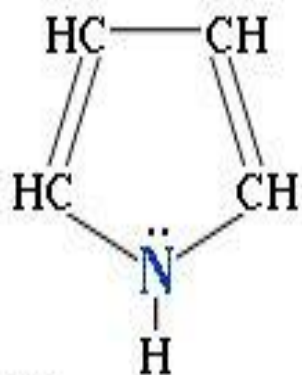
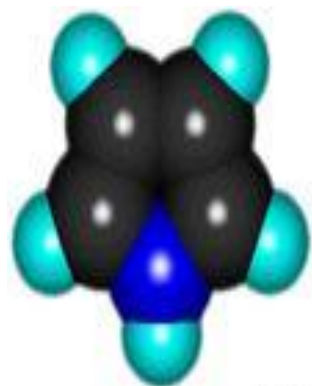


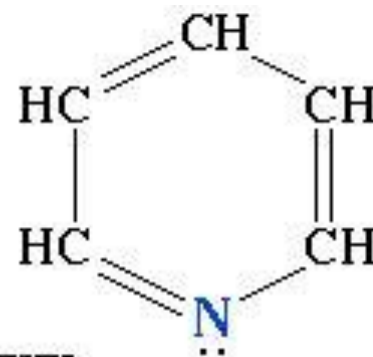
# ГЕТЕРОЦИКЛЫ

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

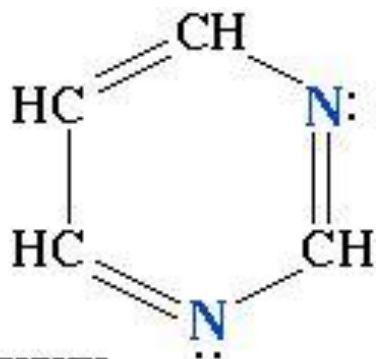
# АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ГЕТЕРОЦИКЛЫ



Пиррол



Пиридин



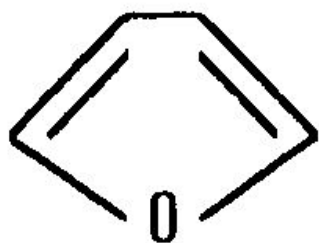
Пиримидин



Пурин

К ПЯТИЧЛЕННЫМ ЦИКЛИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ  
С ОДНИМ ГЕТЕРОАТОМОМ ОТНОСЯТСЯ:

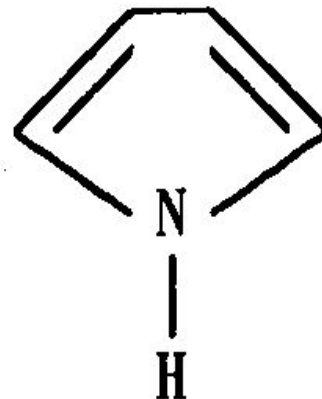
ПИРРОЛ, ФУРАН И ТИОФЕН.



фуран

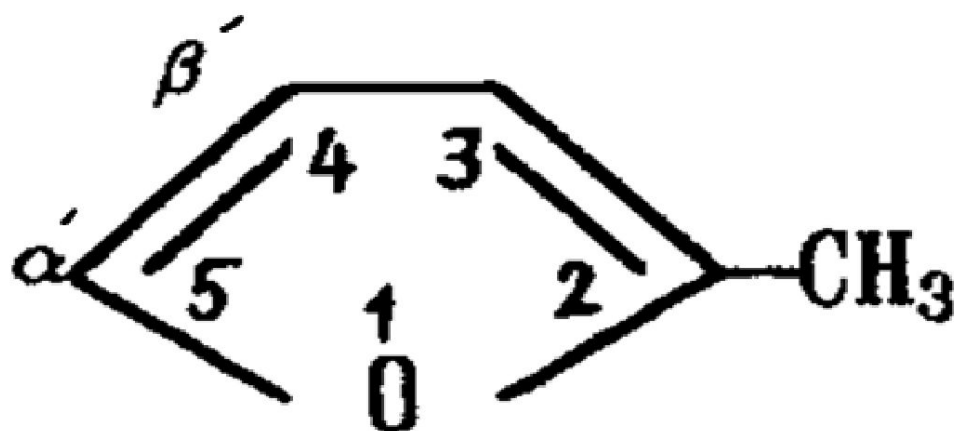


тиофен



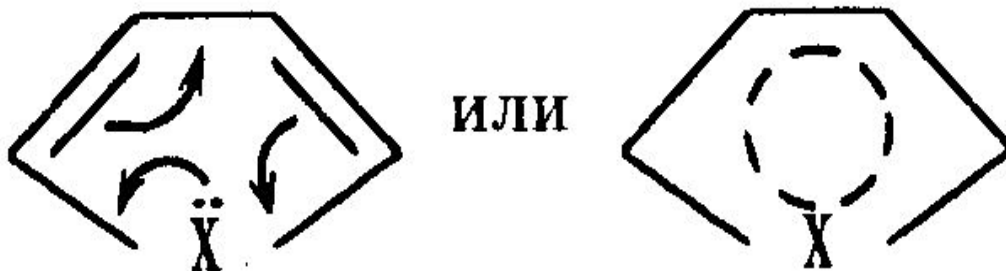
пиррол

# НОМЕНКЛАТУРА



2-метилфуран  
( $\alpha$ -метилфуран)

- Ароматичность представляет собой особую стабилизацию делокализованной циклической системы, содержащей  $(4n+2)$  - электронов.

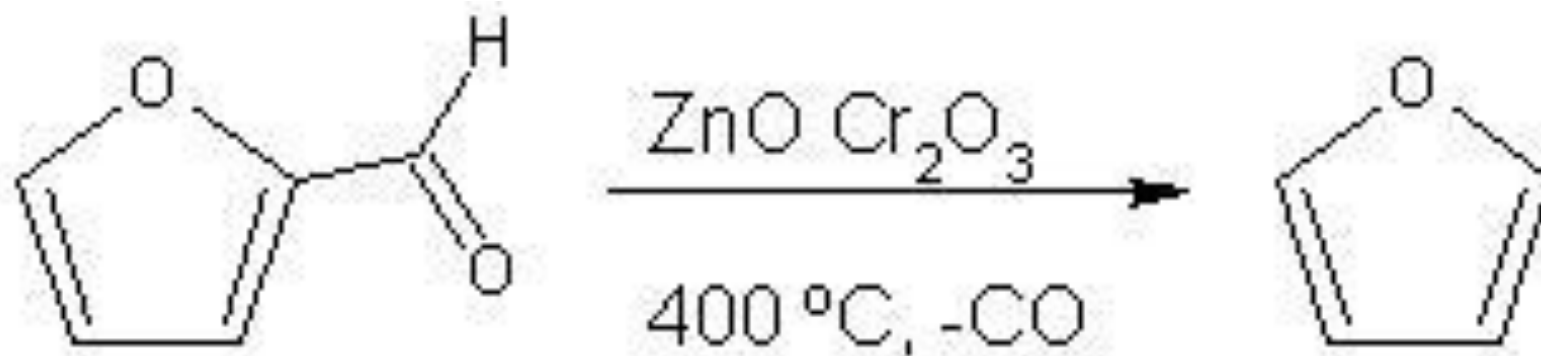


где X—NH (пиррол), O (фуран), S (тиофен).

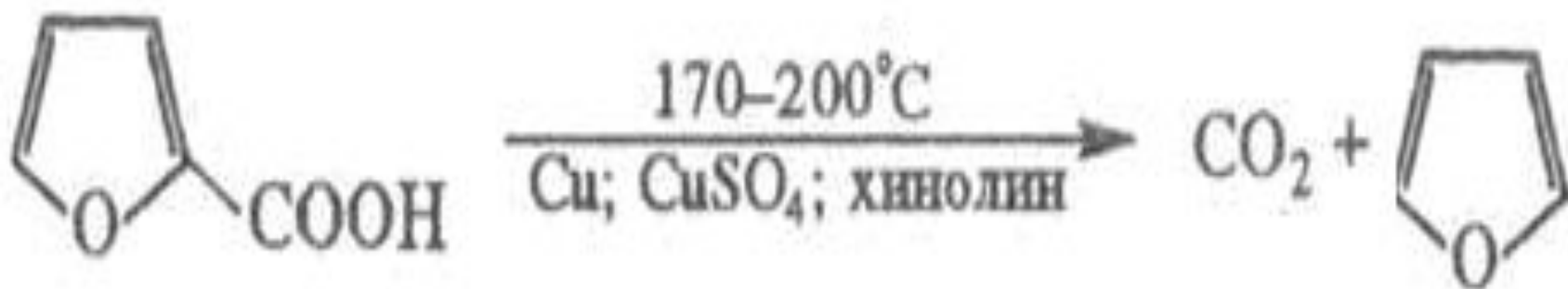
Устойчивость ароматической системы убывает в ряду:  
Тиофен > Пиррол > Фуран.

## ПОЛУЧЕНИЕ ПЯТИЧЛЕННЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ

- Фуран получают в промышленных масштабах из фурфурола, каталитическим декарбоксилированием

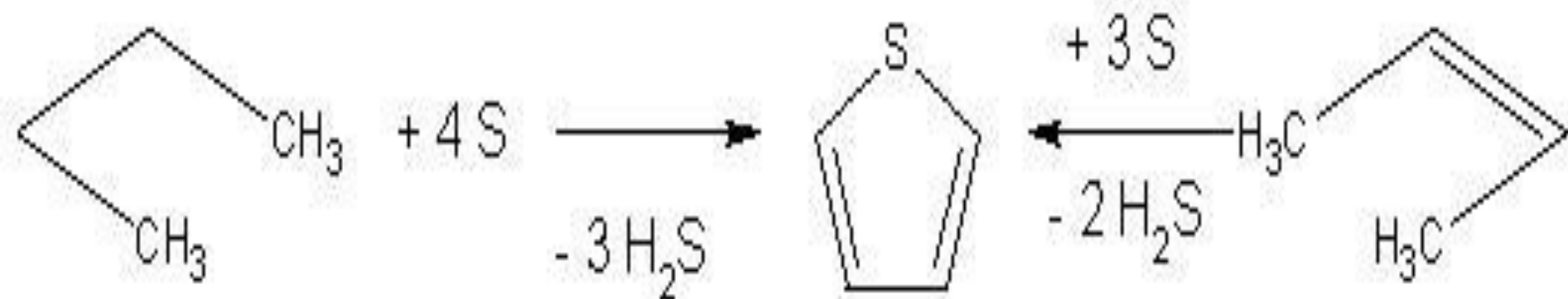


ФУРАН МОЖНО ТАКЖЕ ПОЛУЧИТЬ ПЕРЕГОНКОЙ  
ПИРОСЛИЗЕВОЙ (2-ФУРАНКАРБОНОВОЙ) КИСЛОТЫ

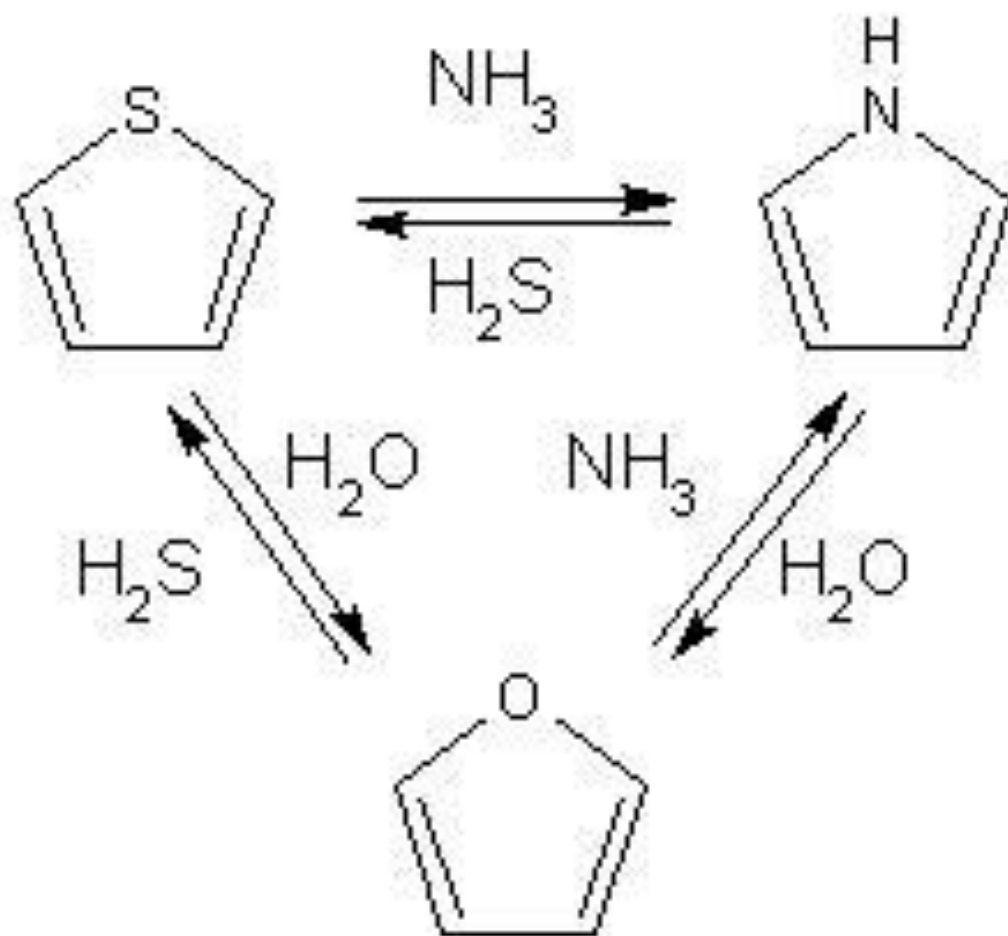




ТИОФЕН ПОЛУЧАЮТ ЦИКЛИЗАЦИЕЙ БУТАНА  
ИЛИ БУТИЛЕНА В ПАРАХ СЕРЫ ПРИ 600- 700° С

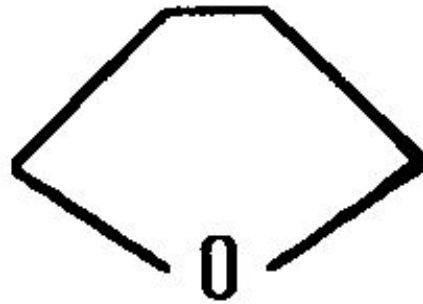
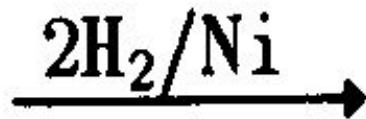
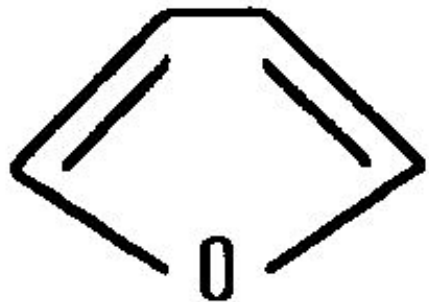


Ю. К. ЮРЬЕВ В 1935 ГОДУ ОТКРЫЛ РЕАКЦИИ  
ВЗАИМОПРЕВРАЩЕНИЙ ПЯТИЧЛЕННЫХ  
ГЕТЕРОЦИКЛОВ, КОТОРЫЕ ТАКЖЕ ПРИМЕНЯЮТ С  
ЦЕЛЮ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ



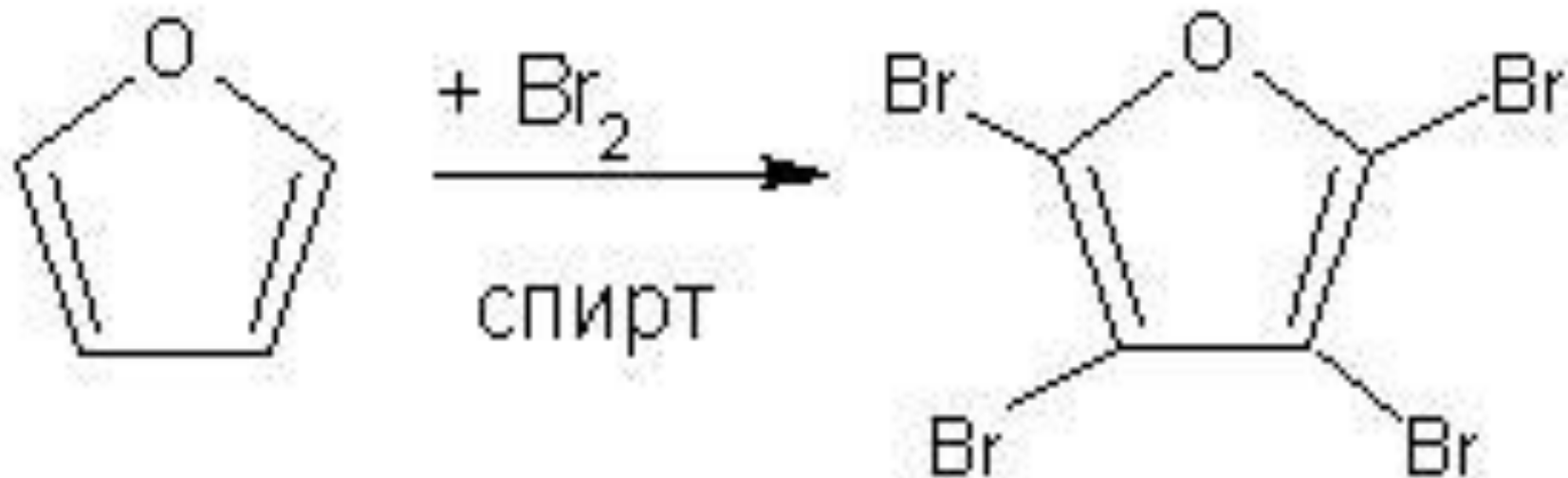
# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- Фуран вступает в реакции присоединения (Ni-Ренея 100-160 °С, 16 МПа).

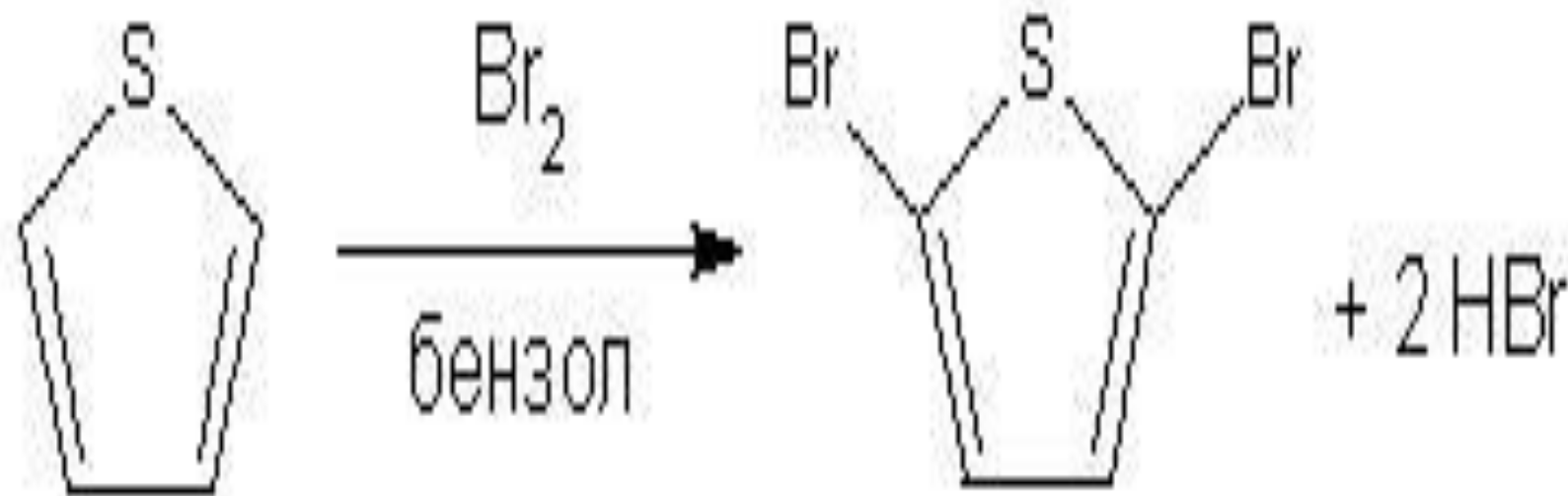


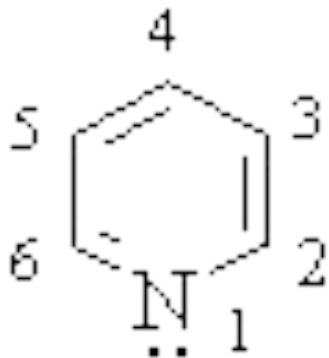
тетрагидрофуран

ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ ФУРАНА ГАЛОГЕНАМИ  
ПРИВОДИТ К ЗАМЕЩЕНИЮ ВСЕХ ЧЕТЫРЕХ  
АТОМОВ ВОДОРОДА



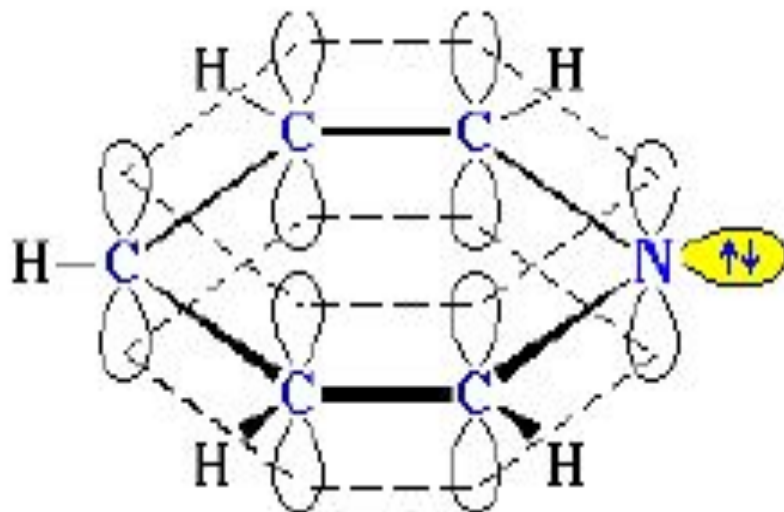
ПРИ ГАЛОГЕНИРОВАНИИ В ТИОФЕНЕ  
ЗАМЕЩАЮТСЯ ТОЛЬКО 2 АТОМА ВОДОРОДА





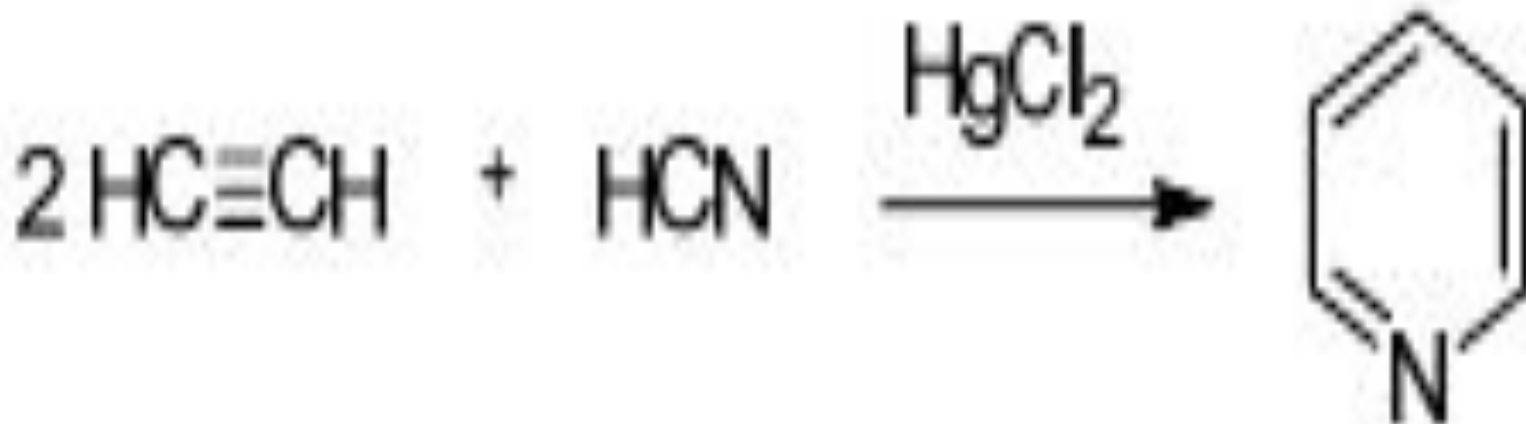
# ПИРИДИН

- Ароматическая система пиридина подобна ароматической системе бензола. Неподеленная пара электронов азота в силу своей пространственной ориентации в сопряжении не участвует



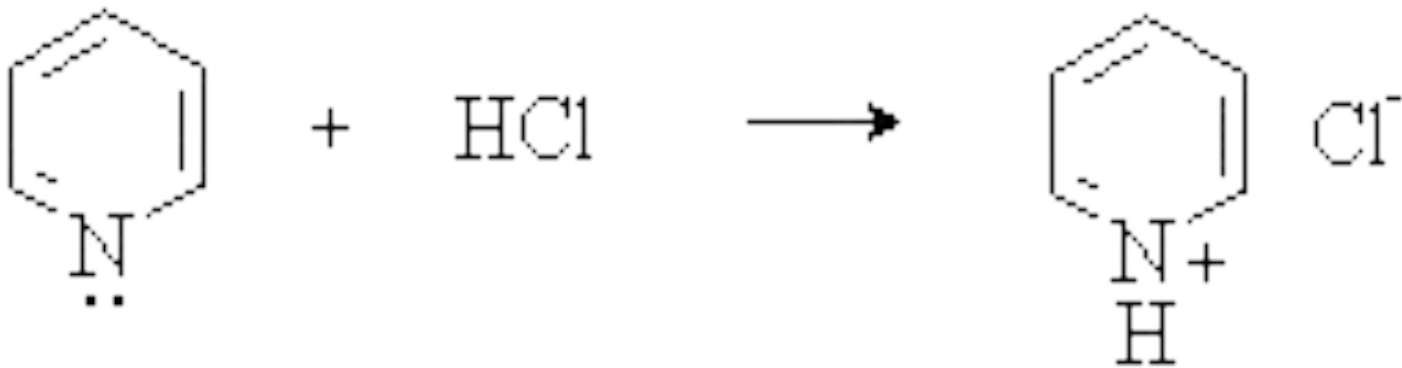
# Получение

- В лабораторных условиях пиридин можно синтезировать из синильной кислоты и ацетилена:



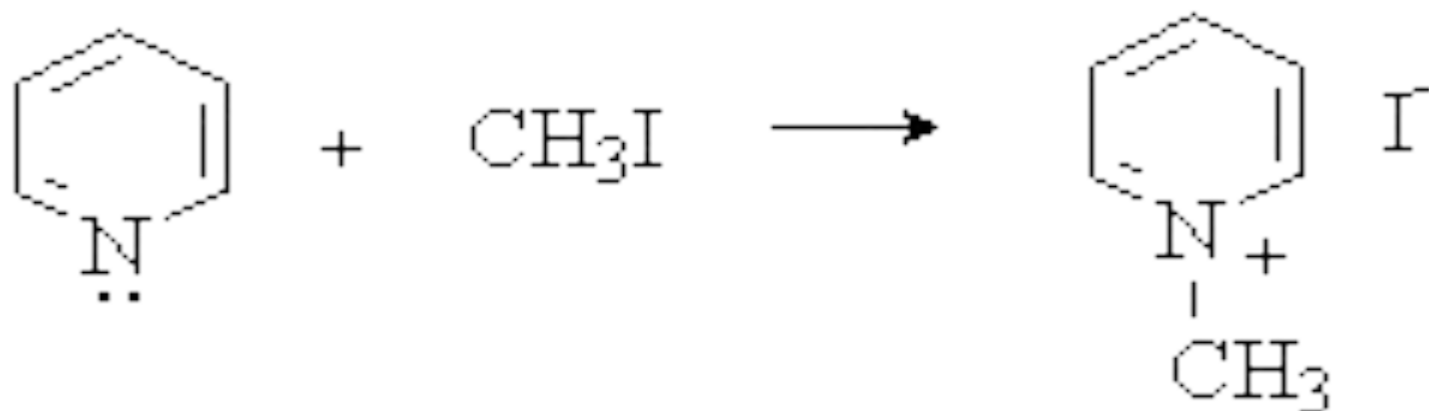
# ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

- Пиридин проявляет слабые основные свойства за счет неподеленной пары электронов азота и с кислотами образует соли пиридиния.



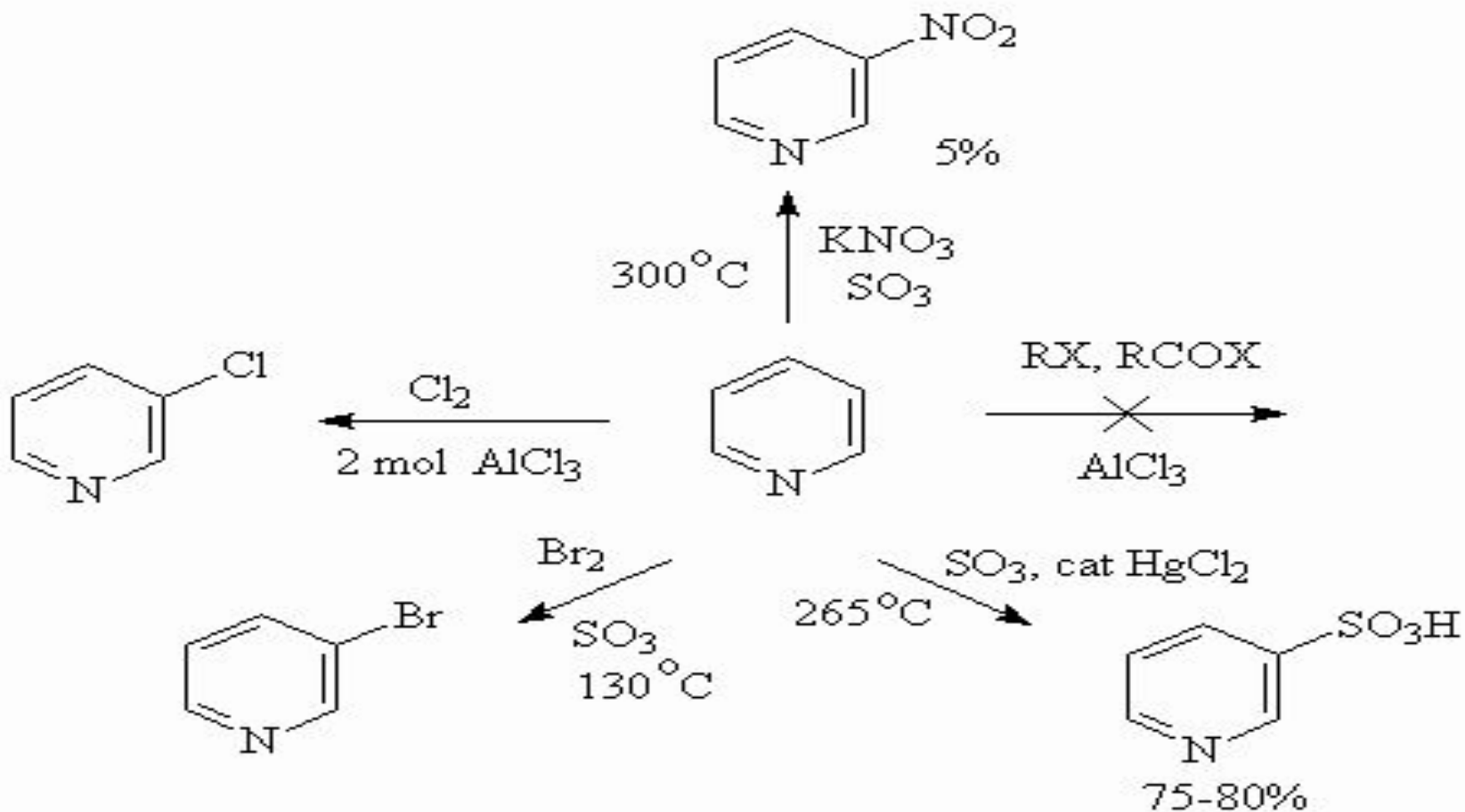


ПИРИДИН АЛКИЛИРУЕТСЯ  
АЛКИЛГАЛОГЕНИДАМИ С  
ОБРАЗОВАНИЕМ СОЛЕЙ  
АЛКИЛПИРИДИНИЯ.

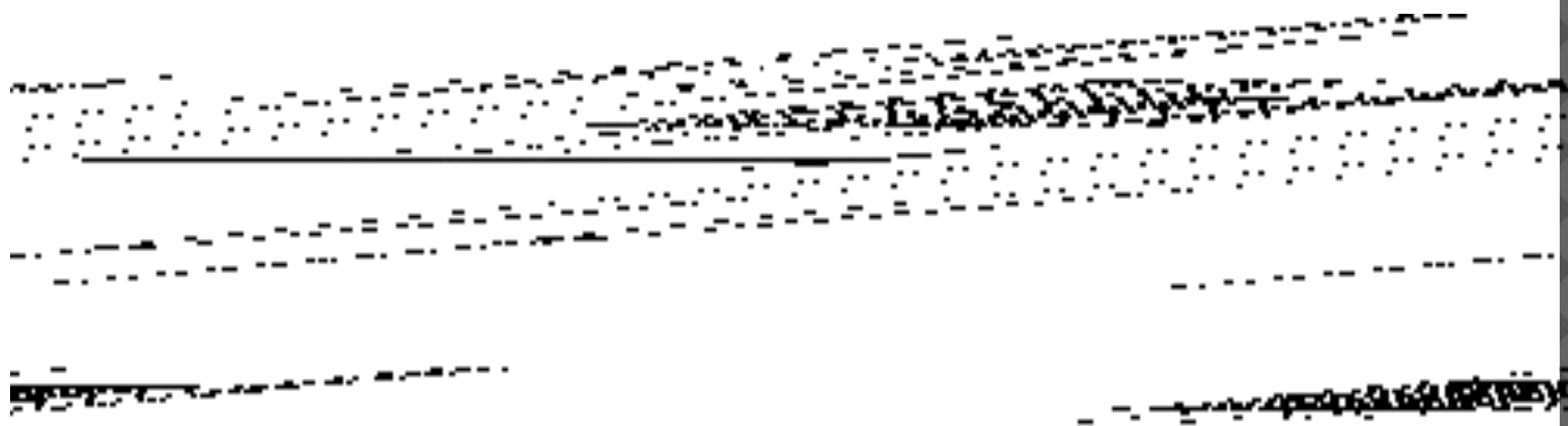


# РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ

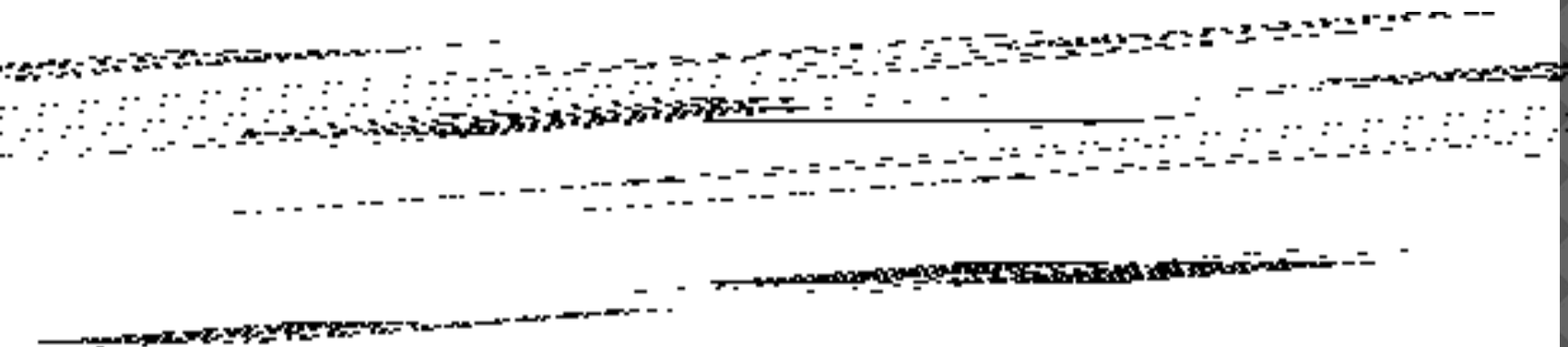
- По способности к электрофильному замещению пиридин напоминает нитробензол. Атака электрофилами идет по положению 3.



ПИРИДИН НИТРИРУЕТСЯ В ЯДРО В ОЧЕНЬ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЯХ. КЛАССИЧЕСКИЙ ВАРИАНТ ПРОВЕДЕНИЯ РЕАКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «НИТРИРУЮЩЕЙ СМЕСИ» ПРИВОДИТ К ОБРАЗОВАНИЮ 3-НИТРОПИРИДИНА С ВЫХОДОМ БОЛЕЕ 6% (ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 300°C). НЕКОЛЬКО ЛУЧШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДАЕТ ЗАМЕНА АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ НА НИТРАТ КАЛИЯ:



ПИРИДИН ОЧЕНЬ УСТОЙЧИВ К ДЕЙСТВИЮ КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И ОЛЕУМА. ДАЖЕ ДЛИТЕЛЬНОЕ НАГРЕВАНИЕ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 320<sup>0</sup>С ПРИВОДИТ К ОБРАЗОВАНИЮ ПИРИДИН-3-СУЛЬФОНОВОЙ КИСЛОТЫ С ОЧЕНЬ НИЗКИМ ВЫХОДОМ. СУЛЬФИРОВАНИЕ ПРОТЕКАЕТ ЗНАЧИТЕЛЬНО ЛЕГЧЕ В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ КОЛИЧЕСТВ СОЛЕЙ РТУТИ (II) ИЛИ ХЛОРИДА АЛЮМИНИЯ.



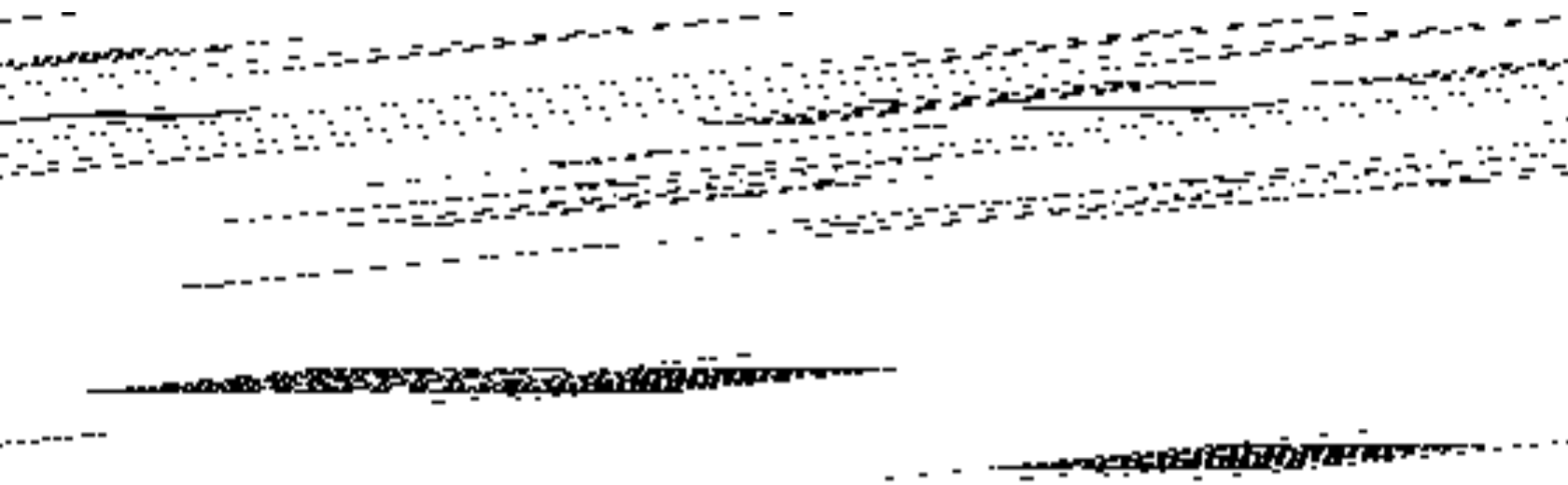
БРОМИРОВАНИЕ ПИРИДИНА УСПЕШНО ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ В  
ПРИСУТСТВИИ ОЛЕУМА.

В результате хлорирования пиридина в присутствии хлорида алюминия при 100<sup>0</sup>С образуется 3-хлорпиридин с невысоким выходом (33%).

К реакции нуклеофильного замещения относятся реакции аминирования, гидроксирования и алкилирования (арилирования), т. е. непосредственного введения нуклеофильных групп в кольцо пиридина

ПРЯМОЕ ВВЕДЕНИЕ АМИНОГРУППЫ В ПИРИДИНОВОЕ ЯДРО, НАЗЫВАЕМОЕ РЕАКЦИЕЙ ЧИЧИБАБИНА (1914), ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ НАИБОЛЕЕ ТИПИЧНЫЙ ПРИМЕР НУКЛЕОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ.

ПИРИДИН СКЛОНЕН ВСТУПАТЬ В ЕЩЕ ОДНУ РЕАКЦИЮ, НЕ СВОЙСТВЕННУЮ БЕНЗОЛУ, - ПРЯМОГО ВВЕДЕНИЯ ГИДРОКСИЛЬНОЙ ГРУППЫ В ЯДРО. РЕАКЦИЯ ПРОТЕКАЕТ В ОЧЕНЬ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЯХ И С НИЗКИМ ВЫХОДОМ ПРОДУКТА

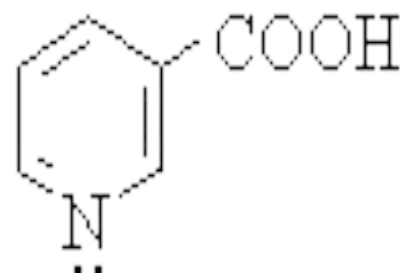
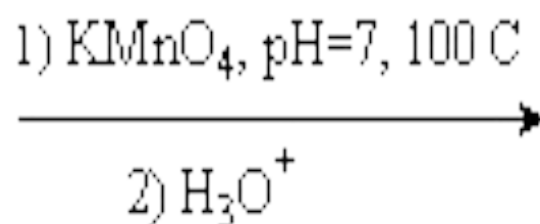
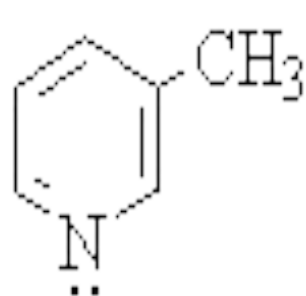


# АЛКИЛИРОВАНИЕ И АРИЛИРОВАНИЕ

Такие сильные нуклеофильные реагенты, как литийорганические соединения, легко присоединяются к пиридину, образуя соли 1,2-дигидропиридина, которые иногда даже могут быть выделены в индивидуальном состоянии. Возврат к ароматической системе путем отщепления гидрид-иона достигается термически или действием окислителя.



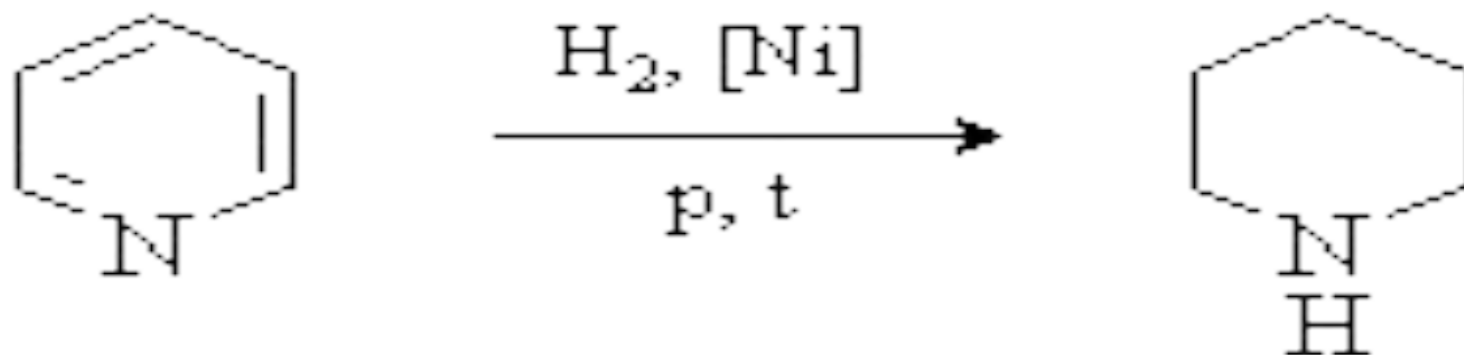
ЦИКЛ ПИРИДИНА УСТОЙЧИВ К  
ДЕЙСТВИЮ ОКИСЛИТЕЛЕЙ.  
АЛКИЛПИРИДИНЫ ОКИСЛЯЮТСЯ С  
ОБРАЗОВАНИЕМ  
ПИРИДИНКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ.



3-метилпиридин  
(β-пиколин)

3-пиридинкарбоновая  
(никотиновая) кислота

ПИРИДИН ГИДРИРУЕТСЯ В  
ЖЕСТКИХ УСЛОВИЯХ С  
ОБРАЗОВАНИЕМ НАСЫЩЕННОГО  
ГЕТЕРОЦИКЛА – ПИПЕРИДИНА.

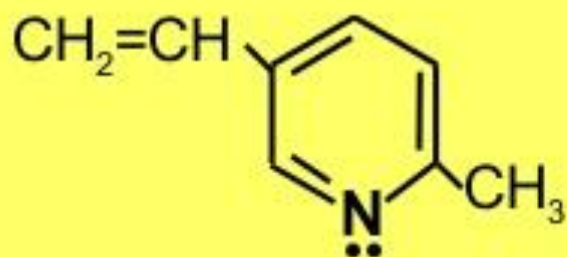


# ПРИМЕНЕНИЕ ПИРИДИНА

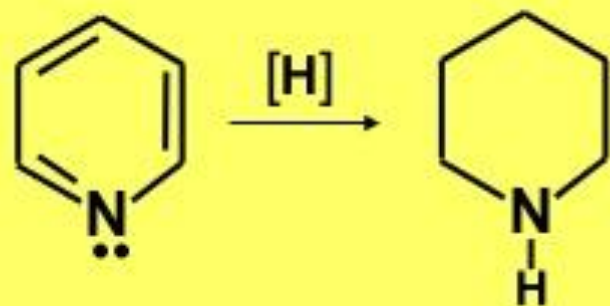
- 1) ароматические и основные свойства пиридина используются при синтезе разного рода лекарственных препаратов, красителей, гербицидов;
- 2) пиридин используется как растворитель для денатурирования этанола.



## ПРИМЕНЕНИЕ ПИРИДИНА И ОТДЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ



**2-Метил-5-винилпиридин** получают дегидрированием 2-метил-5-этилпиридина. Широко применяется в производстве синтетических каучуков и пластических масс



пиридин

пиперидин

**Пиперидин** обладает свойствами алифатического амина. Важным производным пиперидина является обезболивающее вещество - **промедол**