

**Задания и решения интернет-тура LXVIII
Московской олимпиады школьников по химии
2011-2012 учебного года**

9 класс

Вариант I.

1. Сколько граммов ортофосфорной кислоты содержится в растворе, полученном в результате растворения 7,24 г высшего оксида фосфора в 55 г воды? В ответе укажите целое число граммов

Решение

7,24 г P_2O_5 соответствуют 0,051 моль. При реакции с водой $P_2O_5 + 3 H_2O = 2 H_3PO_4$ получится 0,102 моль ортофосфорной кислоты или $98 \cdot 0,102 = 9,996$ г или округленно 10 г.

Ответ: 10 (г H_3PO_4)

2. При взаимодействии карбоната кальция со 100 г 30% соляной кислоты выделился газ, объем которого при температуре 20°C и давлении 101 кПа составил 1206 мл. Сколько граммов карбоната кальция было введено в реакцию? В ответе укажите целое число граммов

Решение

По объединенному газовому закону $P_0V_0/T_0 = P_1V_1/T_1$ находим объем при н.у.:
 $V_0 = P_1V_1T_0/T_1P_0 = 101 \cdot 1206 \cdot 273 / 293 \cdot 101,3 = 1120$ (мл). Это составляет $1120 / 22400 = 0,05$ моль углекислого газа: $CaCO_3 + 2 HCl = CaCl_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$. Соответственно в реакцию было введено 0,05 моль карбоната кальция или $100 \cdot 0,05 = 5$ (г)

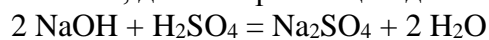
Ответ: 5 (г $CaCO_3$)

3. При взаимодействии 50 г 4%-го раствора гидроксида натрия с 50 г 8%-го раствора серной кислоты выделилось 2,79 кДж тепла. Сколько тепла выделится при взаимодействии 50 г 6,3%-го раствора азотной кислоты с 50 г 8%-го раствора гидроксида натрия?

В ответе приведите теплоту в кДж с точностью до 2-х знаков после запятой (X,XX).

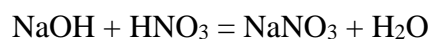
Решение

Прореагировало 2 г ($2/40 = 0,05$ моль) гидроксида натрия с 4 г ($4/98 = 0,041$ моль) серной кислоты. Серная кислота в избытке, для нейтрализации достаточно 0,025 моль:



При этом выделилось 2,79 кДж тепла на 0,05 моль образовавшейся при нейтрализации воды.

В 50 г азотной кислоты содержится 3,15 г ($3,15/63 = 0,05$ моль), а в 50 г 8% гидроксида натрия 4 г ($4/40 = 0,1$ моль). В избытке щелочь, но воды получилось столько же – 0,05 моль:



Следовательно, выделится 2,79 кДж тепла.

Ответ: 2,79 (кДж)

4. Слили попарно следующие растворы:

- а) 5%-ный хлорид бария и 4%-ный нитрат калия;
- б) аммиачную воду и 5%-ную серную кислоту;
- в) известковую воду и газированную минеральную воду;
- г) 2%-ный нитрат серебра и 5%-ный нитрат бария;
- д) известковую воду и аммиачную воду

Для той пары растворов, при сливании которой образовался осадок, укажите молекулярную массу вещества в осадке (ответ округлите до целого)

Решение

Осадок выпадет только в случае в): $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

Ответ: 100 (в) CaCO₃

5. Соль содержит 40,0% кислорода. При приливании к этой соли раствора соляной кислоты выделяется газ с плотностью по воздуху около 2,2. Определите формулу соли. В ответе приведите атомную массу металла, входящего в соль.

Решение

Молекулярная масса газа примерно: $29 \cdot 2,2 = 63,8$.

Подходит SO_2 (64). Тогда эта соль – сульфит. Если кислорода ($16 \cdot 3 = 48$) 40%, то на металл и серу приходится: $48 \cdot 60 / 40 = 72$ а.е.м. Тогда молекулярная масса металла $72 - 48 = 24$

(двухвалентный) или 20 (одновалентный). Подходит кальций, соль – сульфит кальция: $\text{CaSO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Ответ: 40 (CaSO₃)

6. В 6 пробирок, содержащих по 10 мл воды каждая, добавили по 1 г:

- 1) металлического натрия; 2) металлического лития; 3) гидрида лития; 4) металлического цинка; 5) оксида лития; 6) оксида магния.

В некоторых случаях происходило выделение газа. В ответе укажите без пробелов номера пробирок, в которых происходило выделение газа, причем в порядке убывания объема газа (слева максимальный, справа минимальный, например: 354)

Решение

3) $\text{LiH} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + \text{H}_2$ наибольший объем газа на 1 г исходных веществ

2) $\text{Li} + \text{H}_2\text{O} = \text{LiOH} + 0,5 \text{H}_2$

1) $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + 0,5 \text{H}_2$

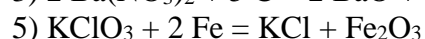
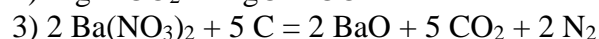
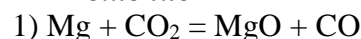
Ответ: 321

7. Из приведенного списка выберите индивидуальные вещества и (или) смеси, способные гореть в атмосфере углекислого газа:

- 1) металлический магний; 2) смесь сульфата калия и графита;
- 3) смесь нитрата бария и графита; 4) металлический марганец;
- 5) смесь хлората калия и железа; 6) смесь силиката кальция и красного фосфора.

В ответе укажите номера без пробелов, например 123.

Решение



Ответ: 135

Вариант II.

1. Сколько граммов серной кислоты содержится в растворе, полученном в результате растворения 4,082 г высшего оксида серы в 45 г воды? В ответе укажите целое число граммов

Решение

4,082 г SO_3 соответствуют 0,051 моль. При реакции с водой $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ получится 0,051 моль серной кислоты или $98 \cdot 0,051 = 4,998$ г или округленно 5 г.

Ответ: 5 (г H_2SO_4)

2. При взаимодействии карбоната кальция со 150 г 30% соляной кислоты выделился газ, объем которого при температуре 20°C и давлении 101 кПа составил 2404 мл. Сколько граммов карбоната кальция было введено в реакцию? В ответе укажите целое число граммов

Решение

По объединенному газовому закону $P_0V_0/T_0 = P_1V_1/T_1$ находим объем при н.у.:

$V_0 = P_1V_1T_0/T_1P_0 = 101 \cdot 2404 \cdot 273 / 293 \cdot 101,3 = 2233$ (мл). Это составляет $2233 / 22400 = 0,0997$ моль углекислого газа: $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$. Соответственно в реакцию было введено 0,05 моль карбоната кальция или $100 \cdot 0,0997 = 9,97$ (г) или округленно 10 г

Ответ: 10 (г CaCO_3)

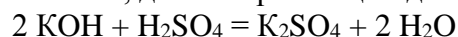
3. При взаимодействии 50 г 5,6%-го раствора гидроксида калия с 50 г 8%-го раствора серной кислоты выделилось 2,79 кДж тепла. Сколько тепла выделится при взаимодействии 50 г 6,3%-го раствора азотной кислоты с 50 г 11,2%-го раствора гидроксида калия?

В ответе приведите теплоту в кДж с точностью до 2-х знаков после запятой (X,XX).

Решение

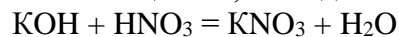
Прореагировало 2,8 г ($2,8/56 = 0,05$ моль) гидроксида калия с 4 г ($4/98 = 0,041$ моль) серной кислоты. Серная кислота в

избытке, для нейтрализации достаточно 0,025 моль:



При этом выделилось 2,79 кДж тепла на 0,05 моль образовавшейся при нейтрализации воды.

В 50 г азотной кислоты содержится 3,15 г ($3,15/63 = 0,05$ моль), а в 50 г 11,2% гидроксида калия 5,6 г ($5,6/56 = 0,1$ моль). В избытке щелочь, но воды получилось столько же – 0,05 моль:



Следовательно, выделится 2,79 кДж тепла.

Ответ: 2,79 (кДж)

4. Слили попарно следующие растворы:

- а) 5%-ный хлорид бария и 4%-ный нитрат натрия;
- б) аммиачную воду и 5%-ную фосфорную кислоту;
- в) известковую воду и газированную питьевую воду;
- г) 2%-ный нитрат серебра и 5%-ный нитрат бария;
- д) известковую воду и хлорную воду

Для той пары растворов, при сливании которой образовался осадок, укажите молекулярную массу вещества в осадке (ответ округлите до целого)

Решение

Осадок выпадет только в случае в): $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

Ответ: 100 (в) CaCO₃

5. Соль содержит 22,1% кислорода. При приливании к этой соли раствора соляной кислоты выделяется газ с плотностью по воздуху около 2,2. Определите формулу соли. В ответе приведите атомную массу металла, входящего в соль.

Решение

Молекулярная масса газа примерно: $29 \cdot 2,2 = 63,8$.

Подходит SO_2 (64). Тогда эта соль – сульфит. Если кислорода ($16 \cdot 3 = 48$) 22,1%, то на металл и серу приходится:

$48 \cdot 77,9/22,1 = 169$ а.е.м. Тогда молекулярная масса металла $169 - 32 = 137$ (двухвалентный) или 68,5 (одновалентный).

Подходит барий, соль – сульфит бария: $\text{BaSO}_3 + 2 \text{ HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

Ответ: 137 (BaSO₃)

6. В 6 пробирок, содержащих по 10 мл воды каждая, добавили по 1 г:

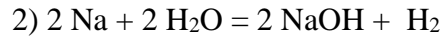
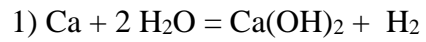
- 1) металлического кальция; 2) металлического натрия 3) гидроксида кальция; 4) металлического цинка; 5) оксида натрия; 6) оксида бария.

В некоторых случаях происходило выделение газа. В ответе укажите без пробелов номера пробирок, в которых происходило выделение газа, причем в порядке убывания объема газа (слева максимальный, справа минимальный, например: 354)

Решение

3) $\text{CaH}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2 \text{ H}_2$ наибольший объем газа на

1 г исходных веществ



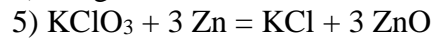
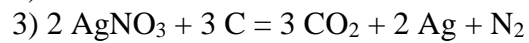
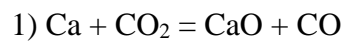
Ответ: 312

7. Из приведенного списка выберите индивидуальные вещества и (или) смеси, способные гореть в атмосфере углекислого газа:

1) металлический кальций; 2) смесь сульфата натрия и графита; 3) смесь нитрата серебра и графита; 4) металлический марганец; 5) смесь хлората калия и цинка; 6) смесь силиката кальция и красного фосфора.

В ответе укажите номера без пробелов, например 123.

Решение



Ответ: 135