

**Методические указания по Отраслевой олимпиаде школьников
«Газпром», профиль химия**

Учебное пособие для подготовки к олимпиаде

Под редакцией:

доцента кафедры Органической химии ФГБОУ ВО «КНИТУ» В.Г. Урядова,
доцента кафедры Неорганической химии ФГБОУ ВО «КНИТУ» Т.Е. Бусыгиной

Задания заключительного этапа

Отраслевой олимпиады школьников «Газпром»

9 класс

Вариант 1

Задание №1

Определите формулу гипса, если известно, что в его состав входит 20,93% воды.

(Ответ округлите до целого числа)

Решение:

Вещество	H ₂ O	CaSO ₄
М, г/моль	18	136

Представим формулу гипса как CaSO₄·XН₂O

$$\text{Тогда } \omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \cdot X}{136 + 18 \cdot X} = 0,2093, \text{ откуда } X = 2 \text{ моль}$$

Ответ: Формула гипса CaSO₄·2H₂O

Задание №2

Смешали 200 г 10% раствора нитрата калия и 400 г 20% раствора той же соли.

Рассчитайте (в %) массовую долю нитрата калия в образовавшемся растворе.

Решение:

$$\text{Масса первого раствора: } m_1 = \frac{200\text{г} \cdot 10\%}{100\%} = 20 \text{ г.}$$

$$\text{Масса второго раствора: } m_2 = \frac{400\text{г} \cdot 10\%}{100\%} = 80 \text{ г.}$$

$$\text{Общая масса вещества: } m_1 + m_2 = 20 \text{ г} + 80 \text{ г} = 100 \text{ г.}$$

$$\text{Общая масса раствора: } 200 \text{ г} + 400 \text{ г} = 600 \text{ г.}$$

$$\text{Массовая доля нитрата калия в образовавшемся растворе: } \omega = \frac{100\text{г}}{600\text{г}} \cdot 100\% = 16,67\%$$

Ответ: 16,67%

Задание №3

При электролизе водного раствора нитрата серебра с инертными электродами на аноде выделился газ объемом 8,4 литра.

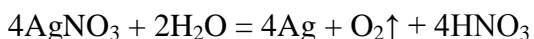
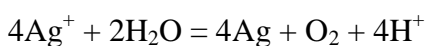
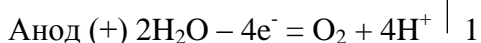
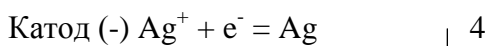
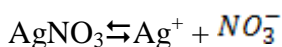
Опишите процессы протекающие на катоде и на аноде;

приведите уравнение реакции электролиза водного раствора нитрата серебра;

рассчитайте массу серебра выделившегося на катоде.

Решение:

Вещество	Ag
М, г/моль	108



$$v(\text{O}_2) = \frac{8,4\text{л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,375 \text{ моль}; \quad v(\text{Ag}) = 4v(\text{O}_2) = 0,375 \text{ моль} \cdot 4 = 1,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ag}) = 1,5 \text{ моль} \cdot 108 \text{ г/моль} = 162 \text{ г.}$$

Ответ: масса серебра составит 162 г

Задание №4

Смесь медных и магниевых опилок общей массой 1,5 г обработали избытком соляной кислоты. В результате реакции выделился газ объемом 500 мл (н.у.).

Определите массовую долю меди в исходной смеси.

Решение:

Вещество	Mg	Cu
М, г/моль	24	64



$$500 \text{ мл} = 0,5 \text{ л}, \nu(\text{H}_2) = \frac{0,5 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,022 \text{ моль}$$

По уравнению (2) $\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{Mg}) = 0,022 \text{ моль}$, тогда $m(\text{Mg}) = 24 \text{ г/моль} \cdot 0,022 \text{ моль} = 0,54 \text{ г}$

Масса меди: $1,5 \text{ г} - 0,54 \text{ г} = 0,96 \text{ г}$

Массовая доля меди в исходной смеси: $\omega = \frac{0,96 \text{ г}}{1,5 \text{ г}} \cdot 100\% = 64\%$

Ответ: Массовая доля меди в исходной смеси 64%

Задание №5

Раствор содержит ионы: Mn^{2+} , Zn^{2+} , K^+ , Cl^- , NO_3^-

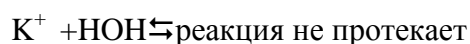
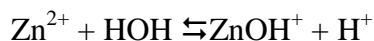
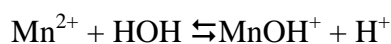
Записав сокращенные ионные уравнения реакций гидролиза, определите среду раствора.

Какое значение pH раствора (больше или меньше семи)?

Какая будет окраска лакмуса в рассматриваемом растворе?

Решение:

Сокращенные ионные уравнения реакций:



За счет образования H^+ среда раствора будет кислая; $\text{pH} < 7$, лакмус окрасится в красный цвет.

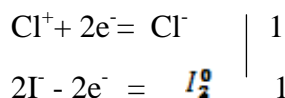
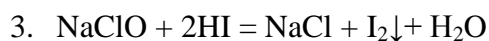
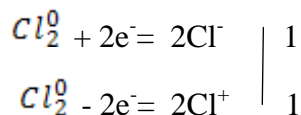
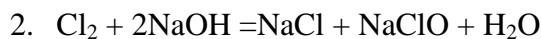
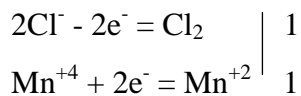
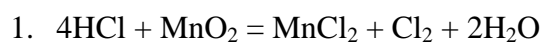
Задание №6

Концентрированную соляную кислоту добавили к порошку оксида марганца (IV). Выделившийся газ пропустили через холодный раствор гидроксида натрия и к полученному раствору прибавили йодоводородной кислоты – при этом появился осадок и темное окрашивание.

Запишите три уравнения указанных превращений.

Окислительно-восстановительные реакции уравняйте методом электронного баланса

Решение:



9 класс

Вариант 2

Задание №1

Определите формулу медного купороса, если известно, что в его состав входит 36% воды.

(Ответ округлите до целого числа).

Решение:

Вещество	H_2O	CuSO_4
М, г/моль	18	160

Представим формулу медного купороса как $\text{CuSO}_4 \cdot \text{XH}_2\text{O}$

$$\text{Тогда } \omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{18 \cdot X}{160 + 18 \cdot X} = 0,36, \text{ откуда } X = 5 \text{ моль}$$

Ответ: формула медного купороса $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Задание №2

Смешали 175 г 10% раствора аммиачной селитры и 375 г 16% раствора той же соли.

Рассчитайте (в %) массовую долю аммиачной селитры в образовавшемся растворе.

Решение:

$$\text{Масса первого раствора: } m_1 = \frac{175\text{г} \cdot 10\%}{100\%} = 17,5 \text{ г.}$$

$$\text{Масса второго раствора: } m_2 = \frac{375\text{г} \cdot 16\%}{100\%} = 60 \text{ г.}$$

$$\text{Общая масса вещества: } m_1 + m_2 = 17,5 \text{ г} + 60 \text{ г} = 77,5 \text{ г.}$$

$$\text{Общая масса раствора: } 175 \text{ г} + 375 \text{ г} = 550 \text{ г.}$$

$$\text{Массовая доля нитрата калия в образовавшемся растворе: } \omega = \frac{77,5\text{г}}{550\text{г}} \cdot 100\% = 14,09\%$$

Ответ: 14,09 %

Задание №3

При электролизе водного раствора сульфата ртути (II) с инертными электродами на аноде выделился газ объемом 3,36 литра.

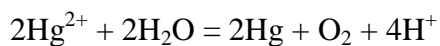
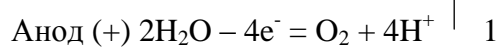
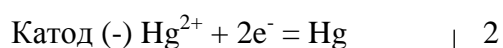
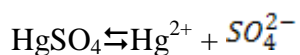
Опишите процессы протекающие на катоде и на аноде;

приведите уравнение реакции электролиза водного раствора сульфата ртути (II);

рассчитайте массу ртути выделившейся на катоде.

Решение:

Вещество	Hg
М, г/моль	201



$$v(\text{O}_2) = \frac{3,36\text{л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,15\text{моль}; v(\text{Hg}) = 2v(\text{O}_2) = 0,15\text{моль} \cdot 2 = 0,3\text{моль}$$

$$m(\text{Hg}) = 0,3\text{моль} \cdot 201\text{г/моль} = 60,3\text{г.}$$

Ответ: масса ртути составит 60,3 г

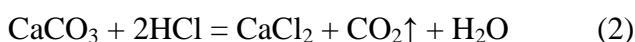
Задание №4

Смесь оксида и карбоната кальция массой 0,8 г обработали избытком соляной кислоты. В результате выделился газ объемом 112 мл (н.у.).

Определите массовую долю оксида кальция в исходной смеси.

Решение:

Вещество	CaCO ₃
М, г/моль	100



$$112\text{мл} = 0,112 \text{ л}, \nu(\text{CO}_2) = \frac{0,112\text{л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,005 \text{ моль}$$

По уравнению (2) $\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{CaCO}_3) = 0,005$ моль, тогда $m(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль} \cdot 0,005 \text{ моль} = 0,5 \text{ г}$

Масса оксида кальция: $0,8 \text{ г} - 0,5 \text{ г} = 0,3 \text{ г}$

Массовая доля оксида кальция в исходной смеси: $\omega = \frac{0,3\text{г}}{0,8\text{г}} \cdot 100\% = 37,5\%$

Ответ: Массовая доля оксида кальция в исходной смеси 37,5%

Задание №5

Раствор содержит ионы: Fe²⁺, Ni²⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, Br⁻

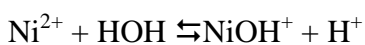
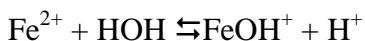
Записав сокращенные ионные уравнения реакций гидролиза, определите среду раствора.

Какое значение pH раствора (больше или меньше семи)?

Какая будет окраска лакмуса в рассматриваемом растворе?

Решение:

Сокращенные ионные уравнения реакций:



Cl⁻ + HOH ⇌ реакция не протекает

SO₄²⁻ + HOH ⇌ реакция не протекает

$\text{Br}^- + \text{HON} \rightleftharpoons$ реакция не протекает

За счет образования H^+ среда раствора будет кислая; $\text{pH} < 7$, лакмус окрасится в красный цвет.

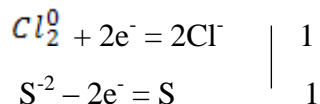
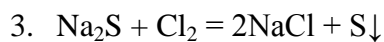
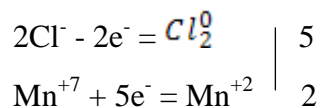
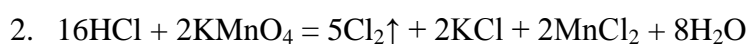
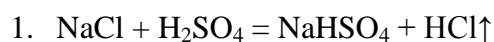
Задание №6

Концентрированную серную кислоту добавили к кристаллической поваренной соли, в результате чего образовалась кислая соль и выделился газ. Полученный газ ввели в реакцию с раствором перманганата калия и получили новый газ, который пропустили через раствор сульфида натрия. В результате последней реакции образовался осадок желтого цвета.

Запишите три уравнения указанных превращений.

Окислительно-восстановительные реакции уравняйте методом электронного баланса.

Решение:



10 класс

Вариант 1

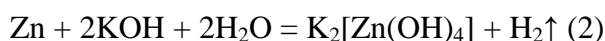
Задание №1

На смесь марганца и цинка массой 5 г подействовали водным раствором гидроксида калия. При этом выделился газ объемом 896 мл.

Определите массовую долю (в %) марганца в исходной смеси.

Решение:

Вещество	Zn
M, г/моль	65



$$896_{\text{мл}} = 0,896 \text{ л}, \nu(\text{H}_2) = \frac{0,896_{\text{л}}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,04 \text{ моль}$$

По уравнению (2) $\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{Zn}) = 0,04$ моль, тогда $m(\text{Zn}) = 65 \text{ г/моль} \cdot 0,04 \text{ моль} = 2,6 \text{ г}$

Масса марганца: $5 \text{ г} - 2,6 \text{ г} = 2,4 \text{ г}$

Массовая доля марганца в исходной смеси: $\omega = \frac{2,4_{\text{г}}}{5_{\text{г}}} \cdot 100\% = 48\%$.

Ответ: Массовая доля марганца в исходной смеси 48%.

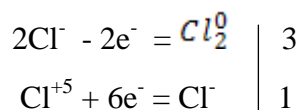
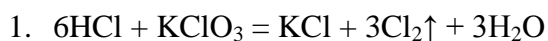
Задание №2

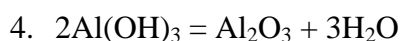
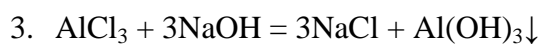
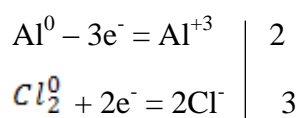
Газ, выделившийся при взаимодействии хлороводорода с бертолетовой солью, прореагировал с алюминием. К продукту реакции добавили гидроксид натрия и получили осадок, который отделили и прокалили.

Запишите четыре уравнения указанных превращений.

Окислительно-восстановительные реакции уравнийте методом электронного баланса.

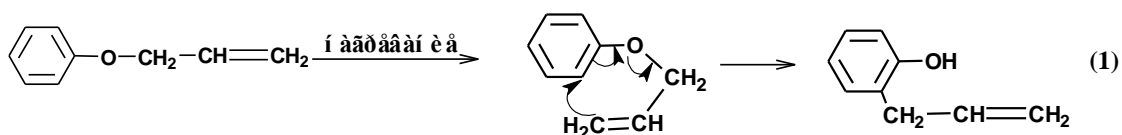
Решение:



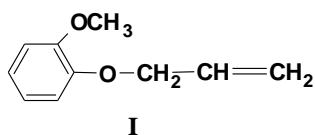


Задание №3

Перегруппировка Кляйзена предусматривает образование *орто*-аллилфенола из аллилфенилового эфира:

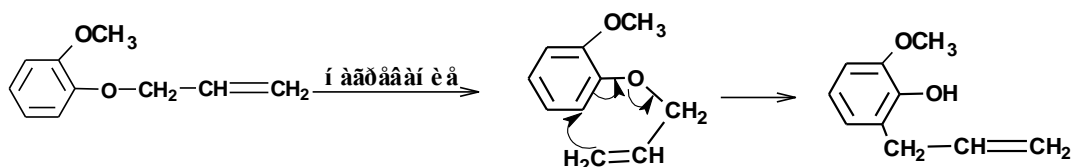


Образования какого продукта можно ожидать в результате аналогичной перегруппировки для 2-метоксифенилаллилового эфира:



Решение:

Напишем схему превращения для 2-метоксифенилаллилового эфира (I):



Ответ: 2-метокси-6-аллилфенол.

Задание №4

При сгорании 0,5 л некоторого газообразного углеводорода C_nH_m получены 2 л диоксида углерода и 2,009 г воды.

Определите формулу углеводорода. Вычислите процентный состав исследуемого углеводорода. Напишите структурные формулы изомеров данного углеводорода.

Решение:

Определяют количество вещества для углеводорода:

$$0,5/22,4 = 0,022 \text{ моль.}$$

Определяют количество вещества для углерода:

$$2,0/22,4 = 0,089 \text{ моль.}$$

Определяют количество вещества для водорода:

$$(2,009/18) * 2 = 0,223 \text{ моль.}$$

Определяют количество атомов углерода в молекуле (n):

$$0,089/0,022= 4$$

Определяют количество атомов водорода в молекуле (m):

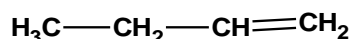
$$0,223/0,022= 10$$

Молекулярная формула углеводорода C_4H_{10} .

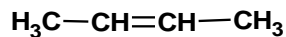
Молекулярной формуле соответствует состав:

углерода 82,6 %; водорода 17,4 %.

Молекулярной формуле C_4H_{10} соответствуют бутены:

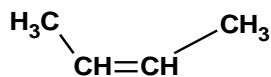


á óöáí -1

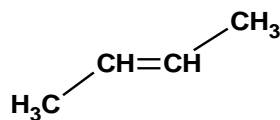


á óöáí -2

Для бутена-2 возможны геометрические изомеры



öèñ-á óöáí -2

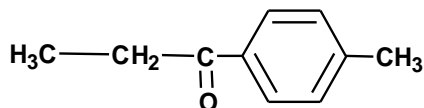


ò ðáí ñ-á óöáí -2

Ответ: бутен-1 и бутен-2

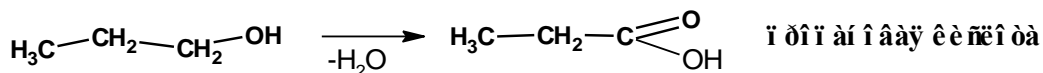
Задание №5

Исходя из толуола и пропанола-1, а также с использованием необходимых неорганических реагентов получите этил-*para*-толилкетон:

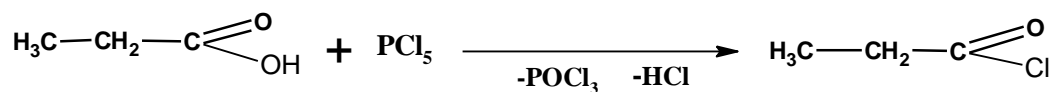


Решение:

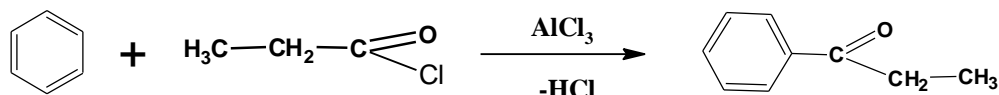
1. В жестких условиях окислить пропанол-1 до карбоновой кислоты:



2. Получают хлорангидрид пропановой кислоты:



3. По реакции Фределя-Крафтса в присутствии хлористого алюминия ацилирует бензол:



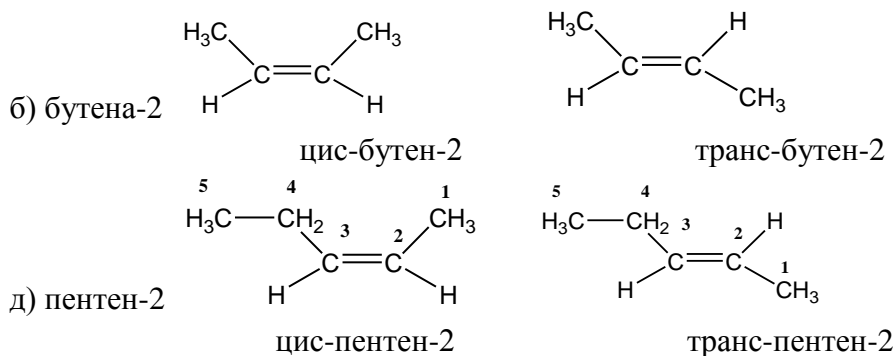
Ответ: этил-*пара*-толилкетон.

Задание №6

Каковы причины геометрической изомерии у некоторых этиленовых углеводородов? Существует ли *цис*-, *транс*-изомерия у следующих углеводородов: а) бутен-1; б) бутен-2; в) 2-метилбутен-1; г) 2,4-диметилгексен-3; д) пентен-2. Дайте проекционные формулы *цис*- и *транс*-изомеров.

Решение:

Геометрическая изомерия возможна при наличии в молекуле органического соединения фрагмента жёсткого строения, таким является двойная связь и плоскость алифатического цикла. Другим условием существования *цис*-*транс*-изомеров является наличие двух заместителей по разным концам двойной связи или разных атомов углерода в цикле. Соответственно с этими условиями *цис-транс*-изомерия возможна для;



Ответ: б) бутен-2, д) пентен-2

10 класс

Вариант 2

Задание №1

Смесь медных и магниевых опилок общей массой 1,5 г обработали избытком соляной кислоты. В результате реакции выделился газ объемом 500 мл (н.у.).

Определите массовую долю (в %) меди в исходной смеси.

Решение:

Вещество	Mg
M, г/моль	24



$$500 \text{ мл} = 0,5 \text{ л}, \quad v(\text{H}_2) = \frac{0,5 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,022 \text{ моль}$$

По уравнению (2) $v(\text{H}_2) = v(\text{Mg}) = 0,022$ моль, тогда $m(\text{Mg}) = 24 \text{ г/моль} \cdot 0,022 \text{ моль} = 0,54 \text{ г}$

Масса меди: $1,5 \text{ г} - 0,54 \text{ г} = 0,96 \text{ г}$

Массовая доля меди в исходной смеси: $\omega = \frac{0,96 \text{ г}}{1,5 \text{ г}} \cdot 100\% = 64\%$.

Ответ: Массовая доля меди в исходной смеси 64%.

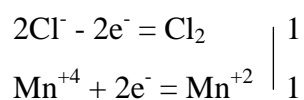
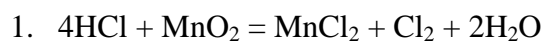
Задание №2

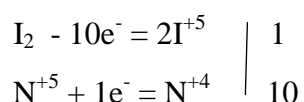
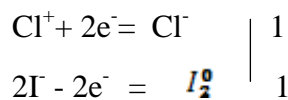
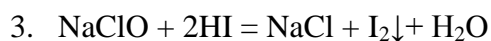
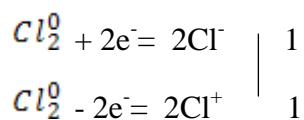
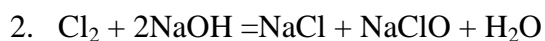
Концентрированную соляную кислоту добавили к порошку оксида марганца (IV). Выделившийся газ пропустили через холодный раствор гидроксида натрия и к полученному раствору прибавили йодоводородной кислоты – при этом появился осадок и темное окрашивание. Полученное простое вещество может взаимодействовать с концентрированной азотной кислотой.

Запишите четыре уравнения указанных превращений.

Окислительно-восстановительные реакции уравнийте методом электронного баланса.

Решение:





Задание №3

Три ненасыщенных углеводорода имеют одинаковый процентный состав: 85,7% С и 14,3% Н.

Установите формулы этих углеводородов, если плотность их паров по отношению к воздуху соответственно равна 0,98; 1,45; 1,93.

Решение:

Определяют молярную массу углеводорода (I):

$$0,98 \cdot 29 = 28,4 \text{ г/моль.}$$

Определяют молярную массу углеводорода (II):

$$1,45 \cdot 29 = 42,1 \text{ г/моль}$$

Определяют молярную массу углеводорода (III):

$$1,93 \cdot 29 = 56 \text{ г/моль}$$

Определяют простейшее отношение индексов:

$$85,7/12 : 14,3 = 7,14 : 14,3 = 1 : 2$$

Для отношения индексов 1:2:

- углеводород (I) – этен C_2H_4

- углеводород (II) – пропен C_3H_6

- углеводород (III) – бутен C_4H_8

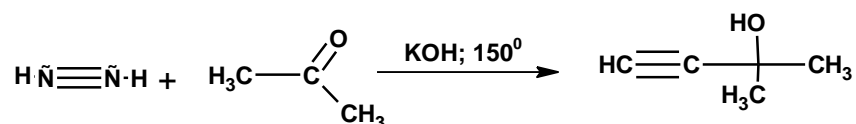
Ответ: этен, пропен, бутен.

Задание №4

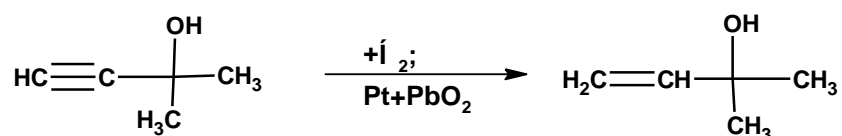
Осуществите превращение, дайте название конечному продукту:



Решение:

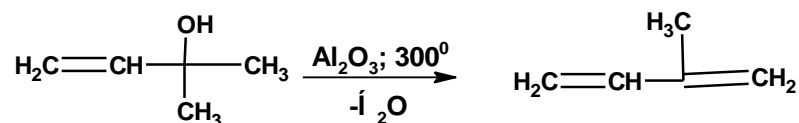


Вещество А: 2-метил-3-бутинол-2



Восстановление над отравленным катализатором приводит к образованию алкена

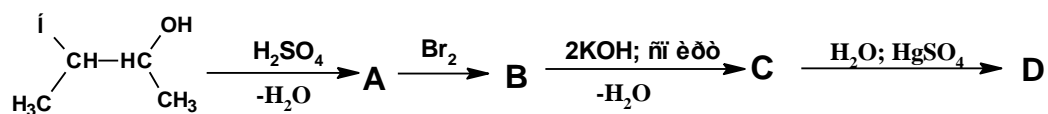
Вещество В: 2-метил бутенол-2



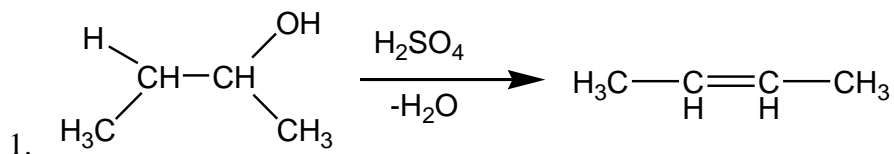
Ответ: Вещество D: 2-метил бутадиен-1,3.

Задание №5

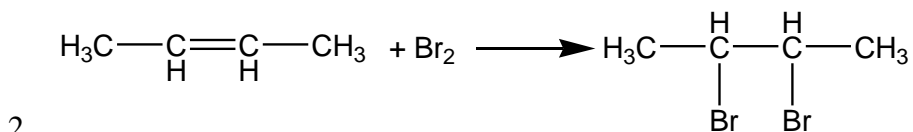
Осуществите превращения:



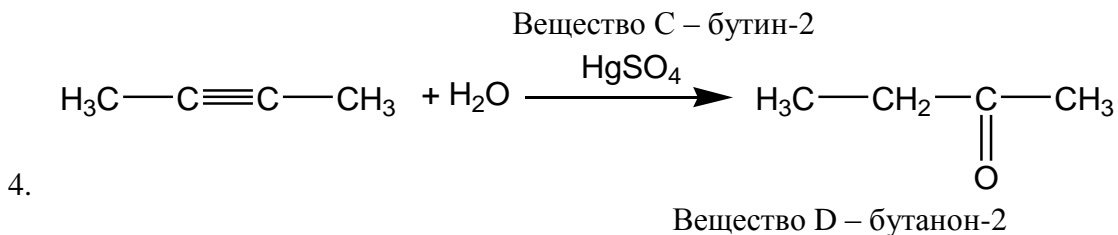
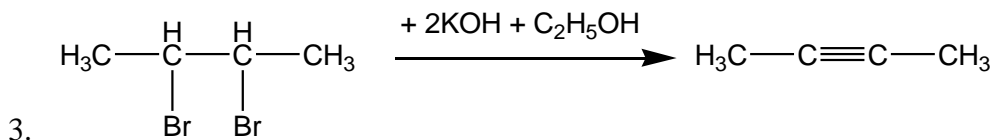
Решение:



Вещество А – бутен-2



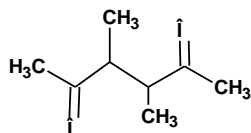
Вещество В - 2,3-дибромбутан



Ответ: бутанон-2

Задание №6

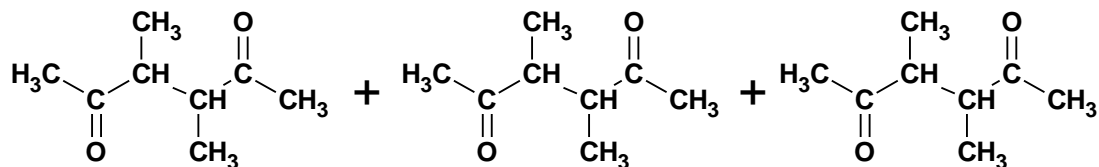
Установите строение полимера, при озонировании которого образуется следующее соединение:



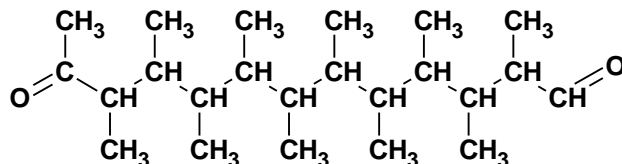
Установите строение исходного непредельного соединения, дайте ему название.

Решение:

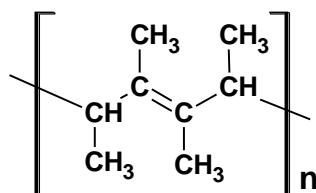
Озонированию подвергаются двойные связи. В макромолекуле, которая подвергается озонированию, двойная связь содержится в мономерном звене. Чередование мономерных звеньев предполагает чередование двойных связей. Озонированию подвергаются двойные связи соседних мономерных звеньев. Атомы углерода, соединенные двойными связями, входят в состав карбонильной группы.



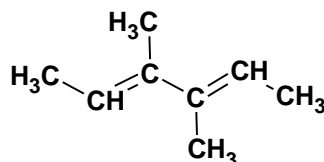
В участке макромолекулы атомы углерода карбонильной группы соединяем двойными связями.



Атомы кислорода в продукте озонирования находятся в 1,4-положениях. Соответственно, мономерное звено содержит 4 атома углерода, из которых 2 и 3 соединены двойной связью:



Исходное непредельное соединение – 3,4-диметилгексадиен-1,4.



Ответ: 3,4-диметилгексадиен-1,4.

10 класс

Вариант 3

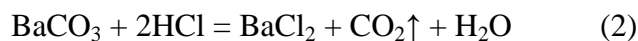
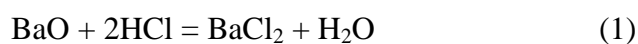
Задание №1

Смесь оксида и карбоната бария массой 60 г обработали избытком соляной кислоты. В результате выделился газ объемом 5,6 л (н.у.).

Определите массовую долю (в %) оксида бария в исходной смеси.

Решение:

Вещество	BaCO ₃
M, г/моль	197



$$v(\text{CO}_2) = \frac{5,6\text{л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,25\text{моль}$$

По уравнению (2) $v(\text{CO}_2) = v(\text{BaCO}_3) = 0,25$ моль, тогда $m(\text{BaCO}_3) = 197 \text{ г/моль} \cdot 0,25 \text{ моль} = 49,25 \text{ г}$

Масса оксида бария: $60 \text{ г} - 49,25 \text{ г} = 10,75 \text{ г}$

Массовая доля оксида бария в исходной смеси: $\omega = \frac{10,75\text{г}}{60\text{г}} \cdot 100\% = 17,92\%$.

Ответ: Массовая доля оксида бария в исходной смеси 17,92%.

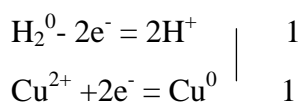
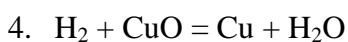
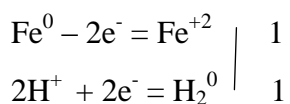
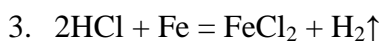
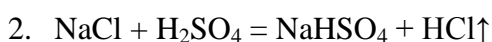
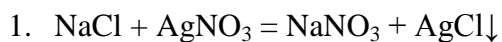
Задание №2

Неизвестная соль при взаимодействии с раствором нитрата серебра образует осадок белого цвета и окрашивает пламя горелки в желтый цвет. При взаимодействии исходной соли с концентрированной серной кислотой образуется кислая соль и выделяется газ, хорошо растворимый в воде. В полученном растворе растворили железо, а полученный газ использовали для получения меди из ее оксида.

Запишите четыре уравнения указанных превращений.

Окислительно-восстановительные реакции уравняйте методом электронного баланса.

Решение:



Задание №3

При полном сгорании 10 л некоторого газообразного углеводорода C_nH_m получено 40 л CO_2 и 32,1 г H_2O (объемы газов измерены при нормальных условиях).

А. Вычислите процентное содержание углерода и водорода в исследуемом углеводороде.

В. Вычислите объем кислорода (при нормальных условиях), необходимый для сжигания данного количества углеводорода.

Решение:

Определяют количество вещества для углеводорода:

$$10/22,4 = 0,446 \text{ моль.}$$

Определяют количество вещества для углерода:

$$40/22,4 = 1,786 \text{ моль.}$$

Определяют количество вещества для водорода:

$$(32,1/18) * 2 = 3,56 \text{ моль.}$$

Определяют количество атомов углерода в молекуле (n):

$$1,786 / 0,446 = 4$$

Определяют количество атомов водорода в молекуле (m):

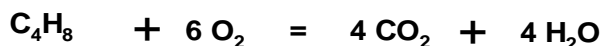
$$3,56 / 0,446 = 8$$

Молекулярная формула углеводорода C_4H_8 - бутен.

Молекулярной формуле соответствует состав:

углерода 82,6 %; водорода 17,4 %.

Уравнение реакции:

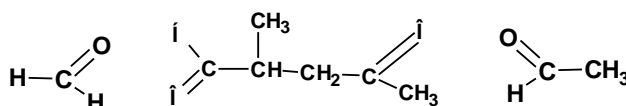


Согласно уравнению реакции на сжигание 1 моль углеводорода расходуется 6 молей кислорода, соответственно для сжигания 0,446 моль углеводорода необходимо 2,676 моль или 60 л кислорода

Ответ: бутен, кислорода 60 л.

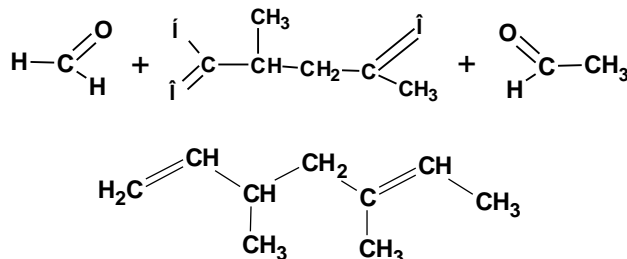
Задание №4

Установите строение и дайте название алкену, при озонировании которого образовались следующие соединения:



Решение:

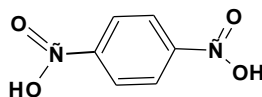
Представленные структуры карбонильных соединений указывают на то, что исходный углеводород был алкадиеном. Атомы углерода, соединенные с атомами кислорода в продуктах окисления в исходном углеводороде были соединены двойной связью:



Ответ: 3,5-диметилгептадиен-1,5

Задание №5

Соединение C_9H_{10} обесцвечивает бромную воду и раствор $KMnO_4$ на холоду. При нагревании с водным раствором $KMnO_4$ образуется *para*-фталевая кислота:

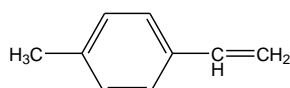


Определите строение исходного углеводорода, дайте ему название.

Решение:

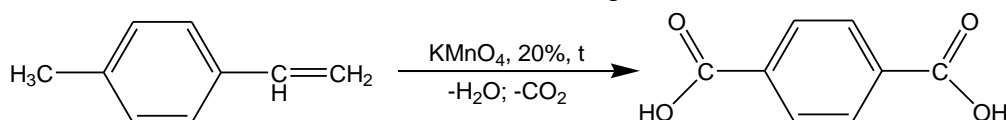
para-Фталевая кислота является ароматическим соединением с боковыми цепями. Ароматическое кольцо не обесцвечивает бромную воду и не взаимодействует с раствором перманганата калия на холоду. Такие свойства присущи непредельному соединению. Непредельным фрагментом, построенным из двух углеродных атомов, является радикал винил $\text{CH}_2=\text{CH}$.

Молекула *para*-фталевой кислоты содержит две боковые цепи в пара-положениях. Молекулярной формуле C_9H_{10} будет соответствовать структура, представляющая собой ароматическое кольцо с винильным радикалом и метильным радикалом в *para*-положении.



1-винил-4-метилбензол, *para*-метилстирол

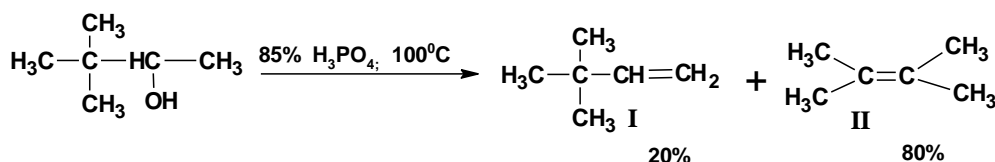
Сильные окислители окисляют боковые цепи до карбоновых кислот.



Ответ: исходным углеводородом является 1-винил-4-метилбензол, *para*-метилстирол

Задание №6

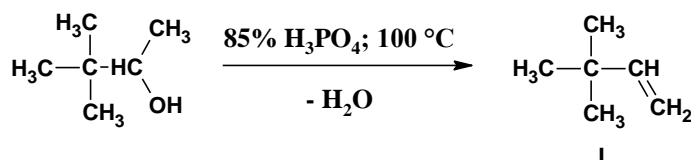
Дегидратация 3,3-диметилбутанола-2 в присутствии фосфорной кислоты при нагревании приводит к получению двух алкенов.



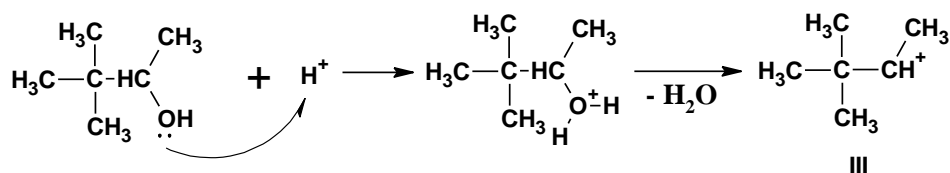
Объясните полученный результат.

Решение:

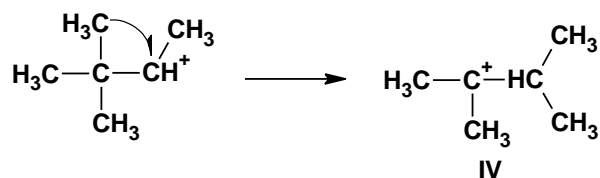
При нагревании спирта в присутствии концентрированной минеральной кислоты происходит дегидратация в соответствии с правилом Зайцева. Строение исходного спирта обеспечивает отщепление протона только от метильного радикала в первом положении, что приводит к образованию алкена I:



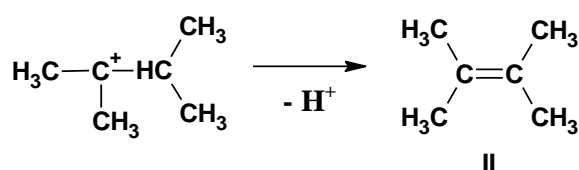
Однако, 3,3-диметилбутен-1 образуется в количествах на много меньших, чем его изомер II. Механизм дегидрирования предполагает стадию образования карбокатиона:



В образовавшемся карбокатионе III возможна перегруппировка:



Карбокатион IV отщепляет протон, что приводит к образованию алкена II:



Ответ: 2,3-диметилбутен-2 является продуктом перегруппировки, 3,3-диметилбутен-1 продукт отщепления против правила Марковникова.

10 класс

Вариант 4

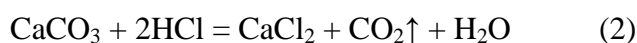
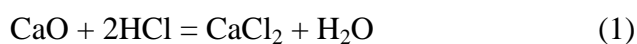
Задание №1

Смесь оксида и карбоната кальция массой 0,8 г обработали избытком соляной кислоты. В результате выделился газ объемом 112 мл (н.у.).

Определите массовую долю (в %) оксида кальция в исходной смеси.

Решение:

Вещество	CaCO ₃
М, г/моль	100



$$112\text{мл} = 0,112 \text{ л}, \quad v(\text{CO}_2) = \frac{0,112\text{л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,005 \text{ моль}$$

По уравнению (2) $\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{CaCO}_3) = 0,005$ моль, тогда $m(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль} \cdot 0,005 \text{ моль} = 0,5 \text{ г}$

Масса оксида кальция: $0,8 \text{ г} - 0,5 \text{ г} = 0,3 \text{ г}$

Массовая доля оксида кальция в исходной смеси: $\omega = \frac{0,3\text{г}}{0,8\text{г}} \cdot 100\% = 37,5\%$.

Ответ: Массовая доля оксида кальция в исходной смеси 37,5%.

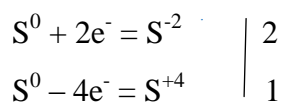
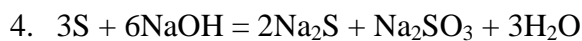
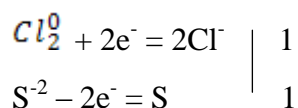
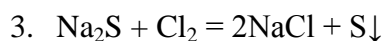
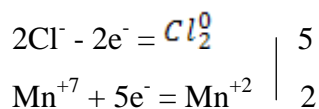
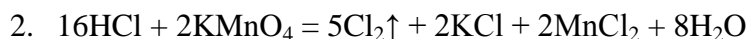
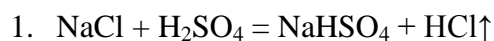
Задание №2

Концентрированную серную кислоту добавили к кристаллической поваренной соли, в результате чего образовалась кислая соль и выделился газ. Полученный газ ввели в реакцию с раствором перманганата калия и получили новый газ, который пропустили через раствор сульфида натрия. В результате последней реакции образовался осадок желтого цвета, который при нагревании растворили в концентрированном растворе гидроксида натрия.

Запишите четыре уравнения указанных превращений.

Окислительно-восстановительные реакции уравняйте методом электронного баланса.

Решение:

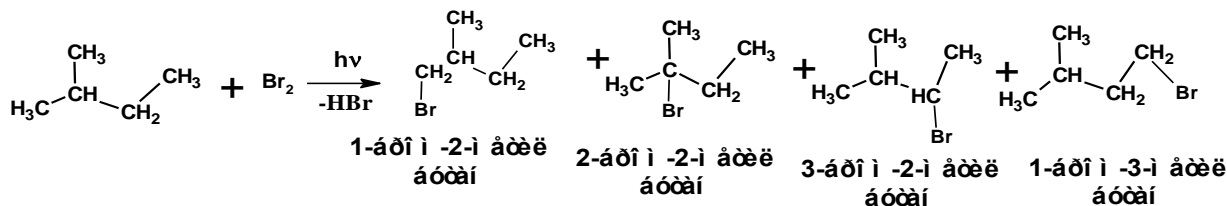


Задание №3

Относительные скорости замещения атомов водорода при третичном, вторичном и первичном атомах водорода при бромировании алканов составляют 1600 : 82 : 1. Определите содержание изомерных монобромалканов в смеси продуктов бромирования 2-метилбутана.

Решение:

Уравнение реакции:



Молекула 2-метилбутана включает три первичных атома углерода, один вторичный атом углерода и один третичный атом углерода. Причем два метильных радикала, соединенные с третичным атомом углерода, отличаются от метильного радикала, соединенного со вторичным атомом углерода. Поэтому необходимо учитывать четыре типа атомов углерода.

Отношение скоростей составит:

$$1600 : 82 : 2 : 1$$

Сумма всех относительных скоростей 1685

1685 составляет 100 %

Содержание 1-бром-2-метилбутана:

$$(2/1685)*100 = 0,13 \%$$

Содержание 2-бром-2-метилбутана:

$$(1600/1685)*100 = 94,95 \%$$

Содержание 3-бром-2-метилбутана:

$$(82/1685)*100 = 4,86 \%$$

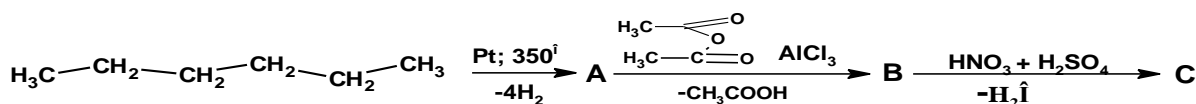
Содержание 1-бром-3-метилбутана:

$$(1/1685)*100 = 0,06 \%$$

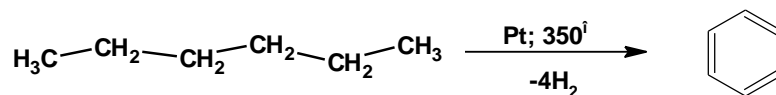
Ответ: 1-бром-2-метилбутан - 0,13 %; 2-бром-2-метилбутан - 94,95 %; 3-бром-2-метилбутан - 4,86 %; 1-бром-3-метилбутан - 0,06 %.

Задание №4

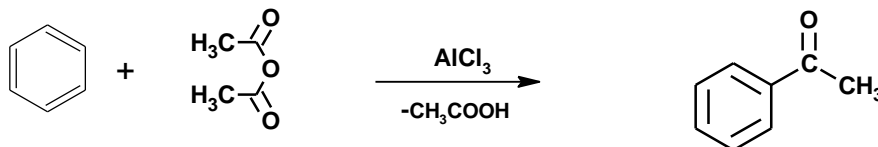
Осуществите превращения, установите строение и дайте название конечному продукту С:



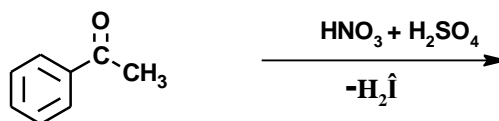
Решение:



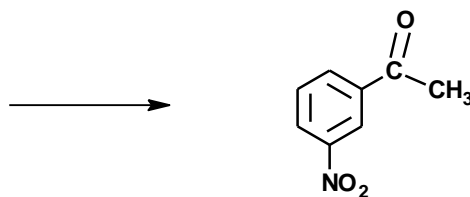
Вещество **A**: бензол



Вещество **B**: ацетофенон



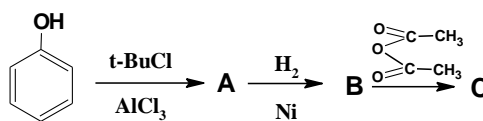
Ацетильный радикал является ориентантом II рода. Следовательно, реакция нитрования ацетофенона пройдет в третьем (мета) положении по отношению к ацетильной группе



Ответ: *мета*-нитроацетофенон.

Задание №5

Осуществите цепь превращений:

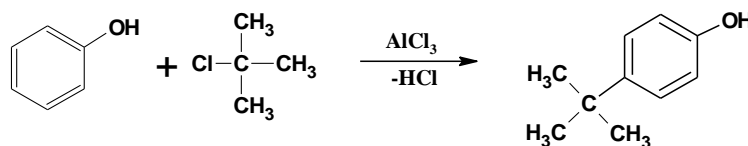


На схеме приведён синтез душистого вещества, применяемого в парфюмерии.

Напишите структурные формулы неизвестных в задаче веществ и назовите их.

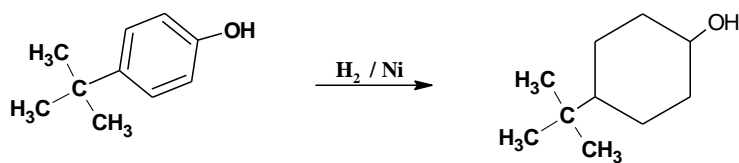
Решение:

1.



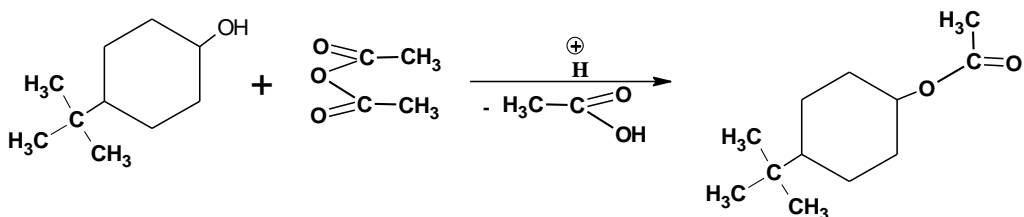
Вещество A: *пара*-*трет*-бутилфенол.

2.



Вещество В: 1-гидрокси-4-*tert*-бутилциклогексан.

3.



Вещество С: 4-*tert*-бутилциклогексилацетат.

Ответ: душистым веществом, применяемым в парфюмерии является 4-*tert*-бутилциклогексилацетат.

Задание №6

1. Приведите пять продуктов нефтехимии являющиеся энергоносителями;
2. Приведите пять продуктов нефтехимии являющиеся продуктами пиролиза;
3. Приведите пять продуктов нефтехимии являющиеся продуктами полимеризации;
4. Приведите пять продуктов нефтехимии являющиеся продуктами сополимеризации;
5. Приведите пять продуктов нефтехимии являющиеся продуктами поликонденсации.

Решение:

1. Бытовой газ (Пропан-бутан), бензин, авиационный керосин, дизельное топливо, топочный мазут;
2. Этен, пропен, бутены, бензол, толуол;
3. Полиэтилен, полипропилен, полистирол, полибутадиен-1,3, *цис*-1,4-поли-2-метилбутадиен-1,3;
4. Бутилкаучук, бутадиенстирольный каучук, АБС-пластик, СКЭП и СКЭПТ
5. Фенолформальдегидная смола, эпоксидная смола, полиуретан, поликарбонат, полиэтиленгликольтерефталат.

11 класс

Вариант 1

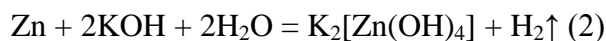
Задание №1

На смесь марганца и цинка массой 5 г подействовали водным раствором гидроксида калия. При этом выделился газ объемом 896 мл.

Определите массовую долю (в %) марганца в исходной смеси.

Решение:

Вещество	Zn
M, г/моль	65



$$896\text{мл} = 0,896 \text{ л}, \nu(\text{H}_2) = \frac{0,896\text{л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,04 \text{ моль}$$

По уравнению (2) $\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{Zn}) = 0,04$ моль, тогда $m(\text{Zn}) = 65 \text{ г/моль} \cdot 0,04 \text{ моль} = 2,6 \text{ г}$

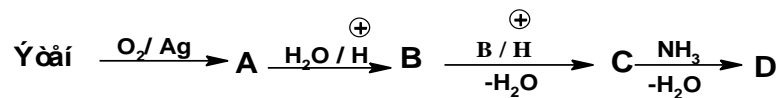
Масса марганца: $5 \text{ г} - 2,6 \text{ г} = 2,4 \text{ г}$

Массовая доля марганца в исходной смеси: $\omega = \frac{2,4\text{г}}{5\text{г}} \cdot 100\% = 48\%$

Ответ: Массовая доля марганца в исходной смеси 48%

Задание №2

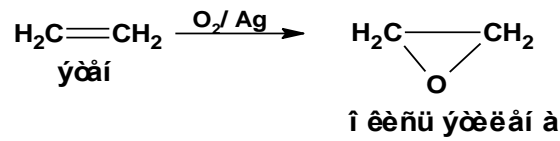
Осуществите цепь превращений:



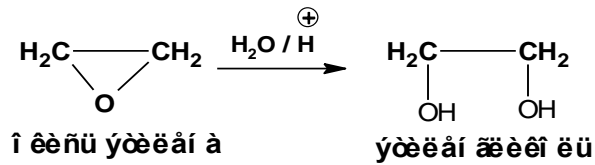
Установите строение конечного продукта. Дайте название. Приведите примеры практического применения вещества D.

Решение:

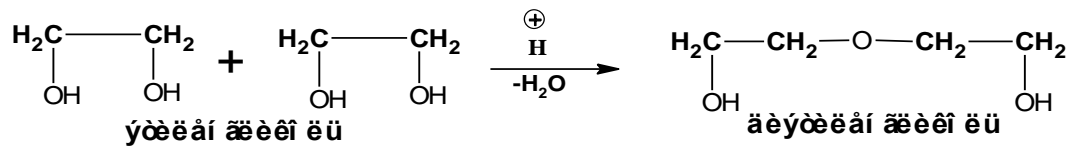
1.



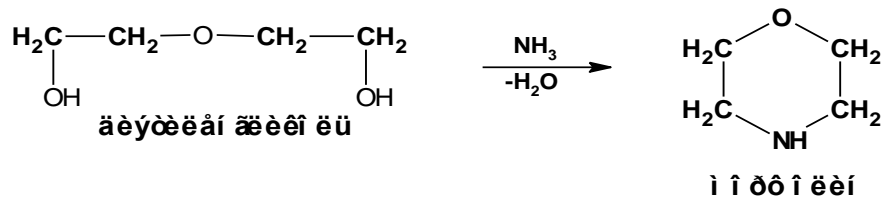
2.



3.



4.

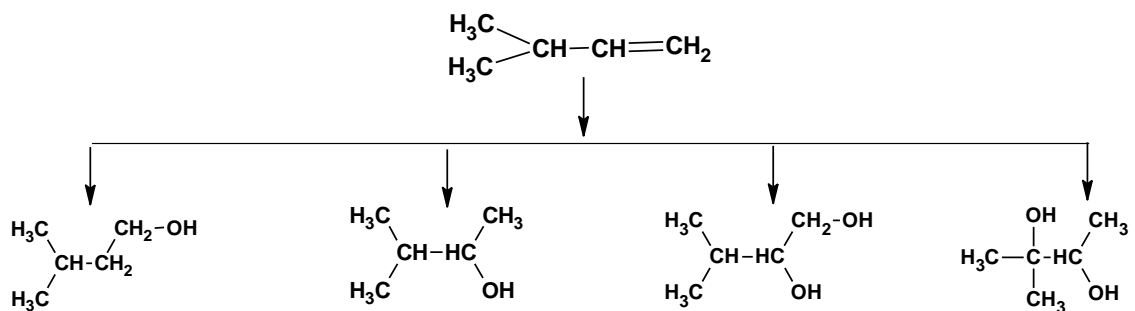


Морфолин используется как промышленный растворитель, ингибитор термополимеризации диеновых углеводородов, экстрагент, основа ускорителей вулканизации.

Ответ: морфолин.

Задание №3

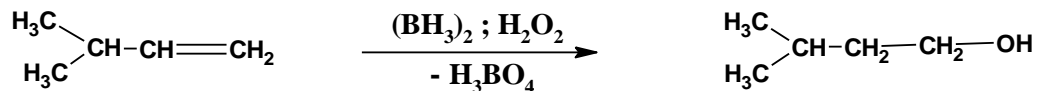
Осуществите превращения:



Приведите соответствующие уравнения реакций. Дайте название конечным продуктам по номенклатуре IUPAC.

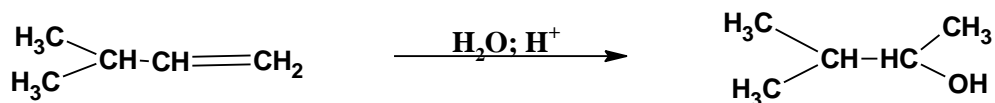
Решение:

1.



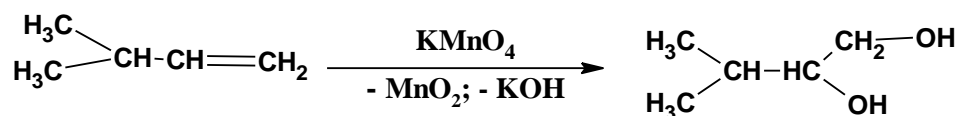
3-метилбутанол-1

2.



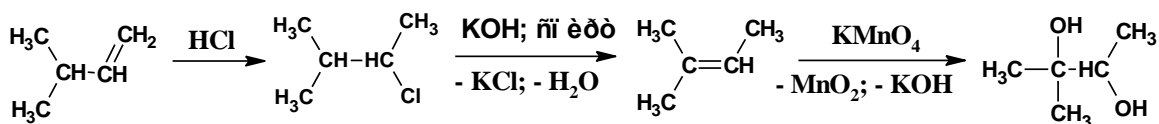
3-метилбутанол-2

3.



3-метилбутандиол-1,2

4.



2-хлор-3-метилбутан

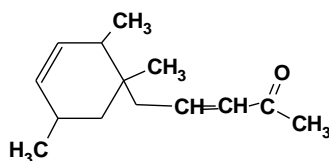
2-метилбутен-2

2-метилбутандиол-2,3

Ответ: 3-метилбутанол-1, 3-метилбутанол-2, 3-метилбутандиол-1,2, 2-метилбутандиол-2,3

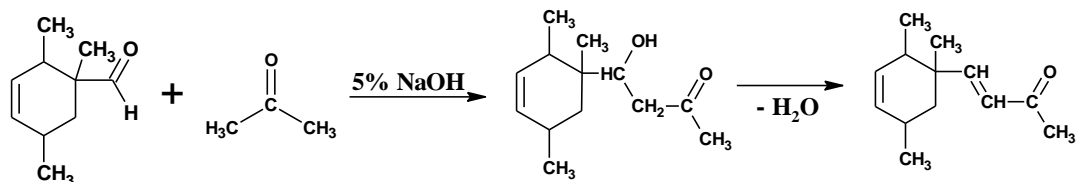
Задание №4

Из каких карбонильных соединений можно получить следующее соединение (изовиолон):



Решение:

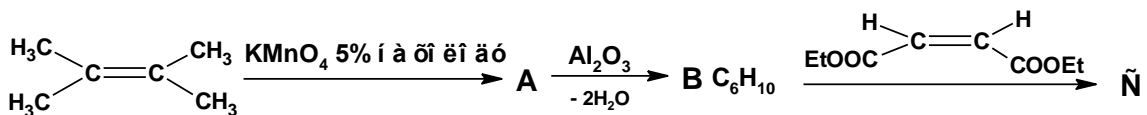
Изовиолон, судя по структуре, представляет собой α,β – ненасыщенное карбонильное соединение. α,β – ненасыщенные карбонильные соединения получают в результате альдольно – кротоновой конденсации. Следовательно, изовиолон является продуктом альдольно – кротоновой конденсации 1,2,5-триметил-4-циклогексенкарбальдегида и ацетона:



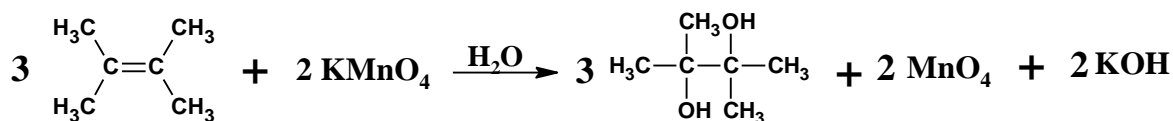
Ответ: 1,2,5-триметил-4-циклогексенкарбальдегид и ацетон.

Задание №5

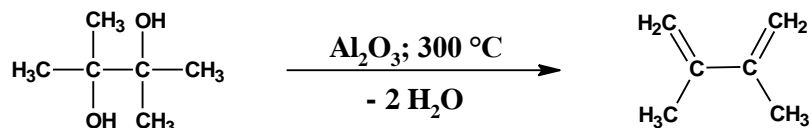
Расшифруйте цепочку превращений:



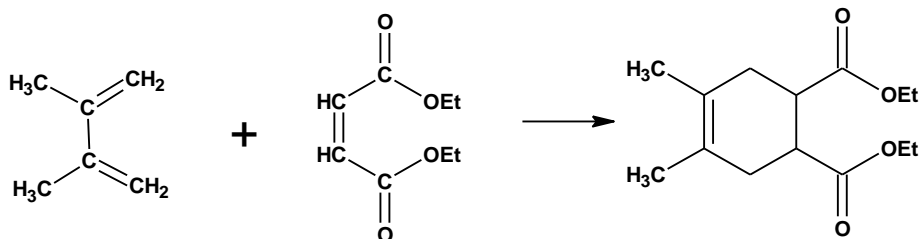
Решение:



Вещество А: 2,3-диметилбутандиол-2,3



Вещество В: 2,3-диметилбутадиен-1,3



Вещество С: диэтиловый эфир 4,5-диметил-4-циклогексендикарбоновой кислоты.

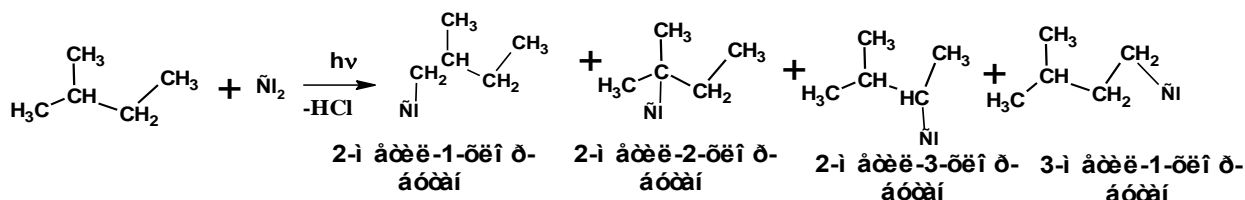
Ответ: диэтиловый эфир 4,5-диметил-4-циклогексендикарбоновой кислоты.

Задание №6

При хлорировании алканов при 20⁰С относительные скорости замещения атома водорода при третичном, вторичном и первичном атомах углерода составляют 5:3.8:1. Рассчитайте состав смеси, которая образуется при монохлорировании изопентана.

Решение:

Уравнение реакции:



Молекула 2-метилбутана включает три первичных атома углерода, один вторичный атом углерода и один третичный атом углерода. Причем два метильных радикала, соединенные с третичным атомом углерода, отличаются от метильного радикала, соединенного со вторичным атомом углерода. Поэтому необходимо учитывать четыре типа атомов углерода.

Отношение скоростей составит:

$$5 : 3,8 : 2 : 1$$

Сумма всех относительных скоростей 11,8

11,8 составляет 100 %

Содержание 2-метил-1-хлорбутана:

$$(2/11,8) * 100 = 17,0 \%$$

Содержание 2-метил-2-хлорбутана:

$$(5/11,8) * 100 = 42,4 \%$$

Содержание 2-метил-3-хлорбутана:

$$(3,8/11,8) * 100 = 32,2 \%$$

Содержание 1-бром-2-метилбутана:

$$(1/11,8) * 100 = 8,4 \%$$

Ответ: 2-метил-1-хлорбутан - 17 %; 2-метил-2-хлорбутан - 42,4 %; 2-метил-3-хлорбутан - 32,2 %; 1-хлор-2-метилбутан - 8,4 %.

11 класс

Вариант 2

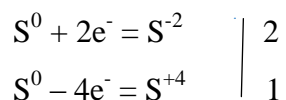
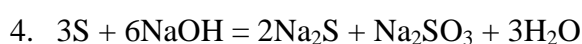
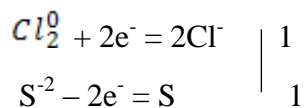
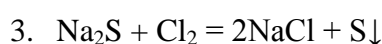
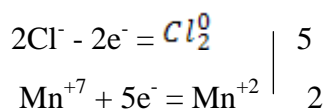
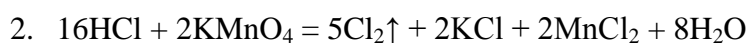
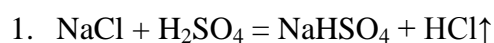
Задание №1

Концентрированную серную кислоту добавили к кристаллической поваренной соли, в результате чего образовалась кислая соль и выделился газ. Полученный газ ввели в реакцию с раствором перманганата калия и получили новый газ, который пропустили через раствор сульфида натрия. В результате последней реакции образовался осадок желтого цвета, который при нагревании растворили в концентрированном растворе гидроксида натрия.

Запишите четыре уравнения указанных превращений.

Окислительно-восстановительные реакции уравняйте методом электронного баланса.

Решение:



Задание №2

Вещества **А** и **Б** вступают в реакцию конденсации в присутствии сильного основания. Определите строение веществ **А**, **Б** и дайте им названия, а также продукта их конденсации.

О соединениях **А** и **Б** известно следующее:

Вещество **А** является жидкостью с температурой кипения $179,5^\circ\text{C}$; по данным элементного анализа:

C – 79,25 %, H – 5,66 %, O – 15,09 %.

Вещество **Б** является жидкостью с температурой кипения $114,8^\circ\text{C}$; по данным элементного анализа:

C – 32,00 %, H – 6,67 %, O – 42,67 %, N – 18,67 %.

Решение:

Строение **А** и **Б** можно определить по данным элементного анализа.

Молекулярная формула вещества **А**:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 79,25/12 : 5,66 : 15,09/16 = 6,6 : 5,66 : 0,94 = 7 : 6 : 1.$$

Простейшая формула $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$.

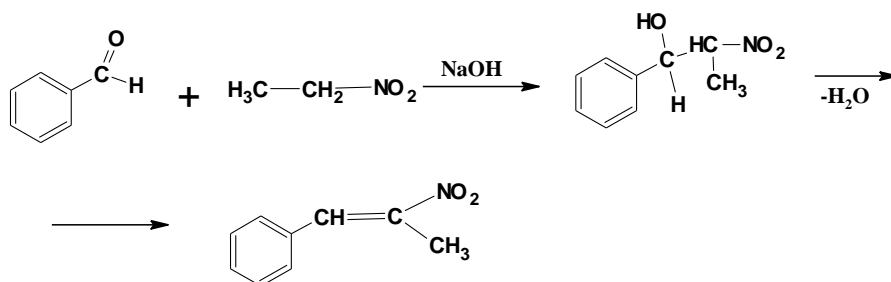
Молекулярная формула вещества **Б**:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) : n(\text{N}) = 32/12 : 6,67 : 42,67/16 : 18,67 / 14 = \\ = 2,67 : 6,67 : 2,67 : 1,33 = 2 : 5 : 2 : 1.$$

Простейшая формула $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$

Простейшей формуле $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ соответствует нитроэтан. Соединением, способным вступать в реакцию конденсации с нитроэтаном в присутствии сильного основания должно быть карбонильное соединение. В таком случае простейшая формула $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ соответствует бенzalдегиду.

Схема конденсации нитроэтана с бенzalдегидом:

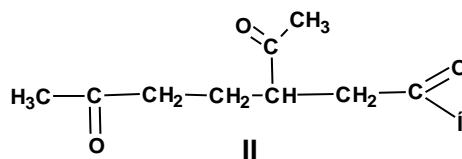


Продуктом конденсации является 2-нитро-1-фенилпропен.

Ответ: бенzalдегид, нитроэтан, 2-нитро-1-фенилпропен.

Задание №3

Дерево гевея способно создавать гомополимерную систему, представляющую собой макромолекулы большой молекулярной массы. Растения наших широт способны создавать олигомерные системы, включающие от 2 до 16 молекул мономера. При озонировании одного из димеров образуется молекула формальдегида и молекула 3-ацетил-6-оксгексаналя (II)

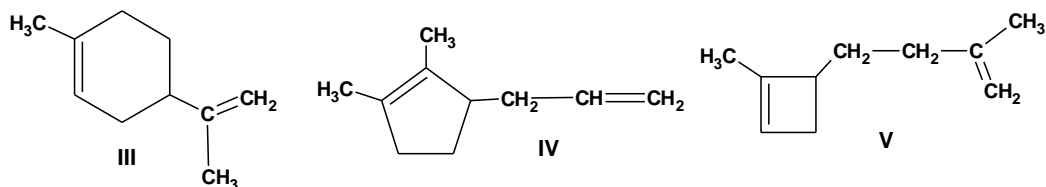


Приведите структуру димера. Установите, какое вещество является мономером, для продуктов жизнедеятельности растений? Путем какого синтеза можно получить

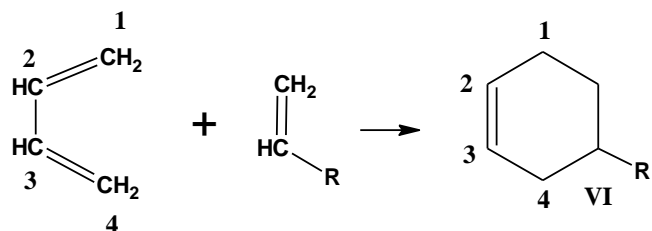
димерную систему, называемую дипентеном? Дипентен существует в форме двух изомеров, укажите их строение.

Решение:

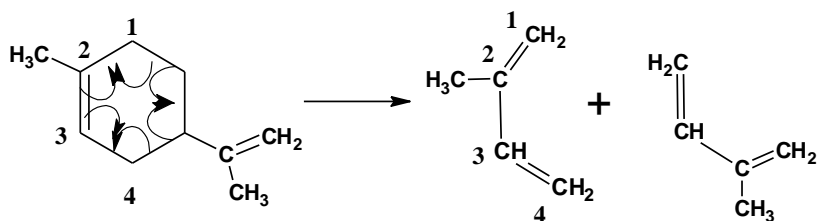
Для димерной системы строение и состав продуктов озонирования предполагает наличие ненасыщенного цикла и экзоциклической двойной связи:



Такому условию больше всего соответствует димер (III), включающий циклогексеновую структуру. Циклогексен (VI) является продуктом реакции диенового синтеза или реакции Дильса-Альдера. В ходе реакции к молекуле диенового-1,3 соединения присоединяется ненасыщенное соединение

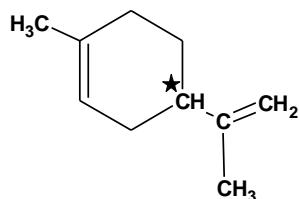


В соответствии со схемой образования структуры (VI) для димера (III) можно привести схему распада на исходные молекулы



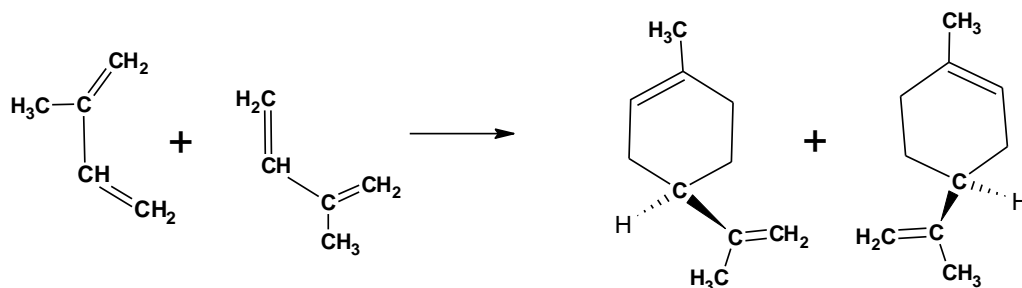
В случае димера исходным веществом также является 2-метилбутадиен-1,3 (изопрен).

Образование дипентена по реакции диенового синтеза для двух молекул изопрена связан с изменением гибридизации некоторых атомов углерода от sp^2 до sp^3 при этом появляется атом углерода соединенный с четырьмя различными заместителями



Такой атом углерода называется асимметрическим. Для асимметрического атома углерода возможно существование двух изомеров, различающихся как предмет и его

зеркальное отражение. Такие изомеры называются пространственные. Дипентен существует в форме смеси двух пространственных изомеров



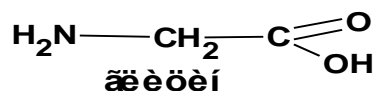
Задание №4

Гидролизом трипептида получены две аминокислоты: глицин и аланин. Реакция с 2,4-динитрофторбензолом показала наличие аланина. Реакция с гидразином показала наличие глицина.

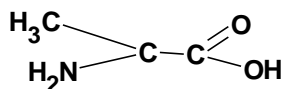
Установите строение трипептида. Приведите схемы реакции пептида с 2,4-динитрофторбензолом и гидразином. Приведите схемы реакций выделения N-концевой аминокислоты и C-концевой аминокислоты.

Решение:

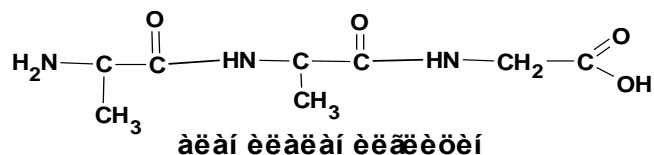
Аминокислота глицин имеет следующее строение:



Аминокислота аланин имеет следующее строение:



Реакция с 2,4-динитрофторбензолом обнаруживает N-концевую аминокислоту. Реакция с гидразином обнаруживает C-концевую аминокислоту. Поскольку для трипептида установлено наличие двух аминокислот, то пептид имеет следующее строение



Реакция трипептида с 2,4-динитрофторбензолом

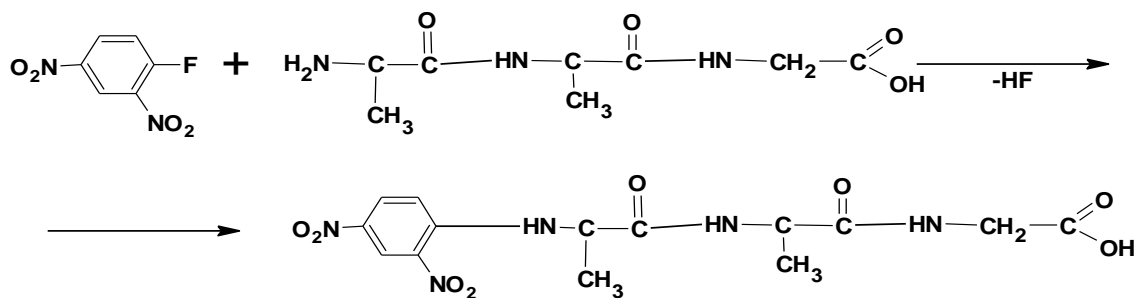
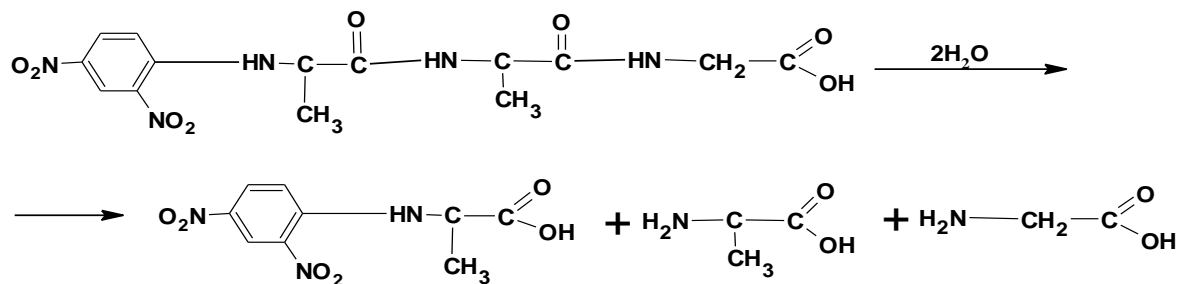


Схема гидролиза продукта



Реакция трипептида с гидразином

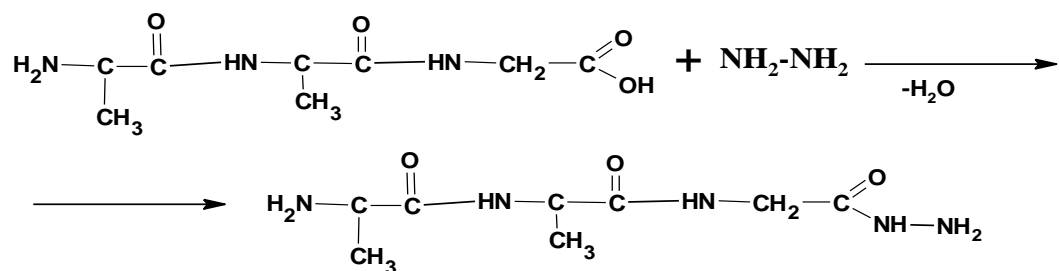
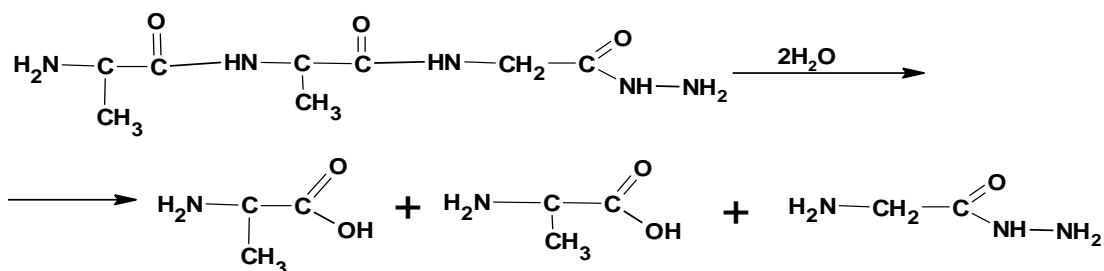


Схема гидролиза продукта



Ответ: аланилаланилглицин

Задание №5

Приведите уравнения химических реакций, лежащих в основе термического крекинга нефти (мазута). Сравните качество бензинов прямой перегонки нефти и крекинге бензина. Какая разновидность крекинга используется для синтеза крекинг-бензина повышенного качества?

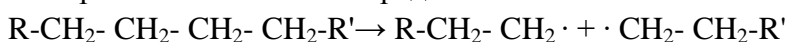
Решение:

В настоящее время широко применяются методы химической переработки ее тяжелых нефтяных фракции (солярового масла, мазута) в бензиновые фракции, среди которых наиболее важными являются термический крекинг, каталитический крекинг, гидрокрекинг и реформинг.

Термическое разложение алканов, главной составной части нефти, представляет собой химическое разрушение молекул за счет разрыва С-С и С-Н – связей. Первоначально образующиеся углеводородные радикалы стабилизируются с образованием алканов и алкенов с меньшей молярной массой.

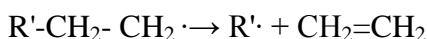
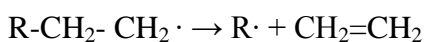
Механизм термического крекинга включает следующие основные стадии:

1. Образование алкильных радикалов

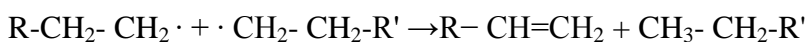


2. Три главные направления превращения радикалов:

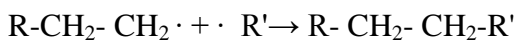
- распад по β_{C-C} связи с образованием этилена.



- диспропорционирование радикалов.

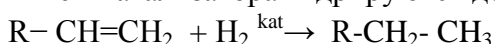


- соединение радикалов



Бензин термического крекинга содержит в своем составе значительное количество непредельных углеводородов, что существенно снижает его качество (смолообразование, низкое октановое число и т.д.) по сравнению с прямогонным бензином, в котором непредельные углеводороды практически отсутствуют.

Бензин более высокого качества образуется в процессах каталитического крекинга и гидрокрекинга. В этих разновидностях крекинга непредельные углеводороды под влиянием катализатора гидрируются до предельных углеводородов:



В процессе каталитического крекинга образуется меньшее количество газообразных (метана, этана) и непредельных углеводородов, и большее количество средних предельных углеводородов ($C_5 - C_{10}$), чем при термическом крекинге. Полученный бензин состоит, главным образом, из изоалканов и ароматических углеводородов. Изоалканы получают из первично образующихся при крекинге алкенов в результате реакции изомеризации и гидрирования (необходимый водород получается при образовании ароматических углеводородов в присутствии катализатора). Промежуточными продуктами при образовании ароматических углеводородов являются этилен и 1,3-алкадиены. Эти углеводороды вступают в реакцию диенового синтеза, образуя циклогексен или его производные, дегидрирование которых приводит к соответствующим ароматическим углеводородам. Бензин каталитического крекинга имеет высокое октановое число, он более устойчив.

Гидрокрекинг – каталитическая переработка высококипящих нефтяных фракций под давлением водорода 5-20 МПа и температуре 260-450оС на цеолитсодержащих катализаторах. Основными химическими реакциями являются разрыв высокомолекулярной цепи углеводородов с одновременным гидрированием образующихся продуктов, гидродеалкилирование алкилароматических углеводородов, гидрогенолиз серу-, азот- и кислородсодержащих примесей, изомеризация углеводородов. Основными продуктами процесса гидрокрекинга являются газообразные алканы, бензиновая, керосиновая и дизельная фракции.

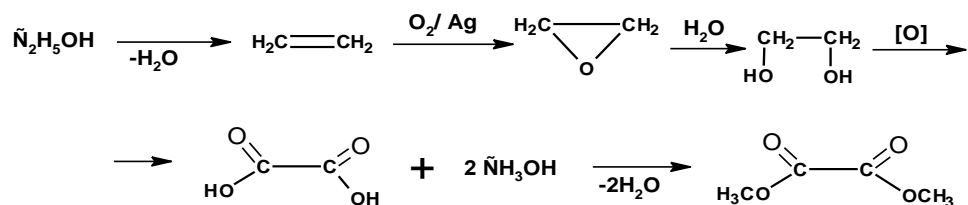
В настоящее время широко используются методы риформинга. В одном из этих способов – платформинге – используется платиновый катализатор. Платина катализирует дегидрирование нафтен (циклогексана и его гомологов) до ароматических углеводородов, изомеризацию n-алканов в изоалканы и циклизацию средних n-алканов с последующим дегидрированием до ароматических углеводородов.

Задание №6

92 г этилового спирта в результате ряда химических превращений дает продукт состава $C_2H_6O_2$, окисление которого приводит к образованию щавелевой кислоты. Рассчитайте теоретическое количество метанола, необходимое для полной этерификации образовавшегося количества щавелевой кислоты, считая, что все реакции протекают со 100%-ным выходом.

Решение:

Ряд химических превращений, дающий продукт состава $C_2H_6O_2$ составляет следующую цепочку:



Цепочка превращений предполагает расход двух молей метанола на один моль этилового спирта. Следовательно 92 г этилового спирта будут соответствовать 128 г метилового спирта

Ответ: 128 г.

11 класс

Вариант 3

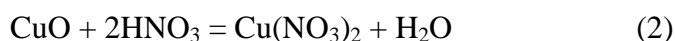
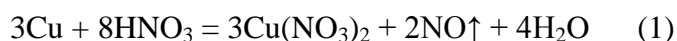
Задание №1

На смесь меди и оксида меди массой 6 г действовали разбавленной азотной кислотой. При этом выделился газ объемом 1,12 л (н.у.).

Определите массовую долю оксида меди в исходной смеси.

Решение:

Вещество	Cu
M, г/моль	64



$$v(\text{NO}) = \frac{1,12\text{л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,05\text{моль}$$

По уравнению (1) 3мольCu — 2мольNO

По расчету XмольCu — 0,05мольNO, откуда X = 0,075моль

тогда $m(\text{Cu}) = 64 \text{ г/моль} \cdot 0,075 \text{ моль} = 4,8 \text{ г}$

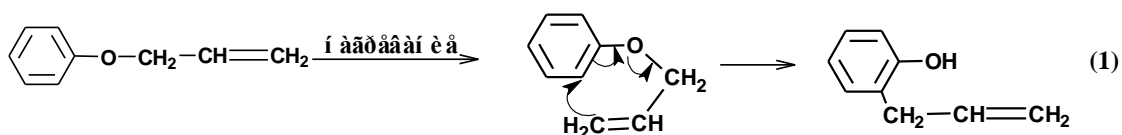
Масса оксида меди: $6 \text{ г} - 4,8 \text{ г} = 1,2 \text{ г}$

Массовая доля оксида меди в исходной смеси: $\omega = \frac{1,2\text{г}}{6\text{г}} \cdot 100\% = 20\%$

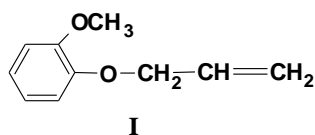
Ответ: Массовая доля оксида меди в исходной смеси 20%.

Задание №2

Перегруппировка Кляйзена предусматривает образование *орто*-аллилфенола из аллилфенилового эфира:

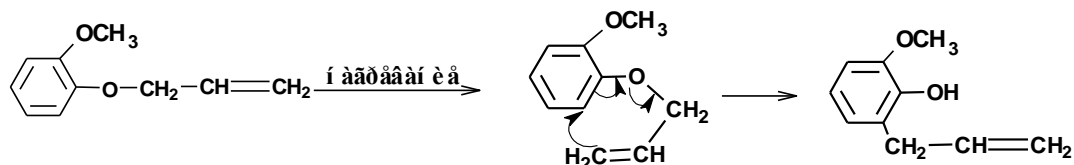


Образования какого продукта можно ожидать в результате аналогичной перегруппировки для 2-метоксифенилаллилового эфира:



Решение:

Напишем схему превращения для 2-метоксифенилаллилового эфира (I):



Ответ: 2-метокси-6-аллилфенол.

Задание №3

Принципы зеленой химии предусматривают:

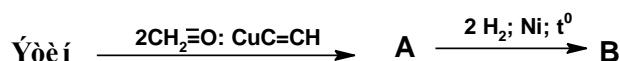
- получение необходимых веществ и потребительских товаров;
- оценку возможных последствий для здоровья и окружающей среды.

Большинство вещей и потребительских товаров в той или иной форме связаны с упаковкой. Распространенными упаковочными материалами являются синтетические полиолефины: полиэтилен, полипропилен, полистирол, а также полиэфиры, в частности полиэтиленгликольтерефталат. Важными критериями при разработке упаковочного материала являются химическая стойкость, термическая устойчивость, атмосферостойкость, способность сохранять физико-механические свойства на протяжении длительных промежутков времени.

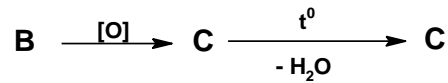
Подобные требования привели к тому, что основной составляющей твердых бытовых отходов является пластиковая упаковка, которая не растворяется, не горит и механически не разрушается. Вторичное использование чаще всего лишено смысла, поскольку затраты на переработку превосходят затраты на производство.

Поэтому, в соответствии с принципами зеленой химии, во всем мире ведутся работы по созданию экологически чистого упаковочного материала. Большие надежды возлагались на полимолочную кислоту. По своей природе полимолочная кислота представляет собой гомополимер, полиэфир, получаемый поликонденсацией. Однако получение материала, пригодного для использования в качестве упаковки оказалось очень сложным.

Полиэфир может быть не только гомополимером, но и сополимером, включающим два мономера: дикарбоновую кислоту и диол. Синтетический диол получают следующей цепочкой



Окислением В в жестких условиях получают дикарбоновую кислоту, способную при нагревании образовывать циклический ангидрид

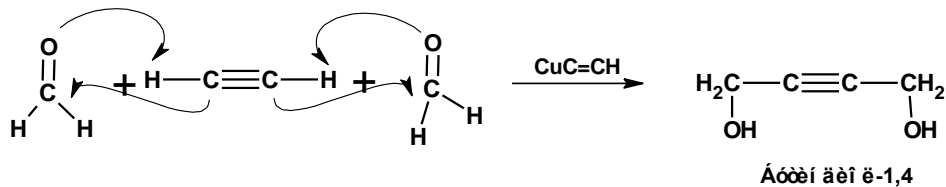


При нагревании диола и дикарбоновой кислоты под давлением в присутствии кислотного катализатора образуется полиэфир.

Приведите схему реакции поликонденсации. Установите строение полиэфира, установите строение диола и дикарбоновой кислоты, определите какими веществами являются А и С.

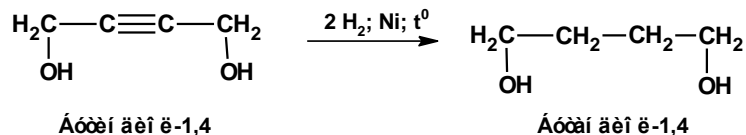
Решение:

Вещество А получается в результате присоединения ацетилен к двум молекулам формальдегида

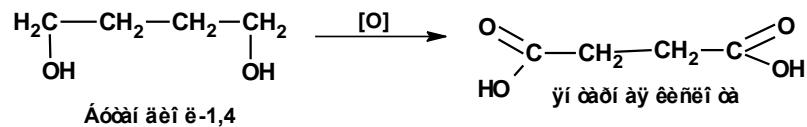


Веществом А является бутиндиол-1,4.

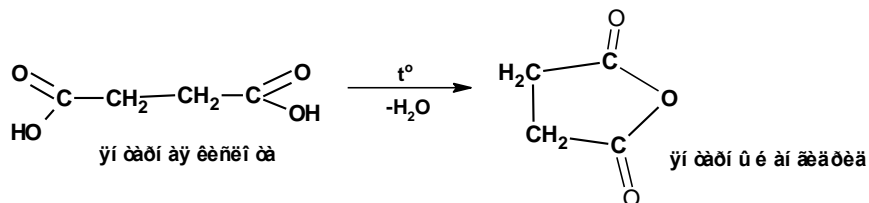
Восстановлением бутиндиола-1,4 над никелевым катализатором получают бутандиол-1,4



Окислением бутандиола-1,4 в жестких условиях образуется бутандиовая-1,4 кислота (янтарная кислота)

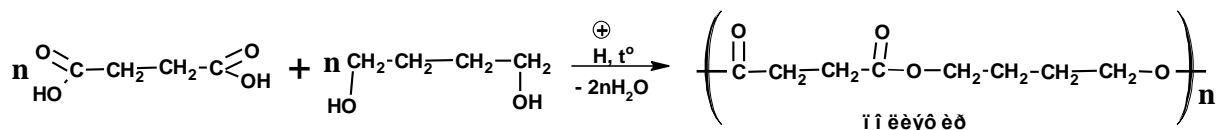


При нагревании янтарная кислота образует циклический ангидрид, включающий в цикл четыре атома углерода



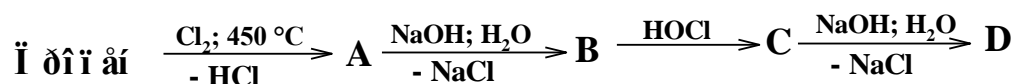
Веществом С является янтарный ангидрид.

При нагревании под давлением в присутствии кислотного катализатора янтарная кислота вступает в реакцию поликонденсации с бутандиолом-1,4 с образованием полиэфира



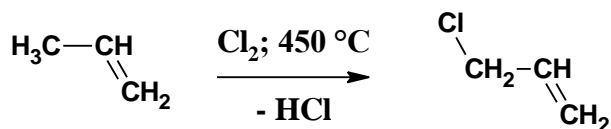
Задание №4

Осуществите цепь превращений. Дайте названия продуктам по номенклатуре IUPAC.



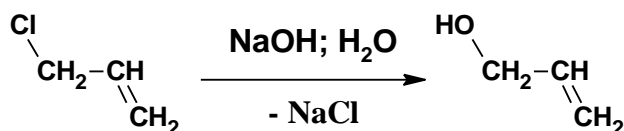
Решение:

1.



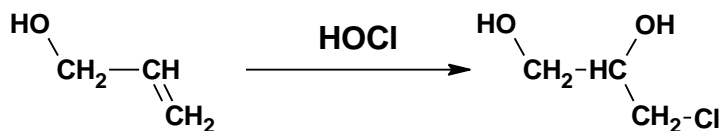
Вещество А: 3-хлорпропен-1 (3-хлорпроп-1-ен)

2.



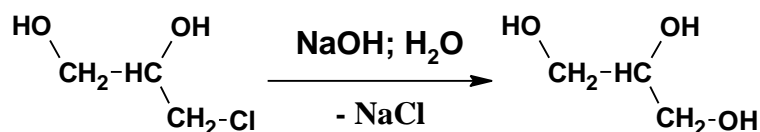
Вещество В: пропен-2-ол-1 (проп-2-ен-1-ол)

3.



Вещество С: 3-хлорпропандиол-1,2 (3-хлорпропан-1,2-диол)

4.



Вещество D: пропантриол-1,2,3 (глицерин)

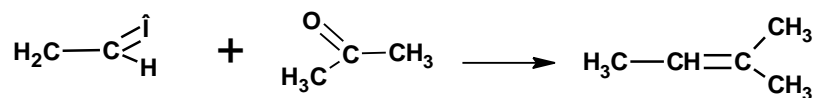
Ответ: пропантриол-1,2,3 (глицерин)

Задание №5

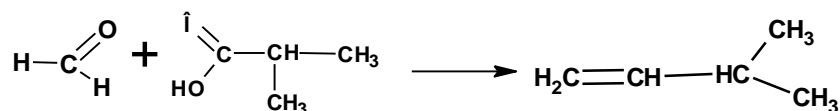
Определите строение двух углеводородов состава C_5H_{10} , если известно, что они оба обесцвечивают бромную воду, а при окислении концентрированным раствором перманганата калия один из них образует ацетон $(CH_3)_2C=O$ и уксусную кислоту CH_3COOH , а другой – муравьиную и изомаслянную кислоты $HCOOH$ и $(CH_3)_2CHCOOH$. Строение углеводородов подтвердите соответствующими уравнениями реакций.

Решение:

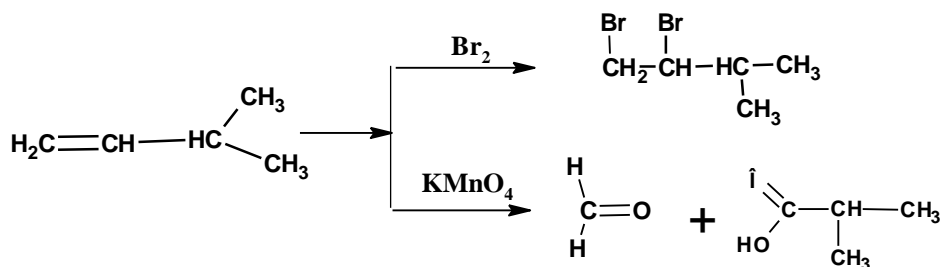
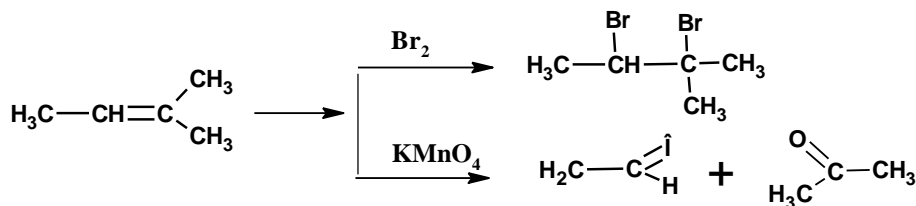
При окислении происходит разрыв двойной связи. Атомы углерода соединенные двойной связью в алкене, соединяются двойной связью с атомами кислорода. Соответственно для одного алкена:



Для другого алкена:



Реакция с бромной водой и перманганатом калия:

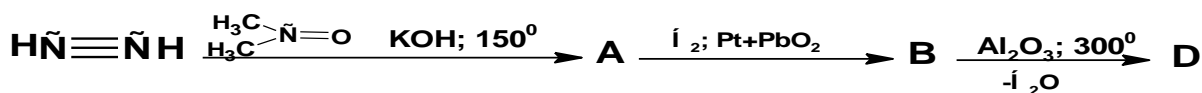


В первом случае исходным алкеном является 2-метилбутен-2. Во втором случае алкеном является 3-метилбутен-1.

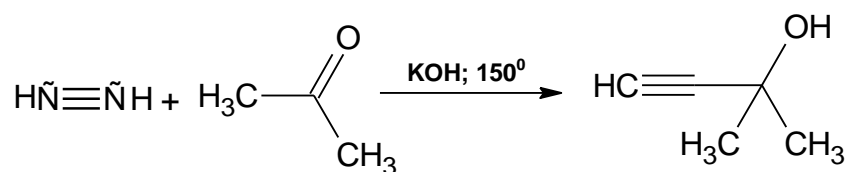
Ответ: 2-метилбутен-2, 3-метилбутен-1.

Задание №6

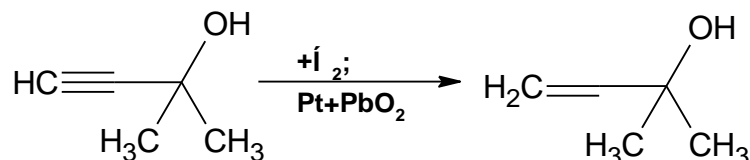
Осуществите превращение, дайте название конечному продукту:



Решение:

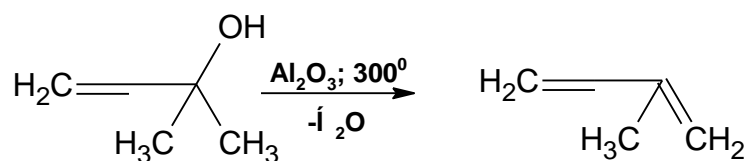


Вещество А: 2-метил-3-бутинол-2



Восстановление над отравленным катализатором приводит к образованию алкена

Вещество В: 2-метил бутенол-2



Вещество D: 2-метил бутадиен-1,3.

Ответ: 2-метил бутадиен-1,3

11 класс

Вариант 4

Задание №1

Смесь медных и магниевых опилок общей массой 1,5 г обработали избытком соляной кислоты. В результате реакции выделился газ объемом 500 мл (н.у.).

Определите массовую долю (в %) меди в исходной смеси.

Решение:

Вещество	Mg
M, г/моль	24



$$500 \text{ мл} = 0,5 \text{ л}, \nu(\text{H}_2) = \frac{0,5 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}} = 0,022 \text{ моль}$$

По уравнению (2) $v(\text{H}_2) = v(\text{Mg}) = 0,022$ моль, тогда $m(\text{Mg}) = 24 \text{ г/моль} \cdot 0,022 \text{ моль} = 0,54 \text{ г}$

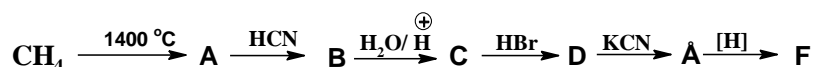
Масса меди: $1,5 \text{ г} - 0,54 \text{ г} = 0,96 \text{ г}$

Массовая доля меди в исходной смеси: $\omega = \frac{0,96 \text{ г}}{1,5 \text{ г}} \cdot 100\% = 64\%$

Ответ: Массовая доля меди в исходной смеси 64%.

Задание №2

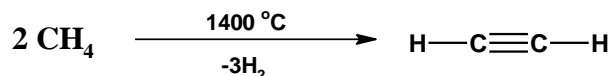
Осуществите цепь превращений:



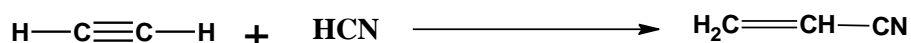
Конечный продукт - белый кристаллический порошок со слабгорьким вкусом называют *аминалон (гаммалон)*. Применяют в медицинской практике как медиатор центральной нервной системы, нормализующий нервные процессы в головном мозге, улучшающий память, повышающий продуктивность мышления.

Решение:

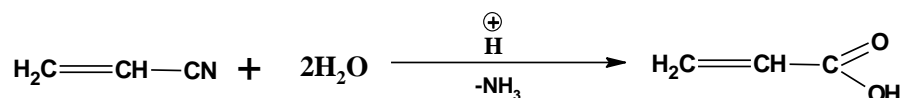
1. Пиролизом метана получают ацетилен:



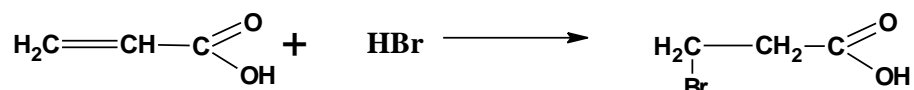
2. Присоединением синильной кислоты к ацетилену получают акрилонитрил:



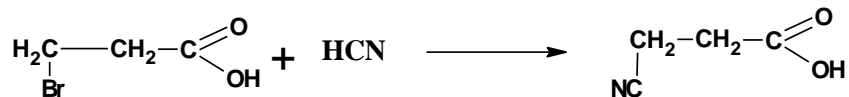
3. Акрилонитрил (нитрил акриловой кислоты) подвергают гидролизу, в результате чего образуется акриловая кислота:



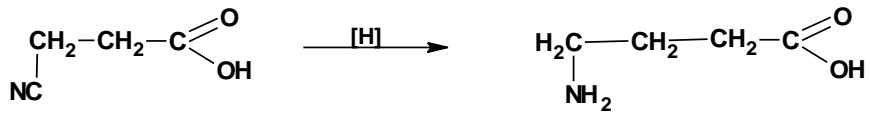
4. К акриловой кислоте присоединяют, против правила Марковникова, бромистый водород:



5. Бром в 3-м положении замещают на циано-группу:



6. Полученный нитрил янтарной (бутандиовой) кислоты восстанавливают до аминокислоты

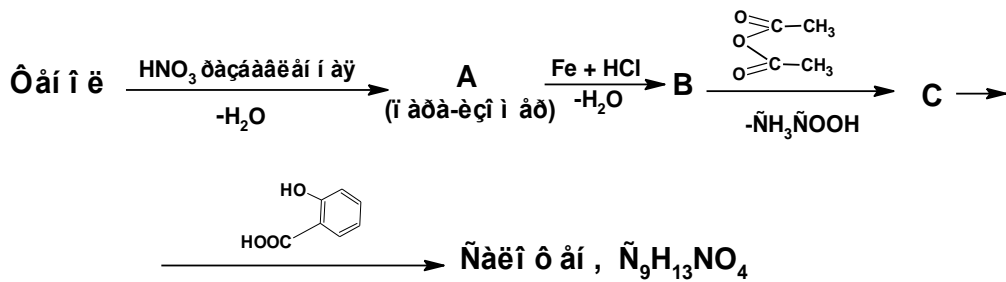


что позволяет получить 3-аминобутановую кислоту (γ -аминомасляную)

Ответ: Препаратом «аминалон» является 3-аминобутановая кислота.

Задание №3

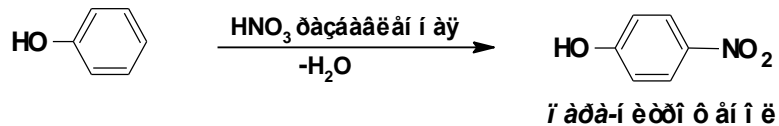
Осуществите цепь превращений:



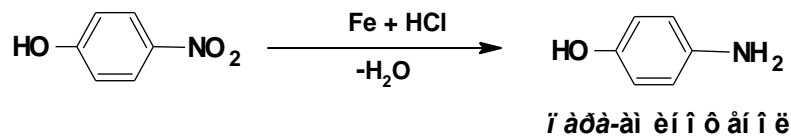
Установите строение салофена.

Решение:

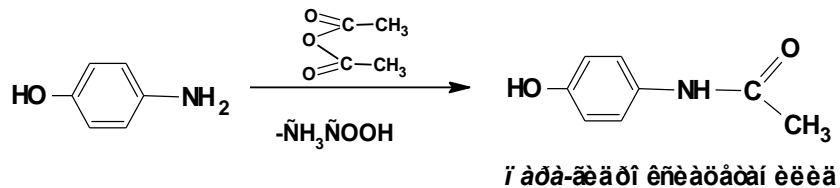
1.



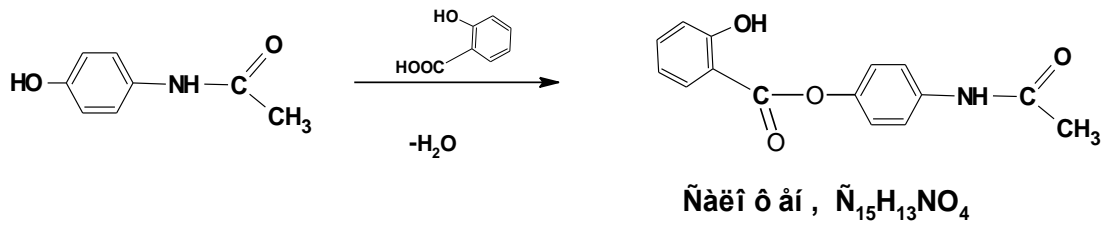
2.



3.

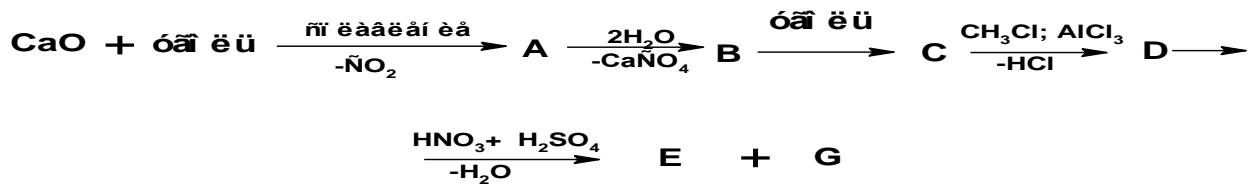


4.

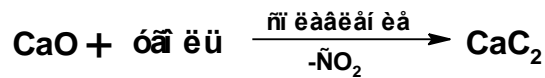


Задание №4

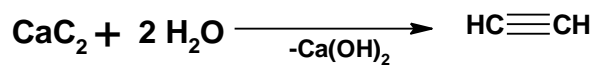
Осуществите превращения, установите строение и дайте название конечным продуктам:



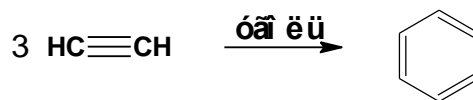
Решение:



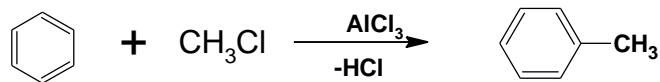
Вещество **A**: карбид кальция



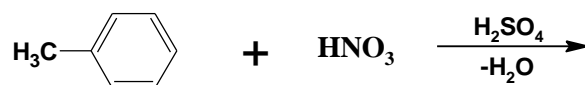
Вещество **B**: ацетилен



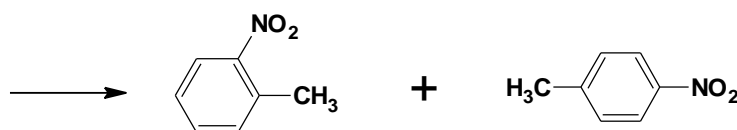
Вещество **C**: бензол.



Вещество **D**: толуол



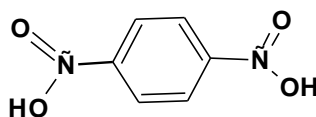
Метильный радикал является ориентантом I рода. Соответственно направляет реакцию электрофильного замещения в орто- и пара- положения с образованием двух изомерных продуктов:



Ответ: орто-нитротолуол и пара-нитротолуол.

Задание №5

Соединение C_9H_{10} обесцвечивает бромную воду и раствор $KMnO_4$ на холоду. При нагревании с водным раствором $KMnO_4$ образуется пара-фталевая кислота:

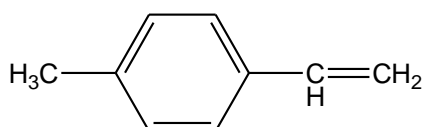


Определите строение исходного углеводорода, дайте ему название.

Решение:

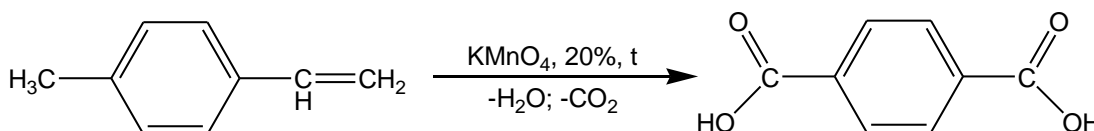
пара-Фталевая кислота является ароматическим соединением с боковыми цепями. Ароматическое кольцо не обесцвечивает бромную воду и не взаимодействует с раствором перманганата калия на холоду. Такие свойства присущи непредельному соединению. Непредельным фрагментом, построенным из двух углеродных атомов, является радикал винил $CH_2=CH-$.

Молекула пара-фталевой кислоты содержит две боковые цепи в пара-положениях. Молекулярной формуле C_9H_{10} будет соответствовать структура, представляющая собой ароматическое кольцо с винильным радикалом и метильным радикалом в пара-положении.



1-винил-4-метилбензол, пара-метилстирол

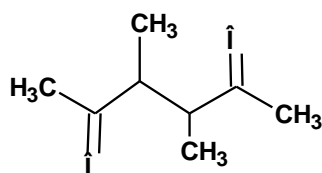
Сильные окислители окисляют боковые цепи до карбоновых кислот.



Ответ: исходным углеводородом является 1-винил-4-метилбензол, пара-метилстирол

Задание №6

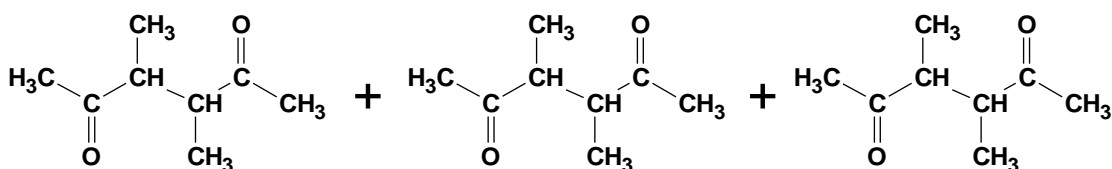
Установите строение полимера, при озонировании которого образуется следующее соединение:



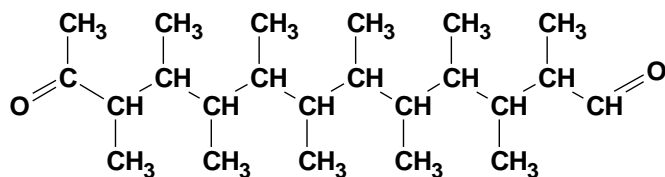
Установите строение исходного непредельного соединения дайте ему название.

Решение:

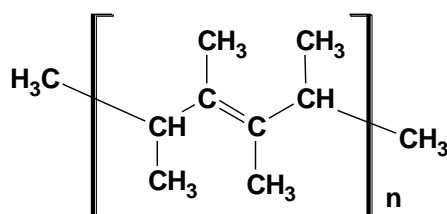
Озонированию подвергаются двойные связи. В макромолекуле, которая подвергается озонированию, двойная связь содержится в мономерном звене. Чередование мономерных звеньев предполагает чередование двойных связей. Озонированию подвергаются двойные связи соседних мономерных звеньев. Атомы углерода, соединенные двойными связями, входят в состав карбонильной группы.



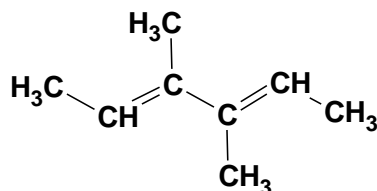
В участке макромолекулы атомы углерода карбонильной группы соединяем двойными связями.



Атомы кислорода в продукте озонирования находятся в 1,4-положениях. Соответственно, мономерное звено содержит 4 атома углерода, из которых 2 и 3 соединены двойной связью:



Исходное непредельное соединение – 3,4-диметилгексадиен-1,4.



Ответ: 3,4-диметилгексадиен-1,4.