

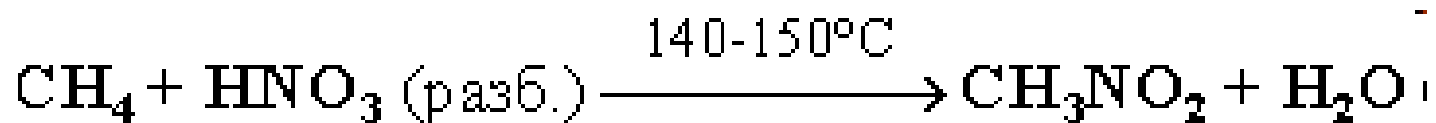


# **Азотсодержащие органические соединения**

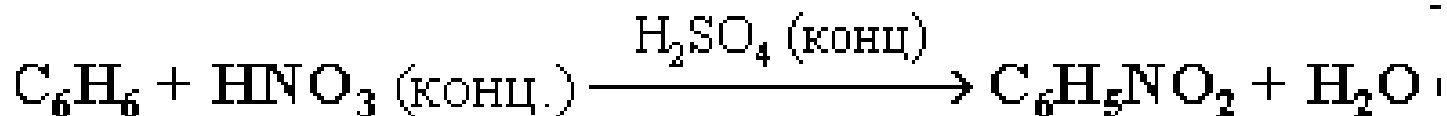
**Органические соединения, содержащие в своем составе нитрогруппу – NO<sub>2</sub>, называются нитросоединениями.**

Общая формула нитросоединений **R–NO<sub>2</sub>**

Нитросоединения подразделяются на алифатические (жирные) и ароматические. Обычно нитросоединения получают в результате реакций нитрования (введение нитрогруппы). Условия нитрования различных углеводородов зависят от их строения. Так, предельные углеводороды образуют нитросоединения при радикальном замещении атома водорода на нитрогруппу (реакция Коновалова).

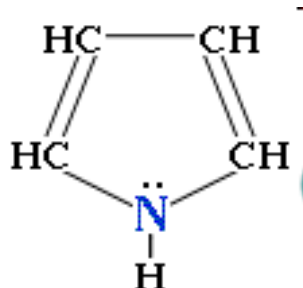
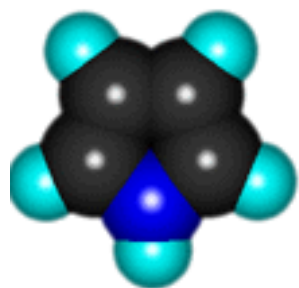


Ароматические углеводороды образуют нитропроизводные при электрофильном замещении в бензольном ядре.

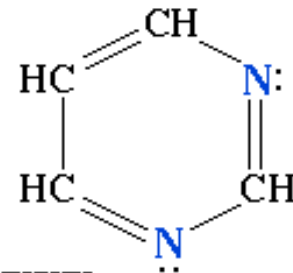


При восстановлении нитросоединения способны превращаться в амины (реакция Зинина)

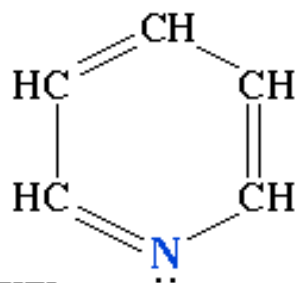
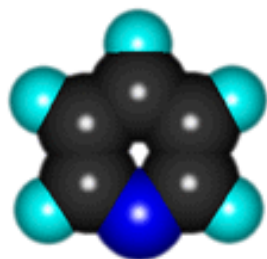
Гетероциклические соединения - это органические вещества, содержащие в своих молекулах циклы, в образовании которых кроме атомов углерода участвуют атомы других элементов (гетероатомы).



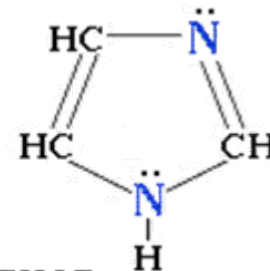
Пиррол



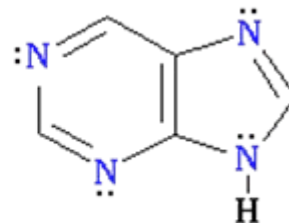
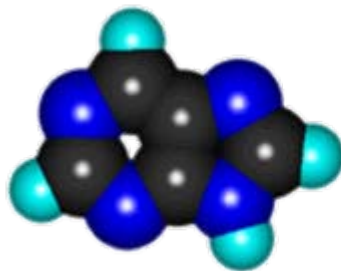
Пиримидин



Пиридин



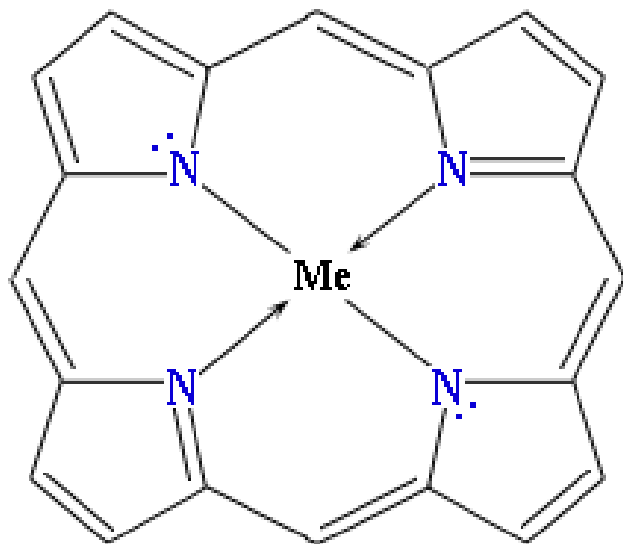
Имидазол



Пурин

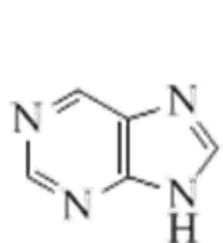
**Пиррол** применяют для синтеза различных органических веществ.

Пиррольные структуры содержатся в гемоглобине, хлорофилле, витамине В12 и некоторых других природных соединениях. В состав молекул этих сложных веществ входит тетрапиррольный фрагмент (*порфин*) в виде комплекса с металлом:

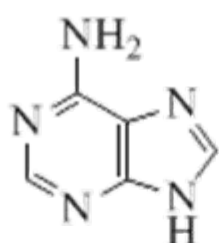


(Fe в гемоглобине  
Mg в хлорофилле  
Co в витамине В12)

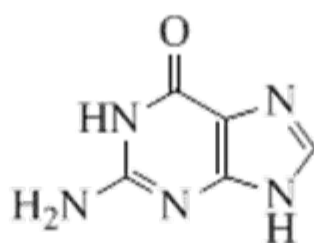
**Пуриновые основания** — органические природные соединения, производные пурина. К пуриновым основаниям относятся аденин, гуанин, которые входят в состав нуклеиновых кислот; продукт азотистого обмена — мочевая кислота; лекарственные вещества — кофеин, теобромин.



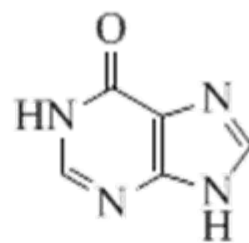
purine  
1



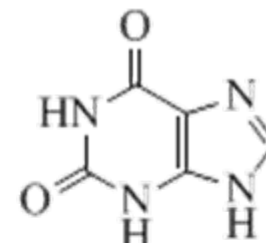
adenine  
2



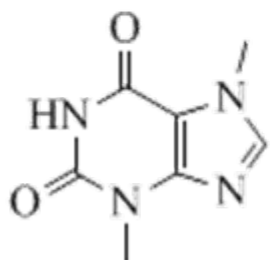
guanine  
3



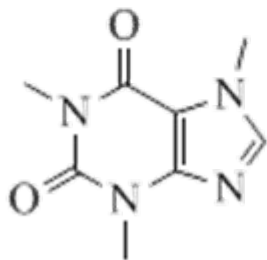
hypoxanthine  
4



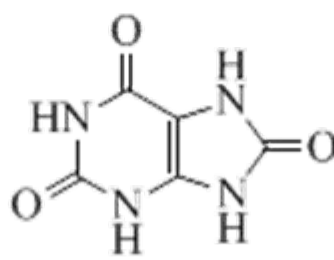
xanthine  
5



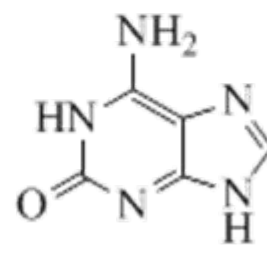
theobromine  
6



caffeine  
7

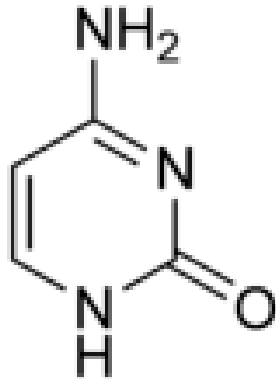


uric acid  
8

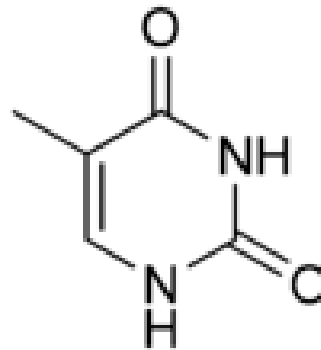


isoguanine  
9

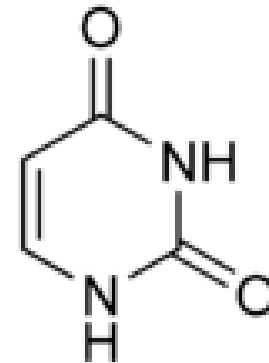
Пиримидиновые основания широко распространены в животных, растительных тканях и в микроорганизмах. Биологически наиболее важными пиримидиновыми основаниями являются урацил, цитозин, тимин, входящие в состав нуклеиновых кислот, нуклеозидов, нуклеотидов. Пиримидиновое ядро входит в состав некоторых витаминов группы В, в частности В1, коферментов и антибиотиков.



Структурная формула цитозина



Структурная формула тимина

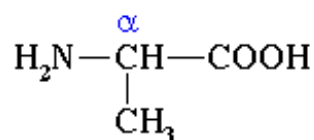


Структурная формула урацила

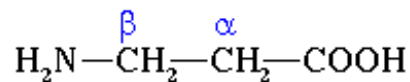
**Аминокислоты** — органические бифункциональные соединения, в состав которых входят карбоксильные группы –COOH и аминогруппы -NH<sub>2</sub>.

Аминокислоты классифицируют по двум структурным признакам.

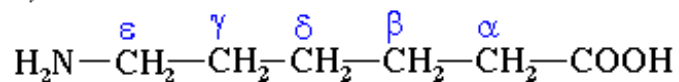
- В зависимости от взаимного расположения амино- и карбоксильной групп аминокислоты подразделяют на α-, β-, γ-, δ-, ε- и т. д.



2-аминопропановая кислота  
(α-аминопропионовая,  
аланин)

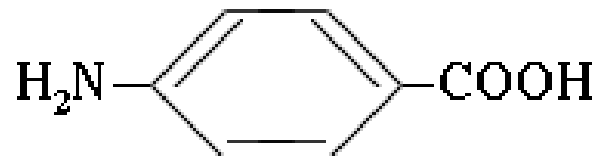


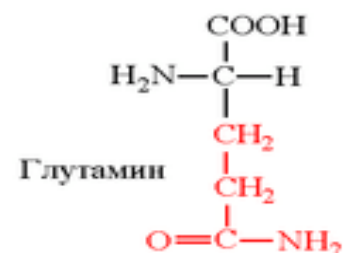
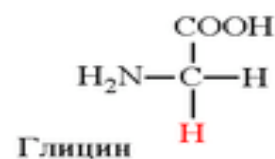
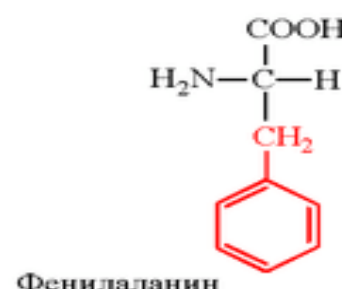
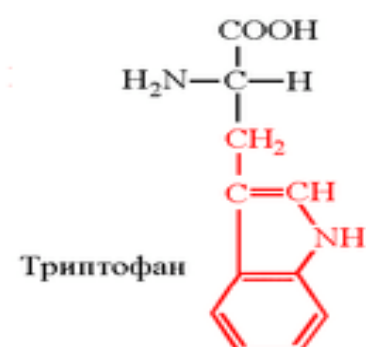
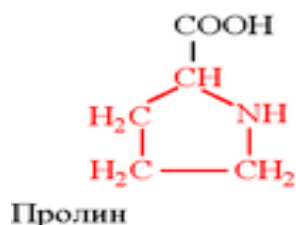
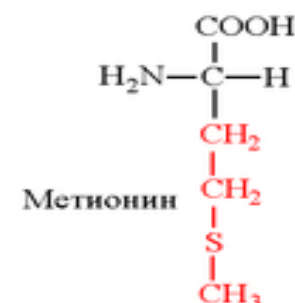
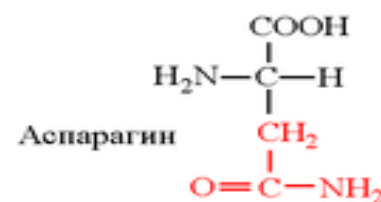
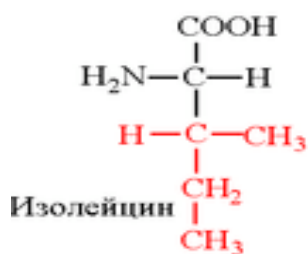
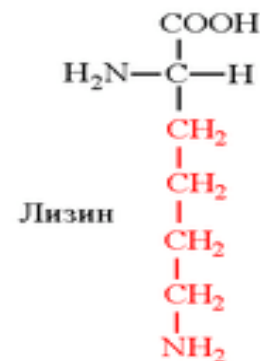
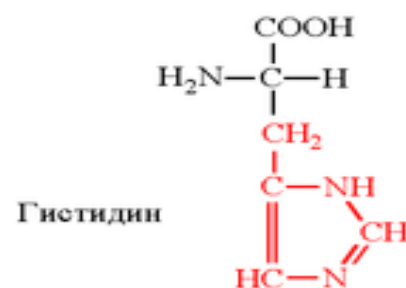
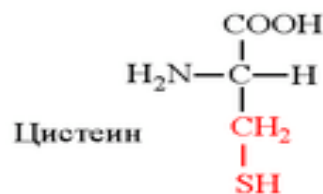
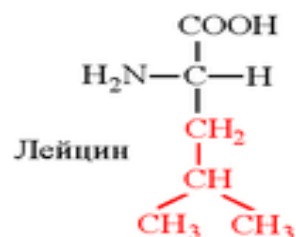
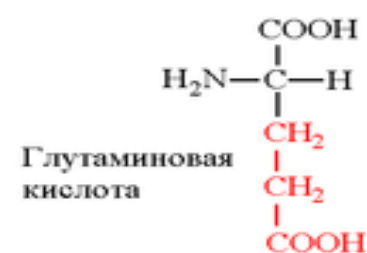
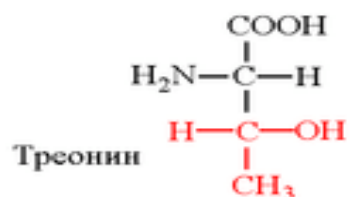
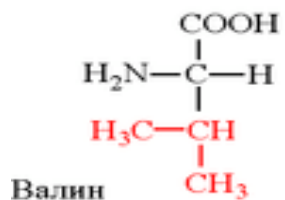
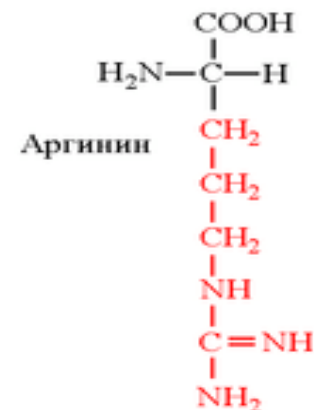
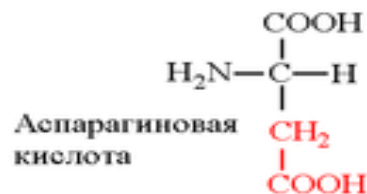
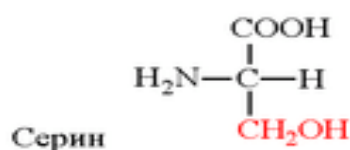
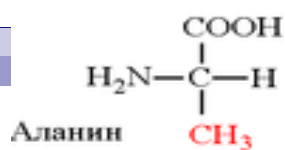
3-аминопропановая кислота  
(β-аминопропионовая)




6-аминогексановая кислота  
(ε-аминокапроновая)

- По характеру углеводородного радикала различают алифатические (жирные) и ароматические аминокислоты. Приведенные выше аминокислоты относятся к жирному ряду.









Все входящие в состав живых организмов  $\alpha$ -аминокислоты, кроме глицина, содержат асимметричный атом углерода (треонин и изолейцин содержат два асимметричных атома) и обладают оптической активностью. Почти все встречающиеся в природе  $\alpha$ -аминокислоты имеют L-форму, и лишь L-аминокислоты включаются в состав белков, синтезируемых на рибосомах.

Данную особенность «живых» аминокислот весьма трудно объяснить, так как в реакциях между оптически неактивными веществами или рацематами (которыми, видимо, были представлены органические молекулы на древней Земле) L и D-формы образуются в одинаковых количествах. Возможно, выбор одной из форм (L или D) — просто результат случайного стечения обстоятельств: первые молекулы, с которых смог начаться матричный синтез, обладали определенной формой, и именно к ним «приспособились» соответствующие ферменты.

Оптические изомеры аминокислот претерпевают медленную самопроизвольную неферментативную рацемизацию. Например, в белке дентине (входит в состав зубов) L-аспартат переходит в D-форму со скоростью 0,1 % в год, что может быть использовано для определения возраста биологических объектов.

С развитием следового аминокислотного анализа D-аминокислоты были обнаружены сначала в составе клеточных стенок некоторых бактерий (1966), а затем и в тканях высших организмов. Так, D-аспартат и D-метионин предположительно являются нейромедиаторами у млекопитающих.

В состав некоторых пептидов входят D-аминокислоты, образующиеся при посттрансляционной модификации. Например, D-метионин и D-аланин входят в состав опиоидных гептапептидов кожи южноамериканских амфибий филломедуз (дерморфина, дермэнкефалина и делторфинов). Наличие D-аминокислот определяет высокую биологическую активность этих пептидов как анальгетиков.

Сходным образом образуются пептидные антибиотики бактериального происхождения, действующие против грамположительных бактерий — низин, субтилин и эпидермин.

Гораздо чаще D-аминокислоты входят в состав пептидов и их производных, образующихся путем нерибосомного синтеза в клетках грибов и бактерий. Видимо, в этом случае исходным материалом для синтеза служат также L-аминокислоты, которые изомеризуются одной из субъединиц ферментного комплекса, осуществляющего синтез пептида.

Аминокислоты могут проявлять как кислотные свойства, обусловленные наличием в их молекулах карбоксильной группы -COOH, так и основные свойства, обусловленные аминогруппой -NH<sub>2</sub>. Растворы аминокислот в воде благодаря этому обладают свойствами буферных растворов.

Цвиттер-ионом называют молекулу аминокислоты, в которой аминогруппа представлена в виде -NH<sub>3</sub><sup>+</sup>, а карбоксигруппа — в виде -COO<sup>-</sup>. Такая молекула обладает значительным дипольным моментом при нулевом суммарном заряде. Именно из таких молекул построены кристаллы большинства аминокислот.

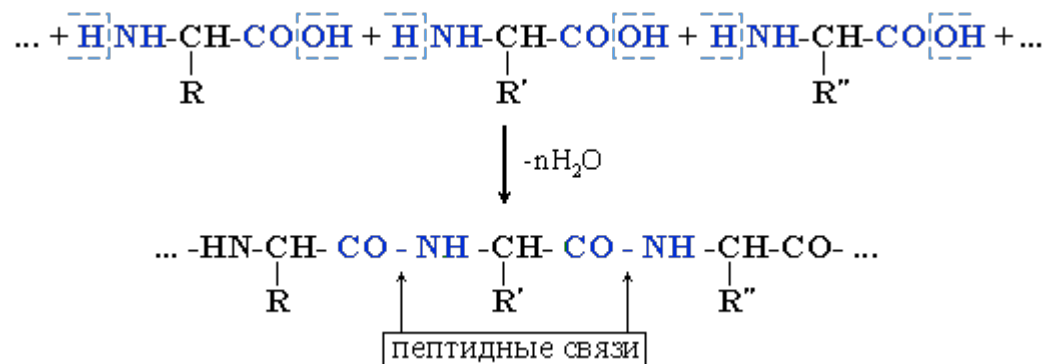
Некоторые аминокислоты имеют несколько аминогрупп и карбоксильных групп. Для этих аминокислот трудно говорить о каком-то конкретном цвиттер-ионе.

**Изоэлектрической точкой** аминокислоты называют значение pH, при котором максимальная доля молекул аминокислоты обладает нулевым зарядом. При таком pH аминокислота наименее подвижна в электрическом поле, и данное свойство можно использовать для разделения аминокислот, а также белков и пептидов.

Аминокислоты обычно могут вступать во все реакции, характерные для карбоновых кислот и аминов.

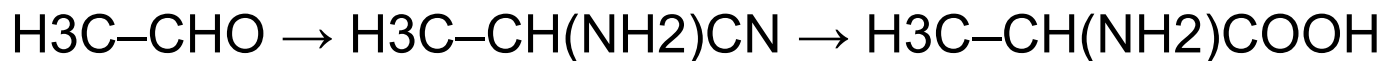
Межмолекулярное взаимодействие  $\alpha$ -аминокислот приводит к образованию **пептидов**. При взаимодействии двух  $\alpha$ -аминокислот образуется **дипептид**. Межмолекулярная реакция с участием трех  $\alpha$ -аминокислот приводит к образованию **трипептида** и т.д.

Фрагменты молекул аминокислот, образующие пептидную цепь, называются аминокислотными остатками, а связь  $\text{CO}-\text{NH}$  - **пептидной связью**. Важнейшие природные полимеры - **белки** - относятся к полипептидам, т.е. представляют собой продукт поликонденсации  $\alpha$ -аминокислот



## 1850 г. А.Штреккер синтезировал первую аминокислоту – аланин

В 1850-м году Адольф Штреккер получил аланин с помощью циангидринной реакции. К ацетальдегиду Штреккер добавлял аммиак, а затем циан. Образующееся соединение подвергалось гидролизу в кислой среде, и получался аланин.



Через двадцать пять лет после Штреккера Э.Эрленмейер понял, что эта реакция дает общий метод для синтеза аминокислот.



## 1902 г. Эмиль Фишер положил начало синтезу полипептидов и получил первый чистый дипептид

«Чтобы в этой трудной области получить достоверные результаты, прежде всего необходимо найти метод, который позволил бы последовательно соединять друг с другом молекулы различных аминокислот при помощи связей ангидридного типа (пептидных связей), при условии, что каждое из полученных промежуточных соединений может быть охарактеризовано» Всего Фишер и его сотрудники синтезировали более 125 пептидов различного состава и молекулярного веса. Самый крупный из них состоял из 18 аминокислотных остатков. Эти пептиды Фишер сравнивал с пептонами, полученными при гидролизе, и убеждался, что во многих случаях их свойства одинаковы. Тем самым ученый доказал, что при гидролизе белков образуются пептиды – цепочки аминокислот, связанных амидными (пептидными) связями, образующимися между  $-COOH$  и  $-NH_2$ -группами.

1. При окислении 10,8 г органического вещества аммиачным раствором оксида серебра выделилось 32,4 г серебра. Вычислите молярную массу продукта окисления и изобразите графические формулы всех возможных его изомеров
2. При пропускании смеси метиламина и бутана через склянку с соляной кислотой масса последней увеличилась на 7,75 г. Массовая доля бутана в исходной смеси составляла 25%. Определите объем исходной газовой смеси (н.у.).