

## 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  $1s^2 \dots$

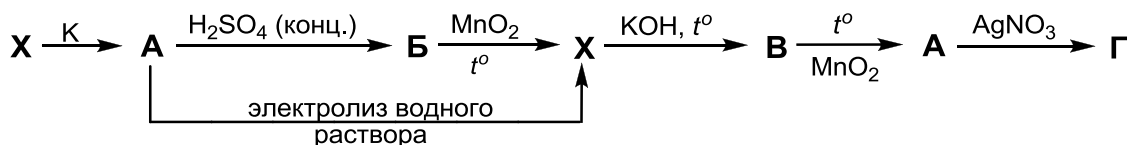
3. Напишите химические формулы минералов **А**, **Б**, **В**, укажите типы химических связей в данных веществах (ковалентная полярная/неполярная, ионная, металлическая).

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  $\text{MnO}_2$  и нагревали до окончания реакции разложения (реакция б). 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 ионные 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°С 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:  $2\text{А} + \text{Б} = 2\text{В} + 572 \text{ кДж}$

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

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

1. Смесь 2 моль **А** и 1 моль **Б** имеет среднюю молярную массу 12 г/моль. Рассчитайте мольные 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?

*Каждая задача оценивается в 20 баллов*

Старайтесь решать и оформлять все предложенные задачи. 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) Не забывайте расставлять коэффициенты в уравнениях реакций!

Решения заданий олимпиады и критерии оценивания будут опубликованы на сайте Республиканского Лицея во вкладке «Химия» <https://rlc.education/chemistry.html>

Желаем удачи!