

**Авторские решения и критерии оценивания работ
заключительного этапа
Открытой химической олимпиады 2015/2016 учебного года**

Заключительный этап. 11 класс. Решения и критерии оценивания.

Задание № 1. Решение.

- Средняя молярная масса смеси $M_{\text{ср}} = 28$ г/моль. Общее количество газа равно $168:28 = 6$ моль. (1 балл)
- Реакция с бромом алкена не изменила $M_{\text{ср}} = 28$ г/моль непоглотившихся газов, следовательно, $M_{\text{алкен}} = 28$ г/моль. Газ А –этен C_2H_4 .
Масса этена есть половина общей массы и равна 84 г. Тогда количество этена равно $84:28 = 3$ моль. (1 балл)
 $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$
- Масса дибромэтана $188 \times 3 = 564$ г. (1 балл)
- Газ, не вступивший в реакцию с оксидом меди, имеет молярную массу $M = 1,25 \times 22,4 = 28$ г/моль. Газ С – азот. Он реагирует с литием при комнатной температуре с образованием нитрида.
- $6 Li + N_2 = 2 Li_3N$ (1 балл)
Газ В имеет $M = 28$ г/моль, реагирует с оксидом меди. Газ В – СО.
 $CuO + CO = Cu + CO_2$ (1 балл)
Масса оксида меди уменьшилась на 16 г, оксида меди восстановилось 1 моль, газа СО в смеси также 1 моль, масса СО 28 г. (1 балл)
- Масса восстановленной меди 63,5 г, количество CO_2 1 моль, масса углекислого газа 44 г. (1 балл)
 $Ba(OH)_2 + CO_2 = BaCO_3 \downarrow + H_2O$
- Масса осадка карбоната бария 197,3 г. (1 балл)
Количество азота в смеси 2 моль.
- Масса нитрида лития $34,7 \times 4 = 138,8$ г. (1 балл)
Массовые доли газов в исходной смеси:
- Этен – 50 %, СО – 16,667 %, азот – 33,333%. (1 балл)

Итого

10 баллов

Задание № 2. Решение.

- Реакция с соляной кислотой:
 $Fe_3O_4 + 8 HCl = FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4 H_2O$ (1 балл)
 $M(Fe_3O_4) = 231,4$ г/моль. $n = 0,1$ моль. (1 балл)
- В реакцию вступит 0,8 моль HCl. Исходное количество кислоты 1 моль. Останется после реакции растворения 0,2 моль. (1 балл)
- Количество $FeCl_2$ – 0,1 моль, $FeCl_3$ – 0,2 моль результат реакции растворения. (1 балл)

- Реакция соляной кислоты с железным стержнем:

$$\text{Fe} + 2 \text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow \quad (1 \text{ балл})$$

$$0,1 \quad 0,2 \quad 0,1 \quad 0,1$$
- Реакция железного стержня с FeCl_3

$$\text{Fe} + 2 \text{FeCl}_3 = 3 \text{FeCl}_2$$

$$0,1 \quad 0,2 \quad 0,3 \quad (1 \text{ балл})$$
- Общее количество FeCl_2 в растворе $0,1 + 0,1 + 0,3 = 0,5$ моль.
- Масса $126,8 \times 0,5 = 63,4$ г. (1 балл)
- Масса железа вступившего в реакцию $55,8 \times 0,2 = 11,16$ г.
 Масса водорода $0,2$ г. (1 балл)
- Масса раствора после реакции $1040 + 23,14 + 11,16 - 0,2 = 1074,1$ г
 Массовая доля соли в растворе $63,4 : 1074,1 = 0,059$ (5,9%) (1 балл)
- Масса стержня после реакции $15 - 11,16 = 3,84$ г. (1 балл)

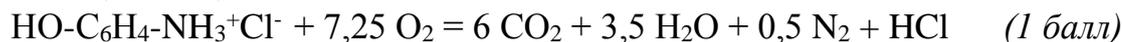
Итого

10 баллов

Задание № 3. Решение.

- Анализ реакций, приведённых в задании, приводит к выводу, что при сгорании вещества X образуется CO_2 , H_2O , HCl , N_2 . (1 балл)
- При пропускании через холодную воду поглощается H_2O и HCl . Их общая масса равна $19,9$ г. (1 балл)
- Количество соляной кислоты определяется через показатель $\text{pH}=1$. $c_{\text{HCl}}=0,1$ моль/л.
 $n_{\text{HCl}}=0,1 \times 2 = 0,2$ моль. Масса HCl $36,5 \times 0,2 = 7,3$ г. (1 балл)
- Масса осадка хлорида серебра (белый осадок) должна быть равна
 $m = 0,01 \times 0,1 \times 143 = 0,143$ г. Это совпадает с данными анализа. (1 балл)
- Масса воды полученной при сгорании $19,9 - 7,3 = 12,6$ г. $n = 0,7$ моль.
 $n_{\text{H}} = 1,4$ моль. (1 балл)
- Раствор гидроксида натрия поглощает углекислый газ.
 $n_{\text{NaOH}} = 0,192 \times 500 / 40 = 2,4$ моль. $n_{\text{CO}_2} = 52,8 / 44 = 1,2$ моль. (1 балл)
- $2 \text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 Инертный газ имеет $M = 1,25 \times 22,4 = 28$ г/моль. Это азот N_2 . Его количество равно $0,1$ моль. $n_{\text{N}} = 0,2$ моль. $m_{\text{N}} = 2,8$ г. (1 балл)
 Итого: $n_{\text{HCl}} = 0,2$ моль, $m = 7,3$ г
 $n_{\text{H}} = 1,4$ моль, $m = 1,4$ г
 $n_{\text{C}} = 1,2$ моль, $m = 14,4$ г
 $n_{\text{N}} = 0,2$ моль, $m = 2,8$ г
 Суммарная масса этих элементов $25,9$ г. Следовательно, в соединении есть кислород, так как других элементов в продуктах горения нет. (1 балл)
- Масса кислорода $m = 3,2$ г. $n_{\text{O}} = 0,2$ моль. Из отношения количеств элементов можно определить брутто формулу вещества X:
 $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}$. HCl . (1 балл)

- Очевидно, это солянокислый амин ароматического соединения с гидроксильной группой.

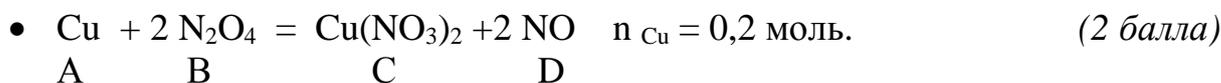


Итого

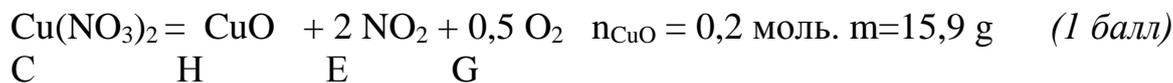
10 баллов

Задание № 4. Решение.

- Цвет вещества А и раствора вещества С дают основания для вывода, что это соединения меди. *(1 балл)*
- Реакция А с жидкостью В сопровождается выделением газа D с $M=30$. Это NO, энергично реагирующее с кислородом. *(1 балл)*
- Бурый газ E – это NO₂, конденсирующийся при 0⁰C в жидкость В. *(1 балл)*
- Реакция А с В:



- Прокаливание вещества С:



- Реакция H с азотной кислотой:



- Безводные соли меди бесцветны, гидратированные соли и водные растворы солей имеют голубой цвет. *(1 балл)*

Итого

10 баллов

Задание № 5. Решение.

- Из условия задачи следует, что соль С это хлорид лития, тогда X – литий. Второй элемент должен быть также из второго периода. Два бинарных соединения литий образует или с кислородом, или с азотом. В соединениях с кислородом массовая доля лития меньше 50 %. Остаётся азот. *(1 балл)*

- Соединение А. Расчет на 100 г вещества.

$$n_{\text{Li}} = 59,7/6,9 = 8,65 \quad n_{\text{N}} = 40,3/14 = 2,87 \quad \text{Li} : \text{N} = 3 : 1$$

А – нитрид лития Li₃N

(1 балл)

- Соединение В.

Итого

10 баллов