

Девятый класс

Задача 9-1

«Когда в густой крепкой купоросной водке, с которой четыре доли воды смешано, вливаю в узкогорлую стеклянку, положены будут железные опилки, тогда выходящий пар от свечного пламени загорается... Иногда случается, что загоревшийся пар стеклянку с великим треском разрывает» (М. В. Ломоносов, Полное собрание сочинений, – М.: 1953, т. 1, стр. 474).

Вопросы:

1. Определите массовую долю (%) растворённого вещества в разбавленной «купоросной водке», если исходная массовая доля в «крепкой купоросной водке» составляла 98 %, а доли воды при разбавлении были взяты по массе.
2. Напишите уравнения реакций железа с раствором «купоросной водки» и горения «выходящего пара».
3. Напишите 3 уравнения реакций, которые могут протекать при взаимодействии железных опилок с раствором «купоросной водки» в зависимости от ее концентрации.
4. Определите соотношение объёмов разбавленного раствора «купоросной водки» (плотность 1,2 г/см³) и «выходящего пара» при нормальных условиях, если принять протекание химических процессов количественными.

Задача 9-2

Ниже представлена таблица, описывающая взаимодействие растворов бинарных солей калия и элементов X_1 , X_2 , X_3 и X_4 , расположенных в одной группе периодической таблицы, с растворами нитратов серебра, свинца и ртути.

	$AgNO_3$	$Pb(NO_3)_2$	$Hg(NO_3)_2$
KX_1	↓жёлтый осадок	↓жёлтый осадок	↓красно-оранжевый осадок
KX_2	↓белый осадок	↓белый осадок	изменений нет
KX_3	изменений нет	↓белый осадок	изменений нет
KX_4	↓светло-жёлтый осадок	↓светло-жёлтый осадок	↓белый осадок

Вопросы:

1. Определите соли элементов X_1 , X_2 , X_3 и X_4 .

2. Напишите уравнения взаимодействия бинарных солей элементов X_1 , X_2 , X_3 и X_4 с нитратами серебра, свинца и ртути. В уравнениях обязательно укажите вещество, выпадающее в осадок.
3. Напишите уравнения взаимодействия твёрдых бинарных солей калия элементов X_1 , X_2 , X_3 и X_4 с концентрированной серной кислотой.
4. При взаимодействии смеси сухих солей LiX_2 , NaX_2 и KX_2 массой 5,85 г с концентрированной серной кислотой образовалось 12,0 г гидросульфатов. Определите объём (при 30 °С и 130 кПа) газа, который может выделиться.

Задача 9-3

Элемент X образует большое количество кислородсодержащих кислот. Примерами этих кислот являются неорганические кислоты **1–4**, причём все они имеют разную основность. В состав молекул кислот **1–3** входит по три атома водорода, а число атомов кислорода в ряду кислот **1–3** увеличивается на единицу.

Ниже приведены данные о содержании водорода и элемента X в кислотах **3** и **4**.

Кислота	Содержание элементов (% по массе)	
	Н	X
3	3,09	31,6
4	2,27	34,8

Вопросы:

1. Назовите элемент X . Напишите уравнение реакции промышленного получения простого вещества, образованного элементом X .
2. О каких кислотах **1–4** идёт речь в условии задачи? Заполните таблицу:

Кислота	Формула кислоты		Название	Основность	Степень окисления X в кислоте
	молекулярная	графическая (структурная)			
1					
2					
3					
4					

3. Напишите уравнения химических реакций каждой из кислот **1–4** с раствором гидроксида натрия с образованием средних солей.

4. Кислоты **1** и **2** в окислительно-восстановительных реакциях выступают в роли восстановителей. Приведите уравнения химических реакций этих кислот с раствором перманганата калия, подкисленным серной кислотой.

5. Напишите уравнения реакций (с указанием условий их проведения), с помощью которых из простого вещества, образованного элементом **X**, можно получить кислоты **3** и **4**.

Задача 9-4

Газ **X** находит широкое применение в медицине, в том числе в качестве компонента смеси для анестезии. Газ **Y** применяется в медицине как наркоз. Оба газа образуют взрывчатые смеси с водородом (реакции 1а и 1б). Тлеющая лучинка вспыхивает при внесении в них. Отличить **X** от **Y** можно смешением равных объёмов анализируемых газов с оксидом азота (II). Смесь газа **X** с оксидом азота (II) окрашивается в оранжево-красный (бурый) цвет (реакция 2). Для медицинской практики важна чистота препарата. Для установления отсутствия примеси **A** газ **X** пропускают через водный раствор нитрата диаминсеребра. В случае наличия примеси **A** раствор чернеет (реакция 3). Про вещество **A** известно, что оно не имеет запаха и легче **X**. Для проверки наличия примеси **B** газ **X** пропускают через насыщенный раствор гидроксида бария (реакция 4). Смесь газов **B** и **X** не имеет запаха. Для *количественного* определения содержания **X** газ медленно пропускают через раствор, содержащий хлорид аммония и аммиак, туда же помещают взвешенный кусочек медной проволоки. В результате образуется ярко-синий раствор (реакция 5).

Вопросы.

1. Определите **X** и **Y**; ответ обоснуйте. Назовите эти вещества. Изобразите формулы, передающие их строение.
2. Какие примеси **A** и **B** должны отсутствовать в медицинском препарате? Назовите эти вещества. Охарактеризуйте окислительно-восстановительные свойства **A**. Напишите уравнения упомянутых в тексте реакций 1–5.
3. Напишите уравнения реакций **X** с белым фосфором и PtF_6 (реакции 6, 7). Напишите уравнение реакции **Y** с белым фосфором и перманганатом калия в кислой среде (реакции 8, 9).

4. Напишите по одному способу получения препаратов X и Y. Какие примеси могут содержать препараты, полученные предложенным Вами способом?

Задача 9-5

Кое-что о гемоглобине

Гемоглобин – основной белок дыхательного цикла, который переносит кислород от органов дыхания к тканям и углекислый газ от тканей к органам дыхания. Гемоглобин содержится в крови человека, позвоночных и некоторых беспозвоночных животных. Нарушения строения гемоглобина вызывают заболевания крови – анемии.

1. Молярную массу гемоглобина определяли с помощью измерения осмотического давления его раствора. Было установлено, что раствор 20 г гемоглобина в 1 л воды имеет осмотическое давление $7,52 \cdot 10^{-3}$ атм при 25 °С. Рассчитайте молярную массу гемоглобина.

2. Для определения теплового эффекта реакции связывания кислорода с гемоглобином 100 мл водного раствора, содержащего 5,00 г дезоксигенированного гемоглобина, насыщали кислородом в теплоизолированном сосуде. После полного насыщения гемоглобина кислородом температура раствора изменилась на 0,031 °С. Повысилась или понизилась температура раствора? Объясните ваш ответ.

3. Рассчитайте тепловой эффект реакции на моль кислорода, учитывая, что 1 моль гемоглобина способен присоединить 4 моль кислорода. Теплоёмкость раствора $C_p = 4,18 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{мл}^{-1}$.

Для справки. Осмотическое давление π раствора связано с его молярной концентрацией c уравнением: $\pi = cRT$.