**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**

**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

**2023-2024 УЧЕБНЫЙ ГОД**

**10 КЛАСС**

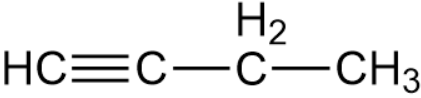
Решения

**Задача 1.**

1) Найдём молярную массу углеводорода **X**. Поскольку относительная плотность **X** по аргону равна 1,35, M(**X**) равна:

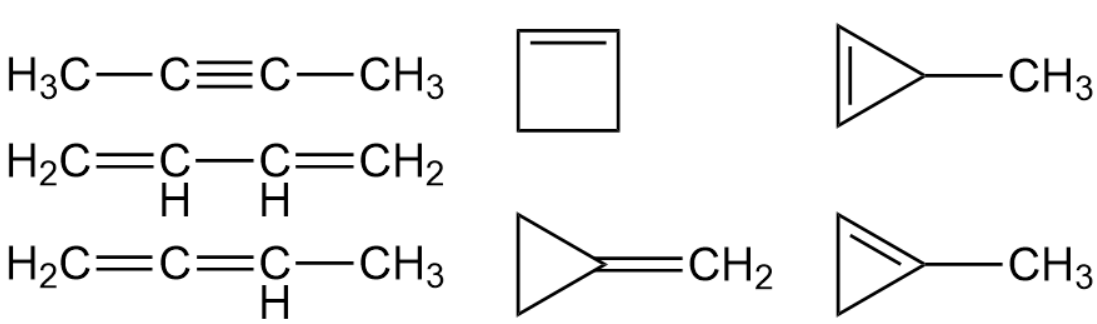
M(**X**) = Ar(Ar)\*1,35 = 54 г/моль.

Это соответствует брутто-формуле C4H6. Поскольку **X** способен реагировать с реактивом Толленса, а при окислении в жёстких условиях образует лишь одну карбоновую кислоту, можно сделать вывод, что **X** – это терминальный алкин, бутин-1.



*(4 балла)*

2) К изомерам бутина-1 можно отнести следующие соединения:



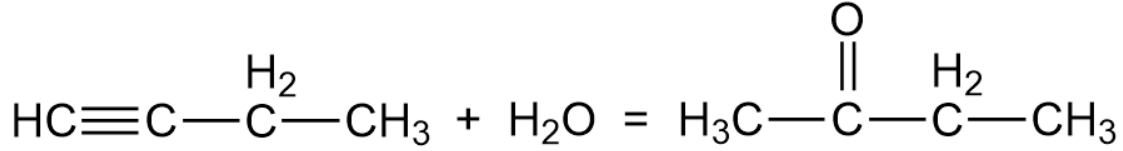
В ответ засчитываются три структурные формулы, принадлежащие соединениям из разных классов.

*(6 баллов)*

3) Бутин-1, будучи терминальным алкином, проявляет свойства слабой CH-кислоты и при взаимодействии с реактивом Толленса образует ацетиленид серебра:

HC≡C–CH2–CH3 + [Ag(NH3)2]OH = AgC≡C–CH2–CH3↓ + H2O + 2NH3↑.

Гидратация бутина-1 протекает при катализе HgSO4/H2SO4 и приводит к образованию бутанона:



Окисление перманганатом калия в кислой среде протекает с разрывом тройной связи и приводит образованию пропионовой кислоты:

5HC≡C–CH2–CH3 + 8KMnO4 + 12H2SO4 = 5CH3CH2COOH + 5CO2↑ + 4K2SO4 + 8MnSO4 + 12H2O.

*(6 баллов)*

4) Классическим способом получения замещённых ацетиленов является алкилирование ацетиленид-аниона алкилгалогенидами. Для этого ацетилен обрабатывают амидом натрия или другим основанием, а затем образовавшийся моноацетиленид вводят в реакцию бимолекулярного нуклеофильного замещения с первичным алкилгалогенидом:

HC≡CH + NaNH2 = HC≡CNa + NH3,

HC≡CNa + C2H5Br = HC≡C–CH2–CH3 + NaBr.

В ответ засчитывается любой корректный способ превращения ацетилена в бутин-1.

*(4 балла)*

**Задача 2.**

1) Тритий содержит в своем ядре 2 нейтрона. Число нейтронов в **Q** равно 12. Зная, что речь идет о самом распространенном изотопе **Q**, а также, что массовое число атома равняется сумме чисел протонов и нейтронов, подбором найдем такую сумму p+ + n0, которая будет давать атомную массу, приведенную в таблице. По условиям задачи это либо Na (11 + 12 = 23), либо Mg (12 + 12 = 24).

«Английская соль» – это гептагидрат сульфата магния, MgSO4\*7H2O. В отличие от многих соседей по периодической системе химических элементов – кальция, бария, стронция и радия, магний можно хранить на воздухе, поскольку при комнатной температуре он окисляется кислородом лишь с поверхности. Однако при нагревании он сгорает ослепительно белым пламенем.

Таким образом, **Q** – это магний.

*(3 балла)*

2) Магний является активным металлом: при нагревании он восстанавливает титан из его тетрахлорида, бурно реагирует с соляной кислотой с выделением водорода, а с алкилгалогенидами в среде эфира образует металлоорганические соединения – реактивы Гриньяра:

2Mg + TiCl4 = 2MgCl2 + Ti,

Mg + 2HCl = MgCl2 + H2↑,

Mg + CH3–CH2–Br = CH3–CH2–MgBr.

*(9 баллов)*

3) При горении на воздухе магний взаимодействует как с кислородом, так и с азотом. При этом образуется оксид магния и некоторое количество нитрида:

2Mg + O2 = 2MgO,

3Mg + N2 = Mg3N2.

*(4 балла)*

4) Нагретый магний активно взаимодействует с водой с выделением водорода, что может привести к взрыву, а также интенсивно горит в атмосфере углекислого газа. Поэтому для его тушения применяют порошковые огнетушители, препятствующие доступу воздуха к очагу возгорания.

Mg + 2H2O = Mg(OH)2 + H2↑ или Mg + H2O = MgO + H2↑,

Mg + CO2 = MgO + C.

*(4 балла)*

**Задача 3.**

1. Запишем уравнение взаимодействия ХОН с HCl:

XOH + HCl = XCl + H2O.

Найдем массу ХОН:

m(XOH) = ω(XOH)\*m(раствора)/100%,

m(XOH) = 2%\*112,5 г/100% = 2,25 г.

Найдем массу раствора HCl:

m(р-ра HCl) = ρ(р-ра HCl)\*V(р-ра HCl),

m(р-ра HCl) = 1,023 г/мл\*10,7 мл = 10,95 г,

отсюда масса HCl, пошедшего на реакцию, равна:

m(HCl) = m(р-ра HCl)\*ω(HCl)/100%,

m(HCl) = 10,95 г\*5%/100% = 0,5475 г.

Количество вещества HCl:

ν(HCl) = 0,5475 г/36,5 г/моль = 0,015 моль.

Так как

ν(HCl) : ν(XOH)

1 : 1,

найдем М(XOH):

M(XOH) = m(XOH)/ν(XOH),

M(XOH) = 2,25 г/0,015 моль = 150 г/моль.

Отсюда Ar(X) = 133, а **Х** – Cs.

Искомое основание – CsOH

*(7 баллов)*

А) Формула для нахождения массовой доли вещества в смеси:

ω(CsOH) = m(CsOH)\*100%/m(р-ра CsOH).

Отсюда m(CsOH) = ω(CsOH)\*m(р-ра CsOH)/100%,

m(CsOH) = 25%\*765 г/100% = 191,25 г.

Найдем массу кристаллогидрата:

m(CsOH\*H2O) = M(CsOH\*H2O)\*m(CsOH)/M(CsOH),

m(CsOH\*H2O) = 168 г/моль\*191,25 г/150 г/моль = 214,2 г.

*(5 баллов)*

Б) Формула для нахождения молярной концентрации вещества:

CM(CsOH) = ν(CsOH)/V(р-ра CsOH),

3,5 моль/л = ν(CsOH)/2,3 л,

ν(CsOH) = 3,5 моль/л\*2,3 л = 8,05 моль,

m(CsOH\*H2O) = 8,05 моль\*168 г/моль = 1352,4 г.

*(5 баллов)*

1. Уравнения реакций CsOH с азотной кислотой, избытком углекислого газа и недостатком углекислого газа:

CsOH + HNO3 = CsNO3 + H2O

CsOH + CO2 = CsHCO3

2CsOH + CO2 = Cs2CO3 + H2O

*(3 балла)*

**Задача 4.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | 1х |  |  |  |  |  |  |  |  | 8б |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | л |  |  |  |  |  |  |  |  | а |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | о |  |  |  |  |  |  |  |  | р |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | р |  |  |  |  |  |  |  |  | и |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | н |  | 6а | м | е | 7р | и | ц | и | й |  |  |  |
|  |  |  | 2э | к | з | о |  | л |  |  | у |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | в |  | к |  |  | т |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | 5к | а | л | и | й |  | е |  | 11п |  |  |  |  |  |
|  |  | 4х |  |  |  | т |  | н |  |  | 9н | е | о | д | и | м |  |  |
| 3б | ю | р | е | т | к | а |  | ы |  |  | и |  | л |  |  |  |  |  |
|  |  | о |  |  |  | я |  |  |  |  | й |  | о |  |  |  |  |  |
|  |  | м |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ж |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | 10у | м | е | н | ь | ш | и | л | а | с | ь |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | т |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | е |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | л |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ь |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | н |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | о |  |  |  |  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| По горизонтали: | По вертикали: |
| 2. экзо (1 балл)  3. бюретка (1 балл)  5. калий (1 балл)  6. америций (1 балл)  9. неодим (1 балл)  10. уменьшилась (1 балл) | 1. хлорноватая (1 балл)  4. хром (1 балл)  6. алкины (1 балл)  7. рутений (1 балл)  8. барий (1 балл)  11. положительно (1 балл) |

Дополнительное задание пункт 4 по вертикали:

Напишем и уравняем реакцию:

Cr2O3 + 3KClO + 4KOH = 2K2CrO4 + 3KCl + 2H2O

*(4 балла)*

Дополнительное задание пункт 6 по горизонтали:

Напишем уравнение альфа-распада :

.

*(2 балла)*

Напишем уравнение бета-распада получившегося плутония:

*(2 балла)*

**Задача 5.**

1. Уравнение реакции:



Изомеры и их названия: 2,4,4-триметилпентен-1 2,4,4-триметилпентен-2

1. Расчет выхода продукта:

М(изобутилена) = 56 г/моль; для реакции полимеризации было взято 140 г изобутилена или (140 / 56) моль вещества.

120 г брома составляют (120 / 160) 0,75 моль. 0,75 моль брома вступило в реакцию с 0,75 моль диизобутилена, который был получен из 1,5 моль изобутилена. Выход диизобутилена составил 1,5/2,5\*100 % = 60 %..