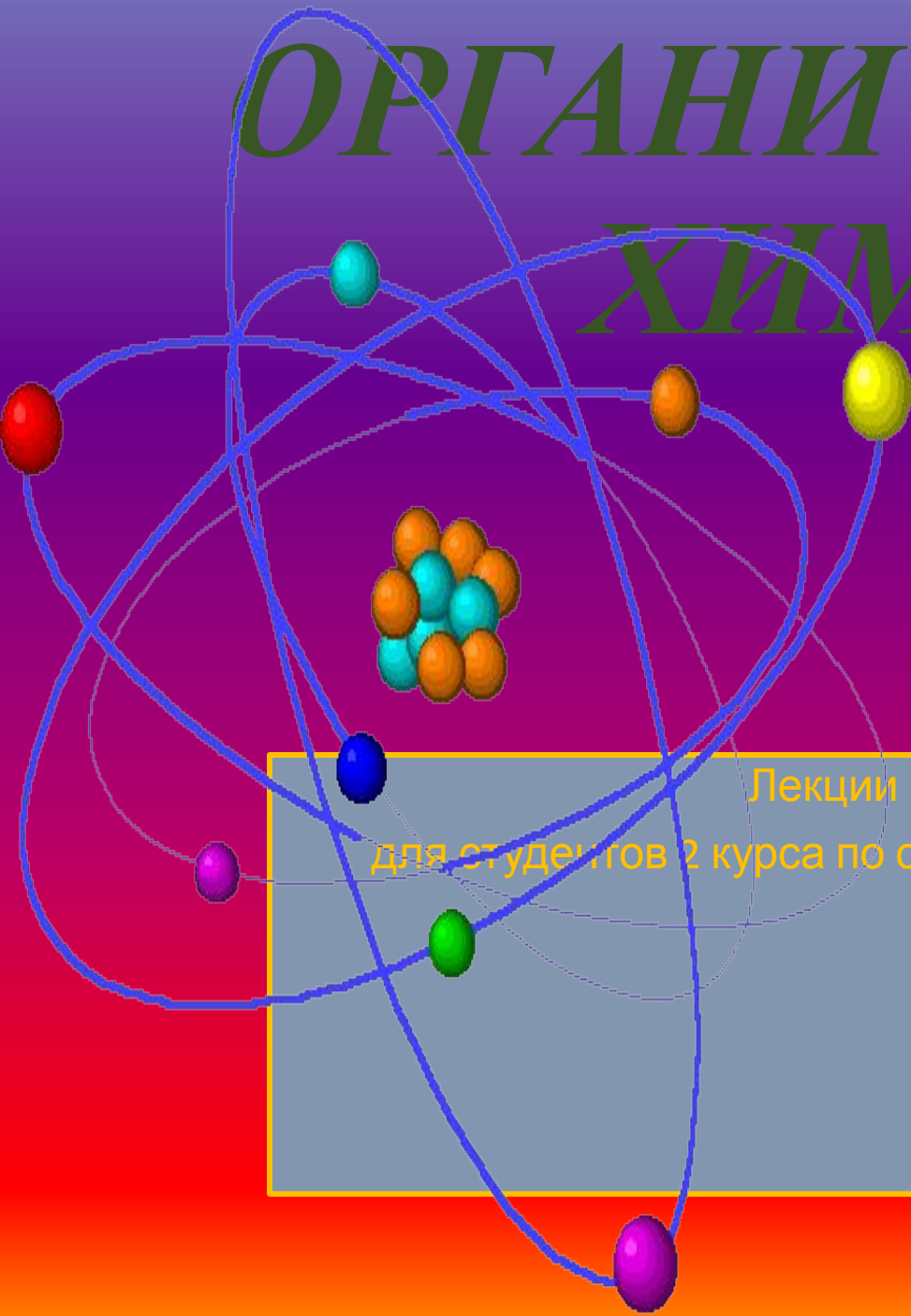


ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ



Лекции № 1-28

для студентов 2 курса по специальности Фармация

Лекция № 1

Тема: «Введение. Теория строения органических соединений А.М.Бутлерова»

План:

1. Предмет и задачи органической химии. Значение орг. химии для медицины и фармации.
2. Роль русских ученых в становлении и развитии органической химии.
3. Теория строения орг. соединений А.М.Бутлерова. Гибридизация атома углерода. Виды гибридизации.
4. Классификация органических соединений.

1. Предмет и задачи органической химии. Значение орг. химии для медицины и фармации.

Объектом изучения органической химии являются соединения углерода, называемые органическими веществами. В связи с этим органическую химию называют химией соединений углерода.

Первые органические вещества, с которыми познакомился человек, были выделены из растительных и животных организмов или из продуктов их жизнедеятельности, а также каменный уголь, торф, природный газ, нефть. Каждый растительный или животный организм представляет собой своеобразную химическую лабораторию, в которой протекает множество сложнейших реакций, приводящих к образованию огромного числа органических веществ, как весьма простых (например, метан, муравьиная, щавелевая кислоты и т. п.), так и самых сложных (например, алкалоиды, стероиды, белки).

В состав орг. соединений кроме углерода входят и другие элементы, чаще всего **водород, кислород, азот, фосфор, сера.**

Существуют орг. соединения в своём составе **атомы металлов.**

Органическая химия **способствует развитию смежных отраслей науки как биологии, биохимии, агрохимии, фармации и медицины.** 95 % лекарственных веществ имеют органическую природу.

Велико значение для фармации органического синтеза, являющегося фундаментом для создания новых эффективных ЛС со специфическим фармакологическим действием.

2. Роль русских ученых в становлении и развитии органической химии.



Бутлеров Александр Михайлович (1828-1886), русский химик, создатель теории химического строения, глава крупнейшей казанской школы русских химиков-органиков, общественный деятель. Родился в семье помещика, офицера в отставке — участника Отечественной войны 1812. Первоначальное образование получил в частном пансионе, а затем в гимназии в Казани, в 1844—49 студент Казанского университета. С 1849 - преподаватель Казанского университета, а с 1857 ординарный профессор химии в том же университете. В 1860—63 был дважды его ректором. В 1868—85 профессор химии Петербургского университета. В 1885 вышел в отставку, но продолжал читать в университете специальные курсы лекций. В 1870 был академиком Петербургской АН. В 1878—82 преемник Н. Н. Зинина на посту председателя Отделения химии Русского физико-химического общества. Почётный член многих др. научных обществ в России и за рубежом.



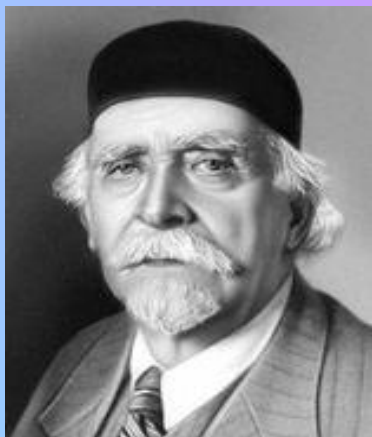
Зинин Николай Николаевич (1812-1880), русский химик-органик, академик Петербургской АН с 1865 г. По окончании Казанского университета (1833) преподавал там же физику и механику. По получении степени магистра химии (1836). В 1837 г. и командирован за границу, где посетил лаборатории и заводы Германии, Франции, Англии; свыше года (1839—40) работал у Ю. Либиха. После защиты докторской диссертации (1841) избран профессором Казанского университета; в 1848—64 профессор Медико-хирургической академии в Петербурге и там же директор химических работ (1864—74).



Марковников Владимир Васильевич (1837-1904),
русский химик. Ученик А. М. Бутлерова.
Окончил в 1860 Казанский университет; с 1862
читал там же лекции (с 1869 профессор). В 1871
вместе с группой передовых учёных ушёл из
Казанского университета в знак протеста
против увольнения профессора П. Ф. Лесгафта,
в 1871—73 профессор Новороссийского
университета (в Одессе). С 1873 профессор
Московского университета.



Зайцев Александр Михайлович(1841-1910),
русский химик-органик, член-корреспондент
Петербургской АН (1885). Ученик А. М.
Бутлерова. По окончании Казанского
университета работал (1862—65) в
лабораториях Кольбе и Вюрца. В 1870
защитил докторскую диссертацию «Новый
способ превращения жирных кислот в
соответствующие им алкоголи» и был
утвержден профессором Казанского
университета.



Зелинский Николай Дмитриевич (1861-1953), советский химик-органик, академик АН СССР (1929), один из основоположников учения об органическом катализе. Герой Социалистического Труда (1945). В 1884 окончил Новороссийский университет (Одесса), там же защитил магистерскую (1889) и докторскую (1891) диссертации. В 1893—1953 профессор Московского университета, кроме периода 1911—1917, когда он покинул университет вместе с группой учёных в знак протеста против реакционной политики царского министра народного просвещения Л. А. Кассо (в эти годы Зелинский был в Петербурге директором Центральной лаборатории министерства финансов и заведующим кафедрой в Политехническом институте). В 1935 активно участвовал в организации института органической химии АН СССР, в котором затем руководил рядом лабораторий; этот институт с 1953 носит его имя.



Кучеров Михаил Григорьевич (1850-1911), русский химик-органик. В 1871 окончил Петербургский земледельческий (с 1877 — лесной) институт и работал там же (до 1910). Основные работы посвящены изучению непредельных углеводородов. В 1881 Кучеров открыл метод гидратации соединений ацетиленового ряда в присутствии ртутных солей (см. Кучерова реакция), за что получил (1885) премию Русского физико-химического общества. Это общество учредило (1915) премию имени Кучерова, присуждавшуюся начинающим исследователям в области химии.



Лебедев Сергей Васильевич (1874-1934), советский химик, академик АН СССР (1932; член-корреспондент 1928). Ученик А. Е. Фаворского. Гимназическое образование получил в Варшаве. В 1900 окончил Петербургский университет. С 1902 работал в Петербургском университете, где в 1925 организовал Лабораторию по химической переработке нефти и каменного угля. В 1928 – 1930 Лебедев заведовал созданной по его инициативе Лабораторией синтетического каучука. В 1934 организовал Лабораторию высокомолекулярных соединений АН СССР.



Несмеянов Александр Николаевич (1899-1980), советский химик-органик, академик АН СССР (1943; член-корреспондент 1939), общественный деятель, Герой Социалистического Труда (1969). Член КПСС с 1944. После окончания МГУ (1922) работает там же (с 1935 профессор, с 1944 заведующий кафедрой органической химии, в 1944–48 декан химического факультета, в 1948–51 ректор, руководил организацией строительства МГУ на Ленинских горах). Одновременно работал в институте удобрений и инсектофунгицидов (1930–34), в АН СССР: в институте органической химии (с 1934, в 1939–54 директор), академик-секретарь Химического отделения (1946–51). Президент АН СССР (1951–61), директор института элементоорганических соединений (с 1954), академик-секретарь Отделения общей и органической химии (с 1961). В 1947–1961 председатель Комитета по Ленинским и Государственным премиям в области науки и техники. Принимал деятельное участие в работе Всемирного Совета Мира и Советского комитета защиты
мира.

3. Теория строения орг. соединений А.М.Бутлерова. Гибридизация атома углерода. Виды гибридизации.

Основные положения теории:

1. Атомы в молекулах соединены друг с другом химическими связями в соответствии с их валентностью, :

C – IV;

H, Hal, щелочные металлы – I;

S, O – II;

N – III, V

Например:

H

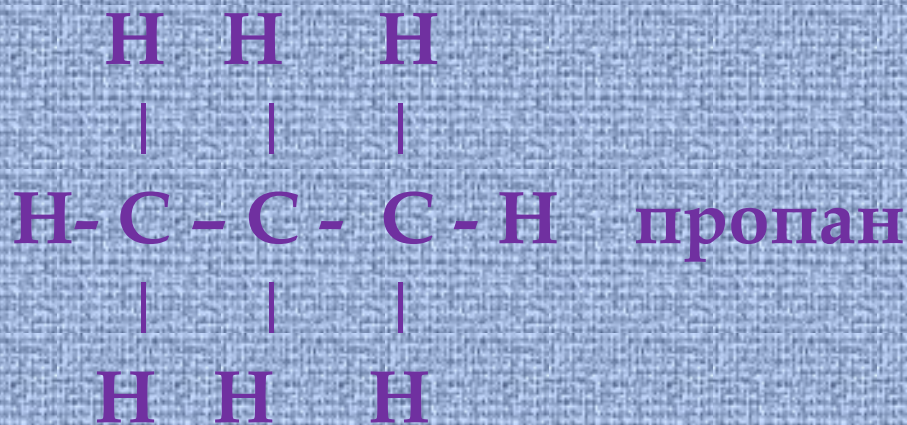
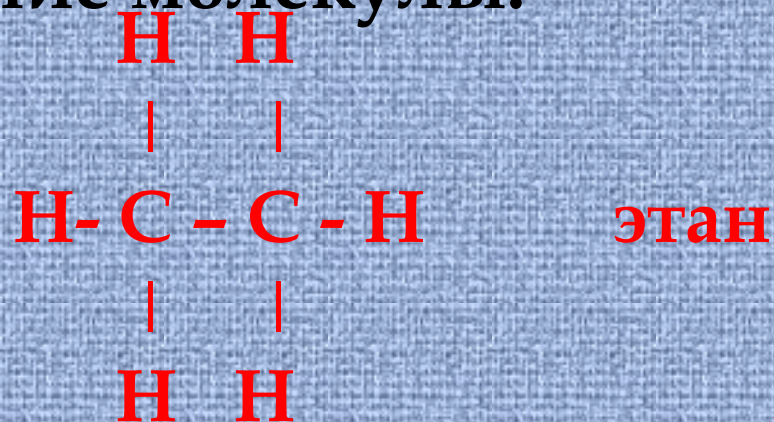
|

H- C - H;

|

H

2. Атомы в молекулах орг. веществ соединяются в определенной последовательности, что обуславливает химическое строение молекулы:



3. Свойства орг. соединений зависят не только от числа и природы входящих в их состав атомов, но и от химического строения молекул:

а). Изомеры - орг. соединения, имеющие одинаковый количественный и качественный состав, но различное химическое строение:

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ бутан

$\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3$ изобутан

|

CH_3

б). Гомологи – орг. соединения, имеющие сходное химическое строение и качественный состав, но различный количественный состав:

CH_4 метан

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$ этан

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ пропан

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ бутан

4. Атомы в молекулах орг. соединений оказывают взаимное влияние друг на друга. Наибольшее влияние оказывают атомы, непосредственно связанные друг с другом. Влияние атомов или групп атомов, не связанных непосредственно, ослабевает по мере их удаления друг от друга.

5. Химическое строение вещества можно определить в результате его химических превращений, и наоборот, по строению вещества можно характеризовать его свойства.

Гибридизация атомов углерода

Гибридизация – это смещение валентных электронных облаков и образование качественно новых, равноценных гибридных валентных электронных облаков.

В ПСХЭ Д.И.Менделеева углерод расположен в главной подгруппе IV группы, поэтому электронная структура атома С, если :

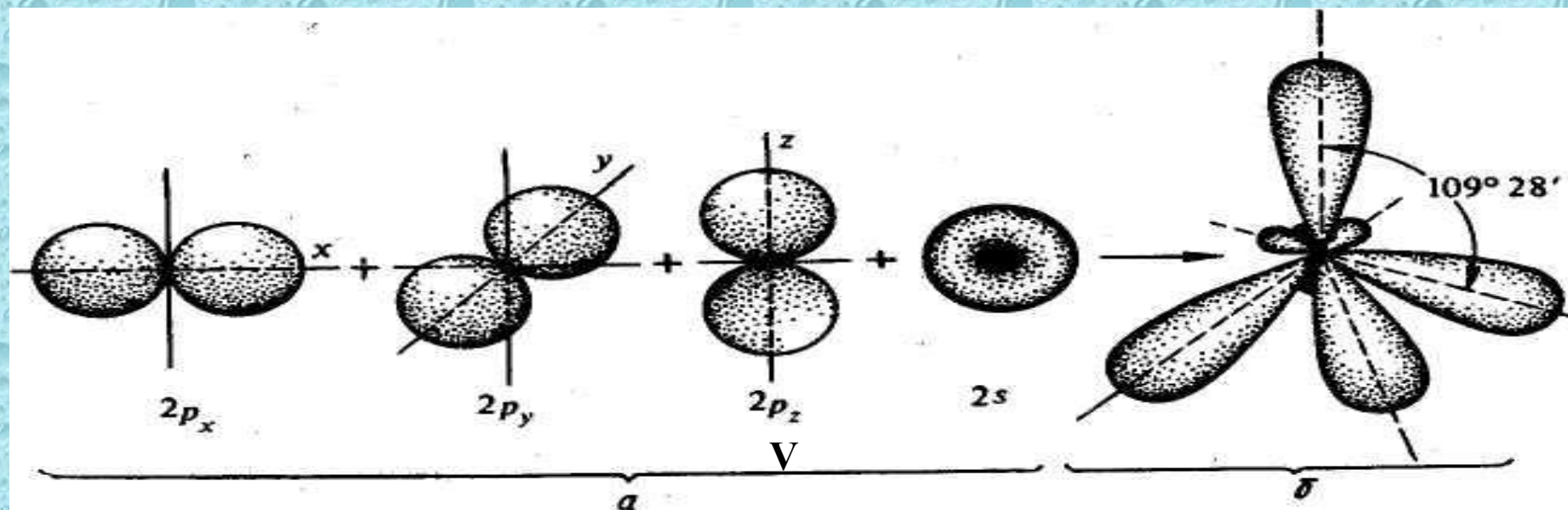
1) атом углерода C_6 в невозбужденном состоянии - имеет электронную формулу - $1S^2 2S^2 2P^2$, т. е на внешнем электронном слое находятся 2 неспаренных электрона (валентность – II)

2) атом углерода C_6 в возбужденном состоянии - имеет электронную формулу - $1S^2 2S^1 2P^3$, т.е. 4 неспаренных электрона (валентность – IV)

S –орбиталь имеет сферическую форму;

P-орбиталь - форму объёмной восьмерки, ориентированной в пространстве определенным образом

Схема образования SP^3 -гибридных орбиталей (первое валентное состояние атома углерода C)



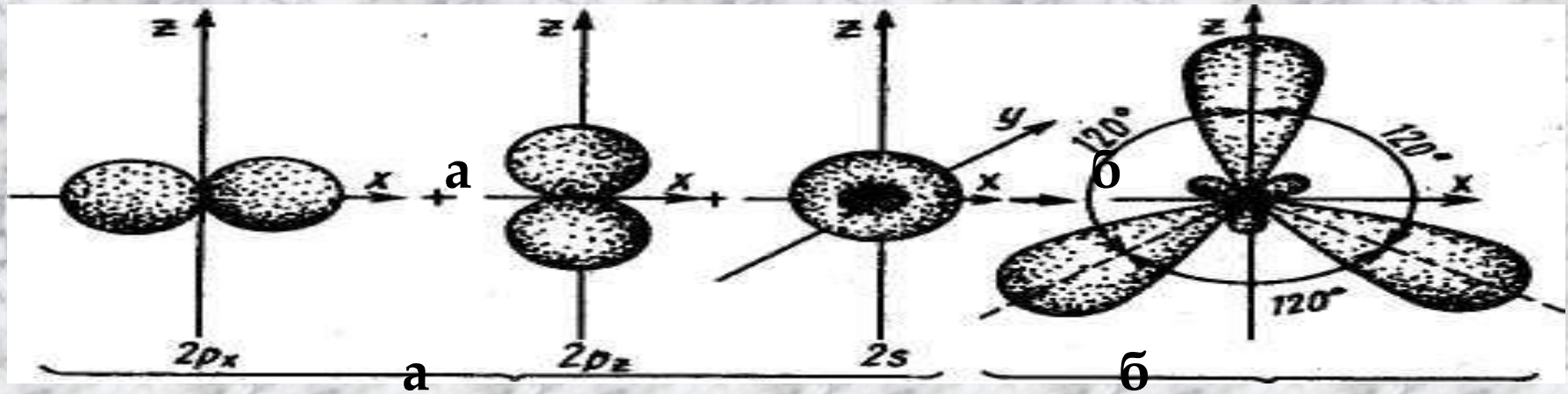
а – негибридизованные орбитали атома углерода

б – орбитали атома углерода в состоянии SP^3 -гибридизации

Участвуют 1S- и 3P –орбитали с образованием 4-х равноценных гибридных орбиталей. Эти орбитали расположены под углом $109^\circ 28'$. Если соединить вершины орбиталей получится - тетраэдр.

В результате взаимного перекрывания электронных облаков в одной плоскости образуется σ – связь. Она характерна для углеводородов с одинарными связями. Длина σ – связь C- C равна 0,154 нм.

Схема образования sp^2 -гибридных орбиталей (второе валентное состояние атома углерода C)



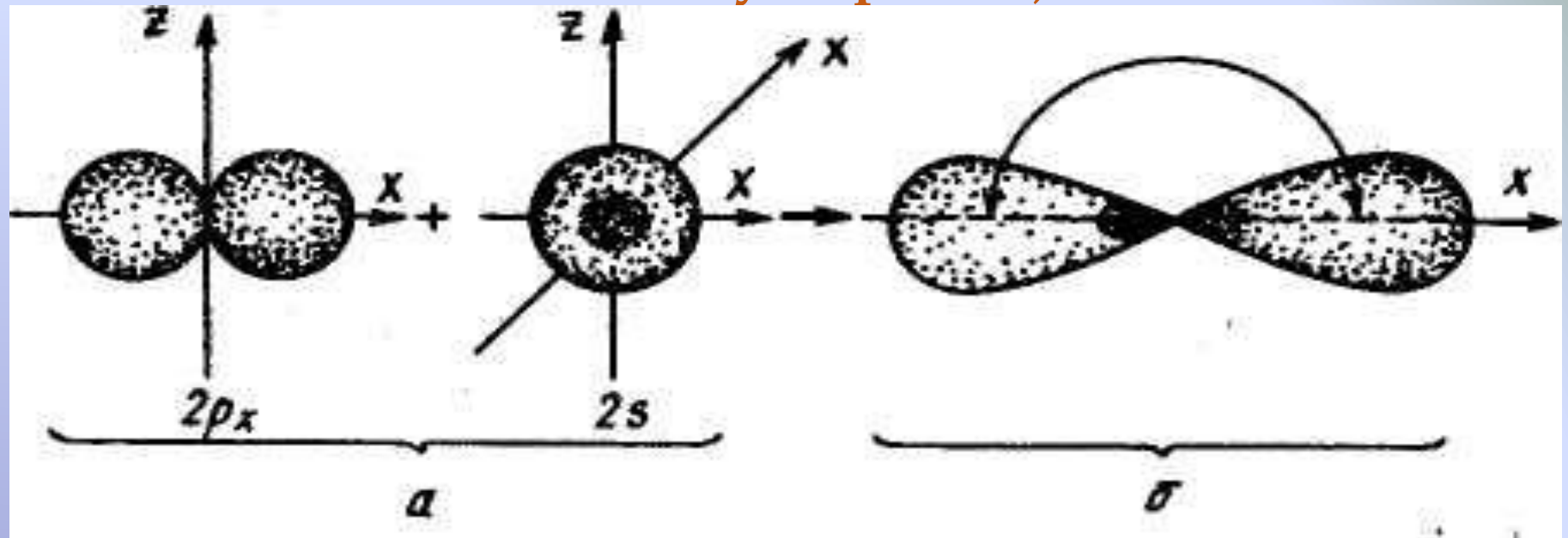
а – негибридизованные орбитали атома углерода
б – орбитали атома углерода в sp^2 -гибридизации

Участвуют $1s$ и $2p$ -орбитали с образованием трёх гибридных равноценных орбиталей. По форме – объёмные восьмёрки.

Отличие от sp^3 -орбиталей –большая лопасть объёмной восьмёрки короче. sp^2 - орбитали лежат в одной плоскости и направлены по углом 120° друг к другу, их вершины образуют равносторонний треугольник.

Одна p -орбиталь остается свободной (негибридизованной). Она сохраняет форму правильной объёмной восьмёрки и располагается перпендикулярно плоскости, в которой лежат 3 sp^2 - гибридных орбитали. В результате перекрывания электронных облаков в 2-х взаимно перпендикулярных областях образуется π -связь. Этот тип гибридизации характерен для соединений с двойными связями, одна из которых σ - связь , вторая π - связь . Длина связи C-C равна 0,134 нм.

Схема образования sp -гибридных орбиталей (третье валентное состояние атома углерода С)



а – негибридизованные орбитали атома углерода
б – орбитали атома углерода в sp^2 -гибридизации

Участвуют $1s$ - и $1p$ - орбиталь.

В результате образуются две равноценные гибридные орбитали, имеющие форму объёмных восьмёрок с еще более короткой лопастью. Они расположены под углом 180° друг другу, т.е. на одной прямой и направлены в противоположные стороны от ядра атома

Две не участвующие в гибридизации р-орбитали сохраняют форму правильных восьмёрок и располагаются взаимно перпендикулярно. Этот тип гибридизации характерен для соединений с тройными связями, одна из которых σ – связь и две π – связи. Длина связи C-C равна 0,12 нм. В органических соединениях в основном ковалентная химическая связь

4. Классификация органических соединений.

Органические соединения отличаются своей многочисленностью и разнообразием. Поэтому необходима их систематизация. Органические соединения классифицируют, учитывая два основных структурных признака:

- строение углеродной цепи (углеродного скелета);
- наличие и строение функциональных групп.

- *Углеродный скелет (углеродная цепь)* - последовательность химически связанных между собой атомов углерода.
- *Функциональная группа* - атом или группа атомов, определяющие принадлежность соединения к определенному классу и ответственные за его химические свойства.

Классификация соединений по строению углеродной цепи

В зависимости от строения углеродной цепи орг. соединения делят на *ациклические* и *циклические*.



Ациклические соединения - соединения с открытой (незамкнутой) углеродной цепью. Эти соединения называются также алифатическими.

Среди ациклических соединений различают *предельные* (насыщенные), содержащие в скелете только одинарные связи C-C и *непредельные* (ненасыщенные), включающие кратные связи $C=C$ и $C \equiv C$.

Ациклические соединения

Предельные



Непредельные



Ациклические соединения
подразделяют также на
соединения
*с неразветвленной и разветвленно
й цепью.*

В этом случае учитывается число
связей атома углерода с другими
углеродными атомами.

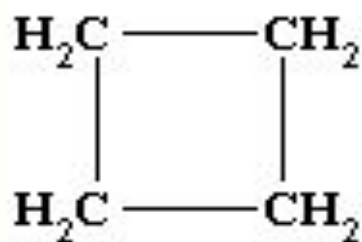
Циклические соединения - соединения с замкнутой углеродной цепью.

В зависимости от природы атомов, составляющих цикл, различают карбоциклические и гетероциклические соединения.

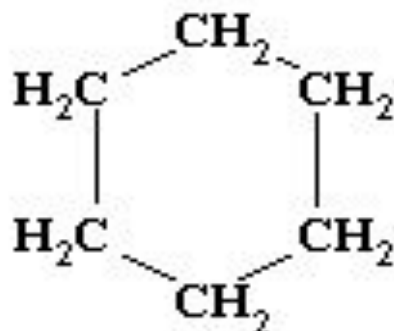
Карбоциклические соединения содержат в цикле только атомы углерода. Они делятся на две существенно различающихся по химическим свойствам группы: алифатические циклические - сокращенно *алициклические* - и *ароматические* соединения.

Карбоциклические соединения

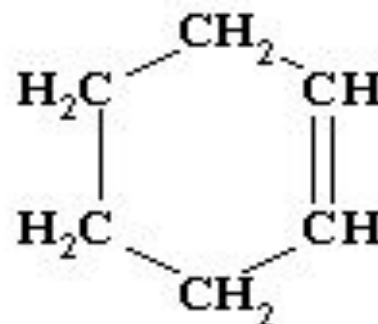
алициклические



Циклобутан

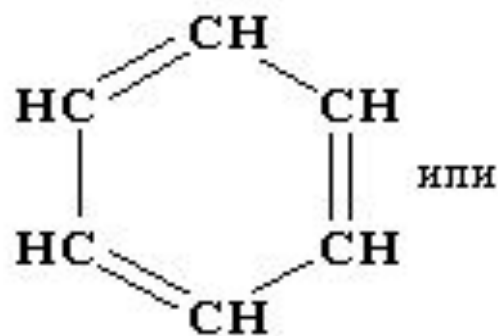


Циклогексан

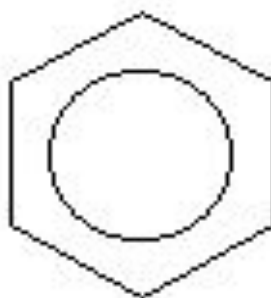


Циклогексен

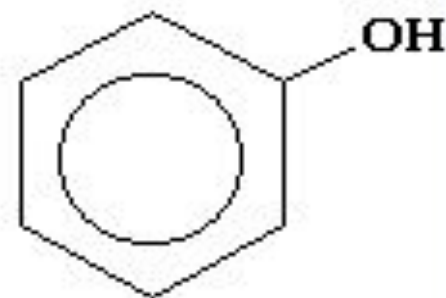
ароматические



Бензол



или

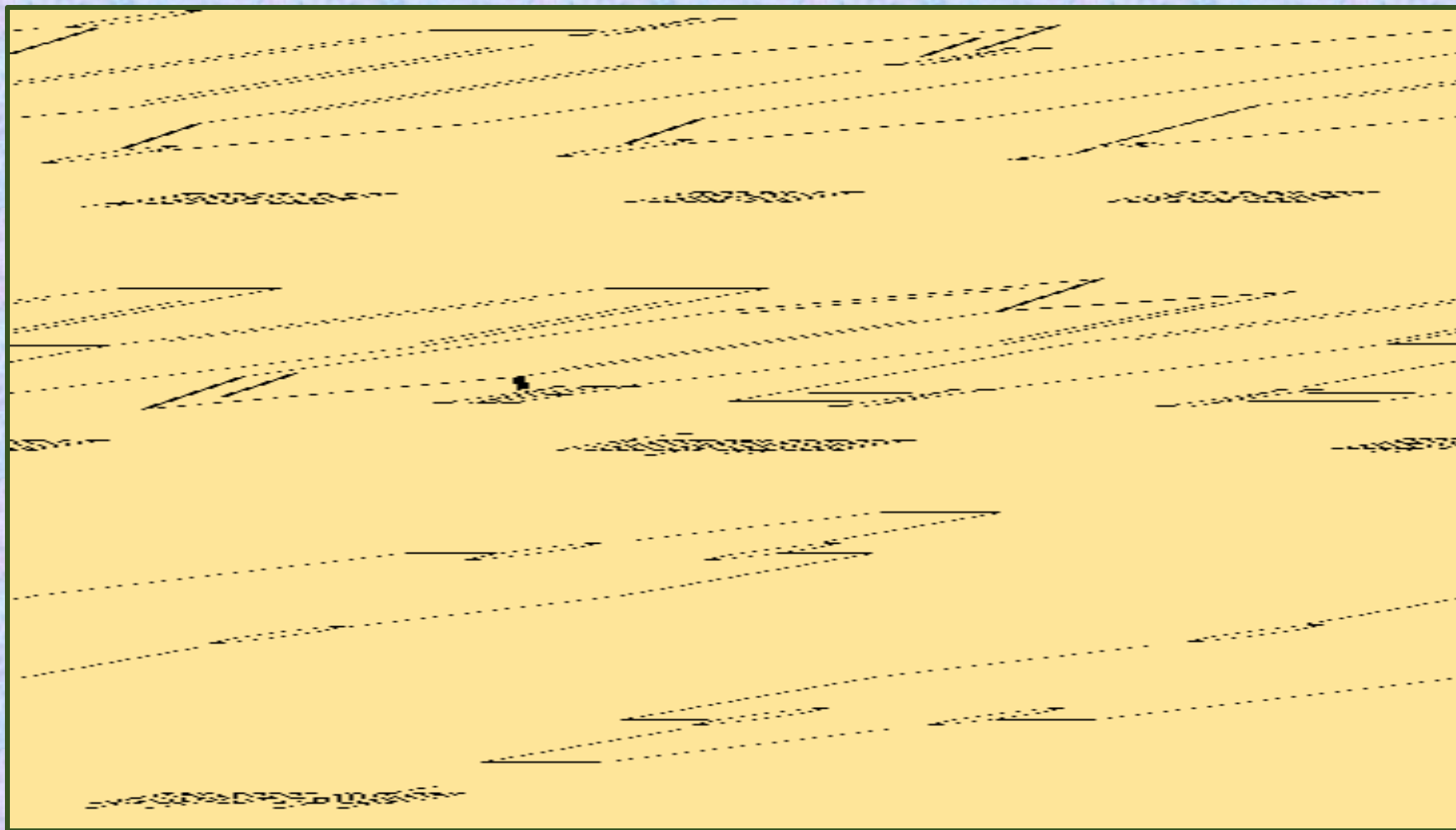


Фенол

Гетероциклические соединения -

содержат в цикле, кроме атомов углерода, один или несколько атомов других элементов

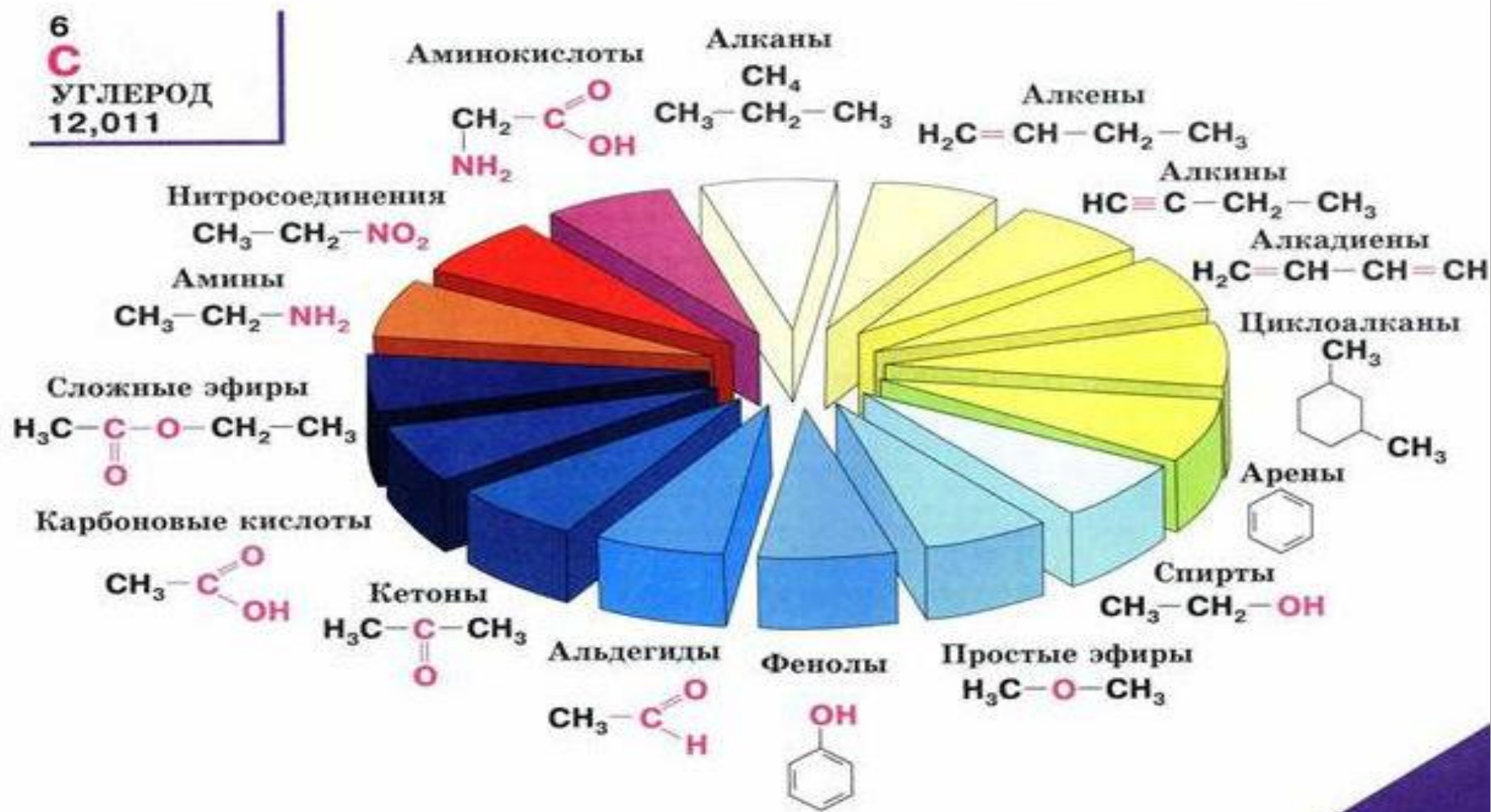
- *гетероатомов* (от греч. *heteros* - другой, иной) - кислород, азот, серу и др.



Классификация соединений по функциональным группам

Соединения, в состав которых входят только углерод и водород, называются **углеводородами**. Другие, более многочисленные, органические соединения можно рассматривать как производные углеводородов, которые образуются при введении в углеводороды **функциональных групп**, содержащих другие элементы. В зависимости от природы функциональных групп органические соединения делят на **классы**. Некоторые наиболее характерные функциональные группы и соответствующие им классы соединений приведены в таблице:

Классы органических соединений



Классы органических соединений

Функциональная группа	Название группы	Классы соединений	Общая формула	Пример
-ОН	Гидроксил	Спирты	R-ОН	C_2H_5OH этиловый спирт
		Фенолы		 фенол
$>C=O$	Карбонил	Альдегиды	$\begin{matrix} R \\ H \end{matrix} > C=O$	CH_3CHO уксусный альдегид
		Кетоны	$\begin{matrix} R \\ R \end{matrix} > C=O$	CH_3COCH_3 ацетон
$\begin{matrix} O \\ // \\ -C \\ \backslash \\ OH \end{matrix}$	Карбоксил	Карбоновые кислоты	$R-C \begin{matrix} O \\ // \\ \backslash \\ OH \end{matrix}$	CH_3COOH уксусная кислота
-NO ₂	Нитрогруппа	Нитро-соединения	R-NO ₂	CH_3NO_2 нитрометан
-NH ₂	Аминогруппа	Амины	R-NH ₂	 анилин
-F, -Cl, -Br, -I (Hal)	Фтор, хлор, бром, иод (галоген)	Галогено-производные	R-Hal	CH_3Cl хлористый метил

Примечание: к функциональным группам иногда относят двойную и тройную связи.

В состав молекул органических соединений могут входить две или более одинаковых или различных функциональных групп.

Например:

*HO-CH₂-CH₂-OH (спирт : этиленгликоль);
NH₂-CH₂-COOH (аминокислота: глицин).*

Все классы органических соединений взаимосвязаны. Переход от одних классов соединений к другим осуществляется в основном за счет превращения функциональных групп без изменения углеродного скелета.

Лекция № 2

Тема: «АЛКАНЫ»

План:

1. Общая характеристика, гомологический ряд, номенклатура, изомерия.
2. Методы синтеза алканов.
3. Физико-химические свойства.
4. Отдельные представители.

1. Общая характеристика, гомологический ряд, номенклатура, изомерия.

Алканы – алифатические углеводороды, в молекулах которых атомы углерода связаны между собой одинарной σ – связью, а остальные их валентности предельно насыщены атомами водорода, отсюда их название – предельные (насыщенные углеводороды).

Простейший представитель - CH_4 .

Общая формула :

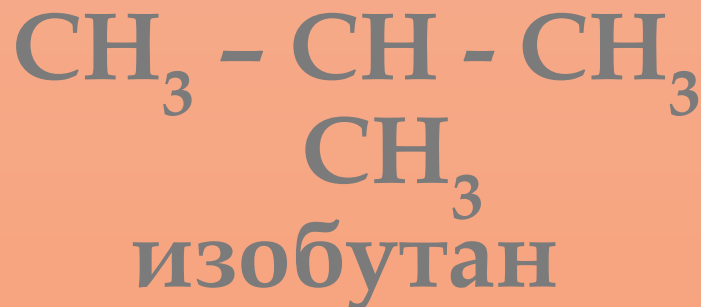
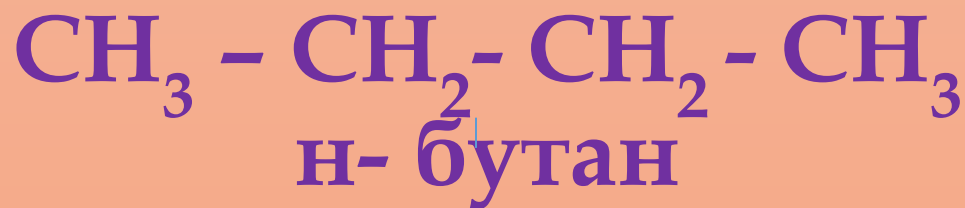


ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД АЛКАНОВ

Формула и название алкана		число изомеров	агрегатное состояние	Т. пл., °C	Т. кип., °C
CH_4	МЕТАН	—	газы	-182	-164
C_2H_6	ЭТАН	—		-183	-89
C_3H_8	ПРОПАН	—		-190	-42
C_4H_{10}	БУТАН	2		-138	-1
C_5H_{12}	ПЕНТАН	3	жидкости	-130	36
C_6H_{14}	ГЕКСАН	5		95	69
C_7H_{16}	ГЕПТАН	9		-91	98
C_8H_{18}	ОКТАН	18		-57	126
C_9H_{20}	НОНАН	35		-51	151
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	ДЕКАН	75		-30	174
$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	УНДЕКАН	159		-26	196
$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	ДОДЕКАН	355		-10	216
$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	ТРИДЕКАН	802		-6	235
$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$	ТЕТРАДЕКАН	1 858		6	254
$\text{C}_{15}\text{H}_{32}$	ПЕНТАДЕКАН	4 347	твёрдые вещества	10	271
$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	ЭЙКОЗАН	366 319		37	343
$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$	ТРИАКОНТАН	4 111 846 763		66	450
$\text{C}_{40}\text{H}_{82}$	ТЕТРАКОНТАН	$\sim 10^{13}$		80	—
$\text{C}_{50}\text{H}_{102}$	ПЕНТАКОНТАН	$\sim 10^{18}$		93	—
$\text{C}_{100}\text{H}_{202}$	ГЕКТАН	$\sim 10^{29}$		115	—

Изомерия

Атомы углерода в молекулах алканов находятся в sp^3 – гибридизации. Для алканов характерна структурная изомерия- изомерия углеродного скелета.



Номенклатура

Для названия алканов с разветвлённой углеродной цепью необходимо знать названия органических радикалов — **алкилов**.

Алкил — частица, образующаяся при отщеплении от молекулы алкана одного атома водорода:

Общая формула алкилов (радикалов):



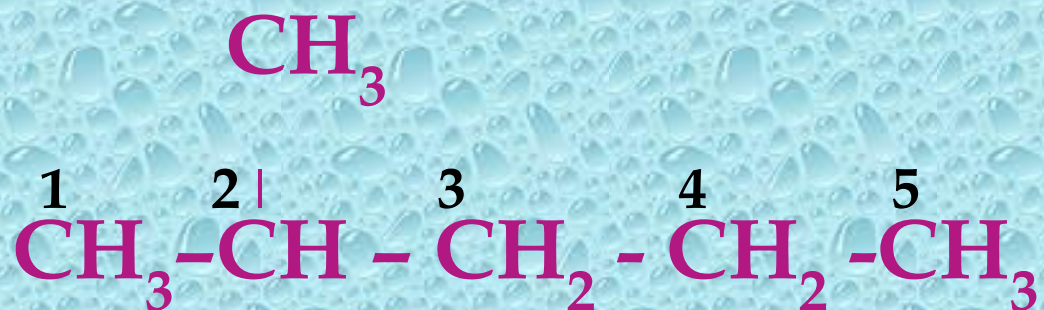
Алкил обозначают **R** или **Alk**

Радикалы :

CH_3^-	Метил
C_2H_5^-	Этил
C_3H_7^-	Пропил
C_4H_9^-	Бутил
$\text{C}_5\text{H}_{11}^-$	Пентил
$\text{C}_6\text{H}_{13}^-$	Гексил
$\text{C}_7\text{H}_{15}^-$	Гептил
$\text{C}_8\text{H}_{17}^-$	Октил
$\text{C}_9\text{H}_{19}^-$	Нонил
$\text{C}_{10}\text{H}_{21}^-$	Децил

Систематическая (научная) номенклатура – ИЮПАК

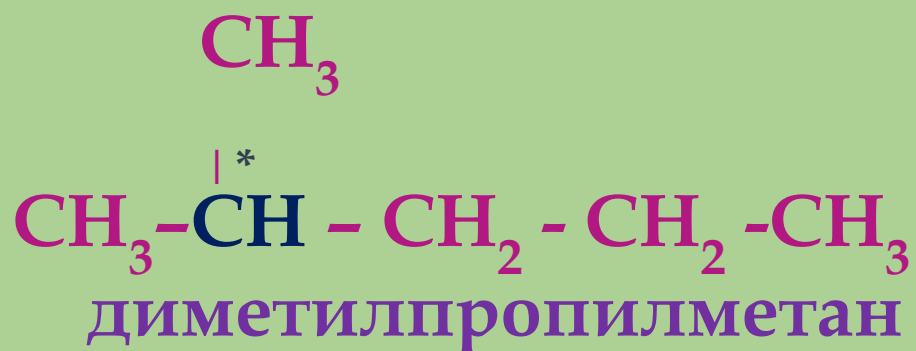
1. Выбираем самую длинную цепочку.
2. Нумеруем её с той стороны, где ближе разветвления (радикалы).
3. Цифрой указываем номера углеродных атомов, у которых есть радикалы.
4. Называем эти радикалы. Если 2 одинаковых радикала – добавляем частицу «ди», если 3 – «три», если 4 – «тетра» и т.д.
5. Называем всю цепочку.



2-метилпентан

Рациональная номенклатура

1. Выбираем центральный атом и обозначаем его *.
Центральный атом тот, который имеет максимальное количество связей С-С.
2. Отсекаем все связи, отходящие от центрального атома.
3. Называем радикалы от младшего к старшему, используя п.4 систематической номенклатуры. Если радикал имеет разветвление, то его названию добавляется частица «изо».
4. К названию радикалов добавляем слово «**МЕТАН**»



2. Методы синтеза алканов.

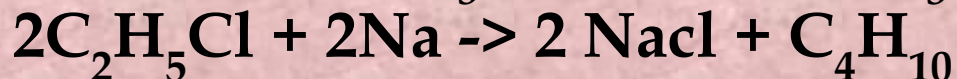
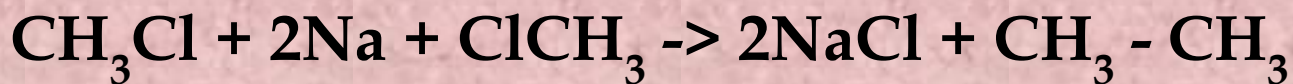
Для получения алканов используют в основном природные источники. Газообразные алканы получают из природного и попутных нефтяных газов, а твердые алканы — из нефти.

Природной смесью твердых высокомолекулярных алканов является *горный воск(озокерит)* — разновидность твердого природного битума.

1. Гидрирование алкенов :



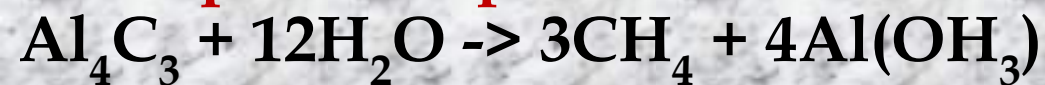
2. Реакция Вюрца (взаимодействие галогенпроизводных алканов с Na) :



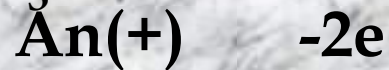
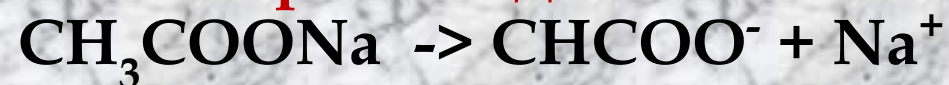
3. Щелочной гидролиз солей карбоновых кислот
(лабораторный способ получения – берём смесь $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$, которая наз. Натронной известью:



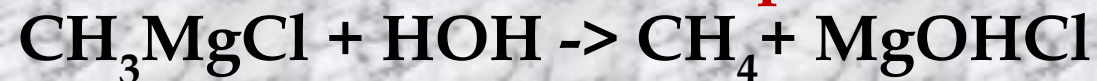
4. Гидролиз карбидов :



5. Электролиз одноосновных карбоновых кислот:



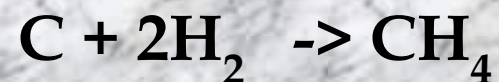
6. Омыление элементоорганических соединений:



7. Восстановление галогенпроизводных углеводородов:



8. Прямой синтез из углерода и водорода при $t^\circ = 400^\circ - 500^\circ$ и повышении давления в присутствии катализатора Kt:



3. Физико-химические свойства.

1). Физические свойства алканов указаны в таблице
«Гомологический ряд алканов»
(смотри слайд № 36).

2) Химические свойства алканов.

В обычных условиях алканы инертны.

Химическая устойчивость алканов объясняется σ –связями C-C и C-H.

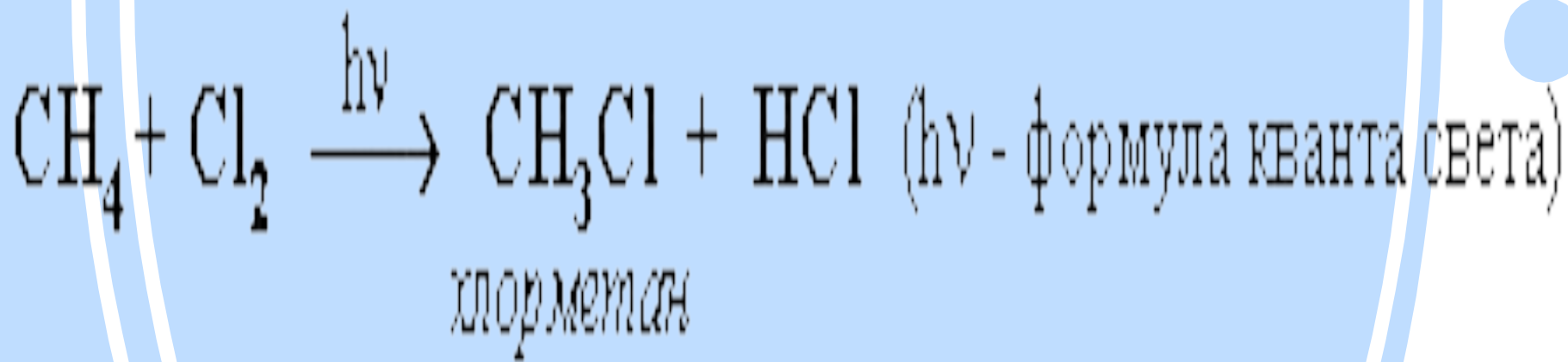
В молекулах алканов связи C-H пространственно более доступны для атаки другими частицами, чем менее прочные связи C-C. В определенных условиях происходит разрыв именно C-H-связей и атомы водорода заменяются другими атомами или группами атомов. Алканы вступают в реакции, протекающие по механизму радикального замещения

1. Реакции галогенирования

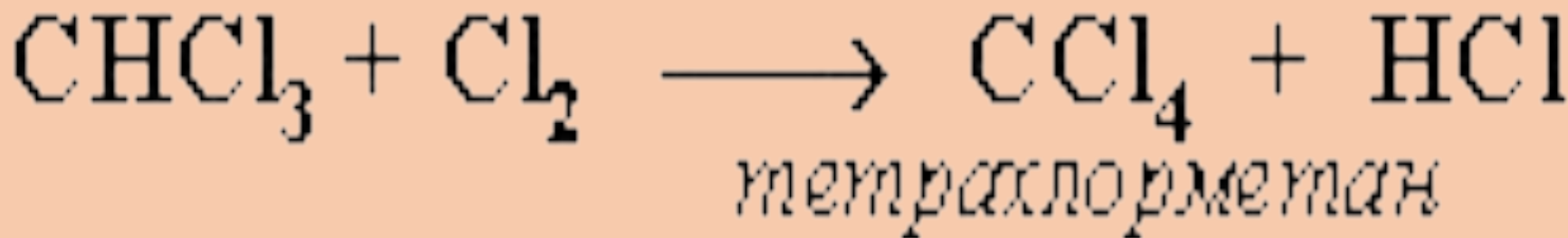
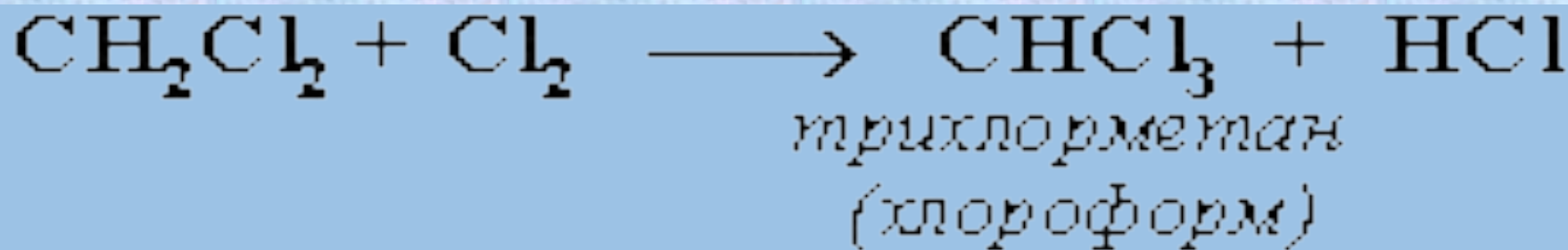
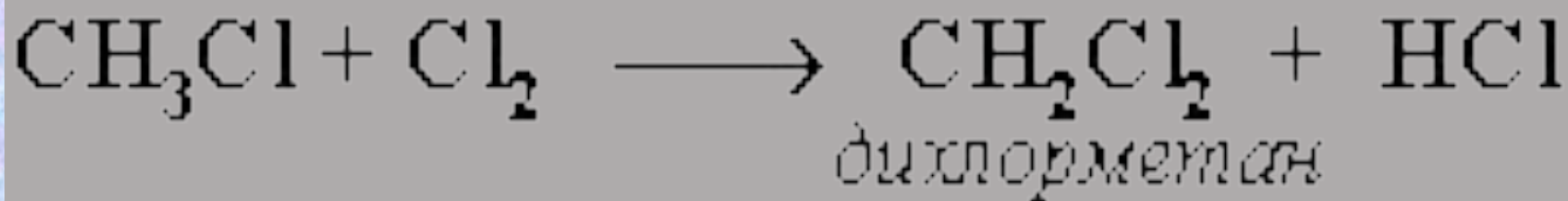
Галогенирование – это реакция замещения одного или более атомов водорода в молекуле углеводорода на галоген. Продукты реакции называют галогенопроизводными углеводородов.

Реакция алканов с хлором и бромом идет на свету или при нагревании.

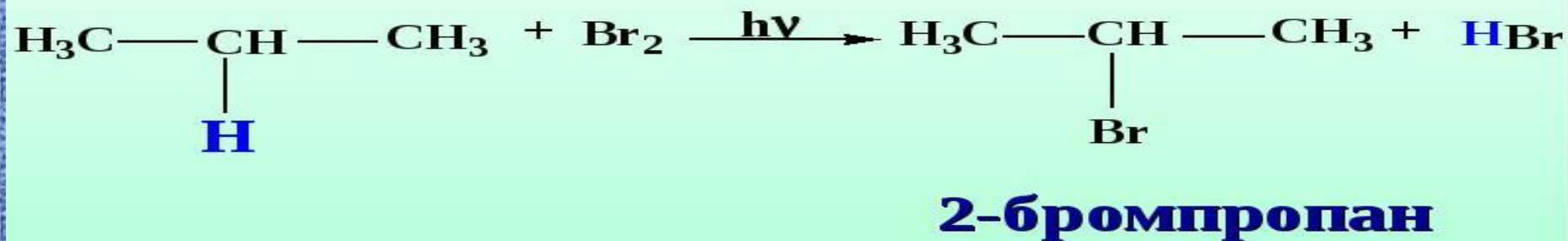
Хлорирование метана:



При достаточном количестве хлора реакция продолжается дальше и приводит к образованию смеси продуктов замещения 2-х, 3-х и 4-х атомов водорода:



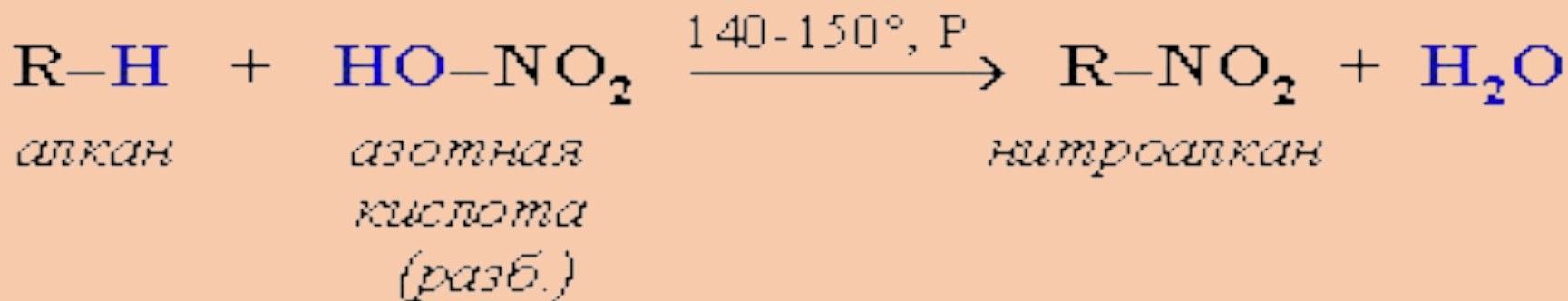
При хлорировании или бромировании алкана с вторичными или третичными атомами углерода легче всего идет замещение водорода у третичного атома, труднее у вторичного и еще труднее у первичного. Поэтому, например, при бромировании пропана основным продуктом реакции является 2-бромпропан:



2. Реакция нитрования алканов (реакция Коновалова)

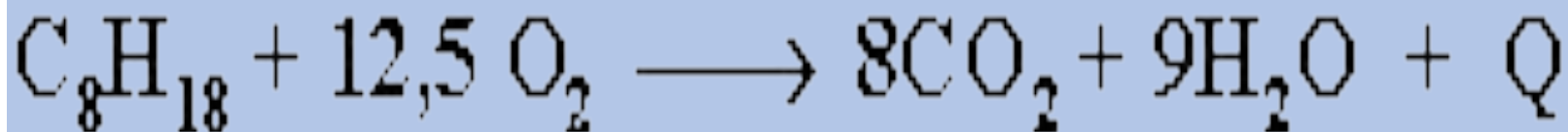
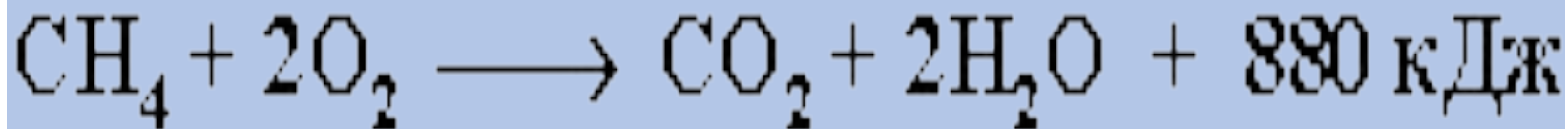
На алканы действует разбавленная азотная кислота при нагревании и давлении. В результате происходит замещение атома водорода на остаток азотной кислоты – нитрогруппу NO_2 . Эту реакцию называют реакцией нитрования, а продукты реакции – нитросоединениями. В молекулах алканов легче всего замещаются атомы водорода у третичных, затем вторичных и первичных атомов водорода.

Схема реакции:



3. Реакции горения алканов

Горение углеводородов приводит к разрыву всех связей С-С и С-Н и сопровождается выделением большого количества тепла (экзотермическая реакция):



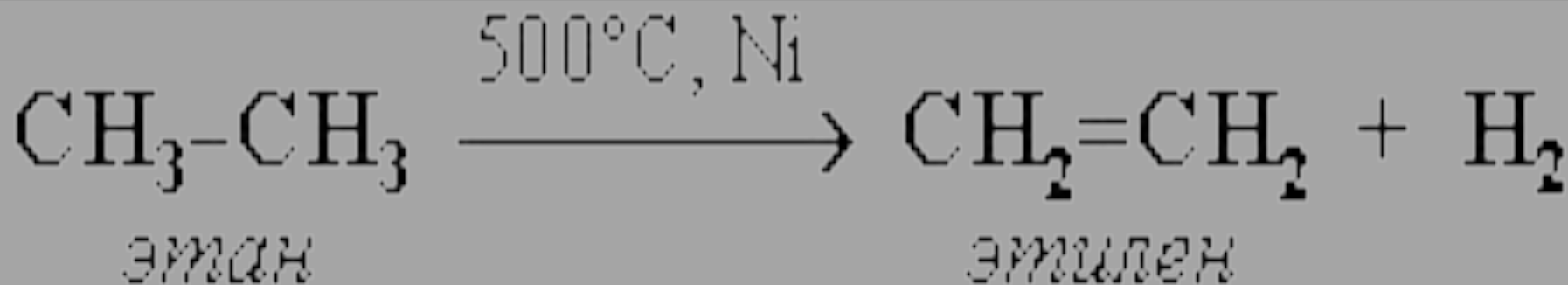
Низшие гомологи (метан, этан, пропан, бутан) образуют с воздухом взрывоопасные смеси, что необходимо учитывать при их использовании. Неполное сгорание алканов приводит к образованию угарного газа СО (при недостатке кислорода)

4. Реакция дегидрирования алканов

По связям С-Н возможны реакции *отщепления* атома водорода (дегидрирование).

При нагревании алканов в присутствии катализаторов происходит их *каталитическое дегидрирование* за счет разрыва связей С-Н и отщепления атомов водорода от соседних углеродных атомов. При этом алкан превращается в алкен с тем же числом углеродных атомов в молекуле:





При $t = 1500^{\circ}\text{C}$ происходит межмолекулярное дегидрирование метана по схеме:



Эта реакция используется для промышленного получения ацетилена.

4. Отдельные представители.

Метан - CH_4 – бесцветный газ, без запаха, мало растворим в воде, легче воздуха, называется болотным газом, т.к. образуется при гниении растительных остатков на дне болот без доступа воздуха. Метан – главная часть нефтяного и природного газа. Составляет сырьевую основу важнейших химических промышленных процессов получения углерода, водорода, ацетилен, кислородсодержащих орг. соединений – спиртов, альдегидов, кислот.

Вазелиновое масло – смесь алканов до C_{15} , безцветная жидкость, без запаха и вкуса, используется в медицине и парфюмерии.

Вазелин – смесь жидких и твёрдых алканов до C_{25} . В медицине применяется как основа мазей, не всасывается кожей.

Парафин – смесь твёрдых алканов C_{18} - C_{35} . Белая масса без запаха и вкуса. В медицине используется для физиотерапевтических процедур (парафинолечение)