

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2022-2023 УЧЕБНЫЙ ГОД
10 КЛАСС

Максимальное время выполнения задания: 240 мин

Максимально возможное количество баллов: 100

Задача 1.

Смесь, состоящая из циклогексана, гексена-3 и гексина-1, способна присоединить 112 г Br_2 . При добавлении к исходной смеси $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ выпадает осадок массой 37,8 г. На сжигание исходной смеси требуется 5,3 моль O_2 .

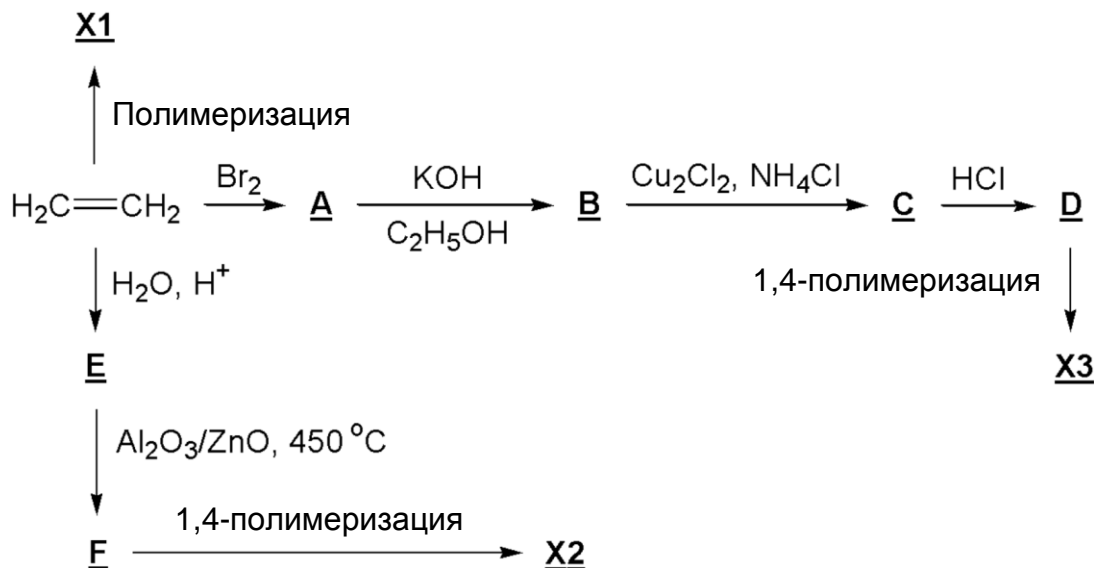
- 1) Напишите уравнения всех химических реакций, описанных в задаче.
- 2) Определите массовые доли веществ в исходной смеси.

(18 баллов)

Задача 2.

Органические полимеры окружают современного человека повсюду. Мы упаковываем в полимерные пакеты нашу еду, носим состоящую из полимеров одежду, пишем на полимерной бумаге и даже сами во многом состоим из полимеров. К примеру, коллаген и гиалуроновая кислота – важные компоненты внеклеточного матрикса организма человека – являются полимерными материалами, а именно белком и полисахаридом соответственно.

Ниже приводится возможная схема синтеза трёх широко применяемых органических полимеров: **X1**, **X2** и **X3**.



1) Установите строение соединений **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** и напишите уравнения реакций их образования согласно приведённой выше схеме.

2) Установите строение полимеров **X1**, **X2** и **X3** (без указания геометрических изомеров) и нарисуйте схемы их образования из этилена, соединения **F** и соединения **D** соответственно.

(20 баллов)

Задача 3.

Простое вещество, образованное элементом **X** – амфотерный металл, широко применяемый в промышленности для изготовления легированных сталей. В соединениях **X** проявляет степени окисления от 0 до +6, при этом степени окисления +3 и +6 для него наиболее характерны. Соединения X^{+6} , как правило, характеризуются выраженными окислительными свойствами, в то время как соединения X^{+2} , наоборот, являются сильными восстановителями: к примеру, голубой раствор XCl_2 в среде соляной кислоты легко окисляется кислородом воздуха. Соединения X^{+1} , X^{+4} и X^{+5} известны, но не типичны для **X**.

В виде простого вещества **X** пассивируется как в разбавленной, так и в концентрированной азотной кислоте, однако растворяется в разбавленных серной и соляной кислотах с выделением водорода.

Соединения X^{+6} часто используются для проведения демонстрационных экспериментов. К примеру, раствор соли Na_2XO_4 меняет окраску с жёлтой на оранжевую при добавлении серной кислоты. Если же к полученному оранжевому раствору добавить металлический цинк, будет происходить ступенчатое изменение цвета: оранжевый → грязно-зелёный → голубой.

1) Установите элемент **X** и напишите уравнения реакций взаимодействия образованного им простого вещества с разбавленными растворами соляной (*реакция 1*) и серной кислот (*реакция 2*), а также уравнение реакции XCl_2 с O_2 в среде соляной кислоты (*реакция 3*).

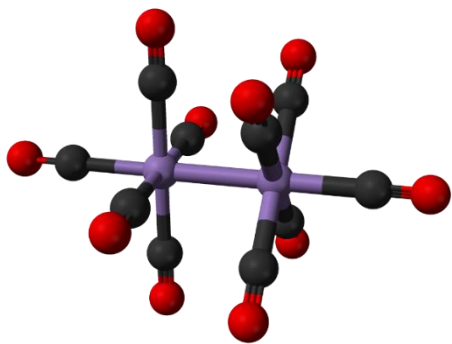
2) Как называется соль $(NH_4)_2X_2O_7$? Напишите уравнение реакции её термического разложения (*реакция 4*).

3) Напишите уравнения реакций взаимодействия Na_2XO_4 с серной кислотой (*реакция 5*) и последующих реакций образовавшейся оранжевой соли с металлическим цинком в среде H_2SO_4 , обуславливающих ступенчатое изменение окраски раствора (*реакции 6 и 7*). Что произойдёт, если вместо цинка добавить к оранжевому раствору $NaOH$ (*реакция 8*)? Напишите уравнение реакции.

(22 балла)

Задача 4.

Вещество **A** – неорганическое комплексное соединение, представляющее собой диамагнитные желтые кристаллы, не растворимые в воде, но растворимые в органических растворителях. В ходе элементного анализа установлено, что **A** содержит 28,2 % марганца, 30,8% углерода и 41,0 % кислорода. Структура соединения **A** изображена на рисунке слева.



При нагревании **в атмосфере аргона** **A** разлагается на два вещества, одно из которых металл **B**, а другое – сложное вещество **C**, которое по своим восстановительным свойствам похоже на молекулярный водород. При нагревании **A на воздухе** образуется два сложных вещества **D** и **E**. **D** содержит металл **B** в степени окисления +4. Это вещество является компонентом минеральных пигментов.

4. Это вещество является компонентом минеральных пигментов.

- 1) Установите химическую формулу веществ **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, а также укажите их названия.
- 2) Укажите степень окисления металла, входящего в состав вещества **A**.
- 3) Запишите уравнения взаимодействия **D** с концентрированными соляной и серной кислотами.
- 4) Приведите три примера реакций, в которых вещество **C** проявляет восстановительные свойства.
- 5) Вещество **F** содержит тот же лиганд, что и **A**, но образовано другим металлом – **G**. Известно, что молярная масса **G** меньше молярной массы **F** в 3,51 раза, а от молярной массы **B** отличается не более, чем на 15 %. Установите химические формулы **F**, **G**.

(20 баллов)

Задача 5

Радиоактивный распад — спонтанное изменение состава (заряда Z , массового числа A) или внутреннего строения нестабильных атомных ядер путём испускания элементарных частиц, гамма-квантов и/или ядерных фрагментов.

(С) Википедия

Несмотря на то, что радиоактивный распад – физический, а не химический процесс, его кинетика может быть описана уравнениями для химической реакции первого порядка:

$$N = N_0 * 2^{-\frac{t}{T}}$$

Где N_0 – начальное количество ядер радиоактивного изотопа, N – количество ядер в момент времени t , T – период полураспада (время, за которое разрушается половина изотопов).

- 1) Чему равен период полураспада (в днях) радиоактивного элемента X , если известно, что его количество уменьшается в 4 раза за 6 дней?
- 2) За какое время распадется 90 % изотопов ^{131}I , если его период полураспада составляет 8 дней?
- 3) Взяли одинаковое количество трех изотопов: ^{35}S (период полураспада - 2100 часов), ^{192}Ir (период полураспада - $6,4 \cdot 10^6$ секунд) и ^{210}Po (период полураспада – 0,379 лет). Какого изотопа останется меньше всех через некоторый промежуток времени? А какого больше? Рассчитайте для каждого из изотопов время, необходимое для распада 85% атомов.
- 4) Два изотопа плутония ^{238}Pu (период полураспада – 87,74 лет) и ^{241}Pu (период полураспада – 14,4 лет) взяли в соотношении 1 к 1. Через какое время количество изотопа плутоний-238 будет в два раза превышать плутоний-241? А в каком соотношении их нужно было бы взять, чтобы через 20 лет их соотношение составило бы 1 к 1?

(20 баллов)