

1. При сгорании органического вещества массой 0,7 г образовались диоксид углерода (IV) и вода количеством вещества 0,05 моль каждое. Это вещество массой 0,1 г занимает объём 32 мл. Выведите формулу вещества.

Решение

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CO}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,01 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}) + m(\text{C}) = 0,01 \cdot 1 + 0,05 \cdot 12 = 0,7 \text{ г}$$

Значит, кислорода в составе вещества нет

$$\nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 1:2$$

Простейшая формула CH_2

1 моль газа занимает 22,4 л. Значит масса 22,4 л равна молярной массе вещества

$$0,1 \text{ г} \text{ --- } 0,032 \text{ л}$$

$$M \text{ --- } 22,4 \text{ л}$$

$$M = 70 \text{ (г/моль)}$$

$$M(\text{CH}_2) = 14 \text{ г/моль}$$

Значит формула вещества C_5H_{10}

Баллы:

расчет количества атомов С – 1б

расчет количества атомов Н – 1б

установление отсутствия кислорода – 1 б

установление простейшей формулы – 1б

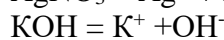
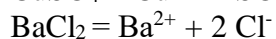
установление молярной массы – 2 б

установление истинной формулы – 1 б

Итого – 7 б

2. Смешали по 0,5 л растворов сульфата меди (II), хлорида бария, нитрата серебра и гидроксида калия. Концентрация каждого вещества в исходном растворе 0,5 моль/л. Какие ионы и в какой концентрации останутся в растворе через 10 минут? В случае выделения осадка или газа изменением объёма пренебречь.

Решение. Все исходные вещества – сильные электролиты



$$C(\text{Cu}^{2+}) = C(\text{SO}_4^{2-}) = C(\text{Ba}^{2+}) = C(\text{Ag}^+) = C(\text{NO}_3^-) = C(\text{K}^+) = C(\text{OH}^-) = 0,5 \text{ л} \cdot 0,5 \text{ моль/л} = 0,25 \text{ моль}$$

$$C(\text{Cl}^-) = 0,5 \text{ моль/л}$$

Полностью прореагируют ионы:

$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$, в полученном растворе этих ионов не будет
 Полностью прореагируют ионы серебра и половина хлорид-ионов
 $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}\downarrow$ В растворе останется 0,25 моль хлорид-ионов
 Полностью прореагируют гидроксид-ионы и половина ионов меди
 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$ В растворе останется 0,125 моль ионов меди.
 Количество нитрат-ионов и ионов калия не изменится
 Объём раствора составит $0,5 \cdot 4 = 2$ л
 $C(\text{Cu}^{2+}) = 0,125 \text{ моль} / 2 \text{ л} = 0,0625 \text{ моль/л}$
 $C(\text{K}^+) = C(\text{NO}_3^-) = C(\text{Cl}^-) = 0,25 \text{ моль} / 2 \text{ л} = 0,125 \text{ моль/л}$

Баллы:

Расчет исходных количество ионов - $8 \times 0,5 = 46$
 Уравнения реакций (в любом виде) – $2 \times 0,5 \text{ б} = 16$
 Расчет объема раствора – 1 б
 Расчет концентраций ионов $4 \times 1 = 46$
Итого – 10 баллов

3. В склянках без подписи находятся свежеприготовленные раствора: хлорида аммония, сульфата натрия, нитрат алюминия, соляной кислоты, гидроксида натрия, гидроксида бария. Используя пустые пробирки и раствор фенолфталеина определите содержимое каждой склянки. Предложите план анализа, составьте уравнения используемых реакций, укажите признаки, согласно которым Вы определите каждое вещество.

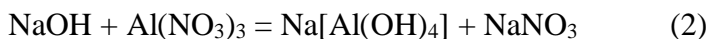
Решение:

Отобрать порции из каждой склянки, добавить фенолфталеин. В двух пробирках появится малиновое окрашивание, в этих пробирках гидроксид натрия и гидроксид бария. В следующие чистые пробирки отбираем пробы неокрасившихся растворов. К ним добавляем один из растворов, давших окраску с фенолфталеином.

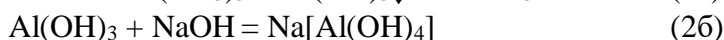
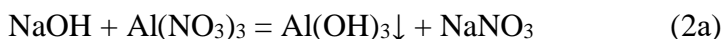
А) Если в одной из пробирок получится белый осадок, нерастворимый в избытке реагента, то взятый раствор – гидроксид бария, а прореагировавший раствор – сульфат натрия



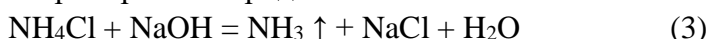
Значит второй окрасившийся раствор – гидроксид натрия. Добавим его в трех оставшихся пробам. В пробирке, где образовался осадок, но в дальнейшем растворился – нитрат алюминия



либо



В пробирке с хлоридом аммония появится запах аммиака, усиливающийся при нагревании



В оставшейся пробе – соляная кислота. При использовании раствора без фенолфталеина видимых признаков нет, при добавлении раствора с фенолфталеином – исчезновение окраски фенолфталеина.



Б) Если при добавлении к пробам нигде не произошло образование нерастворимого в избытке реагента осадка, то взят раствор гидроксида натрия, а второй окрасившийся раствор – гидроксид бария. Далее по такому же алгоритму.

Баллы:

Уравнения 1,3,4 – по 0,5 б, всего 1,5 б

Уравнение 2 – 1 балла (при варианте 2а и 2б – по 0,5б, всего 1 б).

Описание признаков реакции - 4·1 – 4 б

Составление алгоритма, приводящего к идентификации веществ 0,5·6 веществ = 3 б

Итого – 9,5 б

4. Плотность смеси озона и кислорода по водороду равна 18. Определите объемные доли газов смеси.

Решение

$M_{см.} = 18 \times 2 \text{ г/моль} = 36 \text{ г/моль}$

Пусть общее количество смеси равно 1 моль, такое количество смеси будет весить 36 г. В этой смеси содержится x моль кислорода. Тогда количество молей озона $1-x$. Масса кислорода в этой порции смеси $32x$, озона $48(1-x)$.

$$32x + 48(1-x) = 36$$

$$32x + 48 - 48x = 36$$

$$16x = 12$$

$$x = 0,75$$

Для газов объемная доля равна мольной доле

$$\eta(O_2) = 0,75/1 = 0,75 \text{ или } 75\%$$

$$\eta(O_3) = 1-0,75 = 0,25 \text{ или } 25\%$$

Баллы:

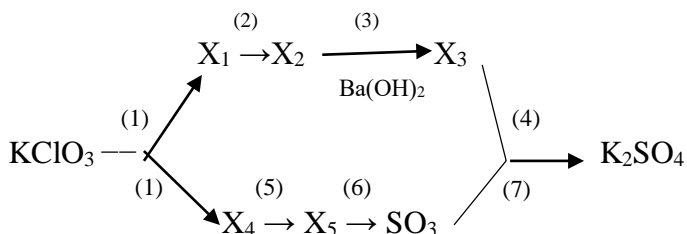
Расчет молярной массы смеси – 1б

Расчет мольного состава смеси (любым способом) – 4 б

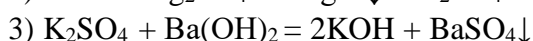
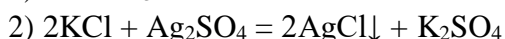
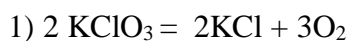
Расчет объемных долей - 2 б

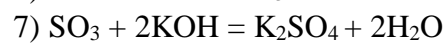
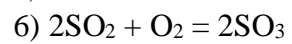
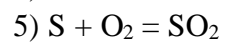
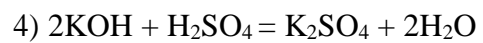
Итого – 7 б

5. Расшифруйте неизвестные вещества и составьте уравнения реакций в соответствии со схемой:



Решение.





$\text{X}_1 - \text{KCl}$, $\text{X}_2 - \text{K}_2\text{SO}_4$, $\text{X}_3 - \text{KOH}$, $\text{X}_4 - \text{O}_2$, $\text{X}_5 - \text{SO}_2$

Баллы:

За каждое уравнение – 1 б, всего 7 б

Формулы веществ – по 0,5 б, всего 2,5 б

Итого – 9,5 б