

Овчарова О. Э.

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ.
ПОДГОТОВКА К ЕГЭ.**



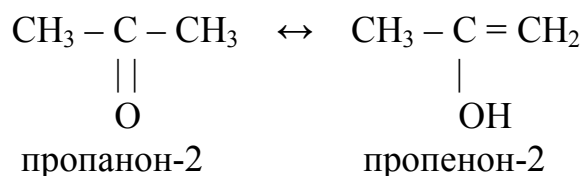
Санкт-Петербург
2010

Методическое пособие по органической химии. Подготовка к ЕГЭ

Составила учитель химии ГОУ СОШ №466
Овчарова Ольга Эдуардовна

Оглавление

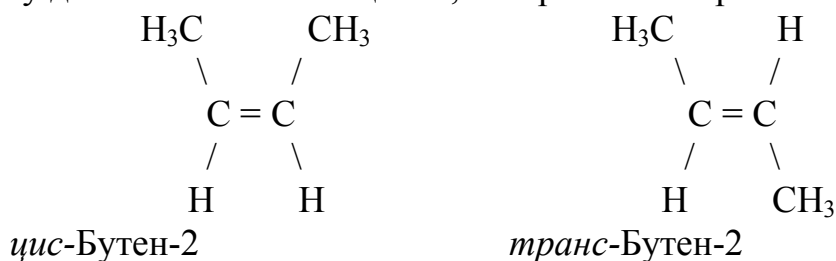
1. Изомерия и номенклатура органических соединений.....	3
2. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений.	10
3.Функциональный анализ органических соединений.	15
4.Механизмы органических реакций.....	18
5. Окислительно-восстановительные реакции с участием органических веществ	21
6. Осуществление превращений по схеме	28
7. Решение задач на вывод формул органических соединений.....	31
Список источников и литературы.....	34



Пространственная изомерия является следствием различий во взаимном расположении отдельных фрагментов молекул, имеющих одинаковое химическое строение. Она делится на два вида: геометрическую и оптическую.

Геометрическая изомерия определяется различным положением групп атомов относительно кратной связи или цикла.

В молекулах цис-изомеров группировки атомов расположены по одну сторону двойной связи или цикла, а в транс-изомерах – по разные.



В **оптической изомерии** различные фрагменты молекул располагаются по-разному относительно некоторого атома. Такое расположение называется конфигурацией.



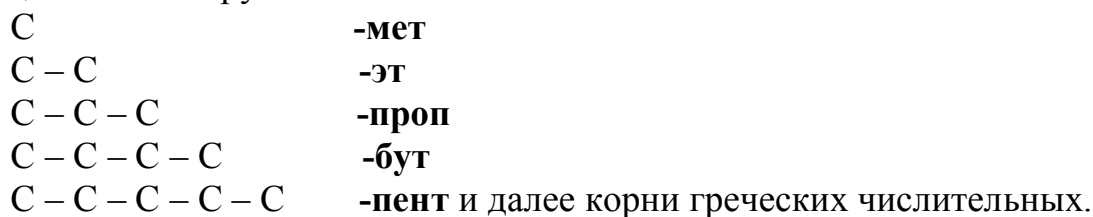
Данные молекулы относятся друг к другу как две руки – левая и правая, то есть являются антиподами. Условием существования антиподов является наличие в молекуле асимметрического атома углерода (хирального центра).

Номенклатура – совокупность правил составления названий химических веществ, классов, групп и др.

Главное место в органической химии занимает международная систематическая номенклатура, разрабатываемая комиссией Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК).

Название органического соединения отражает особенности его строения.

У соединений жирного ряда корень слова обозначает число углеродных атомов главной цепи. Главной считают самую длинную и непрерывную цепь атомов углерода, имеющую наибольшее число заместителей или связанную со старшей функциональной группой:



Обозначения боковых заместителей вводят в виде приставок в алфавитном

порядке. В названиях радикалов к обозначению числа углеродных атомов добавляют суффикс **-ил** (метил-, этил-). Отсутствие или наличие двойной, тройной связи обозначают суффиксами **-ан, ен, ин**.

При наличии повторяющихся заместителей используют умножающие приставки **ди, три, тетра, пента** и т. д. Местоположение заместителей указывают с помощью локантов – цифр или букв, разделенных запятыми. При этом сумма локантов должна быть наименьшей.

Старшую функциональную группу обозначают в последнем суффиксе.

В таблице 1 представлены классы органических соединений и названия функциональных групп.

Таблица 1.

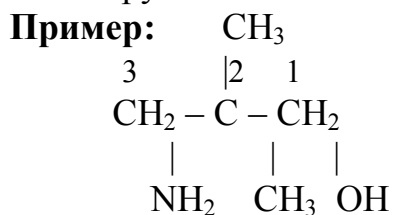
Класс	Формула	Название	
		в префиксе	в суффиксе
Карбоновые кислоты	-COOH	карбокси	овая кислота
Сульфокислоты	-SO₃H	сульфо	сульфокислота
Нитрилы	-CN	циано	нитрил
Альдегиды	-CHO	оксо	аль
Кетоны	-CO	оксо	он
Спирты и фенолы	-OH	гидрокси	ол
Амины	-NH₂	амино	амин
Простые эфиры	-OR	алкокси	-
Алкилгалогениды	F, Cl, Br, I	фтор, хлор, бром, иод	фторид, хлорид, бромид, иодид
Нитросоединения	-NO₂	нитро	-

Группа, стоящая выше, считается старшей.

При составлении названия

1. определяют функциональные группы и с помощью таблицы – их старшинство;
2. старшая функциональная группа обозначается в суффиксе, все остальные в префиксе;
3. определяют родоначальную структуру соединения (в ациклических соединениях – это главная углеродная цепь, в карбоциклических – цикл);
4. главная углеродная цепь должна содержать максимальное число атомов углерода, заместителей, кратных связей;
5. нумеруют атомы родоначальной структуры так, чтобы старшая группа получила по возможности меньший номер. (При отсутствии функциональной группы предпочтение при нумерации отдают положениям кратных связей, а при их отсутствии заместителям);
6. составляют название, соблюдая такую последовательность:
 - ~ указывают в алфавитном порядке функциональные группы, кроме старшей, и углеводородные радикалы;

~ приводят название родоначальной структуры;
 ~ указывают положение кратных связей и старшей функциональной группы.



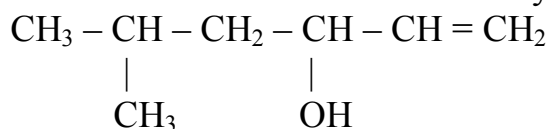
Решение:

1. Старшая функциональная группа: гидроксильная – суффикс «ол»
2. Аминогруппа рассматривается как заместитель
3. Главная цепь – три атома углерода – корень «пропан»
4. Нумерация атомов углерода главной цепи со стороны старшей функциональной группы OH
5. Заместители: аминогруппа у 3 атома углерода и два метильных радикала у 2 атома углерода
6. Сначала называют заместители, начиная с аминогруппы с указанием локанта (3), два метильных радикала обозначают множительной приставкой «ди», а локант 2 повторяют дважды: 3-амино-2,2-диметил; затем – корень и суффикс с указанием места положения старшей группы: пропанол-1

Название: 3 - амино - 2,2 – диметилпропанол – 1

Задача 1.1

Назовите по систематической номенклатуре следующее соединение:



Решение:

1. Функциональная группа: гидроксильная – суффикс «ол».
2. Главная цепь: шесть атомов углерода – корень «гекс».
3. Степень насыщенности: двойная связь «ен».
4. Заместитель: «метил».
5. Нумерация со стороны функциональной группы.
6. Название:

5-метилгексен-1-ол-3

Задача 1.2

Напишите структурные формулы изомерных соединений состава C₄H₉Br. Назовите их по систематической номенклатуре.

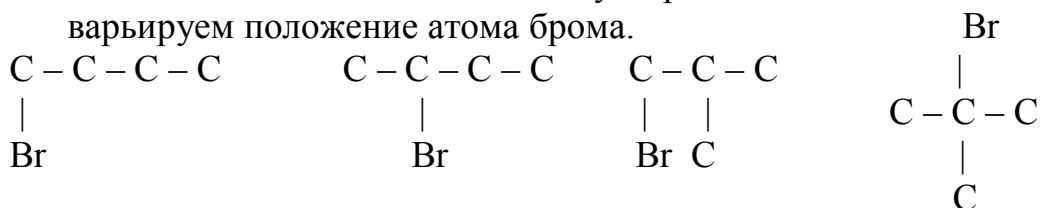
Решение:

1. В состав соединения входят углерод, водород и бром. Следовательно, вещество относится к классу галогенопроизводных. Соотношение

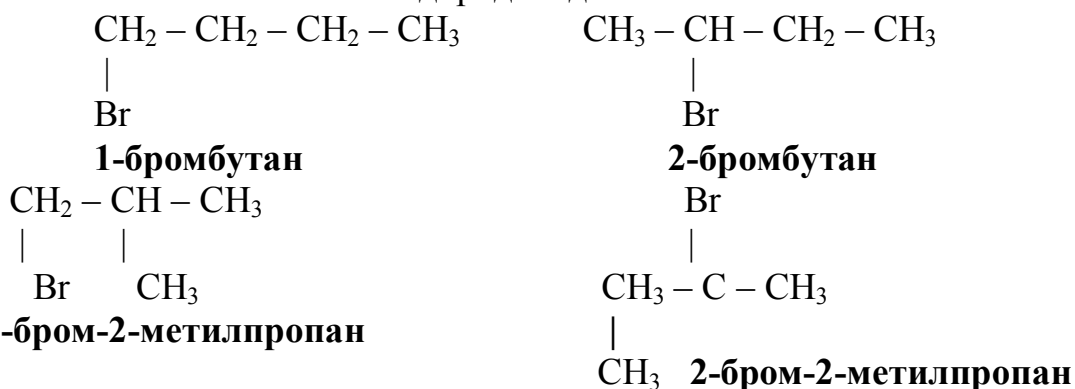
атомов отвечает общей формуле $C_nH_{2n+1}Hal$, значит это производное предельного углеводорода.

2. Возможна изомерия углеродного скелета и положения функциональной группы.

3. Записываем схемы возможных углеродных скелетов и для каждого варьируем положение атома брома.



4. Расставляем атомы водорода и даем названия.



Одинаковых названий нет. Число структурных изомеров равно 4.

Задачи для самостоятельного решения

1. Напишите структурные формулы всех изомеров состава C_6H_{14} . Назовите их по систематической номенклатуре.
2. Напишите структурные формулы 2-бром-5-метилгексена-1 и трех его изомеров различных видов.
3. Напишите структурные формулы всех изомеров состава $C_5H_{10}O_2$. Назовите их по систематической номенклатуре.
4. Напишите структурные формулы всех возможных изомерных радикалов: C_3H_7 , C_4H_9 , C_5H_{12} . Назовите их.
5. Дайте название по систематической номенклатуре *трет*-бутиловому спирту.
6. Исправьте ошибки в следующих названиях:
 - а) 2-этилгексан;
 - б) 2,4,5-триметилгексан;
 - в) 2-пропилпентан;
 - г) 2-метил-3-изопропилпентан;
 - д) 3,3-хлор-1-метилциклогексан;
 - е) 2-метилбутен-3.
7. Напишите формулы геометрических изомеров следующих углеводородов: пентена-2; 2,5-диметилгексена-3; 3-метилпентена-2; гексадиена-2,4.
8. Напишите структурные формулы всех изомеров состава C_7H_{12} , главная цепь которых состоит из пяти углеродных атомов и назовите их.
9. Напишите структурные формулы вторичных и третичных спиртов состава $C_6H_{14}O$ и назовите их.

10. Напишите структурные формулы всех изомеров состава $C_5H_{10}O$.
11. Напишите структурные формулы всех возможных аминов с общей формулой $C_4H_{11}N$. Назовите их и укажите какие из них являются первичными, вторичными, третичными по замещению у атома азота.
12. Напишите структурные формулы аминокислот состава $C_4H_9O_2N$ и назовите соединения, содержащие а) первичную аминогруппу; б) вторичную аминогруппу.
13. Напишите структурные формулы всех изомеров метилэтилбензола. Назовите их.
14. Сколько изомерных соединений может дать каждый из ксилолов при введении в ядро третьего заместителя хлора? Назовите их.
15. Напишите структурные формулы оптических изомеров фруктозы. Отметьте асимметрические атомы углерода.

Готовимся к ЕГЭ:

Задания с выбором ответа.

1. Изомеры различаются
 - 1) качественным составом
 - 2) значением молярных масс
 - 3) химическим строением
 - 4) количественным составом
2. Количество различных циклоалканов, соответствующих формуле C_5H_{10}
 - 1) 2;
 - 2) 3;
 - 3) 4;
 - 4) 5
3. Структурным изомером нормального гексана является
 - 1) 3-этилпентан
 - 2) 2-метилпропан
 - 3) 2,2-диметилпропан
 - 4) 2,2-диметилбутан
4. Изомером бутановой кислоты является
 - 1) бутанол
 - 2) пентановая кислота
 - 3) бутаналь
 - 4) 2-метилпропановая кислота
5. Транс-бутен-2 и цис-бутен-2 являются
 - 1) гомологами
 - 2) структурными изомерами
 - 3) геометрическими изомерами
 - 4) одним и тем же веществом
6. Гомологом уксусной кислоты является
 - 1) хлоруксусная

- 2) олеиновая
 - 3) стеариновая
 - 4) бензойная
7. Метаналь и формальдегид являются
- 1) гомологами
 - 2) структурными изомерами
 - 3) геометрическими изомерами
 - 4) одним и тем же веществом
8. Не имеет оптических изомеров
- 1) глюкоза
 - 2) глицин
 - 3) аланин
 - 4) лизин

Задания на установление соответствия

1. Установите соответствие между формулой вещества и его названием.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$
- Б) ClCH_2COOH
- В) $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$
- Г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$

- 1) этилацетат
- 2) метилпропиловый эфир
- 3) пропаналь
- 4) хлоруксусная кислота
- 5) пропанол-1

А	Б	В	Г

2. Установите соответствие между названием вещества и классом органических соединений, к которому оно принадлежит.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

КЛАСС ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

- А) толуол
- Б) 2-метилбутанол-1
- В) изопропилэтанат
- Г) ацетон

- 1) спирт
- 2) простой эфир
- 3) кетон
- 4) сложный эфир
- 5) арен

А	Б	В	Г

3. Установите соответствие между составом вещества и числом его

структурных изомеров
СОСТАВ ВЕЩЕСТВА

- А) C_5H_{12}
- Б) C_3H_6
- В) $C_4H_{10}O$
- Г) C_4H_6

ЧИСЛО СТРУКТУРНЫХ ИЗОМЕРОВ

- 1) два
- 2) три
- 3) четыре
- 4) пять
- 5) шесть

А	Б	В	Г

4. Установите соответствие между названием органического соединения и классом, к которому оно принадлежит.

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ

- А) диметилбензол
- Б) гексанол-3
- В) метилформиат
- Г) стирол

КЛАСС ОРГАНИЧЕСКИХ
СОЕДИНЕНИЙ

- 1) сложные эфиры
- 2) углеводороды
- 3) спирты
- 4) карбоновые кислоты
- 5) аминокислоты
- 6) простые эфиры

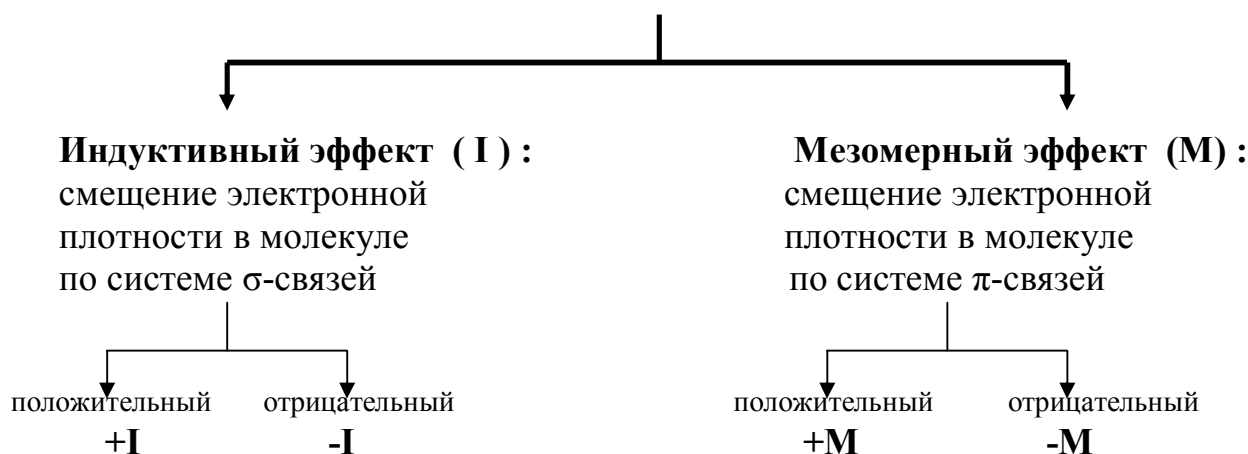
А	Б	В	Г

2. Взаимное влияние атомов в молекулах органических соединений.

Теория электронных смещений. Реакционная способность органических соединений определяется

- смещением электронной плотности в простых связях;
- смещением электронной плотности в кратных связях.

Электронные эффекты



Заместители А, вызывающие отрицательный индуктивный эффект, являются *электроакцепторами*: $-\text{NO}_2$, $-\text{CN}$, $-\text{COOH}$, $-\text{F}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$, $-\text{COOR}$, $-\text{COR}$, $-\text{OR}$, $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{Ar}$

Заместители В, вызывающие положительный индуктивный эффект, являются *электронодонорами*: $-\text{CR}_3$, $-\text{CHR}_2$, $-\text{CH}_2\text{R}$, $-\text{CH}_3$

1. Индуктивный эффект проявляется всегда при наличии в молекуле атомов с различной электроотрицательностью.
2. Индуктивный эффект распространяется только через σ -связи и всегда в одном направлении.
3. Индуктивный эффект затухает в цепи через 3 – 4 σ -связи.

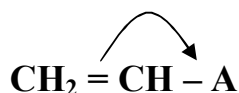
Мезомерный эффект действует в сопряженных системах.

Сопряженная система состоит из чередующихся простых и кратных связей. В сопряжение также может вступать атом с неподеленной парой р-электронов или атом с вакантной р-орбиталью.

Мезомерный эффект проявляется лишь в том случае, когда заместитель включен в сопряженную систему молекулы.

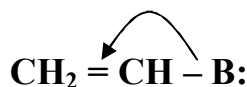
Заместители А, вызывающие отрицательный мезомерный эффект: $-\text{NO}_2$, $-\text{CN}$, $-\text{COOH}$, $-\text{COOR}$, $-\text{CONH}_2$.

Например,



Заместители В, вызывающие положительный мезомерный эффект: $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, $-\text{F}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$.

Например,



Задача 2.1

Сравните кислотные свойства следующих соединений: этанол, 1-хлорэтанол, вода, фенол, этиламин, азотная кислота.

Решение:

Кислотные свойства проявляются в легкости отщепления протона.

Выделим реакционные центры, по которым возможно отщепление протона:

а) связь $\text{O} - \text{H}$

б) связь $\text{N} - \text{H}$

Рассмотрим электроотрицательность элементов:

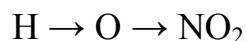
$\chi(\text{O})=3,5$; $\chi(\text{N})=3,0$

Так как электроотрицательность кислорода выше чем у азота, то связь $\text{O} - \text{H}$ является более полярной, поэтому протон у всех гидроксильных соединений будет отщепляться легче. Следовательно, этиламин обладает самыми низкими кислотными свойствами.

Все гидроксильные соединения можно рассматривать как производные воды, в которой один из атомов водорода замещен на какую-либо группировку: $\text{H}-\text{O}-\text{X}$.

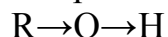
В азотной кислоте нитрогруппа NO_2 , обладающая отрицательным

индуктивным и отрицательным мезомерным эффектом, оттягивает электронную плотность на себя, увеличивая полярность связи O – H и усиливая кислотные свойства.



Таким образом, азотная кислота обладает сильными кислотными свойствами.

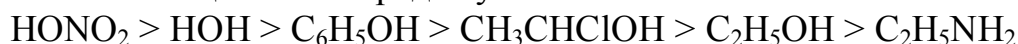
Алкильные радикалы обладают положительным индуктивным эффектом и уменьшают полярность связи O – H по сравнению с водой.



В молекуле 1-хлорэтанола атом хлора увеличивает полярность связи O – H за счет отрицательного индуктивного эффекта, следовательно у 1-хлорэтанола кислотные свойства выражены ярче, чем у этанола.

В молекуле фенола группа O – H обладает отрицательным индуктивным и положительным мезомерным эффектом. Неподделенная электронная пара атома кислорода вступает в сопряжение с π -электронной системой бензольного кольца, что приводит к большей поляризации связи O – H, чем в молекулах спиртов.

Расположим вещества в порядке уменьшения кислотных свойств:



Задача 2.2

Расположите предложенные ниже соединения в ряд по уменьшению основных свойств: аммиак, вода, этанол, диэтиловый эфир, этиламин, диэтиламин, анилин.

Решение:

1. Основные свойства проявляются тем больше, чем легче происходит присоединение протона. Протонирование осуществляется по неподделенной электронной паре атомов азота или кислорода. Чем доступнее электронная пара для атаки протоном, тем выше основные свойства. Чем выше электронная плотность на атоме, тем больше основные свойства.
2. Известно, что в периоде основные свойства водородных соединений уменьшаются с увеличением электроотрицательности атомов элементов. Следовательно, азотсодержащие соединения обладают большими основными свойствами, чем кислородсодержащие.
3. Среди азотсодержащих соединений можно выделить 3 класса:
 - а) аммиак – неорганическое соединение;
 - б) производные аммиака – алифатические амины;
 - в) производные аммиака – ароматические амины.В алифатических аминах – этилаmine и диметилаmine алкильные группы обладают положительным индуктивным эффектом и увеличивают электронную плотность на атоме азота и тем самым повышают основные свойства. Действие двух метильных групп в диметилаmine сказываются сильнее, чем одной в этилаmine, поэтому

диэтиламин обладает большими основными свойствами.

Ароматические амины обладают очень низкими основными свойствами из-за сопряжения неподеленной электронной пары атома азота с π -электронной системой бензольного кольца.

Таким образом, рассмотренные азотсодержащие соединения можно расположить в следующий ряд по уменьшению основных свойств: диэтиламин, этиламин, аммиак, анилин

4. Все приведенные в условии задачи кислородсодержащие соединения можно рассматривать как производные воды. Основные свойства этанола и диэтилового эфира будут выражены сильнее чем у воды благодаря положительному индуктивному эффекту этильных групп, увеличивающих электронную плотность на атоме кислорода. Влияние двух этильных групп в диэтиловом эфире скажутся сильнее, чем в этаноле.

Таким образом, рассмотренные кислородсодержащие соединения можно расположить в следующий ряд по уменьшению основных свойств: диэтиловый эфир, этанол, вода.

Ответ:

диэтиламин>этиламин> аммиак > анилин>диэтиловый эфир>этанол >вода

Задачи для самостоятельного решения.

1. Сравните кислотные свойства фенола и 2,4,6-тринитрофенола.
2. Расположите в порядке возрастания кислотных свойств следующие кислоты: уксусная, аминоксусная, муравьиная, масляная, хлоруксусная.
3. Расположите в порядке возрастания основных свойств следующие соединения: метиламин, диметиламин, дифениламин, фениламин, карбамид.
4. Расположите в порядке возрастания кислотных свойств следующие кислоты: бензойная, *n*-нитробензойная, *n*-сульфобензойная, *o*-хлорбензойная.
5. Расположите следующие кислоты в порядке увеличения их силы:
 - а) CH_3COOH , ClCH_2COOH , BrCH_2COOH , ICH_2COOH
 - б) CH_3COOH , CF_3COOH , HOSO_3H , CCl_3COOH , HOCH_2COOH

Готовимся к ЕГЭ.

Задания с выбором ответа.

1. Кислотные свойства наиболее выражены у
 - 1) метанола
 - 2) этанола
 - 3) фенола
 - 4) глицерина
2. Основные свойства наименее выражены у
 - 1) аммиака

- 2) анилина
- 3) метиламина
- 4) трифениламина
3. С натрием и гидроксидом натрия реагирует
 - 1) метанол
 - 2) фенол
 - 3) этанол
 - 4) метаналь
4. Амфотерными свойствами обладает
 - 1) уксусная кислота
 - 2) хлоруксусная кислота
 - 3) аминоксусная кислота
 - 4) пикриновая кислота
5. Самой сильной кислотой является
 - 1) муравьиная
 - 2) хлоруксусная
 - 3) уксусная
 - 4) бромуксусная
6. С хлороводородной кислотой и гидроксидом калия реагирует
 - 1) фенол
 - 2) глицин
 - 3) бензол
 - 4) анилин
7. В реакцию с бромной водой не вступает
 - 1) фенол
 - 2) анилин
 - 3) бензол
 - 4) стирол
8. В молекуле фенола гидроксильная группа обладает
 - 1) положительным мезомерным и положительным индуктивным эффектом
 - 2) отрицательным мезомерным и положительным индуктивным эффектом
 - 3) положительным мезомерным и отрицательным индуктивным эффектом
 - 4) отрицательным мезомерным и отрицательным индуктивным эффектом
9. Сопряженной системой является молекула
 - 1) бутана
 - 2) бензола
 - 3) ацетилена
 - 4) этанола
10. При бромировании нитробензола преимущественно образуются
 - 1) 2-бромнитробензол

- 2) 3-бромнитробензол
- 3) 4-бромнитробензол
- 4) 2-бромнитробензол и 4-бромнитробензол

3. Функциональный анализ органических соединений.

Функциональный анализ проводят с целью определения принадлежности неизвестного вещества к тому или иному классу соединений. Для анализа отбирают такие реакции, в результате проведения которых происходит изменение окраски, выпадение осадка или выделение газа. Такие реакции называются качественными. С их использованием проводят идентификацию веществ. Знание качественных реакций позволит найти существенные различия между предлагаемыми веществами.

1. Реакции на кратные связи.

Обесцвечивание бромной воды.

Обесцвечивание водного раствора перманганата калия с появлением бурого осадка диоксида марганца.

Если тройная связь находится у концевого углеродного атома, то ее можно распознать аммиачным раствором оксида серебра(I) или хлорида меди(I). В результате реакций образуются осадки.

2. Реакция на арены.

При добавлении к ароматическому углеводороду формалина и концентрированной серной кислоты появляется красный осадок.

Гомологи бензола окисляются подкисленным раствором перманганата калия при нагревании, фиолетовая окраска при этом исчезает.

3. Реакции на спирты.

Окисление одноатомных спиртов хромовой смесью приводит к изменению цвета с оранжевого в зеленый.

Реакция многоатомных спиртов со свежеприготовленным гидроксидом меди(II), в результате которой происходит растворение осадка и окрашивание раствора в ярко-синий цвет.

4. Реакции на фенол.

Взаимодействие фенола с бромной водой приводит к образованию осадка белого цвета.

В результате реакции фенола с водным раствором хлорида железа (III) образуется комплекс фиолетового цвета.

5. Реакции на альдегидную группу.

Реакция альдегида со свежесоздавленным гидроксидом меди(II) при нагревании с образованием красного осадка оксида меди (I).

Реакция “серебряного зеркала” – взаимодействие альдегида с аммиачным раствором оксида серебра(I).

Действие фуксинсернистой кислоты (реактив Шиффа) на альдегиды дает розовое окрашивание. С помощью данной реакции можно отличить альдегиды от моносахаридов, содержащих альдегидную группу.

6. Реакции на карбоновые кислоты.

Низшие кислоты изменяют окраску индикаторов.

Взаимодействие растворимых кислот с гидрокарбонатом натрия приводит к выделению углекислого газа.

Муравьиная кислота дает реакцию “серебряного зеркала” и окисляется раствором перманганата калия с выделением углекислого газа.

7. Реакция на анилин.

Взаимодействие водного раствора анилина с насыщенным раствором хлорной извести дает сине-фиолетовое окрашивание.

8. Реакции на белки.

Ксантопротеиновая: образование желтого осадка при взаимодействии белка с концентрированной азотной кислотой.

Биуретовая: взаимодействию белка с раствором медного купороса и избытком щелочи дает красно-фиолетовое окрашивание.

Задача 3.1

Даны: ацетальдегид, гексан, водные растворы глюкозы и сорбита. Как с помощью одного реактива распознать эти вещества?

Решение:

Решение задачи необходимо начать с выявления функциональных групп и уточнения характерных реакций.

Ацетальдегид – состоит из метильного радикала, соединенного с альдегидной группой. Характерной реакцией на альдегидную группу является способность окисляться при нагревании свежесажженным гидроксидом меди(II) с образованием красного осадка оксида меди (I).

Сорбит – многоатомный спирт. Многоатомные спирты также реагируют со свежесажженным гидроксидом меди(II) с образованием комплекса ярко-синего цвета. Реакция протекает без нагревания.

Глюкоза – альдогексоза, в молекуле которой содержится альдегидная и пять гидроксильных групп. Глюкоза взаимодействует со свежесажженным гидроксидом меди(II) как многоатомный спирт без нагревания, а как альдегид при нагревании.

Гексан – предельный углеводород, не реагирующий со свежесажженным гидроксидом меди(II) ни при каких условиях.

Следовательно, данные вещества можно распознать с помощью одного реактива: свежесажженного гидроксида меди(II).

Задачи для самостоятельного решения

1. Вещество состоит из двух элементов: углерода и водорода. Определите, является ли данное вещество предельным, непредельным или ароматическим углеводородом.
2. Вещество содержит элементы: углерод, водород и кислород. Определите, является ли оно спиртом, кислотой, альдегидом, кетоном, фенолом или углеводом.
3. Вещество содержит элементы: углерод, водород и азот. Определите ,

- является ли оно ароматическим амином, белком или нитросоединением.
4. Вещество содержит одну или несколько гидроксильных групп. Определите, будет ли это одноатомный спирт, двух- или трехатомный спирт, фенолы или моносахарид.
 5. Вещество содержит альдегидную группу. Определите, будет ли это предельный альдегид или моносахарид.
 6. Можно ли с помощью химических реакций отличить машинное масло от растительного? Как это сделать?
 7. Как, используя наименьшее число реагентов, распознать формалин, этиловый спирт, уксусную и муравьиную кислоты?
 8. Составьте план идентификации циклогексана, бензола и толуола.

Готовимся к ЕГЭ

Задания с выбором ответа:

1. Глицерин в водном растворе можно обнаружить с помощью
 - 1) хлорной извести
 - 2) хлорида железа (III)
 - 3) гидроксида меди(II)
 - 4) гидроксида натрия
2. Свежеосажденный гидроксид меди(II) растворится, если к нему добавить
 - 1) пропанол-1
 - 2) пропандиол-1,2
 - 3) пропанол-2
 - 4) пропен
3. Характерной реакцией для альдегидов является взаимодействие с
 - 1) хлоридом железа (III)
 - 2) хлорной известью
 - 3) аммиачным раствором оксида серебра(I)
 - 4) раствором карбоната натрия
4. Бутен-1 можно отличить от бутана по реакции с
 - 1) водородом
 - 2) хлором
 - 3) кислородом
 - 4) раствором KMnO_4
5. Глюкоза в отличие от формальдегида не реагирует с
 - 1) гидроксидом меди(II)
 - 2) фуксинсернистой кислотой
 - 3) аммиачным раствором оксида серебра(I)
 - 4) водородом
6. С помощью какого реактива можно распознать глицерин, глюкозу и формальдегид:
 - 1) раствор KMnO_4

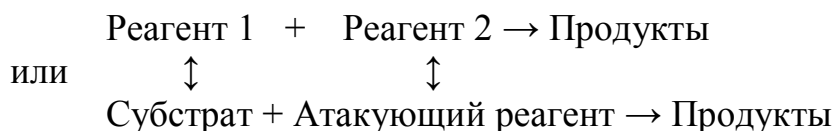
- 2) раствор FeCl₃
- 3) Cu(OH)₂
- 4) Ag₂O (NH₃·H₂O)

7. Метаналь взаимодействует с:

- А) водой
- Б) этанолом
- В) натрием
- Г) гидроксидом натрия
- Д) гидроксидом меди(II)
- Е) фенолом
- Ж) бензолом

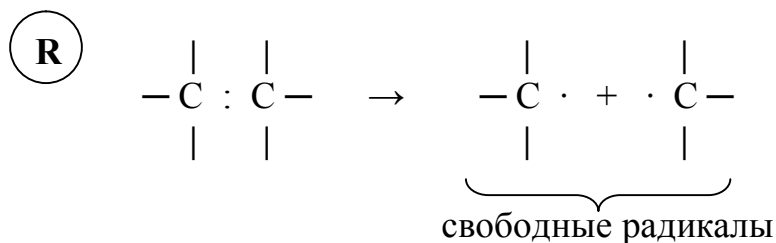
4. Механизмы органических реакций

Механизм реакции – это последовательность элементарных стадий, через которые проходят реагенты, превращаясь в продукты реакции.



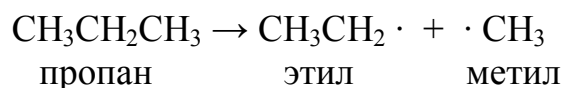
Типы механизмов в зависимости от способа разрыва связей в атакующем реагенте:

- 1) Свободнорадикальный механизм соответствует гомолитическому разрыву связей, при котором образуются свободные радикалы

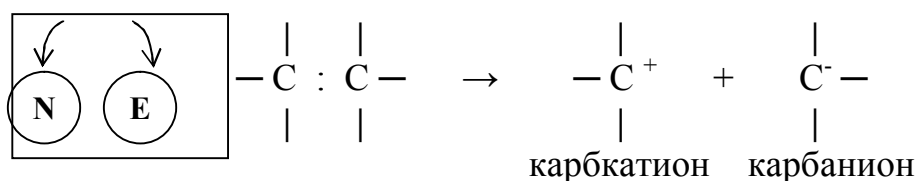


Свободные радикалы – атомы или группы атомов с неспаренными электронами.

Пример:



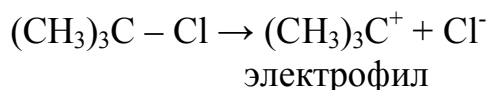
- 2) Ионный механизм соответствует гетеролитическому разрыву связей, при котором образуются карбокатионы и карбанионы.



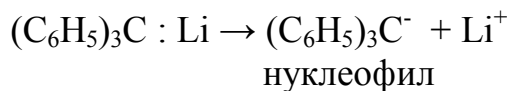
Карбокатионы – органические катионы, содержащие положительно заряженный атом углерода.

Карбанионы – органические анионы, содержащие отрицательно заряженный атом углерода (имеет неподеленную пару электронов).

Пример 1



Пример 2



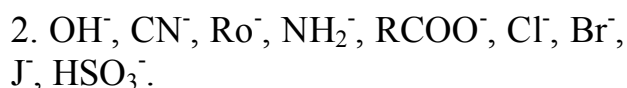
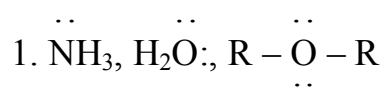
(N) Нуклеофильными называют реагенты, которые отдают электронную пару при образовании химической связи с субстратом.

(E) Электрофильными называют реагенты, принимающие электронную пару от субстрата.

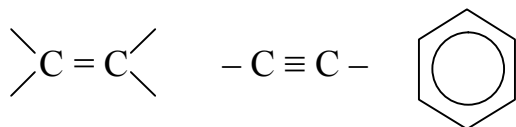
(N)

(E)

Нуклеофильные реагенты – молекулы с неподеленной парой электронов, анионы и соединения, содержащие структурные фрагменты с повышенной электронной плотностью.



3. Соединения, содержащие структурные фрагменты



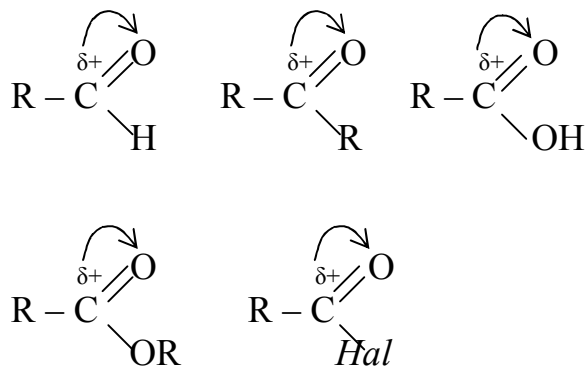
Электрофильные реагенты – молекулы, имеющие вакантную орбиталь, катионы и соединения, имеющие центры с пониженной электронной плотностью.

1. SO_3 , кислоты Льюиса – AlCl_3 , FeBr_3 , SnCl_4 , BF_3 .

2. H^+ , ионы металлов Me^{n+} , арилдiazоний-ионы (Ar^-N_2^+), протонированный триоксид серы (HSO_3^+).

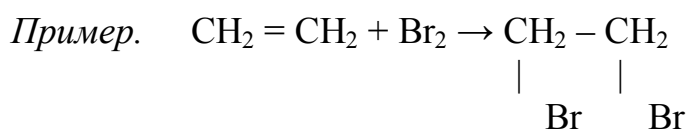
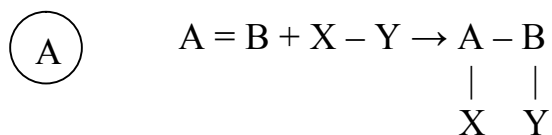
3. Молекулы, содержащие центры с пониженной электронной плотностью.

3-1. Галогенпроизводные углеводородов $\text{R} \rightarrow \text{Hal}$



Типы органических реакций

Реакции присоединения



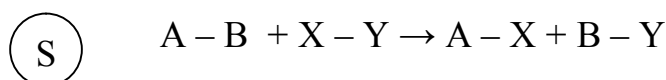
Обозначения.

Электрофильное присоединение – A_E .

Нуклеофильное присоединение – A_N .

Свободнорадикальное присоединение – A_R .

Реакции замещения



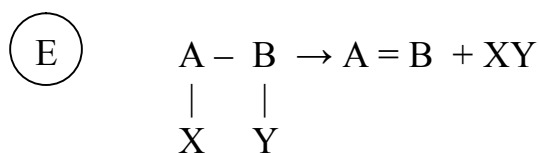
Обозначения.

Электрофильное замещение – S_E .

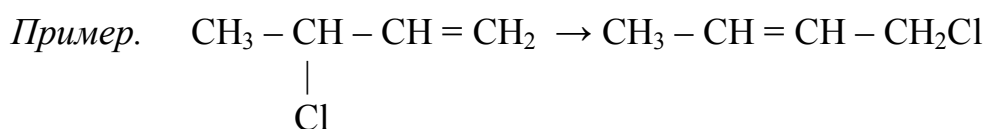
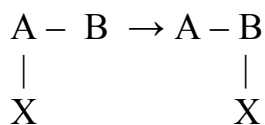
Нуклеофильное замещение – S_N .

Свободнорадикальное замещение – S_R .

Реакции отщепления (элиминирования)



Перегруппировки



Реакции окисления и восстановления сопровождаются изменением степени окисления атома углерода, являющегося реакционным центром.

Пример 1.



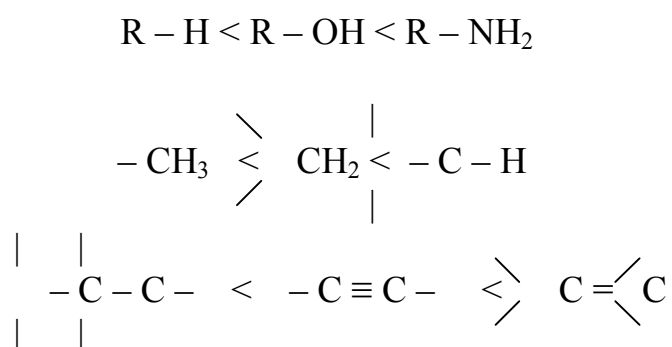
Пример 2.



5. Окислительно-восстановительные реакции с участием органических веществ

В окислительно-восстановительных реакциях органические вещества чаще проявляют свойства восстановителей, а сами окисляются. Легкость окисления органических соединений зависит от доступности электронов при взаимодействии с окислителем. Все известные факторы, вызывающие увеличение электронной плотности в молекулах органических соединений (например, положительные индуктивный и мезомерные эффекты), будут повышать их способность к окислению и наоборот.

Склонность органических соединений к окислению возрастает с ростом их нуклеофильности, что соответствует следующим рядам:



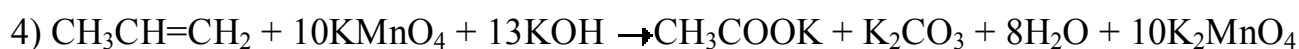
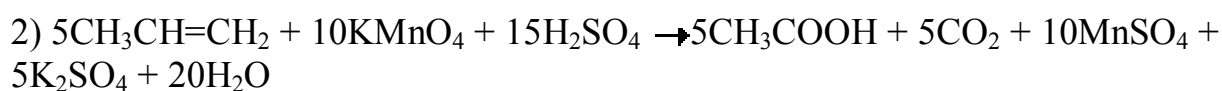
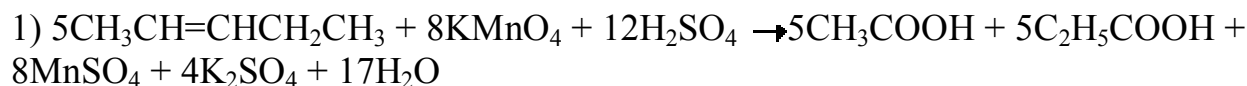
Рассмотрим окислительно-восстановительные реакции представителей важнейших классов органических веществ с некоторыми неорганическими окислителями.

Алкены. При мягком окислении алкены превращаются в гликоли (двухатомные спирты). Атомы-восстановители в этих реакциях – атомы углерода, связанные двойной связью.

Реакция с раствором перманганата калия протекает в нейтральной или слабо щелочной среде следующим образом:



В более жестких условиях окисление приводит к разрыву углеродной цепи по двойной связи и образованию двух кислот (в сильно щелочной среде – двух солей) или кислоты и диоксида углерода (в сильно щелочной среде – соли и карбоната):

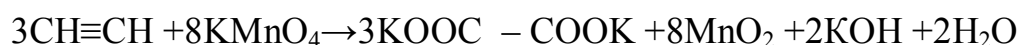


Дихромат калия в серноокислотной среде окисляет алкены аналогично реакциям 1 и 2.

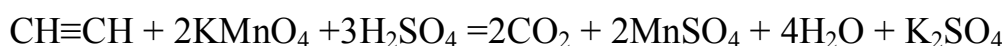
Алкины. Алкины окисляются в несколько более жестких условиях, чем алкены, поэтому они обычно окисляются с разрывом углеродной цепи по тройной связи. Как и в случае алкенов, атомы-восстановители здесь – атомы углерода, связанные кратной связью. В результате реакций образуются кислоты и диоксид углерода. Окисление может быть проведено перманганатом или дихроматом калия в кислотной среде, например:



Ацетилен может быть окислен перманганатом калия в нейтральной среде до оксалата калия:



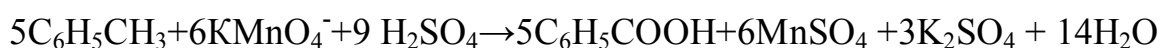
В кислотной среде окисление идет до щавелевой кислоты или углекислого газа:



Гомологи бензола. Гомологи бензола могут быть окислены раствором перманганата калия в нейтральной среде до бензоата калия:



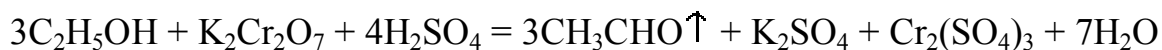
Окисление этих веществ дихроматом или перманганатом калия в кислотной среде приводит к образованию бензойной кислоты.



Спирты. Непосредственным продуктом окисления первичных спиртов

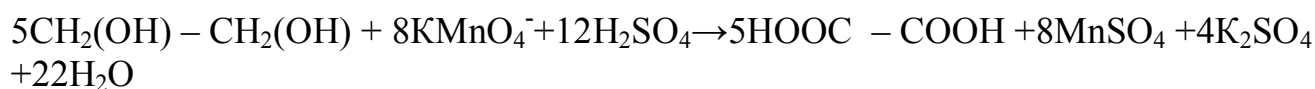
являются альдегиды, а вторичных – кетоны.

Образующиеся при окислении спиртов альдегиды легко окисляются до кислот, поэтому альдегиды из первичных спиртов получают окислением дихроматом калия в кислотной среде при температуре кипения альдегида. Испаряясь, альдегиды не успевают окислиться.



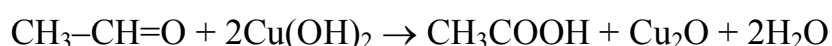
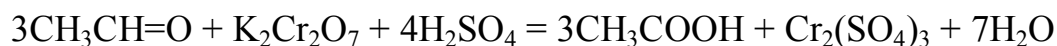
С избытком окислителя (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) в любой среде первичные спирты окисляются до карбоновых кислот или их солей, а вторичные – до кетонов. Третичные спирты в этих условиях не окисляются, а метиловый спирт окисляется до углекислого газа.

Двухатомный спирт, этиленгликоль $\text{HOCH}_2\text{—CH}_2\text{OH}$, при нагревании в кислотной среде с раствором KMnO_4 или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ легко окисляется до щавелевой кислоты, а в нейтральной – до оксалата калия.



Альдегиды. Альдегиды – довольно сильные восстановители, и поэтому легко окисляются различными окислителями, например: KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

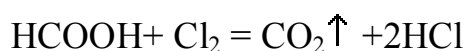
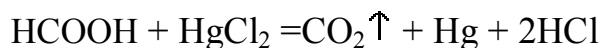
Все реакции идут при нагревании:



Муравьиный альдегид окисляется хромовой смесью до углекислого газа:



Карбоновые кислоты. Среди кислот сильными восстановительными свойствами обладают муравьиная и щавелевая, которые окисляются до углекислого газа.



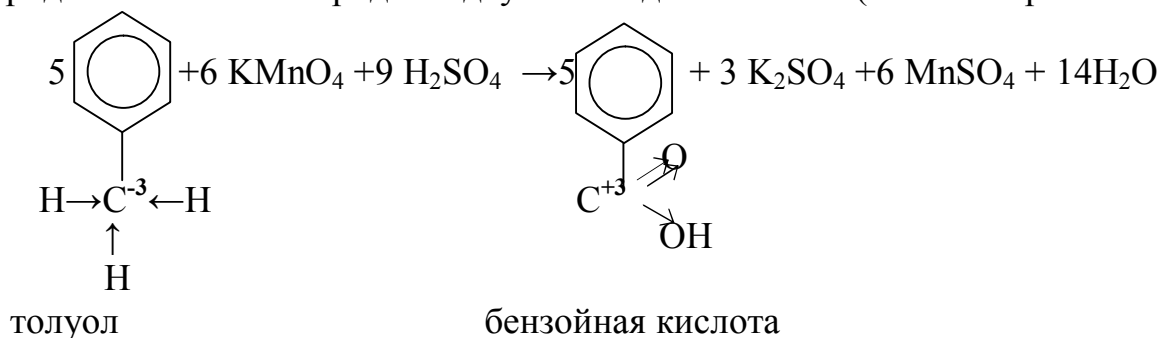
Способы расстановки коэффициентов в ОВР с участием органических веществ.

Для расстановки коэффициентов обычно используют метод электронного баланса, что требует знания степени окисления атома углерода, которая может принимать значения от -4 до +4 и зависит от относительных

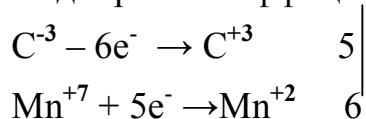
электроотрицательностей атомов его непосредственного окружения.

Степень окисления атомов углерода определяется числом электронных пар, смещенных к атому углерода, если его электроотрицательность выше, чем у соседнего атома, или смещенных от атома углерода, если его электроотрицательность ниже.

Например, степень окисления атома углерода в метильном радикале молекулы толуола равна «минус 3», т.к. электронная плотность смещается от трех атомов водорода к более электроотрицательному атому углерода по трем σ -связям. В карбоксильной группе молекулы бензойной кислоты степень окисления атома углерода равна «плюс 3», т.к. электронная плотность смещается от атома углерода к атомам кислорода по двум σ - и одной π -связи (всего по трем связям):

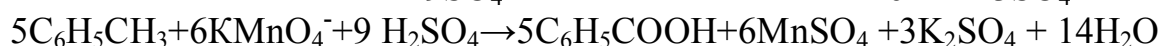
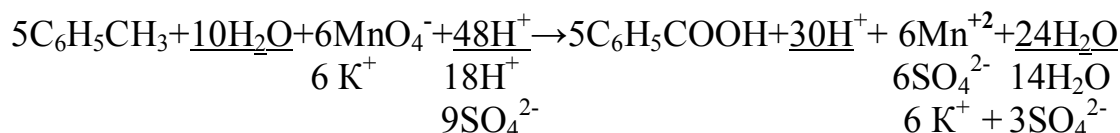
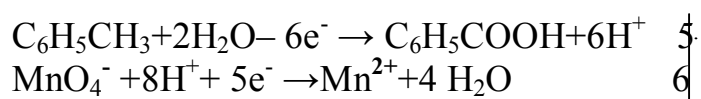
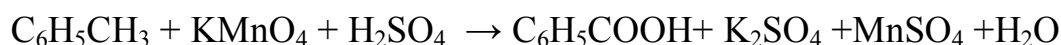


Подбираем коэффициенты методом электронного баланса:



Коэффициенты можно подобрать также методом электронно-ионного баланса (методом полуреакций).

Толуол $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ окисляется до бензойной кислоты $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, перманганат-ион MnO_4^- восстанавливается до катиона марганца Mn^{+2} .



В большинстве случаев окислительно-восстановительные реакции органических соединений сопровождаются отщеплением или присоединением атомов водорода и кислорода.

При окислении: введение в молекулу органического соединения атома кислорода эквивалентно потере двух электронов, а отщепление атома водорода –

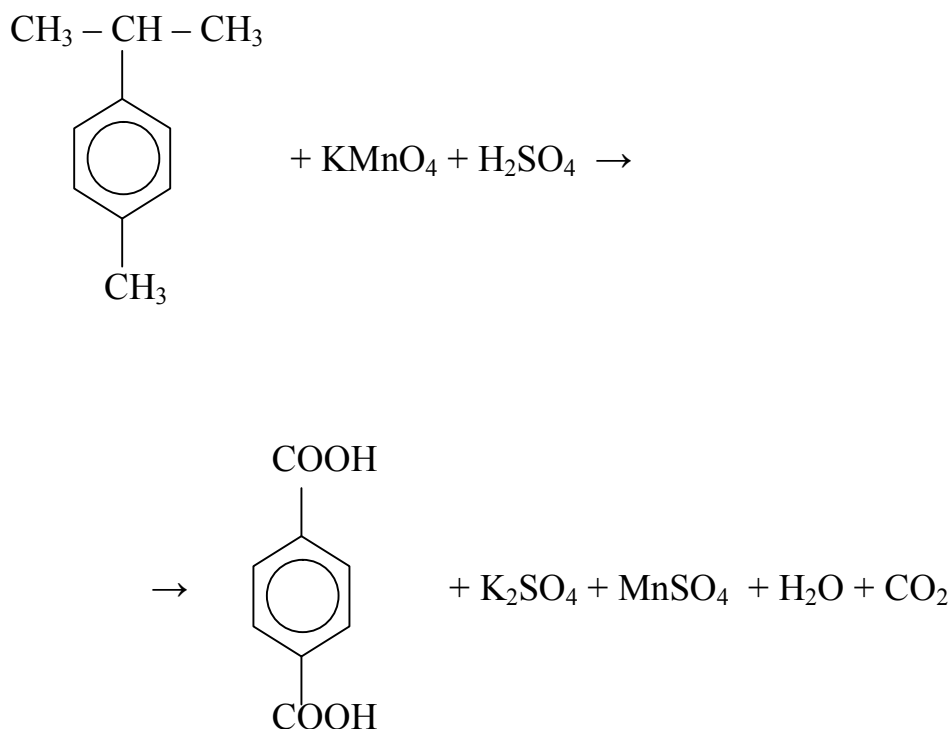
потере одного электрона.

При восстановлении: отщепление атома кислорода – приобретение двух электронов, присоединение атома водорода – приобретение одного электрона.

На этом принципе основан способ расстановки коэффициентов, не требующий определения степени окисления углерода. Определим число атомов водорода, потерянных толуолом, и число атомов кислорода, введенных в молекулу. Потеряно два атома водорода ($-2e^-$), введено два атома кислорода ($-4e^-$). Всего отдано $6e^-$.

Рассмотрим применение различных способов расстановки коэффициентов на примере реакции между п-метилкумолем и перманганатом калия в кислой среде.

- 1) Окисление любых алкильных заместителей у производных бензола происходит до карбоксильных групп:

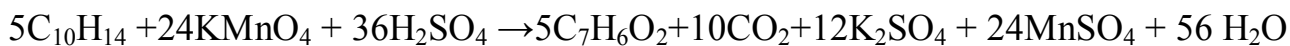
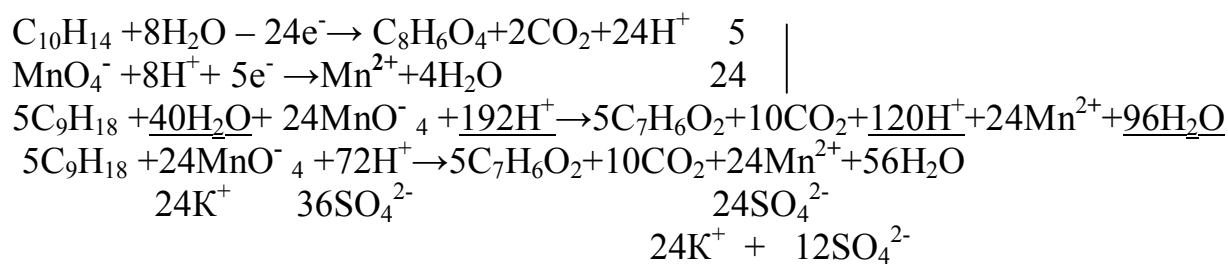


Два атома углерода изопропильного радикала окисляются до углекислого газа.

- 2) Составим схему электронного баланса без определения степеней окисления атомов углерода.

Определим число атомов водорода, потерянных п-метилкумолем, и число атомов кислорода, введенных в молекулу. Потеряно восемь атомов водорода ($-8e^-$), введено четыре атома кислорода ($-8e^-$). Кроме того, четыре атома кислорода вошли в состав углекислого газа ($-8e^-$). Всего отдано $24e^-$.

Марганец со степенью окисления +7 восстановился до +2, тогда схему электронного баланса можно записать:



Задачи для самостоятельного решения.

- 1) Напишите уравнение реакции между пропиленом и перманганатом калия в нейтральной среде.
- 2) Напишите уравнение реакции между бутеном-2 и перманганатом калия в кислой среде.
- 3) Сравните отношение к окислителям всех изомерных спиртов состава $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$. Для бутанола-1 и бутанола-2 напишите уравнения реакций с раствором дихромата калия в кислой среде.
- 4) Напишите уравнение реакции между этиловым спиртом раствором дихромата калия в кислой среде.
- 5) Напишите уравнение реакции между этилбензолом и перманганатом калия в кислой среде.
- 6) Напишите уравнение реакции между стиролом и перманганатом калия в нейтральной среде.
- 7) Напишите уравнение реакции восстановления 1,3-диметилнитробензола сульфидом аммония в нейтральной среде (реакция Зинина).
- 8) При окислении глюкозы бромной водой образуется глюконовая кислота, а при окислении концентрированной азотной кислотой – глюконовая. Запишите уравнения соответствующих реакций.
- 9) Приведите уравнения реакций взаимодействия ацетилена с перманганатом калия в кислой и нейтральной среде с образованием щавелевой кислоты и оксалата калия соответственно.
- 10) Запишите уравнение реакции окисления формальдегида при нагревании с гидроксидом меди (II).
- 11) Напишите уравнение реакции между бутандиолом-1,4 и перманганатом калия в кислой среде с образованием двухосновной карбоновой кислоты.

Задания с выбором ответа:

1. Взаимодействие метана с хлором является реакцией
 - 1) соединения
 - 2) замещения
 - 3) отщепления
 - 4) обмена

2. Пропанол-2 можно получить из пропена реакцией
 - 1) гидрирования
 - 2) гидролиза
 - 3) гидратации
 - 4) галогенирования
3. Взаимодействие спиртового раствора щелочи с 2-хлорбутаном является реакцией
 - 1) соединения
 - 2) замещения
 - 3) отщепления
 - 4) обмена
4. 3,3-диметилбутаналь образуется при окислении
 - 1) $(\text{CH}_3)_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH}$
 - 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2\text{OH}$
 - 3) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2\text{OH}$
 - 4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2\text{OH}$
5. По ионному механизму протекает реакция
 - 1) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$
 - 2) $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8$
 - 3) $\text{C}_3\text{H}_6 + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_7\text{Cl}$
 - 4) $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2 - \text{CH}_2-)_n$

6. Осуществление превращений по схеме

Одним из распространенных видов заданий по органической химии являются те, в которых требуется осуществить превращения по предлагаемой схеме. При этом в одних случаях необходимо указать конкретные реагенты и условия протекания реакций, приводящих к веществам, составляющим цепочку превращений. В других наоборот, необходимо определить, какие вещества образуются при действии указанных реагентов на исходные соединения.

Обычно в подобных случаях не требуется указания тонких технических деталей синтеза, точной концентрации реагентов, конкретных растворителей, методов очистки и выделения и т.д. однако обязательно следует указывать примерные условия проведения реакций.

Чаще всего сущность задания заключается в последовательном решении следующих задач:

- построение (удлинение или укорачивание) углеродного скелета;
- введение функциональных групп в алифатические и ароматические соединения;
- замещение одной функциональной группы на другую;
- удаление функциональных групп;
- изменение природы функциональных групп.

Последовательность операций может быть различной, в зависимости от строения и природы исходных и получаемых соединений.

Представьте факты и их взаимосвязи в наглядном виде. Запишите, по

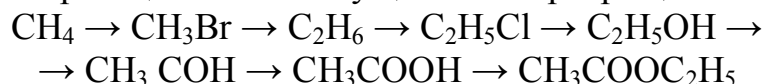
возможности наиболее подробно, суть задачи в виде схемы.

Посмотрите на проблему как можно шире, примите во внимание даже варианты решения, которые кажутся немислимыми. В конце концов, именно они могут оказаться правильными и привести Вас к верному решению.

Используйте метод проб и ошибок. Если имеется ограниченный набор возможностей, перепробуйте их все.

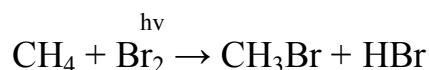
Задача 6.1.

С помощью каких реакций можно осуществить превращения по схеме:



Решение.

- 1) Для введения атома галогена в молекулу углеводорода можно воспользоваться реакцией радикального хлорирования:

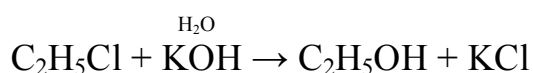


- 2) Один из вариантов, приводящих от галогенпроизводного к предельному углеводороду с большим числом углеродных атомов, реакция с металлическим натрием (реакция Вюрца):



свет

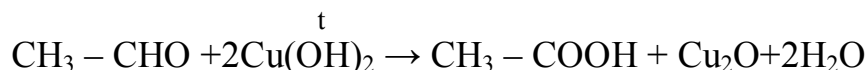
- 3) $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{свет}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{HBr}$
4) Для превращения галогенпроизводного в спирт необходимо заменить атом галогена в молекуле на гидроксильную группу, что можно сделать, осуществив реакцию нуклеофильного замещения (гидролиз в щелочной среде):



- 5) Для того чтобы превратить спирт в альдегид (см. свойства спиртов или получение карбонильных соединений), нужно увеличить степень окисления атома углерода при функциональной группе, т.е. подействовать мягким (не разрушающих молекулу) окислителем:

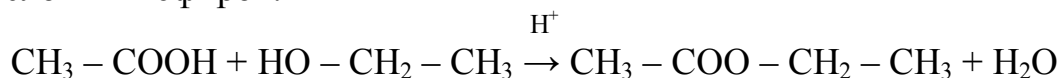


- 6) Дальнейшее окисление (см. свойства карбонильных соединений или способы получения карбоновых кислот) приведет к преобразованию альдегидной группы в карбоксильную:



- 7) Реакции карбоновых кислот со спиртами приводят к образованию

сложных эфиров:



Задача 6.2.

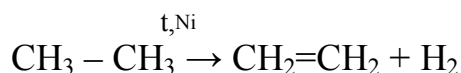
С помощью каких реакций можно осуществить превращения по схеме:
 $\text{CH}_3\text{COONa} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br} - \text{CH}_2\text{Br} \rightarrow \text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{KOOC} - \text{COOK}$

Решение.

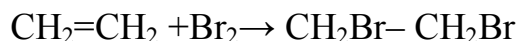
- 1) Для получения этана из ацетата натрия воспользуемся синтезом Кольбе: электролизом водного раствора соли карбоновой кислоты (см. способы получения алканов): эл-3



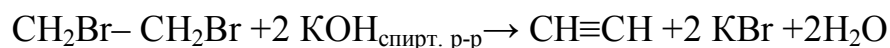
- 2) Для превращения этана в этен осуществим реакцию дегидрирования:



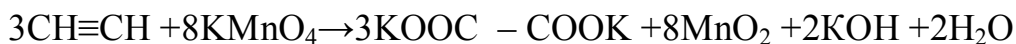
- 3) Для получения дигалогеналкана из алкена воспользуемся реакцией бромирования:



- 4) Для получения этина из дибромэтана необходимо осуществить реакцию дегидрогалогенирования, для этого используют спиртовой раствор КОН:



- 5) Этин обесцвечивает водный раствор KMnO_4 :



Введение в молекулу четырех атомов кислорода соответствует потере 8 электронов, поэтому перед MnO_2 ставим коэффициент 8. Mn меняет степень окисления от +7 до +4, что соответствует приобретению 3-х электронов, поэтому перед органическим веществом ставим коэффициент 3.

Обратите внимание на уравнения реакций 1 и 5: синтез Кольбе и окисление алкинов водным раствором перманганата калия.

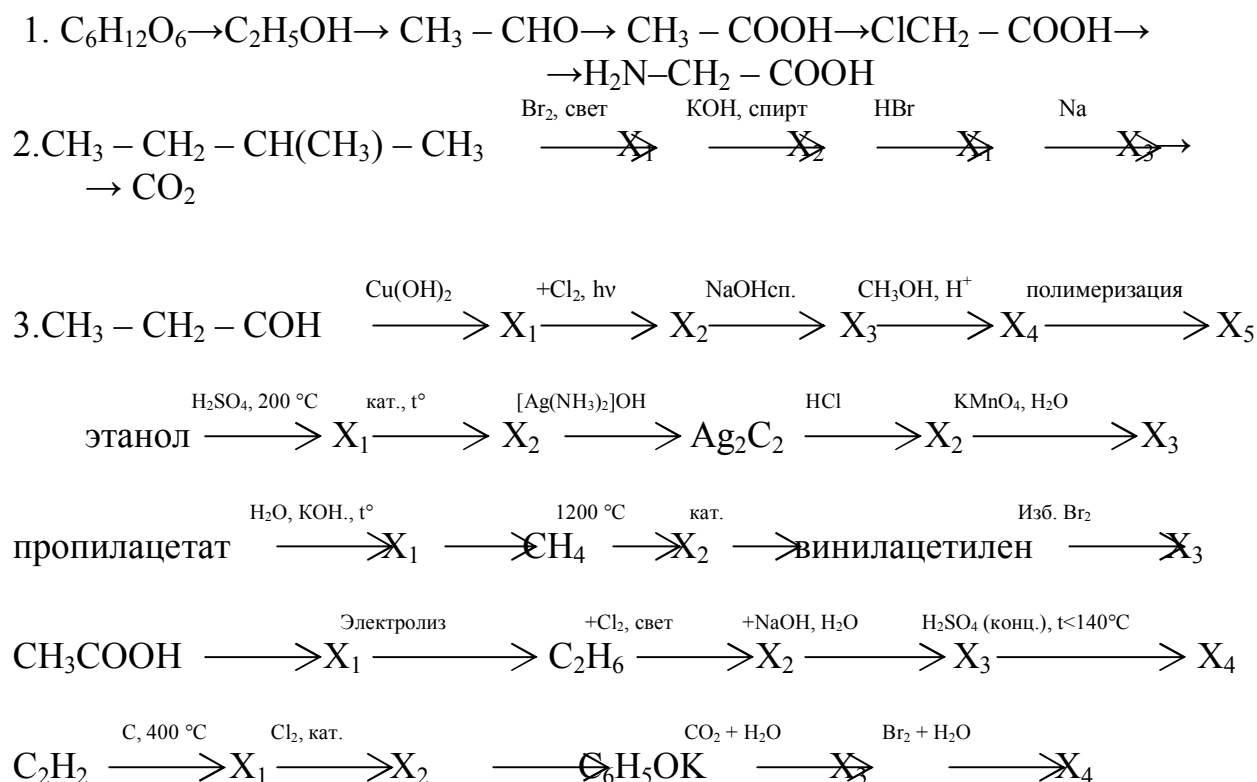
Примечание:

В кислой среде перманганат-ион восстанавливается до Mn^{2+} , а этин окисляется до щавелевой кислоты:



Задачи для самостоятельного решения

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



7. Решение задач на вывод формул органических соединений

Задача 7.1. Установите молекулярную формулу монохлоралкана, содержащего 38,38% хлора. Приведите графические формулы и названия всех соединений, отвечающих данной формуле.

Решение:

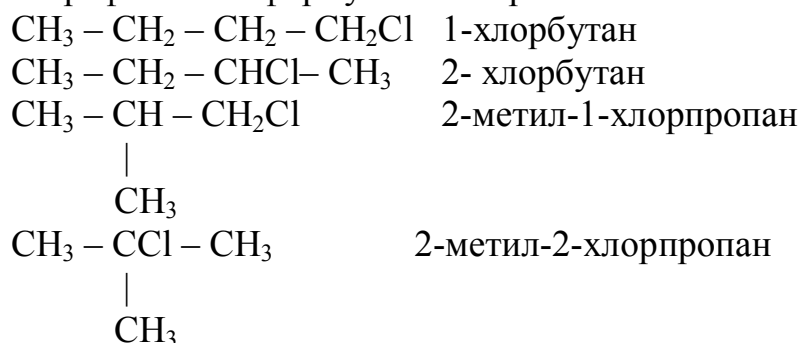
1. Общая формула алканов C_nH_{2n+2} , общая формула монохлоралканов $C_nH_{2n+1}Cl$

2. Составим выражение для расчета массовой доли хлора:

$$\omega(Cl) = \frac{M(Cl)}{M(C_nH_{2n+1}Cl)} = \frac{35,5}{14n+36,5} = 0,3838, \text{ откуда } n=4$$

Формула монохлоралкана C_4H_9Cl

3. Графические формулы изомеров:



Задача 7.2. Установите молекулярную формулу алкена и продукта взаимодействия его с 1 моль бромоводорода, если это монобромпроизводное

имеет относительную плотность по воздуху 4,24. Укажите название исходного алкена и одного его изомера.

Решение:

1. Общая формула монобромлканов $C_nH_{2n+1}Br$. Молярная масса монобромлкана $M = 12n + 2n + 1 + 80 = 14n + 81$
2. Зная относительную плотность вещества по воздуху, находим молярную массу: $M = 29 \cdot 4,24 = 123 \text{ г/моль}$
Из выражения $14n + 81 = 123$ $n = 3$
3. Формула бромалкана C_3H_7Br , исходного алкана C_3H_6 – пропен. Изомер – циклопропан.

Задача 7.3. Установите молекулярную формулу алкена, гидратацией которого получается спирт, пары которого в 2,07 раза тяжелее воздуха.

Решение:

1. Общая формула спиртов $C_nH_{2n+1}OH$. Молярная масса спирта $M = 12n + 2n + 1 + 16 + 1 = 14n + 18$
2. Зная относительную плотность вещества по воздуху, находим молярную массу: $M = 29 \cdot 2,07 = 60 \text{ г/моль}$
 $14n + 18 = 60$ $n = 3$
3. Формула алкена C_3H_6

Задача 7.4. Установите молекулярную формулу алкена, если одно и то же количество его, взаимодействуя с различными галогеноводородами, образует, соответственно, 5,23 г хлорпроизводного или 8,2 г бромпроизводного.

Решение:

1. Уравнения реакций:
 $C_nH_{2n} + HCl = C_nH_{2n+1}Cl$
 $C_nH_{2n} + HBr = C_nH_{2n+1}Br$
2. Так как количество вещества алкена одно и то же в обеих реакциях, то количества веществ галогеналканов равны:
 $n(C_nH_{2n+1}Cl) = n(C_nH_{2n+1}Br)$
3. Из выражения $5,23 / 14n + 36,5 = 8,2 / 14n + 81$ $n = 3$
Формула алкена C_3H_6

Задача 7.5. Установите молекулярную формулу алкена, если известно, что 1,012 л (н.у.) его при взаимодействии с хлором образует 5,09 г дихлорпроизводного.

Решение:

1. Находим количество вещества алкена:
 $n(C_nH_{2n}) = 1,012 / 22,4 = 0,045$ моль
2. По уравнению реакции
 $C_nH_{2n} + Cl_2 = C_nH_{2n}Cl_2$

$$n(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{Cl}_2) = n(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 0,045 \text{ моль}$$

$$3. \quad M(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{Cl}_2) = m/n = 5,09/0,045 = 113 \text{ г/моль}$$

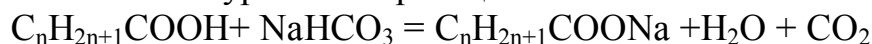
$$12n + 2n + 71 = 113 \quad n = 3$$

Формула алкена C_3H_6

Задача 7.6. При взаимодействии 22 г предельной одноосновной карбоновой кислоты с избытком раствора гидрокарбоната натрия выделилось 5,6 л (н.у.) газа. Определите молекулярную формулу кислоты.

Решение:

1. Составим уравнение реакции и вычислим количество вещества газа:



$$n(\text{CO}_2) = 5,6/22,4 = 0,25 \text{ моль}$$

По уравнению реакции $n(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}) = n(\text{CO}_2) = 0,25 \text{ моль}$

2. Находим молярную массу кислоты:

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}) = 22/0,25 = 88 \text{ г/моль}$$

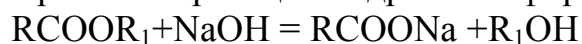
3. Из выражения $12n + 2n + 1 + 12 + 16 + 16 + 1 = 88 \quad n = 3$

Молекулярная формула кислоты $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$

Задача 7.7. Сложный эфир массой 30 г подвергли щелочному гидролизу. При этом получено 34 г натриевой соли предельной одноосновной кислоты и 16 г спирта. Установите формулу сложного эфира.

Решение:

1. Уравнение реакции гидролиза эфира в общем виде:



Находим массу и количество вещества гидроксида натрия:

$$m(\text{NaOH}) = (34 + 16) - 30 = 20 \text{ г} \quad n(\text{NaOH}) = 20/40 = 0,5 \text{ моль}$$

2. Из уравнения реакции видно, что $n(\text{RCOOR}_1) = n(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$

$$M(\text{RCOOR}_1) = 30/0,5 = 60 \text{ г/моль}$$

3. Определяем молярные массы радикалов:

$M(\text{R} + \text{R}_1) = 60 - 12 - 32 = 16 \text{ г/моль}$, следовательно, радикалами могут быть только атом Н и метил CH_3 .

Формула эфира HCOOCH_3

Задача 7.8. При сгорании 9 г первичного амина выделилось 2,24 л азота (н.у.). Определите молекулярную формулу амина и назовите его.

Решение:

1. Стехиометрическая схема реакции горения амина:



2. Определяем количество вещества амина и его молярную массу:

$$n(\text{RNH}_2) = 1/2 n(\text{N}_2) = 2,24/22,4 * 2 = 0,2 \text{ моль}$$

$$M(\text{RNH}_2) = 9/0,2 = 45 \text{ г/моль}$$

3. Находим молярную массу радикала:

$$M(\text{R}) + 14 + 2 = 45 \quad M(\text{R}) = 29 \text{ г/моль}$$

Формула амина $C_2H_5NH_2$

Задача 7.9. Установите молекулярную формулу предельного двухатомного спирта, содержащего 57,69% углерода.

Решение:

1. Общая формула предельного двухатомного спирта $C_nH_{2n}(OH)_2$
2. $\omega(C) = 12n / (12n + 2n + 34) = 0,5769$ $n = 5$ $C_5H_{10}(OH)_2$

Задача 7.10. При сгорании органического бескислородного соединения выделилось 4,48 л (н.у.) углекислого газа, 3,6 г воды и 2 г фтороводорода. Установите молекулярную формулу органического соединения.

Решение:

1. $n(CO_2) = 4,48 / 22,4 = 0,2$
 $n(H_2O) = 3,6 / 18 = 0,2$
 $n(HF) = 2 / 20 = 0,1$
2. $n(C):n(H):n(F) = 0,2:(0,1+0,2*2):0,1 = 2:5:1$
 C_2H_5F

Задачи для самостоятельного решения

- 1) При полном сгорании 3,9 г углеводорода образовалось 13,2 г углекислого газа и 2,7 г воды. Плотность паров вещества 3,482 г/л. Выведите молекулярную формулу.
- 2) При взаимодействии 1,74 г алкана с бромом образовалось 4,11 г монобромпроизводного. Определите молекулярную формулу алкана. Запишите структурные формулы названия возможных изомеров.
- 3) При полном сгорании 4,4 г алкана образовалось 6,72 л углекислого газа. Выведите молекулярную формулу алкана.
- 4) Установите молекулярную формулу предельного двухатомного спирта, содержащего 30,77% кислорода.
- 5) Установите молекулярную формулу предельного двухатомного спирта, содержащего 11,54% водорода.
- 6) Установите молекулярную формулу предельной одноосновной карбоновой кислоты, содержащей 36,36% кислорода.
- 7) При сгорании органического бескислородного соединения выделилось 6,72 л (н.у.) углекислого газа, 5,1 г воды и 3,65 г хлороводорода. Установите молекулярную формулу органического соединения.

Список источников и литературы

- 1) Ахлебинин А.К., Нифантьев Э.Е., Анфилов К.Л. Органическая химия. Решение качественных задач. – М.: Айрис-пресс, 2006
- 2) Габриелян О.С. Химия: пособие для школьников старших классов и поступающих в вузы. – М.: Дрофа, 2006
- 3) Слета Л.А. Химия: Справочник. – Харьков: Фолио; М.: ООО

«Издательство АСТ», 2000

4) <http://www1.ege.edu.ru/>

5) <http://www.orenedu.ru>