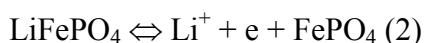
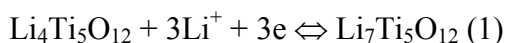


## Химия – школьники. Задача 6 «Литий или дрова?» (базовая).

### Условие:

Практически ни одно современное портативное автономное электронное устройство не обходится без использования литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) в качестве источников энергии. Ультратонкие мобильные телефоны, которые нужно заряжать всего несколько раз в месяц, сверхлегкие ноутбуки, способные к длительной автономной работе - все это, еще недавно казавшееся несбыточной мечтой, сегодня благодаря развитию нанотехнологий становится частью повседневной жизни общества.

Простейший литий-ионный аккумулятор состоит из катода и анода, соединенных между собой проводником (внешней электрической цепью) и погруженных в раствор соли лития ( $\text{LiPF}_6$  или  $\text{LiClO}_4$ ) в органическом (апротонном) растворителе. В качестве анода часто используется титанат лития  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ , тогда как наиболее перспективным катодным материалом является оливин  $\text{LiFePO}_4$ . Реакции, протекающие на этих электродах, можно представить следующим образом:



1) Почему в аккумуляторах используется именно литий, хотя по распространенности на Земле он занимает всего лишь 32 место, к тому же дорог и химически агрессивен? Нельзя ли его чем-нибудь заменить? (3 балла).

2) Поясните, в каком направлении протекают полуреакции (1) и (2) при зарядке и разрядке аккумулятора. За счет чего возникает электрический ток? (2 балла). Почему выбраны именно эти соединения? (2 балла)

3) В более старых моделях ЛИА в качестве катодного материала использовался кобальтит лития  $\text{LiCoO}_2$ , тогда катодная полуреакция может быть представлена следующим образом:  $\text{LiCoO}_2 \Leftrightarrow \text{Li}^+ + \text{e} + \text{CoO}_2$ . Однако, устройства с такими катодами оказались опасными, например, в мире ежегодно в руках пользователей взрывалось более 100 мобильных телефонов. С чем это могло быть связано? Как Вы думаете, почему  $\text{LiFePO}_4$  как катодный материал лучше, чем  $\text{LiCoO}_2$  (2 балла)?

4) Одной из важнейших характеристик электродного материала для ЛИА является его обратимая электрохимическая емкость, то есть заряд, который может обратимо накапливаться данным материалом и извлекаться из него в ходе цикла заряда-разряда. Электрохимическая емкость обычно выражается в миллиамперах\*час/грамм. Рассчитайте теоретическую электрохимическую емкость оливина  $\text{FePO}_4$  (1 балл).

5) В реальных условиях электрохимическая емкость материала всегда меньше теоретической. Максимальные значения емкости, близкие к теоретическим, достигаются для наноматериалов. Почему именно наноматериалы обладают таким уникальным свойством? (2 балла)

6) Предложите способ получения электродного наноматериала на основе  $\text{LiFePO}_4$  из доступных реагентов. Как можно контролировать размер и форму наночастиц оливина при синтезе? (2 балла) Зачем в ряде случаев при получении этого материала используют... обычный сахар? (2 балла)

7) Современный ноутбук, способный работать до 10 часов без подзарядки, содержит около 3 кг  $\text{LiFePO}_4$ . Оцените, сколько дров с теплотой сгорания  $10^6$  Дж/кг понадобилось бы сжечь, чтобы выделившейся энергии было достаточно для обеспечения такой же продолжительной работы ноутбука. Учтите, что обратимая электрохимическая емкость материала составляет 95% от теоретической, а напряжение работы такого ЛИА составляет 3.5 В. Также известно, что при сгорании дров в полезную работу можно превратить не более 25% выделившейся энергии (2 балла).

#### **Методические замечания:**

1. Задача решается в рамках знаний школьной программы и в рамках здравого смысла
2. Если Вам незнакомы какие – либо термины, Вы можете спросить об этом преподавателей в специальном разделе форума <http://www.nanometer.ru/forum/viewforum.php?f=19> или найти ответ самостоятельно (в том числе изучив доступные Вам Лекции на сайте Олимпиады <http://www.nanometer.ru/lectures.html?UP=156195> )
3. Решение оформляется и отсылается только в электронном виде, как описано в инструкциях к работе с задачами и решениями заочного теоретического тура, приведенных в разделе «Олимпиада» [http://www.nanometer.ru/olymp2\\_o4.html](http://www.nanometer.ru/olymp2_o4.html)
4. Подписывать решения не надо, Ваша фамилия, имя и отчество будут зашифрованы при проверке, идентификация для системы проверки производится по логину и паролю, который Вы вводите при входе на сайт Олимпиады [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) в качестве участника (этот пароль Вы задавали при регистрации и заполнении анкеты участника).