

Разбор заданий пригласительного этапа ВсОШ по химии для 10 класса

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1.1

Условие:

Существуют соединения, в состав которых входят атомы одного и того же элемента в различных степенях окисления. Выберите такие соединения из представленного набора веществ:

Варианты ответов:

- CH_3COOH
- N_2O_5
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- P_4O_{10}
- HOOC-COOH
- Fe_3O_4

Правильные ответы:

- CH_3COOH
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- Fe_3O_4

За каждый верный ответ — 1 балл, за каждый неверный ответ — штраф 1 балл

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение.

В уксусной кислоте присутствует два атома углерода, из которых один - связан с тремя водородными атомами и соседним атомом углерода и имеет формальную степень окисления -3; другой находится в составе карбоксильной группы, связан с двумя атомами кислорода и одним углеродным атомом, имеет степень окисления +3. Таким образом, уксусная кислота подходит.

В оксиде азота (V) оба атома азота имеют одинаковое окружение и степень окисления +5. Молекулу тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ можно представить как сульфат натрия, в котором один из атомов кислорода замещён на атом серы с той же степенью окисления -2 при

сохранении степени окисления центрального атома серы +6. Таким образом, тиосульфат натрия подходит.

В молекуле пентаоксида фосфора все атомы фосфора эквивалентны и имеют степень окисления +5.

В молекуле щавелевой кислоты оба атома углерода эквивалентны и имеют степень окисления +3.

Железная окалина Fe_3O_4 представляет собой смешанный оксид железа (II) FeO и железа (III) Fe_2O_3 , которые имеют степени окисления железа +2 и +3, соответственно.

Задание № 1.2

Условие:

Существуют соединения, в состав которых входят атомы одного и того же элемента в различных степенях окисления. Выберите такие соединения из представленного набора веществ:

Варианты ответов:

- $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$
- N_2O_5
- FeS_2
- Fe_3O_4
- $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- NH_4NO_3

Правильные ответы:

- Fe_3O_4
- $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- NH_4NO_3

За каждый верный ответ — 1 балл, за каждый неверный ответ — штраф 1 балл

Максимальный балл за задание — 3 балла

Решение.

В молекуле этиленгликоля $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ оба атома углерода эквивалентны и имеют степень окисления -1.

В оксиде азота (V) оба атома азота имеют одинаковое окружение и степень окисления +5.

В дисульфиде железа (II) оба атома серы эквивалентны и имеют степень окисления -1.

Железная окалина Fe_3O_4 представляет собой смешанный оксид железа (II) FeO и железа (III) и Fe_2O_3 , которые имеют степени окисления железа +2 и +3, соответственно.

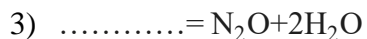
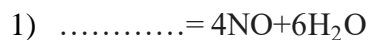
В малоновой кислоте $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ два атома углерода находятся в составе карбоксильной группы $-\text{COOH}$ и имеют степень окисления +3, а центральный атом углерода $-\text{CH}_2-$ имеет степень окисления -2.

В нитрате аммония NH_4NO_3 атомы азота находятся в различных степенях окисления -3 и +5.

Задание № 2

Общее условие:

Восстановите левые части следующих уравнений реакций:



В качестве ответа приведите сумму коэффициентов в левой части уравнения.

Условие:

Реакция 1:

Ответ: 9

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Реакция 2:

Ответ: 6

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Реакция 3:

Ответ: 1

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Реакция 4:

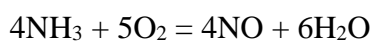
Ответ: 9

Точное совпадение ответа — 1 балл

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Реакция 1. Такие продукты реакции характерны для окисления аммиака кислородом в присутствии платиново-родиевого катализатора:



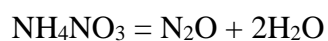
Сумма коэффициентов в левой части – 9

Реакция 2. Очевидно, речь идет об окислении иодид-ионов ионами меди(2+).



Сумма коэффициентов в левой части – 6

Реакция 3. По всей видимости, речь идет о реакции разложения. Суммируя количество атомов в правой части, выходим на состав соединения в левой части, т.е. NH_4NO_3 . При термическом разложении нитрата аммония будут образовываться N_2O и вода:



Сумма коэффициентов в левой части – 1

Реакция 4. В приведенном уравнении нетрудно узнать реакцию Вагнера – окисление алкенов холодным водным раствором перманганата калия.



Сумма коэффициентов в левой части – 9

Задание № 3.1

Общее условие:

Ответьте на вопросы.

Условие:

Найдите среди перечисленных веществ гомологи:

Варианты ответов:

- Гекса-1,3-диен
- 3,4-диметилнон-1-ен
- 3-метилциклопентен
- 3-метилгекс-3-ен
- 2-метилпент-2-ен

Правильные ответы:

- 3-метилгекс-3-ен
- 2-метилпент-2-ен

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Найдите среди перечисленных веществ изомеры:

Варианты ответов:

- Гекса-1,3-диен
- 3,4-диметилнон-1-ен
- 3-метилциклопентен
- 3-метилгекс-3-ен
- 2-метилпент-2-ен

Правильные ответы:

- Гекса-1,3-диен
- 3-метилциклопентен

Точное совпадение ответа — 1 балл

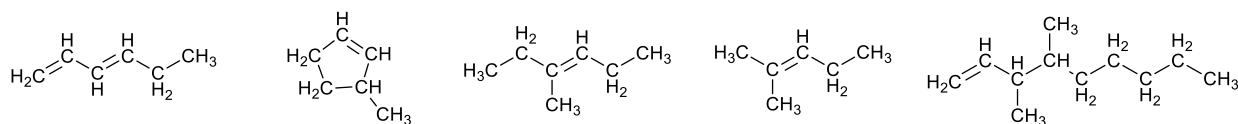
Максимальный балл за задание — 2 балла

Решение.

Изомеры – это соединения, имеющие одинаковый качественный и количественный состав (число атомов каждого типа), но различное взаимное расположение атомов, то есть разное строение.

Гомологи – это близкие по строению и свойствам соединения, которые отличаются на одну или несколько групп CH_2 .

Структурные формулы соединений:



гекса-1,3-диен 3-метилциклопентен 3-метилгекс-3-ен 2-метилпент-2-ен 3,4-диметилнон-1-ен

Гекса-1,3-диен и 3-метилциклопентен имеют одинаковый состав (C_6H_{10}), но различное строение (первый относится к классу алкадиенов, второй – к классу циклоалкенов). Эти соединения являются изомерами.

3-Метилгекс-3-ен и 2-метилпент-2-ен относятся к классу алкенов и имеют похожее строение, но отличаются друг от друга на одну группу CH_2 . Эти соединения являются гомологами.

Задание № 3.2

Общее условие:

Ответьте на вопросы.

Условие:

Найдите среди перечисленных веществ гомологи:

Варианты ответов:

- Гекса-1,3-диен
- Гексин-1
- Циклогептен
- 3-метилгекс-3-ен
- Метилциклогептен

Правильные ответы:

- Циклогептен
- Метилциклогептен

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Найдите среди перечисленных веществ изомеры:

Варианты ответов:

- Гекса-1,3-диен
- Гексин-1
- Циклогептен
- 3-метилгекс-3-ен
- Метилциклогептен

Правильные ответы:

- Гекса-1,3-диен
- Гексин-1

Точное совпадение ответа — 1 балл

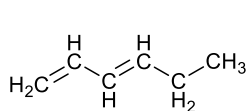
Максимальный балл за задание — 2 балла

Решение.

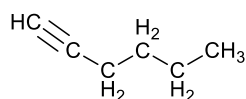
Изомеры – это соединения, имеющие одинаковый качественный и количественный состав (число атомов каждого типа), но различное взаимное расположение атомов, то есть разное строение.

Гомологи – это близкие по строению и свойствам соединения, которые отличаются на одну или несколько групп CH_2 .

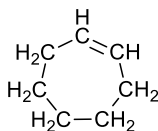
Структурные формулы соединений:



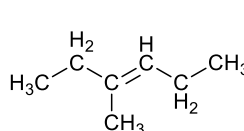
гекса-1,3-диен



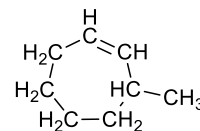
гексин-1



циклогептен



3-метилгекс-3-ен



метилциклогептен

Гекса-1,3-диен и гексин-1 имеют одинаковый состав (C_6H_{10}), но различное строение (первый относится к классу алкадиенов, второй – к классу алкинов). Эти соединения являются изомерами.

Циклогептен и метилциклогептен относятся к классу циклоалкенов и имеют похожее строение, но отличаются друг от друга на одну группу CH_2 . Эти соединения являются гомологами.

Задание № 4

Общее условие:

При бромировании на свету углеводорода C_5H_{10} может образоваться только один монобромид.

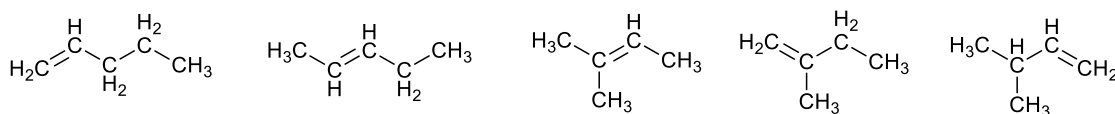
Сколько метиленовых групп (CH_2) имеется в структуре этого углеводорода?

Ответ: 5

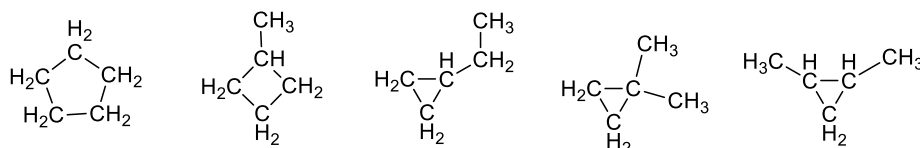
Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

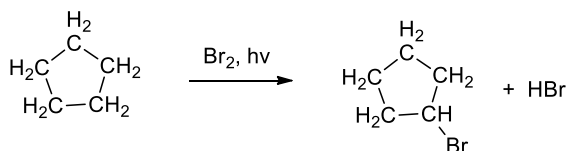
Брутто-формула углеводорода C_5H_{10} подходит под общую формулу C_nH_{2n} , которая соответствует двум классам соединений – алкенам и циклоалканам. Чтобы углеводород мог давать только один монобромид, он должен иметь один тип химически неэквивалентных атомов водорода. Предположим, что неизвестный углеводород является алкеном и изобразим все его возможные изомеры:



Как видно, ни один из изображенных алкенов не удовлетворяет условию задачи. Предположим, что неизвестный углеводород является циклоалканом и изобразим все его возможные изомеры:



Из них только циклопентан удовлетворяет условию задачи, в его молекуле все атомы водорода эквивалентны друг другу. Единственный продукт монобромирования – бромциклопентан.



Задание № 5.1

Условие:

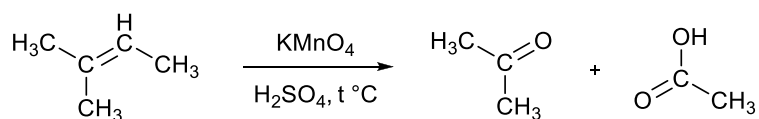
В результате окисления углеводорода X сернокислым раствором перманганата калия при нагревании в качестве органических продуктов были получены уксусная кислота и ацетон. Определив углеводород X, найдите его молярную массу. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Ответ: 70

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Среди углеводородов перманганатом калия окисляются алкены, алкадиены и алкины. Продукты реакции, описанные в условии задачи, могут образоваться только при окислении алкенов. Так как одним из продуктов был ацетон, то при одном атоме углерода двойной связи алкена должны быть две метильные группы. Вторым продуктом является уксусная кислота; следовательно, при втором атоме углерода двойной связи алкена должна быть одна метильная группа. Тогда неизвестный алкен X – 2-метилбут-2-ен:



Его молярная масса равна: $12 \cdot 5 + 10 = 70$ г/моль.

Условие:

При окислении этого же углеводорода X водным раствором перманганата калия при охлаждении образуется один органический продукт. Найдите его молярную массу. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

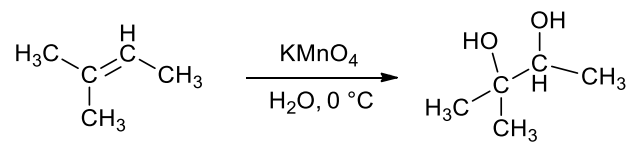
Ответ: 104

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Окисление алкенов водным раствором перманганата калия при охлаждении приводит к образованию 1,2-диолов (окисление по Вагнеру). Таким образом из 2-метилбут-2-ена должен получиться 2-метилбутан-2,3-диол:



Его молярная масса равна: $17 \cdot 2 + 70 = 104$ г/моль.

Задание № 5.2

Условие:

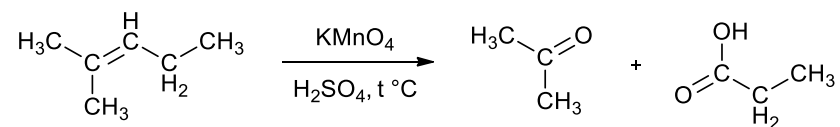
В результате окисления углеводорода X сернокислым раствором перманганата калия при нагревании в качестве органических продуктов были получены пропановая кислота и ацетон. Определив углеводород X, найдите его молярную массу. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Ответ: 84

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Среди углеводородов перманганатом калия окисляются алкены, алкадиены и алкины. Продукты реакции, описанные в условии задачи, могут образоваться только при окислении алкенов. Так как одним из продуктов был ацетон, то при одном атоме углерода двойной связи алкена должны быть две метильные группы. Вторым продуктом является пропановая кислота; следовательно, при втором атоме углерода двойной связи алкена должна быть одна этильная группа. Тогда неизвестный алкен X – 2-метилпент-2-ен:



Его молярная масса равна: $12 \cdot 6 + 12 = 84$ г/моль.

Условие:

При окислении этого же углеводорода X водным раствором перманганата калия при охлаждении образуется один органический продукт. Найдите его молярную массу. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

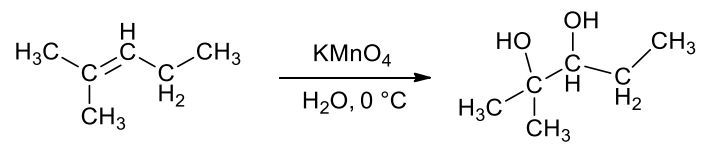
Ответ: 118

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Окисление алкенов водным раствором перманганата калия при охлаждении по Вагнеру приводит к образованию 1,2-диолюв. Таким образом из 2-метилпент-2-ена должен получиться 2-метилпентан-2,3-диол:



Его молярная масса равна: $17 \cdot 2 + 84 = 118$ г/моль.

Задание № 6.1

Общее условие:

Простые вещества X и Y образованы элементами, названия которых переводятся с греческого как «зелёный» и «фиалковый». При взаимодействии этих простых веществ можно получить соединение Z красно-бурого цвета, содержащее 21.8 масс.% более лёгкого элемента.

Условие:

Запишите номер элемента Y в Периодической таблице.

Ответ: 53

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Запишите формулу простого вещества, образованного элементом Y.

Ответ: I₂

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Запишите формулу соединения Z.

Ответ: ICl

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Обратимся к названиям веществ. В переводе с греческого «зеленый» звучит как *хлорос*, а «цвета фиалки», «фиалковый» - *иодос*. Таким образом, соединение Z образуется при взаимодействии хлора (X) и йода (Y). Порядковый номер йода – 53, формула простого вещества I₂.

Определим далее формулу соединения Z. Пусть данное вещество имеет состав ICl_x. Тогда массовая доля хлора составляет

$$w = x \cdot 35,5 / (127 + x \cdot 35,5) = 0,218$$

Отсюда $x = 1$. Соединение – ICl.

Задание № 6.2

Общее условие:

Простые вещества X и Y образованы элементами, названия которых переводятся с греческого как «зелёный» и «фиалковый». При взаимодействии этих простых веществ можно получить соединение Z жёлтого цвета, содержащее 54.4 масс.% более тяжёлого элемента.

Условие:

Запишите номер элемента X в Периодической таблице.

Ответ: 17

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Запишите формулу простого вещества, образованного элементом X .

Ответ: Cl_2

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Запишите формулу соединения Z .

Ответ: ICl_3

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Обратимся к названиям веществ. В переводе с греческого «зеленый» звучит как *хлорос*, а «цвета фиалки», «фиалковый» - *иодос*. Таким образом, соединение Z образуется при взаимодействии хлора (X) и йода (Y). Порядковый номер хлора – 17, формула простого вещества Cl_2 .

Определим далее формулу соединения Z . Пусть данное вещество имеет состав ICl_x . Тогда массовая доля йода составляет

$$w = 127 / (127 + x * 35,5) = 0,544$$

Отсюда $x = 3$. Соединение – ICl_3 .

Задание № 7

Условие:

В атмосфере неизвестной ранее планеты обнаружен компонент, обладающий следующими свойствами:

- плотность близка к плотности кислорода (при одинаковых условиях);
- бесцветен;
- при охлаждении до -50°C остаётся газообразным;
- практически не растворяется в воде;
- не поглощается ни раствором едкого натра, ни соляной кислотой;
- в атмосфере Земли не самовоспламеняется, но при поджигании горит с образованием твердого, белого, высококигроскопичного вещества, водный раствор которого окрашивает метилоранж в красный цвет.

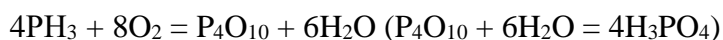
О каком газе идет речь? В ответе укажите сумму порядковых номеров элементов, из которых состоит данный газ.

Ответ: 16

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Образование твердого вещества при сгорании газа позволяет исключить из рассмотрения углеводороды, сероводород, соединения азота с кислородом или водородом. Диборан самовоспламеняется на воздухе. Тогда наиболее вероятным вариантом оказывается фосфин, PH_3 .



Сумма порядковых номеров элементов фосфора и водорода составляет 16.

Задание № 8

Условие:

Металл X легко взаимодействует со многими неметаллами. Массовая доля элемента X в продукте взаимодействия с кислородом составляет 72.4%; с хлором — 34.4%; с серой — 63.5%.

Определите металл X. В качестве ответа введите химический символ элемента.

Ответ: Fe

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Для определения металла установим его возможную атомную массу. Удобнее всего, вероятно, сделать это с хлоридом – как правило, в хлоридах элементы проявляют одну единственную степень окисления.

Тогда если формула хлорида XCl_y , то

$$M(X)/(M(X) + 35,5y) = 0,345$$

$$M(X) = 18,7y$$

При $y = 3$ $M(X) = 56,1$ г/моль – очевидно, речь идет о **железе**

Действительно, в $FeCl_3$ массовая доля железа 34,5%, в оксиде Fe_3O_4 – 72,4%,

в сульфиде FeS – 63,6%

Условие:

Продукт взаимодействия металла X с хлором растворили в воде. В какой цвет будет окрашен метилоранж в полученном растворе?

Варианты ответов:

- Жёлтый
- Красный
- Розовый
- Оранжевый
- Малиновый
- Синий
- Фиолетовый
- Бесцветный

Ответ:

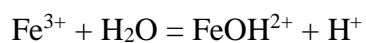
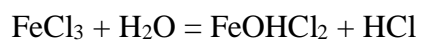
- Красный

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

При растворении трихлорида железа в воде вследствие гидролиза раствор приобретает кислую реакцию среды – лакмус розовый.



Задание № 9.1

Условие:

Этанол нагрели до 450°C в присутствии оксидов алюминия и цинка в качестве катализаторов. Образовавшийся продукт обработали бромоводородом. Выберите из списка соединения, которые **НЕ** могут быть продуктами второй реакции:

Варианты ответов:

- 1,2-дибромбутан
- 1,3-дибромбутан
- 1,4-дибромбутан
- 2,2-дибромбутан
- 2,3-дибромбутан

Правильные ответы:

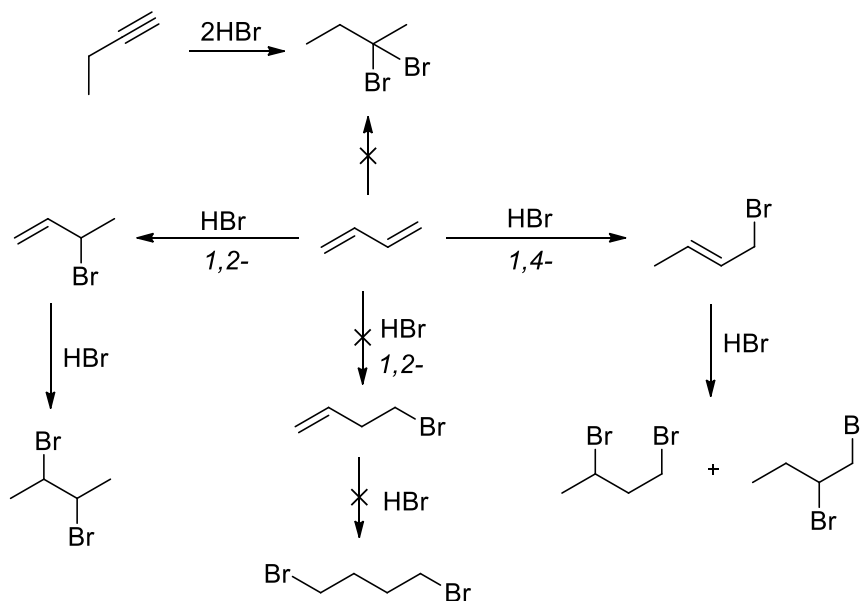
- 1,4-дибромбутан
- 2,2-дибромбутан

За каждый верный ответ — 2 балла, за каждый неверный ответ — штраф 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Нагревание этанола при 450 °С в присутствии в качестве катализаторов оксидов алюминия и цинка – это реакция Лебедева, приводящая к бута-1,3-диену. Рассмотрим возможные продукты присоединения бромоводорода к бута-1,3-диену:



1,2-Присоединение бромоводорода к бута-1,3-диену должно протекать по правилу Марковникова, дальнейшее присоединение протекает таким же образом – образуется 2,3-дибромбутан. Возможно также 1,4-присоединение бромоводорода к бута-1,3-диену, особенно при нагревании, при этом образуется 1-бромбут-2-ен. Так как в этом соединении оба атома углерода двойной связи имеют по одному заместителю, то возможны два варианта присоединения бромоводорода, приводящие к 1,2-дибромбутану и 1,3-дибромбутану. Напротив, 1,2-присоединение бромоводорода против правила Марковникова к обеим двойным связям бута-1,3-диена с образованием 1,4-дибромбутана крайне маловероятно. Наконец, еще один приведенный продукт бромирования, 2,2-дибромбутан, может образоваться только из изомера бута-1,3-диена – бут-1-ина.

Таким образом, при присоединении бромоводорода к бута-1,3-диену не образуются 1,4-дибромбутан и 2,2-дибромбутан.

Задание № 9.2

Условие:

Этанол нагрели до 450°C в присутствии оксидов алюминия и цинка в качестве катализаторов. Образовавшийся продукт обработали хлороводородом. Выберите из списка соединения, которые **НЕ** могут быть продуктами второй реакции:

Варианты ответов:

- 1,2-дихлорбутан
- 1,3-дихлорбутан
- 1,4-дихлорбутан
- 2,2-дихлорбутан
- 2,3-дихлорбутан

Правильные ответы:

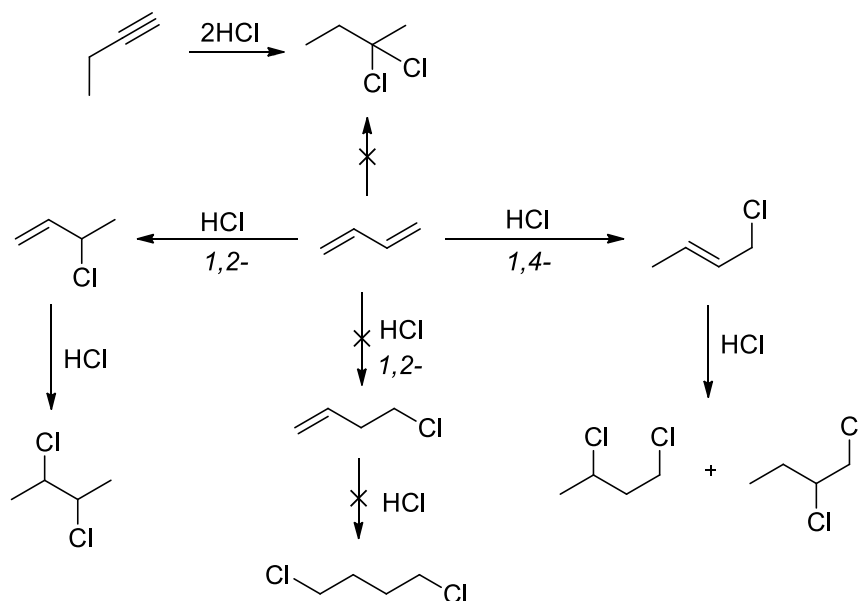
- 2,2-дихлорбутан
- 1,4-дихлорбутан

За каждый верный ответ — 2 балла, за каждый неверный ответ — штраф 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Нагревание этанола при 450 °С в присутствии в качестве катализаторов оксидов алюминия и цинка – это реакция Лебедева, приводящая к бута-1,3-диену. Рассмотрим возможные продукты присоединения хлороводорода к бута-1,3-диену:



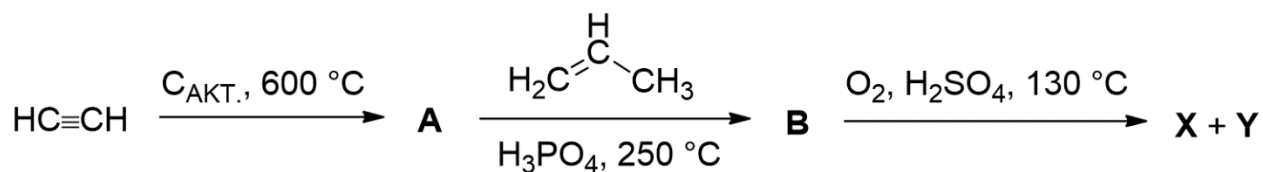
1,2-Присоединение хлороводорода к бута-1,3-диену должно протекать по правилу Марковникова, дальнейшее присоединение протекает таким же образом – образуется 2,3-дихлорбутан. Возможно также 1,4-присоединение хлороводорода к бута-1,3-диену, особенно при нагревании, при этом образуется 1-хлорбут-2-ен. Так как в этом соединении оба атома углерода двойной связи имеют по одному заместителю, то возможны два варианта присоединения хлороводорода, приводящие к 1,2-дихлорбутану и 1,3-дихлорбутану. Напротив, 1,2-присоединение хлороводорода против правила Марковникова к обеим двойным связям бута-1,3-диена с образованием 1,4-дихлорбутана крайне маловероятно. Наконец, еще один приведенный продукт хлорирования, 2,2-дихлорбутан, может образоваться только из изомера бута-1,3-диена – бут-1-ина.

Таким образом, при присоединении хлороводорода к бута-1,3-диену не образуются 1,4-дихлорбутан и 2,2-дихлорбутан.

Задание № 10

Общее условие:

Ниже представлена схема превращений с участием ацетилена:



Массовые доли углерода в соединениях X и Y равны 76.6% и 62.0%, соответственно. Найдите молярные массы веществ А, В, X и Y. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Условие:

Молярная масса вещества А:

Ответ: 78

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Молярная масса вещества В:

Ответ: 120

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Молярная масса вещества X:

Ответ: 94

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Молярная масса вещества Y:

Ответ: 58

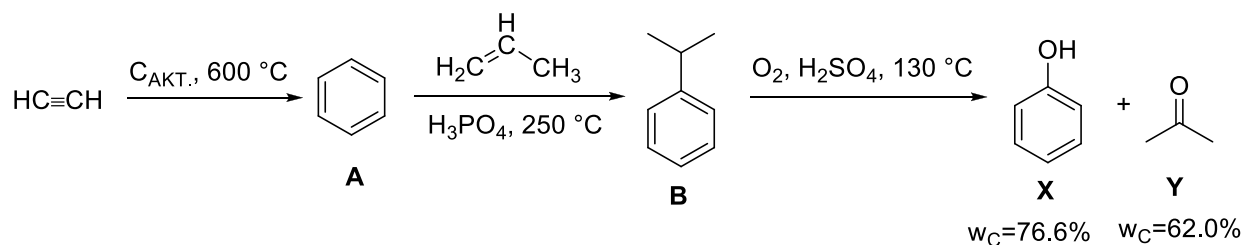
Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6 баллов

Решение.

Очевидно, что первая стадия – это реакция Зелинского, тримеризация ацетилена, в результате которой образуется бензол А. Его молярная масса равна: $12 \cdot 6 + 6 = 78$ г/моль.

Вторая стадия представляет собой синтез кумола (изопропилбензола) **В** по механизму ароматического электрофильного замещения с участием пропилена и фосфорной кислоты в качестве кислотного катализатора. Молярная масса кумола равна: $12 \cdot 9 + 12 = 120$ г/моль. Наконец, окисление кумола приводит к образованию фенола **Х** и ацетона **У** (кумольный способ получения фенола).



Молярная масса фенола равна: $12 \cdot 6 + 6 + 16 = 94$ г/моль, ацетона: $12 \cdot 3 + 6 + 16 = 58$ г/моль. Массовая доля углерода в феноле: $100 \cdot 12 \cdot 6 / 94 = 76.6\%$, в ацетоне: $100 \cdot 12 \cdot 3 / 58 = 62.0\%$, что соответствует условию.

Задание № 11

Общее условие:

При кислотном гидролизе сложного эфира с молярной массой меньше 100 г/моль было получено два продукта, массы которых оказались равны. Найдите молярные массы этих продуктов. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Условие:

Молярная масса продукта 1:

Ответ: 46

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Молярная масса продукта 2:

Ответ: 46

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 6 баллов

Решение.

При кислотном гидролизе сложного эфира общей формулы R^1COOR^2 образуются карбоновая кислота и спирт в эквимольных количествах. Общая формула для карбоновых кислот: R^1COOH , общая формула для спиртов: R^2OH . Так как в условии задачи сказано, что получили два продукта, массы которых оказались равны, то, следовательно, молярные массы этих продуктов будут тоже равны между собой.

Тогда справедливо равенство: $M_{\text{кислоты}} = M_{\text{спирта}}$ или $M_{R^1} + 45 = M_{R^2} + 17$.

Откуда следует, что $M_{R^2} - M_{R^1} = 28$, то есть масса радикала в спирте на 28 г/моль (или две метиленовые группы) больше, чем в кислоте. Рассмотрим варианты:

$R^1 = H$ и $R^2 = C_2H_5$ (сложный эфир – этилформиат, $M = 74$ г/моль)

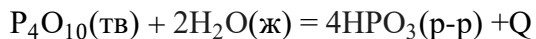
$R^1 = CH_3$ и $R^2 = C_3H_7$ (сложный эфир – пропилацетат, $M = 102$ г/моль)

Условию задачи удовлетворяет только первый вариант. Тогда молярные массы продуктов реакции, муравьиной кислоты и этилового спирта, равны между собой и составляют 46 г/моль.

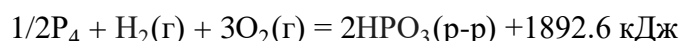
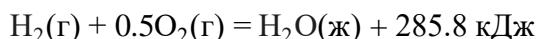
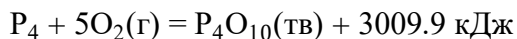
Задание № 12

Условие:

Рассчитайте теплоту образования 1 моль метафосфорной кислоты из фосфорного ангидрида.



Воспользуйтесь следующими данными:



Ответ выразите в кДж/моль, округлите до десятых.

Ответ: 50.9

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Вычислите массовую долю метафосфорной кислоты в образовавшемся растворе, если известно, что масса взятого P_4O_{10} равна 28.2 г, а масса воды — 100 г. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: 25

Точное совпадение ответа — 3 балла

Максимальный балл за задание — 6 баллов

Решение.

По закону Гесса тепловой эффект реакции не зависит от пути её протекания, а только от начального и конечного состояний, что позволяет комбинировать реакции для расчёта тепловых эффектов.

Таким образом, реакцию образования метафосфорной кислоты из оксида фосфора можно получить путём вычитания из удвоенной реакции образования метафосфорной кислоты из фосфора (4) удвоенной реакции образования воды (3) и реакции образования пентаоксида фосфора (2). Соответственно, тепловой эффект будет рассчитываться как $2 \cdot Q_4 - 2 \cdot Q_3 - Q_2 = 2 \cdot 1892.6 - 2 \cdot 285.8 - 3009.9 = 203.7$ кДж/моль. Стоит отметить, что по реакции (1) образуется 4 моля метафосфорной кислоты, тогда на 1 моль тогда будет приходиться $203.7/4 = 50.9$ кДж/моль теплоты.

Массовая доля полученной метафосфорной кислоты по определению равняется отношению её массы к общей массе образовавшегося раствора. По закону сохранения массы, в результате реакции общая масса раствора не изменится и будет равна массе воды и массе пентаоксида фосфора $m(\text{P}_4\text{O}_{10})+m(\text{H}_2\text{O})=100+28.2=128.2$ г. Масса образовавшейся метафосфорной кислоты равняется $m(\text{P}_4\text{O}_{10})/M_r(\text{P}_4\text{O}_{10}) \cdot 4M_r(\text{HPO}_3) = 28.2/283.9 \cdot 80 \cdot 4 = 31.8$ г.

Таким образом, массовая доля HPO_3 равняется $31.8/128.2 \approx 25\%$.