

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

О. М. Захарова, И. И. Пестова

АЛКАНЫ

Учебно-методическое пособие

для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Органическая химия»
для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство,
профиль Производство и применение строительных материалов, изделий и
конструкций, 20.03.01 Техносферная безопасность

Нижний Новгород
2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

О. М. Захарова, И. И. Пестова

АЛКАНЫ

Учебно-методическое пособие

для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Органическая химия»
для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство,
профиль Производство и применение строительных материалов, изделий и
конструкций, 20.03.01 Техносферная безопасность

Нижегород
ННГАСУ
2021

УДК 547.21

Захарова О. М. Алканы [Текст]: учеб.-метод.пос. / О. М. Захарова, И. И. Пестова; Нижегород гос. архитектур. - строит. ун-т - Н. Новгород: ННГАСУ, 2021. – 10 с.

Рассматриваются строение молекул и основные свойства предельных углеводородов. Дается описание лабораторных методов получения и изучения основных свойств алканов. Раскрывается связь строения молекул и реакционной способности этого класса углеводородов.

Предназначено обучающимся в ННГАСУ для выполнения лабораторных работ по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профиль Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций, 20.03.01 Техносферная безопасность

Введение

Углеводородами называются вещества, молекулы которых образованы атомами углерода и водорода.

Группа соединений, обладающих аналогичным химическим строением, сходными, постепенно изменяющимися физическими свойствами и отличающаяся друг от друга числом атомов углерода, называется **гомологическим рядом**. Общая формула гомологического ряда алканов C_nH_{2n+2} . Фрагмент $-CH_2-$ называется **гомологической разностью**.

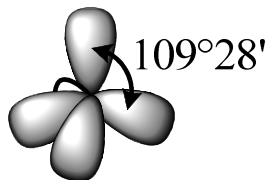
Вещества, имеющие одинаковый состав, но разное строение молекул, и обладающие по этой причине разными свойствами, называются **изомерами**. Изомерия предельных углеводородов связана с возможностью разветвления углеродной цепи молекулы

Алканы

1. Строение молекул

Алканы – это ациклические углеводороды, атомы углерода в которых соединены между собой одинарными σ -связями.

В молекулах алканов атомы углерода находятся в sp^3 -гибридном состоянии, образуя валентные углы $109^\circ 28'$.



Молекулы представляют собой линейные или разветвленные цепи, количество атомов углерода в которых может существенно различаться. Углеродные каркасы молекул подвижны, они могут изгибаться, сворачиваться и другими способами менять свою форму.

2. Физические свойства

Алканы состава C_1-C_4 при комнатной температуре – газы, следующие 12 соединений – жидкости, а начиная с гептадекана $C_{17}H_{36}$ – твердые вещества. В таблице 1 приведены значения температур плавления и кипения некоторых алканов.

Физические свойства алканов

Формула	Название	$T_{пл}, ^\circ C$	$T_{кип}, ^\circ C$
CH_4	метан	-184	-162
C_2H_6	этан	-172	- 89
C_3H_8	пропан	-190	- 42
C_4H_{10}	бутан	-135	- 0,5
C_5H_{12}	пентан	-132	36
$(CH_3)_2CHC_2H_5$	изопентан	-159	27,8
C_6H_{14}	гексан	-94	69
C_7H_{16}	гептан	-91	98
C_8H_{18}	октан	-57	126
C_9H_{20}	нонан	-54	151
$C_{10}H_{22}$	декан	-30	174
$C_{15}H_{32}$	пентадекан	10	271
$C_{20}H_{42}$	эйкозан	37	343
$C_{50}H_{102}$	пентаконтан	93	-
$C_{100}H_{202}$	гектан	115	-

Алканы – неполярные соединения, поэтому они практически не растворимы в воде, но хорошо растворимы в неполярных растворителях.

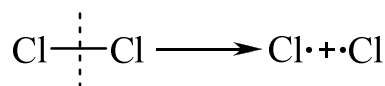
3. Химические свойства

В молекулах алканов все четыре валентности атома углерода задействованы на образование одинарных σ -связей с четырьмя соседними атомами, связи C–C и C–H достаточно прочны, поэтому реакционная способность этих соединений низкая. Основным механизмом реакций с участием алканов является радикальное замещение. Эти процессы требуют достаточно большой затраты энергии и поэтому протекают только в присутствии катализаторов или при высоких температурах, либо при интенсивном освещении. Радикальное фотохимическое хлорирование и бромирование – характерные реакции алканов.

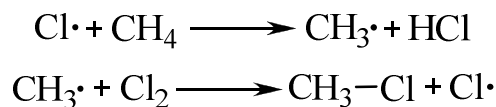
Реакционная способность связей C–H в радикальном замещении алканов различна: легче всего будет замещаться атом водорода у третичного атома углерода.

Схема механизма цепного радикального хлорирования метана.

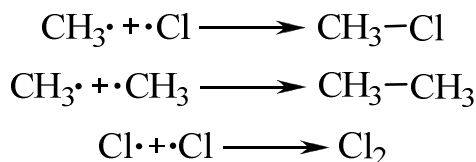
I стадия: гомолитический разрыв связи; **иницирование цепи**



II стадия: рост цепи



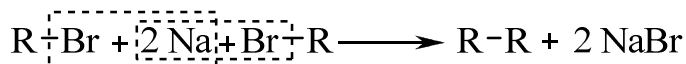
III стадия: рекомбинация радикалов – обрыв цепи



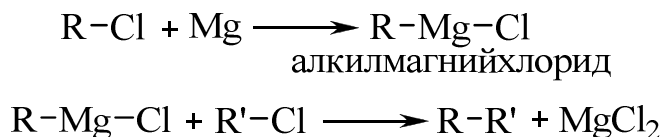
4. Получение и применение алканов

Алканы получают фракционной перегонкой сырой нефти. Поэтому лабораторные методы синтеза немногочисленны и мало используются на практике.

Реакция Вюрца позволяет синтезировать алканы с четным числом атомов углерода (удвоение углеродного скелета).



По **реакции Гриньяра** получают углеводороды как с четным, так и с нечетным числом атомов углерода

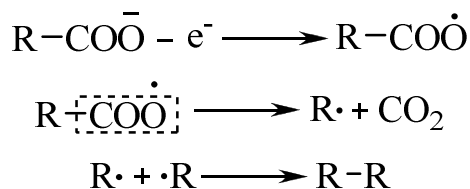


Декарбоксилированием солей карбоновых кислот при их сплавлении со щелочами синтезируют углеводороды с меньшим на один числом атомов углерода, чем было в составе кислоты.



Электролиз растворов солей карбоновых кислот

На аноде протекают следующие процессы:



Алканы используются в быту и на производстве как горючее: природный газ – в газовых горелках, бензин, керосин и газойль – автомобильное и авиационное топливо, мазут – на тепловых электростанциях. Алканы

– сырье для синтеза разнообразных органических веществ: алкенов, алкинов, спиртов, альдегидов, кетонов, кислот. Они хорошие растворители для малополярных веществ.

Лабораторная работа

Опыт 1. Получение метана и его свойства

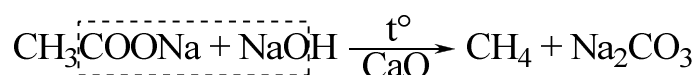
Приборы: фарфоровая ступка, пробирки, пробка с газоотводной трубкой, штатив, газовая горелка.

Реактивы: безводный ацетат натрия, натронная известь (смесь 1 весовой части NaOH и 2 весовых частей Ca(OH)₂), бромная вода, водный раствор перманганата калия.

Цель работы: получить метан при нагревании ацетата натрия с натронной известью и исследовать его свойства.

а) получение метана.

В фарфоровой ступке разотрите 1 часть безводного ацетата натрия и 2 части прокаленной натронной извести. Смесь поместите в сухую пробирку с газоотводной трубкой и закрепите пробирку в штативе почти горизонтально, с небольшим наклоном в сторону пробки. (Почему?) Сначала осторожно прогрейте пробирку с реакционной смесью газовой горелкой, а потом сильно нагрейте ту ее часть, где находится смесь, начиная со дна.



Получение метана из уксуснокислых солей и натронной извести является частным способом получения предельных углеводородов из солей органических кислот в присутствии щелочей.

Применение натронной извести удобно потому, что она не разъедает стекло пробирки (в отличие от едкого натра), не плавится при нагревании, а благодаря её пористости облегчается выделение метана.

б) отношение метана к бромной воде и водному раствору перманганата калия.

В две пробирки налейте водные растворы брома и перманганата калия. Нагревая смесь в пробирке с газоотводной трубкой, поочередно введите конец газоотводной трубки сначала в раствор перманганата калия, а затем в бромную воду. Происходит ли обесцвечивание растворов? Происходит ли бромирование и окисление метана? Напишите реакции.

в) горение метана.

Не прекращая нагревания, поднесите горящую лучину к концу газоотводной трубки, и подожгите метан. Отметьте характер и цвет пламени.

Опыт 2. Химические свойства жидких алканов

Приборы: пробирки, фарфоровая чашка.

Реактивы: гептан (гексан, октан), водный раствор перманганата калия, раствор Br_2 в CCl_4 , индикаторная бумага.

а) отношение алканов к водному раствору перманганата калия.

В пробирку налейте 1 мл гептана (гексана, октана). Затем по каплям при встряхивании добавьте такой же объем раствора перманганата калия. Изменяется ли окраска?

б) бромирование алканов.

В сухую пробирку налейте 1 мл насыщенных углеводородов и добавьте несколько капель раствора Br_2 в CCl_4 . Нагрейте смесь на водяной бане. Как меняется окраска раствора? К отверстию пробирки поднесите влажную индикаторную бумагу. Что происходит? Запишите уравнение реакции (на примере 2-метилпентана).

г) горение жидких алканов.

В фарфоровую чашку налейте по 1 мл жидких алканов и с помощью лучинки подожгите их. Отметьте цвет и характер пламени.

Контрольные вопросы

1. Напишите молекулярные формулы предельных углеводородов, содержащих 7, 10, 12, 14, 38 атомов углерода.
2. Какие вещества называют изомерами? Напишите изомеры *n*-бутана, *n*-пентана, *n*-гексана, *n*-гептана. Отметьте и подсчитайте число первичных, вторичных, третичных и четвертичных атомов углерода в каждом изомере.
3. Назовите согласно рациональной номенклатуре следующие соединения:
 - а) 3-метилгексан;
 - б) 2,2,4-триметилпентан;
 - в) 2,2-диметил-3-изопропилпентан.
4. Расположите предельные углеводороды: *n*-гептан, 2-метилгексан, 3,3-диметилпентан в порядке возрастания температуры кипения.

5. Какие основные продукты реакции образуются при монохлорировании 2-метилбутана и 3-метилпентана?
6. Углеводород состава C_5H_{12} при бромировании образует только одно бромпроизводное. Установите структуру исходного вещества.
7. Из каких галогенпроизводных алканов по реакции Вюрца можно получить:
 - а) гексан;
 - б) 2,5-диметилгексан;
 - в) тетраметилбутан?
8. Какие вещества необходимо взять для получения по методу Кольбе бутана, 2,5-диметилгексана?
9. Осуществите превращения: этан \rightarrow X \rightarrow бутан \rightarrow 2-метилпропан.
10. Осуществите превращения: метан \rightarrow X_1 \rightarrow этан \rightarrow X_2 \rightarrow бутан
11. Осуществите превращения: бутаноат натрия \rightarrow X_1 \rightarrow пропен \rightarrow X_1 \rightarrow 2-бромпропан \rightarrow 2,3 -диметилбутан
12. Относительная плотность паров алкана по воздуху равна 7,31. Выведите молекулярную формулу алкана.
13. Определите массу газа, полученного по реакции Вюрца с участием 4,75 г бромметана и 3,00 г натрия.
14. Определите объем воздуха (н.у.), необходимый для полного сгорания 400 л (н.у.) смеси метана и бутана, содержащей 25% (по объему) метана.

Литература

1. Иванов, В.Г. Органическая химия / В.Г. Иванов, В.А. Горленко, О.Н. Гева. – М.: Академия, 2005г.-621 с.
2. Грандберг, И.И Органическая химия / И.И.Грандберг, Н.Л.Нам. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 607 с.
3. Реутов, О.А. Органическая химия / О.А.Реутов, К.П.Бутин, А.Л.Курц. – М.: Лаборатория знаний, 2021. – 567 с.

Захарова Ольга Михайловна
Пестова Ирина Ивановна

АЛКАНЫ

Учебно-методическое пособие

для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Органическая химия»
для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство,
профиль Производство и применение строительных материалов, изделий и
конструкций, 20.03.01 Техносферная безопасность

Подписано в печать Формат 60x90 1/16 Бумага газетная. Печать трафаретная.
Уч. изд. л.0,3. Усл. печ. л. 0,6. Тираж 300 экз. Заказ №

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный
университет» 603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.
Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65
<http://www.nngasu.ru>, srec@nngasu.ru