

Муниципальный этап
Всероссийской олимпиады школьников по химии
2023-2024 учебный год
7- 8 класс

Дорогой друг!

Мы очень рады, что Вы решили проявить себя в олимпиадном движении по химии. Это увлекательный путь к самосовершенствованию, развитию своего кругозора и лучшему пониманию мира, в котором мы живём.

Указания для решения задач:

Пишите разборчиво и будьте внимательны: учитывайте, что именно от вас требуется в вопросе; не забывайте о подтверждении расчетами, где это требуется. Будьте уверены, каждый из вас может решить какую-то часть задачи. При возникновении трудностей переходите к следующим заданиям – вернетесь в конце, если у вас останется время.

О муниципальном этапе:

Информация об олимпиаде, решениях и заданиях, а также видеоразбор задач будут доступны в официальной группе Ассоциации Наставников Олимпиадного Движения – команды тренеров сборной команды Республики Башкортостан: vk.com/anod_official. Используйте эту информацию для подготовки к показу работ и апелляции. Нормативные документы размещаются на сайте центра развития талантов “Аврора”: avroracenter.com.



О региональном этапе:

18, 19 января пройдет региональный этап Всероссийской олимпиады школьников: теоретический и экспериментальный этап. Для подготовки к нему проводится Зимняя химическая школа «Кристалл», которая пройдет в Уфе в конце декабря. Регистрация на сайте: anodrb.ru/winter.

Об олимпиадах:

Участие в олимпиадах позволяет получить приглашение на обучение в Образовательный центр "Сириус", поступить в вуз без экзаменов и получать стипендию до 100 000 рублей на первом курсе! Также победителям и призерам олимпиад назначается премия и стипендия Главы Республики Башкортостан. Ты стал участником муниципального этапа Всероссийской олимпиады школьников, что уже хороший результат. Не останавливайся на достигнутом – прими участие в олимпиадах Федерального перечня Министерства высшего образования и науки РФ, дающих льготы при поступлении в вузы. Информацию об олимпиадах можно найти в региональной группе олимпиад по химии vk.com/anod_official.

Желаем вам интересной олимпиады и плодотворного участия!



Задача 1. «Найди слова»

В этой задаче Вам предлагается найти 15 слов, «спрятанных» в поле размером 14 × 14. Все слова соответствуют описаниям и определениям, написанным ниже.

О	Ш	С	Ё	Е	Ю	Н	Н	В	М	Р	Ь	Н	Г
М	Е	Т	А	Л	Л	К	В	О	Д	А	Ж	Б	Б
Э	Л	Е	К	Т	Р	О	Н	Н	Й	В	П	А	Ж
Г	П	А	У	П	К	И	Ю	О	Р	И	Ъ	Л	Ф
К	Ь	В	Щ	Й	И	З	Ж	М	М	Ф	Щ	Ю	Т
Л	У	О	В	П	С	О	Й	П	Г	Г	Ш	М	О
Ж	А	Г	Ж	И	Л	Т	У	Й	У	Л	С	И	Р
Л	З	А	Е	О	О	О	Ш	Ъ	Р	Ф	Ш	Н	П
Ж	О	Д	Л	Н	Т	П	Ё	С	О	Д	А	И	Е
П	Т	Р	Е	Н	А	С	Ж	В	И	Й	Ы	Й	Р
А	М	О	З	Ъ	Ж	Г	Й	Я	Р	Ы	Ф	С	И
Щ	Ж	З	О	Л	Х	А	Ъ	О	К	С	И	Д	О
Е	А	Ч	Н	Ъ	М	Ы	Ф	Ъ	Я	У	Л	А	Д
И	Й	С	Е	С	Е	Р	А	Э	К	Ф	Ю	Ч	Ь

Внимание! При поиске слов учтите, что:

1. Все 15 слов в поле могут быть написаны только в двух направлениях: либо слева направо, либо сверху вниз;
2. Части двух или более разных слов могут пересекаться между собой;
3. Все слова в поле написаны в **единственном** числе, несмотря на то, что в определениях и описаниях они могут упоминаться во множественном.

Описания и определения:

1. Прозрачная, бесцветная жидкость, представляющая собой химическое соединение двух элементов. При температуре ниже 0 °С представляет собой кристаллическое вещество, а при температуре 100 °С – пар.
2. Класс химических соединений, который содержит водород, способный замещаться на атомы металла. При этом образуются соединения, представляющие другой класс химических соединений – соли.
3. Заряженные частицы (атом или группа атомов), обычно образующиеся в водных растворах солей и других электролитов.
4. Число, названное фамилией этого человека, – физическая величина, численно равная количеству атомов или других частиц в одном моле рассматриваемого вещества.
5. Большие скопления этого простого вещества встречаются в местах вулканической активности, а при сгорании это вещество горит красивым синим пламенем.
6. Этот металл входит в состав всех сталей и чугунов, да и в бытовой жизни человека нередко можно встретить детали, сделанные из него.
7. Степень окисления элемента понижается при присоединении к нему этих элементарных частиц.
8. Серебристо-белый лёгкий ковкий металл с высокой электропроводностью, применяемый в авиации, электротехнике, в быту.
9. Часть периодической системы химических элементов, в которой все элементы имеют одинаковое количество электронных оболочек.
10. Группа веществ, которые можно разделить на благородные, цветные, чёрные и редкоземельные. По расположению в таблице Менделеева бывают щелочными и щелочноземельными.
11. Этот элемент образует светло-жёлтый газ с едким запахом. Название элемента происходит от древнегреческого слова, означающего «разрушительный».
12. Вещества, относящиеся к этому классу неорганических соединений, обычно образуются при сгорании соответствующих простых веществ в кислороде.
13. Химический элемент, образующий газ без цвета и запаха, не поддерживающий дыхания и горения. Входит в состав многих удобрений.
14. Так называются атомы с одинаковым количеством протонов, но разным количеством нейтронов. Помимо этого, точно такое же название носит летняя химическая школа, проводимая ассоциацией наставников олимпиадного движения каждый год.
15. Общее название натриевых солей угольной кислоты. Один из самых популярных представителей – белое кристаллическое вещество, которое

можно встретить практически у каждого на кухне ввиду того, что оно находит широкое применение в кулинарии.

Задание: перепишите в бланк ответы в формате «число – слово». В бланке, выданном Вам для **ответа** на задачу, обязательно обведите все найденные слова.

Задача 2. «Дьявольский элемент»

Название элемента **X** с древнегреческого переводится дословно как «несущий свет», а токсичные свойства вещества, образованным им, проявились далеко не сразу после его открытия. Так, выяснилось, что у людей, работавших с **X**, были зарегистрированы случаи деформации челюсти, приводившие к расшатыванию и выпадению зубов. После открытия токсичности элемента **X** широкое применение на Первой и Второй мировой войне нашли различные бомбы и химикаты, его содержащие. За такую губительную опасность элемент получил ещё одно название - «дьявольский».

Для демонстрации химических свойств этого элемента, учитель химии в лаборатории проводил под вытяжным шкафом своим ученикам различные опыты с простым веществом **Y** белого цвета, образованным элементом **X**. При сгорании **Y** в недостатке кислорода (*реакция 1*) образовывались белые хлопья



вещества **A** с неприятным запахом. В избытке кислорода (*реакция 2*) образовывалось другое белое гигроскопичное соединение – вещество **B**. Далее, поместив в два разных химических стакана получившиеся вещества, учитель прилил в каждый воды (*реакции 3 и 4*). При этом в стакане с **A** образовался раствор вещества **C**, а в стакане с **B** – раствор вещества **D**. При добавлении индикатора метилоранжа к полученным растворам в обоих стаканах цвет менялся с бесцветного на красный. Тут учитель намекнул своим ученикам, что **C** и **D** принадлежат к одному и тому же классу неорганических соединений. Затем они решили получить еще одно вещество с таким же качественным составом – соединение **E**. Для этого он приготовил раствор соли **F**, а затем добавил к нему раствор серной кислоты (*реакция 5*). В этой реакции ионного обмена было получено вещество **E** и белый осадок **G**, нерастворимый в растворах щелочей и кислот.

После проведённых опытов, учитель подметил, что не во всех полученных соединениях **C**, **D** и **E** степень окисления **X** численно совпадает с валентностью, которую **X** проявляет в рассматриваемом соединении. Дополнительная информация о массовом содержании элементов Вам представлена в качестве таблицы:

Доля Вещество	$\omega(\text{H}), \%$	$\omega(\text{X}), \%$	$\omega(\text{O}), \%$
С	3,66	37,80	58,54
Д	3,06	31,63	65,31
Е	4,55	46,97	48,48
Ф	1,50	23,22	23,97
Н	1,25	38,75	60,00

1. К какому классу неорганических соединений принадлежат вещества **С**, **Д** и **Е**? А вещество **Н**? Свой ответ объясните.
2. Определите элемент **Х** и объясните историю происхождения его названия («несущий свет»).
3. Элемент **Х** может образовывать простые вещества разного строения, которые благодаря этому имеют различные цвета: белый, красный, чёрный и некоторые другие. Как называется это явление?
4. Определите **формулы и названия** веществ **А-Н**.
5. Запишите уравнения *реакций 1-5*.
6. Дайте определения понятиям «степень окисления» и «валентность».
7. Для соединений **С**, **Д**, **Е** и **Н** определите степень окисления и валентность элемента **Х** в них.

Задача 3. «Разложение нитратов»

Нитраты – общее название солей азотной кислоты. Все нитраты при определённой для каждого вещества температуре способны разлагаться. Интересно, что продукты реакции разложения нитрата зависят от того, каким именно катионом образована соль: все зависит от активности металла, которую можно определить по ряду активности металлов, приведенному в таблице Менделеева.

Вам представлена таблица с информацией о разложении трёх разных нитратов:

Вещество	Информация о разложении
А	Образуется бесцветный газ и соль (45,88 % масс. металла). В атмосфере газа вспыхивает тлеющая лучинка, а полученная соль состоит из тех же атомов, что и исходное А (<i>реакция 1</i>).
В	Активно разлагается, образуя жёлтый твёрдый остаток - вещество Х (92,83 % масс. металла) и смесь двух газов, один из которых окрашен в бурый цвет (<i>реакция 2</i>).
С	Разлагается при температуре выше 300 °С, образуя ту же смесь газов, что и вещество В , а в качестве твёрдого продукта реакции только простое вещество У белого цвета. из 1,000 г. вещества С образуется 0,6353 г. У (<i>реакция 3</i>).

Вопросы и задания:

1. Определите формулы нитратов **A-C**, свой ответ обязательно подтвердите расчетом. О каких газах идёт речь в задаче?
2. Запишите формулы веществ **X, Y** и уравнения *реакций 1-3*. Определите и опишите словами вкратце, как продукты реакции разложения нитрата зависят от активности металла, образующего соль.

Однако, существует ряд нитратов, нарушающих «закономерность», выведенную Вами в п.2. К таким относятся вещества **D-F**:

Вещество	Информация о разложении
D	Реакция протекает с образованием той же газовой смеси, что и в реакциях 2 и 3, а в качестве твёрдого продукта образуется соединение Z₁ (70,00 % масс. металла), в котором степень окисления металла больше, чем в D (<i>реакция 4</i>).
E	Протекает с образованием только бурого газа и твёрдого чёрного соединения Z₂ . При разложении 1,000 г. образуется примерно 250 мл. газа (н.у) (<i>реакция 5</i>).
F	Образуется смесь двух газов – несолеобразующий оксид, получивший название «веселящий газ», другой – пар, способный конденсироваться бесцветную жидкость, которая является одним из самых популярных растворителей. Твёрдых продуктов реакции нет (<i>реакция 6</i>).

3. Определите формулы нитратов **D-F**, приведите уравнения *реакций 4-6*.
4. Разлагается ли при высокой температуре сама азотная кислота? Если да, то запишите уравнение этой реакции.

Задача 4. «Малахит»

Малахит представляет собой соль меди, состав которой отражает химическая формула $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. Встречается в виде красивого зелёного минерала на Урале и территории СНГ, например, в Казахстане. Малахит искусственно можно получить в лаборатории. Вот одна из методик его синтеза: «В фарфоровой ступке смешать ... г. тонко растертого безводного сульфата меди CuSO_4 и гидрокарбонат натрия NaHCO_3 массой ... г. В стакане нагреть до 70-80 °С 200 мл. дистиллированной воды. Смесь высыпать небольшими порциями в воду, быстро перемешивая. Наблюдать обильное вспенивание – выделение углекислого газа CO_2 , следующие порции нужно вносить



только после прекращения выделения его пузырьков. Поддерживать температуру в течение 10-15 минут, пока весь газ не выделится из раствора. Дать отстояться осадку малахита, декантацией (аккуратным сливанием водного раствора от осадка) поместить полученный малахит на фильтровальную бумагу. При необходимости, для того чтобы избавиться от сульфат-анионов, оставшихся в растворе, к нему можно добавить раствор хлорида бария».

Вопросы и задания:

Примечание: Во всех расчетах примите $A_r(\text{Cu}) = 64$ г /моль.

1. Рассчитайте молярную массу малахита $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. К какой группе солей (**средние, кислые** или **основные**) он относится? К какой группе солей относятся CuSO_4 и NaHCO_3 ?
2. Запишите уравнение реакции образования малахита при взаимодействии CuSO_4 и NaHCO_3 и уравнение реакции взаимодействия оставшейся в растворе соли, содержащей анион SO_4^{2-} , с водным раствором хлорида бария.
3. По уравнению реакции синтеза рассчитайте, сколько г. CuSO_4 и NaHCO_3 необходимо взять для получения 22,2 г. искусственного малахита.
4. Иногда в лаборатории трудно найти безводный сульфат меди, можно найти его кристаллогидрат – медный купорос $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Рассчитайте, сколько г. необходимо взять медного купороса для получения такого же количества малахита, что и в пункте 3 задачи.
5. Рассчитайте массовую долю (в %) соли, оставшейся после получения и отделения от раствора малахита массой 22,2 г. и минимальную массу 20 %-ого водного раствора хлорида бария для полного осаждения сульфата.