Олимпиада по химии «Покори Воробьёвы горы!» - 2011
Решения заданий очного тура 11 класс
Вариант 4 г. Ростов-на-Дону

1. Напишите электронную конфигурацию атома в невозбуждённом состоянии, у которого общее количество p-электронов в 2 раза больше количества d-электронов.
Ответ: Fe $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$.

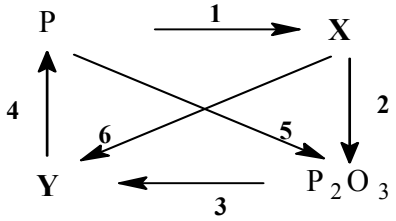
2. В сосуде объёмом 8.96 л при 0 °C смешали 16.2 г бромоводорода, 2 г водорода и 12.4 г метиламина. Определите давление газа в сосуде.
Решение:
Начальные количества газов равны:
$\nu(HBr) = 16.2 / 81 = 0.2$ моль,
$\nu(H_2) = 2 / 2 = 1.0$ моль,
$\nu(CH_3NH_2) = 12.4 / 31 = 0.4$ моль.
После смешения 0.2 моль HBr и 0.2 моль CH_3NH_2 прореагируют с образованием соли:

$$HBr + CH_3NH_2 = CH_3NH_3Br.$$

В сосуде останется 0.2 моль CH_3NH_2 и 1.0 моль H_2, всего 1.2 моль газов.
Давление в сосуде будет равно $p = \frac{1.2 \cdot 22.4}{8.96}$ = 3.0 атм, или $p = \frac{\nu RT}{V}$ = 304.0 кПа = 3.0 атм.
Ответ: 3.0 атм.

3. Степень диссоциации 0.05 М раствора бромноватистой кислоты (HBrO) равна 0.02 %. Определите pH этого раствора.
Решение:
$[H^+] = C \cdot \alpha = 0.05 \cdot 0.02 / 100 = 1 \cdot 10^{-5}$ моль/л
$pH = -\lg[H^+] = 5$.
Ответ: pH = 5.

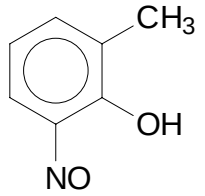
4. Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме превращений, укажите условия их протекания:

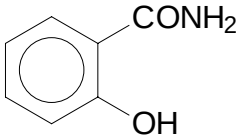


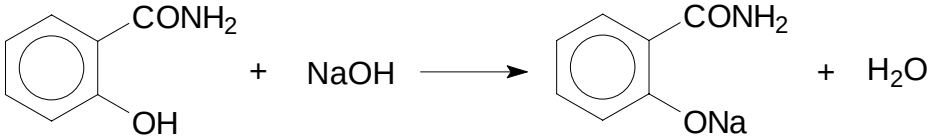
Решение:

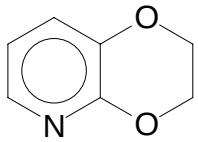
1). $P_{(бел)} \xrightarrow{t^\circ} P_{(кр)}$ **X** = $P_{(кр)}$
2). $4P_{(кр)} + 3O_2 = 2P_2O_3$
3). $P_2O_3 + O_2 = P_2O_5$ **Y** = P_2O_5
4). $P_2O_5 + 3CaO + 5C + 3SiO_2 = 2P + 5CO + 3CaSiO_3$
5). $4P_{(бел)} + 3O_2 = 2P_2O_3$
6). $4P + 5O_2 = 2P_2O_5$

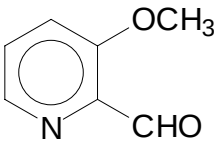
5. Изобразите структурную формулу изомера 2-аминобензойной кислоты, который:
а) не реагирует с разбавленным раствором HCl, но реагирует с разбавленным раствором NaOH;
б) не реагирует с разбавленным раствором NaOH, но реагирует с разбавленным раствором HCl.
Напишите уравнения соответствующих реакций.
Решение:

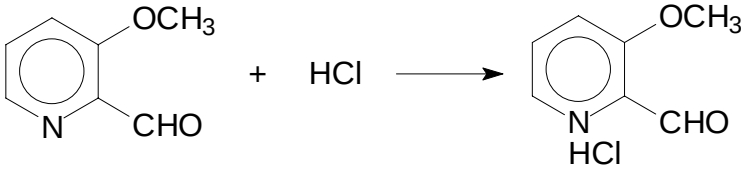
а) 

или 



б) 

или 



6. Навеску нитрата серебра прокалили, выделившийся газ собрали. К твёрдому остатку добавили избыток концентрированной азотной кислоты. Выделившийся в реакции газ смешали с первым газом, при этом объём смеси составил 5.6 л (н. у.), а плотность – 1.929 г/л. Какова масса исходной навески?
Решение:
Пусть исходное количество нитрата серебра равно x моль.
При прокаливании нитрата серебра выделяются NO_2 и O_2:

$$\underset{x}{2AgNO_3} = \underset{x}{2Ag} + \underset{x}{2NO_2}\uparrow + \underset{0.5x}{O_2}\uparrow.$$

При обработке твёрдого остатка концентрированной азотной кислотой выделяется NO_2:

$$\underset{x}{Ag} + 2HNO_3 = AgNO_3 + \underset{x}{NO_2}\uparrow + H_2O.$$

Общее количество выделившихся газов равно:

$$\nu(\text{газ}) = 5.6 / 22.4 = 0.25 \text{ моль}.$$

Тогда

$$2.5x = 0.25, \text{ откуда } x = 0.1 \text{ моль}.$$

Соответственно, общая масса газов равна

$$m(\text{газов}) = 2x \cdot 46 + 0.5x \cdot 32 = 10.8 \text{ г},$$

что совпадает с массой газов по условию, которая равна

$$m = V \cdot \rho = 10.08 \cdot 2.589 = 10.8 \text{ г}.$$

Масса исходной навески равна:

$$m(AgNO_3) = x \cdot 170 = 0.1 \cdot 170 = 17.0 \text{ г}.$$

Ответ: 17.0 г.

7. Соединение содержит 40.68 масс. % углерода, 5.08 масс. % водорода и кислород. Установите строение этого соединения, если известно, что его образец массой 3.54 г может прореагировать с 30 мл 2 М раствора гидроксида натрия. При нагревании того же образца до 250 °С его масса уменьшается до 3.00 г.

Решение:

Пусть формула соединения $C_xH_yO_z$.

Тогда отношение $x : y : z = (40.68 / 12) : (5.08 / 1) : (54.24 / 16) = 2 : 3 : 2$.

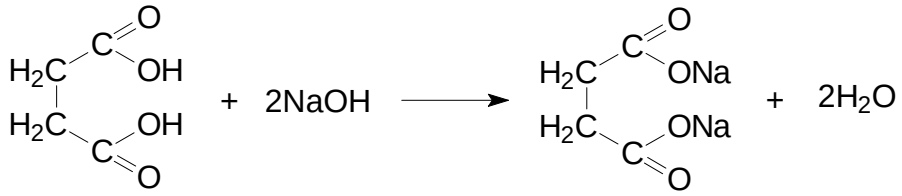
Простейшая формула соединения $C_2H_3O_2$. Истинная формула соединения $C_4H_6O_4$.

$\nu(C_4H_6O_4) = 3.54 / 118 = 0.03$ моль.

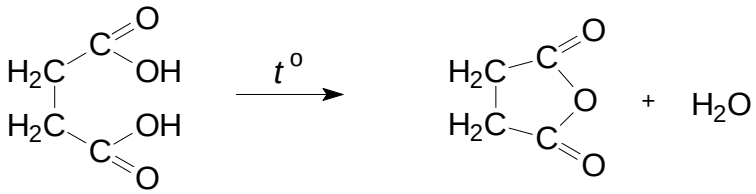
$\nu(NaOH) = 0.03 \cdot 2 = 0.06$ моль.

$\nu(H_2O) = (3.54 - 3.00) / 18 = 0.03$ моль.

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



При нагревании янтарной кислоты образуется ангидрид:



Ответ: янтарная кислота.