

Пределные углеводороды

лекция 3

**Углеводороды (УВ) -
органические соединения,
состоящие из атомов
водорода и углерода**

Классификация углеводородов

по признакам

- 1) строение углеродного скелета
- 2) степень насыщенности (наличие в цепи кратных связей $C=C$ и $C\equiv C$)

Незамкнутая цепь

Замкнутая цепь

Ациклические
(алифатические)

Циклические

Насыщенные
(предельные)

Ненасыщенные
(непредельные)

Алицикли-
ческие

Аромати-
ческие

Алканы
 C_nH_{2n+2}

Алкены
 C_nH_{2n}
Алкадиены
 C_nH_{2n-2}
Алкины
 C_nH_{2n-2}

Циклоалканы
 C_nH_{2n}

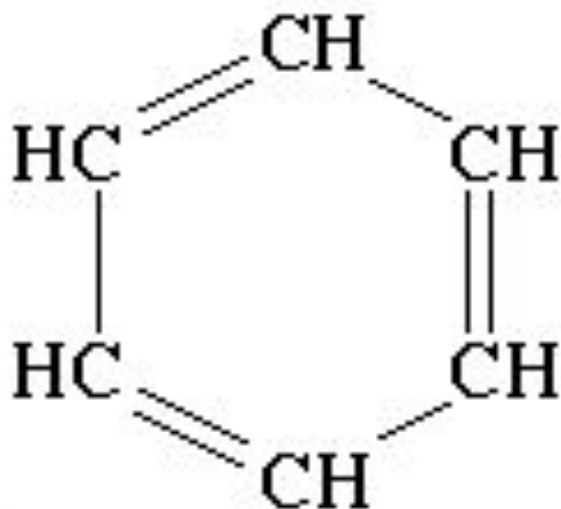
Арены
 C_nH_{2n-6}
($n \geq 6$)

- **насыщенные** (предельные)
углеводороды, в которых имеются
только одинарные связи
- **ненасыщенные** (непредельные)
углеводороды , содержащие кроме
одинарных, двойные и/или тройные
связи

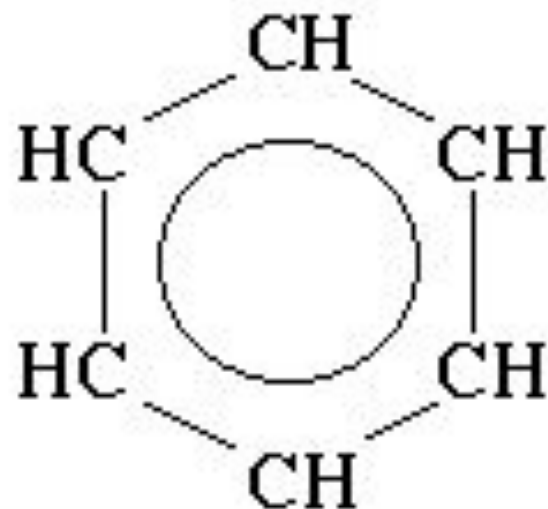
Арены (ароматические УВ)

- по составу бензол соответствует ненасыщенным циклическим углеводородам
- по свойствам это соединение резко отличается

Бензол C_6H_6



или



Пределные углеводороды

1. определение

- **предельные УВ - углеводороды**, в которых атомы углерода связаны между собой одинарными связями в неразветвленные или разветвленные цепи

или

- **предельные УВ - углеводороды**, состав которых выражается общей формулой $C_n H_{2n+2}$, где n – число атомов углерода

2. ВОЗМОЖНЫЕ НАЗВАНИЯ

1. **алканы** название предельных углеводородов по международной номенклатуре (ИЮПАК)
2. **парафины**– исторически сложившееся название, отражающее свойства этих соединений (от лат. *parrum affinis* – имеющий мало сродства, малоактивный)
3. **предельными**, или 4. **насыщенными**, эти углеводороды называют в связи с полным насыщением углеродной цепи атомами водорода

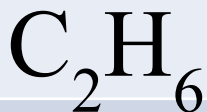


название

Наизусть !!!!!



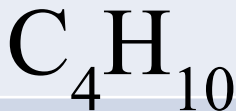
метан



этан



пропан



бутан



пентан



гексан



гептан



октан



нонан



декан

3. Номенклатура ИЮПАК (IUPAC)

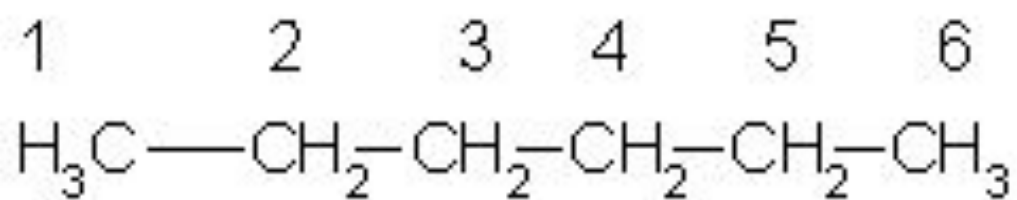
1. Выбирается самая длинная углеродная цепь
- **главная цепь**.
2. Нумерация главной цепи проводится так, чтобы положение заместителя (радикала) или сумма положений заместителей (если их несколько) имели бы минимальное значение.
3. Название заместителя строится из названия соответствующего алкана с заменой суффикса **-ан** на суффикс **-ил**.

метан - метил

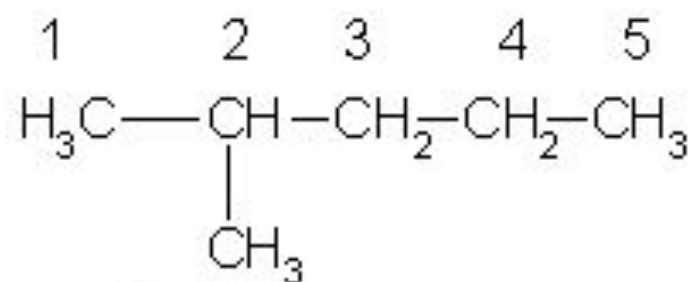
этан - этил

3. Номенклатура ИЮПАК (IURAS)

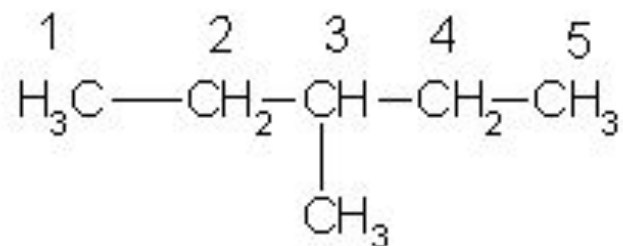
4. Количество одинаковых заместителей обозначается соответствующей приставкой:
2 шт. - **ди-**; 3 шт. - **три-**;
4 шт. - **тетра-**; 5 шт. - **пента-** и т.д.
5. Если в молекуле содержится несколько видов заместителей, то они перечисляются в алфавитном порядке.
6. Структура названия:
цифры (через ,,,) - **приставка + заместитель**
+ алкан главной цепи.



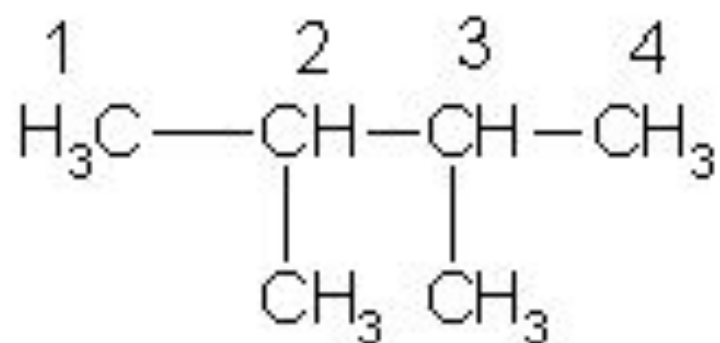
н-гексан



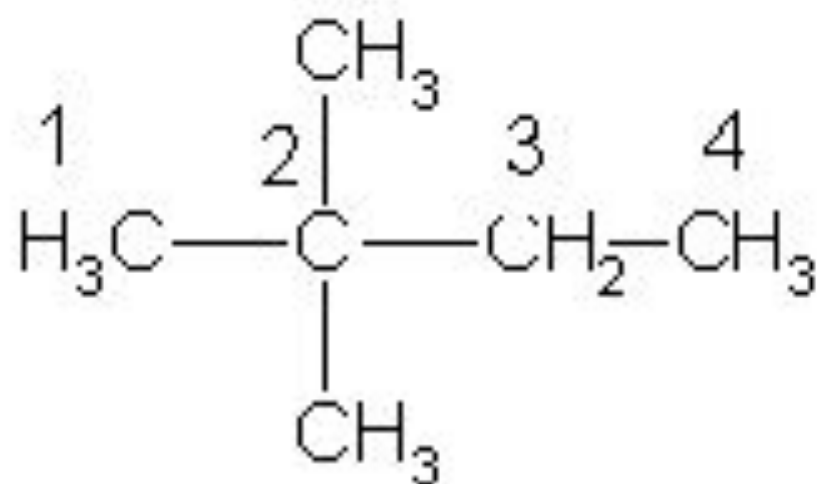
2-метилпентан



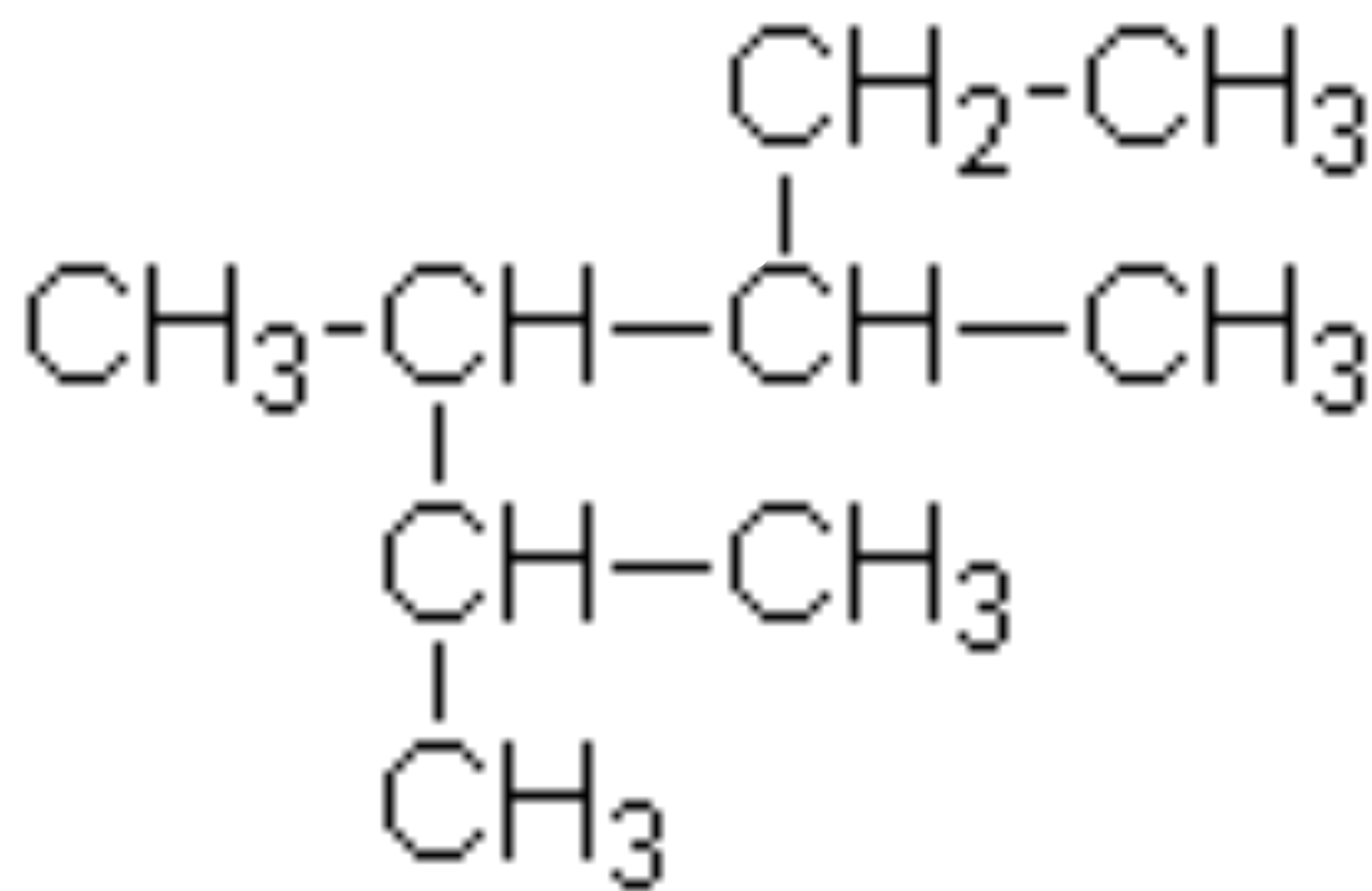
3-метилпентан

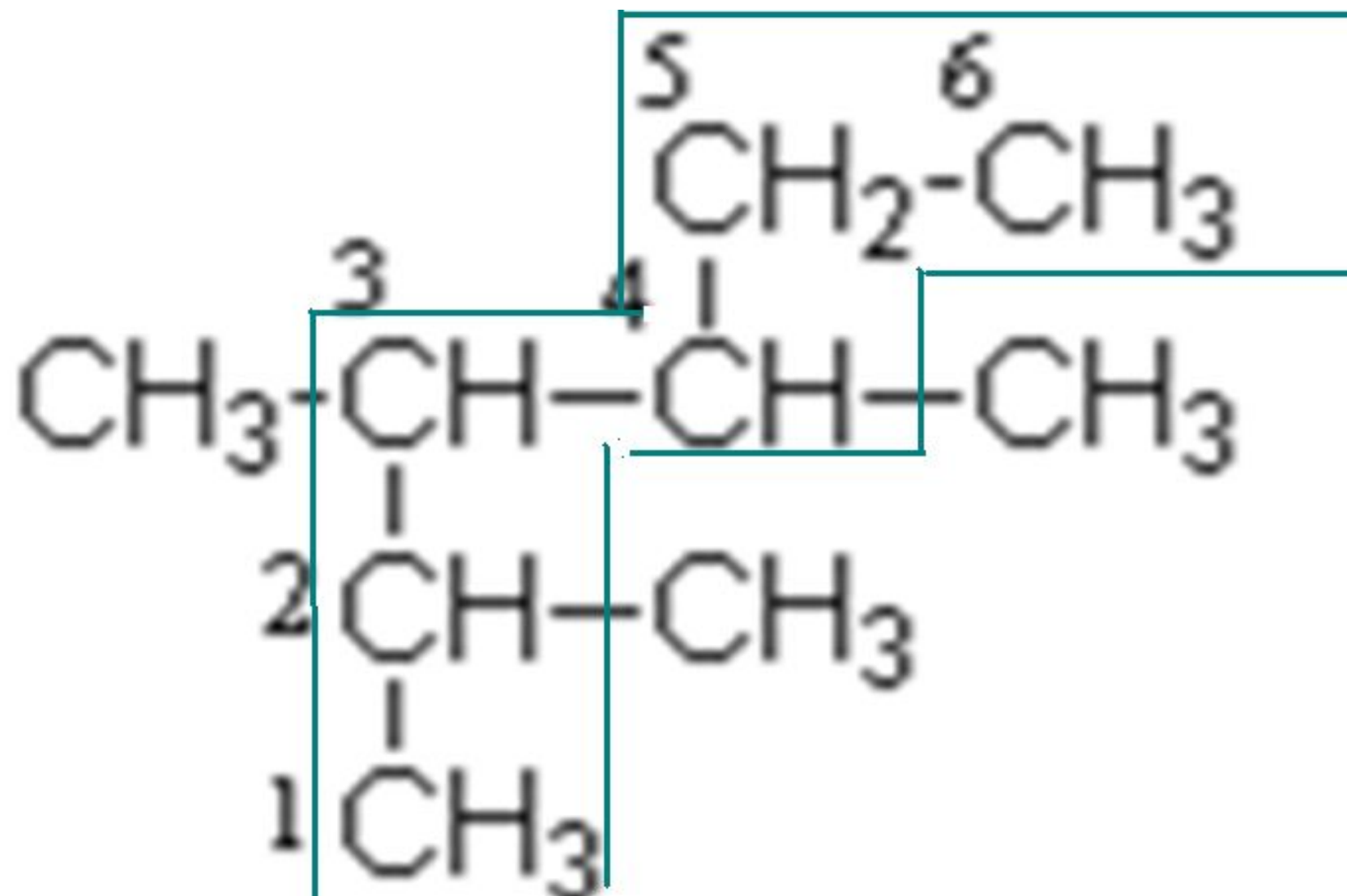


2,3-диметилбутан

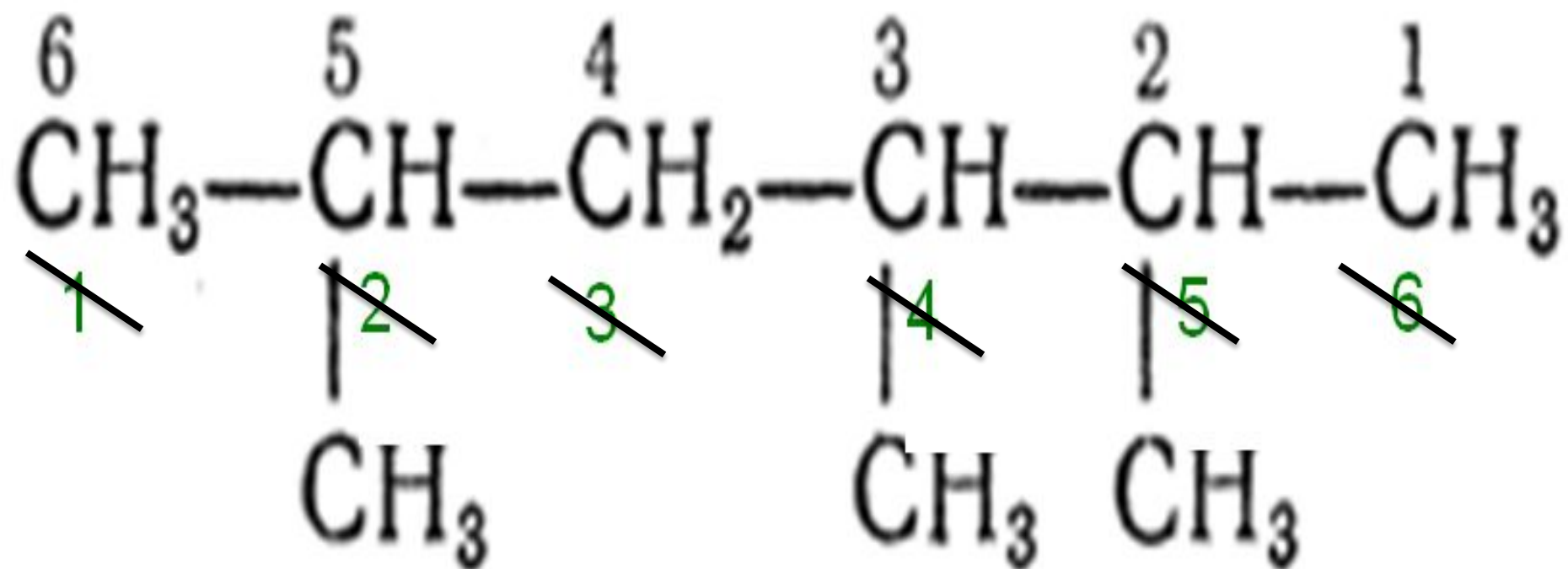


2,2-диметилбутан

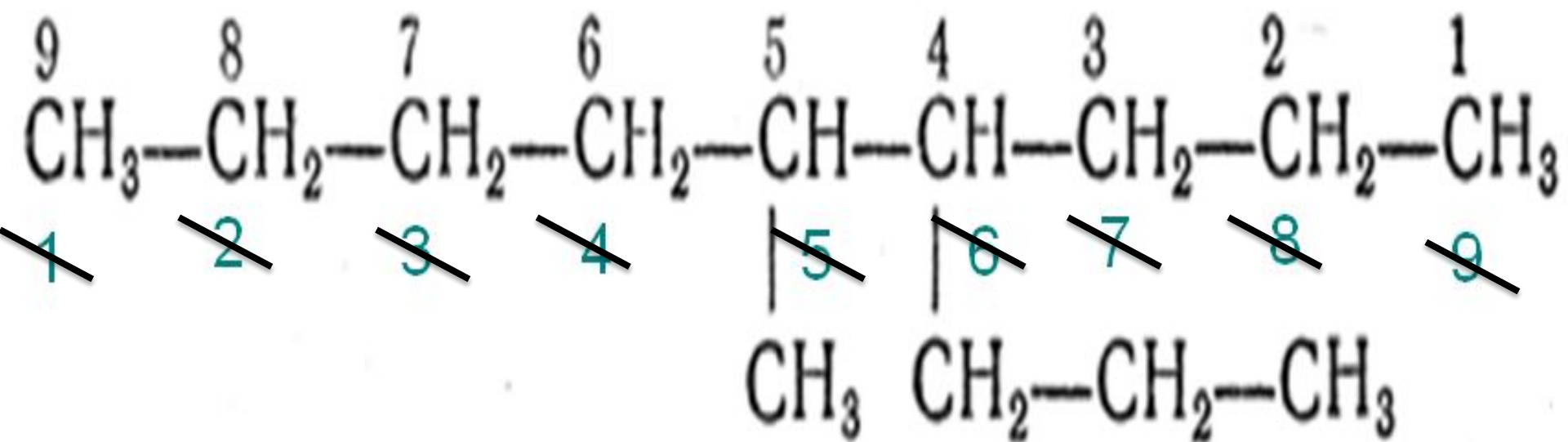




2,3,4-Триметилгексан

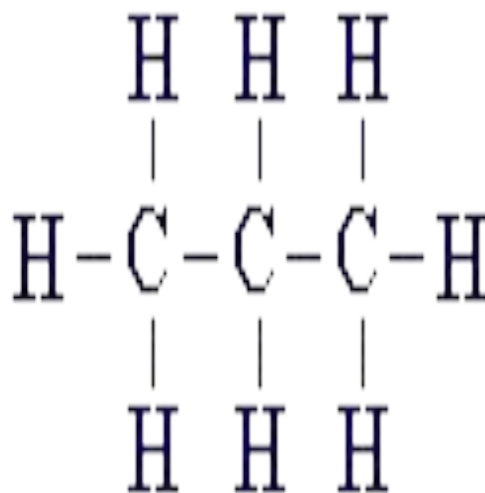
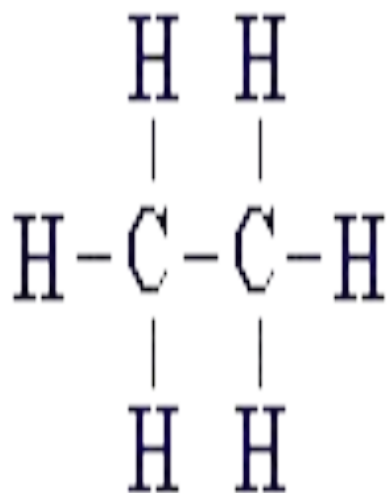
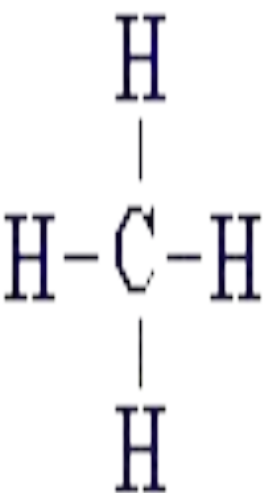


2,3,5-триметилгексан
(но не 2,4,5-триметилгексан)



5-метил-4-пропилнонан

Простейшие представители



*структурные
формулы*

*молекулярные
формулы*

Модели молекул



- углерод



- водород



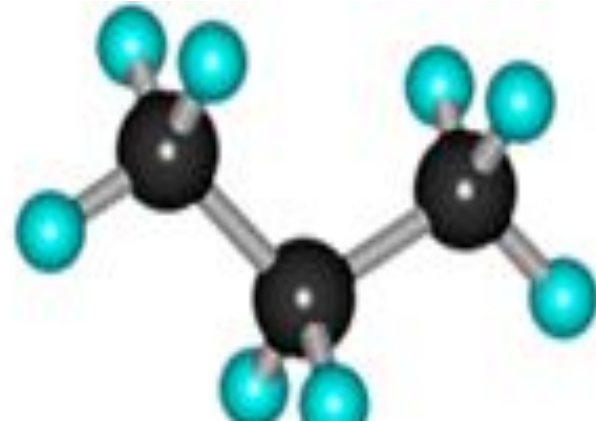
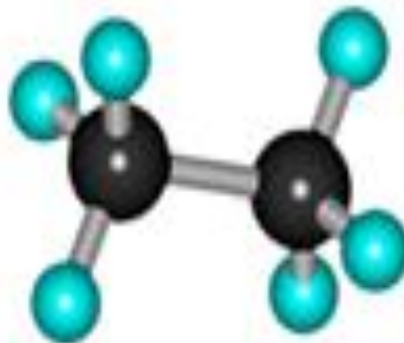
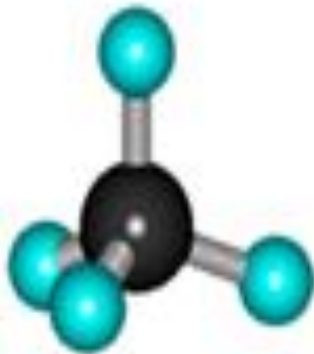
CH_4



C_2H_6



C_3H_8



4. Физические свойства алканов

с увеличением числа углеродных атомов

1. повышаются температуры кипения и плавления, увеличивается плотность
2. от C_1H_4 до C_4H_{10} – газы
3. от C_5H_{12} до $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$ – жидкости
4. $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$ и далее – твердые вещества
5. алканы с разветвленным строением кипят при более низкой температуре, чем их неразветвленные изомеры

5. Строение алканов

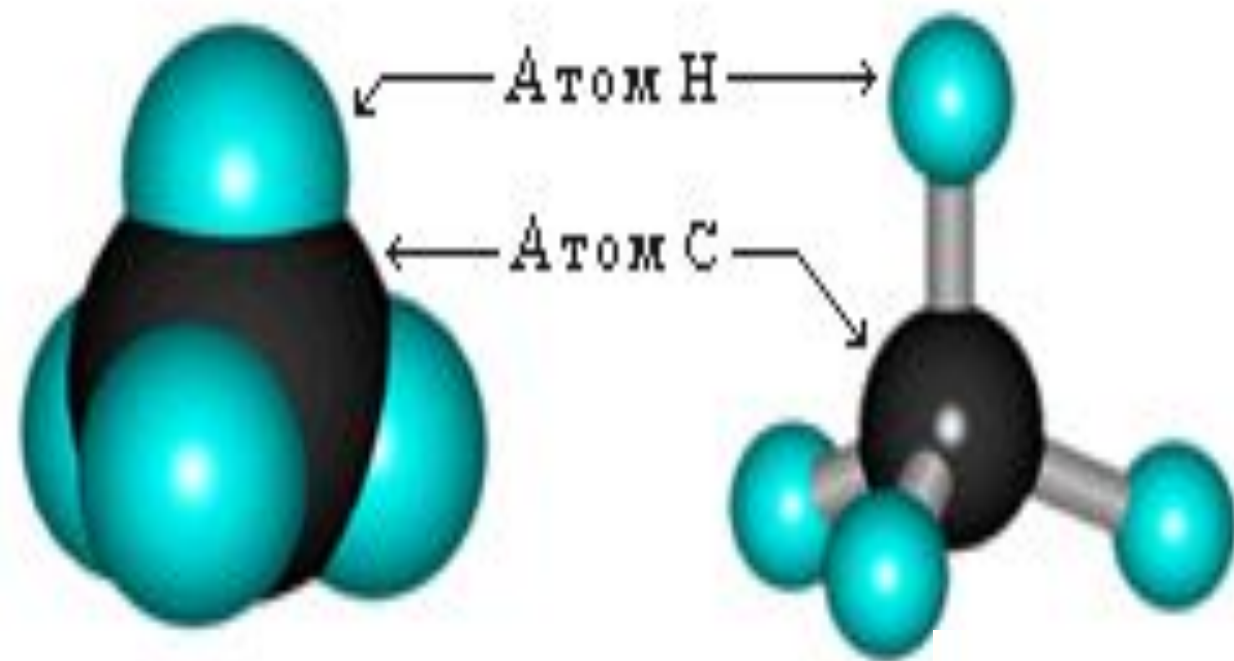
1. два типа химических связей:

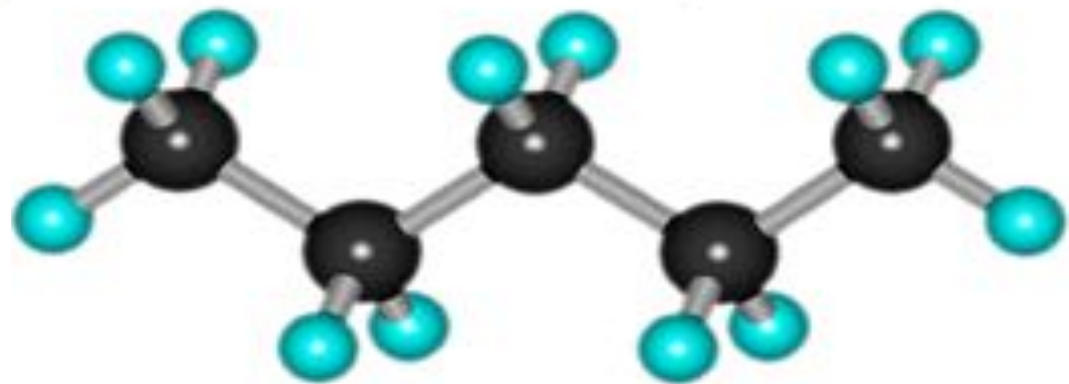
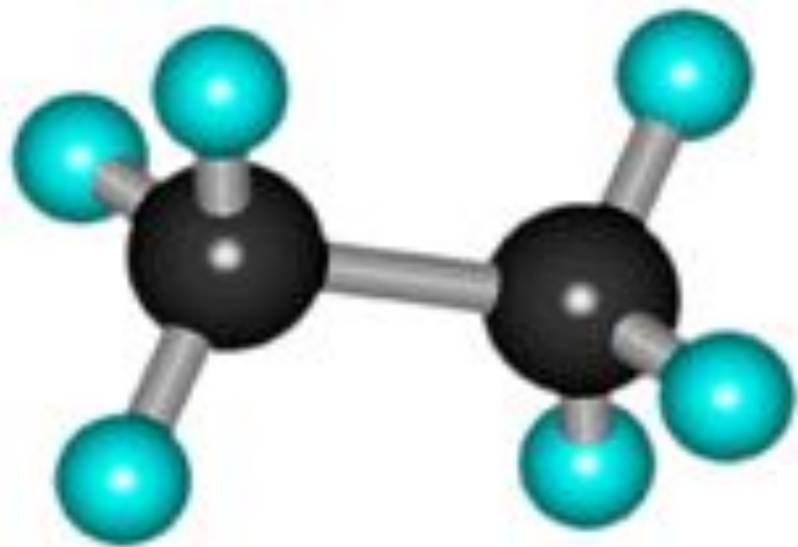
C–C ковалентная неполярная

C–H ковалентная слабополярная

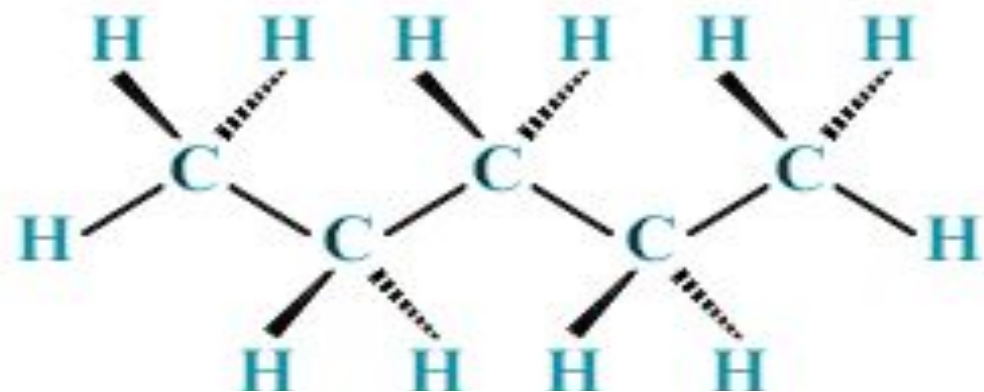
2. sp^3 - гибридизация

3. валентный угол $109^{\circ}28'$





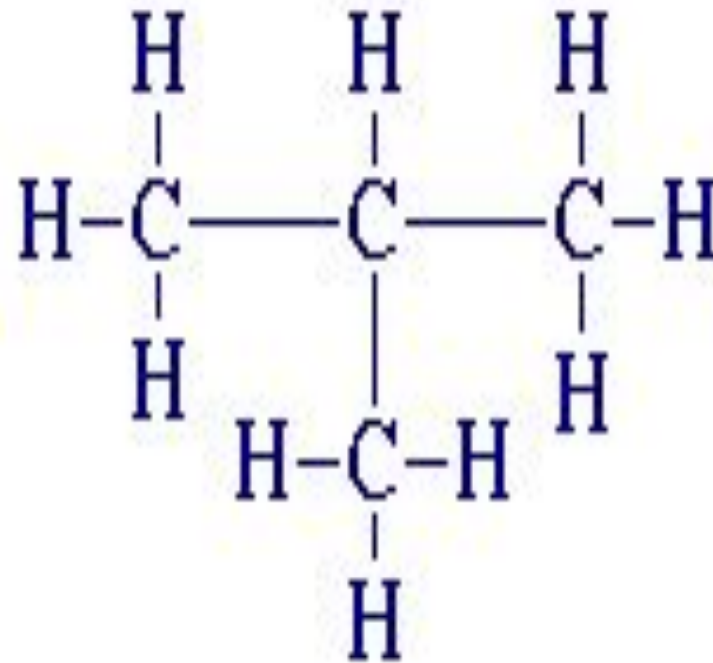
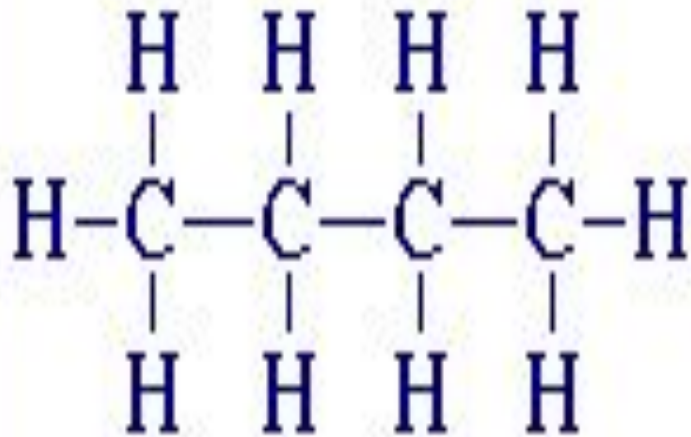
Модель молекулы



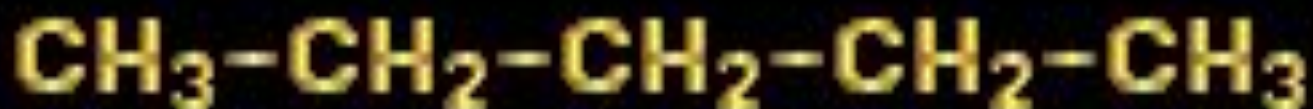
6. Виды изомерии

алканов

1. изомерия углеродного скелета



Структурные изомеры

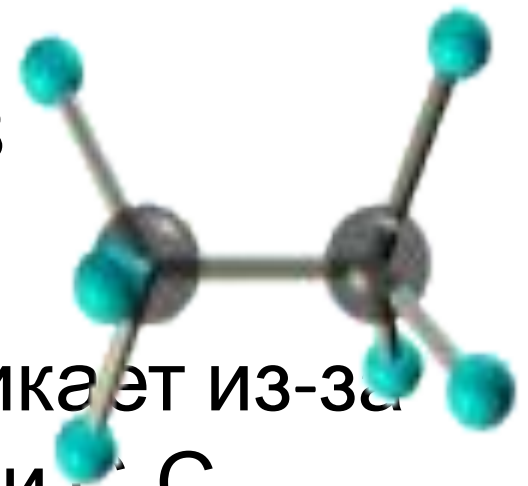


н-пентан

- с увеличением числа атомов углерода увеличивается количество изомеров

CH_4	1
C_2H_6	1
C_3H_8	1
C_4H_{10}	2
C_5H_{12}	3
C_6H_{14}	5
C_7H_{16}	9
C_8H_{18}	18
C_9H_{20}	35
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	75

Изомерия алканов

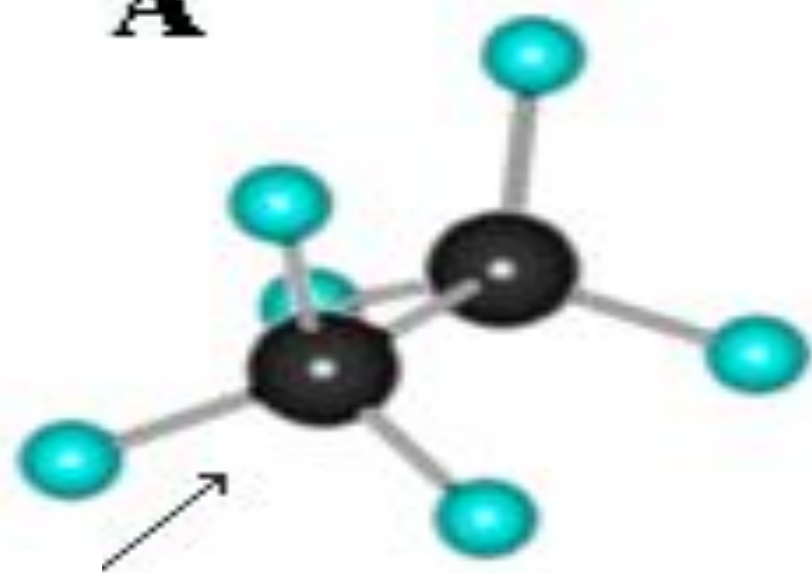


2. *поворотная изомерия* возникает из-за вращения относительно связи C-C

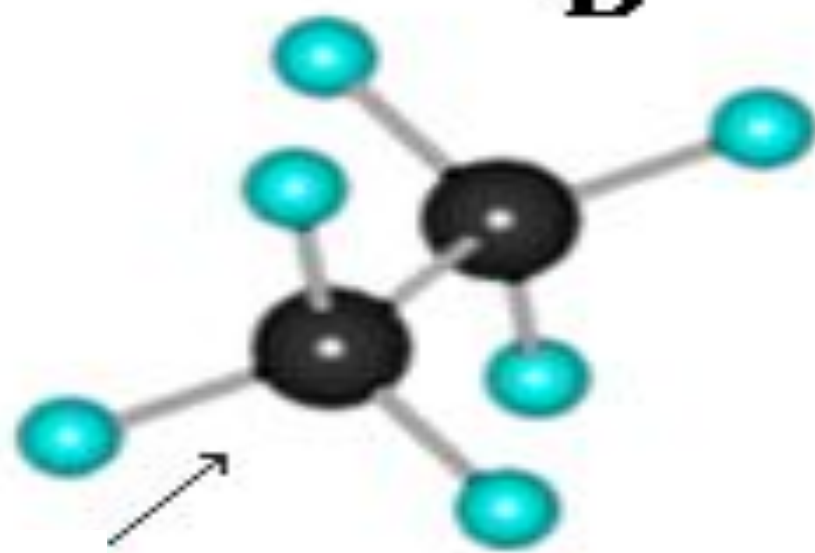
поворотные изомеры (конформации, конформеры) - это различные пространственные формы молекулы, переходящие друг в друга

Поворотная изомерия

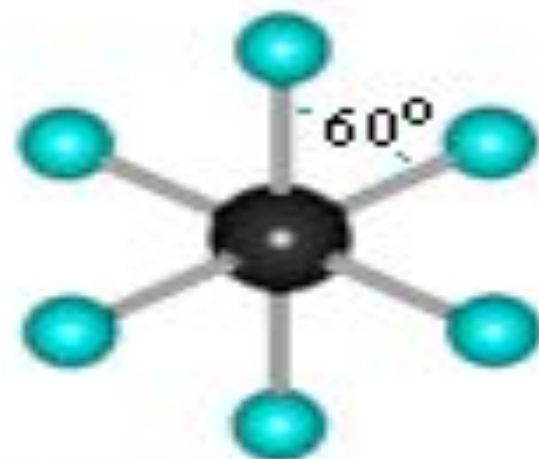
- поворотные изомеры не удается выделить в индивидуальном виде, но их существование доказано физическими методами
- некоторые конформации более устойчивы (энергетически выгодны) и молекула пребывает в таких состояниях более длительное время

А

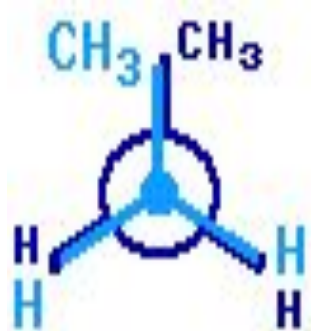
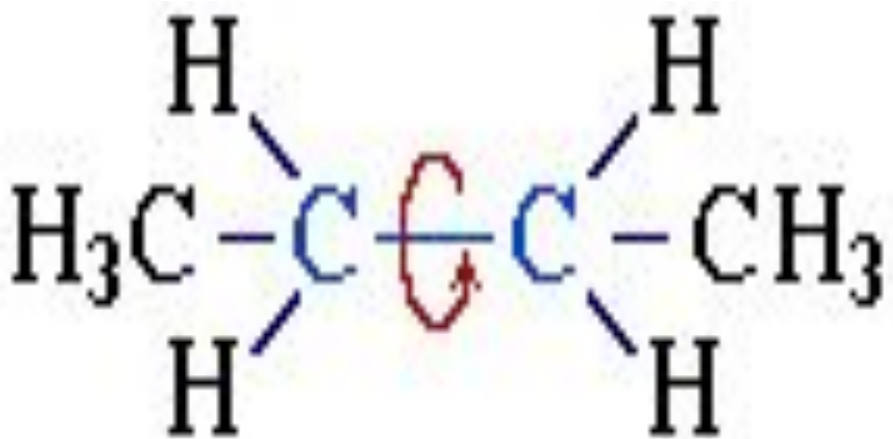
**Заслоненная
конформация**

**Б**

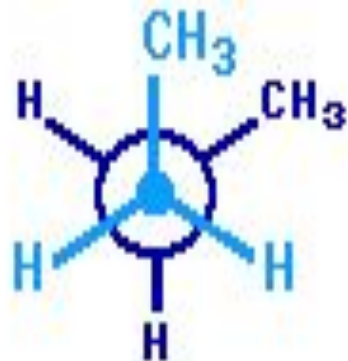
**Заторможенная
конформация**



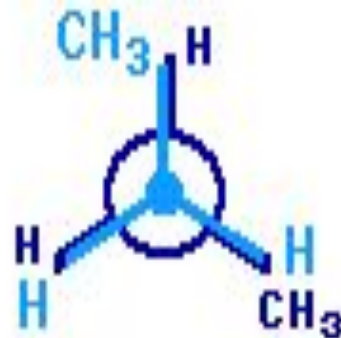
- конформация **А** энергетически не выгодна
- конформация **Б** более выгодна



I



II



III



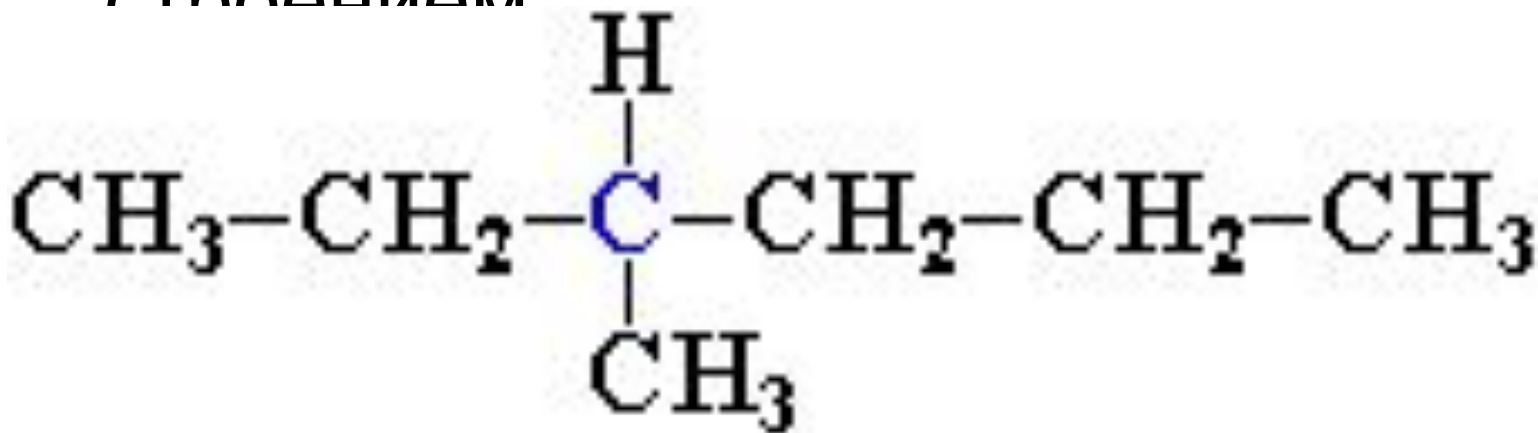
IV

наиболее устойчивым является конформер IV

Изомерия алканов

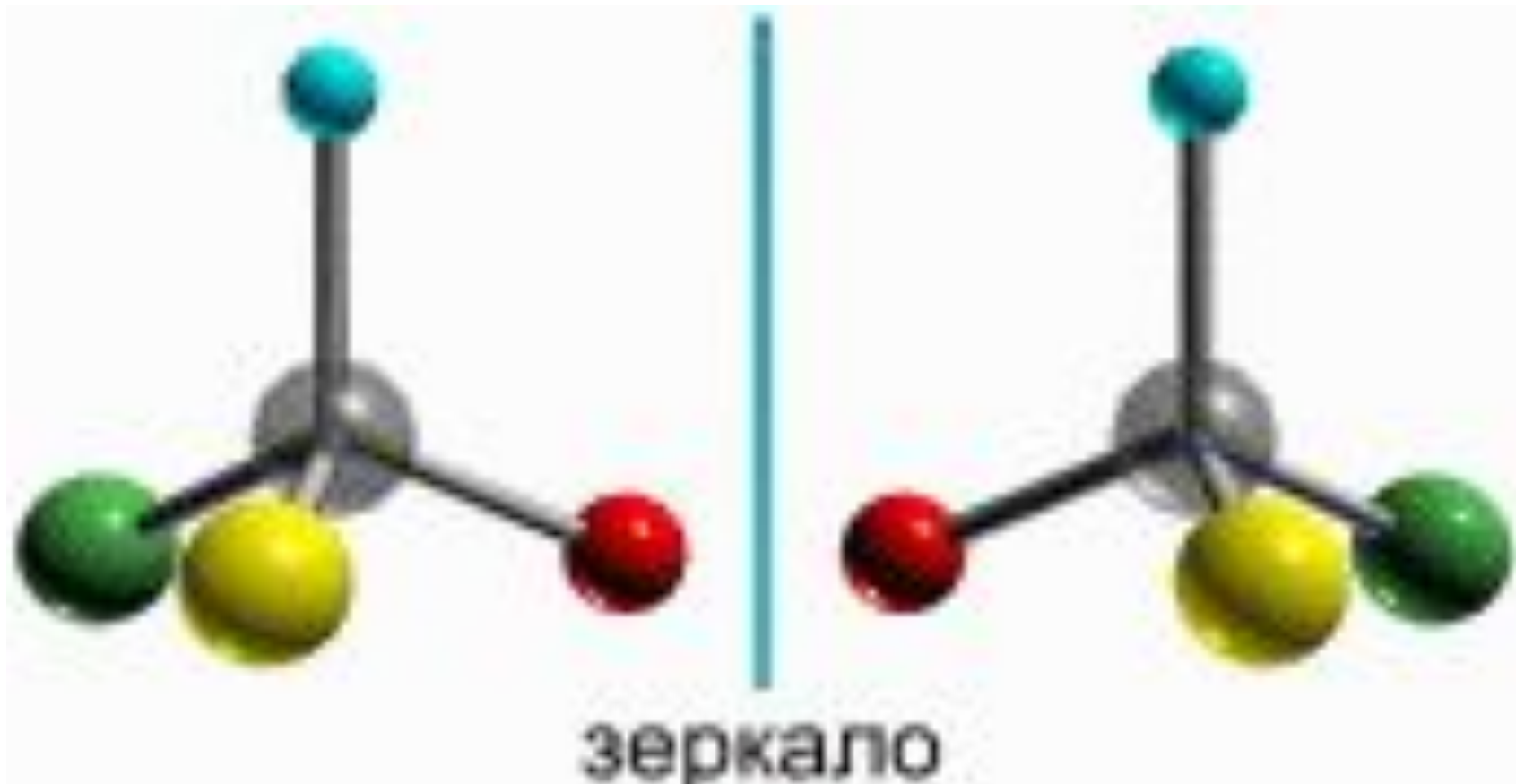
3. *оптическая изомерия*

- если атом углерода в молекуле связан с четырьмя различными атомами(атомными группами), то существуют соединения, отличающихся пространственным строением



- молекулы таких соединений относятся друг к другу как предмет и его зеркальное изображение и являются **пространственными изомерами**
- изомерия этого вида называется **оптической**
- изомеры – **оптические изомеры** или **оптические антиподы**

***Молекулы оптических изомеров
несовместимы в пространстве***



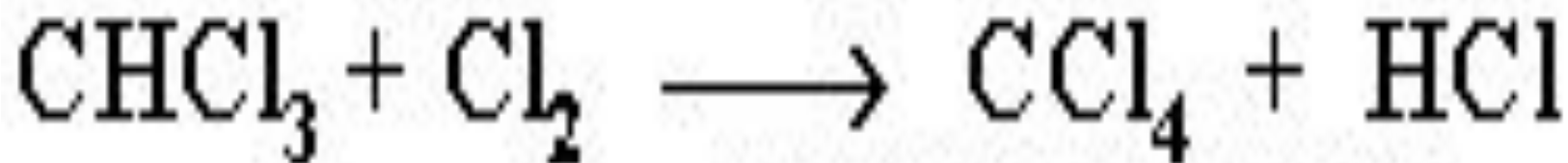
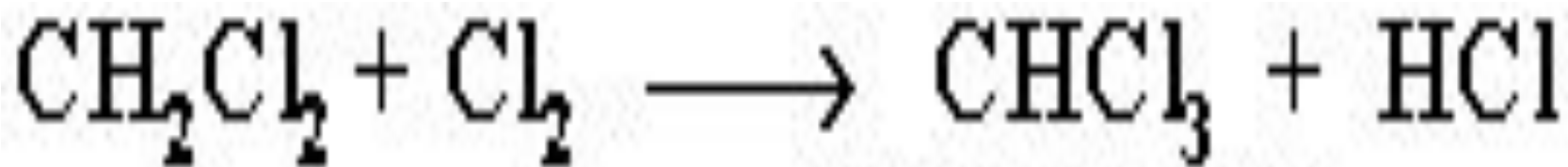
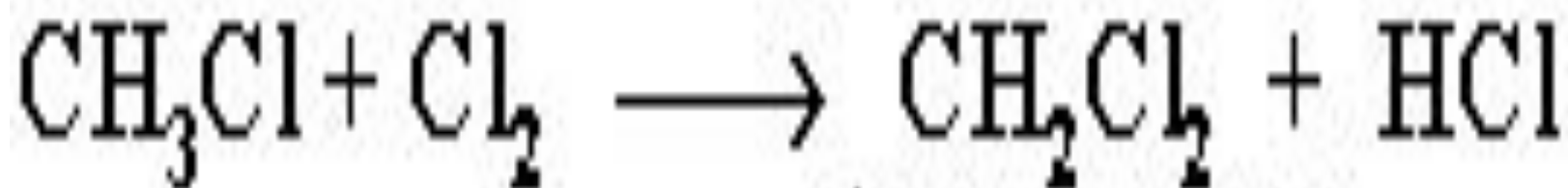
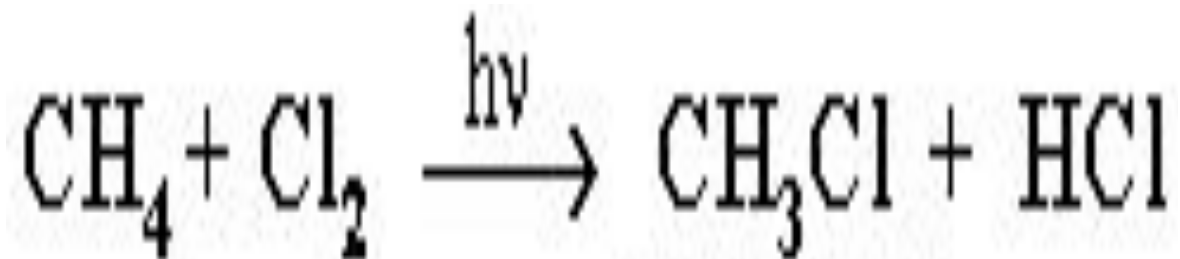
- **оптическими изомерами** называются пространственные изомеры, молекулы которых относятся между собой как предмет и несовместимое с ним зеркальное изображение
- они имеют одинаковые физические и химические свойства, но различаются отношением к поляризованному свету, т.к. обладают оптической

7. Химические свойства алканов

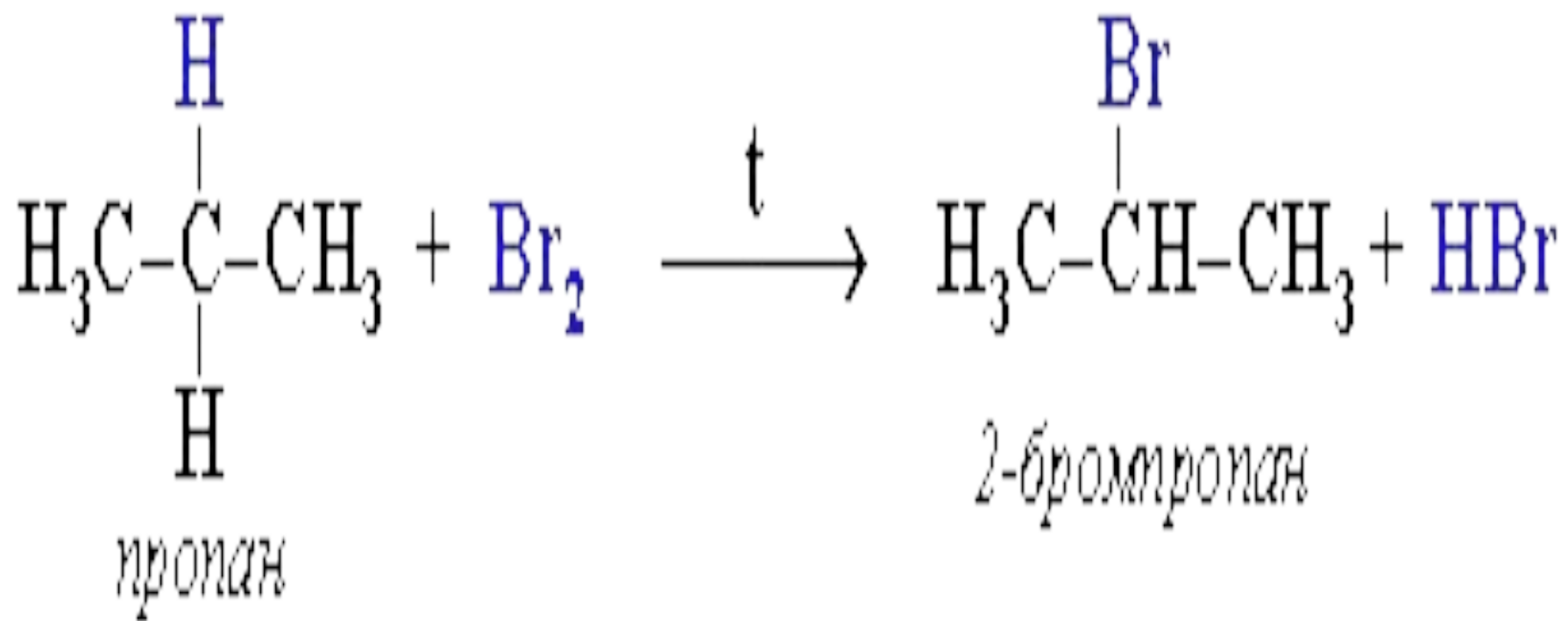
1) *реакции замещения*

- галогенирование - реакция замещения одного или более атомов водорода в молекуле алкана на галоген (Cl, Br, I)
- нитрование - реакция замещения одного или более атомов водорода в молекуле алкана на нитрогруппу $-NO_2$

хлорирование метана

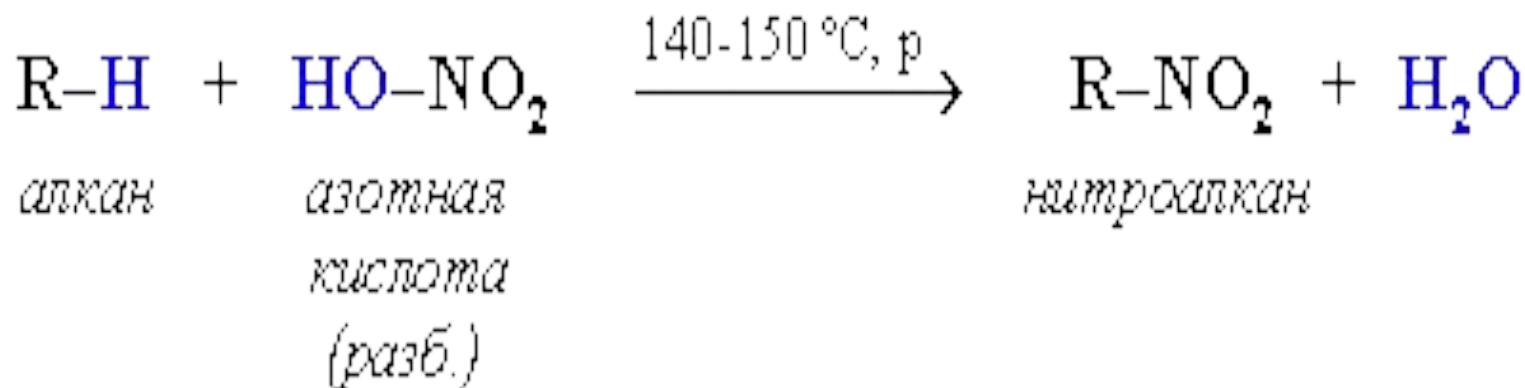


- легче всего идет замещение водорода у **третичного** атома, потом у **вторичного** и труднее всего у **первичного**



нитрование (р-ция Коновалова)

- на алканы действует разбавленная азотная кислота при нагревании и давлении
- происходит замещение атома водорода на нитрогруппу - NO₂



7. Химические свойства алканов

2) *крекинг* – процесс термического разложения углеводородов, в основе которого лежат реакции расщепления углеродной цепи крупных молекул с образованием соединений с более короткой цепью

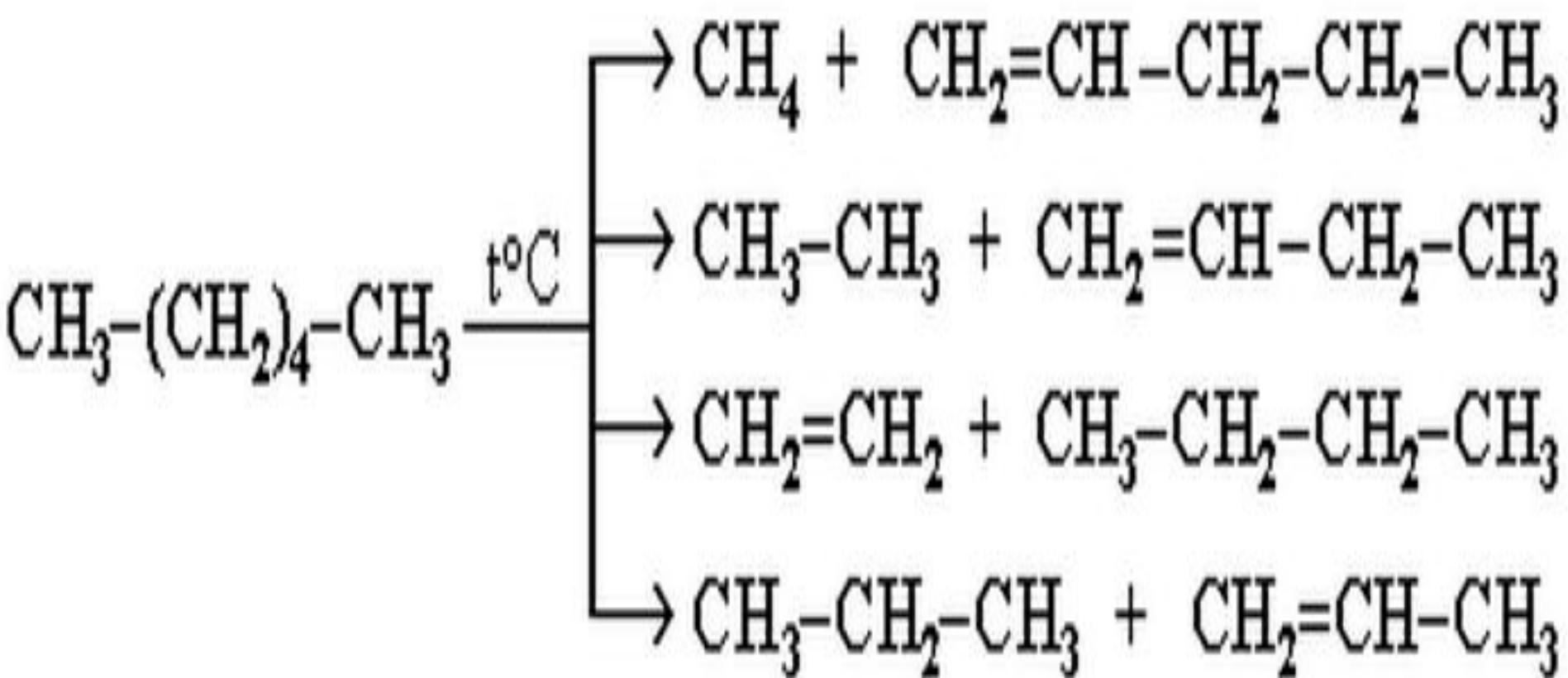
может быть:

2а) термический
каталитический

2б)

2а. Термический крекинг

- при температуре 450–700 °С образуются алканы и алкены с меньшим числом углеродных атомов
- разрыв С–С-связи возможен в любом случайном месте молекулы, поэтому образуется смесь алканов и алкенов

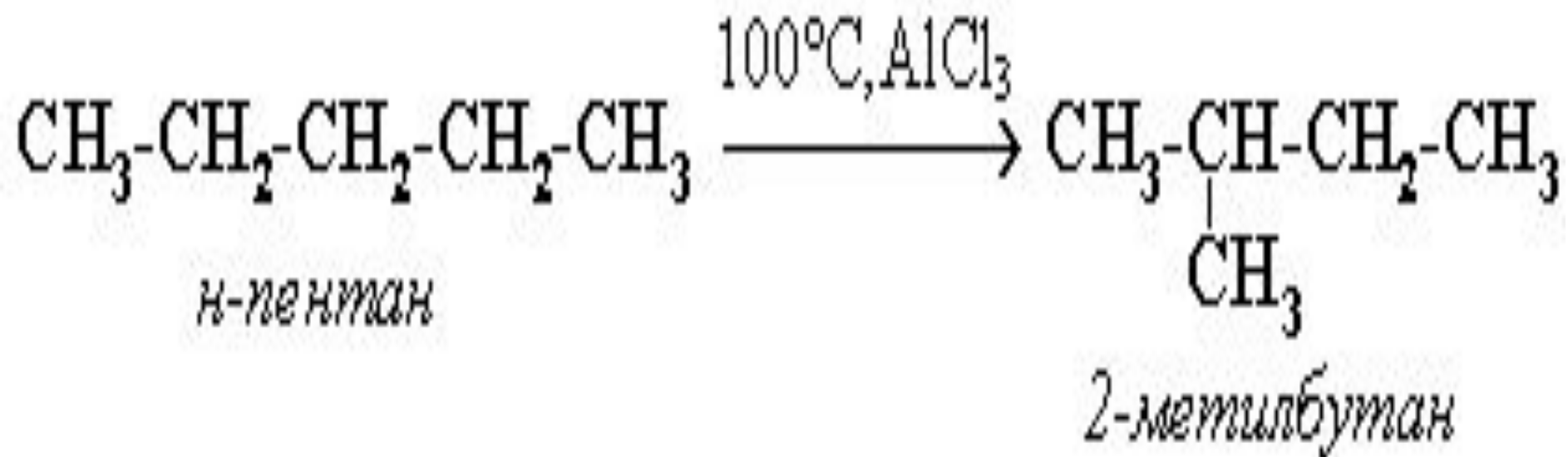


26. Каталитический крекинг

- проводят в присутствии катализаторов (обычно Al_2O_3 и SiO_2) при температуре 450°C и атмосферном давлении
- при этом наряду с разрывом молекул происходят реакции изомеризации и дегидрирования

7. Химические свойства алканов

3) Изомеризация алканов



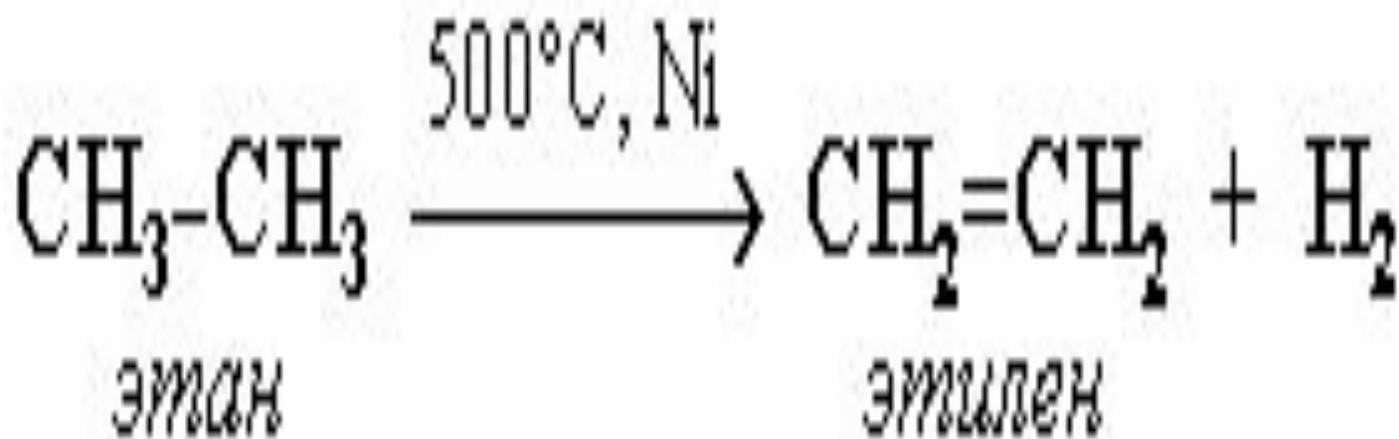
7. Химические свойства алканов

4) *дегидрирование алканов* - отщепление атомов водорода за счет разрыва связей C—H

- происходит при нагревании в присутствии катализаторов (Pt, Pd, Ni, Fe, Cr₂O₃, Fe₂O₃, ZnO)
- строение продуктов дегидрирования зависит от условий реакции и длины цепи в молекуле исходного алкана

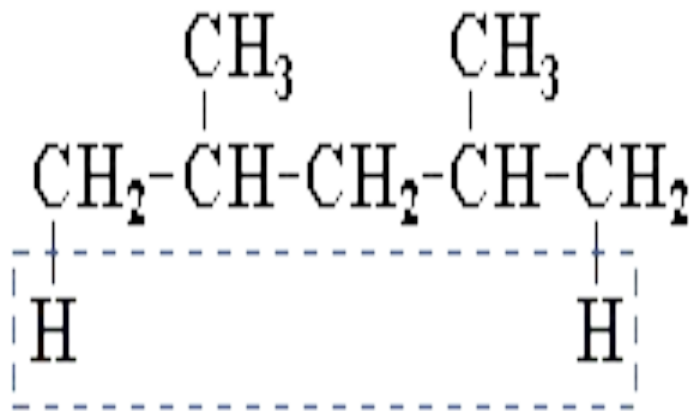
низшие алканы (2-4 атома C)

- при нагревании над Ni-катализатором отщепляют водород от соседних углеродных атомов и превращаются в алкены

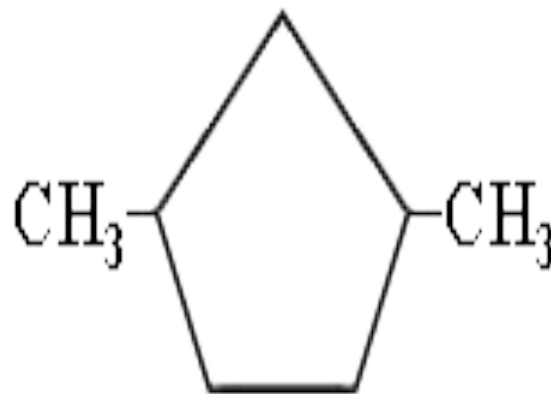
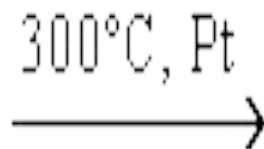


n-пентан и его производные

- при нагревании над Pt-катализатором атомы водорода отщепляются от концевых атомов углеродной цепи, и образуется пятичленный цикл



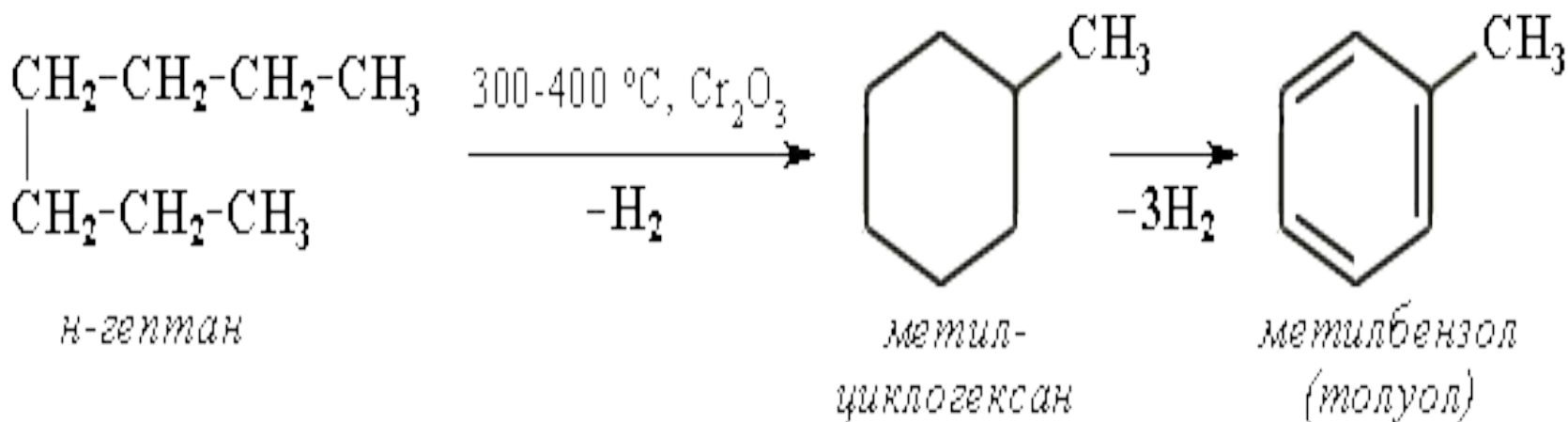
2,4-диметилпентан



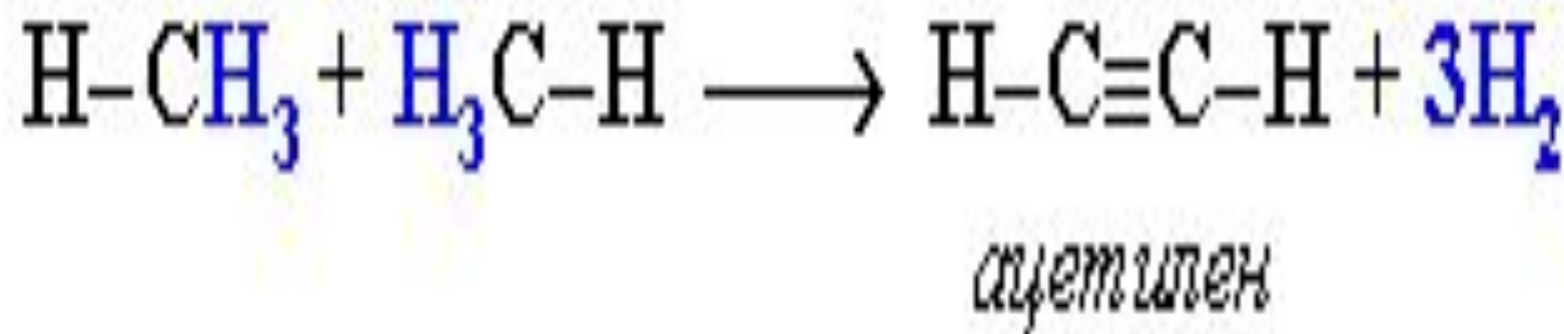
*1,3-диметил-
циклопентан*

в цепи в 6 и более атомов С

- образуется 6-членный цикл
- цикл подвергается дальнейшему дегидрированию и превращается в энергетически более устойчивый цикл арена



- при 1500 °С происходит *межмолекулярное дегидрирование* метана



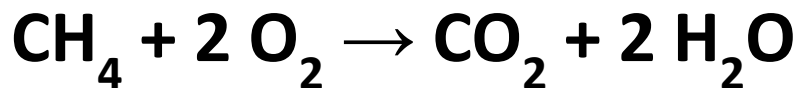
7. Химические свойства алканов

5) Реакции окисления

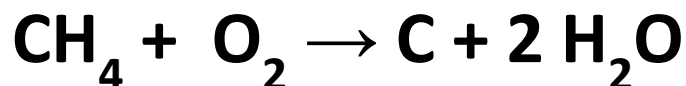
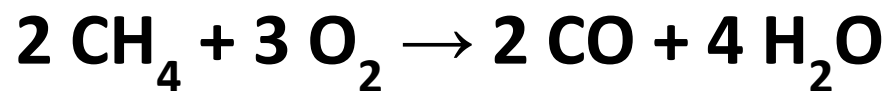
- при обычной температуре алканы не вступают в реакции даже с сильными окислителями ($\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KMnO_4 и т.п.)

- **горение:**

полное



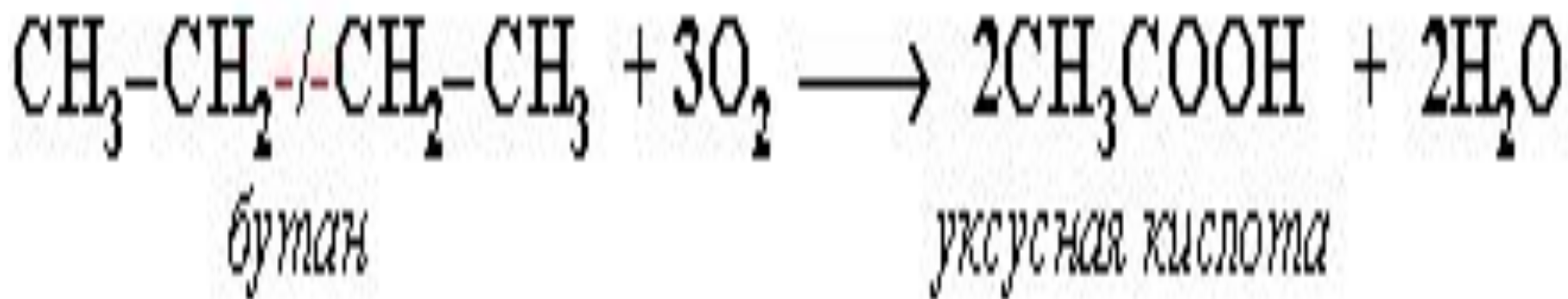
неполное



частичное окисление

- при относительно невысокой температуре и с применением катализаторов разрывается только часть связей C-C и C-H
- это используется для получения карбоновых кислот, кетонов, альдегидов, спиртов

- при неполном окислении бутана (разрыв связи C₂-C₃) получают уксусную кислоту

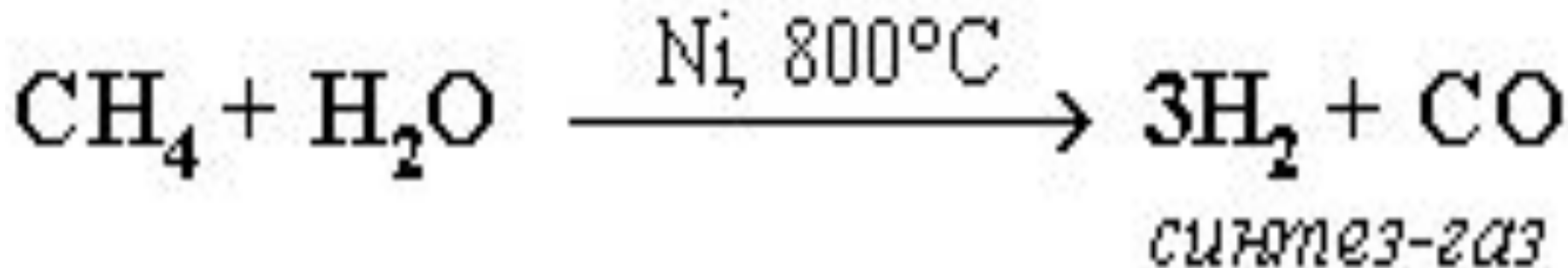


высшие алканы ($n > 25$)

- под действием кислорода воздуха в жидкой фазе в присутствии солей марганца превращаются в смесь карбоновых кислот со средней длиной цепи C_{12} - C_{18} , которые используются для получения моющих средств и поверхностно-активных веществ

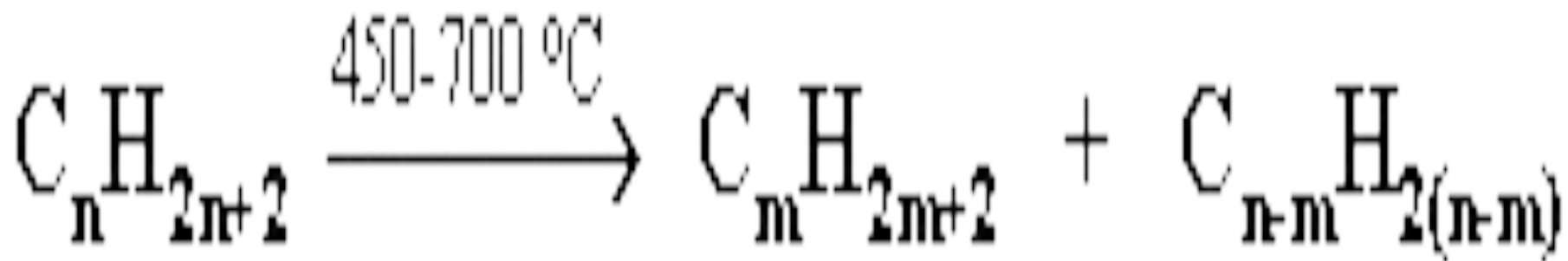
"синтез-газ"

- это смесь оксида углерода (II) с водородом
- образуется при взаимодействии метана с водяным паром
- синтез-газ служит сырьем для получения различных углеводородов



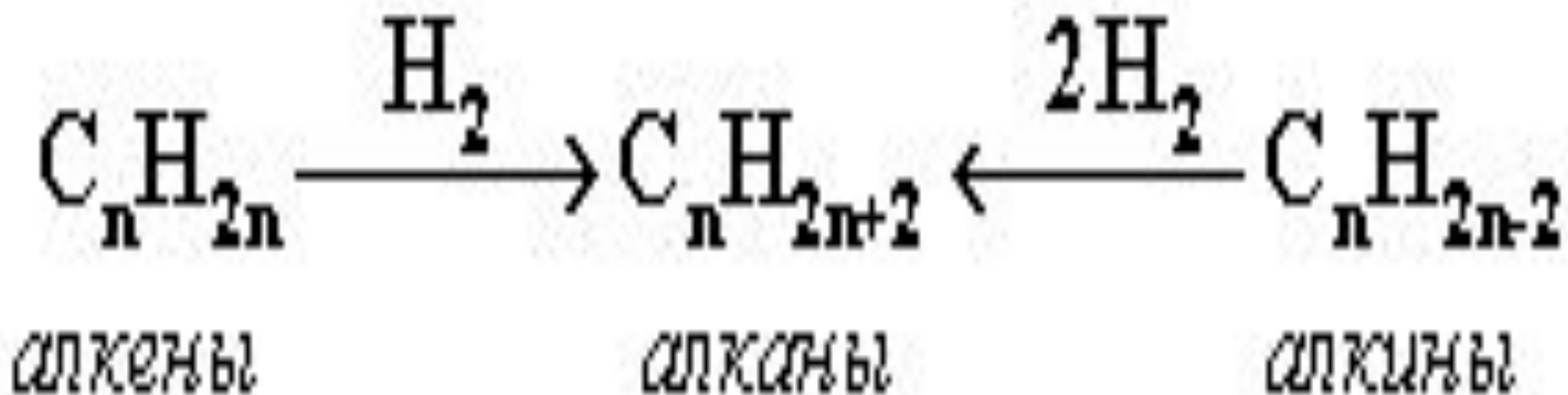
8. Получение алканов

- 1) из природных источников (природный и попутный газы, нефть, каменный уголь)
- 2) крекинг нефти



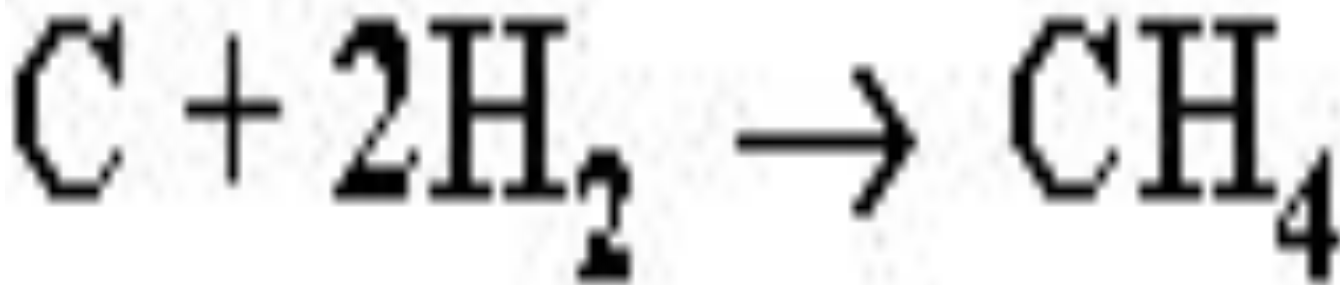
8. Получение алканов

3) Гидрирование непредельных углеводородов



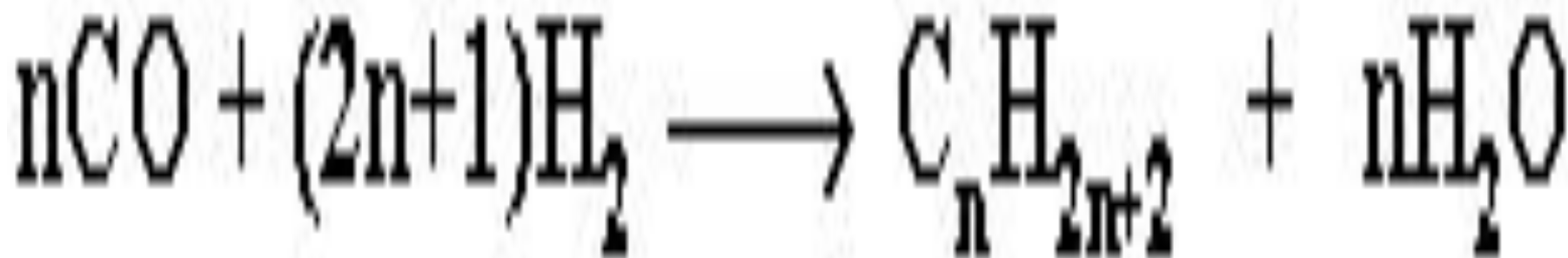
8. Получение алканов

- 4) Газификация твердого топлива при повышенной температуре и давлении, катализатор Ni



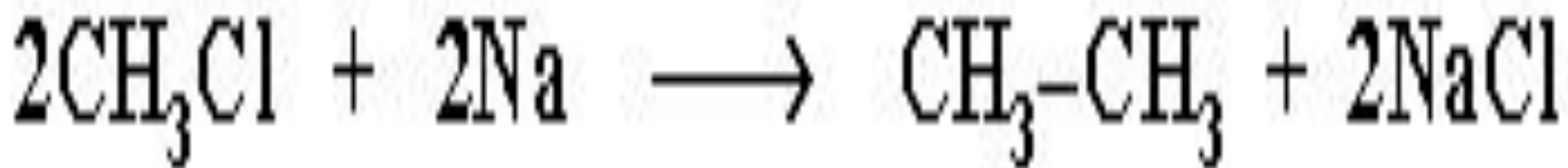
8. Получение алканов

5) Из синтез-газа (CO + H₂)



8. Получение

буржандов Вюрца



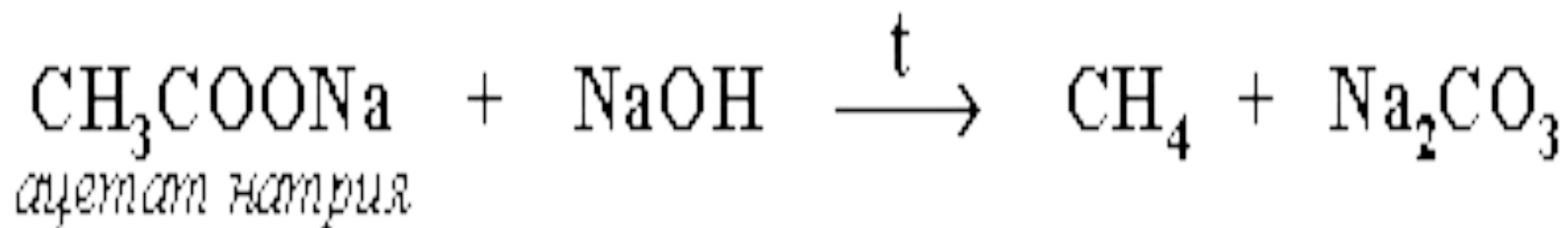
хлорметан

этан

8. Получение алканов

7) из солей карбоновых кислот

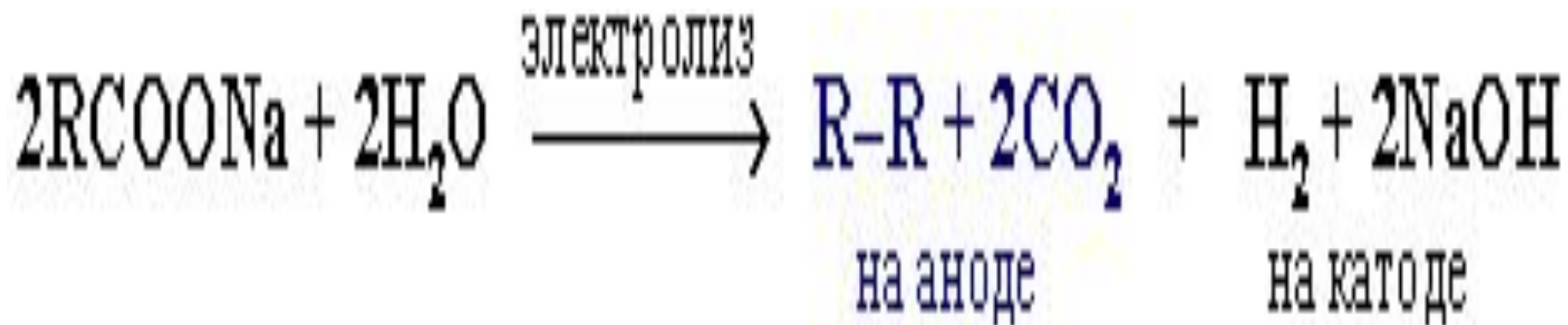
- сплавление со щелочью



8. Получение алканов

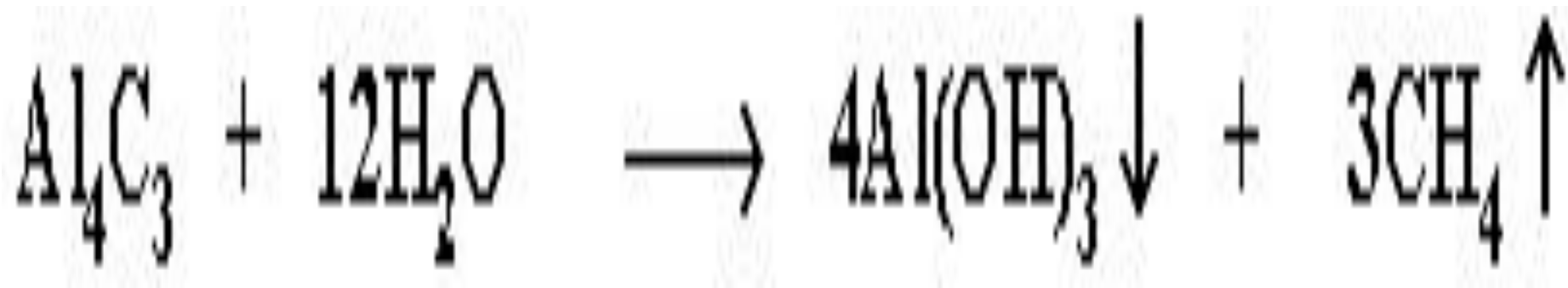
7) из солей карбоновых кислот

- электролиз



8. Получение алканов

8) гидролиз карбидов металлов



9. Применение алканов

- газообразные алканы - ценное топливо
- жидкие углеводороды - в моторных и ракетных топливах и в качестве растворителей
- вазелиновое масло - в медицине, парфюмерии и косметике

9. Применение алканов

- парафин - для изготовления свечей, пропитки спичек и упаковочной бумаги, для тепловых процедур в медицине и т.д.
- нормальные предельные углеводороды средней молекулярной массы используются как питательный субстрат в микробиологическом синтезе белка из нефти

9. Применение алканов

- галогенопроизводные алканов используются как растворители, хладоагенты и сырье для дальнейших синтезов
- в современной нефтехимической промышленности предельные углеводороды являются базой для получения разнообразных органических соединений, важным сырьем в процессах получения полупродуктов для производства пластмасс, каучуков, синтетических волокон, моющих средств и многих других веществ