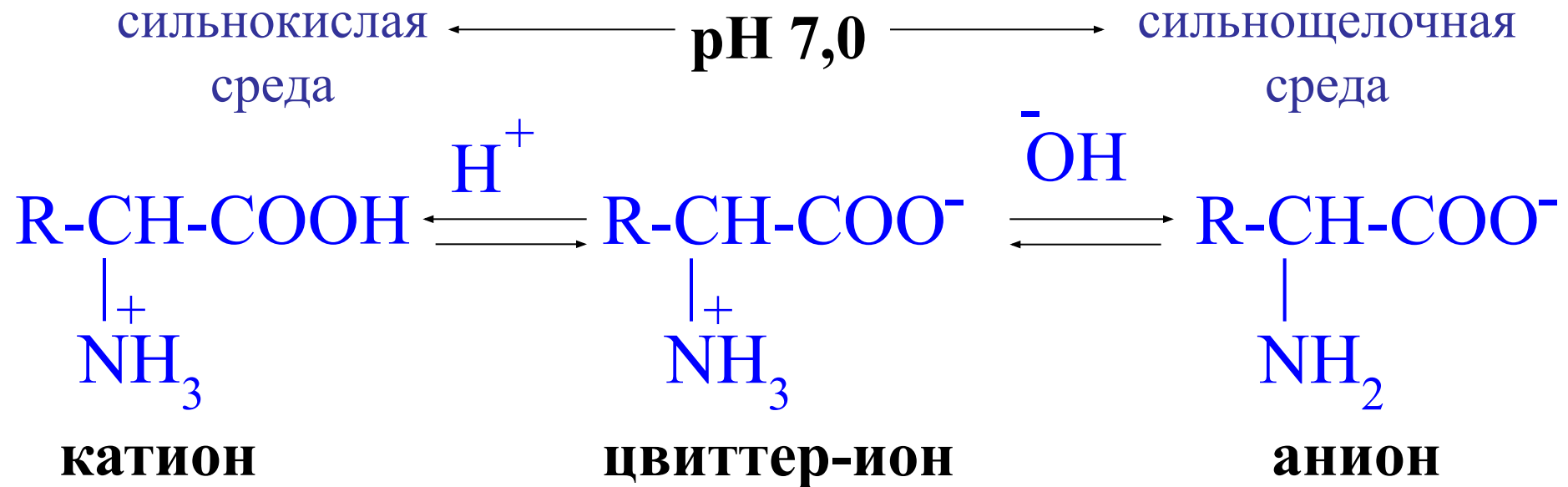
Основные свойства



В твердом состоянии α -аминокислоты существуют в виде **биполярных (цвиттер) ионов**.

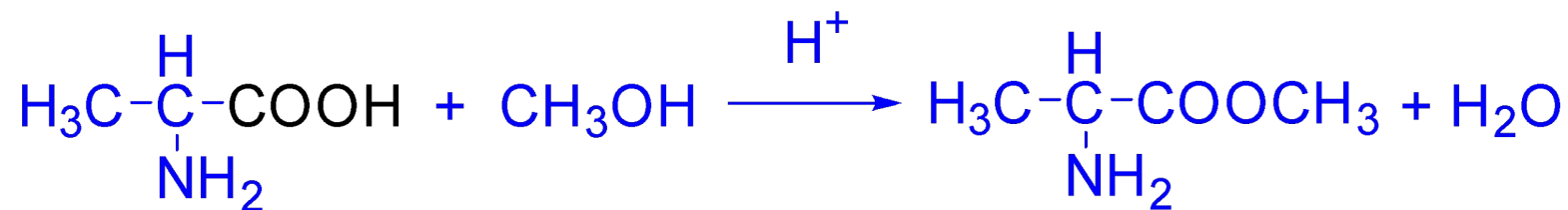
В водном растворе α -аминокислоты существуют в виде равновесной смеси **биполярного иона**, **катионной** и **анионной** форм.

Положение равновесия зависит от **pH** среды

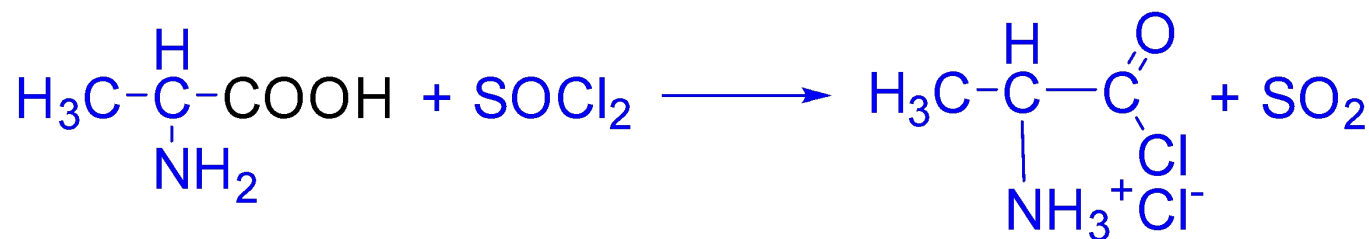


2. Свойства по карбоксильной группе -COOH

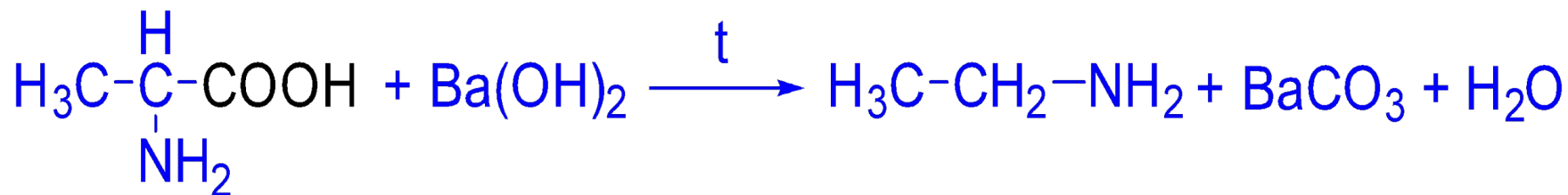
1. Реакции этерификации



2. Получение хлорангидридов

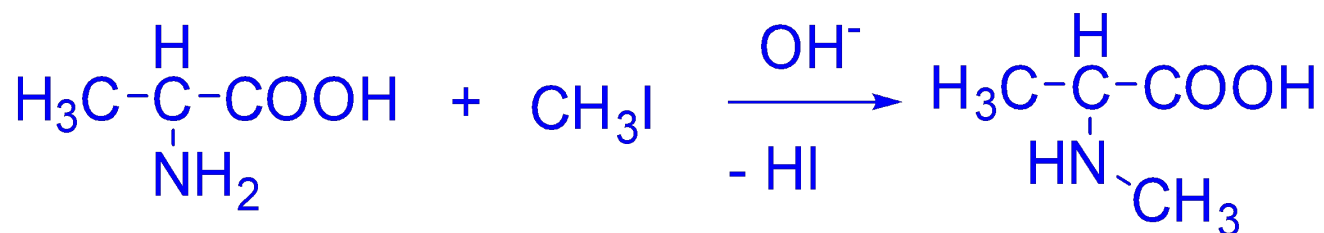


3. Декарбоксилирование *in vitro*

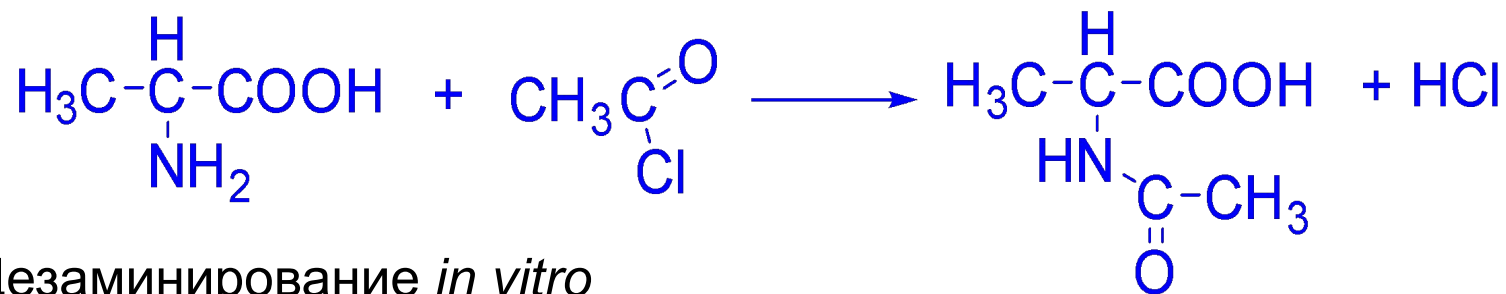


2. Свойства по аминогруппе $-\text{NH}_2$

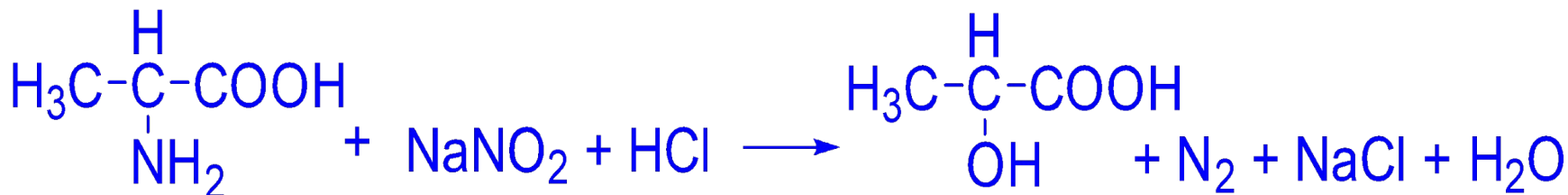
- 1. Реакции алкилирования



- 2. Реакции ацилирования

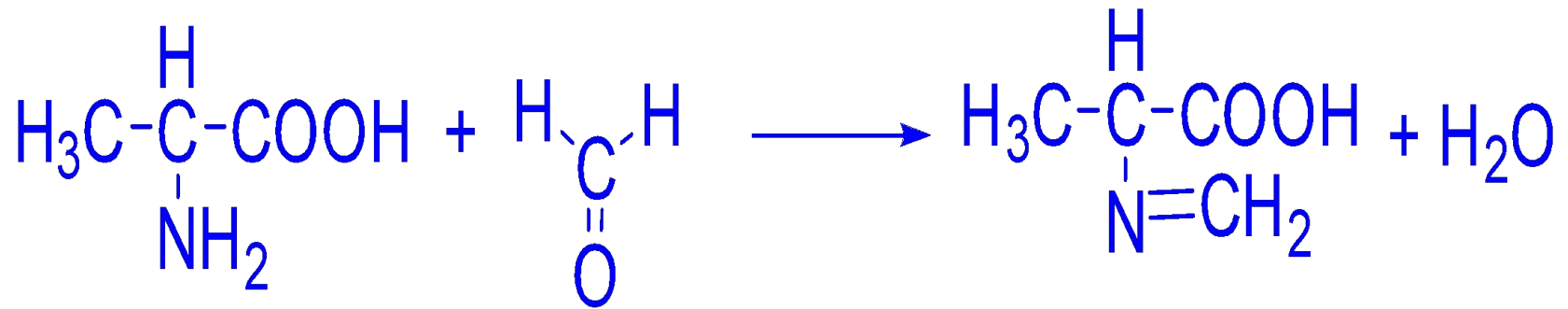


- 3. Дезаминирование *in vitro*



2. Свойства по аминогруппе –NH₂

- 4. Реакции образования оснований Шиффа (с альдегидами и кетонами)

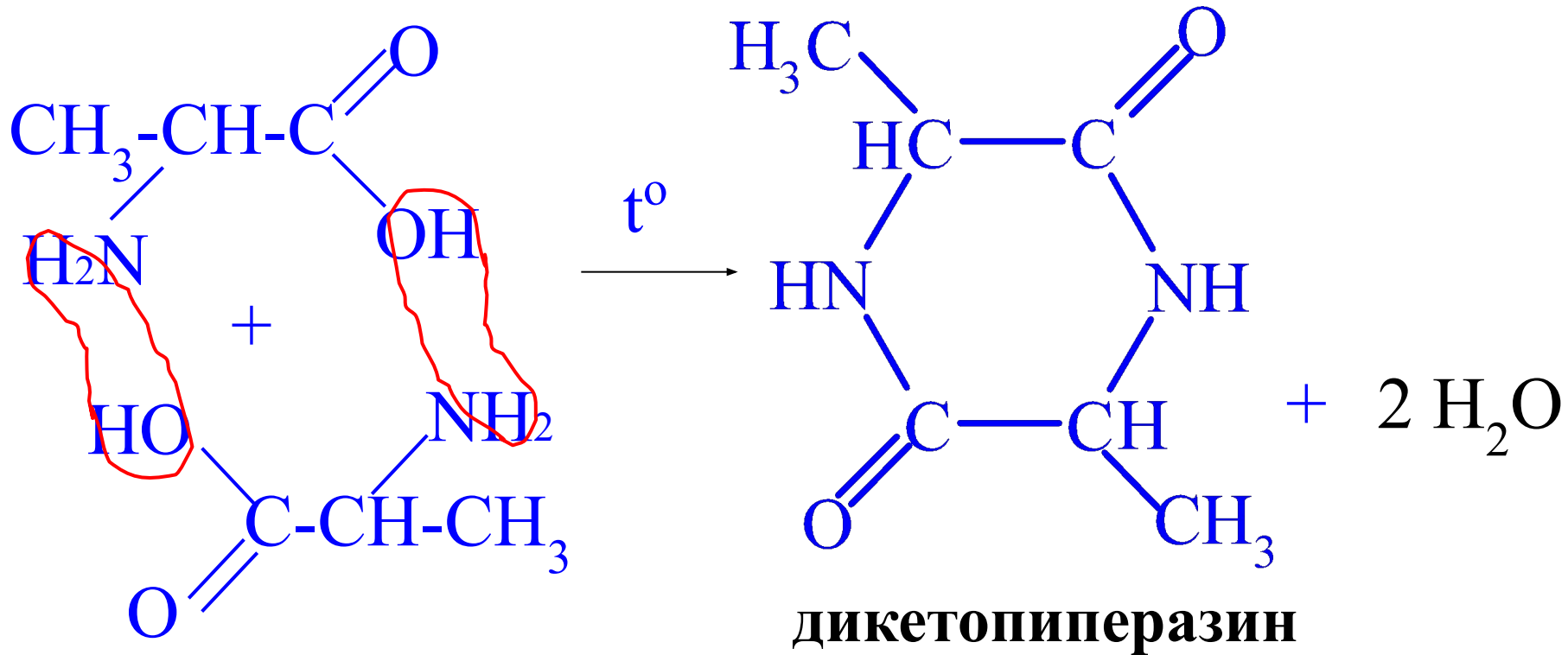


Реакция с формальдегидом лежит в основе формольного титрования (метод количественного определения аминокислот)

3. Специфические свойства

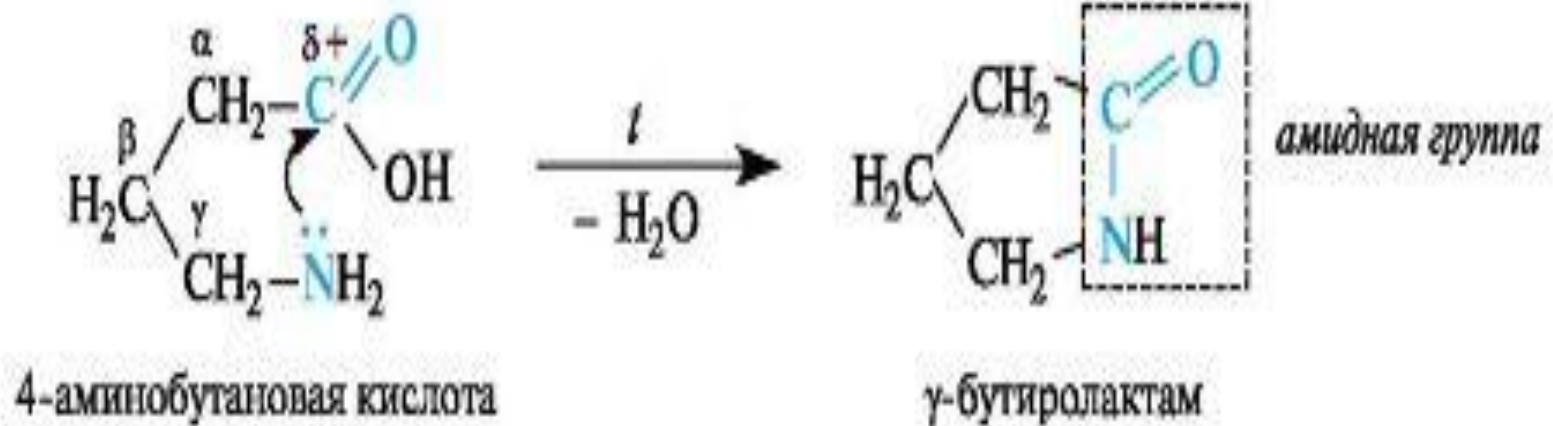
1. Межмолекулярная циклизация

α -аминокислот

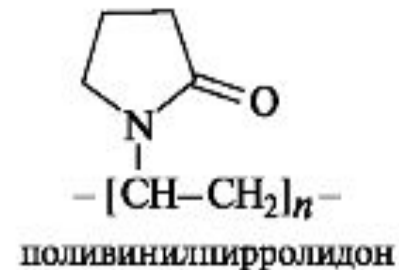
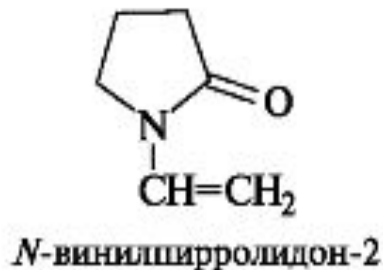
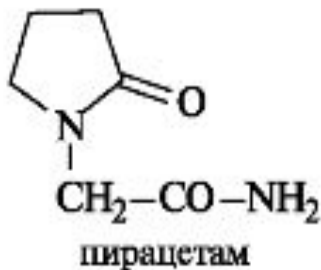


2. Внутримолекулярная циклизация γ -амино- и δ -аминокарбоновых кислот

Образование лактамов (циклических амидов) из γ -аминокислот



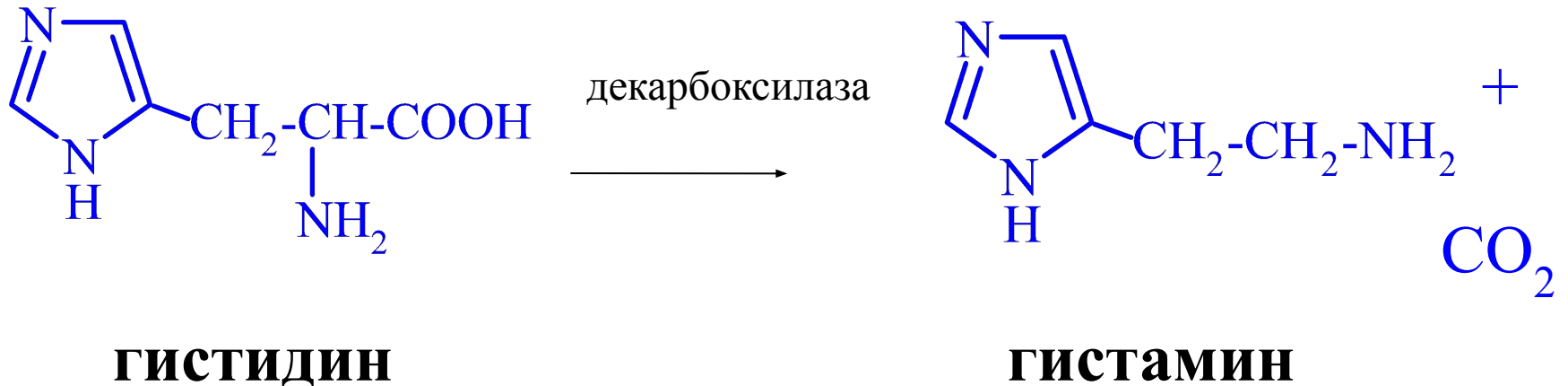
- В медицине применяется «циклическая форма ГАМК» - ее лактам (γ-бутиролактam, или пирролидон-2). Производное пирролидона-2 под названием **пирацетам** (или **ноотропил**) рассматривается как первый представитель ноотропных средств.
- Полимер N-винилпирролидона-2 - **поливинилпирролидон** в виде водного раствора применяется в качестве заменителя синовиальной жидкости (густая эластичная масса, заполняющая полость суставов).



Реакции α -аминокислот *in vivo*

1. декарбоксилирование
2. дезаминирование
 - окислительное;
 - неокислительное
3. восстановительное аминирование
4. переаминирование
5. образование пептидной связи

Декарбоксилирование α -аминокислот

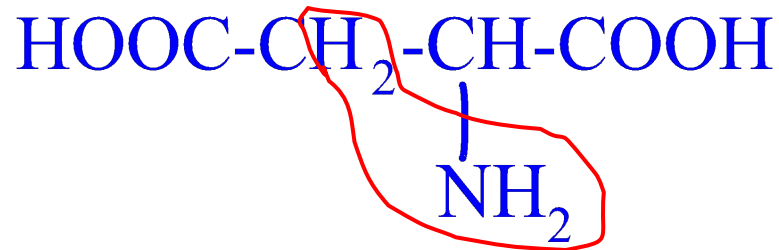


Серин – коламин

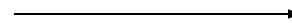
Триптофан- триптамин

Глутаминовая кислота – γ -аминомасляная кислота

Неокислительное дезаминирование



аспартаза

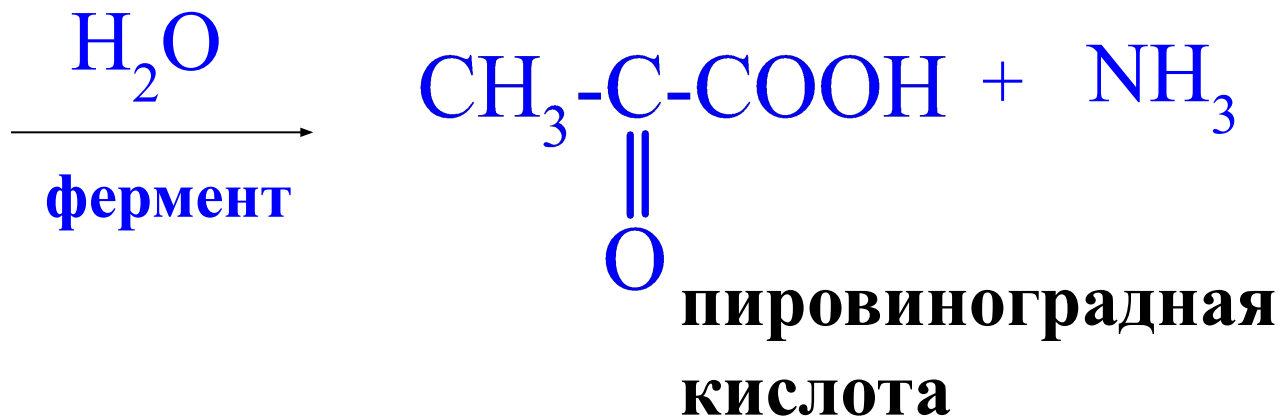
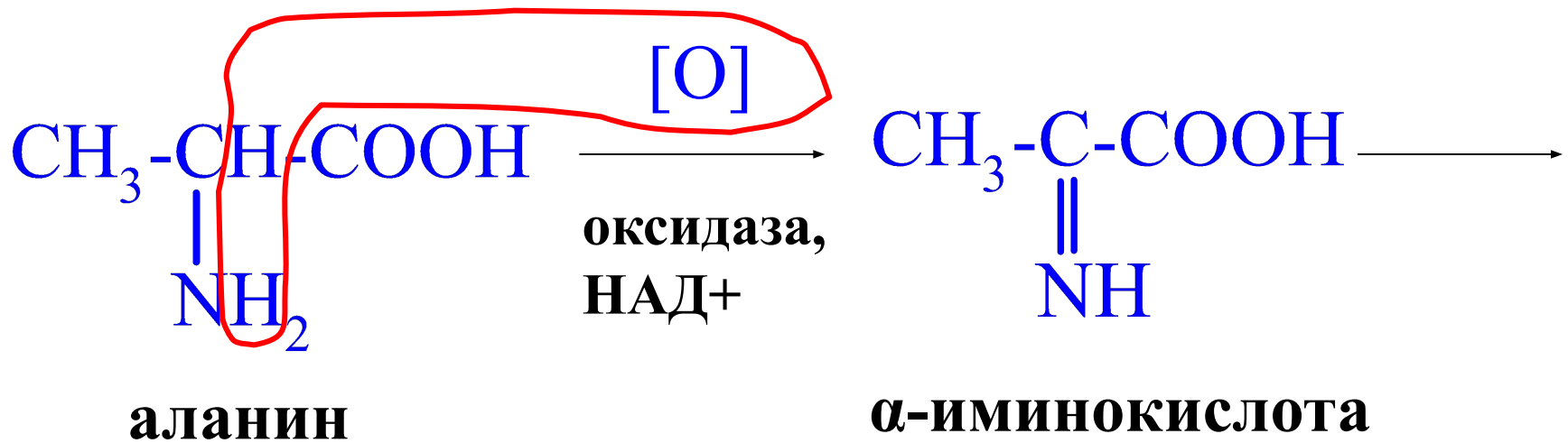


аспарагиновая кислота

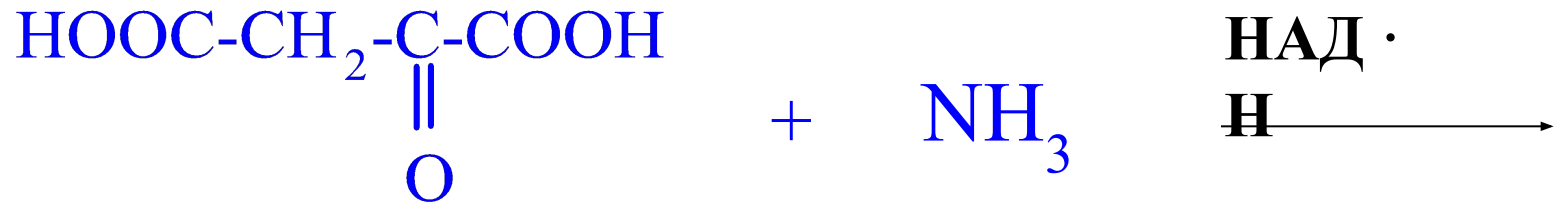


фумаровая кислота

Окислительное дезаминирование



Восстановительное аминирование

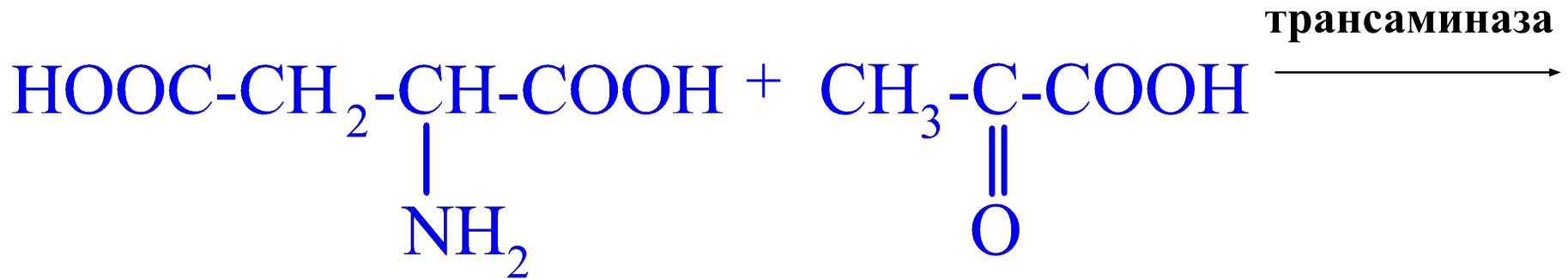


**щавелевоуксусная
кислота**



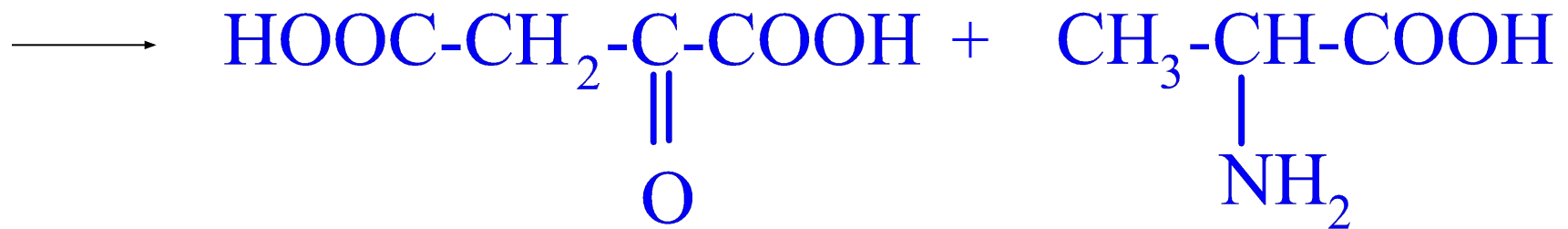
**аспарагиновая
кислота**

Реакция переаминирования (трансаминирование)



**аспарагиновая
кислота**

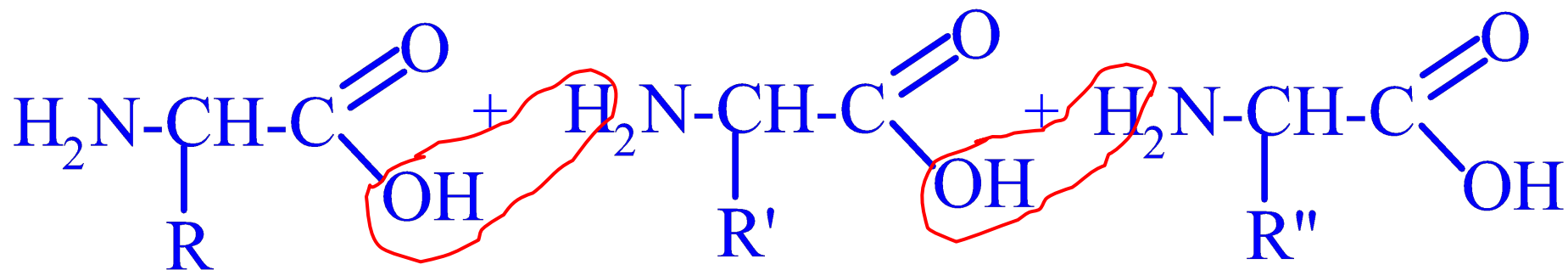
**пировиноградная
кислота**



**щавелевоуксусная
кислота**

аланин

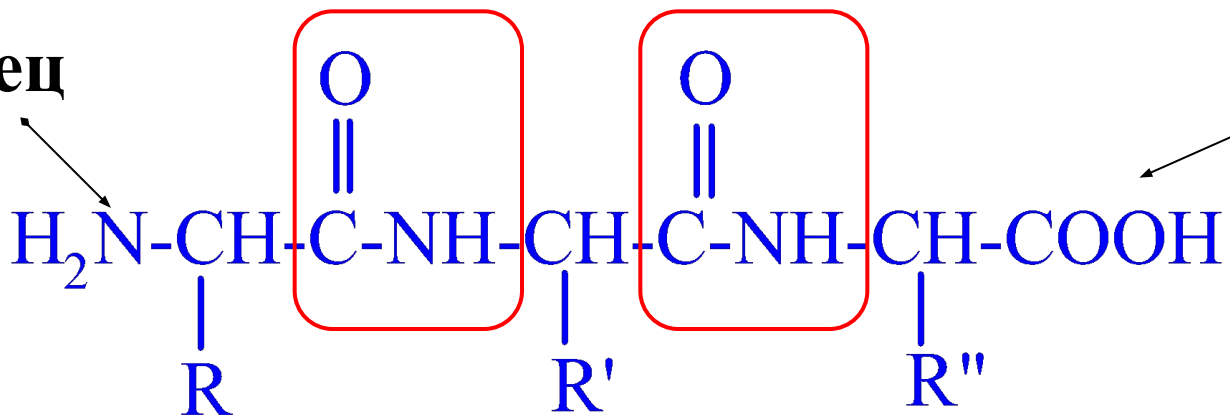
Образование пептидных связей



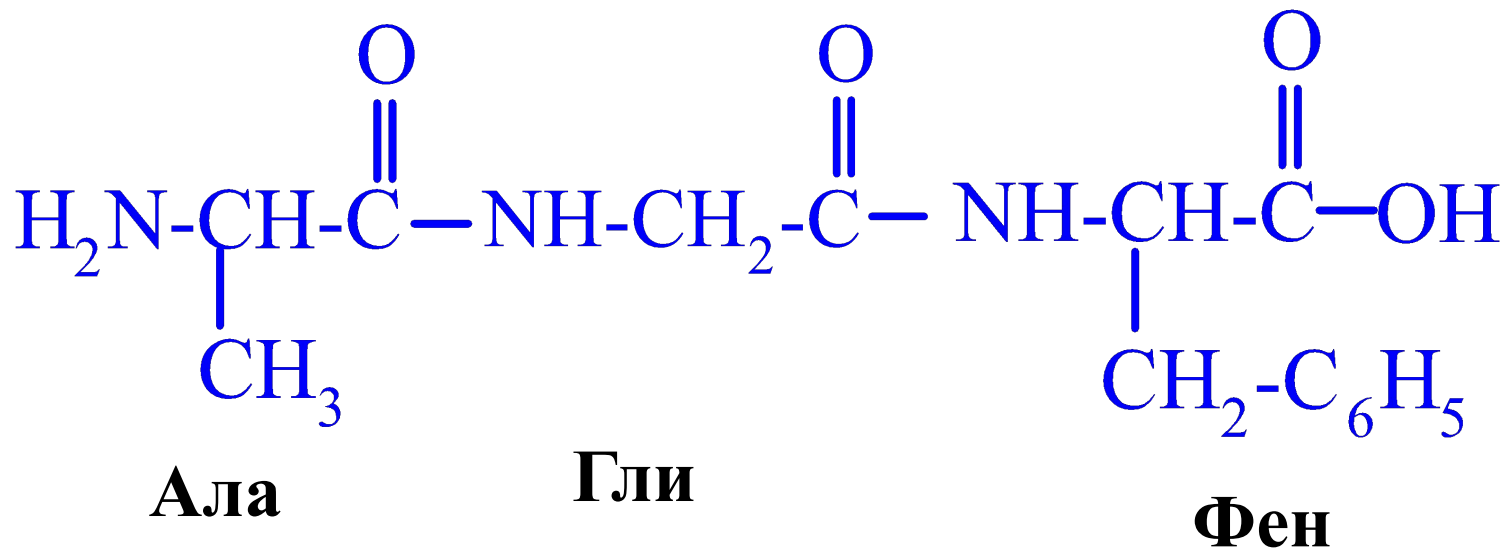
пептидная связь

N-конец

C-конец



трипептид

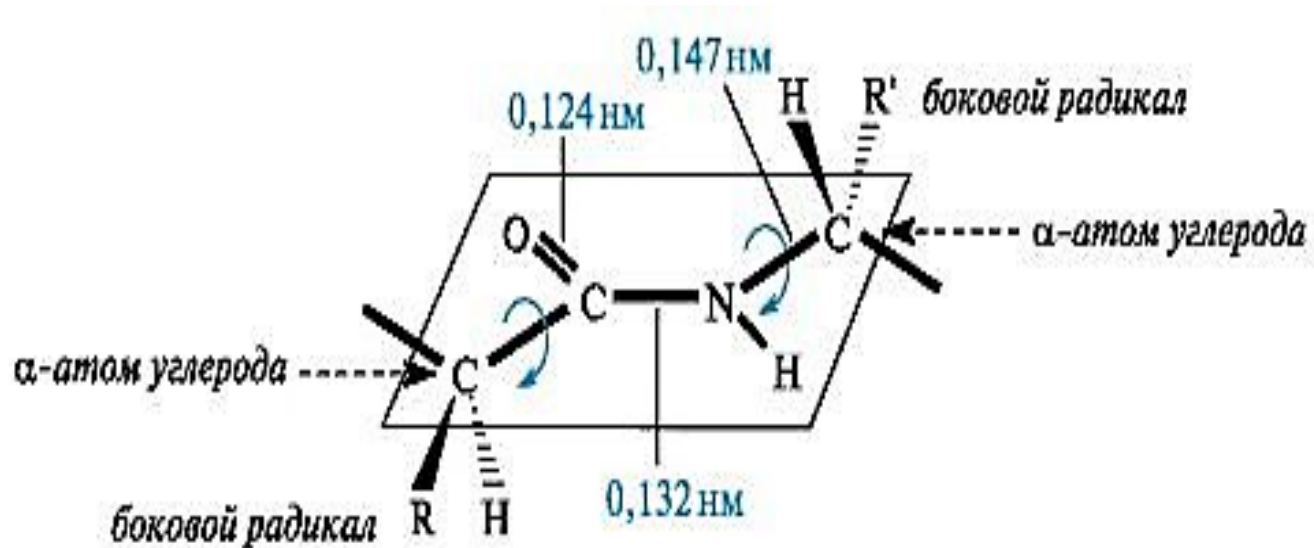


аланил глицил фенилаланин

Строение пептидной связи

Пространственное строение:

1. Все атомы находятся в одной плоскости
2. Почти всегда атомы водорода и кислорода находятся в транс положении



Пептиды и белки

Медико-биологическое значение пептидов и белков



Уровни организации полипептидной цепи

```
graph TD; A[Уровни организации полипептидной цепи] --> B[Первичный]; A --> C[Вторичный]; A --> D[Третичный]; A --> E[Четвертичный];
```

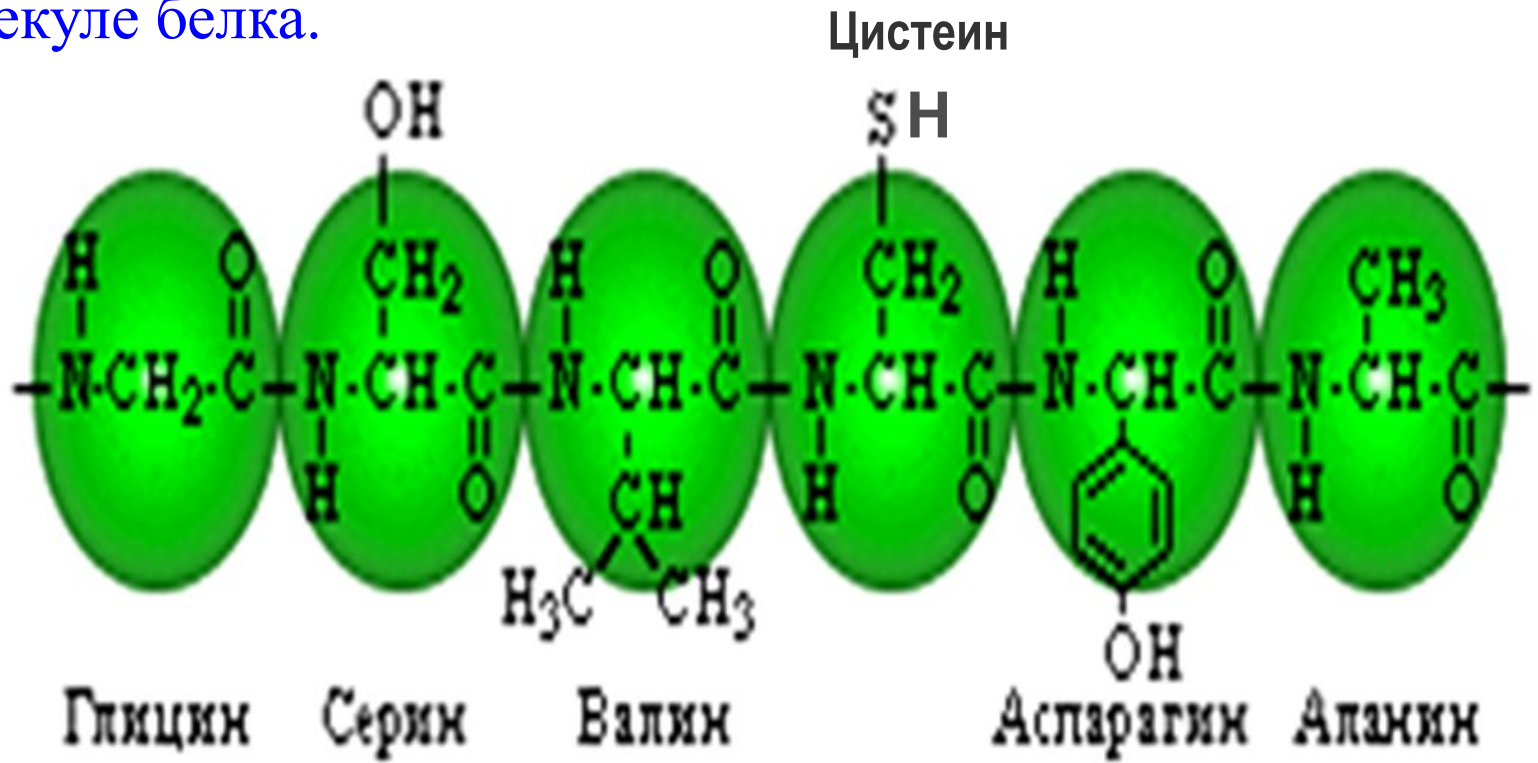
Первичный
пептидная связь

Вторичный
*пептидная,
водородная связи*

Третичный
*пептидная, водородная,
ионная, дисульфидная связи,
гидрофобное взаимодействие*

Четвертичный
*водородная связь,
гидрофобное
взаимодействие*

Первичная структура белка – это определенная аминокислотная последовательность, т.е. порядок чередования аминокислотных остатков в молекуле белка.



Первичная структура характеризуется

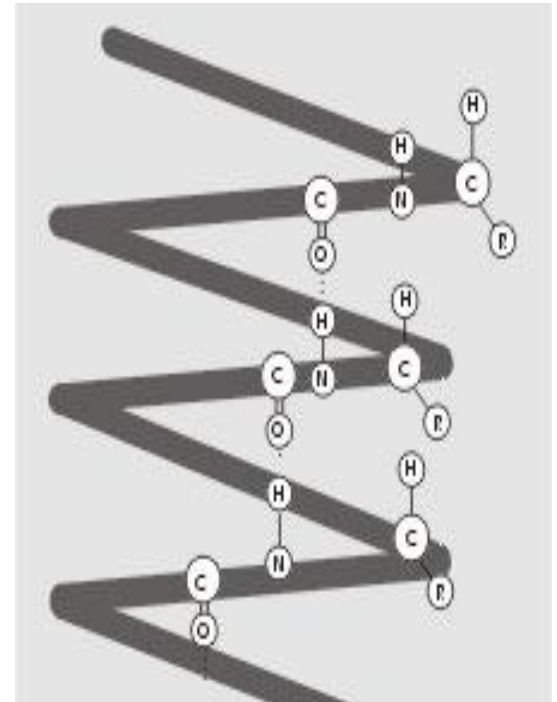
- аминокислотным составом;
- аминокислотной последовательностью

Вторичная структура белка – определенное пространственное расположение полипептидной цепи.

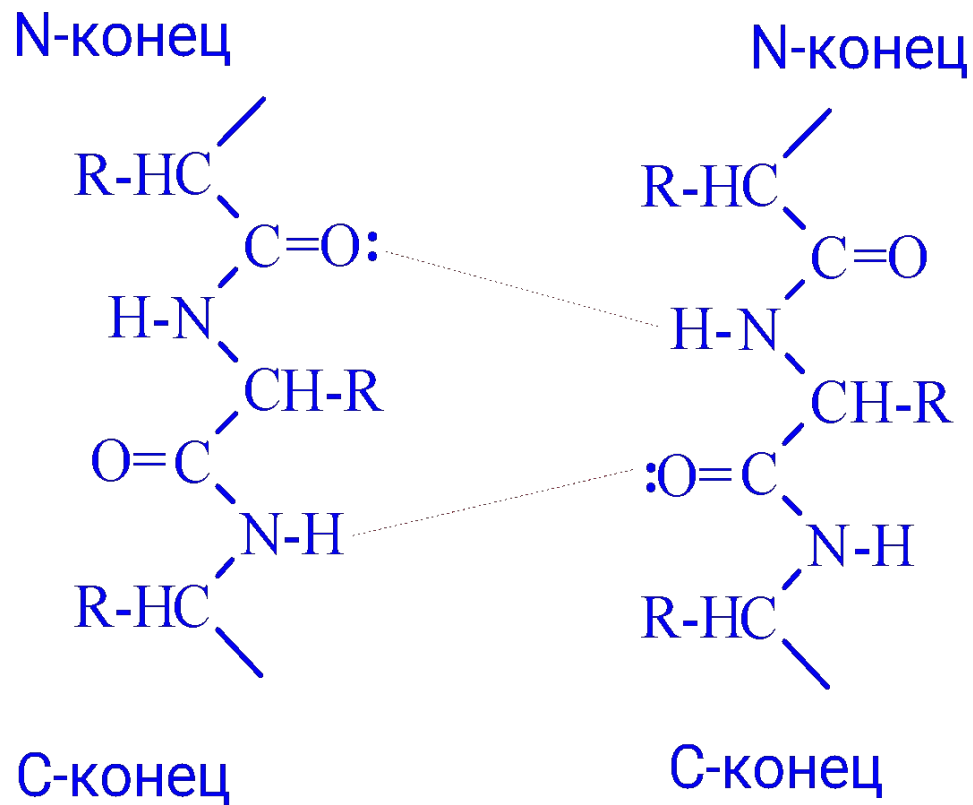
- α -спираль
- β -складчатая структура

α -спираль

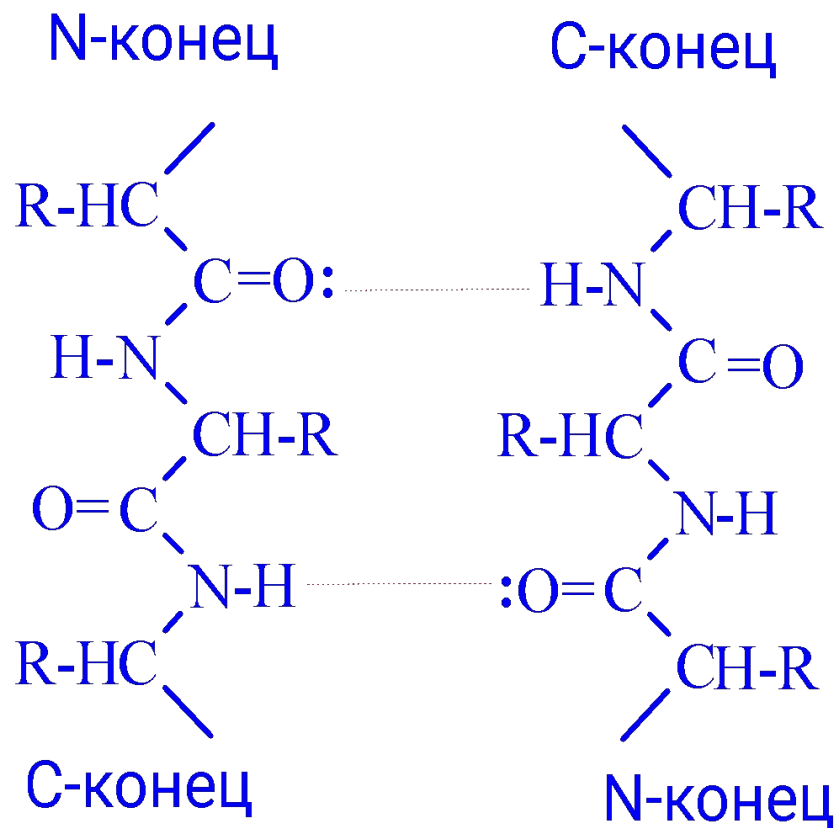
На один виток
спирали – **3,6**
аминокислотных
остатка.



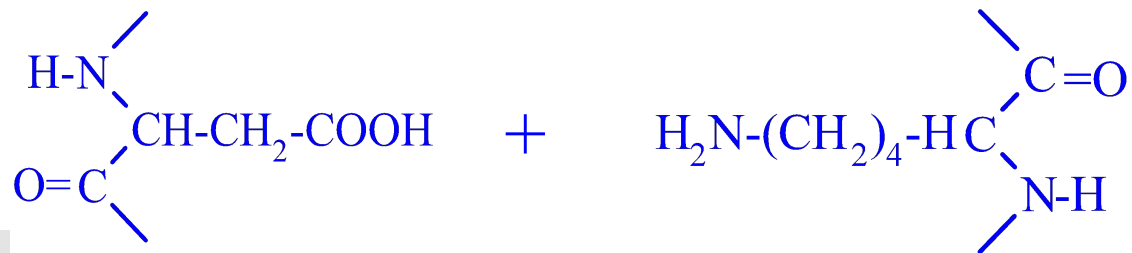
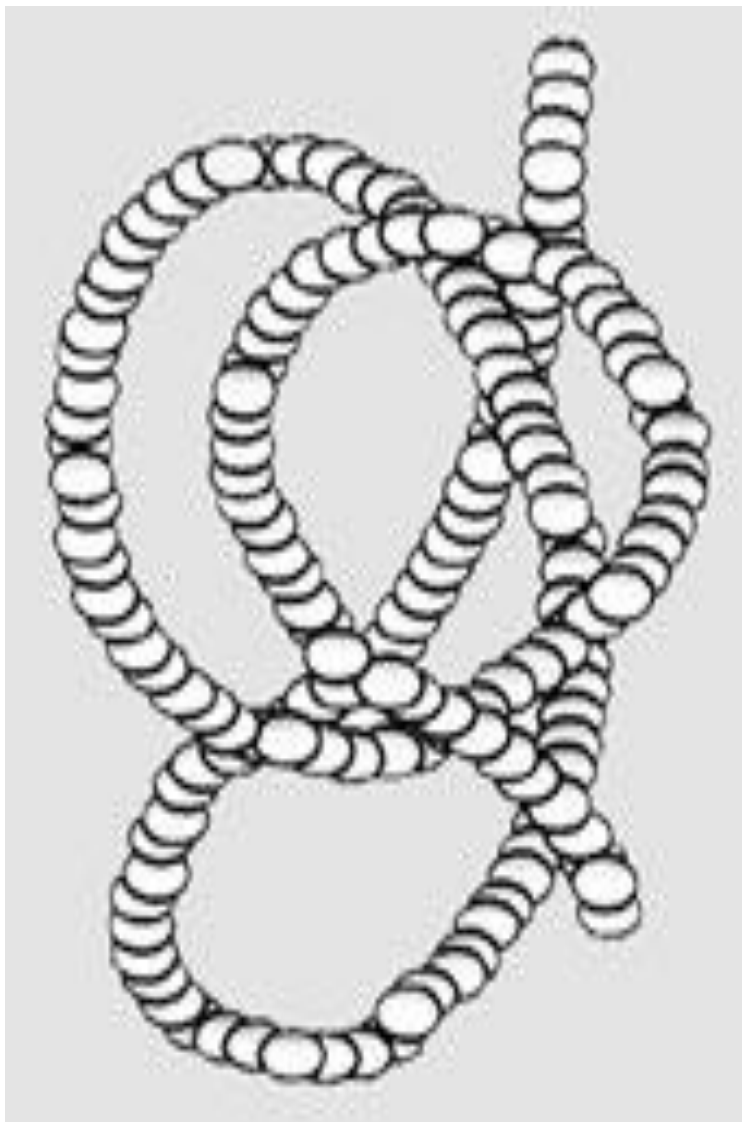
β -складчатая структура (антипараллельная)



β -складчатая структура (параллельная)

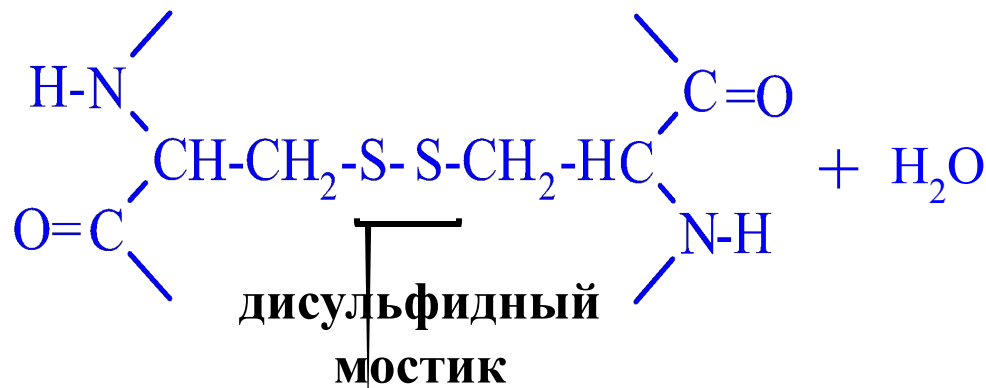
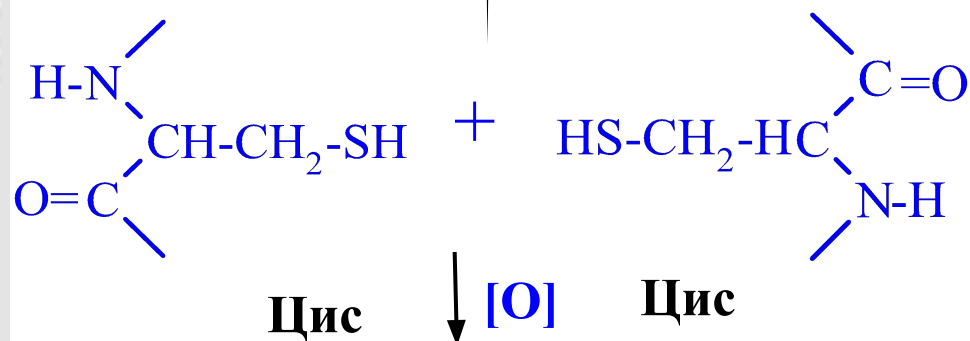
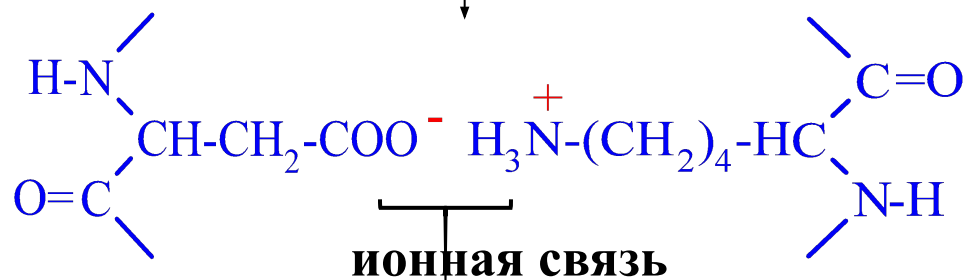


Третичная структура белка



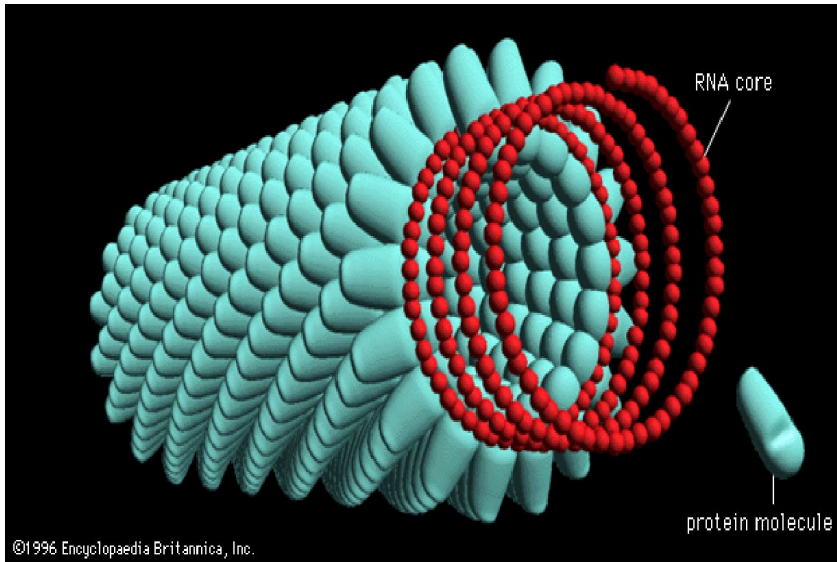
Асп

Лиз



Четвертичная структура

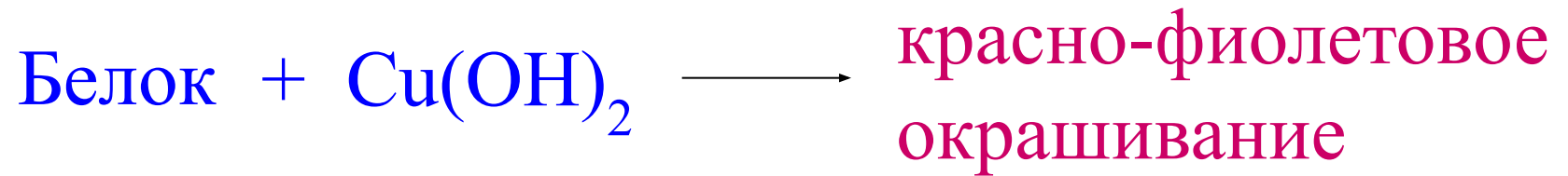
- Четвертичная структура - агрегат нескольких белковых молекул образующих одну структуру
- Взаимодействия: ионные, водородные, гидрофобные, ковалентные (дисульфидные)



Пример четвертичной структуры - вирус табачной мозаики: 2130 одинаковых молекул белка расположены вокруг РНК вируса

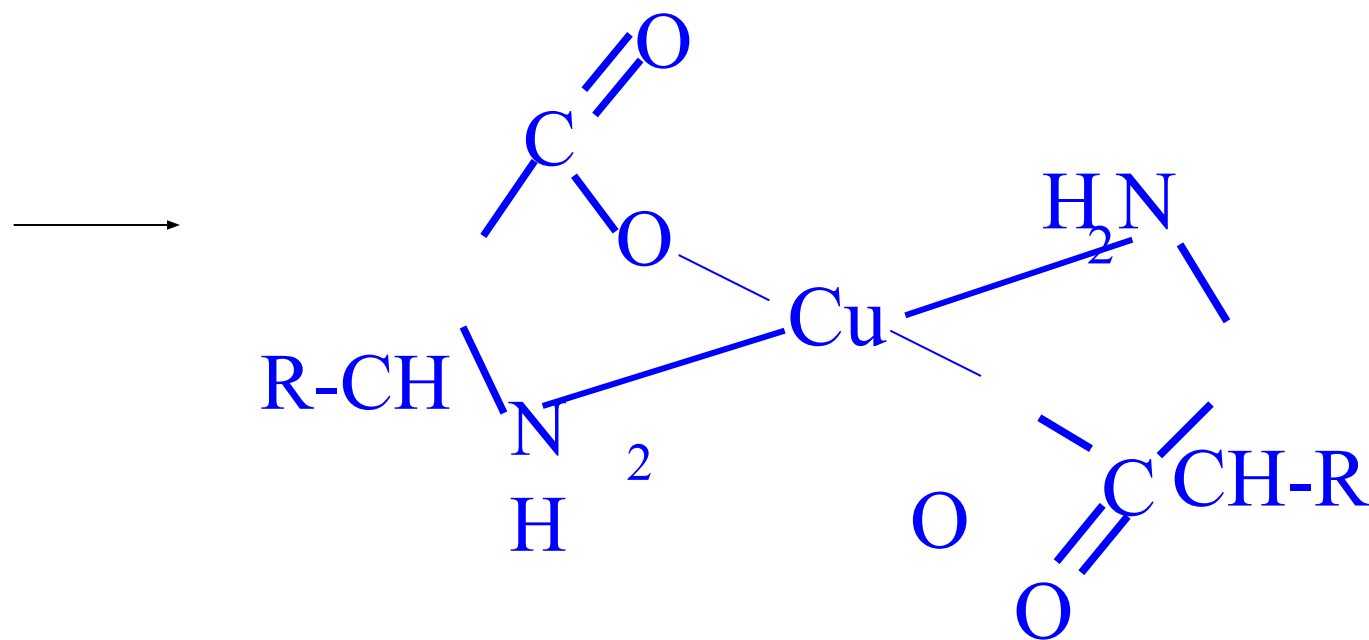
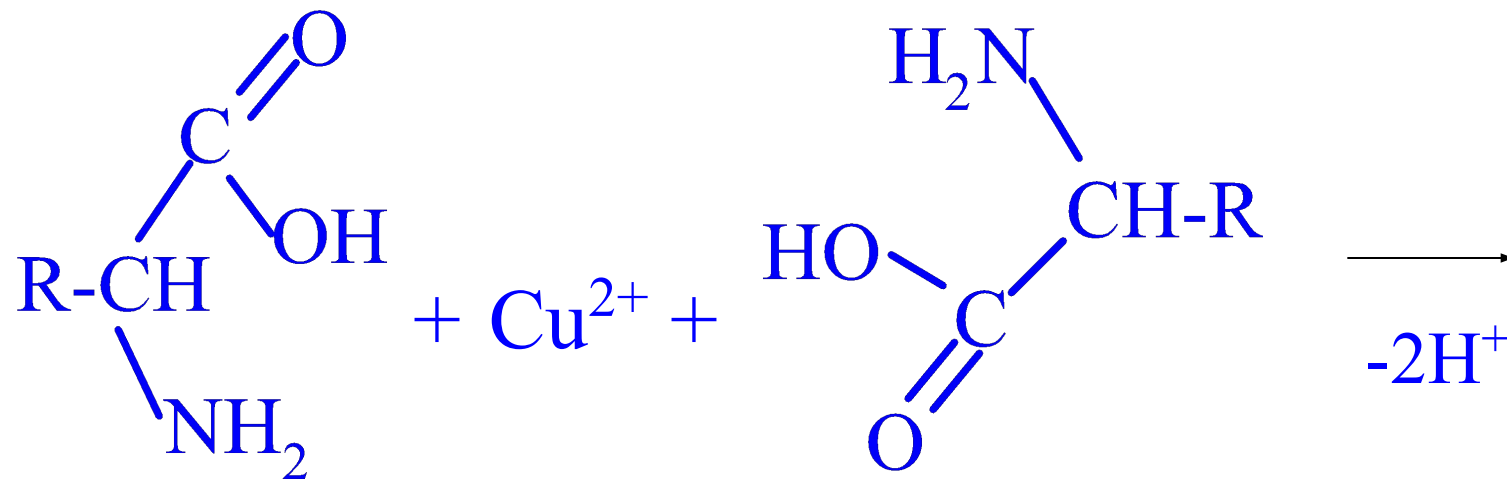
Качественная реакция на пептидные связи

Биуретовая реакция



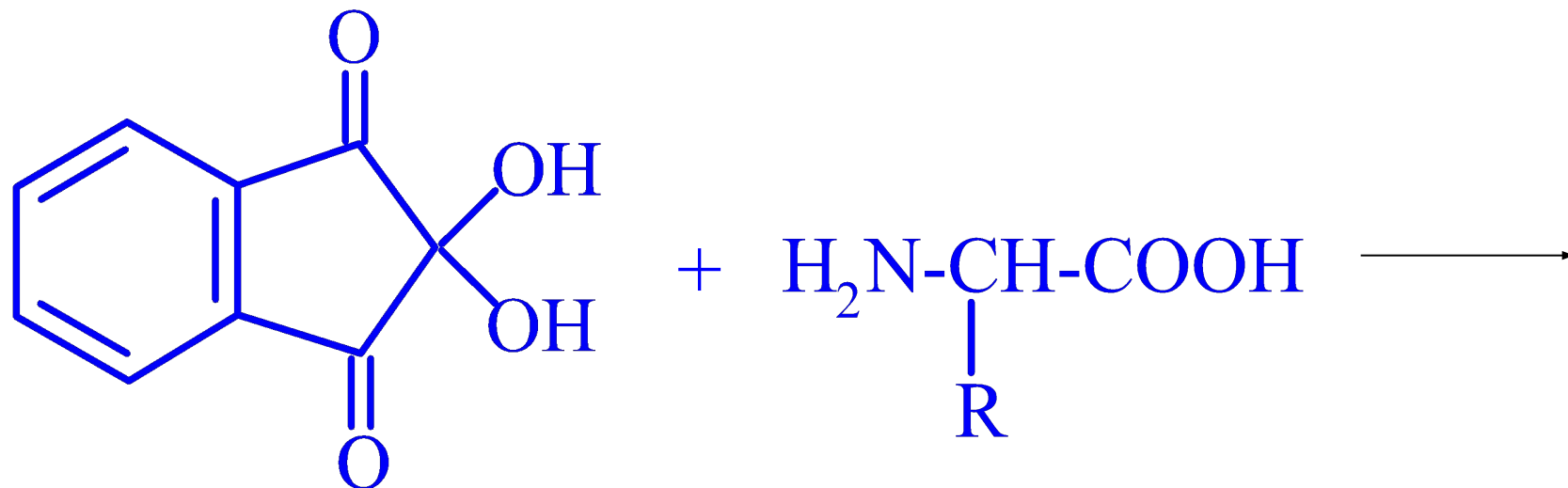
Качественные реакции на α -аминокислоты

1. Комплексообразование

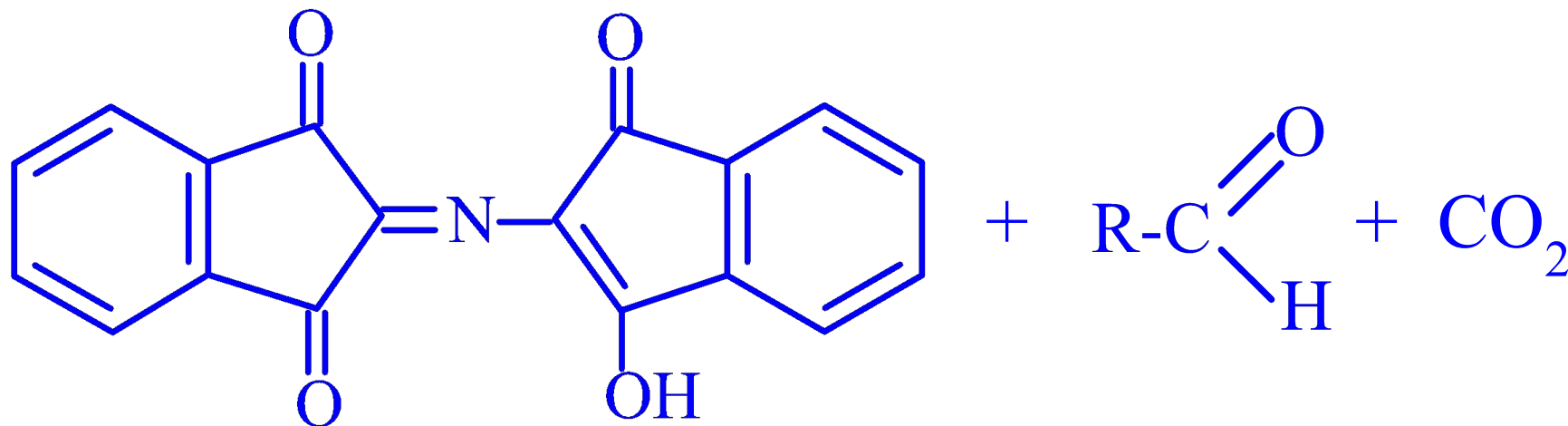


КОМПЛЕКСНАЯ МЕДНАЯ СОЛЬ α -АМИНОКИСЛОТЫ

2. Нингидриновая проба

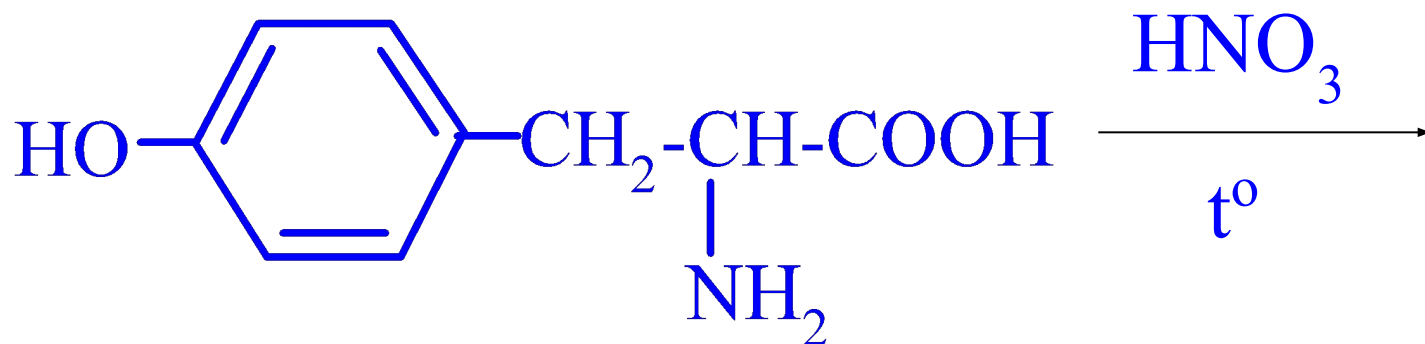


нингидрин

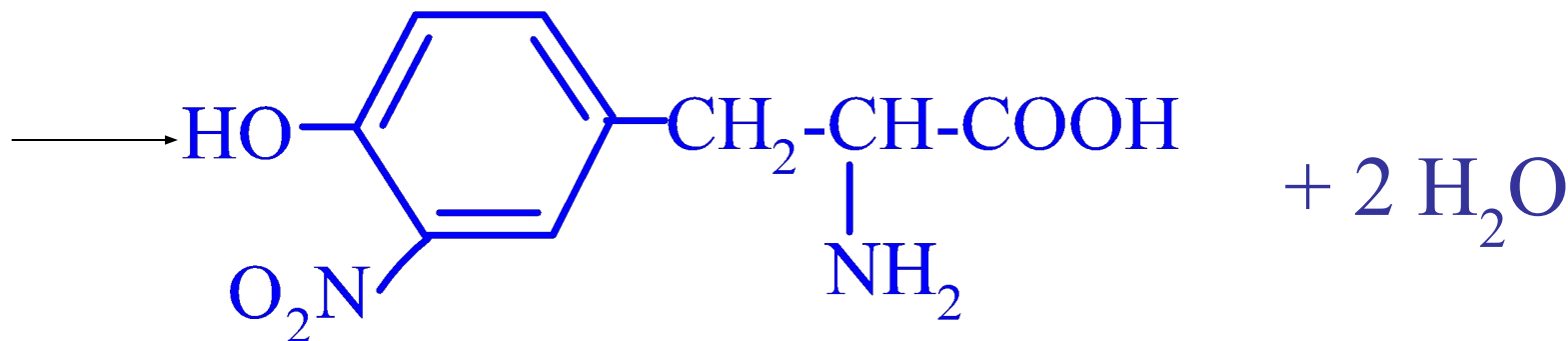


продукт сине-фиолетового цвета

3. Ксантопротеиновая проба на **ароматические** **α -аминокислоты**



тирозин



продукт нитрования
Желтого цвета

4. Цистеиновая проба на **серосодержащие** **α -аминокислоты**

