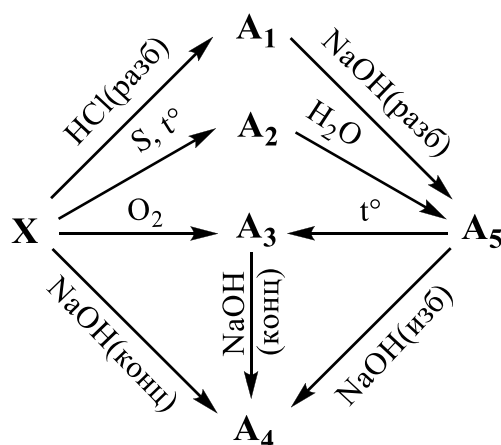


9 класс

Задача 1. Амфотерный металл

Ниже приведена цепочка превращений некоторого амфотерного металла **X** и его соединений. Дополнительно известно, что содержание металла **X** в соединении **A₃** составляет 52,93%.



?1. Расшифруйте цепочку превращений – определите металл **X**, формулы веществ **A₁–A₅** и приведите уравнения девяти реакций. Установление металла **X** подтвердите расчетом.

?2. Приведите три различные области применения металла **X**.

Безводное вещество **A₁** в жидком виде и в парах существует в виде димера и не может быть получено простым прокаливанием кристаллогидрата, который выделяется из водного раствора вещества **A₁**.

?3. Объясните, почему нельзя получить безводное вещество **A₁** простым прокаливанием кристаллогидрата. Предложите два различных способа получения безводного вещества **A₁**.

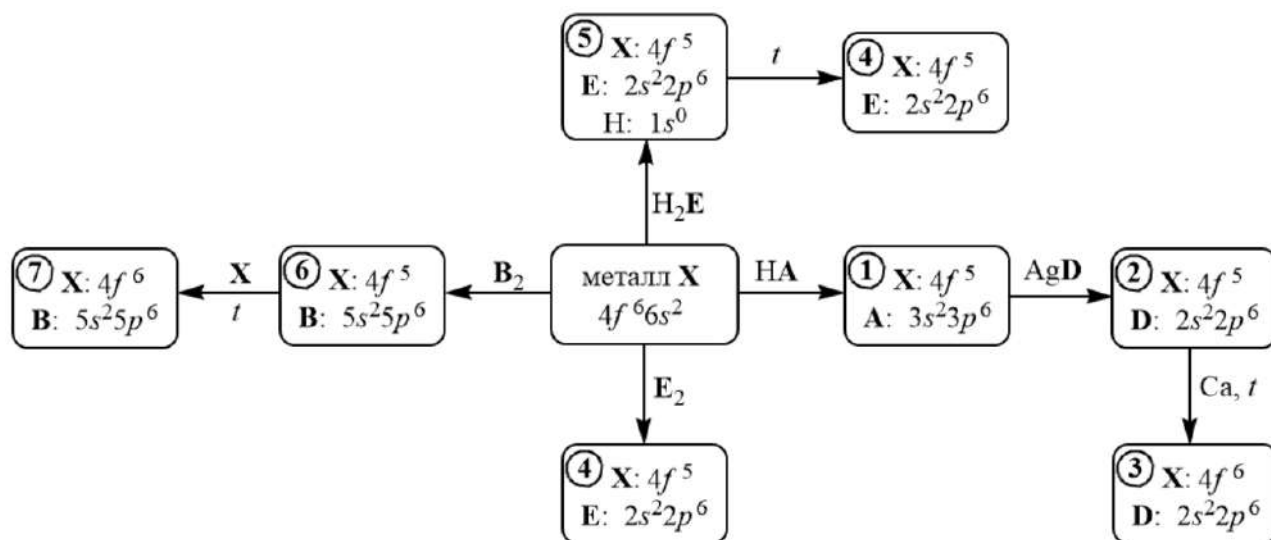
?4. Приведите структуру димера вещества **A₁** и объясните причины димеризации.

После стояния раствора вещества **A₆**, представляющего собой ацетат металла **X** (для справки, ацетаты – соли, содержащие анион уксусной кислоты CH_3COO^-), из раствора может быть выделено вещество **A₇**, содержащее 14,34% металла **X**, 51,03% кислорода, 29,80% углерода и 4,82% водорода (по массе).

?5. Определите вещества **A₆** и **A₇**. Брутто-формулу вещества **A₇** подтвердите расчетом. Также приведите формулу вещества **A₇** в виде $\text{X}_k\text{O}(\text{H}_2\text{O})_n(\text{CH}_3\text{COO})_m$. Напишите уравнение реакции образования вещества **A₇**.

Задача 2. Простая неорганическая цепочка

Ниже представлена схема превращений металла X, который образует соединения в двух степенях окисления. На схеме жирными буквами обозначены неизвестные элементы. Для каждого зашифрованного вещества приведен список элементов, входящих в его состав, и электронных конфигураций каждого из элементов в степени окисления, которую он имеет в соединении.



Соединение 7 является активным восстановителем: оно выделяет водород из водных разбавленных растворов кислот, некоторые металлы из растворов солей, восстанавливает органические вещества, такие как формальдегид (H_2CO , он превращается в метанол, CH_3OH).

?1. Определите металл X.

?2. Какие две степени окисления проявляет металл X?

?3. Определите формулы соединений 1–7. Ответ представьте в виде таблицы:

1	2	3	4	5	6	7

?4. Запишите уравнения реакций, представленных на схеме, а также уравнения реакций взаимодействия соединения 7 с:

- a) раствором соляной кислоты,
- б) концентрированной серной кислотой,
- в) формальдегидом (в присутствии HCl).

?5. Электродный потенциал пары $\text{M}^{m+}/\text{M}^{n+}$ показывает, насколько активен окислитель M^{m+} . Известно, что стандартный электродный потенциал перехода между двумя степенями окисления металла X равен $-1,55$ В. Выберите из таб-

лицы ниже металлы, которые можно получить восстановлением их солей соединением 7.

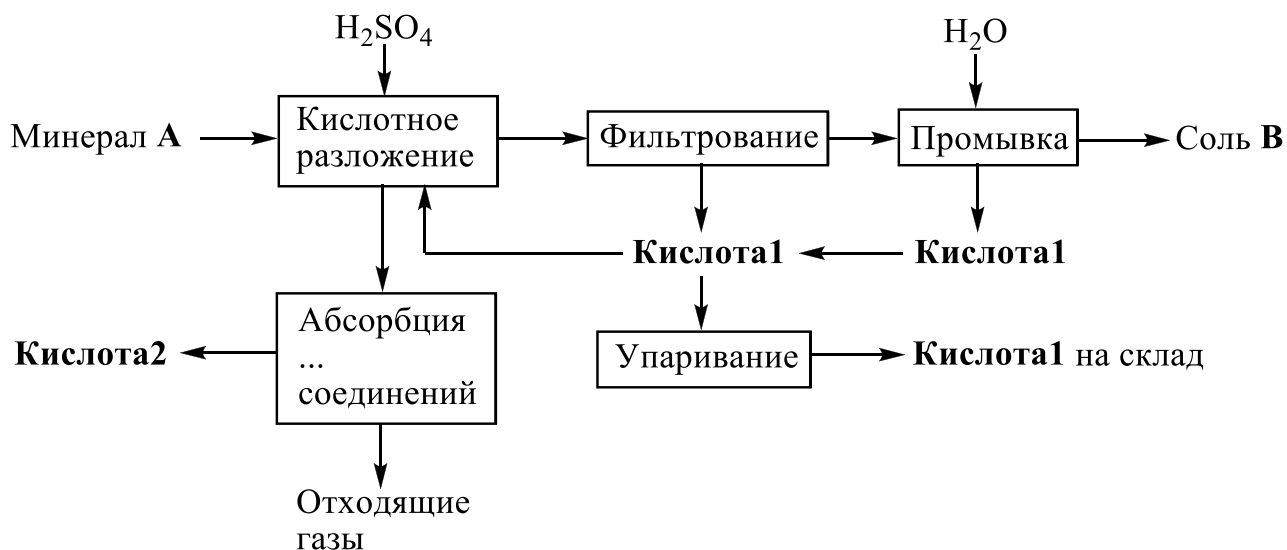
M^{m+}/M^0	Al^{3+}/Al	Li^+/Li	Mn^{2+}/Mn	Cu^{2+}/Cu	K^+/K	Sb^{3+}/Sb	Pt^{2+}/Pt
E°, V	-1,66	-3,05	-1,18	+0,34	-2,92	+0,20	+1,19

Задача 3. О получении полезных продуктов

Минерал **A** является важным сырьем для получения элемента **X** и его соединений. Природные образцы крупных месторождений обычно загрязнены минералом **B**, состав которого может быть представлен в виде трех оксидов с соотношением **оксид1:оксид2:оксид3** 1:1:2, причем массовые доли кислорода в этих оксидах составляют 25,81%, 47,04% и 53,26% по массе соответственно.

?1. Определите состав **оксидов1-3** и брутто-формулу минерала **B**. Ответ подтвердите расчетом.

Одним из важных продуктов, получаемых из минерала **A** и содержащих элемент **X**, является трехосновная **кислота1**. Ниже приведена принципиальная схема получения этой кислоты экстракционным методом:



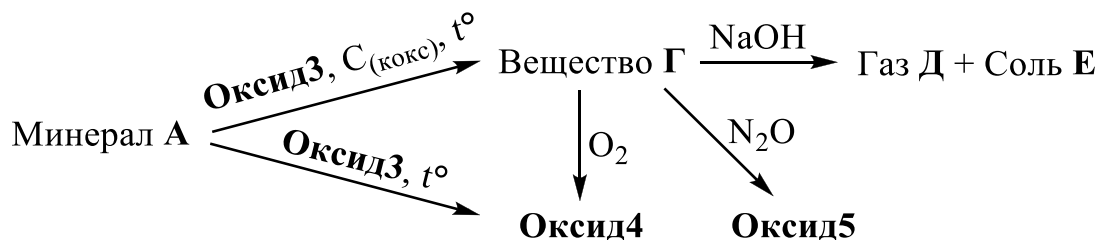
Сильная комплексная **кислота2** образуется из бинарной **кислоты3** (содержащей 5,04% водорода по массе) и слабой **кислоты4**, соответствующей **оксиду3** и образующейся при кислотном разложении из примесей в минерале **A**. Соль **B** является полугидратом и иногда называется жженым гипсом. Соотношение полученных при кислотном разложении минерала **A** количеств **кислота1:кислота3** составляет 3:1.

?2. Установите формулы **кислот1-4**, соли **B** и минерала **A**; приведите уравнения двух реакций, соответствующих кислотному разложению минерала

А и его примесей (в качестве последних условно примите вещество, образованное из **оксида1** и **оксида3** в соотношении 1:1), а также уравнение образования **кислоты2**.

?3. Сколько тысяч тонн 97,5%-ного раствора **кислоты1** может быть получено за год, если производительность непрерывного процесса составляет 400 т/сутки (в пересчете на чистую **кислоту1**)? Какая масса сырья при этом потребуется, если в нем содержится 50% минерала **А** по массе, а степень извлечения элемента **Х** в виде **кислоты1** составляет 98%?

Из минерала **А** можно получить и другие продукты, содержащие элемент **Х**. Ниже приведена схема, иллюстрирующая получение некоторых из них:



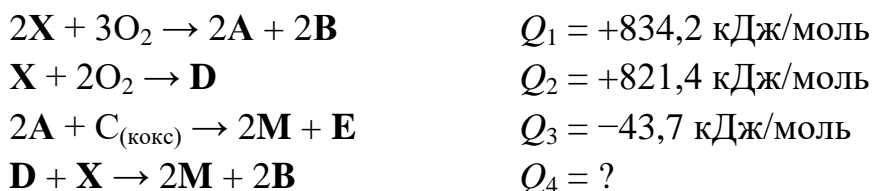
?4. Определите вещество **Г**, газ **Д**, соль **Е** и **оксиды4-5**, если дополнительно известно, что эти перечисленные вещества содержат в своем составе элемент **Х**, а в молекулах вещества **Г** и **оксидов4-5** содержится одинаковое число атомов элемента **Х**.

?5. Напишите уравнения пяти реакций, соответствующих превращениям на вышеприведенной схеме.

?6. Приведите структурные формулы **кислоты1**, вещества **Г**, **оксидов4-5** и кислоты, соответствующей соли **Е**.

Задача 4. Теплот много не бывает

При получении металла **М** из его природного минерала **Х** происходят следующие реакции:



При больших давлениях кислорода **Х** способен вступать и в иную реакцию:



Масса полученного согласно последней реакции **Ф** на 2,39% больше, чем масса **А**, которую можно получить из такой же массы **Х** в первой реакции.

Среди зашифрованных веществ только одно состоит из 3 элементов.

?1. Обозначив металл буквой **М**, запишите формулы **А** и **Б**. Ответ объясните.

?2. Определите формулы всех неизвестных веществ.

?3. Рассчитайте неизвестный тепловой эффект реакции (Q_4), если также известна теплота образования CO_2 из простых веществ (+393,5 кДж/моль).

?4. Металл **М** также образуется в реакции **А** с **Х**. Запишите уравнение этой реакции и рассчитайте её тепловой эффект.

Образец **Х** массой 15,89 г отожгли в кислороде. При этом была получена смесь трех веществ массой 15,76 г. При помещении этой смеси в концентрированную соляную кислоту и кипячении раствора выделяется 304 мл желто-зеленого газа (при температуре 27°C и давлении 0,98 атм).

?5. Определите состав смеси трёх веществ (в моль) и общее количество теплоты, выделившееся в ходе химических процессов, происходящих при отжиге.

Полезная информация:

1 атм = 101325 Па