

# МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ 2025/2026 УЧЕБНОГО ГОДА

## Комплект заданий для учащихся 10 класса

### Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические (письменные) задания. Прежде чем приступить к их выполнению внимательно прочитайте инструкцию.

#### **Инструкция по выполнению олимпиадной работы**

На выполнение олимпиадной работы отводится **180 минут**. Работа состоит из **5 теоретических заданий с письменным ответом**. Каждое выполненное задание оценивается определенным количеством баллов: **задание 4, 5 – 25 баллов, задание 1 – 20 баллов, задание 2, 3 – 15 баллов**. Ориентировочное время выполнения **заданий 1–5: 40, 35, 35, 40 и 30 минут**, соответственно. Задания разделены на несколько вопросов, баллы за правильные ответы на вопросы суммируются. Максимальное общее количество баллов за пять олимпиадных заданий составляет **100**.

Для успешной работы рекомендуем несколько простых приемов:

- не спеша, внимательно прочитайте задание и определите, что нужно указать в ответе;
- отвечая на теоретический вопрос, обдумайте и сформулируйте конкретный ответ только на поставленный вопрос;
- если Вы отвечаете на задание, связанное с заполнением схемы, не старайтесь детализировать информацию, вписывайте только те данные, которые указаны в вопросе;
- особое внимание обратите на задания, в выполнении которых требуется выразить Ваше мнение с учетом анализа ситуации или поставленной проблемы. Внимательно и вдумчиво определите смысл вопроса и логику ответа (последовательность и точность изложения). Ответ должен быть кратким, но содержать необходимую информацию;
- рекомендуется выполнять задания в том порядке, в котором они даны; для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему; вы сможете вернуться к пропущенному заданию после выполнения всей работы, если останется время;
- постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов;
- если в задаче требуются расчёты, они обязательно должны быть приведены в решении. Ответ, приведённый без расчётов или иного обоснования, не засчитывается.

**Убедитесь, что вы перенесли ваше решение в бланк ответов. Черновики проверяться не будут.**

Задание теоретического тура считается выполненным, если Вы вовремя сдаёте его членам жюри.

**Желаем Вам успеха!**

### ЗАДАЧА 1. А В ЧЕМ РАЗНИЦА? (20 баллов)

Все вы слышали про такие минералы как изумруд и аквамарин. С химической точки зрения они являются производными минерала **X**. В свою очередь **X** – важный природный источник металла **Y**, который находит широкое применение в металлургии и ядерной энергетике.

Переработка **X** – довольно непростая технологическая процедура. Первой стадией переработки **X** является его обработка концентрированной серной кислотой при 300 °С, в результате чего образуется бесцветный раствор и студенистый гелеобразный осадок (**реакция 1**). Прокаливание осадка на воздухе приводит к образованию белого порошка **A** с массовой долей кислорода 53.3 % (**реакция 2**). Раствор, образовавшийся после протекания реакции 1, нейтрализуют большим избытком щелочи (**реакции 3 – 4**), разбавляют водой и нагревают. В результате выпадает белый осадок **B**, состоящий из трех элементов (**реакция 5**). Прокаливание **B** сопровождается уменьшением массы на 41.9 % (**реакция 6**). Через оставшийся раствор пропускают ток углекислого газа, что сопровождается образованием осадка **C** (**реакция 7**). Из 10 г **C** можно теоретически получить 3.46 г металла.

1. Установите состав минерала **X** и природу металла **Y**, если известно, что из 26.85 г **X** можно теоретически получить 18 г **A**, 6.45 г **B** и 7.8 г **C**. Ответ подтвердите расчетом.

2. Напишите уравнения реакций 1 – 7.

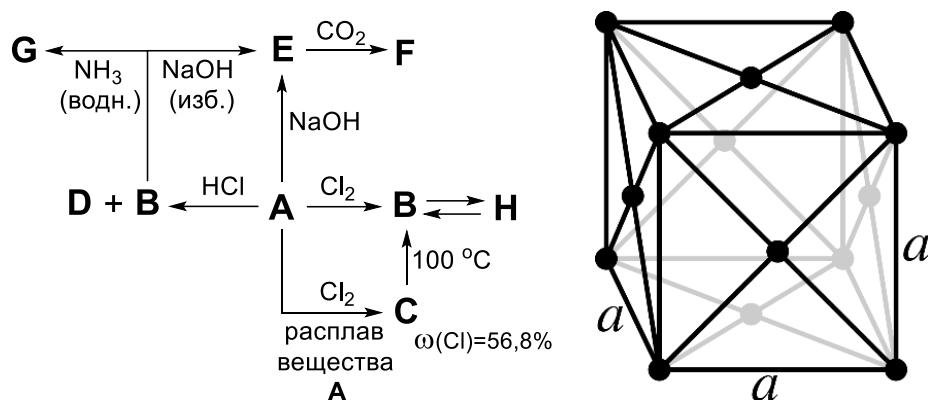
3. Попытайтесь объяснить каким образом на основании **X** могут образовываться другие минералы по типу изумруда и аквамарина.

### ЗАДАЧА 2. «ФИОЛЕТОВОЕ ЗОЛОТО» (15 баллов)

Ювелирный дом «Cartier» известен своими украшениями и часами премиум сегмента. В наручных часах коллекции «Clash unlimited» (2023) стоимостью, немного превышающей 3 млн. рублей, помимо кварцевого механизма, сапфирового стекла и розового золота присутствует удивительный материал, называемый в описании «purple gold». Это, вероятно, один из немногих примеров использования нековкого и хрупкого интерметаллида состава  $\text{Au}_x\text{Au}_y$  ( $W_{\text{Au}} = 78.486\%$ ) в серийном производстве. Элемент **A** (атомная масса больше 10) имеет кубическую гранецентрированную решетку с параметрами:  $a = 0,4049$  нм,  $\rho$  (идеального кристалла) = 2699 кг/м<sup>3</sup>. Химические свойства этого элемента вам хорошо известны. Соединение **C** можно встретить на



некоторых планетах и спутниках, но нам более известно полимерное соединение **В**, которое при нагревании обратимо димеризуется в **Н**.



1. Установите элемент **А**. Для получения дополнительных баллов подтвердите ответ расчетами.
2. Установите формулы соединений **А–Н**.
3. Сделайте расчет количества оксида элемента **А**, который можно получить из 20 г металлической стружки вещества **А** при его полном сгорании в чистом кислороде. Выход реакции примите равным 85%.

### ЗАДАЧА 3. КОЛБОЧКИН ВОЗВРАЩАЕТСЯ (15 баллов)

Как-то раз прибираясь в лаборатории всемирно известный химик Колбочкин обнаружил три неподписанных банки с веществами черного цвета. Сразу же Колбочкин решил установить природу каждого вещества. Колбочкин выяснил, что все вещества не растворяются в воде.

Первое вещество **Х** растворяется при нагревании в концентрированной соляной кислоте с выделением желто-зеленого газа и образованием бесцветного раствора (**реакция 1**). При добавлении к полученному раствору избытка щелочи образуется практически бесцветный осадок (**реакция 2**), который темнеет на воздухе с образованием **Х** (**реакция 3**). Известно, что при растворении 1 г **Х** в соляной кислоте выделяется 257 мл газа (при н. у.).

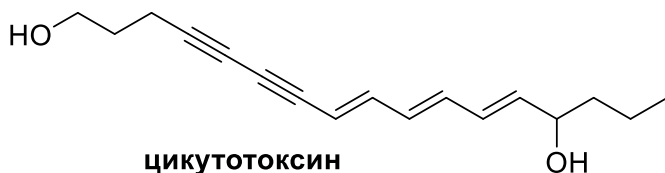
Второе вещество **У** довольно легко растворяется в кислотах: растворение в разбавленной соляной кислоте приводит к выделению газа с запахом тухлых яиц и образованию практически бесцветного раствора (**реакция 4**), а при растворении в концентрированной азотной кислоте выделяется газ бурого цвета и образуется желтый раствор (**реакция 5**). При добавлении к раствору, образовавшемуся в результате растворения 1 г **У** в концентрированной азотной кислоте, избытка хлорида бария образуется 2.648 г белого осадка (**реакция 6**).

Третье вещество **Z** способно растворяться только в концентрированной азотной или серной кислоте при кипячении. Так, растворение **Z** в концентрированной серной кислоте при нагревании сопровождается образованием исключительно газообразных продуктов, за исключением воды (**реакция 7**). Получившаяся газовая смесь полностью поглощается избытком водного раствора гидроксида бария, в результате чего происходит помутнение раствора (**реакции 8 и 9**).

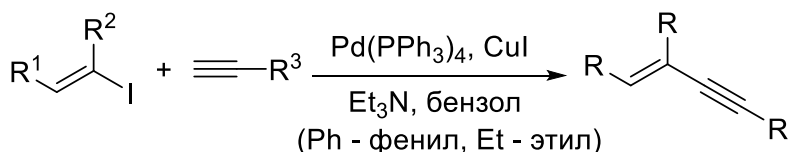
Определите вещества **X – Z** (ответ подтвердите расчетами) и напишите уравнения реакций **1 – 9**. Дополнительно известно, что вещества **X** и **Y** являются бинарными.

#### ЗАДАЧА 4. «АПОЛОГИЯ СОКРАТА» (25 баллов)

Убийство древнегреческого философа Сократа – это одно из трагических событий для западной философии. Сократ проигрывает суд, где защищал себя сам и был вынужден пить яд. Доподлинно неизвестно какой яд был использован для смертной казни, но одна из наиболее часто встречающихся версий: настой **веха ядовитого** (основное вещество – **цикутотоксин**) растение из того же семейства, что и **борщевик**.



реакция Соногашира:



1. Рассчитайте сколько литров молекулярного водорода потребуется для восстановления 25 г цикутотоксина до насыщенного соединения.

2. Изобразите структурные формулы соединений, образующихся при полном окислении подкисленным раствором перманганата калия цикутотоксина?

3. Вопросы касающиеся структуры цикутотоксина: а) Обозначьте часть молекулы все атомы которой находятся в одной плоскости; б) Напишите количество  $sp$ -,  $sp^2$ -, и  $sp^3$ -гибридных атомов углерода; в) Какова конфигурация

двойных связей? d) Можно ли считать эту структуру разветвленной? e) Сколько пространственных изомеров имеет данное вещество? f) Возможны ли геометрические изомеры для этой молекулы? g) Имеется ли хиральный атом углерода?

4. Исходя из строения циктотоксина и общей схеме реакции Соногашира предложите самый простой подход для его **трехстадийного** получения из 1,4-дииоддивинила. Учтите, что тройную связь всегда можно восстановить водородом не затрагивая двойную.

### ЗАДАЧА 5. КОМБИНИРУЕМ! (25 баллов)

В настоящей задаче Вам предлагается определить энергии химических связей типа  $H - H$ ,  $C - C$ ,  $C = C$ ,  $C \equiv C$  и  $C - H$  при помощи некоторых термохимических данных. Для решения задачи рекомендуется рассмотреть реакции образования углеводородов из атомарного углерода и водорода. Необходимые справочные данные представлены в таблице.

1. Запишите химические реакции образования углеводородов из атомарного углерода и водорода.

2. Вычислите тепловые эффекты реакций из п.1.

3. Рассчитайте энергии указанных в задаче химических связей. При проведении расчетов примите, что энергия связи  $C - H$  не зависит от гибридизации атома углерода.

*Справочные данные:*

Вещество	$\Delta_f H_{298}^\circ, \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$
$C_{(г)}$	716.7
$H_{(г)}$	218.0
$CH_{4(г)}$	-74.8
$C_2H_{6(г)}$	-84.7
$C_2H_{4(г)}$	52.3
$C_2H_{2(г)}$	226.8