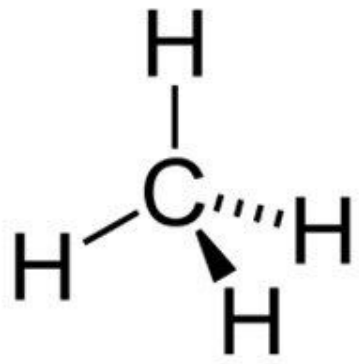
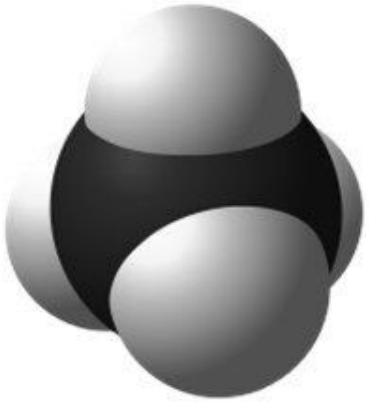
АЛКАНЫ

- 1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
- 2. ПОЛУЧЕНИЕ
- 3. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
- 4. ЦЕПОЧКИ
- 5. ЗАДАЧИ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФОРМУЛЫ

АЛКАНЫ





Углеводороды, имеющие только одинарные связи. Предельные или насыщенные, так как не могут вступать в реакции присоединения. Парафины — синоним термина насыщенные углеводороды.

Общая формула C_nH_{2n+2}.

Гомологический ряд:

Метан – этан – пропан – бутан – пентан – гексан – гептан – октан – нонан – декан и т. д.

Номенклатура. Для определения названия выбирают самую длинную углеводородную цепь. Атомы нумеруют с конца, к которому ближе заместитель. Название алканов имеет суффикс «-ан», радикалов — «-ил».

Изомерия: 1) структурная изомерия углеродного скелета; 2) пространственная (оптическая) изомерия — энантиомеры.

Химическое строение молекул. sp^3-гибридизация атомов углерода. Только σ-связи, направлены к вершинам тетраэдра. Одинарные связи. Углеродная цепь имеет зигзагообразную форму; валентный угол между гибридными орбиталями составляет 109°28′.

Физические свойства

У алканов небольшая плотность (слабые межмолекулярные взаимодействия), они легче воды. В соответствии с общим правилом «подобное растворяет подобное» и в силу своей слабой полярности алканы нерастворимы в воде и растворимы в неполярных растворителях (бензоле, четыреххлористом углероде, диэтиловом эфире).

Низшие алканы (до бутана) и неопентан — газы без цвета и запаха, углеводороды $C_5 – C_{17}$ — жидкости без цвета с «бензиновым» запахом, высшие алканы — бесцветные твердые вещества.

С ростом молярной массы температуры плавления и кипения увеличиваются. Неразветвленные алканы имеют более высокие температуры кипения и плавления, чем разветвленные.

Химические свойства

Характерны реакции *замещения*, *разложения*, *изомеризации*, *окисления*. Ковалентные связи С–С, С–Н, неполярные и малополярные, очень прочные. Поэтому при комнатной температуре ни сильные кислоты, ни щелочи, ни окислители на алканы не действуют.

Реакции окисления протекают в жестких условиях при определенной температуре, давлении, часто с использованием катализатора. Горение протекает по схемам:

а) при недостатке кислорода

$$2C_2H_6 + 5O_2 \xrightarrow{T} 4CO + 6H_2O + Q;$$

б) при избытке кислорода

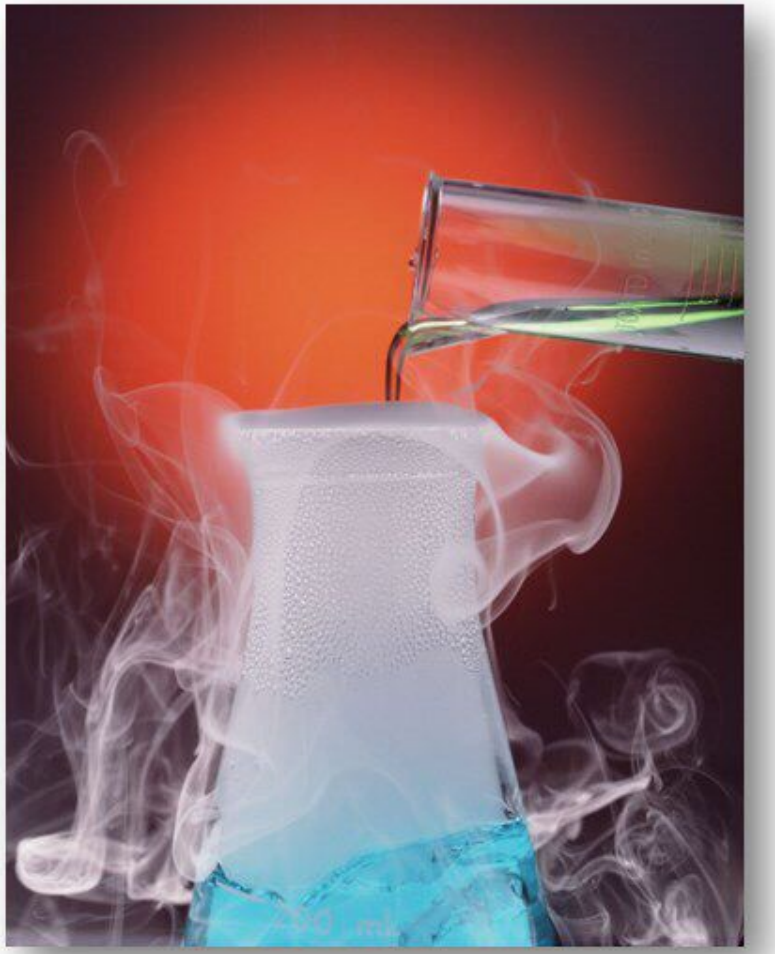
$$2C_2H_6 + 7O_2 \xrightarrow{T} 4CO_2 + 6H_2O + Q$$

При неполном окислении алканов получают различные классы органических соединений (спирты, альдегиды, карбоновые кислоты):

$$\underset{\text{бутан}}{2C_4H_{10}} + 5O_2 \xrightarrow{Mn^{2+},\ Co^{2+},\ T} \underset{\text{этановая кислота}}{4CH_3COOH} + 2H_2O$$

Окисление метана при температуре ≥ 1500 °С:

$$6CH_4 + O_2 \xrightarrow{T} 2CH{\equiv}CH + 2CO + 10H_2$$



Термическая обработка

- *Изомеризация (при температурах не превышающих 150–250 °С в присутствии катализатора происходит структурная перестройка)*:

$$\underset{\text{бутан}}{CH_3-CH_2-CH_2-CH_3} \xrightarrow{AlCl_3,\ 100\ ^\circ C} \underset{\text{2-метилпропан}}{CH_3-\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3}$$

- *дегидрирование (при температурах 300–600 °С в присутствии катализатора)*:

$$C_4H_{10} \xrightarrow{Ni,\ T} \underset{\text{бутен}}{C_4H_8} + H_2$$

$$\underset{\text{гексан}}{C_6H_{14}} \xrightarrow{Pt,\ Al_2O_3,\ T} \underset{\text{циклогексан}}{C_6H_{12}} + H_2$$

$$\underset{\text{гексан}}{C_6H_{14}} \xrightarrow{Pt,\ Al_2O_3,\ T} \underset{\text{бензол}}{C_6H_6} + 4H_2$$

- *термическое разложение (при температурах 700–1000 °С происходит расщепление молекул* — крекинг, пиролиз):

$$C_4H_{10} \xrightarrow[\text{кат.}]{400\text{–}800\ ^\circ C} \begin{cases} \underset{\text{(этан)}}{C_2H_6} + \underset{\text{(этилен)}}{C_2H_4} \\ \xrightarrow{-4H} C_4H_6\ \text{(бутины, бутадиены)} \\ 4C + 5H_2 \end{cases}$$

Реакции радикального замещения атомов водорода происходят при освещении или сильном нагревании. В темноте реакции не идут.

- *Галогенирование* алканов происходит в несколько этапов:

$$CH_4 \rightarrow CH_3Cl \rightarrow CH_2Cl_2 \rightarrow CHCl_3 \rightarrow CCl_4$$

- *нитрование* (М. И. Коновалов, $HNO_{3\,(разб.)}$, T):

$$\underset{\text{пентан}}{C_5H_{12}} + HONO_2 \xrightarrow{T} \underset{\text{нитропентан}}{C_5H_{11}NO_2} + H_2O$$

- *сульфирование*:

$$\underset{\text{декан}}{C_{10}H_{22}} + HOSO_3H \xrightarrow{T} \underset{\text{децилсульфоновая кислота}}{C_{10}H_{21}SO_3H} + H_2O$$

Во всех реакциях замещение водорода легче всего происходит у ***третичного*** углеродного атома, потом — у ***вторичного***, труднее — у ***первичного***.

Химические свойства алканов:

C_nH_{2n+2} →

- $+ O_2$ → $CO_2\uparrow + H_2O$
- [O], T, P, кат. →
  - $C_nH_{2n+2}O$ (спирты)
  - $C_nH_{2n}O$ (альдегиды, кетоны)
  - $C_nH_{2n}O_2$ (кислоты)
- T, P, кат. →
  - алканы с меньшим числом С
  - C_nH_{2n} (алкены)
  - C_nH_{2n-2} (диены, алкины)
  - $nC + (n+1)H_2$
- T, Ni → $C_nH_{2n} + H_2$
- T, Pt, Al_2O_3 → $C_nH_{2n-6} + 4H_2$
- $AlCl_3$, 100 °C → (смесь изомеров)
- $+ X_2$, $h\nu$, (X = Cl, Br) → $C_nH_{2n+1}X + HX$
- $+ HONO_2$, T → $C_nH_{2n+1}NO_2 + H_2O$
- $+ HOSO_3H_{(конц.)}$, T → $C_nH_{2n+1}SO_3H + H_2O$

Способы получения алканов

- *Из природных источников* углеводородов:
  - переработка природного газа, нефти;
  - переработка каменного угля;
- *гидрирование* непредельных углеводородов:

$$C_nH_{2n} + H_2 \xrightarrow{T,\ кат.} C_nH_{2n+2}$$

- *на основе* (синтез-газа или «водяного газа»):

$$nCO + (2n+1)H_2 \xrightarrow{T,\ кат.} C_nH_{2n+2} + nH_2O$$

- *реакция Вюрца* (получают углеводороды с большим числом атомов углерода в цепи):

$$CH_3Cl + 2Na + ClCH_3 \rightarrow C_2H_6 + 2NaCl$$

- при взаимодействии разных галогеналканов образуется смесь трех углеводородов:

$$C_2H_5Cl + 2Na + ClCH_3 \xrightarrow[-\,2NaCl]{} \begin{cases} C_4H_{10} \text{ (бутан)} \\ C_3H_8 \text{ (пропан)} \\ C_2H_6 \text{ (этан)} \end{cases}$$

- *магнийорганический синтез*:

$$C_nH_{2n+1}MgX + H_2O \rightarrow C_nH_{2n+2} + MgOHX$$

- *декарбоксилирование* (сплавление щелочей с солями одноосновных карбоновых кислот)

$$R-C(=O)OK + KOH \xrightarrow{T} RH + K_2CO_3$$

- *реакция Кольбе* (электролиз раствора солей одноосновных карбоновых кислот):

$$2\,C_2H_5-C(=O)OK + 2H_2O \rightarrow C_4H_{10} + 2CO_2 + 2KOH + H_2$$

- получение метана *из карбида алюминия*:

$$Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4.$$

1.

УСЛОВИЕ

Выберите два утверждения, справедливые для метана:

1) является гомологом пентана

2) при нормальных условиях является жидкостью

3) может быть получен гидролизом карбида кальция

4) является основным компонентом природного газа

5) может быть получен сплавлением пропионата калия с тверд
щелочью

2.

УСЛОВИЕ

Выберите два утверждения, которые справедливы и для этана
для пентана:

1) являются изомерами друг друга

2) все атомы углерода в молекулах находятся в состоянии sp^2
гибридизации

3) могут быть получены взаимодействием моногалогеналкано
металлическим натрием

4) все связи в молекулах ковалентные

5) являются основными компонентами природного газа.

3.

4.

Установите соответствие между формулой алкана и реакцией, в которой он может быть получен: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

АЛКАН	**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ**
А) метан	1) декарбоксилирование бутаноата калия
Б) этан	2) электролиз раствора этаноата калия
В) пентан	3) кислотный гидролиз карбида алюминия
	4) взаимодействие 1-хлорпропана и этилхлорида с натрием
	5) гидрирование метилциклопропана

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Установите соответствие между формулой алкана и его структурным изомером

АЛКАН	**ИЗОМЕР АЛКАНА**
А) пентан	1) 2,3,4-триметилпентан
Б) 2-метилбутан	2) пентан
В) 2,2,3-триметилбутан	3) 2,2,3-триметилпентан
Г) пропан	4) 2,2-диметилпропан
	5) 2,2-диметилпентан
	6) изомеры отсутствуют

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Установите соответствие между формулой алкана и основным продуктом его взаимодействия с раствором азотной кислоты: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

АЛКАН	**ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**
1) пропан	1) 2-нитро-3,3-диметилбутан
2) 2-метилпропан	2) 1-нитро-2,2-диметилбутан
3) 2,2-диметилпропан	3) 2-нитро-2-метилпропан
4) 2,2-диметилбутан	4) 2-нитропропан
	5) 1-нитропропан
	6) 1-нитро-2,2-диметилпропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Установите соответствие между формулой алкана и основным продуктом его взаимодействия с хлором в молярном соотношении 1 к 2 соответственно: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

АЛКАН	**ПРОДУКТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**
А) пропан	1) 2,2-диметил-1,1-дихлорбутан
Б) 2,2-диметилбутан	2) 2,2-дихлорпропан
В) этан	3) 1,1-дихлорэтан
Г) 2,3-диметилбутан	4) 3,3-диметил-2,2-дихлорбутан
	5) 2,3-диметил-2,3-дихлорбутан
	6) 1,2-дихлорэтан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Установите соответствие между моногалогеналканом и продуктом его взаимодействия с металлическим натрием: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГЕНТ	**ПРОДУКТ**
А) хлорэтан	1) гексан
Б) 2-хлорпропан	2) бутан
В) 2-хлор-2-метилпропан	3) 2,3-диметилбутан
Г) 2-бромбутан	4) октан
	5) 3,4-диметилгексан
	6) 2,2,3,3-тетраметилбутан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Установите соответствие между формулой алкана и возможным продуктом его дегидрирования: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой

АЛКАН	**ПРОДУКТ ДЕГИДРИРОВАНИЯ**
А) гексан	1) этин
Б) 2-метилгексан	2) этилциклогексан
В) гептан	3) бензол
Г) этан	4) о-ксилол
	5) этилен
	6) толуол

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Установите соответствие между участниками реакции и органическим продуктом, образующимся в результате нее: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой

УЧАСТНИКИ РЕАКЦИИ	**ПРОДУКТ РЕАКЦИИ**
А) хлорэтан + хлорметан + натрий	1) 2-метилбутан
Б) 2-хлорпропан + хлорметан + калий	2) 2,2-диметилпропан
В) 1-хлорпропан +2-хлорпропан + калий	3) 3-метилпентан
Г) 2-бромбутан + этилбромид + натрий	4) пропан
	5) 2-метилпентан
	6)2-метилпропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Установите соответствие между формулой соли карбоновой кислоты и продуктом, который образуется при сплавлении ее со щелочью: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГЕНТ	**ОРГАНИЧЕСКИЙ ПРОДУКТ РЕАКЦИИ**
А) ацетат натрия	1) 2,2-диметилпропан
Б) пропионат калия	2) этан
В) 2-метилпропионат калия	3) бутан
Г) 2,2-диметилпропионат калия	4) пропан
	5) метан
	6) 2-метилпропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

ОСУЩЕСТВИТЬ ПРЕВРАЩЕНИЯ

1. $Al_4C_3 \xrightarrow{H_2O} X_1 \xrightarrow{Br_2,\ h\nu} X_2 \xrightarrow{Na,\ t^o} X_3 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu} X_4 \xrightarrow{Na,\ t^o} X_5$

   $\xrightarrow{AlCl_3,\ t^o} X_6$

2. $C_2H_6 \xrightarrow{Br_2,\ h\nu} X_1 \xrightarrow{Na,\ t^o} X_2 \xrightarrow{AlCl_3,\ t^o} X_3 \xrightarrow{Br_2,\ h\nu} X_4 \xrightarrow{Na,\ t^o} X_5$

3. пропан $\longrightarrow$ 2-хлорпропан $\longrightarrow$ 2,3-диметилбутан

4. н-бутан $\longrightarrow$ этан $\longrightarrow$ бромэтан $\longrightarrow$ бутан $\longrightarrow$ изобутан

5. карбид алюминия $\longrightarrow$ метан $\xrightarrow{Cl_2,\ h\nu} X_1 \xrightarrow{Na,\ t^o} X_2 \longrightarrow X_3 \longrightarrow C_4H_{10}$