

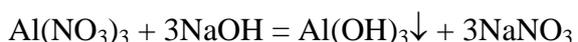
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП

11 КЛАСС

Задача 1. К 98,52 мл 10% раствора нитрата алюминия (плотностью 1,081г/мл) прилили 210,80 мл 3,3% раствора едкого натра (плотностью 1,035г/мл). Определите % концентрацию веществ в полученном растворе.

РЕШЕНИЕ:



$$m(\text{р-ра Al}(\text{NO}_3)_3) = 98,52 \text{ мл} \cdot 1,081 \text{ г/мл} = 106,5 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 106,5 \text{ г} \cdot 0,1 = 10,65 \text{ г}$$

$$n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 10,65 \text{ г} / 213 \text{ г/моль} = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{р-ра NaOH}) = 210,80 \text{ мл} \cdot 1,035 \text{ г/мл} = 217,178 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = 217,178 \text{ г} \cdot 0,033 \approx 7,17 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = 7,17 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,18 \text{ моль}$$

Гидроксид натрия в избытке Для полного осаждения алюминия в виде гидроксида потребуется $0,05 \cdot 3 = 0,15$ моль NaOH. Поскольку гидроксида натрия больше 0,15 моль, то осадок начнет растворяться, до тех пор, пока не израсходуется вся щелочь. После первой реакции в растворе осталось 0,03 моль щелочи, в осадке 0,05 моль гидроксида алюминия. В результате реакции



Щелочь и гидроксид алюминия реагируют в соотношении 1 : 1. Следовательно, в раствор перейдет 0,03 моль комплексной соли, щелочь израсходуется вся. В результате двух реакции в растворе будет 0,15 моль NaNO₃ (масса $0,15 \cdot 85 = 12,75$ г) и 0,03 моль Na[Al(OH)₄] (масса $0,03 \cdot 118 = 3,54$ г).

При расчете массы раствора нужно учесть, что осадок частично растворился, следовательно масса раствора уменьшилась на $0,02 \text{ моль Al}(\text{OH})_3 \cdot 78 \text{ г/моль} = 1,56 \text{ г}$.

$$m(\text{раствора}) = m(\text{раствора Al}(\text{NO}_3)_3) + m(\text{раствора NaOH}) - m(\text{раствора Al}(\text{OH})_3)$$

$$m(\text{раствора}) = 106,5 + 217,178 - 1,56 = 322,12 \text{ г}$$

$$w(\text{NaAl}(\text{OH})_4) = m(\text{NaAl}(\text{OH})_4)/m(\text{раствора}) = 3,54/322,12 \times 100\% \approx 1,1\%$$

$$w(\text{NaNO}_3) = m(\text{NaNO}_3)/m(\text{раствора}) = 12,75/322,12 \times 100\% = 3,95\%$$

Баллы:

Уравнения реакции – каждое – по 1 б

Расчет массы исходного раствора Al(NO₃)₃ - 1б

Расчет массы соли -1б

Расчет количества вещества – 1б
 Расчет массы исходного раствора щелочи – 1б
 Расчет массы щелочи – 1б
 Расчет количества вещества – 1б
 Вывод об избытке щелочи – 1б
 Правильный вывод о растворенных веществах после двух реакций – 1б
 Расчет количества образовавшейся комплексной соли – 1б
 Расчет массы образовавшегося раствора – 1б
 Расчет массовой доли – по 1б
 Итого - 14 б

Задача 2. Соединение **А** – минерал куприт красного цвета. В лаборатории вещество **А** получают восстановлением свежесажённого гидроксида меди (II) альдегидами. При растворении **А** в концентрированной серной кислоте образуется газ **Б**, имеющий запах загорающей спички. Этот газ используют как консервант E220 при производстве сухофруктов, замороженных фруктов и овощей, разнообразных напитков, плодово-ягодных экстрактов. В результате обработке консервантом E220 яблоки, груши становятся глянцевыми. E220 продляет срок хранения продукции, предотвращает развитие болезнетворных бактерий, плесени. Если соединение **Б** растворить в щелочном растворе перманганата калия, то можно получить сульфат калия, а при растворении в водном растворе перманганата калия – серную кислоту. При взаимодействии **Б** с сероводородом выделяется осадок **В** желтого цвета. Соединение **В** с дихроматом калия образует тугоплавкое тёмно-зелёное вещество **Г**, по твёрдости близкое к корунду, поэтому его вводят в состав полирующих веществ. При обработке **Г** щелочным раствором нитрата калия образуется хромат калия. Установите формулы веществ **А**, **Б**, **В**, **Г**, составьте уравнения всех химических реакций, о которых идёт речь.

Решение.

А – Cu_2O , **Б** - SO_2 , **В** - S, **Г** - Cr_2O_3

$2\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{R}-\text{COH} \rightarrow \text{R}-\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ (возможно уравнение с конкретным альдегидом)

$\text{Cu}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = 2\text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$

$\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

$3\text{SO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4$

$2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4$

$\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{KNO}_3 + 4\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{KNO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Баллы:

За каждое вещество А-Г – по 1б

За каждое уравнение – по 1б

Итого – 11 баллов

Задача 3. Из 120 г 20%-ного раствора хлорида кальция при охлаждении выкристаллизовалась соль, при этом массовая доля соли в растворе уменьшилась до 16%. Вычислите массу выпавшего в осадок хлорида кальция.

Решение.

$$m(\text{CaCl}_2) = 120\text{г} \cdot 0,2 = 24\text{ г.}$$

Пусть в осадок выпало x г соли. Тогда масса растворенного вещества в растворе $24-x$. Масса раствора также уменьшилась на массу выпавшей соли: $120 - x$. Массовая доля составит 16% или 0,16

$$\frac{24-x}{120-x} = 0,16$$

$$24-x = (120-x) \cdot 0,16$$

Решая это уравнение, получаем $x=5,71$, это и есть масса соли.

Баллы:

Расчет массы растворенного вещества – 1б

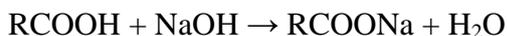
Составление выражения массовой доли с учетом выпавшей соли – 2б

Решение уравнения – 2б

Итого – 5 баллов

Задача 4. Раствор предельной одноосновной карбоновой кислоты, содержащей 11г этой кислоты, нейтрализовали 25 мл раствора гидроксида натрия, молярная концентрация которого 5 моль/л. Установите брутто-формулу кислоты. Запишите молекулярную формулу с выделением функциональной группы.

Решение.



Количество вещества щелочи равно количеству вещества кислоты.

$$C = \frac{n}{V}, \quad n = C \cdot V$$

$$25\text{ мл} = 0,025\text{ л}$$

$$n = 5\text{ моль/л} \cdot 0,025\text{ л} = 0,125\text{ моль}$$

Зная количество вещества и массу, рассчитаем молярную массу

$$M = 11\text{ г} / 0,125\text{ моль} = 88\text{ г/моль}$$

Общая формула гомологического ряда одноосновных карбоновых кислот $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$

$$12n + 2n + 32 = 88$$

$$14n = 56$$

$$n = 4$$



Один из атомов углерода входит в состав карбоксильной группы $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$

Баллы:

Уравнение реакции – 1б

Расчет количества вещества – 1б

Расчет молярной массы – 1б

Вывод брутто-формулы – 1б

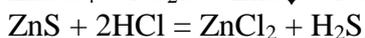
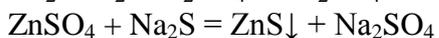
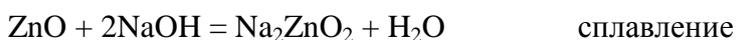
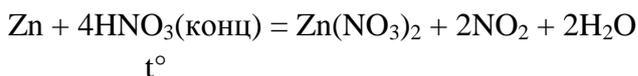
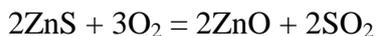
Запись молекулярной формулы с функциональной группой – 1б

Итого – 5 баллов

Задача 5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочку превращения веществ:

Сульфид цинка → оксид цинка → цинк → нитрат цинка → оксид цинка → цинкат натрия
→ сульфат цинка → сульфид цинка → хлорид цинка.

Решение.



Баллы:

За каждое уравнение- 1б

(возможны варианты, например, при использовании разбавленной азотной кислоты продукты восстановления азота различны; также возможны варианты получения цинка из оксида цинка и т.д.)

Итого: 8 баллов

ВСЕГО за полностью выполненную работу максимум 43 балла