

«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»  
 ФИНАЛЬНЫЙ ТУР  
 (25 февраля 2018 года)  
**9 класс**

**Задача 9-1**

При полном сгорании в хлоре некоторого металла, который при данных условиях образует трехзарядный катион, было затрачено 6.72 л (н.у.) хлора и образовалось 32.47 г хлорида.

1. О каком металле идет речь?
2. Какие степени окисления может проявлять этот металл в соединениях? Ответ проиллюстрируйте примерами.
3. Какую массу диоксида марганца и объем раствора соляной кислоты (плотность 1.15 г/мл) с массовой долей 30% необходимо взять для получения хлора, требуемого для первой реакции, если он образуется с выходом 70%?

**Решение**

1. Уравнение реакции:  $2M + 3Cl_2 = 2MCl_3$

$$n(Cl_2) = 6.72 \text{ л} / 22.4 \text{ л/моль} = 0.3 \text{ моль}$$

$$n(MCl_3) = 2 \cdot 0.3 / 3 = 0.2 \text{ моль}$$

$$M(MCl_3) = 32.47 \text{ г} / 0.2 \text{ моль} = 162.35 \text{ г/моль}$$

$$M(M) = 162.35 - 3 \cdot 35.5 = 55.85 \text{ г/моль},$$

**(3 б)**

M – железо.

**(3 б)**

2. Степени окисления железа в веществах:

+3 (FeCl<sub>3</sub>);

**(1+1=2 б)**

+2 (FeSO<sub>4</sub>);

**(1+1=2 б)**

смешанные +2/+3, формально +1.33 (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>);

**(1+1=2 б)**

+6 (K<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub>);

**(1+1=2 б)**

0 (Fe(CO)<sub>5</sub>).

**(1+1=2 б)**

3. Уравнение реакции:



**(1 б)**

$n(Cl_2) = 0.30$  моль. С учетом стехиометрии реакции:

$$n(MnO_2) = n(Cl_2) = 0.30 \text{ моль}, n(HCl) = 4 \cdot n(Cl_2) = 1.20 \text{ моль}.$$

Учитывая выход 70%, получаем:

$$m(MnO_2) = 0.3 \text{ моль} \cdot 86.9 \text{ г/моль} / 0.7 = 37.2 \text{ г},$$

**(4 б)**

$$V(HCl) = 1.20 \text{ моль} \cdot 36.5 \text{ г/моль} / (0.3 \cdot 1.15 \text{ г/мл} \cdot 0.7) = 181.4 \text{ мл}.$$

**(4 б)**

**Разбалловка:**

За установление природы металла	3(расчет)+3(правильный ответ)=6 б
За указание каждой степени окисления + пример	(1+1)·5=10 б
За уравнение реакции между MnO <sub>2</sub> и HCl	1 б
За расчет массы MnO <sub>2</sub>	4 б
За расчет объема HCl	4 б
Всего	<b>25 баллов</b>

**Задача 9-2**

Водный раствор соединения А является аналитическим реагентом, который используется для идентификации многих катионов. При добавлении к водному раствору А соляной кислоты выделяется бесцветный газ В, который имеет неприятный запах, а в растворе остается соль С. При добавлении щелочи к раствору соединения А выделяется бесцветный газ Д с неприятным запахом, а в растворе остается соль Е. При пропускании газа В через раствор Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> выпадает черный осадок соединения Ф. Молярные массы газов В и Д относятся друг к другу как 2 : 1.

1. Расшифруйте вещества, обозначенные буквами.

2. Назовите соединение А.
3. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

**Решение**

1. А –  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ , (2 б)  
 В –  $\text{H}_2\text{S}$ , (2 б)  
 С –  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , (2 б)  
 D –  $\text{NH}_3$ , (2 б)  
 Е –  $\text{Na}_2\text{S}$ , (2 б)  
 F –  $\text{CuS}$ . (2 б)
2. Сульфид аммония. (1 б)
3.  $(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{S} + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ , (4 б)  
 $(\text{NH}_4)_2\text{S} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ , (4 б)  
 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} + 2\text{HNO}_3$ . (4 б)

**Разбалловка:**

За расшифровку веществ	2·6 = 12 б
За название вещества А	1 б
За написание уравнений реакций	4·3 = 12 б
Всего	<b>25 баллов</b>

**Задача 9-3**

Изолирующий противогаз в отличие от фильтрующего обеспечивает человека пригодным для дыхания воздухом по замкнутому циклу, освобождая выдыхаемый воздух от углекислого газа, паров воды и насыщая кислородом. Рабочее вещество такого противогаса — твердое бинарное кислородное соединение щелочного металла. Оно вступает в реакцию с углекислым газом в мольном соотношении 1:1 и в массовом соотношении 1:0.5641, при этом выделяются карбонат металла и кислород. Определите металл, рабочее вещество противогаса и напишите уравнения его реакций с углекислым газом и водой.

**Решение**

Определим металл по результатам реакции бинарного соединения с углекислым газом. Поскольку соотношение реагентов 1:1 и образуется карбонат  $\text{Met}_2\text{CO}_3$ , то формулу соединения можно принять за  $\text{Met}_2\text{O}_x$ . Известны оксиды, пероксиды, надпероксиды, озониды щелочных металлов.

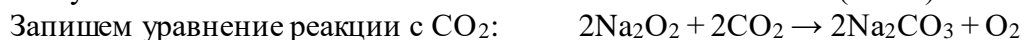


$$M(\text{Met}_2\text{O}_x) = M(\text{CO}_2) / 0.5641 = 78 \text{ г/моль.}$$

В случае  $x=1$  атомная масса металла М составила бы:  $M=0.5(78-16)=31$ . Нет такого металла.

В случае  $x=2$  атомная масса металла составила бы  $M=0.5(78-32)=23$ . Это натрий.

В случае  $x=3$  атомная масса металла М составила бы:  $M=0.5(78-48)=15$ . Нет такого металла.



За определение металла натрия 5 б.

За определение формулы  $\text{Na}_2\text{O}_2$  10 б.

За 2 уравнения реакций по 5 б. 10 б.

**Итого 25 баллов**

**Задача 9-4**

Смесь 32г водорода, 32г кислорода и 36г гелия подожгли в закрытом сосуде. Определите, какие вещества и в каких мольных количествах останутся в сосуде после полного протекания реакции. Сколько атомов гелия будет приходиться на каждый атом кислорода в конечной смеси? Сколько атомов гелия будет приходиться на каждую молекулу водорода в конечной смеси? Какое давление (в атмосферах) образует конечная смесь продуктов в сосуде емкостью

22.4л при температурах а) 273К, б) 273°C? Запишите уравнение реакции.

**Решение**

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$  Реакция является сильно экзотермической и идет необратимо до полного расходования одного из реагентов. В исходной смеси содержались вещества в количествах:  $n(\text{H}_2)=32/2=16$  моль,  $n(\text{O}_2)=32/32=1$  моль,  $n(\text{He})=36/4=9$  моль. Кислород в недостатке.

В конечной смеси будут содержаться газообразные водород и гелий, а также вода (жидкая или парообразная):

$n(\text{H}_2)=16-2=14$  моль;  $n(\text{H}_2\text{O})=2$  моль;  $n(\text{He})=9$  моль.

На 2 моля атомов кислорода в составе 2 моль воды будет приходиться 9 моль гелия, то есть на 1 атом кислорода — 4.5 атомов гелия.

На 14 моль водорода будет приходиться 9 моль гелия, то есть на 1 молекулу водорода — 0.643 атомов гелия.

Определим давление продуктов реакции.

Вариант 1. При 273К вода жидкая либо твердая, газовая смесь включает только 14 моль водорода и 9 моль гелия, в сумме 23 моль. Применим уравнение Менделеева-Клапейрона.

$PV=nRT$ .  $P=nRT/V=23*0.082*273/22.4=23$  атм.

Вариант 2. При 273 °С (т.е. 546К) вода газообразная, газовая смесь включает 14 моль

водорода, 9 моль гелия, 2 моль воды, в сумме 25 моль. Применим уравнение Менделеева-Клапейрона.  $PV=nRT$ .  $P=nRT/V=25*0.082*546/22.4=50$  атм.

За уравнение реакции	1 б.
За 3 вещества в конечной смеси по 2 б.	6 б.
За расчет количества водорода и воды по 3 б.	6 б.
За расчет числа атомов гелия (4.5) на атом кислорода	3 б.
За расчет числа атомов гелия (0.643) на молекулу водорода	3 б.
За расчет давления при температурах 273К и 273°C по 3 б.	6 б.

**Итого 25 баллов**