

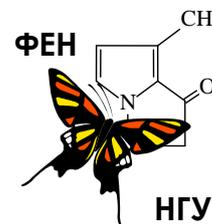


58-я Всесибирская открытая олимпиада школьников

Второй отборочный этап 2019-2020 уч. года

Задания по химии

10 класс



Дорогие ребята!

Вашему вниманию предлагается комплект заданий заочного тура Всесибирской олимпиады школьников по химии 2019-2020 года. В Вашем распоряжении целый месяц времени и все доступные методические ресурсы: библиотеки, книги, задачники, Интернет, школьная лаборатория и т.д. Единственное, о чем мы бы хотели Вас очень сильно попросить: постарайтесь выполнять задания максимально самостоятельно, не переписывая решения друг у друга.

Помните, что для того, чтобы попасть в число призеров, вовсе не обязательно правильно решить все задачи. Даже если Вам удастся найти частичное решение лишь к одному заданию, присылайте нам и его – для Вас это станет первым серьезным шагом на нелегком пути к познанию увлекательной и волшебной науки – химии. Мы, в свою очередь, будем знать о том, что где-то, может быть очень далеко от столицы Сибири, появился еще один любознательный школьник, интересы которого не ограничиваются дискотеками, развлекательными телепередачами, компьютерными играми и социальными сетями.

Для сокращения времени, затрачиваемого на проверку Ваших работ и процедуру подведения итогов, настоятельно просим Вас загружать Ваши решения на сайт отдельно по каждой задаче. Если у Вас нет возможности сканировать листы с решениями, попробуйте их сфотографировать, но обязательно затем проверьте, как они читаются на экране компьютера.

Успехов Вам во всех Ваших делах и начинаниях и с наступающим Новым годом!

С искренним уважением к Вам и Вашим педагогам и наставникам,

Методическая комиссия и жюри Всесибирской открытой олимпиады школьников по химии.

Задание 1. «Международный год периодической таблицы: финальный аккорд».

The crossword puzzle grid consists of the following numbered cells:

- 1: Red, 1x1
- 2: Red, 1x2
- 3: Blue, 1x1
- 4: Blue, 1x1
- 5: Blue, 1x1
- 6: Blue, 1x1
- 7: Blue, 1x1
- 8: Blue, 1x1
- 9: Yellow, 1x1
- 10: Yellow, 1x1
- 11: Yellow, 1x1
- 12: Yellow, 1x1
- 13: Yellow, 1x1
- 14: Red, 1x1
- 15: Green, 1x5
- 16: Green, 1x5
- 17: Green, 1x5
- 18: Green, 1x5

В Периодической системе (ПС) Д.И. Менделеева каждый элемент находится в отдельной ячейке (клетке). В предлагаемом Вашему вниманию варианте таблицы, похожем на ПС только внешне, русские названия химических элементов занимают целый столбец или строку (по одной букве в каждой клетке, включая клетку с цифрой).

Всего в нашей таблице-кроссворде зашифровано 18 химических элементов и соответствующих им простых веществ, причем располагаются они в ней под номерами, строго соответствующими приведенному ниже описанию.

Следом за описанием под буквами а) – л) зашифрованы характерные для 11 из 18 представленных в таблице элементов химические реакции (Э – зашифрованный элемент).

По вертикали (1-14).

1) Этот распространённый в космосе элемент в условиях звёздных температур существует в виде плазмы. В межзвёздном пространстве он находится в виде отдельных двухатомных молекул, атомов и ионов и может образовывать молекулярные облака, значительно различающиеся по размерам, плотности и температуре. Да и вообще на первом месте должен стоять именно этот элемент!

2) Название этого элемента происходит от имени греческого солнечного божества. Любопытен факт, что в названии этого легкого неметалла стоит окончание, более привычное для металлов.

3) Этот элемент довольно редкий, но настолько рассеянный, что присутствует практически везде. Простое вещество в твердом состоянии внешне напоминает металлы, однако в закрытом сосуде над ним наблюдается цветная «дымка», связанная с его испарением.

4) Простое вещество, образованное этим элементом, представляет собой крайне ядовитый двухатомный газ желтовато-зеленого цвета. С давних времен известны его отбеливающие свойства, способность обеззараживать воду. У человека и животных его отрицательно заряженный ион участвует в поддержании нужного осмотического давления в организме.

5) Этот химический элемент образует твердое, хрупкое, горючее простое вещество желтого цвета. Оно встречается в природе в самородном состоянии и известно человечеству с самых древних времен. Является одним из важнейших биогенных элементов, входит в состав аминокислот, витаминов, участвует в образовании третичной структуры белка.

6) Один из первых металлов, освоенных человеком. Высокая электропроводность позволяет использовать его для изготовления электрических проводов.

7) Крайне инертное простое вещество, образованное этим элементом, является одним из основных компонентов воздуха. Тем не менее, это один из тех элементов, без которых невозможна жизнь.

8) Этот очень твердый металл является одним из главных компонентов нержавеющей стали. Он образует соединения в нескольких степенях окисления. В низшей из них соли в водном растворе окрашены в голубой цвет, в средней (основной) степени окисления соединения имеют цвет от лило-

вого до изумрудно-зеленого. В высшей же степени окисления растворы его солей окрашены в желтый или оранжевый цвета.

9) Хрупкий активный металл серебристо-белого цвета, легко реагирующий как с кислотами, так и со щелочами. В виде сплавов известен еще с древних времен. Используется для защиты от коррозии железных ведер, водосточных труб, оконных карнизов и т.п.

10) Этот металл используется практически везде, из него делают множество инструментов, орудий труда и орудий войны. Сам элемент в составе сложного белка можно найти в существенных количествах даже в нашей крови.

11) Свойство этого активного металла гореть ослепительным белым пламенем широко используется не только при изготовлении осветительных и сигнальных ракет, но и в пиротехнике. Не так уж далеко ушли те времена, когда вспышку его небольшого количества предваряли словами «сейчас отсюда вылетит птичка».

12) Этот тяжелый мягкий металл используется как для изготовления боеприпасов, так и для защиты от рентгеновского излучения. Вплоть до недавнего времени довольно большое количество этого металла расходовалось для производства аккумуляторов и оболочек электрических кабелей.

13) «Несущий свет» элемент при нормальных условиях существует в виде нескольких устойчивых аллотропных модификаций. Он может быть как крайне ядовитым белым, существенно менее опасным красным, так и совершенно безопасным черным.

14) Драгоценный белый металл, в большом количестве используемый для изготовления ювелирных украшений. Самый недорогой и химически активный из благородных металлов.

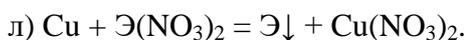
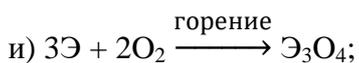
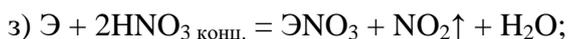
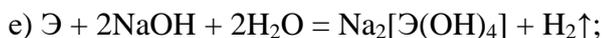
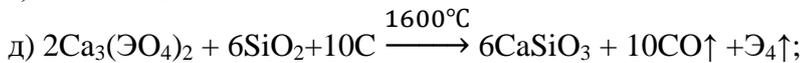
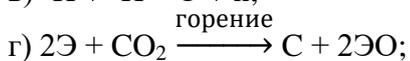
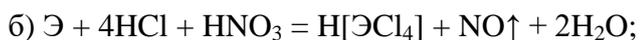
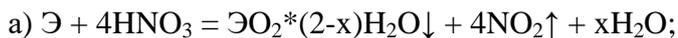
По горизонтали (15-18).

15) Паяльнику без него не обойтись, легкий, пластичный, легкоплавкий металл. Используется для лужения жести, идущей на изготовление консервных банок.

16) Этот тяжелый металл, имеющий очень низкую температуру плавления, известен с глубокой древности. Со многими другими металлами образует твердые и жидкие при комнатной температуре сплавы. Алхимики считали его главной составной частью всех металлов.

17) Красивый серебристо-желтый металл, плавящийся при температуре чуть выше комнатной. Но лучше поостеречься и не брать его в руки. Он настолько химически активен, что стоит только добавить к нему воды, как прогремит взрыв.

18) Один из самых инертных металлов, но при этом настолько мягкий, что можно попробовать его на зуб. В связи с его высокой ценностью люди не раз страдали из-за него лихорадкой.



1. Разгадайте названия описанных под номерами 1-18 химических элементов. Для 11 из них среди уравнений реакций а) – л) найдите по одному подходящему. Ответы перепишите на лист с Вашими решениями в формате «номер – слово – буква уравнения», например **3 – бор – д** или **8 – уран - X**.

Задание 2. «Оттенки синего цвета в минеральных пигментах».



A



B



C



D

Для изготовления ярких устойчивых красок человек с древнейших времен использует различные пигменты. В технологии лакокрасочных материалов этим словом называют тонкие порошки разных цветов, нерастворимые в средах, используемых для нанесения краски. Сначала люди использовали такие подручные материалы, как сажу (чёрный пигмент), цветные глины, различные минералы, получая из них пигменты измельчением, просеиванием и отмучиванием. Некоторые из этих натуральных пигментов были слишком дорогими или малостойкими и поэтому были постепенно заменены искусственными (синтетическими). По химической природе пигменты можно разделить на две большие группы – органические и неорганические (их еще называют минеральными). Минеральные пигменты характеризуются высокой прочностью, устойчивостью к свету, хорошей смешиваемостью и сочетаемостью со связующими средами.

В состав всех пигментов **A-D**, о которых идет речь в этой задаче, входит металл **X**.

Минерал **A** ($\omega_X = 55,31\%$) использовался в качестве пигмента синего цвета еще в Древнем Китае. В те времена он был единственным синим пигментом природного происхождения.

Для проведения анализа навеску чистого минерала **A** массой 1,000 г растворили в соляной кислоте [реакция 1]. При этом образовался раствор сине-зеленого цвета, и выделилось 129,9 мл (при н. у.) бесцветного газа без запаха, вызывающего помутнение известковой воды [2]. При добавлении к полученному сине-зеленому раствору натриевой щелочи образовался светло-голубой осадок [3], растворяющийся в водном растворе аммиака с образованием ярко-синего раствора [4] и разлагающийся при нагревании с образованием черного остатка [5].

1. Установите химическую формулу минерала **A**, подтвердите ответ расчетами, используя цифры полученные при его анализе. Как называется этот минерал? Приведите уравнения реакций [1-5].

В природе также распространен минерал **A**¹ ($\omega_X = 57,48\%$), имеющий такой же качественный состав, как и **A**. Если проводить анализ минерала **A**¹ по той же методике, мы будем наблюдать все те же признаки их протекания, но цифры получатся другие. Минерал **A**¹ обладает характерным зеленым цветом различных оттенков, от бирюзового, до темно-зеленого. В древности в условиях неполного сгорания угля (в присутствии в печи большого количества угарного газа) из этого минерала получали металл **X** [6].

2. Напишите формулу и название минерала **A**¹. Назовите этот минерал по традиционной химической номенклатуре.

3. Приведите уравнение реакции [6] и вычислите массу металла **X**, которую можно получить из 1 кг минерала **A**¹.

Первым исторически известным синтетическим пигментом синего цвета был пигмент **B** ($\omega_X = 16,90\%$). Его умели получать еще в 3600 году до н.э. в Древнем Египте. Также он был широко распространен в Греции и Римской Империи. Следы этого пигмента обнаружены на короне бюста царицы Нефертити. Еще он интересен тем, что обладает сильной люминесценцией в ИК области, что использовалось при поиске его следов на старых монументах, таких как Парфенон в Греции.

Пигмент **B** в Древнем Египте получали сплавлением минерала **A**¹, известняка и песка при 800-850 °С в присутствии поташа, галита или глауберовой соли в качестве плавня (вещества, в расплаве которого ведется синтез). При сплавлении 5,7 кг **A**¹, содержащего 12 масс.% примесей, 5,75 кг известняка (20 масс.% примесей) и 12,2 кг песка (10 масс.% примесей) получается до 17,3 кг пигмента **B** [7]. Считайте, что вещества взяты в соотношении, требующемся для получения пигмента (без избытка какого-то из них).

4. Напишите формулы и номенклатурные названия основных веществ, входящих в состав известняка, песка, поташа, галита и глауберовой соли.

5. Установите химическую формулу пигмента **В** (ответ подтвердите расчетом) и напишите уравнение реакции [7].

В Древнем Китае широко использовались пигменты **С** и **Д**.

Пигмент **С** имеет насыщенную синюю окраску. Его химическая формула будет точной такой же, как и у пигмента **В**, если в исходной формуле заменить символ одного химического элемента другим. Оба этих элемента находятся в одной группе ПСХЭ. Получали пигмент **С** сплавлением минерала **А**¹, песка и карбоната металла **У** при 900 °С (массовая доля **У** в карбонате $\omega_Y = 69,59\%$).

Пигмент **Д** пурпурного цвета содержит те же элементы, что и **С**, но соотношение элементов в нем немного другое. Массовая доля оксида элемента **Х** в **Д** составляет 22,5 %, оксида элемента **У** 43,4 %, остальное - оксид третьего элемента. Пигмент **Д** термически менее стабилен, чем **С**. При нагревании до 900-1000 °С он разлагается [8] с образованием пигмента **С**, черного порошка и соединения **Е**, содержащего 64,35% **У**. При нагревании до 1050 °С черный порошок становится красным [9].

6. Установите металл **У**, формулы пигментов **С**, **Д**, и соединения **Е**. Ответы подтвердите расчетами. Напишите уравнения реакций [8]-[9].

7. Назовите пигменты **А-Д** и вещество **Е** по традиционной химической номенклатуре.

Задание 3. «Устанавливаем формулы».

Химик-синтетик, впервые осуществив синтез неизвестного ранее вещества, зачастую сталкивается перед проблемой установления точного состава или простейшей формулы полученного соединения. Решению этой проблемы очень помогают данные элементного анализа, показывающие массовую долю каждого из элементов, входящих в состав нового вещества. Имея такие данные, профессиональный химик легко рассчитывает простейшую формулу. Давайте попробуем немного потренировать этот полезный навык, решив предложенную задачу.

№	Массовая доля элемента, %				
	Н	О	Н	Р	Са
1	1,6	76,2	22,2	–	–
2	–	–	–	34,0	66,0
3	0,74	47,0	–	22,8	29,5
4	0,85	53,7	11,8	–	33,7
5	5,3	55,6	12,2	26,9	–
6	–	44,1	–	24,4	31,5
7	0,84	40,0	–	25,8	33,4
8	5,04	60,0	35,0	–	–

1. По предложенному Вам теоретическому содержанию элементов в некоторых соединениях воспроизведите их брутто-формулы в виде $A_nB_mC_k$.

2. Представьте эти формулы в общепринятом виде и назовите соединения.

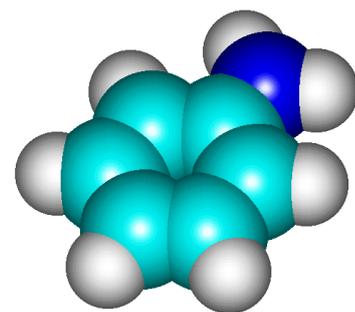
3. Напишите уравнения реакций каждого из соединений, представленных в таблице, с избытком вещества **1**. Если для проведения реакции требуется нагревание, или реакция не идет ни в каких условиях, обязательно укажите это.

4. С какими еще (кроме **1**) веществами реагирует соединение **4** при совместном растирании или спекании? А с какими веществами в тех же условиях реагирует соединение **2**? Если к смеси добавить воды и подогреть, то **2** прореагирует и с **6**. Напишите уравнения всех этих реакций.

Задание 4. «Черепашка».

Органические производные аммиака – амины являются важнейшим классом органических соединений, нашедшим широкое применение в современной промышленности.

Наиболее известным ароматическим амином является самый простой из них – анилин. Из бензола его можно получить в две стадии: на первой из них бензол нитруется смесью концентрированных азотной и серной кислот (получается соединение **А**), на второй стадии продукт нитрования восстанавливается (например, сульфидом аммония).

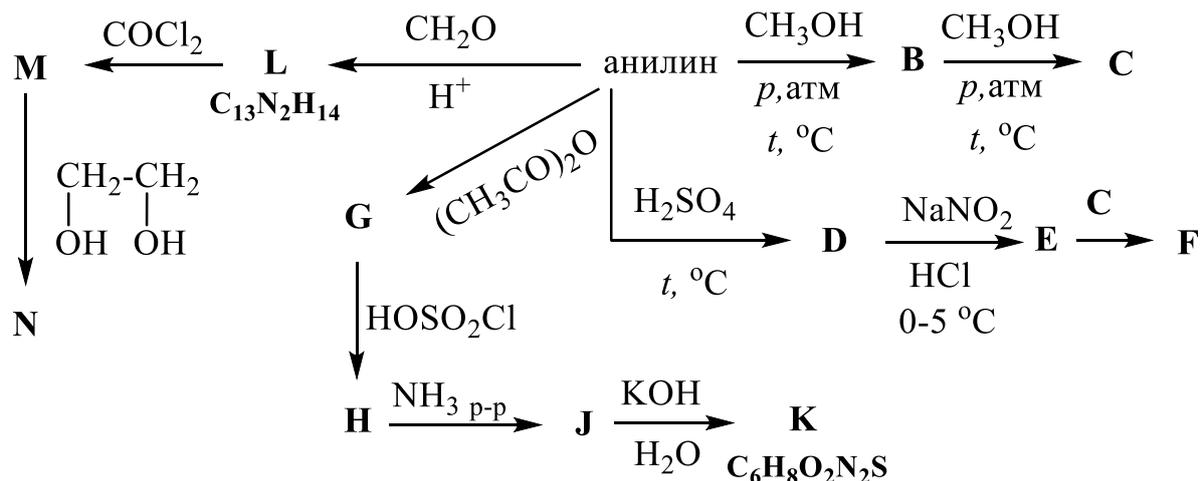


1. Приведите уравнение реакции получения соединения **A**, структурные формулы соединения **A** и анилина. Реакция восстановления соединения **A** в анилин сульфидом аммония является именной. Назовите фамилию русского химика, который открыл эту реакцию. Как называется смесь серной и азотной кислот, которую используют для нитрования.

Органические амины имеют неподеленную электронную пару на атоме азота, вследствие чего в водных растворах проявляют основные свойства. Электронодонорные заместители, связанные с атомом азота, увеличивают основность аминов, электроноакцепторные её уменьшают.

2. Расположите в порядке увеличения основности следующие соединения: метиламин, аммиак, анилин, *N*-этиланилин.

Анилин является широко распространенным исходным сырьем для производства множества важных продуктов: антибиотиков, красителей, полимеров и т.д. Синтез ряда таких соединений приведен на схеме.



3. Изобразите структурные формулы соединений **B-K**.

4. Метилоранжевый (соединение **F**) широко используется в качестве индикатора для кислотно-основного титрования. В какой цвет окрашивается раствор метилоранжевого в кислой и щелочной средах?

Соединение **K** (белый стрептоцид) впервые было синтезировано в 1908 г. австрийским студентом-химиком П. Гельмо как основа для устойчивых красителей. О том, что сульфаниламид может быть эффективен против опасных инфекций, двадцать лет никто не догадывался. Только в 1939 году за изобретение противомикробного препарата красного стрептоцида (производного сульфаниламида) Герхард Домагк получил Нобелевскую премию. Как выяснилось позднее, антимикробный эффект от применения красного стрептоцида обусловлен действием именно белого стрептоцида, образующегося из красного в процессе метаболизма. В настоящее время мазь на основе белого стрептоцида (массовая доля 10 %) широко используется как антибиотик для обработки ран, ожогов, фурункулов, угрей.

5. Рассчитайте, какое количество (моль) стрептоцида нужно взять для приготовления 1 тюбика мази (масса мази в тюбике 25 г). Вычислите, какую массу анилина необходимо взять для получения этого количества стрептоцида, если считать, что выход на каждой стадии составляет 85 %?

Полиуретаны, которые образуются при взаимодействии диолов с диизоцианатами, прочно вошли в нашу жизнь. Они используются в обувной, строительной, автомобильной и мебельной промышленности. Одним из самых простых изоцианатов, из которого делают полиуретаны, является соединение **M**.

6. Приведите структурные формулы соединений **L, M** и мономерного звена полимера **N**.