**8 класс**

*Максимальный балл: 10 × 5 = 50 баллов. Ответственный редактор: Коронатов А.Н..*

*Авторы заданий: Дмитриев В.А. (№1,2), Попов Р.А. (№3), Коронатов А.Н. (№4,5).*

**1. *Решение:***

**1)** Газ – азот (N2) без цвета и запаха, инертный, тройная неполярная связь.

*Вопросы:*

Данный газ преобладает в атмосфере: 78.1%.

Азот реагирует с кислородом при 1200–1300 оС, либо в электрическом разряде (молния, как частный случай) с образованием оксида азота (II):

N2 + O2 = 2NO

**2)** Металл – литий (Li). Активный щелочной металл, реагирует с водой и азотом при комнатной температуре. Разница в числе протонов и нейтронов равна одному. При реакции с водой образуется щелочь, что соответствует синему цвету лакмуса.

*Вопросы:*

N2 + 6Li = 2Li3N

2Li + 2H2O = 2LiOH + H2

**3)** **АB** – СаО. Процентное содержание кислорода составляет 28.57%.

*Вопросы:*

СО2 + Са = СаСО3

Степень окисления кальция в CaO составляет +2.

**4)** Газ – HBr. M(HBr) = 81 г/моль, что тяжелее водорода в 40.5 раз.

*Вопросы:*

2HBr + Zn = ZnBr2 + H2

Тип связи в «особом газе» – ковалентная полярная.

**5)** Формула молекулы – О3 (озон).

*Вопросы:*

Реакция, протекающая при разложении озона:

2О3 = 3О2

Озон реагирует с водой:

О3 + H2O = H2O­2 + О2

***Критерии оценивания:***

1) 1 балл за каждое угаданное вещество *5 × 1 = 5 б.*

2) 1 балл за полные ответы на вопросы в каждом пункте *5 × 1 = 5 б.*

*Примечание:*

В каждом пункте содержится 2 вопроса, соответственно, за ответ на каждый из них ставится по 0.5 балла. Ответом на вопрос считается присутствие фразы (или фразы с аналогичным смыслом) либо реакции, подчеркнутой в решении к данному заданию.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ИТОГО:** *10 баллов*

**2. *Решение:***

1) Согласно условию задачи формулу рубина можно записать как АхВ1.5х

Запишем 2 ограничительных условия:

или

Подставляя уравнение (1) в уравнение (2) находим, что:

Отсюда получаем 2 решения: Mr(**B**)1=16, Mr(**B**)2=29.3.

Тогда элемент **В** – кислород, а **А** – алюминий, формула Al2O3.

2) Найдем объем кубика: V = 33 = 27 см3.

Масса кубика: m = 27 см3×4 г/см3 = 108 г.

При первом приближении состав рубина можно описать как смесь оксидов Al2O3 и Cr2O3:

m(Cr) в кубике = 108×0.0005 = 54 мг, n(Cr) = m/M(Cr) = 54/52 = 1.04 ммоль.

n(Cr2O3) = 0.5×n(Cr) = 0.52 ммоль, m(Cr2O3) = n(Cr2O3)×M = 0.52×152 = 79 мг.

Число атомов Cr:

N(Cr) = n(Cr)×NA = 0.00104×6.02×1023 = 6.26×1021.

m(Al2O3) = m(кубика) – m(Cr2O3) = 107.21 г (откуда следует, что можно было пренебречь массой оксида хрома; если обучающийся этой массой пренебрег, то ему ставится такой же балл).

n(Al2O3) = m(Al2O3)/M(Al2O3) = 107.21/102 = 1.05 моль.

Число атомов Аl:

N(Al) = 2×n(Al2O3) ×NA = 2×1.05×6.02×1023 = 1.264×1024.

***Критерии оценивания:***

1) По 2 балла за каждый элемент **А**, **В** *2 × 2 = 4 б.*

(без подтверждения состава расчетом баллы не ставятся)

2) Формула рубина *1 × 1 = 1 б.*

3) Расчет массы кубика *1 × 1 = 1 б.*

4) Расчет количества атомов алюминия *2 × 1 = 2 б.*

5) Расчет количества атомов хрома *2 × 1 = 2 б.*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ИТОГО:** *10 баллов*

**3.** ***Решение:***

Определим газ **Х**; зная его плотность по воздуху, можно рассчитать молярную массу: М(**Х**) = 32×1.375 = 44 г/моль. Газ без цвета и запаха с такой молярной массой – СО2 либо пропан (C3H8), однако пропан невозможно получить обработкой какой-либо неорганической соли кислотой, поэтому **X** – углекислый газ.

Зная, что при обработке соли **А** кислотой выделился СО2, можно сделать вывод, что анион – карбонат. Основным металлом в составе костной ткани является кальций, также карбонат кальция (известняк) используют как строительный материал. Соль **А** – СаСО3.

Определим соль **В**: соседями кальция являются калий, скандий, магний и стронций, из них питательным веществом, входящим в состав удобрений является калий. Также он единственный не образует нерастворимых соединений с фосфат-ионами. С солями свинца не образуют осадка только соли азотсодержащих кислот или ацетат-ион. С учетом того, что в состав аниона должен входить питательный для растений элемент, а также три атома кислорода (как и в карбонат-ионе) можно сделать вывод, что анион – нитрат (что также легко вычислить по указанной массовой доли кислорода в соединении). Соль **В** – КNO3.

Реакция карбоната кальция с соляной кислотой:

CaCO3 + 2HCl = CaCl2 + H2O + CO2

***Критерии оценивания:***

1) Вещества **A**, **B** – по 4 балла *2 × 4 = 8 б.*

Если у вещества определен только катион или анион – 2 балла

2) Газ **X** – 1 балл *1 × 1 = 1 б.*

3) Реакция карбоната кальция с кислотой *1 × 1 = 1 б.*

Если реакция уравнена неверно – 0.5 балла

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ИТОГО:** *10 баллов*

**4.** ***Решение:***

Рассчитаем молярную массу вещества **X**:

m(NaHCO3) = 34.5×0.07 = 2.415 г; n(NaHCO3) = 0.02875 моль; m(**X**) = 10.5×0.1 = 1.05 г; так как **X** и NaHCO3 реагируют в эквимолярном соотношении, то n(NaHCO3) = n(**X**), откуда Mr(**X**) = 1.05/0.02875 = 36.5, то есть **X** – HCl.

Так как из **A** получается HCl и **A** имеется у любой хозяйки на кухне, то **A** – это NaCl. Тогда единственный возможный вариант кислой соли **B** – это NaHSO4.

При сгорании HCl на медном катализаторе образуется хлор и вода:

4HCl + O2 = 2Cl2 + 2H2O

Тогда вещество **C** – хлор, а значит вещество **D** – водород.

***Критерии оценивания:***

1) Вещества **A**–**D**, **X** – по 2 балла *2 × 5 = 10 б.*

Если вещества **C** и **D** перепутаны, ставится по 1 баллу за вещество

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ИТОГО:** *10 баллов*

**5.** ***Решение:***

**а)** После того, как свечу закрывают банкой, доступ кислорода к внутренней части банки будет прекращен. Следовательно, после израсходования всего кислорода на процесс горения, в атмосфере банки будет находиться только углекислый газ, который подавляет горение.

**б)** С водой сульфит кальция не взаимодействует (CaSO3 не растворяется в значительных количествах в воде), тогда как с соляной кислотой он реагирует с образованием хлорида кальция, который в воде растворим:

CaSO3 + 2HCl = CaCl2 + H2O + SO2

**в)** Молекулы водорода имеют меньший размер по сравнению с азотом и кислородом, которые являются основными составляющими воздуха, поэтому они будут быстрее проникать через поры в шарике, таким образом шарик с водородом сдуется быстрее.

**г)** В обоих шариках будет одинаковое количество вещества газа (так как шарики идентичные), пускай количество вещества газа в шарике равно *x*, тогда шарики с водородом и кислородом весят соответственно:

m(H2) = n(H2)×M(H2) = 2*x*; m(O2) = n(O2)×M(O2) = 32*x*. Откуда видно, что m(O2) > m(H2).

**д)** Пускай объем цилиндра *y* л, тогда рассчитаем количество атомов в каждом цилиндре:

m(H2O) = V(H2O)×d(H2O) = *y* кг = 1000*y* г; n(H2O) = m(H2O)×M(H2O) = 1000*y*/18 = 55.56*y* моль;

N(H2O) = n(H2O)×Na = 3.35*y*×1025 молекул; так как в каждой молекуле воды 3 атома, тогда всего атомов в воде: N(атомов в H2O) = N(H2O)×3 = *y*1026 атомов.

n(O2) = V(O2)/Vm = *y*/22.4 моль; N(O2) = n(O2)×Na = 2.69*y*×1022 молекул; так как в каждой молекуле кислорода 2 атома, тогда всего атомов: N(атомов в O2) = N(O2)×2 = 5.38*y*×1022 атомов. Сравнивая два полученных значения, делаем вывод, что в цилиндре с водой атомов больше.

***Критерии оценивания:***

1) Пункты а,б – по 1 баллу *2 × 1 = 2 б.*

2) Пункт в – 2 балла *1 × 2 = 2 б.*

3) Пункты г,д – по 3 балла *2 × 3 = 6 б.*

*Примечание*: в случае отсутствия расчета в пунктах г,д, баллы не ставятся.

Расчеты не обязательно должны быть выполнены в общем виде.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ИТОГО:** *10 баллов*