

8 класс

Максимальный балл: $10 \times 5 = 50$ баллов. Ответственный редактор: Корнатов А.Н..

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

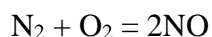
1. Решение:

1) Газ – азот (N_2) без цвета и запаха, инертный, тройная неполярная связь.

Вопросы:

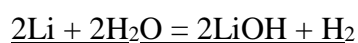
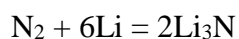
Данный газ преобладает в атмосфере: 78.1%.

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



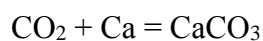
2) Металл – литий (Li). Активный щелочной металл, реагирует с водой и азотом при комнатной температуре. Разница в числе протонов и нейтронов равна одному. При реакции с водой образуется щелочь, что соответствует синему цвету лакмуса.

Вопросы:



3) **AB** – CaO. Процентное содержание кислорода составляет 28.57%.

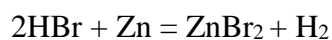
Вопросы:



Степень окисления кальция в CaO составляет +2.

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

Вопросы:

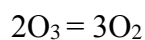


Тип связи в «особом газе» – ковалентная полярная.

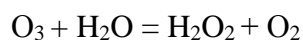
5) Формула молекулы – O_3 (озон).

Вопросы:

Реакция, протекающая при разложении озона:



Озон реагирует с водой:



Критерии оценивания:

- 1) 1 балл за каждое угаданное вещество $5 \times 1 = 5$ б.
 2) 1 балл за полные ответы на вопросы в каждом пункте $5 \times 1 = 5$ 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 $A_xB_{1.5x}$

Запишем 2 ограничительных условия:

$$M(A) - M(B) = 11 \quad (1)$$

$$0.0588 = \left| \frac{1.5xM(B) - xM(A)}{xM(A) + 1.5Mx(B)} \right| \quad (2)$$

или

$$0.0588 = \left| \frac{1.5M(B) - M(A)}{M(A) + 1.5M(B)} \right| \quad (2)$$

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

$$0.0588 = \left| \frac{0.5M(B) - 11}{11 + 2.5M(B)} \right|$$

Отсюда получаем 2 решения: $M_r(B)_1=16$, $M_r(B)_2=29.3$.

Тогда элемент **B** – кислород, а **A** – алюминий, формула Al_2O_3 .

2) Найдем объем кубика: $V = 3^3 = 27 \text{ см}^3$.

Масса кубика: $m = 27 \text{ см}^3 \times 4 \text{ г/см}^3 = 108 \text{ г}$.

При первом приближении состав рубина можно описать как смесь оксидов Al_2O_3 и Cr_2O_3 :

$m(Cr)_{\text{в кубике}} = 108 \times 0.0005 = 54 \text{ мг}$, $n(Cr) = m/M(Cr) = 54/52 = 1.04 \text{ ммоль}$.

$n(Cr_2O_3) = 0.5 \times n(Cr) = 0.52 \text{ ммоль}$, $m(Cr_2O_3) = n(Cr_2O_3) \times M = 0.52 \times 152 = 79 \text{ мг}$.

Число атомов Cr:

$$N(\text{Cr}) = n(\text{Cr}) \times N_A = 0.00104 \times 6.02 \times 10^{23} = 6.26 \times 10^{21}.$$

$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = m(\text{кубика}) - m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 107.21 \text{ г}$ (откуда следует, что можно было пренебречь массой оксида хрома; если обучающийся этой массой пренебрег, то ему ставится такой же балл).

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = m(\text{Al}_2\text{O}_3) / M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 107.21 / 102 = 1.05 \text{ моль}.$$

Число атомов Al:

$$N(\text{Al}) = 2 \times n(\text{Al}_2\text{O}_3) \times N_A = 2 \times 1.05 \times 6.02 \times 10^{23} = 1.264 \times 10^{24}.$$

Критерии оценивания:

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1) По 2 балла за каждый элемент A, B
(без подтверждения состава расчетом баллы не ставятся) | $2 \times 2 = 4 \text{ б.}$ |
| 2) Формула рубина | $1 \times 1 = 1 \text{ б.}$ |
| 3) Расчет массы кубика | $1 \times 1 = 1 \text{ б.}$ |
| 4) Расчет количества атомов алюминия | $2 \times 1 = 2 \text{ б.}$ |
| 5) Расчет количества атомов хрома | $2 \times 1 = 2 \text{ б.}$ |

ИТОГО:

10 баллов

3. Решение:

Определим газ **X**; зная его плотность по воздуху, можно рассчитать молярную массу: $M(\text{X}) = 32 \times 1.375 = 44 \text{ г/моль}$. Газ без цвета и запаха с такой молярной массой – CO_2 либо пропан (C_3H_8), однако пропан невозможно получить обработкой какой-либо неорганической соли кислотой, поэтому **X** – углекислый газ.

Зная, что при обработке соли **A** кислотой выделился CO_2 , можно сделать вывод, что анион – карбонат. Основным металлом в составе костной ткани является кальций, также карбонат кальция (известняк) используют как строительный материал. Соль **A** – CaCO_3 .

Определим соль **B**: 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** – KNO_3 .

Реакция карбоната кальция с соляной кислотой:



Критерии оценивания:

1) Вещества **А**, **В** – по 4 балла 2 × 4 = 8 б.

Если у вещества определен только катион или анион – 2 балла

2) Газ **Х** – 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:

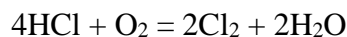
Рассчитаем молярную массу вещества **Х**:

$$m(\text{NaHCO}_3) = 34.5 \times 0.07 = 2.415 \text{ г}; n(\text{NaHCO}_3) = 0.02875 \text{ моль}; m(\text{X}) = 10.5 \times 0.1 = 1.05 \text{ г};$$

так как **Х** и NaHCO_3 реагируют в эквимольном соотношении, то $n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{X})$, откуда $M_r(\text{X}) = 1.05/0.02875 = 36.5$, то есть **Х** – HCl .

Так как из **А** получается HCl и **А** имеется у любой хозяйки на кухне, то **А** – это NaCl . Тогда единственный возможный вариант кислой соли **В** – это NaHSO_4 .

При сгорании HCl на медном катализаторе образуется хлор и вода:



Тогда вещество **С** – хлор, а значит вещество **Д** – водород.

Критерии оценивания:

1) Вещества **А–Д**, **Х** – по 2 балла 2 × 5 = 10 б.

Если вещества **С** и **Д** 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 (CaSO_3 не растворяется в значительных количествах в воде), тогда как с соляной кислотой он реагирует с образованием хлорида кальция, который в воде растворим:



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), пусть количество вещества газа в шарике равно x , тогда шарики с водородом и кислородом весят соответственно:

$$m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \times M(\text{H}_2) = 2x; m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \times M(\text{O}_2) = 32x. \text{ Откуда видно, что } m(\text{O}_2) > m(\text{H}_2).$$

д) Пусть объем цилиндра u л, тогда рассчитаем количество атомов в каждом цилиндре:
 $m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \times d(\text{H}_2\text{O}) = y \text{ кг} = 1000y \text{ г}; n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) / M(\text{H}_2\text{O}) = 1000y / 18 = 55.56y$
моль;

$N(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \times N_a = 3.35y \times 10^{25}$ молекул; так как в каждой молекуле воды 3 атома, тогда всего атомов в воде: $N(\text{атомов в H}_2\text{O}) = N(\text{H}_2\text{O}) \times 3 = y10^{26}$ атомов.

$n(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) / V_m = y / 22.4$ моль; $N(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \times N_a = 2.69y \times 10^{22}$ молекул; так как в каждой молекуле кислорода 2 атома, тогда всего атомов: $N(\text{атомов в O}_2) = N(\text{O}_2) \times 2 = 5.38y \times 10^{22}$ атомов. Сравнивая два полученных значения, делаем вывод, что в цилиндре с водой атомов больше.

Критерии оценивания:

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1) Пункты а,б – по 1 баллу | $2 \times 1 = 2 \text{ б.}$ |
| 2) Пункт в – 2 балла | $1 \times 2 = 2 \text{ б.}$ |
| 3) Пункты г,д – по 3 балла | $2 \times 3 = 6 \text{ б.}$ |

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

Расчеты не обязательно должны быть выполнены в общем виде.

ИТОГО:

10 баллов