



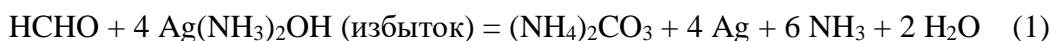
Таким образом, в сточной воде молярные концентрации  $c(\text{НСНО}) = 0,01$  моль/л и  $c(\text{СН}_3\text{ОН}) = 0,02$  моль/л

**Система оценивания:** уравнения реакций  $1 \times 2 = 2$  балла, составление системы уравнений и ее решение – 3 балла. **(5 баллов)**

### Задача № 3

Смесь состоит из двух альдегидов  $\text{R}_1\text{—CHO}$  и  $\text{R}_2\text{—CHO}$ , где  $\text{R}_1$  и  $\text{R}_2$  – искомые радикалы.

Если  $\text{R}_1$  и  $\text{R}_2 \neq \text{H}$ , то при обработке смеси **избытком** водно-аммиачного раствора оксида серебра образуются аммонийные соли карбоновых кислот, которые не дают газообразных продуктов при добавлении к полученной смеси раствора кислоты. Это происходит, если один из альдегидов является формальдегидом



**(разрешается упрощенная запись этих уравнений)**

При добавлении к раствору продуктов реакций (1) и (2) разбавленного раствора серной кислоты идет реакция  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$  (3)

Согласно уравнениям (1) и (3)

$$n(\text{НСНО}) = n(\text{CO}_2) = 672 \text{ мл} / 22,4 \text{ л/моль} = 30 \text{ ммоль} = 0,03 \text{ моль.}$$

Составим баланс по массе осадка серебра

$$n(\text{Ag} / \text{общ}) = n(\text{Ag} / \text{I}) + n(\text{Ag} / \text{II}) = 4 \cdot 0,03 + 2n(\text{R}_2\text{—CHO}) = 17,28 \text{ г} / 108 \text{ г/моль} = 0,16 \text{ моль, отсюда } n(\text{R}_2\text{—CHO}) = 0,02 \text{ моль.}$$

Рассчитаем молярную массу неизвестного альдегида:

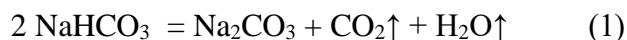
$$0,03 \text{ моль} \cdot 30 \text{ г/моль} + 0,02 \text{ моль} \cdot M(\text{R}_2\text{—CHO}) \text{ г/моль} = 2,34 \text{ г}, \text{ отсюда } M(\text{R}_2\text{—CHO}) = 72 \text{ г/моль} \text{ и } M(\text{R}_2) = 72 - 29 = 43 \text{ г/моль. Это молярная масса радикала } \text{C}_3\text{H}_7\text{—.}$$

Таким образом, в состав смеси входят формальдегид (метаналь)  $\text{НСНО}$  и бутаналь  $\text{C}_3\text{H}_7\text{—CHO}$ .

**Система оценивания:** обоснование присутствия формальдегида – 2 балла; химические реакции  $3 \times 1 = 3$  балла; расчет количеств альдегидов в смеси – 2 балла; расчет молярной массы и определение природы радикала – 2 балла. **(9 баллов)**

### Задача № 4

При прокаливании смеси хлорида натрия, гидрокарбоната натрия и карбоната аммония протекают реакции:



Таким образом, сухой остаток включает в себя исходный хлорид натрия  $\text{NaCl}$  и образовавшийся карбонат натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

При обработке сухого остатка избытком соляной кислоты идет реакция:



при этом выделилось  $n(\text{CO}_2) = 1,12 / 22,4 = 0,05$  моль углекислого газа, прореагировало 0,05 моль карбоната натрия и образовалось дополнительно 0,1 моль хлорида натрия.

Легко находим массу хлорида натрия в исходной смеси

$$m(\text{NaCl}/\text{исх}) = m(\text{сух.остаток}) - m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 11,15 - 0,05 \cdot 106 = 5,85 \text{ г.}$$

Согласно (1) в исходной смеси было

$$n(\text{NaHCO}_3) = 2 n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ моль или } 0,1 \cdot 84 = 8,4 \text{ г.}$$

Итак, в исходной смеси  $m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 18,2 - 5,85 - 8,4 = 3,95 \text{ г.}$

Конечным продуктом после упаривания раствора является хлорид натрия и его суммарная масса равна:

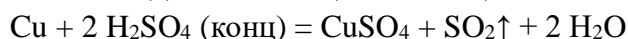
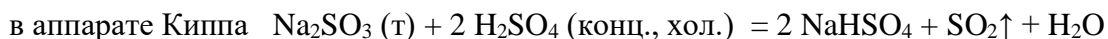
$$m(\text{NaCl} / \text{общ}) = m(\text{NaCl} / \text{исх}) + m(\text{NaCl} / \text{доп}) = 5,85 + 0,1 \cdot 58,5 = 11,7 \text{ г.}$$

Массовые доли солей в исходной смеси:  $\omega(\text{NaCl}) = 32,1 \%$ ,  $\omega(\text{NaHCO}_3) = 46,2 \%$  и  $\omega((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 21,7 \%$ .

**Система оценивания:** уравнения реакций – 1х3 = 3 балла; состав сухого остатка – 1 балл; расчет массы и массовой доли компонентов в исходной смеси – 1х3 = 3 балла; расчет суммарной массы хлорида натрия – 1 балл. **(8 баллов)**

### Задача № 5

1 Сернистый газ можно получить разными способами, например,:



Сернистый газ тяжелее воздуха, поэтому его собирают в цилиндре методом вытеснения воздуха снизу вверх.

2 В опыте были использованы растворы следующих веществ:

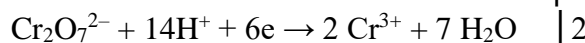
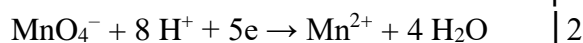
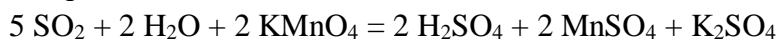
«марганцовка» – перманганат калия  $\text{KMnO}_4$ , соль;

«хромпик» – дихромат (бихромат) калия  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , соль.

3 Раствор марганцовки фиолетовый, а хромпика – оранжевый.

4 Видимые признаки реакций – фиолетовый раствор обесцветится, а оранжевый раствор меняет окраску на зеленую.

5 Уравнения реакций:



Обе реакции окислительно–восстановительные, где сернистый газ играет роль восстановителя, а перманганат калия и бихромат калия – окислителей соответственно. Характер среды (кислый) влияет на состав продуктов реакций.

**Система оценивания:** получение сернистого газа и его сбор – 2 балла; название, формулы и класс окислителей – 1 балл; цвет растворов и видимые признаки реакций – 2 балла; уравнения окислительно-восстановительных реакций –  $1,5 \times 2 = 3$  балла; роль реагентов и среды – 1 балл. **(9 баллов)**