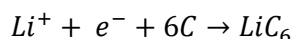
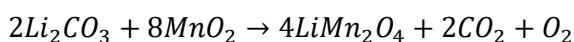


Задача:

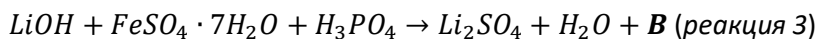
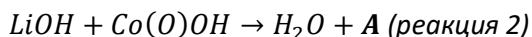
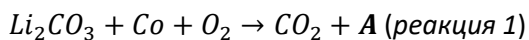
Нобелевская премия по химии за 2019 год была присуждена Джону Гуденафу, Стэнли Уиттингему и Акире Йошино (John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham, Akira Yoshino) за развитие химии литий-ионных батарей (аккумуляторов). Литий-ионные батареи сыграли важную роль в развитии высоких технологий. «Эти легкие, 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:



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.

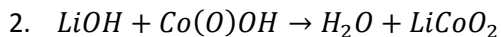
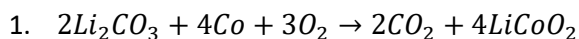
Элементный анализ показал, что содержание кобальта в **A** – 60,2% по массе, а кислорода в **B** – 40,5%.

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:

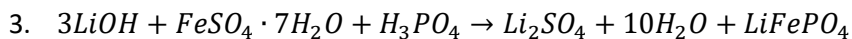
Если внимательно посмотреть на *реакцию 2*, можно предположить, что в состав **A** входит лишь кобальт, литий и кислород – и это смешанный оксид. Скорее всего, степени окисления не меняются, т.к. мы не видим продуктов восстановления/окисления. Да, они могут каким-то образом оказаться в соединении, но 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.

A - LiCoO_2



Аналогично определяется и соединение **В**. 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:

В – LiFePO₄



LiFePO₄ по-английски – lithium ferrophosphate. LFP – аббревиатура.

Процессы, проходящие в аккумуляторах:

