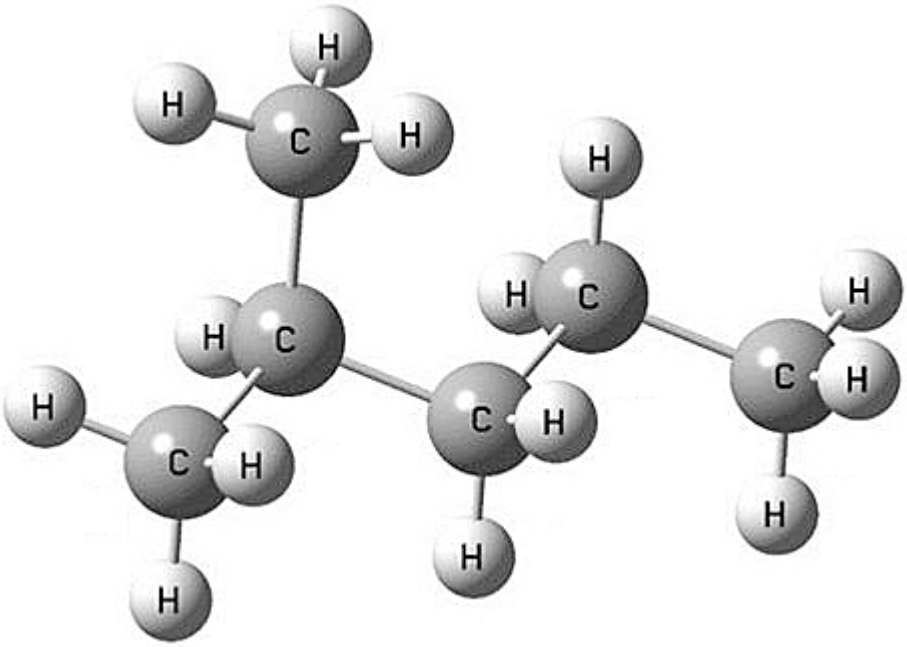
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А.И.ГЕРЦЕНА»

Факультет химии
кафедра органической химии

СБОРНИК ВАРИАНТОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ И ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

АЛИФАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ



Санкт-Петербург
2012

УДК 547.21 + 547.31
ББК 24.234
К 893

Печатается по решению кафедры органической химии РГПУ им. А.И.Герцена

Рецензенты: д. хим. наук, проф. **Берестовицкая В.М.** (РГПУ им. А.И. Герцена)
д. хим. наук, проф. **Зобачева М.М.** (РГПУ им. А.И.Герцена)

К 893 **Кузьмина Н.В., Ефимова Т.П., Лапшина Л.В.**
Сборник вариантов индивидуальных домашних заданий и лабораторный практикум по органической химии: углеводороды. СПб.: Изд-во …, 2012. – 92 с.

Сборник предназначен для студентов вузов, изучающих органическую химию, и содержит варианты задач и упражнений для самостоятельной работы по темам «Алканы», «Алкены», «Алкины», «Алкодиены». Также в пособие включены примерные образцы решений некоторых типов заданий, лабораторный практикум по темам «Качественный анализ органических соединений», «Получение и свойства углеводородов» и справочный материал.

Сборник соответствует программе дисциплины «Органическая химия», рекомендован для студентов ВУЗов, обучающихся по направлениям подготовки «020100.62 — Химия» и «050100.62 — Педагогическое образование», профиль «Химическое образование», профиль «Химическое образование», может быть использован для магистров химических и биологических специальностей педагогического университета «020100.68».

ББК 24.234

© Кузьмина Н.В., Ефимова Т.П., Лапшина Л.В., 2012

© Издательство …, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Перечень общепринятых сокращений, используемых в данном пособии 4
2. Индивидуальные задания по следующим темам: 6
2.1. Тема I. Алканы (предельные углеводороды, парафины) 6
2.1.1. Часть 1. Строение и способы получения алканов 6
2.1.2. Часть 2. Химические свойства алканов 12
2.2. Тема II. Алкены (этиленовые углеводороды, олефины) 26
2.2.1. Часть 1. Строение и способы получения алкенов 26
2.2.2. Часть 2. Химические свойства алкенов 39
2.3. Тема III. Алкины (ацетиленовые углеводороды) 47
2.4. Тема IV. Алкадиены (диеновые углеводороды) 59
3. Примерные образцы решений некоторых типов заданий 69
4. Лабораторный практикум 80
4.1. Качественный анализ органических соединений 80
4.2. Получение и свойства углеводородов 82
5. Справочный материал 86
6. Список рекомендуемой литературы 92

ПЕРЕЧЕНЬ ОБЩЕПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПОСОБИИ

Названия механизмов реакций

а) по характеру протекающих процессов

Ad – присоединение (от англ. addition – «присоединение»)
S – замещение (от англи. substitution – «замещение»)
E – отщепление (от англ. elimination – «элиминирование, отщепление»)

б) по характеру реагирующих частиц

R – радикальный
E – электрофильный
N – нуклеофильный

в) по числу реагирующих частиц

1 – мономолекулярный
2 – бимолекулярный

Например: S_R – радикальное замещение
Ad_E – электрофильное присоединение
S_N2 – бимолекулярное нуклеофильное замещение

Названия радикалов

Me – метил
Et – этил
Pr – пропил
Bu – бутил
Bn – бензил
Bz – бензоил
Ph – фенил
Ar – арил
Alk – алкил
Ac – ацетил

Например: AcCl – ацетилхлорид, CH_3-C(O)-Cl
BuMgI – бутилмагниййодид, н-C_4H_9MgI

ТЕМА I

АЛКАНЫ
(ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ, ПАРАФИНЫ)

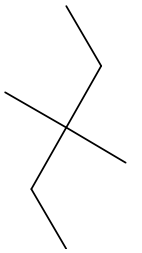
Часть 1. Строение и способы получения алканов

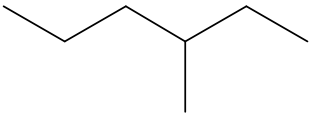
Вариант 1

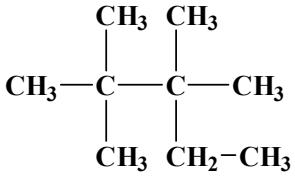
1. Составьте формулу 2-метилгексана. Назовите это соединение по рациональной номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данного соединения все возможные изомеры и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

2. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенклатуре следующие углеводороды:

***i*-Bu-CH_2-*i*-Bu**







Pr-CH_2-$CHMe_2$

Есть ли среди них изомеры?

3. Изобразите атомно-орбитальную модель молекулы этана, опишите его пространственное строение, длину и характер С-С связи. Приведите в виде проекций Ньюмена заслоненную и заторможенную конформации этана. Сравните их устойчивость.

4. Из каких изомерных алкенов можно получить изопентан? Приведите уравнения реакций и условия, при которых они протекают, назовите все вещества. Получите изопентан реакцией Дюма.

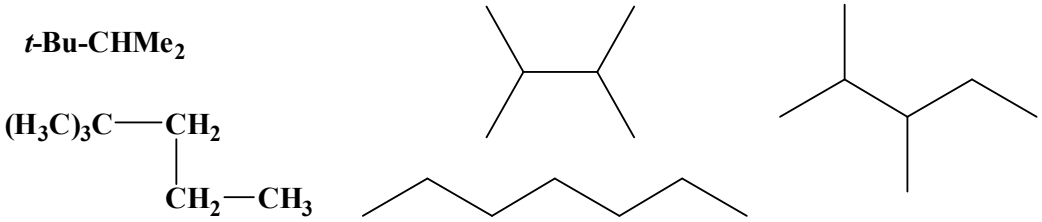
5. Какие алканы получатся при действии:
а) натрия на 2-хлорбутан;
б) натрия на смесь бромистого изопропила и бромистого изобутила;
в) этилмагнийбромида на бромистый этил;
г) иодоводорода на 2-иодпропан?
Напишите уравнения реакций и назовите по систематической номенклатуре получающиеся вещества.

Интересно, что на поверхности Титана (спутник Сатурна) в условиях низких температур (−180°С) существуют целые озёра и реки из жидкой метано-этановой смеси и метановые дожди.

Вариант 2

1. Составьте формулу 3-метилпентана. Назовите это соединение по рациональной номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данного соединения все возможные изомеры и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

2. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенклатуре следующие углеводороды:



Есть ли среди них изомеры?

3. Что понимают под термином «конформация молекулы»? Сколько предельных конформаций возможно у молекулы бутана? Изобразите их в виде проекции Ньюмена, а также в виде перспективных формул типа «козлы».

4. Из каких изомерных ацетиленовых углеводородов можно получить гексан? Приведите уравнения реакций и условия, при которых они протекают.

5. Какие углеводороды получаются

– из натриевой соли изомасляной (2-метилпропановой) кислоты:

а) при сплавлении её со щелочью (гидроксидом натрия);

б) при электролизе её водного раствора (метод Кольбе)?

– из метилмагнийбромида:

а) при гидролизе;

б) при действии этилбромида.

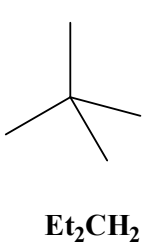
Напишите уравнения реакции и назовите по систематической номенклатуре полученные углеводороды.

Высшие алканы содержатся в кутикуле растений, предохраняя их от высыхания, паразитных грибков и мелких растительноядных тварей. Это обыкновенно цепи с нечётным числом атомов углерода, образующиеся при декарбоксилировании жирных кислот с чётным количеством углеродных атомов.

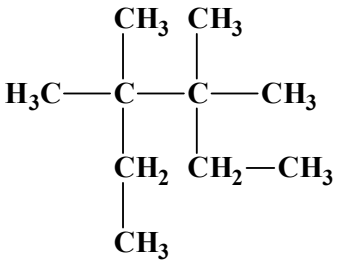
Вариант 3

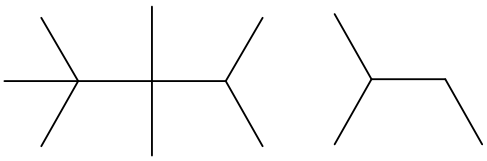
1. Составьте формулы изобутана и изопентана. Назовите эти соединения по рациональной номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данных соединений все возможные изомеры и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

2. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенклатуре следующие углеводороды:



Et_2CH_2





Есть ли среди них изомеры?

3. Что понимают под термином «конформация молекулы»? Сколько предельных конформаций возможно у молекулы пропана? Изобразите их в виде проекций Ньюмена, а также в виде перспективных формул типа «козлы».

4. Из каких непредельных углеводородов можно получить бутан? Приведите не менее трех вариантов. Назовите вещества. Напишите уравнения реакции, укажите условия, при которых они протекают. Получите бутан методом Дюма.

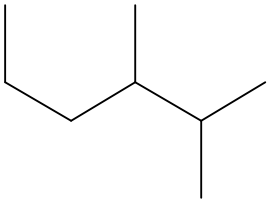
5. Какие алканы получатся при действии:
а) натрия на 2-хлор-2-метилбутан;
б) натрия на смесь изопропилбромида и бромистого изобутана;
в) метилмагнийбромида на бромистый метил;
г) иодоводорода на 2-иодбутан?

Метан – газ без цвета и запаха. В небольших количествах метан не токсичен и не опасен для здоровья человека. Но накапливаясь в большом объеме, в закрытом помещении он ядовит и взрывоопасен. Обогащение одорантами (дурнопахнущие вещества – например, тиолы) делается для того, чтобы человек в быту вовремя заметил утечку газа. На промышленных производствах эту роль выполняют датчики, и во многих случаях метан для лабораторий и промышленных производств остается без запаха.

Вариант 4

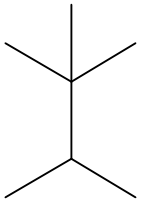
1. Составьте формулу диметилпропилметана. Назовите это соединение по систематической номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данного соединения все возможные изомеры и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

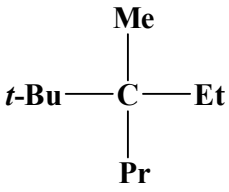
2. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенклатуре следующие углеводороды:



$(CH_3)_3C\text{-}(CH_2)_2\text{-}CH_3$

i-Pr-(CH_2)-*i*-Pr





Есть ли среди них изомеры?

3. Сравните длину и энергию C-C и C-H связи в молекуле этана. Какая связь преимущественно разрывается в ходе химических превращений и почему?

4. Получите метан:
а) из карбида алюминия;
б) из ацетата натрия;
в) из простых веществ;
г) по Фишеру-Тропшу;
д) из метилмагнийхлорида.

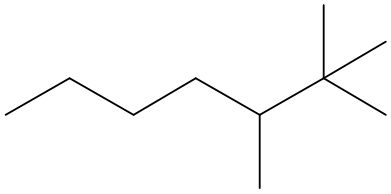
5. Получите 2,5-диметилгексан:
а) реакцией Кольбе;
б) щелочным плавлением натриевой соли карбоновой кислоты;
в) по реакции Вюрца без побочных продуктов;
г) гидрированием алкадиена;
д) восстановлением иодалкана.

В животном и растительном мире алканы встречаются в качестве феромонов. У насекомых, в частности, у мухи цеце – 2-метилгептадекан $C_{18}H_{38}$, 17,21-диметилгептатриаконтан $C_{39}H_{80}$, 15,19-диметилгептатриаконтан $C_{39}H_{80}$ и 15,19,23-триметилгептатриаконтан $C_{40}H_{82}$. Некоторые орхидеи при помощи алканов-феромонов привлекают опылителей.

Вариант 5

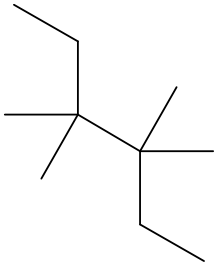
1. Составьте формулу диэтилметилметана. Назовите это соединение по систематической номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данного соединения все возможные изомеры и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

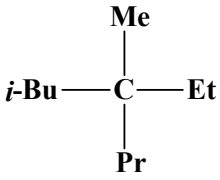
2. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенклатуре следующие углеводороды:



$(CH_3)_3C\text{-}(CH_2)_2\text{-}C(CH_3)_3$

i-Pr-$(CH_2)_3$-*t*-Bu





Есть ли среди них изомеры?

3. Соотнесите углерод-водородные связи в метане $CH_3\text{-}H$, этане $CH_3\text{-}CH_2\text{-}H$, пропане $(CH_3)_2CH\text{-}H$ и изобутане $(CH_3)_3C\text{-}H$ с величинами энергий связи: 382 кДж/моль, 395 кДж/моль, 410 кДж/моль, 435 кДж/моль. Объясните выявленную закономерность.

4. Из каких изомерных алкенов можно получить изопентан? Напишите уравнения реакций, назовите все вещества, приведите условия реакций. Получите этот же алкан гидрированием алкина; восстановлением галогенопроизводного.

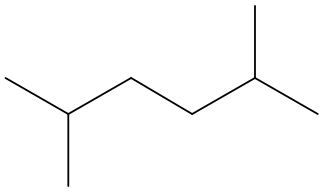
5. Какие алканы получатся при действии:
а) натрия на бромистый изопентил;
б) натрия на смесь 1-хлорпропана и 2-хлорпропана;
в) воды на бромистый бутилмагний;
г) метилбромида на бромистый метилмагний;
д) электрического тока на водный раствор калиевой соли пропионовой кислоты;
е) щелочи на соль изомасляной кислоты при нагревании;
ж) воды на карбид алюминия.

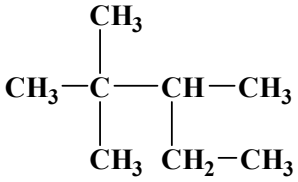
В тёплые тёмные ночи на болотах наблюдается свечение бледно-голубоватых, слабо мерцающих огоньков, выписывающих сложную траекторию. По одной из версий их возникновение объясняют спонтанным возгоранием выделяющегося из болота метана (болотного газа).

Вариант 6

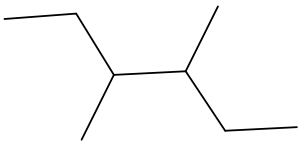
1. Составьте формулу триэтилметана. Назовите это соединение по систематической номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данного соединения все возможные изомеры, содержащие четвертичный (IV) атом углерода, и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

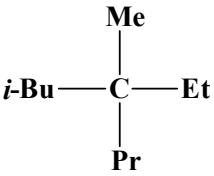
2. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенклатуре следующие углеводороды:





$(CH_3)_3C\text{-}C(CH_3)_3$





Есть ли среди них изомеры?

3. Энергия диссоциации С-С связи в этане составляет 350 кДж/моль, а С-Н связи – 410 кДж/моль. Объясните, почему при химически превращениях алканов преимущественно идет разрыв С-Н, а не С-С связи.

4. Получите из метилиодида алкан:
а) с тем же числом углеродных атомов;
б) с удвоенным числом углеродных атомов.
Назовите получившиеся алканы.

5. Какие алканы получатся при действии:
а) натрия на бромистый изобутил;
б) натрия на смесь 1-бромпропана и 2-бромпропана;
в) воды на бромистый этилмагний;
г) метилбромида на бромистый метилмагний;
д) электрического тока на раствор калиевой соли этановой кислоты;
е) щелочи на соль масляной кислоты при нагревании;
ж) воды на карбид алюминия.

Метан является парниковым газом, более сильным, чем углекислый газ. Если степень воздействия углекислого газа на климат условно принять за 1 (единицу), то парниковая активность метана составит 21 единицу.

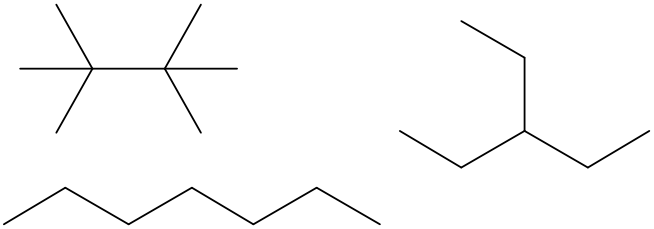
Вариант 7

1. Составьте формулы 2-метилпропана и 2-метилбутана. Назовите эти соединения по рациональной номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данных соединений все возможные изомеры и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

2. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенклатуре следующие углеводороды:

i-Bu-CHMe$_2$

$(H_3C)_2CH-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$



Есть ли среди них изомеры?

3. Изобразите атомно-орбитальную модель молекулы метана. Обоснуйте необходимость применения таких понятий при описании строения молекулы, как «возбужденное состояние атома углерода», «гибридизация». Какова форма молекулы и валентный угол?

4. Какие алканы получатся при восстановлении:
а) изобутилена;
б) иодэтана;
в) 1,3-бутадиена;
г) ацетилена.

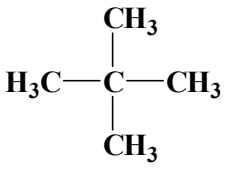
5. Какие алканы получатся при действии:
а) натрия на бромистый изопентил;
б) натрия на смесь 1-хлорпропана и 2-хлорпропана;
в) воды на бромистый бутилмагний;
г) метилбромида на бромистый метилмагний;
д) электрического тока на раствор калиевой соли пропионовой кислоты;
е) щелочи на соль изомасляной кислоты при нагревании;
ж) воды на карбид алюминия.

Пропан используется для производства аэрозольных баллонов, в бытовых газовых горелках, для резки металолома, для обогрева помещений на фермах и птицефабриках, для сварки труб, теплиц, гаражей. Планируется широкое использование пропана в качестве автомобильного топлива.

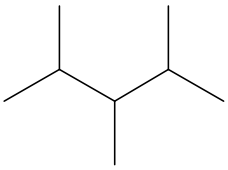
Вариант 8

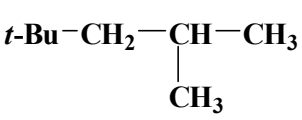
1. Составьте формулы триметилметана и диметилэтилметана. Назовите эти соединения по систематической номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данных соединений все возможные изомеры и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

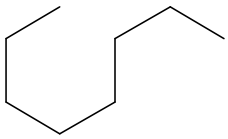
2. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенклатуре следующие углеводороды:



Me_4C







Есть ли среди них изомеры? Одинаковые вещества?

3. Какие частицы могут образоваться при гомолитическом разрыве связей в молекуле метана? При гетеролитическом разрыве (покажите два варианта)? Какой тип разрыва связей более характерен? Почему? Назовите все образовавшиеся частицы.

4. Получите изобутан:
а) гидрированием этиленового углеводорода;
б) гидролизом реактива Гриньяра;
в) восстановлением галогеналкана;
г) изомеризацией бутана.

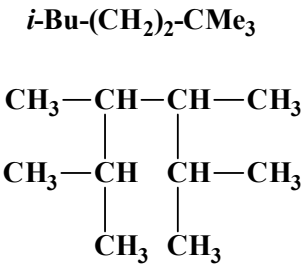
5. Получите 2,2,3,3-тетраметилбутан:
а) симметричным синтезом Вюрца;
б) несимметричным синтезом Вюрца.
Какой процесс наиболее выгоден и почему?

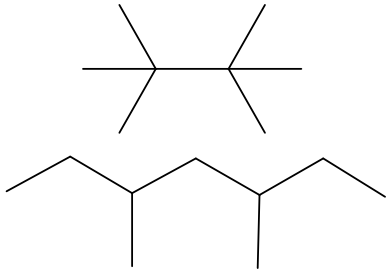
При хроническом действии на организм человека алканы нарушают работу нервной системы, что проявляется в виде бессонницы, брадикардии, повышенной утомляемости и функциональных неврозов.

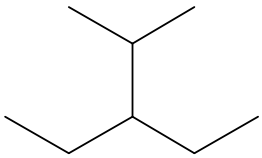
Вариант 9

1. Составьте формулу 3-этилпентана. Назовите это соединение по рациональной номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данного соединения все возможные изомеры, содержащие четвертичный (IV) атом углерода, и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

2. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенклатуре следующие углеводороды:







Есть ли среди них изомеры?

3. Какие частицы могут образовываться из этана при гомолитическом разрыве связи С-С? С-Н? При гетеролитическом разрыве связи С-С? С-Н? Назовите получившиеся частицы. Какой тип разрыва более характерен для алканов? Почему?

4. Какие алканы и каким методом можно получить из:
а) изобутилена;
б) 2-хлорпропана с удвоением числа углеродных атомов;
в) 1-иодбутана с сохранением числа углеродных атомов;
г) 1,3-бутадиена;
д) натриевой соли изомасляной кислоты с уменьшением числа углеродных атомов;
е) бутилмагнийбромида с сохранением числа углеродных атомов;
ж) метилмагнийхлорида с увеличением числа углеродных атомов.

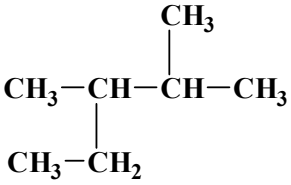
5. Какие комбинации хлоралканов приведут в реакции Вюрца к получению 3,4-диметилгексана? Приведите несколько вариантов. Какой путь наиболее выгодный? Почему?

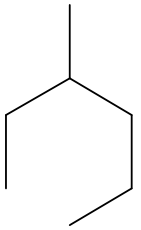
Шарль Адольф Вюрц (фр. Charles Adolphe Würtz; 26 ноября 1817, Страсбург — 12 мая 1884, Париж) — французский химик, член Парижской академии наук (1867) и её президент с 1881 г., член-корреспондент Петербургской АН (1873). В 1849 Вюрц, действуя едким кали на метиловый и этиловый эфиры изоциановой и изоциануровой кислот, получил метиламин и этиламин — простейшие представители ряда жирных аминов.

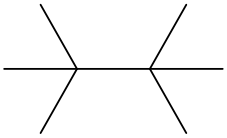
Вариант 10

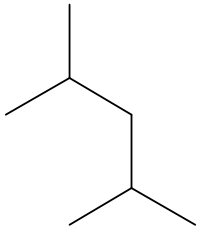
1. Составьте формулу метилэтилпропилметана. Назовите это соединение по систематической номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данного соединения все возможные изомеры, содержащие пять атомов углерода в главной цепи, и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

2. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенклатуре следующие углеводороды.









$Et_2CH\text{-}CH_3$

Есть ли среди них изомеры?

3. Расположите этильный, неопентильный, метильный, *трет*.-бутильный, изопропильный радикалы в ряд по уменьшению устойчивости. Приведите объяснения.

4. Какие алканы получатся при действии на йодистый изобутил:

а) йодоводорода при нагревании;

б) металлического натрия;

в) йодистого этилмагния;

г) металлического натрия в смеси с йодистым *трет*.-бутилом.

Назовите все вещества.

5. Получите 2,3-диметилбутан по реакции по реакции Кольбе; реакции Дюма. Назовите вещества, участвующие в реакциях.

В 1855 г. Вюрц показал возможность образования углерод-углеродной связи при обработке галогеноалканов металлическим натрием или магнием («реакция Вюрца»). В 1856 г. Вюрц синтезировал этиленгликоль — первый из двухатомных спиртов, в 1859 г. — этиленхлоргидрин и при обработке его едким кали — окись этилена, которая послужила Вюрцу исходным продуктом для синтеза аминоспиртов, холина (1867 г.) и нейрина (1869 г.). В 1867 г. Вюрц сплавлением бензолсульфокислоты с едкой щёлочью получил фенол (карболовую кислоту). В 1872 г. Вюрц описал альдольную конденсацию.

ТЕМА I

АЛКАНЫ (ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ, НАСЫЩЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ, ПАРАФИНЫ)

Часть 2. Химические свойства алканов

Вариант 1

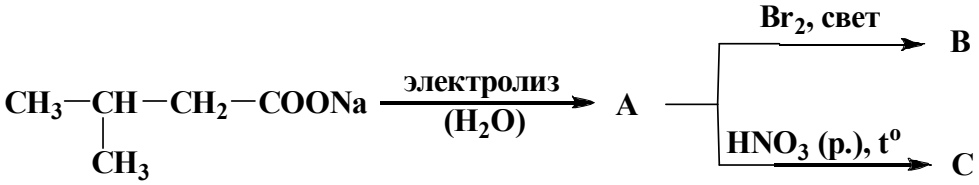
1. Напишите уравнение хлорирования метана на свету. Разберите механизм на примере первой стадии (монохлорирование). Какое практическое применение имеют различные продукты хлорирования метана?

2. Какой из изомерных углеводородов – *н*-гексан или 2-метилпентан – будет легче нитроваться в условиях реакции Коновалова? Напишите уравнения реакций. Разберите механизм реакции и дайте объяснения.

3. Рассмотрите механизм сульфохлорирования изопентана. Объясните, почему наряду с целевым продуктом – алкансульфохлоридом – образуется побочный (алкилхлорид). Зачем в реакционную смесь вводят избыток диоксида серы?

4. Какие предельные и этиленовые углеводороды могут образовываться из *н*-октана в условиях термического крекинга? Рассмотрите механизм этого процесса. Каковы возможные пути преобразования радикалов?

5. Заполните схему превращений и назовите исходное и все образующиеся вещества:



6. Установите строение углеводорода C_8H_{18}, если он может быть получен по реакции Вюрца из первичного галогенопроизводного в качестве единственного продукта реакции, а при его мононитровании образуется преимущественно третичное монопроизводное. Получите исследуемый углеводород C_8H_{18} с помощью реакции Кольбе.

Вариант 2

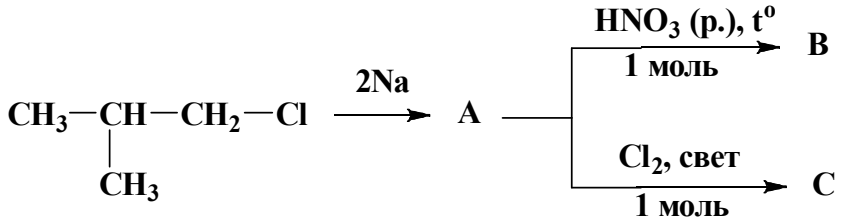
1. Какие галогенопроизводные могут образоваться при фотохимическом бромировании изобутана? Рассмотрите механизм реакции. Какой продукт будет являться основным и почему?

2. Напишите уравнения реакций нитрования тетраоксидом диазота (N_2O_4) следующих углеводородов:
а) изопентана;
б) неопентана.
Приведите механизм на одном примере. Будут ли образовываться изомеры при мононитровании этих веществ?

3. Декан обработали смесью диоксида серы и хлора при освещении. Полученный продукт ввели во взаимодействие с водным раствором щелочи. Какова практическая роль получившегося вещества? Напишите уравнения реакций, приведите механизм первой реакции.

4. Напишите уравнения реакций, протекающих при термическом крекинге *н*-гексана. Рассмотрите механизм этого процесса. Каковы возможные пути преобразования радикалов?

5. Заполните схему превращений:



Назовите исходное вещество, промежуточные и конечные вещества.

6. Установите строение углеводорода C_6H_{14}, при нитровании которого не образуется третичных нитросоединений. Этот углеводород может быть получен по способу Вюрца и Кольбе без побочных продуктов. Напишите уравнения указанных реакций и назовите все вещества.

Вариант 3

1. Напишите уравнение бромирования изопентана при освещении. Приведите механизм. Образование каких монобромалканов можно ожидать? Какой из них будет основным продуктом? Почему?

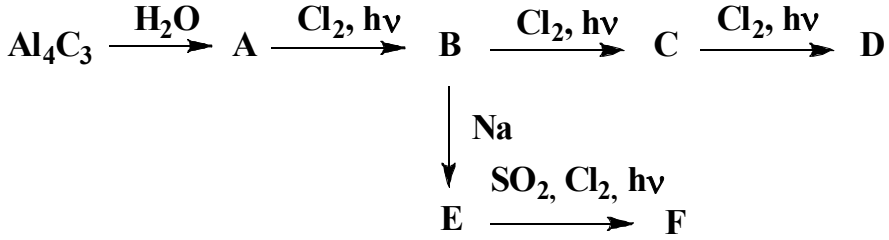
2. При нитровании 2-метилпропана 12%-ной азотной кислотой при 150°С в запаянной ампуле образуется преимущественно 2-нитро-2-метилпропан; при

проведении же реакции при 300°С образуется смесь 2-нитро-2-метилпропана (4,2%), 1-нитро-2-метилпропана (37,5%), 2-нитропропана (16%), нитрометана (3,6%) и других продуктов реакции. Объясните этот факт. Приведите механизм.

4. В каких условиях протекает окисление предельных углеводородов? Какие продукты окисления имеют промышленное значение? Приведите пример. Напишите уравнения реакций горения: а) метана; б) пентана.

5. В чем разница термического и каталитического крекинга? В каких условиях идет тот и другой процесс? По какому механизму? Рассмотрите механизм термического крекинга на примере гексана.

6. Заполните цепочку превращений. Назовите все вещества.



Опишите области использования веществ B, C, D.

7. Установите строение углеводорода C_6H_{14}, при монобромировании которого образуется третичное бромпроизводное состава $C_6H_{13}Br$; углеводород C_6H_{14} может быть получен по способу Вюрца и по способу Кольбе (электролизом раствора соли) без побочных продуктов. Напишите уравнения всех указанных реакций.

Вариант 4

1. Образование каких монохлорпроизводных возможно при хлорировании 2,2,3-триметилпентана? Рассмотрите механизмы реакции. Какие факторы необходимо учитывать при определении главного направления реакции?

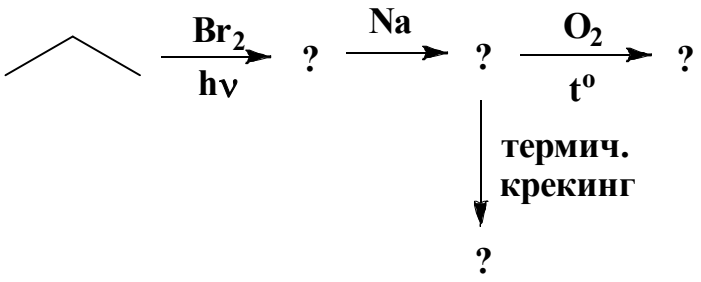
2. Сравните нитрование изобутана азотной кислотой:
а) в жидкой фазе;
б) в газовой фазе.
Какой процесс более избирателен? Почему? Приведите механизм реакции на одном примере.

3. Гексан обработали смесью диоксида серы и хлора при освещении. Полученный продукт ввели во взаимодействие с водным раствором щелочи. Како-

ва практическая роль получившегося вещества? Какие побочные продукты могут образоваться в ходе первой реакции? Приведите её механизм.

4. Охарактеризуйте следующие понятия и проиллюстрируйте их на примере разложения гептана: термический крекинг, гомолитический разрыв С-С связи, β-распад, рекомбинация, диспропорционирование. В чем практическая роль крекинга?

5. Заполните цепочку превращений:



Назовите все вещества. Какое именное название носит вторая реакция?

6. Алкан C_6H_{14} может быть получен восстановлением (Zn/HCl) только двух алкилхлоридов $C_6H_{13}Cl$ и гидрированием только двух алкенов C_6H_{12}. Какова структура алкана? Назовите его и приведите уравнения всех указанных реакций.

Вариант 5

1. Из всех устойчивых галогенов (F_2, Cl_2, Br_2, I_2) практическое значение имеет только взаимодействие с алканами хлора и брома. Дайте объяснение этому факту. Почему данные реакции проводятся при освещении? Приведите механизм реакции на примере бромирования изобутана. Какова роль света в этих реакциях? Поясните, почему реакция является цепной.

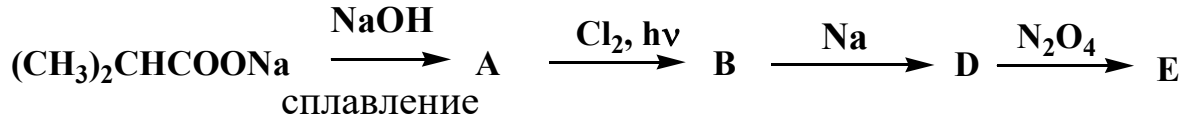
2. При действии на изогексан разбавленной азотной кислотой (по М.И.Коновалову) получается преимущественно одно нитропроизводное. Напишите уравнение реакции, приведите ее механизм, объясните предпочтительность образования.

3. Декан обработали смесью диоксида серы и хлора при освещении. Полученный продукт ввели во взаимодействие с водным раствором щелочи. Какова практическая роль получившегося вещества? Напишите все уравнения указанных реакций, приведите механизм первой реакции.

4. При каталитическом крекинге гептана может происходить не только образование смеси более коротких алканов и алкенов. Этот процесс может также

сопровождаться изомеризацией, циклизацией, ароматизацией. Покажите это на примерах.

5. Заполните схему превращений:



Назовите все вещества.

6. Определите строение соединения C_8H_{18}, которое при нитровании дает преимущественно третичное производное. Соединение C_8H_{18} может быть получено по реакции Вюрца из первичного галогеналкила без побочных продуктов.

Вариант 6

1. Сравните фотохимическое хлорирование и бромирование пропана. Для второй реакции приведите механизм. В каком случае содержание основного продукта будет преобладающим и почему? Дайте определение понятию “селективность” (“избирательность”) реакции.

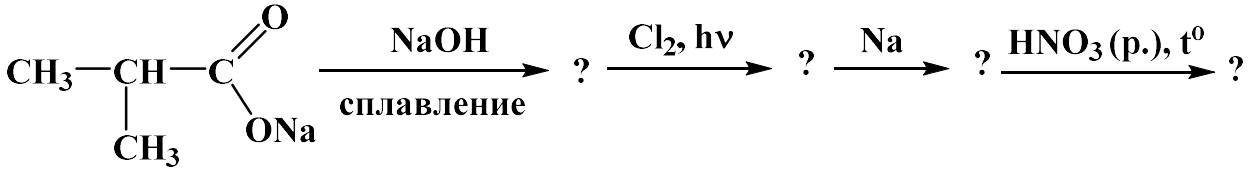
2. Сравните жидкофазное нитрование по М.И.Коновалову и парофазное нитрование по Х.Гессу на примере изобутана. Объясните, почему во втором случае образуется сложная смесь веществ. Приведите механизм реакции жидкофазного нитрования.

3. Напишите уравнение реакции и приведите механизмы фотохимического сульфохлорирования октана. Каково практическое значение этой реакции?

4. В чем практическая значимость реакции горения метана? пропана? Напишите уравнения реакций. Приведите примеры использования этого процесса в быту. Зачем в метан добавляют серосодержащие органические соединения?

5. Напишите уравнения реакций, протекающих при каталитическом крекинге октана. Приведите механизм. Значение крекинга.

6. Заполните цепочку превращений:



Назовите все вещества. Какое именное название носит третья реакция?

7. Определите строение соединения C_6H_{14}, содержащее в своем составе два третичных атома углерода. Предложите методы синтеза этого вещества из

соединений, содержащих в молекуле три, четыре, шесть, семь атомов углерода.

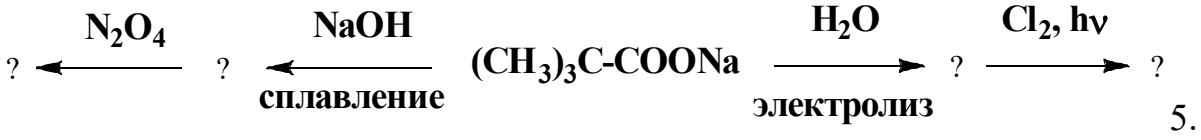
Вариант 7

1. Сравните фотохимическое хлорирование и бромирование изобутана. Для второй реакции приведите механизм. В каком случае содержание основного продукта будет преобладающим и почему? Дайте определение понятию “селективность” (“избирательность”) реакции.

2. При нитровании пропана 12%-ной азотной кислотой при 150^{o}C образуется преимущественно 2-нитропропан; при проведении же реакции при 420^{o}C с кислотой большей концентрации образуется смесь 2-нитропропана (33%), 1-нитропропана (32%), нитроэтана (26%), нитрометана (9%) и других продуктов реакции. Объясните этот факт. Приведите механизмы реакций.

3. Декан обработали смесью диоксида серы и кислорода при освещении. Полученный продукт ввели во взаимодействие с водным раствором щелочи. Какова практическая роль получившегося вещества? Напишите все указанные реакции и приведите механизм первой реакции.

4. Каким превращениям в ходе термического крекинга может подвергаться вторичный бутильный радикал? Покажите такие пути, как β-распад, диспропорционирование, рекомбинация.



5.

Заполните схему превращений:
Назовите все вещества.

6. Установите строение карбоновой кислоты, если известно, что: а) при электролизе ее натриевой соли образуется углеводород C_6H_{14}, бромирование которого приводит к образованию третичного бромпроизводного; б) при сплавлении соли этой кислоты со щелочью выделяется диметилметан.

Вариант 8

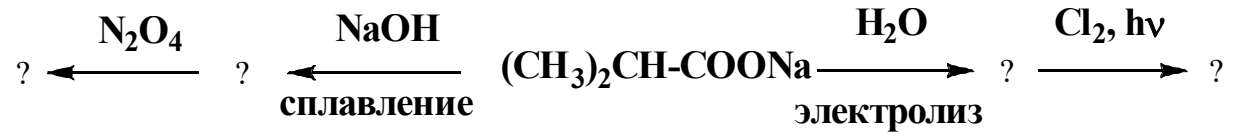
1. Напишите уравнение хлорирования неопентана при освещении. Рассмотрите механизм. Приведет ли реакция к образованию смеси основных и побочных продуктов? Почему?

2. Сравните жидкофазное нитрование по М.Коновалову (разб. HNO_3, 100-150°С) и парофазное нитрование по Х.Гессу (конц. HNO_3, 400-500°С) на примере бутана. Объясните, почему во втором случае образуется сложная смесь веществ. Приведите механизмы реакций.

3. Сравните механизмы реакций сульфохлорирования и сульфоокисления на примере пентана. Получившиеся продукты подвергли обработке водным раствором соды – напишите уравнение реакции, объясните, в чем практическая значимость получающихся продуктов? Что такое ПАВ?

4. Каким превращениям в ходе каталитического крекинга может подвергаться первичный бутильный катион? Покажите такие пути, как β-распад, изомеризация, выброс протона.

5. Заполните схему превращений:



Назовите все вещества.

6. Установите строение карбоновой кислоты, если известно, что:
а) при электролизе ее натриевой соли получается соединение $C_{10}H_{22}$;
б) при декарбоксилировании соли этой кислоты получается алкан состава C_5H_{12}, дающий при монохлорировании только одно хлорпроизводное.

Вариант 9

1. Основываясь на механизме реакции, объясните, почему относительные скорости фотохимического бромирования при 40°С различных алканов отличаются: бромирование этана – 1, бромирование пропана – 220, бромирование изобутана – 19000. (Во всех случаях рассматривайте только образование основного продукта реакции).

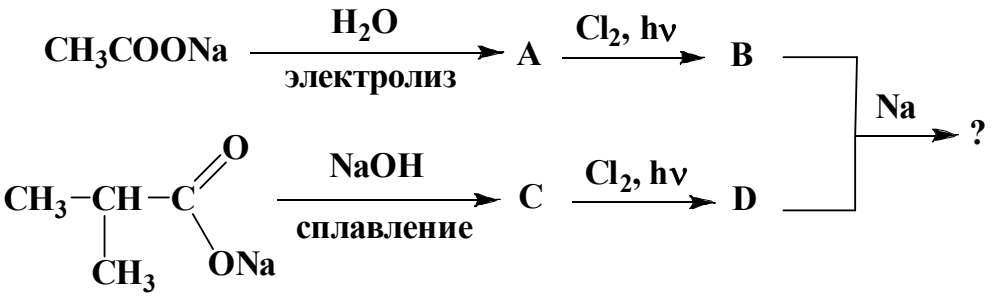
2. Какой алкан будет легче нитроваться в условиях реакции Коновалова и почему – бутан или 2-метилпропан? Докажите с помощью механизма реакции.

3. При обработке керосиновой фракции нефти олеумом получили кислотный продукт – коричневую вязкую жидкость, которую затем нейтрализовали щелочью. Смесь получившихся солей носит название «контакт Петрова». Почему эти соединения обладают свойствами ПАВ? Где они применяются? На-

пишите уравнения вышеописанных реакций на примере ундекана. В чем преимущество СМС перед мылами?

4. Напишите схему термического крекинга 5,6-диметилдекана. Проведите разрыв цепи по самому разветвленному месту главной цепи. Для получившихся радикалов приведите следующие пути превращений: β-распад, далее – диспропорционирование, рекомбинация.

5. Заполните цепочку превращений:



Назовите все вещества.

6. Установите строение карбоновой кислоты, которая при сплавлении со щелочью образует метилэтилметан, а электролиз водного раствора этой кислоты приводит к образованию углеводорода, не дающего при нитровании по Коновалову третичных нитросоединений.

Вариант 10

1. Сравните реакции монобромирования изомерных алканов – 2,2-диметилпропана и 2-метилбутана. На основе механизма объясните, какая реакция галогенирования протекает легче и почему.

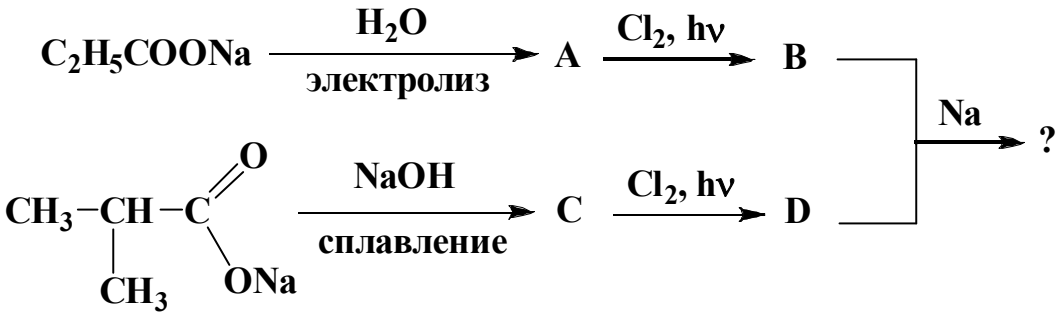
2. Сравните жидкофазное (М.Коновалов, 1889) и парофазное (Г.Хесс, 1930) нитрование алканов на примере пропана. Чем отличаются условия реакции? Продукты? Почему?

3. Напишите уравнение реакции и механизм сульфохлорирования гептана. Какие практически полезные соединения образуются при обработке получившихся продуктов щелочью? В чем их преимущество перед мылами?

4. Какой объем кислорода необходим на сгорание газа, полученного при гидрировании 126 г пропилена? Каково практическое значение реакции горения?

5. Напишите схему термического крекинга 3,4-диэтилгексана. Проведите разрыв цепи по самому разветвленному месту главной цепи. Для получившихся радикалов приведите следующие пути превращений: β-распад, далее – диспропорционирование, рекомбинация.

6. Заполните цепочку превращений:



Назовите все вещества.

7. Определите строение углеводорода C_8H_{18}, при бромировании которого получается преимущественно третичный монобромалкан. Углеводород C_8H_{18} может быть получен по реакции Вюрца из вторичного галогенопроизводного без побочных продуктов.

ТЕМА II

АЛКЕНЫ (ЭТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ, ОЛЕФИНЫ)

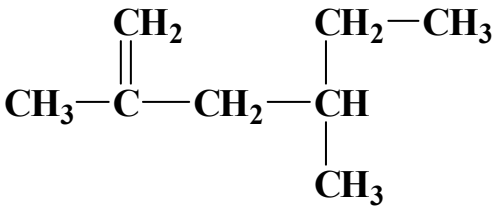
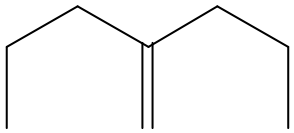
Часть 1. Строение и способы получения алкенов

Вариант 1

1. Составьте формулы по приведенным названиям или дайте названия (IUPAC) по формулам. Есть ли среди этих веществ изомерные друг другу вещества? Одинаковые соединения?

а) 2,3,4-триметил-1-пентен б) 2,2,4,4-тетраметил-3-гексен

в) *t*-Bu-CH=CH-*t*-Bu г) *симм*.-пропил*изо*пропилэтилен

д)  е) 

2. Правильно ли названы следующие соединения? Составьте формулы. Исправьте названия там, где это необходимо. Для каких алкенов возможно существование геометрических изомеров? Составьте их формулы и назовите, используя E,Z-номенклатуру. По каким свойствам они будут отличаться друг от друга?

а) 2-метил-3-бутен; б) 2,3-диметил-2-бутен; в) 2,3-диэтил-2-бутен

3. Какие алкены получатся при:

а) дегидрировании изобутана

б) действии цинка на 2,3-дихлор-2-метилбутан

в) дегидратации 2-метил-3-гексанола

г) действии спиртового раствора щелочи на *втор*бутилхлорид

Получите *трет*-пентилэтилен:

а) неполным восстановлением ацетиленового углеводорода

б) дегидратацией вторичного спирта

Сформулируйте правило Зайцева. Какие из вышеприведенных реакций его иллюстрируют? Напишите уравнения реакций. Назовите все вещества. Укажите условия проведения реакций.

4. Приведите схемы взаимодействия пропилена с хлором:

а) на свету;

б) при нагревании до 450-500^{o}C.

Назовите полученные продукты и рассмотрите механизм реакции «б».

5. Сравните скорость присоединения бромоводорода к: а) этену; б) 1-бутену; в) изобутилену. На основе механизма реакции объясните разницу в скорости присоединения бромоводорода.

6. Напишите уравнения реакции присоединения: а) концентрированной серной кислоты к 2-метил-1-бутену; б) воды к метиленциклогексану в присутствии фосфорной кислоты в качестве катализатора; в) хлороводорода к пропилену; г) хлорноватистой кислоты к *несимм*.-метилпропилэтилену. В чем сходство этих реакций?

Этилен — одно из самых производимых органическое соединение в мире; общее мировое производство этилена в 2008 году составило 113 миллионов тонн и продолжает расти на 2—3 % в год.

Вариант 2

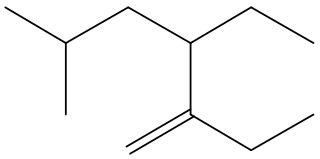
1. Составьте формулы по приведенным названиям или дайте названия (IUPAC) по формулам. Есть ли среди этих веществ изомерные друг другу вещества? Одинаковые соединения?

а) 4-*изо*пропил-5-метил-3-гексен

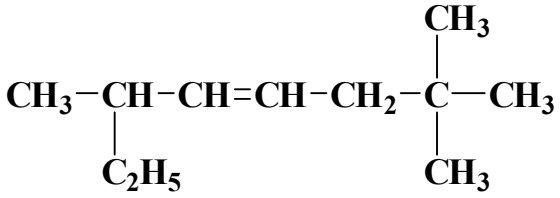
б) 3,4-диэтил-3-гексен

в) тетраэтилэтилен

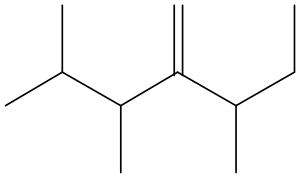
г)



д)



е)



2. Правильно ли названы следующие соединения? Составьте формулы. Исправьте названия там, где это необходимо. Для каких алкенов возможно существование геометрических изомеров? Составьте их формулы. Дайте названия по E,Z-номенклатуре. По каким свойствам они будут отличаться друг от друга?

а) 2-этил-3-бутен; б) тетраметилэтилен; в) *симм*.-диметилэтилен

3. Какие алкены и каким способом можно получить из:

а) пропана

б) 2,3-дибром-2-метилгексана

в) 2-метил-3-гексанола

г) 2-хлор-3-этилпентана

д) ацетилена

Получите *трет.*-бутилэтилен:

а) неполным восстановлением ацетиленового углеводорода

б) дегидратацией вторичного спирта

Сформулируйте правило Зайцева. Какие из вышеприведенных реакций его иллюстрируют? Напишите уравнения реакций. Назовите все вещества. Укажите условия проведения реакций.

4. Сравните действие бромной воды на: а) бутан; б) 1-бутен. Приведите механизм электрофильного бромирования алкена. Каково значение второй реакции в лабораторной практике?

5. Какое соединение образуется при взаимодействии пропилена с HBr:

а) в условиях реакции электрофильного присоединения; б) в присутствии пероксидов? Что определяет направление присоединения в обоих случаях? Напишите механизмы реакций.

6. Напишите уравнения реакции присоединения: а) концентрированной серной кислоты к изобутилену; б) воды к метиленциклопентану в присутствии серной кислоты в качестве катализатора; в) хлорноватистой кислоты к *несимм.*-метилбутилэтилену. В чем сходство этих реакций?

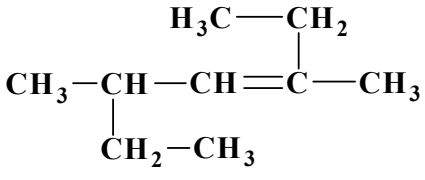
Этилен в смеси с кислородом использовался в медицине для наркоза вплоть до середины 80-х годов XX века в СССР и на ближнем Востоке.

Вариант 3

1. Составьте формулы по приведенным названиям или дайте названия (IUPAC) по формулам. Есть ли среди этих веществ изомерные друг другу вещества? Одинаковые соединения?

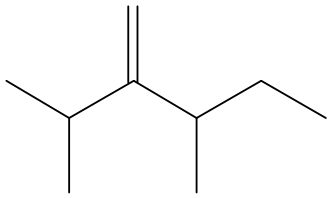
а) *симм.*-этил*нео*пентилэтилен

б) 3,3-диметилбутен-1

в) 

г) *t*-Bu-CH=CH_2

д) Et_2C=CH-Me

е) 

2. Правильно ли названы следующие соединения? Составьте формулы. Исправьте названия там, где это необходимо. Для каких алкенов возможно существование геометрических изомеров? Составьте их формулы. Дайте назва-

ния по E,Z-номенклатуре. По каким свойствам они будут отличаться друг от друга?

а) 3,4-диметил-3-пентен; б) тетраэтилэтилен; в) 4-гексен

3. Какие алкены и каким способом можно получить из:

а) изопентана

б) 1,2-дибром-3-этилгексана

в) 3-метил-2-октанола

г) вторичного бромистого бутила

д) 1,3-бутадиена

Получите *симм*.-ди-*трет*.-бутилэтилен:

а) неполным восстановлением ацетиленового углеводорода

б) дегидратацией спирта

Сформулируйте правило Зайцева. Какие из вышеприведенных реакций его иллюстрируют? Напишите уравнения реакций. Назовите все вещества. Укажите условия проведения реакций.

4. Сравните действие на пропен:

а) хлора в растворе CCl_4;

б) газообразного хлора при 450°C.

Напишите механизмы реакций.

5. Бромоводород действует на 2-метил-1-гексен: а) в отсутствие перекиси; б) в присутствии перекиси. Напишите уравнения реакций. Приведите механизмы реакций; объясните разницу в ориентации.

6. Напишите реакции присоединения: а) концентрированной серной кислоты к *несимм*.-диэтилэтилену; б) воды к изобутилену в присутствии фосфорной кислоты; в) хлорноватистой кислоты к 3-метил-2-пентену. В чем сходство этих реакций?

Этилен является фитогормоном у многих растений, отвечает за опадание иголок у хвойных.

Вариант 4

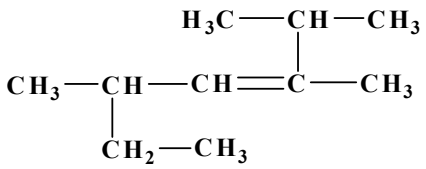
1. Составьте формулы по приведенным названиям или дайте названия (IUPAC) по формулам. Есть ли среди этих веществ изомерные друг другу вещества? Одинаковые соединения?

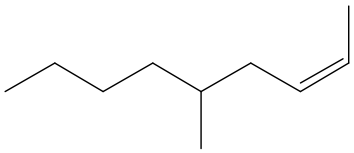
а) $Et_2C{=}CEt_2$

б) *симм*.-*нео*пентил*изо*пропилэтилен

в) изобутилен

г) *несимм*.-диметилэтилен

д) 

е) 

2. Правильно ли названы следующие соединения? Составьте формулы. Исправьте названия там, где это необходимо. Для каких алкенов возможно существование геометрических изомеров? Составьте их формулы и назовите с применением E,Z-номенклатуры. По каким свойствам они будут отличаться друг от друга?

а) 2-этил-4-пентен; б) тетрапропилэтилен; в) 3-пентен

3. Получите:

а) изобутилен из насыщенного углеводорода

б) алкен из 1,2-дихлорпентана

в) алкен дегидратацией третичного пентилового спирта

г) бутен-1 из соответствующего бромистого алкила

д) алкен из 2-бутина

При каких условиях в реакции «д» образуется преимущественно *цис*-алкен? *транс*-алкен? Обоснуйте ответ. Сформулируйте правило Зайцева. Какие из вышеприведенных реакций его иллюстрируют? Напишите уравнения реакций. Назовите все вещества. Укажите условия проведения реакций.

4. Три изомера C_4H_8 подвергнуты действию бромной воды. Напишите уравнения реакций. Приведите механизм на любом примере.

5. Сравните действие бромоводорода на: а) пропилен; б 3,3,3-трифтор-1-пропен. Приведите механизмы реакций. Объясните результат.

6. Напишите реакции:

а) гидратации 2-метил-1-бутена;

б) гипохлорирования изобутилена;

в) присоединения серной кислоты к этилену.

В чем общность этих реакций? Приведите механизм реакции «а». В чем заключается роль серной кислоты?

Марковников Владимир Васильевич [13(25).12.1837, город Княгинин — 29.1(11.2).1904, Москва], русский химик. Ученик А. М. Бутлерова. Окончил в 1860 Казанский университет. В 1871 вместе с группой передовых учёных ушёл из Казанского университета в знак протеста против увольнения профессора П. Ф. Лесгафта, в 1871—73 гг. - профессор Новороссийского университета (в Одессе). С 1873 года - профессор Московского университета. По его инициативе был издан "Ломоносовский сборник" (1901), посвященный истории химии в России. Марковников был одним из учредителей Русского химического общества (1868). Учениками Марковникова были многие видные учёные: Н. Я. Демьянов, М. И. Коновалов, Н. М. Кижнер, И. А. Каблуков и другие.

Вариант 5

1. Составьте формулы по приведенным названиям или дайте названия (IUPAC) по формулам. Есть ли среди этих веществ изомерные друг другу вещества? Одинаковые соединения?

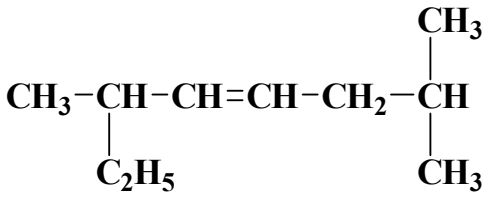
а) *симм*.-ди*изо*бутилэтилен

б) *нео*пентилэтилен

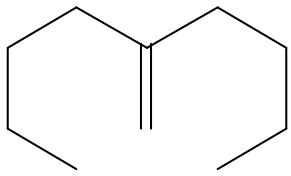
в) 4,4-диметил-1-пентен

г) $MePrC{=}CEt_2$

д)



е)



2. Правильно ли названы следующие соединения? Составьте формулы. Исправьте названия там, где это необходимо. Для каких алкенов возможно существование геометрических изомеров? Составьте их формулы. По каким свойствам они будут отличаться друг от друга?

а) 2-изопропил-3-бутен; б) 2-метил-1-пропен; в) 3,4-диметил-2-пентен

3. Какие алкены и какими способами можно получить из следующих соединений:

а) изопентан

б) 2-бром-3-этилпентан

в) 2-этил-3-гептанол

г) 1,2-дихлорэтан

д) изопрен

е) диэтилацетилен.

При каких условиях в реакции «е» образуется преимущественно *цис*-алкен? *транс*-алкен? Обоснуйте ответ. Сформулируйте правило Зайцева. Какие из вышеприведенных реакций его иллюстрируют? Напишите уравнения реакций. Назовите все вещества. Укажите условия проведения реакций.

4. На 1-бутен подействовали хлором:

а) при комнатной температуре в растворе четыреххлористого углерода;

б) при нагревании до 450°С.

Напишите уравнения реакций. Приведите механизм реакции «б».

5. Сравните скорость и направление присоединения бромоводорода к:

а) 1-гексену; б) 2-гексену; в) 2-метил-2-пентену.

На основании механизма реакции объясните направление присоединения.

6. Какие продукты получатся при:

а) присоединении к пропилену концентрированной серной кислоты с последующим действием воды?

б) присоединении к пропилену хлорноватистой кислоты с последующим действием воды?

в) присоединении к пропилену воды в присутствии серной кислоты? Приведите механизм последней реакции.

Этилен используется для ускорения созревания фруктов и овощей. Например, выдерживание в камерах с этиленом ускоряет созревание бананов и томатов.

Вариант 6

1. Составьте формулы по приведенным названиям или дайте названия (IUPAC) по формулам. Есть ли среди этих веществ изомерные друг другу вещества? Одинаковые соединения?

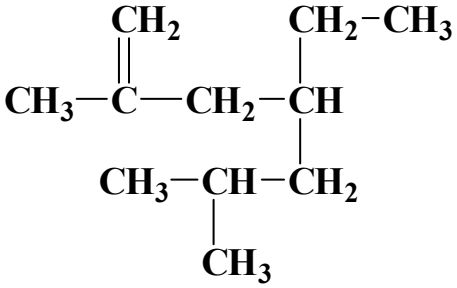
а) *симм*.-дипропилэтилен

б) ***i*-Bu-CH=CH-Et**

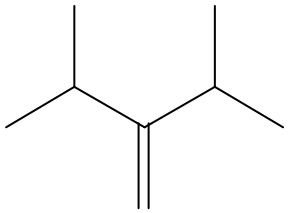
в) неопентилэтилен

г) $(CH_3)_3C\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2$

д)



е)



2. Правильно ли названы следующие соединения? Составьте формулы. Исправьте названия там, где это необходимо. Для каких алкенов возможно существование геометрических изомеров? Составьте их формулы. Назовите по E,Z-номенклатуре. По каким свойствам они будут отличаться друг от друга?

а) 2-*трет*-бутил-4-пентен; б) тетраэтилэтилен; в) 3-гексен

3. Получите:

а) первый член гомологического ряда алкенов – из соответствующего спирта

б) бутен, не имеющий *цис-транс*-изомеров – из первичного бромалкана

в) симметричный диметилэтилен – из дихлоралкана

г) алкен путем восстановления ди-*трет*-бутилацетилена: 1) водородом на твердом катализаторе; 2) натрием в жидком аммиаке. В каком случае будет преимущественно образовываться *цис*-алкен? *транс*-алкен? Какой из алкенов будет обладать большей устойчивостью? Почему?

Напишите уравнения реакций. Назовите все вещества. Укажите условия проведения реакций.

4. Имеются следующие реагенты: металлический натрий; бромная вода; серная кислота. Какой из них нужно использовать, чтобы отличить гексен-1 от гексана? Напишите уравнение реакции.

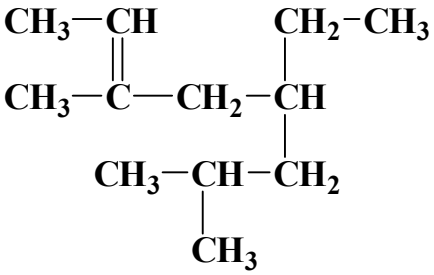
5. Сравните действие бромоводорода на 1-гексен:
а) в присутствии перекиси?
б) в отсутствие перекиси?
Приведите механизм каждой реакции. Что определяет направление присоединения в обоих случаях?

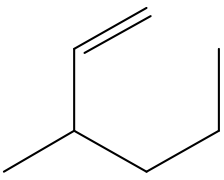
6. К изобутилену присоедините: а) серную кислоту; б) хлорноватистую кислоту; в) воду. В каких случаях следует использовать катализатор и почему? В чем сходство этих реакций? Приведите механизм реакции «в».

Егор Егорович Вагнер (9 декабря 1849 г., Казань — 27 ноября 1903 г., Варшава) — русский химик-органик. В 1867 г. поступил на юридический факультет Казанского университета; в 1869 г. перевёлся на физико-математический факультет, который окончил в 1874 г. По представлению А.М. Зайцева был оставлен при университете; с 1875 г. работал в Петербургском университете у А.М. Бутлерова и Н.А. Меншуткина. Магистерскую («Синтез вторичных спиртов и их окисление», 1885 г.) и докторскую («К реакции окисления непредельных углеродистых соединений», 1888 г.) диссертации защитил в Петербургском университете.

Вариант 7

1. Составьте формулы по приведенным названиям или дайте названия (IUPAC) по формулам. Есть ли среди этих веществ изомерные друг другу вещества? Одинаковые соединения?

а) 

б) 

в) *симм*.-этилпропилэтилен д) *н*-пентилэтилен

г) **$(CH_3)_3C$-CH_2-CH=CH_2** е) ***i*-Bu-CH=CH-Me**

2. Правильно ли названы следующие соединения? Составьте формулы. Исправьте названия там, где это необходимо. Для каких алкенов возможно существование геометрических изомеров? Составьте их формулы. Дайте названия по E,Z-номенклатуре. По каким свойствам они будут отличаться друг от друга?

а) 2-*изо*пентил-4-пентен; б) *изо*бутилэтилен; в) 2-гексен

3. Какие исходные соединения нужно взять, чтобы получить:

а) гексен-2 из моногалогенопроизводного

б) 2-бутен из спирта

в) 2-метил-2-бутен из алкадиена

г) *цис*-3-гексен из ацетиленового углеводорода

Какие алкены и при действии каких реагентов получатся из:

а) 3,4-дибром-2-метилгексана

б) 2-метил-3-гексанола

Напишите уравнения реакций. Назовите все вещества. Укажите условия проведения реакций.

4. Сравните хлорирование пропилена:

а) в растворе CCl_4 при комнатной температуре;

б) в газовой фазе при температуре 450-500^oC.

Приведите механизмы обеих реакций?

5. Будет ли разница в строении продуктов присоединения бромоводорода по электрофильному механизму (в водном растворе) и по радикальному механизму (в присутствии перекиси): а) к 2-бутену? б) к 1-бутену? Объясните с использованием механизма реакций.

6. Приведите уравнения следующих реакций:

а) гидратации 1-гексена

б) присоединения HClO к 2-метил-1-пентену;

в) присоединения серной кислоты к изобутилену?

По какому механизму они протекают? Напишите механизм на примере реакции «а».

Егор Егорович Вагнер в 1888 г. открыл реакцию окисления непредельных органических соединений действием слабого раствора перманганата калия в щелочной среде (окисление по Вагнеру). С помощью этой реакции доказал непредельный характер ряда терпенов; установил строение лимонена и α-пинена. В 1899 г. на примере перехода борнеола в камфен и обратно открыл камфеновую перегруппировку первого рода (перегруппировка Вагнера-Меервейна).

Вариант 8

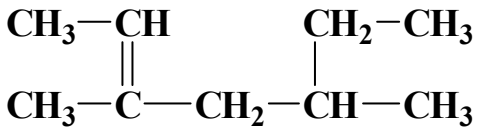
1. Составьте формулы по приведенным названиям или дайте названия (IUPAC) по формулам. Есть ли среди этих веществ изомерные друг другу вещества? Одинаковые соединения?

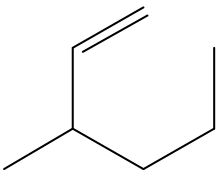
а) *симм*.- метилбутилэтилен

в) *трет*.-бутилэтилен

б) **Me-CH=CH-Et**

г) $\mathbf{C_2H_5(CH_3)_2C\text{-}CH{=}CH_2}$

д) 

е) 

2. Правильно ли названы следующие соединения? Составьте формулы. Исправьте названия там, где это необходимо. Для каких алкенов возможно существование геометрических изомеров? Составьте их формулы. Назовите их, используя E,Z-номенклатуру. По каким свойствам они будут отличаться друг от друга?

а) 2-пентил-3-бутен; б) *несимм*.-диметилэтилен; в) 2-гексен

3. Какие алкены получатся при действии:

а) натрия и хлорметана на хлористый аллил

б) спиртового раствора щелочи на *трет*-пентилбромид

в) водорода на метилэтилацетилен (твердофазный катализ)

Какой геометрический изомер получится преимущественно в случае «в»?

Какие исходные соединения нужно взять, чтобы получить:

а) 1-пентен из моногалогенопроизводного

б) 2-пентен из спирта

в) 2-бутен из алкадиена

г) *симм*.-диизопропилэтилен из дигалогеналкана

Напишите уравнения реакций. Назовите все вещества. Укажите условия проведения реакций.

4. Подействуйте бромной водой на: а) гексан; б) 1-гексен. Укажите признак реакции. Напишите уравнение реакции. Какова роль этой реакции в лабораторной практике?

5. Сравните скорость электрофильного присоединения бромоводорода к:

а) 1-бутену; б) 2-бутену; в) 2-метилпропену.

Выводы докажите с помощью механизма.

6. Напишите реакции:

а) гидратации несимм.-диметилэтилена; б) гипогалогенирования пропилена; в) гидрохлорирования 1-пентена. В чем сходство этих реакций? Рассмотрите механизм реакции «а».

Изобретателем полиэтилена считается немецкий инженер Ганс фон Пехманн, который впервые случайно получил этот продукт в 1899 году. Однако это открытие не получило распространения. Вторая жизнь полиэтилена началась в 1933 году благодаря инженерам Эрику Фосету и Реджинальду Гибсону. Сначала полиэтилен использовался в производстве телефонного кабеля и лишь в 1950-е годы стал использоваться в пищевой промышленности как упаковка.

Вариант 9

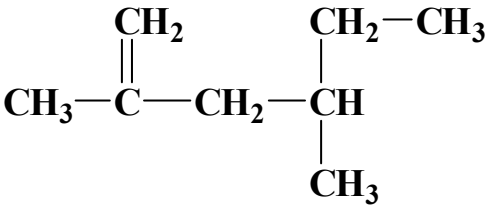
1. Составьте формулы по приведенным названиям или дайте названия (IUPAC) по формулам. Есть ли среди этих веществ изомерные друг другу вещества? Одинаковые соединения?

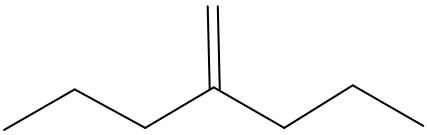
а) 3-изопропил-2-пентен

б) 2,2,4,4-тетраметил-3-гексен

в) *симм*.-дипропилэтилен

г) ***t*-Bu-CH=CH-*t*-Bu**

д) 

е) 

2. Правильно ли названы следующие соединения? Составьте формулы. Исправьте названия там, где это необходимо. Для каких алкенов возможно существование геометрических изомеров? Составьте их формулы. Назовите с использованием E,Z-номенклатуры. По каким свойствам они будут отличаться друг от друга?

а) 2-этил-3-бутен; б) 2,3-диэтил-2-бутен; в) 3-метил-3-пентен

3. Какие алкены получатся при действии:

а) хлорметана на аллилмагнийхлорид

б) спиртового раствора щелочи на 2,4,4-триметил-2-хлоргексан

в) водорода на диэтилацетилен (в присутствии палладия)

Какой геометрический изомер получится преимущественно в случае «в»?

Какие реагенты нужно применить, чтобы получить алкены из:

а) 3-этил-2-пентанола

б) 1,2-дихлор-3-изопропилгептана

в) 1,3-бутадиена

Напишите уравнения реакций. Назовите все вещества. Укажите условия проведения реакций.

4. Есть ли разница в действии хлора в растворе четыреххлористого углерода на пентан и 1-пентен? Напишите уравнение реакции.

5. Напишите механизмы электрофильного присоединения бромоводорода к изомерным бутенам. В каком случае реакция идет легче всего? Почему? Сформулируйте правило Марковникова.

6. Напишите уравнения реакций:

а) гипохлорирования изобутилена;

б) гидратации 1-гексена;

в) присоединения серной кислоты к этилену.

К чему приведет гидролиз последнего продукта?

Тефлон представляет собой полностью фторированный полимер этилена – политетрафторэтилен. Политетрафторэтилен был открыт в апреле 1938 г. 27-летним учёным-химиком Роем Планкеттом, который случайно обнаружил, что закачанный им в баллоны под давлением газообразный тетрафторэтилен спонтанно полимеризовался в белый парафиноподобный порошок.

Вариант 10

1. Составьте формулы по приведенным названиям или дайте названия (IUPAC) по формулам. Есть ли среди этих веществ изомерные друг другу вещества? Одинаковые соединения?

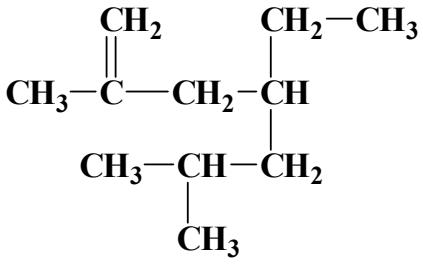
а) *симм*.-дипропилэтилен

б) **$(CH_3)_3C\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2$**

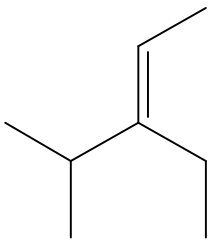
в) *н*-бутилэтилен

г) ***втор*-Bu-CH=CH-Et**

д)



е)



2. Правильно ли названы следующие соединения? Составьте формулы. Исправьте названия там, где это необходимо. Для каких алкенов возможно существование геометрических изомеров? Составьте их формулы. Назовите с

использованием E,Z-номенклатуры. По каким свойствам они будут отличаться друг от друга?

а) 2-метил-5-гексен; б) *трет.*-бутилэтилен; в) 2-гексен

3. Даны следующие реагенты: этиловый спирт, водный раствор брома, цинк. Какой из них поможет отличить 2-гексен от гексана? Напишите уравнение реакции. Укажите признак реакции.

4. Какие алкены и какими способами можно получить из:

а) пропана

б) 2-хлор-4-метилгексана

в) 2,3-дибромбутана

Как получить:

а) 2-бутен из спирта

б) 1-бутен из аллилхлорида

в) 2-метил-2-бутен восстановлением диена

г) 2-бутен из 1-бутена (в две стадии)

Напишите уравнения реакций и назовите все вещества. Укажите условия проведения реакций.

5. Напишите уравнения реакций электрофильного присоединения бромоводорода к 1-пентену и 2-метил-1-бутену.

Приведите механизмы реакций. В каком случае реакция идет легче? Почему?

6. Напишите уравнения реакций:

а) гипохлорирования изобутилена;

б) гидратации 3-метил-1-пентена;

в) присоединения серной кислоты к этилену. К чему приведет гидролиз последнего продукта? Что общего в этих реакциях?

Тефлон используют для производства посуды с антипригарным покрытием. Этот полимер очень устойчив и инертен в обычных условиях.

ТЕМА II

АЛКЕНЫ (ЭТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ, ОЛЕФИНЫ)

Часть 2. Химические свойства алкенов

Вариант 1

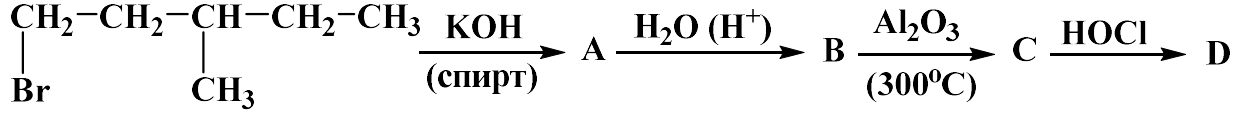
1. Образование каких веществ можно ожидать при каталитической конденсации (в присутствии хлорида алюминия):
а) пропилена с изобутаном;
б) изобутилена с изобутаном.
Рассмотрите механизм реакции на одном примере.

2. Для дегидратации двух изомерных спиртов состава $C_7H_{16}O$ образуется один и тот же углеводород C_7H_{14}, который способен обесцвечивать водный раствор перманганата калия. Окисление этого алкена в жестких условиях приводит к образованию смеси ацетона и масляной кислоты. Определите структурные формулы исходных спиртов.

3. Какие вещества образуются при озонолизе углеводородов этиленового ряда, имеющих молекулярную формулу C_4H_8?

4. Из какого мономера можно получить полимер следующего строения:
…-CH_2-CH(C_2H_5)-CH_2-CH(C_2H_5)-CH_2-CH(C_2H_5)-…
Приведите схему и механизм полимеризации в присутствии серной кислоты.

5. Заполните цепочку превращений. Назовите все вещества.



Вариант 2

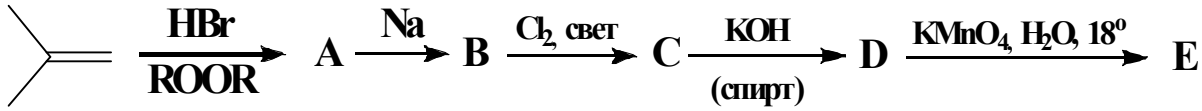
1. Установлено, что карбокатионы способны быстро отрывать гидрид-ион от третичного атома углерода алкана. На основании этого предложите механизм присоединения изобутана к изобутилену в присутствии фтористого водорода и трехфтористого бора. Какое практическое применение находят продукты алкилирования алканов непредельными углеводородами?

2. Соединение C_6H_{12} обесцвечивает водный раствор перманганата калия, а при озонолизе дает смесь метилэтилкетона и уксусного альдегида. Напишите формулу углеводорода, приведите все указанные реакции.

3. Получите этилен из этанола и подвергните его действию кислорода в присутствии серебряного катализатора.

4. Из какого мономера можно получить полимер следующего строения:
…-CH_2-$CH(C_6H_5)$-CH_2-$CH(C_6H_5)$-CH_2-$CH(C_6H_5)$-…
Приведите схему и механизм полимеризации при участии в качестве инициатора перекиси бензоила.

5. Заполните цепочку превращений. Назовите все вещества.



Вариант 3

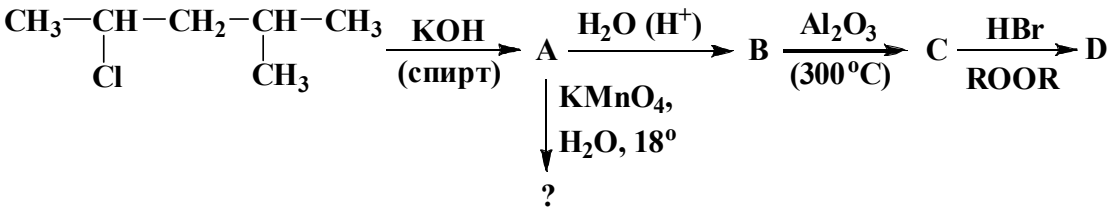
1. Установлено, что карбокатионы способны быстро отрывать гидрид-ион от третичного атома углерода алкана. На основании этого предложите механизм присоединения 2-метилбутана к изобутилену в присутствии фтористого водорода и трехфтористого бора. Какое практическое применение находят продукты алкилирования алканов непредельными углеводородами?

2. Получите из 1-бутена 2-бутен и введите его в реакции:
а) Вагнера;
б) озонолиза;
в) жесткого окисления.
Назовите продукты реакций.

3. Получите действием цинка на дигалогенопроизводное алкен, который при озонолизе образует только изомасляный альдегид. Подвергните этот алкен окислению хромовой смесью? Напишите уравнения реакций.

4. Из какого мономера можно получить полимер следующего строения:
…-CH_2-$CH(CH_3)$-CH_2-$CH(CH_3)$-CH_2-$CH(CH_3)$-…
Приведите схему и механизм полимеризации, если катализатором являлась перекись ацетила.

5. Заполните цепочку превращений. Напишите все уравнения реакций, назовите начальный и конечные продукты.



Вариант 4

1. При растворении изобутилена в 60% серной кислоте протекают реакции, приводящие к образованию смеси двух алкенов общей формулы C_8H_{16}. Напишите схему их образования, приведите механизм.

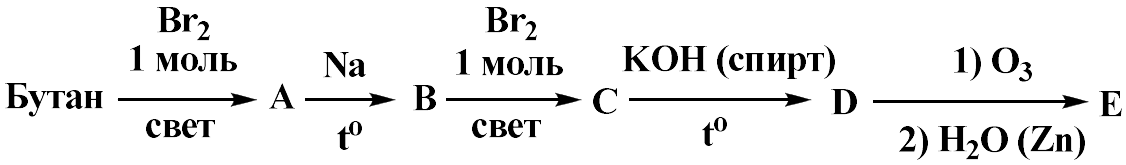
2. Определить строение соединения C_5H_{10}, которое обесцвечивает водный раствор перманганата калия, а при озонолизе дает муравьиный и изомасляный альдегид. Какие продукты получатся при кипячении данного алкена с сернокислым раствором перманганата калия? Напишите уравнения всех реакций.

3. Напишите реакции этилена:
а) с надуксусной кислотой;
б) с кислородом в присутствии серебряного катализатора.

4. Сравните отношение гексана и 1-гексена к действию водного раствора перманганата калия при комнатной температуре. Напишите уравнение реакции. Каково значение реакции в лабораторной практике?

5. Из какого мономера можно получить полимер следующего строения:
…-CH_2-$C(CH_3)_2$-CH_2-$C(CH_3)_2$-CH_2-$C(CH_3)_2$-…
Приведите схему и механизм полимеризации, если катализатором являлась минеральная кислота.

6. Заполните цепочку превращений. Назовите все вещества.



Вариант 5

1. Из 1-бутена получите 2-бутен. Какой продукт образуется при алкилировании 2-бутена изобутаном в присутствии хлорида алюминия? Напишите схему реакции и рассмотрите механизм.

2. Установите строение углеводорода C_5H_{10}, если при взаимодействии с бромоводородом в присутствии перекиси он дает 2-бром-3-метилбутан, а при озонировании и последующем разложении озонида водой образует ацетон и уксусный альдегид. Напишите все уравнения реакции.

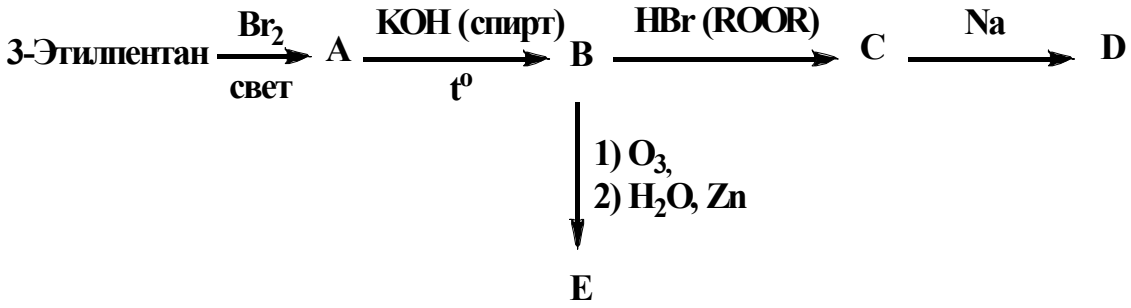
3. Сравните действие на пропилен:
а) кислорода (избыток) при повышенной температуре;

б) кислорода при нагревании в присутствии серебряного катализатора;
в) перманганата калия в водном растворе при комнатной температуре;
г) перманганата калия в сернокислом растворе при кипячении.

4. Приведите схему и механизм радикальной полимеризации пропилена в присутствии перекиси бензоила.

5. Какой алкен подвергся полимеризации, если в результате получено ВМС следующего строения: **…-CH(CH_3)-CH(C_2H_5)-CH(CH_3)-CH(C_2H_5)-…**? Приведите схему полимеризации. Назовите алкен и докажите его строение с помощью реакции озонолиза.

6. Заполните цепочку превращений. Назовите все вещества.



Вариант 6

1. При димеризации изобутилена при нагреве с 60% серной кислотой образуется смесь двух изомеров, которые при дальнейшем гидрировании превращаюся в изооктан (2,2,4-триметилпентан). Напишите уравнения реакций. Приведите механизм димеризации. Какое практическое значение имеют данные превращения? Что такое «октановое число»?

2. Образование каких веществ можно ожидать при действии:
а) кислорода воздуха на 2-бутен в присутствии серебряного катализатора;
б) разбавленного раствора перманганата калия при комнатной температуре на 1-бутен;
в) хромовой смеси на *симм*.-ди-*трет*-бутилэтилен.

3. Два изомера $C_6H_{13}Cl$ при действии спиртового раствора щелочи превращаются в вещество, которое в условиях жесткого окисления дает ацетон и пропионовую кислоту. Приведите структурные формулы изомеров. Напишите все уравнения реакций.

4. Чем отличается радикальная полимеризация от ионной? Приведите механизм радикальной полимеризации пропена в присутствии перекиси бензоила.

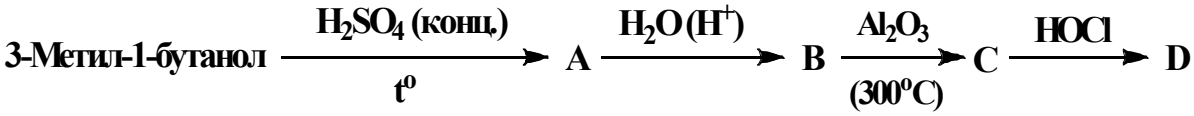
5. С помощью каких реакций можно осуществить следующие переходы:

а) 2-метил-2-бутен (**A**) → 3,3,4,4-тетраметилгексан;

б) 1-бутен (**B**)→ 2-бутен (**C**).

Как химическим путем определить положение двойной связи в веществах **A**, **B** и **C**?

6. Заполните цепочку превращений. Назовите все вещества.



Вариант 7

1. Из хлористого изопропила получите пропен и введите его в реакцию конденсации с изобутаном. Какие катализаторы способствуют этой реакции? Приведите механизм.

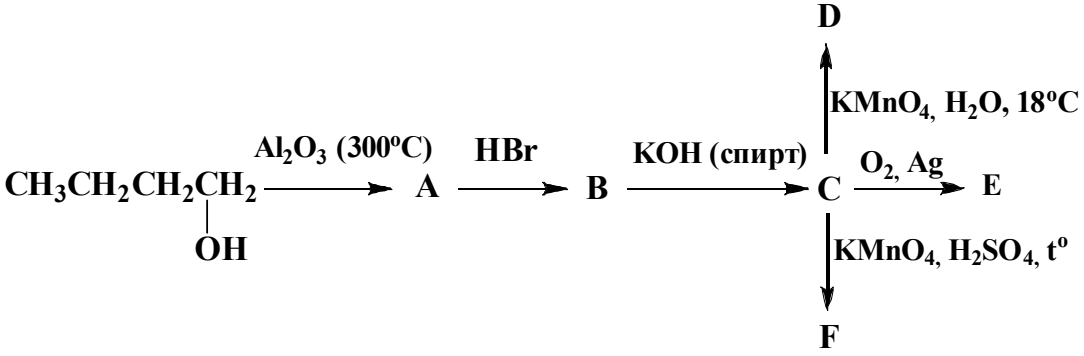
2. При дегидратации двух изомерных спиртов $C_8H_{18}O$ образуется один и тот же этиленовый углеводород. При энергичном окислении последнего образуется смесь ацетона и валериановой кислоты. Определите строение спиртов. Напишите все уравнения реакции.

3. Определите строение дигалогеналкана $C_5H_{10}Br_2$, который при действии цинка превращается в углеводород C_5H_{10}, дающий при озонолизе смесь уксусного и пропионового альдегидов. Напишите все уравнения реакции.

4. Что такое полимеризация? Какие катализаторы применяют при катионной полимеризации? Анионной полимеризации? Приведите механизм катионной полимеризации 1-бутена.

5. Сравните действие водного раствора перманганата калия при комнатной температуре на пентан и 1-пентен. Напишите уравнения реакций.

6. Заполните цепочку превращений, назовите все вещества.



Вариант 8

1. Получите из 2-метил-1-пропанола изобутилен и введите его в реакцию конденсации с изобутаном. Какие катализаторы способствуют алкилированию алкенов алканами? Приведите механизм реакции.

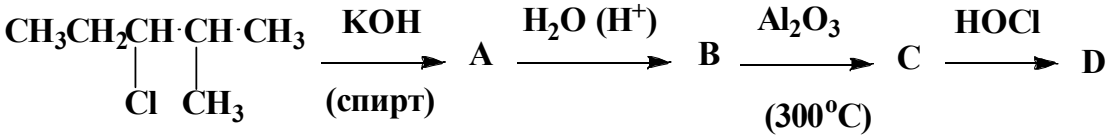
2. Определите строение углеводорода C_6H_{12}, если известно, что он обесцвечивает бромную воду, при гидратации образует третичный спирт, при присоединении бромоводорода в присутствии перекиси дает первичное бромпроизводное, а при озонолизе образует формальдегид и метилпропилкетон. Напишите все уравнения реакций.

3. Сравните поведение этилена при действии:
а) избытка кислорода при нагревании;
б) кислорода в присутствии серебряного катализатора.
Напишите уравнения реакций.

4. Составьте схему цепной полимеризации изобутилена:
а) в присутствии перекиси бензоила;
б) в присутствии фтороводородной кислоты.
Для каждого случая рассмотрите стадии инициирования и роста цепи.

. Какие продукты получатся при действии на 2-метил-2-пентен
а) разбавленного раствора перманганата калия на холоду;
б) концентрированного раствора перманганата калия при нагревании в присутствии серной кислоты?
Напишите уравнения реакций. Назовите все вещества.

6. Заполните цепочку превращений, назовите все вещества:



Вариант 9

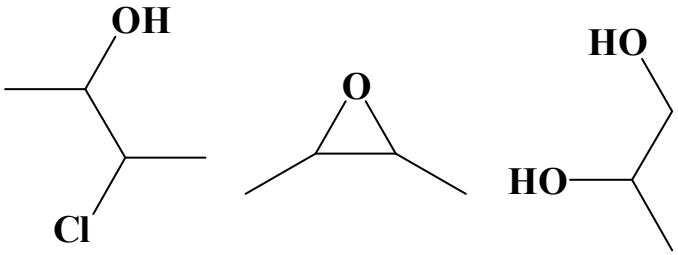
1. Приведите механизм димеризации изобутилена в присутствии концентрированной серной кислоты. Продукты димеризации подвергните: а) озонолизу; б) восстановлению.

2. Определите строение двух углеводородов состава C_5H_{10}, если оба они обесцвечивают бромную воду, но при окислении в жестких условиях один из них дает ацетон и уксусную кислоту, а другой – муравьиную и изомасляную кислоты.

3. Углеводород C_4H_8 обесцвечивает водный раствор перманганата калия при комнатной температуре, при гидратации дает третичный спирт, а при взаимодействии с бромоводородом в присутствии перекиси – первичное бромпроизводное. Какие продукты получатся при озонолизе этого алкена? Напишите все уравнения реакций.

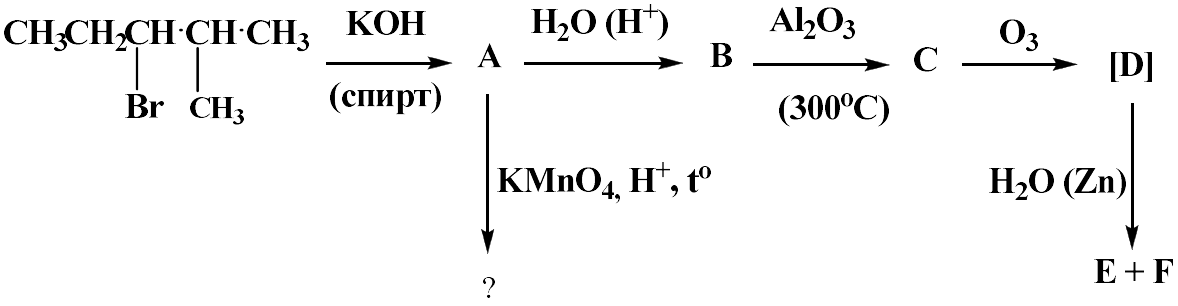
4. Расположите этен, пропен, 2-бутен в порядке увеличения легкости катионной полимеризации. Приведите объяснение. Рассмотрите механизм полимеризации пропена в присутствии серной кислоты.

5. Из каких алкенов могут быть получены данные соединения?



Приведите уравнения реакций.

6. Заполните цепочку превращений. Назовите все вещества.



Вариант 10

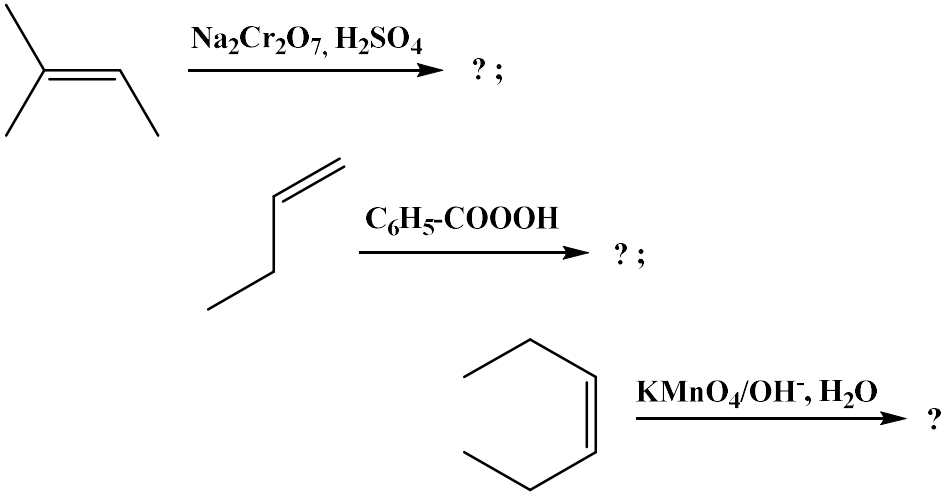
1. Предложите механизм присоединения изопентана к изобутилену в присутствии фтороводорода и трифторида бора, зная, что карбокатионы способны быстро отрывать гидрид-ион от третичного атома углерода в молекуле алкана.

2. Углеводород состава C_5H_{10} реагирует с конц. серной кислотой, превращается в н-пентан при гидрировании, а при окислении хромовой смесью дает уксусную и пропионовую кислоту. Определите формулу алкена, напишите все уравнения реакции.

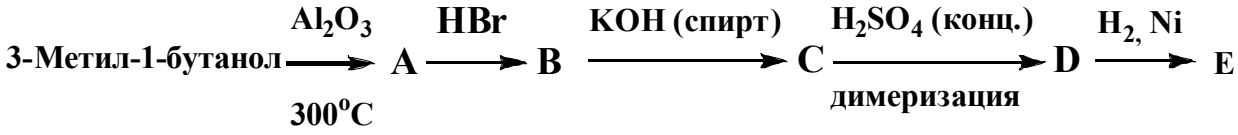
3. Напишите уравнения реакции озонолиза изомерных бутенов.

4. Рассмотрите механизм полимеризации пропилена:
а) в присутствии минеральной кислоты; б) в присутствии перекиси.

5. Какие продукты образуются в ходе следующих превращений:



6. Заполните цепочку превращений. Назовите все вещества:



ТЕМА III

АЛКИНЫ (АЦЕТИЛЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ)

Вариант 1

1. Составьте формулы следующих непредельных углеводородов: изобутилацетилен, диэтинилметан, метил*изо*пропилацетилен, этинилтриметилметан, винилацетилен. Назовите их по систематической номенклатуре. Есть ли среди них изомеры? Какие из приведенных алкинов обладают свойствами СН-кислот и почему?

2. С помощью каких качественных реакций можно отличить:
а) 1-бутин от 1-бутена?
б) диметилацетилен от бутана?
Приведите уравнения реакций. Назовите продукты. Опишите признаки реакций.

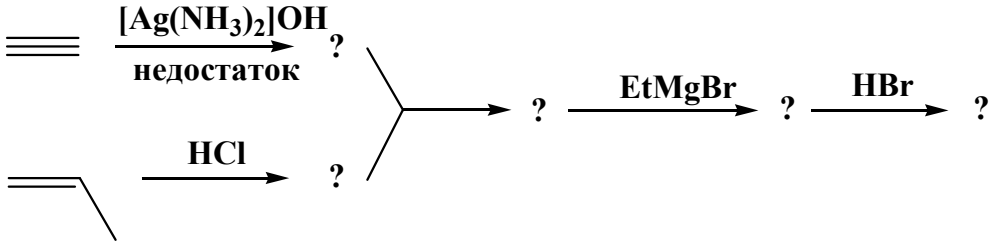
3. Получите ацетилен:
а) из карбида кальция;
б) из метана.
Какие алкины и каким способом можно получить из: 2,2-дибромпентана? из 1,1-дихлор-3-метилбутана? Напишите уравнения реакций, назовите все вещества.

4. Какие соединения получатся при действии:
а) избытка хлороводорода на пропин?
б) воды в присутствии солей двухвалентной ртути на 2-бутин?
в) синильной кислоты в присутствии щелочи на изобутилацетилен?
г) уксусной кислоты в присутствии катализатора на ацетилен.
Напишите все уравнения реакций.
Для превращений «а» и «в» рассмотрите механизм.

5. Будут ли реагировать между собой следующие вещества:
а) метилацетилен и ацетон в присутствии основного катализатора;
б) ацетилен и бутилмагнийбромид;
в) дибутилацетилен и аммиачный раствор хлорида меди (I).
Напишите уравнения протекающих реакций. Что в них общего?

6. Углеводород состава C_6H_{10} присоединяет 2 моль брома, дает осадок с аммиачным раствором хлорида меди (I), а при окислении образует изовалериановую и угольную кислоты. Определите строение углеводорода, назовите его, приведите все уравнения реакций, введите его в реакцию Кучерова.

7. Заполните цепочку превращений. Назовите все вещества. Каким свойством терминальных алкинов объясняется возможность протекания предпоследней реакции?



Ацетилен при нормальных условиях — бесцветный газ, малорастворим в воде, легче воздуха. Т кип. = −83,8 °С. При сжатии разлагается со взрывом, поэтому его хранят в баллонах, заполненных кизельгуром или активированным углем, пропитанным ацетоном, в котором ацетилен растворяется под давлением в больших количествах.

Вариант 2

1. Составьте формулы следующих непредельных углеводородов: *трет*-бутилацетилен, диэтинилметан, метил*изо*пропилацетилен, этинилциклопропан, дивинилацетилен. Назовите их по систематической номенклатуре. Есть ли среди них изомеры? Какие из приведенных алкинов обладают свойствами СН-кислот и почему?

2. В трех пробирках без подписей находятся:
а) гексан; б) 1-гексен; в) 1-гексин.
Какие качественные реакции помогут определить, какой углеводород в какой пробирке находится? Приведите уравнения реакций и признаки реакций. Назовите все продукты.

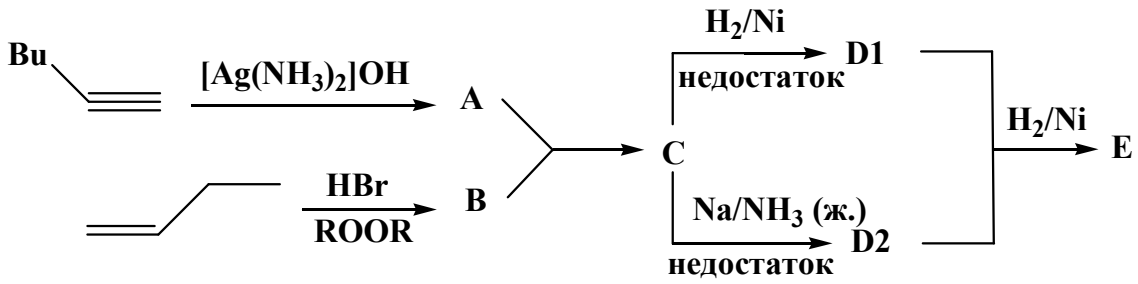
3. Какие алкины и какими способами можно получить из:
а) 2,2-дибромбутана? б) карбида кальция? в) метана?
Напишите уравнения реакций, назовите все вещества.

4. Какие соединения получатся при действии:
а) избытка бромной воды на винилацетилен?
б) воды в присутствии солей двухвалентной ртути на 1-бутин?
в) синильной кислоты в присутствии щелочи на неопентилацетилен?
г) этанола в присутствии катализатора на ацетилен.
Напишите все уравнения реакций. Для превращений «б» и «г» рассмотрите механизм.

5. Будут ли реагировать между собой следующие вещества:
а) пропин и метилэтилкетон в присутствии основного катализатора;
б) винилацетилен и металлический натрий;
в) дибутилацетилен и аммиачный раствор хлорида меди (I).
Все ли реакции идут? Напишите уравнения реакций. Что в них общего?

6. Углеводород состава C_8H_{14} реагирует с бромной водой, бромоводородом, водой в кислой среде в присутствии сульфата ртути, а при окислении образует только диметилуксусную кислоту. Определите строение углеводорода, напишите все уравнения реакций.

7. Заполните цепочку превращений. Назовите все вещества:



Впервые ацетилен был получен в 1836 г. Эдмундом Дэви, двоюродным братом знаменитого английского химика Гемфри Дэви, нагреванием уксуснокислого калия с древесным углем и последующей реакцией с водой образовавшегося карбида калия. Дэви назвал свой газ «двууглеродистым водородом».

Вариант 3

1. Составьте формулы следующих непредельных углеводородов:
а) *нео*пентилацетилен
б) 1,3-диэтинилциклопентан
в) этил-*втор*-пропилацетилен
г) аллилацетилен
д) метил-*трет*-бутилацетилен.
Назовите их по систематической номенклатуре. Есть ли среди них изомеры? Какие из приведенных алкинов обладают свойствами СН-кислот и почему?

2. В трех пробирках находятся изомерные вещества:
а) дивинилацетилен; б) гексан; в) 3,5-гексадиен-1-ин.

С помощью качественных реакций отличите друг от друга углеводороды, напишите уравнения реакций.

3. Какие алкины получатся при действии:
а) воды на карбид кальция?
б) хлористого аллила на моноацетиленид серебра?
в) спиртового раствора щелочи на 2,2-дихлор-3-этилгексан?
Напишите уравнения указанных реакций.

4. Какие соединения получатся при действии:
а) избытка бромной воды на изопропилацетилен?
б) воды в присутствии солей двухвалентной ртути на 1-пентин?
в) синильной кислоты в присутствии щелочи на метилацетилен?
г) этанола в присутствии катализатора на этин;
д) избытка хлороводорода на пропин.
Напишите все уравнения реакций. Для реакций «б», и «в» рассмотрите механизм.

5. Действием каких реагентов на соответствующие алкины можно получить:
а) 2-метил-3-бутин-2-ол?
б) диацетиленид натрия?
в) изопропилацетиленид меди (I)?
Напишите уравнения реакций. В чем общность этих процессов?

6. Соединение состава C_6H_{10} обесцвечивает бромную воду, но не дает осадка при взаимодействии с аммиачным раствором оксида серебра. При окислении исследуемого соединения хромовой смесью образуются уксусная и изомасляная кислота. Определите строение вещества и назовите его Напишите все уравнения реакций.

7. С помощью каких реагентов можно осуществить следующие превращения:
1-хлорпропан $\rightarrow$ пропен $\rightarrow$ 1,2-дибромпропан $\rightarrow$ метилацетилен $\rightarrow$ ацетон?
Напишите уравнения реакций.

Высшие полиновые длинноцепочечные соединения …-C≡C-C≡C-C≡C-… обладают электропроводностью, термостойкостью и фоточувствительностью. Их иногда называют «органическими металлами». Низшие представители полиинов являются неустойчивыми соединениями.

Вариант 4

1. Составьте формулы следующих непредельных углеводородов: *нео*пентилацетилен, 1,3-диэтинилциклопентан, этил-*втор*-пропилацетилен, дивинилацетилен, метил-*трет*-бутилацетилен. Назовите их по систематической номенклатуре. Есть ли среди них изомеры? Какие из приведенных алкинов обладают свойствами СН-кислот и почему?

2. Какие качественные реакции помогут отличить гексан от изомерных друг другу 1-гексина и 2-гексина? Как отличить эти непредельные изомеры друг от друга? Приведите уравнения реакции, укажите признаки реакций, назовите все вещества.

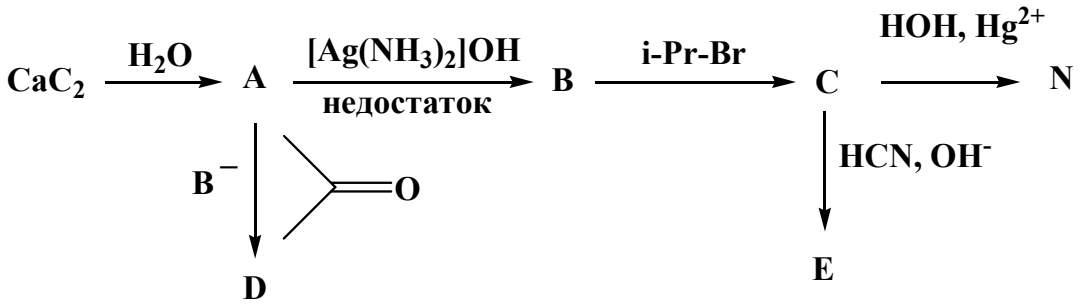
3. Какие алкины и каким способом можно получить из:
а) 2,2-диметил-3,4-дихлорпентана?
б) метана?
в) пропаргилбромида и этилмагнийбромида?
г) 2,2-дибромпентана?
Напишите соответствующие уравнения реакций.

4. Какие соединения получатся при действии:
а) избытка хлорной воды на пропин;
б) 2 моль бромоводорода на этилацетилен;
в) метанола в присутствии катализатора на продукт гидролиза карбида кальция;
г) воды в присутствии сульфата ртути на *трет*-бутилацетилен;
д) синильной кислоты в присутствии катализатора на пропин.
Напишите механизм реакций «б» и «г».

5. Будут ли реагировать между собой следующие вещества:
а) 1-бутин и формальдегид в присутствии основного катализатора;
б) 2-бутин и аммиачный раствор окиси серебра;
в) изопропилацетилен и амид натрия.
Напишите уравнения реакций. Что в них общего? Назовите образующиеся вещества.

6. При окислении углеводорода C_5H_8 была получена смесь уксусной и пропионовой кислот. Напишите формулу алкина, укажите его название.

7. Заполните цепочку превращений, напишите уравнения реакций и назовите все вещества:



В 1895 г. Ле Шателье обнаружил, что ацетилен, сгорая в кислороде, дает очень горячее пламя, что впоследствии легло в основу ацетиленовой технологии сварки и резки тугоплавких металлов.

Вариант 5

1. Составьте формулы и назовите по систематической и рациональной номенклатуре:
а) изомерные алкины C_6H_{10}, не проявляющие СН-кислотные свойства;
б) изомерные алкины C_5H_8, обладающие СН-кислотными свойствами.

2. Какие качественные реакции помогут отличить друг от друга следующие углеводороды: пентан, 1-пентин и 2-пентин? Приведите уравнения реакций, укажите их признаки, назовите все вещества.

3. Получите 1-бутин:
а) из 1-бутена в две стадии;
б) из пропаргилбромида в одну стадию;
в) из геминального дихлоралкана;
г) из моноацетиленида натрия.
Напишите уравнения реакций.

4. Какие алкины и в какие реакции были введены, если в результате получены:
а) 1,1,2,2-тетрахлорбутан;
б) 2,2-дибромпропан;
в) метилвиниловый эфир;
г) 2-бутанон;
д) акрилонитрил.
Напишите уравнения реакций, укажите условия их проведения, катализаторы, названия исходных веществ. Напишите механизм реакций «б» и «д».

5. Будут ли реагировать:
а) ацетилен с избытком формальдегида в присутствии основного катализатора?
б) 1-пентин с амидом калия?
в) 2-пентин с аммиачным раствором гидроксида серебра?
Напишите уравнения протекающих реакций. Что общего в этих процессах?

6. Два изомера состава C_6H_{10} дают при окислении хромовой смесью: один – изомасляную и уксусную кислоты; второй – изовалериановую кислоту, воду и углекислый газ. Составьте формулы изомеров и назовите их. Изомерами какого типа они являются?

7. Осуществите (в несколько стадий) следующие превращения:
а) 1-бутанол → диэтилацетилен
б) оксид кальция → 1-бутин

Следы ацетилена обнаружены в атмосфере Урана, Юпитера, Сатурна.

Вариант 6

1. Составьте формулы и назовите по систематической и рациональной номенклатуре:
а) изомерные алкины C_6H_{10}, обладающие СН-кислотными свойствами;
б) алкин C_5H_8,. не проявляющий СН-кислотных свойств.

2. Какие качественные реакции помогут отличить пентан от изомерных друг другу 1-пентина и 2-пентина? Как отличить эти непредельные изомеры друг от друга? Приведите уравнения реакции, укажите их признаки, назовите все вещества.

3. Получите в несколько стадий:
а) этилацетилен из *н*-бутилбромида;
б) ацетилен из этилового спирта;
в) 2-бутин из карбида алюминия.

4. Какие алкины и в какие реакции были введены, если в результате получены:
а) 2,2,3,3-тетрахлорбутан;
б) 2,2-диметил-3,3-дибромбутан;
в) этилвиниловый эфир;
г) *трет.*-бутилметилкетон;

д) нитрил 2-метилпропеновой кислоты.

Напишите уравнения реакций, укажите условия проведения, катализаторы, названия исходных веществ. Напишите механизмы реакций «б» и «д».

5. Будут ли реагировать между собой следующие вещества:

а) метилацетилен с бутаноном-2 в присутствии основного катализатора?

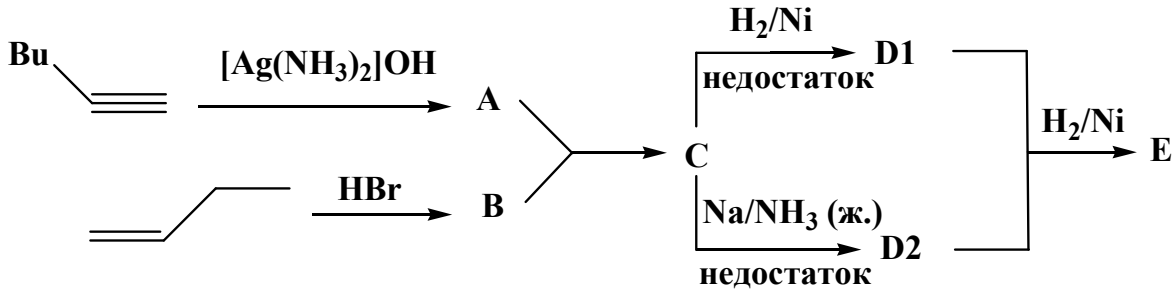
б) 1-бутин с металлическим натрием?

в) метилэтилацетилен с аммиачным раствором окиси серебра?

Напишите уравнения реально идущих процессов, назовите все вещества. Что общего в этих реакциях?

6. Два изомера состава C_6H_{10} дают при окислении хромовой смесью: один – изомасляную и уксусную кислоты; второй масляную и уксусную кислоты. Составьте формулы изомеров и назовите их. Изомерами какого типа они являются?

7. Заполните цепочку превращений, напишите уравнения реакций и назовите все вещества:



Как различаются по строению вещества D1 и D2?

Пропин (метилацетилен) – бесцветный газ, токсичен, ядовит. При действии каталитических количеств минеральных кислот он может циклизоваться с образованием мезитилена – 1,3,5-триметилбензола. Пропин используют как топливо (горючее при резке и сварке металлов).

Вариант 7

1. Составьте формулы и назовите по систематической и рациональной номенклатуре:

а) алкин C_6H_{10}, имеющий в составе один третичный атом углерода и не обладающий СН-кислотными свойствами;

б) изомерные алкины C_5H_8, обладающие СН-кислотными свойствами;

б) алкин C_4H_6, имеющий симметричное строение.

2. Какие качественные реакции помогут различить бутан, 1-бутен и 1-бутин? Приведите уравнения реакции, укажите их признаки, назовите все вещества.

3. Получите в несколько стадий:
а) метилизопропилацетилен из 4-метил-1-пентена;
б) ацетилен из карбида алюминия;
в) винилацетилен из карбида кальция.

4. Напишите уравнения реакций:
а) получения тетрабромпроизводного из 1-бутина;
б) получения *гем*-дихлорпроизводного из *изо*пропилметилацетилена;
в) Кучерова для неопентилацетилена;
г) винилирования пропилового спирта;
д) получения акрилонитрила из ацетилена.
Назовите все исходные и конечные вещества, укажите катализаторы. Для реакций «б» и «г» приведите механизм.

5. Как в одну стадию получить:
а) 2-метил-3-пентин-2-ол из пропина и карбонильного соединения?
б) этилацетиленид калия из 1-бутина?
в) диацетиленид серебра из этина?
Напишите уравнения реакций. Что общего в этих реакциях?

6. Определите формулу алкина, который при кипячении с концентрированным сернокислым раствором перманганата калия дал смесь триметилуксусной кислоты и муравьиной кислоты. Назовите алкин, напишите уравнение реакции.

7. Осуществите в несколько стадий следующие превращения:
а) 1-пентанол → дипропилацетилен
б) карбид алюминия → винилацетилен

Ацетилен обладает наркотическим действием, поэтому до недавнего времени он использовался в смеси с воздухом или этиленом для ингаляционного наркоза под названием «нарцилен».

Вариант 8

1. Составьте формулы следующих непредельных углеводородов: *изо*пентилацетилен, 1,4-диэтинилциклогексан, этил-*втор*-пропилацетилен, дивинилацетилен, метил-*втор*-бутилацетилен. Назовите их по систематической но-

менклатуре. Есть ли среди них изомеры? Какие из приведенных алкинов обладают свойствами СН-кислот и почему?

2. Какие качественные реакции помогут отличить друг от друга:
а) гептан; б) 1-гептин; в) 2-гептен.
Напишите уравнения реакций, укажите их признаки, назовите все вещества.

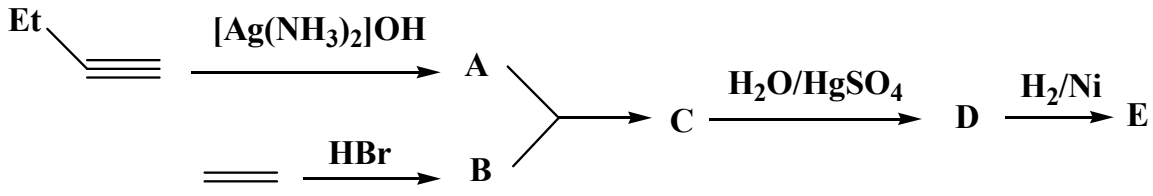
3. Получите в несколько стадий:
а) диметилацетилен из первичного бутилового спирта;
б) ацетилен из известняка;
в) дивинилацетилен из метана.

4. Действием каких реагентов можно превратить:
а) пропин в тетрабромалкан?
б) этилацетилен в 2,2-дихлорбутан?
в) 1-бутин в этилметилкетон?
г) пропин в нитрил метакриловой кислоты?
д) ацетилен в пропилвиниловый эфир?
Напишите все уравнения реакций, укажите катализаторы, приведите названия всех веществ. Для превращений «б», «г» рассмотрите механизм.

5. Напишите уравнения реакций:
а) бутилацетилена с ацетоном в присутствии основного катализатора;
б) метилацетилена с металлическим натрием;
в) винилацетилен с аммиачным раствором окиси серебра.
Что общего в этих процессах?

6. Напишите структурные формулы алкинов, которые при окислении хромовой смесью образуют смеси:
а) уксусной и масляной кислот; б) пропионовой и триметилуксусной кислот?

7. Заполните схему превращений, напишите уравнения реакций, назовите все вещества:



Окисление алкинов в жестких условиях (кипячение с концентрированным раствором перманганата калия или с концентрированной азотной кислотой) ведет полному разрыву связи и образованию двух молекул карбоновых кислот, когда как нагревание с разбавленным раствором перманганата калия ведет к сохранению углеродного скелета и образованию α-дикетона.

Вариант 9

1. Составьте формулы следующих непредельных углеводородов: диизопропилацетилен, неопентилметилацетилен, метилдиэтилэтинилметан, аллилацетилен, пропаргилциклогексан . Назовите их по систематической номенклатуре. Есть ли среди них изомеры? Какие из приведенных алкинов обладают свойствами СН-кислот и почему?

2. В неподписанных запаянных ампулах находятся газы: этан, этилен, ацетилен. Какие качественные реакции помогут отличить их друг от друга? Напишите уравнения реакций, укажите их признаки.

3. Какие алкины получатся при действии:
а) изобутилбромида на пропинид меди (I);
б) избытка спиртового раствора щелочи на 2,2-дибромпентан;
в) воды на карбид кальция;
г) последовательного действия на 4,4-диметил-1-пентен: хлороводорода, спиртового раствора щелочи, брома (избыток), избытка спиртового раствора щелочи.

4. Напишите уравнения реакций:
а) обесцвечивания бромной воды пропином;
б) присоединения избытка хлороводорода к *трет.*-бутилацетилену;
в) реакции Кучерова для неопентилацетилена;
г) присоединения синильной кислоты к 1-бутену;
д) получения этилвинилового эфира из этанола.
Для реакций «б» и «г» рассмотрите механизм.

5. Напишите реакции:
а) конденсации бутилацетилена с простейшим альдегидом в присутствии основного катализатора;
б) превращения 1-бутина в соответствующий ацетиленид серебра;
в) взаимодействия аллилацетилена и аммиачного раствора хлорида меди (I). Что общего в этих реакциях?

6. Два изомерных алкина подверглись окислению, при этом один дал пропионовую и изомасляную кислоту, а второй уксусную и изовалериановую. Определите строение изомеров, назовите их. К какому типу изомеров они относятся?

7. Предложите путь синтеза (в несколько стадий):
а) оксид кальция $\rightarrow$ ацетон

б) 2-пропанол → 2-бутин

Вариант 10

1. Составьте формулы следующих непредельных углеводородов: дипропилацетилен, изопентилметилацетилен, диметилпропилэтинилметан, винилацетилен, пропаргилциклопентан. Назовите их по систематической номенклатуре. Есть ли среди них изомеры? Какие из приведенных алкинов обладают свойствами СН-кислот и почему?

2. В неподписанных запаянных ампулах находятся газы: пропан, пропен, пропин. Какие качественные реакции помогут отличить их друг от друга? Напишите уравнения реакций, укажите их признаки.

3. Осуществите (в несколько стадий) следующие превращения:
а) ацетилен → 2-бутин; б) известняк → ацетилен; в) изопентилхлорид → 3-метил-1-бутин.

4. Как будут реагировать: а) винилацетилен с избытком хлорной воды? б) 1-гексин с избытком бромоводорода? в) 3,3-диметил-1-бутин с водой в присутствии солей двухвалентной ртути; г) аллилацетилен с избытком водорода над никелевым катализатором; д) 1-бутин с синильной кислотой; е) 1-бутанол с ацетиленом. Для каких реакций требуются катализаторы? Напишите уравнения реакций, назовите все вещества. Для процессов «б» и «д» приведите механизм.

5. Будут ли реагировать между собой следующие вещества: а) ацетилен с избытком диметилкетона в присутствии основного катализатора? б) 2-бутин с метилмагнийиодидом; в) 1-бутин с амидом калия? Напишите реакций. Что общего в этих реакциях?

6. Какой симметричный алкин $C_{10}H_{18}$ подвергли жесткому окислению, если в результате получена только одна карбоновая кислота, содержащая в своем составе четвертичный атом углерода?

7. Предложите схемы многостадийных синтезов:
а) этилен → изопропилацетиленид натрия
б) карбид кальция → бутанон

Полиины – длинноцепочечные соединения, содержащие в своем составе большое количество тройных углерод-углеродных связей. Особенно интересным строением обладают сопряженные полиины -C≡C-C≡C-C≡C-, которые встречаются в природе. Так, к природным полиинам по одной из версий относят карбин – аллотропную форму углерода.

ТЕМА IV

АЛКАДИЕНЫ (ДИЕНОВЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ)

Вариант 1

1. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре: дивинил; *несимм*.-метилвинилэтилен; аллен; диаллил; дивинилметан. Определите, к какому типу относится каждый из изомерных углеводородов.

2. Опишите строение молекулы 1,3-бутадиена, приведите атомно-орбитальную модель. В чем заключается сущность эффекта сопряжения? Почему длины C=C и C-C связей в бутадиене отличаются от таковых в этилене и этане?

3. Приведите схемы получения: а) бутадиена по способу Реппе (из ацетилена и формальдегида); б) изопрена из 2-метилбутана; в) 1,5-гексадиена из пропаргилбромида; г) 2,4-гексадиена из 2,5-дибромгексана.

4. Напишите уравнения реакций; а) присоединения бромоводорода к изопрену; б) присоединения тетраоксида диазота к 2,4-гексадиену; в) присоединения бромоводорода к пентадиену-1,3 в присутствии перекиси. Для реакций «*а*» и «*в*» приведите механизм. От чего зависит соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

5. Приведите механизм анионной полимеризации дивинила в присутствии бутиллития. Используйте озонолиз для доказательства строения получившегося полимера. Составьте схему вулканизации каучука. Чем отличаются каучук и резина?

6. Напишите реакцию Дильса-Альдера: а) между 1,3-пентадиеном и нитроэтиленом; б) с получением 4,5-дициано-1-циклогексена; в) между изопреном и метилакрилатом с образованием изомерных продуктов.

7. Определите строение углеводорода C_8H_{14}, реагирующего с бромной водой, дающего реакцию Вагнера, образующего диозонид. При разложении озонида водой получается смесь диметилкетона и этандиаля в соотношении 2:1.

Вариант 2

1. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре: винилэтилен; *симм*.-метилвинилэтилен;

метилаллен; диаллил; диаллилметан. Определите, к какому типу относится каждый из них.

2. Рассмотрите строение молекулы 2-метил-1,3-бутадиена, приведите атомно-орбитальную модель. В чем заключается сущность эффекта сопряжения? Почему длины $C^1=C^2$ и C^2-C^3 связей в 2-метилбутадиене отличаются от таковых в 2-метил-1-бутене и 2-метилбутане?

3. Приведите схемы получения:
а) 1,3-бутадиена из этанола (способ Лебедева);
б) изопрена из ацетилена и формальдегида;
в) 2,4-гексадиена из 2,5-дибромгексана;
г) 1,3-пентадиена из соответствующего диола.

4. Напишите уравнения реакций:
а) присоединения бромоводорода к дивинилу;
б) присоединения брома к 2,4-гексадиену;
в) окисления по Вагнеру для диаллила. Для реакции «*а*» приведите механизм. От чего зависит соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

5. Приведите механизм анионной сополимеризации дивинила и акрилонитрила в соотношении 3:4 в присутствии бутиллития. Каково практическое значение полученного сополимера?

6. Напишите реакцию Дильса-Альдера:
а) между 1,3-пентадиеном и акрилонитрилом;
б) с получением 4,5-динитро-1-циклогексена;
в) между 2-метил-3-этил-1,3-бутадиеном и малеиновым ангидридом с образованием изомеров.

7. Предложите структурную формулу углеводорода C_6H_{10}, который реагирует с бромной водой; обесцвечивает реактив Вагнера; не образует ацетиленидов; после присоединения 2 моль водорода образует диметилизопропилметан; вступает в реакцию диенового синтеза. Составьте формулу искомого углеводорода, напишите все уравнения реакции. Подвергните углеводород C_6H_{10} действию хромовой смеси.

Изомерами диеновых углеводородов являются циклоалкены. Они менее устойчивы, чем диены. Так, циклобутен при 180°С практически количественно изомеризуется в 1,3-бутадиен. Аналогично ведут себя замещенные циклоалкены: 3,4-диметил-1-циклобутен при нагревании легко превращается в 2,4- гексадиен.

Вариант 3

1. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре: *несимм*.-этилвинилэтилен; этилаллен; 1,3-пентадиен; диаллил; изопрен. Определите, к какому типу относится каждый из них.

2. Опишите строение молекулы дивинила, приведите атомно-орбитальную модель. В чем заключается сущность эффекта сопряжения? Почему длины $C^1=C^2$ и C^2-C^3 связей в дивиниле отличаются от таковых в этилене и этане?

3. Приведите схемы получения: а) 1,3-бутадиена из 1,4-дихлорбутана;
б) 2,5-диметил-2,4-гексадиена из ацетилена и ацетона; в) диаллила из пропена; г) дивинила по методу Лебедева.

4. Напишите уравнения реакций:
а) присоединения хлороводорода к 2-этил-1,3-бутадиену;
б) присоединения тетраоксида диазота к 2,4-гексадиену;
в) озонолиза диаллила. Для реакций «*а*» и «*б*» приведите механизм.
От чего зависит соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

5. Приведите механизм полимеризации изопрена в присутствии катализатора – перекиси ацетила. Какое строение имеет природный каучук? Чем отличается каучук от гуттаперчи?

6. Из 2,3-диметил-2-бутена получите 2,3-диметил-1,3-бутадиен и введите его в реакцию диенового синтеза с: а) акролеином; б) малеиновым ангидридом.

7. Установите строение углеводорода C_6H_{10}, который: а) окисляется реактивом Вагнера; б) не образует ацетиленидов; в) вступает в реакцию диенового синтеза; г) после присоединения 1 моль брома при нагревании и последующего жесткого окисления образует 2-бромпропановую кислоту.

Натуральный каучук – это высокомолекулярный углеводород $(C_5H_8)_n$, цис-полимер изопрена; содержится в млечном соке (латексе) гевеи, кок-сагыза (разновидности одуванчика) и других растений. Растворим в неполярных растворителях (бензине, бензоле, хлороформе, сероуглероде и т. д.). В воде, спирте, ацетоне натуральный каучук практически не набухает и не растворяется.

Вариант 4

1. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре: 1,4-гексадиен; *несимм*.-пропилвинилэтилен; этилаллен; аллилэтилен; изопрен. Определите, к какому типу относится каждый из них.

2. Рассмотрите строение молекулы 2,4-гексадиена; приведите его атомно-орбитальную модель. В чем заключается сущность эффекта сопряжения? Почему длины $C^2=C^3$ и C^3-C^4 связей в 2,4-гексадиене отличаются от таковых в этилене и этане?

3. Приведите схемы получения: а) 1,3-бутадиена из бутан-бутеновой фракции нефти; б) изопрена из ацетилена и формальдегида; в) хлоропрена из ацетилена.

4. Напишите уравнения реакций:
а) присоединения бромоводорода к 2-метил-1,3-пентадиену;
б) присоединения брома к 2,4-гексадиену;
в) озонолиза диаллила.
Приведите механизм реакции «*а*». От чего зависит соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

5. Напишите механизм анионной полимеризации изопрена (катализатор – бутиллитий). Используйте жесткое окисление для доказательства строения получившегося полимера.

6. Напишите реакции Дильса-Альдера, используя в качестве диена – циклопента-1,3-диен; изопрен; в качестве диенофила – этилакрилат; ацетилен. Укажите образование изомерных продуктов там, где это возможно.

7. Установите структурную формулу углеводорода $C_{10}H_{18}$, если известно, что он обесцвечивает бромную воду, не образует ацетиленидов, присоединяет 2 моль водорода, а при жестком окислении образует смесь диметилкетона и бутандиовой кислоты в соотношении 2:1.

Уже при комнатной температуре натуральный каучук присоединяет кислород, происходит окислительная деструкция (старение каучука), при этом уменьшается его прочность и эластичность. При температуре выше 200°С натуральный каучук разлагается (происходит деструкция). При взаимодействии натурального каучука с серой при температуре 130-160°С осуществляется процесс вулканизации, что приводит к образованию сетчатых структур и существенному повышению прочности и износостойкости.

Вариант 5

1. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре: дивинилметан; 1,3-гексадиен; метилаллен; диаллил; изопрен. Определите, к какому типу относится каждый из них.

2. Опишите строение молекулы 1,3-пентадиена; приведите атомно-орбитальную модель. В чем заключается сущность эффекта сопряжения? Почему длины $C^1=C^2$ и C^2-C^3 связей сопряженного диена отличаются от таковых в этилене и этане?

3. Приведите схемы получения: а) 1,3-бутадиена из 1,4-бутандиола; б) изопрена из 2-метилбутана; в) 2,7-диметил-2,6-октадиена из 3-метил-1-бром-2-бутена; г) 1,3-пентадиена из метилацетилена и ацетальдегида.

4. Напишите уравнения реакций:
а) присоединения хлороводорода к 2,3-диэтил-1,3-бутадиену;
б) присоединения брома к 2,4-гексадиену;
в) озонолиза для 2-метил-1,3-пентадиена.
Для реакции «*а*» приведите механизм. От чего зависит соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

5. Определите строение диенового углеводорода, если после его нитрования тетраоксидом диазота образовался 1,4-динитро-2-метил-2-бутен. Приведите схему и механизм радикальной полимеризации диена в присутствии перекиси бензоила. Используйте жесткое окисление для доказательства его строения.

6. Какой диен при бромировании (80^oC) и последующем окислении дает в качестве единственного продукта бромуксусную кислоту? Напишите уравнения реакций. Введите обсуждаемый диен в реакцию диенового синтеза с: а) акрилонитрилом; б) малеиновым ангидридом.

7. При окислении углеводорода C_8H_{14} образуется ацетон (CH_3COCH_3) и щавелевая кислота (HOOC-COOH). Какова структура этого углеводорода.

Первым синтетическим каучуком, имевшим промышленное значение, был полибутадиеновый (дивиниловый) каучук, производившийся по методу С.В. Лебедева (анионная полимеризация жидкого бутадиена в присутствии натрия). В Германии полибутадиеновый каучук, полученный этим способом, нашёл довольно широкое применение под названием «Буна».

Вариант 6

1. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре: диаллил; 2,4-диметил-1,3-гексадиен; метилаллен; дивинил. Определите, к какому типу относится каждый из них.

2. Опишите строение молекулы 1,3-пентадиена; приведите атомно-орбитальную модель. В чем заключается сущность эффекта сопряжения? Почему длины $C^1=C^2$ и C^2-C^3 связей сопряженного диена отличаются от таковых в этилене и этане?

3. Приведите схемы получения: а) 1,3-бутадиена из 2-бутин-1,4-диола;
б) 2-метил-1,3-бутадиена из ацетилена и ацетона;
в) диаллила из пропена;
г) дивинила по методу Лебедева.

4. Напишите уравнения реакций:
а) присоединения бромоводорода к 3,5-октадиену;
б) присоединения брома к 3,4-диметил-2,4-гексадиену;
в) окисления по Вагнеру для диметилаллила.
Приведите механизм реакции «*а*». От чего зависит соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

5. Напишите схему образования бутадиенстирольного каучука, считая, что на одно стирольное звено приходится три бутадиеновых и что бутадиен реагирует только в положения 1,4. Приведите механизм радикальной сополимеризации в присутствии перекиси бензоила.

6. Какие диены и диенофилы были введены в реакцию Дильса-Альдера, если в результате выделены:
а) 4-цианоциклогекс-1-ен;
б) смесь 4-нитро-1-метил-1-циклогексена и 5-нитро-1-метил-1-циклогексена;
в) 3,6-диметил-4-ацетил-1-циклогексен.

7. Углеводород состава C_5H_8 обесцвечивает бромную воду, не вступает в реакцию Кучерова, образует полимер; при действии озона и последующем разложении озонида водой образуется смесь метаналя, этаналя и этандиаля.

Каучуки с гетероатомами в основной и боковых цепях характеризуются высокой стойкостью к действию растворителей, топлив и масел, устойчивостью к действию солнечного света, но обладают меньшей эластичностью. Наиболее массовыми в производстве и применении каучуками с гетерозаместителями являются хлоропреновые каучуки (неопрен) — полимеры 2-хлор-1,3-бутадиена (хлоропрена).

Вариант 7

1. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре: дивинил; 2-метил-1,3-гептадиен; *несимм*.-метилаллилэтилен; аллен; изопрен. Определите, к какому типу относится каждый из них.

2. Опишите строение молекулы 2,3-диметил-1,3-бутадиена; рассмотрите атомно-орбитальную модель. В чем заключается сущность эффекта сопряжения? Почему длины $C^1=C^2$ и C^2-C^3 связей сопряженного диена отличаются от таковых в этилене и этане?

3. Приведите схемы получения: а) дивинила из ацетилена с помощью димеризации; б) изопрена из этина и диметилкетона; в) диаллила из метилацетилена; г) 3,4-диметил-1,3-бутадиена из пропена.

4. Напишите уравнения реакций:
а) присоединения бромоводорода к дивинилу в отсутствие перекиси;
б) присоединения бромводорода к 2,4-гексадиену в присутствии перекиси;
в) окисления по Вагнеру для диаллила.
Приведите механизм реакций «*а*» и «*б*». От чего зависит соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

5. Заполните схему превращений: ацетилен – винилацетилен – хлоропрен – хлоропреновый каучук. Приведите механизм реакции полимеризации хлоропрена в присутствии бутиллития.

6. .Какие диены и диенофилы были введены в реакцию Дильса-Альдера, если в результате выделены: а) 4-нитро-1-циклогексен; б) смесь 4-циано-1-метил-1-циклогексена и 5-циано-1-метил-1-циклогексена. Докажите строение использованных диенов с помощью озонолиза.

7. Установите строение углеводорода состава C_8H_{14}, который при обработке хромовой смесью превращается в смесь уксусной, щавелевой (этандиовой) и изомасляной кислот. Напишите уравнения реакций, назовите углеводород.

Одной из первых стран, наладивших масштабное производство синтетического каучука, стал СССР. Были построены три крупных завода по производству синтетического каучука: СК-1 в Ярославле, СК-2 в Воронеже и СК-3 в Ефремове (запущен в 1933 г.). В 1932 г. в Ленинграде начал производить синтетический каучук завод «Красный Треугольник».

Вариант 8

1. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре: диаллилметан; *несимм*.-метилвинилэтилен; аллен; дивинил. Определите, к какому типу относится каждый из них.

2. Опишите строение молекулы 2,4-гексадиена; приведите атомно-орбитальную модель. В чем заключается сущность эффекта сопряжения? Почему длины $C^2=C^3$ и C^3-C^4 связей сопряженного диена отличаются от таковых в этилене и этане?

3. Приведите схемы получения:
а) дивинила из винилацетилена;
б) диаллила из пропилена;
в) 2,4-гексадиена из ацетилена и ацетальдегида;
г) 1,3-пентадиена из соответствующего дигалогеналкана.

4. Напишите уравнения реакций:
а) присоединения бромоводорода к 3,4-диэтил-2,4-гексадиену;
б) присоединения брома к изопрену;
в) озонолиза для 2,3-диметил-1,3-циклопентадиена.
Для реакции «*а*» приведите механизм. От чего зависит соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

5. Напишите механизм анионной полимеризации дивинила. Составьте схему вулканизации получившегося полимера. Чем отличается каучук от резины?

6. Определите строение полимера, при озонолизе которого получается 4-оксопентаналь. Какой мономер был использован для полимеризации? Введите этот мономер в реакцию Дильса-Альдера с малеиновым ангидридом; с нитроэтиленом. Напишите указанные реакции.

7. Определите структурную формулу соединения C_6H_{10}, который:
а) не вступает в реакцию Кучерова;
б) может реагировать с 1 моль брома, образуя два изомерных продукта;
в) при присоединении 1 моль водорода (над кат.) образует углеводород,

Гуттаперча $(C_5H_8)_n$ – 1,4-полимер изопрена , геометрический изомер (трансформа) натурального каучука. По сравнению с каучуком обладает меньшей эластичностью. Добывают её из млечного сока гуттаперченосных растений, произрастающих на островах Малайского архипелага и Филиппинских островах. В России добывают из бересклета бородавчатого. Гуттаперча — кожеподобный продукт белого или желтоватого цвета. Она способна, как и каучук, вулканизироваться серой.

Вариант 9

1. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре: изопрен; диаллил; 1,3-пентадиен; *несимм*.-метилвинилэтилен; *симм*.-диметилаллен. Определите, к какому типу относится каждый из них.

2. Опишите строение молекулы 1,3-гексадиена; приведите атомно-орбитальную модель. В чем заключается сущность эффекта сопряжения? Почему длины $C^1=C^2$ и C^2-C^3 связей сопряженного диена отличаются от таковых в этилене и этане?

3. Приведите схемы получения: а) 1,3-пентадиена из 1,3-дихлорпентана; б) изопрена из ацетилена и ацетона (способ Фаворского); в) 1,3-бутадиена из бутана; г) 3,4-диметил-1,5-гексадиена из 1-бутена.

4. Напишите уравнения реакций; а) присоединения бромоводорода к 2-метил-1,3-циклопентадиену; б) присоединения тетраоксида диазота к 2,4-гексадиену; в) окисления по Вагнеру для диаллилметана. Для реакции «*а*» приведите механизм. От чего зависит соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

5. Напишите механизм радикальной 1,4-полимеризации изопрена в присутствии перекиси ацетила. Чем отличается натуральный каучук от гуттаперчи?

6. Определите строение полимера, при озонолизе которого получается янтарный диальдегид (бутандиаль). Какой мономер был использован для полимеризации? Введите этот мономер в реакцию Дильса-Альдера с акрилонитрилом; с метиловым эфиром пропиновой кислоты.

7. Установите строение углеводорода состава C_6H_{10}, если он не вступает в реакцию Кучерова, при обесцвечивании бромной воды присоединяет два моль брома, а при окислении перманганатом калия образуется диацетил. Напишите все уравнения реакций.

Гуттаперчу применяют в электро- и радиопромышленности (как изолирующий материал), в химической промышленности. В стоматологии она используется как материал для заполнения корневых каналов. В прошлом служила также как одна из разновидностей резин – в частности, долгое время была традиционным материалом для изготовления мячей для гольфа. Предметы из гуттаперчи обладают особой гибкостью, в связи с чем она получила нарицательное значение (см. повесть Д.В.Григоровича «Гуттаперчивый мальчик»).

Вариант 10

1. Напишите структурные формулы диеновых углеводородов и назовите их по систематической номенклатуре: изопрен; аллилэтилен; *симм*.метилвинилэтилен; метилаллен; дивинил. Определите, к какому типу относится каждый из них.

2. Опишите строение молекулы 2,4-диметил-1,3-бутадиена; приведите атомно-орбитальную модель. В чем заключается сущность эффекта сопряжения? Почему длины $C^1=C^2$ и C^2-C^3 связей сопряженного диена отличаются от таковых в этилене и этане?

3. Приведите схемы получения: а) 2,4-гексадиена из 1,3-гександиола;
б) дивинила из ацетилена и формальдегида (по Реппе);
в) 1,5-гексадиена из пропена;
г) изопрена из пентановой фракции крекинга нефти.

4. Напишите уравнения реакций; а) присоединения хлороводорода к дивинилу; б) присоединения водорода к 2,4-гексадиену; в) окисления по Вагнеру для диаллила. Для реакции «*а*» приведите механизм. От чего зависит соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

5. Приведите схему полимеризации изопрена в присутствии перекиси бензоила; рассмотрите 1,2- и 1,4-присоединение.

6. Определите строение полимера, при озонолизе которого получается 2,3-диметилбутандиаль. Какой мономер был использован для полимеризации? Введите этот мономер в реакцию Дильса-Альдера с малеиновым ангидридом; с акролеином.

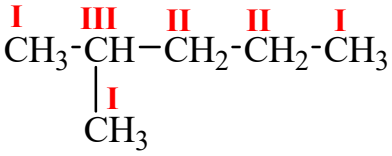
7. Определите строение диена, который при высокотемпературном бромировании (1 моль брома) и последующем окислении образует только бромуксусную кислоту.

Эбонит (др.-греч. «чёрное дерево») — вулканизированный каучук с большим содержанием серы (30-50 % в расчёте на массу каучука), обычно темно-бурого или черного цвета. В отличие от мягкой резины эбонит не проявляет высокой эластичности при обычных температурах и напоминает твёрдую пластмассу. Эбонит разрушается сильными окислителями, ароматическими и хлорированными углеводородами. Он окисляется на ярком свету, приобретая зеленоватый оттенок. Эбониты применялись как электроизоляторы и кислотостойкие материалы. Также они использовались как заменители дорогих материалов типа слоновой кости, рога или черепахового панциря при изготовлении гребней, рукояток ножей, мундштуков для трубок и сигарет. В первой половине XX века из эбонитов изготавливали грампластинки, мундштуки для духовых инструментов (кларнетов и саксофонов).

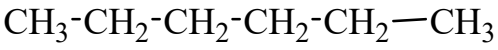
ПРИМЕРНЫЕ ОБРАЗЦЫ РЕШЕНИЙ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЗАДАНИЙ

1. Составьте формулу 2-метилпентана. Назовите это соединение по рациональной номенклатуре. Отметьте символами I, II, III первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Составьте для данного соединения все возможные изомеры и дайте им названия по систематической и по рациональной номенклатуре.

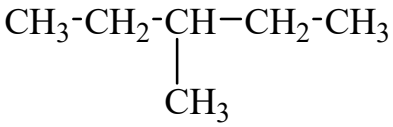
ОТВЕТ



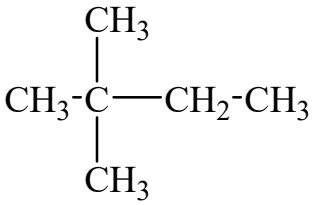
диметилпропилметан



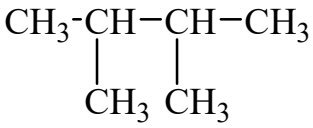
гексан



3-метилпентан
метилдиэтилметан



2,2-диметилбутан
триметилэтилметан



2,3-диметилбутан
диметилизопропилметан

2. Правильно ли названы соединения: а) метил-*втор*-бутилметан;

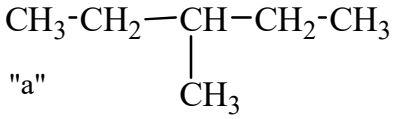
б) *втор*-пропил*изо*бутилметан; в) *трет*-бутил*изо*пропилметан.;

г) метилтриэтилметан; д) метилдиэтилметан.

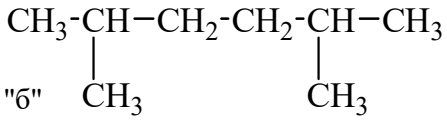
Составьте формулы. Исправьте неверные названия. Назовите углеводороды по систематической номенклатуре. Дайте определение понятию «изомеры». Есть ли изомеры среди этих веществ? Одинаковые вещества?

ОТВЕТ

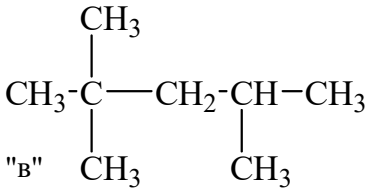
Изомеры – вещества, имеющие одинаковый качественный и количественный состав, но разное химическое строение, а, следовательно, и свойства.



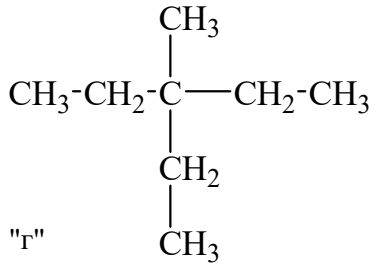
метилвторбутилметан - неверное название,
так как выбран не самый разветвленный атом углерода;
правильно - *метилдиэтилметан* (рациональн.),
3-метилпентан (систематическ.)



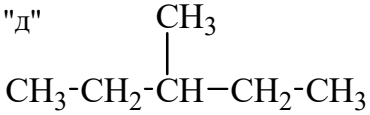
втортрет опилизобутилметан - неверное название,
так как выбран не самый разветвленный атом углерода;
правильное название - *диметилизопентилметан* (рацион.),
2,5-диметилгексан (систематическ.)



третбутилизопропилметан - неверное название,
так как выбран не самый разветвленный атом углерода;
правильное название - *триметилизопропилметан* (рац.),
2,2,4-триметилпентан (систематическ.)



метилтриэтилметан - правильное название (рац.),
2-метил-2-этилпентан (систематич.)

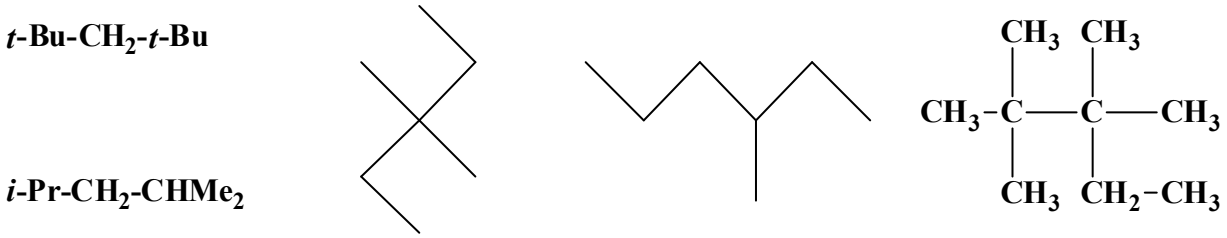


метилдиэтилметан - правильное название (рац.),
3-метилпентан (систематич.)

Одно и то же вещество – соединения C_6H_{14}: “а”, “д”.

Изомеры – соединения C_8H_{18}: “б”, “в”, “г”.

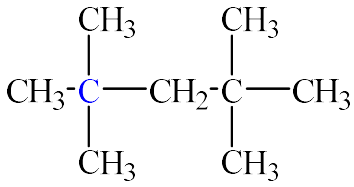
3. Назовите по систематической и (если возможно) по рациональной номенк-



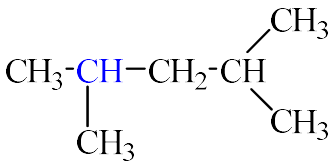
латуре следующие углеводороды:

Есть ли среди них изомеры?

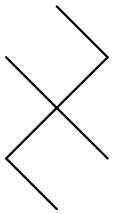
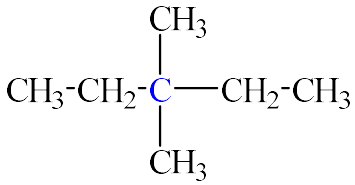
ОТВЕТ

а) ***t*-Bu-CH$_2$-*t*-Bu** *или*  *2,2,4,4-тетраметилпентан* (систематич.), *триметилнеопентилметан* (рациональн.)

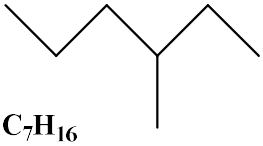
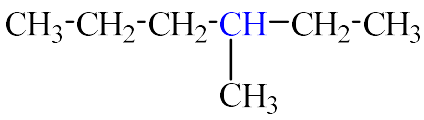
C$_9$H$_{20}$

б) ***i*-Pr-CH$_2$-CHMe$_2$** *или*  *2,4-диметилпентан* (систематическ.), *диметилизобутилметан* (рациоанальн.)

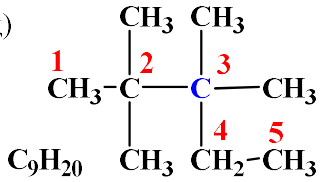
C$_7$H$_{16}$

в)  *или*  *3,3-диметилпентан* (систематическ.), *диметилдиэтилметан* (рациональн.)

C$_7$H$_{16}$

г)  *или*  *3-метилгексан* (систематическ.), *метилэтилпропилметан* (рац.)

C$_7$H$_{16}$

д)  *2,2,3,3-тетраметилпентан* (систематическ.), *диметилэтилтретбутилметан* (рациональн.)

C$_9$H$_{20}$

Изомерами являются:

вещества состава C$_9$H$_{20}$ – “а” и “д”;

вещества состава C$_7$H$_{16}$ – “б”, “в”, “г”.

4. Получите реакцией Вюрца: а) бутан; б) изобутан. С помощью реакции Кольбе получите 2,5-диметилгексан.

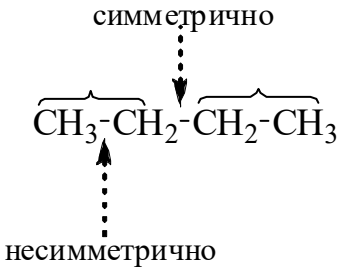
ОТВЕТ

Синтез Вюрца – взаимодействие галогенпроизводных углеводородов (RCl, RBr, RI) с активным металлом (Na, реже Li или K) с целью синтеза углеводорода с усложненным углеродным скелетом.

а) *симметричный синтез Вюрца* позволяет синтезировать углеводород без побочных продуктов. При этом в конденсацию вступают две одинаковые молекулы галогенпроизводного.

R-Cl + 2Na + Cl-R → R-R + 2NaCl

Данным методом можно получить бутан.

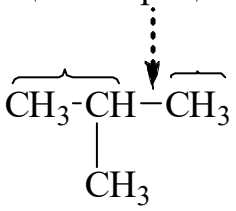


Для этого углеводородный скелет следует
мысленно разбить на два одинаковых фрагмента.
Именно они и будут входить в состав исходных галогенопроизводных:

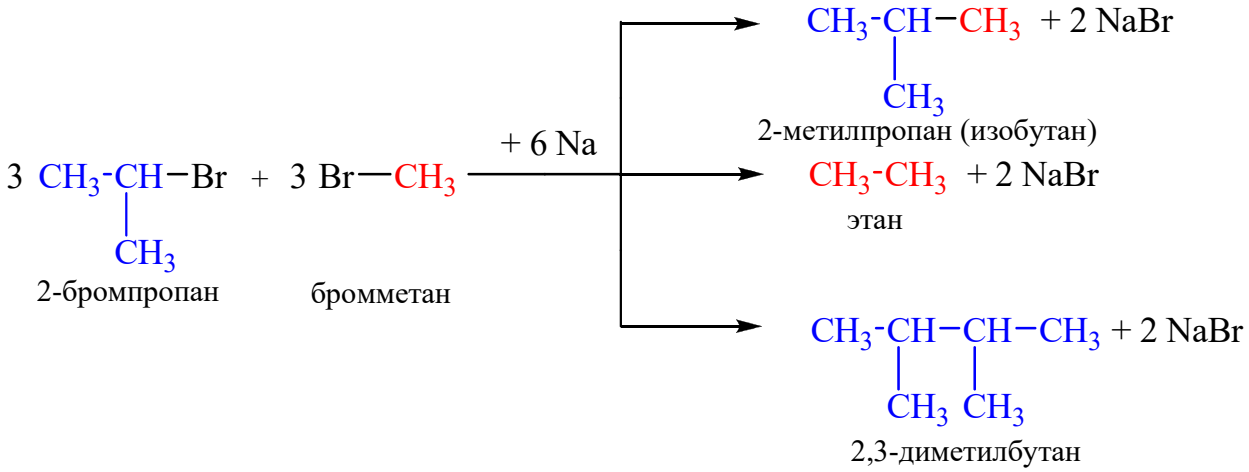
$CH_3\text{-}CH_2\text{-}Cl + 2Na + Cl\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + 2NaCl$

б) в *несимметричном синтезе Вюрца* участвуют разные молекулы галогенуглеводородов, что ведет к трем возможным направлениям реакции – процесс идет с образованием побочных продуктов:

$3R^1\text{-}Br + 6Li + 3Br\text{-}R^2 \rightarrow R^1\text{-}R^1 + R^1\text{-}R^2 + R^2\text{-}R^2 + 6LiBr$



Данным методом можно получить изобутан,
так как он не подвергается симметричному разбиению
на два одинаковых фрагмента.
Побочными продуктами при этом будут этан и 2,3-диметилбутан:

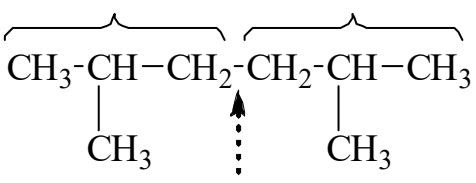


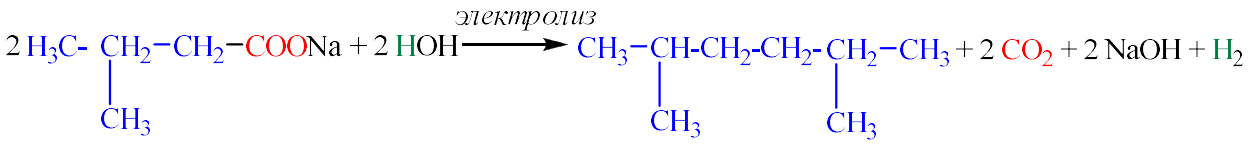
Синтез Кольбе – это получение углеводорода с помощью электролиза водного раствора натриевых или калиевых солей карбоновых кислот:

$2\ R\text{-}COONa + 2\ HOH \rightarrow R\text{-}R + 2\ CO_2\uparrow + 2\ NaOH + H_2\uparrow$

При этом получаются углеводороды симметричного строения.

Например, 2,5-диметилгексан можно получить
с помощью реакции Кольбе, если мысленно
разбить молекулу целевого алкана
на два одинаковых фрагмента R и включить их
в состав соли карбоновой кислоты R-COOMe:



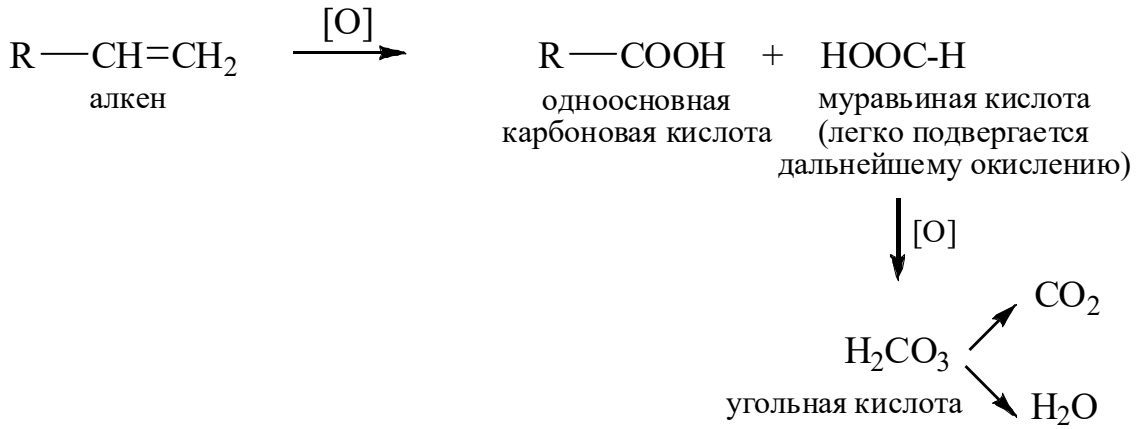


5. Определите строение соединения C_8H_{16}, если оно обесцвечивает бромную воду, водный раствор перманганата калия, а при жестком окислении (хромовая смесь) дает смесь бутанона-2 и бутановой кислоты. Напишите все уравнения реакций, назовите участвующие в них вещества.

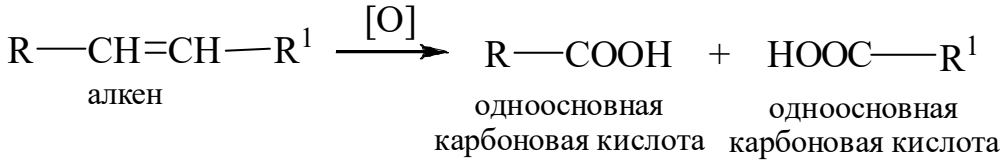
ОТВЕТ

Состав C_8H_{16} отвечает общей формуле C_nH_{2n}. Следовательно, соединение может принадлежать к: а) классу циклоалканов; б) классу алкенов. Легкость присоединения брома и окисления перманганатом калия в мягких условиях говорит о том, что соединение вероятнее всего принадлежит к классу алкенов. О строении алкена можно судить по продуктам окисления – рассмотрим несколько возможных вариантов:

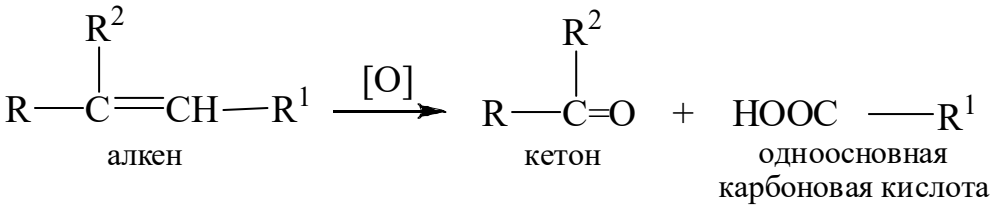
а) неразветвленный алкен с концевым расположением кратной связи



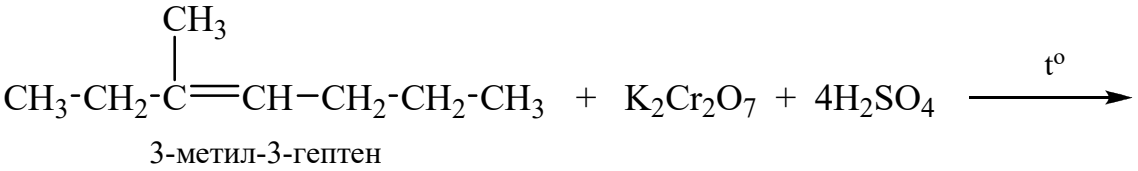
б) неразветвленный алкен с серединным расположением кратной связи



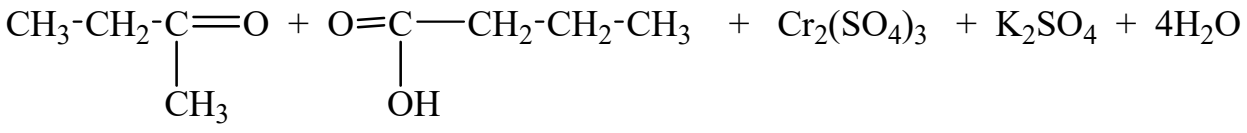
в) разветвленный алкен с серединным расположением кратной связи



Поскольку среди продуктов присутствует кетон C_2H_5-CO-CH_3, можно предположить, что определяемый алкен имеет два заместителя у двойной связи у одного атома углерода (образуется кетон) и один заместитель у другого атома углерода (образуется карбоновая кислота):



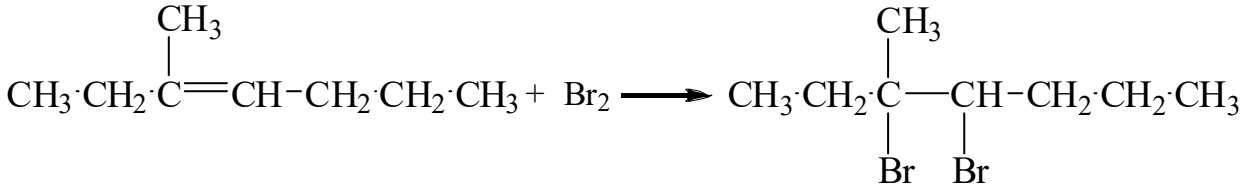
3-метил-3-гептен



2-бутанон (метилэтилкетон)

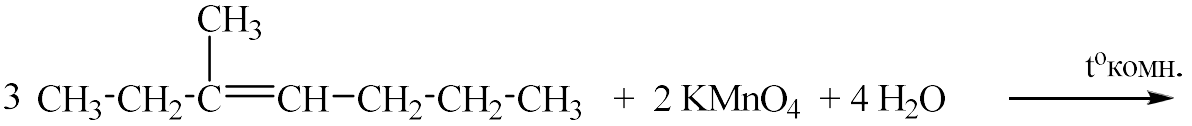
бутановая кислота (масляная кислота)

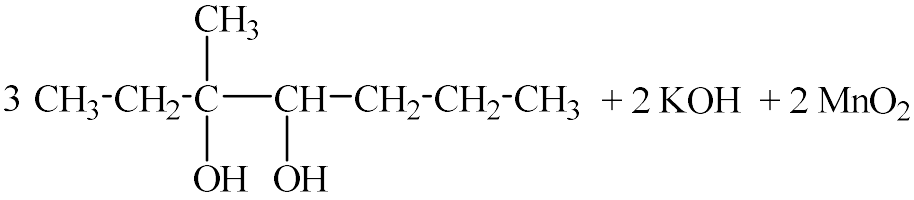
Итак, искомый алкен – 3-метил-3-гептен. При обработке его бромной водой наблюдается обесцвечивание бромной воды (присоединение брома):



3-метил-3,4-димебромгептан

При пропускании через водный разбавленный раствор перманганата калия образуется диол и продукты восстановления перманганата (признак – обесцвечивание розовой окраски раствора $KMnO_4$):





3-метил-3,4-гептандиол

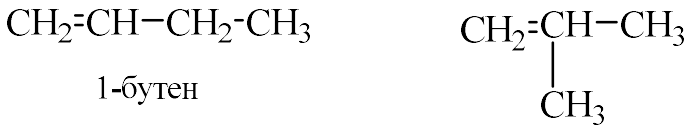
Эти реакции являются качественными на непредельные (ненасыщенные) углеводороды.

Вывод: искомый углеводород – алкен, 3-метил-3-гептен.

6. Сравните легкость присоединения бромоводорода к 1-бутену и 2-метил-1-пропену.

ОТВЕТ

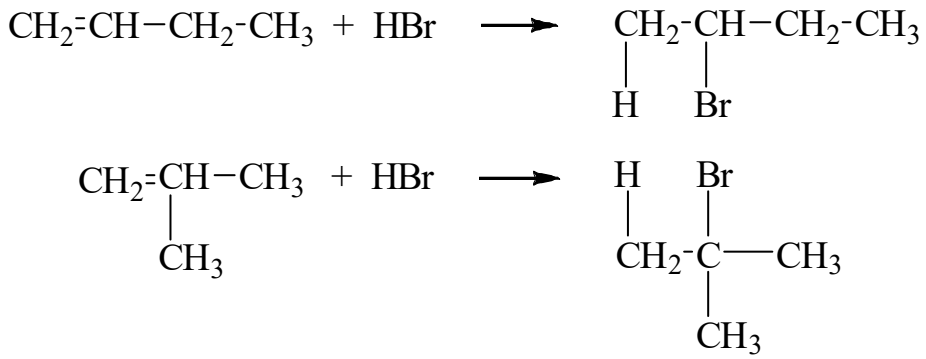
Алкены за счет наличия слабой π-связи легко вступают в реакции присоединения.



1-бутен

2-метил-1-пропен

Присоединение HBr – реакция электрофильного присоединения. Идет по правилу Марковникова (водород присоединяется к наиболее гидрогенизированному атому углерода). При гидробромировании бутена-1 основным продуктом является 2-бромбутан; при гидробромировании изобутилена – 2-бром-2-метилпропан:

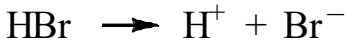


Электрофил – частица с недостатком электронной плотности, то есть атом (группа атомов, молекула), имеющий целый (+) или частичный (δ+) положительный заряд. Электрофилом в данной реакции является катион водорода – протон H^+. Он образуется при диссоциации бромоводорода. Электрофильная частица атакует кратную связь в алкене таким образом, чтобы образовался наиболее стабильный карбокатион.

Ряд стабильности катионов:

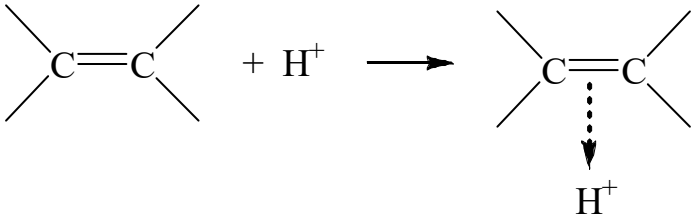
третичный > вторичный > первичный

Рассмотрим механизм каждой реакции:

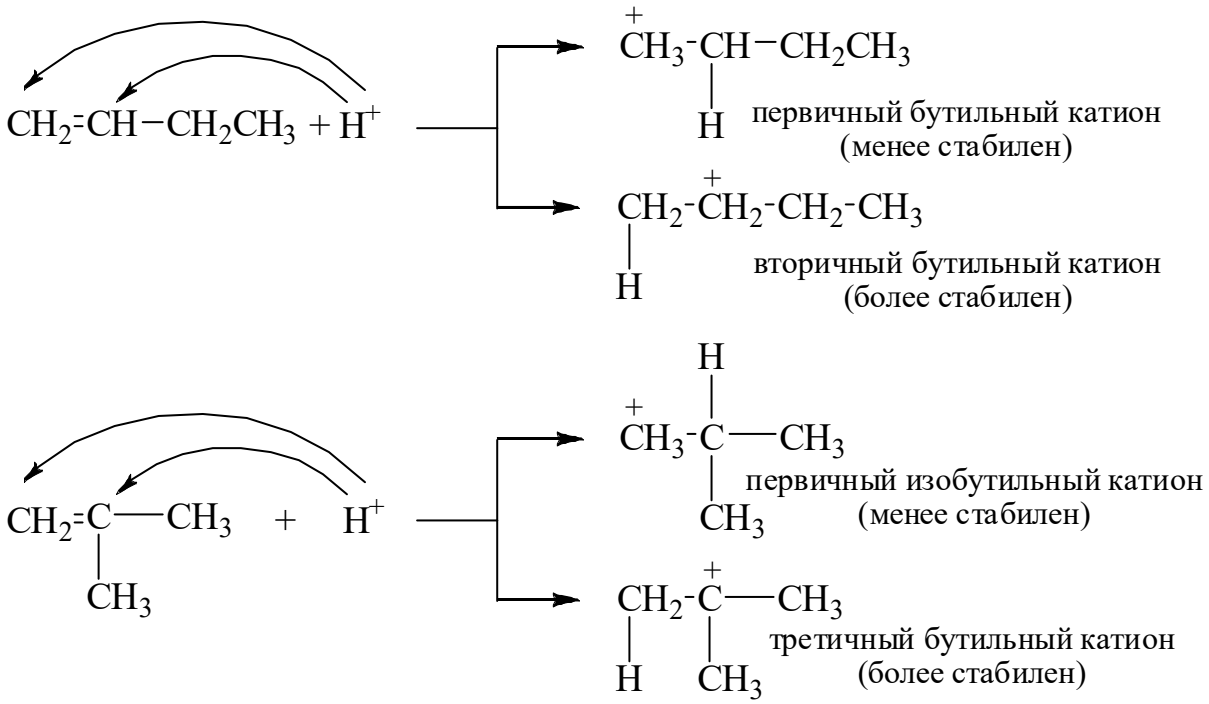


1 стадия – диссоциация реагента, формирование электрофильной частицы:

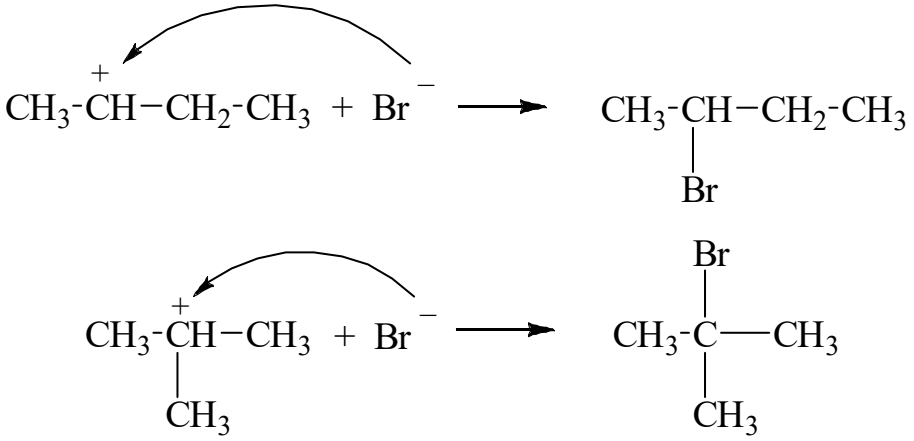
2 стадия – электрофил H^+ присоединяется к алкену с образованием π-комплекса



а затем и карбокатиона.



3 стадия – карбокатион стабилизируется путем присоединения противоиона – аниона брома:



Поскольку в первом случае (1-бутен → 2-бромбутан) промежуточной частицей является вторичный катион (менее стабильный), а во втором случае (2-метил-1-пропен → 2-бром-2-метилпропан) – третичный катион (более стабильный), то интермедиат (промежуточно образующаяся частица) в случае гидробромирования изобутилена образуется легче, чем в случае 1-бутена. Значит, гидробромирование изобутилена идет легче, чем гидробромирование 1-бутена.

7. В трех неподписанных сосудах находятся гексан, гексен-1, гексин-1. С помощью каких качественных реакций можно идентифицировать эти углеводороды? Напишите уравнения реакций. Каковы признаки реакций?

ОТВЕТ

Гексан – алкан, насыщенный углеводород CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3.

1-Гексен – алкен, непредельный углеводород CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3.

1-Гексин – алкин, непредельный углеводород CH≡C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3.

Шаг 1.

Первый сосуд. Предельные (насыщенные) углеводороды не обесцвечивают при нормальных условиях (комнатная температура, атмосферное давление) бромную воду (раствор Br_2 в H_2O) и не дают реакцию Вагнера (обесцвечивание разбавленного раствора $KMnO_4$ в H_2O).

Вывод: в сосуде находился гексан.

$C_6H_{14} + Br_2$ (водн.) ⟶ реакция не идет, жёлто-коричневая окраска не исчезает

$C_6H_{14} + KMnO_4$ (водн.) ⟶ реакция не идет, розовая окраска не исчезает

Второй и третий сосуды. В них содержатся непредельные (ненасыщенные) углеводороды. На данном этапе их невозможно идентифицировать, так как оба они будут обесцвечивать и водный раствор брома, и водный раствор перманганата калия при комнатной температуре.

CH_2=CH−$CH_2CH_2CH_2CH_3$ + Br_2 (водн.) ⟶ CH_2(Br)-CH(Br)−$CH_2CH_2CH_2CH_3$

1-гексен — 1,2-дибромгексан

CH≡C−$CH_2CH_2CH_2CH_3$ + 2Br_2 (водн.) ⟶ CH(Br)(Br)−C(Br)(Br)−$CH_2CH_2CH_2CH_3$

1-гексин — 1,1,2,2-тетрабромгексан

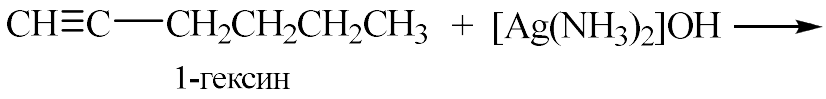
Вывод: возможно два варианта – а) в сосуде №2 – гексен-1, в №3 – гексин-1; б) в сосуде №2 – гексин-1, а в сосуде №3 – гексен-1.

Шаг 2.

Как можно отличить 1-гексин от 1-гексена?

1-Гексин – алкин с концевой тройной связью. Следовательно, он имеет подвижный атом водорода (слабая СН-кислотность). Качественной реакцией является выпадение осадка – например, при взаимодействии с аммиачными

комплексами: окиси серебра $[Ag(NH_3)_2]OH$ (реактив Толленса) или хлорида меди (I) $[Cu(NH_3)_2]Cl$.

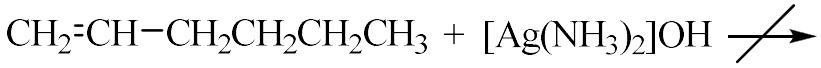


1-гексин

бутилацетиленид серебра

Признак реакции: выпадение осадка серебряной соли алкина (сосуд №3).

1-Гексен не обладает свойствами СН-кислоты, так как водород при двойной связи не обладает такой подвижностью. Следовательно, в этом случае выпадения осадка ацетиленида серебра или меди происходить не будет (сосуд №2):



1-гексен

Вывод:

в сосуде №1 – гексан; в сосуде №2 – 1-гексен; в сосуде №3 – 1-гексин.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Отчеты о проделанных работах должны быть представлены в виде таблицы:

Название опыта	Ход работы	Уравнения реакций	Наблюдения	Выводы

Лабораторная работа № 1

КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Опыт №1

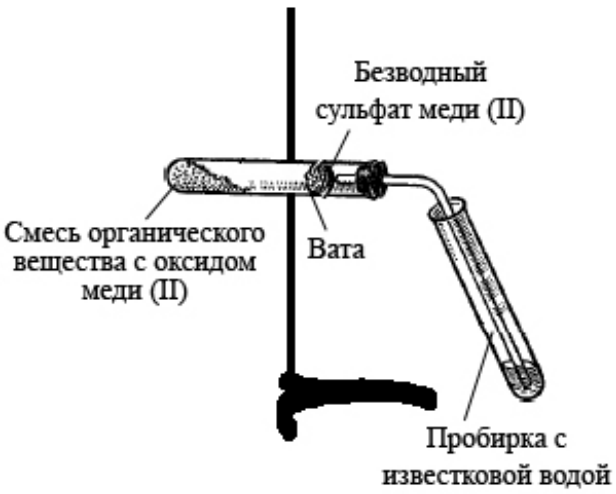
Обнаружение углерода пробой на обугливание

На кончик скальпеля помещают 0,01 г сахара и нагревают скальпель в пламени спиртовки, не внося в пламя вещество. Когда вещество расплавится, его быстро вносят в пламя. Для сравнения проводят опыт с хлоридом натрия.

Опыт №2

Обнаружение углерода и водорода

В сухую пробирку вносят 0,2-0,3 г сахара и 1 г оксида меди (II). В верхнюю часть пробирки помещают небольшой комочек ваты, на который насыпают порошок безводного сульфата меди (II). Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и укрепляют в штативе горизонтально. Конец газоотводной трубки помещают в пробирку с 1 мл известковой воды. Спиртовкой прогревают сначала всю пробирку для равномерного нагревания стекла, а потом ту ее часть, где находится смесь сахара с оксидом меди.



Опыт №3

Обнаружение азота и серы

Веществом, содержащим азот и серу, является, например, шерсть – сложное белковое соединение.

В сухую пробирку помещают небольшой комочек шерсти и маленький, величиной с горошину, кусочек металлического натрия. Пробирку закрепля-

ют в держателе. В вытяжном шкафу пробирку осторожно нагревают в пламени спиртовки до расплавления натрия, а затем еще 2-3 минуты. Горячую пробирку резко опускают в ступку с 4-5 мл холодной воды так, чтобы она растрескалась. Края неразбившейся части пробирки на некоторое время прижимают ко дну ступки, чтобы ограничить амплитуду движения непрореагировавшего натрия. Плав вместе с осколками пробирки тщательно растирают пестиком и отфильтровывают. Фильтрат (раствор, оставшийся после) разделяют на две части и проводят следующие опыты.

Шерсть (белок) + Na → NaCN + Na_2S

А. <u>Обнаружение азота</u>. К одной части фильтрата прибавляют 3-4 кристаллика сульфата железа (III) и кипятят смесь 1-2 минуты. После охлаждения приливают 10% раствор соляной кислоты до кислой реакции.

Б. <u>Обнаружение серы</u>. Другую часть фильтрата разливают в две пробирки. В первую добавляют раствор плюмбита натрия, который предварительно получают из 0,5 мл ацетата свинца, прибавляя к нему раствор едкого натра до растворения образовавшегося осадка. Для ускорения реакции смесь нагревают на водяной бане.

Во вторую пробирку добавляют несколько капель раствора нитропруссида натрия, который является реактивом на ион двухвалентной серы.

Опыт №4
<u>Обнаружение галогенов</u>

А. <u>Проба Бельштейна</u>. Закрученную в спираль медную проволоку прокаливают в пламени спиртовки до исчезновения появившейся окраски. Проволоку охлаждают, опускают в пробирку с хлороформом или четыреххлористым углеродом и снова вносят в пламя спиртовки.

Б. <u>Реакция с нитратом серебра</u>. В сухую пробирку наливают 1-2 капли хлороформа или четыреххлористого углерода и 0,5 мл этилового спирта. В этот раствор помещают маленький, величиной с половинку горошины, кусочек металлического натрия. Начинается энергичная реакция, пробирка разогревается. Когда выделение водорода закончится и натрий полностью прореагирует, к реакционной смеси приливают 0,5 мл воды. Прозрачный раствор подкисляют несколькими каплями концентрированной азотной кислоты (проверяют по индикаторной бумаге). К кислому раствору прибавляют несколько капель 1% раствора нитрата серебра.

Лабораторная работа №2
ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДОВ

Опыт №1
Получение и свойства метана

В сухую пробирку насыпают смесь для получения метана (безводный ацетат натрия + натронная известь) на высоту 3-4 см. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют в штативе.

В штатив ставят две пробирки: в одну из них наливают 1-2 мл разбавленного раствора перманганата калия; в другую наливают 1-2 мл бромной воды.

В кристаллизатор наливают воду и помещают вверх дном пробирку, до краев заполненную водой.

Пробирку с реакционной смесью для получения метана нагревают в пламени спиртовки – сначала осторожно, нагревая всю пробирку, а потом ту часть, где находится смесь.

Газоотводную трубку опускают в пробирку с бромной водой и в течение минуты пропускают в нее образовавшийся метан. Наблюдают за окраской бромной воды.

Затем газоотводную трубку опускают в пробирку с раствором перманганата калия. Аналогичным образом наблюдают за окраской, пропуская метан в водный раствор перманганата.

Не останавливая нагревания реакционной смеси, к концу газоотводной трубки присоединяют стеклянную трубку и проводят под водой в пробирку, находящуюся под водой в кристаллизаторе. Собирают газообразный метан

методом вытеснения воды. После того, как пробирка наполнится метаном, газоотводную трубку вынимают из кристаллизатора и прекращают нагревание реакционной смеси.

Пробирку с метаном под водой закрывают большим пальцем правой руки, вынимают из воды и быстро горящей лучинкой поджигают газ. Опыт будет нагляднее, если в пробирку с горящим метаном по стенке осторожно приливать воду.

Опыт №2
Свойства гексана

В две пробирки наливают по 1-2 мл гексана. В одну из них приливают 0,5 мл бромной воды. В другую – 0,5 мл разбавленного раствора перманганата калия и несколько капель раствора карбоната натрия. Пробирки встряхивают, наблюдая за изменением окраски.

В маленькую фарфоровую чашку наливают 3-4 капли гексана, помещают ее в вытяжной шкаф и гексан поджигают. Пламя при горении гексана более коптящее, чем при горении метана.

Опыт №3
Получение и свойства этилена

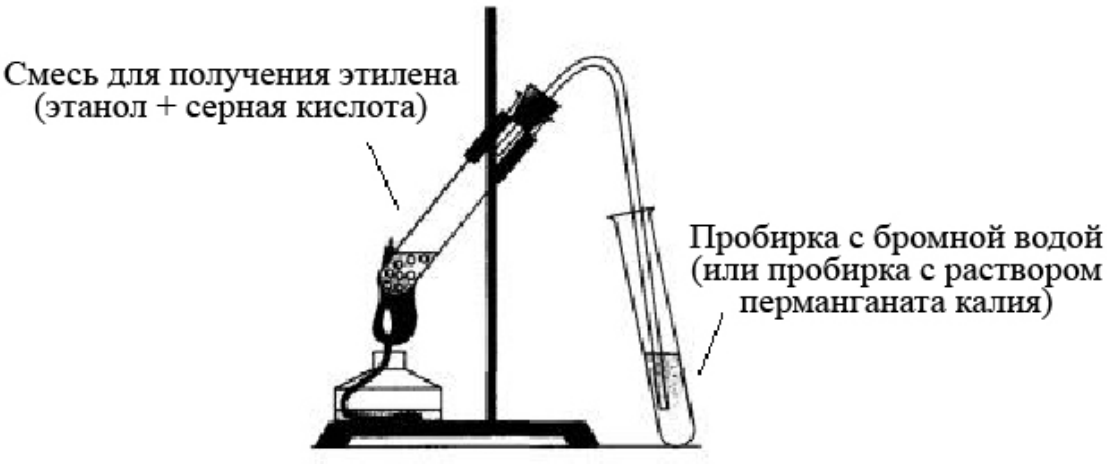
В штативе закрепляют пробирку с газоотводной трубкой. Пробирку наклоняют таким образом, чтобы налитая в нее жидкость при кипении не выплескивалась через газоотводную трубку. Проверяют герметичность присоединения газоотводной трубки.

В пробирку наливают на 1/4 объема смесь для получения этилена (этиловый спирт + концентрированная серная кислота). В холодную смесь до начала нагревания помещают «кипелки» – кусочки необожженного фарфора. Это необходимо для равномерного кипения смеси.

Пробирку закрепляют в штативе и начинают осторожное нагревание, не доводя смесь до бурного кипения.

Заранее готовят две пробирки с реактивами: одну – с бромной водой (1-2 мл); другую – с разбавленным раствором перманганата калия (1-2 мл) с добавлением нескольких капель 5% раствора соды. Наливают в кристаллизатор воду и помещают туда пробирку для собирания газа под водой (как в опыте №1).

Образующийся этилен, выходящий из газоотводной трубки, пропускают: а) через раствор бромной воды (наблюдают исчезновение желтой окраски); б) через раствор перманганата калия (наблюдают исчезновение розовой окраски).



Продолжая нагревать реакционную смесь, этилен собирают под водой, затем нагревание реакционной смеси прекращают, пробирку с этиленом под водой закрывают пальцем, достают пробирку из-под воды и поджигают лучиной, как и в опыте с метаном. Сравнивают яркость пламени с яркостью пламени метана.

Опыт №4

Получение и свойства ацетилена

Работу проводят в вытяжном шкафу.

Заранее готовят четыре пробирки с реактивами: а) с 1-2 мл бромной воды; б) с 1-2 мл разбавленного раствора перманганата калия с добавлением раствора соды; в) с аммиачным раствором оксида серебра; г) с аммиачным раствором хлорида меди.

В пробирку с газоотводной трубкой помещают небольшой кусочек карбида кальция и приливают немного воды. Пробирку сразу же закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Начинается бурная реакция с выделением газообразного вещества – ацетилена. Ацетилен пропускают поочередно через растворы бромной воды, перманганата калия, аммиачный раствор окиси серебра, аммиачный раствор хлорида серебра.

Осадок ацетиленида отфильтровывают. Фильтр ацетиленида помещают между листами асбеста на электроплитку. Через некоторое время раздаются хлопки – происходит разложение ацетиленида при нагревании со взрывом.

Пробку с газоотводной трубкой быстро меняют на пробку с трубкой с оттянутым концом и осторожно поджигают ацетилен. Наблюдают яркое пламя.

По окончании работы остатки ацетиленидов из пробирок собирают в общую емкость с водой, а затем утилизируют их, обрабатывая соляной или азотной кислотой.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Таблица 1.
АЛКИЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ РАДИКАЛЫ

CH_3	$-CH_3$	**метил**	
C_2H_5	$-CH_2CH_3$	**этил**	Первичный
C_3H_7	$-CH_2CH_2CH_3$	**пропил (*н*-пропил)**	Первичный
	$-CH(CH_3)_2$	**изопропил (*втор*.пропил)**	Вторичный
C_4H_9	$-CH_2CH_2CH_2CH_3$	**бутил (*н*-бутил)**	Первичный
	$-CH_2CH(CH_3)_2$	**изобутил**	Первичный
	$-CH(CH_3)CH_2CH_3$	***втор*.-бутил**	Вторичный
	$-C(CH_3)_3$	***трет*.-бутил**	Третичный
C_5H_{11}	$-CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	**пентил**	Первичный
	$-CH_2CH_2CH(CH_3)_2$	**изопентил (изоамил)**	Первичный
	$-CH_2C(CH_3)_3$	**неопентил**	Первичный
	$-CH(CH_3)CH_2CH_2CH_3$	***втор*.-пентил**	
	$-C(CH_3)_2CH_2CH_3$	***трет*.-пентил**	Третичный

Таблица 2
НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ ОДНОВАЛЕНТНЫЕ И ДВУХВАЛЕНТНЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ РАДИКАЛЫ

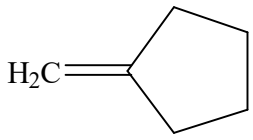
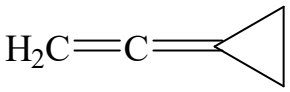
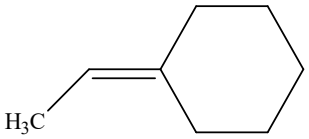
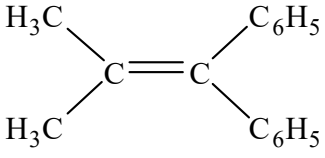
Формула		Название	Пример	
CH_2	$-CH_2-$	**метилен**	$H_2N-(CH_2)_6-NH_2$	Гексаметилен-тетрамин
	$CH_2=$			Метилен-циклопентан
C_2H_2	$CH_2=C=$	**винилиден**		Винилиден-циклопропан
C_2H_3	$CH_2=CH—$	**винил (этенил)**	$CH_2=CH—Cl$	Хлорвинил (винилхлорид)
	$CH_3-CH=$	**этилиден**		Этилиден-циклогексан
C_3H_5	$CH_2=CH—CH_2—$	**аллил (пропен-2-ил)**	$CH_2=CH—CH_2—OH$	Аллиловый спирт
	$CH_3—CH=CH—$	**пропен-1-ил**	$CH_3—CH=CH—MgCl$	Пропен-1-ил-магнийхлорид
	$CH_2=C(CH_3)—$	**изопропенил**	$CH_2=C(CH_3)-CO-CH_3$	Изопропенил-метилкетон
C_3H_6	$(CH_3)_2C=$	**изопропилиден**		Изопропилиден-дифенилметан
C_2H	$CH\equiv C—$	**ацетиленил (этинил)**	$CH\equiv C—Cl$	Этинилхлорид
C_3H_3	$CH\equiv C—CH_2—$	**пропаргил (пропин-2-ил)**	$CH\equiv C—CH_2—OH$	Пропаргиловый спирт
	$CH_3—C\equiv C—$	**пропин-1-ил**	$CH_3—C\equiv C—OCH_3$	Пропин-1-ил-метиловый эфир

Таблица 3
РАДИКАЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕ БЕНЗОЛЬНОЕ КОЛЬЦО

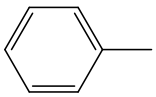
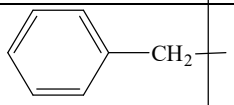
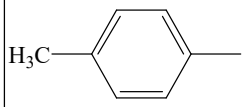
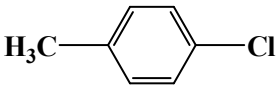
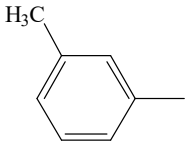
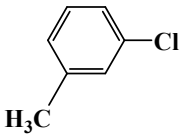
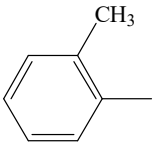
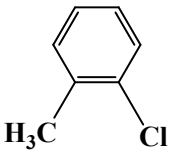
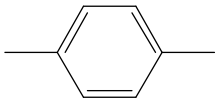
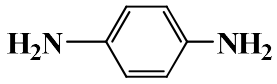
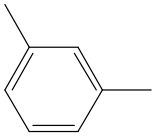
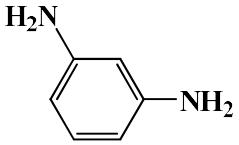
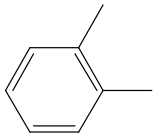
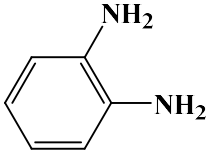
Формула		Название	Пример	
C_6H_5–		фенил	**$(C_6H_5)_3CH$**	трифенилме-тан
$C_6H_5CH_2$–		бензил	**C_6H_5-CH_2-OH**	бензиловый спирт
***п*-$CH_3C_6H_4$–**		*пара*-толил		*пара*-толил-хлорид
***м*-$CH_3C_6H_4$–**		*мета*-толил		*мета*-толил-хлорид
***о*-$CH_3C_6H_4$–**		*орто*-толил		*орто*-толуол-сульфокисло-та
***п*-C_6H_4=**		*пара*-фенилен		*пара*-фенилен-диамин
***м*-C_6H_4=**		*мета*-фенилен		*мета*-фенилен-диамин
***о*-C_6H_4=**		*орто*-фенилен		*орто*-фенилен-диамин

Таблица 4
ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ АЛКАНОВ.
СТРОЕНИЕ. СВОЙСТВА. НОМЕНКЛАТУРА

R-X (X = H, Hal)		***l*(C-X), Å**	**Э.О. (X)**	**E (C-X), кДж/моль**	**μ, Д**	**$T_{кип.}$, °C**
Метан	CH_3-H	1.09	2.2	377-418	0	-161,6
Фторметан	CH_3-F	1.40	4.0	439	1.85	-78,5
Хлорметан	CH_3-Cl	1.78	3.0	345	1.87	-2,7
Бромметан	CH_3-Br	1.93	2.8	272	1.81	+3,6
Иодметан	CH_3-I	2.14	2.5	209	1.61	+42,5

Таблица 5
КОЛИЧЕСТВО СТРУКТУРНЫХ ИЗОМЕРОВ НЕКОТОРЫХ АЛКАНОВ

Алкан C_nH_{2n+2}			**Число изомеров**
n	**Общая формула**	**Название**	
1	CH_4	Метан	1
2	C_2H_6	Этан	1
3	C_3H_8	Пропан	1
4	C_4H_{10}	Бутан	2
5	C_5H_{12}	Пентан	3
6	C_6H_{14}	Гексан	5
7	C_7H1_6	Гептан	9
8	C_8H_{18}	Октан	18
9	C_9H_{20}	Нонан	35
10	$C_{10}H_{22}$	Декан	75
11	$C_{11}H_{24}$	Ундекан	159
12	$C_{12}H_{26}$	Додекан	355
13	$C_{13}H_{28}$	Тридекан	802
14	$C_{14}H_{30}$	Тетрадекан	1858
15	$C_{15}H_{32}$	Пентадекан	4347
20	$C_{20}H_{42}$	Эйкозан	366319
25	$C_{25}H_{52}$	Пентакозан	36797588
30	$C_{30}H_{62}$	Триаконтан	4111846763
40	$C_{40}H_{82}$	Тетраконтан	62481801147341
100	$C_{100}H_{202}$	Гектан	$\sim 6 \cdot 10^{39}$

Таблица 6
ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ С-Н
У ПЕРВИЧНЫХ, ВТОРИЧНЫХ, ТРЕТИЧНЫХ АТОМОВ УГЛЕРОДА

Метан	**Этан**	**Пропан**	**Изобутан**
H_3**C-H**	CH_3-**C**H_2-**H**	$(CH_3)_2$**C-H**	$(CH_3)_3$**C-H**
метильный	первичный	вторичный	третичный
435 кДж/моль	410 кДж/моль	395 кДж/моль	382 кДж/моль

Таблица 7
ДЛИНА ОДИНАРНЫХ УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ СВЯЗЕЙ

Этан	Пропен	Бутадиен-1,3	Пропин
H_3**C-C**H_3	CH_2=**C**H-**C**H_3	H_2C=**C**H-**C**H=CH_2	CH≡**C-C**H_3
sp^3–sp^3	sp^2–sp^3	sp^2–sp^2	sp–sp^3
1,537 Å	1,510 Å	1,465 Å	1,459 Å

Таблица 8
ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДИНАРНЫХ, ДВОЙНЫХ, ТРОЙНЫХ
УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНЫХ СВЯЗЕЙ

Представитель класса	**Формула**	**Гибридизация атома углерода**	**Длина связи**	**Энергия связи, кДж/моль**	**Валентный угол**
Этан	CH_3-CH_3	sp^3 (тетраэдр)	0,154 нм	350	$109^o28'$
Этен (этилен)	CH_2=CH_2	sp^2 (плоскостная)	0,134 нм	611	120^o
Этин (ацетилен)	CH≡CH	sp (линейная)	0,120 нм	836	180^o

Таблица 9
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛКАНОВ, АЛКЕНОВ, АЛКИНОВ

Углеводород		**Т пл., °С**	**Т кип., °С**	**Плотность, г/мл**
CH_3-CH_2-CH_3	Пропан	-189	-47,8	0,514
CH_2=CH-CH_3	Пропен	-185	-42,1	0,500
CH≡C-CH_3	Пропин	-102	-23	0,670
CH_3-CH_2-$(CH_2)_3$-CH_3	Гексан	-95	69	0,680
CH_2=CH-$(CH_2)_3$-CH_3	1-Гексен	-140	63	0,674
CH≡C-$(CH_2)_3$-CH_3	1- Гексин	-124	71	0,733
$C_{10}H_{22}$	Декан	-30	174	0,741
$C_{10}H_{20}$	1- Децен	-66	170,6	0,730
$C_{10}H_{18}$	1- Децин	-36	182	0,770

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Ф. Травень. Органическая химия. Том 1. Изд-во: М., ИКЦ «Академкнига», 2006.
2. Н.А. Тюкавкина и др. Органическая химия. Книга 1. Основной курс Изд-во: М., Дрофа, 2003.
3. О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. Органическая химия. Ч.1. Изд-во: М., Бином. Лаборатория знаний, 3-е изд. 2007.
4. П. Сайкс. Механизмы реакций в органической химии. Вводный курс. Изд-во: М., “Химия”, 2000.
5. И.В. Боровлев. Органическая химия: термины и основные реакции. Изд-во: М., Бином, 2010.