

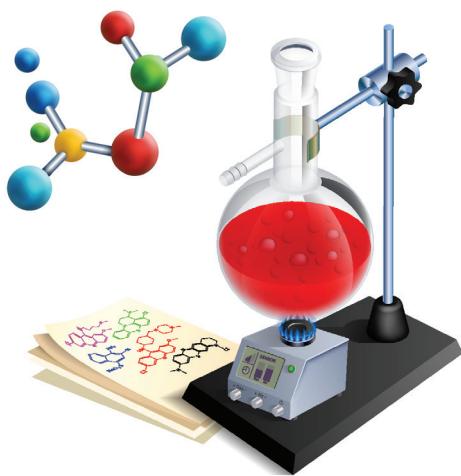
# ХИМИЯ

# 10

Учебник для 10-го класса  
школ общего среднего образования

Рекомендовано к изданию  
Министерством народного образования  
Республики Узбекистан

Новое издание



Ташкент – 2022

УДК 54(075.3)  
ББК 24я72  
Х 46

**Составители:**

И. Исматов, Д. Азаматова, М. Муминжонов, М. Муратов

**Рецензенты:**

- А. Абдушукуров** – профессор кафедры органической химии НУУз имени Мирзо Улугбека, доктор химических наук;
- Р. Бердикулов** – доцент кафедры «Химия и методика её преподавания» ТГПУ имени Низами;
- И. Аликулов** – учитель химии общеобразовательной школы №15 города Кувасай Ферганской области;
- А. Абибуллаева** – учитель химии общеобразовательной школы №89 Яккасарайского района города Ташкента.

Химия [Текст]: учебник для 10 класса /И.Ш. Исматов [и др.]. – Ташкент: Республиканский центр образования, 2022. – 192 с.

УДК 54(075.3)  
ББК 24я72

ISBN 978-9943-8454-7-3

*Издано за счёт средств Республиканского целевого книжного фонда.*

*Оригинальный макет и концепция дизайна разработаны  
Республиканским центром образования.*

# СОДЕРЖАНИЕ

## ГЛАВА I

### НАЧАЛЬНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕОРИИ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

1.1. История органической химии. Специфические свойства органических соединений.....	7
1.2. Теория строения органических соединений .....	12
1.3. Валентность и степени окисления углерода в органических соединениях .	15
1.4. Изомерия и её виды .....	18
1.5. Классификация органических соединений .....	22
1.6. Типы реакций, характерных для органических соединений .....	26
1.7. Номенклатура органических соединений .....	29
1.8. Решение задач и упражнений по номенклатуре и изомерии органических соединений .....	33
1.9. Практическое занятие. Знакомство с образцами органических соединений и их сравнение .....	35
1.10. Практическое занятие. Анализ состава органических соединений .....	37

## ГЛАВА II

### УГЛЕВОДОРОДЫ

2.1. Алканы.....	39
2.2. Изомерия и названия алканов .....	43
2.3. Получение и физические свойства алканов .....	46
2.4. Химические свойства и применение алканов .....	48
2.5. Строение циклоалканов. Изомерия. Номенклатура .....	51
2.6. Получение, свойства и применение циклоалканов .....	54
2.7. Алкены. Номенклатура. Изомерия .....	56
2.8. Получение, свойства и применение алкенов .....	59
2.9. Практическое занятие. Получение и изучение свойств этилена .....	62
2.10. Алкадиены. Гомологический ряд. Изомерия. Наименование .....	63
2.11. Получение, свойства, применение алкадиенов .....	66
2.12. Каучук. Резина.....	69
2.13. Алкины. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура .....	72
2.14. Получение, свойства, применение алкинов .....	74
2.15. Ароматические углеводороды. Гомологический ряд. Изомерия .....	77
2.16. Получение, свойства, применение ароматических углеводородов .....	79
2.17. Стирол, его производство, свойства, применение .....	82
2.18. Природные источники углеводородов. Природный газ.....	84
2.19. Нефть и нефтепереработка .....	88
2.20. Каменный уголь .....	92
2.21. Практическое занятие. Изготовление шаростержневых моделей углеводородов.....	95
2.22. Эффективное использование природных источников углеводородов, продуктов их переработки .....	96
2.23. Решение задач и упражнений, связанных с основными классами углеводородов .....	100
2.24. Задачи, связанные с закреплением главы .....	103

**ГЛАВА III****КИСЛОРОДНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ**

3.1. Насыщенные одноатомные спирты. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия .....	107
3.2. Получение, свойства и применение насыщенных одноатомных спиртов .....	110
3.3. Многоатомные спирты .....	115
3.4. Этиленгликоль. Свойства глицерина .....	119
3.5. Практическое занятие. Опыты с многоатомными спиртами .....	122
3.6. Фенолы и ароматические спирты .....	123
3.7. Фенолы и ароматические спирты. Получение. Применение .....	127
3.8. Простые эфиры. Получение и свойства .....	130
3.9. Оксосоединения. Альдегиды. Получение и свойства .....	133
3.10. Практическое занятие. Реакции, характерные для спиртов и альдегидов .....	136
3.11. Кетоны. Получение и свойства .....	137
3.12. Карбоновые кислоты. Получение и свойства .....	140
3.13. Решение задач по теме «Карбоновые кислоты» .....	144
3.14. Сложные эфиры .....	146
3.15. Практическое занятие. Сложные эфиры в составе растений.....	150
3.16. Жиры. Получение и свойства .....	152
3.17. Практическое занятие. Получение мыла из жиров .....	155
3.18. Углеводы. Моносахариды .....	156
3.19. Дисахариды. Мальтоза. Сахароза .....	160
3.20. Полисахариды. Крахмал. Целлюлоза .....	163
3.21. Практическое занятие. Опыты с углеводами .....	167
3.22. Природные и искусственные волокна .....	169
3.23. Практическое занятие. Определение органических соединений на основе характерных реакций .....	173
3.24. Решение задач и упражнений по теме (1) .....	175
3.25. Решение задач и упражнений по теме (2) .....	178

**ГЛАВА IV****ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА.  
ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

4.1. Промышленность по переработке органических веществ .....	182
4.2. Органические отходы и технологии их переработки .....	185
4.3. Практическое занятие. Переработка бумаги .....	189

## ДОРОГОЙ УЧЕНИК!

В этом году вы будете изучать важнейший раздел химии – органическую химию. Органическая химия – быстро развивающаяся область химической науки и производства. В настоящее время насчитывается несколько миллионов органических соединений, среди которых есть вещества, не встречающиеся в живой природе. Получение этих веществ – результат научной деятельности химиков.

Органическое вещество является материальным носителем жизни на Земле. Каждый живой организм содержит десятки органических соединений: белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты, гормоны и витамины, постоянно изменяющиеся для обеспечения жизнедеятельности организма.

Органическая химия – это удивительный и бесконечный мир веществ, созданных природой и человеком. Важно иметь представление о свойствах органических соединений и их безопасном использовании. Для этого необходимо внимательно изучить темы, приведённые в учебнике.

Вы будете составлять уравнения реакций, которые позволяют превращать древесную целлюлозу в искусственный шёлк; вы узнаете, как некачественный бензин меняется на качественный; вы научитесь отличать натуральное волокно от искусственного.

Химия, как и любой другой предмет, содержит информацию, которую необходимо запомнить. Наиболее важные определения, правила и формулы законов приведены в тексте. В учебнике много рисунков, таблиц, схем, которые являются дополнением к основному тексту. Задания и упражнения – неотъемлемая часть учебника. Их дают не только для проверки полученных знаний, но и для их активного применения. Большинство экспериментов основано на исследованиях жизни.

Желаем вам удачи в изучении одного из самых интересных и важных для человека предметов – ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ!



## ТЕМА 8. СВОЙСТВА, ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ АЛКЕНОВ

### Изучаемые понятия:

- физические свойства;
- химические свойства;
- получение;
- применение.

Этен, пропен и бутен являются газами. Алкены с числом атомов углерода в молекуле от 5 до 18 являются жидкостями. Если молекула алкена имеет более 19 атомов углерода, это твёрдое вещество. Алкены бесцветны, нерастворимы в воде и имеют характерный резкий запах.

### Овощи и фрукты, выделяющие этилен

Собранные яблоки, груши, перец, помидоры при хранении выделяют этилен. Под влиянием этилена ускоряется созревание окружающих их овощей, а затем они теряют свои качества под воздействием этого вещества. Овощи более подвержены болезням, картофель, морковь и сельдерей быстрее прорастают при хранении. Текстура овощей меняется. Овощи хорошо хранятся при температуре 0 °C. Ускорение созревания и роста почти не наблюдается, но резко возрастает с повышением температуры. Поэтому овощи и фрукты, выделяющие этилен, следует хранить отдельно от других овощей.

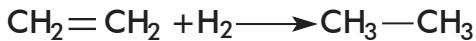
Зная об этом свойстве растений, работники сельского хозяйства стали использовать этилен для сохранения фруктов. Эти фрукты и овощи собирают в недозрелом виде, обрабатывают этиленом и перевозят на большие расстояния.



При действии этилена      Без этилена

**Химические свойства.** Основные химические свойства этилена и его гомологов связаны с их двойными связями. Они легко реагируют за счёт разрыва двойной связи. В частности, для алканов характерны реакции присоединения.

**1. Реакция гидрирования.** Алкены вступают в реакцию гидрирования при высокой температуре в присутствии катализатора за счёт разрыва двойной связи:



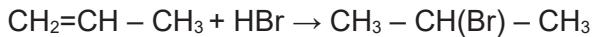
**2. Реакция галогенирования.** Когда этилен подвергается воздействию бромной воды, он обесцвечивает бромную воду. В качестве продукта реакции образуются дибромные соединения алканов:



3. Этилен и его гомологи также могут связывать галогеноводороды:



Начиная с пропилена, связывание галогеноводорода немного отличается. В этом случае реакция протекает по правилу Марковникова. Водород в HBr связан с более гидрированным атомом углерода, содержащим двойную связь, а бром связан с менее гидрированным:





## II глава. УГЛЕВОДОРОДЫ

4. Благодаря двойной связи в молекуле алkenов они легко вступают в реакцию окисления. При окислении этилена под действием перманганата калия образуется двухатомный спирт этиленгликоль:



5. Этилен и пропилен вступают в реакции полимеризации. Полимеризация – это реакция соединения одних и тех же молекул мономеров с образованием более крупных молекул полимеров. Процесс полимеризации этилена можно записать следующим образом:



$n$  – степень полимеризации. Здесь этилен – это мономер, а полиэтилен – это полимер.

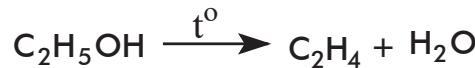
Химические свойства алkenов связаны с разрывом двойных связей.

Полимеризация – это реакция соединения одних и тех же молекул с образованием более крупных молекул.

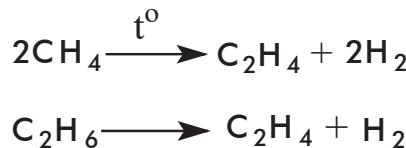
Алkenы получают в промышленных масштабах в основном в результате крекинга нефти. Низшие алkenы можно получить путём фракционной перегонки.

### Получение

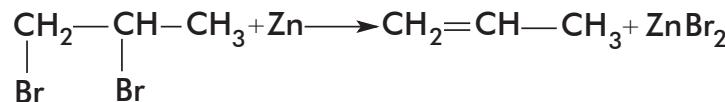
1. Этилен получают в лаборатории при нагревании смеси этилового спирта и концентрированной серной кислоты:



2. Углеводороды этиленового ряда можно получить также дегидрированием предельных углеводородов (в присутствии катализатора, при высокой температуре):

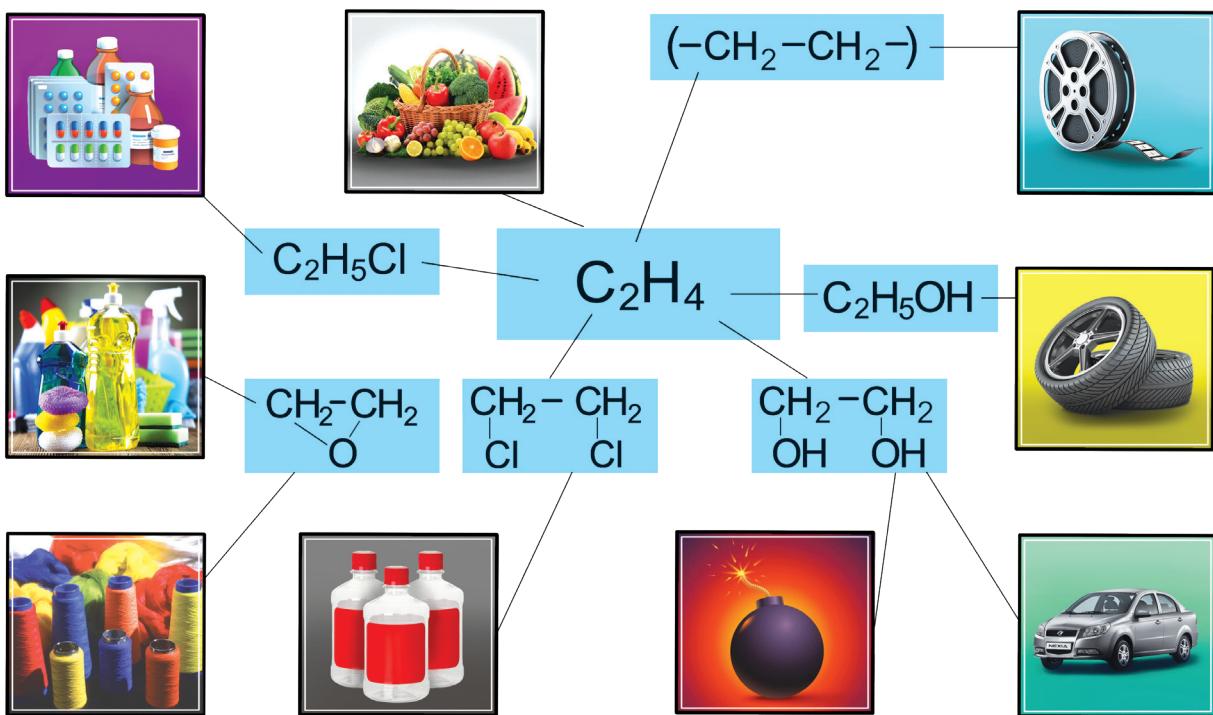


3. Углеводороды этиленового ряда могут быть получены взаимодействием дигалогенпроизводных предельных углеводородов с металлами:



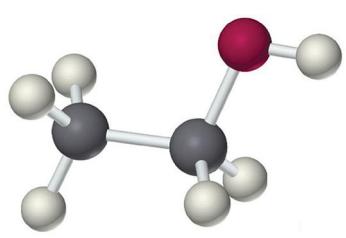
4. При воздействии на моногалогенпроизводные раствором щелочи в спирте выделяется галогеноводород и образуется алкен:

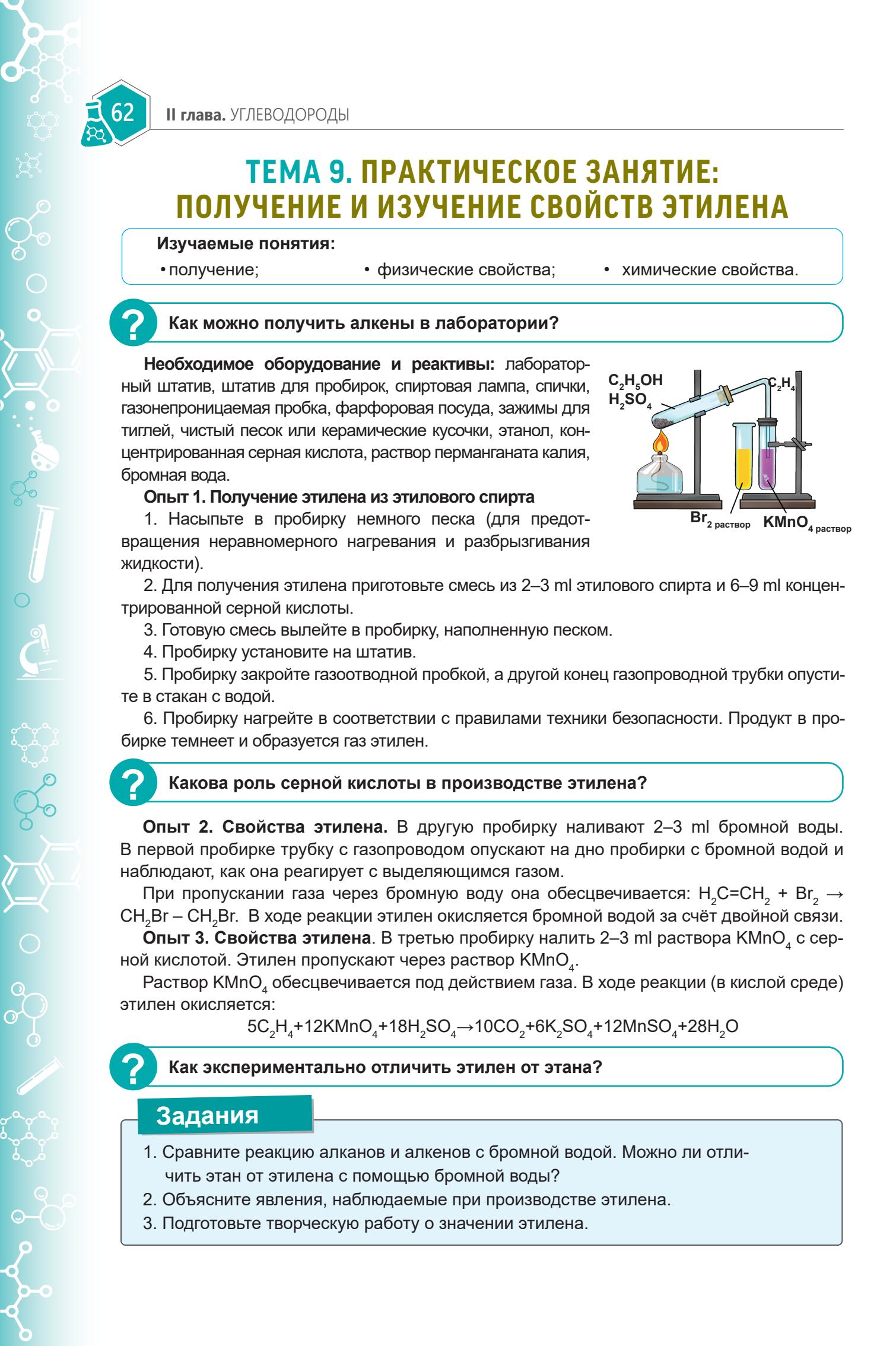




## Задания

- Сравните реакционную способность алканов и алкенов.
- В чём основное отличие химических свойств алканов от свойств алкенов?
- Какие типы реакций характерны для алканов?
- Предложите способы, с помощью которых можно отличить этан от этиена.
- Как вы думаете, почему этилен, в отличие от метана, ярко горит на воздухе?
- Напишите общее уравнение реакции полного сгорания алканов.





## ТЕМА 9. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ: ПОЛУЧЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ЭТИЛЕНА

Изучаемые понятия:

- получение;
- физические свойства;
- химические свойства.



Как можно получить алкены в лаборатории?

**Необходимое оборудование и реагенты:** лабораторный штатив, штатив для пробирок, спиртовая лампа, спички, газонепроницаемая пробка, фарфоровая посуда, зажимы для тиглей, чистый песок или керамические кусочки, этанол, концентрированная серная кислота, раствор перманганата калия, бромная вода.

### Опыт 1. Получение этилена из этилового спирта

1. Насыпьте в пробирку немного песка (для предотвращения неравномерного нагревания и разбрызгивания жидкости).

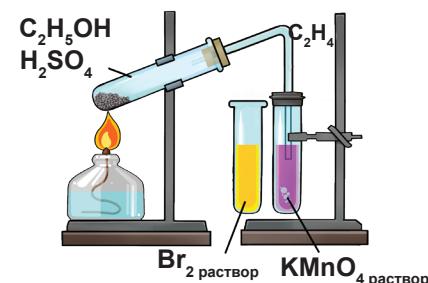
2. Для получения этилена приготовьте смесь из 2–3 ml этилового спирта и 6–9 ml концентрированной серной кислоты.

3. Готовую смесь вылейте в пробирку, наполненную песком.

4. Пробирку установите на штатив.

5. Пробирку закройте газоотводной пробкой, а другой конец газопроводной трубки опустите в стакан с водой.

6. Пробирку нагрейте в соответствии с правилами техники безопасности. Продукт в пробирке темнеет и образуется газ этилен.



Какова роль серной кислоты в производстве этилена?

**Опыт 2. Свойства этилена.** В другую пробирку наливают 2–3 ml бромной воды. В первую пробирку трубку с газопроводом опускают на дно пробирки с бромной водой и наблюдают, как она реагирует с выделяющимся газом.

При пропускании газа через бромную воду она обесцвечивается:  $H_2C=CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br - CH_2Br$ . В ходе реакции этилен окисляется бромной водой за счёт двойной связи.

**Опыт 3. Свойства этилена.** В третью пробирку налить 2–3 ml раствора  $KMnO_4$  с серной кислотой. Этилен пропускают через раствор  $KMnO_4$ .

Раствор  $KMnO_4$  обесцвечивается под действием газа. В ходе реакции (в кислой среде) этилен окисляется:



Как экспериментально отличить этилен от этана?

### Задания

1. Сравните реакцию алканов и алкенов с бромной водой. Можно ли отличить этан от этилена с помощью бромной воды?
2. Объясните явления, наблюдаемые при производстве этилена.
3. Подготовьте творческую работу о значении этилена.

# ТЕМА 10. АЛКАДИЕНЫ. ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД. ИЗОМЕРИЯ. НАИМЕНОВАНИЕ

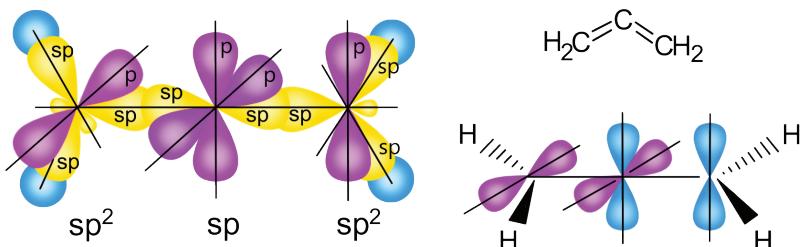
## Изучаемые понятия:

- общая формула;
- гомологический ряд;
- изомерия;
- наименование.

Углеводороды этиленового ряда имеют одну двойную связь, а диены – две двойные связи. Например: пропан  $C_3H_8$  имеет 8 атомов водорода, а соответствующий пропадиен  $C_3H_4$  имеет 4 атома водорода.

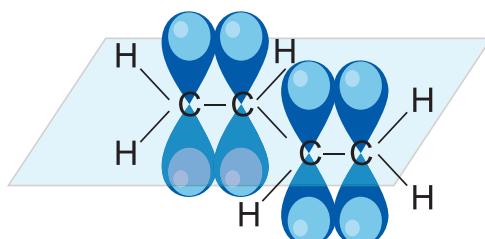
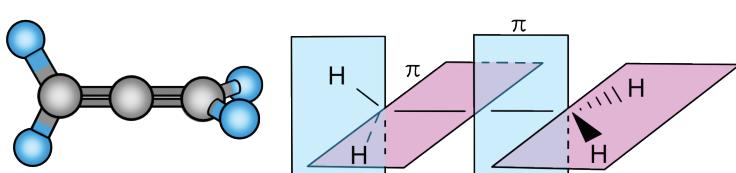
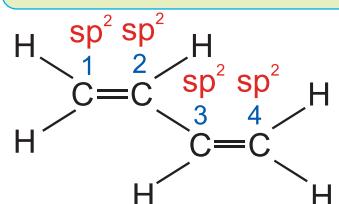
Алкадиены делятся на 3 типа:

- Диены с двойными связями у соседних атомов углерода называются алленами или кумуленами. Они нестабильны и легко перегруппировываются в алкины. Первым представителем является пропадиен  $CH_2=C=CH_2$ .
- Диены с более чем одной простой связью между их двойными связями называются изолированными диенами:  $H_2C=CH-CH_2-CH_2-CH=CH_2$ .
- Диены, двойные связи которых находятся в 1-м, 3-м положении ( $C=C-C=C$ ), называются двухсвязными (сопряженными) диенами, разделенными одной простой связью. Исходным представителем является  $H_2C=CH-CH=CH_2$  бутадиен-1,3.

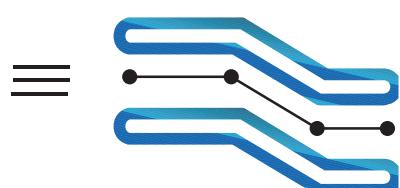


Общая формула алкадиенов  $C_nH_{2n-2}$ .

Для алкадиенов характерна структурная, пространственная цис- и транс-изомеризация углеродного скелета; существует межклассовая изомерия: алкадиены изомерны алкинам.



Электронное облако



Конъюгированная система



64

## II глава. УГЛЕВОДОРОДЫ

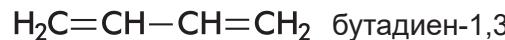
**Гомологи алкадиенов и их номенклатура**

Поскольку в формуле алкадиена две двойные связи, гомологический ряд начинается с соединения с тремя атомами углерода. Название диеновых углеводородов по систематической номенклатуре образуется путём добавления суффикса «диен» вместо буквы «н» в конце названия предельных углеводородов и указания атомов углерода, удерживающих двойную связь.

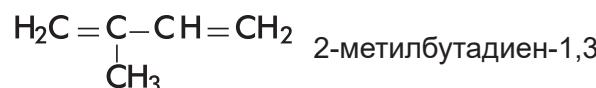
При названии углеводородов диенового ряда:

1. В качестве основной цепи выбирается самая длинная цепь, содержащая обе двойные связи.
2. Двойные связи атомов углерода в основной цепи нумеруются со стороны, где ближе двойные связи.
3. После обозначения положения радикалов читается название вещества.

Например:



Здесь он называется бутадиеном, потому что у него 4 атома углерода, 1 и 3, потому что двойные связи идут после 1-го и 3-го атомов углерода:

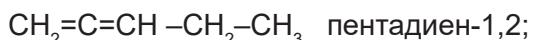


Здесь двойные связи расположены одинаково с обеих сторон, поэтому возникает вопрос с какой стороны нумеровать. В таком случае нумерация производится с той стороны, где ближе радикал.

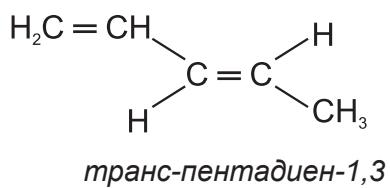
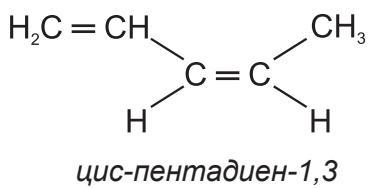
Формула		Наименование
Эмпирическая	Структурная	Международное
$\text{C}_3\text{H}_4$	$\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$	Пропадиен
$\text{C}_4\text{H}_6$	$\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$	Бутадиен – 1,2
$\text{C}_4\text{H}_6$	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	Бутадиен – 1,3
$\text{C}_5\text{H}_8$	$\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Пентадиен – 1,2
$\text{C}_5\text{H}_8$	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	Пентадиен – 1,3
$\text{C}_5\text{H}_8$	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	Пентадиен – 1,4
$\text{C}_5\text{H}_8$	$\text{H}_2\text{C}=\underset{\text{CH}_3}{\overset{ }{\text{C}}}-\text{CH}=\text{CH}_2$	2-метилбутадиен – 1,3
$\text{C}_7\text{H}_{14}$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$	3-метилгексадиен – 1,5

**Изомерия.** Для алкадиенов характерны изомерии цепи и положения.

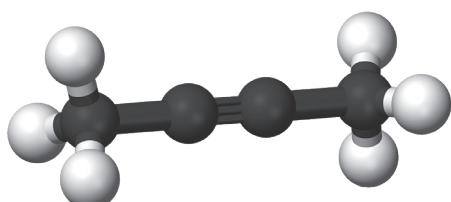
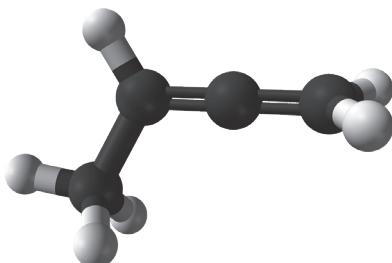
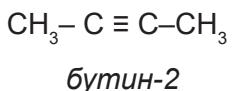
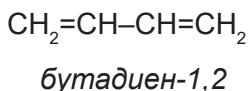
**Изомерия цепи.** Пентадиен-1,2  $C_5H_8$  имеет следующие изомеры:



**Пространственная** цис- и транс- изомерия, например:



**Межклассовая изомерия.** Алкадиены изомерны алкинам, например, бутадиен изомер бутину:



### Задания

- Нарисуйте структурные формулы изомеров углеводородов состава  $C_4H_6$ .
- Определите тип гибридизации углерода в бутадиене-1,2.
- Возможна ли цис- и транс-изомерия бутадиена-1,3? Поясните свой ответ.
- Сформулируйте цис- и транс-изомерию алкадиена  $C_6H_{10}$ .

## ТЕМА 11. ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ АЛКАДИЕНОВ

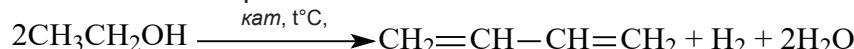
### Изучаемые понятия:

- свойства;
- получение;
- применение.

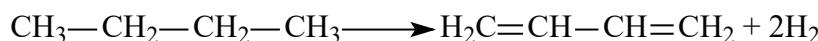
**Физические свойства.** Первые два представителя алкадиенов — бесцветные газы с характерным запахом. Алкадиены, содержащие до семнадцати атомов углерода в цепи, являются жидкостями. Физические свойства диеновых углеводородов изменяются в том же порядке, что и гомологические ряды насыщенных и ненасыщенных углеводородов.

### Получение:

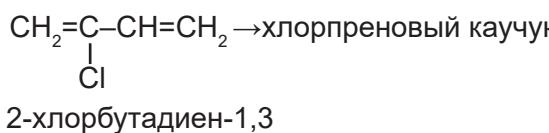
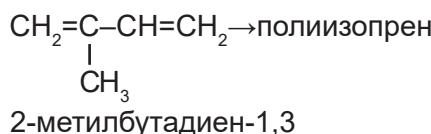
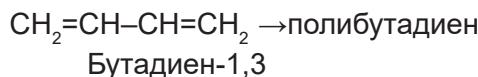
1. С. В. Лебедев синтезировал бутадиен-1,3 из этилового спирта при высокой температуре в присутствии катализатора:



2. Бутадиен-1,3 получают дегидрированием алканов в промышленности при высокой температуре и в присутствии катализатора.

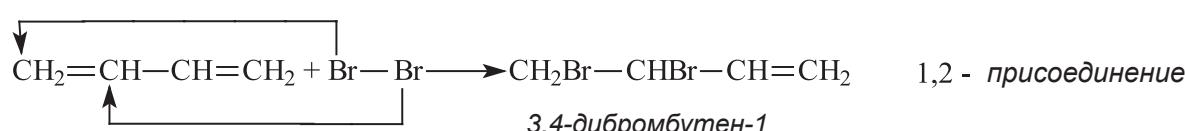
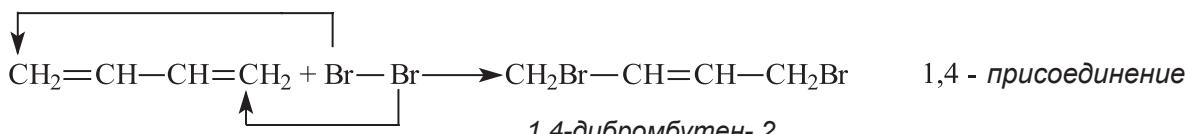


Основная область применения алкадиенов — синтез каучука. Дивинил и изопрен полимеризуются и сополимеризуются с другими ненасыщенными соединениями с образованием каучуков:

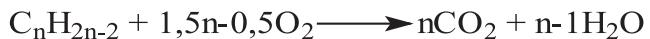


Основная область применения алкадиенов — синтез каучука.  
Для алкадиенов характерны реакции присоединения и окисления.

**Химические свойства.** Алкадиены, как и алкены, обесцвечивают бромную воду и присоединяют галогеноводороды.



Общее уравнение реакции горения алкадиенов:

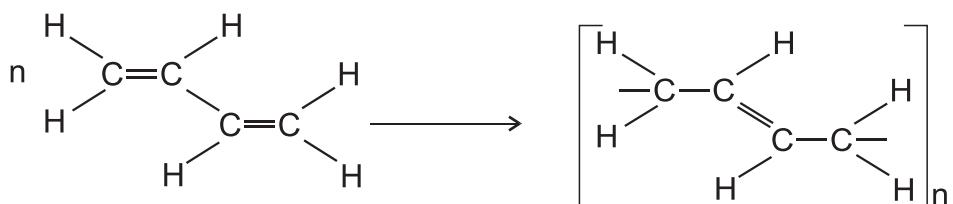


Важнейшей особенностью алкадиенов является их способность к полимеризации, которая используется для получения синтетического каучука.

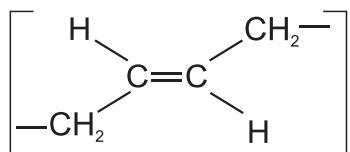
Полимеризация 1,3-диенов может протекать по 1,4-присоединению или смешанному 1,2- и 1,4-присоединению. Направление присоединения зависит от условий реакции. Бутадиеновый каучук (полибутадиен) получают при непрерывной полимеризации бутадиена-1,3 в виде добавки 1,4-присоединения. Выбранное 1,4-присоединение происходит при использовании металлоорганических катализаторов (например, бутиллитий  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Li}$ , который не только инициирует полимеризацию, но и определенным образом пространственно координирует присоединенные молекулы диена):



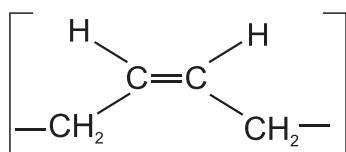
В упрощенном виде реакцию полимеризации бутадиена-1,3 по схеме присоединения 1,4 можно выразить следующим образом:



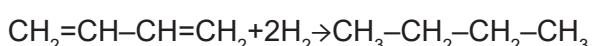
Элементарная ячейка полибутадиена выражается следующим образом:



Видно, что полученный полимер характеризуется трансконфигурацией элементарной ячейки полимера. Однако практически наиболее ценные продукты получаются при стереорегулярной (другими словами, пространственно упорядоченной) полимеризации диеновых углеводородов по схеме 1,4-присоединения с образованием цис-конфигурации полимерной цепи. Например, цис-полибутадиен:



Присоединение (гидрирование) водорода в мольном соотношении 1:2 приводит к образованию соответствующего алкана:



бутадиен-1,3

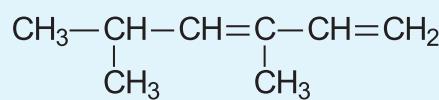
бутан

Углеводороды с двумя и более двойными связями в молекуле – терпены – широко распространены в растительных организмах и часто имеют приятный запах. Терпеновые соединения используются в производстве парфюмерно-ароматических отдушек, а также в медицине.  $\beta$ -каротин, который в организме превращается в витамин А, очень важен для человека, он содержится в красных и жёлтых плодах. Красный цвет  $\beta$ -каротина связан с длинной цепью сопряженных двойных связей.



### Задания

- Напишите структурные формулы бутадиена-1,2; пентадиена-1,3; 2-метилбутадиена-1,3.
- Напишите уравнение реакции получения бутадиена-1,3 по методу С.В. Лебедева.
- Напишите структурную формулу пентадиена-1,2 и уравнение реакции между этим алкадиеном и бромом.
- Напишите уравнение реакции горения пропадиена.
- Назовите следующее вещество по систематической номенклатуре:



- Из какой массы (g) н-бутана можно получить 29,7 г алкадиена при высокой температуре и в присутствии катализатора  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ?
- Какую массу бутадиена-1,3 можно получить, используя 60 процентный раствор этилового спирта ( $\rho=0,8 \text{ g/ml}$ ) объёмом 600 ml?

## ТЕМА 12. КАУЧУК. РЕЗИНА

## **Изучаемые понятия:**

- природный каучук;
  - синтетический каучук;
  - резина.

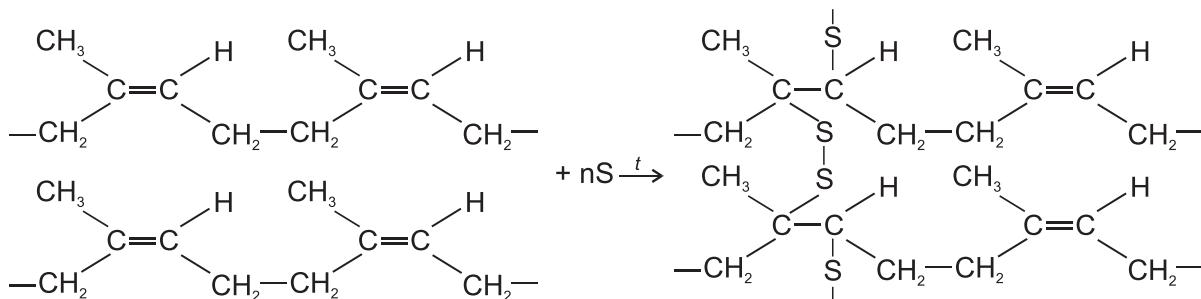
Каучук был известен в Северной Америке в конце XV века. В то время индейцы использовали его для изготовления обуви, бьющихся предметов и посуды. Они получали каучук из млечного сока растения гевея, и называли «слёзами дерева».

**Каучук** (на языке тупи-гуарини «каи» означает «дерево», а «iuchu» — «течь, плакать») — эластичный материал, используемый в производстве резины и резинотехнических изделий. Каучуки — это натуральные или синтетические материалы, характеризующиеся эластичностью, водостойкостью и электропроводимостью.

Натуральный каучук получают из молочно-белой жидкости, называемой латексом, которая представляет собой млечный сок растения гевея. Основным компонентом каучука является полизопрен (91–96%). Натуральный каучук содержится в различных растениях, не образующих отдельного семейства растений. В зависимости от скопившейся в корне и стебле ткани каучук подразделяют на:

- паренхиматозные,
  - резиновые.

Суть вулканизации заключается в сшивании макромолекул каучука мостиками из атомов серы в двойные связи:

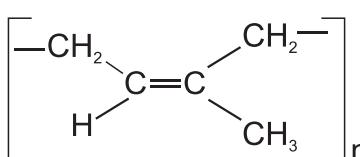


Вулканизированный каучук имеет разветвлённую сетчатую структуру, благодаря чему по сравнению с невулканизированным каучуком обладает меньшей эластичностью, но более высокой прочностью.

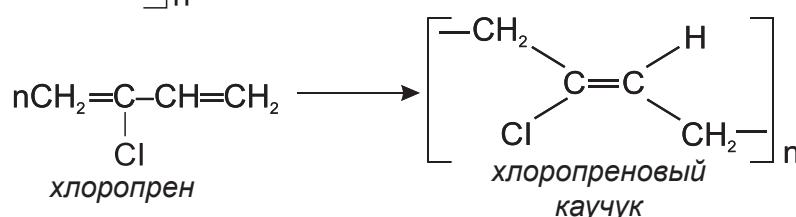
В промышленных масштабах синтетический каучук впервые был получен в 1931 году по методу русского учёного С.В. Лебедева. В 1932 году впервые в мире из дивинила было получено 260 килограммов синтетического каучука. Каучук был синтезирован в Германии в 1936–1937 годах, а в США в 1942 году. Полученный каучук представлял собой бутадиен-новый каучук с нестабильной структурой, и хотя он был непроницаем для воды и газа, он

был менее эластичным, чем натуральный каучук. Синтетический бутадиеновый каучук с линейной стереорегулярной структурой называется дивинилом.

В 1950 году были получены металлоорганические катализаторы – соли титана, ал-



килпроизводные алюминия с добавлением циркония и других веществ. Таким же образом получают синтетические изопреновые и хлоропреновые каучуки со стереорегулярной структурой:

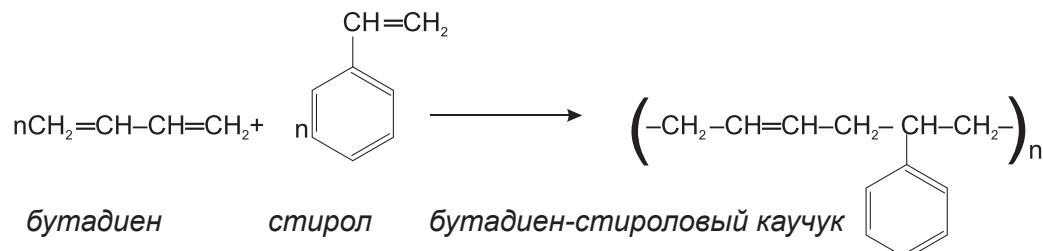


Каучуки, полученные из бутадиена и изопрена, используются для производства шин, различных резинотехнических изделий, обуви, бытовых, пищевых и медицинских изделий. Хлоропреновый каучук отличается горючестью, масло- и бензиностойкостью, стойкостью к кислотам и щелочам. Шланги, уплотнения, резиноткани, оболочки кабелей изготавливаются из хлоропренового каучука.

Структура невулканизированного (а) и вулканизированного (б) каучука.



Существует также метод сополимеризации, при котором для получения каучуков используется не один, а два разных мономера. Например, бутадиен-стирольный каучук получают сополимеризацией бутадиена со стиролом:





Изменяя соотношение мономеров, можно получать каучуки с разными свойствами. В настоящее время производство синтетического каучука превышает производство натурального каучука. Каучуки в основном используются в производстве резинотехнических изделий, шин, обуви и электроизоляции.

Резина, как упоминалось выше, является высокоэластичным полимером. Его структура состоит из беспорядочно расположенных длинных углеродных цепей. Такие цепочки соединены друг с другом с помощью атомов серы. Углеродные цепи обычно находятся в скрученном положении, но когда каучук растягивается, углеродные цепи снова скручены.

По структуре резина делится на монолитную и пористую. Непористая – монолитическая резина производится на основе бутадиенового каучука. Характеризуется высоким сопротивлением трению. Срок носки резиновых подошв в 2–3 раза больше, чем у кожаных. Прочность резины на разрыв меньше, чем у натуральной кожи, но её эластичность в несколько раз выше, чем у натуральной кожи. Резина не растворяется в воде и не набухает в ней. По морозостойкости и теплоотдаче резина уступает коже, что снижает теплозащитные свойства обуви, не пропускает воздух и пар. Монолитные каучуки используются в качестве подошв и платформ весенне-осенней и зимней обуви.

#### **Опыт.** Изучение видов и свойств каучука.

**Оборудование:** пробирки, зажим, линейка.

**Реактивы:** бромная вода,  $\text{KMnO}_4$ , бензол, образцы натурального и синтетического каучука.

##### **1. Знакомство с образцами каучука**

Бутадиеновый каучук представляет собой эластичную массу жёлто-коричневого цвета со слабым запахом. Изопреновый каучук представляет собой эластичную массу темно-серого цвета без характерного запаха.

Хлоропрен представляет собой эластичную светло-жёлтую массу.

Бутадиен-стирольный каучук – эластичный, светло-коричневого цвета с красноватым оттенком, имеет лёгкий запах стирола.

##### **2. Сравнение эластичности резины и каучука**

Растяните на одинаковую длину каучук и резину. Сравните, какой из них легче и насколько растягивается.

##### **3. Сравнение растворимости каучука и резины в органических растворителях**

Налейте бензин в 2 пробирки. К бензину в пробирке 1 добавить тонко нарезанный каучук, а к бензину в пробирке 2 – резину. Наблюдать и сравнивать растворение каучука и резины в бензине.

## **Задания**

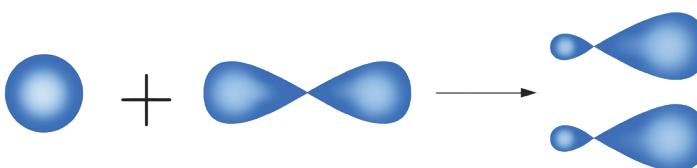
- Считаете ли вы, что цис- и трансизомеры каучука различаются по своим физико-механическим свойствам?
- Какова цель вулканизации каучука?
- В чем суть процесса вулканизации? Как сера влияет на свойства каучука?
- Какие свойства резины отличают её от каучука?

## ТЕМА 13. АЛКИНЫ. ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД. ИЗОМЕРИЯ. НОМЕНКЛАТУРА

### Изучаемые понятия:

- общая формула;
- гомологический ряд;
- изомерия;
- наименование.

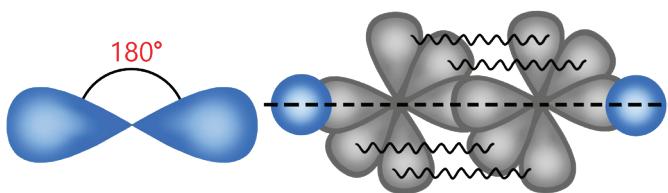
**Алкины** – это ненасыщенные углеводороды, в молекуле которых имеются тройные связи. Алкины имеют общую формулу  $C_nH_{2n-2}$  и их первый представитель — ацетилен  $-C_2H_2$ . Алкины также называют углеводородами ацетиленового ряда.



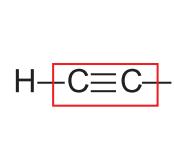
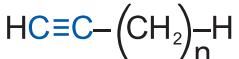
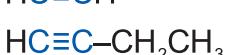
Алкины представляют собой ненасыщенные углеводороды с одинарной тройной связью между атомами углерода в их молекулах. Общая формула алкинов  $C_nH_{2n-2}$ .

Атомы углерода, связанные тройной связью, находятся в sp-гибридном состоянии. В процессе гибридизации образуются одна s- и одна p-орбитальная смесь и две одинаковые гибридные орбитали.

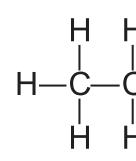
sp-гибридные орбитали расположены под углом 180° друг к другу и лежат в линии. Атом углерода в sp-гибридном состоянии образует две s-связи и две p-связи, расположенные в двух перпендикулярных плоскостях. Тройная связь представляет собой комбинацию одной s- и двух p-связей, длина связи треугольника 0,0120 нм. Простейшим углеводородом, содержащим три связи между атомами углерода, является ацетилен (этин). Гомологами ацетилена являются алкины, которые наряду с ацетиленом также называют углеводородами.



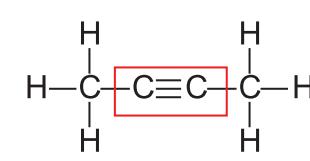
**Номенклатура.** При названии углеводородов ацетиленового ряда по рациональной номенклатуре к названию радикала добавляется слово ацетилен.



метилацетилен

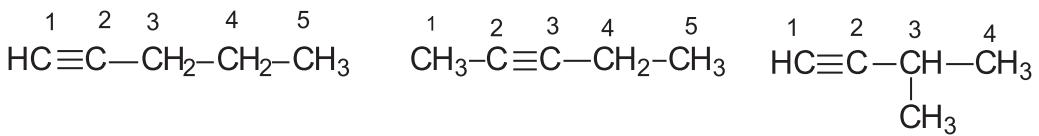


этилацетилен



диметилацетилен

По систематической номенклатуре название алкинов происходит от названия соответствующих предельных углеводородов и вместо -ан используется суффикс -ин. У алкинов тройная связь находится в основной цепи, и нумерация начинается со стороны, ближайшей к тройной связи.



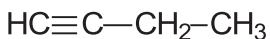
пентин-1

пентин-2

3-метилбутин-1

Формула		Наименование	
Эмпирическая	Структурная	Рациональное	Международное
$\text{C}_2\text{H}_2$	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	Ацетилен	Этин
$\text{C}_3\text{H}_4$	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	Метилацетилен	Пропин
$\text{C}_4\text{H}_6$	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	Диметилацетилен	Бутин-2
$\text{C}_5\text{H}_8$	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Пропилацетилен	Пентин-1
$\text{C}_6\text{H}_{10}$	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	Бутилацетилен	Гексин-1

**Изомерия.** В углеводородах ацетиленового ряда наблюдается изомерия за счёт разветвления цепи и положения тройной связи. Например, мы можем написать два алкина общей формулой  $\text{C}_4\text{H}_6$ .

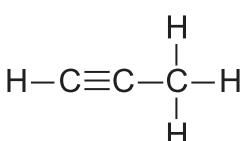


бутен-1

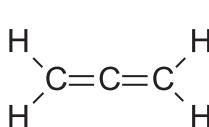


бутен-2

Поскольку алкины и алкадиены имеют одинаковую общую формулу, то есть  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ , они являются межклассовыми изомерами. Мы можем наблюдать эту ситуацию, начиная с молекул пропина и пропадиена.



пропин



пропадиен



бутин-2

бутадиен-1,3

## Задания

- Охарактеризуйте типы связей в молекулах алкинов.
- Объясните, почему алкины не образуют пространственных цис- и транс-изомеров.
- Напишите структурные формулы пяти изомеров углеводорода состава  $\text{C}_7\text{H}_{12}$ .



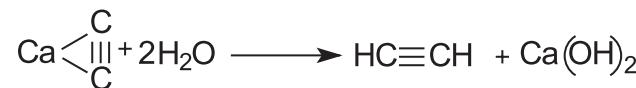
## ТЕМА 14. ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ АЛКИНОВ

Изучаемые понятия:

- свойства;
- получение;
- применение.

### Получение

1. Ацетилен получают в промышленности и лаборатории гидролизом карбida кальция.



В настоящее время этот метод используется только в лабораторных условиях.

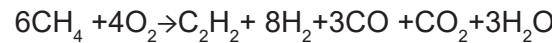
2. Ацетилен можно получить и нагреванием метана при высокой температуре (промышленный способ):



3. Крекинг природного газа (промышленный метод):

1. Электрокрекинг заключается в пропускании метана между двумя металлическими электродами на высокой скорости. Температура 1500–1600 °С.

2. Термоокислительный крекинг: метод использует частичное окисление метана за счёт тепла, выделяющегося при сгорании:

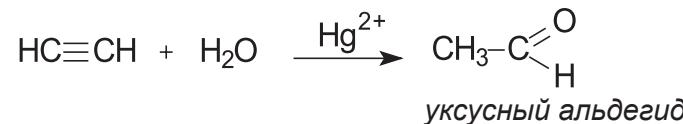


**Физические свойства.** Ацетилен — газ легче воздуха и малорастворим в воде, в чистом виде почти без запаха. С увеличением относительной молекулярной массы алкинов увеличивается и их температура кипения.

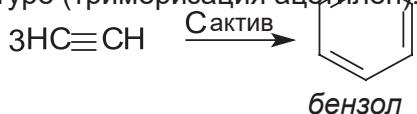
Качественная реакция на алкины — обесцвечивание бромной воды и раствора перманганата калия.

**Химические свойства.** По сравнению с алкенами алкины являются более ненасыщенными соединениями, поэтому реакции присоединения с ними могут протекать в две стадии. На первой стадии идет присоединение к тройной связи с образованием двойной связи, а на второй стадии — присоединение к двойной связи. Реакции сочетания алкинов протекают медленнее, чем алкенов. Это связано с более компактным расположением р-электронной плотности тройной связи по сравнению с алкенами, что менее благоприятно для взаимодействия с этими реагентами. Для алкинов наиболее характерны реакции сочетания и окисления, протекающие за счёт разрыва тройной связи.

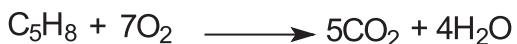
1. **Реакция гидратации.** М. Г. Кучеров получил уксусный альдегид взаимодействием воды с ацетиленом в присутствии катализатора:



2. Н. Д. Зелинский получил бензол пропусканием ацетилена над активированным углём при высокой температуре (тримеризация ацетилена):



3. Алкины горят, как и все углеводороды. В качестве продуктов горения образуются вода и углекислый газ:



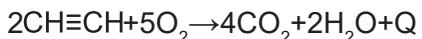
Алкины легко окисляются различными окислителями, в частности перманганатом калия. При этом раствор перманганата калия обесцвечивается, что является качественной реакцией на кратные связи. Например, в нейтральной или слабощелочной среде ацетилен обесцвечивает водный раствор  $\text{KMnO}_4$ .



Окисление в кислой среде обычно приводит к тройному расщеплению с образованием карбоновых кислот. Например, при окислении пентена-2 получается смесь этановой и пропановой кислоты:



Продуктами полного окисления алкинов в кислороде являются углекислый газ и вода, например:



При сжигании ацетилена в кислороде температура поднимается до 3000 °С. Этую реакцию используют для сварки и резки металлов.

### Применение

Ацетилен используется в промышленном органическом синтезе для получения винилхлорида, акрилонитрила и винилацетилена, исходных материалов для производства общих полимеров.

**Эксперимент****1. Получение ацетилена**

В пробирку налейте около 1 ml воды и погрузите в неё кусочек карбида кальция размером со спичечную головку. Пробирку быстро закройте пробкой и выделившийся газ перенесите в другую пробирку, содержащую раствор перманганата калия.

Что вы заметили? О чём свидетельствует изменение окраски раствора? Напишите уравнения проведенных реакций.

**2. Знакомство со свойствами ацетилена**

Добавьте в пробирку 2–3 капли воды и опустите конец газоотводной трубки в пробирку с 5–8 каплями бромной воды. Что вы заметили? Напишите уравнения реакции ацетилена с бромной водой. По окончании реакции в горлышко пробирки поместите полоску фильтровальной бумаги, смоченную бесцветным аммиачным раствором  $\text{CuCl}$ . Что случается? Напишите уравнение реакции.

После образования ацетилена в пробирку добавить 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина. Что вы заметили? Почему происходит это изменение?

**Задания**

1. Какие реакции характерны для алкинов?
2. В чём сходство химических свойств ацетилена и этилена? Какая разница?
3. При взаимодействии ацетилена с горячим кислым раствором перманганата калия образуется углекислый газ. Напишите уравнение этой реакции.
4. Запишите уравнение реакции полного сгорания алкинов в кислороде в общем виде.
5. Как вы думаете, почему ацетилен горит коптящим пламенем на воздухе в отличие от этана и этилена?



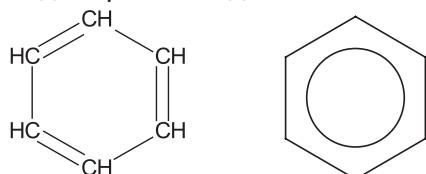
## ТЕМА 15. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ. ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД. ИЗОМЕРИЯ

**Изучаемые понятия:**

- общая формула;
- гомологический ряд;
- изомерия;
- наименование.

**Ароматические углеводороды** – это соединения, в молекуле которых имеется специфическая связанные циклическая группа атомов – бензольное ядро.

Бензол был выделен М. Фарадеем в 1825 году из световой жидкости, использовавшейся в то время для уличного освещения. Первая структурная формула бензола –  $C_6H_6$  была предложена в 1865 году. А. Кекуле предположил, что молекула бензола опирается на правильное шестиугольное основание, образованное шестью атомами углерода, соединенными между собой чередующимися одинарными и двойными связями:



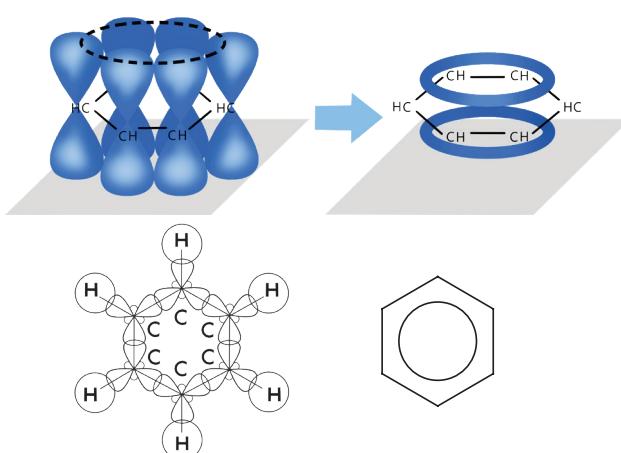
Согласно этой структуре бензол должен обесцвечивать водный раствор перманганата калия и брома, но этого не происходит. Противоречие можно объяснить наличием особого типа связи в молекуле бензола – ароматического кольца. Шесть атомов углерода образуют плоское шестичленное кольцо в состоянии  $sp^2$ -гибридизации, в котором каждый атом углерода образует три первичные  $\sigma$ -связи: две связи с соседними атомами углерода и одну связь с атомом водорода. Валентные углы между этими тремя  $\sigma$ -связями равны между собой. Каждый атом углерода имеет еще один негибридизованный  $p$ -электрон. Эти шесть электронов параллельны друг другу, перпендикулярны плоскому  $\sigma$ -скелету. При их взаимодействии образуется единое  $p$ -электронное облако, которое изображается в виде окружности внутри шестичленного кольца. Наибольшая плотность  $p$ -электронов в этой сопряженной системе выше и ниже плоскости  $\sigma$ -скелета.

Длина связи C–C в бензольном кольце составляет 0,139 nm, что является промежуточным между длиной одинарной связи в алканах (0,154 nm) и длиной двойной связи в алкенах (0,133 nm).

На наличие сопряжения в молекуле бензола указывает структурная формула с кружком в центре шестиугольника.

Ароматические углеводороды (арены) – это непредельные (ненасыщенные) циклические углеводороды, молекулы которых содержат устойчивые циклические группы атомов (бензольные ядра) с замкнутой системой сопряженных связей.

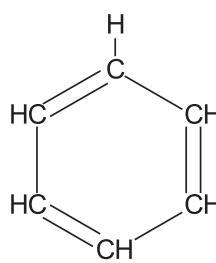
Общая формула:  $C_nH_{2n-6}$  ( $n \geq 6$ ) содержащие бензольное кольцо. Бензольное кольцо представляет собой циклическую группу, состоящую из шести атомов углерода. Кольцеобразное строение было создано в 1865 году Ф. А. Кекуле.



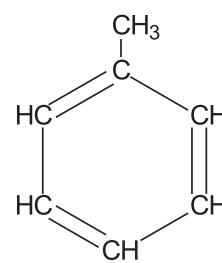
**Номенклатура и изомерия.** Название «ароматические углеводороды» происходит от того, что первые производные бензола имеют приятный запах. Из них выделяют ароматное натуральное масло, бальзам, ладан.

В зависимости от числа ароматических колец различают одноядерные и многоядерные углеводороды.

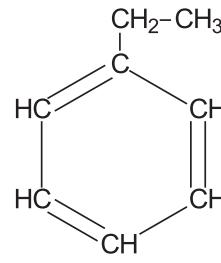
Одноядерные арены – это бензол и его производные, полиядерные – дифенил, дифенилметан, трифенилметан, нафталин, антрацен и др. Гомологи бензола образуются при замене атомов водорода в молекуле бензола на различные радикалы.



бензол

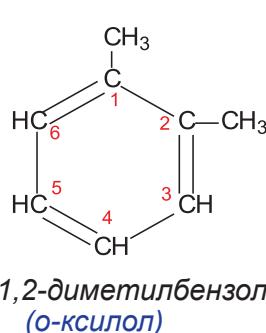
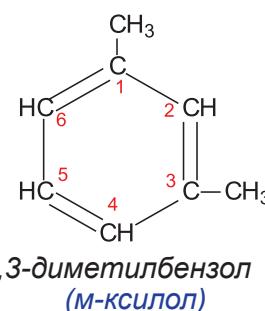
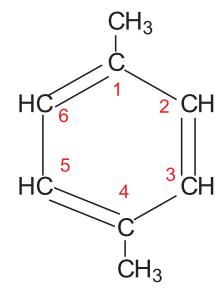


метилбензол



этилбензол

Если атомы водорода в молекуле бензола заменены несколькими радикалами, то для названия таких веществ по систематической номенклатуре атомы углерода в основной цепи нумеруют или кратко записывают орто-, мета- и пара-выражения.

1,2-диметилбензол  
(о-ксилол)1,3-диметилбензол  
(м-ксилол)1,4-диметилбензол  
(п-ксилол)

При удалении одного атома водорода из бензольного ядра образуется **фенильный ( $C_6H_5-$ ) радикал**, при удалении одного атома водорода из метильного радикала в толуоле образуется **бензильный ( $C_6H_5CH_2-$ ) радикал**.

## Задания

- Назовите критерии ароматичности органических веществ.
- Как классифицируют ароматические углеводороды?
- Какие виды изомерии характерны для гомологов бензола?
- Нарисуйте структурные изомеры гомолога бензола с 10 атомами углерода.
- Определите формулы таких препаратов, как аспирин, амидопирин, анальгин.

# ТЕМА 16. ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

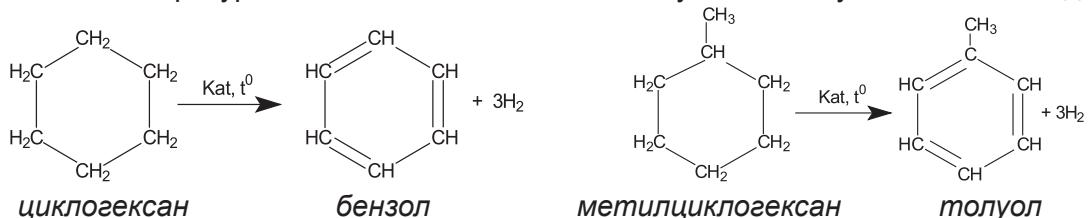
## Изучаемые понятия:

- получение;
- свойства;
- применение.

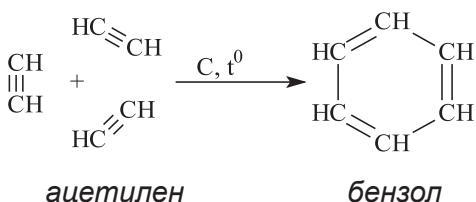
**Получение.** В лаборатории гомологи бензола получают синтезом солей бензойной кислоты с твёрдой щелочью из галогенпроизводных и алкилированием бензола.

## Получение в промышленности

1. Бензол получают дегидрированием циклогексана в присутствии катализатора под действием температуры. Гомологи бензола также могут быть получены этим методом:



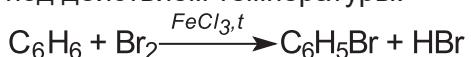
2. Когда ацетилен пропускают через активированный уголь при высокой температуре, он тримеризуется с образованием бензола.



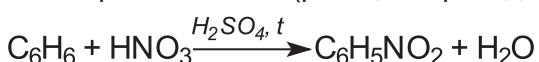
**Физические свойства.** Бензол — бесцветная нерастворимая в воде жидкость с характерным запахом. Температура кипения относительно низкая, при охлаждении легко затвердевает и превращается в белое кристаллическое вещество. С увеличением относительной молекулярной массы ароматических углеводородов увеличивается и их температура кипения.

**Химические свойства.** Бензольное ядро очень стабильно и при нормальных условиях не реагирует с другими веществами. При создании определённых условий он вступает в реакции обмена.

1. Бензольный катализатор вступает в реакцию обмена с галогенами в присутствии соли хлорида железа (III) и под действием температуры.

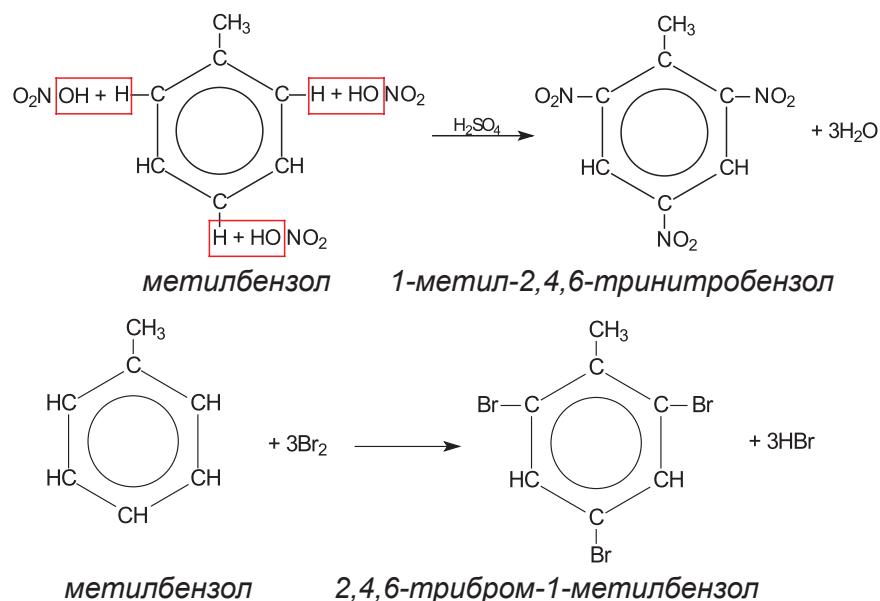


2. Нитробензол образуется при взаимодействии бензола с азотной кислотой в присутствии концентрированной серной кислоты (реакцию проводят при нагревании).

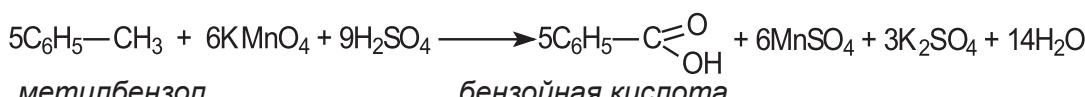


Гомологи бензола легче вступают в реакции замещения.

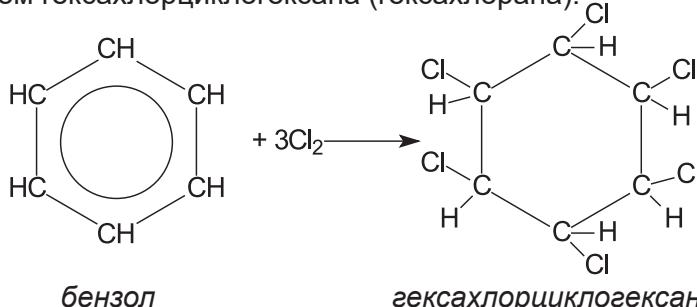
Из-за того, что алкильные радикалы в боковой цепи смещают электронную плотность в сторону бензола, нарушается равномерное распределение электронных облаков в кольце, увеличивается электронная плотность у атомов углерода в положениях 2, 4, 6, и в результате связанные с ними атомы водорода повышаются в возбудимости и стремятся к обмену.



**Реакция окисления.** Бензол очень устойчив к окислению. В отличие от него гомологи бензола легче окисляются. При воздействии на гомологи бензола сильных окислителей ( $\text{KMnO}_4$ ), окисляется только боковая цепь.



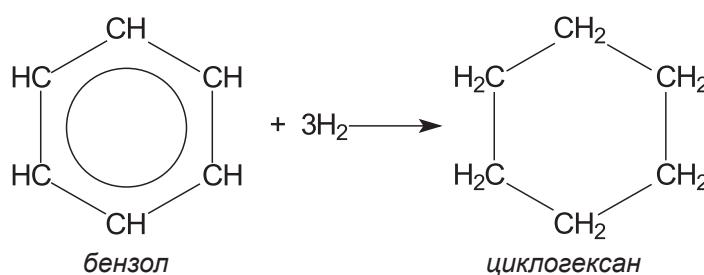
**Реакция присоединения.** Бензол реагирует при воздействии солнечного света или ультрафиолетового света. Бензол соединяется с хлором с образованием гексахлорциклогексана (гексахлорана)



Поскольку бензольное ядро очень стабильно, в нормальных условиях оно не реагирует с другими веществами.

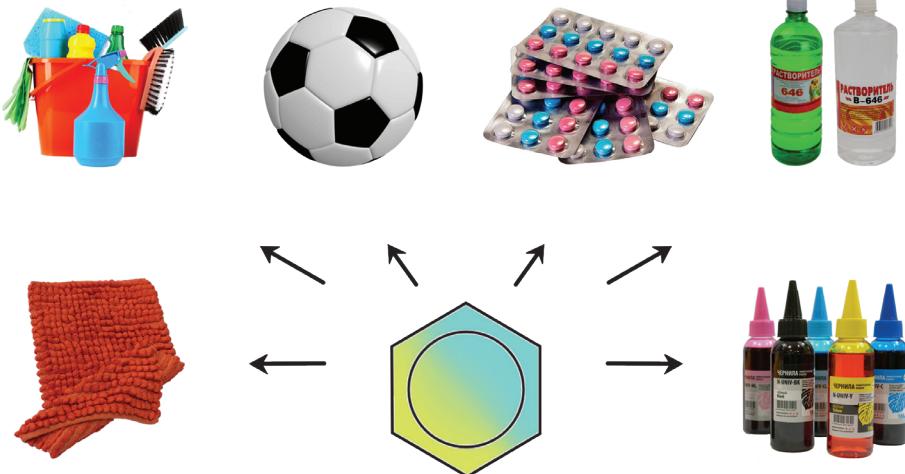
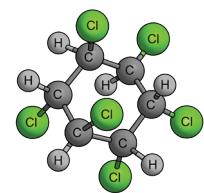
Бензол – очень ядовитое вещество. Бензол и толуол широко используются в качестве растворителей.

При гидрировании бензола образуется циклогексан.





Бензол и его гомологи являются сырьём для производства различных органических веществ. Наиболее часто используемый представитель – бензол. Основными областями применения бензола являются производство этилбензола, кумола, циклогексана и анилина. Толуол (метилбензол) используется как в качестве исходного материала, так и в качестве растворителя для многих синтезов. Толуол является сырьём для производства взрывчатых веществ, бензойной кислоты, сахарина – заменителей сахара. Этилбензол используется для получения стирола, из которого производят полистирол и бутадиен-стирольный каучук. Ксиол и кумол используют как растворители при производстве лакокрасочных материалов. Соответствующие фталевые кислоты получают из изомеров ксиола. Кумол используется для производства фенола и ацетона.



## Задания

- Сравните арены с алканами и алкенами.

Сопоставимые аспекты	Схожесть с алканами	Схожесть с алкенами	Особенные свойства
Общая формула			
Тип гибридизации атомных орбиталей углерода			
Валентный угол			
Строение молекулы			
Расстояние между атомами углерода			
Изомерия			
Химические свойства			
Получение			

- Объясните, чем арены похожи на насыщенные углеводороды?
- Почему бензолу легче вступать в реакции обмена?
- Объясните, чем арены похожи на ненасыщенные углеводороды.
- Почему бензолу труднее вступать в реакцию присоединения?
- Сделайте вывод о свойствах ароматических углеводородов.

## ТЕМА 17. СТИРОЛ, ЕГО ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

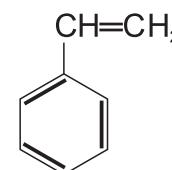
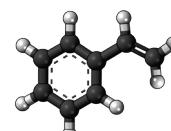
### Изучаемые понятия:

- получение;
- свойства;
- применение.

Стирол является ненасыщенным углеводородом и при нормальных условиях представляет собой бесцветную жидкость с характерным запахом. В природе стирол содержится в очень значительных количествах в смоле или соке деревьев и кустарников, принадлежащих к семейству *styrax*. Он также выделяется в каменноугольных и буроугольных смолах, а также в смеси, полученной в результате термического разложения органических соединений, при крекинге или пиролизе природного газа, нефти и нефтепродуктов.

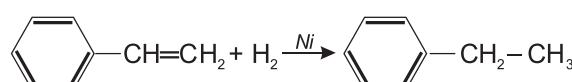
#### Физические свойства стирола:

- $M_r(C_8H_8) = 104,151$ ;
- $t^{\circ}_{\text{плавления}} = 30,6^{\circ}\text{C}$ ;
- $t^{\circ}_{\text{кипения}} = 145^{\circ}\text{C}$ ;
- $t^{\circ}_{\text{воспламенения}} = 490^{\circ}\text{C}$ ;
- хорошо растворяется во многих органических растворителях;
- растворимость в воде – 0,032% при  $20^{\circ}\text{C}$ ;
- растворитель многих органических соединений, в том числе высокомолекулярных веществ, например, полистирола и других полимеров.



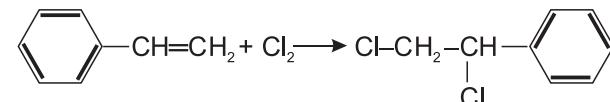
Стирол обладает свойствами ароматических веществ, с одной стороны, и свойствами ненасыщенных олефинов, с другой.

### 1. Гидрогенизация



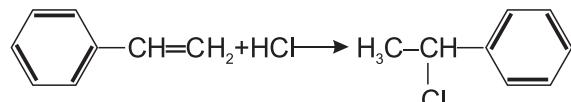
стирол + водород  $\xrightarrow{(\text{Ni})}$  этилбензол

### 2. Галогенирование



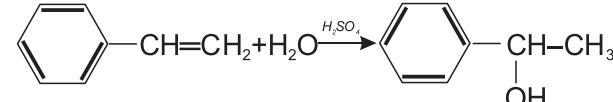
стирол + хлор  $\rightarrow$  (1,2-дихлорэтил) бензол

### 3. Гидрогалогенирование



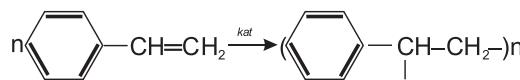
стирол + соляная кислота  $\rightarrow$  (1-хлорэтил) бензол

### 4. Гидратация непредельных соединений



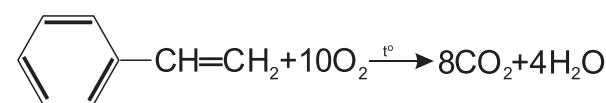
стирол + вода  $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$   $\alpha$ -гидроксиэтилбензол

### 5. Полимеризация непредельных углеводородов



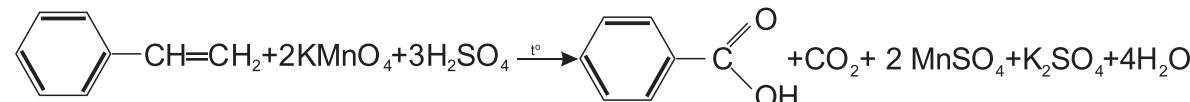
$n$ ·стирол  $\xrightarrow{\text{кат}}$  полистирол

### 6. Горение



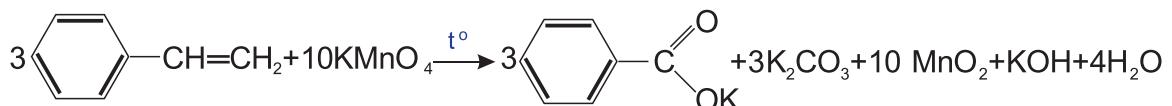
стирол + 10 кислород  $\xrightarrow{(t^{\circ})}$  8 углекислый газ + 4 вода

### 7. Окисление в кислой среде



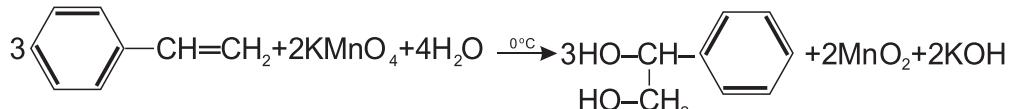
стирол + 2 перманганат калия + 3 серная кислота  $\xrightarrow{(t^{\circ})}$  бензойная кислота + углекислый газ + 2 сульфат марганца(II) + сульфат калия + 4 вода

### 8. Окисление в нейтральной среде



3 стирол + 10 перманганат калия  $\xrightarrow{\text{t}^\circ}$  3 бензоат калия + 3 карбонат калия + 10 оксид марганца(IV) + гидроксид калия + 4 вода

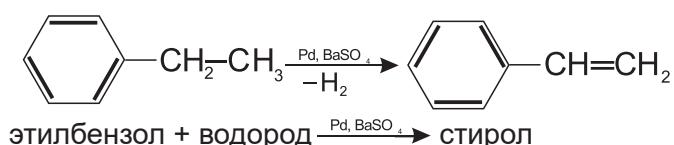
### 9. Лёгкое окисление алkenов с получением диолов



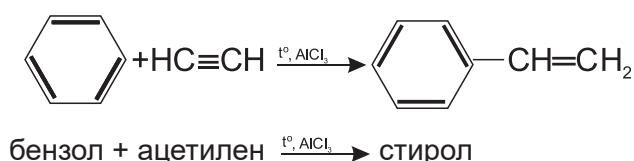
3 стирол + 2 перманганат калия + 4 вода  $\xrightarrow{0^\circ\text{C}}$  3·1-фенилэтиленгликоль + 2 оксид марганца(IV) + 2 гидроксид калия

#### Получение

1. В промышленности стирол в основном получают гидрированием этилбензола в присутствии катализаторов:



2. Алкилирование бензола алкинами:



Стирол – стирольный мономер в производстве АБС-пластиков, стирол-бутадиенового каучука, термопластичных эластомеров, сополимеров с акрилонитрилом, винилхлоридом; сополимеры дивинилбензола – сырьё для ионообменных смол. Это реактивный растворитель для синтетических смол и модификатор для алкидных смол.

#### Задания

- Представьте, что вы директор химического завода. Вам поручено наладить производство стирола. Какое сырьё вы предлагаете для этого? Напишите цепочку химических реакций, необходимых для получения стирола. Какие условия необходимы для протекания реакций?
- Приведите примеры уравнений реакций, демонстрирующих различные свойства бензола и стирола. В чем причина этих различий? Дайте объяснение на основе электронного строения, напишите уравнения реакций.

## ТЕМА 18. ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДОВ. ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

### Изучаемые понятия:

- основные источники;
- природный газ;
- значение природного газа.

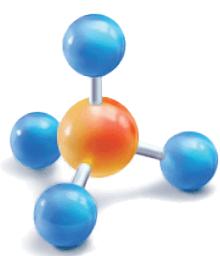
Углеводороды – это органические соединения, состоящие из атомов водорода и углерода. Основными источниками этих веществ являются горючие полезные ископаемые – нефть, природный газ, уголь.

Энергия, выделяющаяся в виде света и тепла, определяется как теплотворная способность топлива или удельная теплота сгорания. Высвобождаемая энергия преобразуется в электроэнергию или используется для обогрева жилых зданий и промышленных процессов. Отдельные группы полезных ископаемых образуют разные виды топлива: торф, уголь, горючие сланцы, нефть и горючие газы.

Уголь	Торф	Нефть	Природный газ
Твёрдый	Твёрдый	Жидкий	Газообразный
Без запаха	Без запаха	Резкий запах	Без запаха
Однородный состав	Однородный состав	Смесь веществ	Смесь веществ
Горная порода темного цвета с большим количеством горючего материала, образовавшаяся в результате накопления различных растений в осадочных слоях	Накопление полуразложившейся массы от растений, прорастающих на дне болот и озёр	Горючая маслянистая жидкость природного происхождения, состоящая из смеси жидких и газообразных углеводородов	Смесь газов, образующаяся при анаэробном разложении органического вещества

**Природный газ** – это минеральное сырьё, находящееся в газообразном состоянии, из него выделяются компоненты природного газа для отдельного использования и используются в качестве топлива.

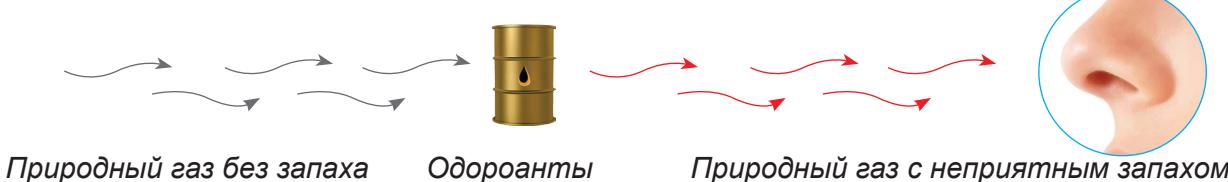
### Из чего состоит природный газ?



98% природного газа составляет метан  $\text{CH}_4$  – простейший углеводород. Природный газ обычно содержит более тяжёлые углеводороды, гомологи метана: этан ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), бутан ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) и некоторые неуглеводородные соединения.

Природный газ может существовать в виде газовых залежей, расположенных в пластах определённых горных пород, в виде газовой шапки над нефтью, а также в расплавленном или кристаллическом виде.

**Запах газа.** Интересно, что ни один из этих газов не имеет ни цвета, ни запаха. Характерный неприятный запах, с которым в быту сталкивается практически каждый, искусственно придан газу и называется одоризацией. В качестве одорантов, т. е. веществ с неприятным запахом, обычно используют соединения, содержащие мало серы. Один из самых распространенных запахов, этантиол, может быть обнаружен человеком даже при концентрации в воздухе 50 частей на миллион. Благодаря одоризации помогает обнаруживать утечки газа в экстренных ситуациях.



### Физические свойства природного газа

- Температура самовоспламенения 650 °C; удельная теплота сгорания приблизительно 28–46 MJ/ m<sup>3</sup>;

плотность в сухом газообразном состоянии 0,68 – 0,85 kg/m<sup>3</sup>, в жидким состоянии – 400 kg/m<sup>3</sup>.

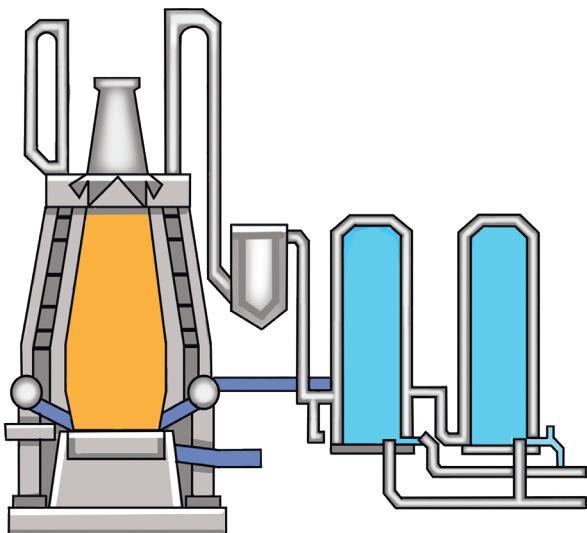
Чистый газ горит голубым пламенем, но примеси могут менять цвет, что позволяет судить о качестве газа. В частности, жёлтый цвет появляется из-за недостатка кислорода и неполного сгорания газа, в результате чего образуются сажа и оксид углерода (II).

**Природный газ и воздух.** Природный газ в чистом виде представляет собой бесцветное вещество без запаха. Природный газ поднимается вверх при утечке, потому что он в 1,8 раза легче воздуха. При смешивании природного газа с воздухом образуется взрывоопасная смесь.

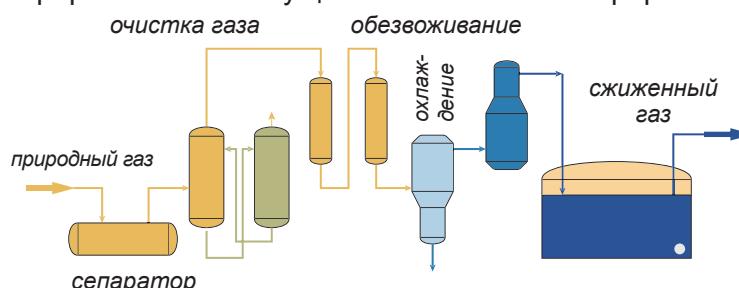
Природный газ – самое чистое углеводородное топливо. При его сжигании образуются только вода и углекислый газ, а при сжигании нефтепродуктов и угля образуются сажа и зола. Кроме того, в результате сжигания природного газа выделение углекислого газа, вызывающего парниковый эффект, невелико, поэтому природный газ называют зелёным топливом. Благодаря своим высоким экологическим показателям природный газ занимает лидирующие позиции в энергетике мегаполисов.

**Природный газ – моторное топливо.** В качестве моторного топлива используется природный газ. Сжатый (или сжиженный) метан стоит вдвое дешевле бензина с октановым числом 76, продлевает срок службы двигателя и менее вреден для городской среды. Газ можно использовать в традиционных автомобилях, сельском хозяйстве, водном, воздушном и железнодорожном транспорте.

**Переработка газа.** Первичная переработка газа осуществляется на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ). Помимо метана, природный газ обычно содержит различные примеси, которые необходимо отделять. Это азот, углекислый газ, сероводород, гелий, водяной пар. Поэтому в первую очередь газ в



Металлургическая промышленность также использует большой объём газа





ГПЗ проходит специальную обработку – очистку и осушку, газ сжимается до давления, необходимого для переработки. На нефтеперерабатывающих заводах газ разделяется на летучий природный газ и очищенный газ. Затем этот продукт закачивается в магистральные газопроводы. Этот же очищенный газ идёт на химические заводы, где из него производят метanol и аммиак.

После отделения от газа нестабильный природный бензин направляют на газофракционирующие установки, где из этой смеси выделяют лёгкие углеводороды: этан, пропан, бутан, пентан.

Эти продукты также становятся сырьём для дальнейшей переработки. Из них получают, например, полимеры и каучук. Смесь пропана и бутана является готовым продуктом – её закачивают в баллоны и используют в качестве бытового топлива.

**Краска, клей и уксус.** Метanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), получаемый из природного газа, может быть сырьём для производства более сложных химических веществ: формальдегида, изоляционных материалов, лаков, красок, клеев, присадок к топливу, уксусной кислоты. Минеральные удобрения также получают из природного газа путём ряда химических превращений. Первый этап – аммиак. Процесс получения аммиака из газа аналогичен получению газа из жидкости, но с использованием других катализаторов, давления и температуры.

### Как из природного газа получают аммиак?

Сначала природный газ очищается от серы, затем смешивается с нагретым водяным паром и поступает в реактор. Здесь он пробивает слои катализатора. Эта стадия называется первичной парогазовой обработкой. Из реактора выходит газовая смесь, состоящая из водорода, метана, углерода (IV) и (II)-оксида. Затем эту смесь направляют на вторичный паровоздушный рифформинг. Воздух смешивается с кислородом, паром и азотом в необходимом соотношении. На следующем этапе производится очистка от смеси  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$ . После этого смесь водорода и азота приводит к собственно синтезу аммиака.

Природные газы обычно сопутствуют в нефти и выделяются при её добыче. Попутные газы содержат меньше метана, но больше этана, пропана, бутана и высших углеводородов. Кроме того, они содержат добавки, аналогичные другим природным газам, не связанным с нефтяными месторождениями, такие как: сероводород, азот, инертные газы, водяной пар, углекислый газ.

Ранее попутные газы не использовались и сжигались факельным сжиганием при добыче нефти. В настоящее время предпринимаются усилия по их улавливанию и использованию как в качестве топлива, так и в качестве ценного химического сырья. Из попутных газов, а также из газов, полученных при крекинге нефти, извлекают отдельные углеводороды путём перегонки при низких температурах. Путём дегидрирования пропана и бутана получают ненасыщенные углеводороды: пропилен, бутилен и бутадиен, а затем из них синтезируют каучук и пластмассы.



Аммиак используется не только как удобрение, но и как хладагент в холодильном оборудовании. Используется как сырьё для производства азотной кислоты, аммиачной селитры, карбамида.



### Решение задач.

1. Определите массу (g) образованного углекислого газа, если для сжигания метана в природном газе было использовано 67,2 л (н.у.с.) кислорода.

**Решение задачи.** Сначала напишем реакцию горения метана.



Из реакции известно, что при взаимодействии 2 молей кислорода выделяется 1 моль углекислого газа. Итак, находим моль кислорода и вычисляем пропорцию.

$$n = \frac{67,2}{22,4} = 3 \text{ mol}$$

Если при участии в реакции 2 молей кислорода образуется 1 моль углекислого газа, то какое количество газа образуется из 3 молей кислорода?

$$x = \frac{3 \cdot 1}{2} = 1,5 \text{ mol CO}_2$$

Теперь найдем массу образовавшегося газа:

$$m = M_r \cdot n \quad m = 44 \cdot 1,5 = 66 \text{ g}$$

**Ответ:** 66 г.

2. Определите количество (моль) ацетилена, которое можно получить из 6 молей метана.



**Решение задачи.** Сначала напишем реакцию разложения метана:

$$x \text{ (mol)} = \frac{6 \cdot 1}{2} = 3 \text{ mol C}_2\text{H}_2$$

Из реакции известно, что при взаимодействии 2 молей метана выделяется 1 моль газообразного ацетилена. Итак, давайте сопоставим результаты.

Если в реакции участвует 2 моля метана, образуется 1 моль ацетилена, какое количество газа образуется из 6 молей метана?

### Задания

1. Используя текст учебника:
  - а) напишите примерный состав природного газа;
  - б) нарисуйте схему, показывающую его применение.
2. Объясните преимущества природного газа.
3. Определите массу (g) воды, образовавшейся при сжигании метана в природном газе 22,4 л (н.у.) кислорода.



## ТЕМА 19. НЕФТЬ И ПРОДУКТЫ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

### Изучаемые понятия:

- фракции;
- крекинг;
- значение нефти.



Нефть представляет собой природную маслянистую горючую жидкость с характерным запахом. Цвет нефти преимущественно коричневый, тёмно-коричневый (до чёрного), реже жёлтый и зелёный. Почти бесцветное, так называемое «белое масло» встречается очень редко. Цвет нефти зависит от растворенных в них смол. Нефть представляет собой смесь жидких

углеводородов (парафиновых, наftenовых и ароматических), в которой растворены газообразные и твёрдые углеводороды. В небольших количествах присутствуют соединения серы и азота, органические кислоты и другие химические соединения.

Природная нефть, добываемая из-под земли, всегда содержит некоторое количество растворенных газов (спутниковых и природных), в основном метана и небольших количеств его гомологов.

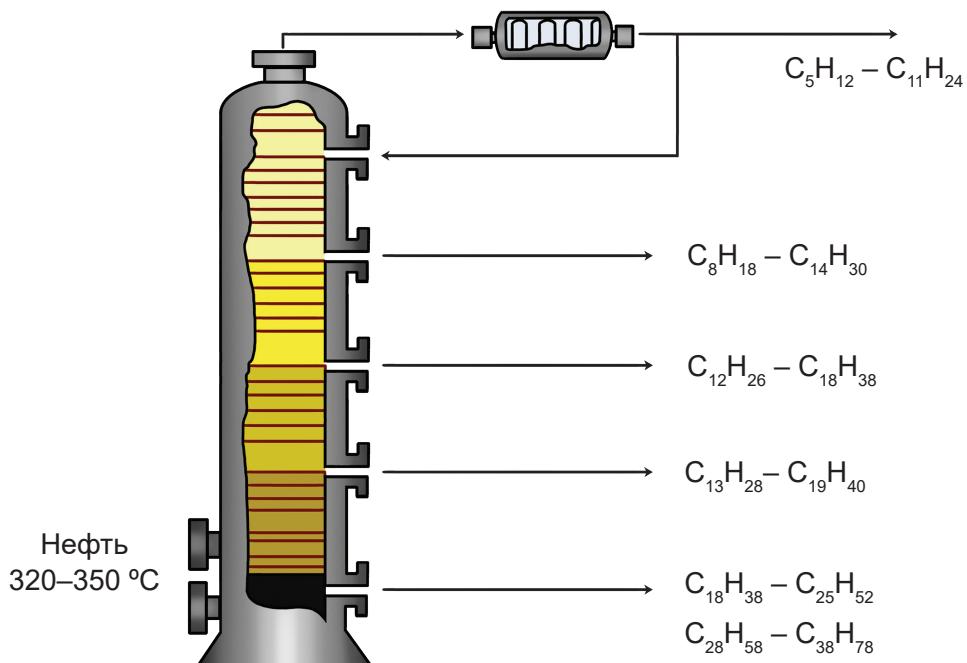
**Основные химические элементы, входящие в состав нефти.** Углерод – 83–87%, водород 12–14% и сера – до 7%. Водород и сера обычно находятся в форме сероводорода или меркаптанов, вызывающих коррозию оборудования. Нефть содержит до 1,7% азота и до 3,5% кислорода в различных сочетаниях. Редкие металлы (такие как V, Ni и др.) также присутствуют в очень небольших количествах. В зависимости от разрабатываемого месторождения характеристики и состав нефти могут сильно различаться. Её плотность от 0,77 до 1,1 g/cm<sup>3</sup>. Часто встречается нефть плотностью 0,82–0,92 g/m<sup>3</sup>. Температура кипения зависит от химического состава.

Она варваруется от 30 до 600 °C, и на этом свойстве основано фракционирование нефти. Вязкость сильно зависит от температуры. Поверхностное натяжение может быть разным, но всегда меньше, чем у воды: это свойство используется для выдавливания нефти из пор породы-коллектора водой.

Нефтепереработка – основа современной технологической цивилизации. Чтобы понять это, оглянитесь вокруг: большинство вещей вокруг нас получены из нефти или непосредственно связаны с ней. Ведь нефть – чрезвычайно сложная смесь углеводородов с разными свойствами. При переработке нефти её очищают от газов, воды и соединений серы, наftenовых кислот и солей, после чего масло направляют на фракционирование. Получается ряд фракций.

Газы ректификации представляют собой смесь низкомолекулярных углеводородов (преимущественно пропан и бутан) с температурой кипения до 40 °C.





Газолиновая фракция – углеводороды состава от  $C_5H_{12}$  до  $C_{11}H_{24}$ . При переработке этой фракции получают бензин (температура кипения до 40–70 °С) и бензин (температура кипения до 70–120 °С).

Лигроиновая фракция – углеводороды состава от  $C_8H_{18}$  до  $C_{14}H_{30}$  (температура кипения 150–250 °С).

Керосиновая фракция – углеводороды состава от  $C_{12}H_{26}$  до  $C_{18}H_{38}$  (температура кипения 180–300 °С).

Газоилевая фракция – углеводороды состава от  $C_{13}H_{28}$  до  $C_{19}H_{40}$  (температура кипения 200–350 °С).

Остаточный продукт бурения нефтяных скважин представляет собой смесь углеводородов с числом атомов углерода от 18 до 50 в молекуле мазута. Дизельное топливо ( $C_{18}H_{38} - C_{25}H_{52}$ ) и соляровые масла ( $C_{28}H_{58} - C_{38}H_{78}$ ) получают путём перегонки мазута под низким давлением.

При переработке мазута образуется твёрдый остаток, называемый гудроном (битумом), он используется при изготовлении битумных и асфальтовых дорожных покрытий.

**Переработка нефти.** Основной задачей нефтепереработки является получение необходимых фракций из сырой нефти. Все это происходит на приводных валах, самой выразительной детали экстерьера любого нефтеперерабатывающего завода. Перегонка на этих гигантских цилиндрах продолжается непрерывно.

Нефть можно разделить на два основных компонента: углерод (около 85%) и водород (около 15%). Бензин получают из нефти – путём платформинга, риформинга, гидрореформинга или известным методом термического и каталитического крекинга, который является самым оптимальным в химическом производстве в мире.



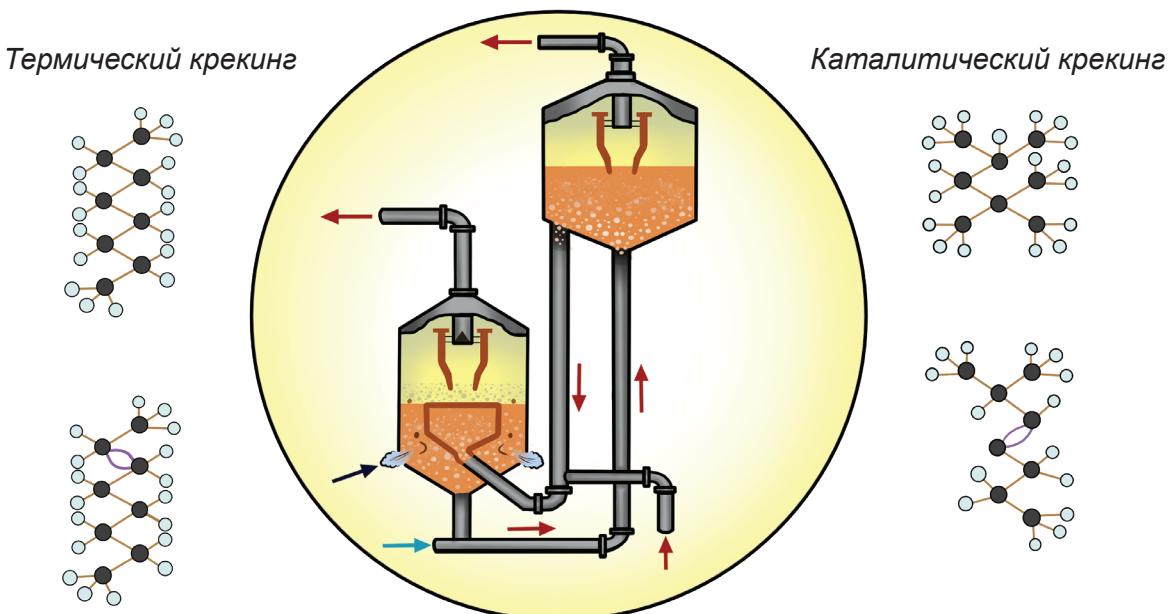
Крекинг нефти позволяет увеличить выход бензина. В результате этого процесса входящие в состав нефти высокомолекулярные углеводороды расщепляются и образуются низкомолекулярные углеводороды. В процессе крекинга наряду с разложением углеводородов в нефти протекают такие процессы, как **дегидрирование, циклизация, изомеризация, полимеризация**.

**Термический крекинг.** Он заключается в нагревании высокомолекулярных углеводородов мазутовой фракции при высоких температурах ( $470\text{--}550\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) под давлением 20–70 атмосфер без доступа воздуха, и они превращаются в низкомолекулярные углеводороды. Таким способом получают автомобильный бензин.

**Катализитический крекинг.** Этот процесс проводят при температуре  $460\text{ }^{\circ}\text{C}$  и в присутствии катализатора (алюмосиликаты и  $\text{AlCl}_3$ ). В основном этим способом получают авиационный бензин.

Крекинг нефти позволяет увеличить выход бензина до 65–70%. Газы, выделяющиеся при крекинге, также имеют большое значение. Они представляют собой ненасыщенные углеводороды, являющиеся сырьем для химической промышленности.

«Крекинг» — это английское слово, которое означает «расщепление».

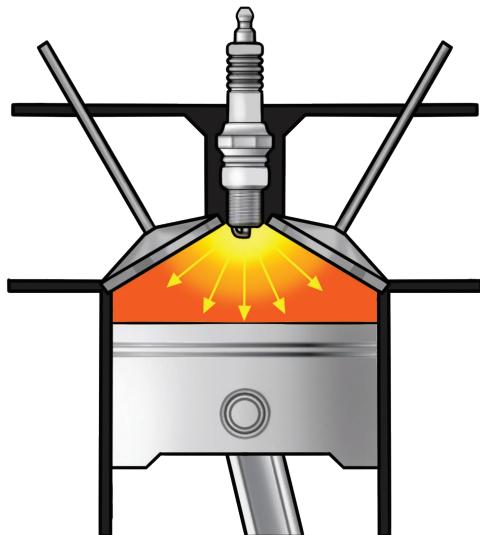


**Октановое число.** Мощность бензинового двигателя, его экономичность, надежность работы, расход топлива и масла, токсичность выхлопных газов во многом зависят от качества используемого топлива. Для обеспечения надежной работы двигателей автомобилей во всех режимах бензин должен соответствовать определённым требованиям.

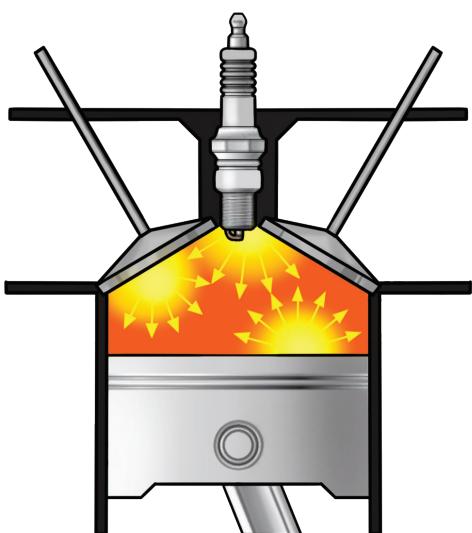
Вначале в цилиндр двигателя поступает смесь бензина и воздуха, которая сжимается поршнем. При возврате поршня, смесь воспламеняется от электрической искры. В результате образуется большое количество газов и при высокой температуре под действием высокого давления поршень сильно движется.



Известно, что смесь углеводородов нормального строения с воздухом при сжатии поршнем не выдерживает высокого давления и самовозгорается раньше положенного времени. Это возгорание уменьшает полезное движение поршня, снижая мощность двигателя. Такое преждевременное сгорание бензина называется детонацией.



*Правильный процесс сгорания*



*Неправильный процесс сгорания*

Способность топлива противостоять детонации оценивается октановым числом. Поэтому для снижения детонации двигателя необходимо выбирать тип бензина с октановым числом, соответствующим конструкции двигателя.

Изооктан представляет собой углеводород с изомерной структурой –  $C_8H_{18}$ , а устойчивость к детонации принимается равной 100.

Нормальный гептан –  $C_7H_{16}$  – углеводород парафинового ряда, с линейной нормальной структурой. Гептан сильно детонирует, его стойкость к детонации равна 0. Октановое число смеси гептан-изооктан соответствует процентному содержанию изооктана в смеси.

## Задания

1. От чего зависит качество бензина?
2. Какие существуют способы повышения октанового числа бензина?
3. Какие свойства будет иметь бензин после повышения октанового числа?
4. Посмотрите популярные марки бензина и определите октановое число.
5. Сравните методы каталитического и термического крекинга, почему авиационное топливо получают при каталитическом крекинге?



## ТЕМА 20. КАМЕННЫЙ УГОЛЬ

### Изучаемые понятия:

- фракции;
- коксование;
- значение каменного угля.

Каменный уголь – горная порода тёмного цвета с большим количеством горючих веществ, образовавшаяся в результате накопления остатков различных растений в осадочных слоях.

В состав каменного угля в основном входят углерод, различные смеси углеводородов, небольшое количество летучих веществ и вода. Ценность угля зависит от количества энергии, выделяемой при сгорании, и образующейся золы.



Во всем мире разновидности угля различного состава используются в качестве топлива для производства электроэнергии и стали.

Ангренский угольный разрез — один из крупнейших рудников в Центральной Азии. Этому руднику принадлежит 85% добываемого в нашей стране твёрдого топлива. В процессе добычи угля за счёт дробления выделяется около 30 % твёрдого топлива. Это сырьё перерабатывается и производится новый вид продукции – угольные брикеты. Компактная форма угольного брикета делает его удобным в транспортировке, хранении и использовании. Кроме того, обычный уголь долго горит по сравнению с другими видами твёрдого топлива, содержит меньше вредных веществ и не теряет своей первоначальной формы даже после сжигания.

Значение угольного бассейна зависит от количества и качества ресурсов, степени его подготовленности к промышленному использованию, объёма добываемого угля, особенностей географического положения. Угольный бассейн местного значения снабжает топливом определённый район.

### Химический состав угля

C 75–92%	H 2,5–5,7%	O 1,5–15%	N до 2,7%	S 0–4%
-------------	---------------	--------------	--------------	-----------

Одним из основных способов переработки угля является коксование – нагревание угля без доступа воздуха при температуре 1000 °C.



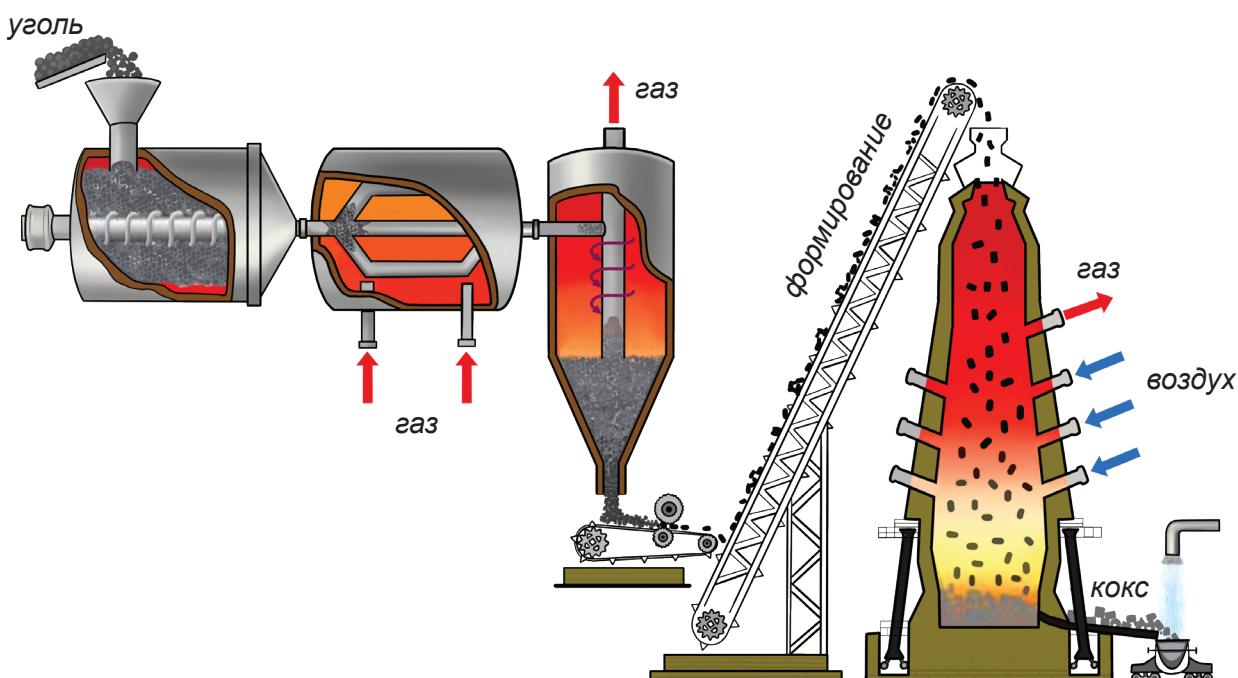
**Коксование угля** имеет большое промышленное значение. Процесс коксования осуществляется на коксохимических заводах. Здесь перерабатывается уголь (выделение летучих веществ 35–40%). Процесс проводят в герметичных камерных (трубчатых) печах вместимостью до 30–40 тонн. Внутренние стены печи облицованы жаростойким силикатным кирпичом.

Основные продукты коксования угля:

- **Коксовый газ** – из него получают технический бензол (смесь легкокипящих аренов).
- **Каменноугольная смола** – разделяется на арены, фенолы и производные пиридин на путём её возгонки. Это ценное сырьё, из которого производят краски, растворители, взрывчатые вещества, лекарственные и парфюмерные препараты, пестициды.
- **Каменноугольная зола** – используется при приготовлении асфальта и в качестве наполнителя.
- **Кокс** используется в металлургии, а кокс, полученный из газового угля, используется в производстве синтез-газа и карбида кальция.

#### Стадии коксования:

- сушка угля при температуре 100–120 °C;
- подогрев угля при температуре 300–350 °C;
- размягчение и плавление угля при температуре 350–500 °C;
- застывание раствора и образование полукокса при температуре 500–600 °C;
- горение кокса при температуре 600–1100 °C в течение нескольких часов. На этом этапе из смеси удаляются все летучие вещества, а аморфный углерод превращается в кристаллический графит. При перекристаллизации и обжиге кокса его прочность и твёрдость увеличиваются в 30–40 раз. Коксование угля осуществляют в камерных коксовых печах высотой 4–6 м, длиной 12–15 м и шириной не более 0,5 м.



**Коксование** – нагревание угля 1000 °C без доступа воздуха. В результате коксования получают более 250 видов продукции. Виды угля – каменный уголь, бурый уголь, антрацит. Угольные фракции отличаются друг от друга температурой.

Путём сухой возгонки каменного угля получают смолу. Каменноугольная смола содержит ароматические и гетероциклические соединения. Органические соединения в ней разделены на фракции. Эти фракции отличаются друг от друга по температуре:

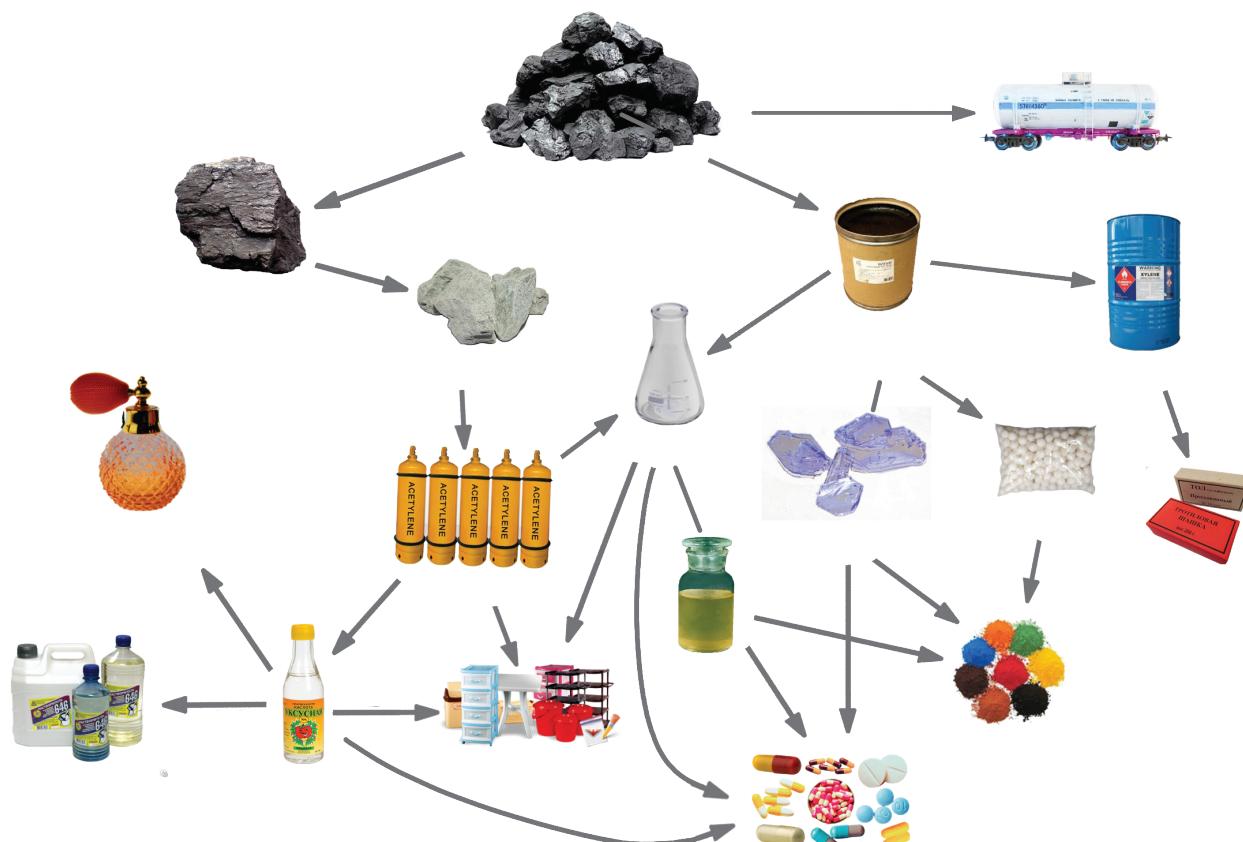
- 170 °C – лёгкая фракция нефти;
- 170 °C – 230 °C – фенольная фракция;
- 230 °C – 270 °C – нафталиновая фракция;
- 270 °C – 350 °C – антраценовая фракция.

### Пековая фракция.

При охлаждении каменноугольного кокса до 25–79 °C получают каменноугольную смолу, аммиачную воду и коксовый газ.

Аммиачная вода представляет собой водный раствор, состоящий из аммиака и хлористого аммония, который используется в производстве азотных удобрений. В состав коксового газа входят бензол, толуол, ксиолы, фенол, аммиак, сероводород и другие вещества.

После выделения из коксового газа аммиака и сероводорода получают бензол и другие ценные вещества.



### Задания

1. Перечислите основные продукты, получаемые при коксации.
2. Чем различаются фракции угля?
3. Приготовьте проектную работу на одну из этих тем: «Хозяйственное значение нефтяной, газовой, угольной промышленности», «Проблема добычи полезных ископаемых», «Загрязнение воды и воздуха нефтегазовой, угольной промышленностью», «Последствия загрязнения биосферы», «Биотопливо».

## ТЕМА 21. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШАРО-СТЕРЖНЕВЫХ МОДЕЛЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

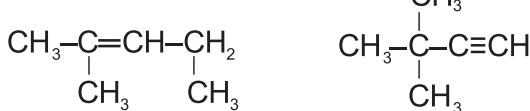
### Изучаемые понятия:

- модели молекул органических веществ;
- номенклатура органических веществ.

**Оборудование:** набор шаро-стержневых моделей молекул, пластилин разных цветов, спички, периодическая таблица предельных углеводородов.

**I вариант.** 1. Составьте модели молекул: а) бутана, б) циклопропана. Нарисуйте молекулярные модели в тетради. Напишите структурные формулы этих веществ. Найдите их молекулярные массы.

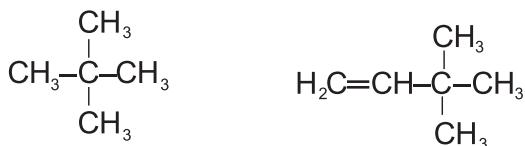
2. Назовите вещества:



3. Напишите структурные формулы веществ: а) бутена-2, напишите его изомер; б) 3,3-диметилпентен-1.

**II вариант.** 1. Составьте модели молекул: а) 2-метилпропана, б) циклобутана. Нарисуйте молекулярные модели в тетради. Напишите структурные формулы этих веществ. Найдите их молекулярные массы.

2. Назовите вещества:



3. Напишите структурные формулы веществ: а) 2-метилбутен-1 и его изомер; б) пропин.

**III вариант.** 1. Создайте модели молекул: а) 1,2-дихлорэтана; б) 2,3-диметилгексана. Нарисуйте в тетради молекулярные модели. Напишите структурные формулы этих веществ. Во сколько раз дихлорэтан тяжелее воздуха?

2. Назовите вещества:



3. Напишите структурные формулы веществ: а) 2-метилбутен-2 и его изомер; б) 3,4-диметилпентен-1.

### Задания

- Найдите молекулярную формулу вещества, содержащего 92,3% углерода и 7,7% водорода, с относительной плотностью 39 по отношению к водороду.
- Какой объём углекислого газа выделяется при полном сгорании 72 г моторного топлива, состоящего из пропана?
- Напишите формулы пространственного строения следующих веществ по формуле органического соединения: А) нонан; В) декан; С) гексан; Д) октан.



## ТЕМА 22. ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ УГЛЕВОДОРОДОВ, ПРОДУКТЫ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ И ИХ ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

### Изучаемые понятия:

- экономика и экологические проблемы.



Современная мировая экономика требует большого количества энергии, основную часть которой составляют нефть и природный газ, а состояние окружающей среды часто ставится на второе место. Геологические и биологические условия нашей планеты давно меняются, что приводит к глобальным проблемам.

Эти изменения происходят при добыче нефти, газа и угля, их первичной переработке и последующей транспортировке, а также хранении и переработке получаемых продуктов.

Загрязняющие вещества изменяют состав воды, воздуха и почвы. Это вызывает множество глобальных экологических проблем, таких как изменение климата, кислотные дожди, вымирание многих видов растений и животных и нехватка чистой пресной воды.



### Проблема добычи полезных ископаемых

Многие экологические проблемы начинаются еще при добыче полезных ископаемых. Например, взрывчатые вещества используются в процессе раскопок в угольных шахтах. Также при подземных работах проседают слои грунта, возникает опасность обрушения, возникают оползни. Во избежание этого пространство, где добывается уголь, необходимо заполнить другими материалами и камнями. В процессе добычи угля изменяются природные ландшафты, разрушается почвенный покров.



### Загрязнение воды и воздуха

Нефтеперерабатывающие заводы в каждой стране мира ежедневно выбрасывают вредные вещества не только в атмосферу, но и в воду и почву. Процессы каталитического крекинга являются основным источником вредных веществ.



При добыче угля в воздух выбрасываются метан, токсичные соединения, твёрдые и газообразные вещества, загрязняющие атмосферу.

В районе расположения рудника происходит загрязнение водных ресурсов: токсичные микроэлементы, твёрдые вещества и кислоты попадают в подземные воды, реки и озёра. Они изменяют химический состав воды, делая её непригодной для питья, купания и бытового использования. Не следует забывать, что из-за загрязнения акваторий флора и фауна реки гибнут, а их уникальные виды находятся на грани исчезновения.

**Последствия загрязнения биосфера.** Негативные последствия нефтегазовой и угольной промышленности заключаются не только в загрязнении природы, но и негативно влияет на людей:

- сокращение продолжительности жизни людей, проживающих в районах ведения нефте- и угледобычи;
- увеличение аномалий и патологий;
- рост неврологических и онкологических заболеваний.

### Какие новые технологии вы бы порекомендовали?

Есть ли в вашем районе нефть, природный газ, угольные шахты или нефтеперерабатывающие заводы? Каково положительное влияние этих предприятий на развитие нашей страны? Заметили ли вы экологический ущерб этого производственного предприятия? Как преодолеть эту порчу? Какие движения вы предприняли для этого?

**Биотопливо.** Кочевые племена начали использовать высушенный навоз животных в качестве топлива для огня тысячи лет назад. Выделяемого от этого вида топлива тепла хватало не только для приготовления пищи, но и для обогрева домов. Этот метод использования птичьего помета и навоза используется до сих пор. Зола, оставшаяся после сжигания этого топлива, является одним из калийно-фосфатных удобрений, а также прекрасным щелочным средством. Однако брикеты из навоза обеспечивают максимальную эффективность только при правильном их изготовлении. Подогреватель также нужно будет адаптировать для работы на этом топливе.

За счёт чего горят навозные брикеты?

Для ответа на этот вопрос необходимо учитывать условия, возникающие при кормле-

нии и пищеварении животных. Корм для домашних животных содержит белки, углеводы, жиры, траву или сено – клетчатку (целлюлозу). Все эти вещества объединяет одно: их химический состав состоит из углерода и водорода.

Пища, смешанная с желудочным соком, подвергается ферментации в желудочно-кишечном тракте, т. е. сложные вещества (биополимеры) расщепляются до простых веществ (монализомеры). При этом часть веществ всасывается через стенки кишечника и становится соединениями, пригодными для питания клеток всех тканей животных или птиц.

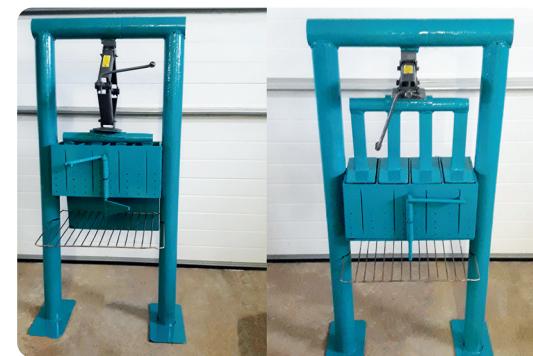
### Способы приготовления сухого топлива

Для производства топлива из навоза используются разные методы. Важнейшим процессом во всех них является тщательная сушка топливных брикетов. Одним из критериев готовности топлива является исчезновение неприятного запаха.

#### Современные методы



Сушка с использованием сепаратора



Сушка с использованием пресса

Поэтому брикеты из навоза являются хорошей альтернативой любому другому топливу. Несмотря на несколько более низкую теплотворную способность, чем у угля, этот вид сухого навоза очень подходит для любых твёрдотопливных отопительных приборов. Не оказывает отрицательного воздействия на окружающую среду. При использовании этого метода одной из обязательных задач 12-й цели Программы устойчивого развития «Обеспечить переход к рациональным моделям потребления и производства» является использование энергии без ущерба для природы.

#### Задания

1. Что такое альтернативное топливо?
2. Почему вы считаете этот вопрос актуальным сегодня?
3. Какой источник энергии используется для обогрева вашего дома?
4. Как решить существующие проблемы, связанные с нехваткой энергии для отопления и приготовления пищи?

**Задача:** создать проект мини-бизнеса по получению этилена крекингом нефти, оценив его рентабельность.

**I этап.** Ознакомьтесь с таблицей 1 по техническим характеристикам процесса производства этилена; ознакомьтесь с условными данными в таблице 2 о затратах и выгодах производства этилена.

Таблица 1. Технологическое описание процесса

1	Выделение этилена при перегонке бензина	30%
2	Выделение дополнительных продуктов	46%

Таблица 2. Описание расходов и доходов

	Наименование	Цена
1	Выделение этилена при перегонке бензина	350
2	Энергозатраты на переработку 1 тонны сырья (высокая $t^\circ$ крекинга)	100
3	Стоимость рабочей силы, оборудования и расходных материалов	130
4	Цена реализации 1 тонны этилена (сум)	500
5	Затраты на реализацию дополнительной продукции из 1 тонны бензина	800

**II этап. Проект.** Выполните экономические расчёты, используя условные данные в таблицах 1 и 2.

Расход бензина на производство 1 тонны этилена (т)	
Общие затраты на производство 1 тонны этилена (сум)	
Общий доход от реализации этилена и побочных продуктов (сум)	
Прибыль от производства этилена (сум)	

**III этап. Сделайте вывод по итогам расчётов:**

- Является ли производство прибыльным?
- Рост цен на нефть. Как влияет на рентабельность производства повышение цены этилена?

*O'quv nashri*

# KIMYO

*Umumiy o'rta ta'lim maktablarining  
10-sinfi uchun darslik  
(Rus tilida)*

Перевод *Пулатова Шахноза*  
Редактор-корректор *Раджабова Умидা*  
Технический редактор *Сулаймонов Акмал*  
Художественный редактор *Фармонов Сарвар*  
Художник *Расулов Акмал*  
Дизайнер *Акилов Алимардон*  
Компьютерная верстка *Камилов Алишер*

Подписана в печать 23.09.2022. Формат 60x84 1/8.  
Гарнитура «Arial». Кегль 11. Печать офсетная.  
Усл.печ.л. 22,32. Уч.-изд.л 15,87.  
Тираж . Заказ № .

**Сведения о состоянии учебника, выданного в аренду**

№	Фамилия, имя ученика	Учебный год	Состояние учебника при получении	Подпись классного руководителя	Состояние учебника при сдаче	Подпись классного руководителя
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Таблица заполняется классным руководителем при передаче учебника в аренду и возврате в конце учебного года. При заполнении таблицы используются следующие оценочные критерии:

Новый	Состояние учебника при первом использовании.
Хороший	Обложка цела, не оторвана от основной части книги. все страницы в наличии, не порваны, на страницах нет записей и помарок.
Удовлетворительный	Обложка не смята, слегка испачкана, края стёрты. Удовлетворительно восстановлен пользователем. Вырванные страницы восстановлены, но некоторые страницы исчерчены.
Неудовлетворительный	Обложка испачкана, порвана, корешок оторван от основной части книги или совсем отсутствует. Страницы порваны, некоторых вообще не хватает, имеющиеся исчерчены. Учебник к дальнейшему пользованию не пригоден, восстановить нельзя.