

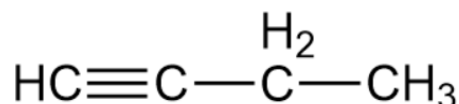
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2023-2024 УЧЕБНЫЙ ГОД
10 КЛАСС
 Решения

Задача 1.

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

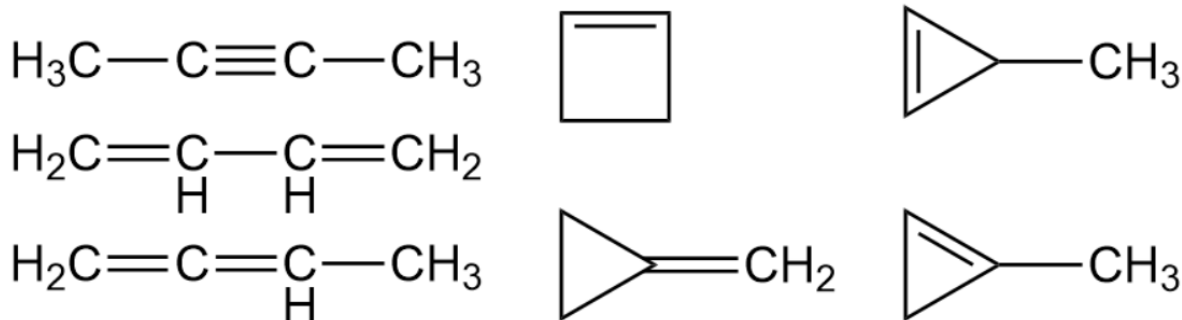
$$M(\mathbf{X}) = A_r(\text{Ar}) \cdot 1,35 = 54 \text{ г/моль.}$$

Это соответствует брутто-формуле C_4H_6 . 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)

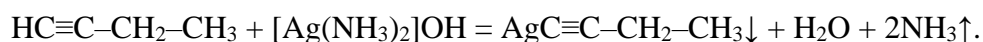
2) К изомерам бутина-1 можно отнести следующие соединения:



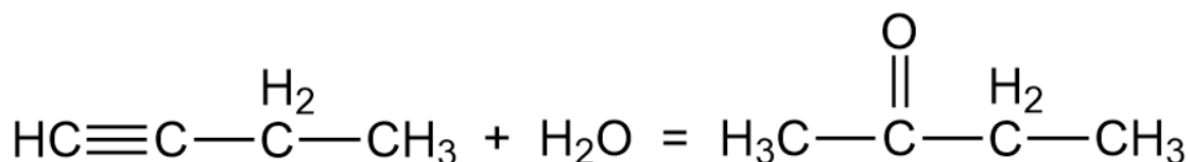
В ответ засчитываются три структурные формулы, принадлежащие соединениям из разных классов.

(6 баллов)

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



Гидратация бутина-1 протекает при катализе $\text{HgSO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$ и приводит к образованию бутанона:

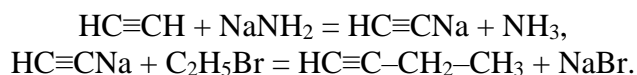


Окисление перманганатом калия в кислой среде протекает с разрывом тройной связи и приводит к образованию пропионовой кислоты:



(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:



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

(4 балла)

Задача 2.

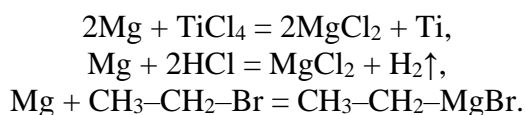
1) Тритий содержит в своем ядре 2 нейтрона. Число нейтронов в **Q** равно 12. Зная, что речь идет о самом распространенном изотопе **Q**, а также, что массовое число атома равняется сумме чисел протонов и нейтронов, подбором найдем такую сумму $p^+ + n^0$, которая будет давать атомную массу, приведенную в таблице. По условиям задачи это либо Na ($11 + 12 = 23$), либо Mg ($12 + 12 = 24$).

«Английская соль» – это гептагидрат сульфата магния, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. 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.

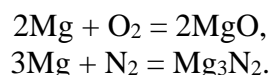
(3 балла)

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:



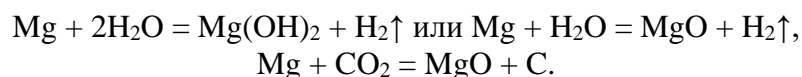
(9 баллов)

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



(4 балла)

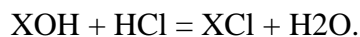
4) Нагретый магний активно взаимодействует с водой с выделением водорода, что может привести к взрыву, а также интенсивно горит в атмосфере углекислого газа. Поэтому для его тушения применяют порошковые огнетушители, препятствующие доступу воздуха к очагу возгорания.



(4 балла)

Задача 3.

1) Запишем уравнение взаимодействия XOH с HCl:



Найдем массу XOH:

$$m(\text{XOH}) = \omega(\text{XOH}) \cdot m(\text{раствора}) / 100\%, \\ m(\text{XOH}) = 2\% \cdot 112,5 \text{ г} / 100\% = 2,25 \text{ г}.$$

Найдем массу раствора HCl:

$$m(\text{р-ра HCl}) = \rho(\text{р-ра HCl}) \cdot V(\text{р-ра HCl}), \\ m(\text{р-ра HCl}) = 1,023 \text{ г/мл} \cdot 10,7 \text{ мл} = 10,95 \text{ г}, \\ \text{отсюда масса HCl, пошедшего на реакцию, равна:} \\ m(\text{HCl}) = m(\text{р-ра HCl}) \cdot \omega(\text{HCl}) / 100\%, \\ m(\text{HCl}) = 10,95 \text{ г} \cdot 5\% / 100\% = 0,5475 \text{ г}.$$

Количество вещества HCl:

$$v(\text{HCl}) = 0,5475 \text{ г} / 36,5 \text{ г/моль} = 0,015 \text{ моль}.$$

Так как

$$v(\text{HCl}) : v(\text{XOH}) \\ 1 : 1,$$

найдем M(XOH):

$$M(\text{XOH}) = m(\text{XOH}) / v(\text{XOH}), \\ M(\text{XOH}) = 2,25 \text{ г} / 0,015 \text{ моль} = 150 \text{ г/моль}.$$

Отсюда Ar(X) = 133, а X – Cs.

Искомое основание – CsOH

(7 баллов)

2)

А) Формула для нахождения массовой доли вещества в смеси:

$$\omega(\text{CsOH}) = m(\text{CsOH}) \cdot 100\% / m(\text{р-ра CsOH}).$$

$$\text{Отсюда } m(\text{CsOH}) = \omega(\text{CsOH}) \cdot m(\text{р-ра CsOH}) / 100\%, \\ m(\text{CsOH}) = 25\% \cdot 765 \text{ г} / 100\% = 191,25 \text{ г}.$$

Найдем массу кристаллогидрата:

$$m(\text{CsOH} \cdot \text{H}_2\text{O}) = M(\text{CsOH} \cdot \text{H}_2\text{O}) \cdot m(\text{CsOH}) / M(\text{CsOH}), \\ m(\text{CsOH} \cdot \text{H}_2\text{O}) = 168 \text{ г/моль} \cdot 191,25 \text{ г} / 150 \text{ г/моль} = 214,2 \text{ г}.$$

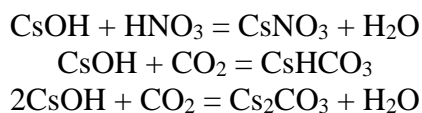
(5 баллов)

Б) Формула для нахождения молярной концентрации вещества:

$$C_M(\text{CsOH}) = v(\text{CsOH}) / V(\text{р-ра CsOH}), \\ 3,5 \text{ моль/л} = v(\text{CsOH}) / 2,3 \text{ л}, \\ v(\text{CsOH}) = 3,5 \text{ моль/л} \cdot 2,3 \text{ л} = 8,05 \text{ моль}, \\ m(\text{CsOH} \cdot \text{H}_2\text{O}) = 8,05 \text{ моль} \cdot 168 \text{ г/моль} = 1352,4 \text{ г}.$$

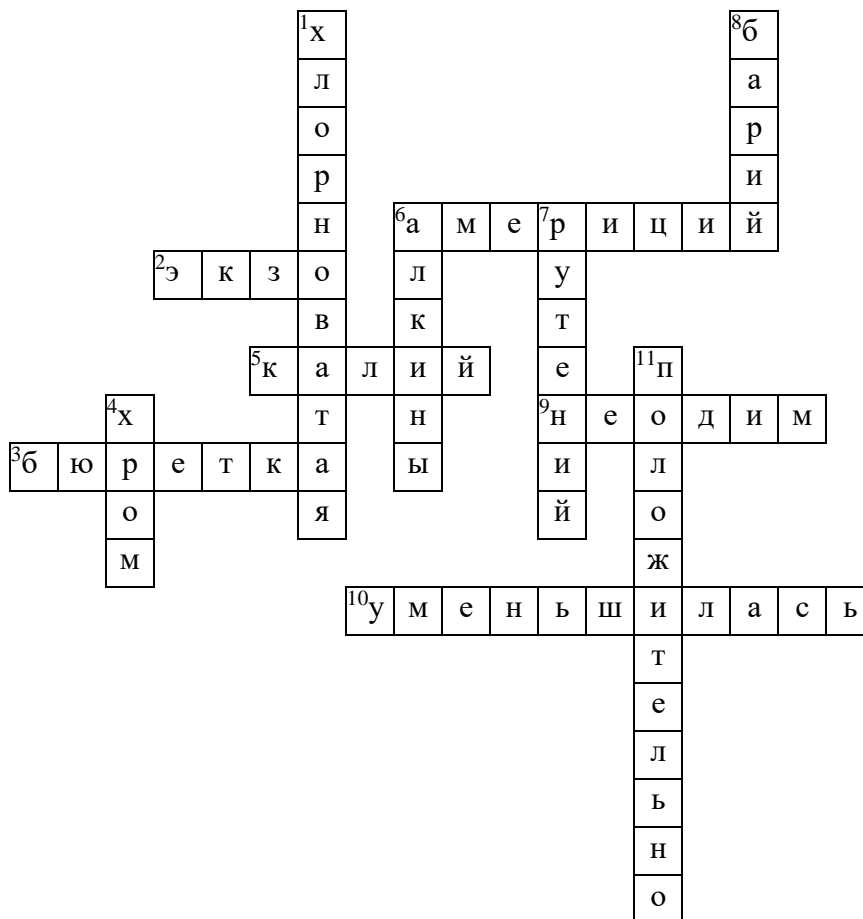
(5 баллов)

3) Уравнения реакций CsOH с азотной кислотой, избытком углекислого газа и недостатком углекислого газа:



(3 балла)

Задача 4.



По горизонтали:

2. экзо (1 балл)

3. бюретка (1 балл)

5. калий (1 балл)

6. америций (1 балл)

9. неодим (1 балл)

10. уменьшилась (1 балл)

По вертикали:

1. хлорноватая (1 балл)

4. хром (1 балл)

6. алкины (1 балл)

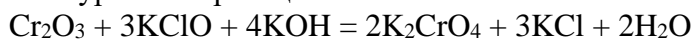
7. рутений (1 балл)

8. барий (1 балл)

11. положительно (1 балл)

Дополнительное задание пункт 4 по вертикали:

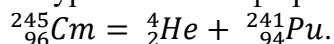
Напишем и уравняем реакцию:



(4 балла)

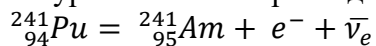
Дополнительное задание пункт 6 по горизонтали:

Напишем уравнение альфа-распада ${}^{245}_{96}\text{Cm}$:



(2 балла)

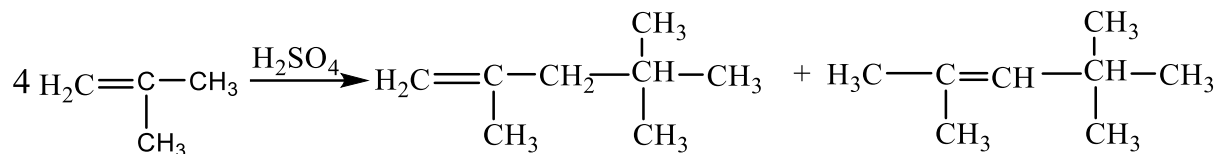
Напишем уравнение бета-распада получившегося плутония:



(2 балла)

Задача 5.

1. Уравнение реакции:



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

2. Расчет выхода продукта:

$M(\text{изобутилена}) = 56 \text{ г/моль}$; 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 $1,5/2,5 * 100 \% = 60 \%$..