

α -АМИНОКИСЛОТЫ, ПЕПТИДЫ И БЕЛКИ

Дисциплина: «Статическая биохимия»

Лекция № 3 для студентов 2 курса, обучающихся
по специальности 31.05.02 - Педиатрия

к.б.н. Пожиленкова Елена Анатольевна

(Кафедра биологической химии с курсом медицинской,
фармацевтической и токсикологической химии)

ПЕПТИДЫ И БЕЛКИ

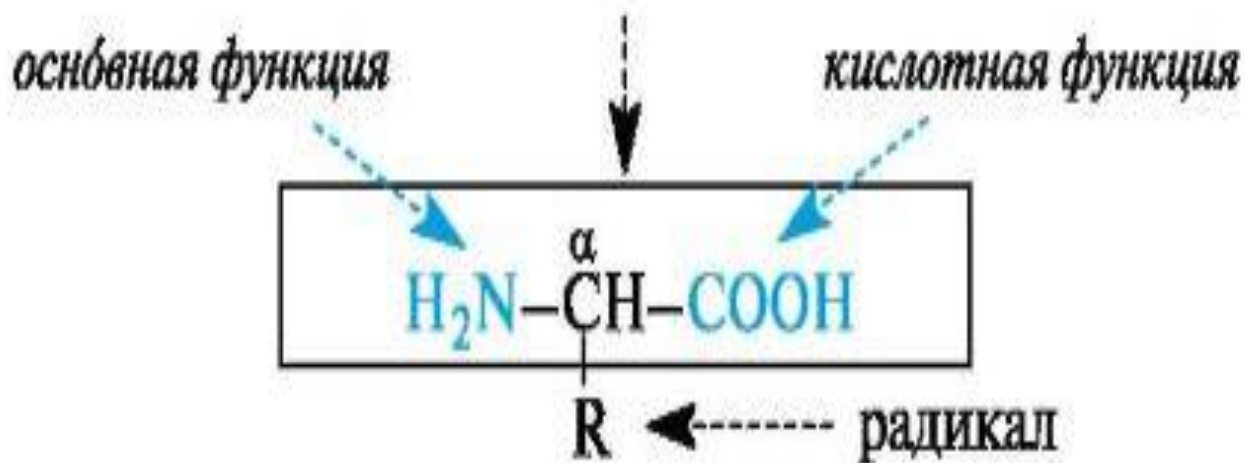
Белки – (от греч. proteios - первый)

В зависимости от молекулярной массы различают пептиды и белки

Полимерная цепь состоит из α -аминокислот

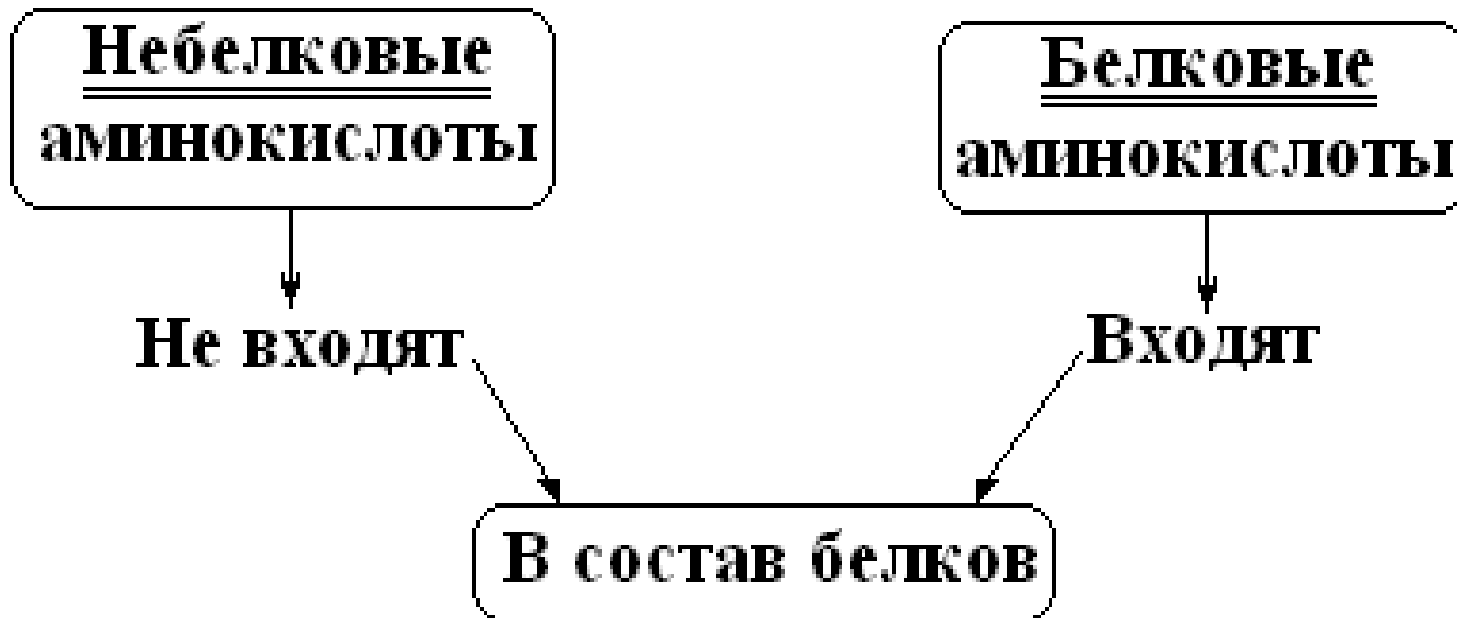
АМИНОКИСЛОТЫ

это карбоновые кислоты, у которых один или несколько атомов водорода заменены аминогруппой



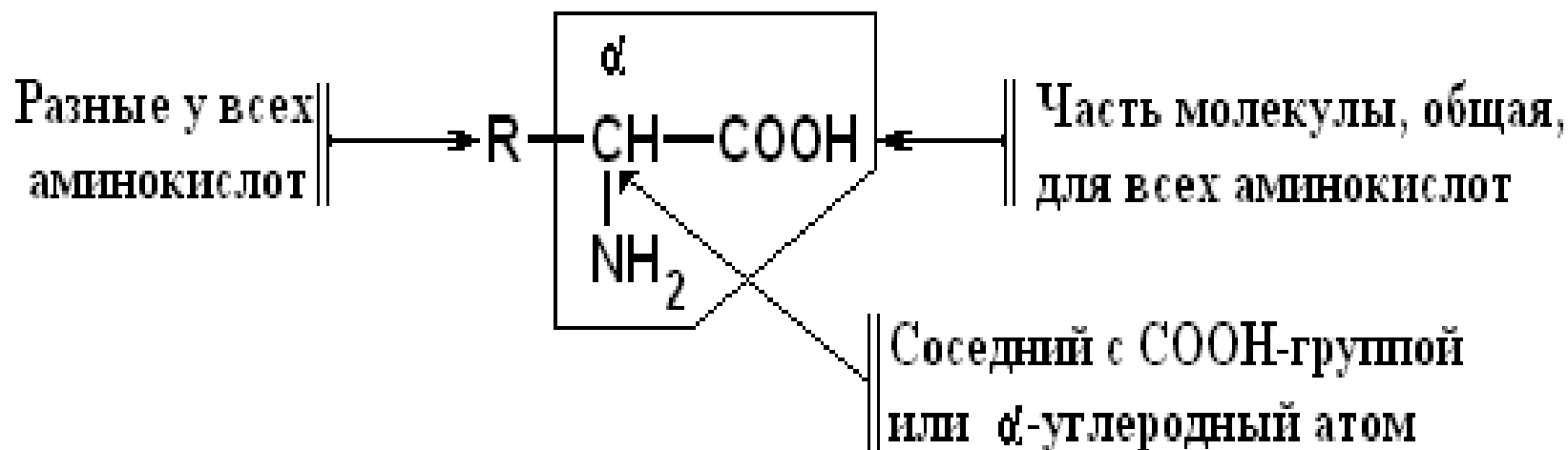
АМИНОКИСЛОТЫ

- Известно свыше 150 различных аминокислот
- Белки построены из 20 различных белковых аминокислот



Строение белковых аминокислот

ОБЩАЯ ФОРМУЛА БЕЛКОВОЙ АМИНОКИСЛОТЫ



Все белковые аминокислоты -
α-аминокислоты

1. Классификация белковых аминокислот

Все 20 аминокислот делят на 4 группы по свойствам радикала – отношению к воде и заряду.

Гидрофобные – не «любят», отталкивают воду, в воде не растворяются

Гидрофильные – «любят» воду, растворяются в воде



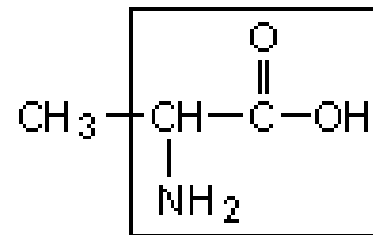
Номенклатура аминокислот

Все белковые аминокислоты называют, используя тривиальную номенклатуру. Названия чаще всего связаны с источником выделения аминокислоты

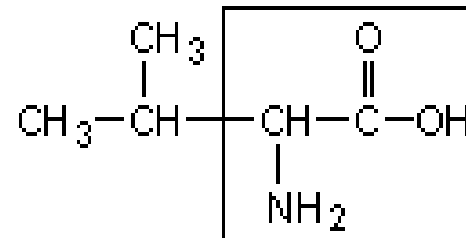
Аминокислоты с гидрофобным радикалом

содержат группы $-\text{CH}_2-$, $-\text{CH}_3$ или ароматические кольца

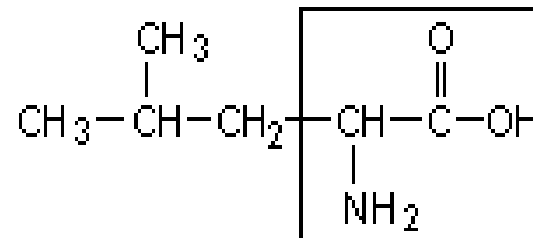
Аланин - ала



Валин - вал



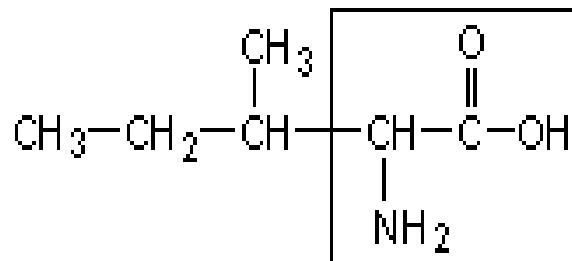
Лейцин - лей



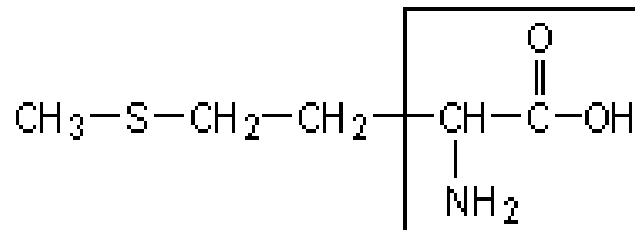
Аминокислоты с гидрофобным радикалом

содержат группы $-\text{CH}_2-$, $-\text{CH}_3$ или ароматические кольца

Изолейцин - иле



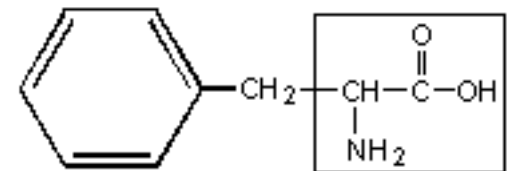
Метионин - мет



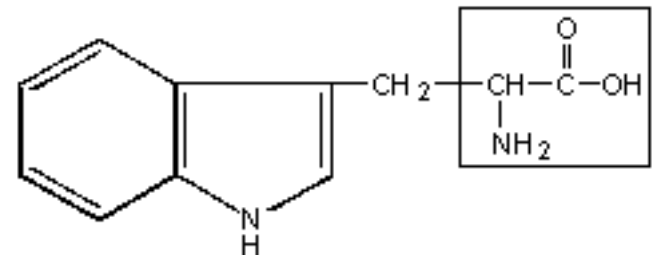
Аминокислоты с гидрофобным радикалом

содержат группы $-\text{CH}_2-$, $-\text{CH}_3$ или ароматические кольца

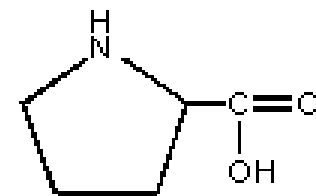
Фенилаланин - фен



Триптофан – три

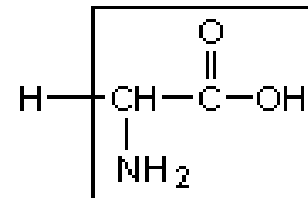


Пролин - про



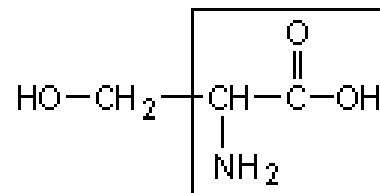
Аминокислоты с гидрофильным не заряженным радикалом

Глицин - гли

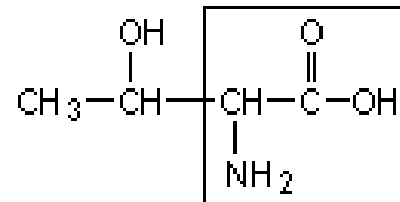


Серин – сер

от лат. *sericus* — шелковистый
входит в состав фиброина

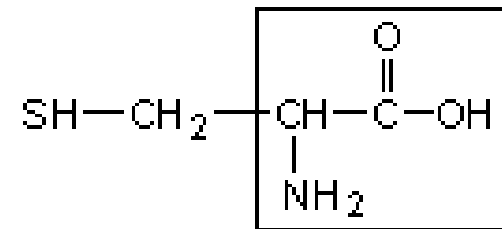


Треонин - тре



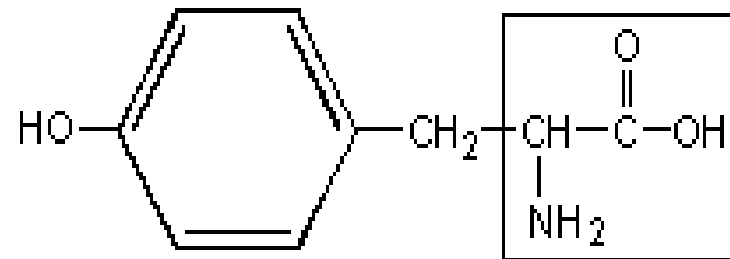
Аминокислоты с гидрофильным не заряженным радикалом

Цистеин - цис



Тирозин – тир

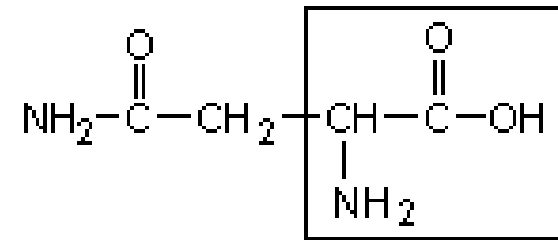
впервые выделен из сыра
от греч. tyros - сыр



Аминокислоты с гидрофильным не заряженным радикалом

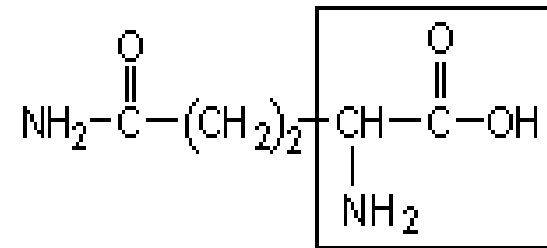
Аспарагин – асп

Выделен из ростков спаржи
от лат. asparagus - спаржа



Глутамин – глн

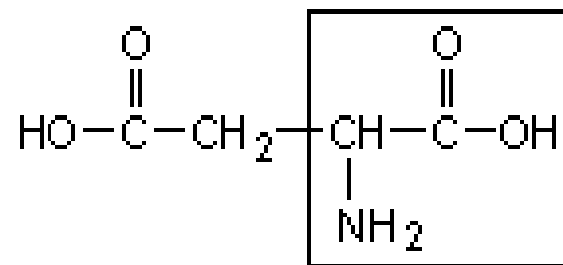
Выделен из злаковой
клейковины
от нем. Gluten - клей



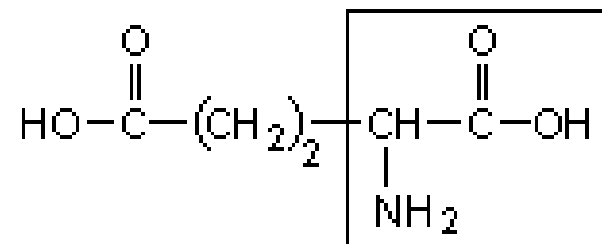
Аминокислоты с

гидрофильным, заряженным отрицательно, радикалом

Аспарагиновая кислота – асп



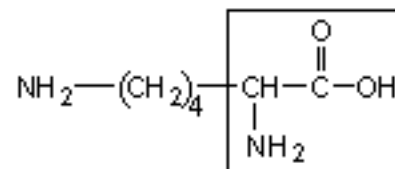
Глутаминовая кислота – глу



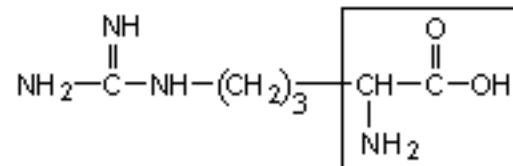
Аминокислоты с

гидрофильным, заряженным положительно, радикалом

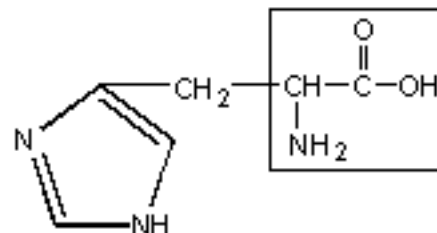
Лизин — лиз



Аргинин — арг



Гистидин — гис



2. Классификация белковых аминокислот

Все 20 аминокислот делят на 3 группы по химической природе радикала

Алифатические (лейцин, аланин, валин, лейцин, изолейцин)

Ароматические (фенилаланин, тирозин)

Гетероциклические (триптофан, гистидин, пролин)

Классификация алифатических аминокислот

В зависимости от числа карбоксильных групп и аминогрупп

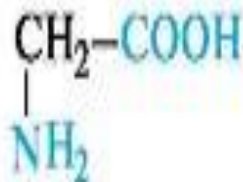
нейтральные аминокислоты - по одной группе NH_2 и COOH

основные аминокислоты - две группы NH_2 и одна группа и COOH

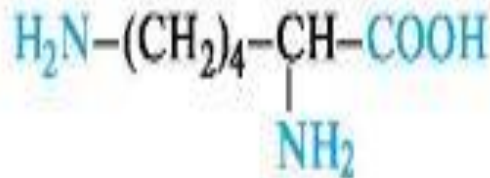
кислые аминокислоты - одна группа NH_2 и две группы COOH

Классификация алифатических аминокислот

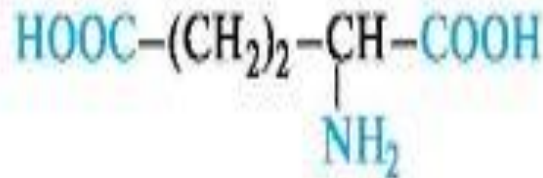
В зависимости от числа карбоксильных групп и аминогрупп в



глицин
(нейтральная)



лизин
(основная)



глутаминовая кислота
(кислая)

Классификация алифатических аминокислот

В алифатическом радикале могут содержаться «дополнительные» функциональные группы

Гидроксильные — серин, треонин

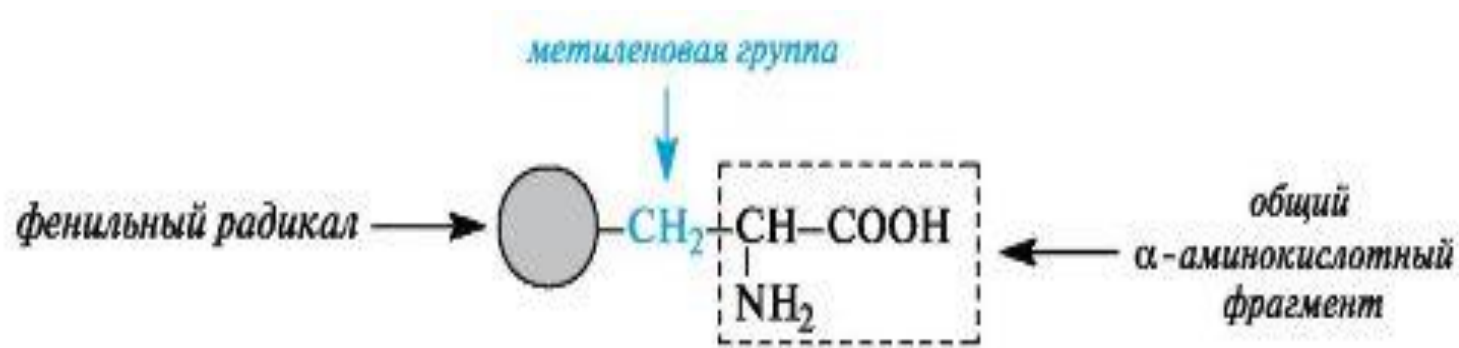
Карбоксильная — аспарагиновая и глутаминовая кислоты

Тиольная — цистеин (HS), метионин (CH₃S)

Амидная — аспарагин, глутамин

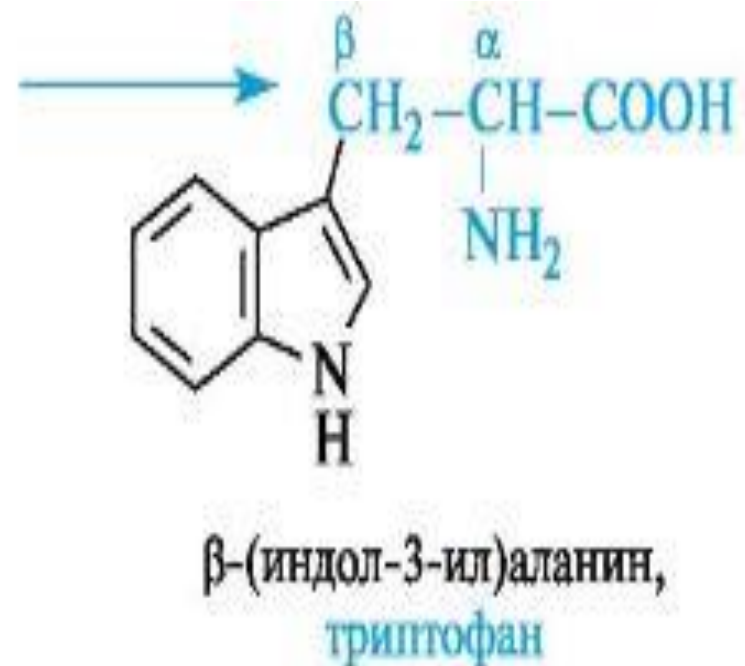
Ароматические аминокислоты

К этой группе относятся **фенилаланин** и **тирозин**, построенные таким образом, что бензольные кольца в них отделены от общего α -аминокислотного фрагмента метиленовой группой $-\text{CH}_2-$.



Гетероциклические аминокислоты

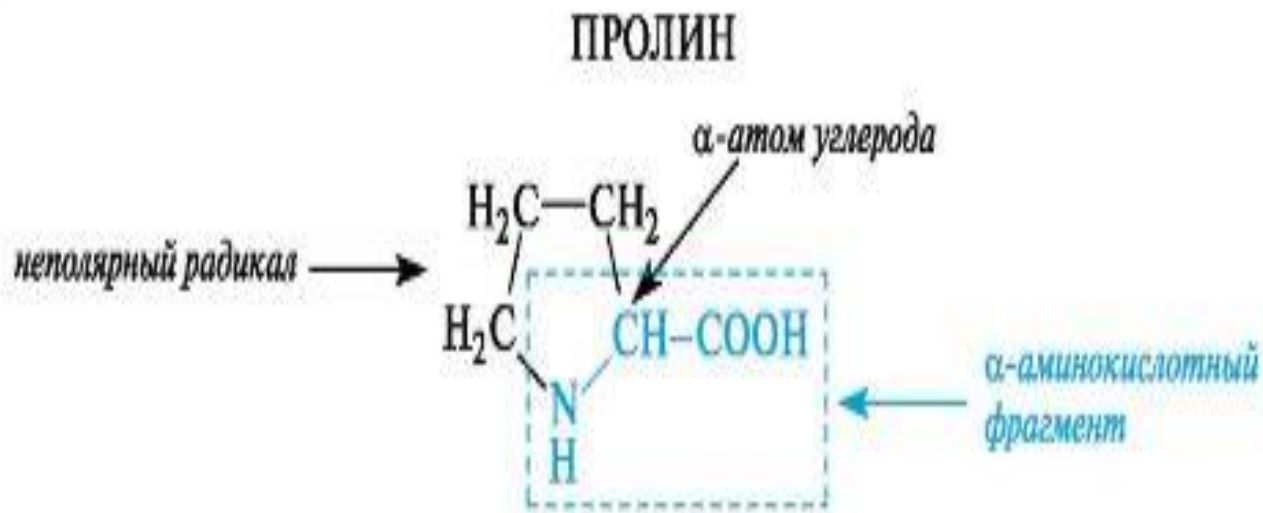
К этой группе относятся **гистидин** и **триптофан**



Гетероциклические аминокислоты

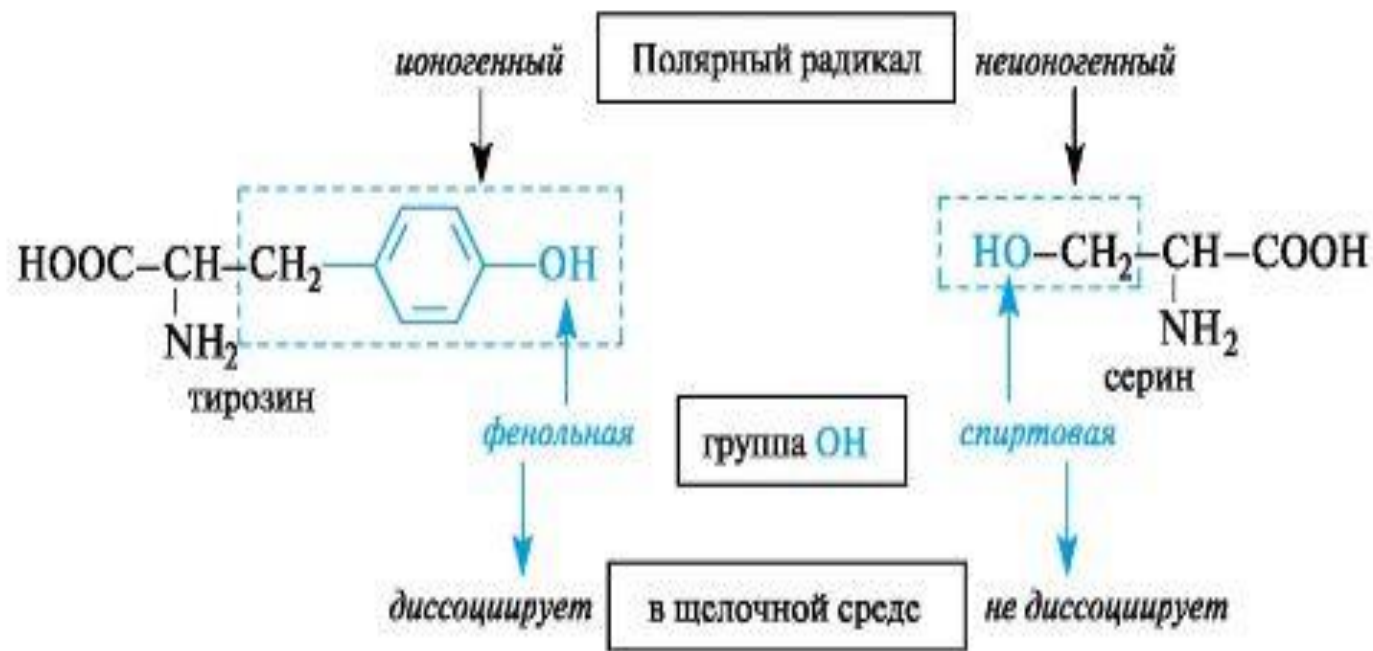
Аминокислота **пролин** - в состав пирролидинового кольца включена вторичная аминогруппа

цикла.



Классификация аминокислот

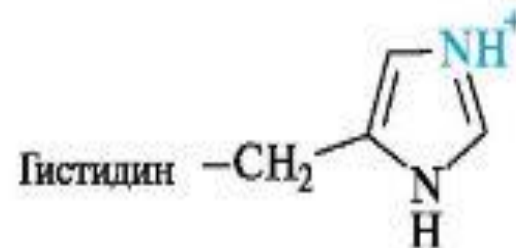
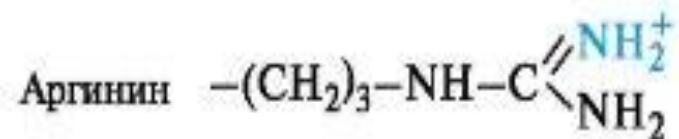
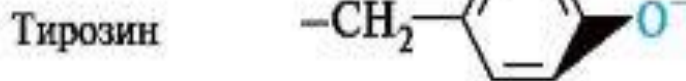
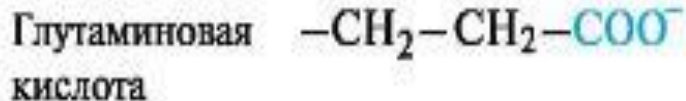
В зависимости от бокового радикала выделяют аминокислоты с **неполярными (гидрофобными)** радикалами и аминокислоты с **полярными (гидрофильными)** радикалами



Классификация аминокислот

Полярные аминокислоты с ионогенными группами в радикалах в определенных условиях могут находиться в ионном (**анионном или катионном**) состоянии

кислота



3. Классификация аминокислот

Многие α -аминокислоты синтезируются в организме. *Некоторые аминокислоты, необходимые для синтеза белков, в организме не образуются и должны поступать извне. Такие аминокислоты называют **незаменимыми**.*

Их восемь:

валин, изолейцин, метионин, триптофан, лейцин, лизин, треонин, фенилаланин.

Кислотно-основные свойства аминокислот

Аминокислоты – это кристаллические вещества хорошо растворимые в воде.

Кристаллические аминокислоты плавятся при сравнительно высоких температурах (обычно выше 200°C).

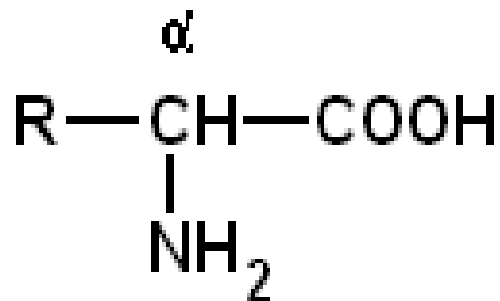
Аминокислоты кристаллизуются из нейтральных растворов в виде биполярных ионов, которые называют **цвиттерионами**

Кислотно-основные свойства аминокислот

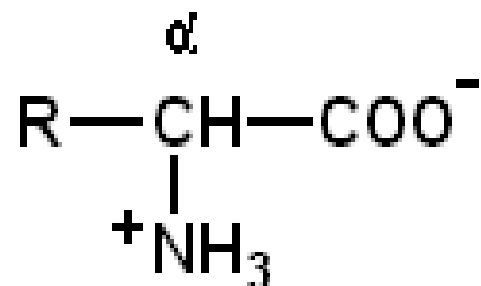
В кристаллической решётке, состоящей из молекул аминокислот, возникают электростатические взаимодействия между противоположно заряженными группами, что стабилизирует кристалл.

В растворах все аминокислоты существуют в форме разных ионов и заряд ионов зависит от pH раствора.

Кислотно-основные свойства аминокислот



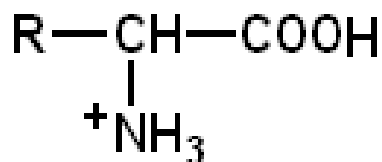
Недиссоциированная
форма аминокислоты



Биполярная, цвиттерсионная
форма аминокислоты

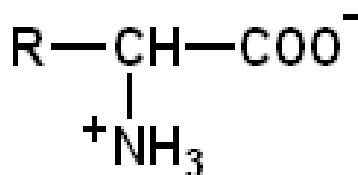
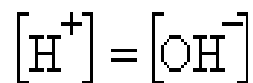
Кислотно-основные свойства аминокислот

Сильнокислое рН



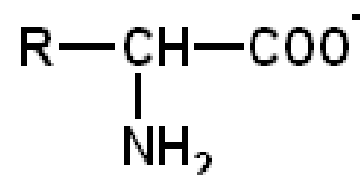
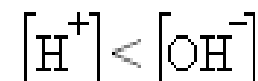
Катион

Нейтральное рН

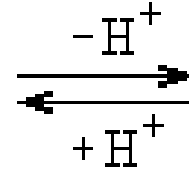
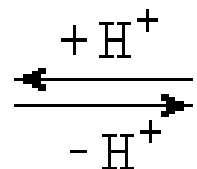


Биполярный ион

Сильнощелочное рН

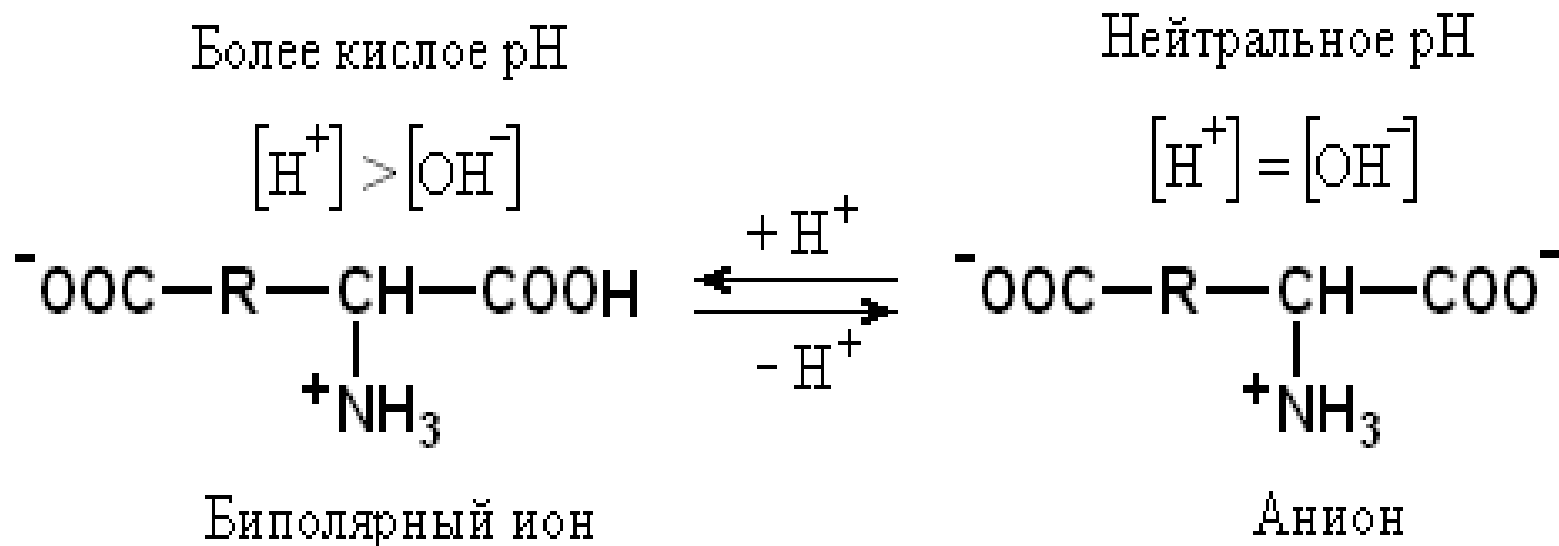


Анион



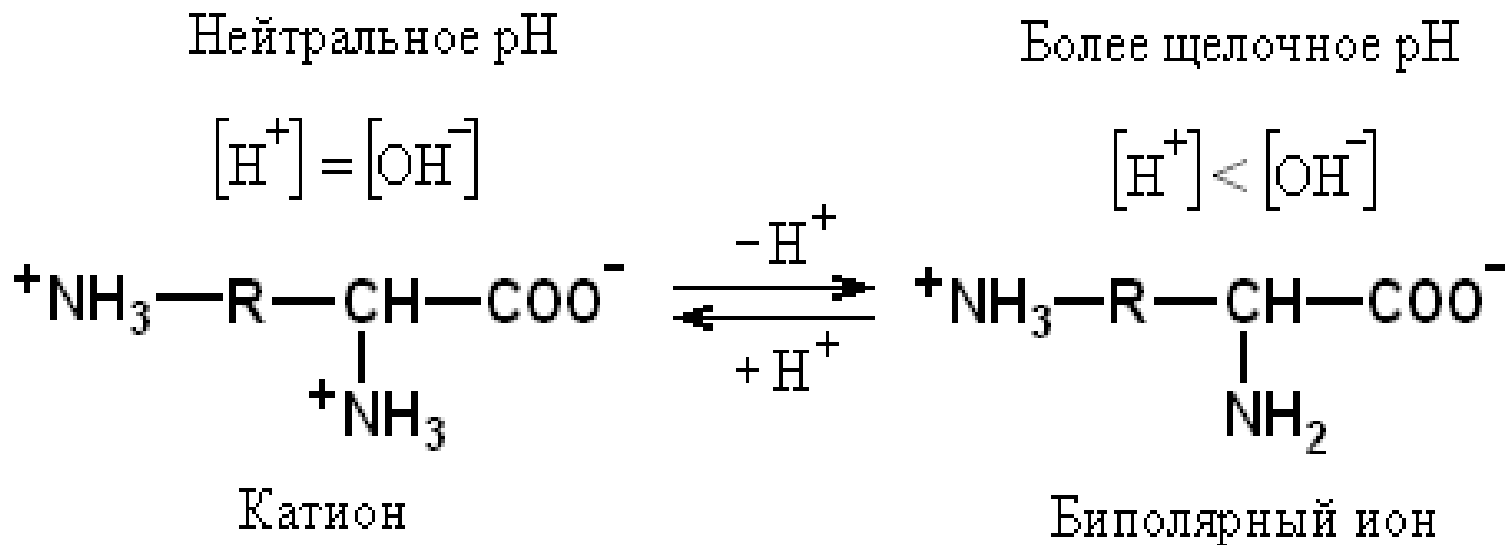
Кислотно-основные свойства аминокислот

Если в боковой цепи будет дополнительная кислотная группа, то образование формы биполярного иона сместится от нейтрального рН в более кислую сторону.



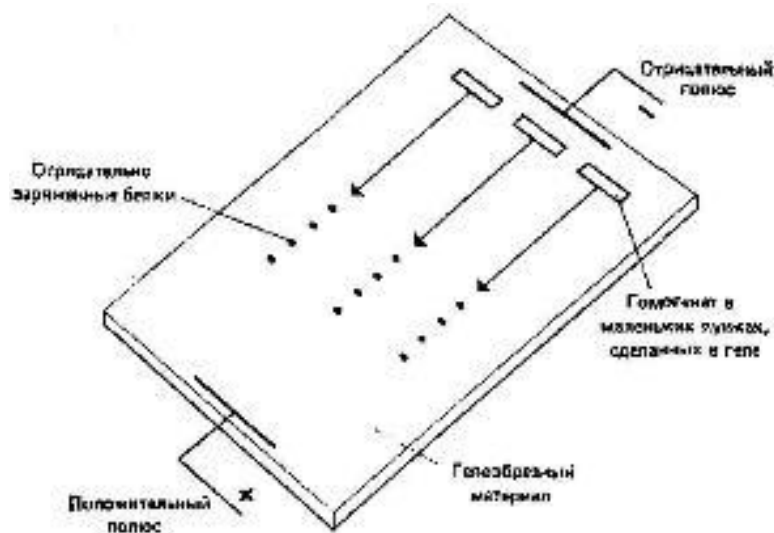
Кислотно-основные свойства аминокислот

При наличии в боковой цепи **основной группы** биполярный ион будет преобладать при более **щелочном значении pH**.



Изоэлектрическая точка аминокислоты

это такое значение рН раствора, при котором преобладающей формой будет биполярный ион аминокислоты. В электрическом поле такой ион не будет перемещаться ни к аноду, ни к катоду.



Химические свойства аминокислот

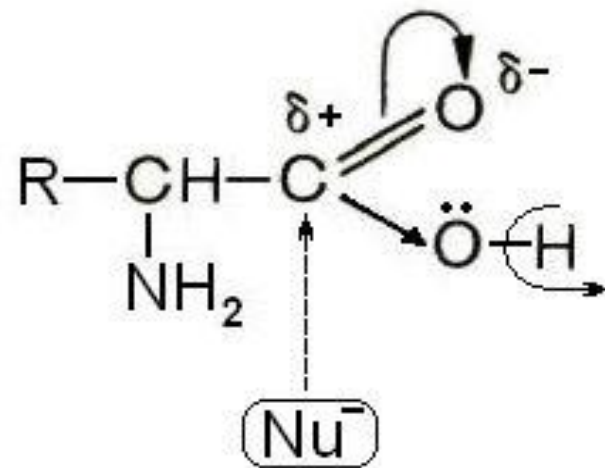
Все химические свойства аминокислот обусловлены наличием в молекулах нескольких реакционноспособных групп.

Все реакции аминокислот можно разбить на три группы:

- 1) по карбоксильной группе;
- 2) по аминогруппе и
- 3) по функциональным группам радикала.

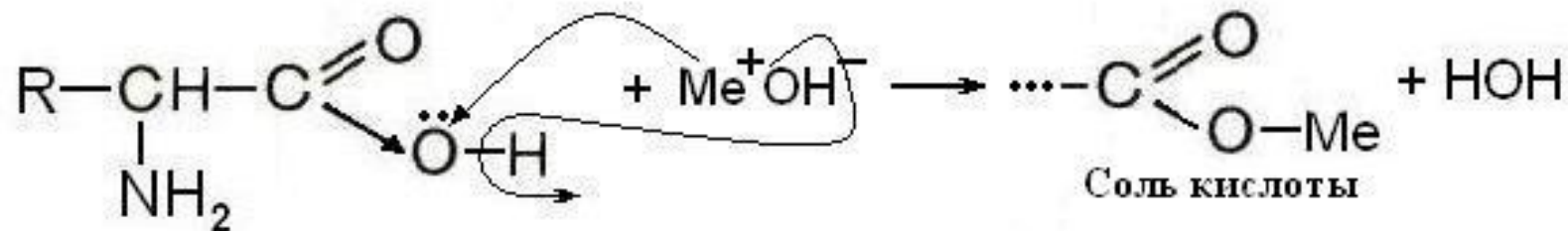
Реакции по карбоксильной группе аминокислот

Более электроотрицательный атом кислорода смещает на себя электронную плотность связи и на атоме углерода возникает электрофильный центр (заряд δ^+). В результате: а) частицы с отрицательным зарядом (Nu^-) могут замещать OH -группу; б) протон водорода в гидроксигруппе легко отрывается и замещается, например, на атом металла (проявление кислотных свойств).



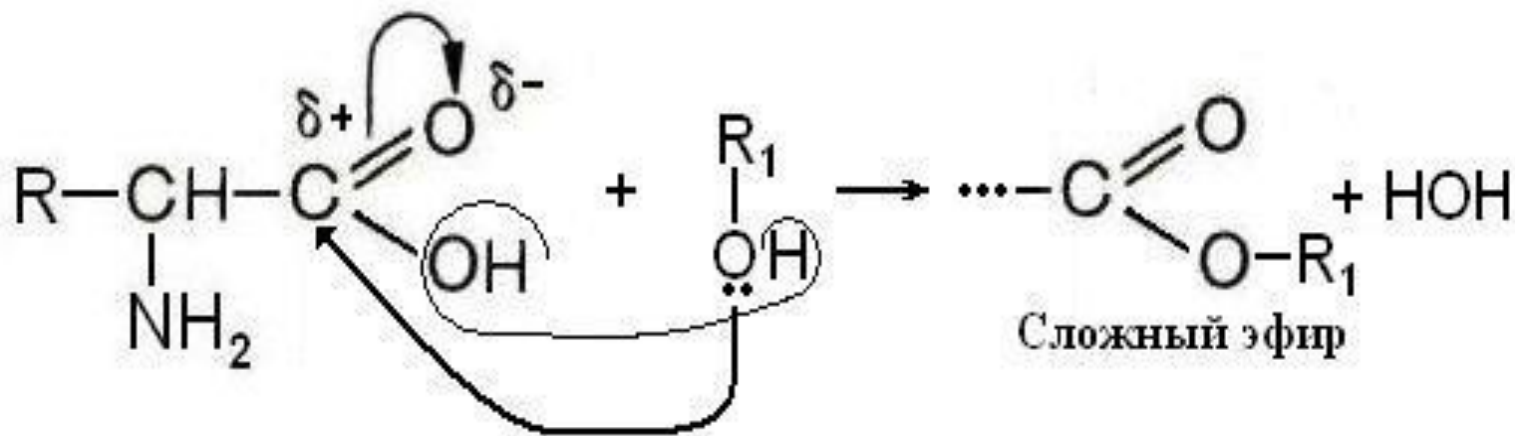
Реакции по карбоксильной группе аминокислот

а) Кислотные свойства (взаимодействие с основаниями и образование солей)



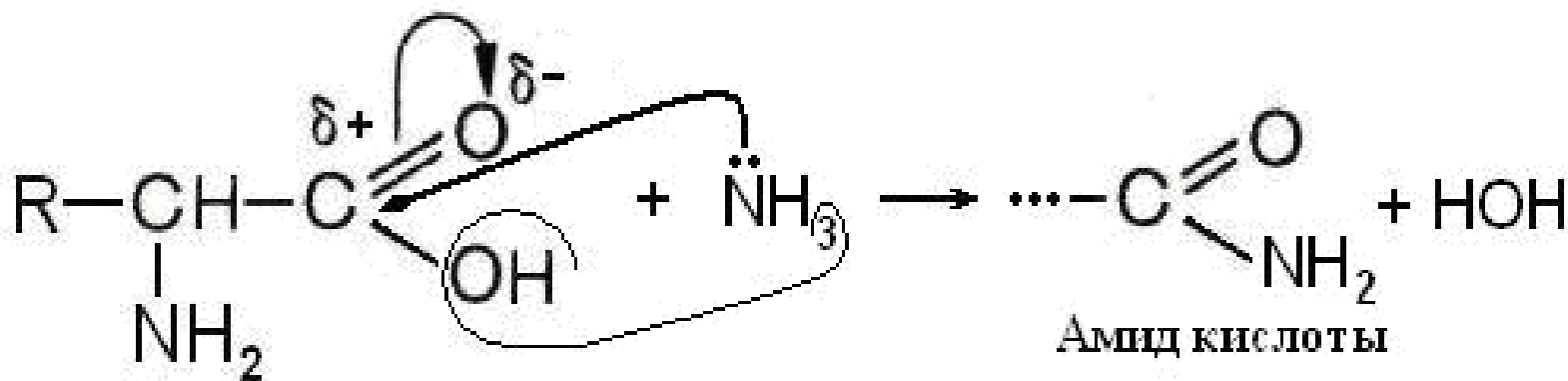
Реакции по карбоксильной группе аминокислот

б) Образование сложных эфиров (реакции со спиртами)



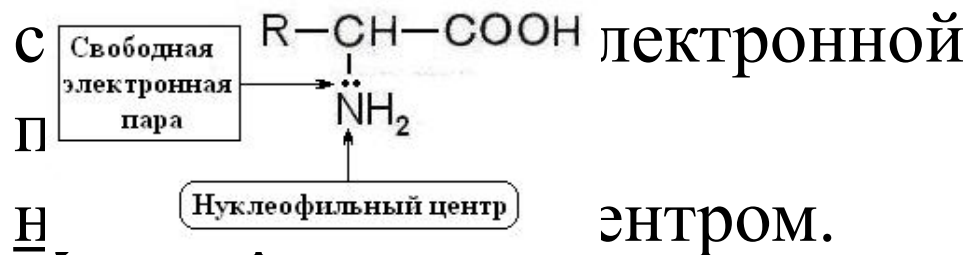
Реакции по карбоксильной группе аминокислот

в) Образование амидов кислот (реакция с аммиаком)



Реакции по аминогруппе аминокислот

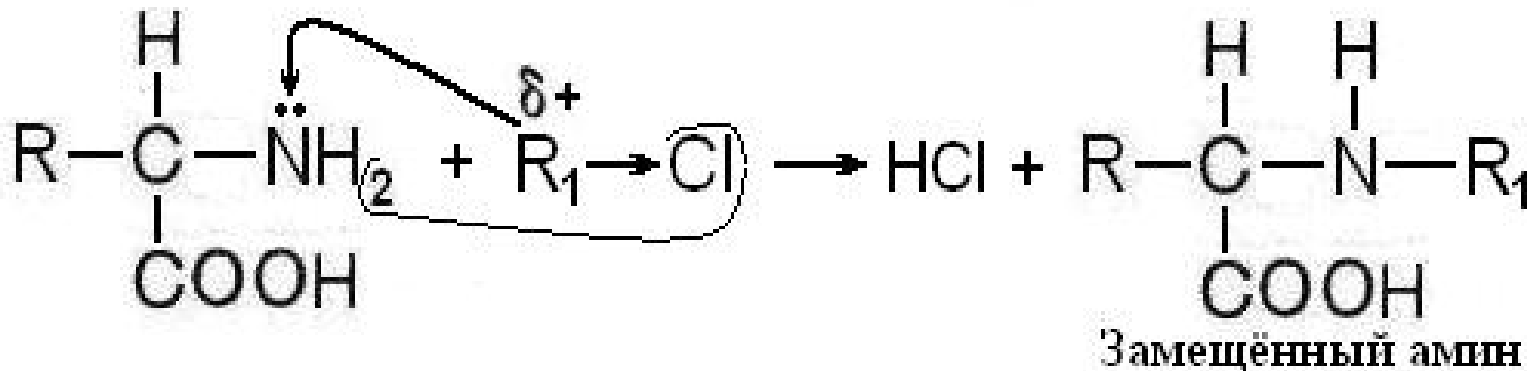
Азот аминогруппы, благодаря



С этим центром могут
взаимодействовать
электрофилы (реагенты с
целым или частичным,
положительным зарядом).

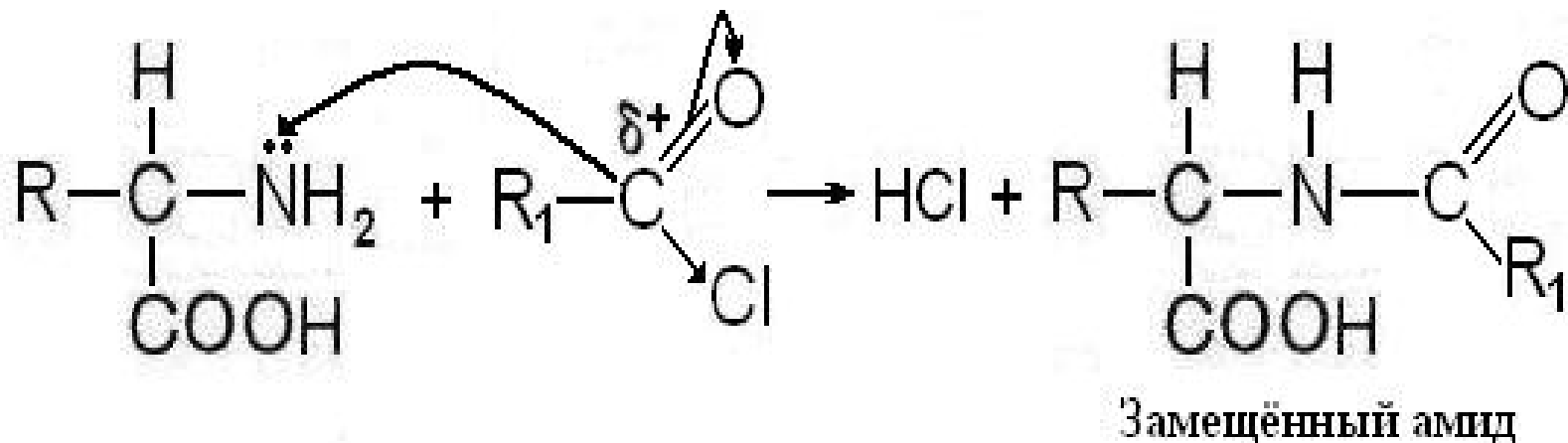
Реакции по аминогруппе аминокислот

а) Образование замещённых аминов (реакция с галоген-алкилами)



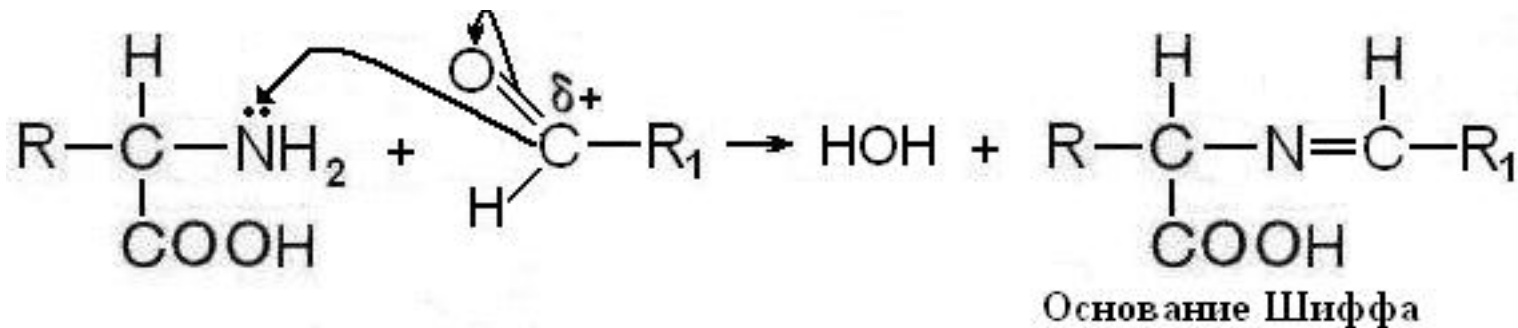
Реакции по аминогруппе аминокислот

б) Ацилирование или образование замещённого амида (реакция с галоген-ангидридами кислот)



Реакции по аминогруппе аминокислот

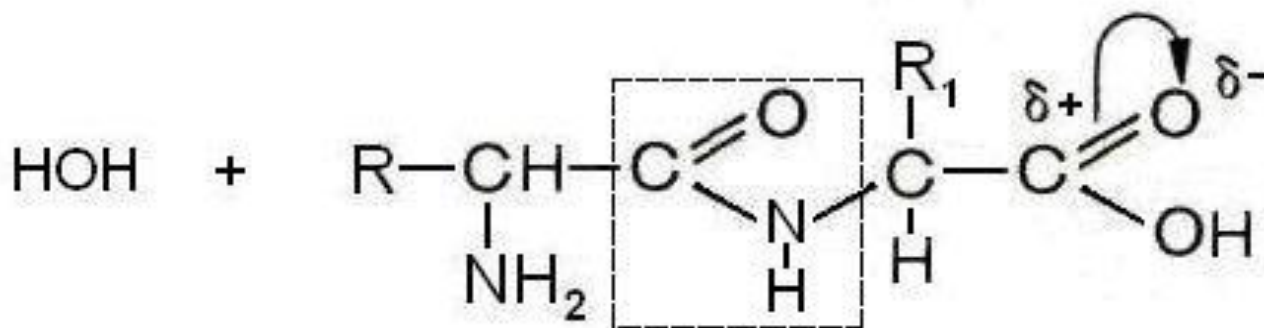
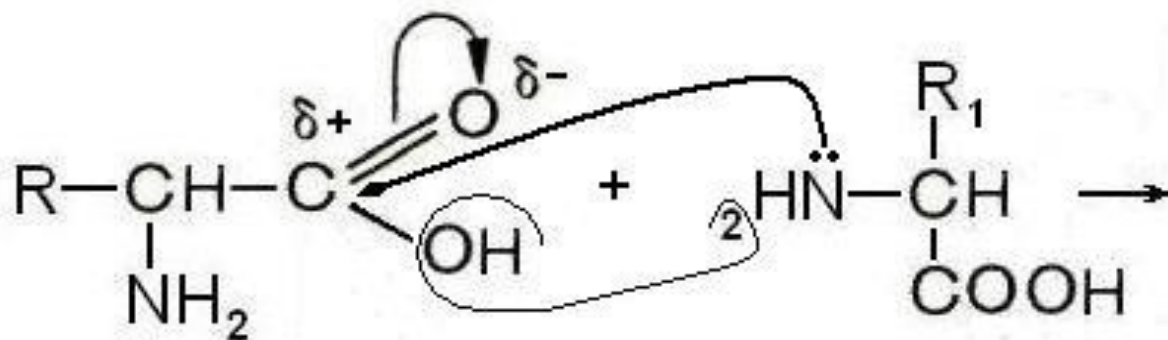
в) Образование оснований Шиффа или замещённых иминов (реакция с альдегидами)



Реакция образования пептидной связи

- Благодаря своей амфотерности аминокислоты могут взаимодействовать друг с другом.
- Для одной аминокислоты это будет реакция по карбоксильной группе, для другой – реакция по аминогруппе.
- В результате такой реакции между ними возникает так называемая **пептидная связь**.

Реакция образования пептидной связи

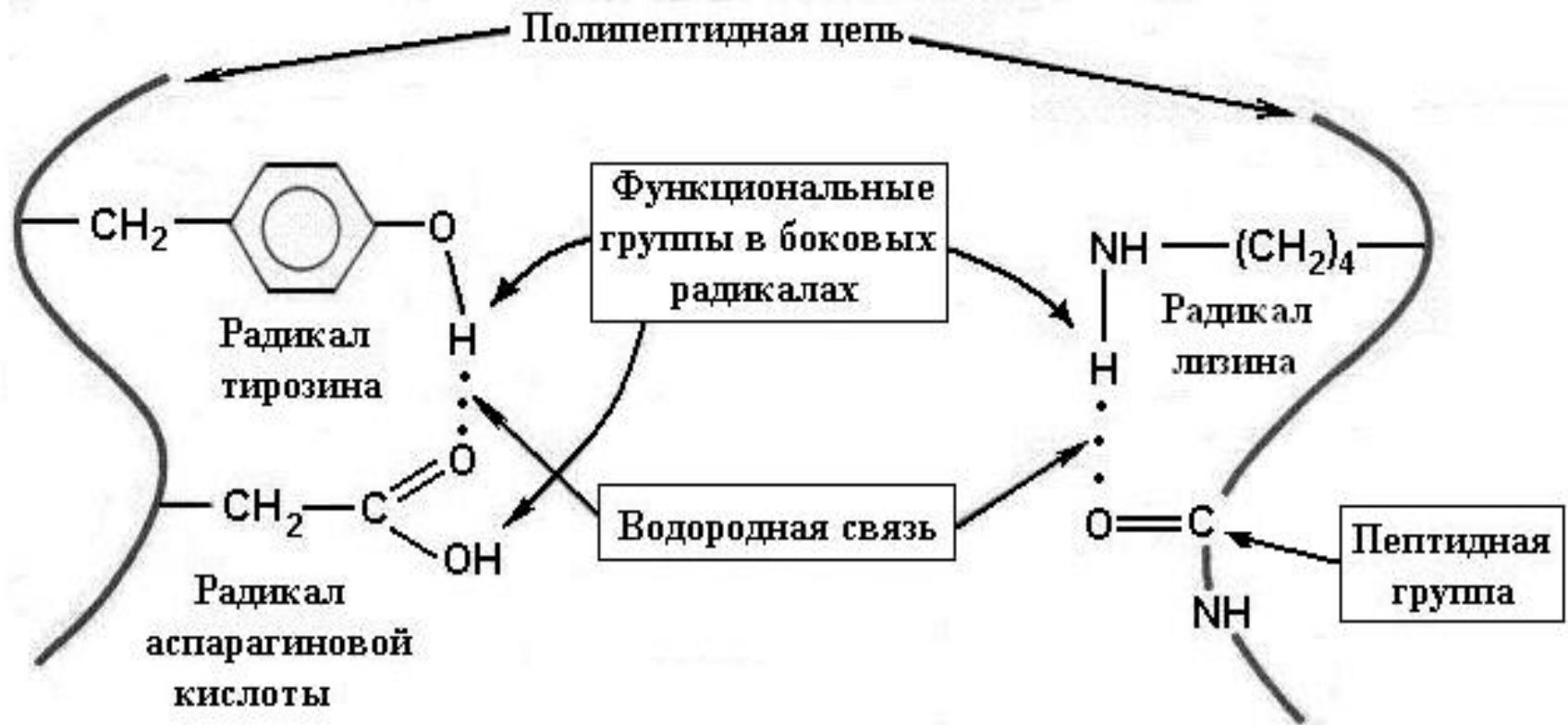


Пептидная связь

Реакции по функциональным группам радикала АК

При сближении аминокислот между радикалами функциональных групп и пептидными группами могут возникать слабые взаимодействия — **водородные связи**

Водородные связи

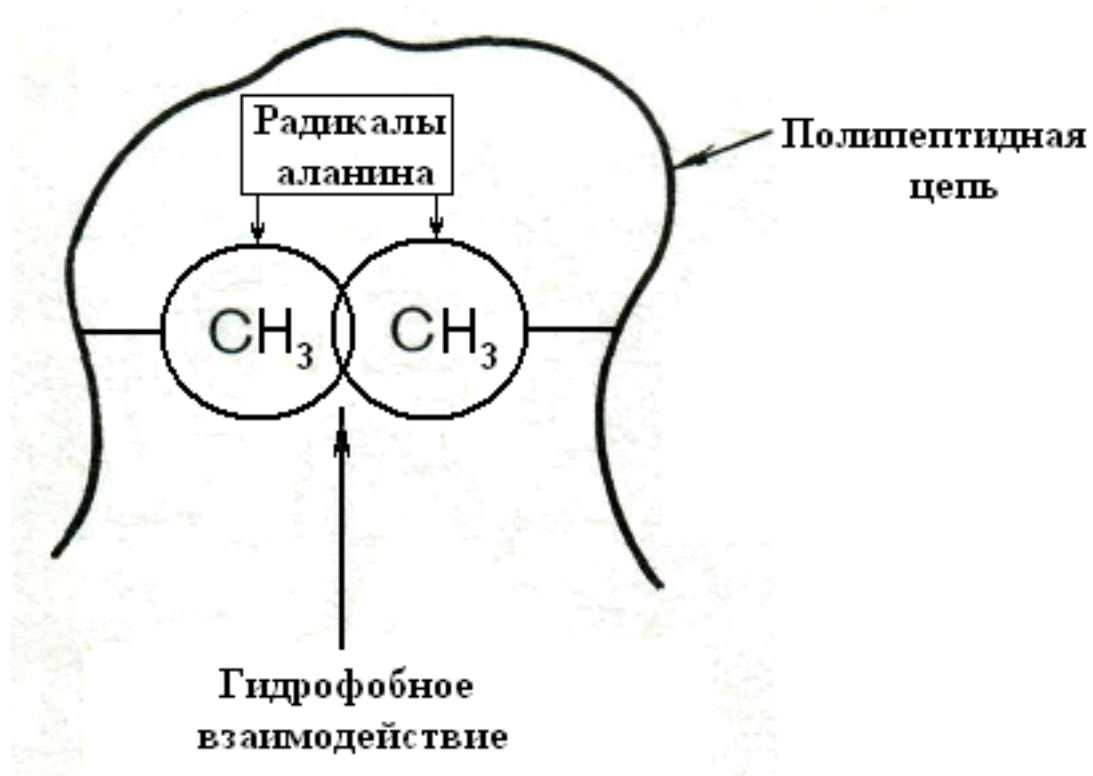


Реакции по функциональным группам радикала АК

Гидрофобные взаимодействия возникают между неполярными гидрофобными радикалами аминокислот (CH_3 аланина, бензольное кольцо фенилаланина, гетероциклический радикал триптофана).

Движущей силой возникновения таких связей является **водное окружение** полипептидной цепи, которое заставляет эти радикалы «прятаться» от воды внутрь.

Гидрофобные взаимодействия

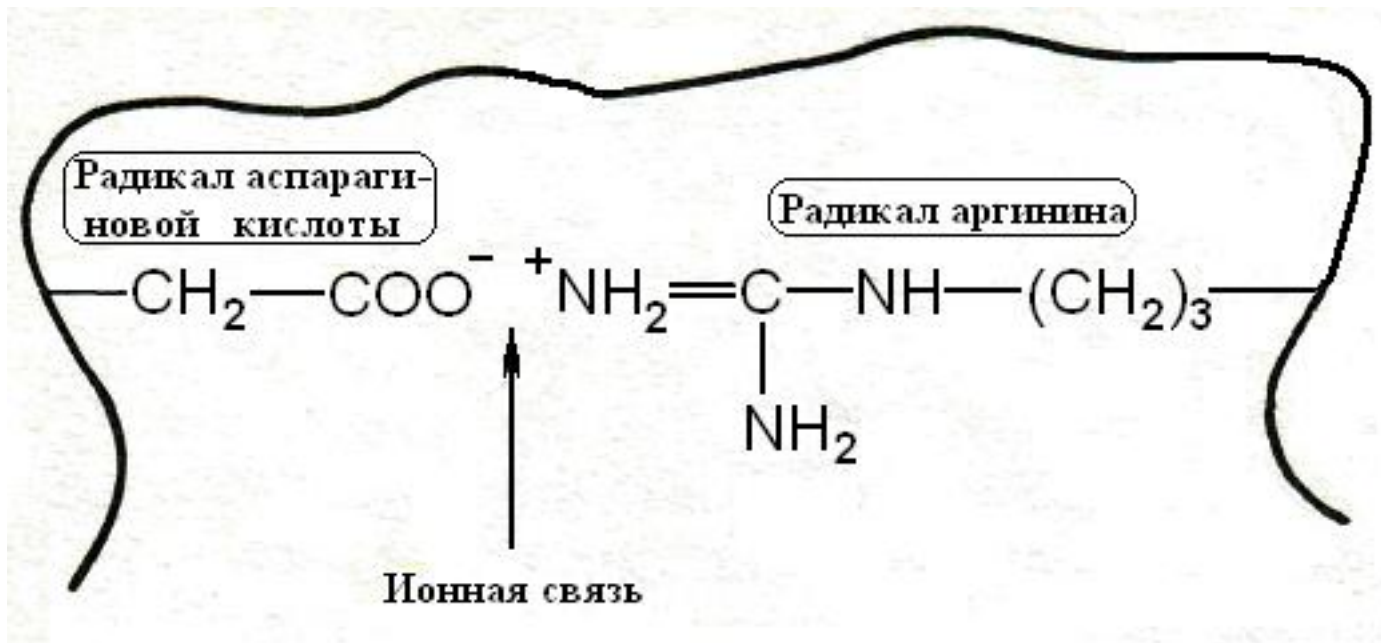


Реакции по функциональным группам радикала АК

Между радикалами аминокислот, содержащими ионогенные группы, возникает **ионная (электростатическая) связь**.

К радикалам такого вида относятся радикалы аминокислот из двух групп – с радикалами, заряженными положительно, и с радикалами, заряженными отрицательно.

Ионная (электростатическая) СВЯЗЬ



Реакции по функциональным группам радикала АК

Между тиольными группами (SH-группы) аминокислоты цистеина может возникать ковалентная **дисульфидная связь** или мостик

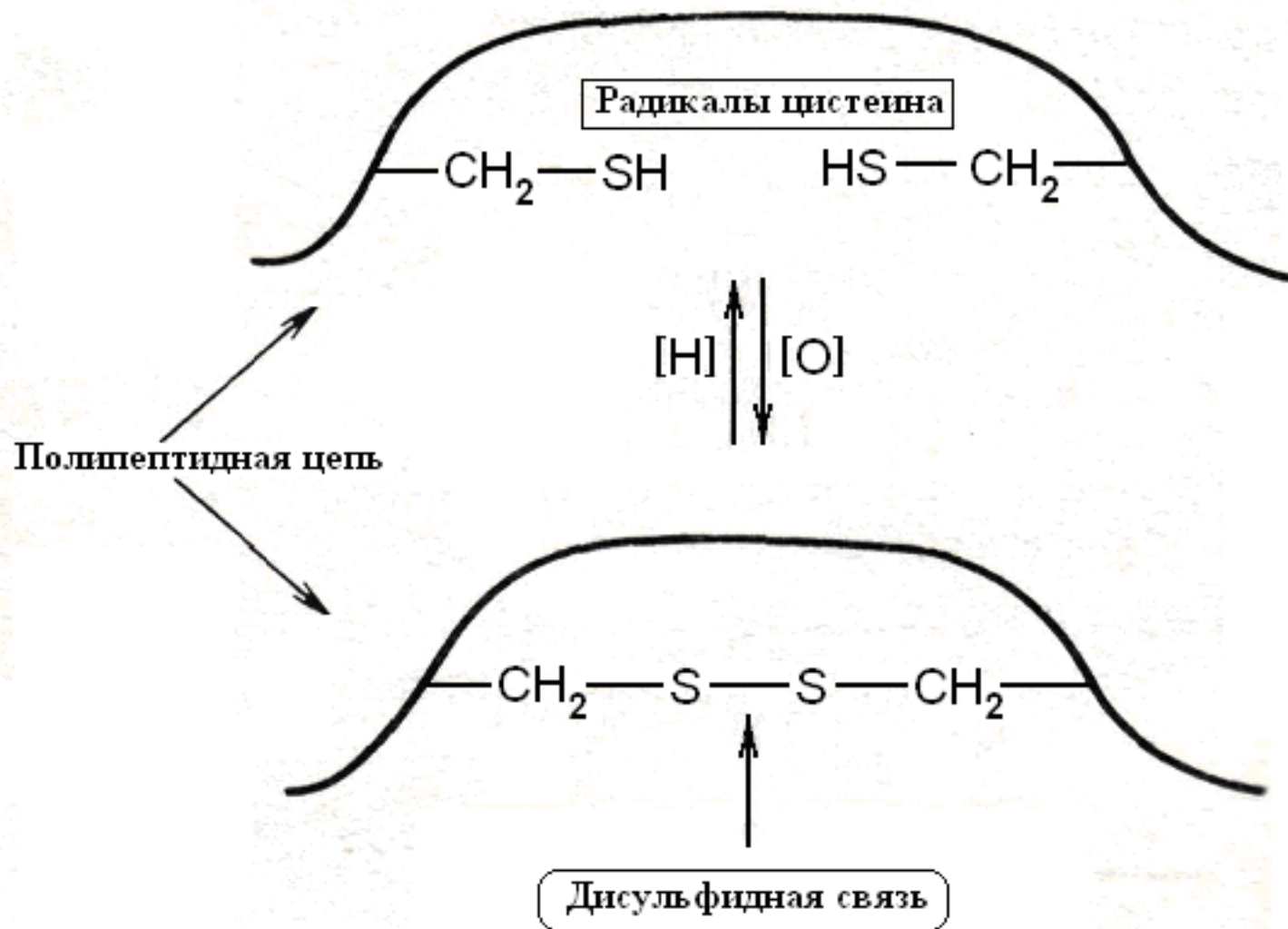
Особенностью этой связи является её способность разрываться под воздействием восстановителей и вновь возникать при окислении.

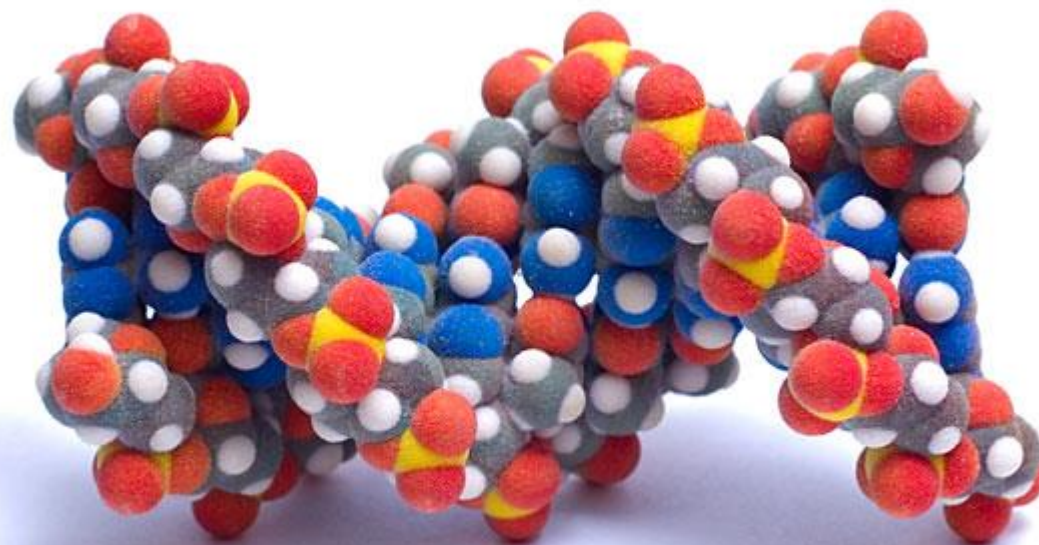
Реакции по функциональным группам радикала АК

Дисульфидная связь – это единственная ковалентная связь между радикалами аминокислот в полипептидах.

Она может возникать как внутри одной пептидной цепи (**внутрицепочечная**), так и между остатками цистеина в разных пептидных цепях (**межцепочечная**).

Дисульфидная связь





Благодарю за внимание!