

ДЕРЯБИНА Н.Е.

Учебник - тетрадь

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
Углеводороды и их
монофункциональные производные

учени _____ класса

средней школы № _____

г. _____

Москва
2012

УДК 547
ББК 24.23
Д36

Д36 Дерябина Н.Е. Органическая химия. Книга 1. Углеводороды и их монофункциональные производные. Учебник-тетрадь. - М.: ИПО «У Никитских ворот», 2012, - 200 с.



ISBN 978-5-91366-375-7

Пособие содержит учебный материал по органической химии, построенный на идеях системного и деятельностного подходов к обучению. Оно объединяет в себе учебник и рабочую тетрадь на печатной основе и отличается от традиционного тем, что содержит набор заданий, при последовательном выполнении которых ученик открывает и систематизирует новые для себя знания. Пособие также содержит программы деятельности, включающие подробные инструкции, необходимые для того, чтобы освоить наиболее важные умения.

Форма рабочей тетради позволяет учителю индивидуализировать и дифференцировать работу учеников, направлять каждого по наиболее оптимальному пути, выбирая упражнения определенной степени сложности и позволяя двигаться с собственной скоростью. Работа с пособием, включающим тетрадь на печатной основе, дает возможность выполнять большинство упражнений прямо в книге, что экономит время и освобождает его для решения дополнительных задач.

В комплекте с данным пособием предлагается сборник, содержащий дополнительные упражнения по каждой теме.

Следующие части курса представлены в пособиях «Органическая химия. Книга 2. Гетерофункциональные и высокомолекулярные соединения» и «Органическая химия. Книга 3. Электронные эффекты и механизмы реакций» (готовятся к печати).

ISBN 978-5-91366-375-7

© Дерябина Н.Е., 2012

§ 19. ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗОМЕРИЯ

Пространственные изомеры (стереоизомеры) - изомеры, в молекулах которых атомы при одинаковой последовательности соединения друг с другом по-разному расположены в пространстве.

Стереизомеры незначительно отличаются друг от друга по своим физическим и химическим свойствам.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ (ЦИС-ТРАНС) ИЗОМЕРИЯ

Геометрическая изомерия характерна для некоторых соединений, содержащих двойную связь (**А**, рис 2) или цикл (**Б**, рис. 3).

А. Возможно ли для атомов углерода свободное вращение друг относительно друга вокруг линии, соединяющей эти атомы, если атомы связаны:

а) одинарной (σ) связью _____; б) двойной ($1\sigma, 1\pi$) связью _____?

Поскольку для атомов углерода (на рисунках изображаются ●), соединенных между собой двойной связью, свободное вращение невозможно (иначе π -связь будет разорвана, рис 2а), то в случае, когда каждый атом углерода при двойной связи соединен с различными атомами (группами атомов), возможно существование геометрических изомеров. Так, для соединения $RHC=CHR$ возможен:

а) изомер, у которого заместители R находятся по одну сторону от двойной связи

(рис. 2б);

б) изомер, у которого заместители R находятся по разные стороны от двойной связи

(рис. 2в).

На рисунке 2б и 2в закрась атомы водорода H синим цветом, а заместитель R - красным.

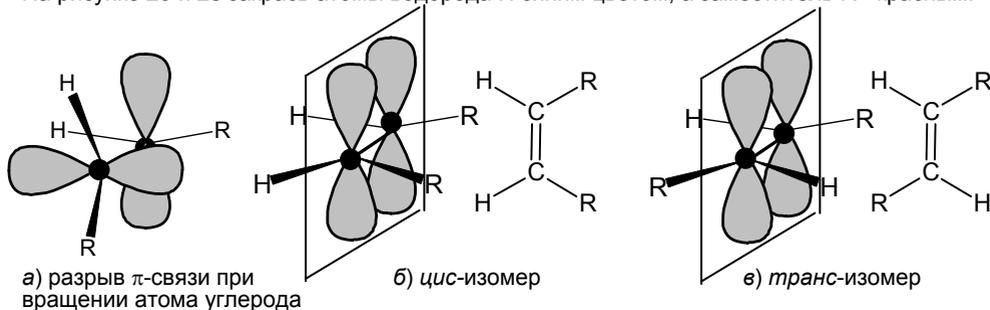


Рис.2. Геометрическая изомерия соединений с двойной связью.

Цис-транс-изомерия у соединений с двойной связью возможна в случае, если каждый С-атом при двойной связи соединен _____.

Цис-изомер - изомер, у которого заместители расположены по _____
(одну сторону / разные стороны)
от двойной связи.

Транс-изомер - изомер, у которого _____

Б. Геометрическая (*цис-транс*-) изомерия встречается также у циклических соединений (рис. 3). Она связана с невозможностью вращения С-атомов вокруг связей без разрыва цикла.

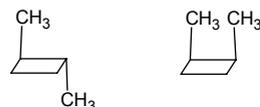


Рис.3. Геометрическая изомерия циклических соединений

ОПТИЧЕСКАЯ ИЗОМЕРИЯ

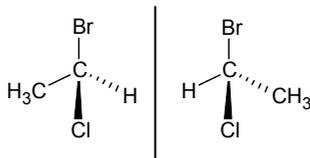
Примером оптической изомерии являются наши руки. Если рассматривать в зеркале левую руку, она выглядит точно так, как правая рука. Однако, несмотря на то, что руки являются зеркальным отображением друг друга, совместить их не получается. В этом заключается свойство, называемое хиральностью.

Поскольку две молекулы, которые являются зеркальными отображениями друг друга, также невозможно совместить ни при каком повороте, они представляют собой изомеры. Такие изомеры называются **энантиомерами** или **оптическими антиподами**.

Изготовь шаростержневую модель молекулы, в центре которой – шар, изображающий атом углерода, соединенный с четырьмя шарами разного цвета, изображающими четыре различных заместителя, а также вторую модель, являющуюся зеркальным отображением первой модели. Попробуй совместить их друг с другом. Получилось?

Замени в каждой модели один из шаров так, чтобы у каждого атома углерода два заместителя были бы одинаковыми. Попробуй совместить модели друг с другом. Получилось? Сколько разных заместителей должен иметь атом углерода в молекуле для того, чтобы у нее мог быть энантиомер?

Необходимым условием существования энантиомеров в органической химии является наличие **асимметрического атома углерода** - имеющего четыре различных заместителя. Структурная формула, включающая один асимметрический атом углерода, отвечает двум соединениям – энантиомерам, обладающим оптической активностью (при пропускании плоскополяризованного света через растворы энантиомеров плоскость поляризованного света отклоняется на одинаковый угол в противоположных направлениях). Энантиомеры различаются по оптической и биологической активности, большинство их физических и химических свойств одинаково.

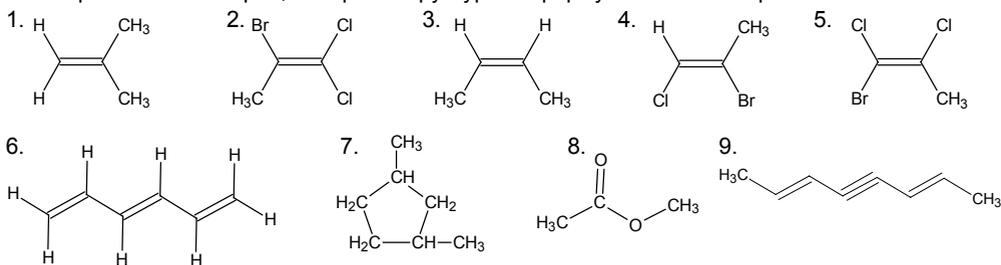


Зеркальная плоскость

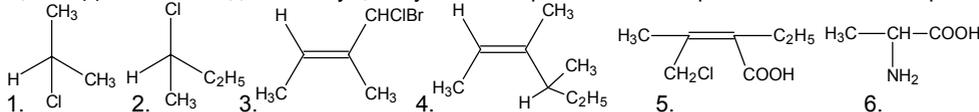
♦ Проверь себя

Упражнение 1. Возможно ли для атомов С, соединенных между собой тройной связью, свободное вращение друг относительно друга вокруг линии, соединяющей эти атомы? _____ Почему не существует *цис-транс* – изомерия для ациклических соединений, содержащих в молекуле: а) только тройные С-С-связи; б) только одинарные С-С-связи?

Упражнение 2. Подчеркни формулы веществ, для которых возможно существование геометрических изомеров, изобрази структурные формулы этих изомеров.



Упражнение 3. Подчеркни асимметрические атомы С в формулах органических веществ. Для каких соединений существуют геометрические изомеры, оптические изомеры?



§ 29. АЛКАНЫ

Алканы - _____ углеводороды с _____ уЦ.
(предельные / непредельные) (замкнутой / незамкнутой)

Алканы \equiv парафины \equiv насыщенные алифатические углеводороды

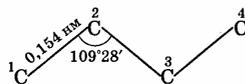
ПЛАН ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ КЛАССОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ:

- 1) структура;
- 2) общая формула гомологического ряда;
- 3) физические свойства;
- 4) химические свойства;
- 5) методы получения;
- 6) применение.

СТРУКТУРА

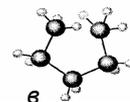
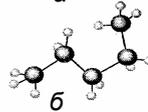
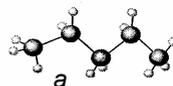
1 Заполни таблицу для алканов.

Элементы	Свойства элементов		Связи	Свойства связей			Структура первого представителя	
	гибридизация	ЭО		кратность, разновидность (σ, π)	энергия, длина	полярность	структурная формула	схема перекрытия орбиталей
Атомы С			C-C					
Атомы Н	-		C-H					



В алканах атомы углерода находятся в sp^3 -гибридном состоянии, что обеспечивает наличие у них четырех σ -связей, образующих между собой угол $109^\circ 28'$. Таким образом, атомы углерода в углеродной цепи не лежат на одной прямой – молекулы имеют зигзагообразное строение. Однако зигзаг – не единственная форма углеродной цепи, она может меняться в результате вращения С-атомов вокруг σ -связей.

Разные пространственные формы одной молекулы, образующиеся при вращении групп атомов вокруг σ -связей, называют **конформациями**. Конформации различаются по энергии незначительно, для перехода от одной конформации к другой достаточно энергии теплового движения молекул. Более устойчивы такие конформации, в которых атомы наиболее удалены друг от друга (причина в отталкивании электронных оболочек). На рисунке изображены конформации молекул пентана. Какая из них наиболее устойчива?



2 Заполни таблицу для алканов.

Общая формула гомологического ряда, молярная масса	C_nH_{2n+2} , $n \geq 1$; $M(C_nH_{2n+2}) =$ _____ г/моль
Виды изомерии	а) _____ (начиная с C_4); б) оптическая (начиная с C_7).
Номенклатура	

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

3

1. При стандартных условиях (25°C, 101 кПа)

алканы с числом С-атомов:

от 1 до 4, а также неопентан $C(CH_3)_4$ –

газы без цвета и запаха,

от 5 до 17 (кроме $C(CH_3)_4$) – жидкости с запахом бензина,

от 18 – бесцветные твердые воскоподобные вещества.

2. С ростом молекулярной массы температура кипения (а также обычно и температура плавления алканов _____.

(растет / падает)

3. Алканы с разветвленной УЦ по сравнению с их изомерами неразветвленного строения имеют обычно температуру кипения более _____.

(низкую / высокую)

4. Поскольку алканы – неполярные вещества, они растворяются в воде _____,

(хорошо / плохо)

а в неполярных органических растворителях (в том числе и друг в друге) – _____.

(хорошо / плохо)

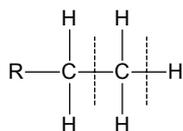
5. Все алканы имеют плотность не выше 0,8 г/мл, т.е. они _____ воды.

(легче / тяжелее)

4

Свойства химических связей в молекулах и их способность к разрыву определяют химические свойства органических соединений.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА



Связи С-С и С-Н ковалентные, одинарные (σ -связи), практически неполярные, достаточно прочные, поэтому алканы малореакционноспособны (из-за низкой реакционной способности насыщенные углеводороды получили название парафинов (от лат. *parum* мало + *affinis* родственный).

Алканы устойчивы к действию концентрированных серной и азотной кислот, концентрированных и расплавленных щелочей, сильных окислителей (например, таких, как перманганат калия).

Насыщенные углеводороды вступают в химические реакции либо с очень высокорекреакционноспособными соединениями (с разрывом пространственно более доступных связей С-Н), либо под воздействием высоких температур (с разрывом энергетически менее прочных связей С-С).

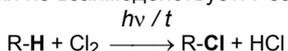
Поскольку связи С-С и С-Н почти неполярны, они разрываются преимущественно по гомолитическому механизму. Наиболее легко протекают реакции углеводородов со свободными радикалами – очень реакционноспособными незаряженными частицами, имеющими неспаренный электрон.

Поскольку в молекулах алканов нет кратных связей, в реакции присоединения они вступать не могут (все валентности атомов насыщены до предела, поэтому их называют насыщенными или предельными углеводородами).

I. Реакции с разрывом связи С-Н

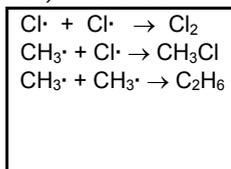
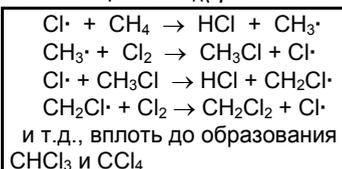
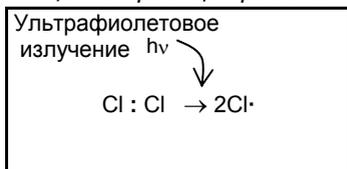
1. Галогенирование – замещение атомов Н на атомы галогена Hal

Галогенирование – реакция замещения атомов Н на атомы Hal. Реакция идет по радикальному механизму. Фтор реагирует очень энергично, как правило, со взрывом, при этом рвутся все С-С и С-Н связи и в результате образуются CF_4 и HF. Йод с алканами практически не взаимодействует. Реакции с хлором или бромом идут либо при освещении, либо



при нагревании, при этом образуется смесь галогензамещенных алканов.

Цепная реакция радикального замещения S_R (фотохимическая). Механизм¹



Стадия 1. Иницирование (зарождение) цепи: образование свободных радикалов. Молекула хлора поглощает ультрафиолетовое излучение, под воздействием его энергии происходит гомолитический разрыв связи, в результате чего образуются 2 свободных радикала с неспаренными электронами, обладающие высокой химической активностью. Поскольку эта реакция протекает под воздействием света, она является фотохимической.

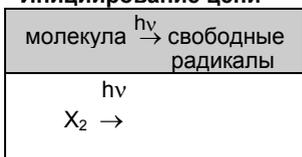
Стадия 2. Развитие (рост) цепи: реакция между свободным радикалом и молекулой, в результате которой образуется другой свободный радикал и новая молекула. Существует много реакций, обеспечивающих рост цепи, выше приведены лишь некоторые из множества возможных вариантов. Поскольку на каждой стадии образуется другой активный свободный радикал, который может реагировать с новой молекулой, реакция называется цепной.

Стадия 3. Обрыв цепи: соединение двух активных радикалов в неактивную молекулу. Встретиться могут любые два свободных радикала, поэтому в таких реакциях всегда образуется смесь продуктов (выше приведены лишь некоторые варианты).

Пользуясь описанием, составь схему реакции в общем виде.

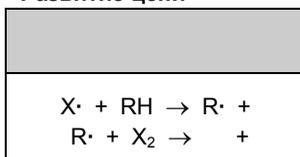
Стадия 1.

Иницирование цепи



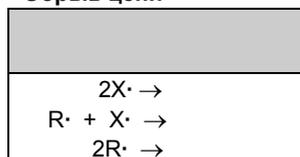
Стадия 2.

Развитие цепи

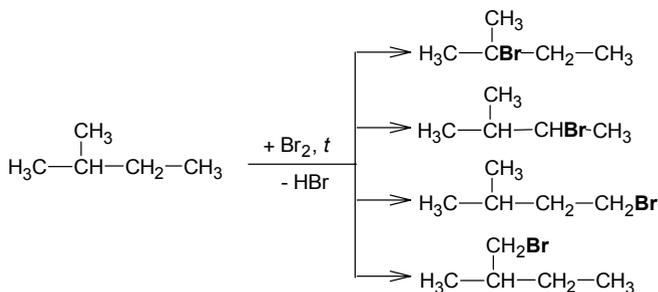


Стадия 3.

Обрыв цепи



Галогенирование может происходить по всем С-Н-связям, поэтому образуется смесь моно-, ди-, три- и т.д. галогеналканов. Однако даже при замещении одного Н-атома, в случае, если алкан содержит атомы водорода у структурно различных атомов углерода, образуется смесь изомерных продуктов (см. схему слева).



При записи уравнения реакции принято учитывать, что замещение Н-атомов на другие атомы или группы атомов легче

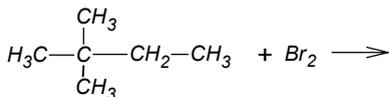
происходит у третичного атома углерода, труднее – у вторичного и еще труднее – у первичного. Это объясняется тем, что легче всего разрывается гомолитически связь С-Н у

¹ за исследования механизма цепных реакций Н.Н. Семенову и С.Н. Хиншелвуду присуждена Нобелевская премия в 1956 г.

третичного атома углерода ($E=376$ кДж/моль), затем – вторичного ($E=390$ кДж/моль), и только потом – первичного ($E=415$ кДж/моль). Таким образом, для представленного примера уравнение реакции следует записывать так:



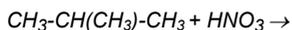
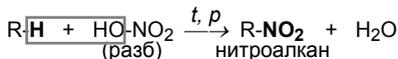
Закончи уравнение реакции:



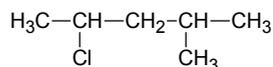
2. Нитрование – замещение атомов Н на группы NO_2 (реакция Коновалова)

Нитрование – реакция замещения атомов Н на нитрогруппы NO_2 . Нитрование алканов – радикальная реакция, протекает под действием разбавленной азотной кислоты при 140°C

и небольшом давлении. Эта реакция открыта в 1888 г. М.И. Коноваловым и носит его имя.



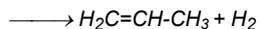
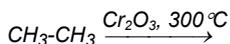
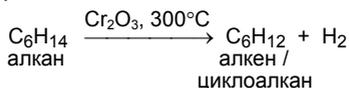
Нитрогруппа **$-\text{NO}_2$** или атомы галогенов **$-\text{F}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$** в названии соединения указываются в приставке и, как и углеводородные радикалы, перечисляются в алфавитном порядке. Атомы С в главной УЦ нумеруются так, чтобы заместитель, который пишется первым, имел наименьший номер.



Пример:
2-метил-4-хлорпентан

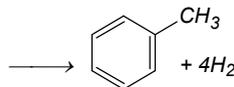
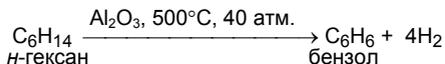
3. Дегидрирование – отщепление H_2

Нагревание алканов до $300 - 350^\circ\text{C}$ в присутствии катализатора (Pt , Ni или Cr_2O_3) приводит к дегидрированию – отщеплению водорода с образованием смеси алкенов и циклоалканов.



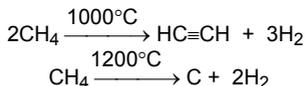
4. Риформинг – изменение формы

Гексан и некоторые его гомологи с большей молярной массой превращаются в ароматические углеводороды в процессе риформинга.



5. Пиролиз метана

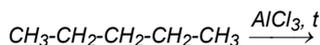
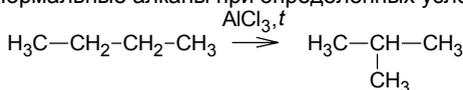
Пиролиз (греч. *pyr* – огонь и *lysis* – разложение, распад) – разложение и другие превращения соединений при нагревании. При пиролизе метана образуется ацетилен. При температурах $1100 - 1600^\circ\text{C}$ в метане рвутся все С-Н-связи и образуется сажа (углерод) и водород.



II. Реакции с разрывом связи С-С

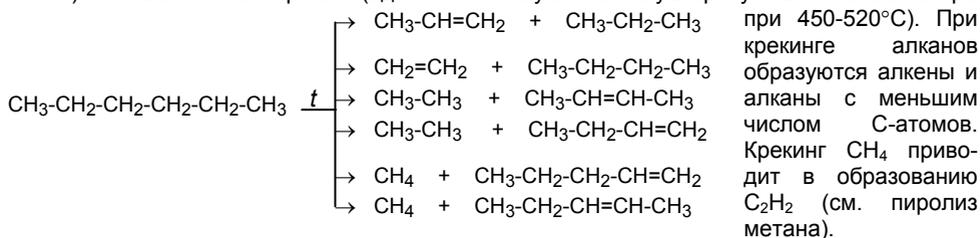
1. Изомеризация

Нормальные алканы при определенных условиях могут превращаться в алканы с разветвленной цепью.



2. Крекинг

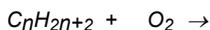
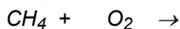
Крекинг (англ. *cracking* – расщепление) – высокотемпературная переработка нефти и ее фракций с целью получения, как правило, продуктов с меньшей молярной массой (вид пиролиза). Происходит с разрывом С-С-связей. Одновременно протекает дегидрирование, изомеризация, полимеризация и конденсация промежуточных и исходных веществ. Выделяют термический крекинг (идет по цепному радикальному механизму при 450-600°C) и каталитический крекинг (идет по ионному механизму в присутствии катализатора



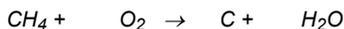
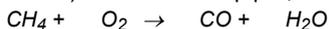
III. Реакции с разрывом связей С-Н и С-С

Окисление

К реакциям радикального замещения относится также окисление алканов кислородом. Реакция, инициируемая поджиганием или электрическим разрядом, может протекать как горение либо приводит к взрыву. Процесс сопровождается выделением большого количества теплоты, рвутся С-Н и С-С связи и в результате, если O_2 достаточно, образуются CO_2 и H_2O .



При ограниченном доступе кислорода окисление заканчивается раньше (неполное окисление). Расставь коэффициенты в уравнениях неполного окисления метана:



При мягком окислении алканов кислородом воздуха и такими окислителями, как KMnO_4 , K_2CrO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в присутствии катализаторов образуются кислородсодержащие соединения (будет изучено позже).

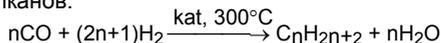


А. В промышленности

ПОЛУЧЕНИЕ

1. Из природного сырья - нефти, газа и др.

2. Реакция Фишера-Тропша - синтез из оксида углерода(II) и водорода, продукт – смесь алканов:



6

Применение

Название процесса	Уравнение процесса (заполнить самостоятельно)	Характер использования продуктов
1. Горение	$C_nH_{2n+2} + O_2 \rightarrow$	Топливо, горючее для некот. видов двигателей, производство электро-энергии
2. Каталитическое окисление	$C_4H_{10} + 5[O] \rightarrow 2C_2H_3COOH + H_2O$ уксусная кислота	Органические кислоты \rightarrow синтетические моющие средства
3. Крекинг, пиролиз	$C_4H_{10} \rightarrow C_2H_6 + C_2H_4$ $CH_4 \rightarrow C + 2H_2$ $2C_2H_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$	Нефть \rightarrow бензин; сажа \rightarrow типографская сажа, резина; водород \rightarrow аммиак, непредельные углеводороды
4. Изомеризация		Для улучшения качества бензина
5. Галогенирование		CH_2Cl_2 - растворитель, сырье для оргсинтеза. CH_2Cl_2 - растворитель \rightarrow производство витамина А. $CHCl_3$ (хлороформ) - растворитель, для получения фреонов, тефлона, хлорофоса. CCl_4 - растворитель, для получения фреонов, для гашения пламени. HCl \rightarrow производство соляной кислоты. C_2H_5Cl для местной анестезии. Фреоны (фтор-, хлор- и бромалканы) в холодильной технике
6. Конверсия метана	$CH_4 + H_2O \xrightleftharpoons[Ni, 800^\circ C]{} 3H_2 + CO$ синтез-газ	Получение H_2 , различных углеводородов (см. реакцию Фишера-Тропша)



В дополнительной литературе найди и выпиши описание свойств важнейших алканов и области их применения. Составь конспект по теме "Алканы".

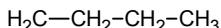
Проверь себя

Упражнение 1.1. Изобрази перекрывание электронных орбиталей в молекуле этана. Укажи тип гибридизации атомов и величину углов между связями.

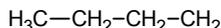
Упражнение 2.1. Сколько соединений изображено на рисунках? _____



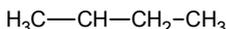
1.



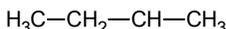
2. X



3.



4. X



5. X



6.

Можно ли ответить на это вопрос, если не знать, какой атом или группа атомов зашифрованы? _____ Запиши номера формул, изображающих одно и то же соединение, если: а) X – метильная группа CH_3 : _____; б) X – атом хлора Cl: _____

Упражнение 2.2. 1. Сколько существует: а) монобромбутанов _____; б) монохлорпентанов _____; в) монобромгексанов _____; г) монохлоргептанов _____?

2. Сколько мононитропроизводных соединений есть у линейного алкана, содержащего: а) 100 атомов C _____; б) 101 атом C _____; в) 1002 атома C _____?

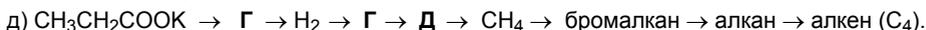
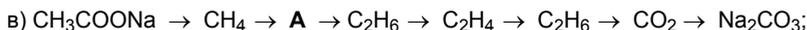
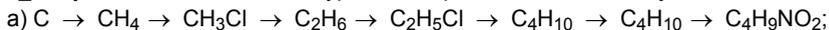
3. Сколько существует: а) метилбутанов _____; б) метилпентанов _____; в) метилгексанов _____?

 **Упражнение 5.1.** Предложи по одному способу получения этана из соединений, содержащих: а) такое же; б) меньшее; в) большее число атомов углерода. Составь по 2 уравнения реакций получения метана, бутана, 2-метилбутана, 2,3-диметилбутана.

 **Упражнение 5.2.** Существует деление химических реакций на **общие** – характерные для всех или большинства соединений класса, и **специфические** – характерные для одного или нескольких соединений класса. Подчеркни названия специфических реакций:

реакция Вюрца, реакция Дюма, гидролиз карбида алюминия, реакция Кольбе, синтез из простых веществ.

 **Упражнение 5.3.** Напиши уравнения реакций, соответствующих схемам:



1. Вычисли массовые доли элементов и число электронов в молекуле предельного углеводорода, если его относительная плотность по водороду 36.

2. Напиши формулу предельного углеводорода, если известно, что масса 5,6 л его при нормальных условиях составляет 11 г.

3. При сгорании некоторого алкана массой 2,2 г образовалось 3,36 л (н.у.) CO₂. Определи формулу алкана.

4. При горении 1 моль метана выделяется 880 кДж теплоты. Вычисли количество энергии, выделяющейся при сжигании 1000 м³ (н.у.) газовой смеси, содержащей метан (95% по объему) и негорючие примеси.

5. Сколько кубических метров кислорода (н.у.) будет израсходовано на сжигание 2 м³ газовой смеси, состоящей из метана (объемная доля 75%), этана (15%) и водорода?

6. Какой объем диоксида углерода (н.у.) образуется при сгорании 600 г пентана, если массовая доля негорючих примесей составляет 10%?

7. При хлорировании этана объемом 1,12 м³ (н.у.) получили дихлорэтан массой 4,5 кг. Определи выход продукта реакции.

8. Определи массу метана и хлора, необходимых для получения используемого для наркоза хлороформа (трихлорметана CHCl₃) объемом 500 мл с плотностью 1,48 г/мл.

9. Определи формулу монохлоралкана с массовой долей хлора 55,04%.

10. Определи содержание углерода в 1 м³ (н.у.) природного газа, состоящего из метана (объемная доля 92%), этана (4%) и не содержащих углерод примесей.

11. 2,8 л пропана смешали с 19,6 л кислорода при н.у. Полученную смесь взорвали. Вычисли массу (в г) каждого вещества после взрыва.

12. Какой объем метана выделится при взаимодействии 72 г карбида алюминия и 144 г воды?

13. Какая масса сажи образуется при термическом разложении этана объемом 89,6 л (н.у.), если выход сажи составляет 90% от теоретически возможного?

14. Вычисли теплоту, выделяющуюся при сгорании 1,12 л метана (н.у.), если термохимическое уравнение сгорания метана $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + 890$ кДж.

15. В каком молярном соотношении были смешаны метан и его ближайший гомолог, если массовая доля углерода в полученной смеси – 77%? Вычисли область допустимых значений для массовой доли углерода в смеси, состоящей из метана, этана и пропана.

16. Сколько выделится теплоты при сгорании смеси, состоящей из 500 г пропана и 500 г бутана, если теплота сгорания 1 моль пропана 2202 кДж, а 1 моль бутана 2878,5 кДж?

17. При сгорании 40 л смеси этана и пропана образовалось 84 л углекислого газа. Какой объем каждого газа был в исходной смеси?

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Предмет органической химии	3
2. Основные способы изображения структуры органических молекул	5
Часть I. ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО КАК ХИМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА	7
1.1. СУБМОЛЕКУЛЯРНЫЙ УРОВЕНЬ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	7
1.1.1. АТОМАРНЫЙ ПОДУРОВЕНЬ	7
§1. Атомы элементов-органогенов	7
§2. Возбужденное состояние атомов	8
§3. Химическая связь в молекуле – ковалентная связь. Механизмы образования ковалентной связи	9
§4. Разновидности ковалентной связи: σ - и π -связи	10
§5. Кратность ковалентной связи	11
§6. Полярность ковалентной связи	11
§7. Особенности химической связи между атомами элементов-органогенов	13
§8. Способы разрыва ковалентной связи	15
§9. Свойства атома как элемента молекулы. Координационное число атома	16
§10. Степень окисления атома	17
§11. Гибридизация атомных орбиталей при образовании ковалентных связей	19
§12. Расположение орбиталей гибридных атомов в пространстве	21
§13. Причины отклонений от стандартных значений валентных углов	23
1.1.2. ПОДУРОВЕНЬ ГРУППИРОВКИ АТОМОВ. УГЛЕРОДНАЯ ЦЕПЬ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА	24
§14. Классификации органических соединений по строению углеродной цепи	24
§15. Классификация органических соединений по виду функциональных групп	27
1.2. МОЛЕКУЛЯРНЫЙ УРОВЕНЬ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	29
1.2.1. ГОМОЛОГИЧЕСКИЕ РЯДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ИЗОМЕРИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	29
§16. Гомология	29
§17. Изомерия	30
§18. Структурная изомерия	31
§19. Пространственная изомерия	33
1.2.2. ПОЛЯРНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ	35
§20. Влияние структуры молекулы на ее полярность	35
1.2.3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РЕАКЦИЙ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ	36
§21. Выделение типов химических реакций по характеру изменения состава или структуры органических веществ	36
§22. Выделение типов химических реакций по виду реагента	37
§23. Выделение типов химических реакций по частным признакам	38
1.3. НАДМОЛЕКУЛЯРНЫЙ УРОВЕНЬ СТРОЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	41
§24. Межмолекулярные взаимодействия	41
§25. Изменение свойств в ряду веществ-гомологов и веществ-изомеров	42
Часть II. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ КЛАССОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	44
2.1. УГЛЕВОДОРОДЫ	44
§26. Классификация углеводородов	44

§27. Гомологические ряды углеводов	45
§28. Номенклатура углеводов	47
§29. Алканы	55
§30. Циклоалканы	64
§31. Алкены	68
§32. Алкадиены	77
§33. Алкины	82
§34. Ароматические углеводороды	90
§35. Основные виды системообразующих связей в химических объектах. Генетические связи между углеводородами и галогенпроизводными углеводородов	101
2.2. МОНОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	103
2.2.1. МОНОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ	103
§36. Классификация	103
§37. Общая формула гомологического ряда, изомерия, номенклатура, степени окисления атомов углерода	104
§38. Взаимные превращения представителей некоторых классов кислородсодержащих соединений	111
§39. Межмолекулярные взаимодействия у представителей некоторых классов кислородсодержащих соединений	114
§40. Гидроксильные соединения, их классификации	115
§41. Одноатомные спирты	115
§42. Многоатомные спирты	126
§43. Фенолы	131
§44. Карбонильные соединения, их классификации	139
§45. Альдегиды и кетоны	139
§46. Классификации карбоновых кислот и их производных	152
§47. Карбоновые кислоты	152
§48. Сложные эфиры	168
§49. Жиры и масла	170
§50. Соли карбоновых кислот. Мыла	174
§51. Генетические связи между углеводородами, галогенсодержащими и кислородсодержащими органическими соединениями	176
2.2.2. МОНОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ	178
§52. Классификации	178
§53. Насыщенные амины	178
§54. Ароматические амины. Анилин	187
§55. Генетические связи между углеводородами, галогенсодержащими, кислородсодержащими и азотсодержащими органическими соединениями	191
Приложение	193

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



Упражнения
(цвет колбы
указывает на
уровень сложности)



Расчетные
задачи

'' Материал рекоменду-
'' ется для углубленного
'' изучения химии
''