

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ 2024–2025 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 9 КЛАСС.

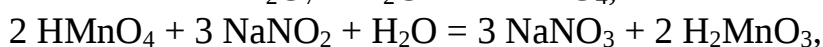
КЛЮЧИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Время выполнения 180 минут. Максимальное количество баллов – 100.

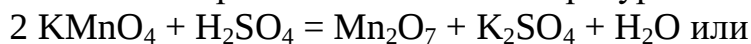
РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЯ 1.

1.1. Природа зашифрованных веществ: **X** – Mn_2O_7 , **X1** – O_2 , **X2** – O_3 , **X3** – MnO_2 , **X4** – HMnO_4 , **X5** – H_2MnO_3 ($\text{MnO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$).

1.2. Уравнения упомянутых реакций:



1.3. Оксид марганца(VII) получают действием концентрированной серной кислоты на перманганат калия при пониженной температуре:



Рекомендации по оценке задания

Задание 1.	
Установление природы химических элементов X – X5 – по 3 балла за каждый элемент	18 баллов
За уравнения реакций	10 баллов
За предложение метод синтеза X	2 балла
Всего	30 баллов

РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЯ 2.

2.1. При нейтрализации фосфорной кислоты гидроксидом натрия в растворе могут оказаться средний и кислые фосфаты натрия, а также остаток фосфорной кислоты при малом количестве добавленного гидроксида натрия. Выпаривание этого раствора и прокаливание остатка в указанных условиях сопровождается полным удалением воды, как кристаллизационной, так и выделяющейся при взаимодействии гидроксильных групп при атоме фосфора в составе кислых фосфатов. Этот процесс не сопровождается окислительно-восстановительными превращениями атомов натрия, фосфора, кислорода и водорода. Следовательно, состав остатка после прокаливания должен отвечать формуле $\text{Na}_x\text{P}_y\text{O}_z$, причем степени окисления натрия и фосфора здесь должны быть равны +1 и +5 соответственно.

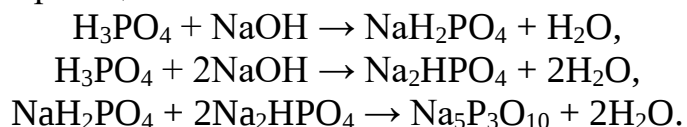
Соотношение числа атомов натрия и фосфора установим из соотношения масс этих элементов с использованием атомных масс.

$$x : y = \frac{1.237}{23} : \frac{1}{31} = 0.0538 : 0.0323 = 1.666 : 1 = 5 : 3.$$

Для формульной единицы, включающей пять атомов натрия и три атома фосфора в указанных выше степенях окисления, общий заряд электроположительных элементов составляет +20, что отвечает формуле $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$.

2.2. Отношение числа атомов натрия и фосфора в полученном соединении превышает 1 : 1, характерное для NaH_2PO_4 , но меньше 2 : 1, соответствующего другой кислой соли, а именно, Na_2HPO_4 . Эти две соли образуются последовательно в ходе нейтрализации фосфорной кислоты гидроксидом натрия и находятся в растворе вместе с водой.

2.3. Уравнения реакций.



Рекомендации по оценке задания

Задание 2.	
Установление формулы полученного соединения	10 баллов
За установление веществ в растворе после добавления к-ты	4 балла
За уравнения протекающих реакций	6 баллов
Всего	20 баллов

РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЯ 3.

3.1. Рассмотрим 100 г сплава. Тогда в нем содержится $23 / 23 = 1.00$ моль натрия и $77 / 39 = 1.97$ моль калия. Мольная доля натрия составляет $1 / 2.97 = 0.34$, или 34 % мольных.

3.2. Эвтектический состав характеризуется минимальным значением температуры плавления среди сплавов тех же веществ, т.е. является самым легкоплавким сплавом.

3.3. При помещении натрия и калия в один сосуд происходит их контакт, в результате чего образуется жидкий при комнатной температуре сплав натрия и калия (эвтектика плавится при минус 12 °С), обладающей очень высокой реакционной способностью по отношению к воде и кислороду воздуха.

3.4. При контакте сплава натрий – калий с водой или этиловым спиртом протекает бурная реакция выделения водорода, которая сопровождается взрывом и возгоранием. Поэтому для утилизации отходов натрий-калиевого сплава используют спирты с более длинным углеводородным радикалом, инертным по отношению к этим металлам, например, обезвоженный изоамиловый спирт. Активные гидроксильные группы составляют в молекулах таких спиртов меньшую часть, и выделяющаяся при дезактивации щелочных металлов теплота расходуется на нагревание веществ с достаточно протяженными неактивными углеводородными радикалами.

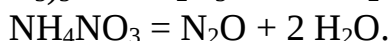
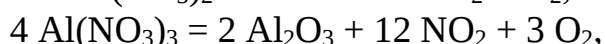
3.5. Сплав натрия и калия является теплоносителем в ядерных реакторах.

Рекомендации по оценке задания

Задание 3.	
За расчет массовой доли натрия	5 баллов
За определение эвтектического состава	3 балла
За объяснение запрета на сбор отходов калия и натрия в одну склянку	3 балла
За объяснение запрета на использование воды и этилового спирта при утилизации сплава	3 балла
За правильный вариант спиртов для утилизации отходов сплава	3 балла
За пример области применения сплава	3 балла
Всего	20 баллов

РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЯ 4.

4.1. Уравнения протекающих реакций:



4.2. Возьмем 1 моль исходной смеси, количество вещества нитрида кальция в ней обозначим x , а его масса будет равна $148x$. Тогда количество вещества нитрида алюминия будет $(1 - x)$, а его масса $41(1 - x)$. После выпаривания и прокаливании в смеси остаются оксиды кальция и алюминия. Их количества вещества будут равны: $n(\text{CaO}) = 3x$, $n(\text{Al}_2\text{O}_3) = (41 - 41x)/2$, а массы $m(\text{CaO}) = 168x$, $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 51(41 - 41x)$. По условия задачи масса конечной смеси оксидов в два раза меньше массы исходных нитридов:

$$168x + 51(41 - 41x) = 2(148x + 41(1 - x)).$$

Решая уравнение, получим $x = 0.94$.

Тогда массовая доля нитрита кальция в исходной смеси $w(\text{Ca}_3\text{N}_2) = 148x/(148x + 41(1 - x)) = 0.9826$ (98.26 %).

Рекомендации по оценке задания

Задание 4.	
За уравнения реакций	15 баллов
За расчет массовой доли	15 балла
Всего	30 баллов