



МЧС РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
СЛУЖБЫ

Сибирская пожарно-спасательная академия
Кафедра пожарно-технических экспертиз

Тема 3.1: Физико-химические и пожароопасные свойства углеводородов.
Лекция – 2 часа.

С.И. Матерова

Литература

1. Глинка Н.Л. Общая химия. М.; Интеграл – Пресс. 2009г. 728 с.
2. Коробейникова Е.Г. и др. вопросы и задачи по химии. Пособие для самостоятельной работы. СПб. 2001г. 58 с.
3. ГОСТ 12.1. 004 – 89 Пожаровзрывобезопасность. Номенклатура показателей.
4. Справочник пожарной опасности веществ и материалов. Под ред. Баратова А.Н. – 2т.
5. Малинин В.Р., Климкин В.И., Аникеев С.В. И др. Теория горения и взрыва. СПб. 2009. 280 с.

Цели занятия:

Ознакомиться с физико-химическими и пожароопасными свойствами алифатических углеводородов, способами получения, областью применения в профессии.

План лекции

1. Алифатические углеводороды, их физико-химические и пожароопасные свойства.
2. Сравнительная характеристика пожарной опасности углеводородов.
3. Галогенпроизводные углеводороды, применение.

1. Алифатические углеводороды. Физико-химические и пожароопасные свойства.

Многие органические соединения являются пожаро-взрывоопасными:

- **Природные газы: метан этан, пропан, бутан – горючие вещества.**
- **Нефть и нефтепродукты, а так же продукты ее переработки.**
- **Синтетические соединения: полимеры, растворители, взрывчатые вещества, спирты, кислоты и многие другие.**
- **Пожароопасными являются и методы получения многих органических веществ.**

Углеводороды

Углеводороды – органические вещества, состоящие из углерода и водорода.

Алканы (предельные) – C_nH_{2n+2}

Алкены (непредельные) – C_nH_{2n}

Алкины (непредельные) – C_nH_{2n-2}

Алкадиены (непредельные) – C_nH_{2n-2}

Циклические:

Циклоалканы – C_nH_{2n}

Арены – C_nH_{2n-6}

Алканы

(предельные, насыщенные, парафиновые углеводороды) - соединения углерода с водородом, в которых атомы углерода связаны между собой простой (одинарной) σ -связью.

Общая формула алканов



Гомологический ряд алканов

Алкан	Структура	Радикал
CH_4 метан	CH_4	$-\text{CH}_3$ метил
C_2H_6 этан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$	$-\text{C}_2\text{H}_5$ этил
C_3H_8 пропан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$-\text{C}_3\text{H}_7$ пропил
C_4H_{10} бутан	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ н-бутан	$-\text{C}_4\text{H}_9$ бутил

Получение алканов

1. Выделяют из природных источников (газ, нефть, каменный уголь, горючие сланцы) – ректификация.

2. Газификация угля: $C + 2H_2 = CH_4$.

3. Гидролиз карбидов (лабораторный способ):
 $Al_4C_3 + 12H_2O = 3CH_4 + 4Al(OH)_3$

4. Реакция Вюрца: $2CH_3Cl + 2Na = C_2H_6 + 2NaCl$.

Многие процессы получения алканов являются пожароопасными.

Физические свойства алканов

- Все алканы нерастворимы в воде.
- Плотность $d < 1$ г/см³.
- $C_1 - C_4$ – газы; $C_5 - C_{15}$ – жидкости; $C_{16} >$ тв.в.
- С увеличением молярной массы – повышается температура кипения.
- Температура кипения и самовоспламенения алканов нормального строения выше, чем у их изомеров.

Химические свойства алканов

- Алканы малоактивны, не обесцвечивают бромную воду и KMnO_4 .
- Вступают в реакции:
 - **замещения** – галогенирования;
 - **окисления** – полное окисление (горение) и каталитическое окисление.
 - **изомеризации**;
 - **разложения** (крекинг, термическое разложение - пиролиз).

Общее уравнение реакции горения углеводорода



где m и n – число атомов углерода и водорода в веществе;

Q – теплота сгорания, тепловой эффект реакции, кДж.

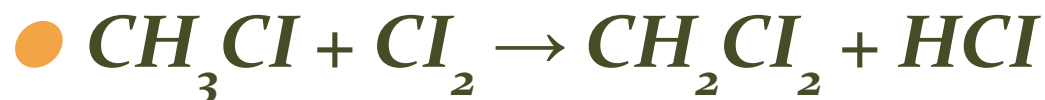


Реакция замещения (галогенирования)

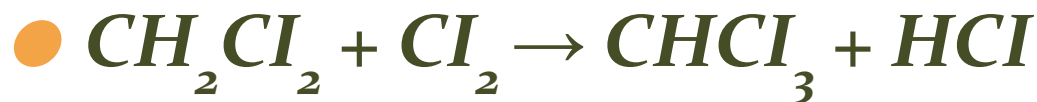
- Водород у алканов замещается на галогены по свободно-радикальному механизму:



хлорметан



дихлорметан



трихлорметан



тетрахлорметан

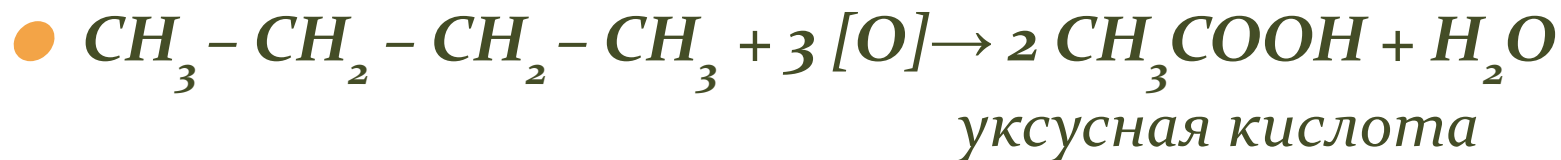
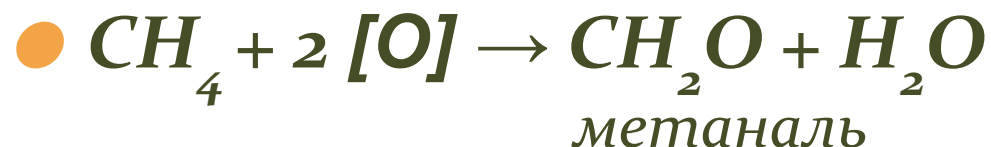
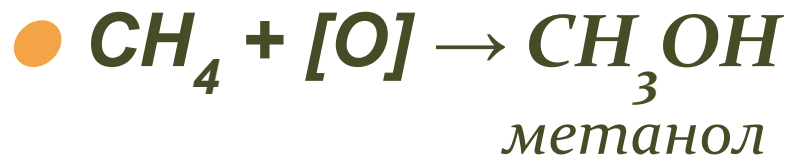
- Аналогично реагируют гомологи метана.

Реакция окисления

Горение:



Каталитическое окисление:



- Самостоятельно в лекции записать по две реакции:

- **разложения** и изомеризации (крекинг и пиролиз) для гексана и октана.

Пожароопасные свойства алканов

- **Метан CH_4** – болотный, рудниковый газ.
- Взрывается с воздухом в пределах 4 – 16%об.при температуре 600 – 700°C.
- **Смесь метана с хлором** взрывается при освещении.
- **Алканы** нормального строения склонны к детонации. Стойкость их определяется **О.Ч.** (октановым числом). Детонация не позволяет увеличивать степень сжатия горючей смеси в цилиндре двигателя внутреннего сгорания, что приводит к износу деталей. **О.Ч.** – энерг.характ.
- 0% – н-гептан;
- 100% – изооктан (2,2,4 – триметилпентан)

Алкены

(непредельные, ненасыщенные, олефины) – соединения углерода с водородом, в которых атомы углерода связаны между собой простой (одинарной) σ -связью и двойной π -связью

Общая формула алкенов



Гомологический ряд алкенов

Алкен	Структура	
C_2H_4 этен	$CH_2=CH_2$	этилен
C_3H_6 пропен	$CH_2=CH-CH_3$	пропилен
C_4H_8 бутен	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$ н – бутен - 1	бутилен-1
C_5H_{10} пентен	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$ н-пентен - 1	пентилен-1

Свойства алкенов (C_nH_{2n})

- **Алкены** обладают четырьмя видами изомерии:
 - - углеродного скелета;
 - - кратной (двойной) связи;
 - - пространственной;
 - - межклассовой.
- **Пример:** построить 4 изомера алкена C_6H_{12} назвать их по систематической номенклатуре ИЮПАК.

Физико-химические и пожароопасные свойства алкенов

- $C_2 - C_4$ – газы; $C_5 - C_{17}$ – жидкости;
- $C_{19} >$ твердые вещества.
- Нерастворимы в H_2O , но растворимы в органических растворителях, $d < 1$ г/см³.
- Температура кипения алкенов *n*-строения выше, чем их изомеров.
- Температура кипения *этилена* = $-103,7^\circ C$;
- КПР: 2,7 – 34%об.
- *Тушение этилена – объемное; разбавление азотом и CO_2*

Химические свойства алкенов

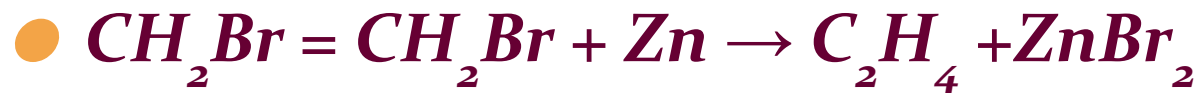
- **Этилен и его гомологи химически активны.**
- Вступают в реакции **присоединения, окисления и полимеризации.**
- **Этилен горит** коптящим пламенем, в смеси в воздухе взрывается в пределах 4 – 32%объем.
- Кислородно-этиленовым пламенем можно резать и сваривать металлы и сплавы.
- **Этилен и пропилен** легко загораются, а с двойным объемом хлора на свету взрываются.
- **Пропилен и бутилен** опасны при содержании в воздухе 2 – 10%об.

Получение алкенов

- 1. Крекингом алканов:



- 2. Дегалогенирование галогеналканов:



- 3. Дегидратацией спиртов:



- 4. Дегидрирование алканов:



Алкины (C_nH_{2n-2})

- Алкины – представитель ацетилен – C_2H_2
- Ацетилен C_2H_2 – бесцв. газ, немного растворим в воде. Горючий и взрывоопасный газ. Темп.самов. = $335^{\circ}C$. КПР = 2,5% - 81%об.(в зависимости от источника зажигания).
- **Разлагается с выделением большого количества теплоты, иногда со взрывом.**
- Тушить – CO_2 и N_2 .

Химические свойства алкинов

- Вступают в реакции **присоединения** (ступенчато), **разложения**, **полимеризации** (тримеризация ацетилена: $3\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$)
- **Алкины** горят ярким пламенем, выделяют при этом большое количество тепла.
- Применяют для **резки и сварки металлов**. Для получения уксусной кислоты, взрывчатых веществ (ацетилениды) и др.
- Записать реакцию Кучерова для ацетилена, указать условия.

Алкадиены (диеновые углеводороды)



- Бутадиен – 1,3. $CH_2=CH-CH=CH_2$ C_4H_6
- C_4H_6 – газ, остальные диеновые – жидкости.
- Характерны реакции присоединения:
 - $CH_2=CH-CH=CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3-CH=CH-CH_3$
 - бутадиен – 1,3 бутен – 2

Аналогично присоединяется Cl_2



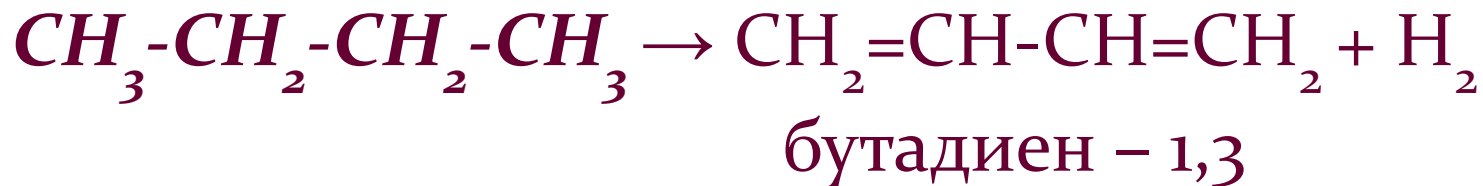
Применяется для получения каучука, полимеров.

Получение алкадиенов

1. Из этилового спирта (реакция Лебедева):



2. Из бутана (природного газа):



Эти процессы идут на катализаторах, при высоких температурах и являются взрывоопасными.

Бутадиен-1,3 применяется для получения каучука.

2. Сравнительная характеристика углеводородов

Этан

Этилен

Этин

Составить самостоятельно таблицу характеристики для трех газов, используя учебник Глинка Н.Л. по вопросам:

- строение (электронная формула)
- физико-химические свойства
- области применения
- методы тушения.

Галогенпроизводные углеводородов



хлорметан



хлороформ



иодоформ

- **Имеют характерный запах, многие обладают наркотическими свойствами.**
- **Температура кипения и плотность возрастают с увеличением атомной массы галогена. Самая низкая у фтор -, а самая высокая у хлорзамещенных.**
- **Пламя с зеленой каймой.**
- **Галогензамещенные CH_4 и C_2H_6 – хладоны (фреоны, галоны) – пожаротушение.**

Получение галогенпроизводных

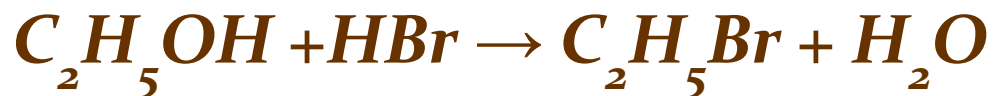
- Реакцией замещения:



- Гидрогалогенирование:



- Гидрогалогенирование спиртов:



- Применяют для тушения пожаров.

C_2H_5Cl - легкокипящая жидкость, которая поглощает большое количество тепла.

Области применения

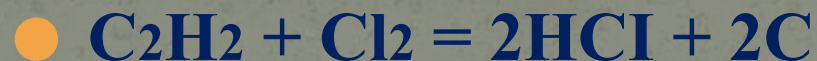
- Хлороформ CHCl_3 впервые был синтезирован в 1831 году одновременно *Либихом* и *Субейраном*. В 1848 году хлороформ был применен англичанином *Симпсоном* для наркоза при хирургических операциях. В России был применен знаменитым хирургом *Н.И. Пироговым*.
- В качестве обеззараживающего (антисептического) средства с давних времен в зубоврачебной практике и при приготовлении мазей и повязок используется иодоформ CHI_3 .
- Четыреххлористый углерод CCl_4 широко применяется в качестве растворителя, хорошо растворяющего каучук, жиры, лаки и т.д. Вещество негорючее. В быту применяется для выведения пятен.

- Хлористый этил (хлорэтан) C_2H_5Cl при обычных условиях газ с температурой кипения $+12^{\circ}C$. При сравнительно небольшом охлаждении хлористый этил превращается в жидкость, которая при обычной температуре кипит, поглощая большое количество теплоты. Это свойство его используется в медицине для получения местного обезболивания (“заморозки”) при небольших операциях.

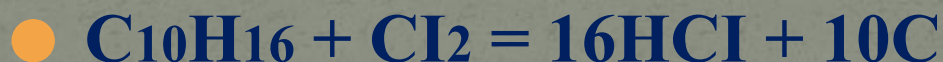
3. Взрыво-пожароопасные свойства углеводородов

- Все углеводороды являются горючими.
- Некоторые окислители вызывают самовозгорание органических веществ при смешивании или соприкосновении.

- **Ацетилен, метан и этилен в смеси с хлором самовозгорается:**



- **Скипидар также самовозгорается в хлоре:**



- **Галогенпроизводные вступают в реакцию с активными металлами:**



- **Четыреххлористый углерод и четырехбромистый углерод дают со щелочными металлами взрыв при нагревании смеси до 65 – 70 С.**
- **Угольная пыль также может взрываться при неправильном хранении угля.**
- **Большинство взрывов происходит на транспорте при перевозке горючих углеводородов и сжатых газов.**
- **Тушение этих пожаров является очень сложным.**

Задание на самоподготовку

- Дополнить лекцию учебник Глинка Н.Л. С.561-565.
- Построить 5 изомеров для C_8H_{14} указать класс вещества, назвать изомеры по систематической номенклатуре.
- Срок – до практического занятия по т.3.2.

Спасибо за внимание!

Успехов в учебе!