

**Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников
по химии
2023/2024 учебного года**

Комплект заданий для учащихся 9 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 **135 минут**. Работа состоит из **5 теоретических заданий с письменным ответом**. Каждое выполненное задание оценивается определенным количеством баллов: *задание 1* – 10 баллов, *задания 2, 3* – 20 баллов, *задания 4, 5* – 25 баллов. Ориентировочное время выполнения *заданий 1-5* 15, 25, 25, 30 и 40 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.

Желаем Вам успеха!

Задание 1 «Мышьяковое зеркало»

*«Что такое? Да это же оно! Мышьяковое зеркало!
Это означает... означает что-то ужасное!»
А. Линдгрен «Приключения Калле Блумквиста»*

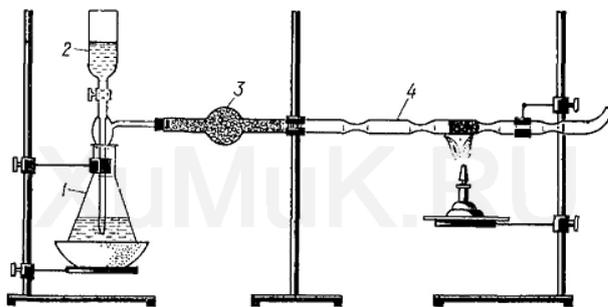


Рис. 1. Аппарат Марша

В западных странах мышьяк (As) был известен как сильный яд. Сколько убийств при французском дворе, совершенных с его помощью, остались не раскрытыми.

Только в 1836 году английский химик-аналитик Джеймс Марш предложил для судебно-медицинской экспертизы метод качественного открытия очень малых количеств мышьяка в образце. Эту методику называют пробой Марша и выполняют с помощью аппарата Марша (см. рис. 1).

Суть метода заключается в следующем: соединение мышьяка и металлический цинк помещают в колбу (1) и затем с помощью капельной воронки (2) приливают соляную кислоту. Выделяющийся в реакции цинка с кислотой газ (водород в момент выделения) восстанавливает мышьяк до газообразного арсина (AsH_3). Далее ядовитый бесцветный газ арсин через хлоркальциевую трубку (3) поступает в стеклянную трубку (4), где при нагревании разлагается на водород и мышьяк, оседающий в виде черно-бурого «зеркала».

Вопросы и задания:

1. Напишите окислительно-восстановительную реакцию с участием ортоарсенита калия (K_3AsO_3), цинка и соляной кислоты. Составьте электронный баланс и расставьте коэффициенты в уравнении реакции.
2. Напишите уравнение реакции разложения арсина до простых веществ.
3. Для чего в аппарате Марша используют хлоркальциевую трубку, заполненную безводным хлоридом кальция?
4. Определите количество и массу мышьяка в пробе, взятой на анализ, если объем водорода, полученный при разложении арсина по реакции Марша, составил 672 мл (н.у.).

10 баллов

Задание 2 «Мысленный эксперимент»

В пяти пронумерованных пробирках находятся бесцветные растворы: нитрат калия, нитрат магния, нитрат цинка, нитрат меди(II) и нитрат серебра.

Кроме этого, есть дополнительная шестая пробирка, в которой находится смесь растворов нитратов цинка, серебра и магния.

Вопросы и задания:

1. Как с помощью только одного реактива установить содержимое пяти пронумерованных пробирок?
2. Напишите соответствующие химические уравнения и укажите признаки этих реакций, подтверждающих открытие веществ в пяти пронумерованных пробирках. Если образуется осадок, то обязательно укажите его цвет.
3. Для шестой пробирки предложите способ открытия катионов металлов. Опишите последовательность действий и наблюдаемые явления. В качестве реагентов могут быть использованы растворы: дигидрофосфат калия, хлорид калия, сульфид натрия, фторид аммония, ацетат натрия.

20 баллов

Задание 3 «Неизвестный порошок»

После летних каникул лаборант обнаружил среди реактивов баночку без этикетки с белым порошком. Вещество хорошо растворимо в холодной воде, а в горячей намного хуже. Растворение порошка в разбавленных растворах соляной (*реакция 1*), азотной (*реакция 2*) и серной кислот (*реакция 3*) приводило к выделению газа без цвета и запаха. Полученные растворы давали белые осадки при добавлении растворов фторида (*реакция 4*) и фосфата (*реакция 5*). После прокаливания навески исходного порошка масса уменьшалась на 59,50% и образовывалось два продукта реакции (*реакция 6*). Полученный остаток растворим в воде (*реакция 7*), его раствор имеет щелочную среду.

Вопросы и задания:

1. Определите «неизвестный порошок» в баночке без этикетки, напишите его формулу и название.
2. Предложите способы однозначного доказательства состава порошка (обнаружение катиона и аниона).
3. Запишите уравнения *реакций 1-7*. В качестве фторида и фосфата могут быть записаны любые подходящие для данных реакций соединения.
4. Какой индикатор можно использовать для доказательства щелочной среды? Как при этом изменяется цвет раствора индикатора? (Достаточно указать один индикатор).

20 баллов

Задание 4 «Расшифруй цепочку превращений»

- 1) $A \longrightarrow B + B$
- 2) $\Gamma + B \longrightarrow D$
- 3) $D + NaOH \xrightarrow{1200^\circ} E + A$
- 4) $D + Na_2CO_3 \xrightarrow{1200^\circ} E + CO_2$
- 5) $D + A + NaOH_{(изб.)} \longrightarrow \text{Ж}$
- 6) $\Gamma + HCl \longrightarrow \text{З} + B$
- 7) $\text{Ж} + HCl_{(изб.)} \longrightarrow \text{З} + A + NaCl$
- 8) $\text{З} + A + Na_2S \longrightarrow \text{И} + H_2S + NaCl$
- 9) $\text{И} \xrightarrow{> 500^\circ} D + A$

Вещество **В** – самый распространенный элемент на Земле, относящейся к группе «халькогены».

Соединение **Г** – легкий серебристо-белый металл, отличающийся стойкостью к коррозии за счет быстрого образования прочных оксидных пленок.

Соединение **Д** белое тугоплавкое вещество, нерастворимое в воде. В природе встречается в виде минерала, в зависимости от примесей, окрашенного в красные и синие цвета и широко используемого в ювелирных изделиях.

В составе соединения **З** катион с электронной конфигурацией внешнего уровня $3s^03p^0$.

Вопросы и задания:

1. Установите химические формулы веществ **А-И**.
2. Напишите уравнения реакций **1-9**, расставив все коэффициенты.
3. Назовите соединение **Е**. Какое название имеет соединение **Д** в виде минерала?
4. Какой процесс лежит в основе получения веществ **Б** и **В** в уравнении 1?

25 баллов

Задание 5 «Осадок, который меняет цвет»

При растворении 69,5 г железного купороса ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) в воде был получен раствор с массовой долей соли 9,5%. В этот раствор внесли смесь калия и оксида калия, содержащую 90,6% оксида. Добавленная смесь полностью растворилась, при этом выделилось 560 мл (н.у.) газа и образовался осадок. Полученный раствор с осадком прокипятили, в результате чего произошло изменение цвета осадка.

Вопросы и задания:

1. Запишите уравнения всех протекающих реакций, расставив коэффициенты.
2. Приведите все необходимые вычисления с указанием единиц измерения искоемых величин.
3. Найдите массовые доли веществ в растворе после добавления смеси калия и оксида калия (до кипячения).
4. Объясните изменение цвета осадка при кипячении раствора, написав соответствующее уравнение реакции. Укажите цвет осадка после кипячения раствора?

25 баллов