

Олимпиада по химии «Покори Воробьёвы горы!» – 2011
Решения заданий очного тура 11 класс
Вариант 2 г. Архангельск

1. Напишите электронную конфигурацию атома в невозбуждённом состоянии, у которого общее количество р-электронов в 2 раза больше количества s-электронов.

Ответ: Ar $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$.
 Se $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2 3d^{10} 4p^4$.
 Sn $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^2$.
 Ba $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2$.

2. В сосуде объёмом 5.6 л при 0 °С смешали 36.5 г хлороводорода, 7.1 г хлора и 3.4 г аммиака. Определите давление газа в сосуде. (8 баллов)

Решение:

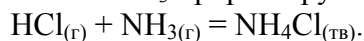
Начальные количества газов равны:

$$v(\text{HCl}) = 36.5 / 36.5 = 1.0 \text{ моль},$$

$$v(\text{Cl}_2) = 7.1 / 71 = 0.1 \text{ моль},$$

$$v(\text{NH}_3) = 3.4 / 17 = 0.2 \text{ моль}.$$

После смешения 0.2 моль HCl и 0.2 моль NH₃ прореагируют с образованием соли:



В сосуде останется 0.8 моль HCl и 0.1 моль Cl₂, всего 0.9 моль газов.

$$\text{Давление в сосуде будет равно } p = \frac{0.9 \cdot 22.4}{5.6} = 3.6 \text{ атм, или } p = \frac{vRT}{V} = 365 \text{ кПа} = 3.6 \text{ атм}.$$

Ответ: 3.6 атм.

3. Степень диссоциации 0.2 М раствора синильной кислоты (HCN) равна 0.005 %. Определите pH этого раствора.

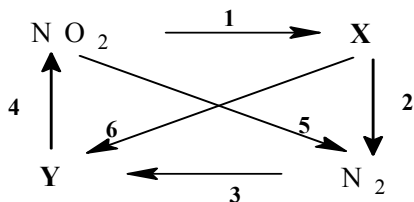
Решение:

$$[\text{H}^+] = C \cdot \alpha = 0.2 \cdot 0.005 / 100 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

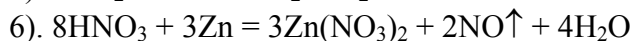
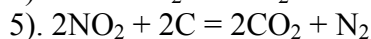
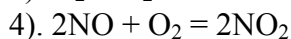
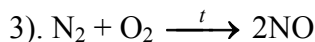
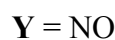
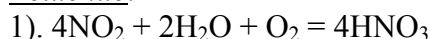
$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 5.$$

Ответ: pH = 5.

4. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме превращений, укажите условия их протекания:



Решение:



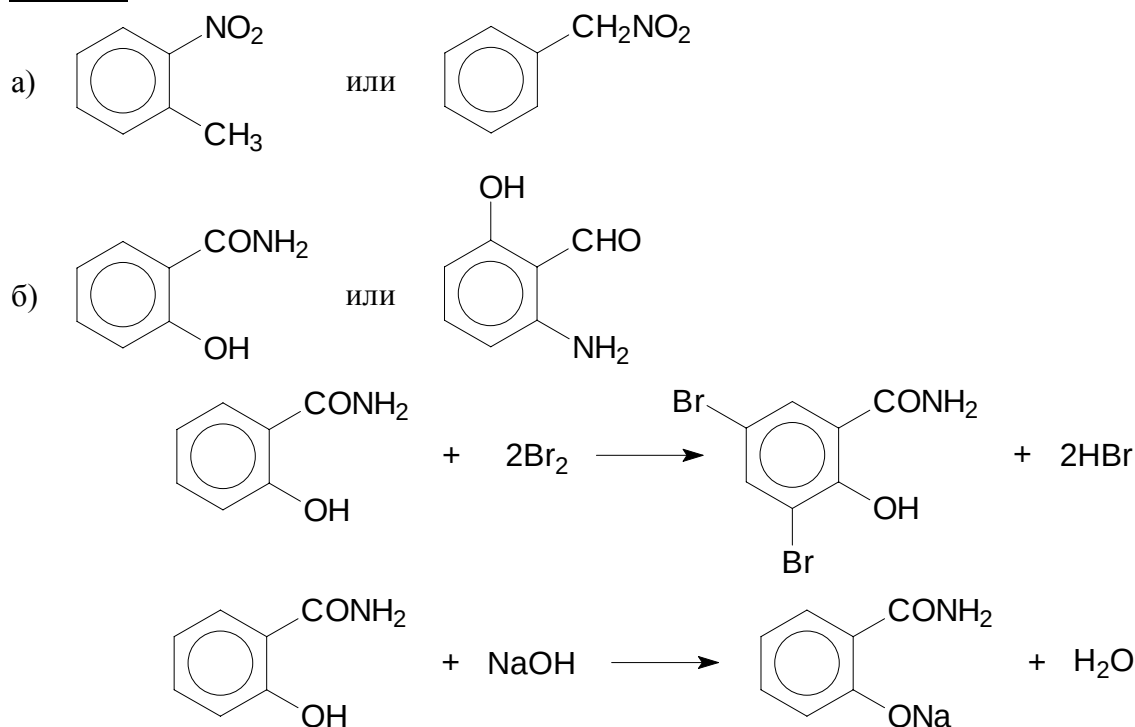
5. Изобразите структурную формулу изомера 4-аминобензойной кислоты, который:

а) не реагирует с бромной водой и с разбавленным раствором NaOH;

б) реагирует с бромной водой и с разбавленным раствором NaOH.

Напишите уравнения соответствующих реакций.

Решение:

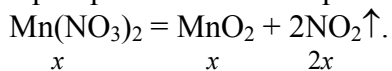


6. Навеску нитрата марганца прокалили, выделившийся газ собрали. К твёрдому остатку добавили избыток концентрированной соляной кислоты. Выделившийся в реакции газ смешали с первым газом, при этом объём смеси составил 3.36 л (н. у.), а плотность – 2.426 г/л. Какова масса исходной навески?

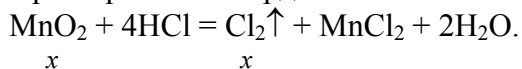
Решение:

Пусть исходное количество нитрата марганца равно x моль.

При прокаливании нитрата марганца выделяется NO₂:



При обработке твёрдого остатка концентрированной соляной кислотой выделяется Cl₂:



Общее количество выделившихся газов равно:

$$v(\text{газ}) = 3.36 / 22.4 = 0.15 \text{ моль}.$$

Тогда

$$3x = 0.15, \text{ откуда } x = 0.05 \text{ моль}.$$

Соответственно, общая масса газов равна

$$m(\text{газов}) = 2x \cdot 46 + x \cdot 71 = 8.15 \text{ г},$$

что совпадает с массой газов по условию, которая равна

$$m = V \cdot \rho = 3.36 \cdot 2.426 = 8.15 \text{ г}.$$

Масса исходной навески равна:

$$m(\text{Mn(NO}_3)_2) = x \cdot 179 = 0.05 \cdot 179 = 8.95 \text{ г}.$$

Ответ: 8.95 г.

7. Соединение содержит 57.83 масс. % углерода, 3.62 масс. % водорода и кислород. Установите строение этого соединения, если известно, что его образец массой 3.32 г может прореагировать с 20 мл 2 М раствора гидроксида калия. При нагревании того же образца до 200 °С его масса уменьшается до 2.96 г.

Решение:

Пусть формула соединения $C_xH_yO_z$.

$x : y : z = (57.83 / 12) : (3.62 / 1) : (38.55 / 16) = 4 : 3 : 2$.

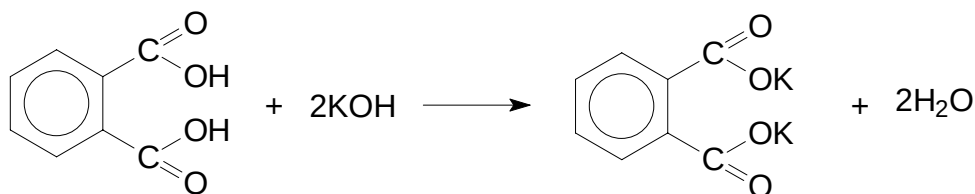
Простейшая формула соединения $C_4H_3O_2$. Истинная формула соединения $C_8H_6O_4$.

$\nu(C_8H_6O_4) = 3.32 / 166 = 0.02$ моль.

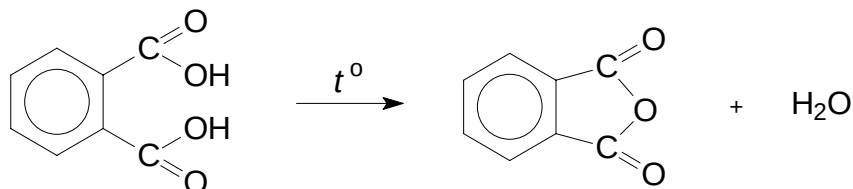
$\nu(KOH) = 0.02 \cdot 2 = 0.04$ моль.

$\nu(H_2O) = (3.32 - 2.96) / 18 = 0.02$ моль.

Исходя из формулы соединения и количеств KOH и H_2O можно сделать вывод, что это соединение – фталевая кислота.



При нагревании фталевой кислоты образуется ангидрид:



Ответ: фталевая кислота.