

# Азотсодержащие гетероциклические соединения

Профильный уровень



Учитель химии

МОУ Навлинская СОШ №1

Кожемяко Г.С.

Презентация  
для интерактивной  
доски

# План урока

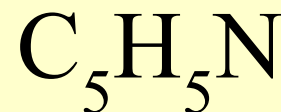
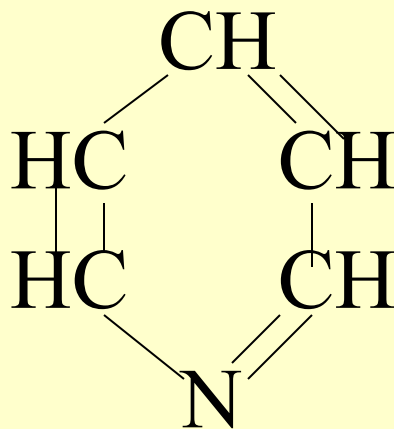
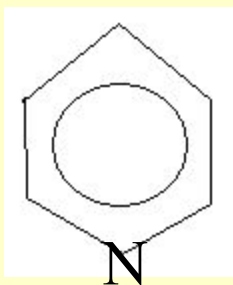
- Строение и свойства пиридина, гомологи пиридина.
- Строение и свойства пиримидина.
- Пиримидиновые основания.
- Строение и свойства пятичленных гетероциклов: пиррола, имидазола, пиразола.
- Пуриновые основания.

# Гетероциклические соединения

- - органические соединения, содержащие в своих молекулах **циклы**, в образовании которых принимают участие **неуглеродные атомы** (гетероатомы).

# Шестичленные гетероциклы

- **Пиридин**

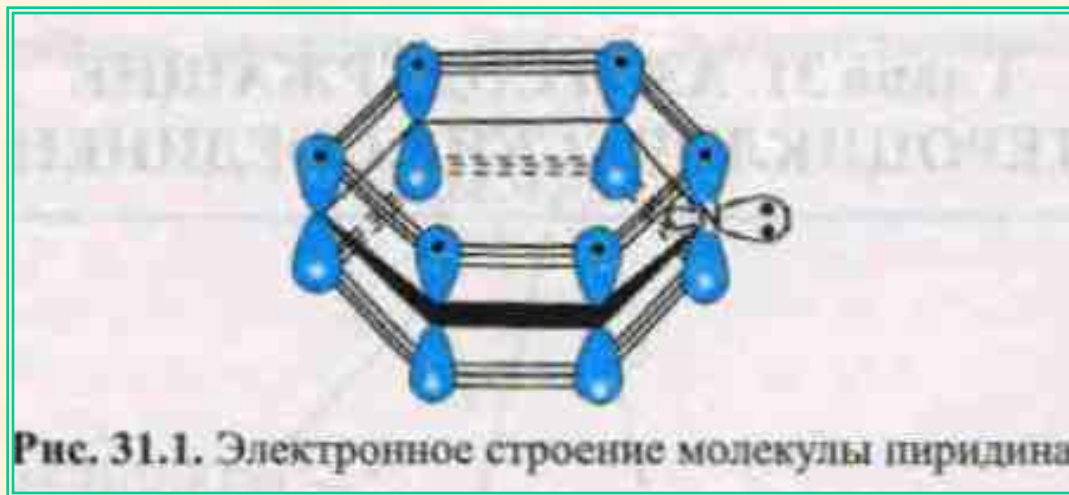


Простейший шестичленный ароматический гетероцикл с одним атомом азота.

Аналогом какого вещества можно считать пиридин?

# Строение пиридина

- По электронному строению напоминает бензол. Все атомы в  $sp^2$ -гибридизации. Шесть негибридных электронов (по одному от каждого атома) образуют  $\pi$ -электронную ароматическую систему.
- Две гибридные орбитали атома азота образуют связи с атомами углерода, а третья содержит неподеленную электронную пару.
- **Какими свойствами может обладать пиридин?**



# Физические свойства и получение пиридина

- Бесцветная жидкость, немного легче воды,
- с характерным неприятным запахом,
- с водой смешивается в любых соотношениях.
- Выделяют из каменноугольной смолы.

# Химические свойства пиридина

- Чем определяются химические свойства пиридина?
- Наличие **ароматической системы** – реакции электрофильного замещения и гидрирования.
- Наличие **атома азота с неподеленной электронной парой** – основные свойства.

# Основные свойства пиридина

- Более слабое основание, чем алифатические амины. Водный раствор окрашивает лакмус в синий цвет. Почему?
- При взаимодействии с сильными кислотами образует соли пиридиния. Составьте уравнение реакции взаимодействия пиридина с соляной кислотой.



# Ароматические свойства пиридина

- Активность в реакциях электрофильного замещения ниже, чем бензола из-за большой электроотрицательности атома азота. Нитруется при  $300^{\circ}\text{C}$  с низким выходом. Составьте **уравнение реакции нитрования**, если замещение происходит в мета-положение.

# Ароматические свойства пиридина

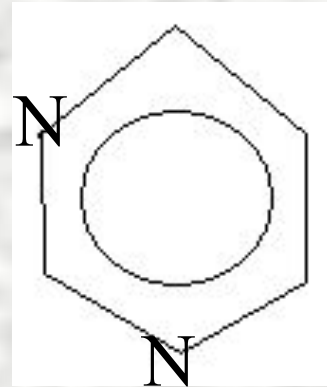
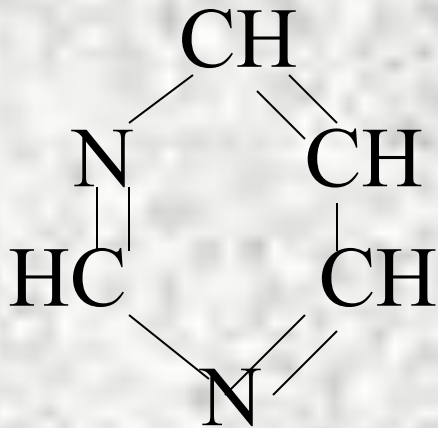
- При гидрировании пиридина образуется **пиперидин**, который представляет собой циклический вторичный амин и является гораздо более сильным основанием, чем пиридин. Почему? Составьте уравнение **реакции гидрирования**.

# Гомологи пиридина

- По свойствам похожи на гомологи бензола. При окислении боковых цепей образуются соответствующие карбоновые кислоты. Составьте схему **реакции окисления 3-метилпиридина** до пиридин-3-карбоновой (**никотиновой**) кислоты.
- Никотиновая кислота и ее амид ( $-\text{CO}-\text{NH}_2$ ) – важные лекарственные препараты (**витамин РР**).

# Пиримидин

- Шестичленный гетероцикл с двумя атомами азота.



Какие свойства проявляет это вещество?

# Свойства пиримидина

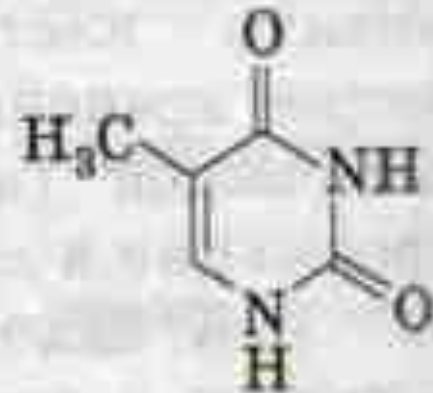
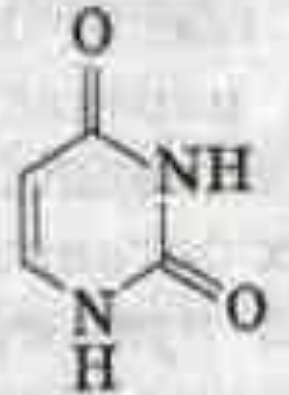
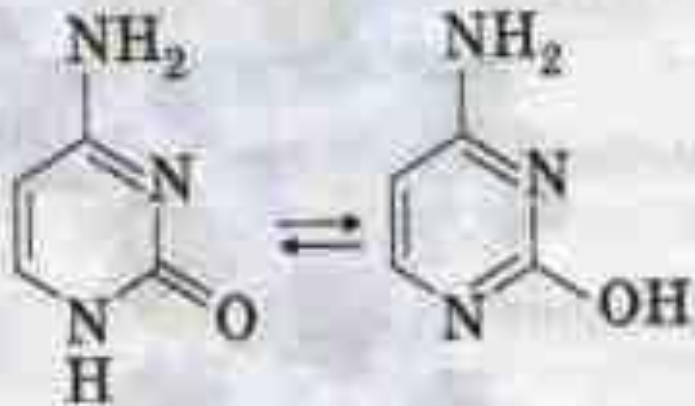
- Благодаря наличию в кольце двух электроотрицательных атомов азота, пиримидин **менее активен** в реакциях электрофильного замещения, чем пиридин.
- Его **основные свойства** выражены **слабее**, чем у пиридина.
- **Основное значение – родоначальник класса пиримидиновых оснований!**

# Пиримидиновые основания

- - производные пиримидина, остатки которых входят в состав нуклеиновых кислот: **урацил, тимин, цитозин.**

# Пиримидиновые основания

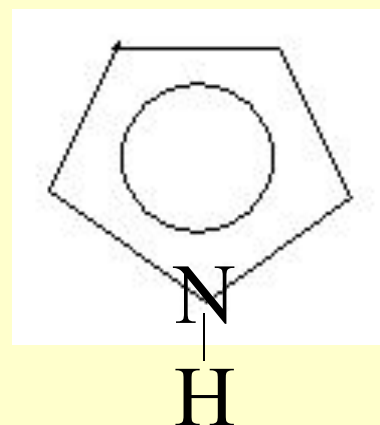
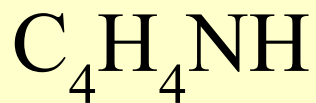
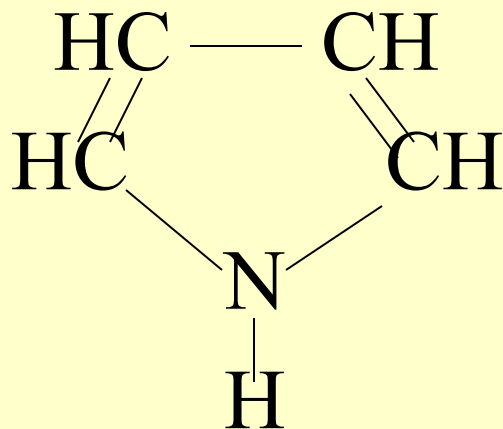
*Пиримидиновые основания.*



Каждое из этих оснований может существовать в двух **таутомерных формах**. В свободном состоянии основания существуют в **ароматической форме**, а в состав нуклеиновых кислот они входят в **NH-форме**.

# Соединения с пятичленными циклами

- **Пиррол** – пятичленный гетероцикл с одним атомом азота.





# Строение молекулы пиррола

- Атомы углерода и атом азота находятся в состоянии в  $sp^2$ -гибридизации. Четыре негибридизованных электрона атома углерода и неподеленная электронная пара атома азота образуют  $p$ -электронную ароматическую систему.
- Будет ли пиррол проявлять основные свойства?
- **Электронная пара атома азота в пирроле входит в состав ароматической системы, поэтому пиррол практически лишен основных свойств.**

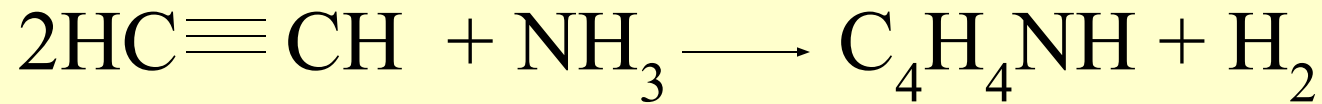


# Физические свойства пиррола

- **Бесцветная жидкость**
- Запах напоминает запах хлороформа
- Слабо растворим в воде (<6%)
- Растворим в органических растворителях
- На воздухе быстро окисляется и темнеет

# Получение пиррола

- Конденсацией **ацетилена с аммиаком**



# Химические свойства пиррола

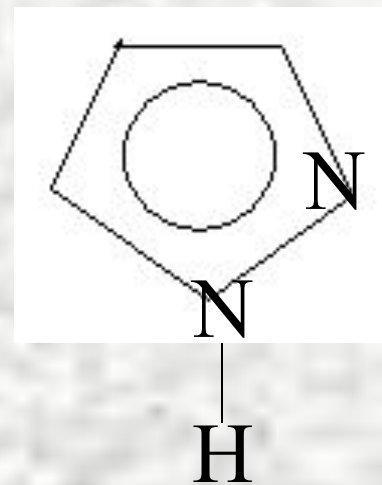
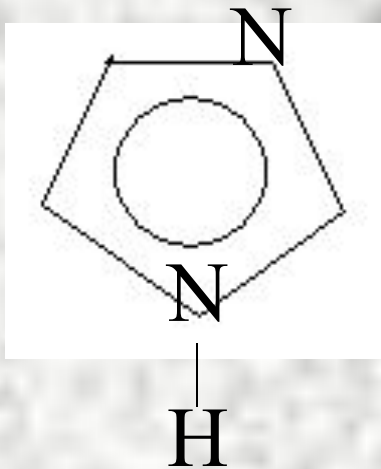
- **В кислой среде неустойчив:** сильные минеральные кислоты могут вытягивать электронную пару атома азота из ароматической системы.
- Проявляет **свойства очень слабой кислоты.** Реагирует с калием, образуя пиррол-калий. Составьте уравнение реакции.
  
- Как ароматическое соединение вступает **в реакции электрофильного замещения** у альфа-атома углерода.

# Химические свойства пиррола

- При гидрировании пиррола образуется пирролидин – циклический вторичный амин, проявляющий основные свойства. Составьте уравнение реакции.

# Имидазол и пиразол

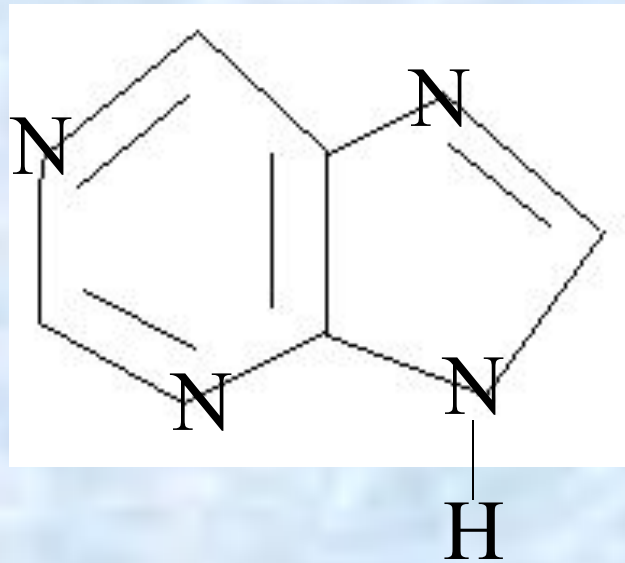
- Пятичленные ароматические гетероциклы, содержащие два атома азота, -  $C_3H_4N_2$ .



Почему эти соединения амфотерны?

# Пурин

- - гетероцикл, включающий два сочлененных цикла: **пиримидиновый** и **имидазольный**.



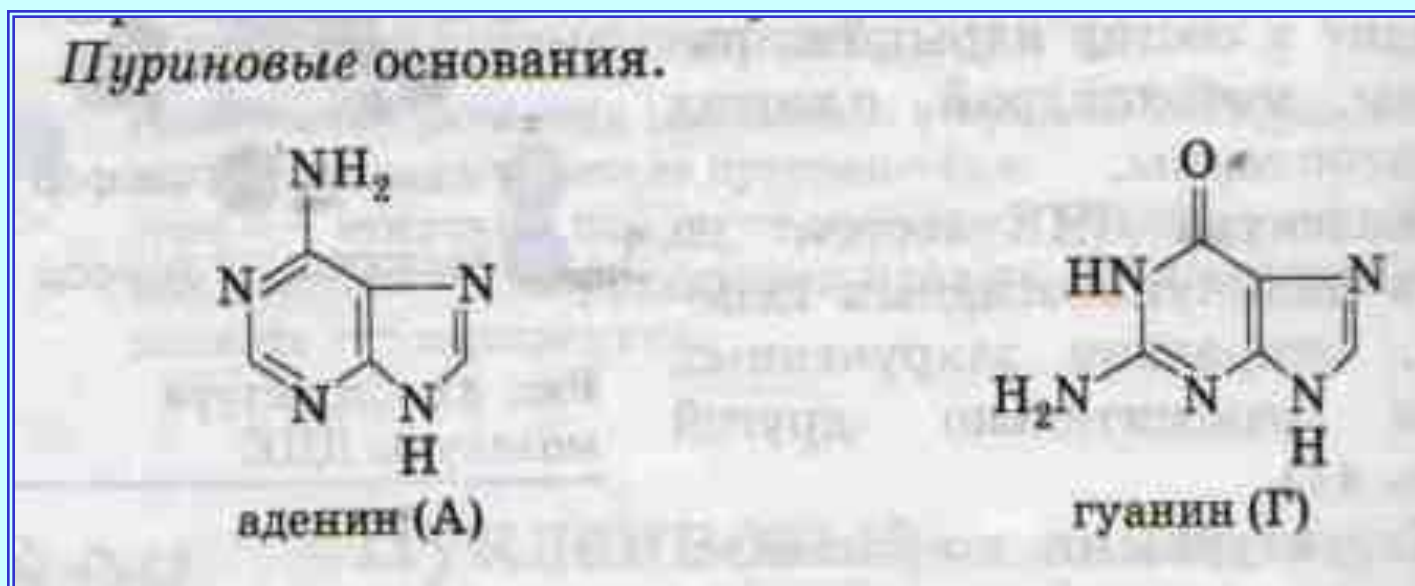
# Строение и свойства пурина

- Ароматическая система пурина включает в себя 10 пи-электронов (8 электронов двойных связей и два неподеленных пиррольного атома азота).
- **Пурин – амфотерное соединение. Почему?**
- **Основные свойства – атомы азота шестичленного цикла, кислотные свойства – группа NH пятичленного цикла.**
- **Основное значение пурина – родоначальник класса пуриновых оснований!**



# Пуриновые основания

- производные пурина, остатки которых входят в состав нуклеиновых кислот: **аденин, гуанин**.



Могут ли пуриновые основания существовать в разных таутомерных формах ?



# Задание на дом

- Знать формулы, уметь описать строение и свойства пиридина, пиримидина, пиррола, имидазола, пиразола.
- Знать формулы азотистых оснований, входящих в состав нуклеиновых кислот.
- Сколько водородных связей могут образовать между собой комплементарные азотистые основания?

