

## 10 класс

### Задача 1.

Расход HCl составил 20% от 3 моль, т.е. прореагировало 0.6 моль.

Уравнение получения 2-хлорбутана:

	$C_2H_5CH=CH_2 +$	$HCl \leftrightarrow$	$C_2H_5CHCl-CH_3 + Q$
Было, моль	1	3	0
Прореагировало	0,6	0,6	0
Выделилось	0	0	0,6
Стало	0,4	2,4	0,6

Следовательно,  $C(C_4H_8) = 0,4$  моль/л,  $C(HCl) = 2,4$  моль/л,  $C(C_4H_9Cl) = 0,6$  моль/л.

Определим  $K_c = C(C_4H_9Cl) / [C(C_4H_8) \cdot C(HCl)] = 0,6 / (0,4 \cdot 2,4) = 0,625$  л/моль.

С увеличением температуры выход экзотермической реакции снизится.

### Задача 2.

В первую очередь определим количество каждого вещества в исходной смеси. Для этого обозначим количество нитрата серебра в исходной смеси через  $x$ , тогда количество нитрата меди  $2 \cdot x$ . Масса смеси равна сумме масс каждого компонента:

$$\begin{aligned} m(\text{смеси}) &= m(\text{AgNO}_3) + m(\text{Cu(NO}_3)_2) = \\ &= n(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3) + n(\text{Cu(NO}_3)_2) \cdot M(\text{Cu(NO}_3)_2) = \\ &= x \cdot 170 + 2 \cdot x \cdot 188 = 546 \cdot x = 5,46 \text{ г. Отсюда } x = 0,01. \end{aligned}$$

Таким образом, в исходной смеси находилось 0,01 моль  $\text{AgNO}_3$  и 0,02 моль  $\text{Cu(NO}_3)_2$ . Количество вещества цинка равно:  $3,9/65 = 0,06$  моль.

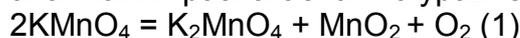
Запишем уравнения реакций, которые протекают, когда опускают цинковую пластинку в раствор смеси нитратов серебра и меди:



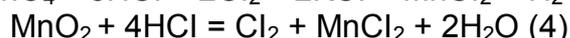
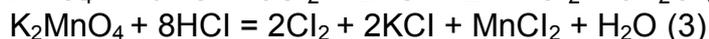
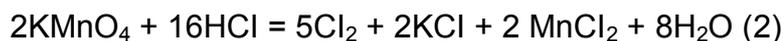
На реакцию с 0,01 моль  $\text{AgNO}_3$  потребовалось  $0,01/2 = 0,005$  моль  $\text{Zn}$  и образовалось такое же количество  $\text{Zn(NO}_3)_2$ . На реакцию с 0,02 моль  $\text{Cu(NO}_3)_2$  потребовалось 0,02 моль  $\text{Zn}$  и образовалось такое же количество  $\text{Zn(NO}_3)_2$ . Всего в результате реакций израсходовалось 0,025 моль  $\text{Zn}$  и образовалось 0,025 моль  $\text{Zn(NO}_3)_2$ . Для выделения 0,025 моль гексагидрата нитрата цинка  $\text{Zn(NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  требуется  $0,025 \cdot 6 = 0,15$  моль  $\text{H}_2\text{O}$  массой  $0,15 \cdot 18 = 2,7$  г. Остальные  $50 - 2,7 = 47,3$  г необходимо выпарить.

### Задача 3.

При нагревании перманганат калия разлагается по уравнению:



Продукты окисления и сам перманганат калия окисляют соляную кислоту до хлора:



Уменьшение массы смеси при разложении происходит за счёт кислорода:

$$m(\text{O}_2) = 28,44 - 27,16 = 1,28 \text{ г}, \quad \varphi(\text{O}_2) = 1,28/32 = 0,04 \text{ моль}.$$

После первой реакции в смеси осталось:

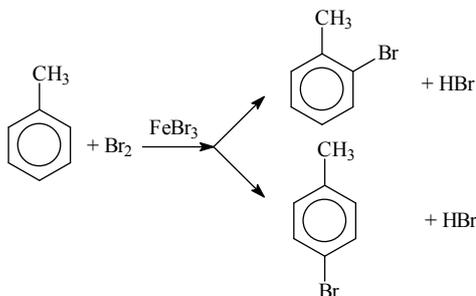
$$\varphi(\text{KMnO}_4) = 28,44/158 - 0,04 \cdot 2 = 0,1 \text{ моль}; \quad \varphi(\text{K}_2\text{MnO}_4) = 0,04 \text{ моль}; \quad \varphi(\text{MnO}_2) = 0,04 \text{ моль}.$$

В результате реакций 2-4 израсходовано  $0,1 \cdot 8 + 0,04 \cdot 8 + 0,04 \cdot 4 = 1,28$  моль HCl, и образовалось  $0,1 \cdot 2,5 + 0,04 \cdot 2 + 0,04 \cdot 1 = 0,37$  моль хлора. Объем хлора равен  $0,37 \cdot 22,4 = 8,288$  л.

Масса хлороводорода равна  $1,28 \cdot 36,5 = 46,72$  г, масса раствора соляной кислоты  $46,72/0,365 = 128$  г, объем раствора  $128/1,18 = 108,5$  мл.

#### Задача 4.

При каталитическом бромировании толуола образуется смесь *o*-бромтолуола и *p*-бромтолуола и выделяется газообразный бромоводород:



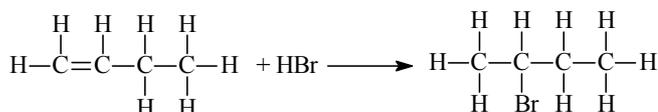
Найдем количество веществ толуола и образовавшегося бромоводорода.

$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) = V \cdot \rho = 50 \text{ мл} \cdot 0,867 \text{ г/мл} = 43,35 \text{ г.} \quad n(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3) = m/M = 43,35 \text{ г} / (92 \text{ г/моль}) = 0,471$$

моль. Из уравнения реакции видно, что при каталитическом бромировании 0,471 моль толуола с учетом 75,0%-ного выхода реакции выделяется

$$n(\text{HBr}) = 0,471 \text{ моль} \cdot 0,75 = 0,353 \text{ моль бромоводорода.}$$

Образовавшийся бромоводород обработали 70,0 г раствора бутена-1 в октане. При этом протекает реакция присоединения:



Найдем количество бутена-1 в исходной смеси и рассчитаем количество вещества продукта реакции.  $m(\text{C}_4\text{H}_8) = m(\text{p-ра}) \cdot \omega = 70,0 \text{ г} \cdot 0,4 = 28 \text{ г.}$

$n(\text{C}_4\text{H}_8) = m/M = 28 \text{ г} / 56 \text{ г/моль} = 0,5$  моль. Так как количество вещества бромоводорода 0,353 моль, то бромоводород был в недостатке и весь прореагировал. В результате реакции образовалось 0,353 моль 2-бромбутана и осталось  $0,5 - 0,353 = 0,147$  моль бутена-1. Таким образом, полученный раствор содержит  $0,353 \text{ моль} \cdot 137 \text{ г/моль} = 48,361 \text{ г C}_4\text{H}_9\text{Br}$ ,

$0,147 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 8,232 \text{ г C}_4\text{H}_8$  и  $70 \text{ г} - 28 \text{ г} = 42 \text{ г C}_8\text{H}_{18}$ . По известным формулам вычислим массовые доли веществ в этой смеси:

$$\omega(\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_9\text{Br})}{m(\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}) + m(\text{C}_4\text{H}_8) + m(\text{C}_8\text{H}_{18})} = \frac{48,461 \text{ г}}{48,461 \text{ г} + 8,232 \text{ г} + 42 \text{ г}} = 0,491 (49,10\%);$$

$$\omega(\text{C}_4\text{H}_8) = \frac{m(\text{C}_4\text{H}_8)}{m(\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}) + m(\text{C}_4\text{H}_8) + m(\text{C}_8\text{H}_{18})} = \frac{8,232 \text{ г}}{48,461 \text{ г} + 8,232 \text{ г} + 42 \text{ г}} = 0,0834 (8,34\%);$$

$$\omega(\text{C}_8\text{H}_{18}) = 1 - (0,4910 + 0,0834) = 0,4256 \quad 42,56\%.$$

