

Время выполнения заданий – 240 минут

Максимальное количество баллов – 100.

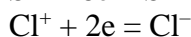
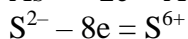
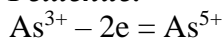
Напоминание: вычисления в расчетных задачах необходимо вести с точностью приведенных в условии значений

1. Минерал аурипигмент (сульфид мышьяка(III)) известен с 1 века до нашей эры, впервые описан римским ученым Плинием Старшим. Получил свое название (аурум – золото, пигмент – краситель) из-за своего золотисто-желтого перламутрового оттенка, напоминающего золото.

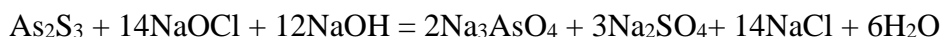
Для определения содержания мышьяка в природном аурипигменте взвесили 2,748 г этого минерала и окислили его смесью гипохлорита натрия и гидроксида натрия. Образовавшийся раствор подкислили разбавленной азотной кислотой и добавили избыток раствора нитрата серебра, получив при этом 20,09 г осадка.

- 1) Вычислите содержание сульфида мышьяка в процентах по массе в названном природном минерале. Почему полученное значение не будет точным?
- 2) Определите количество израсходованного гипохлорита натрия.

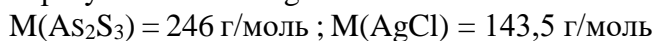
Решение:



В целом молекула As_2S_3 отдает 28 электронов, и, поскольку каждый атом хлора из гипохлорита принимает по 2e, то необходимые 28e будут приняты 14 молекулами NaOCl :



Из уравнения реакции следует, что 1 моль As_2S_3 при окислении прореагирует с 14 моль NaOCl , в результате чего получится 14 моль NaCl , которые при реакции с AgNO_3 образуют 14 моль AgCl .



Полученные 20,09 г AgCl составляют 0,14 моль, что соответствует содержанию в минерале 0,01 моль, или $0,01 \cdot 246 = 2,46$ г As_2S_3 , или 89,52%

$$n(\text{NaOCl}) = n(\text{As}_2\text{S}_3) \cdot 14 = 0,14 \text{ моль.}$$

$$m_{\text{NaOCl}} = 74,5 \cdot 0,14 = 10,43 \text{ г.}$$

Точность может быть снижена из-за окисления минерала кислородом воздуха, присутствии примесей, способных окисляться и многим другим причинам.

Критерии оценивания:

Пункт	Баллы
1. За нахождение содержания As_2S_3 – 5 баллов, если есть уравнение реакции окисления, но не найдено содержание – 2 балла. За обоснованное мнение о точности значения – 1 балл.	6 баллов
2. За определение количества NaOCl – 4 балла.	4 балла
ИТОГО:	10 баллов

2. Все знают это широко распространенное вещество, бесцветное или белое. Но это вещество (А) встречается и синего цвета: в природе – в виде голубых кристаллов, и это означает, что они долгое время в глубинах земли находились по соседству с породами, содержащими уран, и подверглись радиоактивному облучению; синие кристаллы А также могут быть получены и без какого-либо облучения.

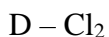
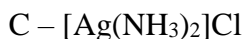
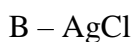
Упомянутое синее вещество А было растворено в воде, при этом образовался бесцветный раствор. К полученному раствору добавили раствор нитрата серебра, при этом выпал творожистый белый осадок В (реакция 1), который растворялся в аммиаке с образованием комплекса С (реакция 2).

Раствор А подкислили серной кислотой и добавили избыток перманганата калия, при этом выделился желто-зеленый газ D (реакция 3). Этот газ пропустили через раствор гидроксида натрия, при этом образовались вещества Е и F (реакция 4). Полученный раствор нагрели до 70°C, при этом в растворе остались вещества Е и G (реакция 5). Затем раствор подкислили серной кислотой и добавили щавелевую кислоту, при этом выделилась смесь газов Н и I (реакция 6). Эту смесь газов пропустили в раствор KOH, при этом в растворе образовалась смесь из четырех солей калия: J, K, L, M (реакция 7).

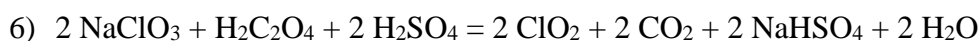
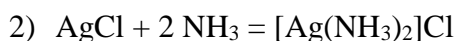
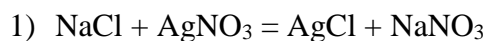
1. Определите вещества А-М, если известно, что из раствора, в котором содержится 1 г вещества А, может образоваться 2.453 г осадка В, а вещества А и Е практически не отличаются по химическому составу.
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.
3. Почему в реакции 7 образовалась смесь 4 веществ и предложите способ, при котором в реакции 7 образовалась бы смесь только трех веществ из списка J-М.
4. Почему А имеет такой нетипичный для него цвет? Предложите гипотезу, почему такое может происходить.

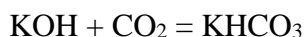
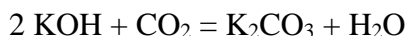
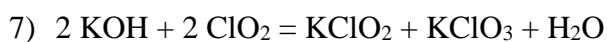
Решение

Желто-зеленый газ D и выпадение осадка с нитратом серебра недвусмысленно намекают на то, что А – хлорид, после чего из количества белого осадка и массы А можно найти молярную массу А и установить, что А – хлорид натрия, хоть и несколько необычный.



Уравнения реакций:





Из-за недостатка щелочи образовалась смесь гидрокарбоната и карбоната. При добавлении избытка щелочи весь гидрокарбонат перейдет в карбонат калия.

Пример логических построений (оценивается любая логика, имеющая отношение к задаче и не противоречащая химии):

Кристаллы галита (NaCl) встречаются голубого цвета. Это означает, что они долгое время в глубинах земли находились по соседству с породами, содержащими уран, и подверглись радиоактивному облучению, и электронная (именно электронная, а не пространственная) структура кристалла отличается от таковой для «обычного» кристалла поваренной соли. В лаборатории тоже можно получить синие кристаллы хлорида натрия. Для этого не потребуется облучения; просто в плотно закрытом сосуде надо нагреть смесь поваренной соли NaCl и микроколичеств металлического натрия. Металл способен растворяться в соли. Когда атомы натрия проникают в кристалл, состоящий из катионов Na^+ и анионов Cl^- , они «доставляют» кристаллическую решетку, занимая подходящие места и превращаясь в катионы Na^+ . Освободившиеся электроны располагаются в тех местах кристалла, где полагалось бы находиться хлорид-анионам Cl^- . Такие необычные места внутри кристалла, занятые электронами вместо ионов, называют «вакансиями».

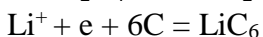
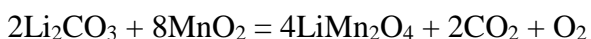
При охлаждении кристалла некоторые вакансии объединяются, это и служит причиной появления синей окраски. И, конечно, при растворении в воде синего кристалла соли образуется бесцветный раствор – совсем как из обычной соли.

Критерии оценивания

Пункт	Баллы
1. За каждое вещество – по 1 баллу	13 баллов
2. За каждую реакцию – 0.5 балла	3.5 балла
3. Верная гипотеза – 1 балл. Предложение способа – 1 балл.	2 балла
4. Верная догадка	1.5 балла
ИТОГО: 20 баллов	

3. Нобелевская премия по химии за 2019 год была присуждена Джону Гуденафу, Стэнли Уиттингему и Акире Йошино (John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham, Akira Yoshino) за развитие химии литий-ионных батарей (аккумуляторов). Литий-ионные батареи сыграли важную роль в развитии высоких технологий. «Эти легкие, перезаряжаемые и мощные батареи используются сейчас везде, начиная от мобильных телефонов и ноутбуков, также в электроавтомобилях. Они могут сохранять значительное количество энергии из возобновляемых источников от солнца и ветра», – заявил Нобелевский комитет.

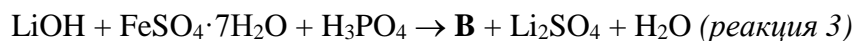
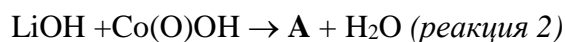
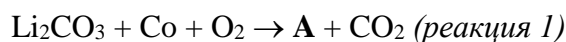
В Нобелевской лекции среди других фигурировали три вещества, используемые в литий-ионных аккумуляторах: LiMn_2O_4 и еще два, которые синтезировал один из лауреатов (Джон Гуденаф). Рассмотрим синтез оксида лития-марганца и процессы, которые происходят в устройстве:



Всероссийская олимпиада школьников «Высшая проба» 2020, 2 этап

В ходе первого процесса в результате окисления марганца электроны переходят в графитовый анод, генерируется электрический ток.

Два других вещества содержат кобальт и железо. Можно предложить следующие уравнения реакций их получения:



Уравнения написаны без коэффициентов, но в них указаны все продукты и реагенты.

Элементный анализ показал, что содержание кобальта в **A** – 60,2% по массе, а кислорода в **B** – 40,5%.

- 1) Определите вещества **A**, **B** и напишите уравнения реакций их получения.
- 2) Для обозначения **B** часто используют сочетание LFP. С чем это связано?
- 3) Напишите уравнения реакций, описывающих процессы, происходящие в устройствах на основе **A** и **B**. Процессы аналогичны тем, что происходят и с оксидом лития-марганца.

Решение.

Если внимательно посмотреть на *реакцию 2*, можно предположить, что в состав **A** входит лишь кобальт, литий и кислород – и это смешанный оксид. Скорее всего, степени окисления не меняются, т.к. мы не видим продуктов восстановления/окисления. Да, они могут каким-то образом оказаться в соединении, но сначала нужно проверить самый простой вариант. Подставим минимальное количество атомов каждого элемента в соединение, учитывая то, что соединение нейтрально (не радикал, не ион). Получается LiCoO_2 , формула подходит по массовой доле кислорода.



- 1) $2\text{Li}_2\text{CO}_3 + 4\text{Co} + 3\text{O}_2 = 4\text{LiCoO}_2 + 2\text{CO}_2$
- 2) $\text{LiOH} + \text{CoOOH} = \text{LiCoO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Аналогично определяется и соединение **B**. Мы понимаем, что фосфора нет в оставшихся продуктах, и, скорее всего, он остался в виде фосфат аниона. Предположим, что в искомом соединении лишь один фосфат-анион, тогда по массовой доле кислорода можно высчитать молярную массу всего соединения. Вычитая молярную массу фосфат-аниона из общей молярной массы получаем, что в соединении так же находится один атом лития и один атом железа.



- 3) $3\text{LiOH} + \text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{LiFePO}_4 + \text{Li}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$

LiFePO_4 по-английски – lithium ferrophosphate. LFP – аббревиатура.

Процессы, проходящие в аккумуляторах:



**Критерии оценивания:**

Пункт	Баллы
1. За определение A, B – 2 балла за каждое За реакции 1-3 – 2 балла за каждую	10 баллов
2. За правильный ответ – 2 балла	2 балла
3. За каждую правильную группу реакций – 4 балла (Если реакции с углеродом не написаны, ставится полный балл)	8 баллов
ИТОГО:	20 баллов

4. Приведите мотивированные ответы на следующие вопросы с указанием в качестве примера 2–3 разных по типу и строению веществ.

- 1) Может ли молекула с полярными связями быть неполярной?
- 2) Может ли молекула простого вещества быть полярной?
- 3) Может ли связь между двумя разными элементами быть ковалентной неполярной?
- 4) Может ли связь между металлом и неметаллом быть ковалентной?
- 5) Может ли связь между металлами быть неметаллической?

Решение:

1) Может ли молекула с полярными связями быть неполярной?

Может: линейные либо высокосимметричные структуры, такие как CO_2 , BF_3 , CCl_4 и т.д., где дипольные моменты связей, обладая различными знаками, дают общий дипольный момент, равный нулю.

2) Может ли молекула простого вещества быть полярной?

Может, оценивались:

- Озон.
- HD, HT и другие молекулы простых веществ с неравномерным изотопным составом (откуда берется дипольный момент в этом случае? Из разницы в объеме электронных оболочек). Например, дипольный момент молекулы HD (в дебаях): 0,0009 (20°C). Не так уж и много, но и разница в структуре изотопов – небольшая.
- Рассуждения на тему: удовлетворяют ли циклы типа P_4 и S_8 понятию «молекула простого вещества», насколько эти циклы симметричны и могут ли обладать дипольным моментом.

Дополнительно возможны (для полного балла не требуются) идеи о симметрии карбина с его изогнутыми в пространстве молекулами, дипольном моменте несимметричных фуллеренов, нанотрубок.

3) Может ли связь между двумя разными элементами быть ковалентной неполярной?

Решение должно начинаться с рассуждений на тему «что такое неполярная связь» приветствуются. Если из этих рассуждений вытекает, что неполярная связь возникает из атомов с одинаковой электроотрицательностью (ЭО), то далее следует вывод – поскольку не существует элементов с одинаковой электроотрицательностью до n-го знака, то все такие связи обязаны хоть на долю процента быть сдвинутыми к одному из атомов, т.е. строгий ответ – «не может».

Однако, если из рассуждений о полярности и из вывода об одинаковости электроотрицательности (т.е. «может») вытекали молекулы с схожей ЭО (PH_3 , CS_2 или

другие – понятно, что таблицу ЭО никто в голове не держит), это тоже оценивалось. В оценке важны были рассуждения.

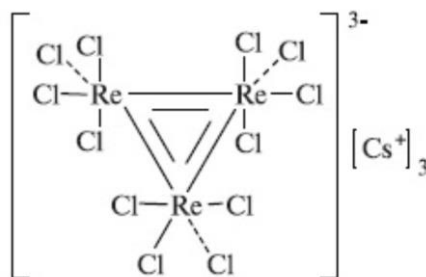
4) Может ли связь между металлом и неметаллом быть ковалентной?

Хорошо бы в решении увидеть рассуждения о том, что такое металлы и что такое неметаллы; в какой степени сдвиг электронов к одному из атомов превращает ковалентную связь в ионную. А уже как результат рассуждений, примеры того, что подпадает под эти определения («может»): молекулярные и ковалентные гидриды; галогениды и комплексы типа: Al_2Cl_6 , $\text{Ni}(\text{CO})_4$.

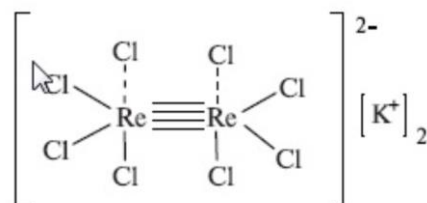
5) Может ли связь между металлами быть неметаллической?

Может с ионным типом связи: CsAu , или ковалентным, например, $\text{Cr}_2(\text{OAc})_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

В этом разделе мы понадеялись, что кто-то читал о необычных структурах с кратной связью металл-металл. Например (для решения задачи не требуется – но, может, кто-нибудь что-то сочинил похожее на основе базовых знаний – это оценивалось), комплексная соль хлоридов цезия и рения $\text{CsCl} \cdot \text{ReCl}_3$, которая обычно изображается в виде $\text{Cs}^+[\text{ReCl}_4]^-$ (координационную сферу изображают квадратными скобками). Великий химик Альберт Коттон, автор трехтомника по неорганической химии, по которому учились несколько поколений химиков, показал, что истинный ее состав соответствует утроенной формуле $\text{Cs}_3^+[\text{Re}_3\text{Cl}_{12}]^{3-}$, а атомы рения расположены в вершинах треугольника и связаны между собой двойными связями:



Или, например, структура соли с анионом $[\text{Re}_2\text{Cl}_8]^{2-}$ и связью металл-металл с кратностью 4 (по данным того же Альберта Коттона):



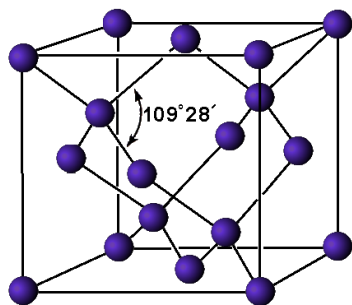
По всем вопросам, связанным с типом химической связи (как и вообще с интересной наукой – физической химией, мы в рекомендациях к олимпиаде назвали несколько учебных пособий, которые любопытствующий должен прочитать.

Критерии оценивания:

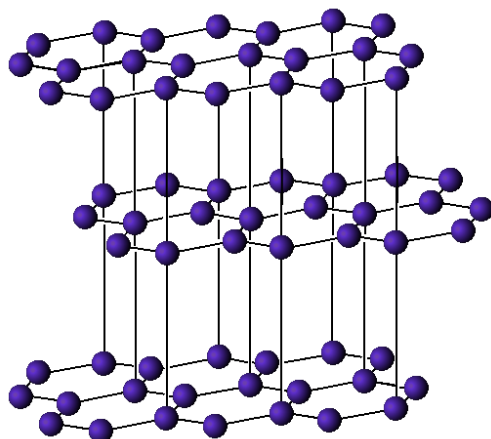
Пункт	Баллы
1. Мотивированный ответ с 2 правильными примерами – 3 балла; с 1 правильным – 2 балла; с 1 правильным и 1 неправильным – 1 балл. Немотивированный или неправильный ответ – 0 баллов.	3 балла
2. Мотивированный ответ с 2 правильными примерами – 3 балла; с 1 правильным – 2 балла; с 1 правильным и 1 неправильным – 1 балл. Немотивированный или неправильный ответ – 0 баллов.	3 балла
3. Обоснованный ответ – 3 балла, необоснованный – 0 баллов.	3 балла

4. Мотивированный ответ с 2 правильными примерами – 3 балла; с 1 правильным – 2 балла; с 1 правильным и 1 неправильным – 1 балл. Немотивированный или неправильный ответ – 0 баллов.	3 балла
5. Мотивированный ответ с 2 правильными примерами – 3 балла; с 1 правильным – 2 балла; с 1 правильным и 1 неправильным – 1 балл. Немотивированный или неправильный ответ – 0 баллов.	3 балла
ИТОГО: 15 баллов	

5. Кристаллическая решётка алмаза кубическая, четыре условных тетраэдра вписаны в куб с ребром 3,57Å:



У графита кристаллическая решётка гексагональная, длины связей углерод-углерод 1,42Å, расстояние между слоями 3,55Å:



На основании приведенных данных рассчитайте теоретическую плотность графита и алмаза.

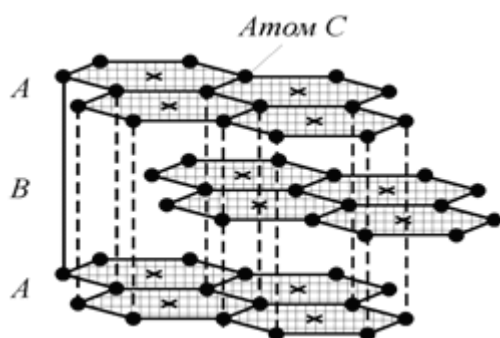
Решение:

Из рисунка в условии видно, что элементарной ячейкой для алмаза является сам кубик, в котором 8 атомов углерода находятся в вершинах (общие для 8 кубиков), 6 – в плоскости грани (общие для двух) и 4 – в объеме куба (собственные атомы, ни с кем этими атомами не делится). В итоге получаем, что на 1 ячейку приходится $8 \cdot 1/8 + 6 \cdot 1/2 + 4 = 8$ атомов.

Объем ячейки в виде куба равен $a^3 = 3.57^3 \text{ \AA}^3 = 45.5 \text{ \AA}^3 = 4.55 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3$.

Тогда плотность равна $\rho = m/V = nM/V = NM/N_A V = 8 \cdot 12 / 6.02 \cdot 10^{23} \cdot 4.55 \cdot 10^{-29} = 3.5 \cdot 10^6 \text{ г/м}^3 = 3.5 \text{ г/см}^3$.

Элементарная ячейка графита:



Она представляет собой призму (пунктир) с шестиугольником в основании. В ней 12 атомов лежат на вершинах, 3 – на ребрах и 1 – в объеме призмы. Поскольку одно ребро принадлежит 3 ячейкам, а одна вершина – шести, то всего атомов в ячейке (методика расчета та же, что и в предыдущем случае) $12 \cdot 1/6 + 3 \cdot 1/3 + 1 = 4$.

Шестиугольник в основании можно разбить на 6 одинаковых треугольников с ребром, равным длине связи С–С, а это означает, что

$$V = Sh = 6S_1h = 6 \cdot 1/2 a^2 \sin 60^\circ h = 3 \cdot 0.866 \cdot a^2 h = 2.598 \cdot 1.42^2 \cdot (2 \cdot 3.57) = 37.4 \text{ \AA}^3 = 3.74 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3$$

Тогда плотность находится аналогично алмазу:

$$\rho = NM/N_A V = 4 \cdot 12 / 6.02 \cdot 10^{23} \cdot 3.74 \cdot 10^{-29} = 2.13 \cdot 10^6 \text{ г/м}^3 = 2.13 \text{ г/см}^3$$

Критерии оценивания:

Пункт	Баллы
1. За выделение элементарной ячейки и нахождение в ней числа атомов – 2 балла, за нахождение ее объема – 2 балла, за нахождение плотности – 2 балла.	6 баллов
2. За выделение элементарной ячейки и нахождение в ней числа атомов – 3 балла, за нахождение ее объема – 3 балла, за нахождение плотности – 3 балла.	9 баллов
ИТОГО:	15 баллов

6. Девятиклассник начал изучать химию элементов, и ему очень понравилась статья в популярной литературе об одном из элементов Периодической таблицы Д.И. Менделеева, “Серебро из глины”. Так называли простое вещество X, образованное этим элементом. Заручившись поддержкой учителя, школьник отправился в химическую лабораторию, воспроизвести описанные в книжке эксперименты.

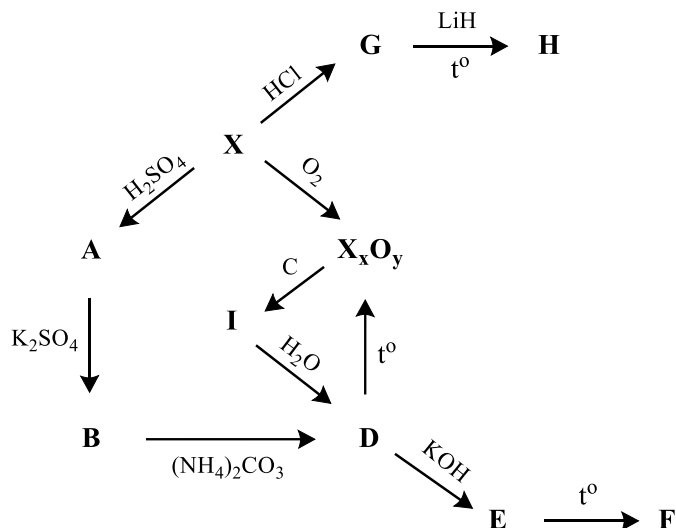
Для начала он решил сжечь X в токе кислорода (реакция 1), у него получился оксид элемента X ($\omega_X = 52,94\%$). Оказалось, что X также растворяется в разбавленной серной кислоте с образованием A (реакция 2). Далее он прилил к полученному раствору A

раствор сульфата калия и медленно охладил полученную смесь. Начали выпадать красивые кристаллы вещества **В** (реакция 3), которое при реакции с карбонатом аммония образуют **Д** (реакция 4). Нагрев вещество **Д**, экспериментатор снова получил оксид элемента **Х** (реакция 5). Далее, добавляя к **Д** раствор KOH , он получил вещество **Е** (реакция 6), нагревание которого приводит к образованию **Ф** (реакция 7).

Все эти реакции показались экспериментатору достаточно простыми, и он решил получить нестандартное (для 9 класса) вещество **З** двухстадийным синтезом: растворить **Х** в соляной кислоте с образованием **У** (реакция 8.1), затем нагреть **У** с гидридом лития (реакция 9.1). Однако, он не учёл, что в реакции **Х** с соляной кислотой образуется кристаллогидрат вещества **У** (обозначим его **Г**) (реакция 8). В **Г** $\omega_{\text{X}} = 11,18\%$. И, соответственно, вместо желаемого вещества **З** получил вещество **Н** (реакция 9).

В результате экспериментатор решил прокалить оксид с углем, в надежде получить чистый **Х**, хотя в статье такой метод описан не был. И снова его постигла неудача: вместо простого вещества **Х** он получил **И** (реакция 10), которое он попытался прокипятить с водой, чтобы удалить лишний углерод, и в результате снова получил **Д** (реакция 11).

Схему проведенных реакций он нарисовал следующим образом:



- 1) Определите вещества, описанные в задаче. Напишите уравнения всех описанных реакций.
- 2) Как называются вещества со структурой **В**?
- 3) Как получить простое вещество **Х** из его оксида? А из вещества **И**?

Решение:

По явно выраженной амфотерности можно предположить, что элемент и простое вещество – это Zn или Al (также стоит помнить, что школьник учится в 9 классе, поэтому ему о химической экзотике на факультативе не рассказывают). В реакции 2, скорее всего, образуется сульфат этого металла, который далее вступает в реакцию с сульфатом калия, и при охлаждении выпадает осадок. Осадок, скорее всего, представляет собой квасцы, что указывает на то, что **Х** – Al . На алюминий указывает также тот факт, что он не реагирует с концентрированной серной кислотой без нагревания из-за пассивации (поэтому школьник взял разбавленную). И, наконец, элемент возможно рассчитать из массовой доли **Х** в оксиде.

Далее, основываясь на химии алюминия, возможно определить все вещества и написать реакции:

Оксид – Al_2O_3

A – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

B – $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

D – $\text{Al}(\text{OH})_3$

E – $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$ ($\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$)

F – KAlO_2

G – $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

H – $\text{Li}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$

I – Al_4C_3

Y – AlCl_3

Z – LiAlH_4

- 1) $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$
- 2) $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2$
- 3) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 24\text{H}_2\text{O} = 2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- 4) $2\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 3(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O} + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- 5) $2\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 6) $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$
- 7) $\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] = \text{KAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{KOH}$
- 8) $2\text{Al} + 6\text{HCl} + 12\text{H}_2\text{O} = 2\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2$
- 9) $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{LiH} = \text{Li}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{LiCl} + 6\text{H}_2$
- 8.1) $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$
- 9.1) $\text{AlCl}_3 + 4\text{LiH} = \text{LiAlH}_4 + 3\text{LiCl}$
- 10) $2\text{Al}_2\text{O}_3 + 9\text{C} = \text{Al}_4\text{C}_3 + 6\text{CO}$
- 11) $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} = 4\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CH}_4$

Соединения состава $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ называются квасцами.

Из оксида алюминий выделяют при помощи электролиза в расплаве криолита. Более старый способ – восстановление щелочными металлами.

Критерии оценивания:

Пункт	Баллы
6. За определение X – 0.5 балла, A, B, D-I, Y, Z – 1 балл За каждую реакцию – 0.5 балла	17 баллов
7. За правильный ответ – 1 балл	1 балл
8. За каждый ответ – 1 балл	2 балла
ИТОГО:	20 баллов