

## 1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

### 1.1 Задания Отборочного теоретического тура

#### 1.1.1 Задания 9 класса

##### Задача №9-1

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.

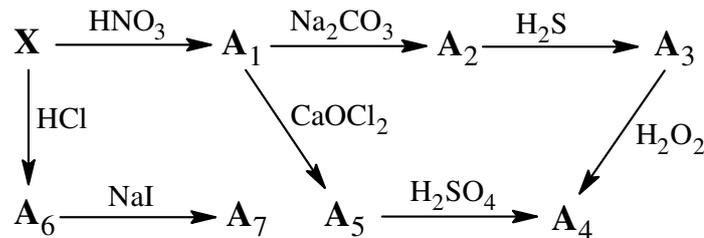
Сплав натрия и лития растворили в жидком аммиаке, а затем обработали оксидом азота (I). Полученную смесь азидов лития и натрия массой 11,4 г прокалили при 300°C, при этом выделилось 7,304 л газа (при 25°C и 720 мм рт. ст.).

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 №9-2

Существует множество версий из-за чего пала Римская империя, в одной из них – виноват металл X, который используется многие тысячелетия вследствие его распространенности, легкости получения и обработки.

Металл X растворяется в концентрированной азотной кислотой с образованием соли A<sub>1</sub>, содержащей 62,538 мас. % X, а также при нагревании растворяется в хлороводородной кислоте с получением соли A<sub>6</sub>, которые способны вступать в превращения, описанные схемой ниже.



Известно, что вещество A<sub>2</sub> и вещество A<sub>6</sub> раньше широко применялись в написании картин, однако вещество A<sub>2</sub> с течением времени на воздухе очень медленно реагирует с сероводородом содержащемся в загрязненной атмосфере с образованием вещества A<sub>3</sub>, что обуславливает постепенное изменение некоторых произведений искусства. Также вещество A<sub>3</sub> является полупроводниковым материалом.

1. Определите металл X и вещества A<sub>1</sub> – A<sub>7</sub>.
2. Напишите уравнения химических реакций, представленных на схеме.
3. Назовите цвета веществ A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> и A<sub>7</sub>.

##### Задача №9-3

Вещество A встречается в природе в виде минералов тенардита и мирабилита, образующихся при естественном испарении рапы соляных озер. В промышленности A может быть получено обработкой минерала B, имеющего сходное мирабилиту происхождение,

серной кислотой при температуре 500–550°C с одновременным получением газа **В** – бинарного вещества, водные растворы которого проявляют кислотные свойства.

Вещество **А** используется в стекольной промышленности и при производстве моющих средств, а также для получения соединения **Г** – важного аналитического реагента, при взаимодействии **А** с водородом. При взаимодействии 3,9 г вещества **Г** с водным раствором **В** может быть получено 1,7 г газа **Д**, водный раствор которого является слабой кислотой.

Вещество **В** также может быть получено при взаимодействии газообразных продуктов электролиза водного раствора **Б**, так из 1 кг **Б** максимально может быть получено 382,9 л **В** (при н.у.).

1. Определите вещества **А–Д**, если известно, что массовая доля одного из элементов в веществе **В** равна 2,74 %.
2. Напишите все реакции, описанные в тексте задачи.

#### Задача №9-4

В лабораторных условиях иодид калия можно получить по следующей методике. В колбу необходимо внести 8,0 г железных опилок, 50 мл воды и добавлять небольшими порциями при перемешивании 25 г иода. После этого требуется нагреть смесь до полного растворения иода. Затем темно-желтый раствор соединения **А** отделяют от оставшихся железных опилок и при нагревании приливают раствор 17 г карбоната калия в 50 мл воды. Получившуюся смесь кипятят, после чего отфильтровывают бурый осадок. Полученный раствор иодида калия упаривают до начала кристаллизации и охлаждают. Выпавшие растворы отфильтровывают на вакуумном насосе и высушивают.

1. Определите вещество **А**, если известно, что массовая доля железа в нем равна 14,16 %.
2. Напишите молекулярное уравнение реакции, протекающей на первой стадии получения иодида калия.
3. Какую степень окисления имеют атомы железа в веществе **А**?
4. Какой состав имеет бурый осадок? Напишите молекулярное уравнение его образования.
5. Какую массу иодида калия можно получить по указанной методике, если выход на первой стадии составляет 94%, а на второй 54% соответственно?

#### Задача №9-5

Вещество **А** встречается в природе в составе доломита, в состав этого минерала также входит вещество **Б**. В промышленности есть два основных способа получения металла **В** (используется для получения лёгких и сверхлёгких литейных сплавов (самолётостроение, производство автомобилей), а также в пиротехнике и военном деле для изготовления осветительных и зажигательных ракет), один из которых подразумевает использование доломита в качестве исходного сырья.

Для простоты возьмем в качестве реакции для рассмотрения обжиг соединения **А** массой 8,43 г, в результате которого образовался оксид металла **В** массой 4,03 г и газ **Г** объемом 2240 мл (при н.у.). При пропускании газа **Г** через известковую воду сначала образуется белый осадок, который при дальнейшем пропускании исчезает.

1. Определите вещества **А–Г**, установите состав доломита, если известно, что вещества **А** и **Б** имеют одинаковый анион, содержатся в доломите в эквимольных

количествах, а при обжиге чистого вещества **Б** массой 5 г образуется оксид металла массой 2,8 г и газ **Г** объемом 1120 мл (при н.у.). Напишите уравнения реакций газа **Г** с известковой водой.

В термодинамических расчетах кроме изменения энтальпии  $\Delta H$  также применяются изменение энтропии  $\Delta S$  и энергии Гиббса  $\Delta G$ . Энтропия  $S$  служит мерой вероятности состояния системы, а энергия Гиббса  $G$  позволяет отразить взаимосвязь энтальпии и энтропии следующим уравнением (для изобарно-изотермических процессов):

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S, \text{ где } T - \text{ абсолютная температура.}$$

Реакция может протекать самопроизвольно только в таком направлении, при котором  $\Delta G < 0$ .

Дана таблица с данными  $\Delta H$  и  $\Delta S$  для веществ А, В и Г.

	$\Delta H_{\text{обр.}}^{\circ 298}$ , кДж·моль <sup>-1</sup>	$\Delta S_{\text{обр.}}^{\circ 298}$ , Дж·моль <sup>-1</sup> ·К <sup>-1</sup>
А <sub>(к)</sub>	-1095,85	65,10
Оксид В <sub>(к)</sub>	-601,50	27,07
Г <sub>(г)</sub>	-393,50	213,67

2. Рассчитайте  $\Delta H$  и  $\Delta S$  для реакции разложения вещества **А** при стандартных условиях. Определите, при какой температуре возможно самопроизвольное разложение вещества **А** на оксид металла **В** и газ **Г**. Примите, что энтальпия и энтропия не зависят от температуры, а процесс обжига является изобарно-изотермическим.

3. Предложите хотя бы один промышленно доступный способ восстановления оксида металла **В** в чистый металл **В**, напишите уравнение реакции.