

«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» 2015/16
ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР. Время на выполнение – 45 минут
11 класс

Задача 11-1

Этиловый эфир уксусной кислоты смешали с бутановой кислотой. Некоторое количество этой смеси обработали избытком натрия, при этом образовалось 0.672 л (н.у.) газа. Такую же массу смеси нагрели с минимально необходимым количеством 40% водного раствора гидроксида натрия до прекращения реакции образования солей, затем к продуктам добавили избыток концентрированной серной кислоты и нагрели до полного превращения спирта в газообразный алкен (0.448 л при н.у.). Вычислите массовые доли веществ в исходной смеси. Запишите уравнения реакций с образованием натриевых солей кислот и алкена.

Решение

С натрием реагирует карбоновая кислота:



б)

$$n(H_2) = 0.672/22.4=0.03 \text{ моль} \quad (3 \text{ б})$$

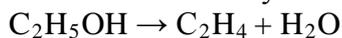
$$n(C_3H_7COOH) = 2n(H_2) = 0.06 \text{ моль} \quad (3 \text{ б})$$

Со щелочью реагируют и кислота, и эфир:



б)

Этилен получается из спирта при нагревании с конц. H_2SO_4 :



$$n(C_2H_4)=0.448/22.4=0.02 \text{ моль}. \quad (3 \text{ б})$$

Суммарное количество исходных веществ $0.02+0.06=0.08$ моль.

Исходные кислота и эфир — изометы, поэтому массовые доли равны мольным долям.

$$\omega(\text{эфира}) = 0.02/0.08=0.25 \text{ или } 25\%, \quad (4 \text{ б})$$

$$\omega(\text{кислоты}) = 1-0.25=0.75 \text{ или } 75\%. \quad (4 \text{ б})$$

Итого 25 баллов

Задача 11-2

Вычислите количество теплоты, выделяющееся при сливании 600 мл 0.8% раствора гидроксида натрия (плотность 1.02 г/мл) и 420 мл 0.556-молярного раствора бромоводородной кислоты (плотность 1.05 г/мл), по известному термохимическому уравнению реакции:



Какую окраску приобретет индикатор метиловый оранжевый? Каков будет pH раствора?

Решение

$$\text{Найдем } n(NaOH)=600 \text{ мл} \cdot (1.02 \text{ г/мл}) \cdot 0.008 / (40 \text{ г/моль}) = 0.1224 \text{ моль}. \quad (3 \text{ б})$$

$$n(HBr)=0.420 \text{ кг} \cdot (0.556 \text{ моль/л}) / (1.05 \text{ кг/л}) = 0.2224 \text{ моль}. \quad (3 \text{ б})$$

Следовательно, HBr в избытке, NaOH в недостатке. (3 б)

Найдем количество теплоты по NaOH с учетом данного по условиям задачи тепловыделения 55.6 кДж на моль реагирующих щелочи и кислоты.

$$Q=(55.6 \text{ кДж/моль}) \cdot 0.1224 \text{ моль} = 6.805 \text{ кДж}. \quad (5 \text{ б})$$

Найдем количество непрореагировавшей HBr, определяющей кислотность среды.

$$n(HBr \text{ непрореагировавшей}) = 0.2224 - 0.1224 = 0.1 \text{ моль}. \quad (3 \text{ б})$$

Это сильный электролит, полностью диссоциирует. Объем полученного раствора равен:

$$V=0.6 \text{ л} + (0.420/1.05) = 1 \text{ л}.$$

$$\text{Найдем } [H^+] = 0.1 \text{ моль/л}. \quad (3 \text{ б})$$

$$\text{Значение pH} = -\lg[H^+] = 1. \quad (3 \text{ б})$$

Индикатор метиловый оранжевый приобретет в кислой среде красную окраску. (2 б.)

Итого 25 баллов

Задача 11-3

Соли железа находят применения во многих сферах. Хлорид железа (III) используется для обработки воды, металлов и закрепления красок. Вещество применяется в промышленном органическом синтезе как катализатор и окислитель. Особенно ценятся коагулирующие свойства иона Fe^{3+} в очистке коммунальных и производственных стоков. Под действием хлорида железа мелкие нерастворимые частички примесей слипаются и осаждаются. Также происходит связывание части растворимых загрязнений, которые удаляют на очистных сооружениях. Кристаллогидрат и безводная соль FeCl_3 применяются в процессах травления металлических печатных форм. Добавляют вещество в бетон для укрепления его прочности.

Кристаллы $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ могут быть получены по следующей методике. Металлическое железо растворяют в 25% растворе соляной кислоты. Растворенное вещество окисляют путем барботирования газообразного хлора до отрицательной реакции с $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Полученный раствор выпаривают при 95°C до тех пор, пока его плотность не станет равной 1.695 г/см^3 и затем охлаждают до 4°C . Образовавшийся осадок отделяют от раствора фильтрованием и помещают в плотно закрытую посуду.

1. Напишите уравнения реакций, протекающих при получении $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
2. Какую массу железа и объем соляной кислоты с массовой долей 36% и плотностью 1.18 г/см^3 необходимо взять для приготовления 1.00 кг соединения? В расчетах учтите, что выход продукта составляет 65%.

Необходимые для расчета атомные массы элементов учитывайте с точностью до сотых.

Решение

1. Реакции:



- 2.

Найдем количество вещества $n(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$: $1000/270.2=3.7$ моль.

Для получения такого количества $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ требуется $3.7 \cdot 55.85/0.65 = 317.9 \text{ г Fe}$ (4 б)

и $3.7 \cdot 2 \cdot 36.45 / (0.36 \cdot 0.65 \cdot 1.18) = 976.9 \text{ мл соляной кислоты}$. (5 б)

Итого 25 баллов

Задача 11-4

Соединения хрома (VI), в частности гидроксиды, являются сильными окислителями. В химической лаборатории их окислительные свойства используются для очистки газов, загрязненных сероводородом. Когда углекислый газ, содержащий сероводород, барботируют через водный раствор дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в присутствии серной кислоты, образуется нерастворимый желтый осадок, а раствор изменяет цвет и становится зеленым.

1. Напишите химические формулы всех известных вам гидроксидов хрома (VI).
2. Напишите химические уравнения реакций, лежащих в основе процесса очистки.
3. Можно ли использовать этот же окислитель для углекислого газа, содержащего примесь диоксида серы? Ответ поясните.

Решение

1. $\text{CrO}_2(\text{OH})_2$ (или H_2CrO_4), $\text{Cr}_2\text{O}_5(\text{OH})_2$ (или $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), а также другие гидроксиды с общей формулой $n\text{CrO}_3 \cdot \text{CrO}_2(\text{OH})_2$. (6 б)

2. $3\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{S} + 7\text{H}_2\text{O}$. (8 б)

3. Да, будет протекать следующая реакция: (3 б)

