

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

НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

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
ННГАСУ
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

НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

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
ННГАСУ
2021

УДК 547.31

Захарова О. М. Непредельные углеводороды [Текст]: учеб.-метод.пос./ О. М. Захарова, И. И. Пестова; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т - Н. Новгород: ННГАСУ, 2021. – 14 с.

Рассматриваются особенности строения, номенклатуры и реакционная способность непредельных углеводородов, а также способы их получения. Раскрываются механизмы реакций с участием двойных и тройных связей. Дается описание лабораторных экспериментов, связанных с изучением физических и химических свойств отдельных представителей класса алкенов и алкинов.

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.

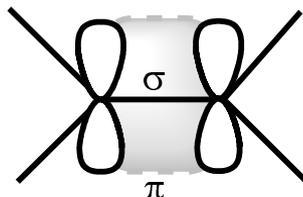
Алкены (этиленовые углеводороды)

1. Строение и физические свойства

Алкены – это ациклические углеводороды, содержащие в молекуле не только σ -связи, но и одну π -связь. Общая формула алкенов – C_nH_{2n} . Алкены называют ненасыщенными или непредельными углеводородами, так как эти соединения в меньшей степени насыщены атомами водорода по сравнению с алканами.

Названия алкенов строятся из названий алканов путем замены суффикса *-ан* на *-ен* или на *-илен* (по рациональной номенклатуре). Например: C_2H_4 – этен или этилен; C_3H_6 – пропен или пропилен. Кроме того алкены называют *олефинами* (от греч. *oleufar* – образующие масла).

Каждый из двух атомов углерода, находящихся в sp^2 -гибридном состоянии образует три σ -связи, расположенные под углом 120° , а p -электроны, расположенные перпендикулярно плоскости σ -связей, образуют π -связь.



Непредельным соединениям ряда этилена свойственны структурная изомерия углеродного скелета, изомерия положения двойной связи и пространственная *цис-транс*-изомерия. Алкены не растворимы в воде, но хорошо растворимы в неполярных растворителях: бензоле, эфирах, хлороформе. Плотность их меньше воды.

Температуры кипения повышаются с увеличением длины цепи и очень близки к температурам кипения алканов.

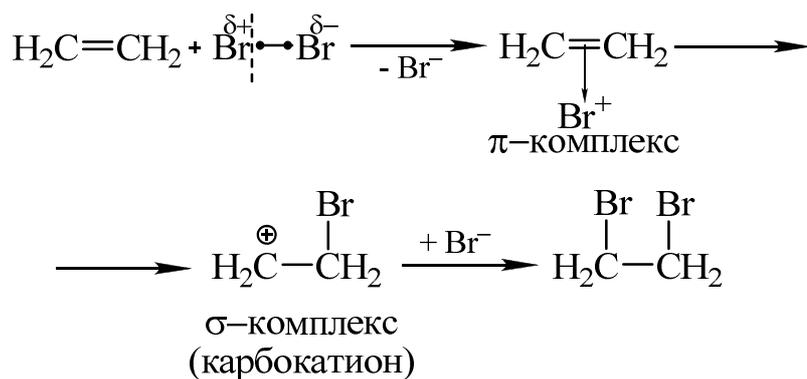
2. Химические свойства

Наличие двойной связи обеспечивает участие алкенов в реакциях электрофильного присоединения, а также склонность к полимеризации.

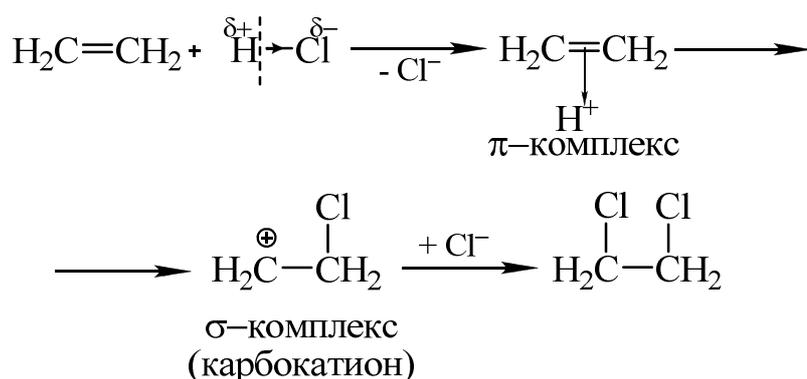
а) Реакции электрофильного присоединения

- *галогенирование*

Присоединение молекулы галогена происходит легко в обычных условиях, особенно в среде полярных растворителей. Обесцвечивание бромной воды – качественная реакция на наличие кратных связей в органических соединениях.



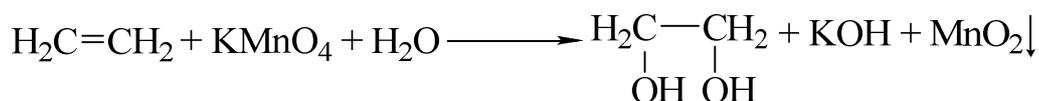
- гидрогалогенирование



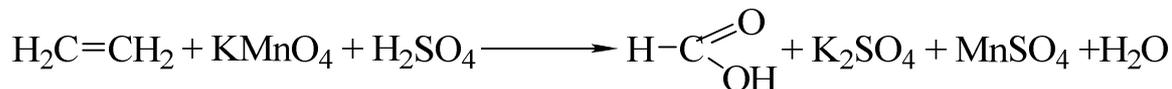
Присоединение галогеноводородов к несимметричным алкенам протекает через образование наиболее устойчивого карбокатиона: атом водорода присоединяется к более гидрогенизированному атому углерода (правило Марковникова). Аналогично происходит гидратация (присоединение воды) алкенов.

б) Окисление

- окисление этилена водным раствором перманганата калия (реакция Е.Е.Вагнера).

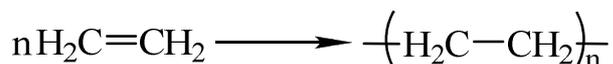


- окисление этилена раствором перманганата калия в кислой среде



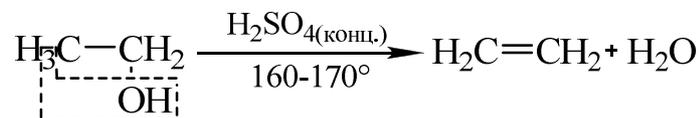
в) Полимеризация

Реакции полимеризации могут протекать по радикальному или ионному механизмам и лежат в основе промышленного синтеза полимеров. В общем виде схему полимеризации полиэтилена можно представить так:

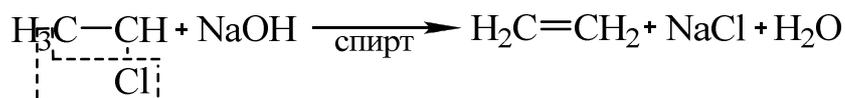


3. Получение алкенов

В промышленности алкены получают путем каталитического дегидрирования алканов и термическим крекингом нефтепродуктов. В лаборатории алкены получают дегидратацией спиртов, проводя ее нагреванием в присутствии серной кислоты.



Действием спиртового раствора щелочи, цинковой пыли на галогенопроизводные алканов также можно получить алкены.



4. Применение алкенов

Наиболее широкое применение в промышленном органическом синтезе находят первые представители гомологического ряда алкенов – этилен, пропилен и бутилен, которые получают при крекинге нефти. Они служат исходным сырьем для получения спиртов, хлорзамещенных углеводородов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Полиэтилен, полипропилен, полистирол – полимеры – многотоннажные продукты, полученные полимеризацией алкенов.

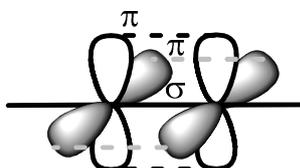
Алкины (ацетиленовые углеводороды)

1. Строение и физические свойства

Алкинами называются ненасыщенные ациклические углеводороды, содержащие в молекуле одну тройную связь. Общая формула гомологического ряда алкинов $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Простейший алкин – ацетилен – был открыт в 1836 г. Э. Дэви в светильном газе.

Названия алкинов строятся из названий соответствующих алканов путем замены суффикса *-ан* на *-ин*.

Атомы углерода, участвующие в образовании тройной связи, находятся в *sp*-гибридном состоянии. Угол между двумя гибридными орбиталями – 180° , два *p*-электрона каждого атома задействованы на образование двух π -связей, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях.



Из простых веществ ацетилен был получен французским химиком М. Бертло еще в XIX веке. В настоящее время синтез имеет лишь историческое значение.

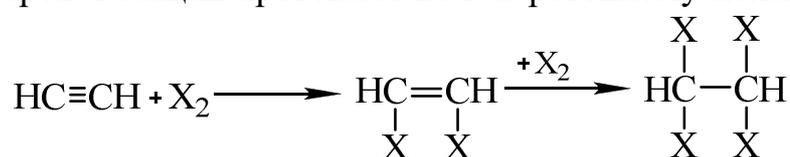
Изомерия алкинов связана с разветвлением углеродного скелета и с положением тройной связи в молекуле.

2. Химические свойства

Наличие тройной связи в молекулах алкинов определяет их склонность к реакциям присоединения. Однако, в отличие от алкенов, могут протекать и реакции замещения «кислого» атома водорода.

а) Присоединение по тройной связи

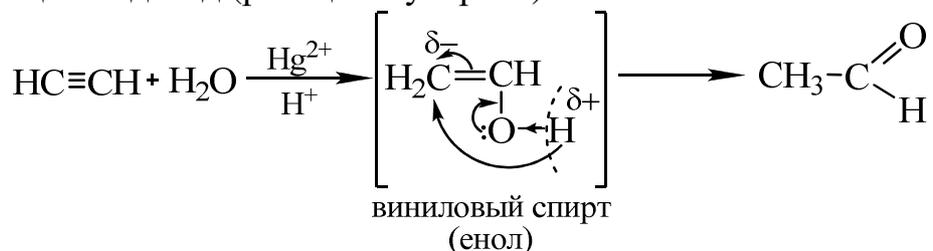
Хлор и бром присоединяются к алкинам в растворе с образованием ди- и тетрагалогенидов, в присутствии галогенидов металлов в качестве катализаторов. Реакции протекают по гетерогенному механизму.



где X = Cl, Br.

Галогенводороды присоединяются к алкинам с образованием галогеналкенов, а затем дигалогеналканов. Присоединение к несимметричным алкинам идет по правилу Марковникова.

Ацетилен взаимодействует с водой в присутствии солей ртути, образуя ацетальдегид (реакция Кучерова).

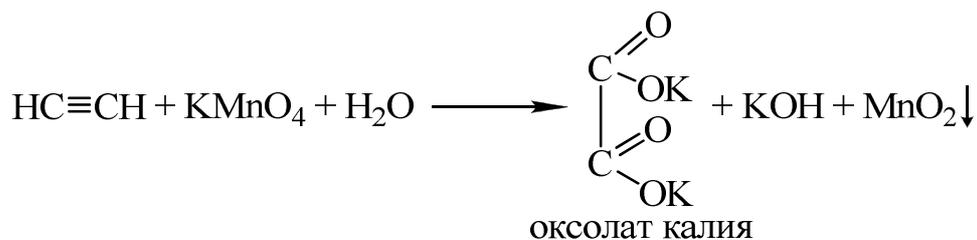


б) Реакции замещения

Атом водорода в молекуле ацетилена обладает «кислыми» свойствами, так как электронная плотность по связи С–Н сильно смещена к атому углерода. Это обусловлено высоким значением электроотрицательности *sp*-гибридного атома углерода. «Кислый» атом водорода способен замещаться на металл под действием солей ртути, меди, серебра, а также металлического натрия.



в) Окисление



3. Способы получения и применение алкинов

а) Карбидный способ.

В промышленности и в лаборатории ацетилен получают обработкой карбида кальция водой



б) Пиролиз метана

Промышленный способ, связан с переработкой входящего в состав природного газа метана.



в) Обработка спиртовым раствором щелочи (или цинковой пылью) дигалогенозамещенных алканов

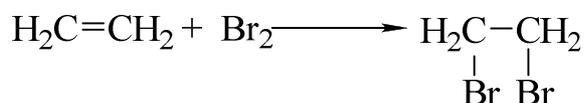
Лабораторный способ получения различных алкинов.



Ацетилен служит исходным сырьем для синтеза различных органических соединений: уксусного альдегида, уксусной кислоты, винилацетата, изопрена, акрилонитрила. Он используется для сварки и резки тугоплавких металлов.

Цель работы: исследовать отношение этилена к бромной воде.

В пробирку налейте 2 мл бромной воды. Этилен, получаемый в одном из предыдущих опытов (№1 или №2), пропустите через бромную воду. Что вы наблюдаете?



Опыт 4. Отношение этилена к перманганату калия

Приборы: пробирки.

Реактивы: этилен (из предыдущих опытов), водный раствор перманганата калия, водный раствор карбоната натрия, концентрированная серная кислота.

Цель работы: исследовать отношение этилена к перманганату калия в щелочной и кислой среде.

а) окисление этилена водным раствором перманганата калия (реакция Е.Е.Вагнера).

В пробирку налейте 2 мл раствора перманганата калия и 0,5 мл раствора карбоната натрия. Этилен, получаемый в одном из предыдущих опытов (№1 или №2), пропустите через раствор. Что вы наблюдаете?

б) окисление этилена раствором перманганата калия в кислой среде.

В пробирку налейте 2 мл раствора перманганата калия и добавьте одну каплю концентрированной серной кислоты. Этилен, получаемый в одном из предыдущих опытов (№1 или №2), пропустите через раствор. Что вы наблюдаете? Что вы наблюдаете?

Опыт 5. Горение этилена

Цель работы: отметить характер пламени при горении этилена.

Подожгите этилен, выделяющийся из газоотводной трубки (опыты №1 или №2). Отметьте характер пламени.

Лабораторная работа №2

Получение и свойства ацетиленовых углеводородов

Все опыты проводят в вытяжном шкафу!

Опыт 1. Получение ацетилена

Приборы: коническая колба, пробка с газоотводной трубкой.

Реактивы: карбид кальция, вода (30%-ный раствор хлорида натрия).

Цель работы: получить ацетилен для дальнейших опытов.

В коническую колбу поместите 3-4 кусочка карбида кальция, налейте 10 мл воды (30%-ного раствора хлорида натрия). Быстро и плотно закройте колбу пробкой с газоотводной трубкой.



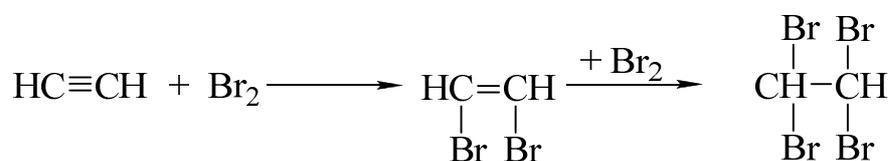
Опыт 2. Отношение ацетилен к бромной воде

Приборы: пробирка.

Реактивы: ацетилен (из предыдущего опыта), бромная вода.

Цель работы: исследовать отношение ацетилен к бромной воде.

В пробирку налейте 2 мл бромной воды. Ацетилен пропустите через бромную воду. Что вы наблюдаете?



Опыт 3. Отношение ацетилен к водному раствору перманганата калия

Приборы: пробирка.

Реактивы: ацетилен (из предыдущего опыта), водный раствор перманганата калия, водный раствор карбоната натрия.

Цель работы: исследовать отношение ацетилен к перманганату калия.

В пробирку налейте 2 мл раствора перманганата калия и 0,5 мл раствора карбоната натрия. Ацетилен пропустите через раствор. Что вы наблюдаете?

Опыт 4. Получение ацетиленида меди (I)

Приборы: пробирка.

Реактивы: ацетилен (из предыдущего опыта), аммиачный раствор оксида меди (I).

Цель работы: получить ацетиленид меди (I) и оценить его неустойчивость.

В пробирку налейте 4 мл аммиачного раствора оксида меди (I). Пропустите ацетилен через раствор. Выпавший осадок ацетиленида меди (I) профильтруйте через бумажный фильтр, а затем промойте этиловым спиртом для удаления воды. Фильтр, держа тигельными щипцами, разверните и подсушите над пламенем газовой горелки. При внесении сухого фильтра с ацетиленидом меди (I) в пламя происходит безопасный хлопок.

Опыт 5. Горение ацетилен

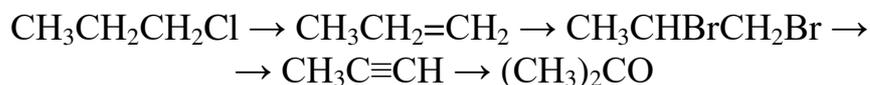
Цель работы: отметить характер пламени при горении ацетилен.

Подожгите ацетилен, выделяющийся из газоотводной трубки. Отметьте характер пламени.

Контрольные вопросы

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:
 - а) 3-этилпентен-1;
 - б) 2,2,5-триметилгексен-3;
 - в) 3,3-диэтил-4-пропилгептен-1;
 - г) 5,5-диметилгептин-3;
 - д) 2,6-диметилоктин-4;
 - е) 4,4-диметилпентин-2.
2. Как в лабораторных условиях можно получить пропилен и пропилен?
3. Назовите виды изомерии, характерные для алкенов. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов этиленового ряда состава C_6H_{12} и C_7H_{14} . Назовите их согласно систематической и рациональной номенклатурам.
4. Напишите уравнения реакций пропилена и пропилацетилен с водородом в присутствии катализатора и бромоводородом? Для каких реакций справедливо правило Марковникова?
5. Какие соединения образуются при нагревании с концентрированной серной кислотой следующих спиртов:
 - а) этанол;
 - б) 2-метилпропанол-2;
 - в) 3,3-диметилбутанол-2?
6. Осуществите превращения:
этан \rightarrow хлорэтан \rightarrow бутан \rightarrow бутен-1 \rightarrow бромбутан.
7. Напишите уравнение избытка спиртового раствора гидроксида калия с 2,2-дибромбутаном и уравнение реакции нагревания с цинковой пылью 2,2,3,3-тетрабромпентана.

8. Определите массу этиленгликоля, образовавшегося при пропускании 4,48 л (н.у.) этилена через водный раствор перманганата калия.
9. Определите массу бромной воды с массовой долей брома 3,2%, которая обесцвечивается 3,36 л бутена-1 (н.у.).
10. Смесь этана и этена объемом 13,44 л (н.у.) обесцвечивает 500 г бромной воды с массовой долей брома 3,2%. Определить объемную долю этена в газовой смеси.
11. Как химическим путем различить в смеси бутан, бутен-1, бутин-1? Приведите уравнения соответствующих реакций.
12. Составьте схему превращения метана в бутан.
13. Осуществите превращения, охарактеризовав условия протекания реакций:



Литература

1. Иванов, В.Г. Органическая химия / В.Г. Иванов, В.А. Горленко, О.Н. Гева. – М.: Академия, 2005. - 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

НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

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. 0,5. Усл. печ. л. 0,8. 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