

# Всероссийская олимпиада школьников по химии

## Муниципальный этап

2022 – 2023 уч. г.

11 класс

В итоговую оценку из 6 задач засчитываются 5 решений, за которые участник набрал наибольшие баллы, то есть одна из задач с наименьшим баллом не учитывается.

### Задача 1. Не злите бродячих собак!

Во время дороги домой на юного химика Пробирочкина напала злая собака и вцепилась в его рюкзак. По возвращении домой оказалось, что часть записей пострадала, уцелели лишь правые части реакций, записанных ниже. Помогите юному химику расшифровать их: определите уничтоженные формулы и запишите уравнения реакций.

1. ... + ...  $\rightarrow$  NaCl + BiCl<sub>3</sub> + Cl<sub>2</sub> + 3H<sub>2</sub>O
2. ... + ...  $\rightarrow$  2FeCl<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub> + 9CO
3. ... + ...  $\rightarrow$  K<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub> + 2NO
4. ... + ...  $\rightarrow$  2Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> + PbO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O
5. ... + ... + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  $\rightarrow$  10CH<sub>3</sub>COOH + 8MnSO<sub>4</sub> + 4Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 12H<sub>2</sub>O

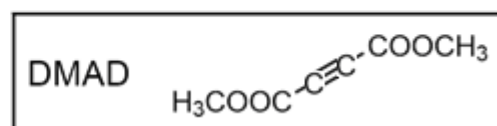
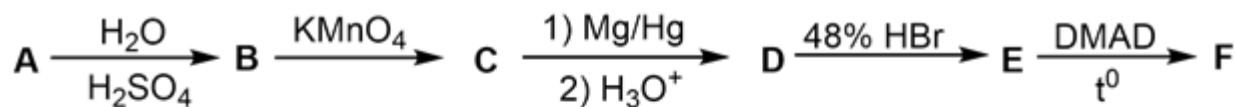
### Задача 2. Соседи по группе

Элемент X легче элемента Y и находится в той же группе Периодической системы элементов. Два водных раствора объёмом 100 мл, содержащих хлориды X и Y одинаковой молярной концентрации, смешали. Через образовавшуюся смесь пропустили сероводород, полученный при взаимодействии сульфида железа (II) массой 1,406 г с избытком соляной кислоты. В результате выпал оранжевый осадок, который отфильтровали, промыли и высушили. Его масса составила 0,586 г. Весь непрореагировавший сероводород был поглощён избытком 5%-ного раствора нитрата свинца (II), в результате чего образовался чёрный осадок массой 2,39 г.

1. Определите элементы X и Y.
2. Напишите уравнения всех упомянутых реакций (4 уравнения).
3. Рассчитайте молярную концентрацию исходных растворов хлоридов.

### Задача 3. Встаньте дети, встаньте в круг!

Для получения симметричного циклического сложного эфира **F** ( $C_{12}H_{16}O_4$ ), в лаборатории, возглавляемой профессором Ал., была предложена следующая схема синтеза. В её основе лежит вещество **A** - один из наиболее востребованных представителей класса олефинов, молекула которого в 1,5 раза тяжелее молекулы азота:



Дополнительная информация:

- Вещество **C**, обладающее характерным запахом, широко используется в качестве полярного растворителя.
  - Вещество **D** не содержит кратных связей и даёт интенсивное васильковое окрашивание со свежесажённым гидроксидом меди в щелочной среде.
  - Вещество **E** представляет собой гомолог органического соединения, способ производства которого был разработан С.В. Лебедевым.
  - Реакция получения соединения **F** получила название в честь двух лауреатов Нобелевской премии.
  - Соединение **D** содержит 2 типа атомов водорода и содержит 27,12% кислорода по массе.
1. Расшифруйте схему синтеза: приведите структурные формулы органических соединений **A-F**.
  2. Укажите название реакции превращения соединения **E** в соединение **F**.

### Задача 4. Органические превращения

На нейтрализацию 0,348 г вещества **A** требуется 3,07 мл 10%-го раствора  $KOH$  ( $\rho = 1,1$  г/мл), а для сжигания навески такой же массы необходимо 202 мл (н.у.) кислорода.

1. Сколько соединений удовлетворяют приведенным данным? Нарисуйте все возможные структурные формулы, ответ подтвердите расчетами.

При нагревании **A** в вакууме (реакция 1) потеря массы составляет 15,5%.

При этом образуется вещество **B**, имеющее 5 атомов в цикле.

2. Нарисуйте структурные формулы соединений **A** и **B** и напишите уравнение реакции, приводящей к потере массы.

**A** может являться исходным веществом для кислоты **X**. Так, обработка **A** раствором  $\text{Br}_2$  в хлороформе дает продукт **B** (реакция 2), а кипячение **B** в этанольном растворе  $\text{KOH}$  (реакция 3) с последующим подкислением реакционной смеси разбавленной  $\text{HCl}$  (реакция 4) приводит к кислоте **Г**. Наконец, пиролиз **Г** приводит к кислоте **X** и выделению газа **У** (реакция 5). При добавлении к **X** избытка аммиачного раствора хлорида меди (I)  $\text{Cu}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}$  образуется осадок **X<sub>1</sub>** красного цвета (реакция 6).

3. Определите структурную формулу кислоты **X** и напишите уравнения всех описанных реакций.

### Задача 5. Гори, гори ясно!

Для экспериментального определения теплоты сгорания магния был выполнен следующий эксперимент. В герметичный цилиндрический сосуд диаметром 10 см и высотой 20 см, заполненный этанолом при  $0^\circ\text{C}$ , поместили стальную бомбу для сжигания, объемом которой можно пренебречь, в крышку сосуда вставили бюретку диаметром 2,0 см. В бомбе находится 1,2 г магния и 2,0 г кислорода под давлением. Магний подожгли с помощью электрической искры. После окончания реакции и установления теплового равновесия жидкость в бюретке поднялась на 5,4 см. Известно, что коэффициент объемного расширения этанола равен  $\alpha = 0,0011 \text{ K}^{-1}$ , плотность этанола  $0,8 \text{ кг/дм}^3$ , а его удельная теплоемкость  $2,42 \text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$ . Вычислите теплоту сгорания магния (кДж/моль). При выполнении расчета можно пренебречь тепловыми потерями. Объемное расширение жидкостей описывается формулой

$V = V_0(1 + \alpha \Delta t)$ , где  $\Delta t$  – изменение температуры,  $\alpha$  – коэффициент объемного расширения.

Объем цилиндра радиуса  $R$  и высоты  $H$  можно вычислить по формуле:

$$V = \pi R^2 H$$

### Задание 6. Ох уж эти галогениды...

Количественное определение галогенид-ионов в совместном присутствии является весьма трудоемкой задачей. В аналитическую лабораторию поступил на исследование образец, представляющий собой смесь хлорида, бромида и иодида серебра.

Лаборант Семён взял навеску исследуемого образца массой 0,725 г и обработал ее избытком раствора дихромата калия в концентрированной серной кислоте при нагревании. Известно, что в данных условиях основным продуктом окисления иодид-ион в данных условиях окисляется до иодата, в то время как бромид- и хлорид дают продукты в своей самой устойчивой в кислой среде степени окисления.

Затем Семён добавил 0,5 л воды и полученный прозрачный раствор обработал небольшим избытком раствора сульфита натрия. При этом выпал жёлтый осадок массой 0,250 г. Считайте, что в этих условиях восстановлению подвергается только вещество, содержащее один из галогенов в более высокой степени окисления. Семён отфильтровал осадок и к фильтрату добавил избыток раствора иодида калия, при этом выпало 0,705 г осадка.

1. Определите массовые доли галогенидов серебра в смеси солей.
2. Составьте уравнения описанных превращений (6 реакций).