

# ТЕМА 6



## Теоретические основы каталитических процессов переработки нефтегазового сырья

---

- Определение
- Классификация катализа, катализаторов и каталитических процессов нефте-, газопереработки
- Механизмы каталитических реакций применительно к процессам нефте-, газопереработки



# Определение

---

**Катализ** — многостадийный физико-химический процесс избирательного изменения механизма и скорости термодинамически возможных химических реакций веществом - катализатором, образующим с участниками реакций промежуточные химические соединения.

**Из этого определения следует, что:**

- катализатор не влияет на равновесие реакций;
- катализатор ускоряет реакции избирательно, а не универсально.

# Классификация катализа, катализаторов и каталитических процессов нефте-, газопереработки



Катализ, катализаторы, процессы			
Класс катализатора	Гомолитический (электронный)	Гетеролитический (ионный)	Сложный (би-, полифункциональный)
Катализаторы	Cu, Ag, Fe, Ni, Co, Mo, Pt, Pd и др.	<i>протонные кислоты:</i> HF, HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ; <i>апротонные кислоты:</i> AlCl <sub>3</sub> , алюмосиликаты, цеолиты, ионообменные смолы и др.	Гомолитические + гетеролитические катализаторы
Процессы нефте-, газопереработки	Производства водорода, элементной серы, демеркаптанизация, синтез аммиака, Фишера-Тропша, регенерация катализаторов.	Каталитический крекинг, алкилирование, полимеризация, этерификация, дегидратация спиртов, гидратация алкенов,	Каталитический риформинг, гидрообессеривание, гидрокрекинг, селективный гидрокрекинг, изомеризация

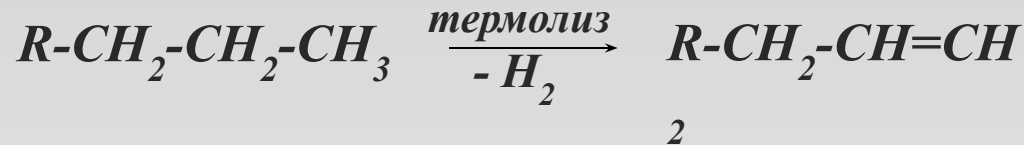
# Механизмы каталитических реакций применительно к процессам нефте-, газопереработки



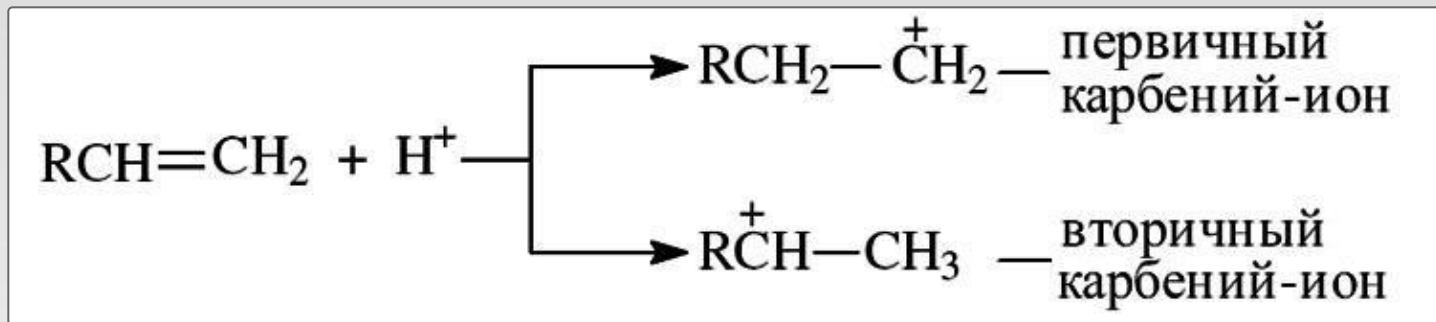
## I Ионный катализ

### а) каталитический крекинг

- термолиз сырья с образованием алкенов



- образование карбокатионов

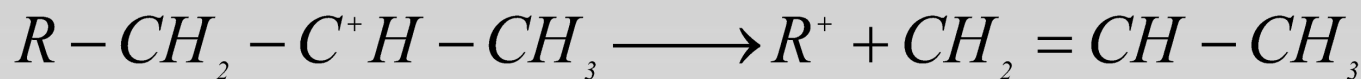


**Карбокатионы** – органические (углеводородные) ионы с положительным зарядом, локализованным на атоме углерода с четным числом (в отличие от радикала) электронов. Гидрид-ионы (изотоп)  $H^+$  - единственный ион без электронной оболочки с исключительно малым диаметром иона, обладает высокой реакционной способностью.

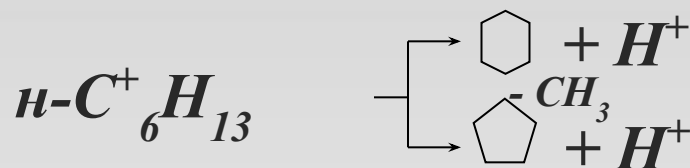
# Мономолекулярные реакции карбокатионов:



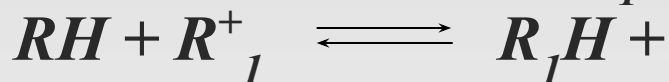
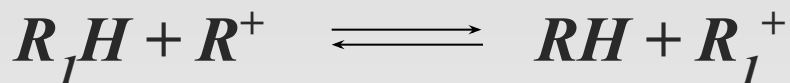
1. β-распад с образованием олефина и карбокатиона



2. Изомеризация



3. Бимолекулярные реакции карбокатионов с H-переносом

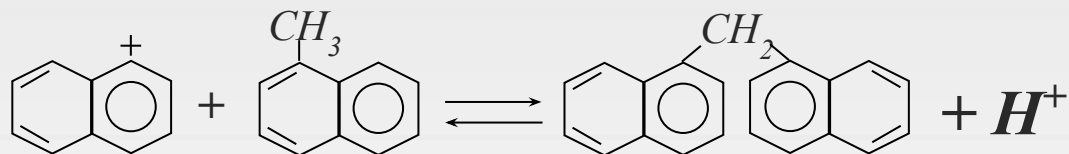
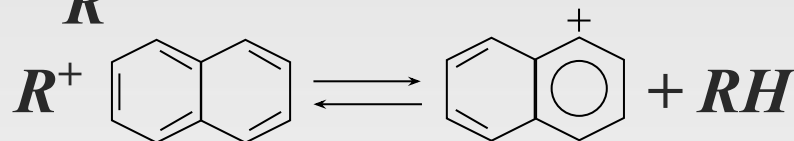


4.

Алкилирование

5.

Конденсация

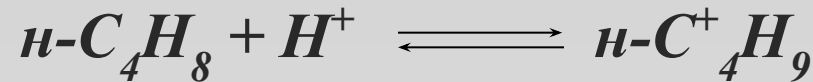




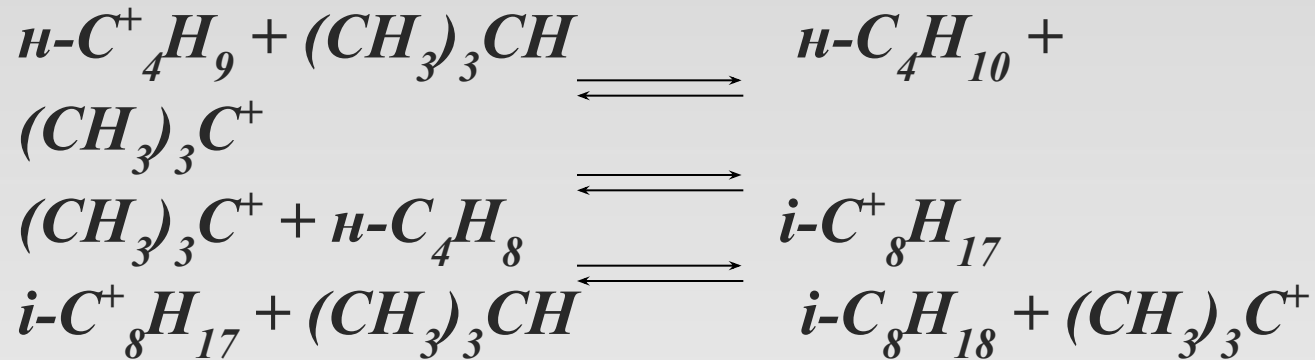
# I Ионный катализ

## б) Алкилирование бутилена с изобутаном

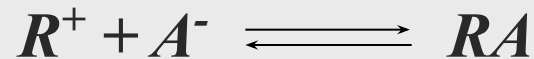
1. Образование цепи:



2. Продолжение цепи:

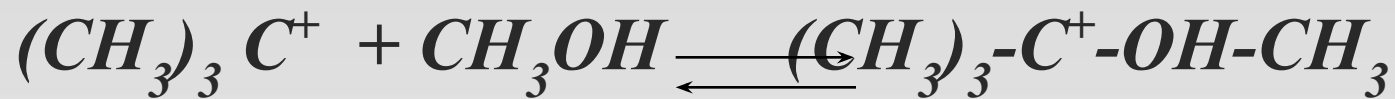
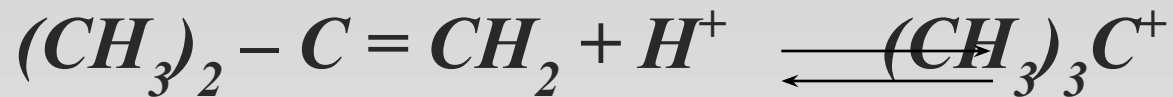


3. Обрыв  
цепи:



# I Ионный катализ

## в) Этирификация изобутилена метанолом

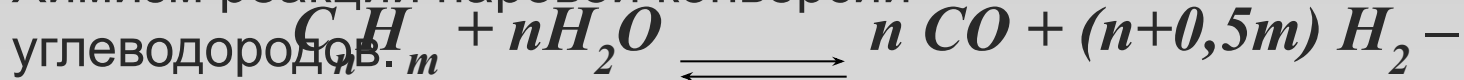


# II Гомолитический (электронный, окислительно-восстановительный) катализ



## 1. Паровая конверсия метана

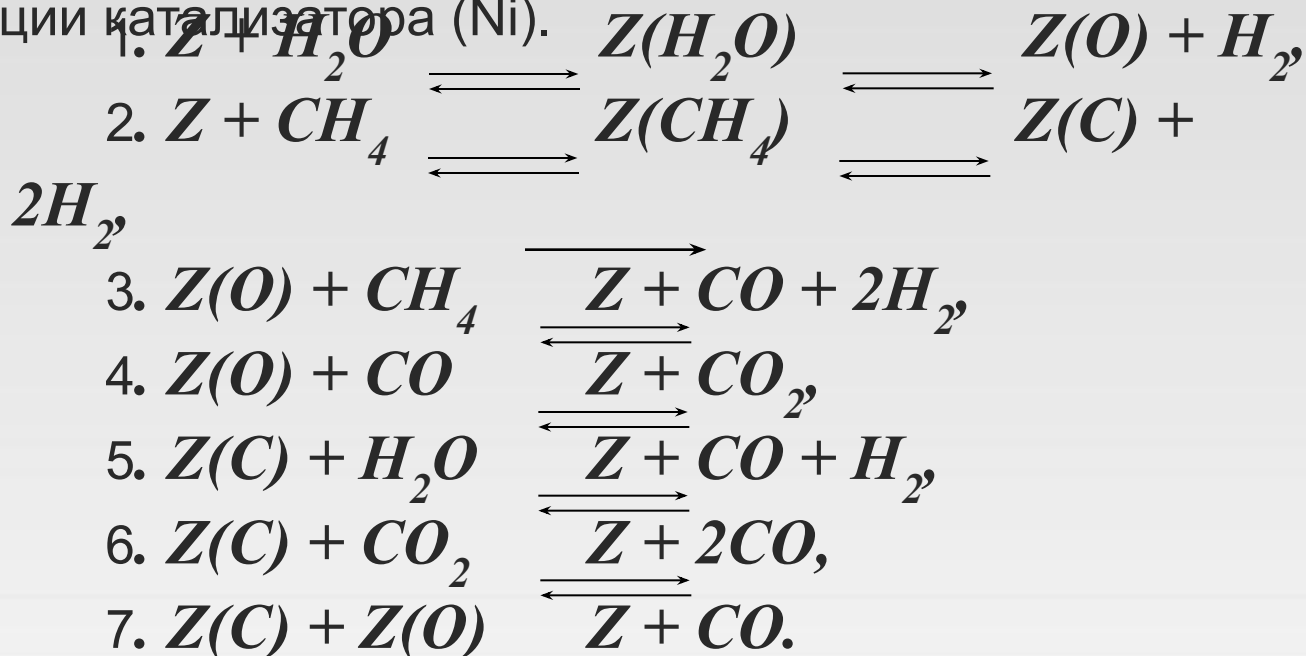
Химизм реакций паровой конверсии



$Q,$



Реакции окисления-восстановления и карбидирования-газификации катализатора (Ni).



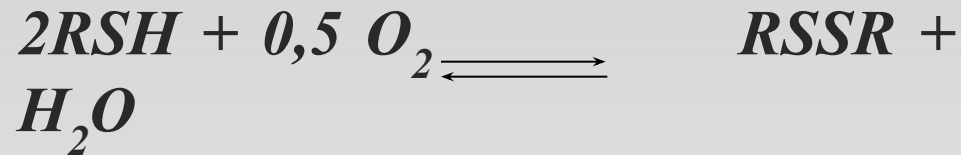


# II Гомолитический (электронный, окислительно-восстановительный) катализ

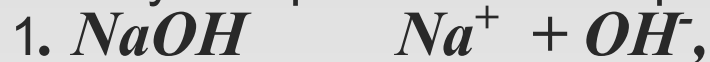


## 2. Окислительная демеркаптанизация сжиженных газов

Химизм  
реакций.



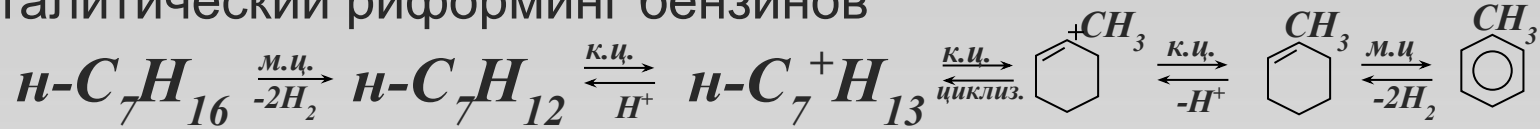
Катализатором и растворителем является  $NaOH$ , следовательно реакция протекает по бифункциональному, гомолитическому, основному катализу с образованием карбониона:



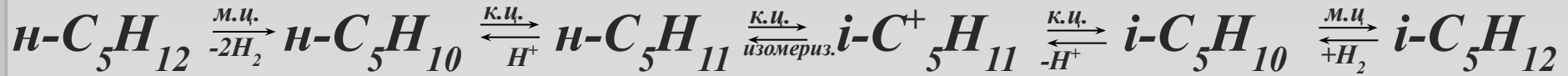


# III Бифункциональный катализ

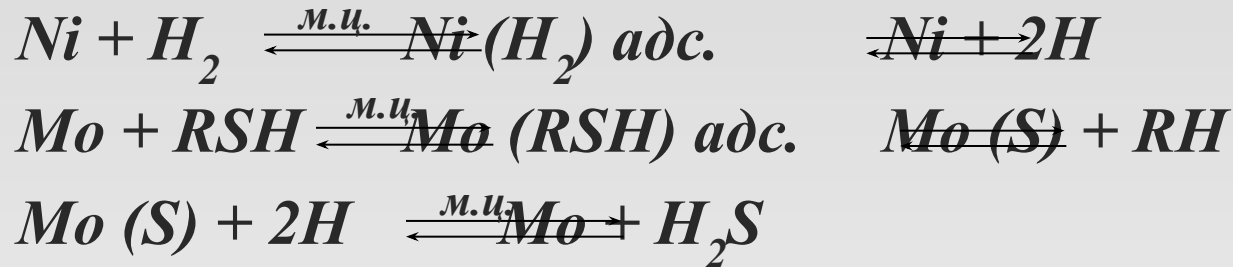
а) Каталитический риформинг бензинов



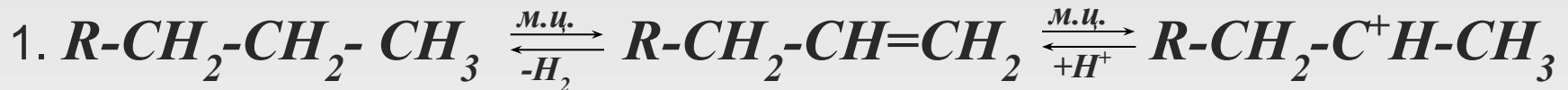
б) Каталитическая изомеризация C<sub>4</sub>-C<sub>5</sub> алканов



в) Гидрообессеривание серосодержащих углеводородов



г) Гидрокрекинг углеводородного сырья



2. Реакции β-распада, изомеризации, H-переноса, алкилирования каркатиона и др.

