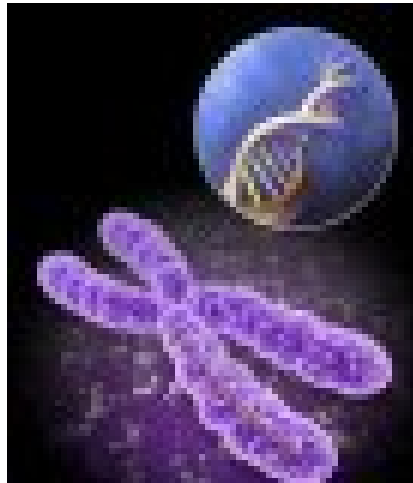


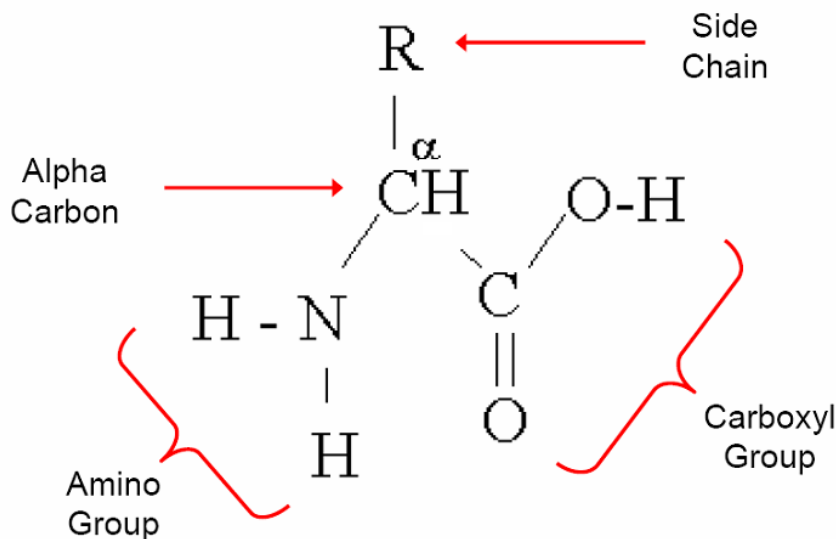


Аминокислоты. Пептиды и белки

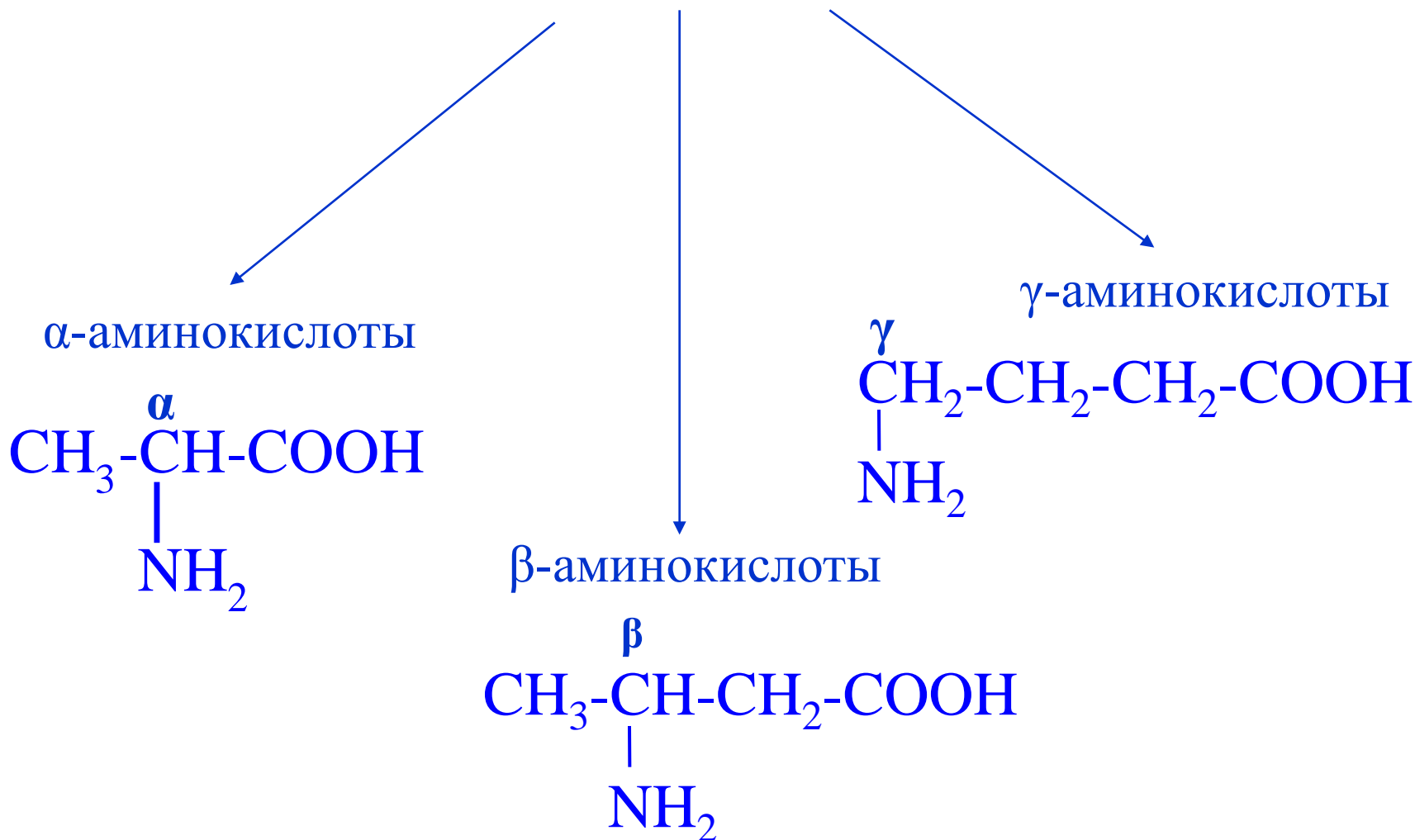


Аминокислоты

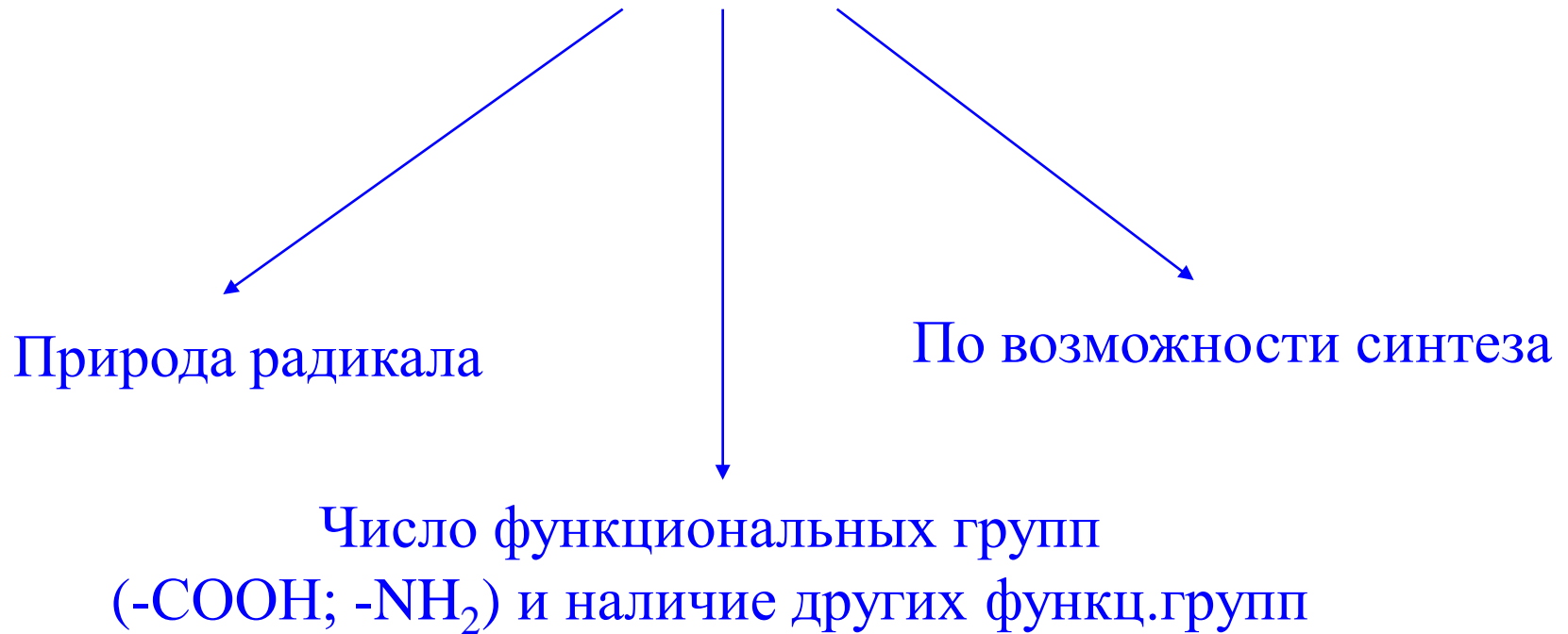
- это органические гетерофункциональные соединения, молекулы которых содержат одновременно карбоксильную группу -COOH и аминогруппу -NH₂



**Классификация аминокислот
в зависимости от взаимного местоположения
функциональных групп**



Принципы классификации α -аминокислот

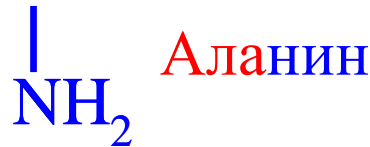


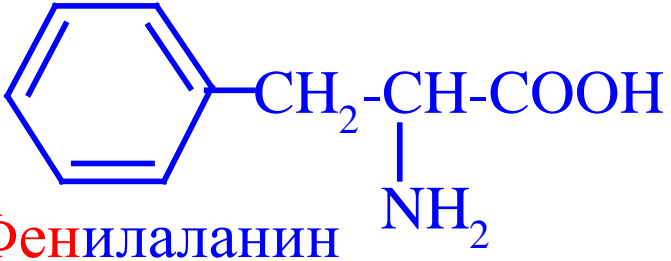
Классификация

в зависимости от природы радикала R:



1 алифатические $\text{CH}_3-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$



2 ароматические 

Фенилаланин

3 гетероциклические



Классификация алифатических α-аминокислот

по содержанию «дополнительных» функциональных групп



Содержащие –ОН группу

-серин (HO–CH₂–)

-треонин (CH₃–CH–)
|
OH

Серосодержащие

-цистеин (HS–CH₂–)

-метионин

(CH₃–S–CH₂–CH₂–)

Классификация

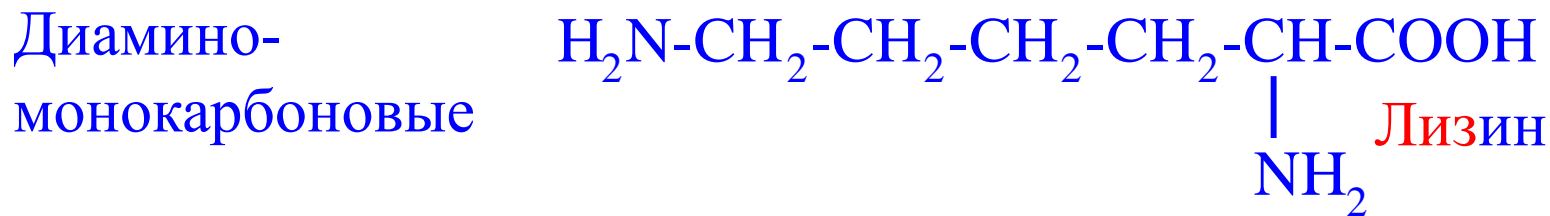
в зависимости от

числа карбоксильных и аминогрупп

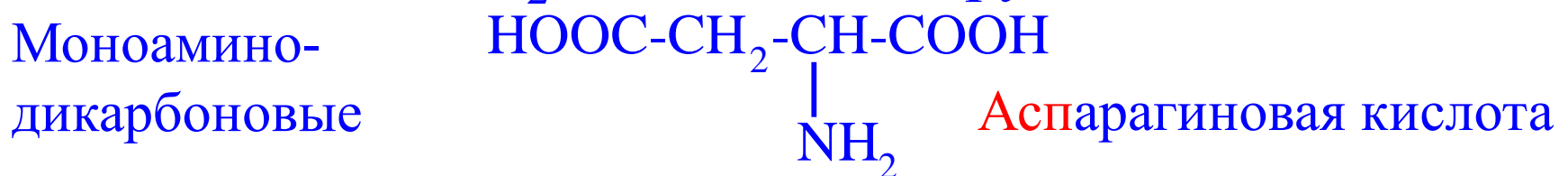
- *Нейтральные* – одна NH_2 и одна COOH группы



- *Основные* – две NH_2 и одна COOH группы



- *Кислые* - одна NH_2 и две COOH группы



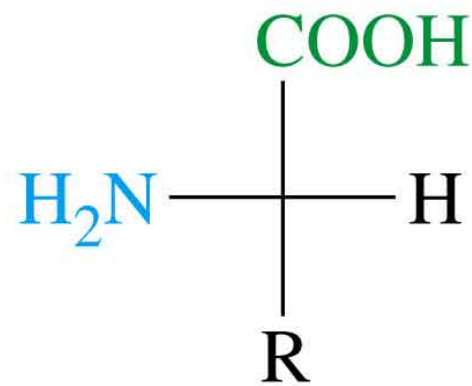
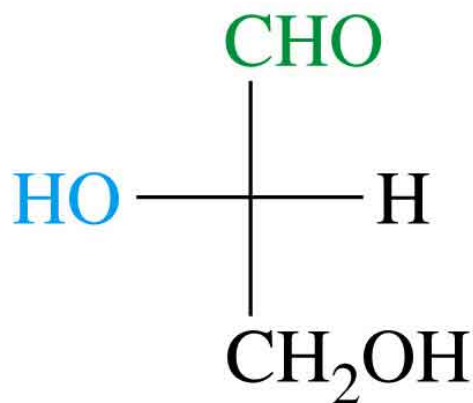
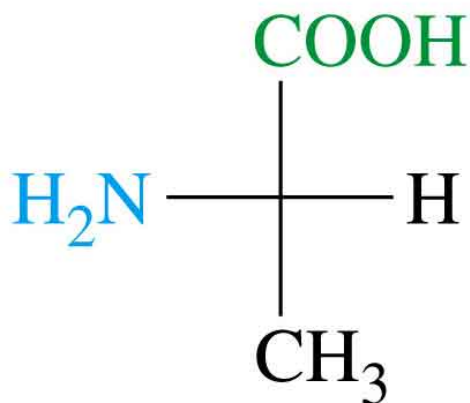
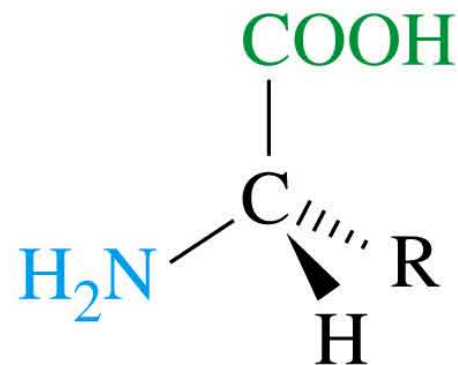
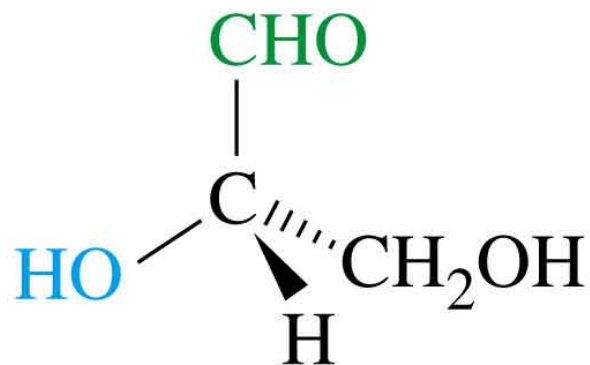
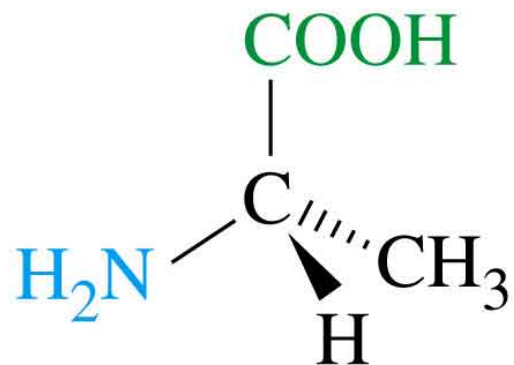
Классификация α -аминокислот по возможности синтеза

*Заменимые
синтезируются в
организме*

*Незаменимые
не синтезируются в
организме*

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

Стереои́зомерия



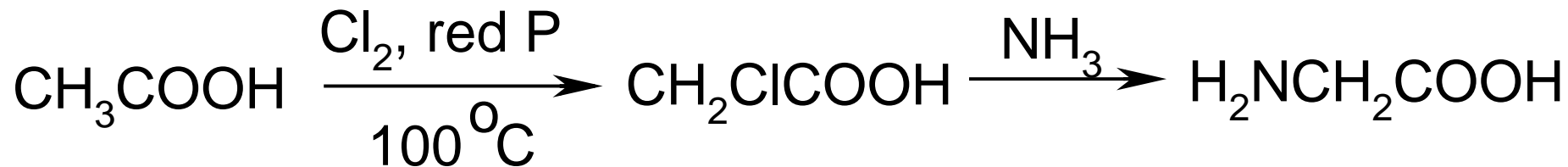
(*S*)-alanine
(L-alanine)

L-(-)-glyceraldehyde

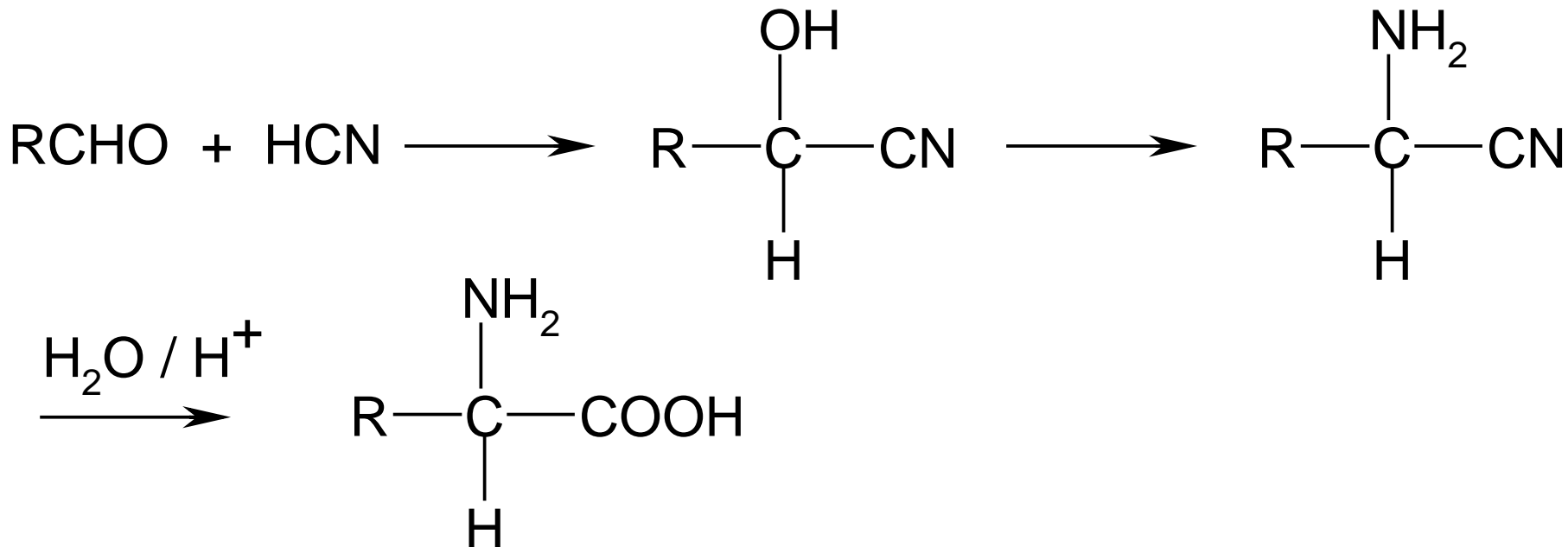
an L-amino acid
(*S*) configuration

Получение α -Аминокислот

1. из α -галогенкарбоновых кислот



2. Из альдегидов и кетонов: реакция Стреккера



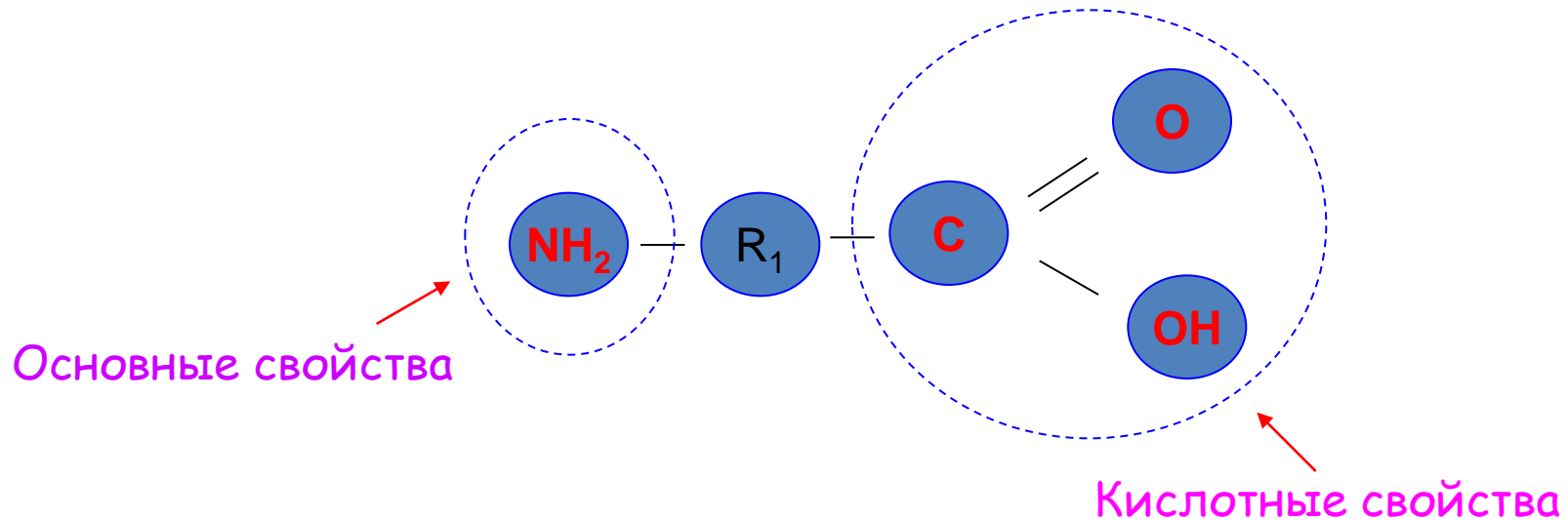
Физические свойства

Аминокислоты:

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

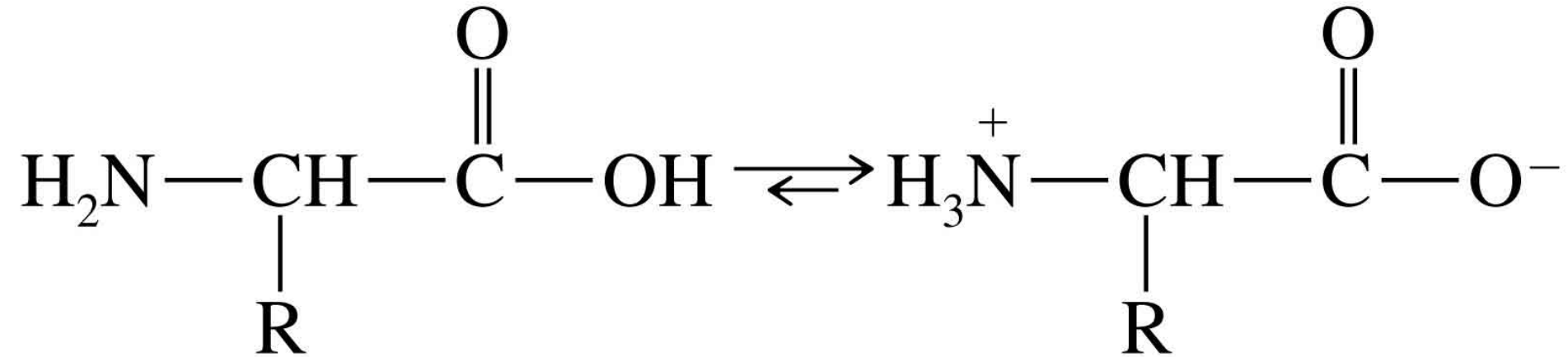
Химические свойства

Аминокислоты, являясь амфотерными соединениями, могут проявлять как основные, так и кислотные свойства, вступая в соответствующие реакции:



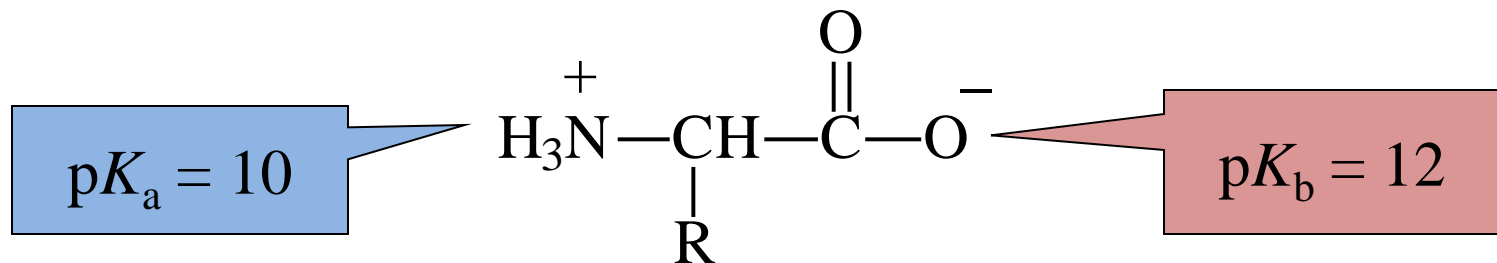
Кислотно-основные свойства

СТРОЕНИЕ ЦВИТТЕР-ИОНА (биполярный ион).



uncharged structure
(minor component)

dipolar ion, or zwitterion
(major component)



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

Изоэлектрическая точка α -аминокислоты – это то значение рН раствора, при котором большинство молекул существуют в виде биполярных ионов, а концентрации катионной и анионной форм минимальны и равны.

В водном растворе α -аминокислоты существуют в виде
равновесной смеси

биполярного иона, катионной и анионной форм.

Положение равновесия зависит от **pH** среды

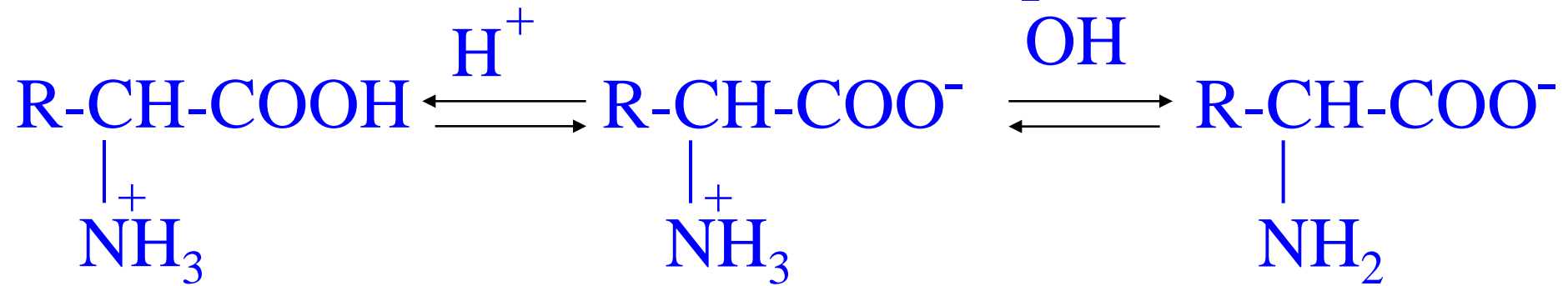
pH 1,0

← pH 7,0 →

pH 11,0

сильнокислая среда

сильнощелочная среда



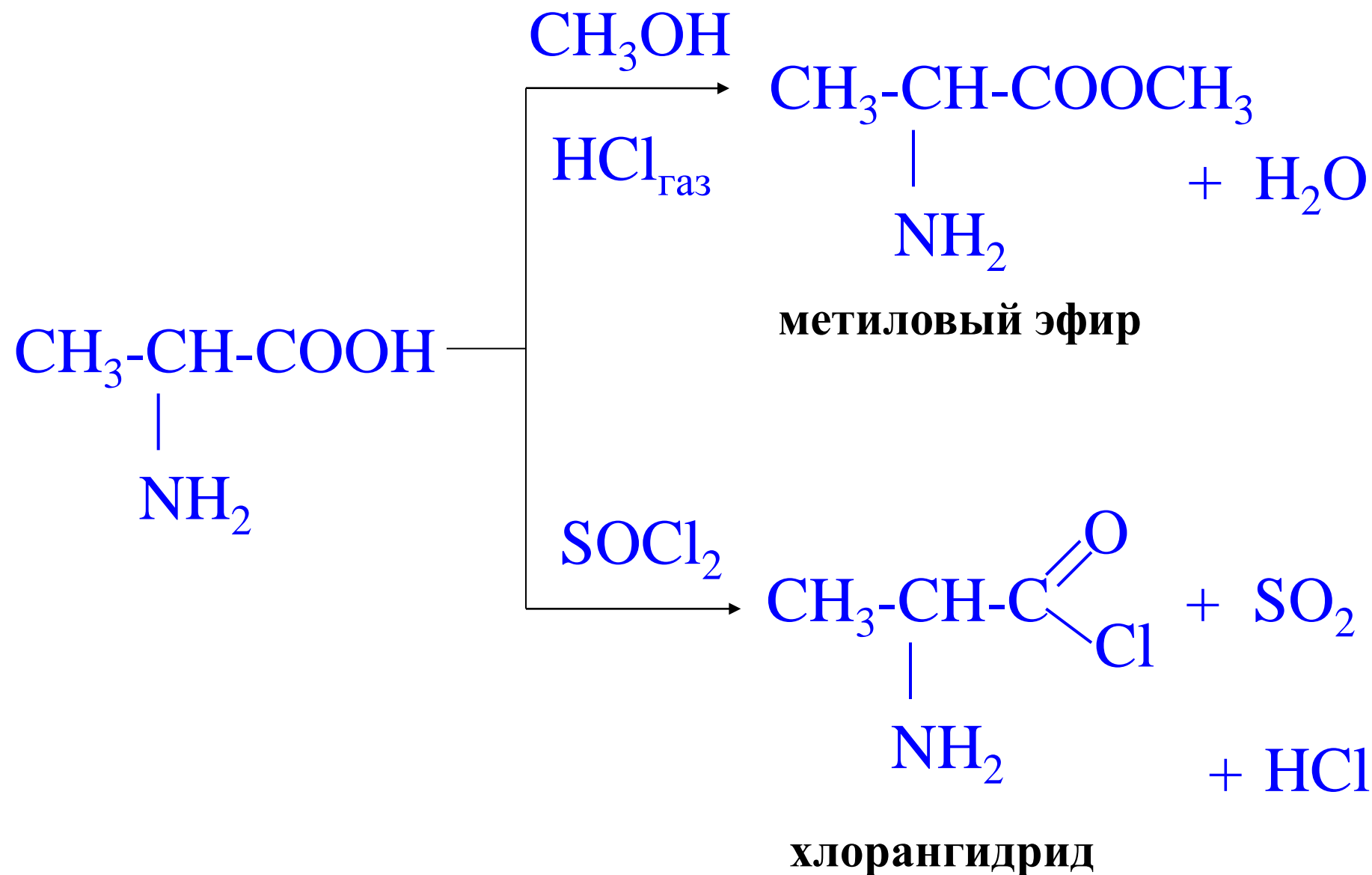
катион

цвиттер-ион

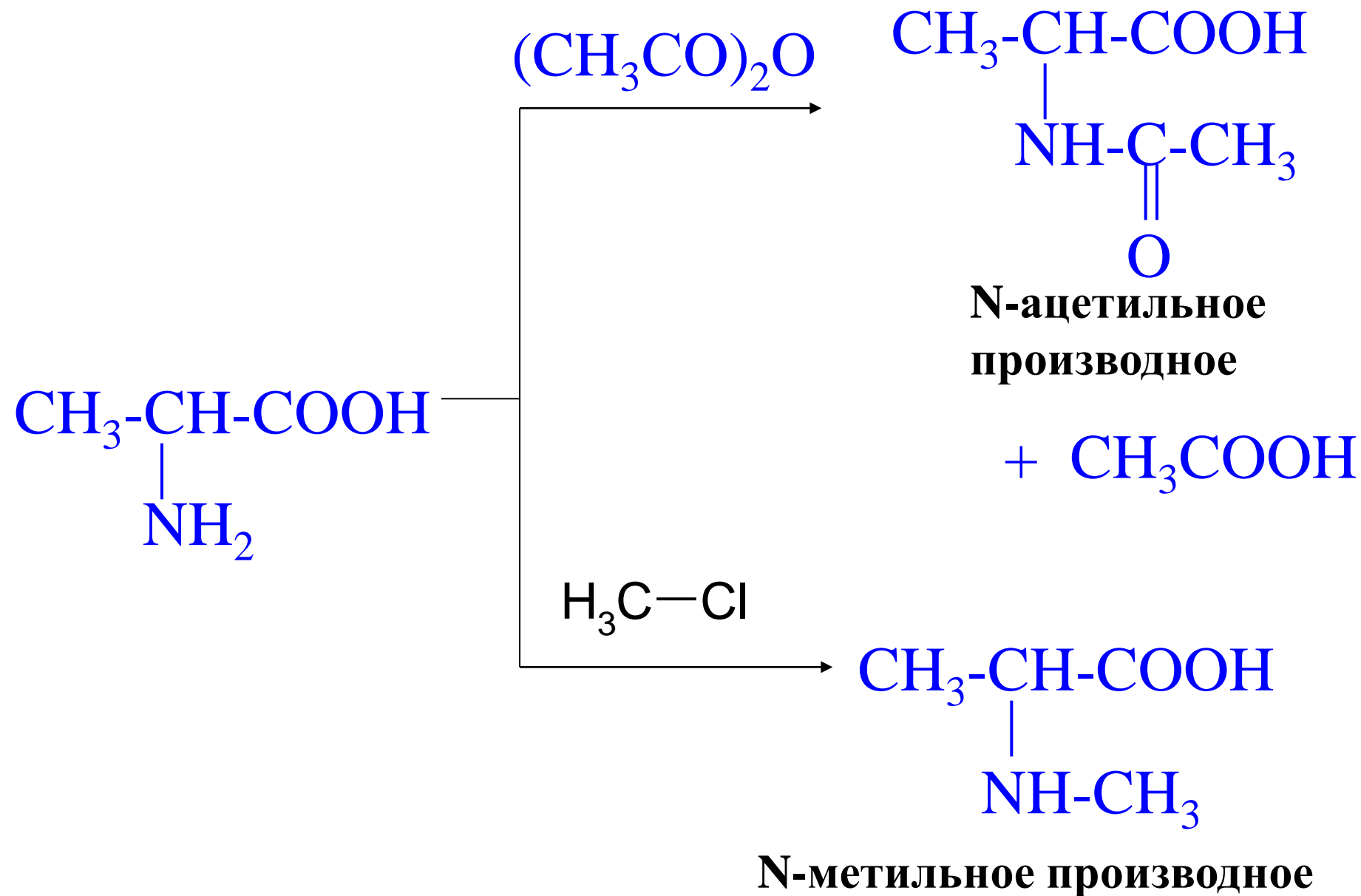
анион

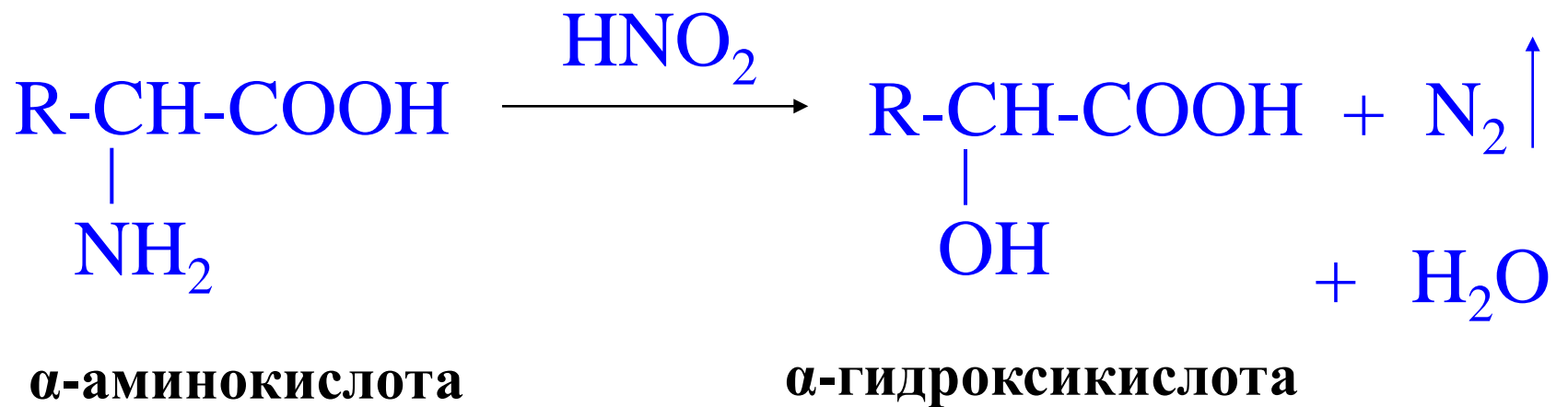
**ХИМИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА
АМИНОКИСЛОТ**

Свойства карбоксильной (-COOH) группы



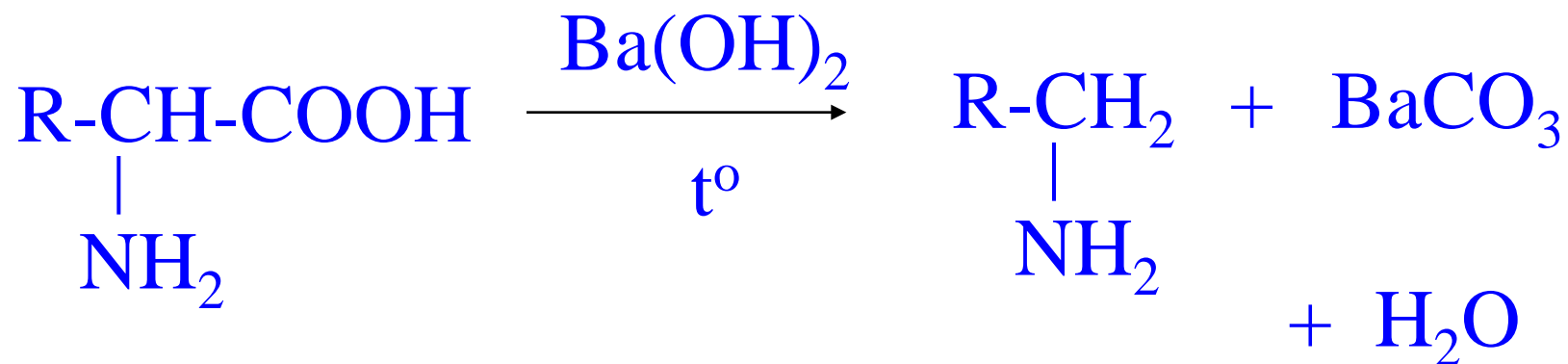
Свойства амино- (-NH₂) группы



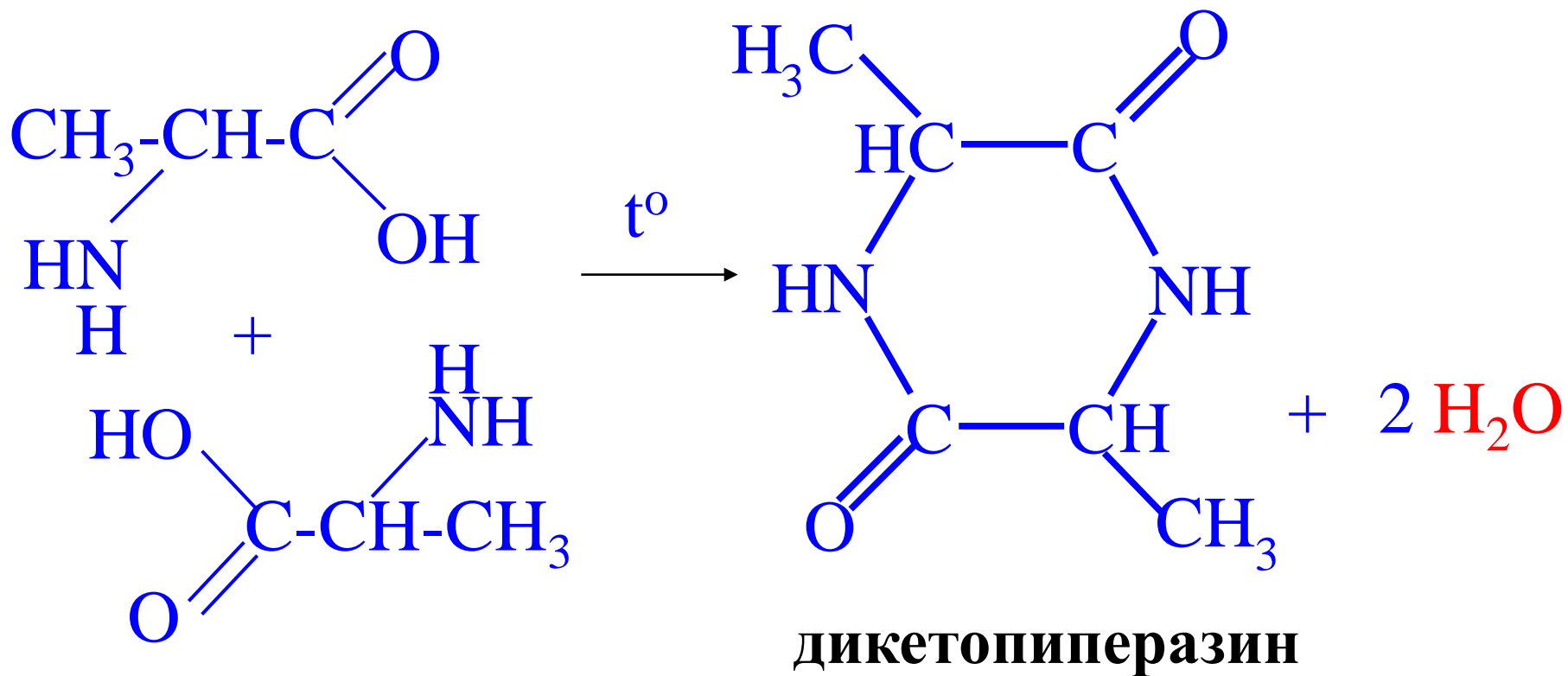


Дезаминирование *in vitro*

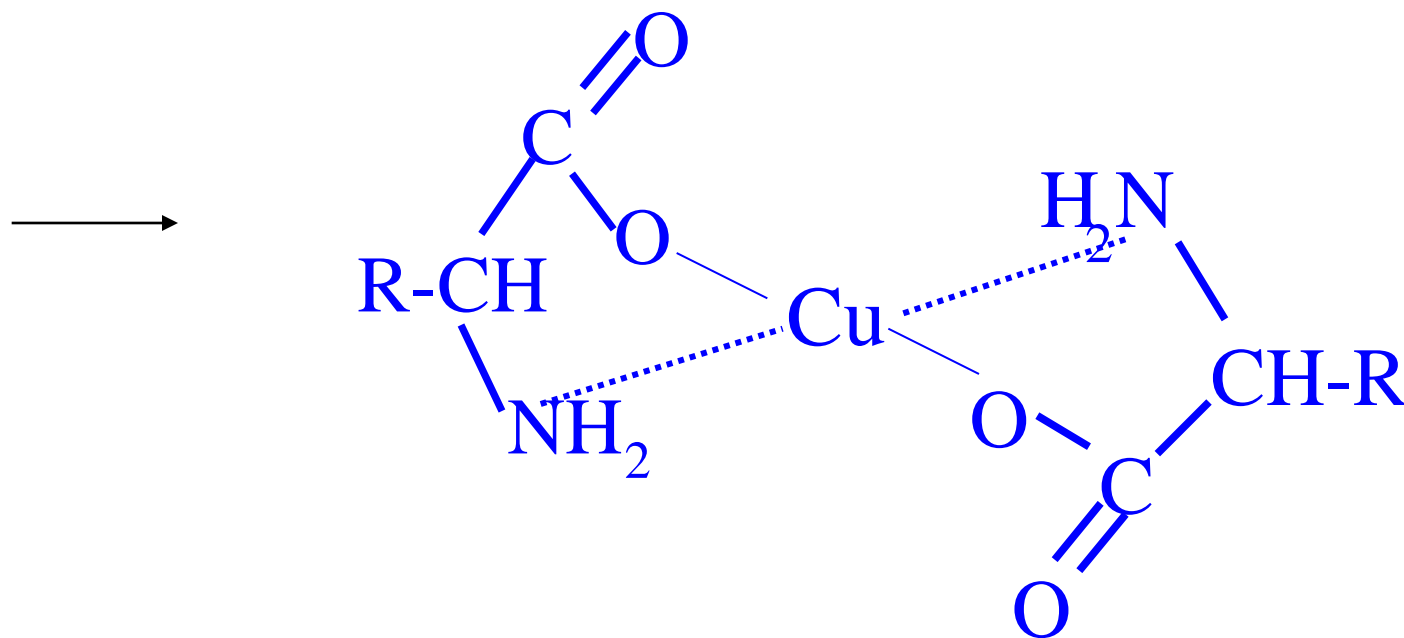
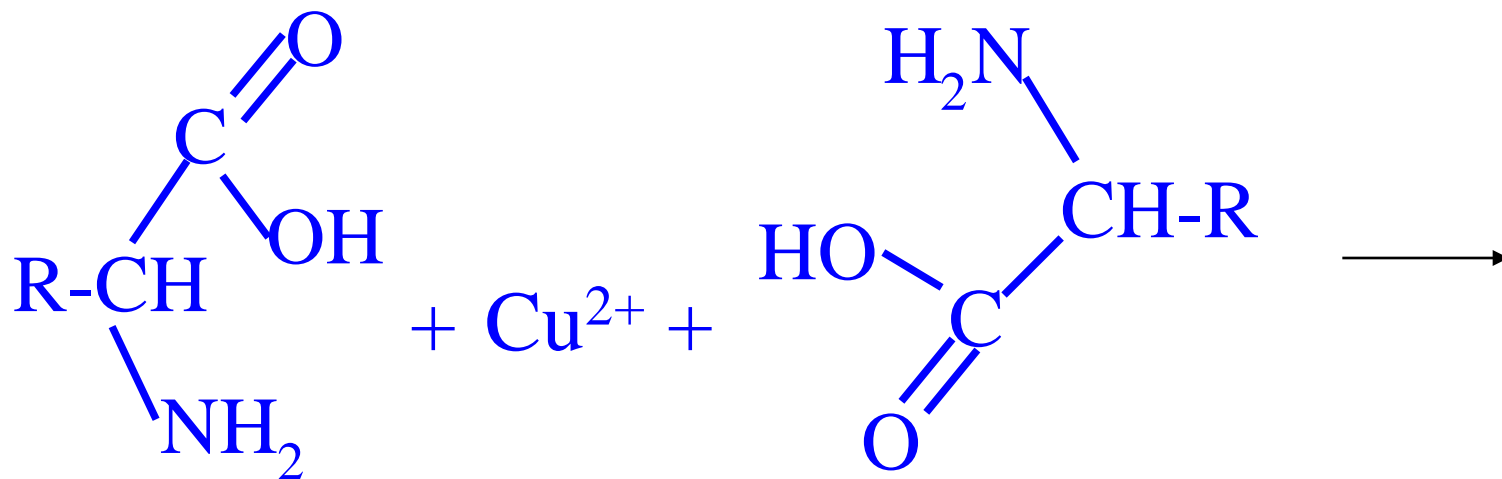
Специфические свойства α-АК
декарбоксилирование
in vitro



Специфические свойства α -аминокислот

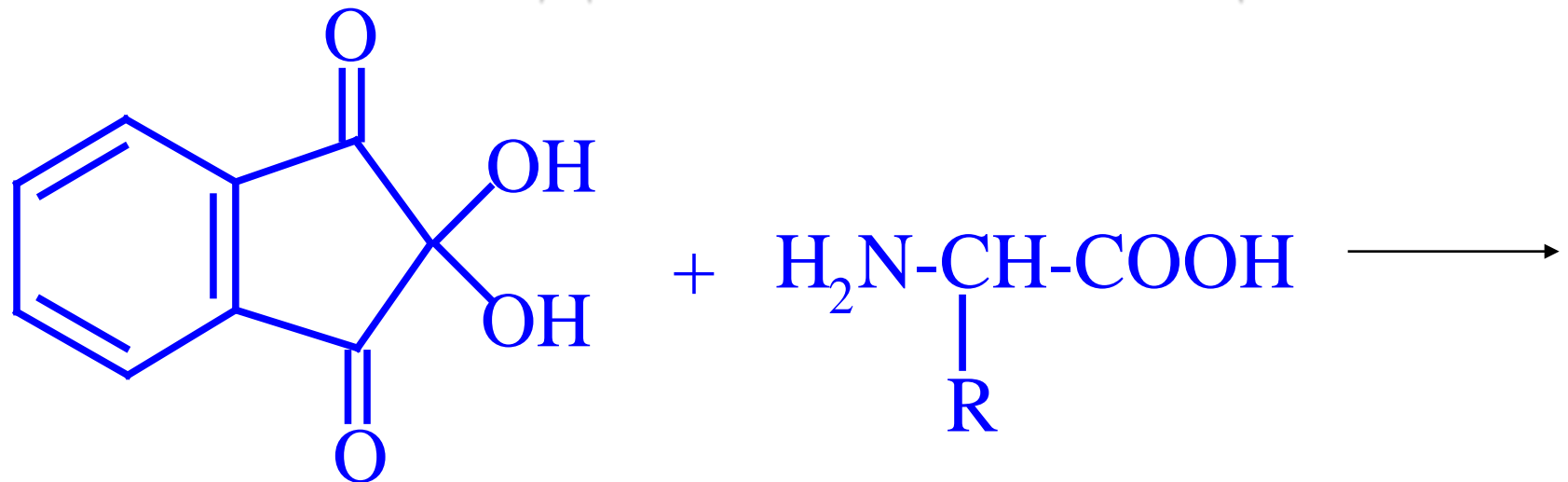


Качественные реакции на α-аминокислоты

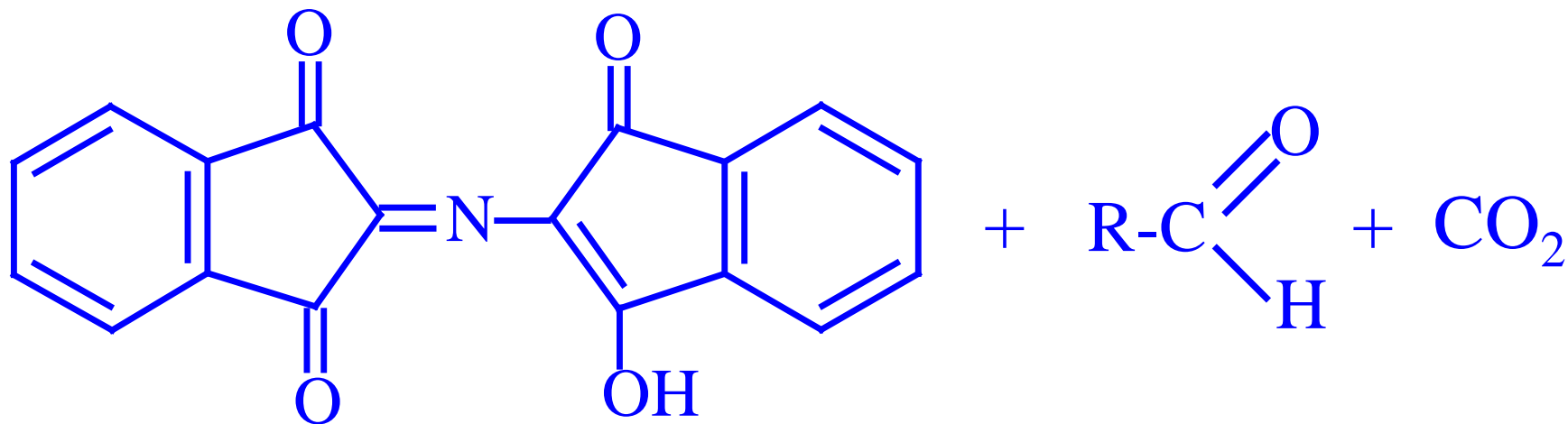


КОМПЛЕКСНАЯ МЕДНАЯ СОЛЬ α-АМИНОКИСЛОТЫ

НИНГИДРИНОВАЯ РЕАКЦИЯ

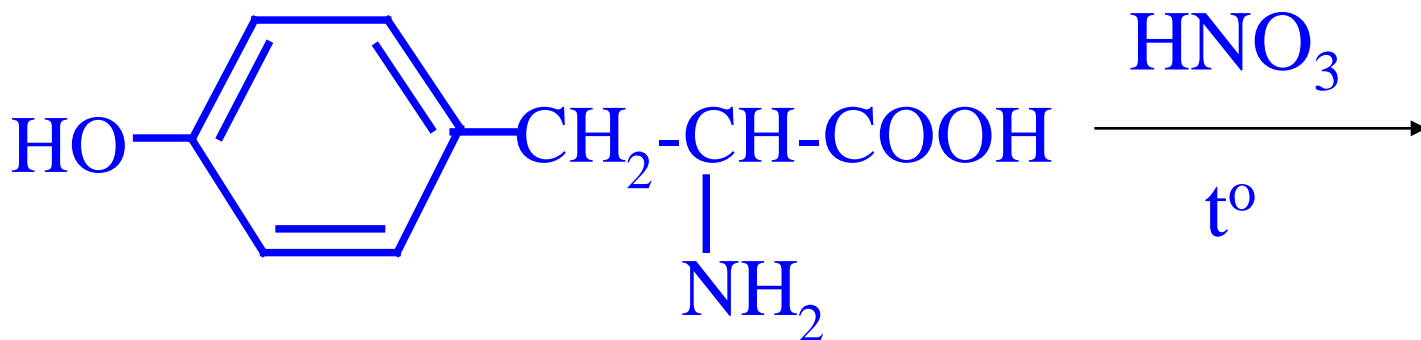


нингидрин



продукт сине-фиолетового цвета

Качественная реакция на ароматические α-аминокислоты (ксантопротеиновая)

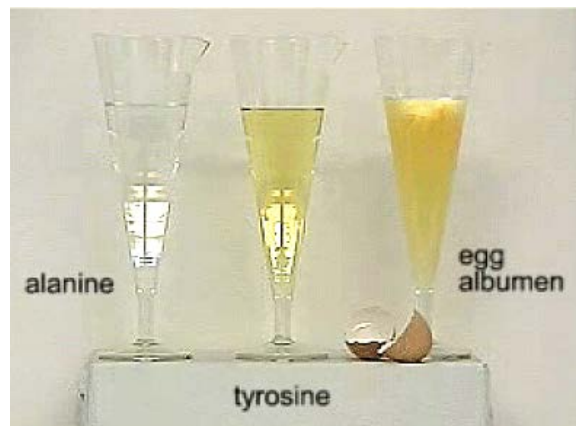


тирозин

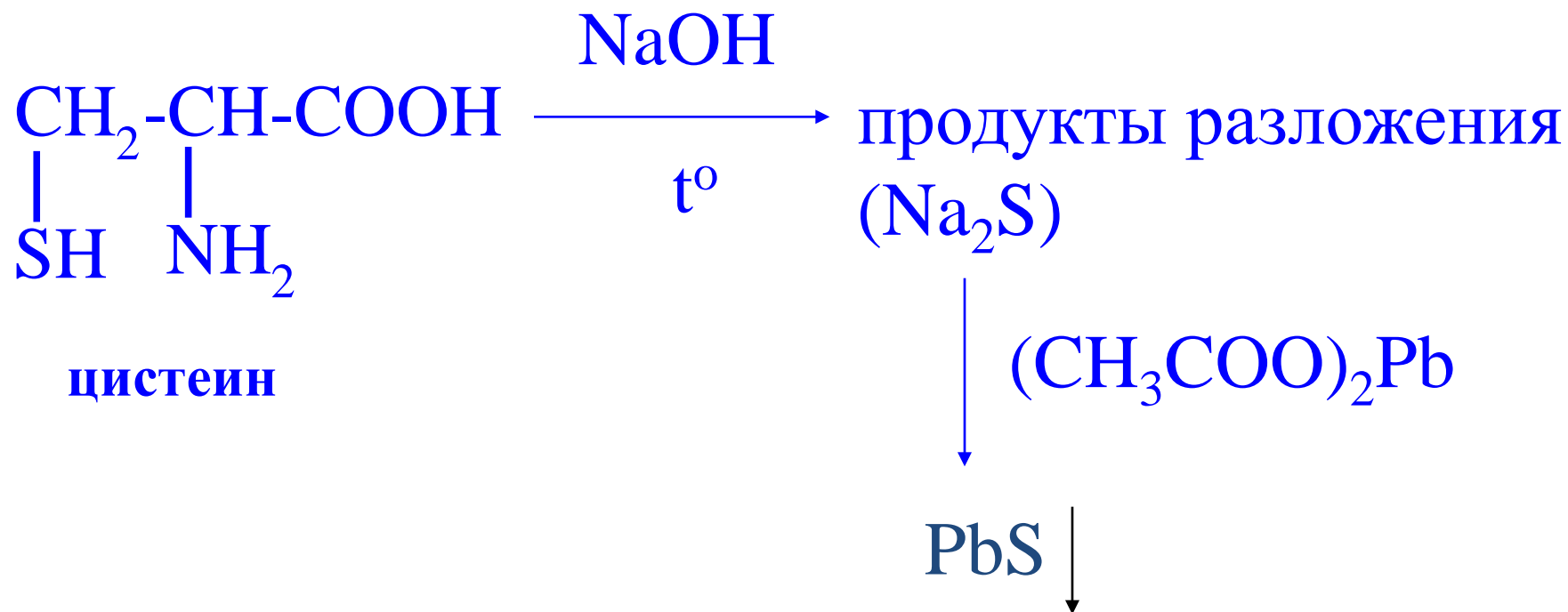


продукт нитрования

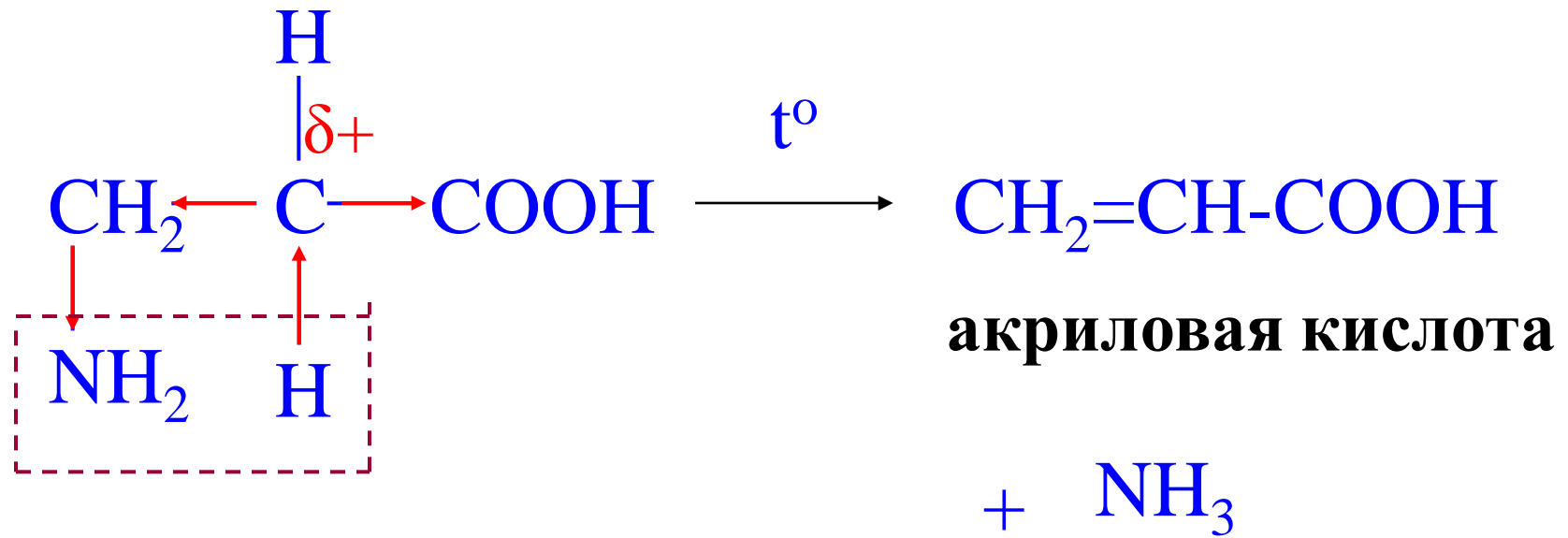
**продукт
оранжевого
цвета**



Качественная реакция на серосодержащие α -аминокислоты



Специфические свойства β -аминокислот

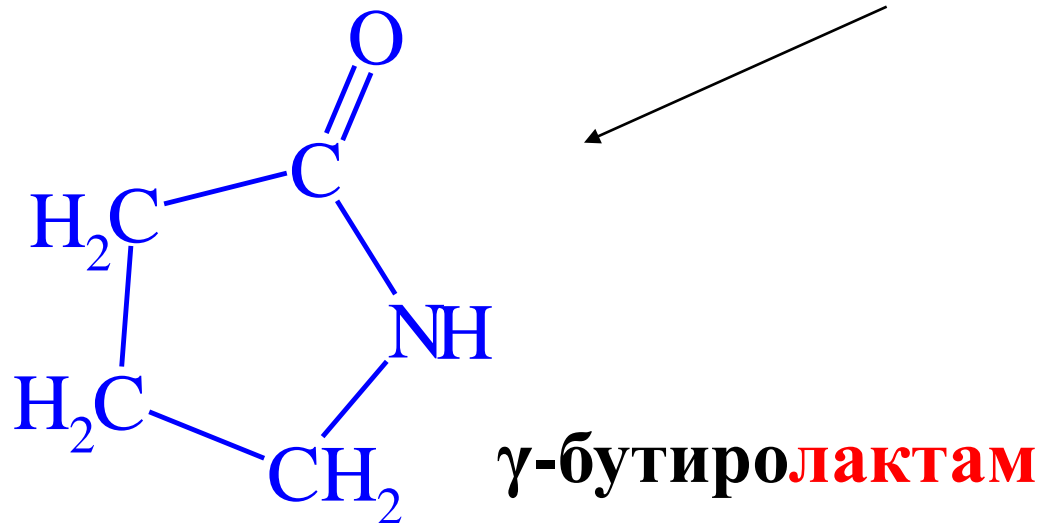
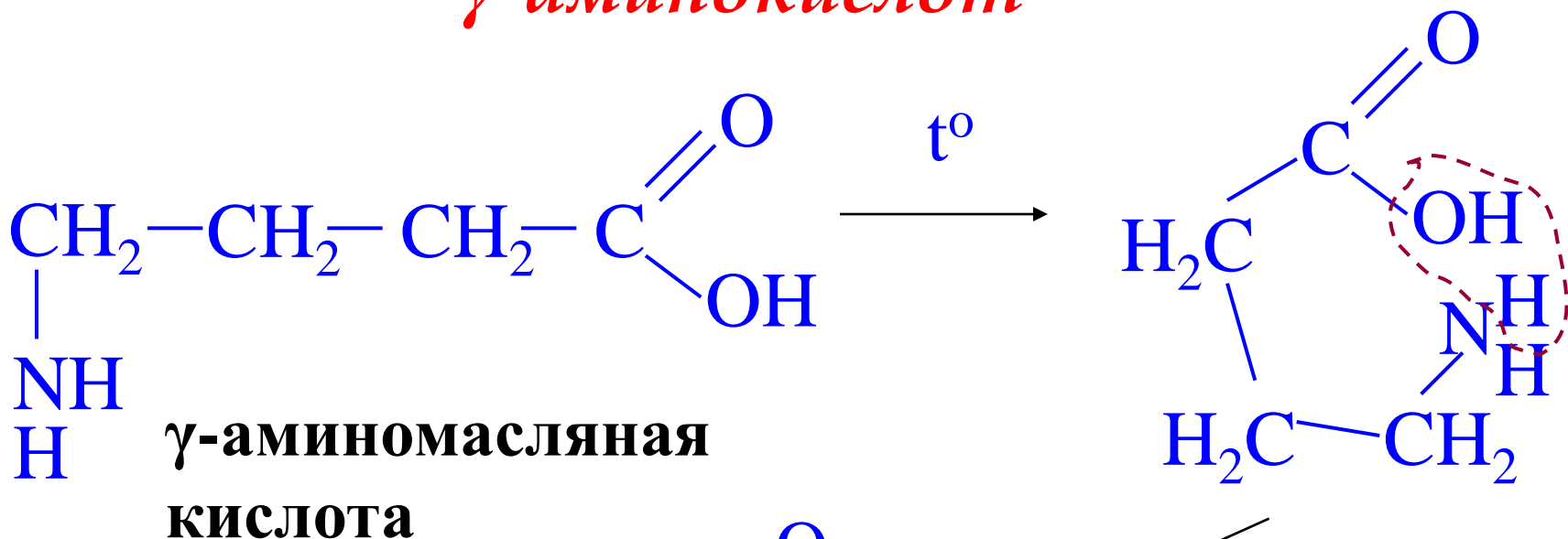


**β -аминопропионовая
кислота**

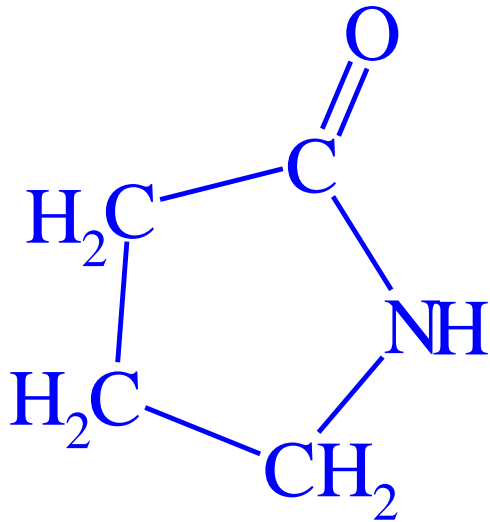
акриловая кислота

+ NH₃

Специфические свойства γ -аминокислот



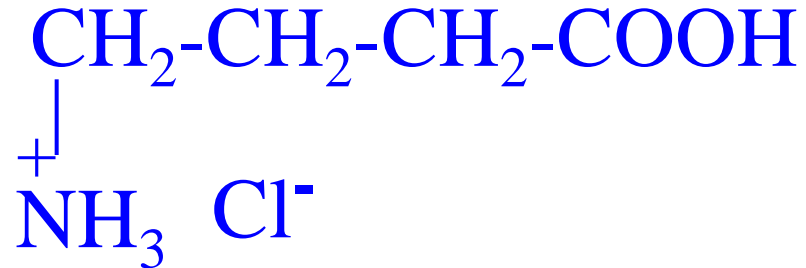
Гидролиз лактамов



γ-бутиролакта́м

$\text{H}_2\text{O}, \text{HCl}$

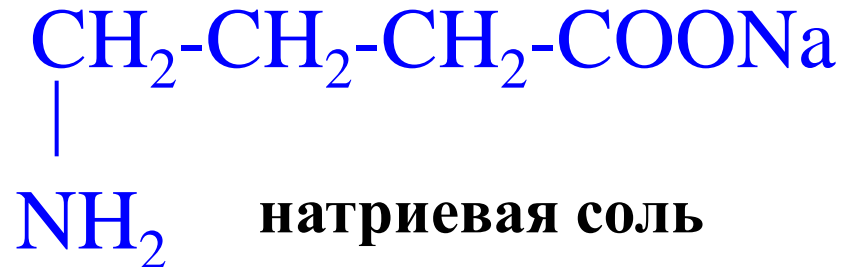
t°



**гидрохлорид
γ-аминомасляной кислоты**

$\text{H}_2\text{O}, \text{NaOH}$

t°

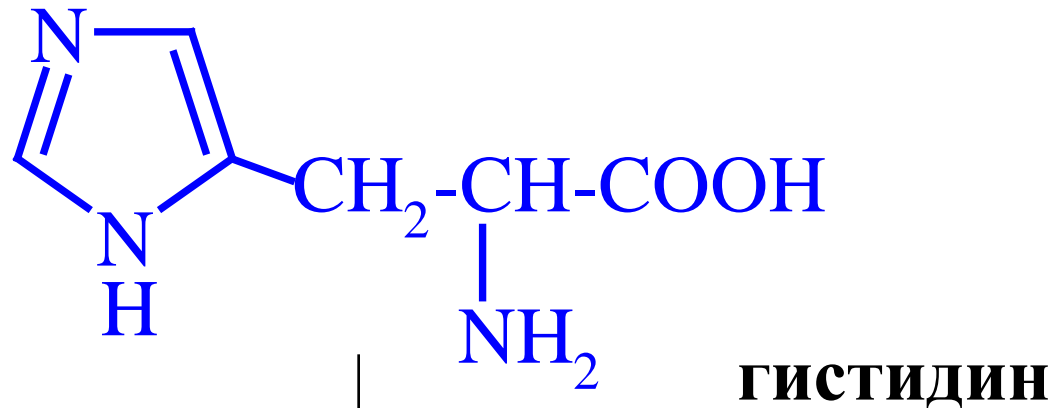


натриевая соль

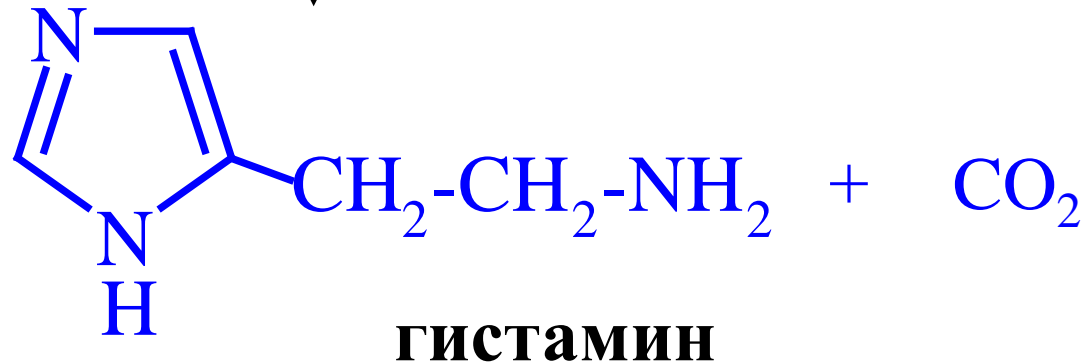
*Реакции α -аминокислот *in vivo**

- декарбоксилирование
- дезаминирование
 - окислительное;
 - неокислительное
- переаминирование
- образование пептидной связи

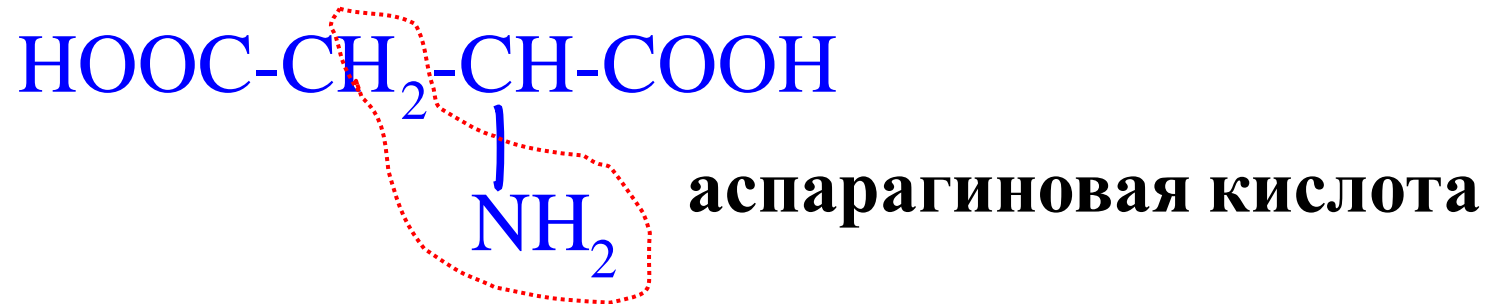
Декарбоксилирование α -аминокислот



декарбоксилазы



Неокислительное дезаминирование

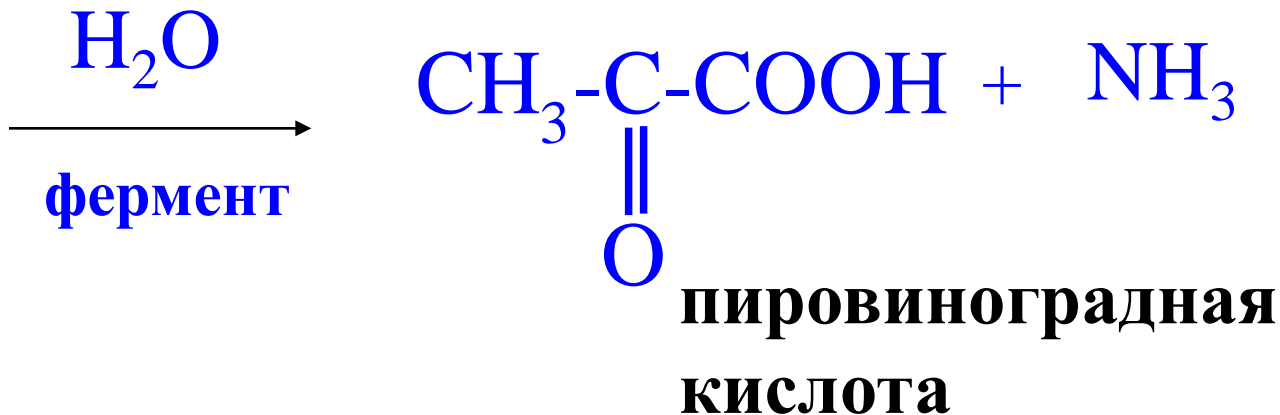
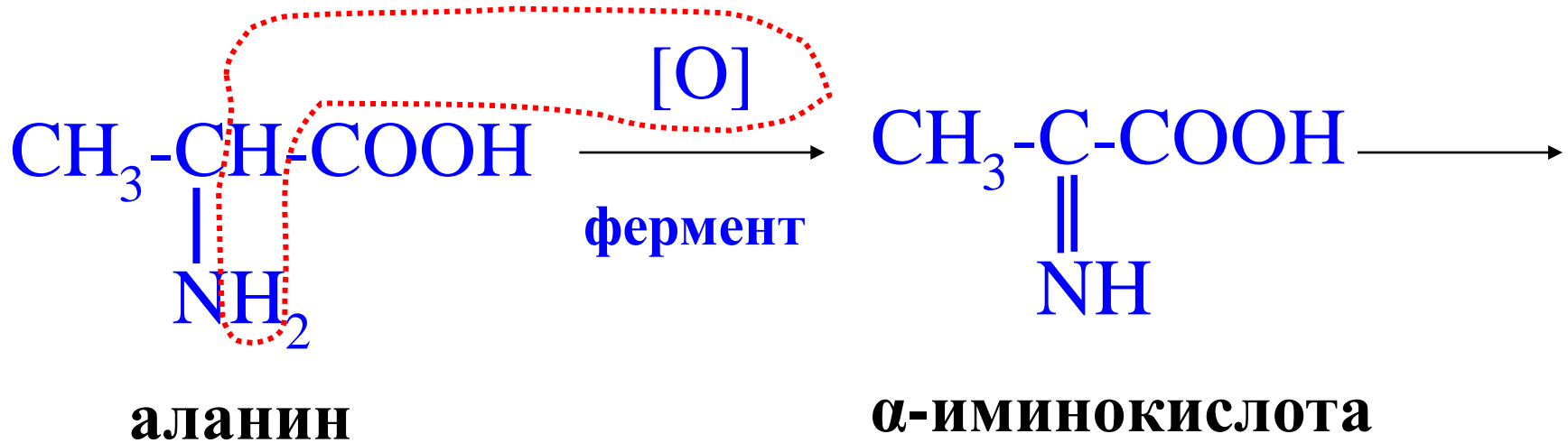


аспартаза

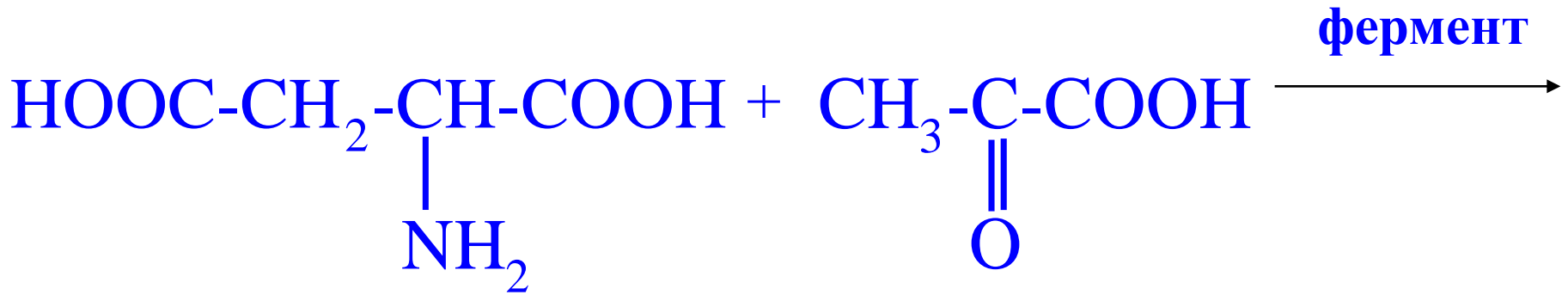


фумаровая кислота

Окислительное дезаминирование



Реакция переаминирования



**аспарагиновая
кислота**

**пировиноградная
кислота**



**щавелевоуксусная
кислота**

аланин

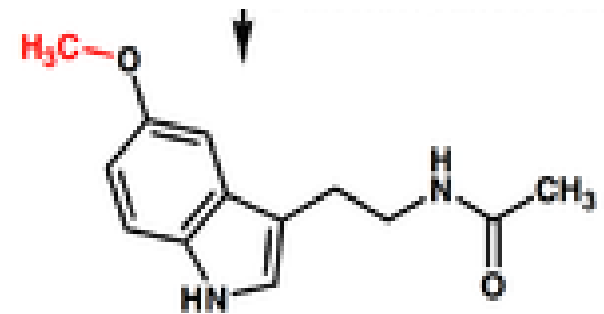
Пептиды и белки

Пептид, вызывающий дельта-сон ([Delta Sleep Inducing Peptide](#) , [DSIP](#))

H-Trp-Ala-Gly-Gly-Asp-Ala-Ser-Gly-Glu-OH

Пептид дельта-сна является аналогом природного гормона эпифиза – **мелатонина**. Роль мелатонина у млекопитающих состоит, прежде всего, в передаче информации касающейся смены дня и ночи, необходимой для организации сезонных физиологических процессов, зависящих от продолжительности светового дня.

Известно, что этот пептид играет важную роль в эндокринной регуляции организма, подавляя выброс гормонов стресса и стимулируя гормоны роста.



МЕЛАТОНИН

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ ПЕПТИДЫ

Антимикробные пептиды – короткие молекулы длиной от 12 до 50 аминокислот

Пептид **низин** (en:Nisin) уже применяется как консервант продуктов и как средство для сохранения свежести роз. **Цекропины** предлагают использовать для дезинфекции контактных линз. А пептиды **магайнины** могут разрушать сперматозоиды что делает возможным производство контрацептивов на их основе.

АНТИТЕЛА

Антитела — белки сыворотки крови и других биологических жидкостей, которые синтезируются в ответ на введение антигена и обладают способностью специфически взаимодействовать с антигеном, вызвавшим их образование.

У млекопитающих выделяют пять классов антител (иммуноглобулинов) — IgG, IgA, IgM, IgD, IgE, различающихся между собой по строению и аминокислотному составу тяжёлых цепей и по выполняемым эффекторным функциям.

ОПИОИДНЫЕ ПЕПТИДЫ

Опиоидные пептиды – это группа нейропептидов, естественно связанные с опиатными рецепторами – энкефалины и эндорфины. Эти пептиды образуют особый класс, включающий примерно 10-15 веществ. Молекула каждого из опиоидных пептидов состоит из 5-31 аминокислот.

Данные пептиды обладают рядом свойств:

- обезболивающее действие, схожее с действием морфина;
- влияние на поведение;
- способность выполнять функции нейротрансмиттеров и нейромодуляторов.

Опиоидные пептиды могут принимать участие в ряде физиологических процессов (запоминание, способность к обучению, реакция на стресс, репродукция, передаче болевых сигналов, биорегуляция аппетита, температуры тела и функции дыхания).

Медико-биологическое значение пептидов и белков

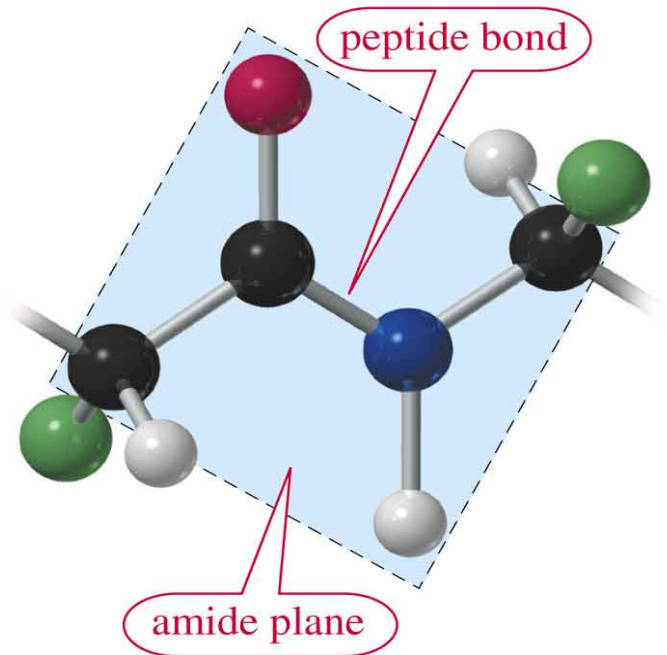
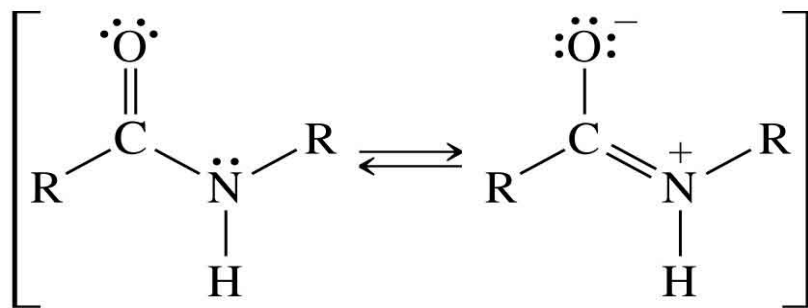
*Регуляторная функция
(ферменты)*

*Защитная функция
(иммуноглобулины)*

*Транспортная функция
(гемоглобин)*

*Структурная функция
(коллаген)*

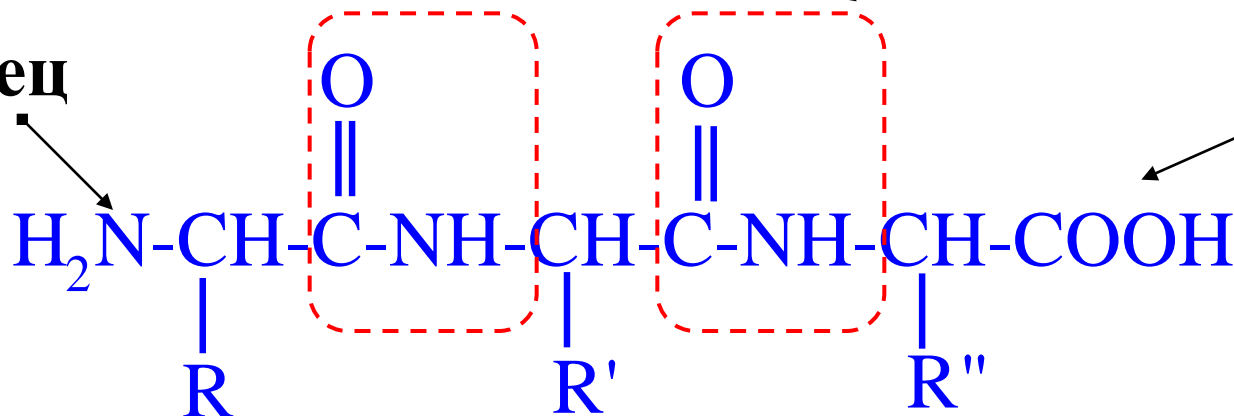
Аминокислоты реагируют друг с другом, образуя дипептиды, трипептиды или полипептиды:





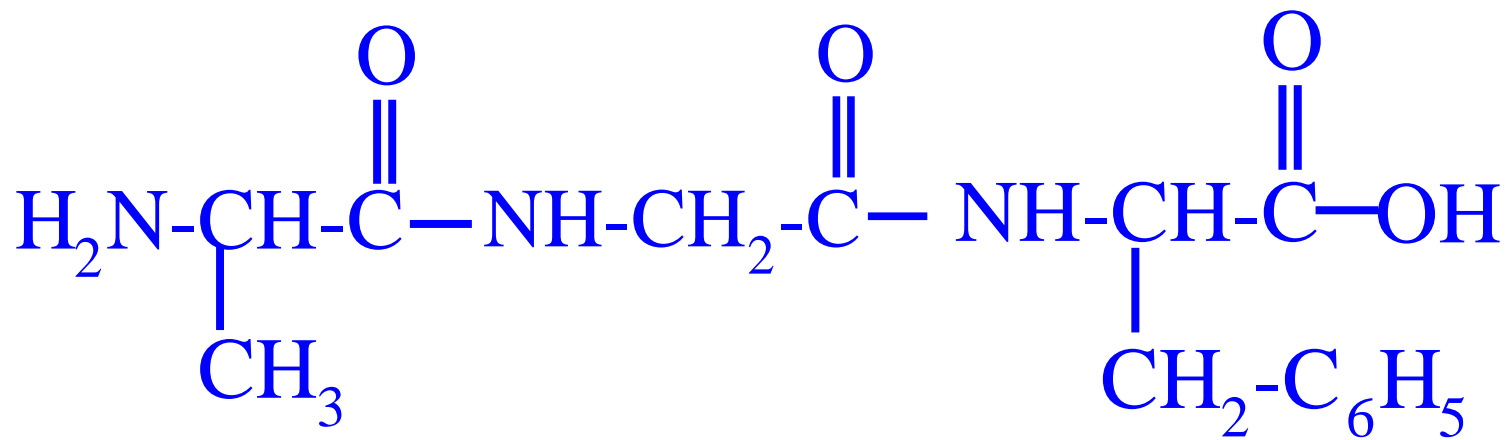
пептидная связь

N-конец



C-конец

трипептид



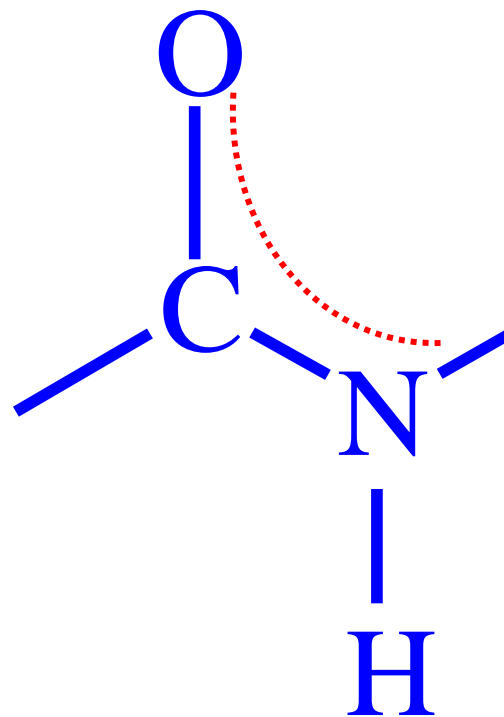
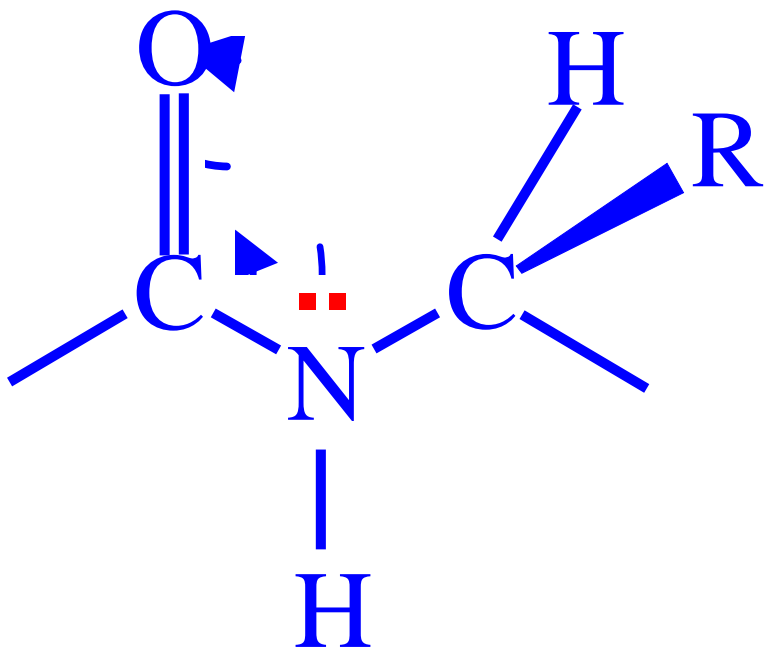
Ала

Гли

Фен

аланил глицил фенилаланин

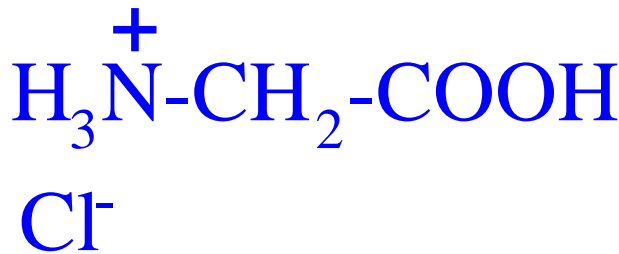
Электронное строение пептидной связи



Кислотный гидролиз

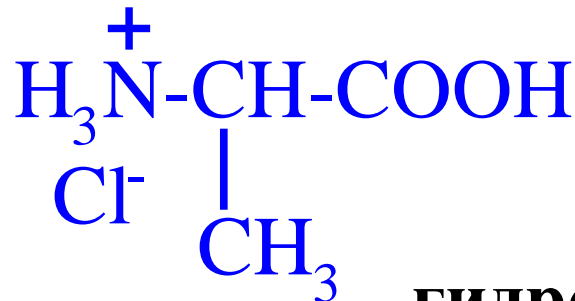


глицилаланин



**гидрохлорид
глицина**

+

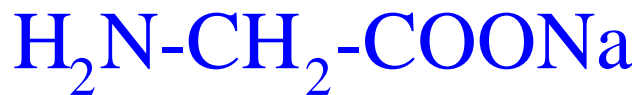


**гидрохлорид
аланина**

Щелочной гидролиз



глицилаланин



натриевая соль

глицина

+



натриевая соль

аланина

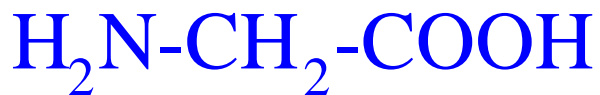
Ферментативный гидролиз



глицилаланин



H_2O , ферменты



глицин

+



аланин

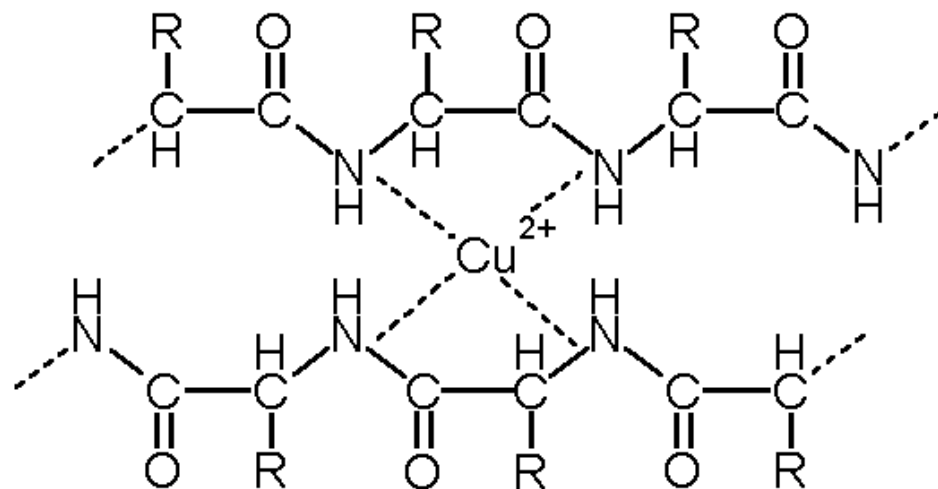
Качественная реакция на пептидные связи

Биуретовая реакция

Белок + $\text{Cu}(\text{OH})_2 \longrightarrow$



water albumin starch



красно-фиолетовое
окрашивание

Уровни организации полипептидной

цепи

Первичный
пептидная связь

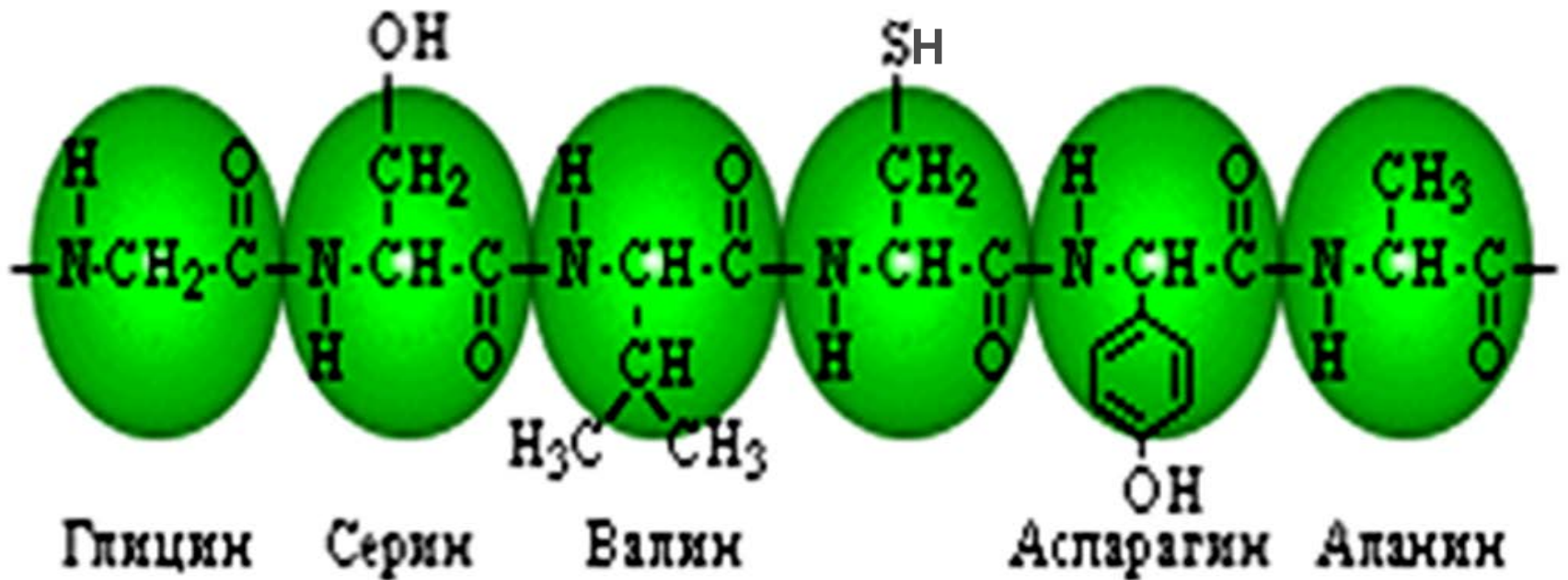
Вторичный
*пептидная,
водородная связи*

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.

Цистеин



Первичная структура характеризуется

-аминокислотным составом;

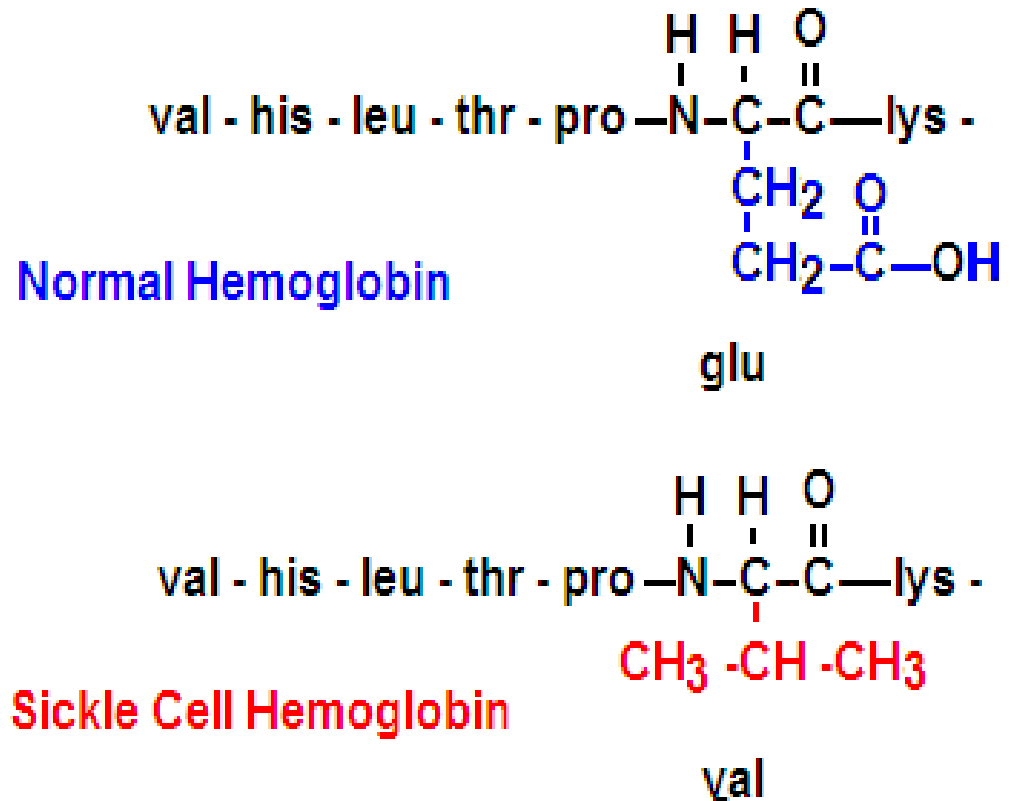
-аминокислотной последовательностью

Серповидноклеточная анемия

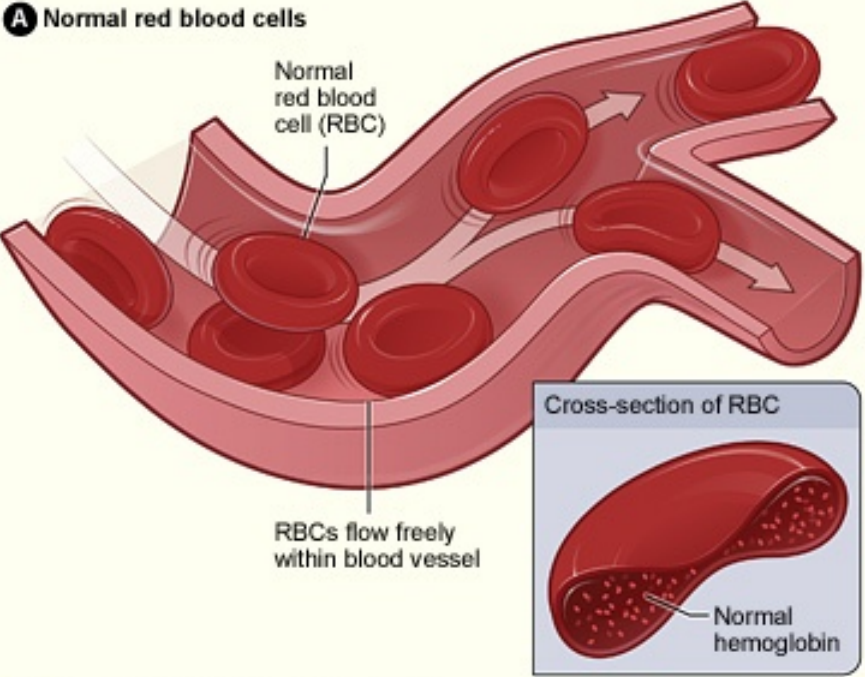
•...- это наследственная гемоглинопатия, связанная с таким нарушением строения белка гемоглибина, при котором он приобретает особое кристаллическое строение — так называемый гемоглибин S.

•Глутаминовая кислота замещена **Валином**

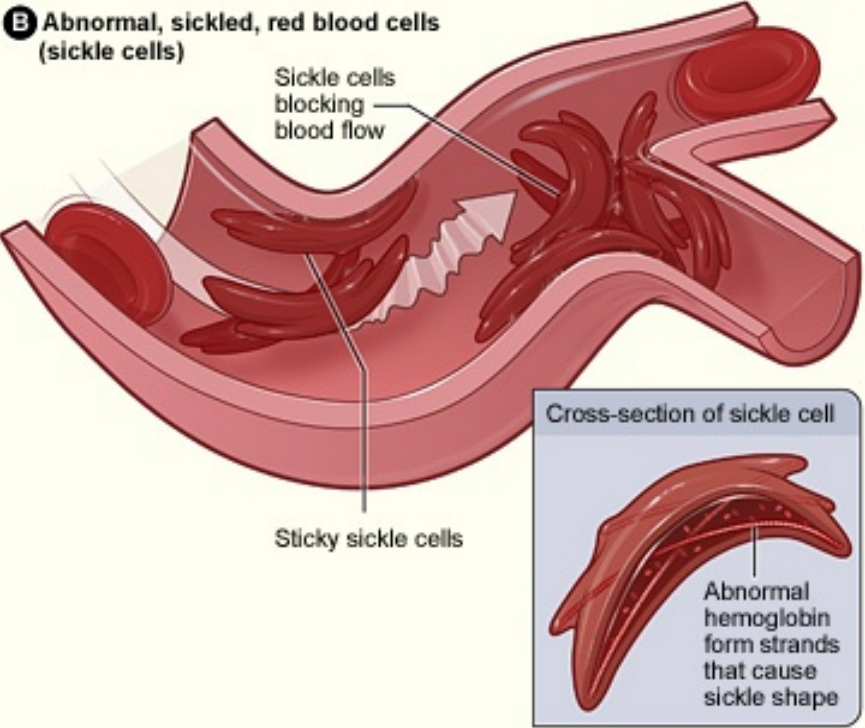
Sickle Cell Anemia



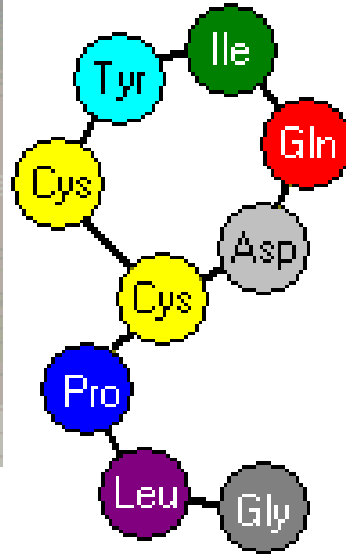
A Normal red blood cells



B Abnormal, sickled, red blood cells (sickle cells)



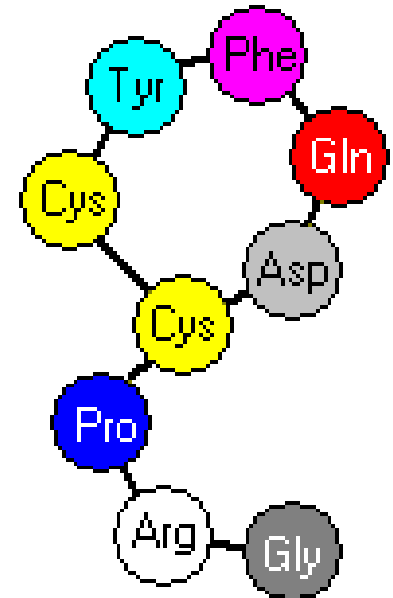
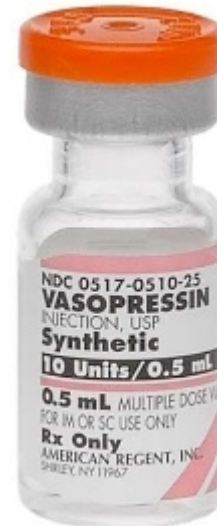
Эритроциты, несущие гемоглобин S вместо нормального гемоглобина А, под микроскопом имеют характерную серпообразную форму (форму серпа), за что эта форма гемоглобинопатии и получила название серповидноклеточной анемии.



Oxytocin

‘Cuddle hormone’
ОКСИТОЦИН – гормон,
нейромедиатор мозга.

Вазопрессин - диуретик.

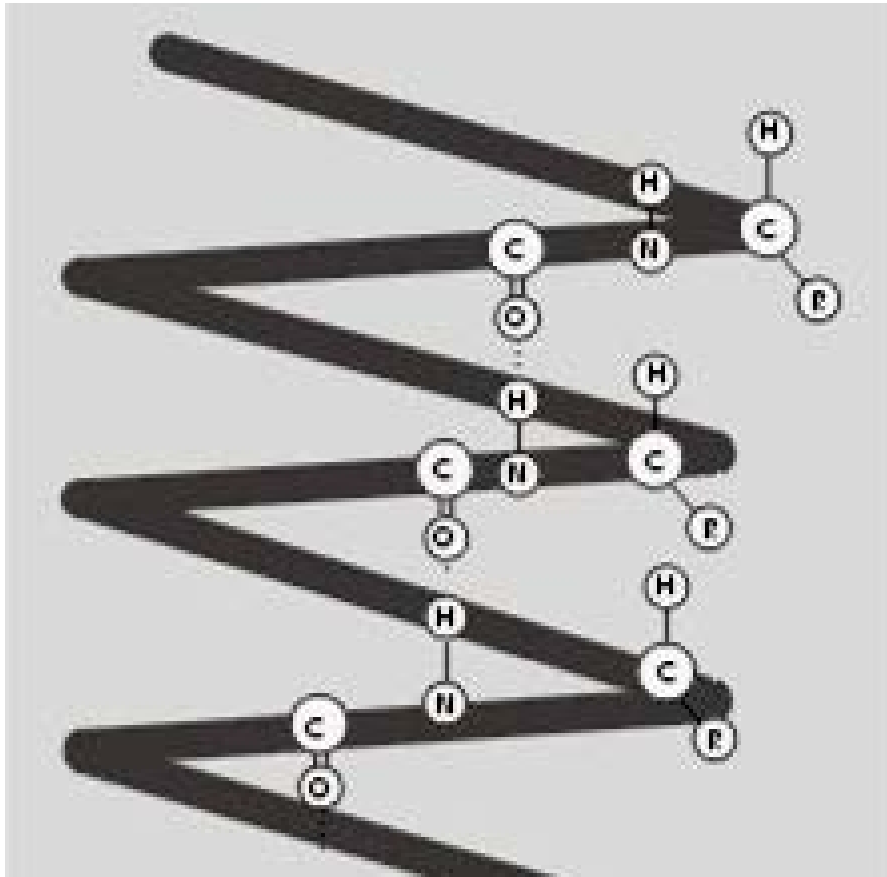


Antidiuretic hormone

Вторичная структура белка – определенное пространственное расположение полипептидной цепи.

- α -спираль
- β -складчатая структура

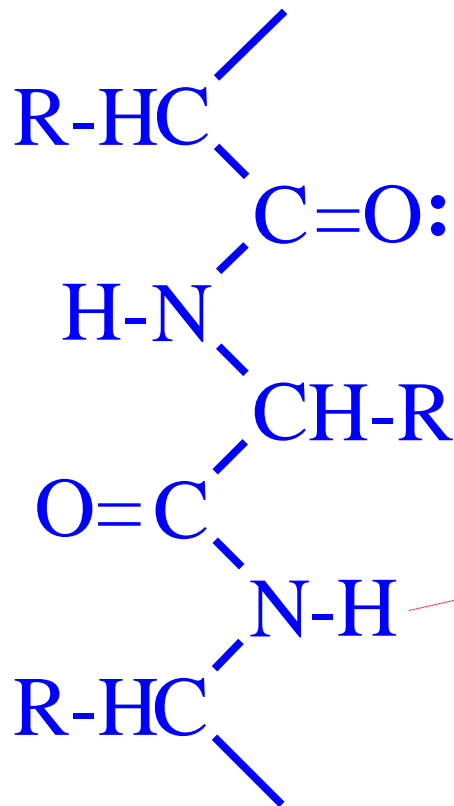
α-спираль - Полностью α-спиральную конформацию и, следовательно, фибриллярную структуру имеет белок кератин. Это структурный **белок** волос, шерсти, ногтей, клюва, перьев и рогов, входящий также в состав кожи позвоночных.



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

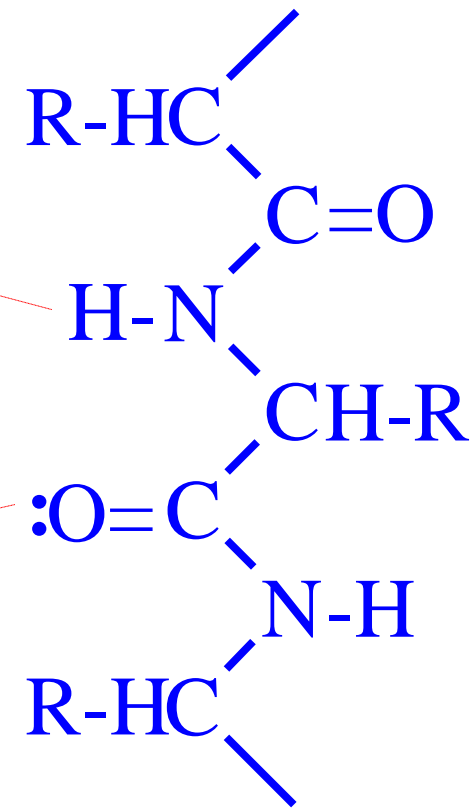
β -складчатая структура (параллельная)

N-конец



C-конец

N-конец

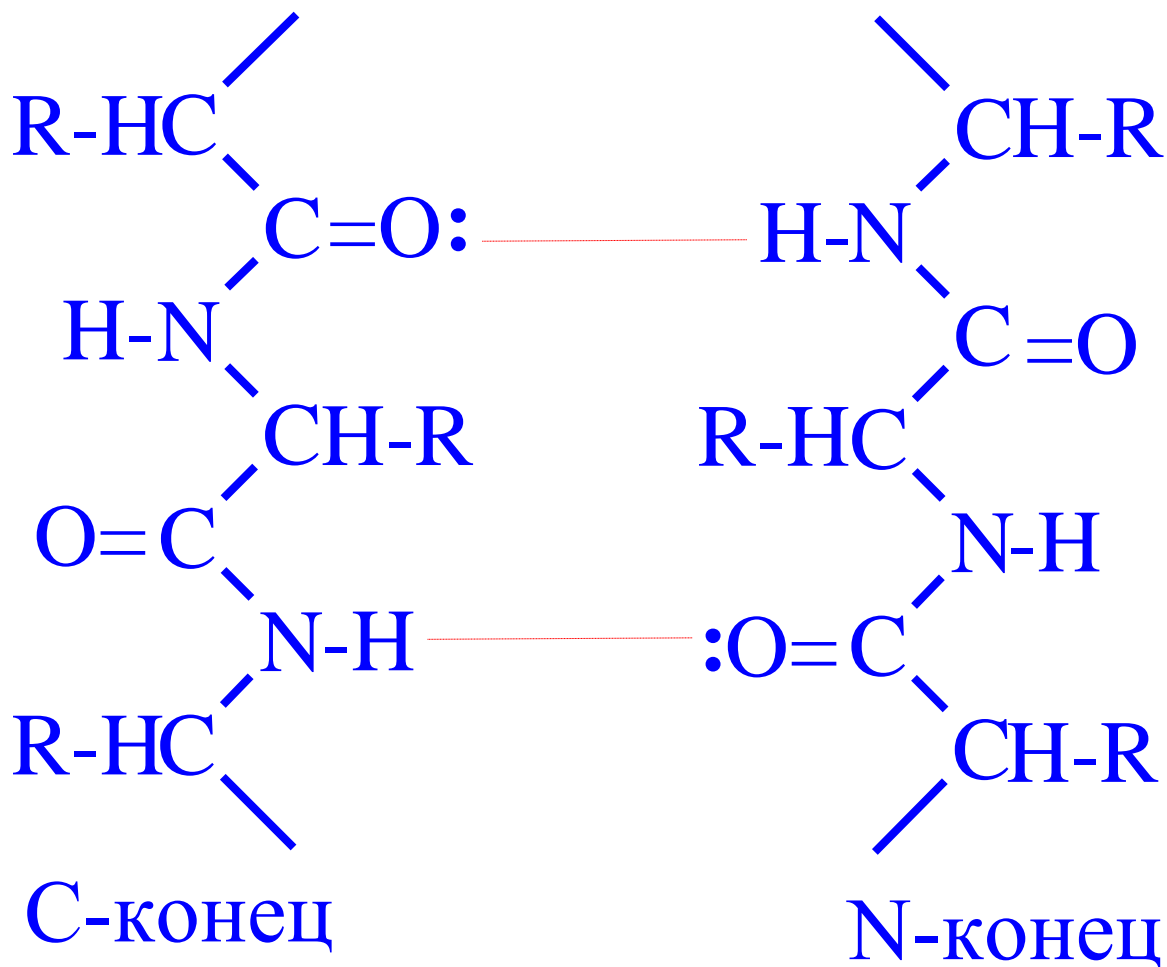


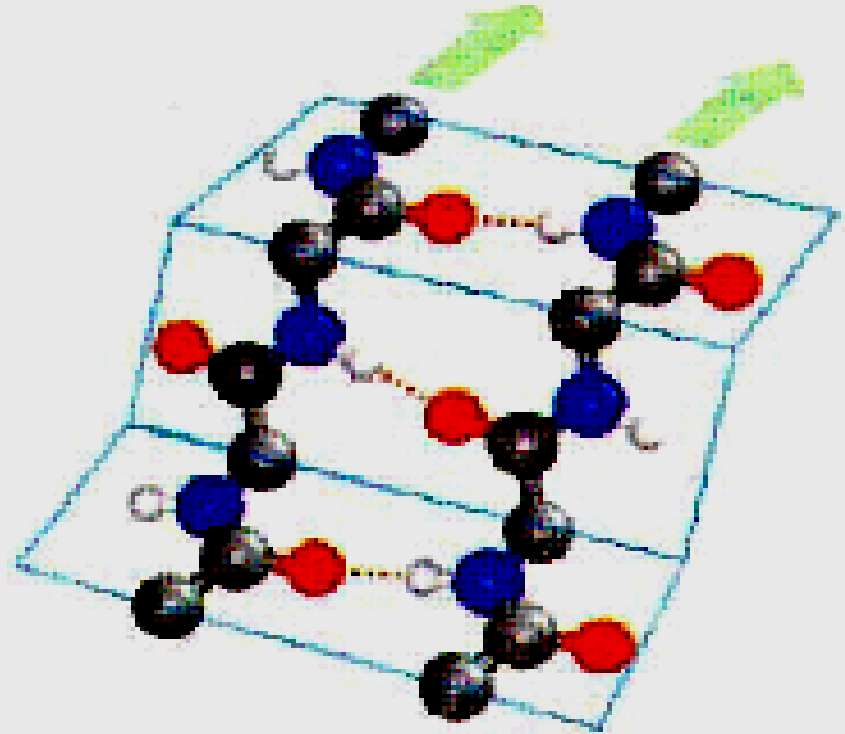
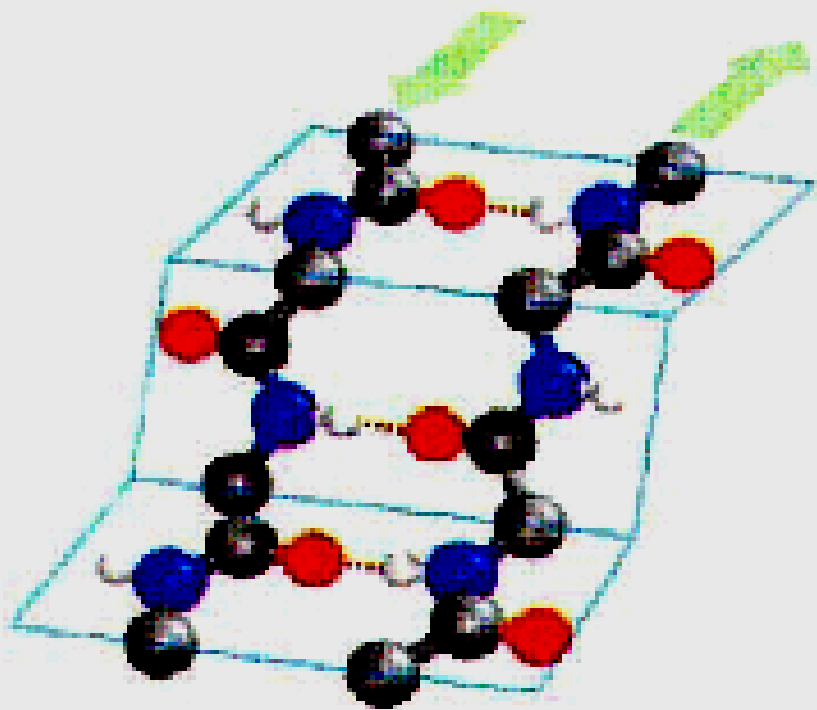
C-конец

β -складчатая структура (антипараллельная)

N-конец

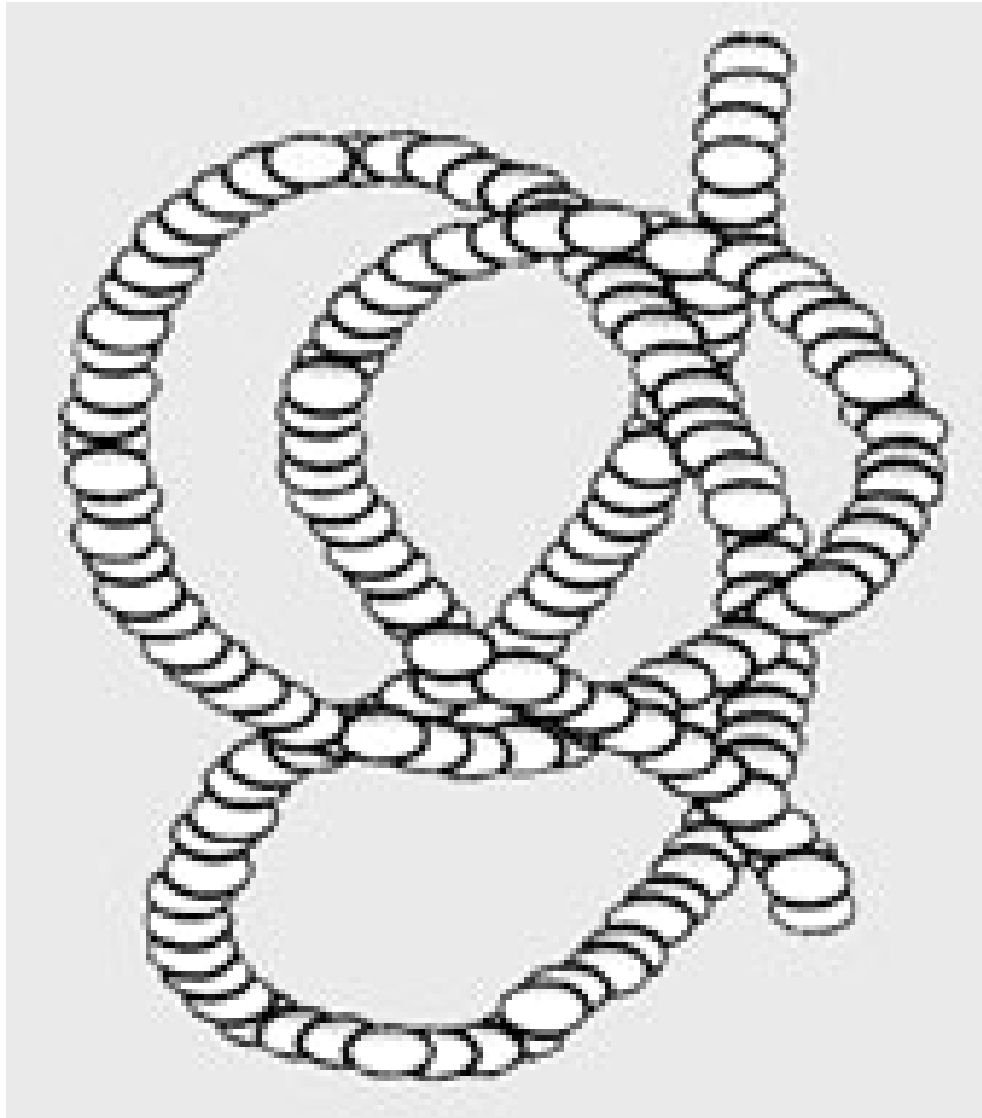
C-конец



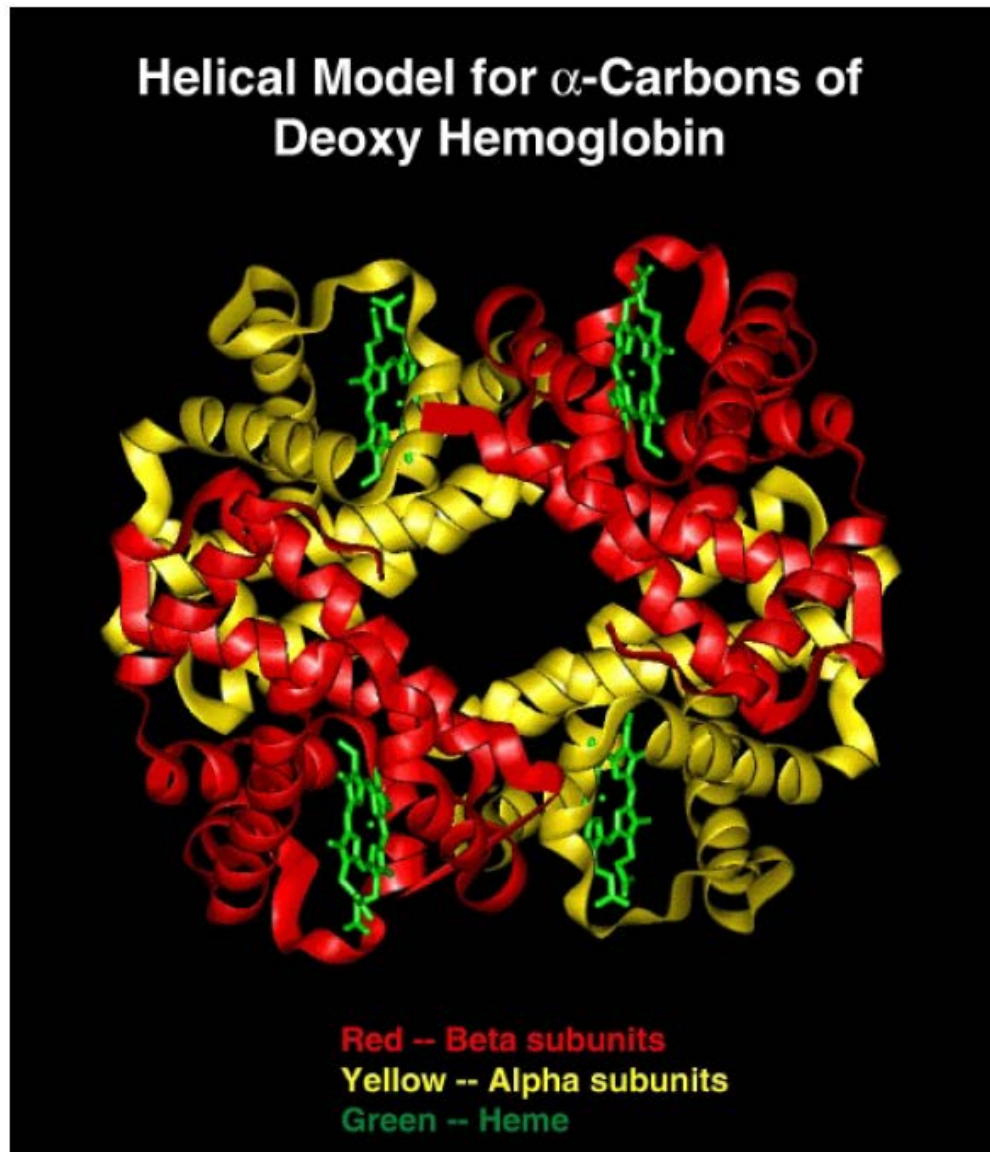


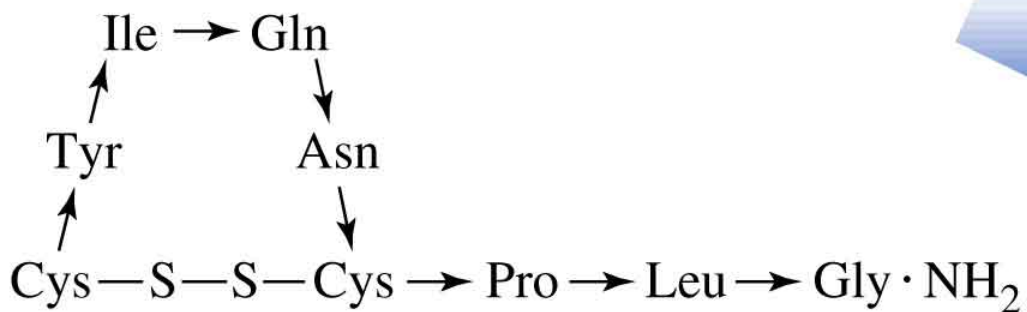
Белок шелка **фиброин**, выделяемый шелкоотделительными железами гусениц шелкопряда при завивке коконов,

Третичная структура белка

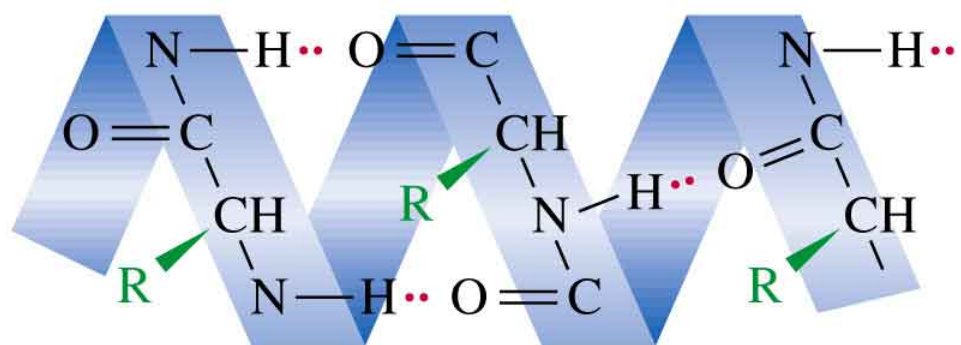


Четвертичная структура белка

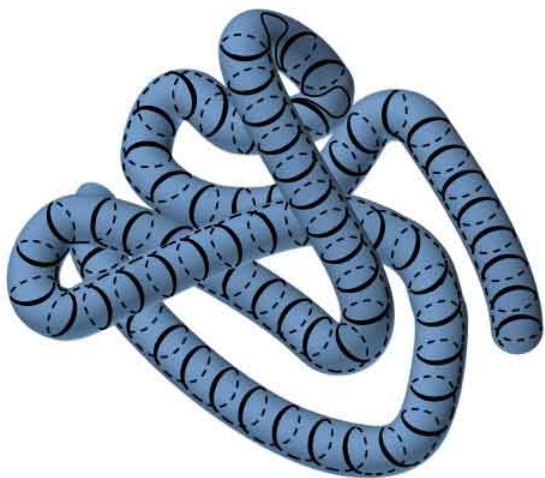




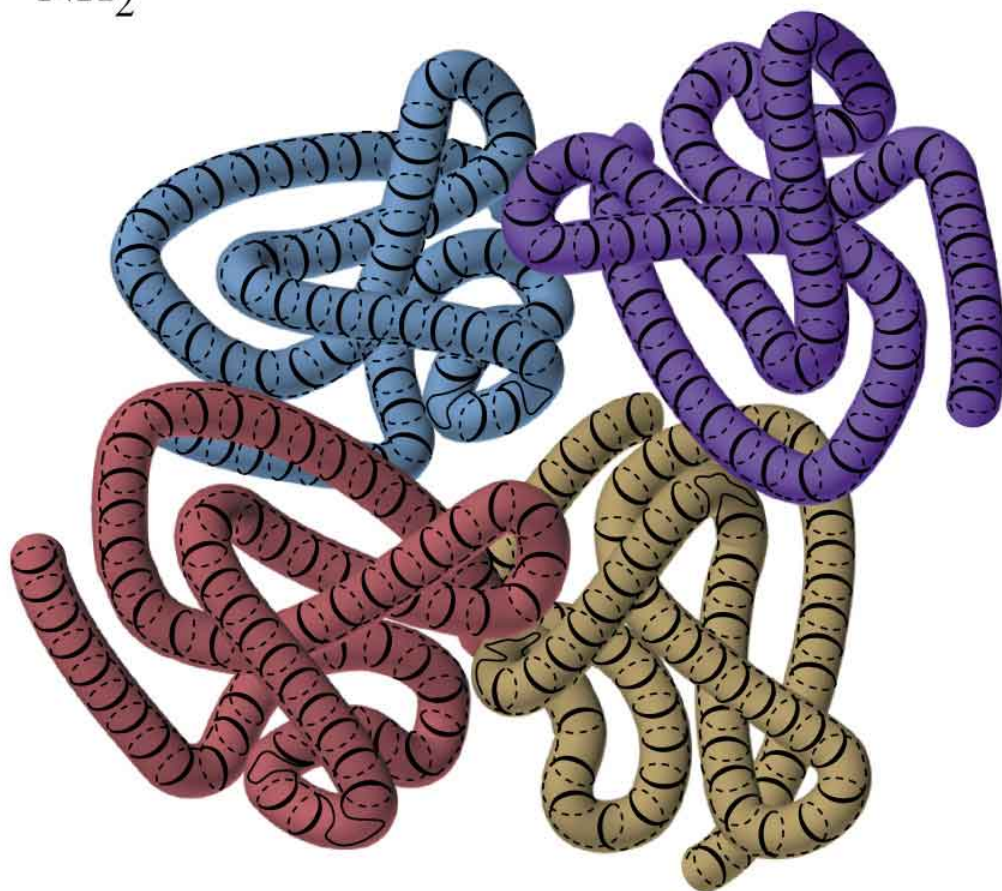
primary structure



secondary structure



tertiary structure



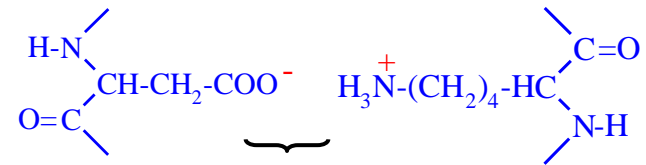
quaternary structure

Стабилизирующие взаимодействия

– Ван-дер-Ваальсово

взаимодействие (ионные) —

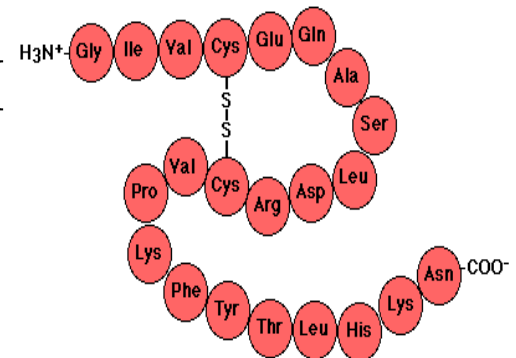
солевые мостики



– Гидрофобные взаимодействия

– Водородные связи

– Дисульфидные мостики



Сколько протеина нужно?

Взрослые: 0.8 грамм на кг веса человека

Almonds (1 cup)	24 grams
Cheese (1 oz.)	7 grams
1 Egg	6 grams
2% Milk (1 cup)	8 grams
Salmon (3 oz.)	20 grams
Tofu (4 oz.)	9 grams
Yogurt (8 oz.)	10 grams

