

ОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ

ГР ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ И ПРОФОРИЕНТАЦИИ
КАФЕДРА ХИМИИ



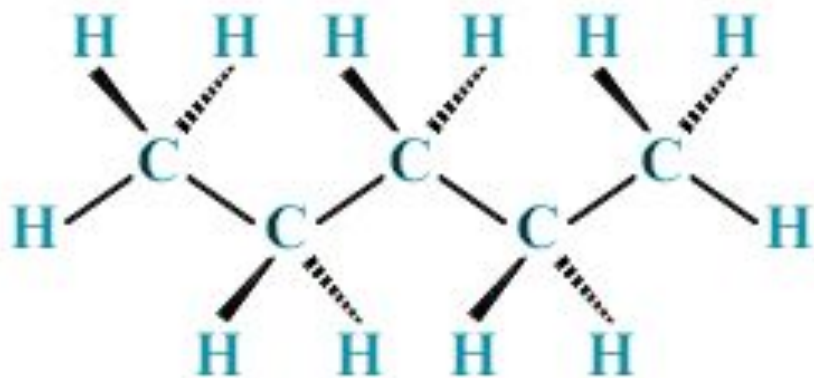
АЛКАНЫ

1. Классификация углеводородов.
2. Алканы: строение, физические и химические свойства.
3. Получение.

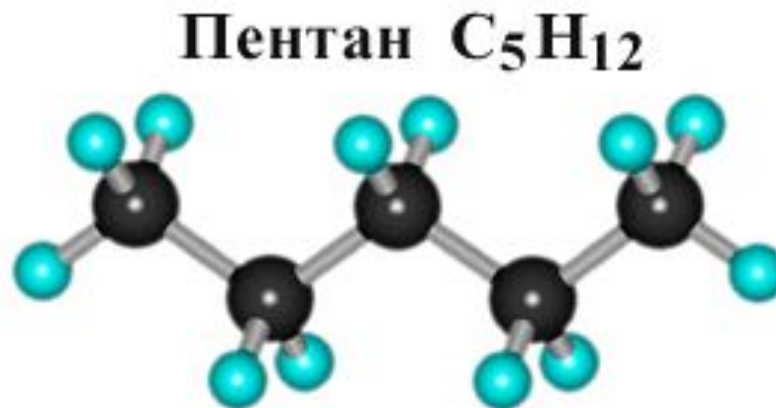
Лектор: доктор биологических наук,
профессор, зав. кафедрой химии Степанова
Ирина Петровна

Углеводороды

Соединения, содержащие только углерод и водород, называются углеводородами.

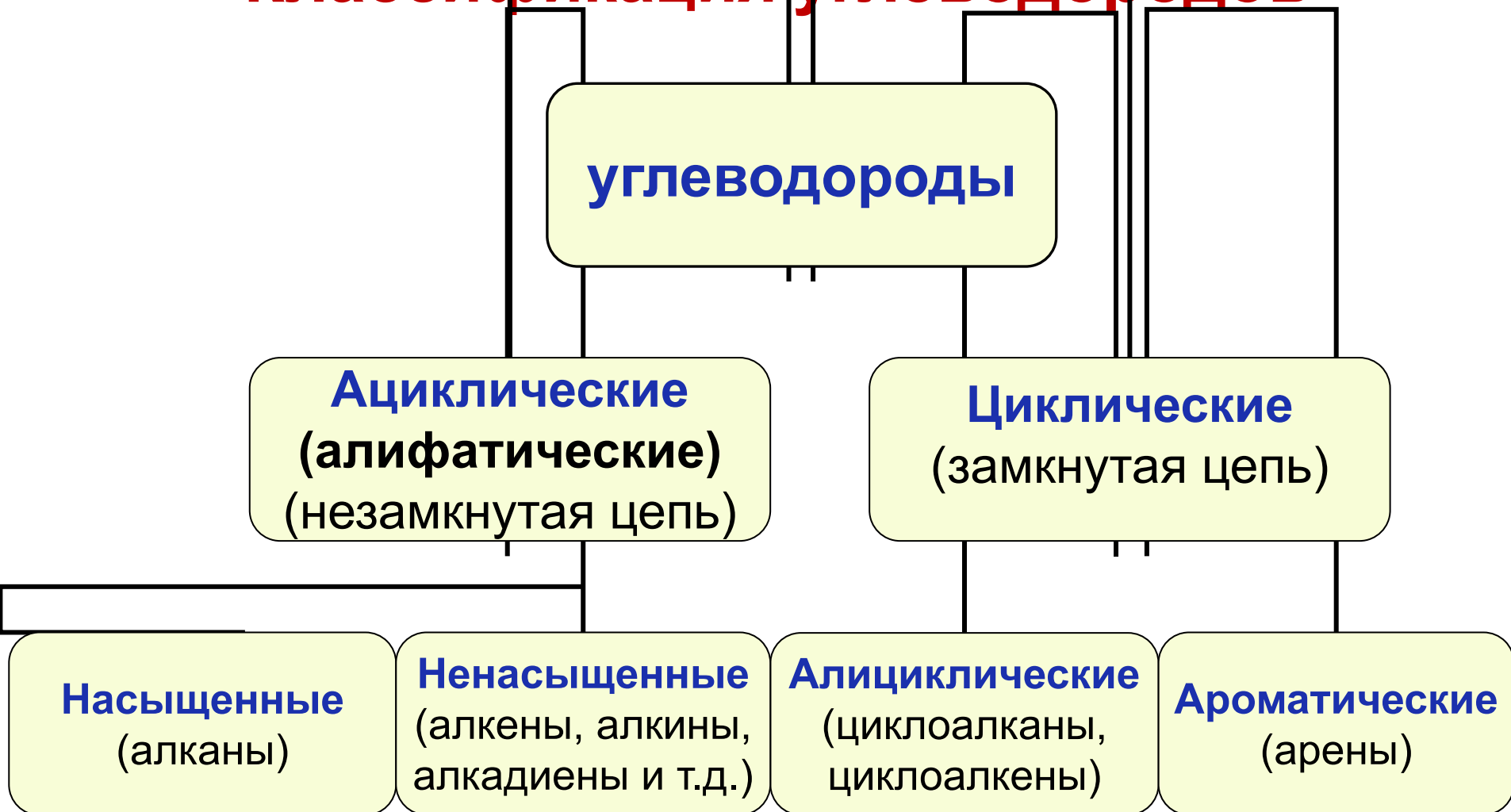


Стереохимическая формула



Модель молекулы

Классификация углеводородов

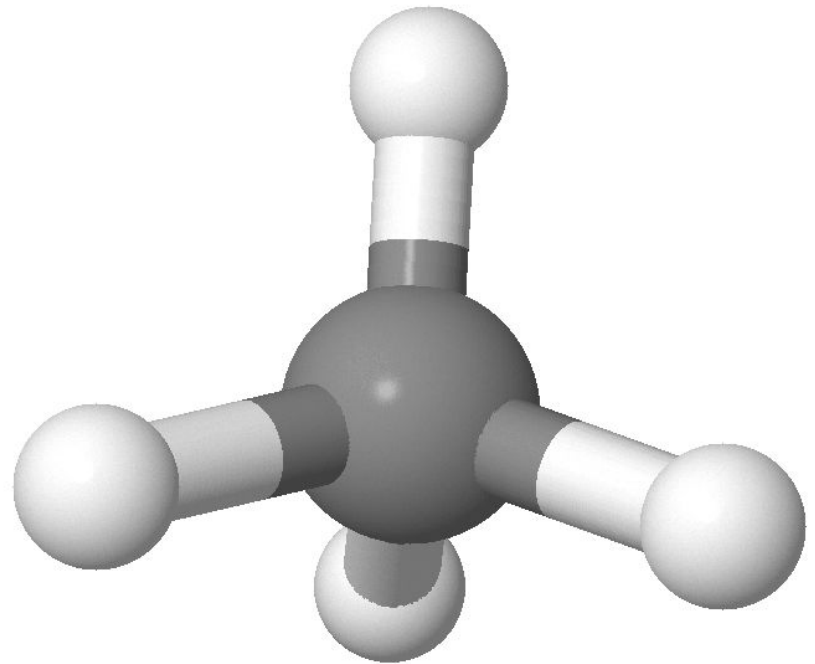
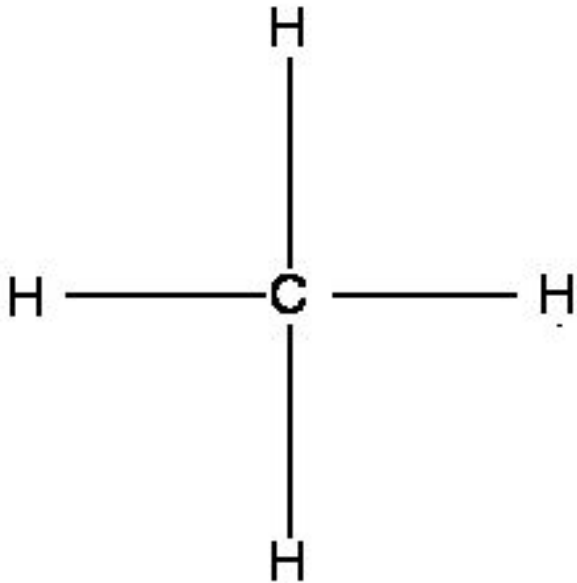


Гомологический ряд алканов

Алканы имеют общую формулу $C_n H_{2n+2}$.
Каждый последующий член гомологического ряда алканов отличается от предыдущего на постоянную группу атомов, которая называется гомологической разностью: $(-CH_2-)$. Отдельные члены этого ряда называются гомологами.

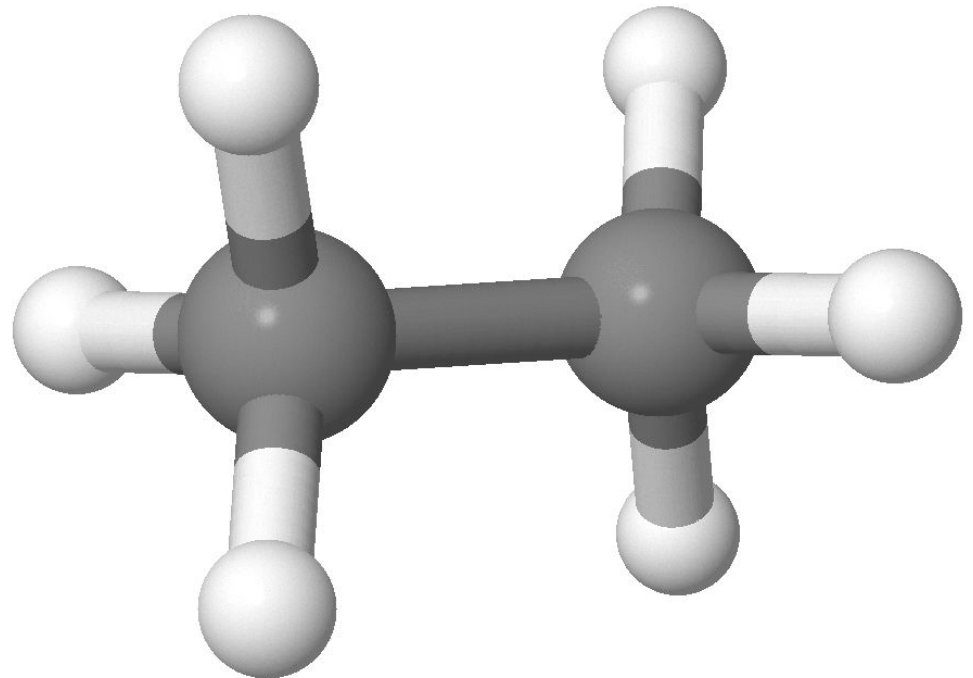
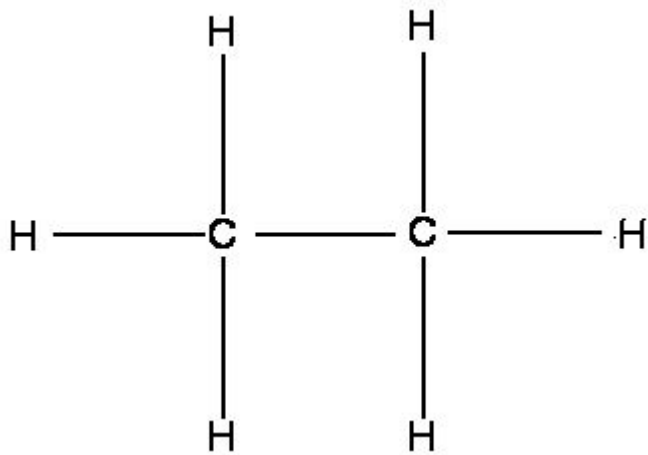
Гомологический ряд алканов

**Метан (первый член
гомологического ряда)**



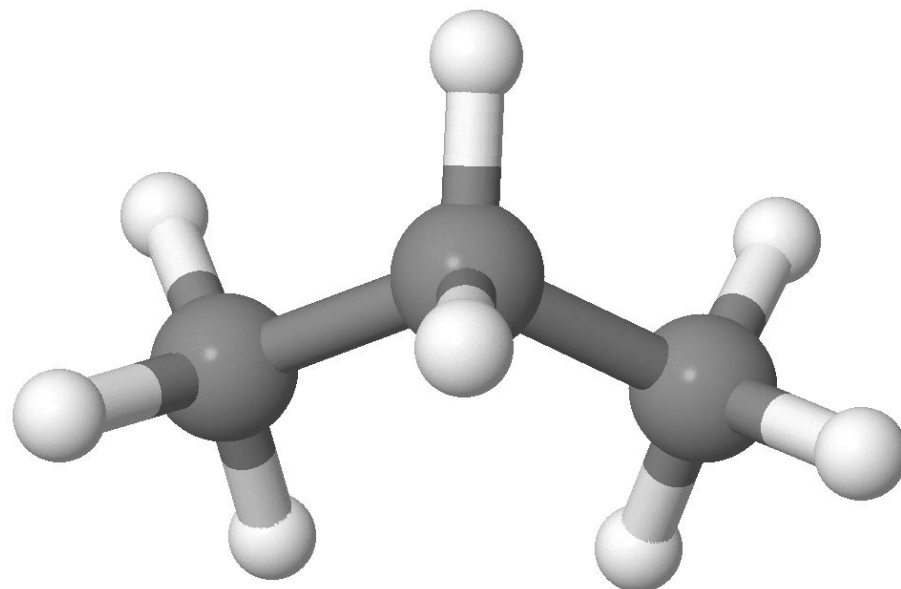
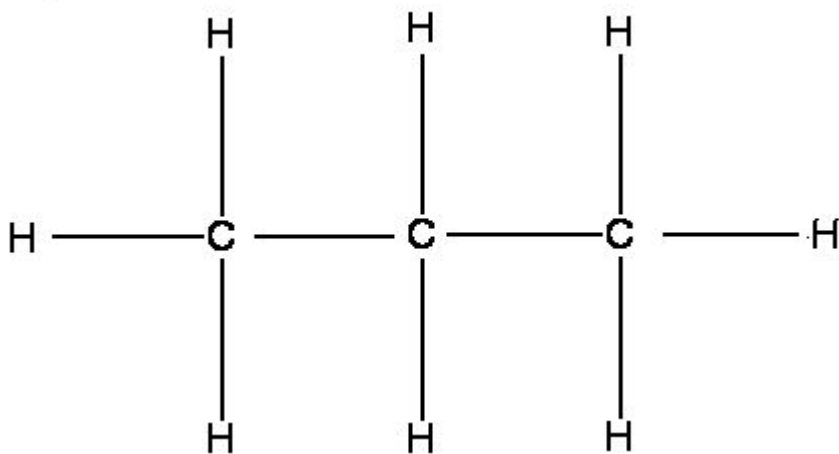
Гомологический ряд алканов

Этан (второй член гомологического ряда)



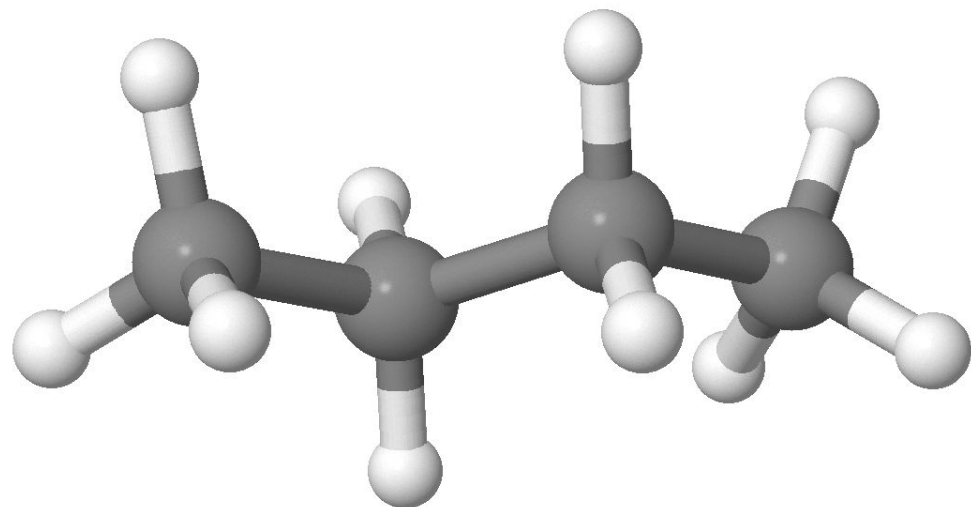
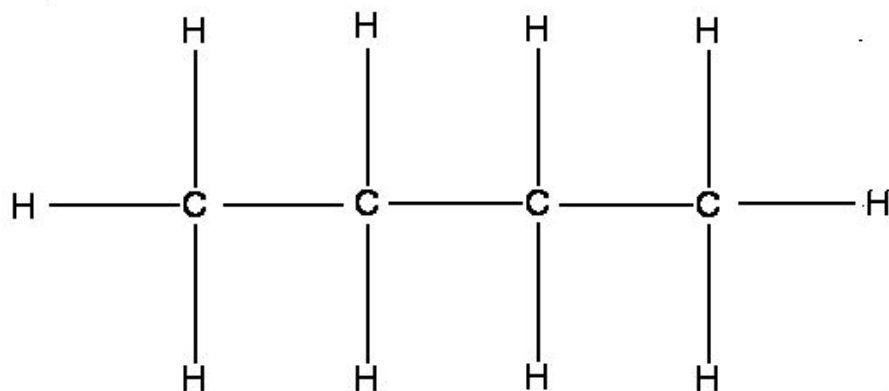
Гомологический ряд алканов

Пропан (третий член гомологического ряда)



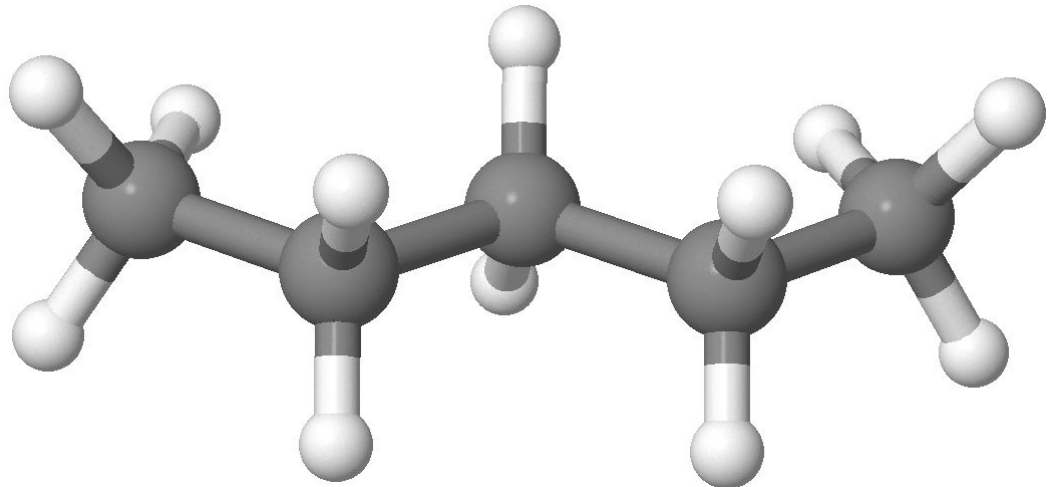
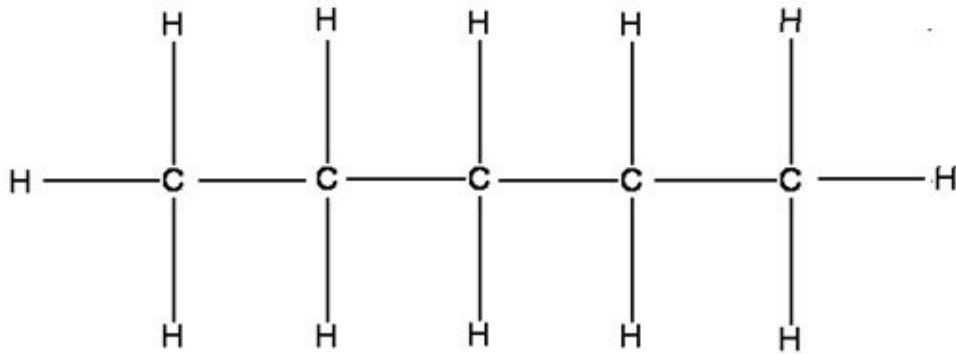
Гомологический ряд алканов

Бутан (четвертый член гомологического ряда)



Гомологический ряд алканов

Пентан (пятый член гомологического ряда)



Гомологический ряд

CH_4 метан **метана**

C_2H_6 этан

C_3H_8 пропан

C_4H_{10} бутан

C_5H_{12} пентан

C_6H_{14} гексан

C_7H_{16} гептан

C_8H_{18} октан

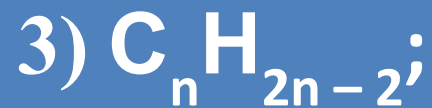
C_9H_{20} нонан

$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ декан

Тест

ы

Общая формула гомологического ряда предельных углеводородов:



Тест

ы

Алканом является вещество, формула которого:

а) C_4H_8 ;

в) C_8H_{10} ;

б) $C_{22}H_{46}$;

г) C_6H_6 .

Формулы только алканов записаны в ряду:

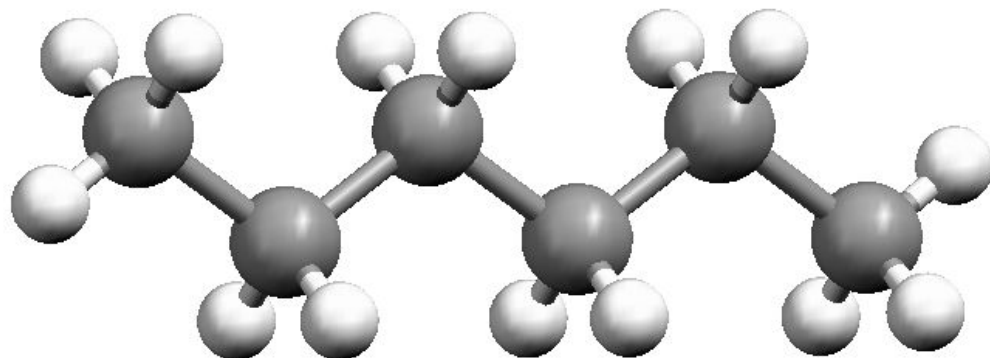
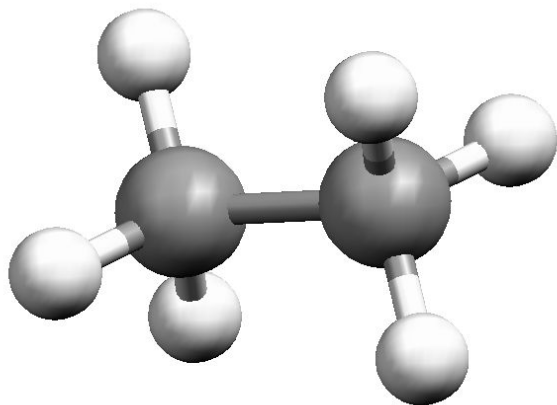
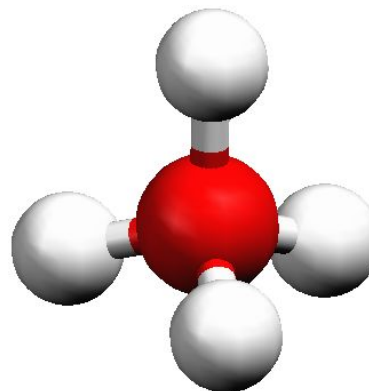
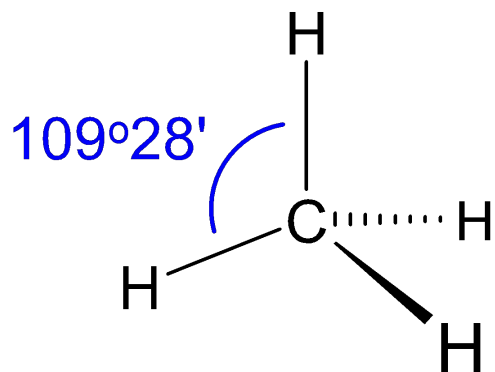
1) C_2H_2 , C_2H_4 ,
 C_2H_6

3) C_2H_6 , $C_{10}H_{22}$,
 $C_{12}H_{26}$

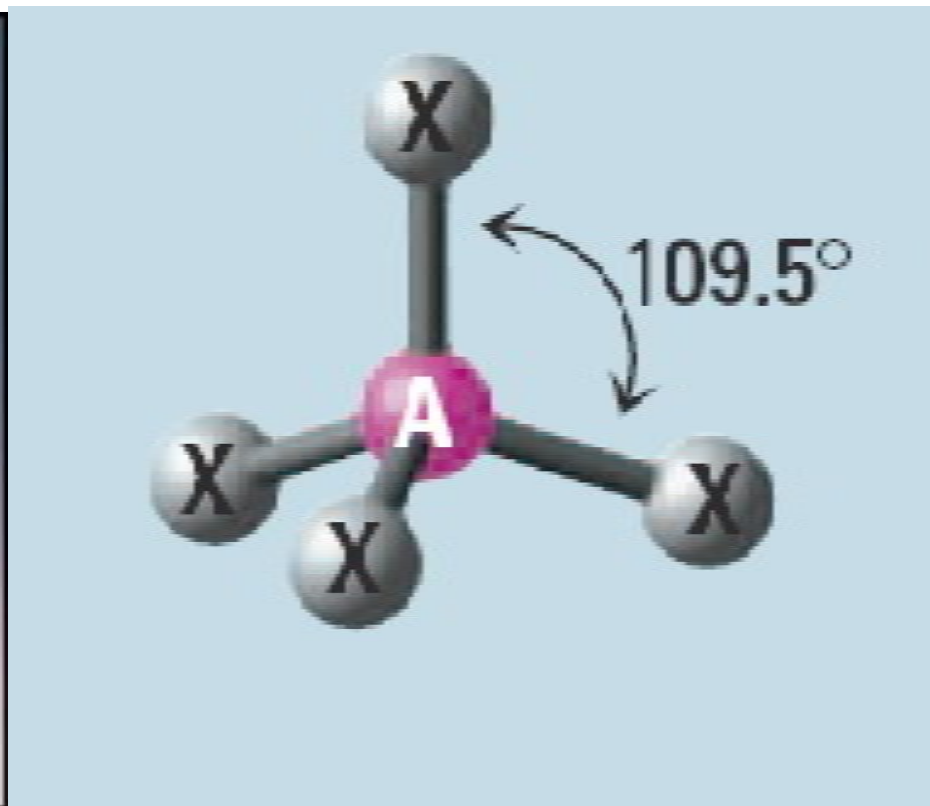
2) C_2H_6 , C_3H_6 ,
 C_6H_6

4) C_2H_6 , C_2H_4 , C_2H_2

Строение алканов

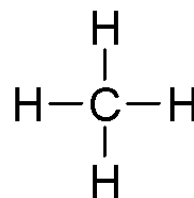
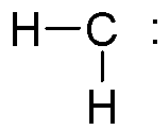
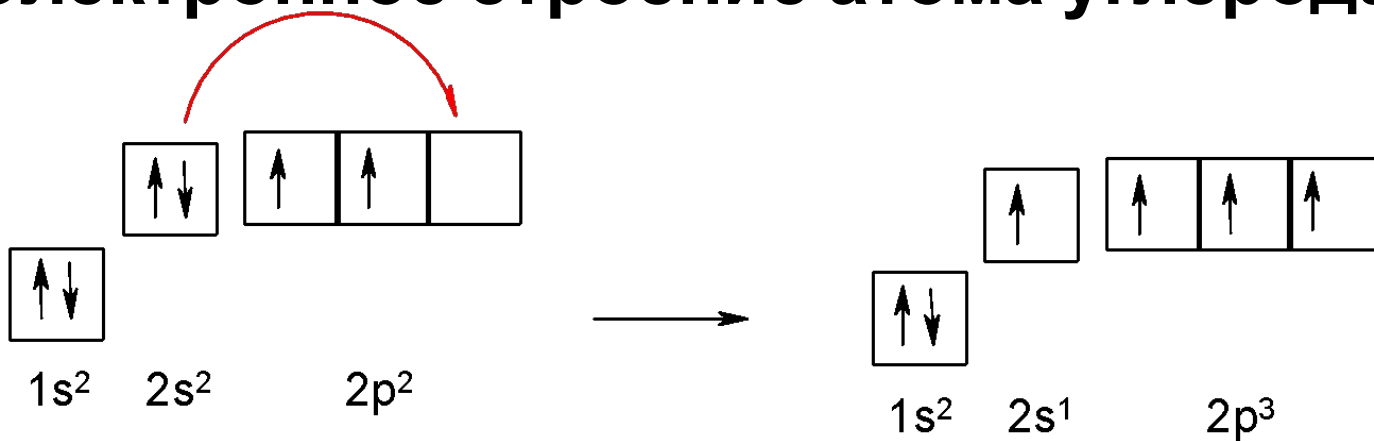


Атом углерода в алканах находится в sp^3 -гибридизации.

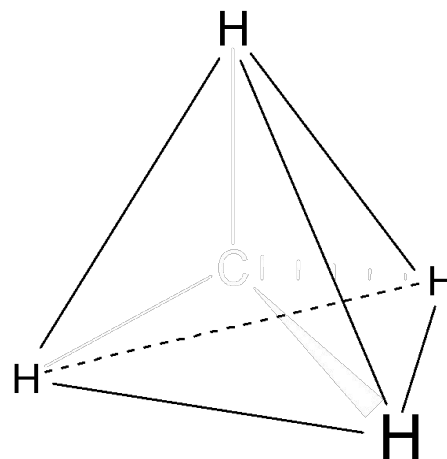
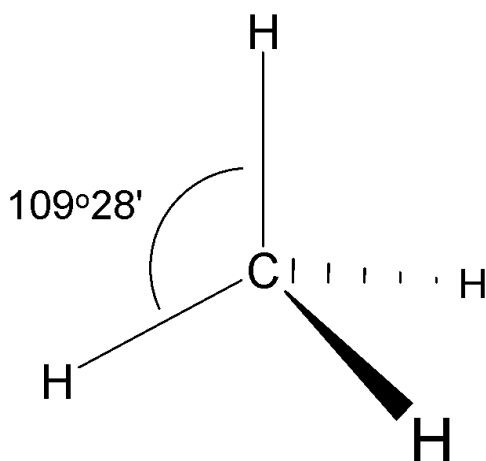


Гибридизация – процесс выравнивания энергии и образование равноценных по форме и энергии орбиталей.

Электронное строение атома углерода:



Атомы углерода в алканах находятся в sp^3 -гибридизации. В этом случае выравниваются энергии одной $2s$ и трёх $2p$ -орбиталей, при этом образуются 4 одинаковые sp^3 -орбитали:



Тест

ы

Только σ -связи имеются в молекулах:

1) этилена

3) этана

2) бензола

4) ацетилен

Тест

Валентный угол и длина связи С-С в молекулах алканов соответственно равны:

а) 120° и 0.154 нм;

в) 120° и 0.134 нм;

б) 180° и 0.120 нм;

г) $109^{\circ}28'$ и 0.154 нм.

Какие из приведенных утверждений об алканах и их свойствах верны?

А. В молекулах алканов все атомы углерода находятся в состоянии sp^3 -гибридизации.

Б. Бутан способен к образованию цис-транс-изомеров.

а) верно только А;

в) верны оба утверждения;

б) верно только Б;

г) оба утверждения неверны.

Тест

ы

Зигзагообразное строение в пространстве имеет молекула:

а) метана

в) гексана

б) этана

г) циклопропана

Тест

ы

Молекула бутана имеет строение:

а) линейное

в)

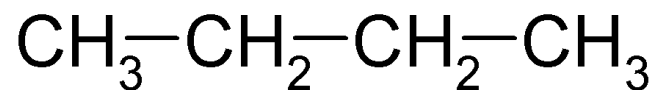
зигзагообразное

б) циклическое

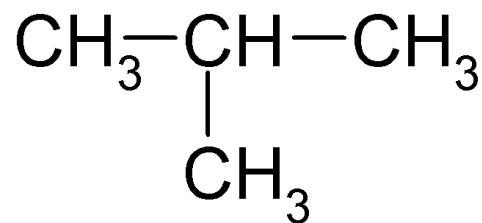
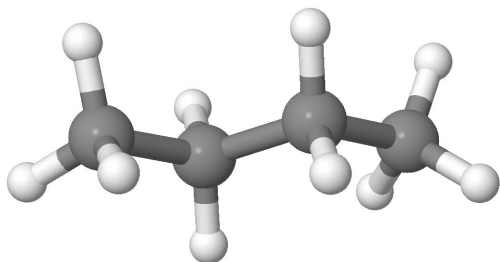
г) плоское

Изомерия алканов

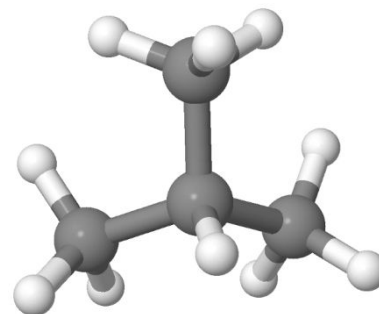
Для алканов характерна разновидность структурной изомерии, называемая изомерией углеродного скелета.



н-бутан



изобутан

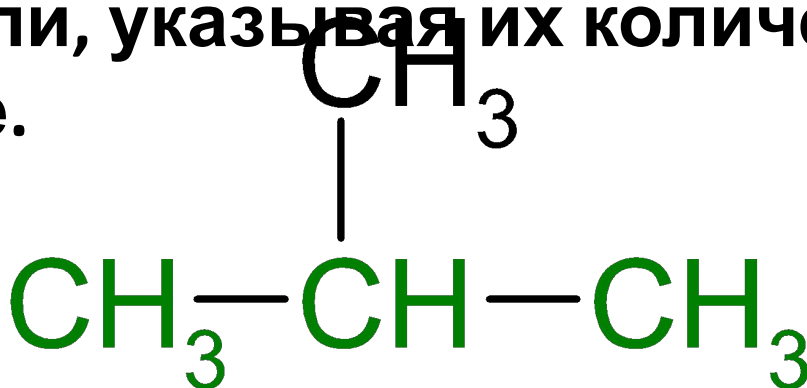


$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$ - 802 изомера

$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ - 366319 изомеров

Номенклатура алканов

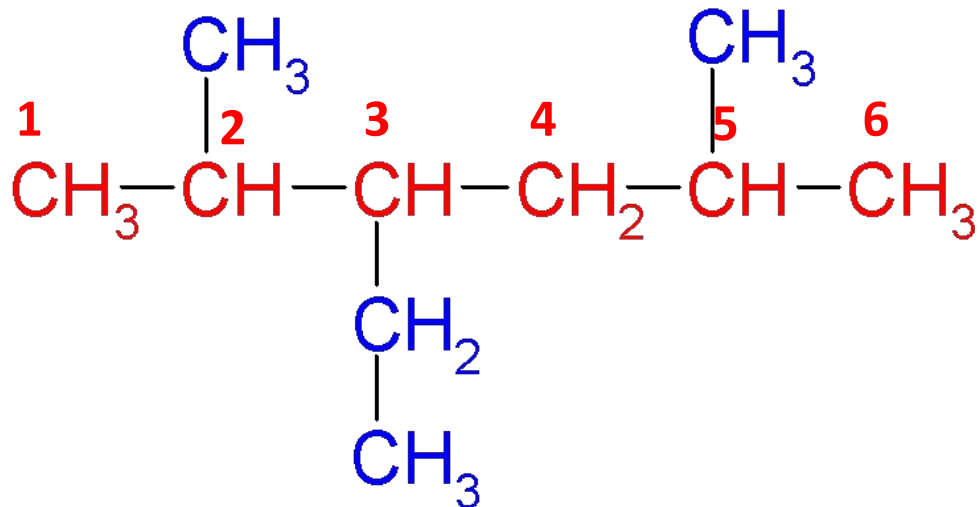
1. Найти самую длинную углеводородную цепь.
2. Пронумеровать цепь, начиная с того конца цепи, к которому ближе находится разветвление.
3. Назвать алкан, перечисляя алкильные заместители, указывая их количество и положение.



метилпроп
ан

Заместительная номенклатура
ИЮПАК

МЕТИЛЫ



ЭТИЛ

2,5-диметил-3-этилгексан

Физические свойства алканов

CH_4 до C_4H_{10} – газы,

C_5H_{12} до $\text{C}_{15}\text{H}_{32}$ – жидкости,

последующие члены гомологического ряда –
твердые вещества.

Алканы являются гидрофобными
соединениями.

Тест

Газообразным веществом при нормальных условиях не является:

а) метан

в) гексан

б) бутан

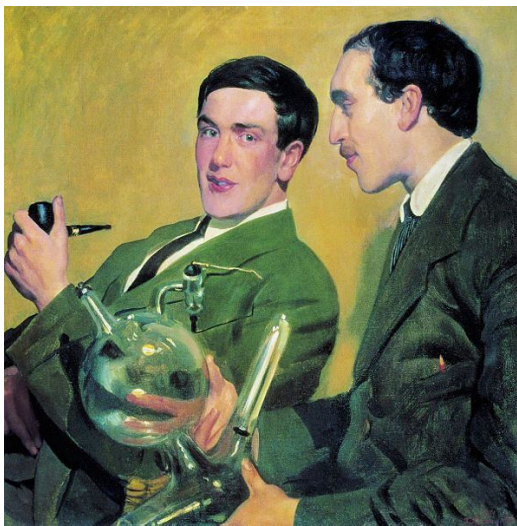
г) пропан

Химические свойства алканов

- Алканы являются насыщенными углеводородами, поэтому не вступают в реакции присоединения.
- Для реакций алканов характерен радикальный механизм.

Условия проведения радикальных реакций: высокая температура, действие света и т.д.

Реакция галогенирования алканов протекает по радикальному цепному механизму, т.е. как цепь повторяющихся реакций с участием свободно-радикальных частиц.



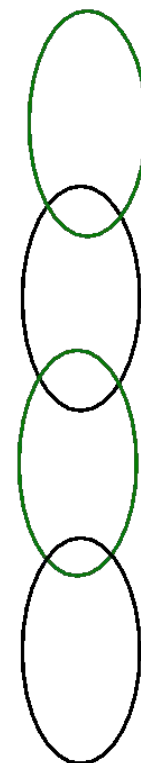
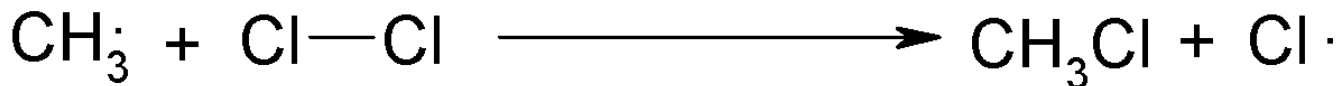
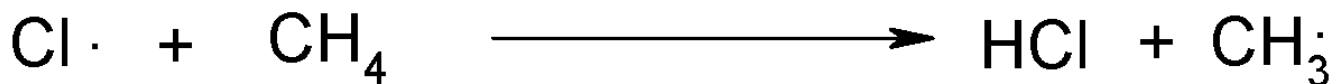
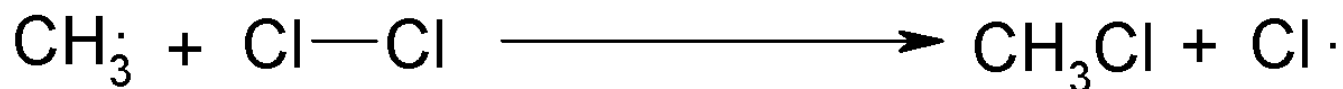
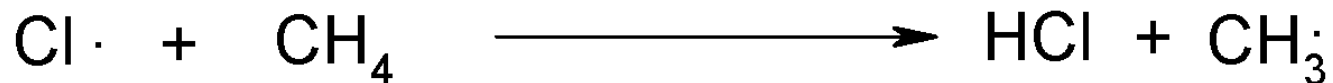
Цепные реакции – химические реакции, идущие путем последовательного протекания одних и тех же элементарных стадий.

Н.Н. Семёнов (справа) и П.Л. Капица (слева), портрет работы Б.М. Кустодиева, 1921

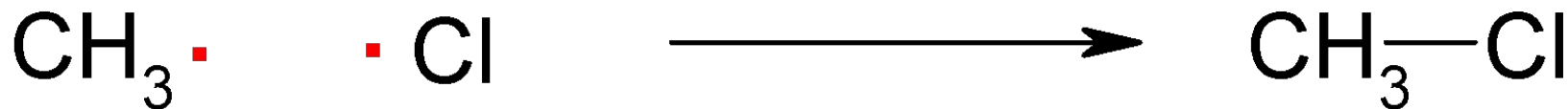
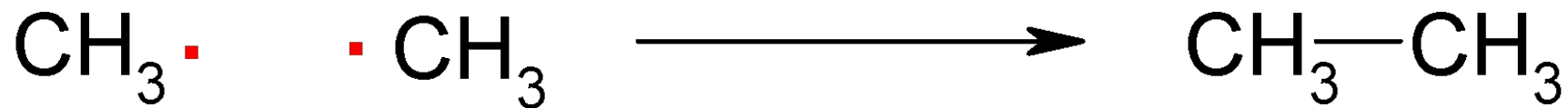
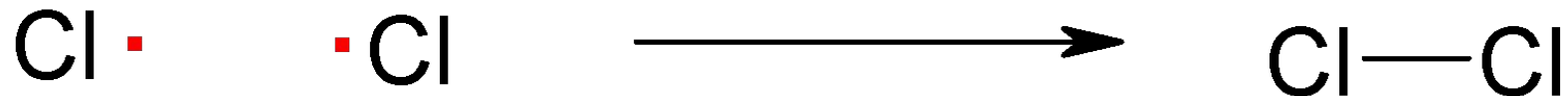
Стадия 1. Инициирование. При облучении хлора УФ светом или при нагревании до 400° образуются радикалы хлора:



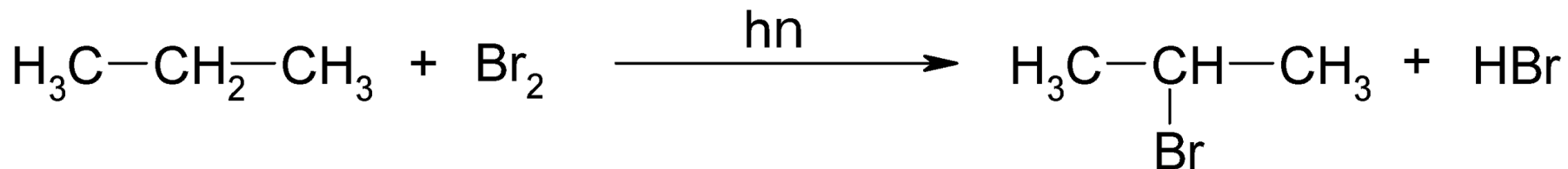
Стадия 2. Образование и рост цепи:



Стадия 3. Обрыв цепи:



Предпочтительнее протекают реакции радикального замещения по третичному, затем по вторичному, и только затем по первичному атому углероду:



пропан

2-бромпропан

Тест

**При хлорировании метана можно
получить:**

а) дихлорэтан

в) хлорвинил

б) хлороформ

г) хлоропрен

Тест

ы

Пропан взаимодействует с:

а)
хлороводородом

в) бромом

б) водородом

г) водой

Тест
В1

Основным продуктом реакции между 1 моль 2-метилбутана и 1 моль брома является:

а) 1-бром-2-метилбутан

в) 3-бром-2-метилбутан

б) 2-бром-2-метилбутан

г) 4-бром-2-метилбутан

Тест

**Бромную воду не обесцвечивают
вещества, указанные в паре:**

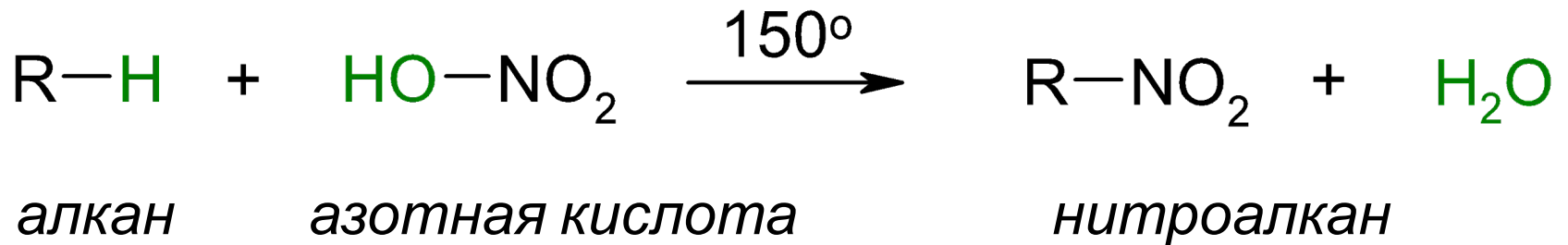
а) этан и этилен

в) бензол и гексан

**б) ацетилен и
этилен**

г) бензол и этилен

2) Нитрование алканов (реакция Коновалова)



Тест

Реакция Коновалова – это взаимодействие алкана с:

а) водой

в) раствором серной кислоты

б) раствором азотной кислоты

г) бромной водой

Тест

ы

Гексан не взаимодействует:

а) хлором

в)

бромоводородом

б) кислородом

г) раствором

азотной кислоты

Тест

Какие из приведенных утверждений об алканах и их свойствах верны?

А. В молекулах алканов все атомы углерода соединены между собой только σ -связями.

Б. Качественной реакцией на алканы является обесцвечивание бромной

а) верно только А

в) верны оба утверждения

б) верно только Б

г) оба утверждения неверны

Тест

ы

Какие из приведенных утверждений об алканах и их свойствах верны?

А. Алканы хорошо растворимы в воде.

Б. Для алканов характерны реакции замещения.

а) верно только А

**в) верны оба
утверждения**

б) верно только Б

**г) оба
утверждения
неверны**

Тест
Ы

Какие из приведенных утверждений об алканах и их свойствах верны?

А. Алканы имеют молекулярное строение и молекулярную кристаллическую решетку.

Б. Метан используется для получения ацетилена.

а) верно только А

в) верны оба утверждения

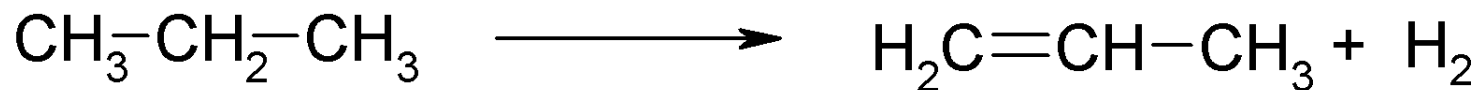
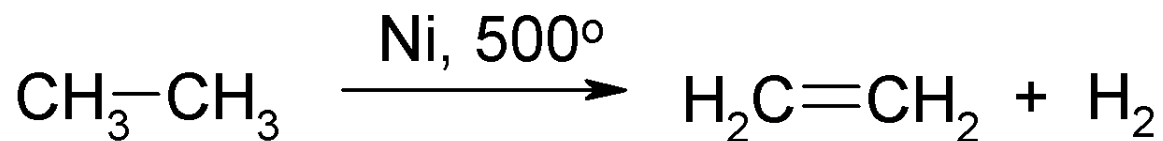
б) верно только Б

г) оба утверждения неверны

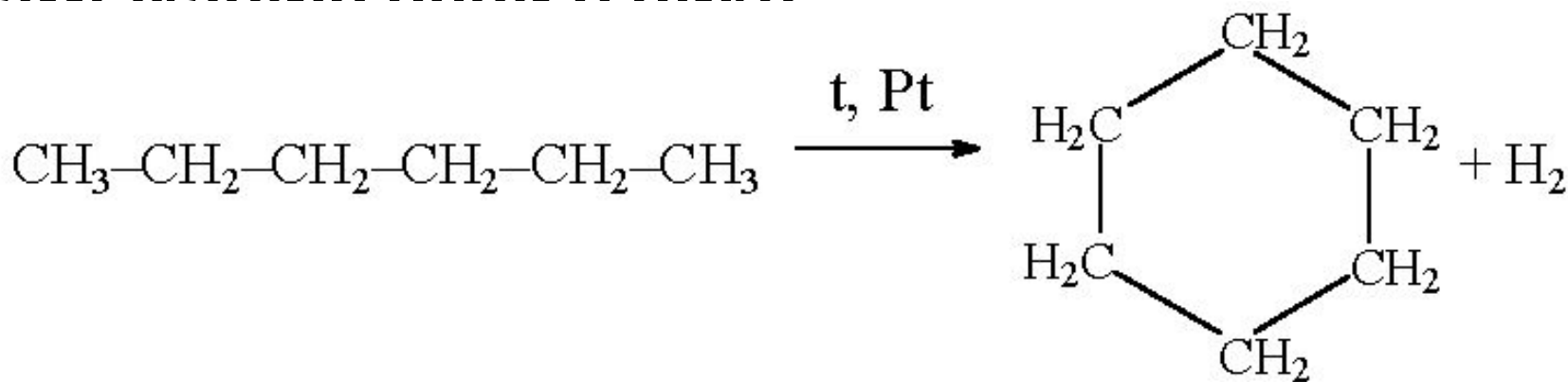
II. Реакции разложения

1) Дегидрирование алканов

Происходит при нагревании алканов в присутствии катализаторов (Pt, Pd, Ni, Fe, Cr₂O₃, Fe₂O₃, ZnO):



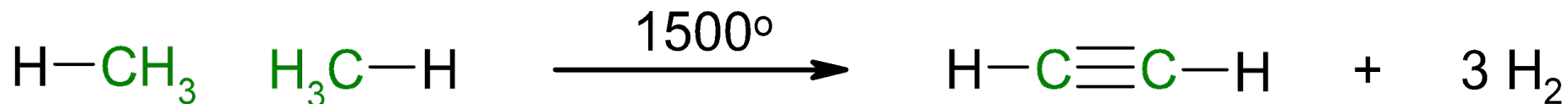
При нагревании алканов с большим количеством атомов углерода происходит дегидроциклизация – реакция дегидрирования, которая приводит к образованию циклических алканов.



n-гексан

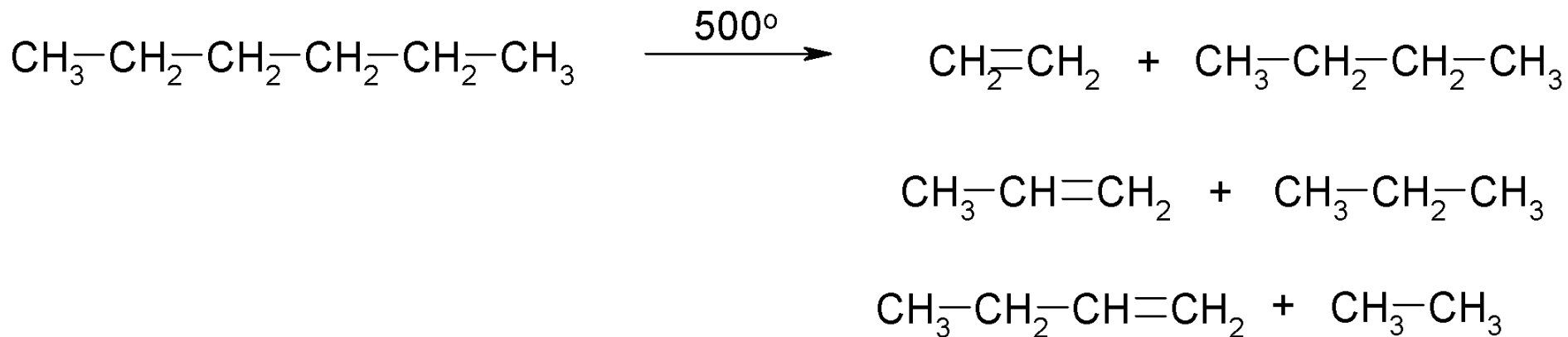
циклогексан

Межмолекулярное дегидрирование метана (пиролиз метана) используется для промышленного получения ацетилена:



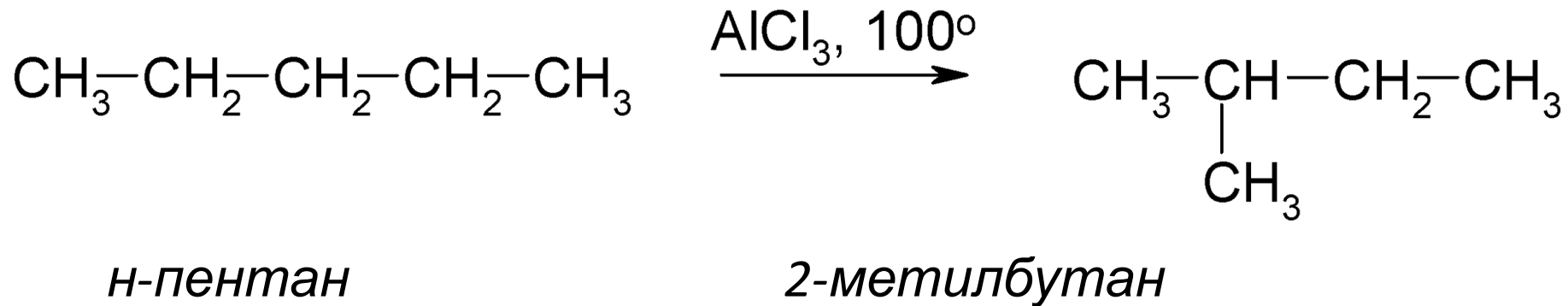
Крекинг алканов (англ. cracking – расщепление)

Термический крекинг. При температуре 500°C и под давлением 80 атм молекулы алканов расщепляются и образуются алканы и алкены с меньшим числом атомов углерода:



Каталитический крекинг проводят в присутствии катализаторов (обычно оксиды алюминия и кремния, монтмориллонит – глинистый минерал) при температуре 450°C и

III. Изомеризация алканов



Тест

**Термическим разложением метана
можно получить:**

а) хлорметан

в) этанол

б) сажу

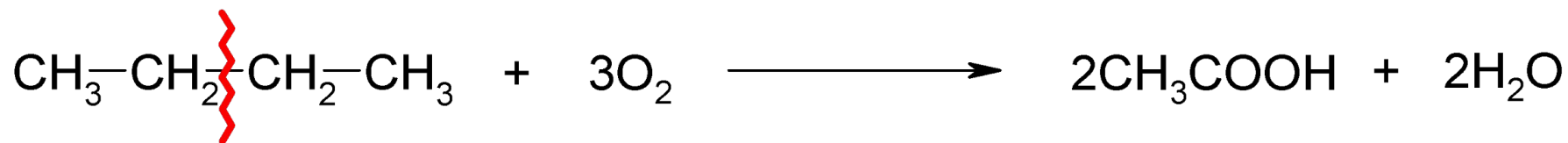
г) этан

IV. Реакции окисления алканов



Количественной характеристикой стойкости горючего к детонации является октановое число. Октановое число численно равно процентному (по объему) содержанию изооктана (октановое число которого принято за 100) в его смеси с н-гептаном (октановое число которого принято за равно 0), эквивалентной по детонационной стойкости испытываемому топливу.

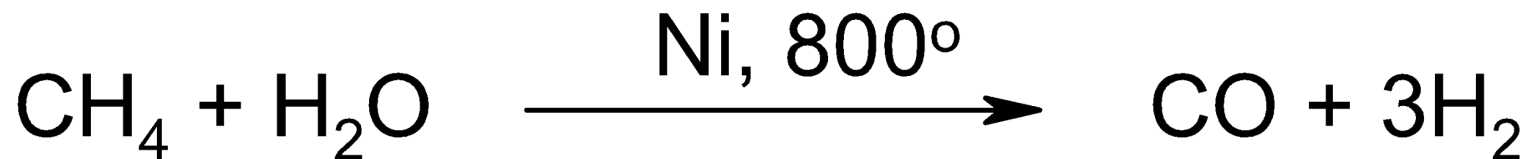
Частичное окисление алканов идёт с разрывом связи C-H или связи C-C:



бутан
кислота

уксусная

Получение синтез-газа:



При горении 1 моль этана образуются вещества количеством:

а) 1 моль углекислого газа и 1 моль воды	в) 2 моль углекислого газа и 3 моль воды
б) 1 моль углекислого газа и 2 моль воды	г) 2 моль углекислого газа и 4 моль воды

Алканы:

1) только газы

2) реагируют с галогенами в присутствии катализаторов

3) не обесцвечивают бромную воду

4) полимеризуются

5) при сильном нагревании образует углерод и водород

6) не реагируют с водой

Ответ

Метан:

1) не горюч

2) реагирует с хлором на свету

3) обесцвечивает бромную воду

4) не полимеризуется

5) при сильном нагревании

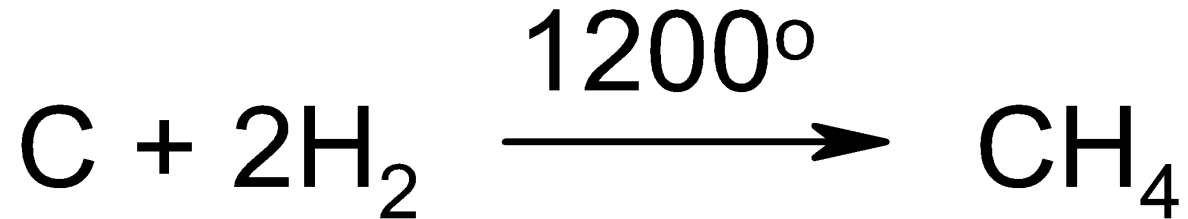
образует ацетилен и водород

6) реагирует с водой

Ответ _____.

Получение алканов

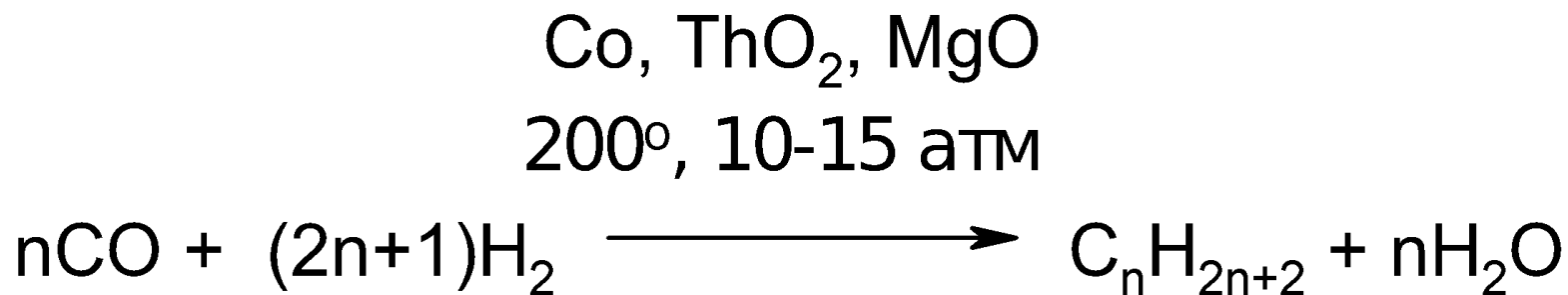
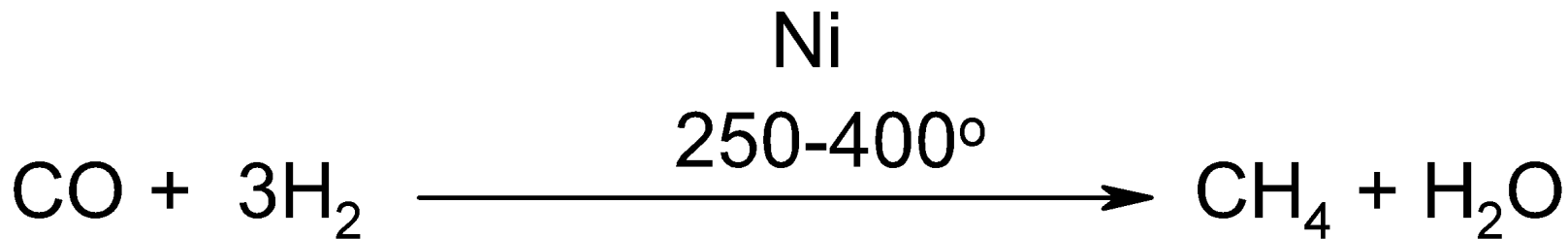
1. Синтез из элементов:



Газификация твердого топлива основана на гидрогенизации каменного или бурого угля в присутствии железных или молибденовых катализаторов при 400-450° под давлением 200-700 атм.

Из тонны угля получают 0,8 тонны бензина и дизельного топлива и 0,2 тонны газа.

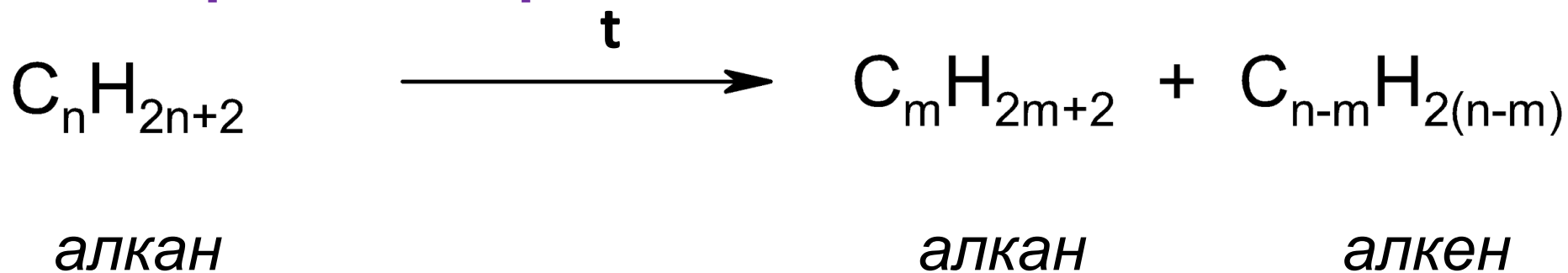
2. Восстановление угарного газа водородом:



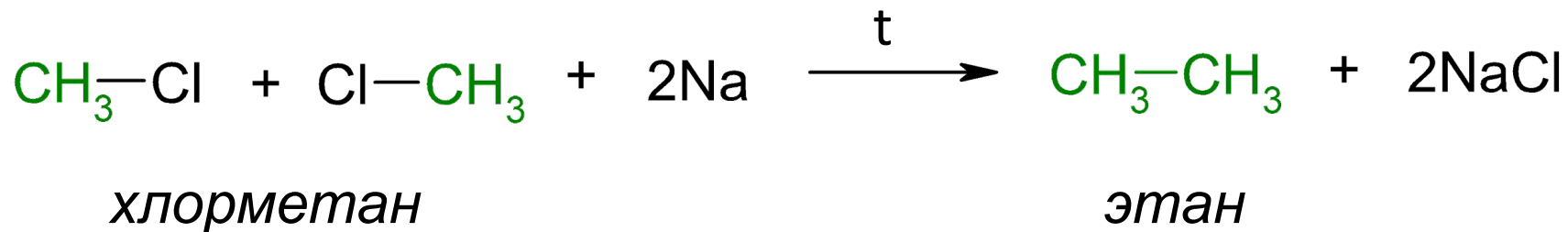
3. Гидрирование непредельных углеводородов:



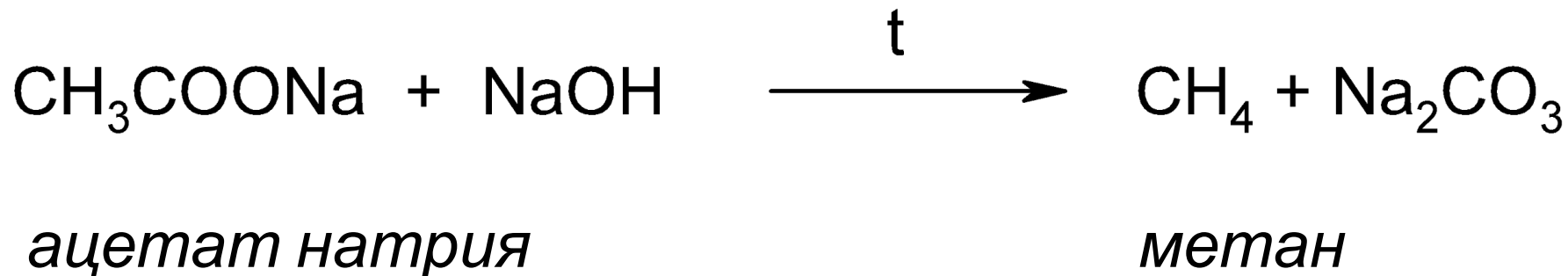
4. Крекинг нефти:



5. Реакция Вюрца



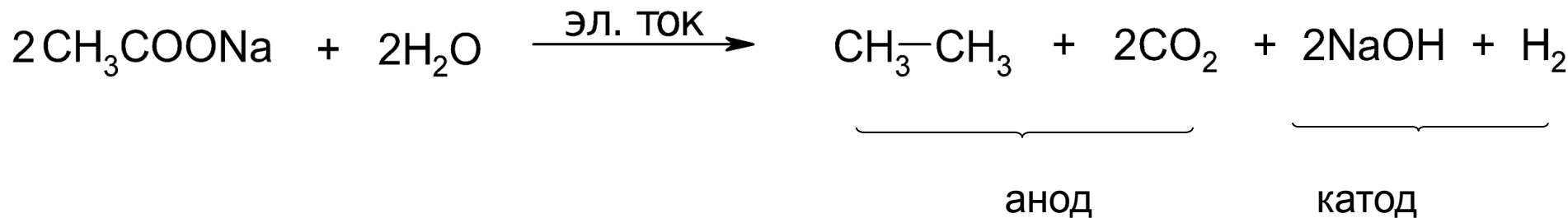
6. Сплавление солей карбоновых кислот со щелочью:



7. Гидролиз карбида алюминия:



8. Реакция Кольбе



Тест

При гидролизе карбида алюминия образуются:

а) метан и оксид алюминия;

в) ацетилен и оксид алюминия;

б) метан и гидроксид алюминия;

г) ацетилен и гидроксид алюминия.

Алканы:

Тест

ы

1) получают из моногалогенопроизводных в присутствии металлического натрия при нагревании

2) получают восстановлением угарного газа водородом

3) обесцвечивают бромную воду

4) полимеризуются

5) при сильном нагревании образует углерод и водород

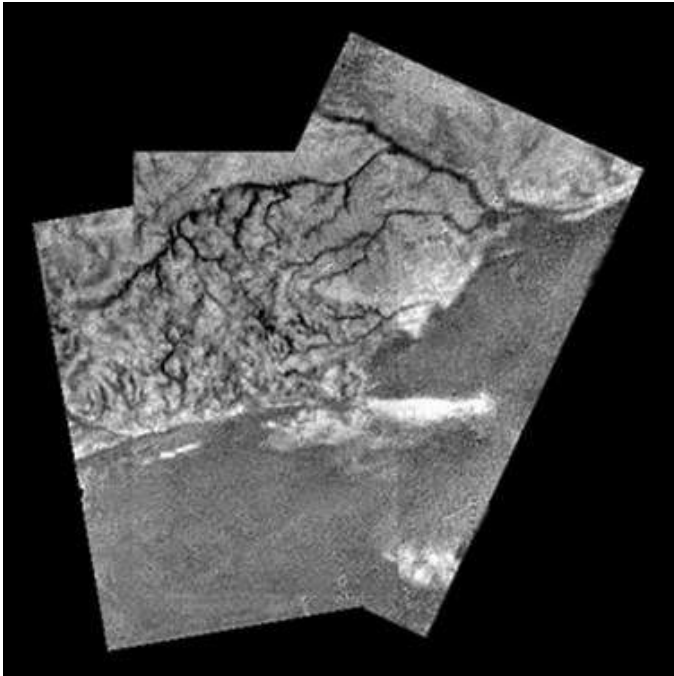
6) растворяются в воде

Ответ _____.

Нахождение алканов в природе

Атмосфера планет Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и некоторых спутников содержит большое количество метана.

На спутнике Сатурна Титане идут метановые дожди, и есть метаноёмы.



Применение

алканов

Природный газ. Метан является основной составной частью природного газа.

Используется в основном как топливо.

Нефть. Пенсильванская и кувейтская нефти содержат в основном алканы, а бакинская и калифорнийская нефти содержат в основном нафтены (циклоалканы).

Путём перегонки из нефти получают: бензины, керосин, дизельное топливо и мазут.

Попутный нефтяной газ (метан, этан, пропан, бутан).



*Применение
алканов*

Рудничный газ – метан, который выделяется из каменного угля в шахтах. Представляет опасность для шахтёров.

Болотный газ – в основном метан, который образуется в результате метанового брожения на дне болот в анаэробных условиях.

Соляные газы – метан, выделяющийся месторождениями калийных солей.

Газовые гидраты углеводородов широко распространены в природе.

*Применение
алканов*

- **Озокерит (горный воск), природный нефтяной битум. Очищенный озокерит называется церезин.**
- **Битумы (лат. bitumen — горная смола), твердые или смолоподобные смеси углеводородов и их производных.**
- **Асфальт (греч. ασφαλτος — горная смола), смесь битумов с минеральными веществами (известняком, песчаником). Применяют в смеси с песком, гравием, щебнем в основном для покрытия дорог.**
- **Асфальт иногда встречается в виде “озёр” – например тринидадское асфальтовое озеро Пич-Лейк.**

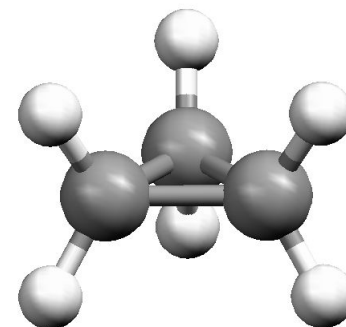
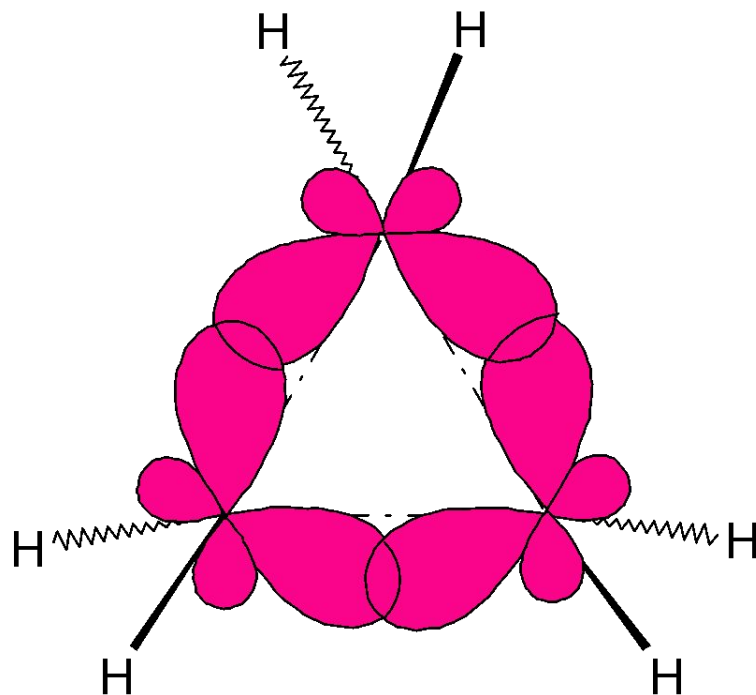
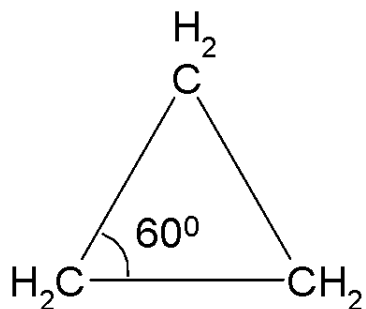


ЦИКЛОАЛКАНЫ

Циклоалканы (циклопарафины, нафтены, цикланы, полиметилены) – предельные углеводороды с замкнутой (циклической) углеродной цепью.

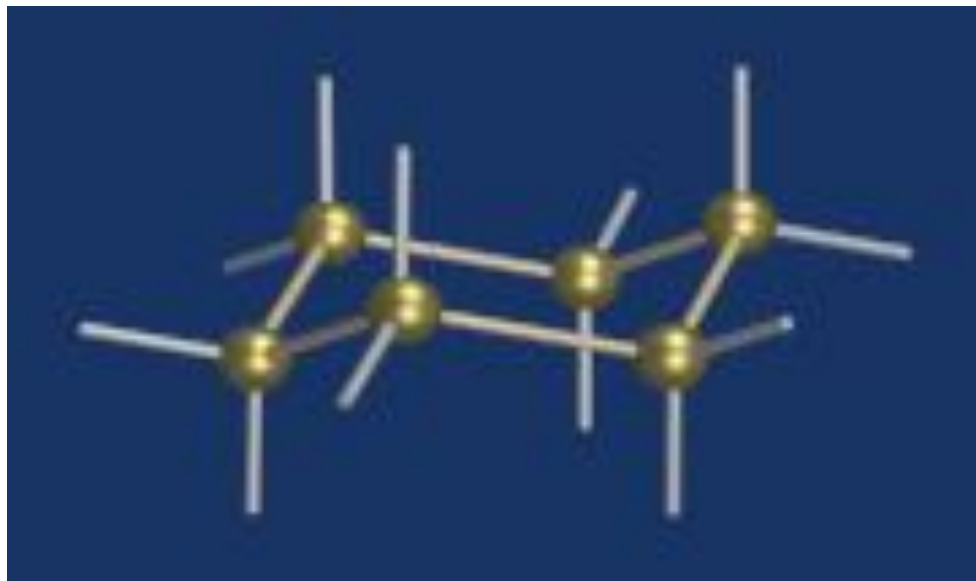
Общая формула циклоалканов $C_n H_{2n}$.

Циклоалканы



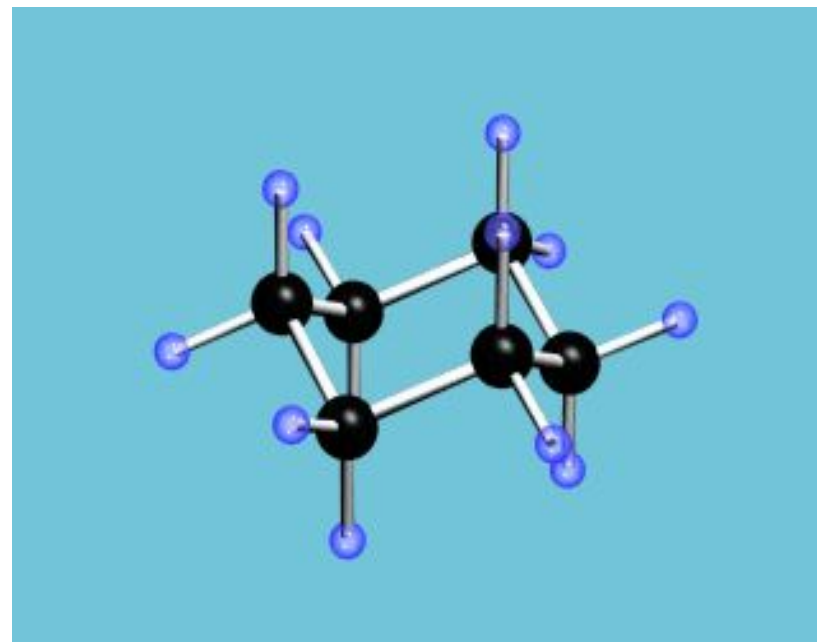
Увеличение энергии, вызванное отклонением валентного угла от оптимального значения, называется угловым напряжением, или напряжением Байера.

Конформации циклогексана

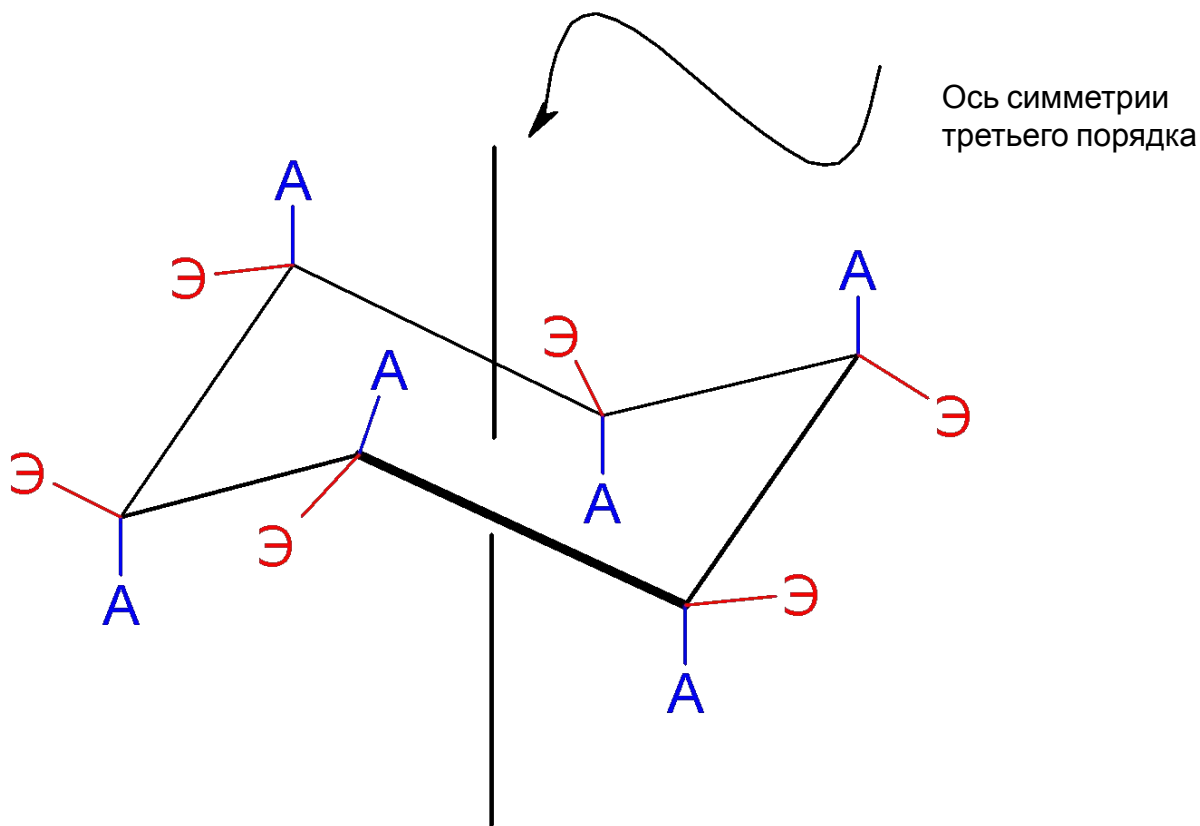


кресло

ванна

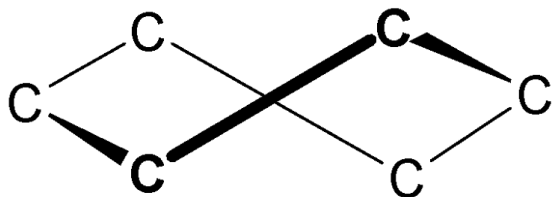


Циклоалканы

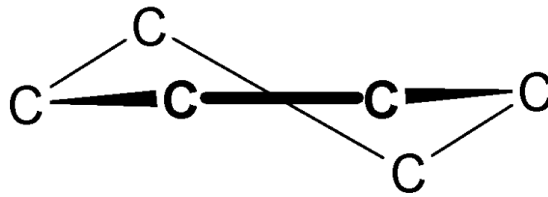


В конформации циклогексана “кресло” нет напряжений, поэтому шестичленные циклы особенно устойчивы и широко распространены в природе.

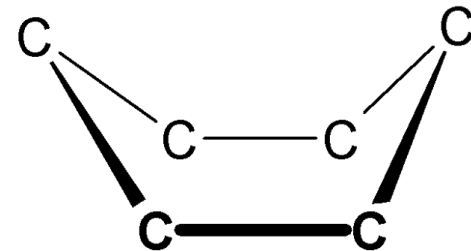
Циклоалканы



твист-форма
ванна



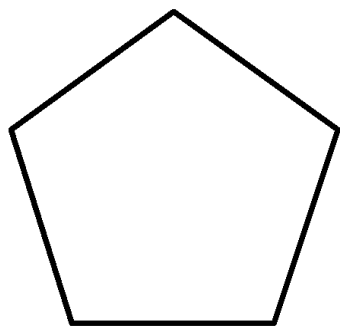
полукресло или полутвист



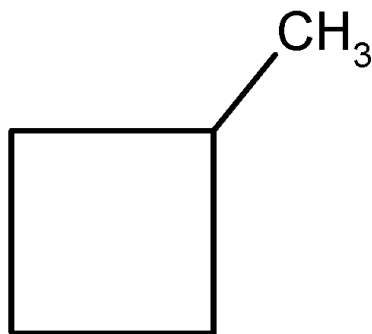
Изомерия циклоалканов

Структурная изомерия

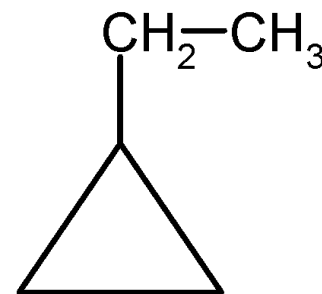
Изомерия углеродного скелета



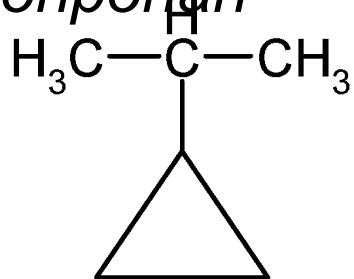
циклопентан



метилциклобутан

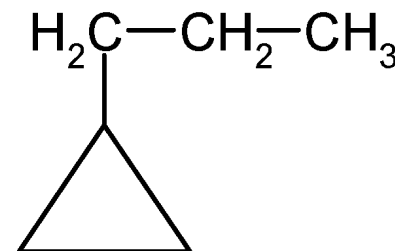


этилциклопропан



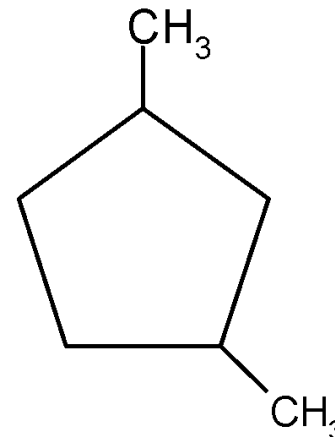
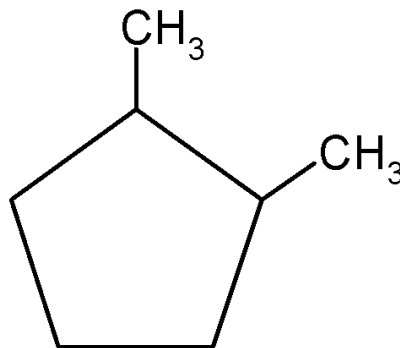
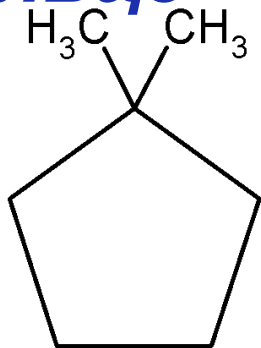
изопропилциклопропан

пропилциклопропан



Циклоалканы

Изомерия положения заместителей в кольце



1,1-диметилциклопентан

1,2-диметилциклопентан

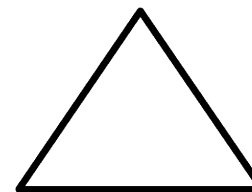
1,3-

диметилциклопентан

Межклассовая изомерия с алкенами



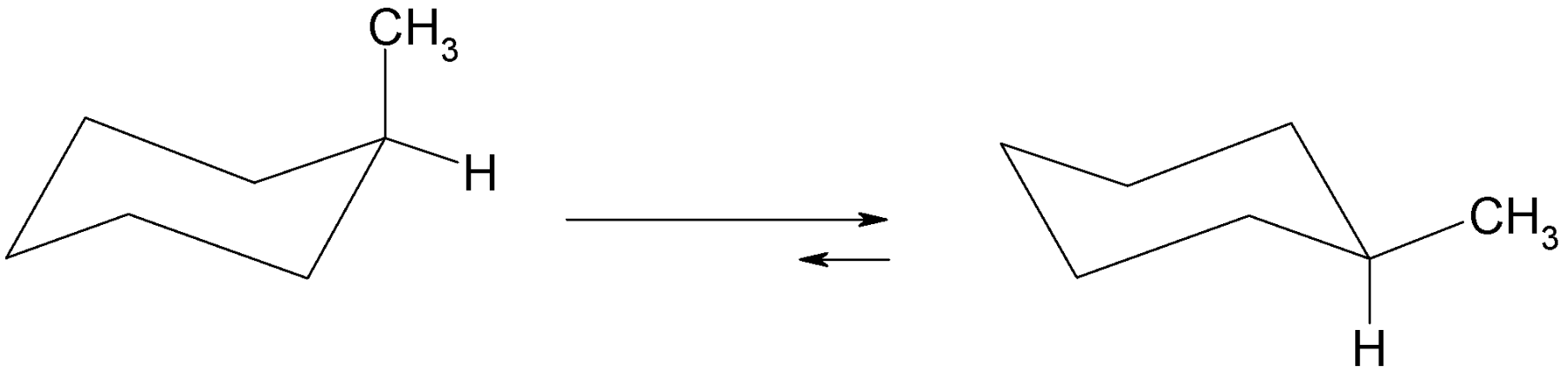
пропен



циклопропан

Стереоизомер

Конформационная диастереомерия



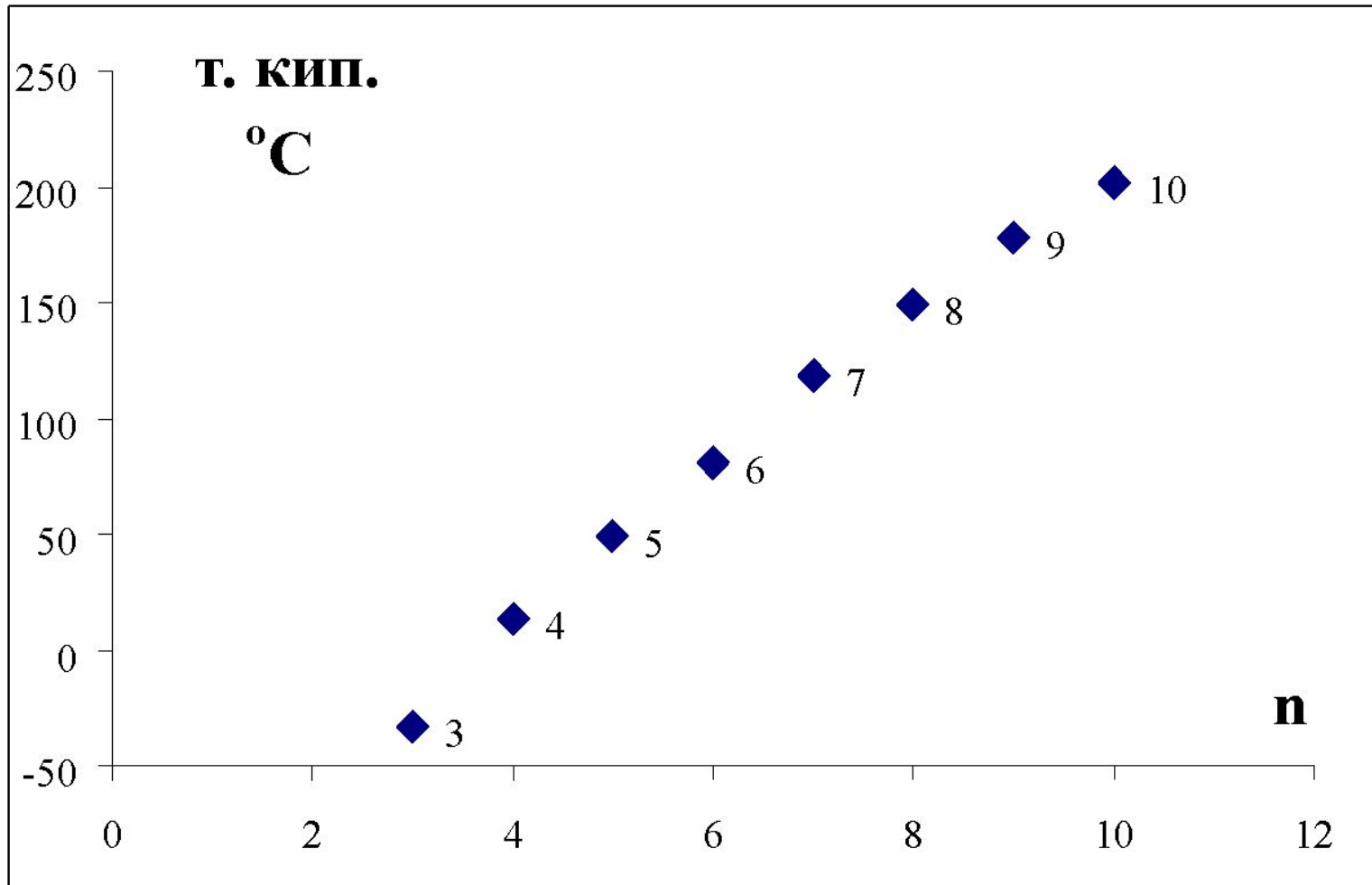
аксиальный метилциклогексан
метилциклогексан

экваториальный

**Заместители, как правило,
“предпочитают” находиться в
экваториальном положении.**

Физические свойства

Рис. Зависимость температуры кипения циклоалканов от числа атомов в цикле



*Физические
свойства*

При обычных условиях:

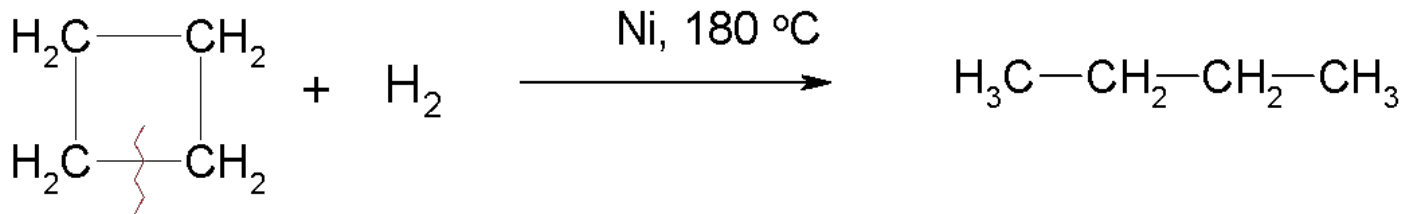
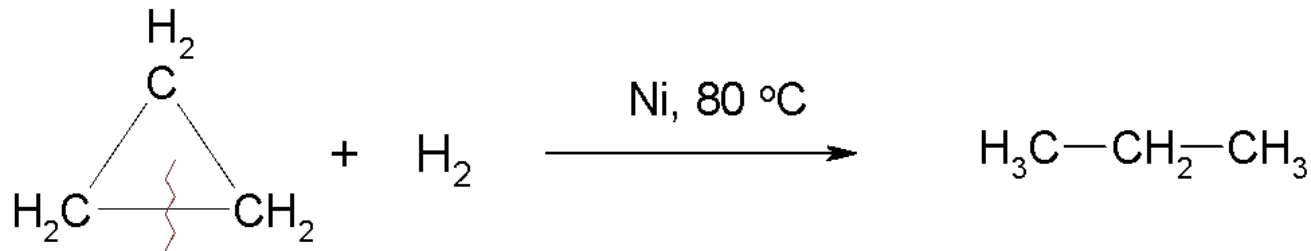
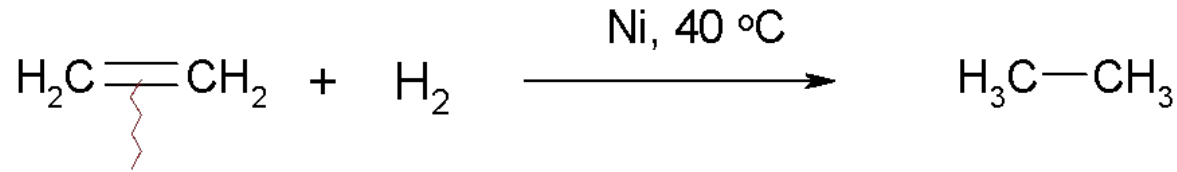
**циклопропан и циклобутан – газы,
циклоалканы $C_5 - C_{15}$ – жидкости,
начиная с C_{16} – твердые вещества.**

**Циклоалканы являются гидрофобными
веществами, хорошо растворимыми в
гидрофобных растворителях.**

**Циклоалканы обладают наркотическими
свойствами; циклопропан используется в
медицине как средство для ингаляционного
наркоза.**

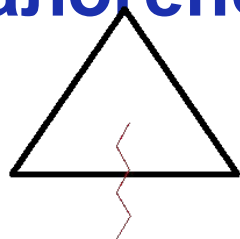
Химические свойства

1. Гидрирование – присоединение водорода:

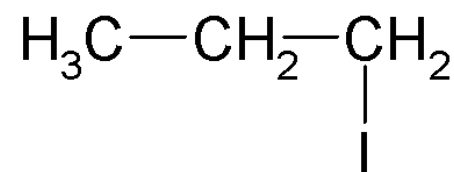


Химические
свойства

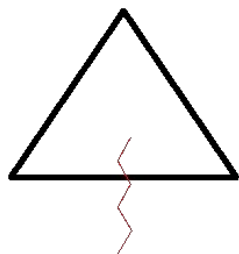
2. Присоединение галогенов и галогеноводородов:



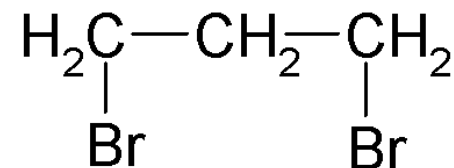
+ HI



1-
иодпропан

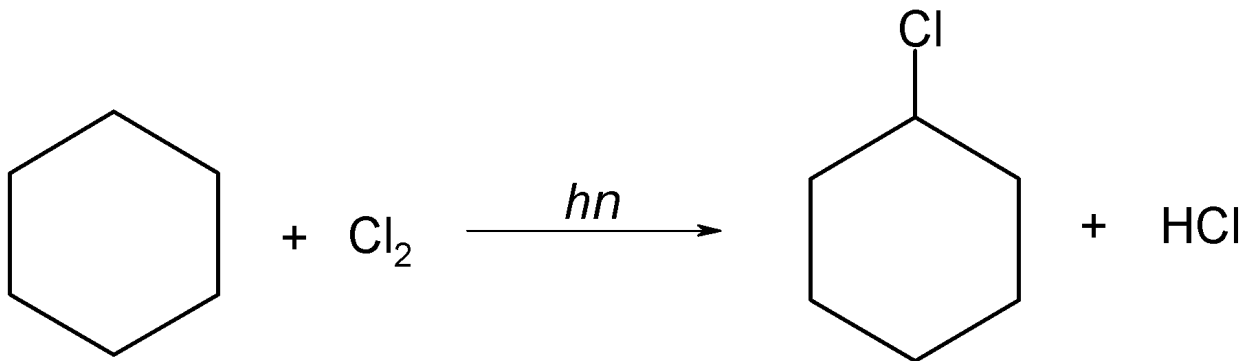


+ Br₂



1,3-
дибромпропан

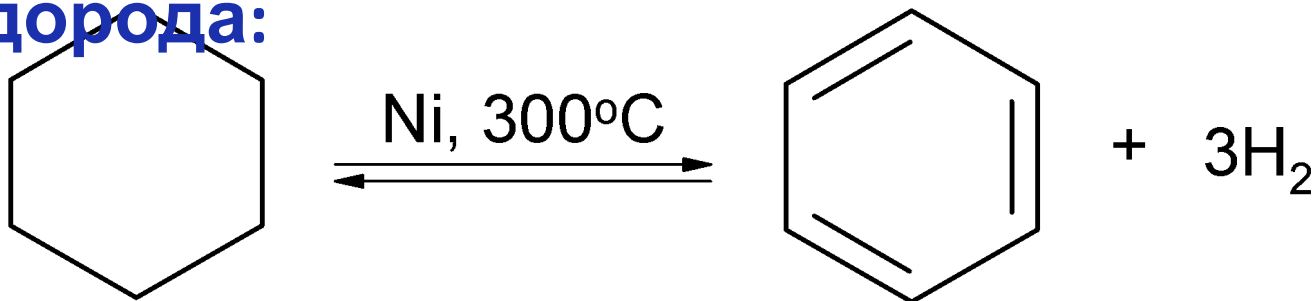
3. Реакции радикального замещения:



циклогексан

хлорциклогексан

4. Дегидрирование – отщепление водорода:



5. Окисление

Циклоалканы, как и любые другие углеводороды, горят с образованием углекислого газа и воды.

Циклоалканы не реагируют с раствором перманганата калия.

Тест

ы

Циклопентан взаимодействует с:

1) хлороводородом

2) бромом

3) гидроксидом натрия

4) водородом

5) кислородом

6) концентрированной серной кислотой при нагревании

Ответ _____.

Тест

ы

Циклогексан взаимодействует с:

1) бромоводородом

2) бромной водой

3) хлором

4) водородом

5) кислородом

6) азотной кислотой

Ответ _____.

И для циклопропана, и для циклогексана, справедливы утверждения:

1) все атомы углерода находятся в sp^3 -гибридном состоянии

2) плохо растворяются в воде

3) характерны реакции присоединения

4) вступают в реакцию каталитического гидрирования

5) обесцвечивают бромную воду

Ответ 6) горят на воздухе

Для циклопропана, в отличие от циклогексана, справедливы утверждения:

1) атомы углерода в молекуле свободно вращаются вокруг σ -связи

2) при обычных условиях - газ

3) образует структурные изомеры

4) вступает в реакцию

каталитического гидрирования

5) присоединяет хлороводород

6) характерна реакция горения

Ответ _____.

Получение циклоалканов

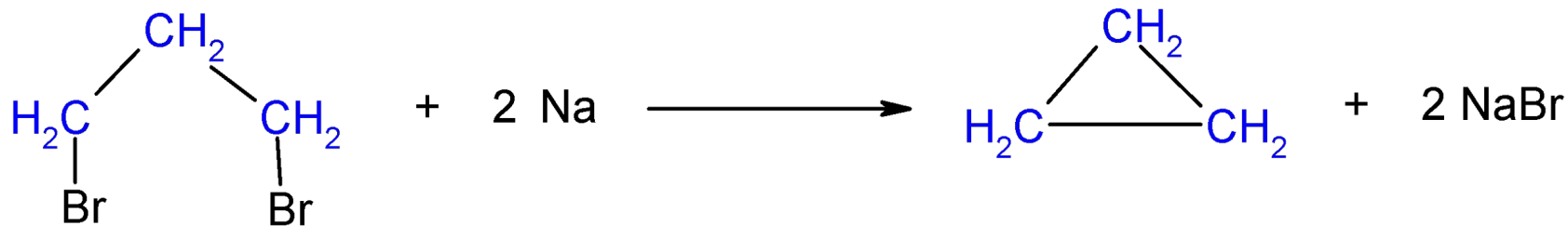
1. Природные источники

Циклоалканы впервые были обнаружены в нефти русским химиком В.В. Марковниковым.

В некоторых нефтях содержится большое количество циклоалканов, главным образом производных циклопентана и циклогексана.

Получение
циклоалканов

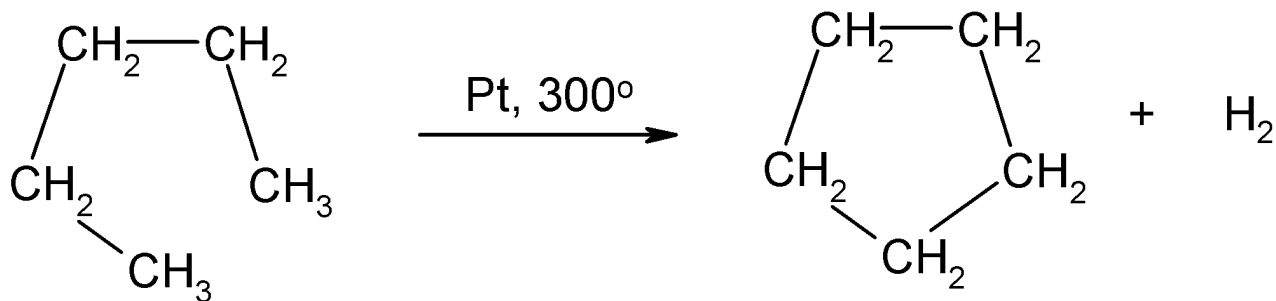
2. Внутримолекулярная реакция Вюрца



1,3-дибромпропан

циклопропан

3. Дегидроциклизация алканов

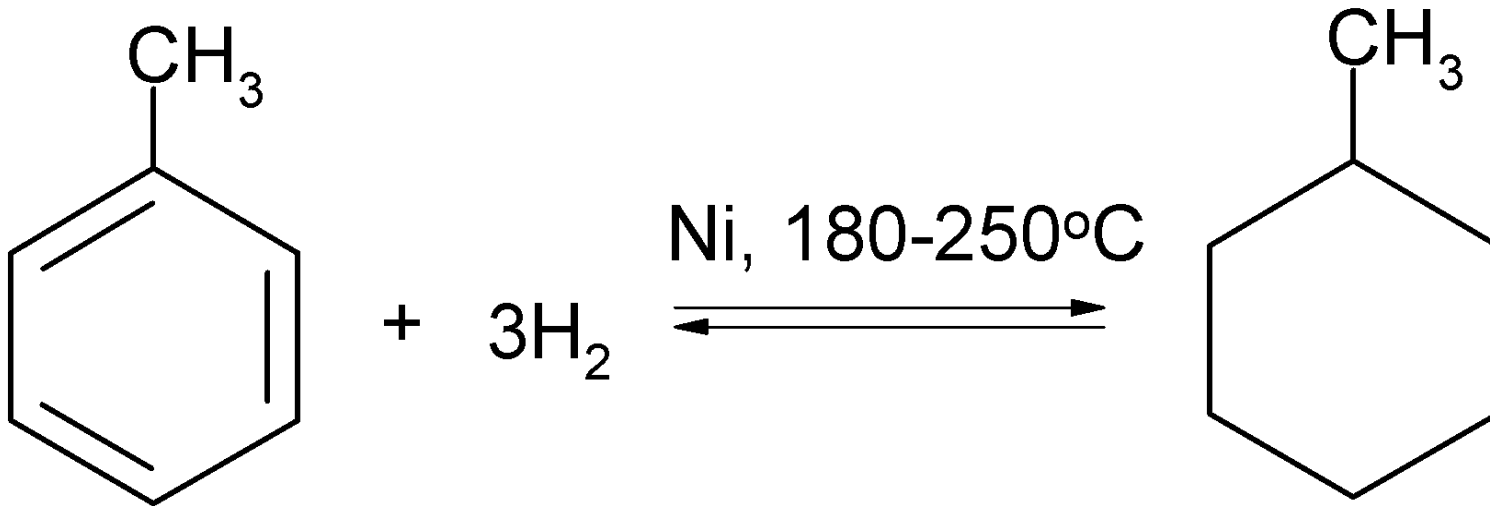


пентан

циклопентан

Получение
циклоалканов

4. Гидрирование аренов



Используя платину в качестве катализатора, бензол можно восстановить до циклогексана уже при комнатной температуре.

Спасибо
за
Ваше
внимание!