



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Химическая технология»

9-10 класс

Заключительный этап

2022-2023

Задание 1

Фабричное производство соды (карбоната натрия) возникло в конце 18-го века и осуществлялось по методу Николя Леблана в два этапа: на первом этапе получали сульфат натрия смешиванием хлорида натрия с серной кислотой при высокой температуре (800-900°С) в специальных печах; на втором этапе сульфат натрия прокаливали в смеси с измельчённым мелом (или известняком) и углем, при этом протекала окислительно-восстановительная реакция.

1. Записать химические уравнения описанных процессов.
2. Определить количество морской воды с массовой долей хлорида натрия 3,5% и 96% раствора серной кислоты для получения 100 кг сульфата натрия. Какой объем газообразного продукта при этом выделится (при пересчёте на н.у.)? Назовите этот продукт.
3. Определить количество известняка с содержанием примесей 3% и количество угля с содержанием углерода 91% и содержанием минеральных примесей 4,5% необходимых для спекания с 100 кг сульфата натрия при получении соды.
4. Указать на очевидные недостатки этого технологического процесса.

Задание 2

С 1861 по 1872 год инженер-химик и предприниматель Эрнест Гастон Сольве запатентовал более эффективный аммиачный метод производства соды, который в основе своей используется и в настоящее время.

Сырьем для производства соды по данному методу также является хлорид натрия, который используется в виде раствора. На первой стадии (стадии абсорбции) данный раствор в колонном аппарате насыщается газообразным реагентом А. Затем на второй стадии (стадии карбонизации) полученный на абсорбционной стадии рассол насыщается газообразным реагентом В. Продуктом второй стадии является раствор двух солей С и D. Соль С выпадает в осадок. Далее она отфильтровывается, промывается и прокаливается (кальцинируется). При этом в процессе кальцинации кроме С образуется реагент В, который возвращается в процесс карбонизации. Маточный раствор после фильтрации, содержащий соль D, обрабатывается реагентом Н в результате чего образуется реагент А, используемый на стадии абсорбции. Реагент Н получается при взаимодействии Е с водой. А Е, в свою очередь образуется в результате прокаливания F. Где Е– второй продукт, образующийся в процессе получения реагента вещества В из вещества F.

1. Определить вещества А, В, С, D, Е, Н, F.
2. Записать уравнения следующих химических реакций:
 - 1) реакцию, происходящую на стадии абсорбции и карбонизации (одним уравнением);
 - 2) реакции прокаливания реагента С;
 - 3) реакцию обработки маточного раствора, содержащего D, реагентом Н;
 - 4) реакцию получения реагента Н при взаимодействии вещества Е с водой;
 - 5) уравнение получения реагента В и Е из вещества F при прокаливании.
3. Указать очевидное достоинство аммиачного метода получения соды по сравнению с методом Леблана, описанным в задаче 1.

Задание 3

1. Каково содержание CaO в извести (в %), если известняк содержал 95% CaCO₃, 1% влаги и 4% прочих не изменяющихся при обжиге примесей, при степени разложения, равной 97%?

2. При обжиге известняка образуется твёрдый продукт, состав которого характеризуется следующими данными анализа, % массовые: содержание CaO – 93, CO₂ – 2,2. Содержание карбоната кальция в исходном сырье 91%.

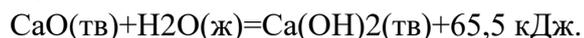
Определить расход известняка на одну тонну целевого продукта – оксида кальция, выход углекислого газа и степень превращения карбоната кальция.

Задача 4

Сырьевой рассол хлорида натрия для получения соды содержит примеси ионов кальция и магния. Предложите способ очистки рассола от этих ионов. Какие вещества можно предложить в качестве сырья для этого процесса? Предложите варианты использования соединений магния и кальция как вторичных продуктов. Запишите уравнения химических реакций, протекающих при этом. Покажите последовательность процессов, реализующих предложенный способ, с помощью блок-схемы.

Задача 5

Термохимическое уравнение гашения извести имеет вид



Какое количество тепла выделится при гашении 100 кг извести?

Сколько воды потребуется для растворения гидроксида кальция при 100° С, если его растворимость при этой температуре равна 0,185 г/100г воды?