

# Гетероциклические соединения



**ПЯТИЧЛЕННЫЕ  
ГЕТЕРОЦИКЛЫ С ОДНИМ  
ГЕТЕРОАТОМОМ**

# Гетероциклические соединения (гетероциклы)

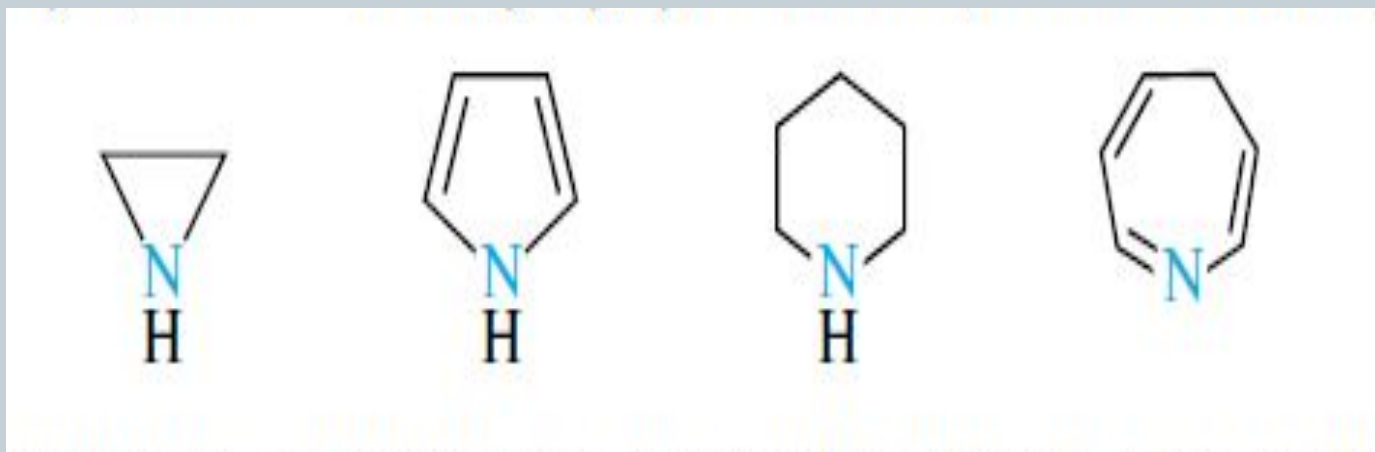


органические соединения, содержащие циклы, в состав которых наряду с углеродом входят и атомы других элементов. Могут рассматриваться как карбоциклические соединения с гетерозаместителями (гетероатомами) в цикле.

# Классификация



1. По размеру цикла: трех-, четырех-, пяти-, шестичленные



# Классификация



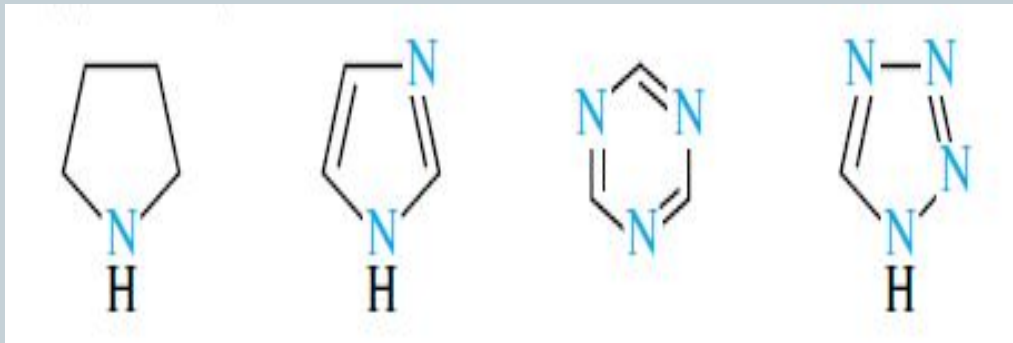
2. По типу элемента, входящего в цикл:  
кислородсодержащие, азотсодержащие,  
серосодержащие



# Классификация



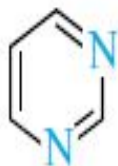
3. По числу гетероатомов: с одним, двумя, тремя гетероатомами



# Классификация



## 4. По степени насыщенности: ароматические, ненасыщенные, насыщенные



ароматический  
цикл



ненасыщенный  
вторичный амин

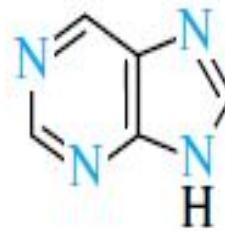
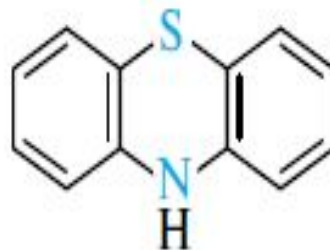
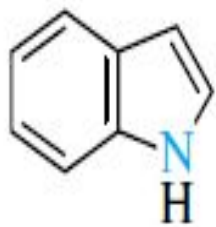


насыщенный  
простой эфир

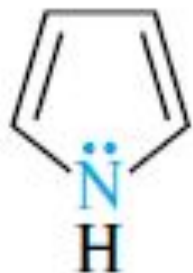
# Классификация



5. По числу циклов: моноциклические,  
конденсированные



# Пятичленные гетероциклические соединения с одним гетероатомом



пиррол



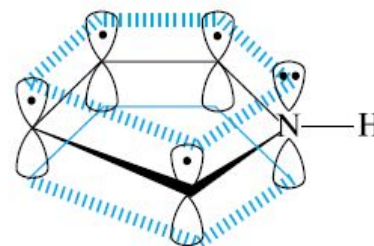
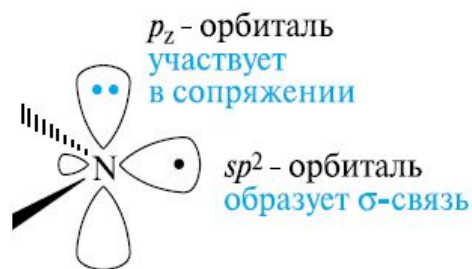
фуран



тиофен



# Ароматичность

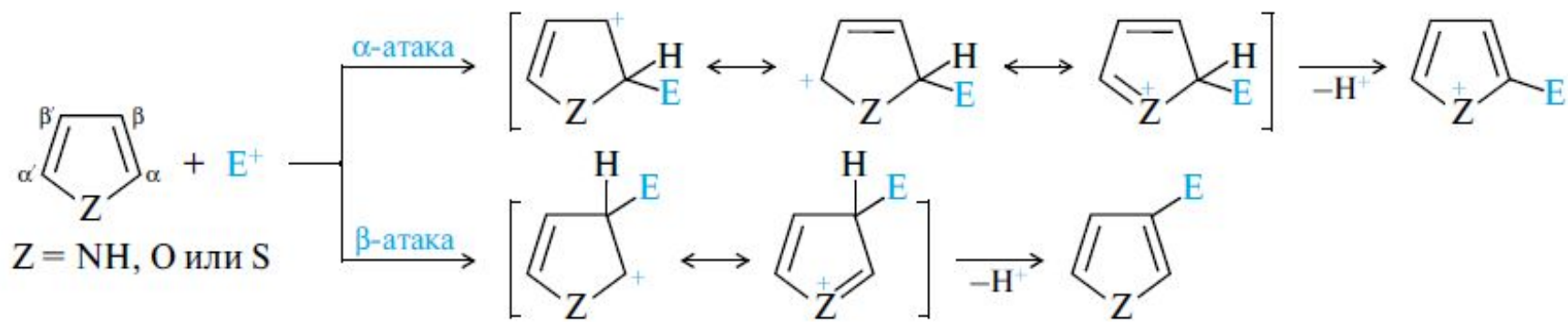


В молекуле пиррола атом азота находится в  $sp^2$  – гибридном состоянии, неподелённая пара электронов включена в единое шестиэлектронное облако.

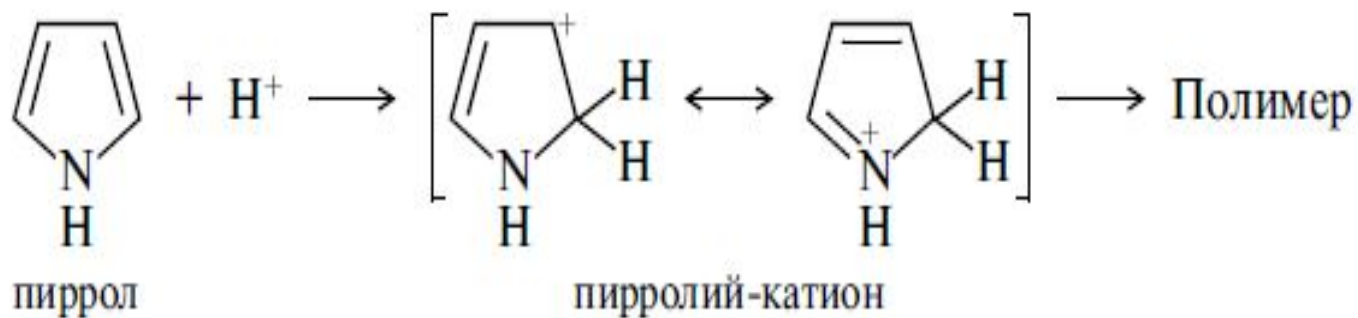
Цикл плоский, все атомы находятся в  $sp^2$  – гибридном состоянии, число общих электронов равно 6  цикл ароматический.

**NB!** Цикл образован пятью атомами, а общих электронов шесть, система является  *$\pi$ -избыточной*

# Варианты протекания реакции замещения



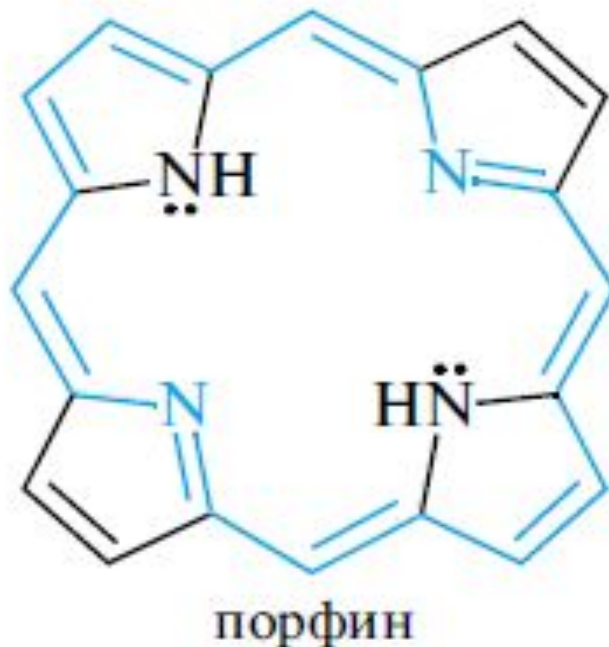
# Ацидофобность



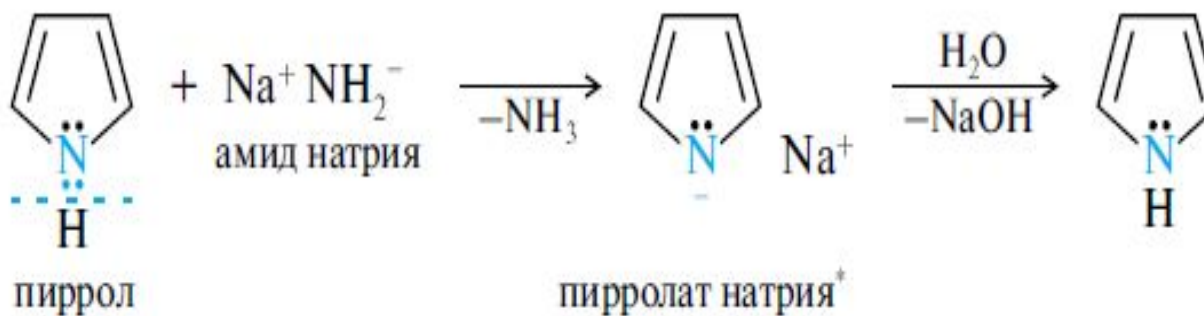
# Пиррол



Выделен первым из гетероциклов в 1834 г. В природе широко распространен, в основном в виде тетрапиррольных соединений, в которых фрагменты пиррола соединены в единую сопряженную систему:

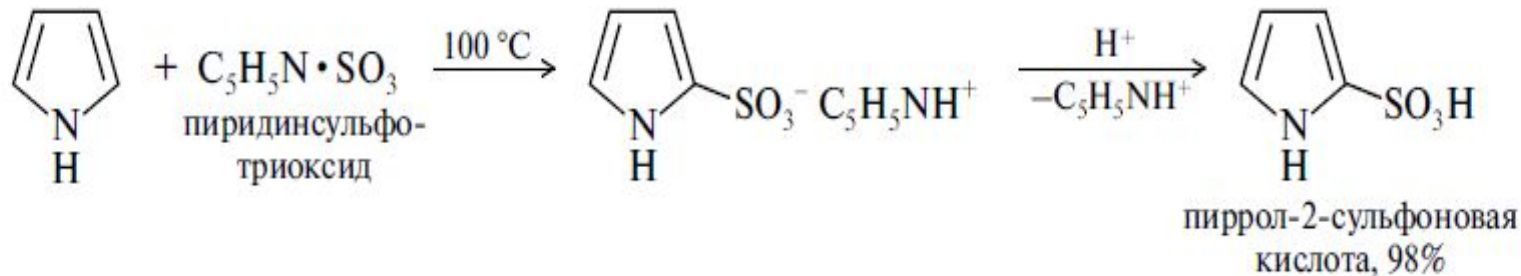


# Кислотные свойства



# Реакции электрофильного замещения

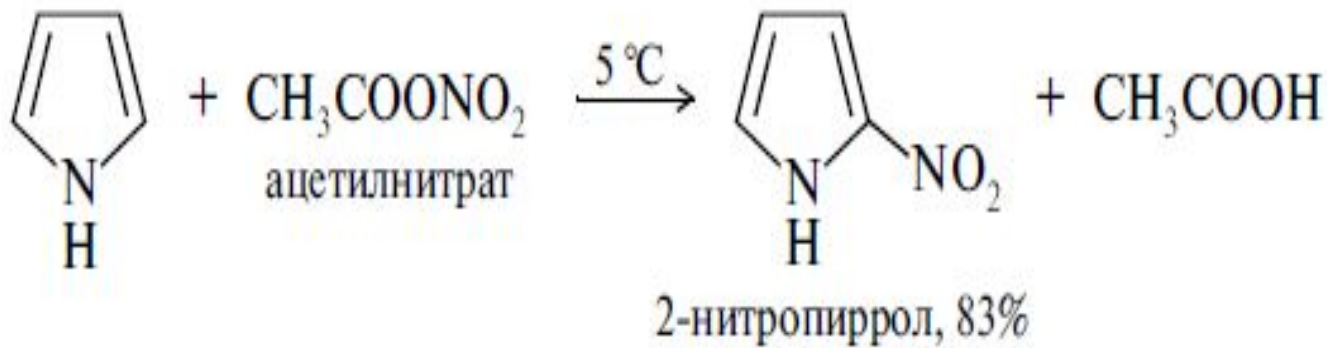
## Сульфирование



# Реакции электрофильного замещения



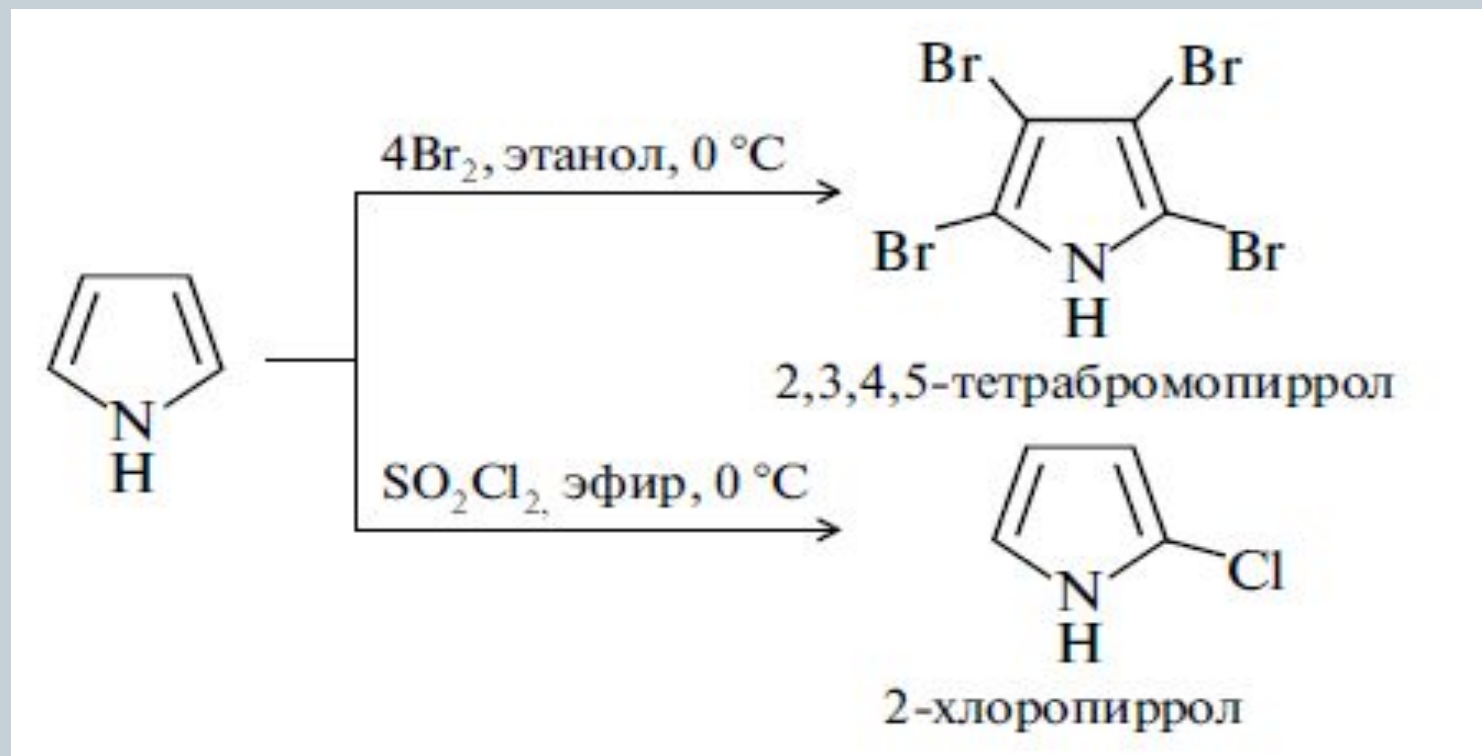
## Нитрование



# Реакции электрофильного замещения



## Галогенирование

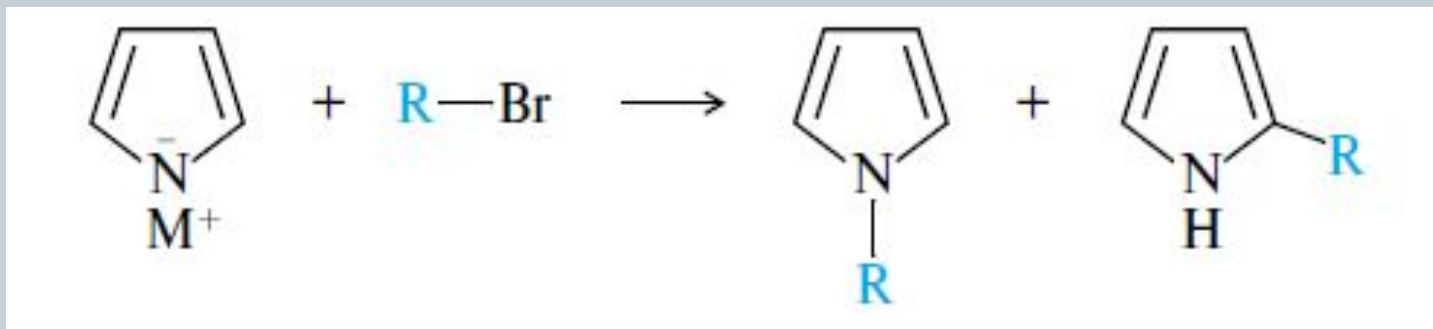




# Реакции электрофильного замещения



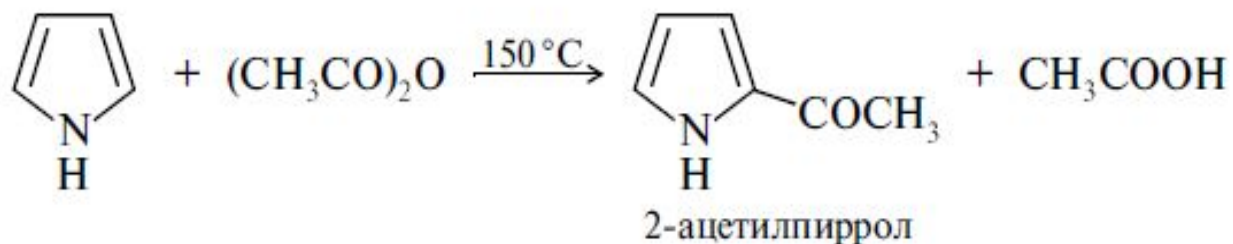
## Алкилирование



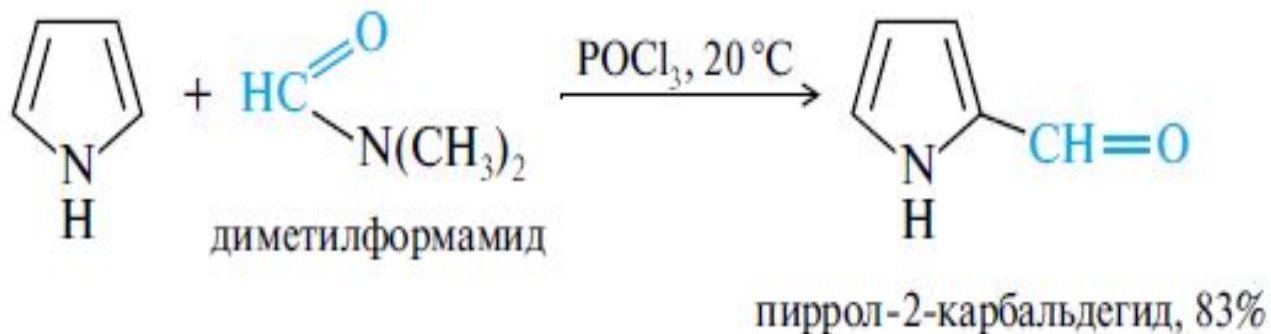
# Реакции электрофильного замещения



## Ацилирование



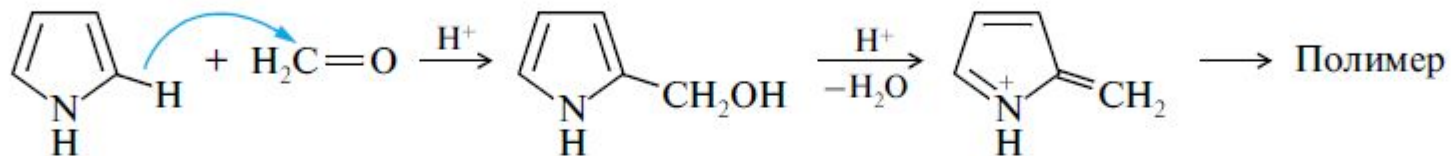
## Карбонилирование



# Реакции электрофильного замещения

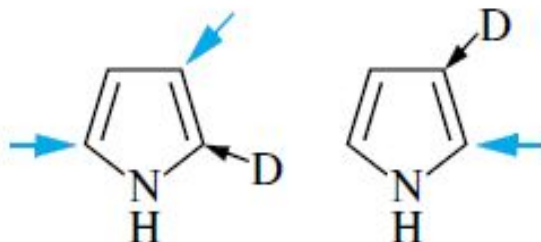


## Реакция с карбонильными соединениями

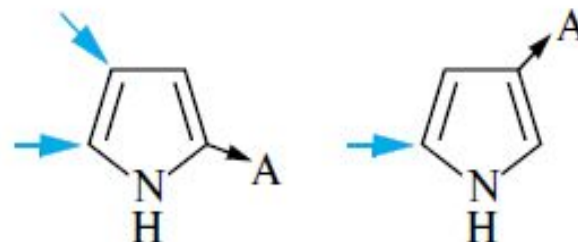


# Ориентирующее действие заместителей

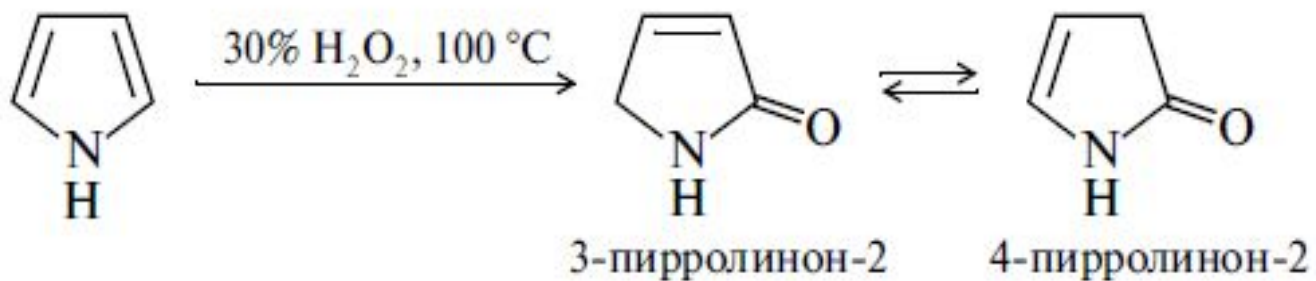
Ориентация электронодонорными заместителями



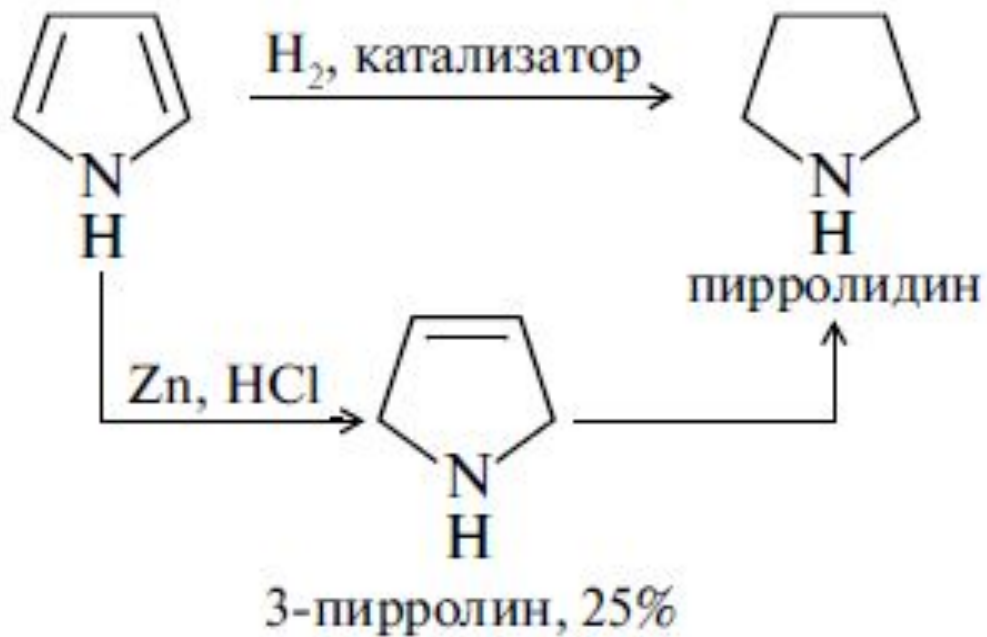
Ориентация электроноакцепторными заместителями



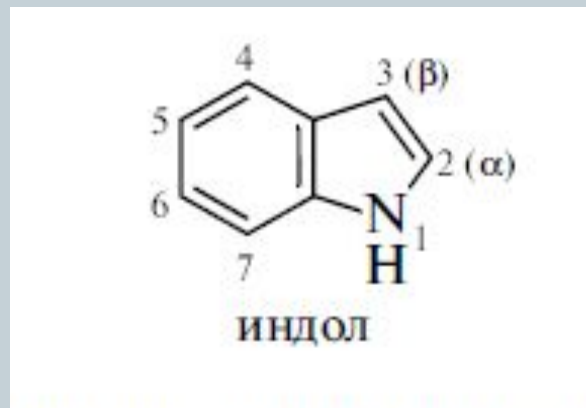
# Окисление



# Восстановление

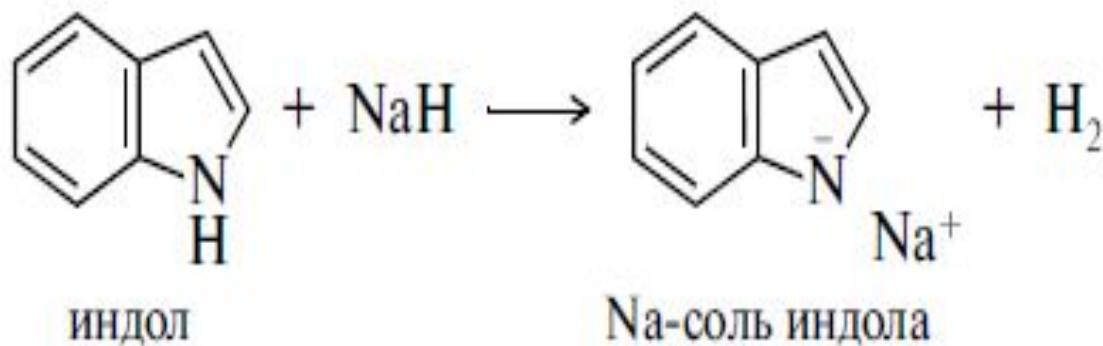


# Индол



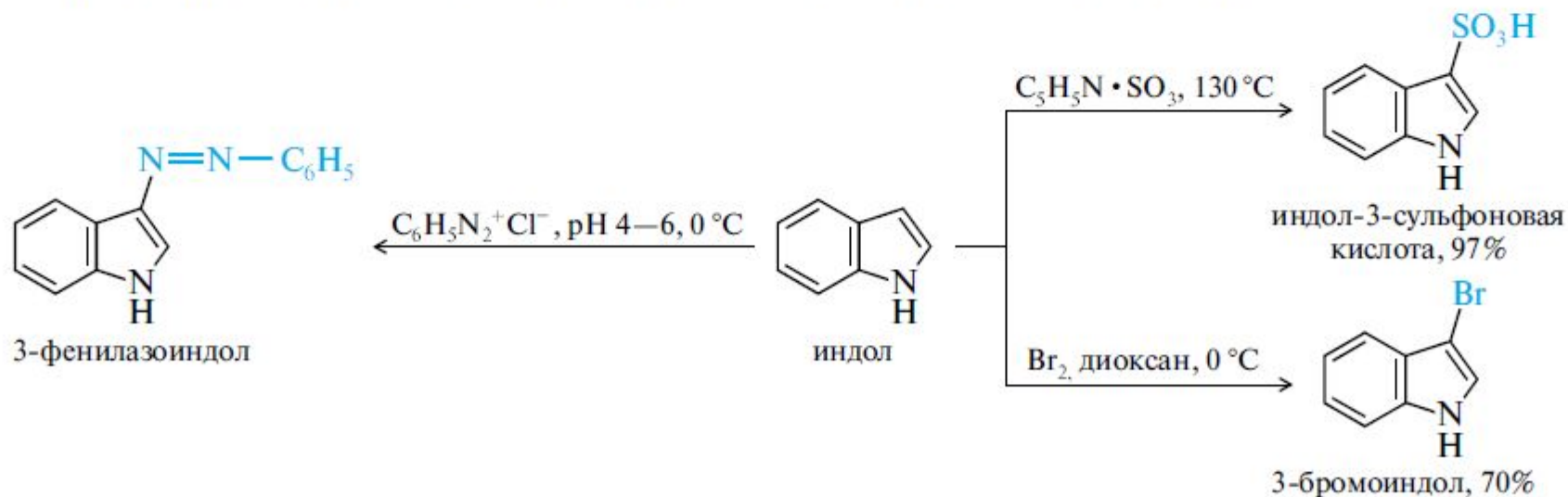
Представляет собой конденсированную систему, состоящую из бензола и пиррола. Цикл ароматичен, все атомы находятся в единой плоскости в состоянии  $sp^2$  – гибридизации, электроны на негибридных орбиталях образуют едином 10-ти электронное облако.

# Кислотные свойства

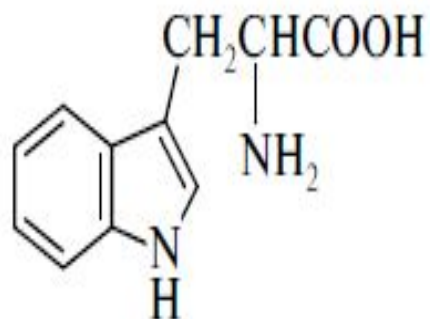




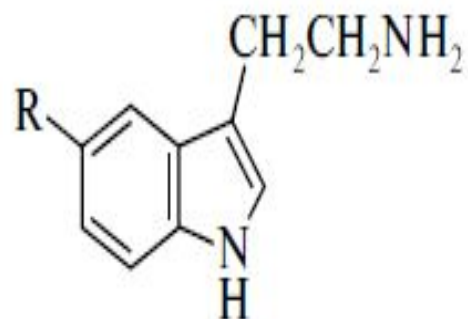
# Реакции электрофильного замещения



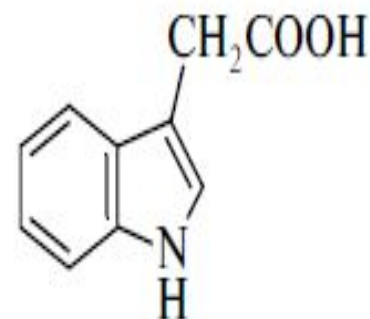
# Биологически активные производные



триптофан



триптамин ( $\text{R} = \text{H}$ )  
серотонин ( $\text{R} = \text{OH}$ )

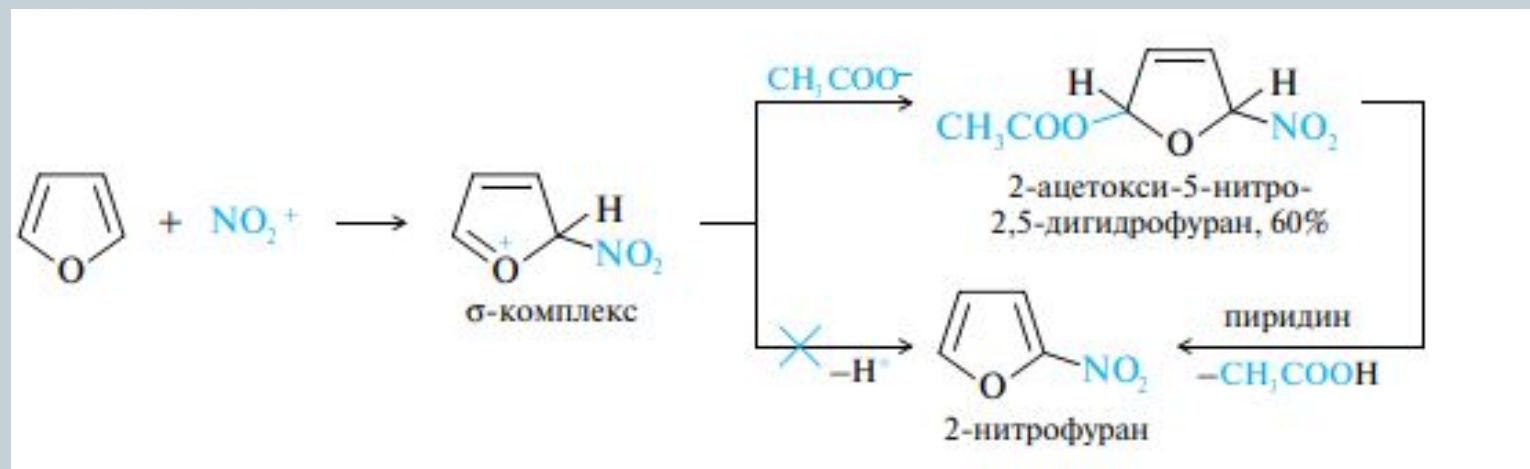


3-индолилуксусная кислота

# Фуран



Реакции замещения идут только в  $\alpha$ -положение!!!!



# Синтез фурацилина

