

Всероссийская олимпиада школьников по химии 2021-2022 уч. гг./ муниципальный этап

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЭТАПА
2021/2022 УЧ. ГГ.**

ЯКУТСК 2020

9 КЛАСС

Задание 9-1

Сера может образовывать два оксида: SO_2 и SO_3 .

Формулы оксидов с различными комбинациями изотопов.

SO_2	$^{32}\text{S}^{16}\text{O}_2, ^{32}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{32}\text{S}^{18}\text{O}_2$ $^{33}\text{S}^{16}\text{O}_2, ^{33}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{33}\text{S}^{18}\text{O}_2$
SO_3	$^{32}\text{S}^{16}\text{O}_3, ^{32}\text{S}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{32}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{32}\text{S}^{18}\text{O}_3$ $^{33}\text{S}^{16}\text{O}_3, ^{33}\text{S}^{16}\text{O}^{16}\text{O}^{18}\text{O}, ^{33}\text{S}^{16}\text{O}^{18}\text{O}^{18}\text{O}, ^{33}\text{S}^{18}\text{O}_3$

Всего 14 оксидов.

Оксид с наивысшей степенью окисления и наибольшей относительной молекулярной массой - $^{33}\text{S}^{18}\text{O}_3$. $M_r(^{33}\text{S}^{18}\text{O}_3)=87$

Масса одной молекулы $\frac{87}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,45 \cdot 10^{-22}$ г.

Система оценивания:

Каждая правильная формула – 0,5 балла: 0,5 балла x 15 формул = 7 баллов;

Правильное вычисление массы одной молекулы: 1 балл

Всего 8 баллов

Задание 9-2

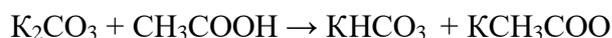
1. Обыкновенный кали – K_2CO_3 , углекислый кали – KHCO_3 .

2. $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{KHCO}_3 + \text{KCH}_3\text{COO}$



3. Карбонат калия получали из золы растений. Так, зола подсолнуха содержит до 75% K_2CO_3 . Зола нагревали с водой, полученный щелок фильтровали и упаривали. Более привычное название карбоната калия – поташ.

4. В соответствии с уравнением реакции:



из 2 фунтов (717 г) карбоната калия должно получиться 523 г (17,5 унций) гидрокарбоната калия. Практический выход равен $7/17,5 \cdot 100 = 40\%$, что связано с большой растворимостью гидрокарбоната калия и большими потерями при перекристаллизации.

Система оценивания.

1. 2 названия $\times 1=2$ (балла)

2. 2 уравнения $\times 1=2$ (балла)

3. $2 \times 1=2$ балл): 1балл – за источник и способ, 1 балл – за тривиальное название.

4. $3 \times 1=3$ балла: 1,5 балла – за расчет количества, 1,5 балла – определение выхода.

Всего 9 баллов

Задание 9-3

Соединение А – хлорид. Допустим, что металл имеет степень окисления +1.

Тогда атомное соотношение Me и Cl в составе хлорида 1:1.

Содержание хлора в хлориде А – 89,78%.

Имеем отношение $1:1 = 20,22/M_r(A): 89,78/35,5$. Откуда имеем $M_r(A)=9$ г/моль.

Однозарядного иона металла с такой молярной массой нет. Перебирая возможные степени окисления металла, умножаем 9 на 1,2,3,4 и т.д.

Условию задачи удовлетворяет ($M_r(Al)=27$ г/моль).

Действительно, алюминий в 19 веке был очень дорогим, а сейчас имеет широкое распространение в быту.

Уравнения реакций:

- $2Al + 3Cl_2 = 2AlCl_3$
Вещество А - $AlCl_3$
- $AlCl_3 + 3NaOH = 3NaCl + Al(OH)_3$
Вещество А - $Al(OH)_3$
- $Al(OH)_3 + NaOH = NaAl(OH)_4$
Вещество С – $NaAl(OH)_4$
- $2NaAl(OH)_4 + CO_2 = Na_2CO_3 + 2Al(OH)_3 + H_2O$
- $NaAl(OH)_4 + 4HCl = NaCl + AlCl_3 + 4H_2O$
- $AlCl_3 + 3K = Al + 3KCl$

Система оценивания.

- Определение металла – 3 балла.
- Определение веществ А,В,С по 1 баллу: 1 балл x 3 вещества =3 балла.
- Уравнение реакций (с правильными коэффициентами) - по 1 баллу:
1 балл x 6 уравнений = 6 баллов.

Всего 12 баллов

Задание 9-4

С раствором соляной кислоты взаимодействует железо.



Обозначим массу вступившей в реакцию кислоты через x , тогда массы образовавшегося хлорида железа (II) и водорода соответственно равны:

$$m(FeCl_2) = \frac{127 \cdot x}{73} = 1,74x \quad (1 \text{ балл})$$

$$m(H_2) = \frac{2 \cdot x}{73} = 0,027x \quad (1 \text{ балл})$$

Изменение массы раствора связано с тем, что вместо вступившей в реакцию соляной кислоты образовался хлорид железа (II) и улетучился водород.

$$\Delta m = m(\text{FeCl}_2) - m(\text{H}_2) - m(\text{HCl})$$

$$1,74x - x - 0,027x = 0,713x = 2,7$$

$$m(\text{HCl}) = 3,787 \text{ г} \quad (2 \text{ балла})$$

Масса вступившего в реакцию железа равна:

$$m(\text{Fe}) = \frac{56 \cdot 3,787}{73} = 2,9 \text{ г} \quad (1 \text{ балл})$$

Из оставшихся металлов с горячей серной кислотой взаимодействует медь



$$V(\text{SO}_2) = 1,12 \text{ л};$$

$$v(\text{SO}_2) = \frac{1,12}{22,4} = 0,05 \text{ моль} \quad (1 \text{ балл})$$

$$v(\text{Cu}) = 0,05 \text{ моль}; \quad m(\text{Cu}) = 64 \cdot 0,05 = 3,2 \text{ г} \quad (1 \text{ балл})$$

$$m(\text{Au}) = 4,02 \text{ г}$$

Общая масса смеси металлов:

$$m(\text{смеси}) = 4,02 + 3,2 + 2,0 = 10,12 \text{ г} \quad (1 \text{ балл})$$

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{2,9 \cdot 100\%}{10,12} = 28,66\%$$

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{3,2 \cdot 100\%}{10,12} = 31,62\%$$

$$\omega(\text{Au}) = \frac{4,02 \cdot 100\%}{10,12} = 39,72\% \quad (1 \text{ балл})$$

Всего 11 баллов

Задание 9-5

Масса смеси озона и кислорода (озонированный кислород) в 9 раз больше массы того же объема гелия при тех же условиях.

В каком объемном отношении нужно смешать этот озонированный кислород с водородом для полного сгорания? (10 баллов)

Так как объем озонированного кислорода равен объему гелия при равных условиях, то количество моль смеси кислорода и озона равно количеству моль гелия. (1 балл)

Средняя молярная масса смеси равна: $M_{\text{ср.}}(\text{смеси}) = 4 \cdot 9 = 36 \text{ г/моль}$ (1 балл)

Пусть x – молярная доля (χ) O_2 в смеси, тогда $(1-x)$ – молярная доля (χ) O_3 в смеси.

$$M_{\text{ср.}}(\text{смеси}) = M(\text{O}_2) \cdot \chi(\text{O}_2) + M(\text{O}_3) \cdot \chi(\text{O}_3)$$

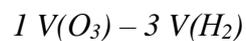
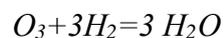
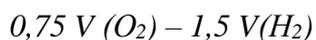
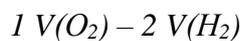
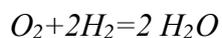
$$32x + 48(1-x) = 36, \quad x = 0,75$$

$$\chi(O_2)=0,75; \chi(O_3)=0,25 \quad (3 \text{ балла})$$

Пусть $V(l)$ – объем смеси озонированного кислорода, тогда

$0,75 V(l)$ – объем кислорода в смеси,

$0,25 V(l)$ – объем озона в смеси (1 балл)



Общий объем водорода равен:

$$V(H_2) = 1,5 V + 0,75 V = 2,25 V \quad (1 \text{ балл})$$

Отношение объема смеси (озонированного кислорода) к объему водорода равно:

$$V(\text{смеси}): V(H_2) = 1V : 2,25 V = 1:2,25 \quad (1 \text{ балл})$$

Всего - 10 баллов

Общая сумма баллов – 50