ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2019-2020 учебный год
9 класс
Время выполнения заданий - 5 часов

Задача 9-1.

Неорганическая соль **A** представляет собой кристаллический хорошо растворимый в воде порошок белого цвета. В воде растворили 4,20 г соли **A**, а затем добавили избыток серной кислоты, при этом выделилось 1,17 л (18 °С, 103 кПа) газа без цвета и запаха.

1. Определите состав соли **A**. Ответ подтвердите расчётом. Запишите уравнение реакции взаимодействия соли **A** с серной кислотой.
2. Какое тривиальное название имеет соль **A**?
3. Напишите уравнение реакции разложения соли **A** при нагревании.
4. Где применяется соль **A**? Приведите не менее двух областей применения.

(10 баллов)

Задача 9-2.

В математике магический квадрат – это таблица размерностью $N \times N$, заполненная целыми числами так, чтобы суммы чисел по всем столбцам и строкам, а также по обеим диагоналям были равны между собой. Например:

2	7	6	15
9	5	1	15
4	3	8	15
15	15	15	

Предлагаем Вам заполнить магический квадрат размерностью 3×3 . Для этого расставьте методом электронного баланса коэффициенты в следующих химических уравнениях:

1. $\text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{KI} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{VOSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{V}_2\text{O}_5 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$ (при кипячении)
3. $\text{Zn} + \text{HNO}_3$ (разб., гор.) $\rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
4. $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{I}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (при кипячении)
5. $\text{P}_4 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2(\text{HPO}_3) + \text{H}_2$ (при кипячении)
6. $\text{Sn} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \text{H}_2$
7. $\text{Sn} + \text{HNO}_3$ (оч. разб.) $\rightarrow \text{Sn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
8. KNO_2 (тв.) + FeSO_4 (тв.) + $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NO} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
9. $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{C}$ (кокс) + $\text{SiO}_2 \rightarrow \text{CaSiO}_3 + \text{P}_4 + \text{CO}$ (при 1000 °С)

Сумму коэффициентов каждого уравнения реакций впишите в соответствующие ячейки магического квадрата в соответствии со схемой:

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Не забудьте указать сумму чисел этого квадрата, то есть сумму любой строки, столбца или диагонали.

(10 баллов)

Задача 9-3.

Серебристо-белый металл **X** при комнатной температуре не реагирует с водой, но растворяется в разбавленной серной кислоте и растворе гидроксида натрия. При добавлении сульфида аммония в раствор, полученный растворением **X** в разбавленной серной кислоте, образуется белый осадок **Y**, содержащий 74,4 % кислорода по массе.

1. Определите неизвестный металл **X** и вещество **Y**, подтвердите расчетом.
2. При добавлении карбоната аммония в раствор, полученный растворением **X** в разбавленной серной кислоте, образуется белый осадок **Z**, содержащий 71,4 % кислорода по массе. Определите состав вещества **Z**.
3. Растворение металла **X** в растворе гидроксида натрия при 20 °С заканчивается через 78 минут, а при 50 °С такой же образец металла растворяется за 5 минут. Рассчитайте, за какое время металл с той же массой растворится в растворе щелочи при 70 °С?
4. При нагревании металла **X** с углем образуется бинарное соединение (состоит из двух элементов) соединение **W**, в котором содержание металла составляет 60 % по массе. При взаимодействии соединения **W** с водой образуется соединение **Y** и выделяется газ. Рассчитайте состав соединения **W** и запишите его название.
5. Составьте уравнения всех реакций, описанных в задаче.

(10 баллов)

Задача 9-4.

Бромоводород и его водные растворы разной концентрации применяются для получения бромидов металлов и органических производных брома. Особенно важно производство бромида серебра, применяющегося в изготовлении кино- и фотоматериалов. Бромиды щелочных металлов являются очень эффективными лекарственными средствами для лечения нервных болезней. Использование бромида калия в медицине в качестве успокоительного и противосудорожного средства при лечении эпилепсии началось в 1857 г. Знаменитый русский физиолог И.П.Павлов сказал: «Человечество должно быть счастливым тем, что располагает таким драгоценным для нервной системы препаратом, как бром» (в то время водные растворы бромида калия и натрия были известны под общим названием «бром»).

В промышленности бромоводород получают непосредственным взаимодействием простых веществ. В лаборатории синтез бромоводорода осуществляют гидролизом бромида фосфора (V), восстановлением брома серой или нитритом калия в водных растворах.

1. Составьте уравнения реакций получения бромоводорода в промышленности и лаборатории.
2. Газообразную смесь водорода и брома с плотностью по водороду 53,7 нагрели до 400 °С. Константа равновесия реакции образования бромоводорода при данной температуре равна 9. Рассчитайте объемные доли веществ в исходной смеси и после завершения реакции, а также выход продукта реакции в процентах от теоретически возможного.
3. Как изменится выход бромоводорода при той же температуре, если исходная смесь простых веществ будет иметь плотность по водороду 27,3?

(10 баллов)

Задача 9-5.

В четырех пробирках находятся смеси неокрашенных твердых веществ (в каждой пробирке по одной смеси): а) хлорид магния и сульфат аммония; б) нитрат свинца и хлорид аммония; в) гидроксид бария и сульфат аммония; г) гидроксид натрия и фосфат аммония. Предложите, как с помощью только одного реактива идентифицировать содержимое всех пробирок. Возможно использование дополнительного оборудования. Укажите их наблюдаемые признаки реакций и напишите уравнения соответствующих реакций.

(10 баллов)