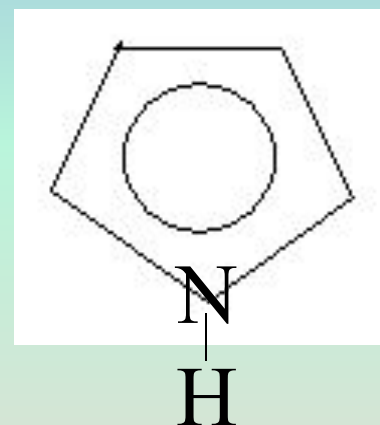
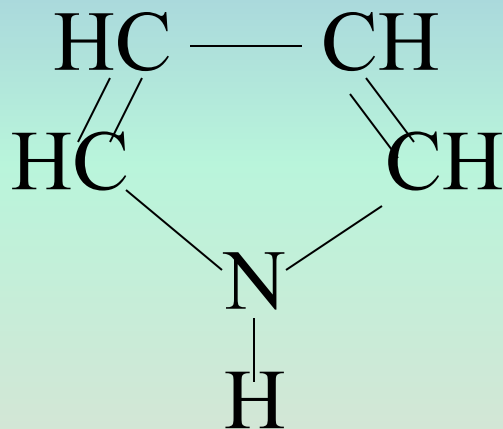


# Пятичленные гетероциклические соединения

Профильный уровень

# 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.**

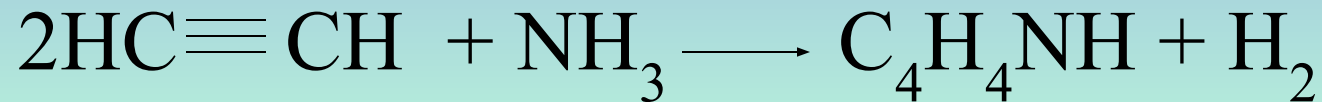


# Физические свойства пиррола

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

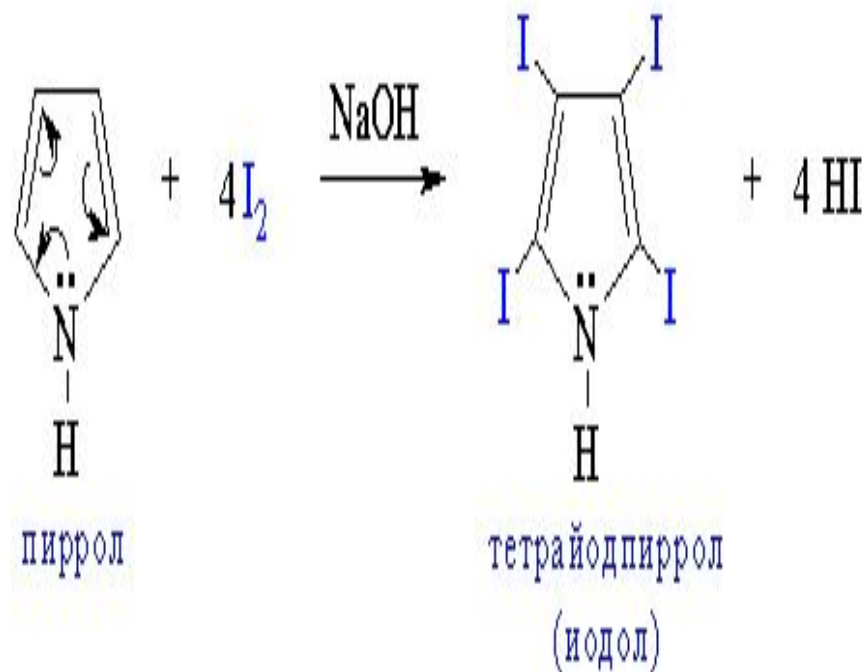
# Получение пиррола

- Конденсацией **ацетилена с аммиаком**



Пиррол значительно активнее бензола в реакциях электрофильного замещения, т.к. атом азота, предоставляя в систему сопряжения два электрона (+M-эффект), повышает электронную плотность в цикле.

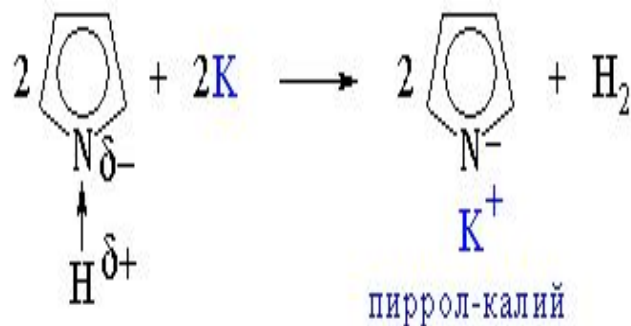
Пример - замещение 4-х атомов водорода при иодировании:



# 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.

Связывание неподеленной электронной пары атома азота системой сопряжения приводит к резкому ослаблению основных и проявлению **кислотных свойств**. Как слабая кислота пиррол вступает в реакцию с металлическим калием, образуя соль – пиррол-калий:

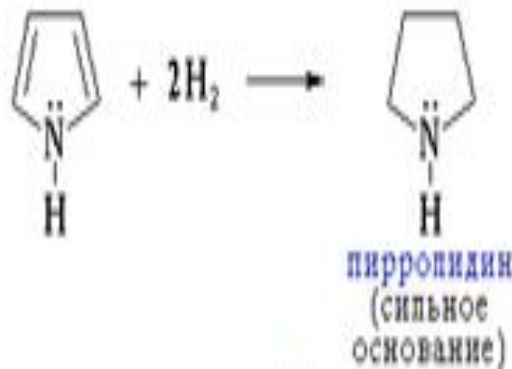


# Химические свойства пиррола

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

Пиррол может участвовать в реакциях присоединения:

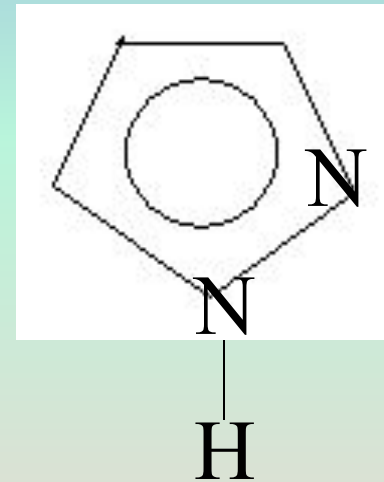
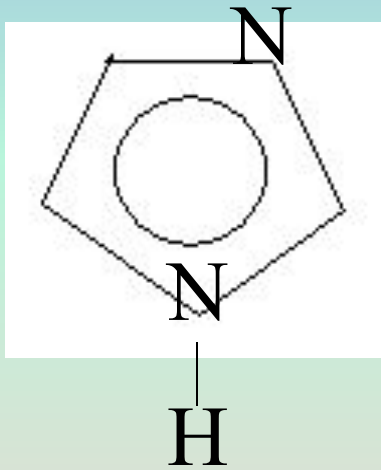
- гидрирование приводит к образованию *пирролидина*





# Имидазол и пиразол

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

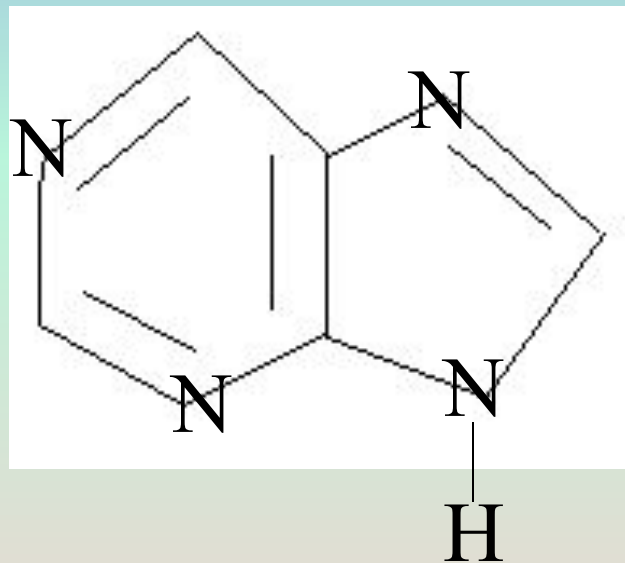


Почему эти соединения амфотерны?

- Один с этих атомов аналогичный атому азота в пирроле и ответственный за слабокислотные свойства имидазола, другой похожий на пиридиновый атом азота и отвечает за слабоосновные свойства имидазола. Таким образом имидазол амфотерное соединение, образует соли с сильными кислотами и щелочными металлами.

# Пурин

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

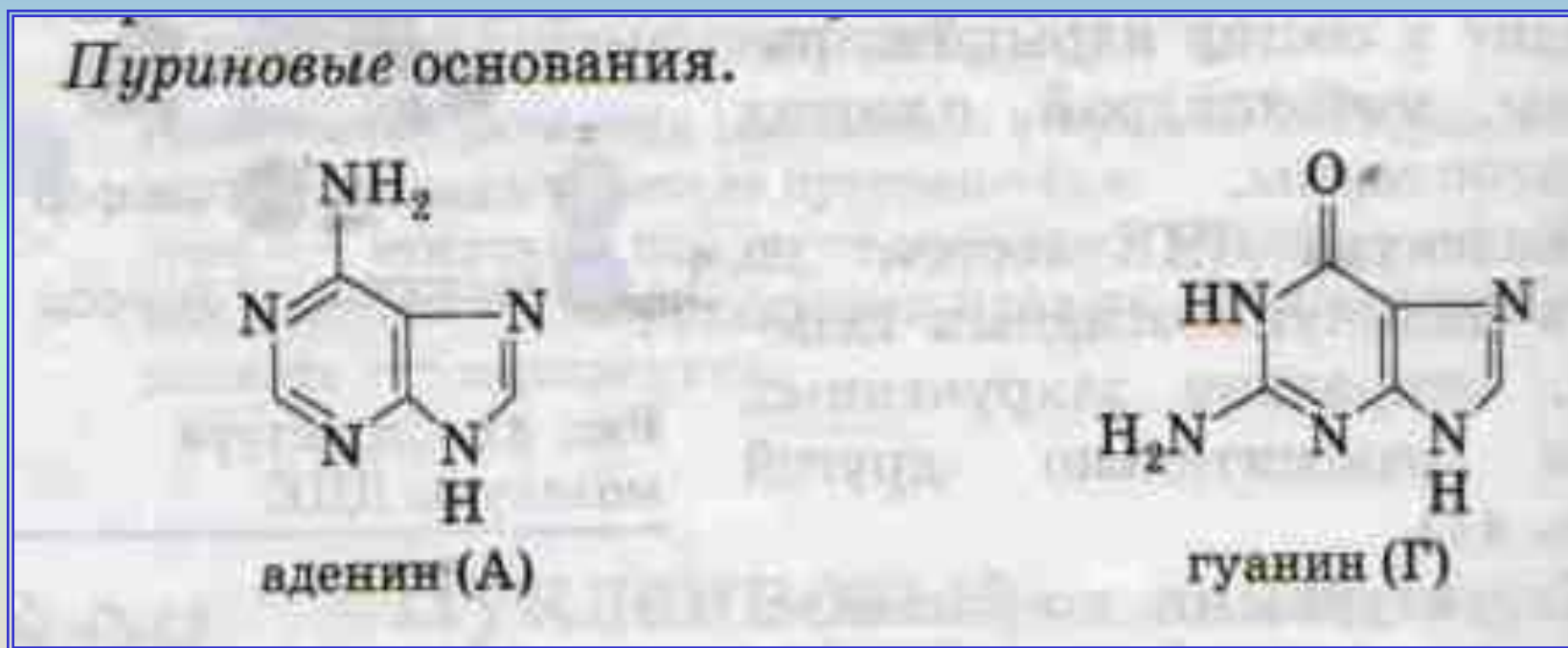


# Строение и свойства пурина

- 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!**

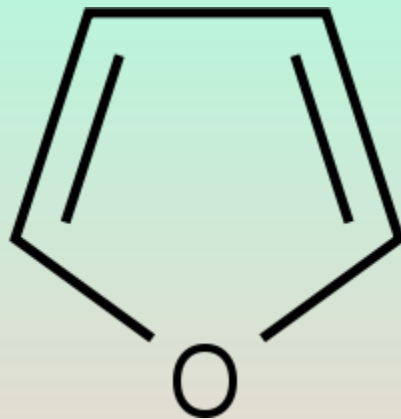
# Пуриновые основания

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

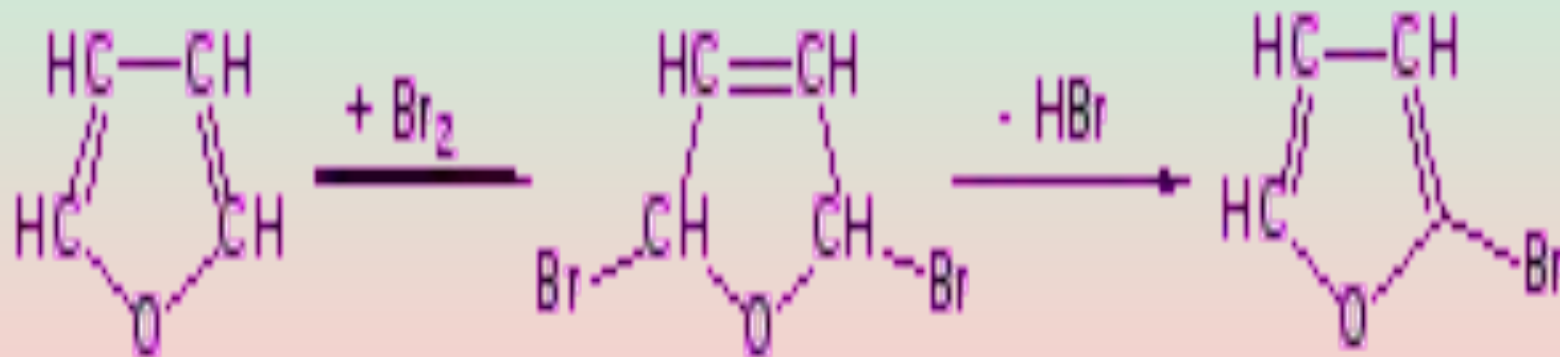
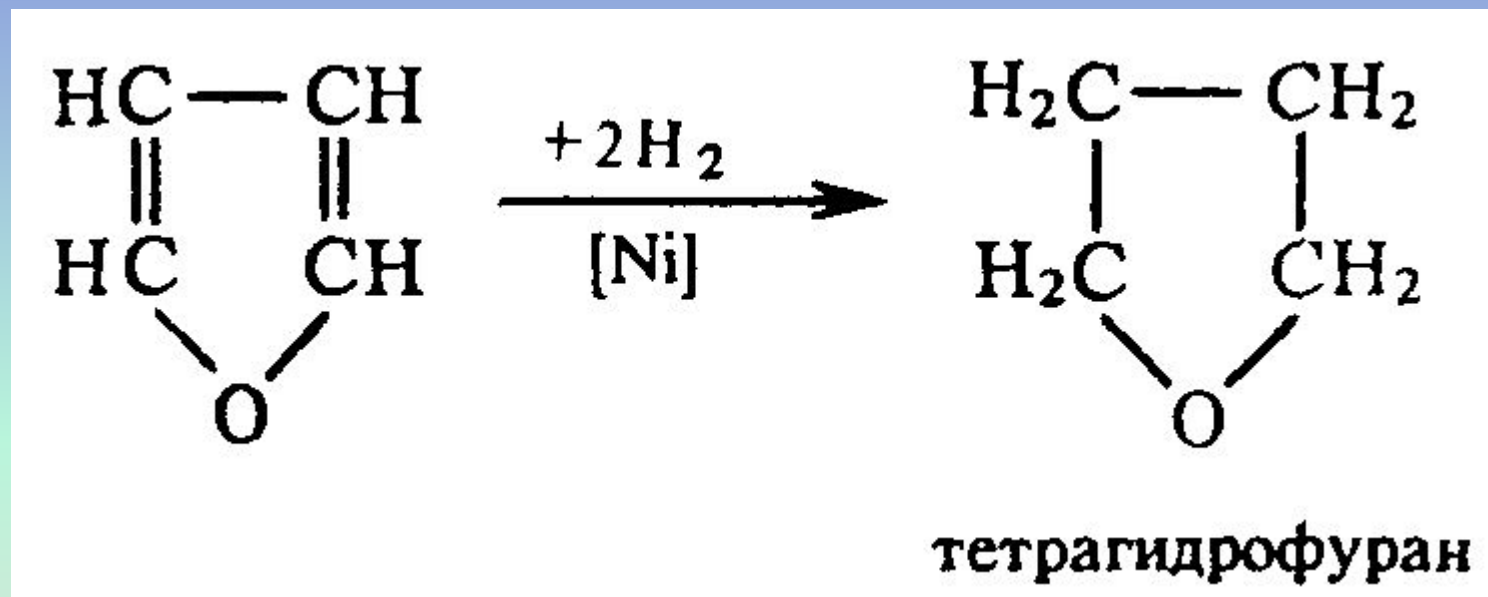


Могут ли пуриновые основания существовать в разных таутомерных формах ?

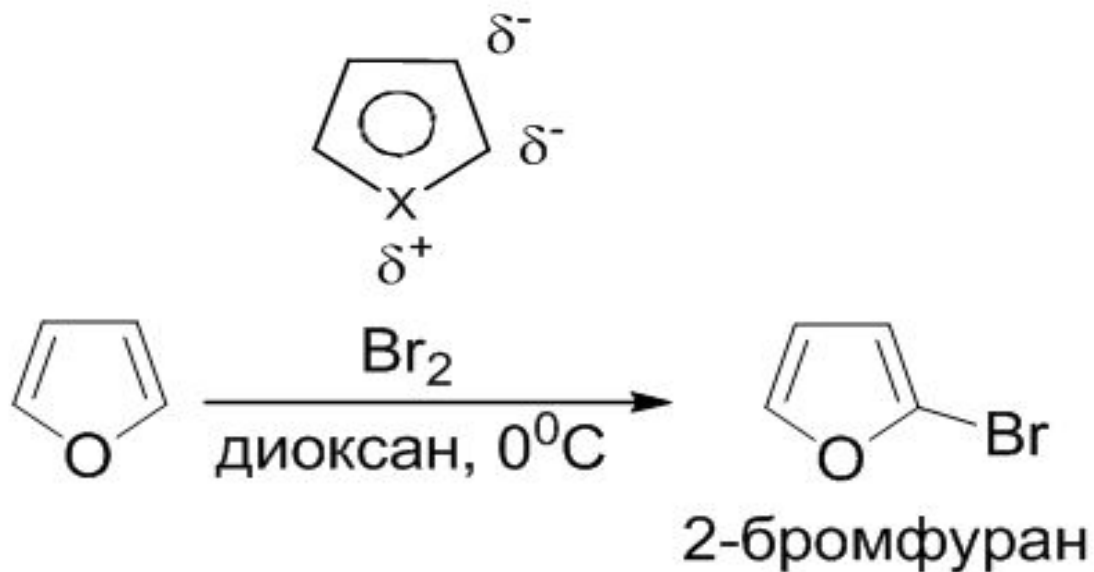
- **Фуран** — гетероцикл с кислородом пятичленного кольца. Фуран — простейший представитель большой группы соединений, многие из которых имеют практическое значение.



# Реакции присоединения (как диены)

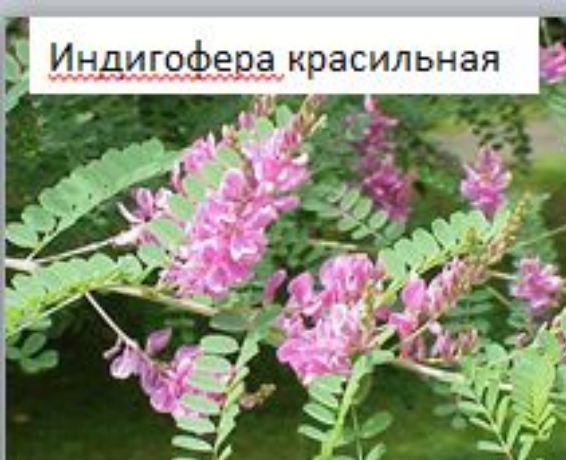


# Реакции замещения



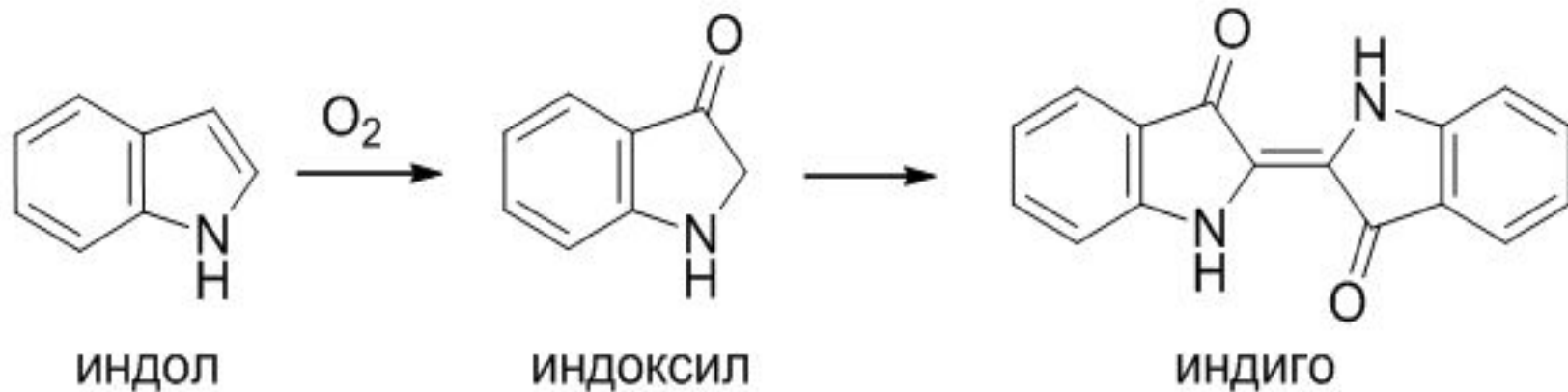


Индигофера красильная

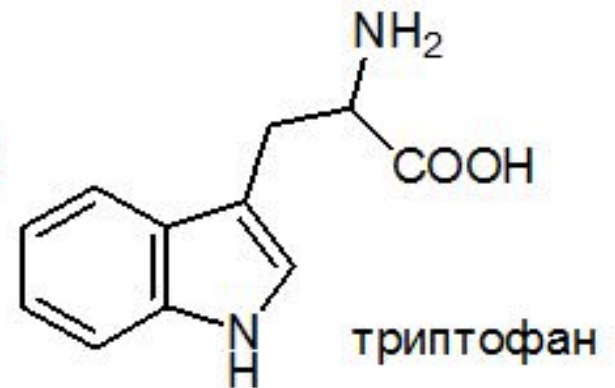


## Окисление индола

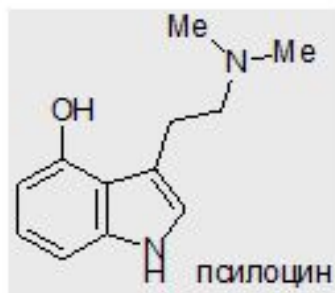
Индол легко окисляется кислородом воздуха с образованием индоксила, склонного к радикальной демеризации



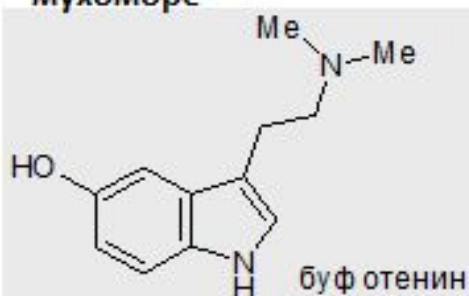
## Индолы. Отдельные представители



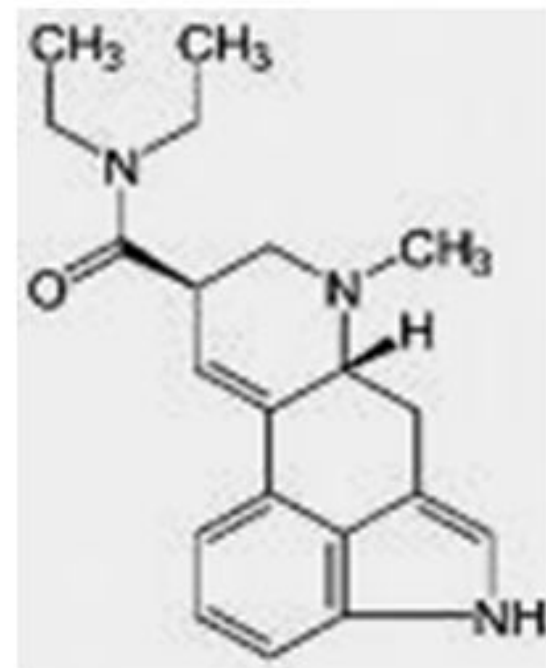
# Производные индола, проявляющие биологическую активность (нейромедиаторы)



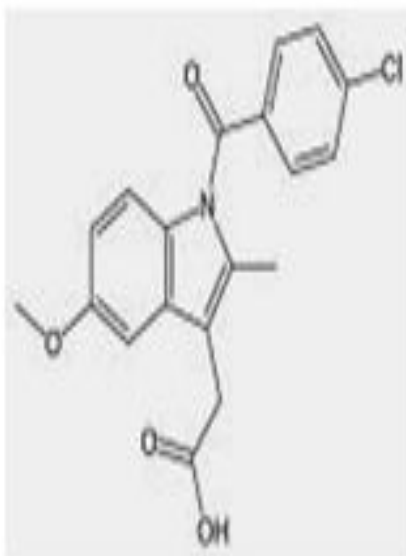
Псилоцин – галлюциноген, содержится в мексиканском мухоморе



Буфотенин – галлюциноген, встречающийся в поганках и коже некоторых жаб



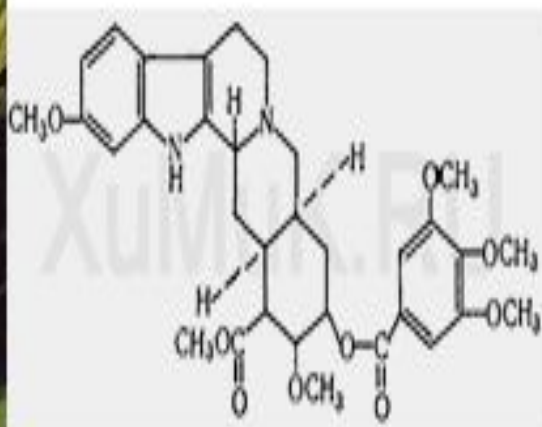
ЛСД (N,N-диэтиламид лизергиновой кислоты) – сильнейший синтетический галлюциноген



Индометацин – нестероидный  
противовоспалительный препарат



Рауфольфия змеиная



Резерпин

обладает противоопухолевой активностью,  
успокаивающе влияет на центр. нервную систему,  
оказывает гипотензивное действие