

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

Комплект заданий для учащихся 11 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 1, 3 – 25 баллов, задание 2 – 20 баллов, задание 4, 5 – 15 баллов**. Ориентировочное время выполнения **заданий 1–5: 35, 35, 50, 35 и 25 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.

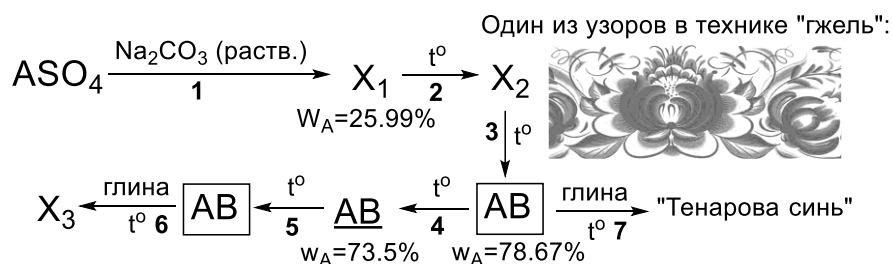
Задание теоретического тура считается выполненным, если Вы вовремя сдаёте его членам жюри.

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

Желаем Вам успеха!

ЗАДАЧА 1. «ГЖЕЛЬ» (25 баллов)

Искусство создания бело-голубой керамики в России имевшая вид народного промысла – гжель, славится художественным богатством узоров и аутентичных элементов росписи. Классическая процедура гжельской росписи состоит в подготовке керамической основы и нанесении на нее рисунка суспензией бинарного черного вещества (**AB**) моноизотопного элемента **A** в скипидаре. После чего сырое изделие покрывают слоем глазури состоящем из тех же оксидов, из которых главным образом состоит любая глина. При нагревании до 1300–1400 °С глазурь расплавляется, ее составные части реагируют с веществом **AB** из-за чего готовое изделие приобретает характерный синий цвет. Это явление можно объяснить образованием сразу нескольких продуктов в составе сложной керамики: **X₃** и красителя, названного в честь французского химика Луи Тенара. Интересно, что соединение **AB** можно получить из сульфата элемента **A** как показано на схеме ниже. Вещества **X₁**, **X₂** и **X₃** относятся к классу «соли», причем разница в молекулярной массе **X₁** и **X₂** составляет 108 г/моль. Если 10 г соли **X₂** осторожно нагревать на воздухе, то масса навески будет меняться по мере возрастания температуры прокаливанию. Сначала она уменьшится на 3.7 г, а потом увеличится на 0.45 г, с образованием **AB**, состоящего из тех же элементов, что и **AB**, но в другом соотношении. Однако, при достижении температуры в 1000 °С обратная реакция становится гораздо быстрее и **AB** снова превращается в **AB**. Вещество **AB** вступает в реакцию с двумя разными компонентами глины, причем в одном случае в стехиометрическом соотношении (**AB**:компонент глины) 1:2 (**X₃**), а в другом 1:1 («Тенарова синь»). Количество атомов **A** в формульных единицах соединений **X₁**, **X₂** и **AB** одинаково.



1. Установите элемент **A** и формулы всех веществ (**X₁–X₃**, **AB**, **AB**, «Тенарова синь»). Для получения дополнительных баллов подтвердите формулы веществ **X₁**, **X₂**, **AB**, **AB** расчетами.
2. Напишите уравнения **реакций 1–7**. Учтите, что в **реакциях 6 и 7** под словом «глина», понимают два разных вещества – основных компонентов любой глины.

3. Напишите уравнение реакции соединения **AB** с концентрированной соляной кислотой (**реакция 8**), если известно, что при этом выделяется газ, вызывающий посинение иодкархмальной бумаги.

4. Какое количество (л) газа выделится если к 15 г **X₂** добавить 100 мл раствора 2М соляной кислоты?

ЗАДАЧА 2. «СЕРИАЛЬНЫЕ БАЙКИ» (20 баллов)

В одном из эпизодов всемирно известного сериала главный герой использует реакцию простого вещества **X** красного цвета с горячей водой, чтобы выбраться из передраги. По словам главного героя в реакции образуется ядовитый газ **A** с чесночным запахом. В действительности возможность протекания данной реакции вызывает сомнения, и газ **A** получают альтернативными способами. Классический способ получения **A** базируется на совокупности двух реакций. Первая реакция – сплавление металла **Y** с белым простым веществом **Z**, в результате чего образуется **B** (**реакция 1**). Вторая реакция – гидролиз **B** с образованием **A** (**реакция 2**). Известно, что относительная плотность **A** по аргону равна 0.85, а из 27.3 г **B** образуется 6.72 л **A** (при н.у.). В зависимости от соотношения **Y** и **Z** в реакции 1 также может образоваться бинарное соединение **C** с массовой долей металла 56.3% (**реакция 3**), гидролиз которого приводит к образованию газа **D** (**реакция 4**). Альтернативным способом получения высокочистого **A** является щелочной гидролиз малоустойчивой трехэлементной соли **E** с массовой долей водорода 2.47 % (**реакция 5**).

1. Напишите формулы веществ **X–Z**, **A–E**. Ответ подтвердите расчетом.

2. Напишите уравнения реакций **1–5**.

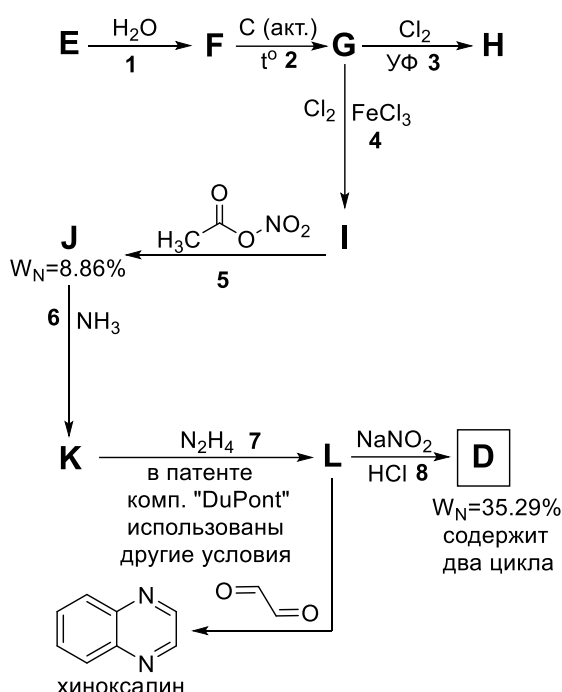
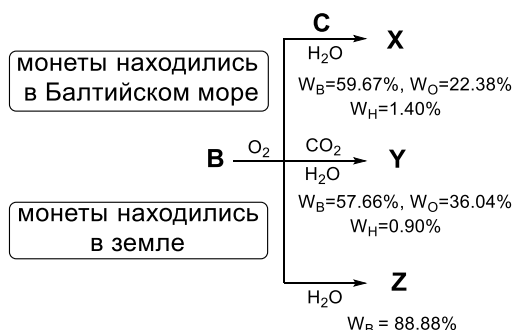
3. Объясните маловероятность протекания реакции **X** с горячей водой.

4. Газ **D** является причиной такого редкого природного явления как «блуждающие огни». Объясните данное явление с химической точки зрения.

ЗАДАЧА 3. «ПОЛУШКА» (25 баллов)

Изначально «полушку» или «полуденгу» на Руси чеканили из благородного металла **A**. При Петре I с 1700 г перешли к использованию металла **B** из-за чего полушки стали значительно больше в размерах. Однако, последние плохо сохранились, особенно те монеты, что побывали в Балтийском море. **X** и **Y** представляют собой основные соли, причем **Y** имеет ту же формулу, что и

известный уральский минерал. Если взять любую растворимую соль элемента **A** и прилить к веществу **C** то можно наблюдать выпадение белого творожистого осадка. Бинарное соединение **Z** связано с темой «альдегиды» школьного курса органической химии.



Одна из важнейших функций музеев заключается в реставрации и сохранении художественных произведений и древностей. Чтобы сохранить монеты из металла **B** (и многие другие изделия), после удаления загрязнений их покрывают раствором гетероциклического вещества **D**, схема синтеза которого представлена слева (часть схемы содержит информацию патента компании «DuPont»). Вещество **E** относится к неорганическим и содержит углерод. **J** и **K** воспламеняются при длительном нагревании, а **L** реагирует с глиоксалем с образованием хиноксалина, другого важного гетероциклического соединения.

1. Установите элементы **A** и **B**, а также формулы веществ **C–L**, **X–Z**. Для получения дополнительных баллов подтвердите формулы веществ **J**, **D** и **X–Z** расчетами.
2. Напишите уравнения реакций 1–8.
3. Какие альтернативные условия реакции 7 могут быть предложены для промышленного получения **L**?
4. Какой более известный «школьный» реагент можно предложить в реакции 5, вместо ацетилнитрата?
5. Предположите почему нанесение вещества **D** на поверхность металлических изделий, содержащих **B**, защищает их от коррозии?

6. Какое количество (л) азота выделится при сгорании 10 г хиноксалина, если выход реакции принять равным 80%.

ЗАДАЧА 4. «ФИЗХИМИЯ БЕЗ ЦИФР» (15 баллов)

Физическая химия – один из базовых и наиболее трудных разделов химии. Традиционно считается, что изучение физической химии невозможно без проведения громоздких расчетов. Автор настоящей задачи захотел опровергнуть это мнение. Помогите автору обосновать следующие факты, используя известные вам качественные закономерности:

1. Попытка обезводить кристаллогидрат $\text{BeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ путем его нагревания на воздухе приводит к тому, что после прокаливания не удастся обнаружить целевой хлорид бериллия.

2. Взаимодействие HgCl_2 с раствором аммиака приводит к образованию комплекса состава $[\text{HgNH}_2]\text{Cl}$. В то же время если к раствору аммиака добавить хлорид аммония и провести реакцию между образовавшимся раствором и хлоридом ртути, образуется комплекс состава $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}_2$.

3. Синтез аммиака в промышленности часто проводят при $T \sim 450^\circ\text{C}$, при том, что реакция является экзотермической, и для увеличения выхода продукта реакции логичнее было бы уменьшить температуру.

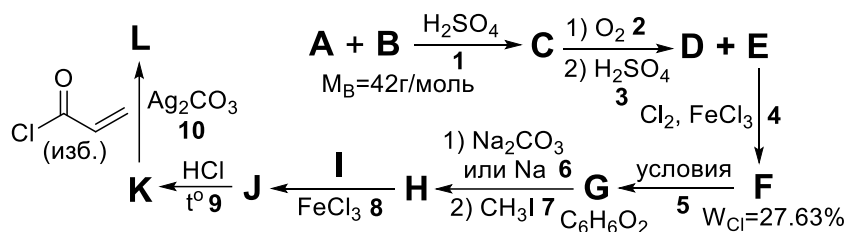
4. Последовательность, выражающая зависимость рН раствора от концентрации соляной кислоты в нем, выходит на постоянное значение:

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| C_{HCl}, M | 10^{-2} | 10^{-3} | 10^{-4} | 10^{-5} | 10^{-6} | 10^{-7} | 10^{-8} | 10^{-9} | 10^{-10} |
| pH | 2.00 | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.00 | 6.79 | 6.98 | 7.00 | 7.00 |

ЗАДАЧА 5. «ЛАК 漆» (15 баллов)

Токсикодендрон лаконосный семейства Сумаховые произрастает в азиатском регионе и знаменит тем, что смолу этого дерева – киуриси – можно переработать в черный лак. Один из народных промыслов Китая и Японии – уруси, представляет собой использование этого лака для покрытия различных предметов, включая посуду, палочки для еды и, например, шлема кабуто. Лак образуется при окислении урушиола, который представляет собой смесь многих веществ. Получение, одного из которых (**К**) зашифровано в схеме ниже. Молекулы **А** являются симметричными и не склонны к реакциям присоединения. Вещество **В** представляет собой алкен, а **Д** является известным растворителем. Чтобы получить вещество **Н** из 20 г **Г** потребовалось 51.6 г метилиодида. Про вещество **И** известно, что оно представляет собой неразветвленный насыщенный алкилгалогенид, при полном сгорании 100 г которого образуется (при н.у.) 136.3

л углекислого газа, 9.1 л хлороводорода и 109.5 г воды. Соединения **Ж** и **Ф**, с максимально плотным расположением заместителей друг к другу, образуются в реакциях не селективно, но их можно выделить из смесей продуктов реакции. Соединение **К** является слабой кислотой. Вещество **Л** используют в качестве пломбирующего и связывающего вещества в стоматологии, оно способно полимеризоваться при воздействии УФ излучения. Все вещества **А–Л** являются органическими.



1. Установите структуры соединений **А–Н**, **Ж–Л** и формулу **И**. Для получения дополнительных баллов подтвердите формулы веществ **И** и **В** расчетами.
2. В случае **реакции 5**, предложите реагент, с помощью которого можно получить вещество **Г**.
3. Напишите схему превращения вещества **Д** в **В** не более чем в две стадии.
4. Напишите продукт присоединения хлороводорода к хлорангидриду используемому в **реакции 10** и объясните направление присоединения.