

Олимпиада по химии «Покори Воробьёвы горы!» - 2011
Решения заданий очного тура 11 класс
Вариант 3 г. Йошкар-Ола

1. Напишите электронную конфигурацию атома в невозбуждённом состоянии, у которого общее количество s-электронов в 4 раза больше количества d-электронов.

Ответ: Ti $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^2$.

2. В сосуде объёмом 6.72 л при 0 °С смешали 8.1 г бромоводорода, 6 г этана и 9.3 г метиламина. Определите давление газа в сосуде.

Решение:

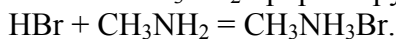
Начальные количества газов равны:

$$\nu(\text{HBr}) = 8.1 / 81 = 0.1 \text{ моль,}$$

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_6) = 6 / 30 = 0.2 \text{ моль,}$$

$$\nu(\text{CH}_3\text{NH}_2) = 9.3 / 31 = 0.3 \text{ моль.}$$

После смешения 0.1 моль HBr и 0.1 моль CH_3NH_2 прореагируют с образованием соли:



В сосуде останется 0.2 моль CH_3NH_2 и 0.2 моль C_2H_6 , всего 0.4 моль газов.

Давление в сосуде будет равно $p = \frac{0.4 \cdot 22.4}{6.72} = 1.33 \text{ атм, или } p = \frac{\nu RT}{V} = 135.0 \text{ кПа} = 1.33 \text{ атм.}$

Ответ: 1.33 атм.

3. Степень диссоциации 0.0034 М раствора хлорноватистой кислоты (HClO) равна 0.294 %. Определите pH этого раствора.

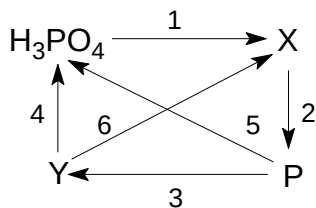
Решение:

$$[\text{H}^+] = C \cdot \alpha = 0.0034 \cdot 0.294 / 100 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л.}$$

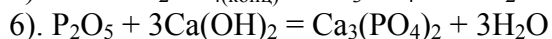
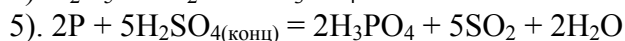
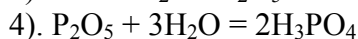
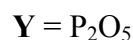
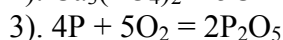
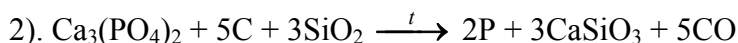
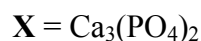
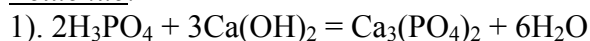
$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 5.$$

Ответ: pH = 5.

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



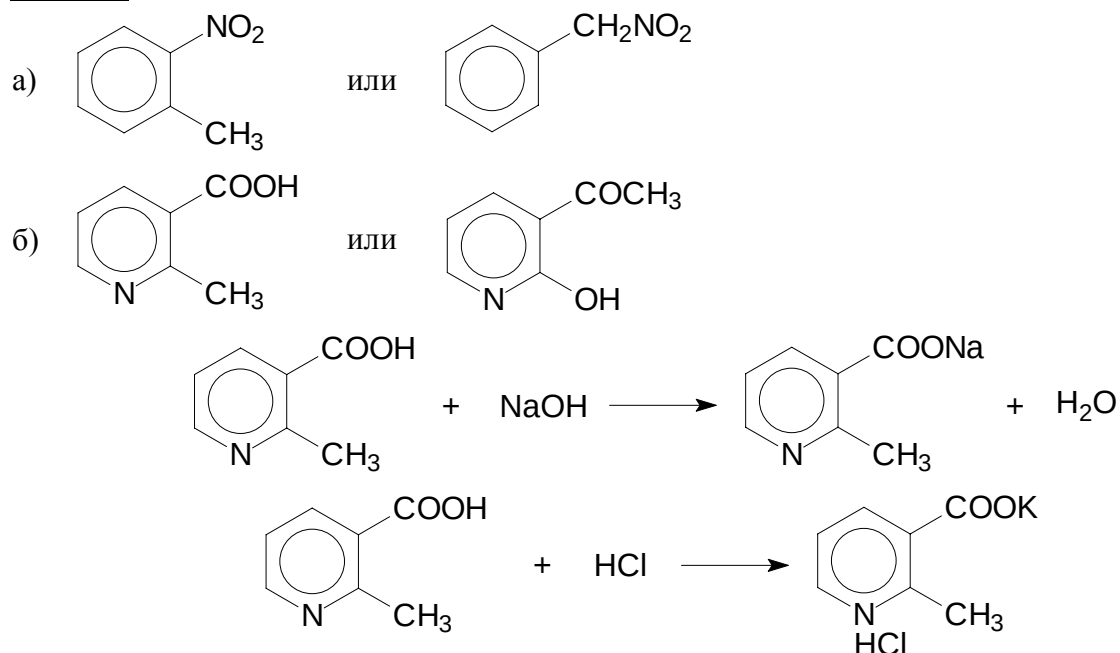
Решение:



5. Изобразите структурную формулу изомера 4-аминобензойной кислоты, который:
 а) не реагирует с разбавленным раствором HCl и с разбавленным раствором NaOH,
 б) не содержит аминогруппу, но реагирует с разбавленным раствором NaOH и с разбавленным раствором HCl.

Напишите уравнения соответствующих реакций.

Решение:

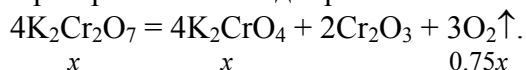


6. Навеску дихромата калия прокалили, выделившийся газ собрали. К твёрдому остатку добавили избыток концентрированной соляной кислоты. Выделившийся в реакции газ смешали с первым газом, при этом объём смеси составил 10.08 л (н. у.), а плотность – 2.589 г/л. Какова масса исходной навески?

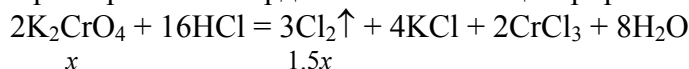
Решение:

Пусть исходное количество дихромата калия равно x моль.

При прокаливании дихромата калия выделяется O₂:



При обработке твёрдого остатка концентрированной соляной кислотой выделяется Cl₂:



Общее количество выделившихся газов равно:

$$v(\text{газ}) = 10.08 / 22.4 = 0.45 \text{ моль.}$$

Тогда

$$2.25x = 0.45, \text{ откуда } x = 0.2 \text{ моль.}$$

Соответственно, общая масса газов равна

$$m(\text{газов}) = 0.75x \cdot 32 + 1.5x \cdot 71 = 26.1 \text{ г,}$$

что совпадает с массой газов по условию, которая равна

$$m = V \cdot \rho = 10.08 \cdot 2.589 = 26.1 \text{ г.}$$

Масса исходной навески равна:

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = x \cdot 294 = 0.2 \cdot 294 = 58.8 \text{ г.}$$

Ответ: 58.8 г.

7. Соединение содержит 41.38 масс. % углерода, 3.45 масс. % водорода и кислород. Установите строение этого соединения, если известно, что его образец массой 2.32 г может прореагировать с 20 мл 2 М раствора гидроксида натрия или 160 г 2 % раствора бромной воды. При нагревании того же образца до 100 °С его масса уменьшается до 1.96 г.

Решение:

Пусть формула соединения $C_xH_yO_z$.

Тогда отношение $x : y : z = (41.38 / 12) : (3.45 / 1) : (55.17 / 16) = 1 : 1 : 1$.

Простейшая формула соединения CHO . Истинная формула соединения $C_4H_4O_4$.

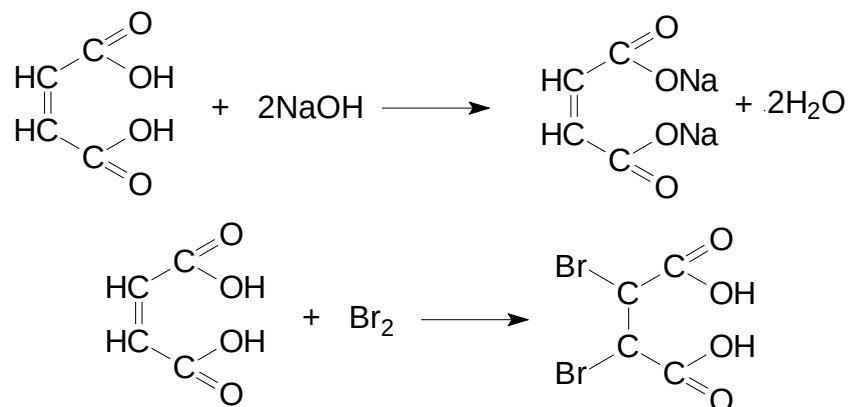
$\nu(C_4H_4O_4) = 2.32 / 116 = 0.02$ моль.

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

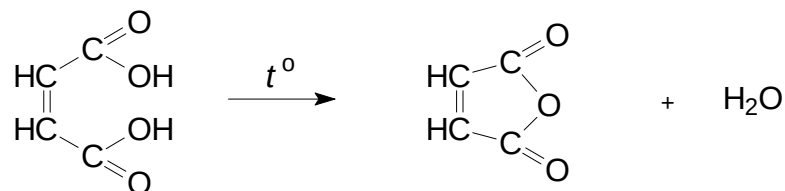
$\nu(Br_2) = 160 \cdot 0.02 / 160 = 0.02$ моль.

$\nu(H_2O) = (2.32 - 1.96) / 18 = 0.02$ моль.

Исходя из формулы соединения и количеств $NaOH$, Br_2 и H_2O можно сделать вывод, что это соединение – малеиновая кислота.



При нагревании малеиновой кислоты образуется ангидрид:



Ответ: малеиновая кислота.