

3) Определение остальных веществ. При взаимодействии Na_3N с соляной кислотой образуются хлорид натрия и хлорид аммония. Из них только хлорид аммония может реагировать с щелочью, поэтому Y_3 – хлорид аммония NH_4Cl . При взаимодействии хлорида аммония с гидроксидом натрия образуется аммиак, хлорид натрия и вода. С учетом того, что следующая реакция протекает при нагревании в присутствии оксида хрома (III), можно сделать вывод, что последняя реакция – это сжигание аммиака в кислороде в присутствии катализатора оксида хрома (III). Таким образом Y_4 – аммиак NH_3 , X_4 – кислород O_2 . Жидкое при указанных условиях вещество B – вода, которая образуется при сжигании аммиака в кислороде.

С учетом того, что кислород образуется из вещества X_3 в присутствии оксида марганца (IV), можно предположить, что X_3 – пероксид водорода. Тогда X_2 – пероксид натрия, из которого при взаимодействии с соляной кислотой образуется хлорид натрия и пероксид водорода. Пероксид натрия образуется при взаимодействии кислорода (X_4) с натрием, следовательно, X_1 – натрий, тогда Y_1 – азот.

Критерии оценивания:

1) Расчеты для определения формул веществ:

Расчет состава (или проверка расчетом) вещества A – 1 балл

Расчет состава (или проверка расчетом) вещества Y_2 – 1 балл

2) Определение веществ:

A – NaN_3 ; B – H_2O

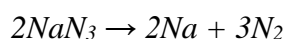
X_1 – Na ; X_2 – Na_2O_2 ; X_3 – H_2O_2 ; X_4 – O_2

Y_1 – N_2 ; Y_2 – Na_3N ; Y_3 – NH_4Cl ; Y_4 – NH_3

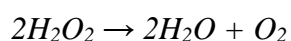
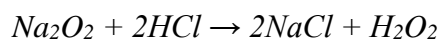
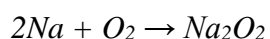
За каждое правильно определенное вещество – 1 балл (всего 10 баллов)

3) Уравнения реакций:

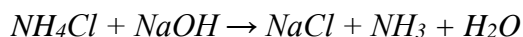
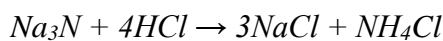
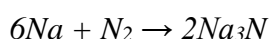
Первая реакция:



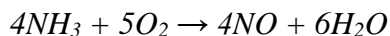
Реакции с веществами X_1 – X_4 :



Реакции с веществами Y_1 – Y_4 :



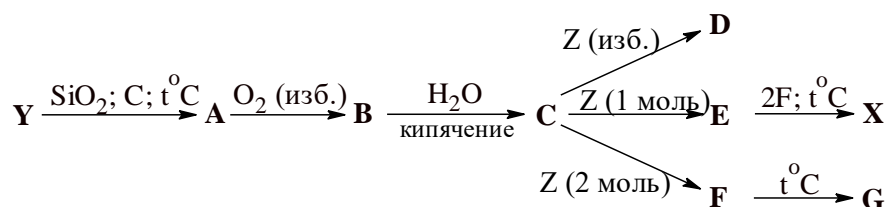
Последняя реакция:



За каждую правильно написанную реакцию – 1 балл (всего 8 баллов), если реакция не уравнена, то её следует оценивать в 0,5 балла.

Задача №2

Соль X является распространённой пищевой добавкой. Ниже представлена схема получения соли X из соли Y :



Одно из тривиальных названий **Z** – каустическая сода. Массовая доля кислорода в **Z** составляет 40%. Массовая доля кислорода в соединении **B** равна 56,34%. Вещество **Y** представляет собой среднюю соль кислоты **C** и содержит 41,29% кислорода по массе.

- 1) Определите вещества **A-G**, **X**, **Y**, **Z**. Ответ подтвердите расчётами.
- 2) Напишите все необходимые уравнения реакций (8 уравнений).
- 3) Какие вещества с тривиальным названием «сода» Вам известны? Приведите их названия и соответствующие формулы.

Решение

1) Вещество **C** – это кислота, тогда скорее всего вещество **Z** – это основание. Для формулы **Z** состава $\text{Me}(\text{OH})_n$ получаем:

$$0,4 = \frac{16n}{M + 17n} \Rightarrow M = 23n$$

При $n = 1$, $M = 23$ г/моль, что соответствует натрию (Na)

Следовательно, **Z** – NaOH.

Вещество **B** скорее всего представляет собой оксид, тогда для вещества **B** состава $\text{Э}_2\text{O}_n$ получаем:

$$0,5634 = \frac{16n}{2M(\text{Э}) + 16n} \Rightarrow M(\text{Э}) = 6,2n$$

При $n = 5$, $M(\text{Э}) = 31$ г/моль, что соответствует фосфору (P).

Следовательно, **B** – P_2O_5 (или P_4O_{10}). Тогда **C** – H_3PO_4 , а вещество **Y** – соль ортофосфорной кислоты – $\text{M}_3(\text{PO}_4)_n$. Выведем формулу соли:

$$0,4129 = \frac{64n}{3M + 95n} \Rightarrow M = 20n$$

При $n = 2$, $M = 40$ г/моль, что соответствует кальцию (Ca).

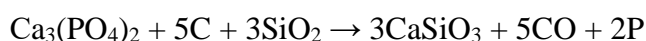
Следовательно, **Y** – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

X	Y	Z	A	B
$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	NaOH	P или P_4	P_2O_5 или P_4O_{10}
C	D	E	F	G
H_3PO_4	Na_3PO_4	NaH_2PO_4	Na_2HPO_4	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$

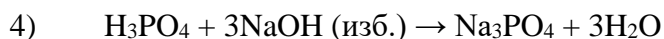
2) Уравнения реакций:



или



(засчитывать уравнения с P_4 и P_4O_{10})



- 6) $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 7) $2\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$
 8) $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} + 2\text{H}_2\text{O}$
 3) Формулы и названия «сод»:

 Na_2CO_3 – кальцинированная сода
 NaHCO_3 – питьевая сода
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – кристаллическая сода

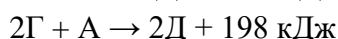
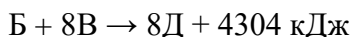
Критерии оценивания:

- 1) Формулы веществ **Y, Z, B** с расчётом по 1 баллу 3 балла
 (без расчёта – 0 баллов)
 Формулы веществ **X, A, C-G** по 1 баллу 7 баллов
 2) Уравнения реакций по 1 баллу 8 баллов
 (если неверно указаны коэффициенты – 0,5 балла)
 3) Любые формулы двух «сод» по 0,5 балла 1 балл
 Верные названия соответствующих «сод» по 0,5 балла 1 балл

Задача №3

Некоторые из веществ **A - Д** являются простыми, а некоторые бинарными, причем в их состав могут входить только атомы двух элементов Э_1 и Э_2 , находящихся в одной подгруппе Периодической системы. Соотношение молярных масс этих веществ 2 : 16 : 3 : 4 : 5 (в порядке перечисления веществ, приведенном выше). Вещество **Д** при взаимодействии с водой превращается в вещество **Е**, производство которого превышает несколько сот млн. тонн в год. Определите зашифрованные вещества и элементы, ответ обоснуйте.

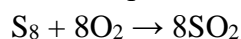
Вычислите тепловой эффект реакции превращения вещества **A** в **B**, если известно следующее (коэффициенты во всех реакциях указаны):



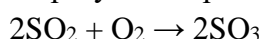
Тепловой эффект реакции превращения **Д** в **Е** составляет 418 кДж. Определите, хватит ли теплоты, выделяющейся при образовании 10 моль вещества **Е**, чтобы расплавить кубик льда с ребром, равным 10 см. Приведите соответствующие расчеты. Плотность льда составляет 900 кг/м³, удельная теплота плавления льда равна 3,3·10⁵ Дж/кг, начальная температура льда 0°C, давление 1 атм.

Решение:

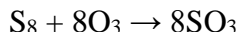
1) Так как вещества, образованные элементами из одной подгруппы ПС, могут реагировать друг с другом, то, скорее всего, эти элементы являются неметаллами, что сильно сокращает поле для поиска. Из целочисленного соотношения молярных масс веществ, в состав которых входят атомы этих элементов, следует, что атомные массы элементов кратны какому-то числу. В первую очередь стоит предположить, с учетом стехиометрии приведенных ниже реакций, что элементы Э_1 и Э_2 – это кислород и сера (или наоборот). Тогда вещество **A** – диоксид O_2 , вещество **B** – сера S_8 , реакция между ними, это реакция образования сернистого ангидрида:



Таким образом, вещество **Г** – SO_2 . Третья реакция, это реакция между сернистым ангидридом и диоксидом, в результате которой образуется серный ангидрид:



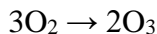
Следовательно, вещество Д – SO_3 . Серный ангидрид образуется непосредственно из серы при окислении более сильным окислителем, чем диоксигород, с учетом этого соображения, стехиометрии второй реакции и соотношения молярных масс, делаем вывод, что В – озон. Уравнение второй реакции запишется тогда так:



Вещество Е, образующееся при взаимодействии серного ангидрида с водой, это серная кислота H_2SO_4 , что подходит под условие о том, что вещество Е получают в промышленных масштабах. Соответствующая реакция:



2) Необходимо рассчитать тепловой эффект реакции превращения диоксигорода (А) в озон (В):



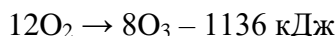
Проще всего это сделать, используя закон Гесса. Так же можно сравнивать изменения энергии системы при протекании той или иной реакций. Рассчитаем тепловой эффект по закону Гесса. Для этого проанализируем реакции:



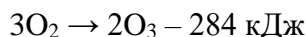
Домножим вторую реакцию на «-1», а третью на «4», и сложим левые и правые части:



Или:



После сокращения получим:



Тепловой эффект реакции образования озона из кислорода составляет -284 кДж, что соответствует тому факту, что озон образуется из кислорода воздуха при грозовом разряде.

3) При образовании 10 моль серной кислоты (Е) выделяется теплота:

$$Q = 418 \text{ кДж} \cdot 10 = 4180 \text{ кДж}$$

Проверим, хватит ли этой теплоты, чтобы расплавить кубик льда. Сначала найдем объем и массу льда:

$$V_{\text{лед}} = 10 \text{ см} \cdot 10 \text{ см} \cdot 10 \text{ см} = 1000 \text{ см}^3$$

$$m_{\text{лед}} = \rho_{\text{лед}} \cdot V_{\text{лед}} = 0,9 \text{ г/см}^3 \cdot 1000 \text{ см}^3 = 900 \text{ г} = 0,9 \text{ кг}$$

Для плавления такой массы льда, взятого при температуре 0°C , потребуется количество теплоты:

$$Q_{\text{плав}} = \lambda_{\text{лед}} \cdot m_{\text{лед}} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг} \cdot 0,9 \text{ кг} = 297000 \text{ Дж} = 297 \text{ кДж}$$

Видим, что количество теплоты, выделяющейся при образовании 10 моль серной кислоты, значительно превышает то количество теплоты, которое необходимо для плавления кубика льда со стороной равной 10 см, поэтому лед полностью расплавится и останется вода с температурой выше 0°C .

Критерии оценивания:

- 1) Соображение о том, что атомные массы элементов кратны какому-то числу – **2 балла**
- 2) Определение элементов Э₁ и Э₂ – по **1 баллу** (всего **2 балла**)
- 3) Определение веществ А, Б, В, Г, Д, Е – по **1 баллу** (всего **6 баллов**)
- 4) Определение теплового эффекта реакции образования озона из диоксигорода – **4 балла**.
- 5) Определение объема и массы льда – по **1 баллу** (всего **2 балла**).

б) Расчет теплоты, требующейся для плавления кубика льда и вывод о том, что теплоты реакции хватит для плавления льда – по 2 баллу (всего 4 балла).

Задача №4

Как известно, состояние газа определяется объёмом V , давлением p и температурой T . Для идеального газа эти величины связаны уравнением Клапейрона-Менделеева:

$$pV = \nu RT, \text{ где}$$

R – универсальная газовая постоянная, имеющая во внесистемных единицах, значение – 8,314 кПа×л/(К×моль), T – температура в Кельвинах, $T = 273 + t^{\circ}\text{C}$.

Большинство школьных экспериментов проводятся при комнатной температуре 21°C и давлении в 1 атм.

В школьной лаборатории решили получить углекислый газ. Для этого в аппарат Киппа поместили 110 г мраморных осколков (содержащих 10% инертных примесей), а затем начали добавлять соляную кислоту.

1) Запишите уравнение реакции растворения. Определите максимальный объём выделившегося газа.

В лабораторию поступил баллон с газом X . Рабочие характеристики баллона: объём – 50 литров, масса – 51,5 кг, давление газа – 150 атм. при комнатной температуре, масса с газом – 63,936 кг.

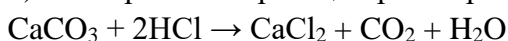
2) Определите газ X . Ответ подтвердите расчётом. Для чего применяется газ X в лабораторном синтезе? Как получают газ X ?

Смесь углекислого газа и газа Y массой 17,2 г при 50°C и нормальном давлении занимает объём 13,25 л. При пропускании этой смеси через известковую воду выпадает 20 г осадка.

3) Напишите необходимое уравнение реакции. Рассчитайте молярную массу газа Y . Приведите формулы не менее трёх газов, которые удовлетворяют условию задачи.

Решение

1) Уравнение реакции растворения



2 балл

(если неправильно расставлены коэффициенты – 0,5 балла)

$$2) \quad m(\text{чист. CaCO}_3) = 110 \times 0,9 = 99 \text{ г}$$

1 балл

$$\nu(\text{CaCO}_3) = 99/100 = 0,99 \text{ моль}$$

1 балл

$$V(\text{CO}_2) = 0,99 \times 22,4 = 22,176 \text{ л}$$

1 балл

ИЛИ

$$V(\text{CO}_2) = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,99 \times 8,314 \times 294}{101,325} = 23,9 \text{ л}$$

(в случае верного расчёта без учёта примеси – 1 балл)

$$3) \quad m(X) = 63,936 - 51,5 = 12,436 \text{ кг}$$

1 балл

$$\nu(X) = \frac{pV}{RT} = \frac{150 \times 101,325 \times 50}{8,314 \times (273 + 21)} = 310,9 \text{ моль}$$

2 балла

$$M(X) = 12436/310,9 = 40 \text{ г/моль}$$

1 балл

Следовательно, газ X – аргон (Ar)

1 балл

- 4) Аргон применяется в синтезах, где необходима инертная или бескислородная атмосфера. 1 балл
- 5) Аргон получают перегонкой воздуха 1 балл
- б) Уравнения реакций: 2 балла
- $$\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$$
- $\nu(\text{CaCO}_3) = 20/100 = 0,2$ моль 0,5 балл
- $$\nu(\text{газов. смеси}) = \frac{13,25 \times 101,325}{8,314 \times 323} = 0,5 \text{ моль} \quad 2 \text{ балла}$$
- $m(\text{Y}) = 17,2 - 0,2 \times 44 = 8,4$ г 0,5 балла
- $\nu(\text{Y}) = 0,5 - 0,2 = 0,3$ моль 0,5 балла
- $M(\text{Y}) = 8,4/0,3 = 28$ г/моль 1 балл
- Подходят следующие газы:
- N_2 ; CO ; C_2H_4 ; C_2D_2 ; B_2H_6
- По 0,5 балла за формулу, засчитываются любые три 1,5 балла

Задача №5

К неокрашенному раствору, содержащему 39,72 г вещества **К**, прилили раствор вещества **Л**, содержащий 20,52 г этого вещества. При этом наблюдалось выпадение белого осадка **М** массой 55,92 г. Известно, что раствор вещества **К** имеет слабокислую среду, в ходе реакции среда стала нейтральной. В состав веществ **К** и **Л** входят атомы одного химического элемента, что обуславливает их ядовитость. Если выпарить такую же порцию раствора вещества **Л**, и прокалить сухой остаток в токе газа **Н** при 550°C, то образуется вещество **О** массой 20,28 г, разлагающееся при нагревании выше 750°C (масса при этом уменьшается на 1,92 г). Про газ **Н** известно, что при охлаждении он конденсируется в жидкость голубоватого цвета, а при давлении выше 10^5 атмосфер превращается в твердое красное вещество **П** с молярной массой 128 г/моль. Определите зашифрованные вещества, напишите уравнения всех описанных в тексте задачи реакций.

Решение:

1) Если среда раствора вещества **К** слабокислая, а после реакции среда раствора становится нейтральной, то вещество **Л** проявляет основные свойства, и в ходе реакции между ними образуется вода. Масса образующейся воды равна разнице между суммой масс реагирующих веществ (**К** и **Л**) и массой осадка **М**:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{К}) + m(\text{Л}) - m(\text{М}) = 39,72 \text{ г} + 20,52 \text{ г} - 55,92 \text{ г} = 4,32 \text{ г}$$

Количество вещества образующейся воды равно:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) : M(\text{H}_2\text{O}) = 4,32 \text{ г} : 18 \text{ г/моль} = 0,24 \text{ моль}$$

2) Определим вещество **Л**. Так как оно проявляет основные свойства, то предположим, что это основание, и тогда его состав можно выразить формулой Me(OH)_x . Найдем молярную массу металла, предположительно входящего в состав вещества. При этом учтем, что количество гидроксид-анионов в растворе вещества **Л** равняется количеству вещества образующейся воды, и количество вещества основания равно отношению количества вещества гидроксид-анионов и значения « x ». Тогда можно сделать разумный перебор, заполнив таблицу:

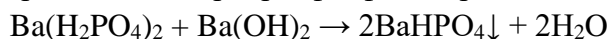
Значение « x »	Основание	$n(\text{Л})$	$M(\text{Л})$	$M(\text{Me})$	Металл
------------------	-----------	---------------	---------------	----------------	--------

1	MeOH	0,24 моль	85,5 г/моль	68,5 г/моль	–
2	Me(OH) ₂	0,12 моль	171 г/моль	137 г/моль	Ba
3	Me(OH) ₃	0,08 моль	256,5 г/моль	205,5 г/моль	–
4	Me(OH) ₄	0,06 моль	342 г/моль	274 г/моль	–

Таким образом, вещество **Л** – гидроксид бария (барий обуславливает ядовитость этого вещества) и его количество вещества равно 0,12 моль.

3) Определим вещества **К** и **М**. По условию известно, что **К**, так же как и **Л**, содержит барий, следовательно, это, скорее всего, соль, причем соль кислая и растворимая. Условие о том, что среда раствора этой соли слабокислая, наводит на мысль о том, что это соль несильной кислоты. Всем этим условиям соответствует дигидроортофосфат бария $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Тогда при взаимодействии этой соли с раствором гидроксида бария (**Л**) может выпадать либо гидроортофосфат бария BaHPO_4 или средний ортофосфат бария $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$. Проверим это расчетом. Учтем, что в ходе реакции вещества взяты в стехиометрическом соотношении, так как итоговый раствор имеет нейтральную среду.

а) Рассмотрим реакцию образования гидроортофосфата бария:



По уравнению реакции:

$$n(\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,12 \text{ моль}$$

$$n(\text{BaHPO}_4) = 2 \cdot n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,24 \text{ моль}$$

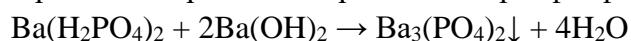
Массы этих солей равны:

$$m(\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = n(\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) \cdot M(\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 0,12 \text{ моль} \cdot 331 \text{ г/моль} = 39,72 \text{ г}$$

$$m(\text{BaHPO}_4) = n(\text{BaHPO}_4) \cdot M(\text{BaHPO}_4) = 0,24 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 55,92 \text{ г}$$

Этот вариант подходит под условие задачи.

б) Проведем аналогичный расчет для реакции образования ортофосфата бария:



По уравнению реакции:

$$n(\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 0,5 \cdot n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,06 \text{ моль}$$

$$n(\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,5 \cdot n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,06 \text{ моль}$$

Массы этих солей равны:

$$m(\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = n(\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) \cdot M(\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 0,06 \text{ моль} \cdot 331 \text{ г/моль} = 19,86 \text{ г}$$

$$m(\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2) = n(\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2) \cdot M(\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2) = 0,06 \text{ моль} \cdot 601 \text{ г/моль} = 36,06 \text{ г}$$

Этот вариант не подходит под условие задачи.

Итак, веществом **К** является дигидроортофосфат бария $\text{Ba}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, белым осадком **М** – гидроортофосфат бария BaHPO_4 .

4) Определим вещества **Н**, **О** и **П**. При выпаривании раствора гидроксида бария и дальнейшем прокаливании сухого основания в отсутствие какого-либо газа должен образовываться оксид бария BaO . При чем его количество вещества должно быть равно количеству вещества гидроксида бария, т.е. 0,12 моль, тогда его масса должна быть равна:

$$m(\text{BaO}) = n(\text{BaO}) \cdot M(\text{BaO}) = 0,12 \text{ моль} \cdot 153 \text{ г/моль} = 18,36 \text{ г}$$

Это значение массы не совпадает с массой вещество **О**, образующегося при прокаливании гидроксида бария в токе газа **Н**. Проанализируем разложение вещества **О**. В ходе него образуется остаток массой:

$$m(\text{остаток}) = 20,28 \text{ г} - 1,92 \text{ г} = 18,36 \text{ г}$$

Это наводит на мысль, что при разложении **O** образуется оксид бария. Газ же **H** способен обратимо реагировать с оксидом бария, образуя продукт, неустойчивый при высокой температуре. Такими газами могут быть кислород (тогда **O** – это пероксид бария BaO_2), углекислый газ (в этом случае **O** – карбонат бария BaCO_3) или сернистый газ (**O** – сульфит бария BaSO_3). Проверим эти варианты расчетом. В случае пероксида бария от формулярной единицы BaO_2 отщепляется один атом кислорода, в случае карбоната и сульфита бария отщепляется одна молекула углекислого или сернистого газов, во всех случаях количества веществ «уходящих» атомов кислорода или молекул оксидов равно 0,12 моль. Рассчитаем молярную массу уходящего «фрагмента» вещества:

$$M_{\text{фраг}} = 1,92 \text{ г} : 0,12 \text{ моль} = 16 \text{ г/моль}$$

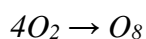
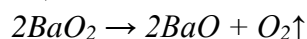
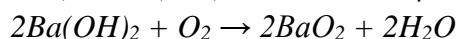
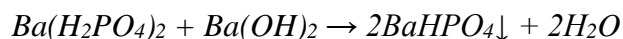
Следовательно, из формулярной единицы «уходит» при нагревании один атом кислорода, а вещество **O** – пероксид бария BaO_2 , газ **H** – кислород O_2 . Углекислый газ так же не подходит, т.к. при охлаждении при нормальном давлении конденсируется не в голубоватую жидкость, а в белое твердое вещество («сухой лёд»), сернистый газ конденсируется в бесцветную жидкость. Если **H** – диоксигород O_2 , то вещество **П** – другая аллотропная модификация кислорода, устойчивая при указанных экстремальных давлениях. Формулу вещества **П** можно представить как O_y , тогда «у» равен:

$$y = M(\text{O}_y) : M(\text{O}) = 128 \text{ г/моль} : 16 \text{ г/моль} = 8$$

Тогда **П** – аллотропная модификация кислорода с молекулярной формулой O_8 .

Критерии оценивания:

- 1) Определение количества вещества образующейся воды – **1 балл**.
 - 2) Вывод о том, что металл, входящий в состав **Л** является барием – **2 балла**.
 - 3) Вывод, что вещество **Л** – гидроксид бария – **1 балл**.
 - 4) Вывод о том, что вещество **К** – дигидроортофосфат бария, а вещество **М** – гидроортофосфат бария – по **2 балла** (всего **4 балла**).
- Проверка расчетом этого предположения – **2 балла**.
- 5) Вывод о том, что при разложении вещества **O** выше 750°C образуется оксид бария – **2 балла** (если нет обоснования расчетом – **1 балл**).
 - 6) Вывод, что вещество **O** – пероксид бария – **2 балла** (**1 балл**, если нет соответствующего расчета), что вещество **H** – диоксигород O_2 – **1 балл**.
 - 7) Вывод о том, что **П** – октакислород O_8 – **1 балл**.
 - 8) Уравнения реакций:



За каждую правильно написанную реакцию – **1 балл** (всего **4 балла**), если реакция не уравнена, то её следует оценивать в **0,5 балла**.

Задача №6

Соединения, содержащие в своём составе элемент **X** имеют широкий спектр применений. В природе одним из самых распространённых соединений **X** является минерал **A**. Для выделения простого вещества **C**, образованного элементом **X**, минерал **A** подвергают обжигу (реакция 1), при этом выделяется газ **Y** и образуется вещество **B**. Причём при сжигании 1,00 г **A** образуется

130,74 мл (н.у.) газа **Y**. Вещество **B** далее сплавляют с углём (*реакция 2*) с образованием вещества **C**. Газ **Y** обесцвечивает бромную воду (*реакция 3*), вызывает помутнение известковой воды (*реакция 4*), а при реакции с другим газом **Z**, содержащим тот же элемент что и **Y**, образует простое вещество жёлтого цвета (*реакция 5*). При сплавлении оксида **B** с пероксидом натрия в атмосфере кислорода (*реакция 6*) образуется соль **D**. Дополнительно известно, что соль **D** – это соль одноосновной кислоты с массовой долей кислорода равной 17,14%. Эта соль обладает сильнейшей окислительной способностью, так при добавлении этой соли к раствору азотной кислоты с нитратом марганца (II) наблюдается появление малинового окрашивания раствора (*реакция 7*).

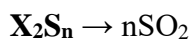
Определите вещества **Y**, **Z**, **A-D**. Ответ подтвердите расчётом. Напишите уравнения *реакций 1 – 7*. Как называется соль **D**?

Решение

1) Газ **Y** обесцвечивает бромную воду и вызывает помутнение известковой воды, следовательно, газ **Y** – SO_2 , тогда газ **Z** – H_2S , а простое вещество жёлтого цвета – это сера.

Тогда минерал **A** – это сульфид X_2S_n

Составим схему горения сульфида **A**:



1,00 г 130,74 мл

$$\frac{n}{2X + 32n} = \frac{0,13074}{22,4} \Rightarrow X = 69,67n$$

При $n = 3$, $X = 209$ г/моль, что соответствует висмуту (**Bi**)

Тогда, **A** – Bi_2S_3 , **B** – Bi_2O_3 , **C** – **Bi**

Выведем соль **D**.

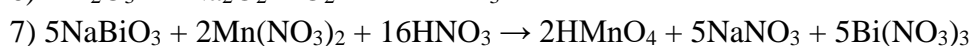
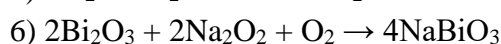
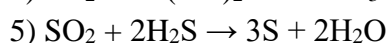
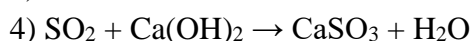
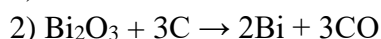
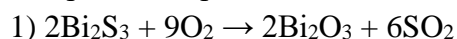
Так как **D** получают сплавлением **B** с пероксидом натрия в атмосфере кислорода, следовательно, **D** – соль натрия. Тогда, формула **D** – NaBiO_n . Т.к. массовая доля кислорода в этой соли равна 17,14%, можно определить n :

$$0,1714 = \frac{16n}{232 + 16n} \Rightarrow n = 3$$

Следовательно, **D** – NaBiO_3 .

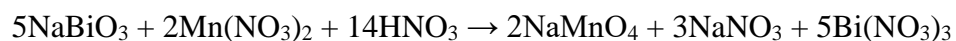
A	B	C
Bi_2S_3	Bi_2O_3	Bi
D	Y	Z
NaBiO_3	SO_2	H_2S

2) Уравнения реакций:



+ 7H₂O

ИЛИ



+ 7H₂O

3) **NaBiO₃** – висмутат натрия

Критерии оценивания:

- | | | |
|----|--|-------------------------------------|
| 1) | Расчёт и определение солей A и D по 2 балла | 4 балла
(без расчёта – 0 баллов) |
| | Формулы веществ B , C , Y , Z по 1 баллу | 4 балла |
| 2) | Уравнения <i>реакций 1-6</i> по 1,5 балла | 9 баллов |
| | (если неправильно расставлены коэффициенты – 0,75 балла) | |
| | Уравнение <i>реакции 7</i> | 2 балла |
| | (если неправильно расставлены коэффициенты – 1 балл) | |
| 3) | Название соли | 1 балл |
| | | Итого 20 баллов |