

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

10 класс

Вариант I.

1. Какие из перечисленных ниже газов можно сушить (т.е. удалять из них пары воды), пропуская через склянку с концентрированной серной кислотой? В ответе укажите их номера по возрастанию (например, 123):

1) O₂, 2) NH₃, 3) Ar, 4) CH₂=CH₂, 5) CO₂

Решение: газ можно сушить концентрированной серной кислотой в том случае, если он с ней не взаимодействует. Из указанных газов с серной кислотой реагирует аммиак (с образованием гидросульфата аммония) и этилен (с образованием в основном этилсерной кислоты). Таким образом, остаются кислород, аргон и диоксид углерода.

Ответ: 135

2. Определите массовую долю (в %) кислорода в смеси, содержащей оксид углерода(II) и оксид углерода(IV) в объемном отношении 1 : 3. В ответе укажите целое число процентов.

Решение:

Пусть смесь состоит из 1 моля CO и 3 молей CO₂ (для газов объемное отношение равно мольному). Тогда масса смеси составляет $28 + 3 \times 44 = 160$ г. Масса кислорода в этой смеси равна $16 + 3 \times 16 \times 2 = 112$ г. Массовая доля кислорода составляет

$$112/160 \times 100\% = 70\%$$

Ответ: 70

3. Газ, полученный при полном разложении водой нитрида магния массой 5 г сожгли в кислороде. Какой газ при этом получился и чему равен его объем при н.у.?

Варианты ответов: 1) NH₃ 2,24 л, 2) NO 1,12 л, 3) N₂O 2,24 л, 4) N₂ 1,12 л.

Решение:

Нитрид магния взаимодействует с водой по уравнению: $Mg_3N_2 + 6 H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2 NH_3$

При сжигании аммиака (без катализатора) получается азот: $4NH_3 + 3O_2 = 2 N_2 + 6H_2O$

Таким образом из 1 моля нитрида магния можно получить 1 моль газообразного азота.

Количество вещества нитрида магния составляет $5 \text{ г} : 100 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}$

Значит в результате получится 0,05 моль азота, т.е. 1,12 л N₂.

Ответ: 4).

4. В раствор, содержащий 2,24 г металла в виде сульфата, погрузили цинковую пластинку. После полного выделения металла масса пластинки увеличилась на 0,94 г. Какой металл был в растворе?

Варианты ответов:

1) медь, 2) кадмий, 3) железо, 4) хром,

Решение:

Будем считать металл двухвалентным, тогда $M^{2+} + Zn^0 = M^0 + Zn^{2+}$.

Если в реакцию вступил 1 моль (M г) металла, то $\Delta m = M - 65$, где M – молярная масса металла.

В данном случае в реакции участвовало 2,24 г металла, а $\Delta m = 0,94$.

Составим пропорцию $M / (M - 65) = 2,24 / 0,94$

Отсюда $M = 112,2$. Этот металл — кадмий.

Ответ: 2)

5. Определите вещество X в цепочке превращений: пропен → X → ацетон.

Варианты ответов:

1) пропанол-2, 2) пропанол-1, 3) пропан, 4) ацетилен

Решение.

Ацетон получается при окислении вторичного спирта (пропанола-2). Этот же спирт получается при присоединении к пропену воды в кислой среде. Таким образом, это и есть промежуточное вещество.

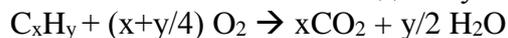
Ответ: 1)

6. Объем углекислого газа, полученный при сжигании углеводорода, в два раза превышает полученный при этом объем паров воды (при измерении при одинаковых условиях).

Выберите этот углеводород из предложенных:

1) C_3H_8 , 2) C_6H_6 , 3) C_4H_{10} , 4) C_3H_6

Решение: Обозначим исходный углеводород C_xH_y . Тогда



По условию $x = 2 y/2$. Тогда $x = y$. Из предложенных углеводородов этому условию удовлетворяет бензол.

Ответ: 2)

7. Сколько граммов нитрата серебра выпадет в осадок из 10 г раствора, насыщенного при $80^\circ C$, при охлаждении его до $20^\circ C$? Растворимость нитрата серебра составляет 635 г на 100 г воды при $80^\circ C$ и 228 г на 100 г воды при $20^\circ C$.

Варианты ответов: 1) 4,07 г, 2) 10,0 г, 3) 5,54 г, 4) 9,1 г

Решение:

При $80^\circ C$ насыщенный раствор содержит 635 г нитрата

серебра на 100 г воды, т.е. 635 г на 735 г раствора.

735 г р-ра — содержат 635 г вещества

10 г р-ра — x г в-ва.

Отсюда $x = 8,64$ г.

Масса воды $10 - 8,64 = 1,36$ г

После охлаждения масса воды остается той же самой. Тогда можно составить пропорцию:

100 г воды растворяют 228 г вещества

1,36 г воды растворяет y г вещества

$y = 3,1$ г

В осадок выпало $8,64 - 3,1 = 5,54$ г

Ответ: 3)

Вариант II.

1. Какие из перечисленных ниже газов можно сушить (т.е. удалять из них пары воды), пропуская через склянку с концентрированной серной кислотой? В ответе укажите их номера по возрастанию (например, 123):

1) H_2S , 2) N_2 , 3) CH_4 , 4) HI , 5) Cl_2

Решение: газ можно сушить концентрированной серной кислотой в том случае, если он с ней не взаимодействует.

Из указанных газов с серной кислотой реагирует сероводород (окисление до серы) и йодоводород (окисление до йода).

Таким образом, остаются азот, метан и хлор.

Ответ: 235

2. Определите массовую долю (в %) азота в смеси, содержащей оксиды азота N_2O и NO в объемном отношении 4 : 1. Ответ округлите до целого числа процентов.

Решение:

Пусть смесь состоит из 4 молей N_2O и 1 моля NO (для газов объемное отношение равно мольному). Тогда масса смеси составляет $4 \times 44 + 30 = 206$ г. Масса азота в смеси равна $14 \times 2 \times 4 + 14 = 126$. Массовая доля азота составляет $126/206 \times 100\% = 61,15\%$.

Ответ: 61

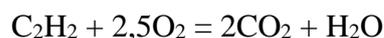
3. Газ, полученный при полном разложении водой карбида кальция, массой 3,2 г сожгли в кислороде. Какой газ при этом получился и чему равен его объем при н.у.?

Варианты ответов: 1) CH_4 1,12 л, 2) CO 2,24 л, 3) CO_2 2,24 л, 4) CO_2 1,12 л.

Решение:

Карбид кальция взаимодействует с водой по уравнению: $CaC_2 + 2H_2O = C_2H_2 + Ca(OH)_2$

При сжигании полученного ацетилена получается диоксид углерода:



Таким образом, из 1 моля карбида кальция можно получить 2 моля CO_2

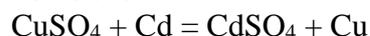
Количество вещества карбида кальция составляет $3,2 \text{ г} / 64 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}$.

Значит, в результате получится 0,1 моль CO_2 , т.е. 2,24 л.

Ответ: 3).

4. В раствор, содержащий 4 г сульфата меди погрузили кадмиевую пластинку. После осаждения всей меди на пластинке ее масса уменьшилась на 3%. Определите первоначальную массу пластинки (в граммах). В ответе укажите целое число.

Решение:



В 4 г сульфата меди содержится $4 \times (64/160) = 1,6 \text{ г}$ меди.

При осаждении на кадмиевой пластинке 64 г меди $\Delta m = 112 - 64 = 48 \text{ г}$.

При осаждении 1,6 г меди ----- x г

Составим пропорцию

$$64/1,6 = 48/x, \text{ отсюда } x = 48 \times 1,6/64 = 1,2 \text{ г.}$$

Масса пластинки изменилась на 1,2 г, что составило 3% от ее первоначальной массы, т.е. первоначальная масса равна 40 г.

Ответ: 40

5. Определите вещество X в цепочке превращений: ацетилен $\rightarrow X \rightarrow$ уксусная кислота.

Варианты ответов:

1) этилен, 2) ацетальдегид, 3) ацетон, 4) метиловый спирт

Решение.

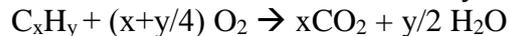
Уксусная кислота может быть получена при окислении ацетальдегида в одну стадию. Ацетальдегид же может быть получен в одну стадию из ацетилена по реакции Кучерова (присоединение воды в присутствии солей ртути). Таким образом, это и есть промежуточное вещество.

Ответ: 2)

6. При сгорании углеводорода образовались равные объемы углекислого газа и паров воды (при измерении при одинаковых условиях). Выберите этот углеводород из предложенных:

1) C_3H_8 , 2) C_6H_6 , 3) C_4H_{10} , 4) C_3H_6

Решение: Обозначим исходный углеводород C_xH_y . Тогда



По условию $x = y/2$ или $y = 2x$. Из предложенных

углеводородов этому условию удовлетворяет пропен.

Ответ: 4)

7. Сколько граммов бромиды калия выпадет в осадок из 39,0 г

раствора, насыщенного при 80°C , при охлаждении его до 20°C ? Растворимость бромида калия составляет $95,0$ г на 100 г воды при 80°C и $65,5$ г на 100 г воды при 20°C .

Варианты ответов: 1) $5,9$ г, 2) $10,0$ г, 3) $3,6$ г, 4) $13,1$ г

Решение:

При 80°C насыщенный раствор содержит 95 г бромида калия на 100 г воды, т.е. 95 г на 195 г раствора.

195 г р-ра — содержат 95 г вещества

$39,0$ г р-ра — x г в-ва.

Отсюда $x = 19,0$ г.

Масса воды $39 - 19 = 20$ г

После охлаждения масса воды остается той же самой. Тогда можно составить пропорцию:

100 г воды растворяют $65,5$ г вещества

20 г воды растворяет y г вещества

$y = 13,1$ г

В осадок выпало $19,0 - 13,1 = 5,9$ г

Ответ: 1)