

Время выполнения задания – 180 минут. Максимальное количество баллов – 100

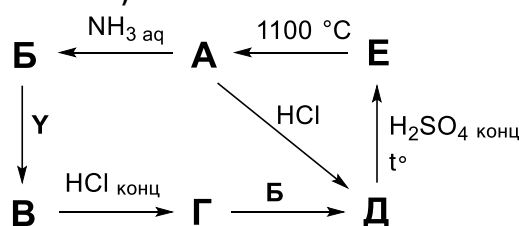
Задание 1. (5 баллов) Концентрация азотной кислоты в растворе 4 % (по массе). Найдите концентрацию, выраженную в г/дм³, если плотность раствора составляет 1,13 г/см³?

Задание 2. (5 баллов) Напишите реакцию смешанного хлорид-гипохлорита кальция с соляной кислотой и с угольной кислотой.

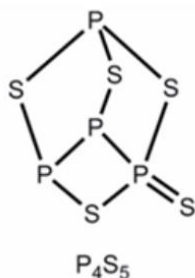
Задание 3. (20 баллов) Навеску 3,48 г, состоящую из двух гидроксидов хрома, растворили в избытке соляной кислоты. При добавлении к раствору избыточного количества щелочи образовался осадок массой 2,77 г. Через фильтр пропустили углекислый газ до прекращения выпадения осадка. Все реакции проведены в инертной атмосфере. Найдите массу второго осадка. Напишите уравнения реакций.

Задание 4. (20 баллов) 41,8 г смеси солей, состоящей из карбоната, нитрата и сульфата натрия, обработали 20 %-ным раствором серной кислоты массой 98 г. При этом выделилось 2,24 л газа. При последующей обработке полученного раствора избытком хлорида бария выпал осадок массой 69,9 г. Определите количественный состав исходной смеси в мольных долях.

Задание 5. (20 баллов) Ниже приведена схема превращений соединений элемента X. Соль E содержит 20% серы по массе. Вещества A, B и D являются осадками красно-оранжевого, кирпично-красного и белого цвета соответственно. Соединения B и Г получаются в виде бесцветных растворов. Помимо газа Y, есть и другие газы с плотностью в диапазоне 1,16–1,52 г/л (н.у.), способные реагировать с B. С одним из них (Z₁) выпадает черный осадок, а с другим (Z₂) раствор приобретает тёмно-синюю окраску. Расшифруйте все вещества, приведите уравнения упомянутых реакций. (20 баллов)



Задание 6. (30 баллов) Головки спичек, которые можно зажечь о любую поверхность, содержат смесь секвисульфида фосфора P₄S₃ и хлората калия KClO₃. Напишите уравнение реакции, происходящую между этими двумя веществами при воспламенении спичечной головки. Рассчитайте массовое соотношение, в котором секвисульфид фосфора и хлорат калия должны быть смешаны для оптимального состава спичечной головки.



Сульфиды фосфора можно получить путем нагревания белого фосфора с серой. Когда эту реакцию проводят при низкой температуре, образуется ряд продуктов от P₄S₃ до P₄S₁₀. При этом структура продуктов основана на тетраэдрической структуре белого фосфора, на первых стадиях происходит постепенное внедрение атомов серы по связям P–P, а при более высоких степенях окисления фосфора происходит его частичный переход в пятивалентное состояние за счет образования двойной связи с серой. В качестве примера представлена структура P₄S₅.

В изображенном примере все атомы отличаются друг от друга, нет симметрии, но в других соединениях она есть. Изобразите структурные формулы сульфидов фосфора исходя из следующих данных о них:

- 1) P₄S₃ имеет ось симметрии третьего порядка (молекула совмещается сама с собой при повороте на 120°).
- 2) P₄S₄ существует в виде двух изомеров, в одном из них есть только одна зеркальная плоскость, а в другом две; при этом во втором изомере все атомы фосфора и серы получают идентичны друг другу (накладываются при «отзеркаливании»).
- 3) P₄S₆ имеет одну плоскость симметрии и один пятивалентный атом фосфора.