

**Гидрогенизационные  
процессы  
переработки  
нефти и газа**

## **Гидроочистка**

**Условия: 300-400°C, p 2-7 МПа**

Катализаторы – оксиды и сульфиды переходных металлов Ni, Co, Pt, Mo, W  
устойчивых к отравлению серой

**Определяющими в выборе условий гидроочистки являются**

**Условиями удаления гетероатомов**

**Условия недеструктивного гидрирования  
ароматических соединений и олефинов**

## Недеструктивное гидрирование олефинов

Кат : Pt, Pd, Ni в виде мелкодисп порошков либо на носителях  
( акт. Уголь, силикагель, глины )

Комн T, атм давление

Легкость гидрирования:

Олефины с Концевой дв. Всязь легче,  
чем Олефины с центр дв связью

Цис изомеры легче, чем транс

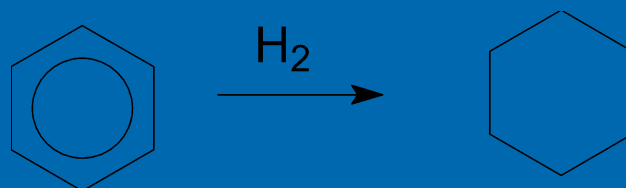
Диены гидрируются в тех же условиях

В нефтеперерабатывающей промышленности полное гидрирование олефинов до алканов проводят с целью подготовки сырья для каталитического риформинга (сырье – бензины кат и термического крекинга)

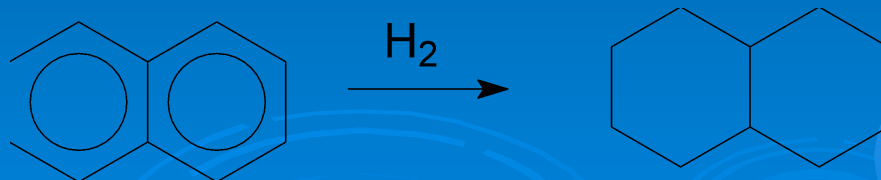
Гидрирование диенов в олефины проводят для стабилизации бензинов термического крекинга

## Недеструктивное гидрирование ароматики

Ароматика гидрируется труднее, чем олефины и диены

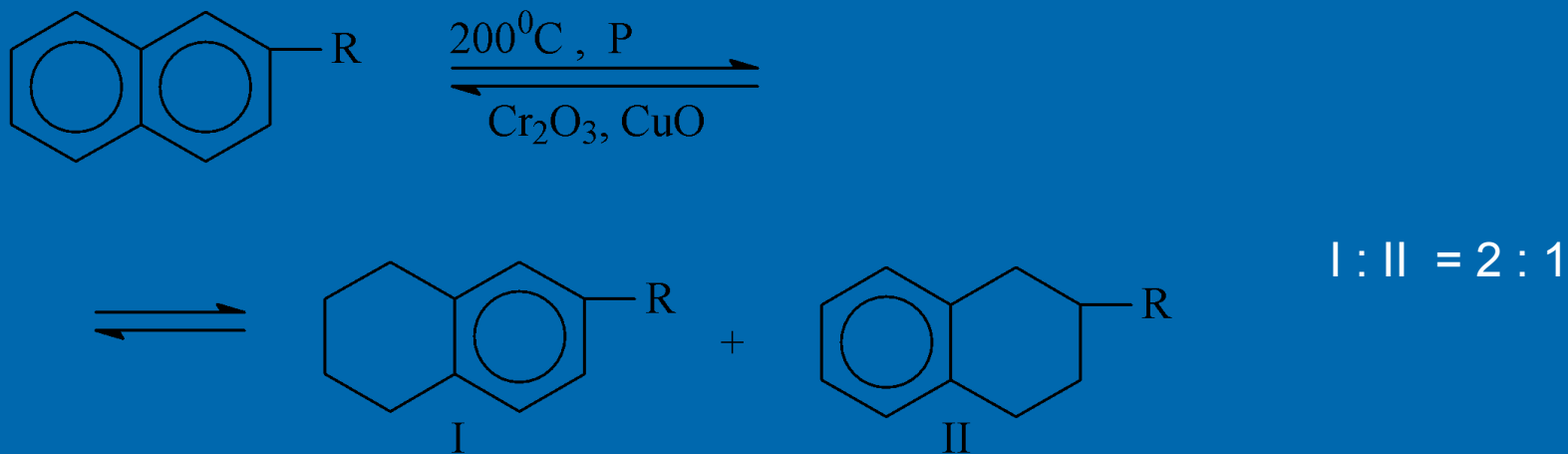


В пром. условиях катализаторы – оксиды и сульфиды пер мет.

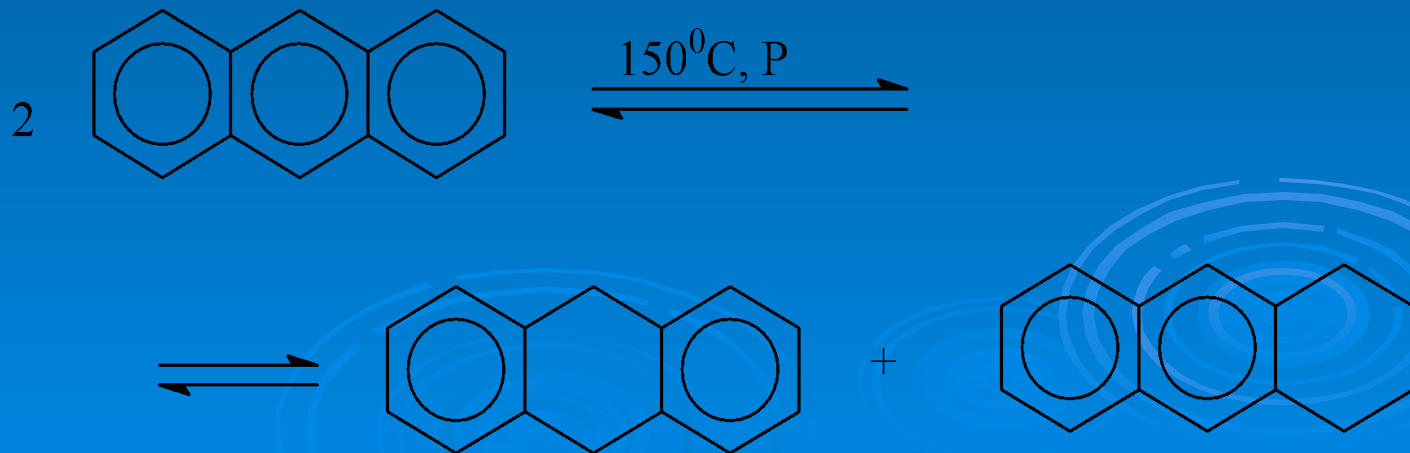


Нафталин гидрируется легче бензола (неравномерное распределение эл пл.

При гидрировании моноалкилнафталинов значительно легче гидрируется незамещенное ароматическое кольцо



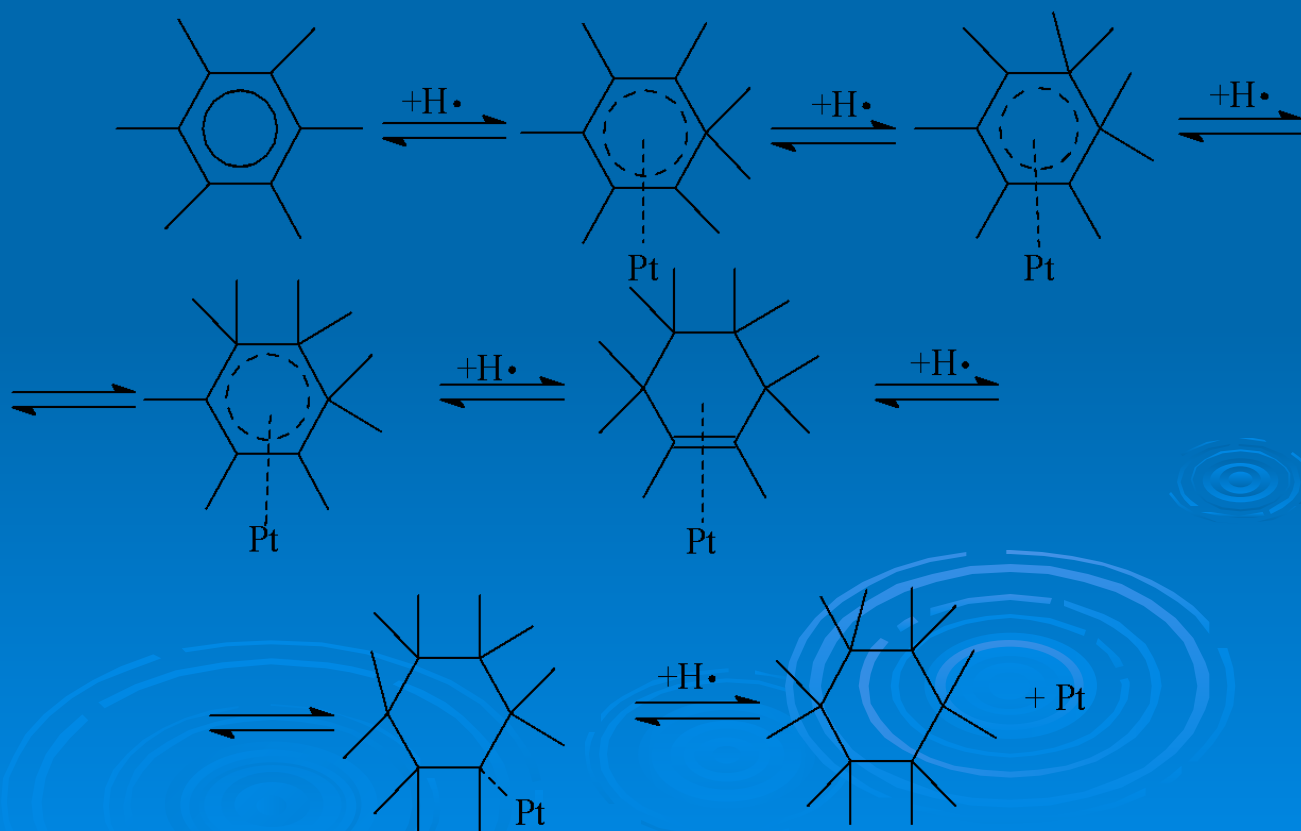
При гидрировании антрацена легче гидрируется среднее кольцо



# Механизм гидрирования непредельных и ароматических соединений

Протекает через стадию образования  $\pi$ -комплекса с активными центрами катализатора в результате перехода  $\pi$ -электронов на вакантные орбитали металла или его ионов

Ступенчатая  
гидрогенизация  
бензола на  
Pt катализаторе:

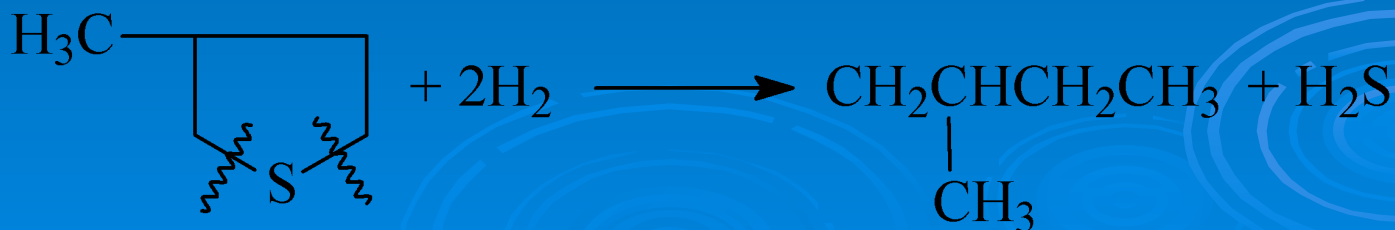


# Химизм гидроочистки

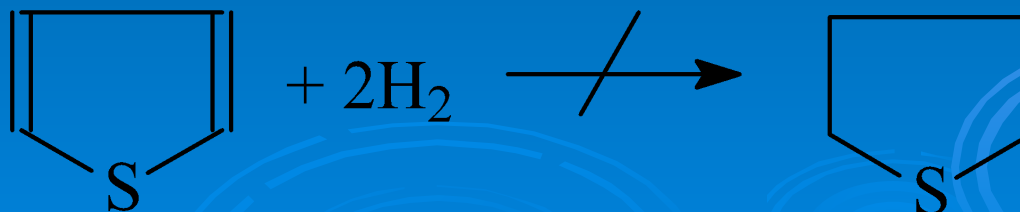
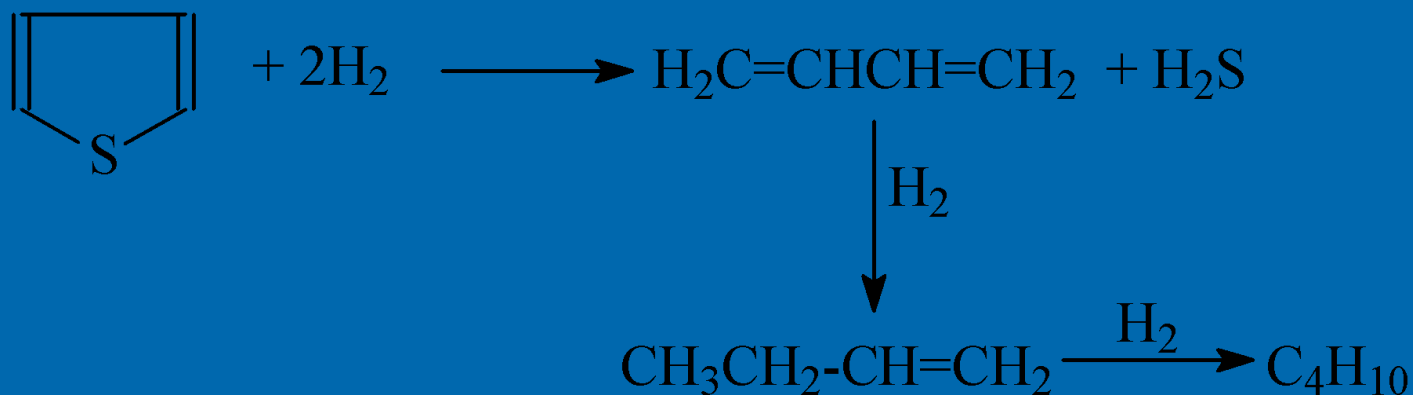
В процессе гидроочистки происходит разрыв связей C-S, C-N, C-O

## Серосодержащие соединения

Сульфиды дисульфиды и тиолы распадаются до УВ и сероводорода

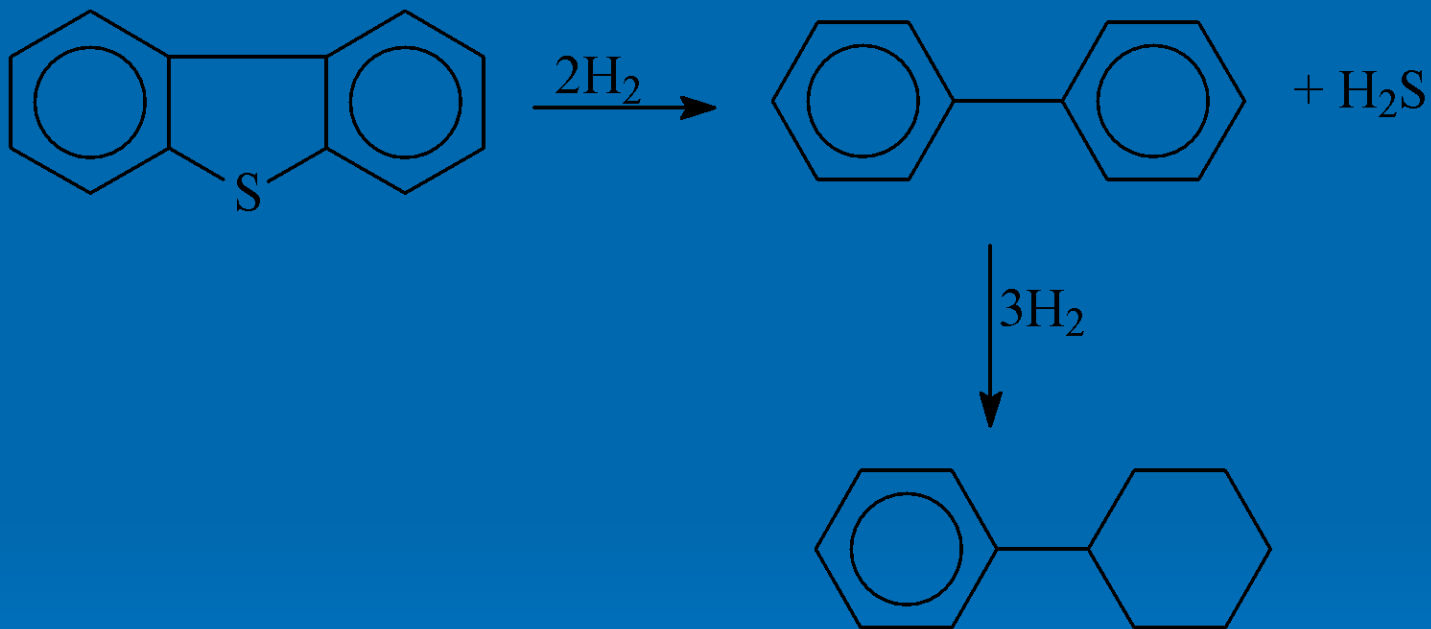


## Гидрогенолиз тиофена на оксидных катализаторах





Дибензтиофен превращается труднее тиофена

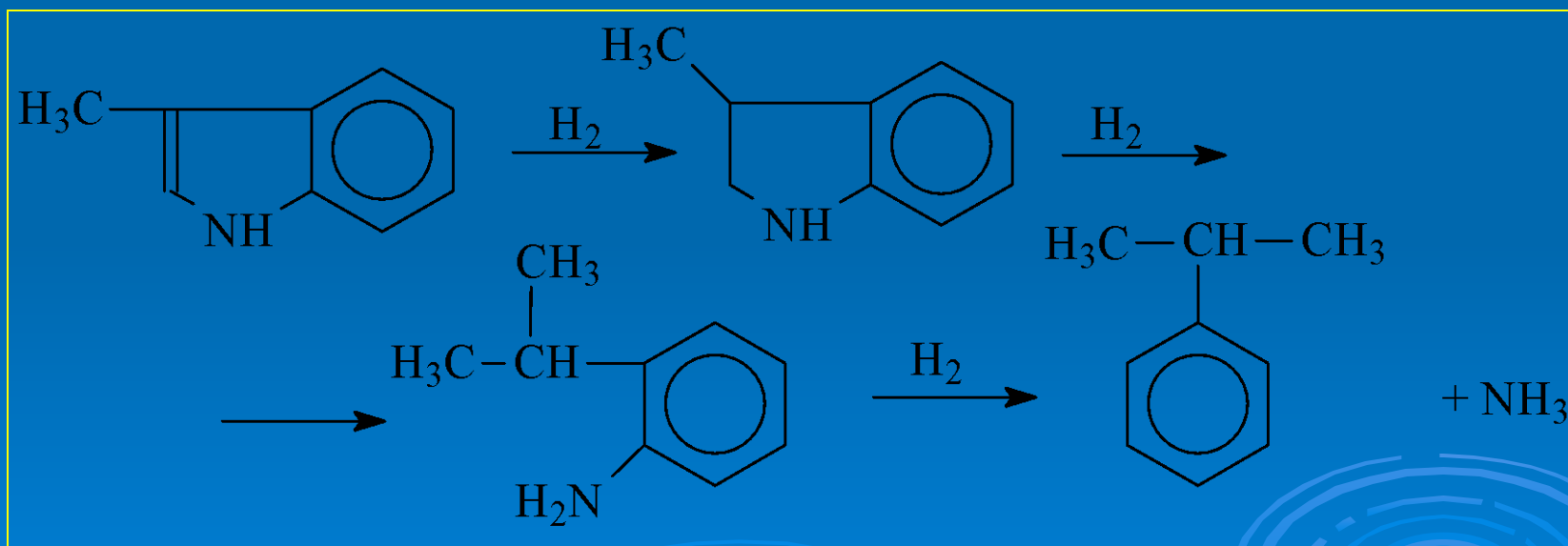


с образованием дифенила и циклогексилбензола

## Азотсодержащие соединения

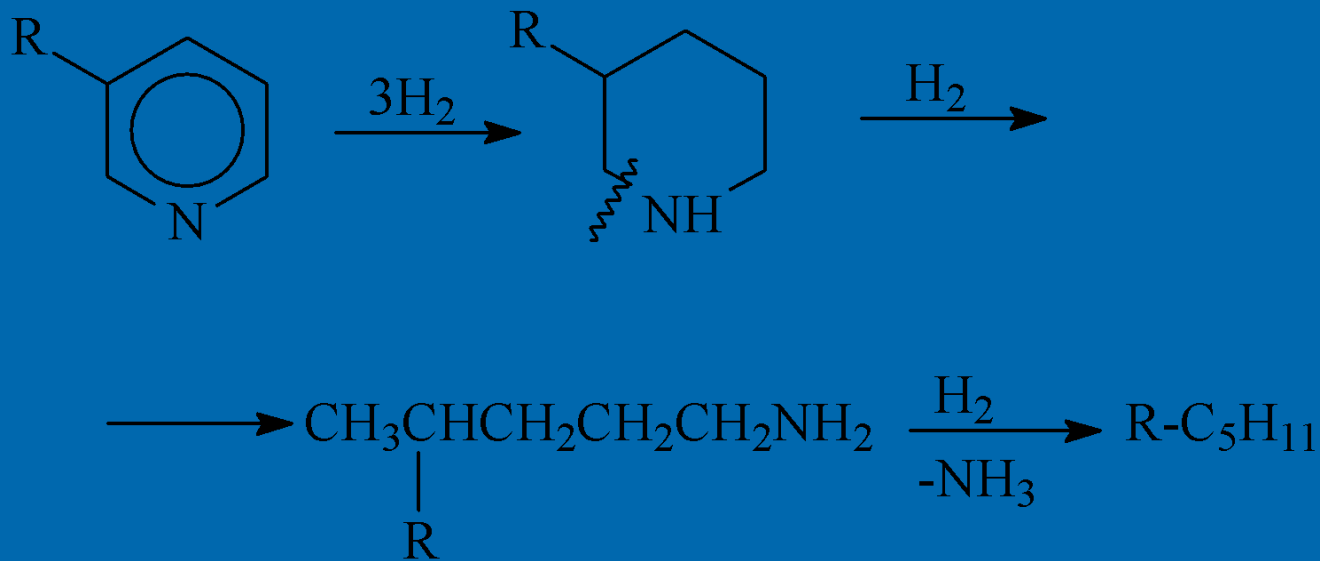
Содержатся в нефтепродуктах в основном в виде производных пиррола и пиридина

В процессе гидроочистки азот удаляется труднее, чем сера

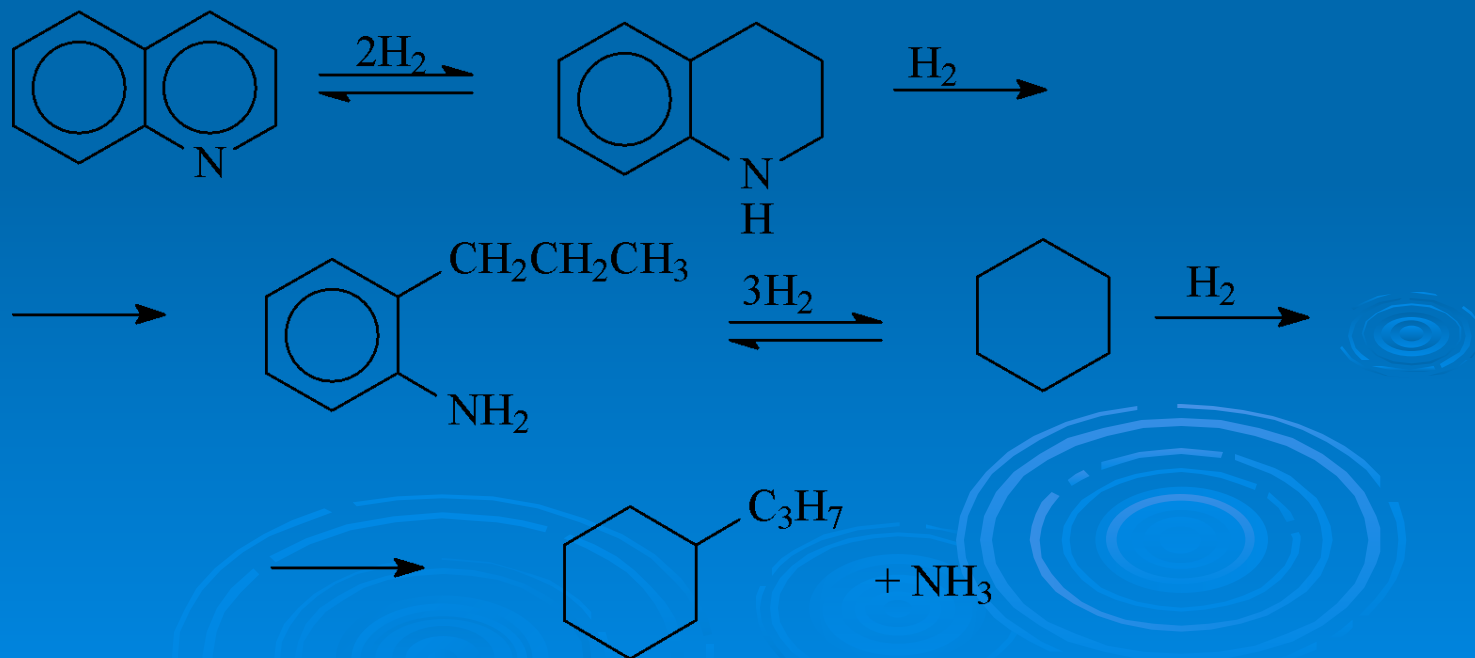


Производные пиррола подвергаются гидрированию легче, чем производные пиридина (сопряженная электронная система)

Производные пиридина



В производных хинолина и изохинолина вначале гидрируется гетероцикл



# Химизм основных промышленных процессов гидроочистки

## 1. Гидроочистка сырья для платформинга

Сырье:

Прямогонный бензин

Цель- максимальное удаление S, N, As, Sb –яды катализаторов платформинга

Кат:  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-CoO-MoO}_3$   
Т 380-420, Р 2,5-4 МПа

Добавка бензинов вторичного происхождения

Цель- максимальное удаление S, N, As, Sb –яды катализаторов Платформинга, А также полное гидрирование олефинов

## 2. Селективная Гидроочистка (облагораживание) Бензинов термического и каталитического крекинга

Цель - максимальное удаление S,N,  
А также полное гидрирование диенов и некоторых олефинов

## 3. Гидроочистка керосиновых фракций

Цель – получение реактивного топлива

Катализатор: алюмо-кобальт-молибденовый

Происходит гидрогенолиз S,N, O –содержащих соединений,  
смолистых веществ:

**ПОВЫШАЕТСЯ ТЕРМООКСИТЕЛЬНОСТЬ СТАБИЛЬНОСТЬ ТОПЛИВА**

## 4. Гидроочистка газойлей

Цель - максимальное удаление S,N,  
Для получения дизельных топлив с высоким цетановым числом

## 5. Гидроочистка сернистых вакуумных газойлей

И др. тяжелого сырья для каталитического крекинга

Гидрирование ПАУ, смолистых, металорганических соединений

Способствует длительной и эффективной работе кат. крекинга

## 6. Гидроочистка (облагораживание) масел

Заключительный этап производства высококачественных масел

Условия: Т 250-375, Р – 2-5 МПа, кат- алюмо-кобальт-молибденовый

Цель - максимальное удаление смолистых, S,N,O-содержащих соединений

В результате: улучшается цвет, стабильность масел к окислению, снижается кислотное число