# МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП ВСЕРОССИЙСКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ 2025/2026 УЧЕБНОГО ГОДА
## Комплект заданий для учащихся 11 класса

**Уважаемый участник олимпиады!**

Вам необходимо представить **письменные решения** пяти теоретических заданий. Максимальное время выполнения заданий теоретического тура **180 минут**. Ваш общий результат будет получен суммированием баллов за правильные ответы по каждому вопросу, **максимальная оценка – 100 баллов**.

Задания касаются разных разделов химии. Рекомендуем сначала быстро ознакомиться со всеми заданиями, и приступить к тому, которое кажется наиболее легким. Максимальная оценка за задания может служить ориентиром для распределения времени на их выполнение.

Выполнение заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задание;
- выделите вопросы задания, ответы приводите четко по формулировке вопроса;
- при необходимости промежуточных расчетов, оценки предположений, воспользуйтесь черновиком;
- когда у вас есть представление о правильном ответе, **переносите его в бланк для ответов**;
- ответ на каждую задачу приводится на отдельном листе;
- если полный ответ на вопрос отсутствует, перенесите в бланк ответов имеющиеся логические построения, в некоторых случаях они тоже могут оцениваться.

**Убедитесь, что Вы перенесли Ваши ответы на задания в бланк ответов. Предупреждаем Вас, что записи в черновике не проверяются**.

Корректировки в бланке ответов допустимы и не штрафуются, но конечный вариант ответа должен быть выделен явно, при оценке заданий выставляется 0 баллов как за неверное решение, так и в случае, если участником предложено несколько решений и хотя бы одно из них неверное. Задание теоретического тура считается выполненным, если Вы вовремя сдаете его членам жюри.

**Задача 1** (20 баллов)

### Один – серый, другой – красный

В лаборатории была обнаружена неподписанная банка с серыми гранулами простого вещества **A**. Для определения природы вещества его навеску прокалили в воздушной атмосфере, в результате чего образовался бледно-розовый порошок **B** (**реакция 1**), хорошо растворимый в воде с образованием вещества **C** (**реакция 2**). При добавлении к раствору **C** 30 %-го раствора пероксида водорода образуется раствор вещества **D** (**реакция 3**), которое способно проявлять сильные окислительные свойства. Так, концентрированный раствор **D** растворяет

медь при нагревании (**реакция 4**), одним из продуктов этой реакции является вещество **C**. В свою очередь, **C** также может проявлять окислительные свойства. Например, при пропускании через раствор **C** тока сернистого газа выпадает красный осадок простого вещества **E** (**реакция 5**). **E** также может быть получен пропусканием через раствор **C** газа **F** (**реакция 6**). В свою очередь, **F** может быть легко получен из **G** реакцией гидролиза (**реакция 7**).

**Дополнительная информация:**

1. Вещество **B** легко возгоняется выше 340 ºC. Так, 1 г **B** при 500 ºC имеет давление паров 0.286 атм в сосуде объемом 2 л.
2. На взаимодействие с раствором **C**, полученным из 3 г **A**, расходуется 3.9 мл 30 %-го раствора пероксида водорода (плотность раствора 1.11 г/мл).
3. Реакция **6** является реакцией конпропорционирования.
4. Массовая доля одного из элементов в **G** равна 76.7 %.

**Задания:**

1. Определите природу соединений **A** – **G**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Напишите уравнения реакций **1 – 7**.

**Задача 2** (20 баллов)

**Комплексная задача**

Металл **X** образует большое число разнообразных комплексных соединений. В настоящей задаче представлена методика синтеза комплексного соединения **A**. Исходным веществом для синтеза **A** является кристаллогидрат нитрата металла в степени окисления «+2» - соль **B** зеленого цвета. Для установления состава **B** навеску соли растворили в воде и провели электролиз раствора с использованием платиновых электродов (**реакция 1**). Через 20 минут электролиза при силе тока 0.5 А масса катода увеличилась на 0.183 г (выход по току равен 100 %).

Синтез **A** проводят следующим образом: к раствору, полученному из **B**, приливают избыток концентрированного раствора аммиака, в результате чего раствор приобретает сине-фиолетовую окраску (**реакция 2**) за счет образования **A**. Из 2.0000 г **B** с выходом 85 % было получено 1.6650 г **A**.

После выделения **A** из раствора был изучены его химические свойства. Так, прокаливание **A** на воздухе при 400 °C приводит к образованию темно-зеленого вещества **C** (**реакция 3**). **A** также способен растворяться в минеральных кислотах, например, в соляной кислоте (**реакция 4**). Добавление раствора сульфида натрия к **A** приводит к выпадению черного осадка **D** (**реакция 5**). При добавлении к **A** раствора желтой кровяной соли выпадает красивый пурпурный осадок соли **E** (**реакция 6**).

**Дополнительно известно, что:**

1. Мольные доли кислорода и водорода в **B** равны.
2. Координационное число центрального иона в **A** равно 6. **A** содержит только один тип лигандов.
3. Соль **E** состоит из комплексных ионов.
4. Процесс электролиза количественно можно описать законом Фарадея:

$$m = \frac{Q \cdot M_э}{F},$$

где $m$ – масса вещества, выделившегося на электроде; $Q$ – количество прошедшего электричества; $M_э$ – молярная масса эквивалента частицы, участвующей в электрохимическом процессе; $F$ – постоянная Фарадея (заряд 1 моль электронов).

**Задания:**

1. Определите природу соединений **A – E**. Ответ подтвердите расчетом.
2. Приведите названия соединений **A – E**.
3. Напишите уравнения реакций **1** – **6**.
4. Опишите пространственное строение комплексного иона в **A**.

**Задача 3** (20 баллов)

**Знакомимся с кинетикой**

Химическая кинетика – раздел физической химии, изучающий закономерности протекания химических реакций во времени. В качестве примера мы рассмотрим реакцию разложения газообразного оксида азота (V) на бурый газ и кислород, протекающую в сосуде замкнутого объема.

1. Запишите уравнение реакции разложения оксида азота (V).

Данная реакция является реакцией первого порядка. Известно, что зависимость концентрации реагирующего вещества от времени для подобных реакций подчиняется уравнению вида

$$c(t) = c_0 e^{-kt},$$

где $c(t)$ – концентрация оксида азота (V) в момент времени $t$, $c_0$ – начальная концентрация оксида азота (V), $k$ – константа скорости реакции, $t$ – время протекания реакции.

2. При 55 °C через 5 минуты после начала разложения оксида азота (V) его концентрация уменьшилась в 1.57 раз. Оцените константу скорости реакции при 55 °C.
3. Рассчитайте время полупревращения реакции при 55 °C (т. е. время, за которое концентрация исходного вещества уменьшается в два раза).

Температурная зависимость константы скорости реакции описывается уравнением Аррениуса:

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}},$$

где $A$ – предэкспоненциальный множитель, $E_a$ – энергия активации реакции, $R$ – универсальная газовая постоянная.

4. Время полупревращения оксида азота (V) при 65 °C равно 2.4 мин. Оцените энергию активации для реакции разложения оксида азота (V).

Альтернативным способом оценки влияния температуры на скорость химической реакции является правило Вант-Гоффа.

5. Запишите математическую формулировку правила Вант-Гоффа. Определите температурный коэффициент скорости реакции для реакции разложения оксида азота (V).

**Задача 4**. (20 баллов)

**Вопрос безопасности**

«*Великие духи опознаются по тому почти физическому шоку, который ощущаешь при первой встрече с ними...*»

Эдмон Рудницка
(парфюмер компании Dior, Hermes, Rochas)

Вещество **A** является одним из первых в мире промышленных *одорантов*. Именно поэтому *уникальному свойству*, обосновывающему его применение, оно даже занесено в книгу рекордов Гиннесса. Сегодня, наряду с веществом **A**, в промышленности используют его гомологи – вещества **B** и **C**, а также одно из самых распространенных в странах мира по такому назначению вещество **D**, которое в природе встречается в листьях рукколы. Вещество **A** представляет собой прозрачную жидкость, впервые полученную и описанную знаменитым химиком Уильямом Цейзе. Обработка этилсульфата бария раствором газа **E** (**реакция 1**), с относительной плотностью паров по водороду равной 17, и последующая медленная отгонка, приводит к выделению продукта **A**. Вещества **B** и **C** имеют одинаковую массовую долю углерода равную 53.3%, но содержат третичный и вторичный атомы углерода, соответственно. Крайне востребованное в промышленности вещество **D** можно синтезировать нагреванием *предельного кислородсодержащего гетероцикла* с газом **E** в присутствии оксида алюминия (**реакция 2**). Продукт данного взаимодействия легко окисляется перекисью водорода до вещества **F** (**реакция 3**), которое применяют как хороший растворитель. Вещество **A** по реакционной способности близко к спиртам и может реагировать с этилацетатом (**реакция 4**), бромэтаном (**реакция 5**), пропионовым альдегидом (*1 эквивалент* вещества **A**, **реакция 6**), а также с глюкозой (избыток вещества **A**, **реакция 7**), что активно применяют в синтетической химии.

1. Опишите, как сегодня *применяют* вещество **A**, каким особым *свойством* вещества это обеспечивается.

2. Дайте название, установите молекулярную формулу и строение вещества **A**, если известно, что полное сгорание его 1 моля в атмосфере кислорода (**реакция 8**) и поглощение образующейся смеси газов (при н.у.) избытком раствора гидроксида кальция приводит к уменьшению массы раствора на 320 г, а поглощение раствором гидроксида калия к увеличению массы раствора на 152 г.

3. Дайте название, установите молекулярные формулы и строение веществ **B** и **C** исходя из данных задачи.

4. Установите строение вещества **D**, если известно, что при полном сгорании вещества **D** в кислороде, образуется смесь газов способная обесцвечивать раствор перманганата натрия (**реакция 9**) и полностью поглощаться раствором гидроксида кальция с образованием осадков, при этом массы осадков, получаемых из *эквимолярных* количеств веществ **D** и **B** – равны.

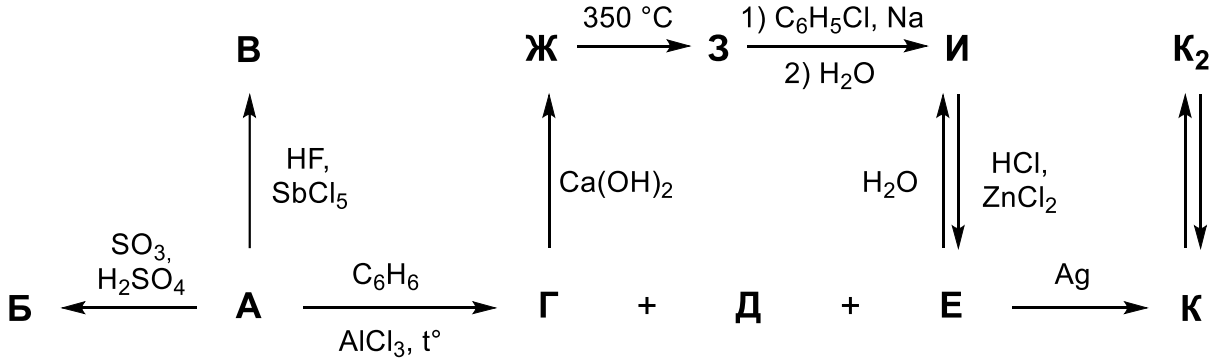
5. Предположите продукт **F** и газ **E**.

6. Напишите **реакции 1**–**9**.

**Задача 5**. (20 баллов)

**Необычная частица**

Углеводород с самым большим содержанием водорода (в % по массе) прореагировал с избытком хлора при 400 °С. Жидкость **А**, выделенная из смеси продуктов, имеет среди них наибольшую температуру кипения. На основе соединения **А** можно осуществить ряд превращений, изображенных на схеме.




Газ **Б** является удушающим веществом, а газ **В** имеет плотность по воздуху 4,74. При взаимодействии **А** с бензолом возможно образование продуктов **Г**–**Е** (параллельно друг другу), при этом **Г** преимущественно образуется в недостатке бензола, а **Е** в большом избытке. Из вещества **Г** можно получить **Е** через промежуточное образование **Ж**, **З** и **И**. Соединение **Ж** является весьма хорошо растворимым в воде твердым веществом. Продукт **З** образуется при нагреве сухого порошка **Ж**, а **И** при одновременном действии на **З** хлорбензола и натрия в инертной среде и последующем гидролизе промежуточного продукта. Соединения **Е** и **И** относительно легко переходят друг в друга, при этом **И** образуется даже при простой обработке **Е** водой. Взаимодействие **Е** с некоторыми металлами, например с серебром, приводит к образованию необычной частицы **К**, которая существует только в растворе (например, в диэтиловом эфире) и окрашивает его в жёлтый цвет. Со временем **К** образует димер, белый осадок **К₂**, молекула которого, вопреки ожиданиям, не имеет оси симметрии, а имеет только одну плоскость симметрии.

Вопросы:

1. Изобразите структурные формулы соединений **А**–**К** и **К₂**.
2. Напишите уравнения реакций образования **Б** из **А**, **В** из **А** и **Ж** из **Г**. Напишите реакцию по которой можно получить **З** из **Б**.
3. Напишите три синонимичных названия метода, позволяющего разделять жидкости с разной температурой кипения.
4. Напишите в качестве чего раньше широко применяли газ **В**, и в качестве чего можно применять соединение **Ж** (не считая химической промышленности).
5. Какое явление объясняет лёгкость гидролиза **Е** и позволяет быть устойчивой частице **К**?