

Решение заданий 10 класса

Задача № 10-1

Определим состав соли – продукта разложения

$$n(\text{Ca}) : n(\text{C}) : n(\text{O}) = 40/40 : 12/12 : 48/16 = 1 : 1 : 3$$

Продукт разложения – CaCO_3 (карбонат кальция)

Рассчитаем молярную массу газообразного продукта разложения:

$$M(\text{r}) = (M(\text{CaCO}_3) \cdot \omega(\text{r})) / \omega(\text{CaCO}_3) = (100 \cdot 21,875) / 78,125 = 28 \text{ г/моль}$$

Полученному значению соответствует CO – оксид углерода (II)/

Молярная масса исходной соли складывается из молярных масс CaCO_3 и CO , а формула является суммарной по отношению к формулам продуктов разложе-

$$\text{ния: } M(\text{исх. соли}) = 100 + 28 = 128 \text{ г/моль}$$

Следовательно, исходной солью является оксалат кальция CaC_2O_4 .



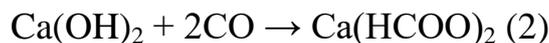
Массовые доли элементов в оксалате кальция

$$\omega(\text{Ca}) = A(\text{Ca}) \cdot 100\% / M(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 40 \cdot 100 / 128 = 31,25 \%$$

$$\omega(\text{C}) = 2 \cdot A(\text{C}) \cdot 100\% / M(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2 \cdot 12 \cdot 100 / 128 = 18,75 \%$$

$$\omega(\text{O}) = 4 \cdot A(\text{O}) \cdot 100\% / M(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 4 \cdot 16 \cdot 100 / 128 = 50,00 \%$$

Известно, что при пропускании угарного газа через растворы оснований образуются формиаты (соли муравьиной кислоты). Следовательно, наиболее вероятная реакция взаимодействия монооксида углерода с известковой водой описывается уравнением



В результате реакции образуется формиат кальция $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$

Разбалловка

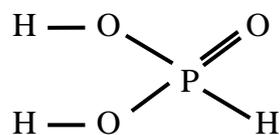
Определение продуктов разложения (CaCO_3 и CO)	2x2б. = 4 б.
Определение исходной соли	2 б.
Расчет массовой доли элементов в CaC_2O_4	1 б.
Определение $\text{Ca}(\text{HCOO})_2$	1 б.
Написание уравнений реакций (1)–(2)	2x1 б. = 2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10-2

1. При гидролизе галогенида фосфора (III) образуется галогенводородная кислота НЭ и фосфористая кислота H_3PO_3 (соединение Б):



Фосфор образует множество кислот в различных степенях окисления, но, несмотря на это, во многих из них он проявляет валентность, равную пяти. Не является исключением и фосфористая кислота – степень окисления фосфора (+3) и валентность не совпадают. Структурная формула кислоты изображена ниже:



В молекуле фосфористой кислоты один из атомов водорода прочно связан с фосфором (как в молекуле аммиака, например). Два других атома водорода связаны с фосфором через кислород. Эти два атома (точнее - их ядра) связаны слабо, т.к. электронная плотность смещается к кислороду, поэтому они способны к замещению (точнее – к диссоциации). Именно поэтому нельзя получить трехзамещенную соль фосфористой кислоты – эта кислота является двухосновной. Более правильно формулу фосфористой кислоты записать в виде $\text{H}_2[\text{HPO}_3]$.

Таким образом, реакция взаимодействия с гидроксидом натрия протекает следующим образом:



Вещество В – Na_2HPO_3 , и правильное название его – фосфит натрия.

2. Определим формулу галогенида. Для этого, обозначим количество моль галогенида фосфора (III) за x , тогда по реакции 1 образуется x моль H_3PO_3 и $3x$ моль HЭ . На нейтрализацию фосфористой кислоты израсходуется $2x$ моль NaOH (уравнение 2).

Реакцию галогеноводородной кислоты с гидроксидом натрия можно записать следующим образом:



На нейтрализацию галогеноводородной кислоты израсходуется $3x$ моль NaOH (уравнение 3).

Таким образом, на полную нейтрализацию раствора израсходуется $5x$ моль щелочи.

Из условия задачи легко определить количество щелочи и вычислить x :

$$n(\text{NaOH}) = 0,18 \text{ л} \cdot 1 \text{ моль/л} = 0,18 \text{ моль.}$$

$$5x = 0,18,$$

$$x = 0,036 \text{ моль.}$$

Можно найти молярную массу галогенида фосфора. Из условия задачи известна его масса, а количество – вычислено.

$$M(\text{PЭ}_3) = 4,95 \text{ г} / 0,036 \text{ моль} = 137,5 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{PЭ}_3) = 31 + A(\text{Э}) \cdot 3 = 137,5 \text{ г/моль,}$$

отсюда $A(\text{Э}) = 35,5$ – это хлор.

Формула галогенида – PCl_3

3. Масса раствора $4,95 + 95,05 = 100$ г, следовательно массы растворенных веществ будут численно равны массовым долям в %.

$$m(\text{H}_3\text{PO}_3) = 0,036 \text{ моль} \cdot 82 \text{ г/моль} = 2,95 \text{ г}, \omega(\text{H}_3\text{PO}_3) = 2,95 \%$$

$$m(\text{HCl}) = 0,036 \cdot 3 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 3,94 \text{ г}, \omega(\text{H}_3\text{PO}_3) = 3,94 \%$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 2,95 - 3,94 = 93,11\%$$

4. Уравнения реакций



Разбалловка

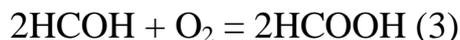
1. Ответ на первый вопрос (названия кислоты и соли по 0,5б; структурная формула кислоты, степень окисления фосфора в ней, объяснение основности кислоты по 1 баллу)	4 б.
2. Установление формулы галогенида (Просто верная формула без подтверждения – 0,5 б)	2 б.
3. Расчет массовых долей в первом растворе	1 б.
4. За уравнения реакций (по 1 баллу за реакцию 1 или 1а, 2, 3 или 3а)	3 б.
<i>ИТОГО</i>	<i>10 б.</i>

Задача № 10-3

Вещество А – метанол (CH_3OH), древесный спирт



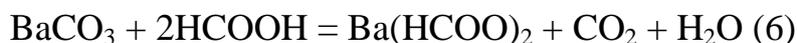
При частичном окислении метанола в присутствии катализатора образуется смесь формальдегида, муравьиной кислоты и метанола, не вступившего в реакцию:



С аммиачным раствором оксида серебра может взаимодействовать как формальдегид, так и муравьиная кислота с образованием металлического серебра:



С карбонатом бария реагирует только муравьиная кислота:



Исходя из уравнений реакции (4) – (6) определим состав смеси, образовавшейся при окислении метанола. Используя уравнение (6) найдем массу муравьиной кислоты:

$$n(\text{HCOOH}) = 2n(\text{CO}_2) = 2 \cdot 1,12/22,4 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCOOH}) = 0,1 \cdot 46 = 4,6 \text{ г}$$

Вычислим количество выделившегося серебра в реакциях (4) и (5):

$$n(\text{Ag}) = 43,2 / 108 = 0,4 \text{ моль}$$

Из уравнений реакций (4) и (5) следует:

$$4n(\text{HCOH}) + 2n(\text{HCOOH}) = 0,4$$

$$4n(\text{HCOH}) = 2 \cdot 0,1 = 0,2$$

$$n(\text{HCOH}) = (0,2 - 0,2)/4 = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCOH}) = 0,05 \cdot 30 = 1,5 \text{ г}$$

Вычислим массу метанола в смеси и его массовую долю:

$$m(\text{CH}_3\text{OH}) = 12,5 - 4,6 - 1,5 = 6,4 \text{ г}$$

$$w(\text{CH}_3\text{OH}) = 6,4/12,5 \cdot 100 = 51,2\%$$

Разбалловка

Формула и тривиальное название вещества А	1 б.
Уравнения реакций (1) – (6)	6x0,5 б. = 3 б.
Определение массы формальдегида и муравьиной кислоты	2x2 б. = 4 б.
Определение массы метанола и его массовой доли	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 10-4



$$V(\text{смеси}) = 1,0 + 1,0 = 2,0 \text{ л}$$

Вычислим количества вещества в исходных растворах:

$$n(\text{BaCl}_2) = 1,0 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{K}_2\text{CrO}_4) = 1,0 \cdot 0,2 = 0,2 \text{ моль}$$

Исходя из уравнения реакции (1) K_2CrO_4 находится в недостатке поэтому весь хромат-анион перейдет в осадок в виде BaCrO_4 . В растворе останутся ионы Cl^- , Ba^{2+} , K^+ .

Количество хлорид-ионов равно удвоенному количеству хлорида бария:

$$n(\text{Cl}^-) = 0,5 \cdot 2 = 1,0 \text{ моль}$$

$$C(\text{Cl}^-) = 1,0 / 2,0 = 0,5 \text{ моль/л}$$

Количество катионов калия равно удвоенному количеству хромата калия:

$$n(\text{K}^+) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ моль}$$

$$C(\text{K}^+) = 0,4/2,0 = 0,2 \text{ моль/л}$$

Количество катионов бария в растворе равно разнице между исходным количеством и количеством K_2CrO_4 , которое эквивалентно количеству катионов бария вступивших в реакцию (1):

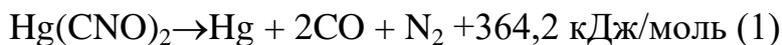
$$n(Ba^{2+}) = 0,5 - 0,2 = 0,3 \text{ моль}$$
$$C(Ba^{2+}) = 0,3/2,0 = 0,15 \text{ моль/л}$$

Разбалловка

Написание уравнения реакции (1)	1 б.
Определение вещества, которое находится в недостатке	2 б.
Расчет количества вещества и концентрации Cl^- и K^+	2x2 б. = 4 б.
Расчет количества вещества и концентрации Ba^{2+}	3 б.
<i>ИТОГО</i>	<i>10 б.</i>

Задача № 10-5

Запишем уравнение разложения гремучей ртути. Продукт неполного сгорания топлива – это угарный газ (CO), тогда два простых вещества – это металлическая ртуть и азот. Термохимическое уравнение разложения гремучей ртути:



Определим количество теплоты при взрыве 1 кг гремучей ртути:

$$M(Hg(CNO)_2) = 284,6 \text{ г/моль}$$
$$n(Hg(CNO)_2) = (1000/284,6) = 3,51 \text{ моль}$$
$$Q = 364,2 \cdot 3,51 = 1278,3 \text{ кДж}$$
$$Q = 127,6/4,187 = 305,3 \text{ ккал}$$

Определим объем выделяющихся газов. По уравнению реакции разложения гремучей ртути:

$$n(CO) = 0,5n(Hg(CNO)_2) = 1,76 \text{ моль}$$
$$n(N_2) = n(Hg(CNO)_2) = 3,51 \text{ моль}$$
$$V(CO + N_2) = (n(CO) + n(N_2)) \cdot V_m = (1,76 + 3,51) \cdot 22,4 = 118,05 \text{ л} = 0,118 \text{ м}^3$$

Разбалловка

Написание термохимического уравнения (1)	2 б.
Расчет выделившейся теплоты в кДж	3 б.
Пересчет теплоты из кДж в ккал	1 б.
Расчет объема выделившихся газов	4 б.
<i>ИТОГО</i>	<i>10 б.</i>