

**Химия.9 класс**

1 вариант

Решения

**Задание 1.**

Пусть масса раствора пробы  $x$  (г). Так как раствор водный и сильно разбавленный, то  $\rho = 1$  г/мл и  $V(\text{р-ра}) = x \text{ мл} = x \cdot 10^{-3} \text{ л}$ .

Выразим массу и количество  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  в этом растворе:

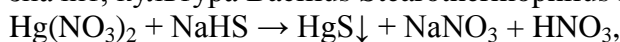
$$m(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega = 10^{-6} \cdot x \text{ (г)},$$

$$n(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = 10^{-6} \cdot x / 325 = 3,08 \cdot x \cdot 10^{-9} \text{ моль}.$$

При диссоциации соли  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$

$n(\text{Hg}^{2+}) = n(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = 3,08 \cdot x \cdot 10^{-9} \text{ моль}$ , поэтому концентрация ионов ртути в пробе составляет  $c(\text{Hg}^{2+}) = n(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) / V(\text{р-ра}) = 3,08 \cdot x \cdot 10^{-9} / (x \cdot 10^{-3}) = 3,08 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$ .

Найденное значение концентрации значительно больше минимальной ( $1,5 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л}$ ), значит, культура *Bacillus Stearothermophilus* подходит для выполнения такого анализа.



$$m(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = 10^{-6} \cdot 1250 = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ (г)},$$

$$n(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Hg}(\text{NO}_3)_2) = 10^{-3} \cdot 1,25 / 325 = 3,85 \cdot 10^{-6} \text{ моль} = n(\text{HgS})$$

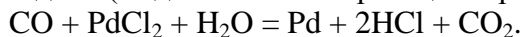
$$m(\text{HgS}) = 3,85 \cdot 10^{-6} \cdot 233 = 8,97 \cdot 10^{-4} \text{ (г)}.$$

**Задание 2.**

Объем каждого газа в одном сосуде - 0,5 л, количество каждого газа в одном сосуде - 0,0223 моль.

Молярная масса газа, вступившего в реакцию:  $M = \rho \cdot V_m = 28 \text{ г/моль}$ .

Известно несколько газов с такой молярной массой, например CO или  $\text{N}_2$ . По условию задачи (выделение газа в реакции с раствором хлорида палладия) подходит CO:



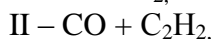
$n(\text{Pd}) = 4,732/106 = 0,0446 \text{ моль}$ , из чего следует, что CO есть и в первой и во второй склянке ( $2 \cdot n(\text{CO})$ ).

Оставшиеся два газа должны иметь ту же молярную массу (так как при поглощении плотность не изменилась).

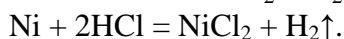
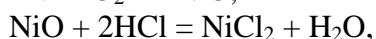
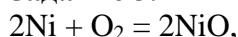
Углеводород с соответствующей молярной массой -  $\text{C}_2\text{H}_2$ , взрывоопасен.

Склянка I содержит  $\text{N}_2$  (не поддерживает горения).

Таким образом состав склянок:



**Задание 3.**



$$n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2)/V_m = 0,225 / 22,4 = 0,01 \text{ моль},$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Ni}) = 0,01 \text{ моль} - \text{количество никеля не подвергшегося окислению (56\%)},$$

$$0,01 \text{ моль} - 56\%$$

$$x \text{ моль} - 100\%,$$

$x = 0,018 \text{ моль}$  – общее количество никеля.

$$m(\text{Ni}) = 0,018 \text{ моль} \cdot 59 \text{ г/моль} = 1,062 \text{ г}.$$

$$\text{Количество состарившегося никеля } n(\text{Ni}) = 0,018 - 0,01 = 0,008 \text{ моль},$$

$n(\text{Ni}) = n(\text{NiO}) = n(\text{HCl})/2 = 0,016$  моль,  
Суммарное количество соляной кислоты:  $n(\text{HCl}) = 0,02 + 0,016 = 0,036$  моль,  
Суммарная масса соляной кислоты:  $m(\text{HCl}) = 0,036 * 36,5 = 1,314$  г,  
 $m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = 1,314/0,08 = 16,425$  г,  
 $V_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = m/p = 15,83$  мл.

#### Задание 4.

Запишем термохимические уравнения растворения  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4 * 7\text{H}_2\text{O}$  и образования кристаллогидрата из безводной соли:



Видно, что  $Q_3 = Q_1 - Q_2$ .

Рассчитаем значения  $Q_1$  и  $Q_2$ , приходящиеся на 1 моль  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4 * 7\text{H}_2\text{O}$ .

$$n(\text{MgSO}_4) = 240/120 = 2 \text{ моль},$$

$$Q_1 = 169,88/2 = 84,94 \text{ кДж/моль};$$

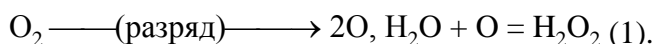
$$n(\text{MgSO}_4 * 7\text{H}_2\text{O}) = 246/246 = 1 \text{ моль},$$

$$Q_2 = -16,11/1 = -16,11 \text{ кДж/моль}.$$

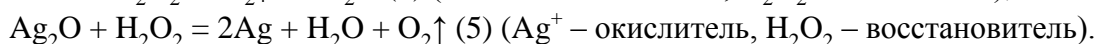
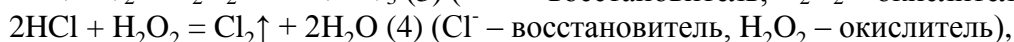
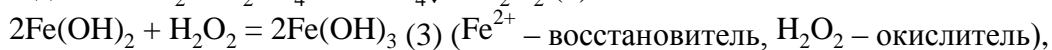
$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 84,94 \text{ кДж/моль} + 16,11 \text{ кДж/моль} = 101,05 \text{ кДж/моль}.$$

#### Задание 5.

Глеюшая лучинка вспыхивает в атмосфере кислорода. Из условия следует, что он получается при разложении бесцветного водного раствора вещества X, применяющегося в медицинской практике. Также в условии написано, что X состоит из двух элементов, образуется в небольшом количестве во влажной атмосфере при грозовом разряде. Все это позволяет сделать вывод, что X перекись водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ :



Для вещества Y состава  $\text{BaX}_n$  получаем, что  $137/(137+nM_X) = 0,811$ , откуда  $nM_X = 32$ . По расчетам подходят два варианта:  $\text{BaS}$  и  $\text{BaO}_2$ . Т.к. X получается взаимодействием вещества Y с разбавленной серной кислотой, то  $\text{BaO}_2$  хорошо согласуется с условием задачи:  $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + \text{H}_2\text{O}_2 \quad (2).$



Дезинфицирующие и отбеливающие свойства  $\text{H}_2\text{O}_2$  обеспечиваются выделяющимся в результате ее разложения атомарным кислородом, убивающим микроорганизмы и разрушающим органические красители вследствие своей высокой окислительной активности.

**Химия.9 класс**

2 вариант

Решения

**Задание 1.**

Пусть масса раствора пробы  $x$  (г). Так как раствор водный и сильно разбавленный, то  $\rho = 1$  г/мл и  $V(\text{р-ра}) = x$  мл  $= x \cdot 10^{-3}$  л.

Выразим массу и количество  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$  в этом растворе:

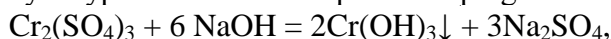
$$m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega = 10^{-8} \cdot 5x \text{ (г)},$$

$$n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) / M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 10^{-8} \cdot 5x / 392 = 1,28x \cdot 10^{-10} \text{ моль}.$$

При диссоциации соли  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \leftrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$

$n(\text{Cr}^{3+}) = 2 \cdot n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 2,56x \cdot 10^{-10}$  моль, поэтому концентрация ионов хрома в пробе составляет  $c(\text{Cr}^{3+}) = 2 \cdot n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) / V(\text{р-ра}) = 2,56x \cdot 10^{-10} / (x \cdot 10^{-3}) = 2,56 \cdot 10^{-7}$  моль/л.

Найденное значение концентрации меньше минимальной ( $9 \cdot 10^{-6}$  моль/л), значит, культура плесневелых грибов *Aspergillus* HE подходит для выполнения такого анализа.



$$m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 5 \cdot 10^{-8} \cdot 1400 = 7 \cdot 10^{-5} \text{ (г)},$$

$$n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = m(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) / M(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 10^{-5} \cdot 7 / 392 = 1,79 \cdot 10^{-7} \text{ моль}$$

$$n(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 2n(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 3,57 \cdot 10^{-7} \text{ моль},$$

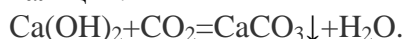
$$m(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 3,57 \cdot 10^{-7} \cdot 103 = 3,68 \cdot 10^{-5} \text{ (г)}.$$

**Задание 2.**

Объем каждого газа в одном сосуде - 1 л, количество каждого газа в одном сосуде – 0,0446 моль.

Молярная масса газа, вступившего в реакцию:  $M = \rho \cdot V_m = 44$  г/моль.

Известно несколько газов с такой молярной массой, например  $\text{CO}_2$  или  $\text{N}_2\text{O}$ . По условию задачи подходит  $\text{CO}_2$ , т.к. в реакции с гидроксидом кальция дает осадок карбоната кальция:



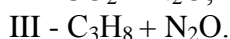
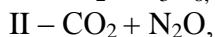
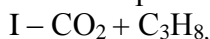
$n(\text{CaCO}_3) = 8,92 / 100 = 0,0892$  моль, из чего следует, что  $\text{CO}_2$  есть и в первой и во второй склянке ( $2 \cdot n(\text{CO}_2)$ ).

Оставшиеся два газа должны иметь ту же молярную массу (так как при поглощении плотность не изменилась).

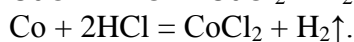
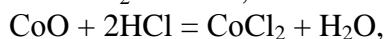
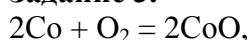
Углеводород с соответствующей молярной массой –  $\text{C}_3\text{H}_8$ , взрывоопасен в присутствии кислорода.

Склянка II содержит  $\text{N}_2\text{O}$  (поддерживает горение).

Таким образом состав склянок:



**Задание 3.**



$$n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V_m = 0,231 / 22,4 = 0,01 \text{ моль},$$

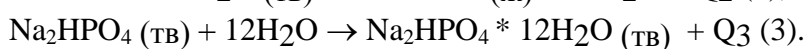
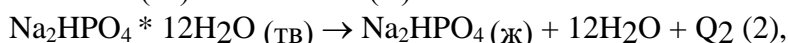
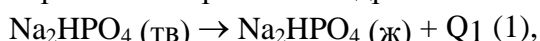
$n(\text{H}_2) = n(\text{Co}) = 0,01$  моль – количество кобальта не подвергшегося окислению (60%),

0,01 моль – 60%

$x$  моль – 100%,  
 $x = 0,017$  моль – общее количество кобальта.  
 $m(\text{Co}) = 0,017 \text{ моль} * 59 \text{ г/моль} = 1,003 \text{ г}$ .  
 Количество состарившегося кобальта  $n(\text{Co}) = 0,017 - 0,01 = 0,007$  моль,  
 $n(\text{Co}) = n(\text{CoO}) = n(\text{HCl})/2 = 0,014$  моль,  
 Суммарное количество соляной кислоты:  $n(\text{HCl}) = 0,02 + 0,014 = 0,034$  моль,  
 Суммарная масса соляной кислоты:  $m(\text{HCl}) = 0,034 * 36,5 = 1,241 \text{ г}$ ,  
 $m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = 1,241/0,12 = 10,342 \text{ г}$ ,  
 $V_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = m/p = 9,781 \text{ мл}$ .

#### Задание 4.

Запишем термохимические уравнения растворения  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 * 12\text{H}_2\text{O}$  и образования кристаллогидрата из безводной соли:



Видно, что  $Q_3 = Q_1 - Q_2$ .

Рассчитаем значения  $Q_1$  и  $Q_2$ , приходящиеся на 1 моль  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 * 12\text{H}_2\text{O}$ :

$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 142/142 = 1 \text{ моль},$$

$$Q_1 = 23,64/1 = 23,64 \text{ кДж/моль};$$

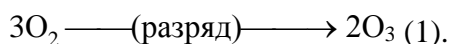
$$n(\text{Na}_2\text{HPO}_4 * 12\text{H}_2\text{O}) = 358/358 = 1 \text{ моль},$$

$$Q_2 = -95,4/1 = -95,4 \text{ кДж/моль}.$$

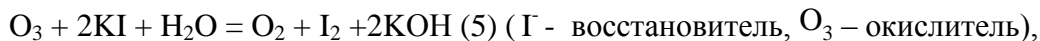
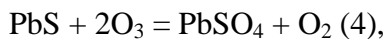
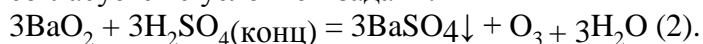
$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 23,64 \text{ кДж/моль} + 95,4 \text{ кДж/моль} = 119,04 \text{ кДж/моль}.$$

#### Задание 5.

В условии написано, что  $X$  – простое вещество, газ, который образуется ввремя грозы. Все это позволяет сделать вывод, что  $X$  - озон  $\text{O}_3$ :



Для вещества  $Y$  состава  $\text{BaX}_n$  получаем, что  $137/(137+nM_X) = 0,811$ , откуда  $nM_X = 32$ . По расчетам подходят два варианта:  $\text{BaS}$  и  $\text{BaO}_2$ . Т.к.  $X$  получается взаимодействием вещества  $Y$  с охлажденной концентрированной серной кислотой, то  $\text{BaO}_2$  хорошо согласуется с условием задачи:



Дезинфицирующие свойства озона основаны на его высокой окислительной способности. Соприкасаясь с бактерией озон разрушает клеточную мембрану и бактерия гибнет.

**Химия.9 класс**

3 вариант

Решения

**Задание 1.**

Пусть масса раствора пробы  $x$  (г). Так как раствор водный и сильно разбавленный, то  $\rho = 1$  г/мл и  $V(\text{р-ра}) = x$  мл  $= x \cdot 10^{-3}$  л.

Выразим массу и количество  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$  в этом растворе:

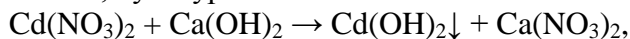
$$m(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega = 10^{-7} \cdot 4x \text{ (г)},$$

$$n(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) = 10^{-7} \cdot 4x / 236 = 1,7x \cdot 10^{-9} \text{ моль}.$$

При диссоциации соли  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \leftrightarrow \text{Cd}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$

$n(\text{Cd}^{2+}) = n(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) = 1,7x \cdot 10^{-9}$  моль, поэтому концентрация ионов кадмия в пробе составляет  $c(\text{Cd}^{2+}) = n(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) / V(\text{р-ра}) = 1,7x \cdot 10^{-9} / (x \cdot 10^{-3}) = 1,7 \cdot 10^{-6}$  моль/л.

Найденное значение концентрации значительно больше минимальной ( $3 \cdot 10^{-8}$  моль/л), значит, культура *Penicillium Gchro-chloron* подходит для выполнения такого анализа.



$$m(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) = 4 \cdot 10^{-7} \cdot 1000 = 4 \cdot 10^{-4} \text{ (г)},$$

$$n(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Cd}(\text{NO}_3)_2) = 4 \cdot 10^{-4} / 236 = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ моль} = n(\text{Cd}(\text{OH})_2)$$

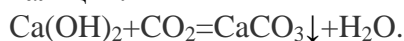
$$m(\text{Cd}(\text{OH})_2) = 1,7 \cdot 10^{-6} \cdot 146 = 2,48 \cdot 10^{-4} \text{ (г)}.$$

**Задание 2.**

Объем каждого газа в сосуде – 0,4 л, количество каждого газа в сосуде – 0,0018 моль.

Молярная масса газа, вступившего в реакцию:  $M = \rho \cdot V_m = 44$  г/моль.

Известно несколько газов с такой молярной массой, например  $\text{CO}_2$  или  $\text{N}_2\text{O}$ . По условию задачи подходит  $\text{CO}_2$ , т.к. в реакции с гидроксидом кальция дает осадок карбоната кальция:



Каждый из оставшихся двух газов, возможно, имеет ту же молярную массу, что и  $\text{CO}_2$  (так как плотность оставшихся двух газов ровно в два раза больше плотности  $\text{CO}_2$ ).

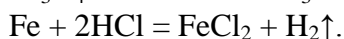
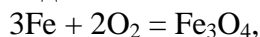
Углеводород с соответствующей молярной массой –  $\text{C}_3\text{H}_8$ , взрывоопасен в присутствии кислорода, значит третий газ должен иметь его в своем составе ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Таким образом состав склянки:  $\text{CO}_2 + \text{C}_3\text{H}_8 + \text{N}_2\text{O}$ .

$$n(\text{CaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,0018 \text{ моль},$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,0018 \cdot 100 = 0,18 \text{ (г)}.$$

**Задание 3.**



$$n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V_m = 0,389 / 22,4 = 0,017 \text{ моль},$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 0,017 \text{ моль} - \text{количество железа не подвергшегося окислению (35\%)},$$

$$0,017 \text{ моль} - 35\%$$

$$x \text{ моль} - 100\%,$$

$$x = 0,0496 \text{ моль} - \text{общее количество железа}.$$

$$m(\text{Fe}) = 0,0496 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 2,78 \text{ г}.$$

$$\text{Количество состарившегося железа } n(\text{Fe}) = 0,0496 - 0,017 = 0,0326 \text{ моль},$$

$$n(\text{Fe}) = n(\text{Fe}_3\text{O}_4)/3 = 0,012 \text{ моль},$$

$$\text{Суммарное количество соляной кислоты: } n(\text{HCl}) = 0,017 \cdot 2 + 0,012 \cdot 8 = 0,13 \text{ моль},$$

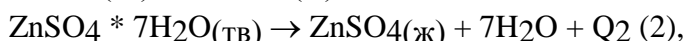
$$\text{Суммарная масса соляной кислоты: } m(\text{HCl}) = 0,13 \cdot 36,5 = 4,745 \text{ г},$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = 4,745/0,1 = 47,45 \text{ г},$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = m/p = 45,43 \text{ мл}.$$

#### Задание 4.

Запишем термохимические уравнения растворения  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и образования кристаллогидрата из безводной соли:



Видно, что  $Q_3 = Q_1 - Q_2$ .

Рассчитаем значения  $Q_1$  и  $Q_2$ , приходящиеся на 1 моль  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

$$n(\text{ZnSO}_4) = 483/161 = 3 \text{ моль},$$

$$Q_1 = 232,71/3 = 77,57 \text{ кДж/моль};$$

$$n(\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 287/287 = 1 \text{ моль},$$

$$Q_2 = -17,70/1 = -17,70 \text{ кДж/моль}.$$

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 77,57 \text{ кДж/моль} + 17,70 \text{ кДж/моль} = 95,27 \text{ кДж/моль}.$$

#### Задание 5.

Описание позволяет сделать вывод, что X - перманганат калия  $\text{KMnO}_4$ :

Для вещества Y состава  $\text{MnX}_n$  получаем, что  $55/(55+nM_X) = 0,63218$ , откуда  $nM_X = 32$ . Т.к. валентность Mn в соединении равна четырем, получаем формулу пиролюзита  $\text{MnO}_2$ .

Для вещества Z состава  $\text{K}_a\text{Mn}_b\text{O}_c$  получаем соотношение:  $a:b:c = (39,594/39) : (27,919/55) : (32,487/16) = 1:0,5:2 = 2:1:4$ , т.о. формула соединения  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ .

