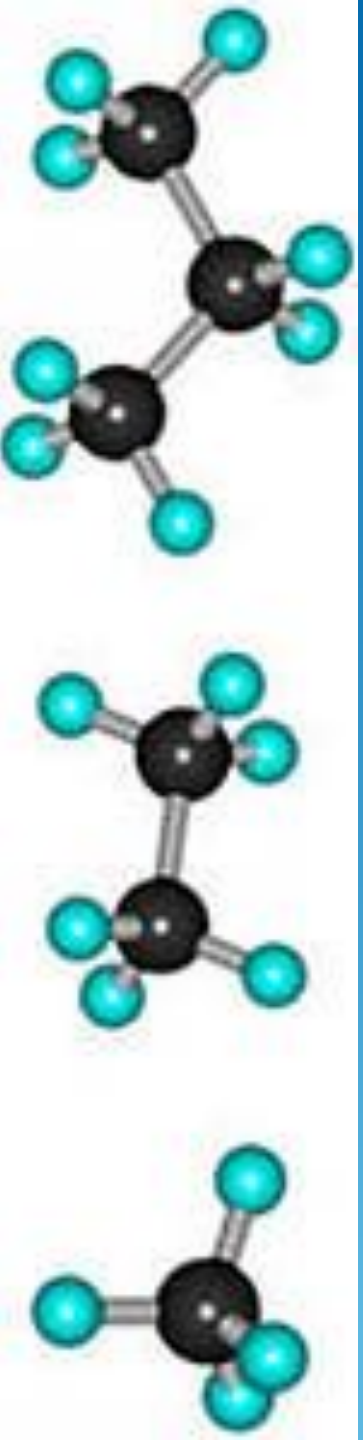
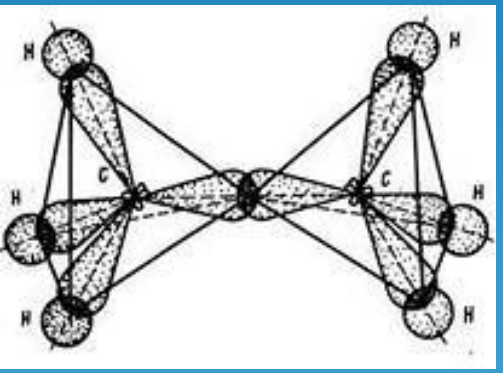


Алканы

Выполнил учитель химии
высшей квалификационной категории
Зайцева Наталья Александровна
МБОУ СОШ № 188 г. Новосибирска

Алканы – предельные углеводороды, атомы углерода которых содержат одинарные связи

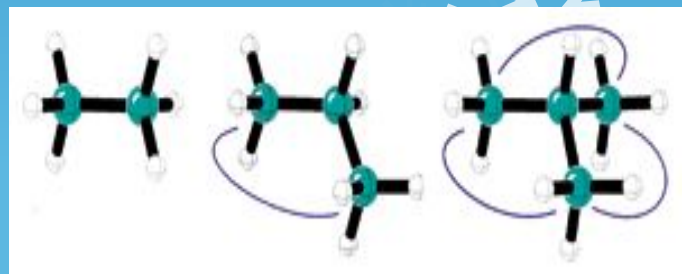


Общая формула:

C_nH_{2n+2}., где n = 1,2,3 ....

Особенности строения:

- Незамкнутая цепочка атомов углерода
- Все связи С-С



Физические свойства алканов

При обычных условиях

C_1 – C_4 – газы,

C_5 – C_{17} – жидкости,

C_{18} – $C_{\ldots\ldots}$ - твердые вещества.

С увеличением относительной молекулярной массы увеличивается температура кипения, плавления и плотность. Температура плавления и кипения понижается от менее разветвленных к более разветвленным. Газообразные алканы горят бесцветным или бледно-голубым пламенем с выделением большого количества тепла

Физические свойства алканов

Название	Формула	$t_{пл}$ °C	$t_{кип}$ °C	d^{20}_{4}
Метан	CH4	-182,5	-161,5	0,4150
				(при -164 °C)
Этан	C2H6	-182,8	-88,6	0,5610
				(при -100 °C)
Пропан	C3H8	-187,7	-42	0,5853
				(при -44,5 °C)
Бутан	C4H10	-138,3	-0,5	0,6000
				(при 0°C)
Пентан	C5H12	-129,7	+36,1	0,6262
Гексан	C6H14	-95,3	68,7	0,6594
Гептан	C7H16	-90,6	98,4	0,6838
Октан	C8H18	-56,8	124,7	0,7025
Нонан	C9H20	-53,7	150,8	0,7176
Декан	C10H22	-29,6	174,0	0,7300
Пентадекан	C15H32	+10	270,6	0,7683
Эйкозан	C20H42	36,8	342,7	0,7780
				(при 37 °C)
Пентакозан	C25H52	53,7	400	0,8012
Триаконтан	C30H62	66,1	457	0,8097

Гомологический ряд алканов

Формула	Название
CH_4	Метан
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
$C_{10}H_{22}$	Декан

Радикалы

Формула	Название
CH_3-	Метил
C_2H_5-	Этил
C_3H_7-	Пропил
C_4H_9-	Бутил
C_5H_{11}-	Пентил
C_6H_{13}-	Гексил
C_7H_{15}-	Гептил
C_8H_{17}-	Октил
C_9H_{19}-	Нонил
$C_{10}H_{21}$-	Децил
	(декил)

Структурные формулы первых 10 членов

Метан CH_4

Этан $CH_3—CH_3$

Пропан $CH_3–CH_2–CH_3$

Бутан $CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$

Пентан $CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$

Гексан $CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$

Гептан $CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$

Октан $CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$

Нонан $CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3$

Декан $CH_3–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2–CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$

Номенклатура алканов

1. выбрать самую длинную углеродную цепь
2. Пронумеровать углероды с того конца, где ближе расположен радикал

(радикал - одновалентная частица, полученная при отщеплении атома водорода от молекулы алкана, название радикала образуется от названия соответствующего алкана с заменой суффикса – ан на суффикс – ил)

3. назвать радикал указав место расположения радикала

(если группы повторяются, то перечисляют цифры, указывающие их положение, а число одинаковых групп указывают приставками ди-, три-, тетра-. Если группы неодинаковые, то их названия перечисляются в алфавитном порядке)

4. назвать длинную углеродную цепь

Номенклатура алканов

Номенклатура алканов

$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_3$	2-метилпропан
$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_2-CH_3$	2-метилбутан
$CH_3-\underset{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH_2}}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-CH_2-CH_3$	3-метилгексан
$CH_3-\overset{\overset{CH_3}{\vert}}{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}}-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_3$	2,2,4-триметилпентан
$CH_3-CH_2-\underset{\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH_2}}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-CH_2-CH_3$	3-метил-5-этилгептан

Изомерия алканов

Структурная изомерия углеродного скелета - атомы углерода алкана образовывают цепи различного строения.

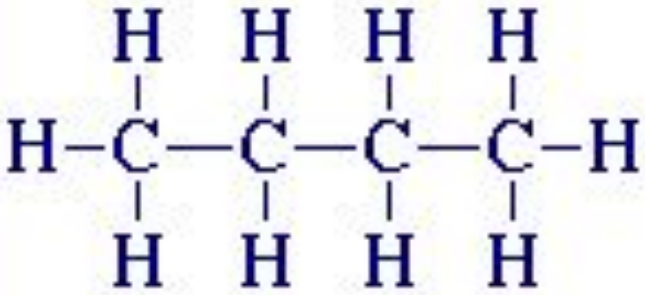
Первые три члена гомологического ряда алканов изомеров не имеют.

Число изомеров в ряду алканов

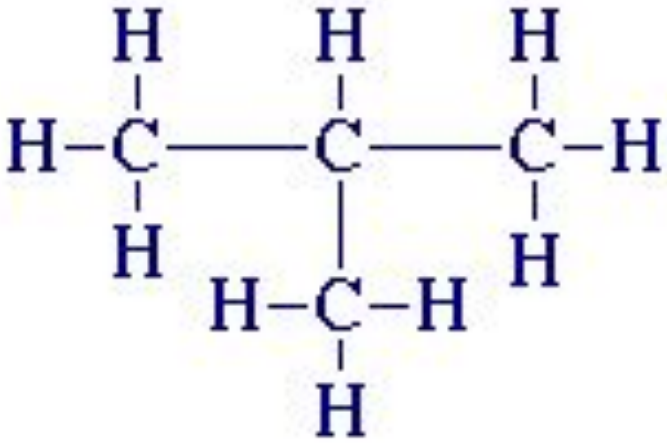
Молекулярная формула	Число структурных изомеров
CH_4	1
C_2H_6	1
C_3H_8	1
C_4H_{10}	2
C_5H_{12}	3
C_6H_{14}	5
C_7H_{16}	9
C_8H_{18}	18
C_9H_{20}	35
$C_{10}H_{22}$	75
$C_{15}H_{32}$	4347

Изомерия алканов

Изомеры состава C_4H_{10}



н-Бутан
(т.кип. -0.5 °С)



Изобутан
(т.кип. -11.4 °С)

Изомерия алканов

Поворотная изомерия алканов

Вращение атомов вокруг s-связи не будет приводить к ее разрыву. В результате внутримолекулярного вращения по s-связям С–С молекулы алканов, начиная с этана C_2H_6, могут принимать разные геометрические формы. Различные пространственные формы молекулы, переходящие друг в друга путем вращения вокруг s-связей С–С, называют конформациями или поворотными изомерами (конформерами).

Поворотные изомеры молекулы представляют собой энергетически неравноценные ее состояния. Их взаимопревращение происходит быстро и постоянно в результате теплового движения. Поэтому 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.

Получение алканов. Природный газ

Важнейшим источником алканов в природе является природный газ, минеральное углеводородное сырье - нефть и сопутствующие ей нефтяные газы. Природный газ на 95 % состоит из метана. Такой же состав имеет болотный газ, образующийся в результате переработки бактериями (гниения) углеводов. Попутные нефтяные газы состоят в основном из этана, пропана, бутана и частично пентана. Их отделяют от нефти на специальных установках по подготовке нефти. Одновременно с газами нефть очищается от воды, грязи и песка.

Из нефти при ее разгонке (перегонке, дистилляции) отбирая последовательно все более и более высококипящие фракции получают: бензины - т. кип. от 40 до 180 С, керосин 180-230 С, (С11-С12); легкий газойль (дизельное топливо) 230-305 С (С13-С17); тяжелый газойль и легкий дистиллят смазочного масла 305-405 С (С18-С25); смазочные масла 405-515 С (С26-С38). Остаток после перегонки нефти называется асфальтом или битумом.

Способы получения алканов

1. Гидрирование угля под давлением, гидрирование CO и CO_2 в присутствии катализаторов (Fe, Co, Ni) при повышенной температуре

$$C + H_2 \xrightarrow{400°C,p} C_nH_{2n+2}$$

$$CO + H_2 \xrightarrow{200°C,Ni} C_nH_{2n+2} + H_2O$$

$$R{-}CH{=}CH{-}R' + H_2 \xrightarrow{kat} R{-}CH_2{-}CH_2{-}R'$$

2. Реакция Вюрца, взаимодействие натрия на с галогенопроизводнымие углеводородов

$$2CH_3{-}CH_2Br + 2Na \rightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3 + 2NaBr$$

3. Термическое декарбоксилирование солей карбоновых кислот в присутствии щелочей:

$$R\text{-}COONa + NaOH \rightarrow R\text{-}H + Na_2CO_3$$

4. Электролиз солей карбоновых кислот (реакция Кольбе):

$$2R\text{-}COO^- - 2e \rightarrow R\text{-}R + 2\,CO_2$$

Химические свойства

Алканы химически малоактивны. Низкая реакционная способность алканов обусловлена очень малой полярностью связей С-С и С-Н в их молекулах вследствие почти одинаковой электроотрицательности атомов углерода и водорода. Предельные углеводороды в обычных условиях не взаимодействуют ни с концентрированными кислотами, ни со щелочами, ни даже с таким активным реагентом как перманганат калия.

Для них свойственны реакции замещения водородных атомов и расщепления.

В этих реакциях происходит гомолитическое расщепление ковалентных связей, т. е. они осуществляются по свободно-радикальному (цепному) механизму.

Реакции вследствие прочности связей С–С и С–Н протекают или при нагревании, или на свету, или с применением катализаторов.

Химические свойства

1. **Галогенирование:**

$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$

$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$

$CH_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow CHCl_3 + HCl$

$CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + HCl$

2. Реакция М.И. Коновалова - замещение атома водорода нитрогруппой при температуре до 140°С с разбавленной (10%-ной) азотной кислотой под давлением:

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3 + \ldots HNO_3 \xrightarrow{t\,°,\,p} CH_3-\overset{\overset{NO_2}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3 + H_2O$$

Химические свойства

3. Крекинг. При высокой температуре в присутствии катализаторов предельные углеводороды подвергаются расщеплению, которое называется крекингом. При крекинге происходит гомолитический разрыв углерод-углеродных связей с образованием насыщенных и ненасыщенных углеводородов с более короткими цепями.

$$CH_3–CH_2–CH_2–CH_3 \text{(бутан)} \xrightarrow{400°C} CH_3–CH_3 \text{(этан)} + CH_2=CH_2 \text{(этилен)}$$

$$2CH_4 \xrightarrow{1500°C} H–C=C–H \text{(ацетилен)} + 3H_2$$

4. Изомеризация – при наличии катализаторов и нагревании углеводороды нормального строения подвергаются перестройке углеродного скелета с образованием алканов разветвленного строения.

5. Окисление. При поджигании на воздухе алканы горят, превращаясь в CO_2 и воду и выделяя большое количество тепла:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$$C_5H_{12} + 8O_2 \rightarrow 5CO_2 + 6H_2O$$

Применение:

Метан –основной компонент природных и попутных газов, широко используется в качестве промышленного и бытового газа. Перерабатывается в промышленности в ацетилен, газовую сажу, фторо- и хлоропроизводные.

Низшие члены гомологического ряда используются для получения соответствующих непредельных соединений реакцией дегидрирования. Смесь пропана и бутана используется в качестве бытового топлива. Средние члены гомологического ряда применяются как растворители и моторные топлива.

Большое промышленное значение имеет окисление высших предельных углеводородов — парафинов с числом углеродных атомов 20-25. Этим путем получают синтетические жирные кислоты с различной длиной цепи, которые используются для производства мыл, различных моющих средств, смазочных материалов, лаков и эмалей.

Жидкие углеводороды используются как горючее (они входят в состав бензина и керосина).

Алканы широко используются в органическом синтезе.

Контроль знаний