

## 1.1.2. Задания 10 класса

### Задача №10-1

Азиды – соли слабой азотистоводородной кислоты несмотря на свою низкую устойчивость, высокую химическую активность и высокую токсичность нашли применение в промышленности. Так, некоторые азиды, например, серебра или свинца, используются в качестве взрывчатых веществ, а азид натрия – основной компонент газообразующей смеси подушек безопасности.

Сплав натрия и лития растворили в жидком аммиаке, а затем обработали оксидом азота (I). Полученную смесь азидов лития и натрия массой 11,4 г прокалили при 300°C, при этом выделилось 7,304 л газа (при 25°C и 720 мм рт. ст.).

- 1. Напишите уравнения получения и разложения азидов лития и натрия, описанные в тексте.*
- 2. Вычислите массовые доли азидов лития и натрия в смеси перед прокаливанием.*

### Задача №10-2

Вещество X – сырье для получения промышленно значимого соединения Y, образованных переходным металлом Э. В литературе можно найти следующий способ его получения:

*В фарфоровый тигель поместите 1 г хлората калия, прибавьте около 2 г гидроксида калия и нагрейте до получения расплава. В расплав осторожно внесите небольшими*

порциями 1 г диоксида Э перемешайте палочкой и нагревайте 5 мин. После охлаждения расплава обработайте его в тигле 10 % раствором гидроксида калия и выдерживают в эксикаторе над концентрированной серной кислотой до образования темно-зеленых, почти черных кристаллов X, которые отделите фильтрованием.

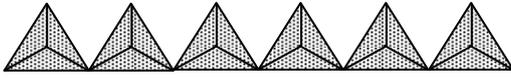
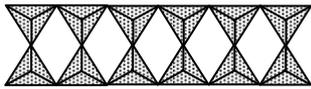
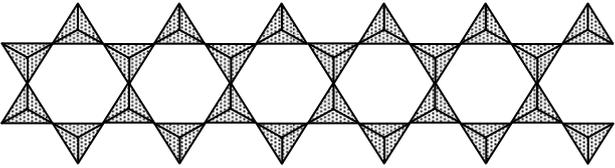
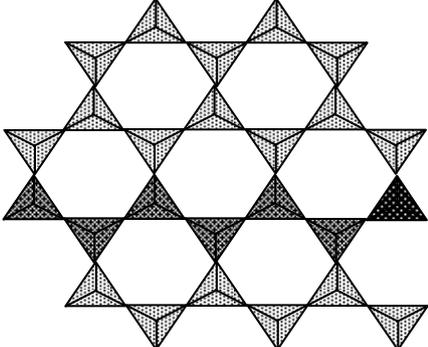
Полученный продукт следует хранить в плотно закрытой склянке заполненной азотом или аргонном. Нагревание кристаллов выше 600°C приводит к их разложению с выделением кислорода. В водных растворах X неустойчиво и разлагается при стоянии или добавлении неорганических кислот, например, хлороводородной, с образованием темно-коричневого осадка и малиновой окраски раствора.

В промышленности Y получают электролизом концентрированного водного раствора X, однако можно разлагать X пропусканием через раствор углекислого газа или хлора, что может быть использовано в лабораторной практике.

1. Определите вещества X, Y и элемент Э, зная, что массовая доля Э в X и Y равна 27,92 и 34,81 % соответственно.
2. Напишите все уравнения реакций, описанные в тексте (7 уравнений). Напишите реакции, которые протекают на электродах при электролизе водного раствора X.
3. Какое применение находит Y в промышленности и быту?

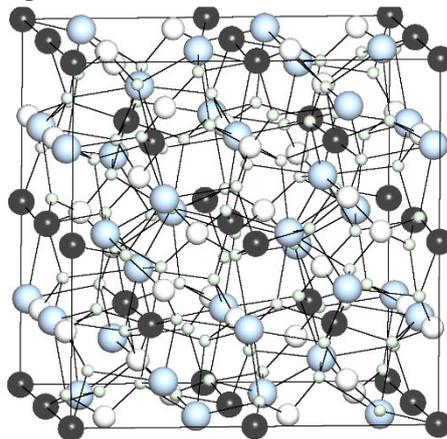
### Задача №10-3

Многие природные минералы являются силикатами и алюмосиликатами. В структуре всех силикатов каждый атом кремния окружен тетраэдрически расположенными вокруг него атомами кислорода. Такие тетраэдры могут быть изолированы или сочетаться друг с другом, образуя островные (изолированные) группировки, бесконечные цепочки, слои или трехмерный каркас.

Цепочки I	
Цепочки II	
Цепочки III	
Слои IV	

На рисунках использован один из вариантов изображения тетраэдра (вершины всех треугольников – атомы кислорода, атомы кремния (находятся в центре тетраэдров) не показаны).

Примером силикатов с изолированными тетраэдрами  $\text{SiO}_4^{4-}$  могут служить гранаты, имеющие общую формулу  $\text{R}^{2+}_3 \text{R}^{3+}_2 [\text{SiO}_4]_3$ , где  $\text{R}^{2+}$  и  $\text{R}^{3+}$  – двух- или трехзарядные катионы. Элементарная ячейка одного из гранатов представлена на рисунке. Роль  $\text{R}^{3+}$  играют катионы алюминия (черные кружки), которые расположены в вершинах, центрах всех ребер и всех граней кубической элементарной ячейки ( $a = 11.525 \text{ \AA}$ ), а также в центре ячейки и в центрах всех восьми октантов. Плотность граната–  $4.3195 \text{ г/см}^3$ .



Структура граната может сохраняться и в соединениях, где атомы кремния частично или полностью замещены атомами алюминия. В частности, для изготовления твердотельных лазеров применяют алюмоиттриевый гранат  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ . Синтез этого граната можно проводить методом спекания оксидов алюминия и иттрия, но такая твердофазная реакция протекает крайне медленно. Альтернативным способом является синтез методом горения раствора. При этом самоподдерживающаяся реакция протекает в гомогенном растворе. В качестве окислителей часто используются нитраты металлов, а в роли восстановителей – мочевины, глицин, гидразин и др. В одном из вариантов раствор нагревается до испарения несвязанной воды и далее до образования геля и возникновения экзотермической реакции по всему объему образца.

1. *Определите химические формулы силикат-анионов, описывающие состав структур I–IV.*
2. *Предложите структуру островного силикат-иона, имеющего простейший состав, аналогичный цепочкам I.*
3. *Определите катион  $\text{R}^{2+}$  в составе обсуждаемого граната.*
4. *Напишите уравнения реакций, протекающих при синтезе  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$  методом горения раствора, содержащего нитраты иттрия и алюминия и мочевины, предполагая, что сначала происходит взаимодействие каждого из нитратов с мочевиной (реакция 1 и реакция 2), а затем – взаимодействие продуктов реакций 1 и 2 с образованием целевого граната.*

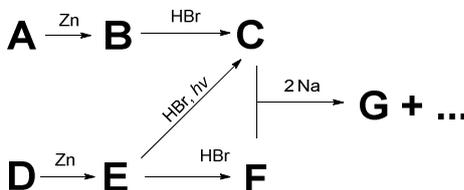
#### Задача №10-4

Каталитическое окисление газа **A** при высокой температуре приводит к получению воды и бесцветного газа **Б**, быстро буреющего на воздухе. Молярные массы газов **A** и **Б** различаются в 1,765 раз. Данная реакция является важной стадией производства кислоты **B**.

1. *Установите формулы веществ **A**, **Б** и **B**.*

2. Запишите уравнение каталитического окисления **A** с целыми коэффициентами. Рассчитайте тепловой эффект данной реакции (кДж), если теплоты образования **A**, **B** и воды(*г*) равны соответственно 46, -91 и 242 кДж/моль.
3. Перечислите факторы, позволяющие повысить выход **B** в данной реакции (учтите, что вода находится в газообразном состоянии).
4. В закрытую вакуумированную колбу при температуре 250°C внесены **A** и кислород в мольном соотношении 1:2. Давление в колбе при этом составило 600 мм. рт. ст. Затем в колбу внесли катализатор и выдержали до окончания изменения давления, которое составило при этом 640 мм. рт. ст. Рассчитайте равновесный выход реакции и константу равновесия  $K_p$  (константа выражена через парциальные давления в барах, 1 бар = 750 мм.рт.ст.). Считайте, что порядки реакции по реагентам равны целочисленным коэффициентам в уравнении реакции.
5. Рассчитайте объем реакционного сосуда, если в результате реакции образовалось 300 мг **B**.

### Задача №10-5



В данной схеме превращений вещества **A** и **D** являются изомерами. Известно, что при сжигании 2,02 г соединения **A** образуется 672 мл углекислого газа при н.у., 0,54 мл воды при ст.у. и зловонная коричневая жидкость.

1. Установите брутто-формулу вещества **A**.

Продукты полного гидролиза **A** и **D** не дают реакции с 2,4-динитрофенилгидразином. Соединение **B** является простейшим соединением в своем классе, однако может вступать в реакцию присоединения с бромоводородом.

2. Изобразите структуры соединений **A–G**, назовите соединения **A–G** по ИЮПАК. Изобразите все возможные структуры соединения **G**, напишите схемы реакций, представленных выше.

3. За счет чего соединение **B** может вступить в реакцию присоединения? Дайте краткое пояснение.