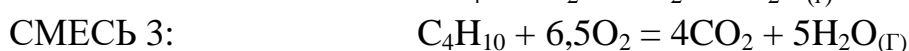


Министерство образования и науки УР
АОУ ДПО УР «Институт развития образования»
Муниципальный этап ВсОШ по химии 2022-2023 учебный год
г. Ижевск
9 класс

Максимальное количество баллов – 100

Решение задачи № 1

1) Запишем уравнения реакций горения каждой смеси:



..... **За каждую реакцию по 1,0 балла. Всего 3,0 балла**

Рассчитаем моль, объемы газов, общий объем и массу каждой смеси:

| | Количества газов | Общий объем смеси | Общая масса смеси |
|---------|---|-------------------|-------------------|
| СМЕСЬ 1 | 0,1 моль H_2 (недостаток) 0,5 моль O_2 (избыток) | 13,44 л | 16,2 г |
| СМЕСЬ 2 | 0,2 моль CH_4 (избыток) 0,2 моль O_2 (недостаток) | 8,96 л | 9,6 г |
| СМЕСЬ 3 | 0,1 моль C_4H_{10} (избыток) 0,13 моль O_2 (недостаток) | 5,15 л | 9,96 г |

По значениям стандартных теплот образования ($Q_{\text{обр}}$) веществ из таблицы 1 рассчитаем тепловые эффекты реакций по закону Гесса в расчете на 1 моль горючего и в расчете на реальное количество горючего:

СМЕСЬ 1: $Q_{\text{реакции}} = 242 \text{ кДж/моль } \text{H}_2$.

Водорода вступило в реакцию 0,1 моль, поэтому $Q_{\text{реакции}} = 24,2 \text{ кДж}$.

СМЕСЬ 2: $Q_{\text{реакции}} = 802 \text{ кДж/моль } \text{CH}_4$.

Метана прореагирует только 0,1 моль, поэтому $Q_{\text{реакции}} = 80,2 \text{ кДж}$.

СМЕСЬ 3: $Q_{\text{реакции}} = 2656 \text{ кДж/моль } \text{C}_4\text{H}_{10}$

Бутана прореагирует только 0,02 моль, поэтому $Q_{\text{реакции}} = 53,12 \text{ кДж}$.

Теперь сравним количество теплоты q в расчёте на единицу массы исходной смеси:

$$q_1 = 24,2/16,2 = 1,5 \text{ кДж/г}$$

$$q_2 = 80,2/9,6 = 8,35 \text{ кДж/г}$$

$$q_3 = 53,12/9,96 = 5,3 \text{ кДж/г}$$

..... **За расчет q для каждой реакции по 2,0 баллу.**

..... **Всего 6,0 баллов**

Таким образом, больше всего теплоты в расчёте на единицу массы исходной смеси выделится при сгорании **СМЕСИ 2**.

2) Масса продуктов равна массе исходных веществ в смеси. Масса исходных веществ на единицу их объема – это плотность смесей ***d***:

$$d_1 = 16,2/13,44 = 1,21 \text{ г/л}$$

$$d_2 = 9,6/8,96 = 8,95 \text{ г/л}$$

$$d_3 = 9,96/5,15 = 10,3 \text{ г/л}$$

Таким образом, максимальная масса продуктов на единицу объема образуется при сжигании **СМЕСИ 3**.

.....**6,0 балла**

В расчетах по п.2 учащиеся могут рассчитать массы образующихся продуктов горения (CO₂ и H₂O) без учета оставшихся в избытке реагентов и соотносить полученные массы с объемом исходных смесей. При таких расчетах ответы получаются такими же – т.е максимальная масса продуктов на единицу объема образуется при сжигании **СМЕСИ 3**. Засчитывать этот способ расчета как верный.

3) Средняя молярная масса воздуха 29 г/моль. Значит, нужно найти смесь с молярной массой 24 г/моль.

Зная количества веществ в смеси, находим среднюю молярную массу каждой смеси:

$$Mr_1 = \frac{m_{\text{смеси}}}{n_{\text{смеси}}} = \frac{16,2}{0,6} = 27 \text{ г/моль} \quad Mr_2 = \frac{m_{\text{смеси}}}{n_{\text{смеси}}} = \frac{9,6}{0,4} = 24 \text{ г/моль}$$

$$Mr_3 = \frac{m_{\text{смеси}}}{n_{\text{смеси}}} = \frac{9,96}{0,23} = 43,3 \text{ г/моль}$$

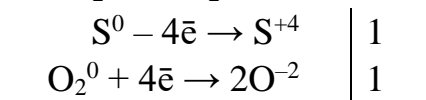
Таким образом, **СМЕСЬ 2** в 1,2 раза легче воздуха.

.....**5,0 балла**

Итого за задачу.....20,0 баллов

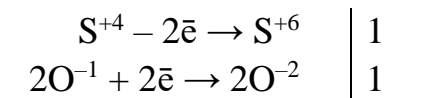
Решение задачи № 2

1) S + O₂ → SO₂.....**1,0 балл**



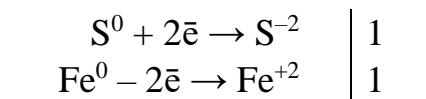
.....**1,0 балл**

2) SO₂ + H₂O₂ → H₂SO₄.....**1,0 балл**



.....**1,0 балл**

3) Fe + S → FeS.....**1,0 балл**



| | |
|--|--------------------------|
| | 1,0 балл |
| 4) $\text{FeS} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{S}$ | 1,0 балл |
| $\text{FeS} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S}\uparrow$ | 1,0 балл |
| 5) $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$ | 1,0 балл |
| $\text{S}^{-2} - 2\bar{e} \rightarrow \text{S}^0$ 2 | |
| $\text{S}^{+4} + 4\bar{e} \rightarrow \text{S}^0$ 1 | |
| | 1,0 балл |
| 6) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ | 1,0 балл |
| 7) $2\text{S} + \text{C} \rightarrow \text{CS}_2$ | 1,0 балл |
| $2\text{S}^0 + 4\bar{e} \rightarrow 2\text{S}^{-2}$ 1 | |
| $\text{C}^0 - 4\bar{e} \rightarrow \text{C}^{+4}$ 1 | |
| | 1,0 балл |
| | Всего 13,0 баллов |

Вещества:

| | |
|---|-------------------------|
| A – S (сера) | 0,5 балла |
| B – SO_2 (оксид серы(IV)) | 0,5 балла |
| C – H_2SO_4 (серная кислота) | 1,0 балла |
| D – FeS (сульфид железа(II)) | 1,0 балла |
| E – H_2S (сероводород) | 0,5 балла |
| F – FeSO_4 (сульфат железа(II)) | 1,0 балла |
| G – H_2O (вода) | 1,0 балла |
| H – H_2SO_3 (сернистая кислота) | 0,5 балла |
| I – CS_2 (сероуглерод) | 1,0 балла |
| | Всего 7,0 баллов |

Итого за задачу.....20 баллов

Решение задачи № 3

| | |
|--|-----------|
| A – дихромат калия | 1,0 балл |
| B – хромат калия | 1,0 балл |
| B – хромат серебра | 1,0 балл |
| Г – хлор | 1,0 балл |
| Д – хлорид хрома (III) | 1,0 балл |
| E и Ж – сульфаты калия и хрома (III), при выпаривании их раствора образуются хромокалиевые квасцы $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ | 2,0 балла |
| 1. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{KOH} \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | 1,0 балл |
| $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ | 1,0 балл |
| 2. $\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4\downarrow + 2\text{KNO}_3$ | 1,0 балл |
| $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4\downarrow$ | 1,0 балл |

3. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 3\text{Cl}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$ 2,0 балла
- | | |
|--|---|
| $2\text{Cr}^{+6} + 6\bar{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}$ | 1 |
| $2\text{Cl}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0$ | 3 |
-1,5 балл
4. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$2,0 балла
- | | |
|--|---|
| $2\text{Cr}^{+6} + 6\bar{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+}$ | 1 |
| $\text{S}^{+4} - 2\bar{e} \rightarrow \text{S}^{+6}$ | 3 |
-1,5 балл
5. $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 12 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 2,0 балл
- Итого за задачу.....20 баллов**

Решение задачи № 4

1. Объем образца рубидия равен $(10,025 \text{ см})^3 = 1007,52 \text{ см}^3$ 2,0 балл
 В этом образце содержится $1007,52 \text{ см}^3 : 55,788 \text{ см}^3/\text{моль} = 18,060 \text{ моль}$ рубидия.....3,0 балл
 Реакция рубидия с водой:
- $$2\text{Rb} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{RbOH} + \text{H}_2\uparrow$$
-2,0 балла
- В результате реакции образуется 18,060 моль гидроксида рубидия и 9,030 моль водорода.....4,0 балла
2. Давление, создаваемое в сосуде таким количеством водорода, рассчитаем по уравнению Менделеева-Клайперона:
- $$P = \frac{nRT}{V} = \frac{9,030 \text{ моль} \cdot 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \cdot 293 \text{ К}}{5 \text{ л}} = 4397,3 \text{ л} = 4,4 \text{ м}^3$$
-4,0 балл
3. Масса водорода в сосуде равна $9,030 \text{ моль} \cdot 2,016 \text{ г/моль} = 18,20 \text{ г}$.
2,0 балла
 Плотность водорода в сосуде объемом 5 л составит $18,20 \text{ г} / 5 \text{ л} = 3,64 \text{ г/л}$
3,0 балла
- Итого за задачу.....20 баллов**

Задача № 5

Решение задачи № 5:

1. Так как при действии раствора щелочи на анализируемое вещество образовался белый осадок, который на воздухе сначала приобрел зеленую окраску, а затем стал бурым, можно предположить, что это соединение железа(II).
1,0 балла

2. Выделение газа при нагревании щелочного раствора анализируемого вещества со специфическим запахом, окрашивающий фенолфталеиновую бумагу в малиновый цвет, указывает на катионы аммония.

.....1,0 балла

3. Обесцвечивание раствора перманганата калия и изменение окраски раствора бихромата калия при действии сернокислого раствора неизвестного вещества подтверждает версию о наличии в его составе ионов железа(II).

.....1,0 балла

4. Реакция ионов железа(II) с красной кровяной солью является качественной на данные ионы.

.....1,0 балла

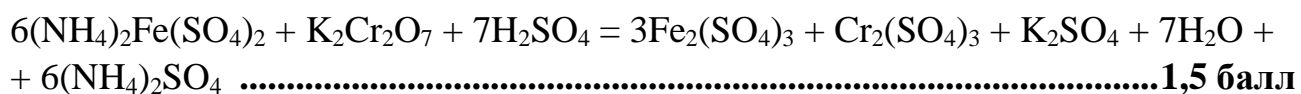
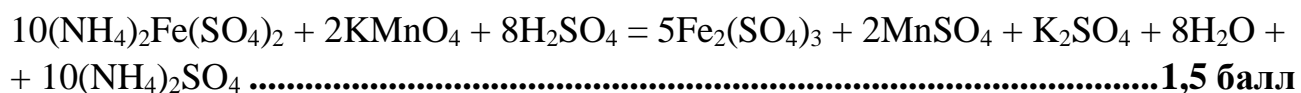
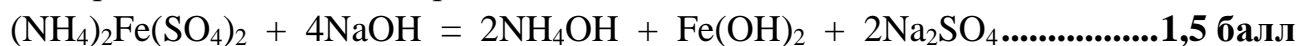
5. Образование белого мелкокристаллический осадок, нерастворимого в кислотах и щелочах, при действии на анализируемое вещество раствора нитрата бария, указывает на сульфат-ион

.....1,0 балл

6. В состав анализируемого вещества входят ионы аммония, железа(II) и сульфат-ионы. Уменьшении массы анализируемого вещества при нагревании до 100°C позволяет предположить, что исходное вещества было кристаллогидратом.

.....1,0 балл

7. Уравнение описанных реакций:



8. Определение состава продукта реакции ионов железа(II) с красной кровяной солью:

Массовая доля калия в составе красной кровяной соли:

$$\omega_1(K) = \frac{M(K)}{M(\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6)} \cdot 100\% = \frac{3 \cdot 39 \text{ г/моль}}{329 \text{ г/моль}} \cdot 100\% = 35,56\%$$

.....1,0 балл

Массовой доли калия в составе продукта реакции:

$$\omega_2(K) = \frac{\omega_1(K)}{2,8} = 12,70\%$$

.....1,0 балл

Предположим, что в состав синего осадка входит один катион калия, тогда молярная масса его составит:

$$M = \frac{M(K) \cdot 100\%}{\omega_2(K)} = \frac{39 \text{ г/моль} \cdot 100\%}{12,70\%} = 307 \text{ г/моль}$$

.....1,0 балл

Учитывая, что в формульную единицу осадка входит как минимум один ион железа(II) и шесть цианид-ионов, рассчитанной молярной массе соответствует соединение состава $\text{KFe}^{\text{II}}[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CN})_6]$:

$$M = (39 + 56 \cdot 2 + (12 + 14) \cdot 6) \text{ г/моль} = 307 \text{ г/моль}$$

.....1,0 балл

Уравнение реакции



.....1,5 балл

9. Определение состава кристаллогидрата:

Молярная масса сульфата аммония-железа(II): $M((\text{NH}_4)_2\text{Fe}^{\text{II}}(\text{SO}_4)_2) = 284 \text{ г/моль}$

Молярная масса исходного кристаллогидрата больше безводной соли на 27,55%:

$$M((\text{NH}_4)_2\text{Fe}^{\text{II}}(\text{SO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 284 \text{ г/моль} / 0,7245 = 392 \text{ г/моль}$$

Количество молекул воды в составе формульной единицы кристаллогидрата равно:

$$n = \frac{(392 - 284) \text{ г/моль}}{18} = 6$$

.....2,0 балл

Итого за задачу.....20 баллов