



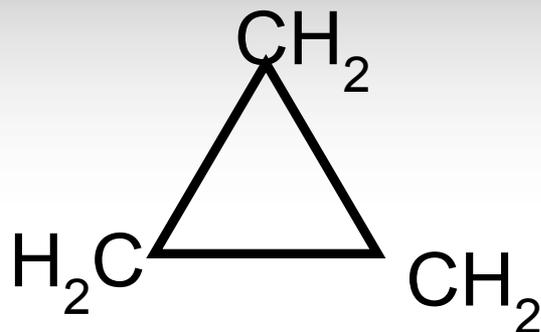
***Предельные углеводороды.  
Циклоалканы.***



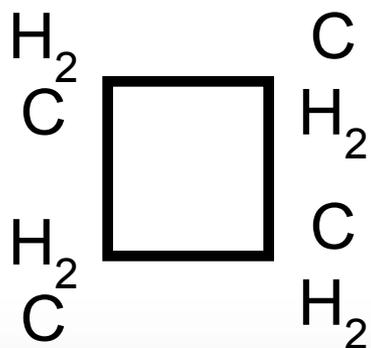
**Циклоалканы – это углеводороды, в которых все атомы углерода замкнуты в цикл.**

**Общая формула -  $C_nH_{2n}$**

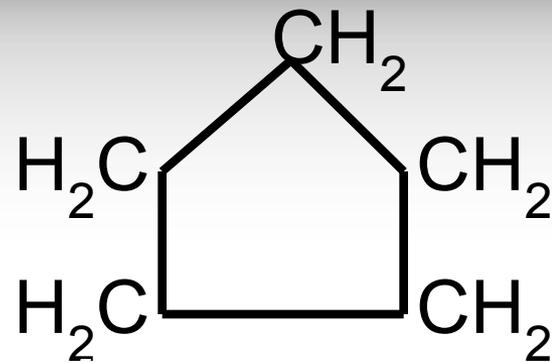
# Гомологический ряд алканов



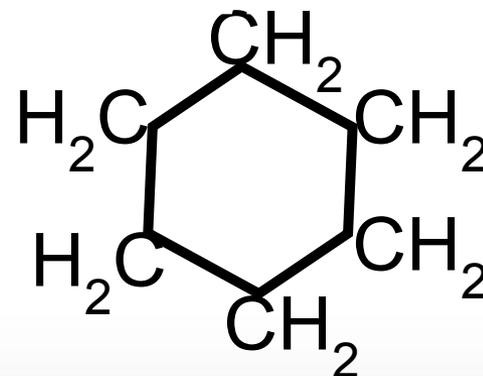
**циклопропан**



**циклобутан**



**циклопентан**



**циклогексан**

# Строение молекул

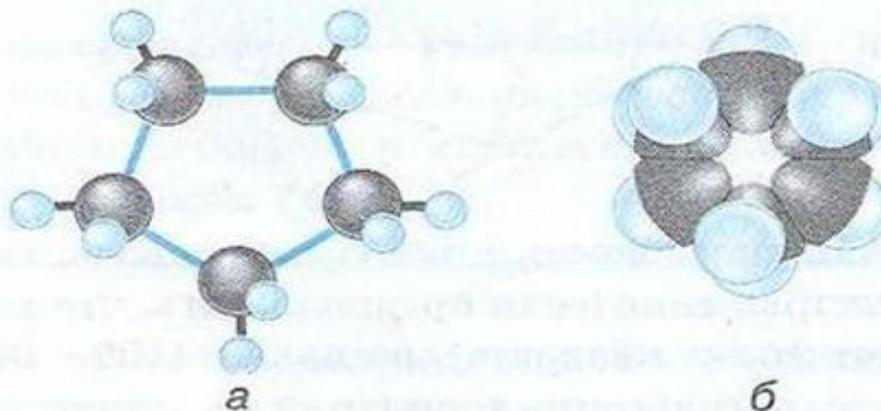


Рис. 15. Модели молекул циклоалканов:  
*а* — шаростержневая модель циклопентана; *б* — масштабная модель циклогексана (видны не все атомы водорода)

**Гибридизация  $sp^3$**



# Строение молекул

**Сходство с предельными углеводородами:**

**Каждый атом углерода в циклоалканах находится в состоянии  $sp^3$ -гибридизации и образует четыре  $\sigma$ -связи C-C и C-H.**

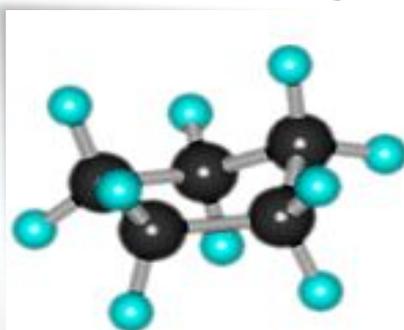
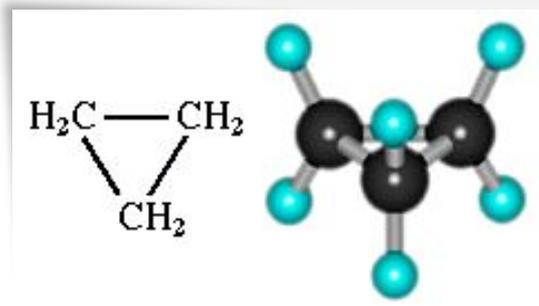
# Строение молекул

## Отличие от предельных:

- Углы между связями зависят от **размера цикла**: чем меньше цикл, тем меньше угол, больше напряжение и **выше реакционная способность углеводорода**.
- Свободное вращение вокруг связей **C-C**, образующих цикл, **невозможно**.

# Строение молекул

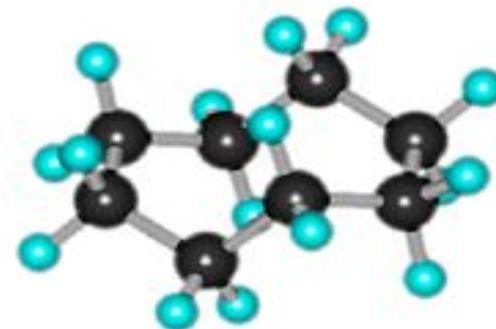
- Простейший **циклоалкан** – **циклопропан**  $C_3H_6$  – представляет собой **плоский трехчленный карбоцикл**
- Остальные циклы имеют **неплоское строение** вследствие **стремления атомов углерода** к



Циклопентан



Циклогексан

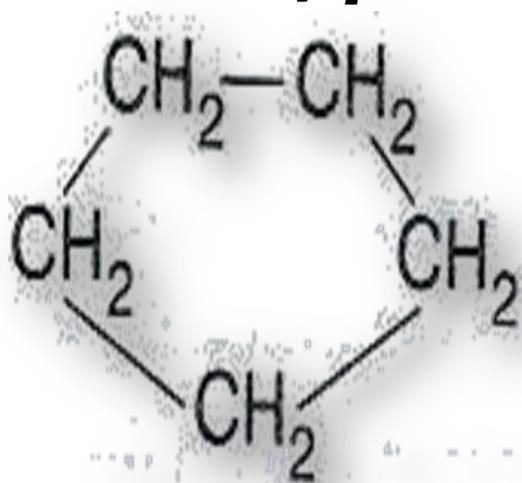


Циклооктан

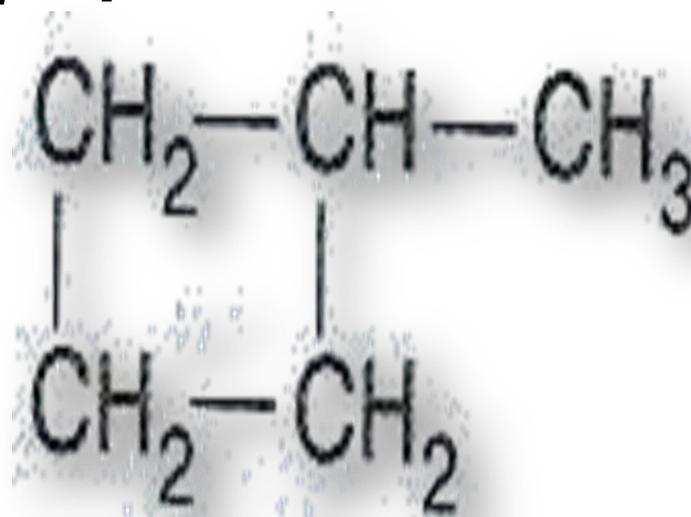
# Изомерия циклоалканов

## Структурная

### а) размер цикла

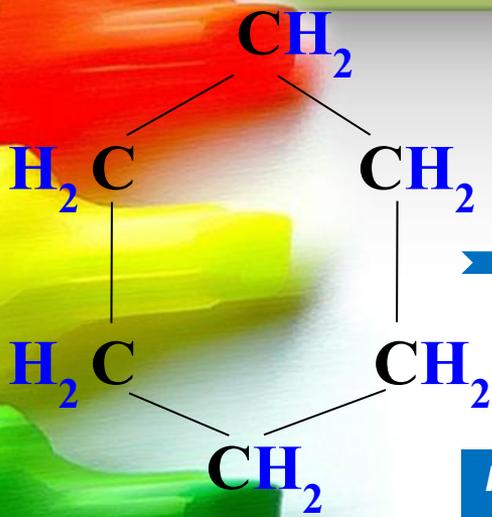


циклопентан

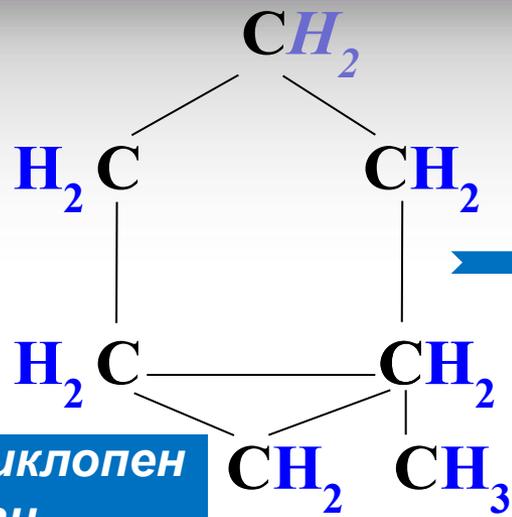


метилциклобут

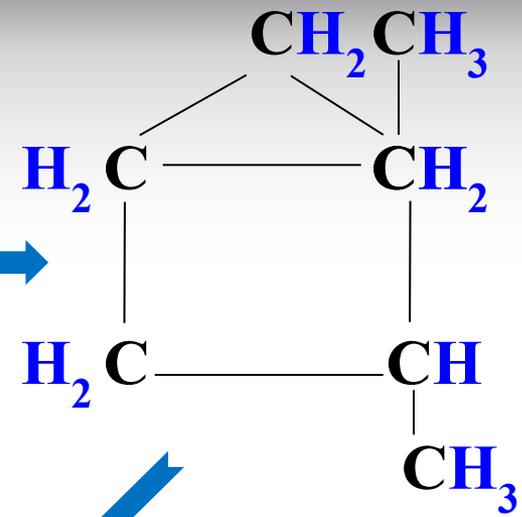
ан



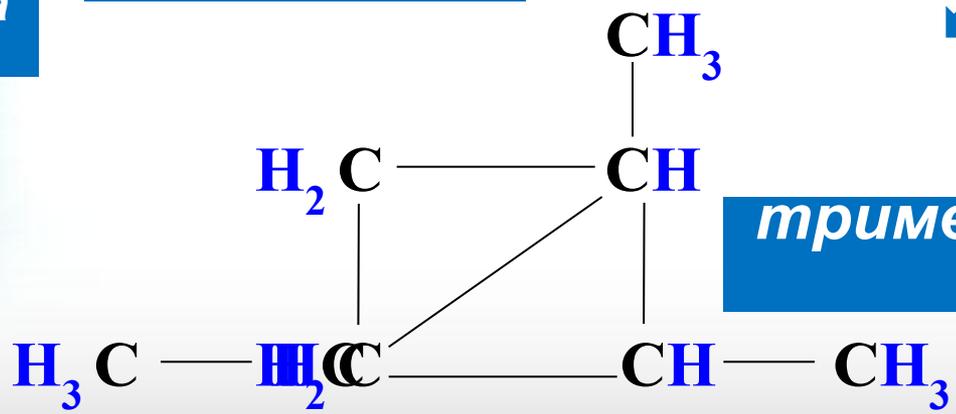
циклогексана



метилциклопентан



диметилциклобутан

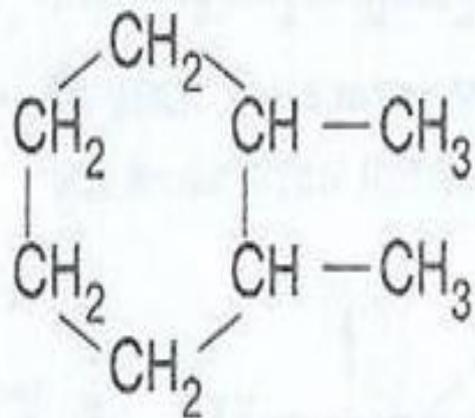


триметилциклопропан

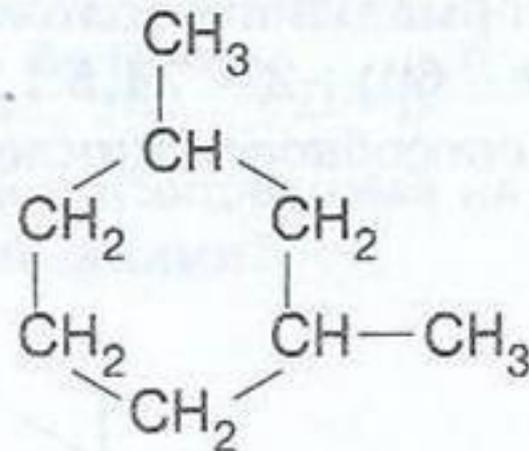
# Изомерия циклоалканов

## Структурная

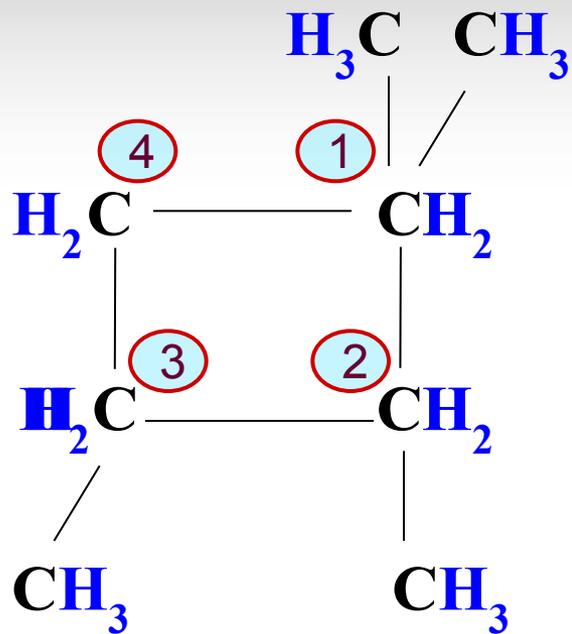
**б) взаимное расположение радикала в кольце**



1,2-диметилциклогексан



1,3-диметилциклогексан

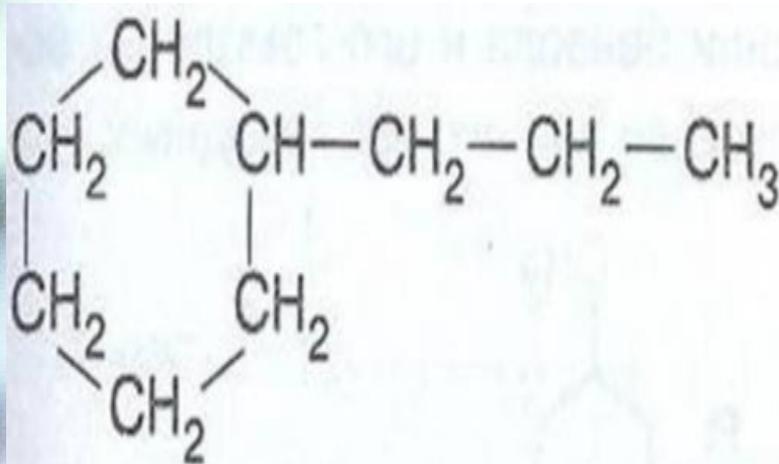


1,3-  
диметилциклобута

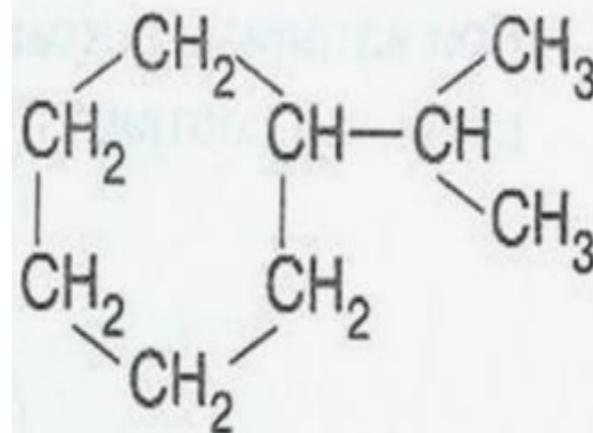
# Изомерия циклоалканов

## Структурная

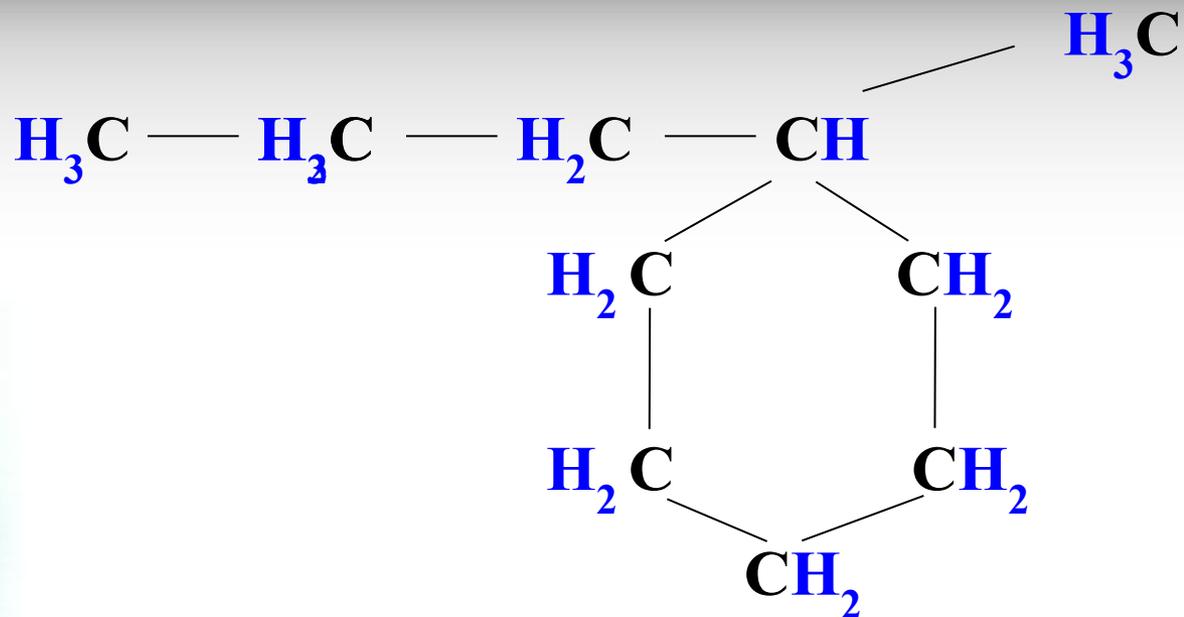
### в) строение радикала



пропилциклогексан



изопропилциклогексан



**ИЗОПРОПИЛ - ЦИКЛОГЕКСАН**

# Изомерия циклоалканов

## Структурная г) межклассовая

Циклоалканы

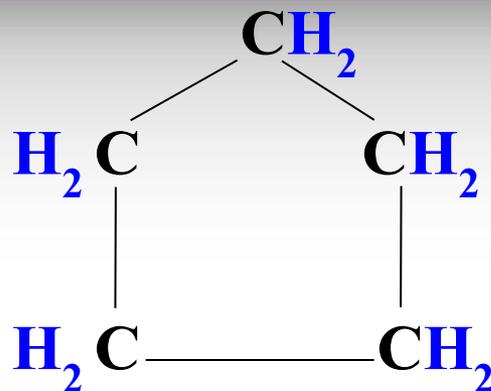


Алкены



Имеют одну молекулярную формулу, но  
разное строение, т.е. являются

**изомерами.**



**ЦИКЛОПЕНТАН**



**ПЕНТЕН-1**

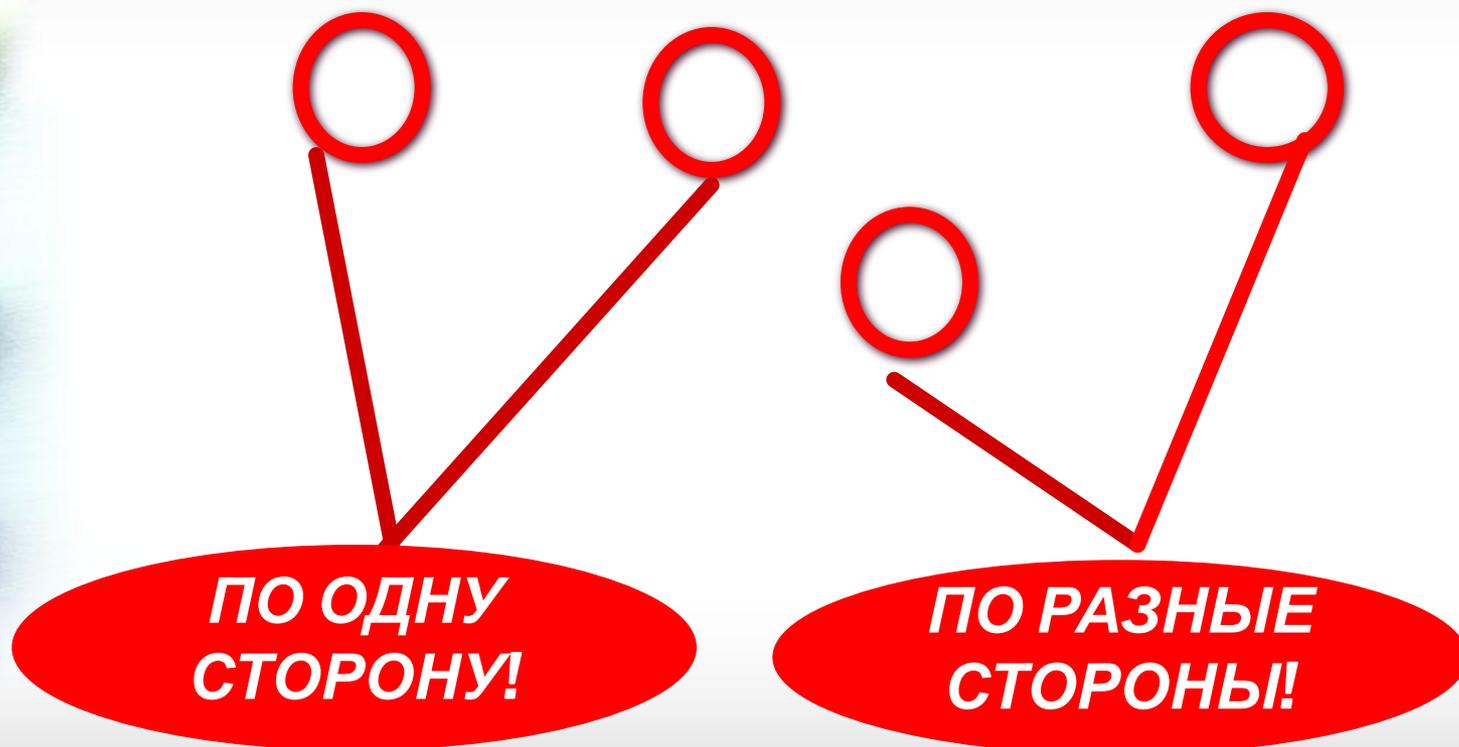


# Изомерия циклоалканов

## Пространственная изомерия (геометрическая цис-транс-изомерия)

- у некоторых замещённых циклоалканов объясняется отсутствием свободного вращения вокруг связей С – С в цикле.
- она обусловлена различным взаимным расположением в пространстве заместителей относительно плоскости цикла.
- в **цис-изомерах** заместители находятся по одну сторону от плоскости кольца, в **транс-изомерах** – по разные

# Изомерия циклоалканов



# Нахождение в природе

Циклоалканы главным образом находятся в составе некоторых **нефти**. Отсюда и другое название циклоалканов – **нафтены**. Пяти – и шестичленные циклоалканы были впервые выделены из нефти и изучены профессором Московского университета

**В.В. Марковниковым**



# ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Число атомов 3-4	Число атомов 5-15	Число атомов >15
Газы	Жидкости	Твердые вещества

- Температура кипения и плавления **циклоалканов выше, чем у алканов с равным количеством атомов углерода**
- Чем больше размер цикла, тем больше температура кипения;
- В воде практически не растворимы, но растворимы в органических растворителях;

# **Химические свойства**

**Химические свойства циклопарафинов зависят от числа атомов углерода, составляющих цикл.**

- Низшие циклоалканы (циклопропан и циклобутан) ведут себя как ненасыщенные углеводороды, они способны вступать в реакции присоединения.**
- Циклоалканы с большим количеством углеродных атомов в цикле ведут себя как алканы, для них характерны реакции замещения.**

# Реакции присоединения

## 1) Гидрирование

При каталитическом гидрировании  
трех-, четырех- и пятичленные  
циклы  
разрываются с образованием

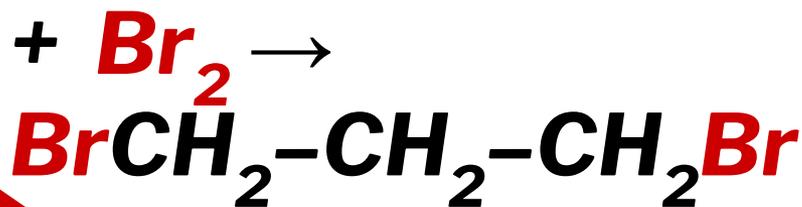


циклобутан

бутан

# Реакции присоединения

2) Галогенирование  
Трехчленный цикл при  
галогенировании  
разрывается,  
присоединяя атомы галогена

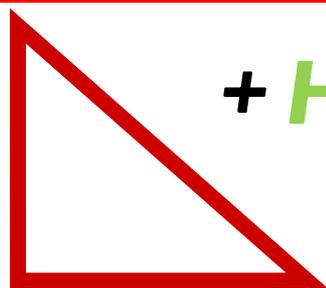


циклопропан

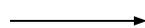
1,3-дибромпропан

# Реакции присоединения

3) Гидрогалогенирование  
Циклопропан и его гомологи  
взаимодействуют  
с галогеноводородами с разрывом  
цикла.



+ HBr



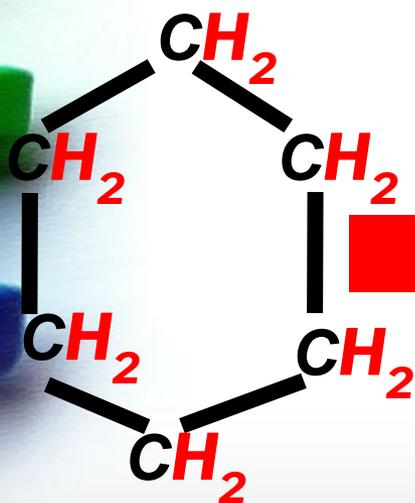
циклопропан

1-бром  
пропан

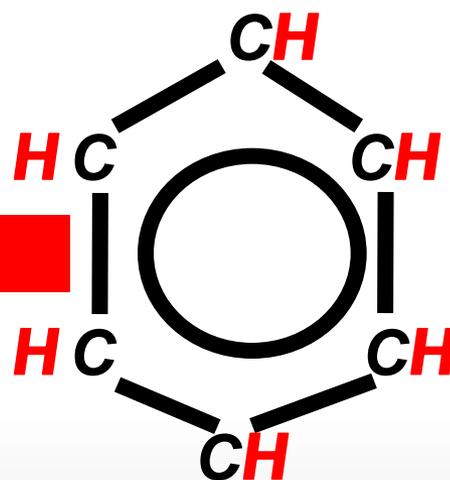
# Реакции замещения

## 4) Дегидрирование

Соединения с шестичленными циклами при нагревании с катализаторами дегидрируются с образованием ароматических углеводородов.



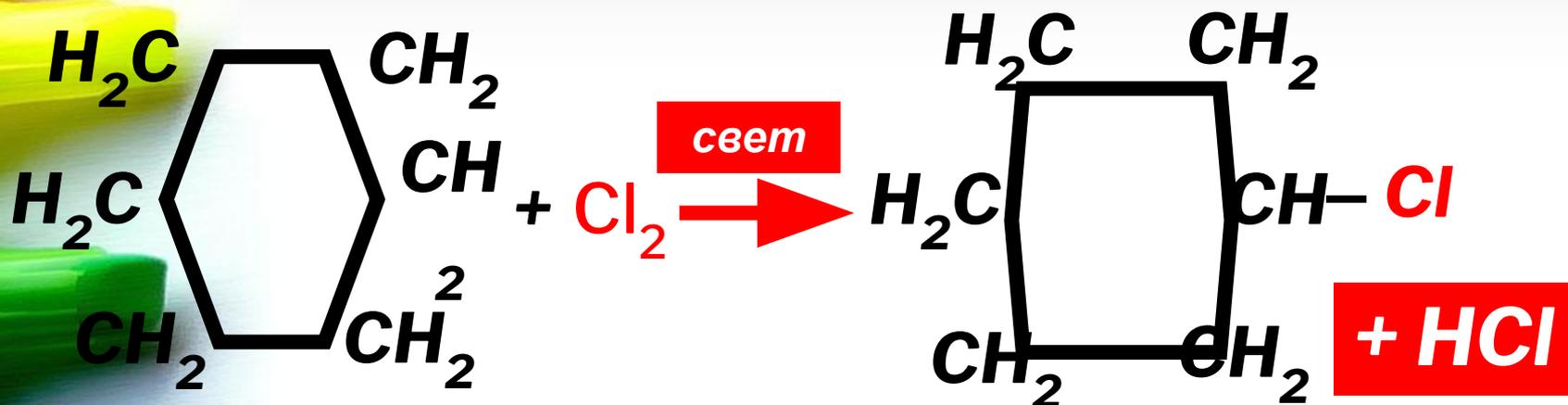
циклогексан



бензол



# Реакции замещения



хлорциклогекса  
H

# Реакция горения

Полное окисление (горение) с образованием **воды и углекислого**

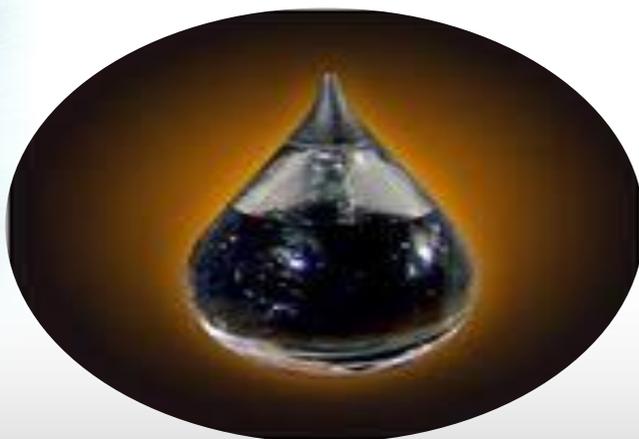


# Получение

## I. В промышленности

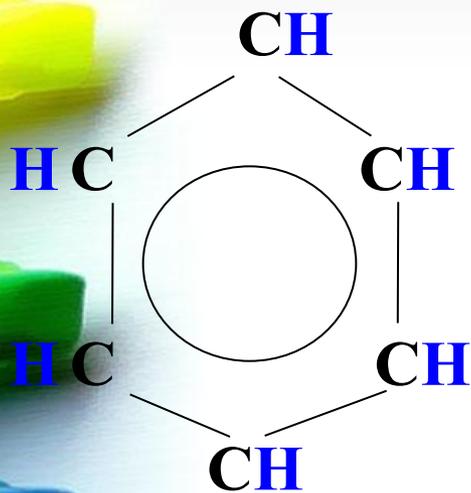
### 1) Из нефти

При переработке нефти выделяют главным образом **циклоалканы  $C_5 - C_7$**

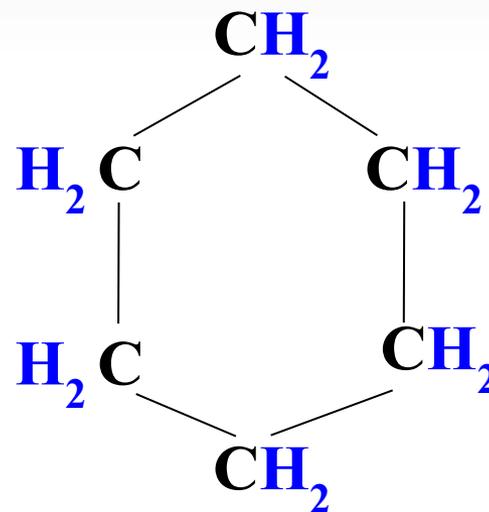


# Получение

2) Из ароматических углеводородов –  
каталитическое гидрирование



бензол



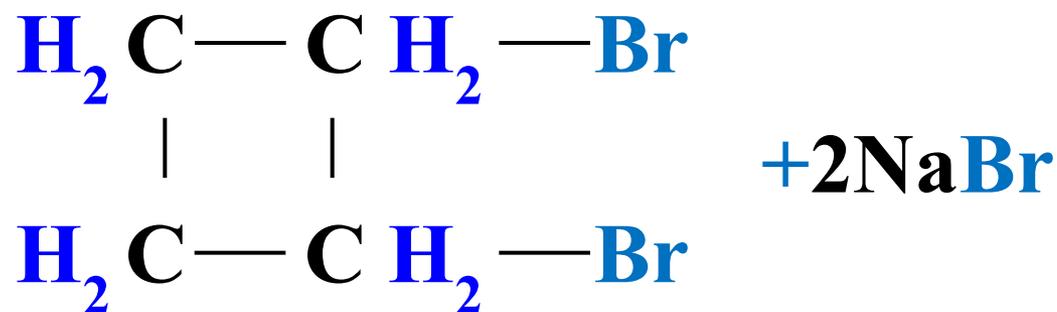
циклогекса

H

# Получение

## II. В лаборатории

Из дигалогенпроизводных алканов  
(внутримолекулярная реакция Вюрца):



**циклобутан**

# Применение

**Практическое значение имеют циклогексан, метилциклогексан, и некоторые другие. В процессе ароматизации нефти эти соединения превращаются в ароматические углеводороды**

**– бензол, толуол и другие вещества. Которые широко используются для синтеза красителей, медикаментов и т. д. Циклопропан применяют для наркоза.**

