ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2016-2017 УЧЕБНЫЙ ГОД
11 КЛАСС

Максимальное время выполнения задания: 240 мин.
Максимально возможное количество баллов: 100

1. В поисках философского камня алхимик Лоренца Пика экспериментировал с ртутью. В одном из экспериментов он растворил ртуть в азотной кислоте, добавил иодид калия, а также раствор серебра в азотной кислоте. Выпал какой-то желтый осадок. Отделив его от раствора, он начал сушить этот осадок. Вдруг порошок из желтого стал ярко-красным. Пика быстро снял жаровню с огня, и порошок медленно стал превращаться снова в желтый. Жаровня была поставлена на огонь — порошок начал краснеть, огонь погасили — и цвет порошка снова стал желтым. Алхимик, конечно, не понял, что открыл термокраску (или термоиндикатор) – вещество, обратимо изменяющее свой цвет при изменении температуры. Соединение, полученное Лоренца, является комплексной солью ртути (II) с координационным числом 4, во внешней сфере которой находится серебро. Если заменить его на медь, получится другая термокраска – красного цвета.

a. Определите состав этих соединений, если массовые доли серебра и меди в них равны 23,35 % и 15,29 %, соответственно.
b. Назовите эти соединения.
c. Напишите уравнения реакций получения первой соли, начиная с растворения металлов (3 реакции).
d. Существенный недостаток этих пигментов заключается в том, что они вызывают коррозию металлов, на которые наносятся. Напишите уравнение взаимодействия термокраски Лоренца с железом.
e. Предложите свои варианты (не более дух) термочувствительных химических соединений.

(20 баллов)

2. Как известно, водород часто рассматривают как основу будущей экологически чистой энергетики. Однако многие учёные не разделяют эту точку зрения из-за высокой стоимости чистого водорода, технических проблем, связанных с обеспечением его безопасного использования, а также низкой объёмной плотности получаемой энергии (количества энергии, которая образуется при сжигании 1 объёма водорода). Альтернативой водороду является азотсодержащее топливо, например, водный раствор, имеющий в составе 60 мас. % аммиачной селитры и 15 % мочевины, который может быть использован для работы турбины, причём без применения какого-либо дополнительного окислителя.

a. Запишите химическую реакцию, протекающую при нагревании этого раствора в газогенераторе. Учтите, что все образующиеся продукты являются экологически безопасными (за исключением небольшого количества парникового газа CO_2) и находятся при температуре реакции (600 °C) в газообразной форме. Укажите окислители и восстановители.
b. Рассчитайте состав отходящих газов (в массовых долях), если в газогенератор ввели 100 л раствора с плотностью 1,33 г/мл.
c. Определите объёмную плотность энергии (на 1 л раствора), получаемой из данного вида топлива, если тепловой эффект реакции его сгорания составляет 446 кДж на 1 моль аммиачной селитры.
d. Найдите, при каком давлении нужно взять водород (тепловой эффект реакции сгорания равен 286 кДж/моль, температуру газа примите за 0 °C), чтобы получить такую же объёмную плотность энергии?

(20 баллов)

3. В стальной сосуд емкостью 3,75 л поместили 1,35 г ароматического амина, являющегося гомологом анилина. Затем туда ввели 3,64 л кислорода (н.у.). После поджигания амин полностью сгорел, при этом температура внутри сосуда достигла 277 °С, а давление составило 244 кПа. Определите формулу амина и приведите структурные формулы четырех его ароматических изомеров.

(20 баллов)

4. Дана следующая последовательность превращений:

$$A \xrightarrow[-HCl]{Cl_2} B \xrightarrow[(OH^-)]{H_2O} C \xrightarrow[-H_2O]{} D \xrightarrow[-HCl]{Cl_2,\ 500\ ^0C} E \xrightarrow[-HCl]{H_2O} F \xrightarrow{Cl_2}$$

$$\rightarrow G \xrightarrow[-2HCL]{2H_2O} H \xrightarrow[-H_2O]{} I$$

Вещество E содержит 47,06 % C; 6,54 % H и 46,40 % Cl (по массе), причем в молекуле E содержится один атом хлора.

1.Приведите структурные формулы веществ A – I.

2. Напишите структурные формулы возможных изомеров вещества E.

3. Укажите способ обнаружения вещества и напишите соответствующее уравнение реакции.

(20 баллов)

5. Этиловый эфир n-аминобензойной кислоты применяется в медицине под названием анестезин.

a. Предложите два способа синтеза этого соединения, исходя из n-нитротолуола.
b. Обоснуйте последовательность стадий предложенных способов синтеза.
c. Дайте названия всех представленных реакций и продуктов этих реакций.

(20 баллов)