

Задания 3 тура интернет-олимпиады 2021-22 (9-10 кл) по химии с решениями

Задача 1.

Пожар электромобиля: <https://alternativenergy.ru/tehnologii/703-bezopasnost-akkumulyatorov-v-elektromobilyah.html>

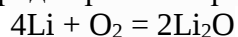


В результате аварии электромобиля загорелся литий-ионный аккумулятор. Аккумулятор содержит 10 кг лития. Теплота образования оксида лития 600 кДж/моль.

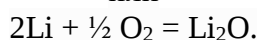
1. Сколько энергии выделится при сгорании всего аккумулятора в кислороде (для простоты считайте, что энергия выделяется только за счет горения лития)?
2. Какие продукты образуются при горении лития на воздухе? Напишите уравнения реакций.
3. Что произойдет при тушении данного пожара водой? Напишите уравнения возможных реакций.

Решение:

1. При горении лития в кислороде протекает реакция:



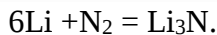
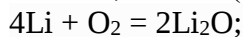
или



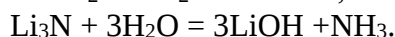
По условию при образовании 1 моль оксида лития из простых веществ выделяется 600 кДж. Значит, при образовании оксида лития из 10 кг лития выделится

$$Q = Q_{\text{обр}} \cdot \nu = Q_{\text{обр}} \cdot m(\text{Li}) / M(2\text{Li}) = 600 \text{ кДж} \cdot 10000 \text{ г} / 14 \text{ г/моль} = \mathbf{428571 \text{ кДж}} \text{ (1 балл)}.$$

2. Литий реагирует также с азотом, содержащимся в воздухе, т.е. образуются оксид и нитрид (1 балл). Уравнения реакций – по 0,5 балла (всего 1 балл):



3. Продукты горения реагируют с водой, процесс экзотермический. Уравнения реакций – по 0,5 балла (всего 1 балл):

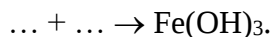


Итого 4 балла.

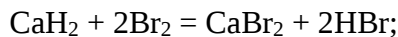
Задача 2.

Какие 2 вещества вступили в реакцию, если в результате образовались следующие вещества (указаны все продукты без коэффициентов)? Напишите полные уравнения реакций.





Решение:



(По 1 баллу на указание веществ и по 1 баллу за уравненную реакцию).

Итого 6 баллов.

Задача 4.



Напишите уравнение реакции, протекающей с образованием хлора при пропускании тока через горячий соленый борщ. Как называется электрод, на котором выделяется хлор, как заряжен этот электрод – положительно или отрицательно?

Чем надо дополнить конструкцию кастрюли, чтобы протекала именно эта реакция? Какая реакция будет протекать в реальности, если это дополнение не сделать?

Решение

Образование хлора при электролизе раствора соли (1 балл):



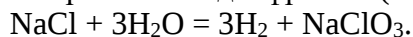
Хлор выделяется на аноде, где происходит окисление хлорид-ионов (1 балл). Отрицательно заряженные хлорид-ионы стремятся к положительно заряженному электроду, т.е. анод заряжен положительно (1 балл).

Написанная выше реакция протекает, если катодное и анодное пространство разделены диафрагмой (полупроницаемой мембраной) (1 балл).

Без диафрагмы хлор, выделяющийся на аноде, смешивается со щелочью, образующейся на катоде, и взаимодействует с ней (1 балл):



Суммарный результат электролиза без диафрагмы (2 балла):



Уравнения с образованием гипохлорита натрия NaClO неверны, поскольку борщ горячий, а при нагревании NaClO диспропорционирует на NaCl и NaClO_3 .

Итого 7 баллов.

Задача 4.

Пары вещества X полностью сгорели в равном объеме кислорода. Плотность паров X меньше, чем кислорода, но больше, чем воздуха.

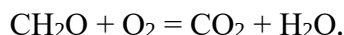
Определите формулу X, напишите реакцию X с гидроксидом меди (II) и условия ее проведения. Как меняется цвет в ходе реакции?

Решение:

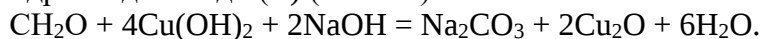
По условию молярная масса X между 32 и 29 г/моль. В составе X не может быть двух и более атомов углерода, потому что тогда для сгорания нужен больший объем кислорода. (Обоснование – 1 балл).

Тогда подходит CH_2O – формальдегид. $M = 30$ г/моль (1 балл).

Его горение (1 балл):



Реакция с гидроксидом меди (II) (2 балла):



синий



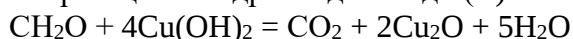
красный



Реакция идет при нагревании с избытком щелочи (1 балл).

Изменение цвета с синего на красный – 1 балл. Возможно указание на исходный цвет гидроксида меди (II) как на голубой. Это неверно, но балл не снижается.

Возможно написание реакции с гидроксидом меди (II) как



или



За 1-ю реакцию можно поставить 1 балл (не учтена щелочная среда), 2-я реакция неверна (HCOOH окисляется гидроксидом меди далее и не может быть конечным продуктом реакции), т. е. 0 баллов.

Итого 7 баллов.

Задача 5.

На фото изображены два изомера. Они образуются из анилина при его взаимодействии с некоторой кислотой (с предварительной защитой аминогруппы и последующим гидролизом). В составе этих веществ содержится 20,29% азота. Правое вещество является более сильным основанием, чем левое.



Что это за вещества? Назовите их и изобразите их структурные формулы.

С какой кислотой взаимодействует анилин при получении этих веществ?

Эти основания сильнее анилина или слабее? Почему? Почему правое вещество – более сильное основание, чем левое?

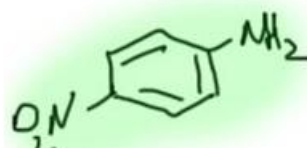
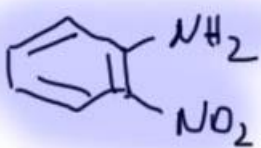
На следующих фото – дихромат и хромат калия.



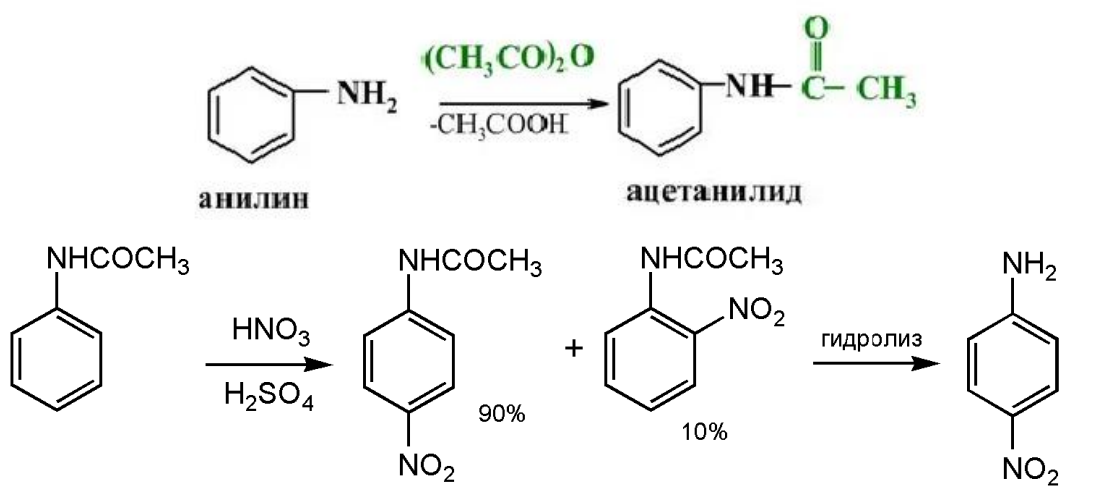
Нетрудно догадаться, что их легко спутать по внешнему виду с рассматриваемыми веществами. Как отличить наши вещества от дихромата и хромата калия? Опишите процедуру и, если используются химические реакции, приведите их уравнения.

Решение:

Полученные вещества – *o*-нитроанилин и *n*-нитроанилин (1 балл за названия, 1 балл за структурные формулы):



Анилин взаимодействует с азотной кислотой (1 балл). Предварительно аминогруппу защищают ацилированием, нитрование проводят в присутствии серной кислоты, а затем гидролизуют амидную связь (ни схемы, ни уравнения реакций в ответе не требуются и приведены здесь исключительно для иллюстрации):

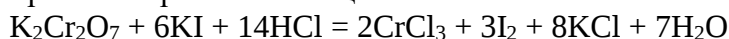


Проверка предположения о нитроанилинах: рассчитаем массовую долю азота.

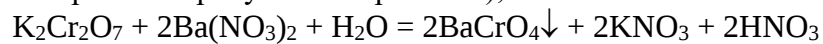
$$\omega(\text{N}) = M(2\text{N})/M(\text{нитроанилина}) = 2 \cdot 14 / 138 = 0,2029 - \text{верно.}$$

Нитроанилины слабее анилина как основания (1 балл), потому что содержат электроноакцепторную группу $-\text{NO}_2$, уменьшающую электронную плотность на азоте аминогруппы (1 балл). Левое вещество (более слабое основание) является *o*-нитроанилином (1 балл), т.к. в нем нитрогруппа находится ближе всего к аминогруппе и влияет на нее сильнее (1 балл).

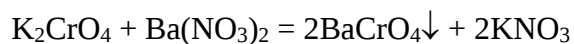
Отличить нитроанилины от хромата и дихромата калия можно по растворимости в воде (первые растворимы плохо, вторые хорошо; зато первые растворимы в эфире, в отличие от вторых). В разбавленных водных растворах можно проводить качественные реакции на хромат и дихромат – например, пробу на окислитель с подкисленным раствором иодида, осаждение хромата бария или свинца:



(появление синей окраски в присутствии крахмала);

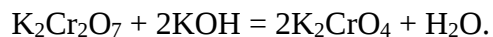


или



(выпадение желтого осадка, аналогично и с нитратом свинца).

Можно также наблюдать изменение окраски при подкислении и подщелачивании растворов хромата и дихромата, соответственно:



Любой адекватный и внятно описанный способ различения – 2 балла.

Итого 8 баллов.

Всего за комплект – 32 балла.