

9 класс

Задача 1. Элементы и минералы

Элементы №1–5 широко распространены на нашей планете и входят в состав различных минералов. Элемент №1 занимает первое место по распространенности в земной коре, и в виде простого вещества необходим живым организмам для дыхания. Элемент №2, занимающий второе место по распространенности, входит в состав большого количества минералов и горных пород, в том числе вместе с элементом №1 образует минерал **А** – кварц и главный компонент песка. Элемент №3 является металлом и вместе с элементом №4 образуют известный минерал **Б** – галит или каменную соль. Элемент №5 входит в состав таких минералов как известняк **В**, гипс и фторапатит.

1. Определите элементы №1–5. Ответ приведите в формате «№ элемента – символ – русское название элемента».

2. Для элемента №5 укажите нахождение в Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева (период, группа, подгруппа), количество протонов в ядре атома и изобразите электронную конфигурацию в виде $1s^2 \dots$

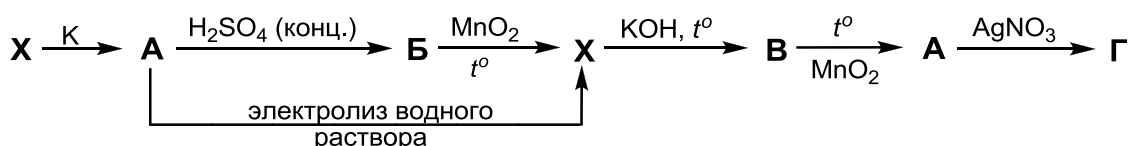
3. Напишите химические формулы минералов **А**, **Б**, **В**, укажите типы химических связей в данных веществах (ковалентная полярная/неполярная, ионная, металлическая).

4. Фторапатит содержит 39.68% элемента №5, 18.45% фосфора и 38.1% кислорода по массе. Определите простейшую формулу фторапатита и напишите уравнение его реакции с избытком серной кислоты.

5. Гипс является кристаллогидратом одного из продуктов реакции фторапатита с серной кислотой. При полном обезвоживании гипс теряет 20.93% массы. Определите формулу гипса и приведите его химическое название.

Задача 2. Химия элемента X

Простое вещество **X** – ядовитый газ желто-зеленого цвета с плотностью 3.17 г/л при н.у. При реакции **X** с калием (реакция 1) образуется соль **А**, которая под действием концентрированной серной кислоты (реакция 2) выделяет газ **Б**. Вещество **Б** (в виде насыщенного раствора) можно снова превратить в **X** нагреванием с диоксидом марганца (реакция 3). При электролизе водного раствора **А** (реакция 4) также образуется **X**. При реакции **X** с горячим раствором гидроксида калия (реакция 5) образуется сильный окислитель **В**, который при нагревании в присутствии катализатора диоксида марганца (реакция 6) разлагается с образованием **А**. При добавлении к водному раствору **А** нитрата серебра (реакция 7) образуется соль **Г**. Описанные превращения отражены на следующей схеме:



1. Установите формулы **X** и веществ **А** – **Г**, содержащих **X**. Ответ подтвердите расчетом молярной массы **X**. Приведите систематическое и тривиальное название соли **В**.

2. Напишите уравнения реакций 1–7. Опишите признак протекания реакции 7.

3. На стадии превращения **А** → **Б** используется твердая соль **А** и концентрированная серная кислота. Почему в этой реакции нельзя использовать растворы **А** и **Б**? В какой цвет газ **Б** окрашивает влажную универсальную индикаторную бумагу?

4. Навеску 24.5 г вещества **В** смешали с 1.1 г MnO_2 и нагревали до окончания реакции разложения (реакция 6). Определите массу (в г) полученного твердого остатка и объем (в л при н.у.) выделившегося газа.

Задача 3. X и РИО

Реакции ионного обмена (РИО) в растворах являются очень распространенным типом взаимодействий в химии. Существует три основных условия протекания таких реакций до конца: выпадение осадка, выделение газа и образование слабого электролита (например, воды).

Средняя соль **X**, окрашивающая пламя спиртовки в желто-оранжевый цвет, часто используется при проведении РИО. Например, раствор **X** реагирует с соляной кислотой, при этом выделяется газ **Y** с запахом тухлых яиц и относительной плотностью по воздуху 1.172.

1. Установите формулы и названия веществ **X** и **Y**, ответ подтвердите расчетом.
2. Напишите молекулярное и сокращенное ионное уравнения реакции **X** с соляной кислотой.
3. Растворимость соли **X** составляет 18.6 г соли на 100 г воды. Рассчитайте массовую долю (в %) и молярную концентрацию (в моль/л) **X** в насыщенном растворе (плотность раствора – 1.1 г/мл). Какую окраску приобретает лакмус в растворе **X**? Почему?
4. Из приведенного списка веществ выберите те, растворы которых будут реагировать с раствором **X**: хлорид калия, нитрат свинца (II), сульфат марганца (II), бромид лития, хлорид алюминия. Напишите молекулярные и сокращенные ионные уравнения возможных реакций. Для каждой реакции укажите признаки протекания (окраски осадков и газов).
5. К 50 г насыщенного раствора **X** добавили 66.2 г 25% раствора нитрата свинца. Рассчитайте массу (в г) выпавшего осадка и массовые доли (в %) веществ в растворе после окончания реакции.

Задача 4. Окислители и восстановители

Многие химические реакции являются окислительно-восстановительными (ОВР), то есть при их протекании один или несколько элементов меняют свои степени окисления. Для их анализа необходимо определить окислитель и восстановитель и написать схемы отдачи или присоединения электронов.

1. Чему равна максимальная положительная степень окисления, встречающаяся в известных химических соединениях? Приведите примеры двух элементов, которые могут проявлять эту степень окисления и формулы двух оксидов, в которых она реализуется. Известно, что в одном из этих оксидов массовая доля кислорода составляет 25.2%.
2. Дайте определение понятию «окислитель». Приведите формулы четырех простых веществ, образованных элементами 2 и 3 периодов ПСХЭ, которые выступают в ОВР в качестве типичных окислителей. Для каждого из них напишите реакцию с алюминием.
3. Из следующего списка сложных веществ запишите сначала формулы типичных восстановителей, а затем формулы типичных окислителей: серная кислота, перманганат калия, сероводород, перхлорат калия, аммиак, гидрид кальция. Напишите уравнение реакции перманганата калия с сероводородом в присутствии серной кислоты, составьте для нее схему электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель.
4. Особым случаем ОВР являются реакции диспропорционирования. Известным примером таких реакций является взаимодействие серы с раствором гидроксида натрия. Напишите уравнение данной реакции и рассчитайте массу серы (в г), которая может раствориться при кипячении в 80 г 10% раствора гидроксида натрия.

Задача 5. Газовая задача

Газ **А** при комнатной температуре является достаточно инертным и не реагирует с большинством простых веществ, в том числе с газом **Б**. Однако, если смесь **А** + **Б** поджечь, то происходит очень бурная экзотермическая реакция с образованием вещества **В** (*реакция 1*), часто приводящая ко взрыву. В лаборатории газ **А** чаще всего получают действием соляной кислоты на цинк (*реакция 2*), а в промышленности – по реакции **В** с основным компонентом природного газа **Г** (*реакция 3*). *Реакция 3* протекает при 800–1000°C с образованием смеси газов **А** и **Д**. Данная реакция является эндотермической, поэтому для нагрева реакционной смеси обычно используют теплоту реакции **Б** + **Г** (*реакция 4*). Ниже приведены термохимические уравнения трех описанных реакций со стехиометрическими коэффициентами:

Реакция 1: $2\mathbf{А} + \mathbf{Б} = 2\mathbf{В} + 572 \text{ кДж}$

Реакция 3: $\mathbf{В} + \mathbf{Г} = 3\mathbf{А} + \mathbf{Д} - 207 \text{ кДж}$

Реакция 4: $2\mathbf{Б} + \mathbf{Г} = 2\mathbf{В} + \mathbf{Е} + 890 \text{ кДж}$

1. Смесь 2 моль **А** и 1 моль **Б** имеет среднюю молярную массу 12 г/моль. Рассчитайте молярные доли (в %) газов в этой смеси и молярную массу газа **Б**.

2. Установите формулы веществ **А** – **Е**.

3. Напишите уравнения *реакций 1–4*.

4. Рассчитайте количество теплоты (в кДж), которое выделится при поджигании смеси 672 мл **А** и 672 мл **Б** (при н.у.).

5. Рассчитайте количество теплоты (в кДж), которое выделится при реакции 10 кг газа **Г** с избытком **Б**. Сколько кг газа **А** можно получить по *реакции 3*, используя эту теплоту?

Инструкция для участника:

Каждая задача оценивается в 20 баллов. Все атомные массы при расчетах округляйте до целых чисел (кроме хлора – 35.5). Все уравнения реакций должны быть уравнены (не забудьте расставить коэффициенты). Решение каждой задачи начинайте со слова «Задача №...». Каждый правильно выполненный пункт задачи оценивается отдельно. При наличии численных данных, приводите полные выводы формул, или хотя бы подтверждайте свои догадки проверкой (при отсутствии расчетов вы можете получить неполный балл).