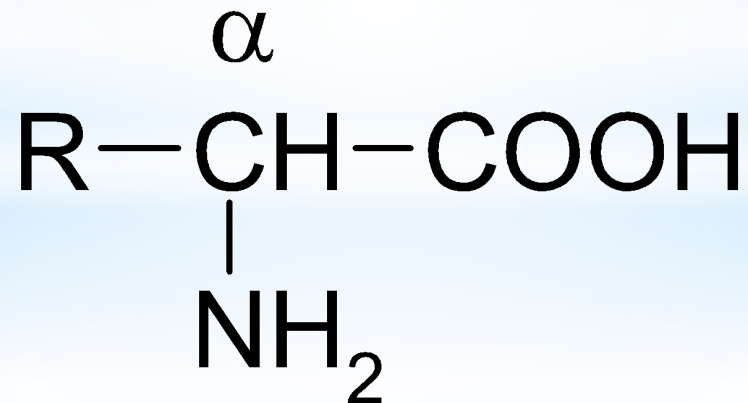
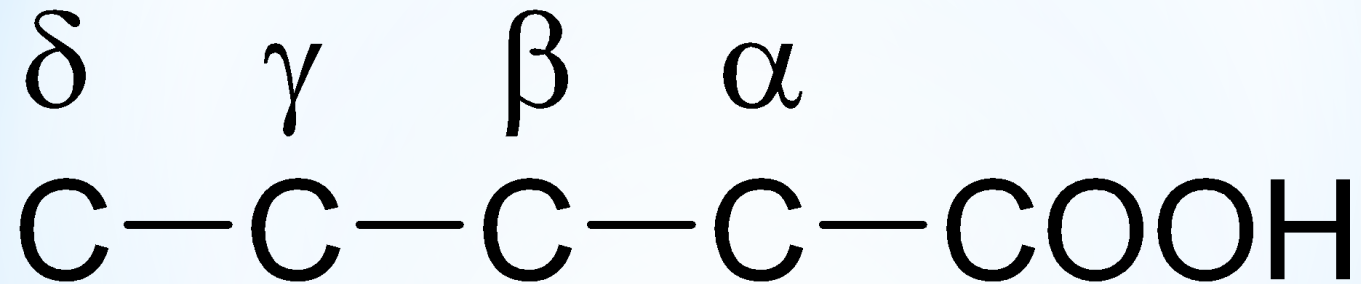


*АМИНОКИСЛОТЫ

Аминокислоты - соединения, содержащие карбоксильную (COOH) и аминогруппу (NH_2).

* 1. Классификация

* 1.1. по положению аминогруппы



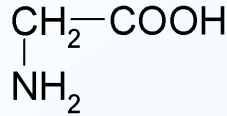
* 1.2. По количеству карбокси- и аминогрупп

- * **Моноаминомонокарбоновые кислоты** (глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин, цистеин, фенилаланин, тирозин, метионин, триптофан и т.д.)
- * **Моноаминодикарбоновые кислоты** (аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота)
- * **Диаминомонокарбоновые кислоты** (лизин, аргинин)
- * **Диаминодикарбоновые кислоты** (цистин)

* 1.3 Классификация по встречаемости в белках

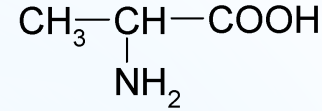
20 классических протеиногенных аминокислот, информация о положении которых в белковой молекуле записана цифровым трёхбуквенным кодом в ДНК и РНК

Алифатические АК

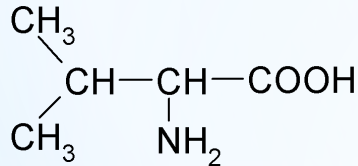


Тривиальное
Рациональное
IUPAC
Обозначение

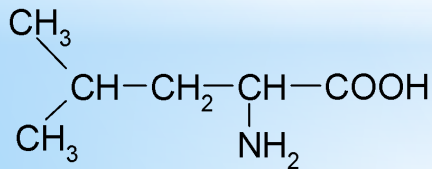
глицин, гликокол
Аминоуксусная кислота
Аминоэтановая кислота
Gly, Гли



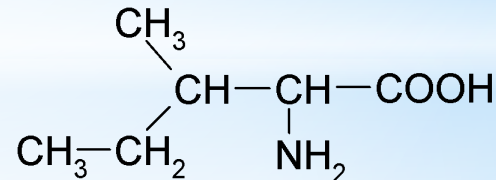
Аланин
 α -аминопропионовая кислота
2-аминопропановая кислота
Ala, Ала



Валин
 α -аминоизовалериановая кислота
2-амино-3-метилбутановая кислота
Val, Вал

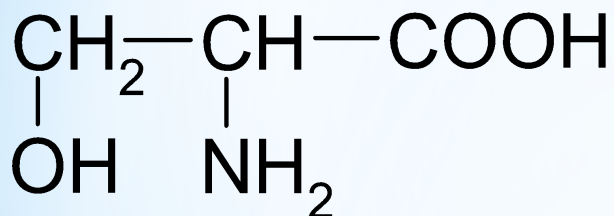


Лейцин
 α -аминоизокапроновая кислота
2-амино-4-метилпентановая кислота
Leu, Лей



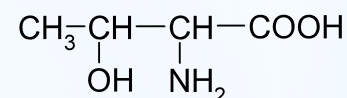
Изолейцин
 α -амино- β -метилвалериановая кислота
2-амино-3-метилпентановая кислота
Ile, Иле

Содержащие ОН-группу



Серин

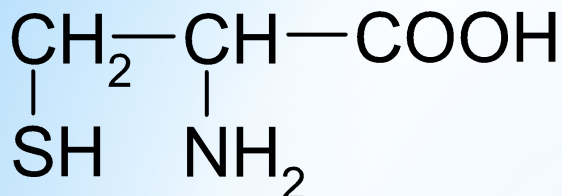
α -амино- β -оксипропионовая кислота
2-амино-3-гидроксипропановая кислота
Ser, Сер



Треонин

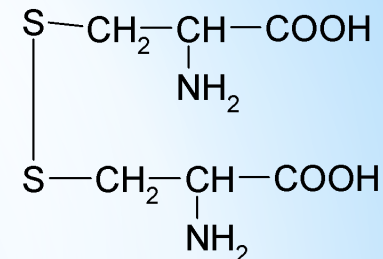
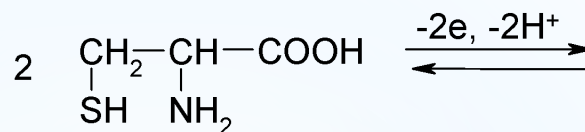
α -амино- β -оксимасляная кислота
2-амино-3-гидроксипропановая кислота
Thr, Тре

Серосодержащие АК



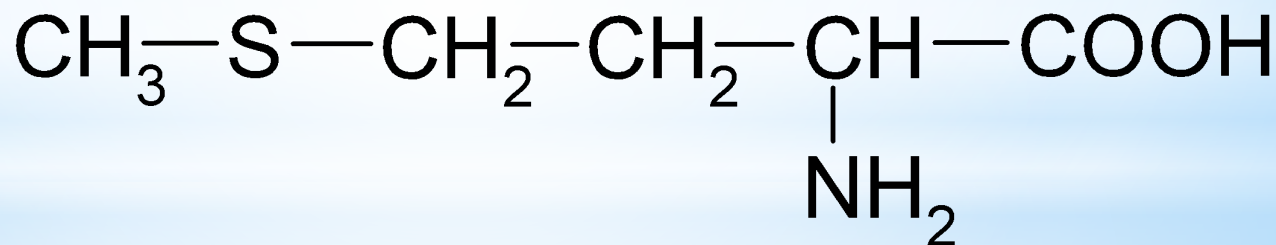
Цистеин

α-амино-β-тиопропионовая кислота
 2-амино-3-сульфанилпропановая кислота
 (2-амино-3-тиопропановая кислота,
 2-амино-3-меркаптопропановая кислота - *устаревш.*)
 Cys, Цис



Цистеин

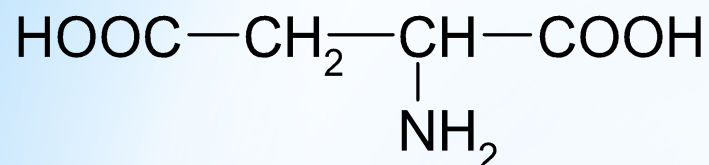
Цистин



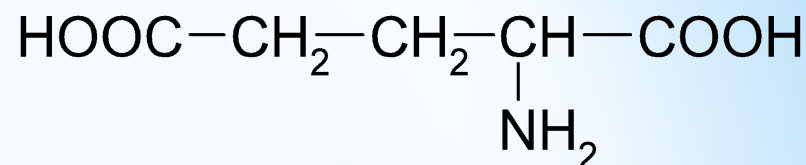
Метионин

α-амино-γ-метилтиомасляная кислота
 2-амино-4-метилсульфанилбутановая кислота
 (2-амино-4-метилтиобутановая кислота - *устаревш.*)
 Met, Мет.

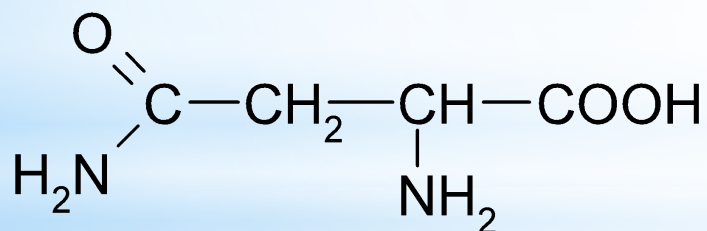
Моноаминодикарбоновые кислоты и их амиды



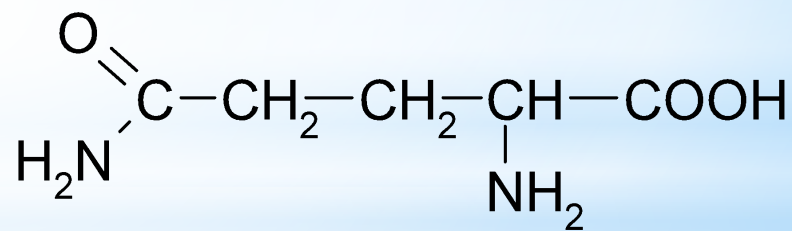
Аспарагиновая кислота
Аминоянтарная кислота
Аминобутандиовая кислота
Asp, Асп



Глутаминовая кислота
 α -аминоглутаровая кислота
2-аминопентандиовая кислота
Glu, Глу

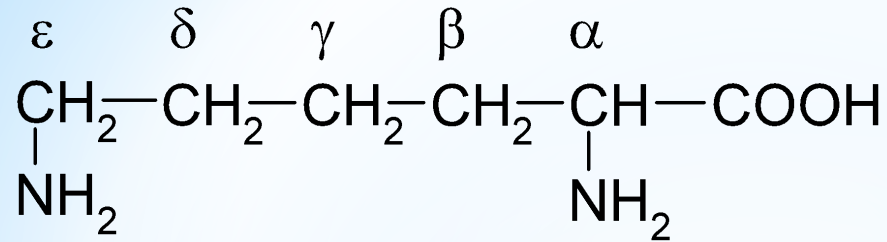


Аспарагин
Амид аспарагиновой кислоты
2,5-диамино-5-оксобутановая кислота
Asn, Асн



Глутамин
Амид глутаминовой кислоты
2,6-диамино-6-оксопентановая кислота
Gln, Глн

Содержащие аминокруппу

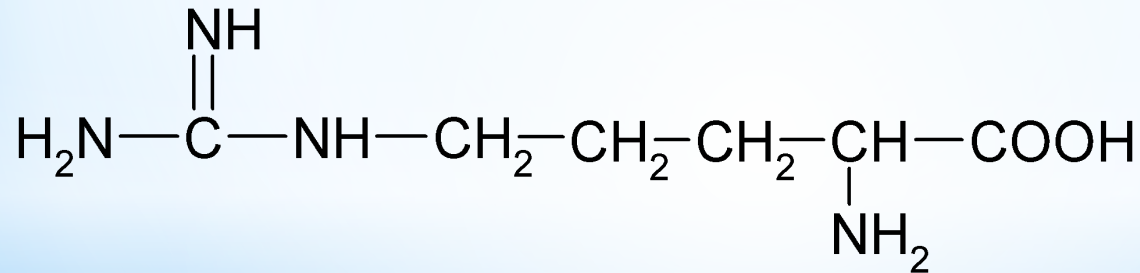


Лизин

α,ε -диаминокапроновая кислота

2,6-диаминогексановая кислота

Lys, Лиз



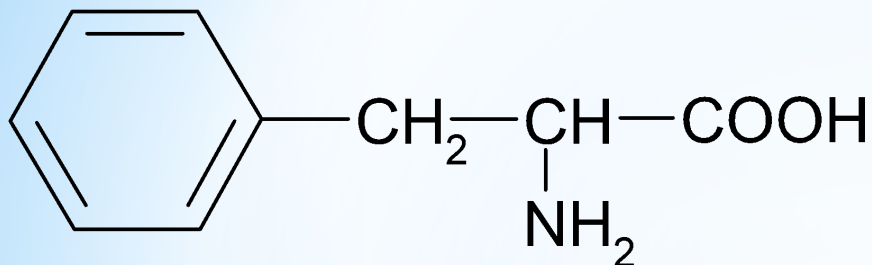
Аргинин

α -амино- δ -гуанидилвалериановая кислота

2-амино-5-[амино(имино)метил]аминопентановая к-та

Arg, Арг

Ароматические АК

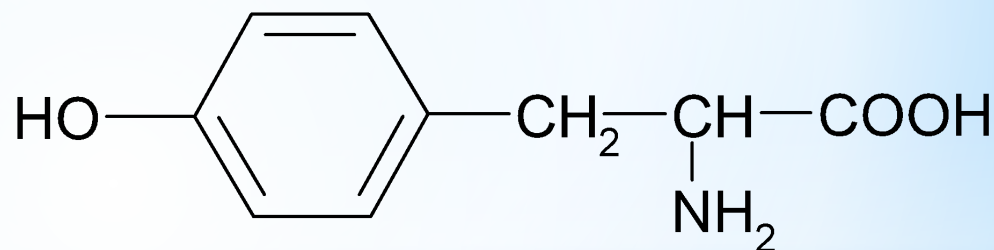


Фенилаланин

α -амино- β -фенилпропионовая к-та

2-амино-3-фенилпропановая к-та

Phe, Фен



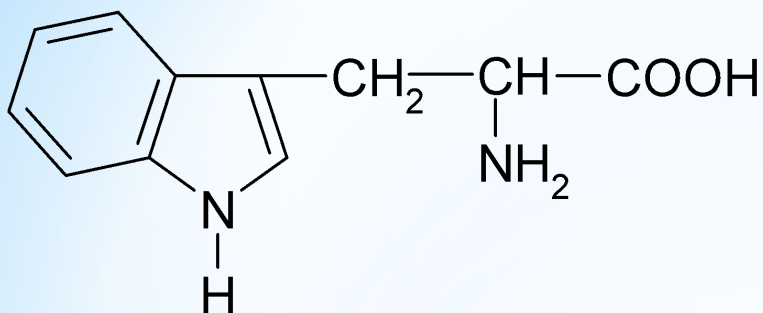
Тирозин

α -амино- β -(*p*-оксифенил)пропионовая к-та

2-амино-3-(4-гидроксифенил)пропановая к-та

Tyr, Тир

Гетероциклические АК

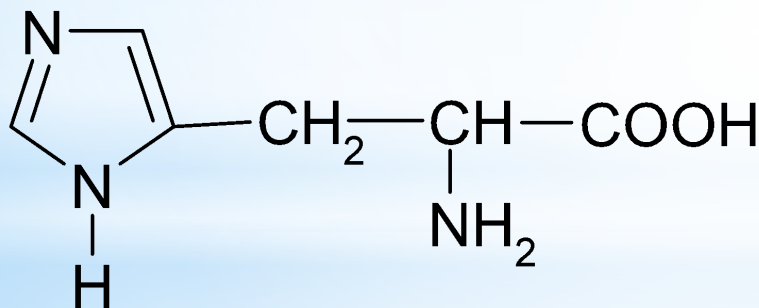


Триптофан

α -амино- β -индолилпропионовая к-та

2-амино-3-(1H-индол-3-ил)пропановая к-та

Trp, Три

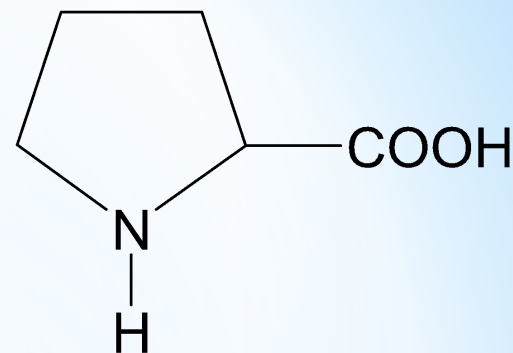


Гистидин

α -амино- β -имидазолпропионовая к-та

2-амино-3-(1H-имидазол-4-ил)пропионовая к-та

His, Гис

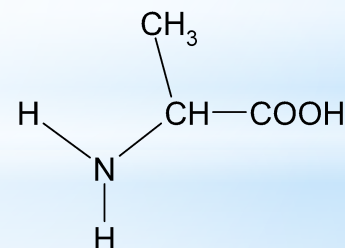


Пролин

Пирролидин- α -карбоновая к-та

2-пирролидинкарбоновая к-та

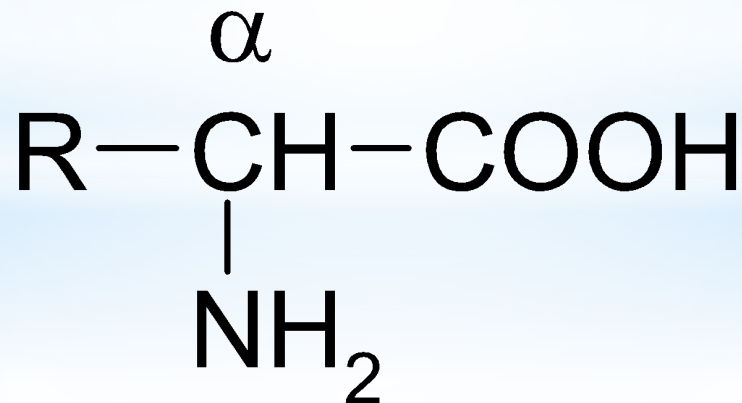
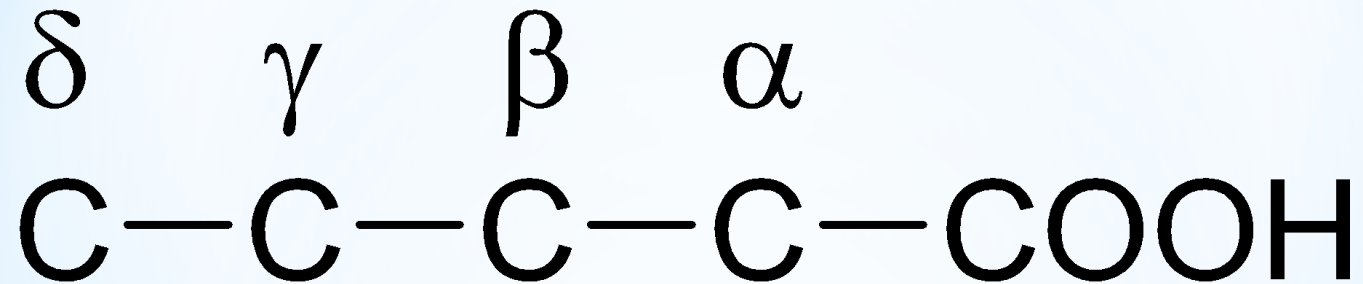
Pro, Про



Для сравнения- аланин

* 1. Классификация

* 1.1. по положению аминогруппы



* 1.4. По пищевой ценности для человека

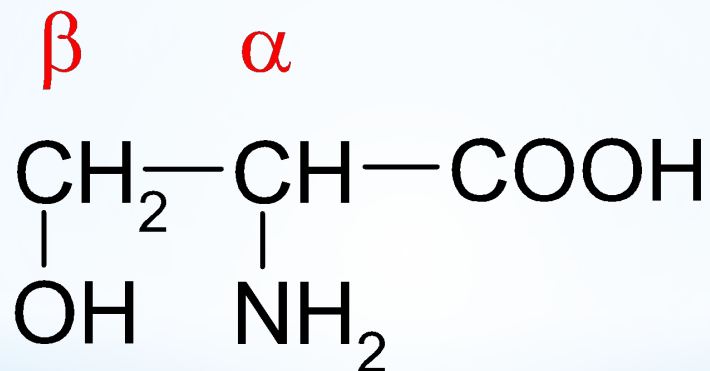
* Аминокислоты делятся на
заменимые и незаменимые.

* К незаменимым аминокислотам относят:
валин, изолейцин, лейцин, триптофан,
фенилаланин, метионин, лизин, треонин.

*2. Номенклатура

*2.1. **Тривиальная** номенклатура в основном используется для широко распространённых аминокислот.

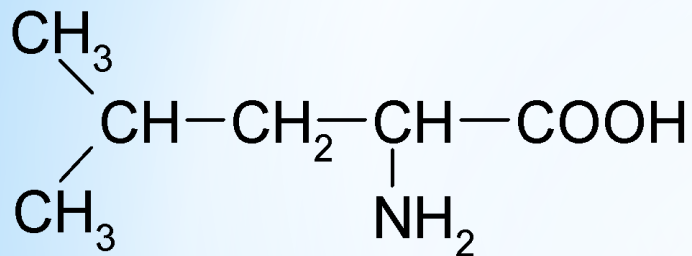
*2.2. *Рациональная* и 2.3. IUPAC



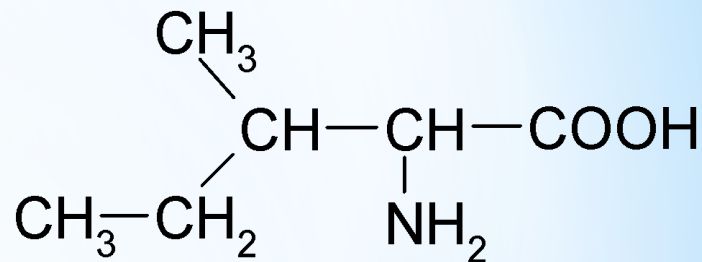
α -амино- β -гидроксипропионовая кислота
2-амино-3-гидроксипропановая кислота

*3. Изомерия

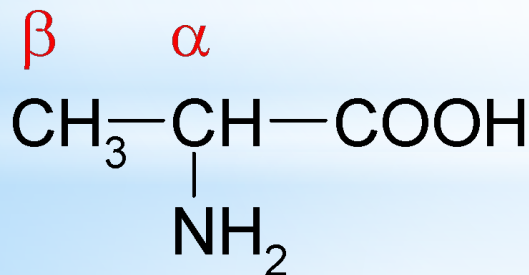
*3.1. Структурная изомерия



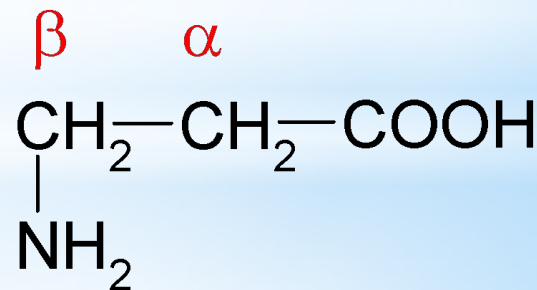
лейцин



изолейцин



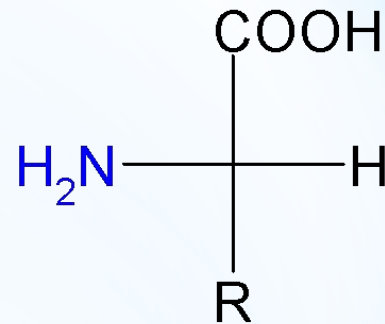
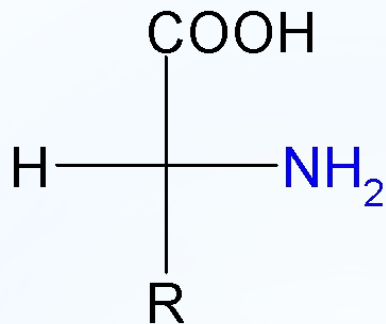
аланин



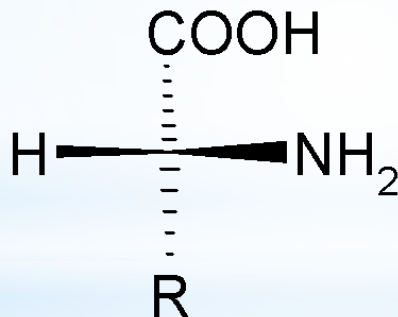
β -аланин

* 3.2. Пространственная изомерия

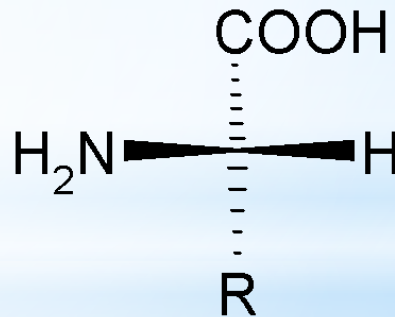
Формулы Фишера



Формулы с
клиновидными
связями



D-аминокислота



L-аминокислота

*4. Физические свойства

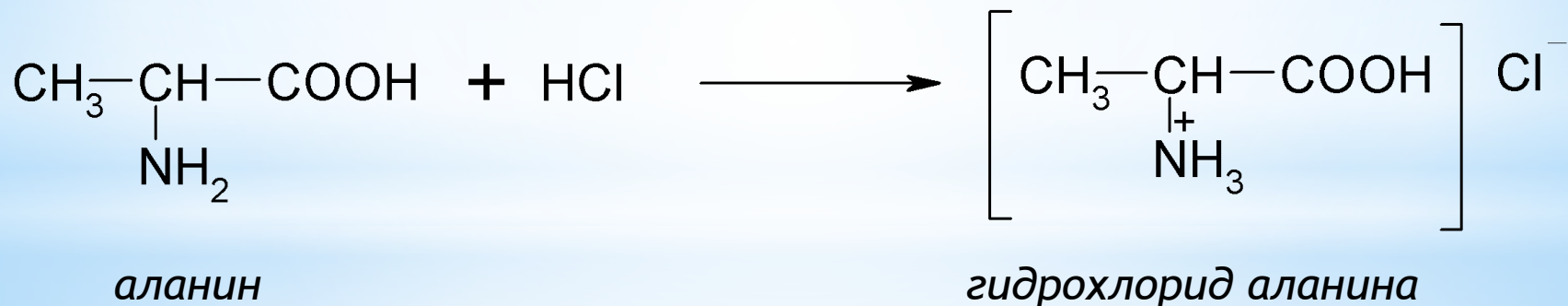
- * Аминокислоты, как правило, являются бесцветными кристаллическими соединениями. Большинство из них умеренно растворимы в воде.
- * Аминокислоты являются хиральными соединениями, обладающими оптической активностью (за некоторыми исключениями, напр. глицин).

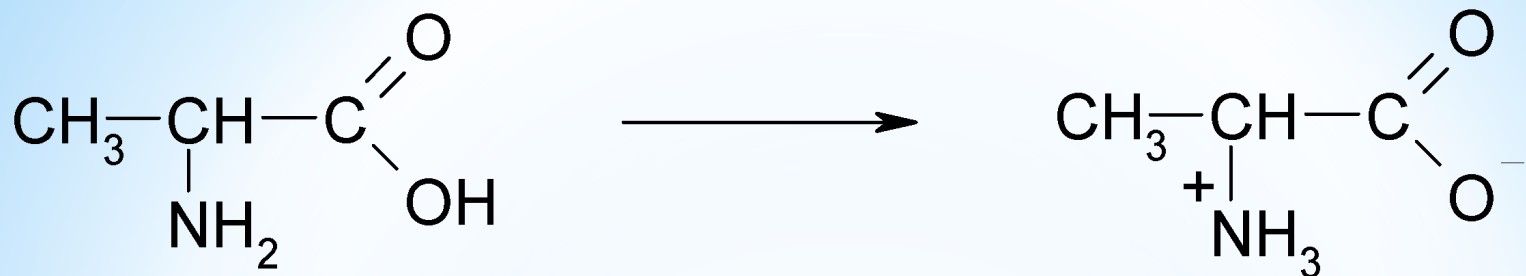
* 5. Биологические свойства

- * Из остатков аминокислот построены такие важные соединения как белки, которые участвуют практически во всех процессах *in vivo*.
- * Биосинтез алкалоидов, порфиринов, тетрапиррольных пигментов, мочевины и т.д.
- * С нарушениями метаболизма аминокислот связаны наследственные заболевания как фенилкетонурия и алкаптонурия.
- * В медицине некоторые аминокислоты используют в качестве лекарственных препаратов - метионин назначается при заболеваниях печени, глицин - при заболеваниях ЦНС.
- * Некоторые аминокислоты имеют сладкий вкус - например, глицин. Интересно, что L-аспарагин безвкусен, а D-аспарагин имеет сладкий вкус.
- * L-глутаминовая кислота широко применяется как пищевая добавка - при незначительной добавке глутамата натрия заметно усиливается естественный вкус мясных блюд.

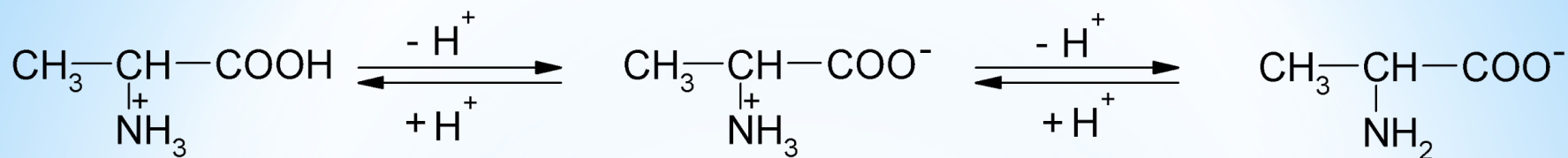
* 6. Химические свойства

* 6.1. Образование солей





Аминогруппа нейтрализует карбоксильную группу, поэтому АК в твёрдом виде и в растворе при $\text{pH} =$ изоэлектрической точке, находятся в виде **цвиттерионов**



Сильнокислая среда

Почти нейтральная

Сильнощелочная среда

Для **мо**но**а**мино**мо**нокарбоновых кислот $pI \approx 5-6$

pI **мо**но**а**мино**ди**карбоновых кислот (Asp, Glu) ≈ 3

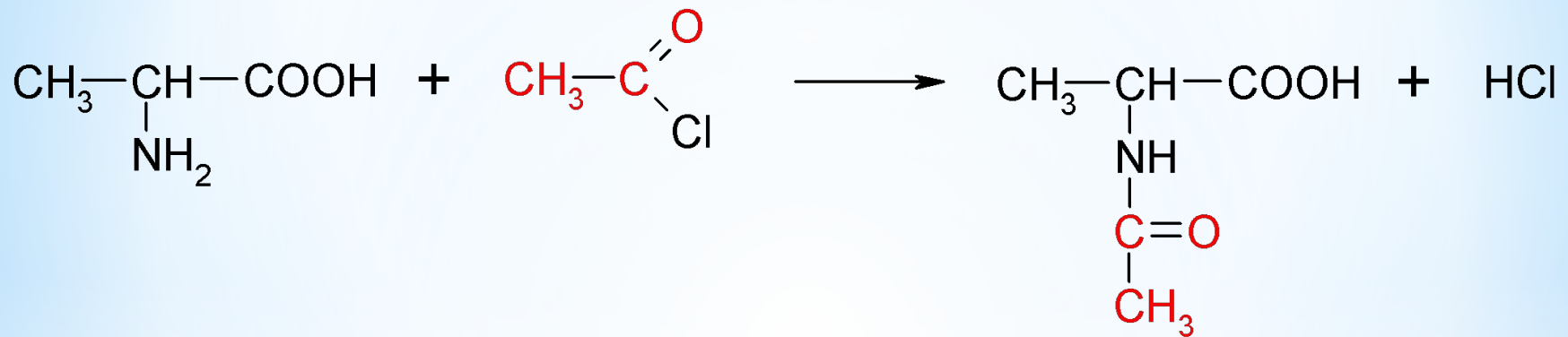
pI **ди**амино**мо**нокарбоновых кислот (His, Lys, Arg) $\approx 8-11$

Если pH меньше pI , АК имеет заряд **+** и движется к катоду

Если pH больше pI , АК имеет заряд **—** и движется к аноду

*6.2. Реакции по аминогруппе

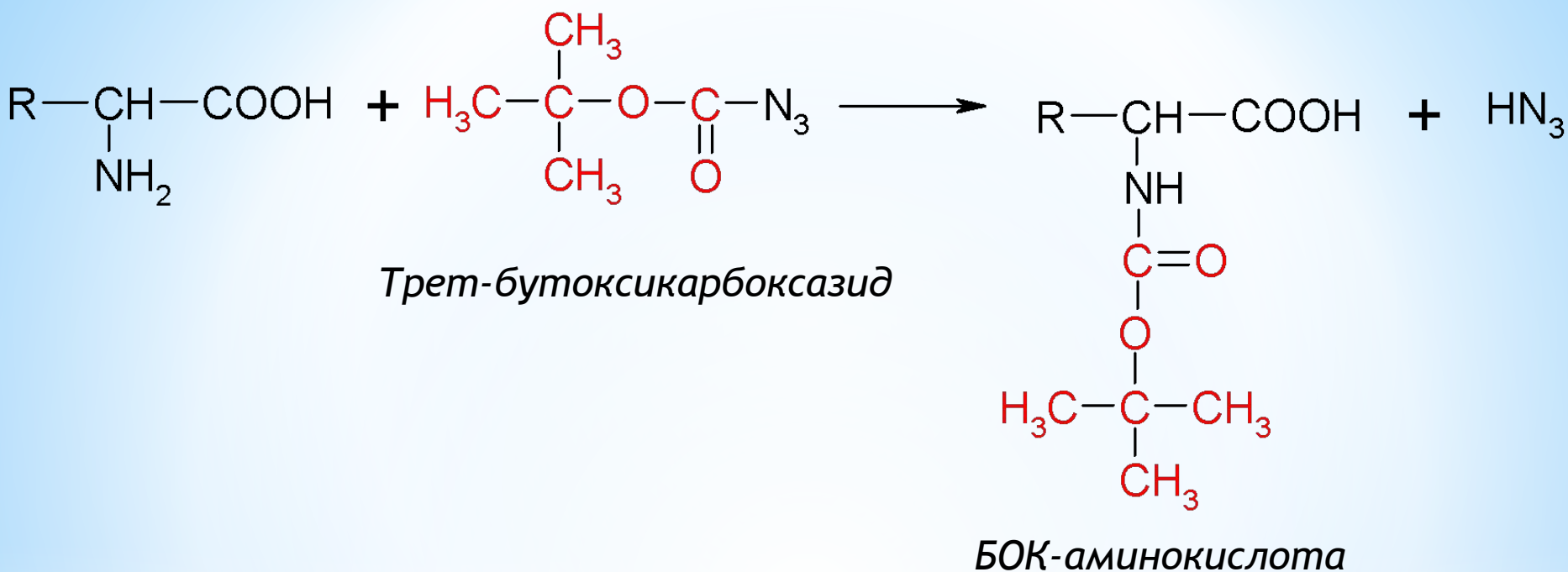
*6.2.1. Ацилирование



аланин

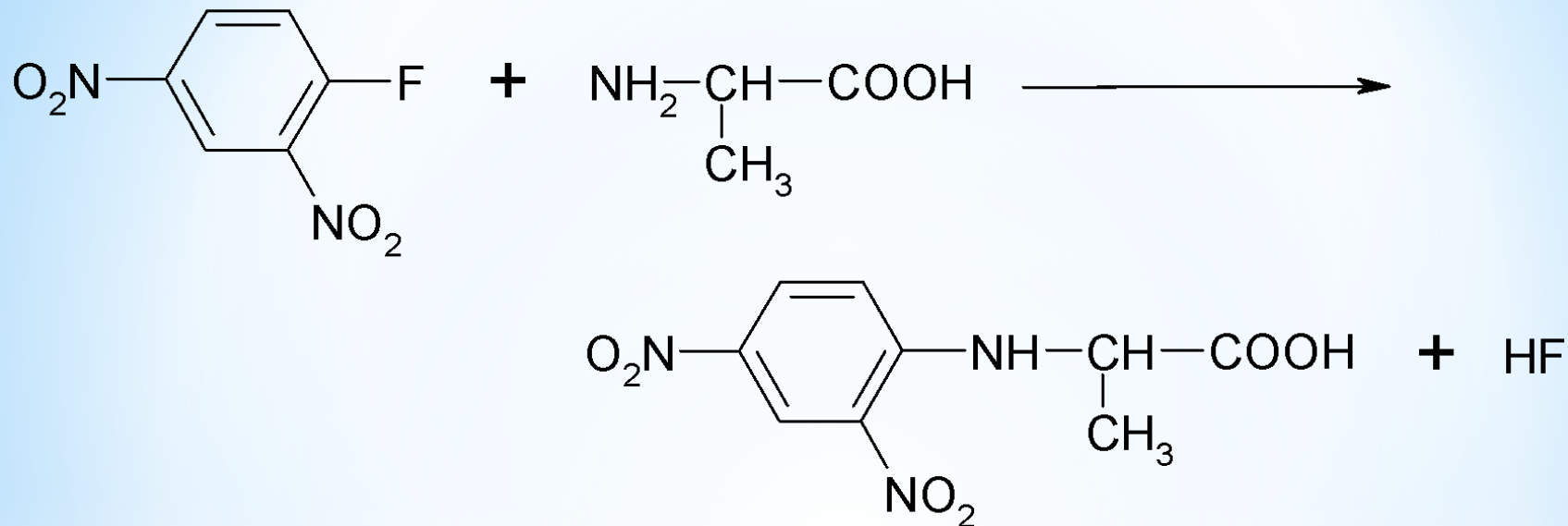
ацетилхлорид

N-ацетилаланин



используется для защиты аминогруппы
в пептидном синтезе

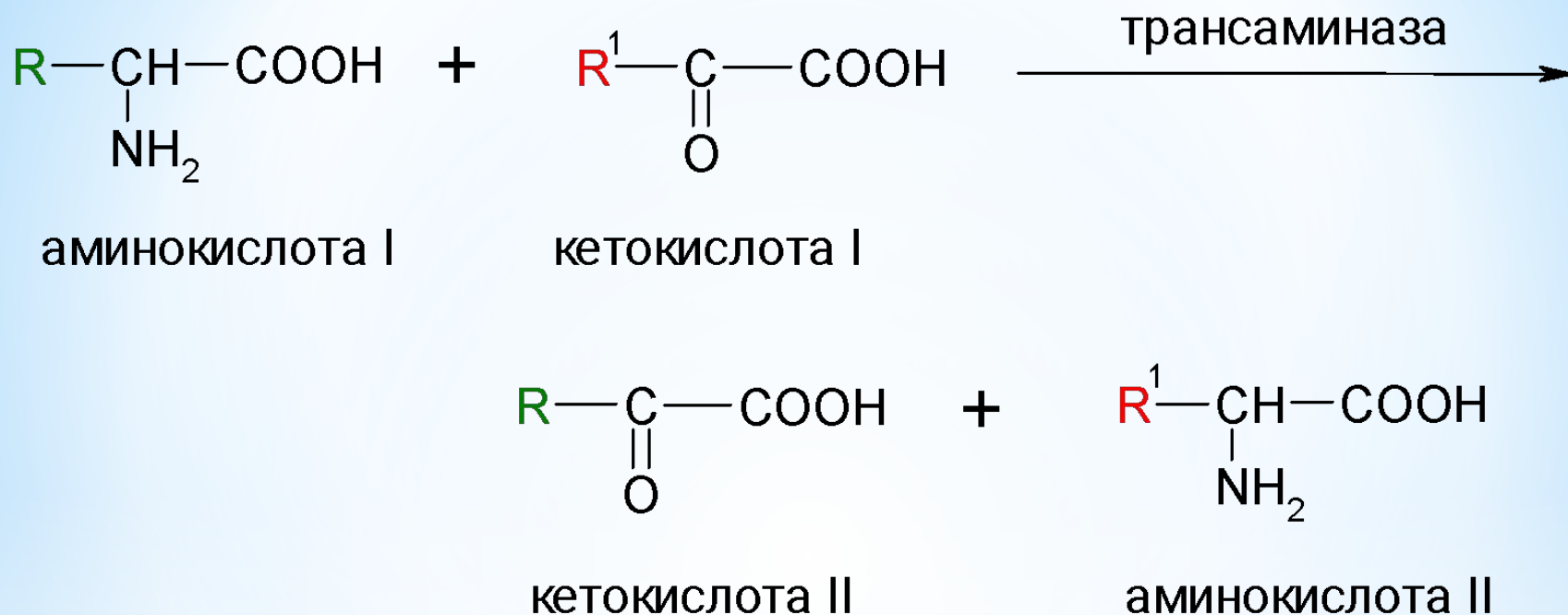
*6.2.2. Арилирование

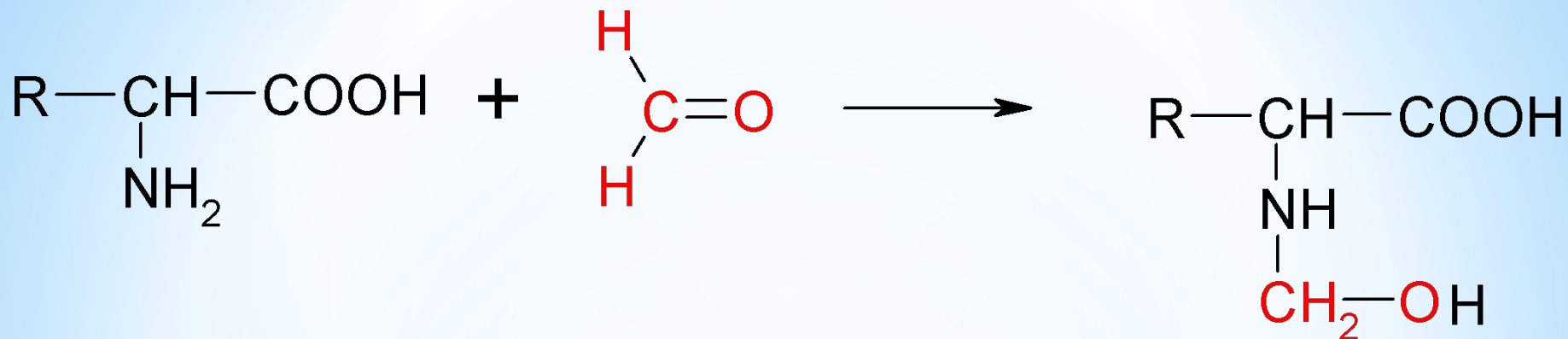


N-(2,4-динитрофенил)аланин

Реакция используется для определения N-концевой аминокислоты в пептидах и белках по Сэнджеру

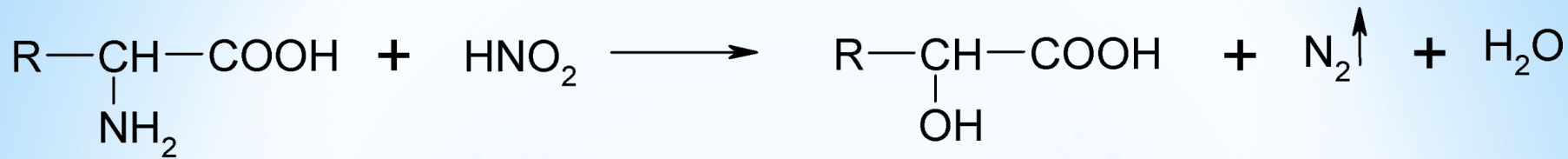
*6.2.3. Взаимодействие с карбонильными соединениями





Данная реакция используется в формольном титровании по Сёренсену: метилольные производные являются гораздо более сильными кислотами чем аминокислоты и они легко оттитровываются щёлочью.

*6.2.4. Взаимодействие с азотистой кислотой

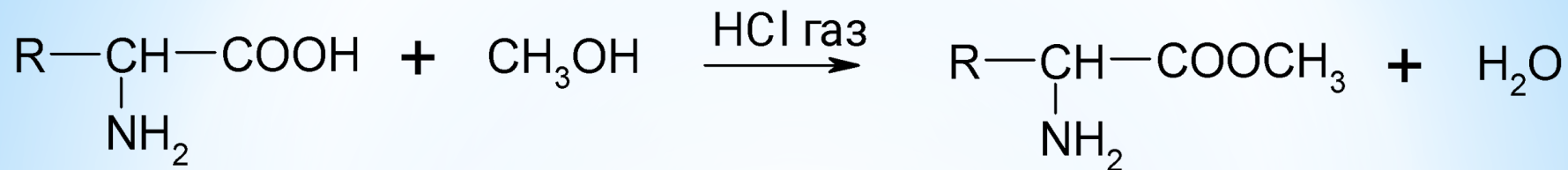


α -аминокислота

α-гидроксикислота

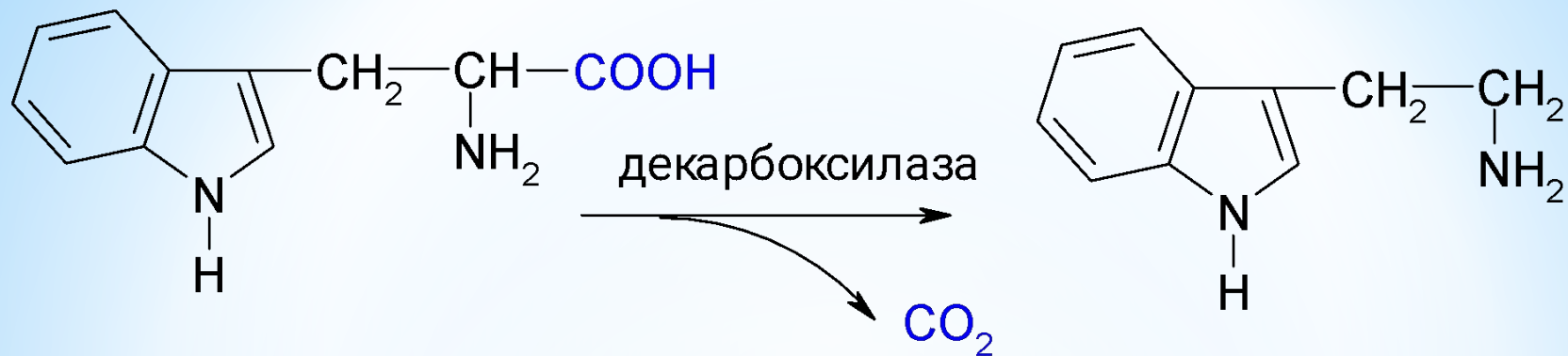
Реакция с азотистой кислотой используется определения аминокислот по Ван-Сляйку: по объему выделившегося азота легко найти количество аминокислоты.

*6.2. Реакции по карбоксильной группе



Реакция используется для защиты карбоксильной группы в синтезе пептидов

*6.2.2. Декарбоксилирование



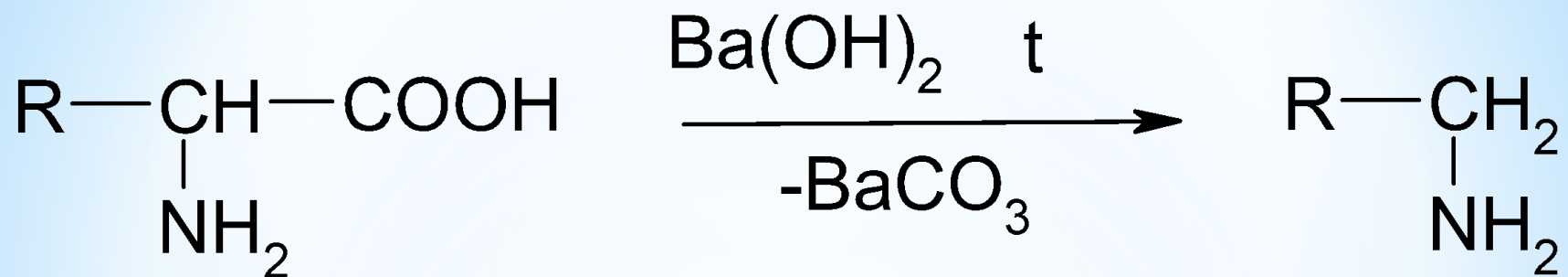
трипт офан

трипт амин

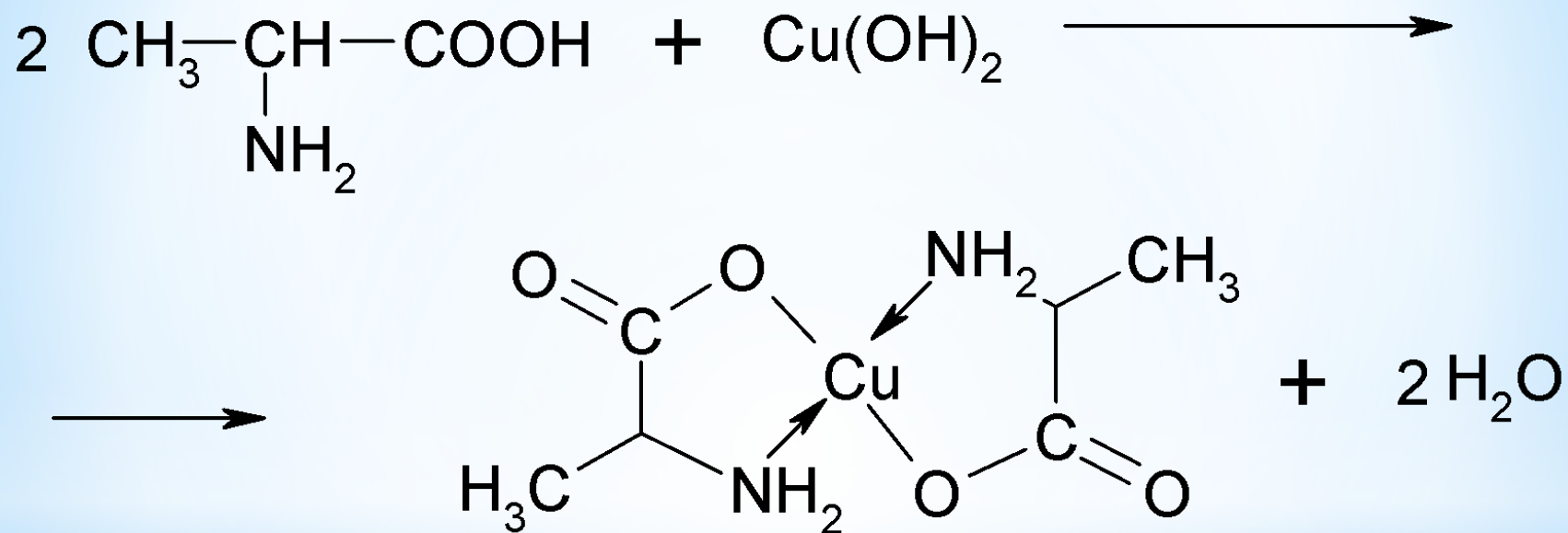


гист идин

гист амин

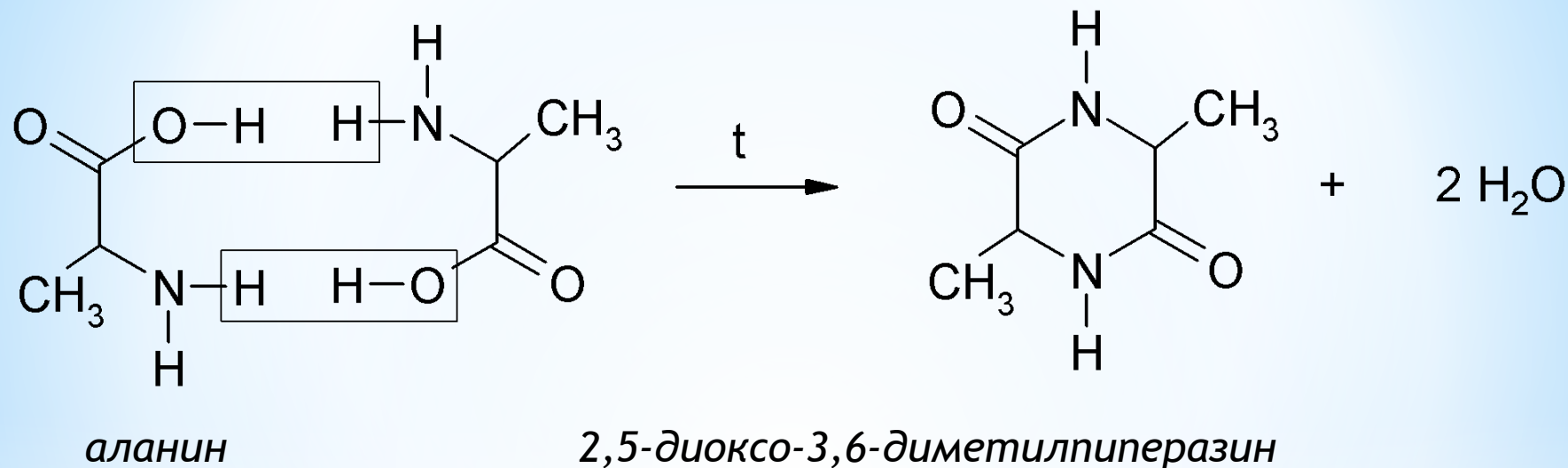


* Взаимодействие по обеим группам - образование хелатных комплексов

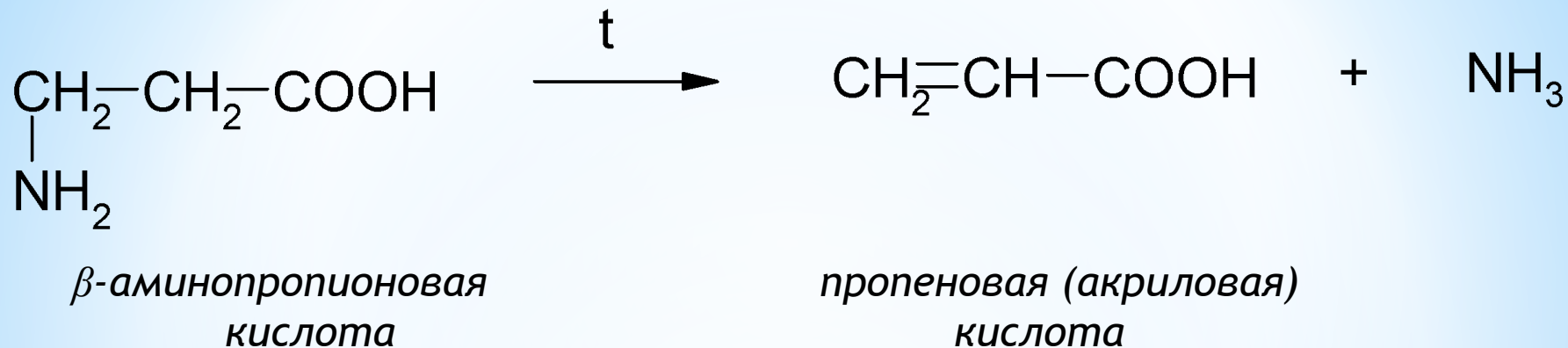


* 6.3. Поведение аминокислот при нагревании

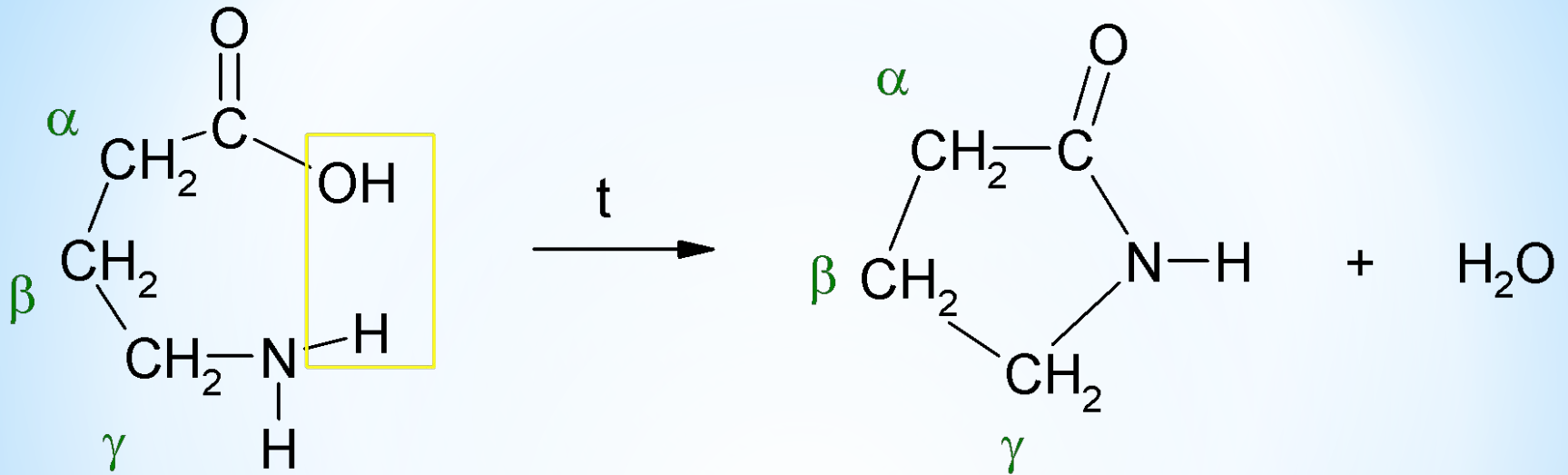
* α -аминокислоты при нагревании дают дикетопиперазины (диоксопиперазины):



*β-аминокислоты при нагревании отщепляют воду (реакция элиминирования), образуя ненасыщенные кислоты:

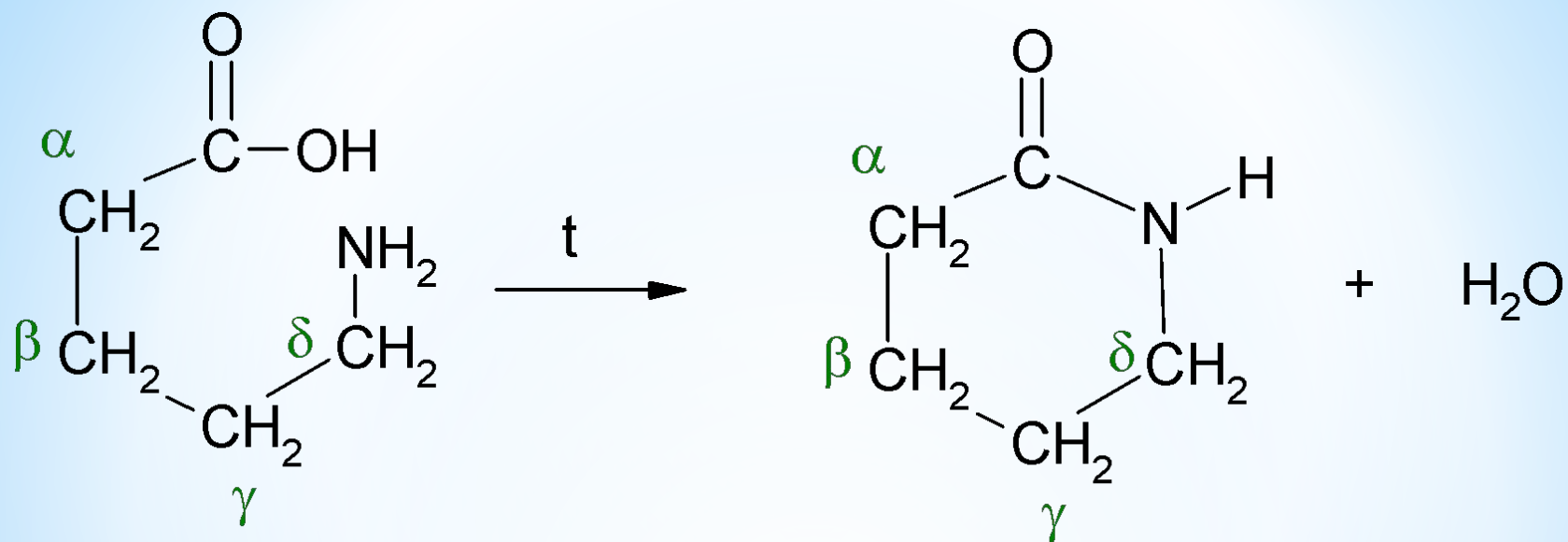


* γ - и δ -аминокислоты при нагревании отщепляют воду, циклизуются с образованием лактамов - циклических амидов:



γ -аминомасляная кислота

γ -бутиролактam



δ -аминовалериановая кислота

δ -валеролактam

*7. Получение аминокислот

*7.1. Выделение из белков и пептидов

Белки гидролизуют в присутствии кислот (6 М HCl) при нагревании (110 °C) в течение длительного времени (12-72 ч.). Используют также щелочной гидролиз и ферментативный гидролиз.

*7.2. Микробиологический синтез

используя патоку, аммиак и микроорганизмы *Corynebacterium glutamicum* получают глутаминовую кислоту, которая используется как пищевая добавка.

Выход глутаминовой кислоты составляет 50 кг на 100 кг введённой глюкозы (время ферментации - 40 часов).

*7.3. Пребиотический (абиогенный) синтез аминокислот

* CH_4 , NH_3 , H_2 , H_2O , HCN , H_2S , CH_2O

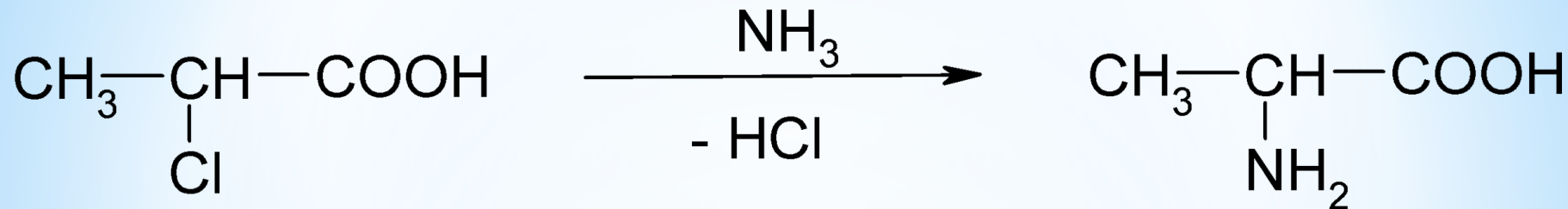
* УФ-излучение, электрический разряд, радиация и нагретый пепел вулканов.

* аминокислоты могут образовываться и в космосе, что было подтверждено анализом мерчисонского метеорита упавшего 1969 году в Австралии. В метеорите были обнаружены 23 рацемические аминокислоты.



*7.4. Химические синтезы аминокислот

*7.4.1. Аммонолиз галогенкарбоновых кислот



*7.4.2. Синтез Штреккера

