

**LXXIV МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ 2017–2018 уч. г.  
ОЧНЫЙ ЭТАП  
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР  
9 класс**

*В зачёт идут только пять задач из шести. Задача с минимальным числом баллов при подсчёте суммы баллов не учитывается.*

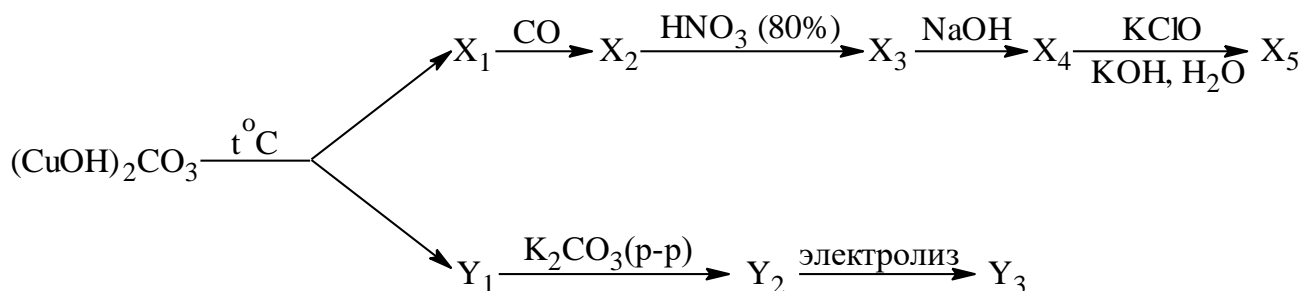
### Задача 1

В XX веке неким инженером была разработана парогазотурбинная установка, которую позже использовали в качестве двигателя для подводных лодок. Принцип действия её основывался на том, что водные 80-85% растворы вещества X («оксилин», как его шифровали в секретных документах) неустойчивы: вещество X, содержащее 94,12% кислорода по массе, разлагается с выделением большого количества теплоты (54 кДж/моль), поглощая которую вода испаряется, а под давлением пара начинали двигаться лопасти гребного винта. В модифицированных двигателях продуктами разложения вещества X окисляли так называемое «топливо С» - смесь метанола  $\text{CH}_3\text{OH}$  (57% по массе), гидразина  $\text{N}_2\text{H}_4$  (30% по массе) и воды (13% по массе), тепловые эффекты окисления метанола и гидразина равны 639 кДж/моль и 535 кДж/моль, соответственно.

- 1) Что такое «оксилин»?
- 2) Какие катализаторы могли использоваться для разложения вещества X? Назовите не менее двух.
- 3) Какая масса «топлива С» может полностью окислиться десятью килограммами 80% раствора вещества X? Сколько при этом выделится теплоты? Какая масса нагретой до  $100^\circ\text{C}$  воды может испариться при поглощении этой теплоты? Считайте, что на испарении воды тратится 60% от всей выделившейся теплоты, теплота парообразования воды равна 40 кДж/моль.

### Задача 2

Ниже представлена схема цепочка превращений, которая позволяет получить достаточно интересные соединения  $\text{X}_5$  и  $\text{Y}_3$ :



Дополнительно известно:

Вещества  $\text{X}_1 - \text{X}_5$  содержат медь, а  $\text{Y}_1 - \text{Y}_3$  – углерод;

$\text{X}_5$  представляет собой комплексную соль, в которой массовая доля меди составляет 37,43% ( $A_r(\text{Cu}) = 64$  а.е.м);

Для проведения превращения  $\text{Y}_2 \rightarrow \text{Y}_3$  проводят электролиз концентрированного раствора соли  $\text{Y}_2$  на холоду. Состав соли  $\text{Y}_3$  – 39,4% К, 12,1% - С, остальное – кислород. Вещество  $\text{Y}_3$  обладает сильнейшей окислительной способностью.

- 1) Определите соединения  $\text{X}_1 - \text{X}_5$ ,  $\text{Y}_1 - \text{Y}_3$ .
- 2) Напишите все уравнения реакций.
- 3) Какова степень окисления меди в  $\text{X}_5$  и кислорода в  $\text{Y}_3$ ?

### Задача 3

К противоположным плечам рычага подвешены на одинаковом расстоянии от оси вращения кадмиевая и алюминиевые пластинки. Одновременно кадмиевую пластинку опускают в избыток 10% раствора нитрата серебра (плотность 1,09 г/мл), а алюминиевую в избыток 10% раствора соляной кислоты (плотность 1,05 г/мл). В первый момент времени (когда пластины уже опущены в растворы) рычаг находится в равновесии. Пластинки выдерживали в растворах, пока их массы не стали равны, причем все время пластинки были полностью погружены в растворы. Известно, что за единицу времени алюминия реагирует в три раза больше (по количеству вещества), чем кадмия. Исходная масса кадмиевой пластинки равна 50 г. Определите её массу после протекания реакции и массу осевшего серебра. Напишите уравнения протекающих реакций. Плотность кадмия равна  $8,65 \text{ г/см}^3$ , плотность алюминия равна  $2,70 \text{ г/см}^3$ .

### Задача 4

Бесцветную смесь газов **А**, **Б** и **В** нагрели, в результате реакции (*реакция 1*) образовалась газовая смесь, в состав которой входят газы **Б**, **В** и **Г**. Относительная плотность начальной газовой смеси по гелию равна 9,4. Плотность конечной газовой смеси равна 1,6786 г/л (н.у.). Если одинаковые объёмы начальной и конечной смесей газов пропустить через избыток баритовой воды (в обоих случаях поглощается только один газ), то во втором случае образуется в два раза больше осадка (*реакция 2*). Известно, что:

- в конечной газовой смеси горящая лучина гаснет
- газы **А** и **Г** получаются при разложении солей, не содержащих металлов (*реакция 3* и *реакция 4*)
- молекулярная масса газа **В** больше молекулярной массы газа **Б**

Определите вещества **А-Г** (обоснуйте свой ответ), напишите уравнения упомянутых реакций. Определите состав (в объёмных процентах) конечной газовой смеси.

### Задача 5

В феврале 2018 года всё внимание общественности направлено на XXIII Олимпийские Игры в Пхёнчхане, Южная Корея.

И даже сегодня, 18 февраля, наши спортсмены будут бороться за награды в таких видах спорта, как биатлон, гигантский слалом, лыжных гонках, фристайлинге и конькобежном спорте.

Всего изготовлено 259 медалей, которые



разыграют в 15 дисциплинах. Дизайнеры не стали экспериментировать с формой медалей - они привычно круглые. В дизайне медалей, как это принято в последнее время, использованы элементы местной культуры. На лицевой стороне награды диагональные линии, символизирующие в динамике историю Олимпиад, а также стремление к победе. Главная их изюминка в том, что все надписи нанесены на хангыле - национальном корейском алфавите. Как отмечают организаторы, это символизирует труд спортсменов ради достижения цели.

Вес золотой медали равен 586 г, серебряной – 580, а бронзовой – 493 г.

Если серебряная медаль полностью состоит из серебра, то золотая и бронзовая представляют собой сплав нескольких металлов. Вам предстоит определить состав последних двух на основании проведённого химического анализа.

#### **Анализ бронзовой медали**

Для проведения анализа 10,00 г бронзовой медали аккуратно растворили в избытке концентрированного раствора азотной кислоты, при этом наблюдалось выделение бурого газа, а кусочек медали растворился полностью. К образовавшемуся раствору добавили большой избыток гидроксида натрия, при этом выпал осадок голубого цвета. Осадок отфильтровали и прокалили, при этом получили 11,25 г чёрного остатка, в котором массовая доля кислорода составляет 20%. К фильтрату добавили избыток сульфида натрия, при этом выпал осадок белого цвета. Осадок отфильтровали и подвергли обжигу на воздухе, при этом образовалось 1,26 г остатка, в котором массовая доля кислорода составляет 19,75%.

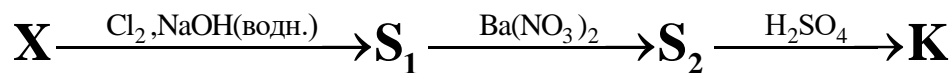
#### **Анализ золотой медали**

Для проведения анализа 10,00 г золотой медали аккуратно растворили в избытке концентрированного раствора азотной кислоты, при этом наблюдалось выделение бурого газа, а кусочек медали растворился неполностью. К образовавшемуся раствору добавили избыток хлорида натрия, при этом выпало 13,15 г белого творожистого осадка. Не растворившийся в концентрированной азотной кислоте остаток представлял собой простое вещество, растворимое в царской водке.

- 1) Определите состав золотой и бронзовой медалей (массовые доли металлов в сплаве). Приведите все необходимые расчёты.
- 2) Напишите все упомянутые в тексте уравнения химических реакций, включая уравнение растворения простого вещества в царской водке.
- 3) Напишите уравнение реакции растворения простого вещества в царской водке. Как ещё можно перевести это вещество в растворимое соединение?

### Задача 6

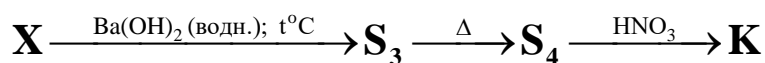
Простое вещество **X** впервые было выделено и получено в начале XIX века. Интересной особенностью **X** является возможность образовывать многоосновную кислоту **K**. Ниже представлена схема синтеза кислоты **K** из **X**:



**S**<sub>1</sub> представляет собой кислую соль, в которой содержание натрия и водорода составляет 23,47% и 0,68% соответственно. Превращения **S**<sub>1</sub> → **S**<sub>2</sub> → **K** представляют собой простейшие реакции обмена.

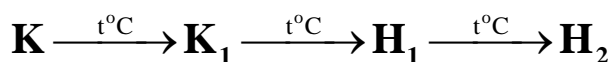
1) Определите вещества **X**, **S**<sub>1</sub>, **S**<sub>2</sub>, **K**. Ответ подтвердите расчётом. Напишите уравнения реакций.

Другой способ получения **K** заключается в следующем – простое вещество **X** обрабатывают горячим раствором гидроксида бария, образовавшуюся соль **S**<sub>3</sub> выделяют и прокаливают, при этом образуются соль **S**<sub>4</sub>, **X** и простое газообразное вещество **Y**, поддерживающее горение. Соль **S**<sub>4</sub>, представляющую собой среднюю соль кислоты **K**, обрабатывают концентрированной азотной кислотой, а затем из образовавшегося раствора выделяют белые кристаллы кислоты **K**:



2) Определите вещества **S**<sub>3</sub>, **S**<sub>4</sub> и **Y**. Напишите уравнения реакций.

Дегидратация кислоты **K** при пониженном давлении ведёт к отщеплению 2 молекул воды и образованию одноосновной кислоты **K**<sub>1</sub>. Попытки дальнейшей дегидратации не позволяют получить оксид **H**; при нагревании начинается выделение **Y** с образованием двойного оксида **H**<sub>1</sub>, (ω(O) = 27,43%) и в конечном итоге – оксида **H**<sub>2</sub> (ω(O) = 23,95%):



3) Определите вещества **K**<sub>1</sub>, **H**<sub>1</sub>, **H**<sub>2</sub>. Ответ подтвердите расчётом. Напишите уравнения реакций. Какой оксид **H** хотели получить разложением кислоты **K**?