



**«Университетская среда для учителей»
в Московском государственном
университете имени М.В.Ломоносова**

**Основные подходы к решению
задач по химии олимпиад
высокого уровня**

30 ноября 2019 года

Химический факультет



Проект «Университетская среда для учителей» – новый проект Департамента образования города Москвы, направленный на укрепление взаимодействия московских школ и вузов в столичном образовательном и социокультурном пространстве с целью совершенствования образовательного процесса в общеобразовательных учреждениях. В рамках данного проекта в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова проводятся лекции, мастер-классы, круглые столы для педагогов Москвы.

Аннотация мероприятия

«Основные подходы к решению задач по химии олимпиад высокого уровня»:

Участникам мероприятия будет представлен анализ результатов участников регионального и заключительного этапов Всероссийской олимпиады школьников по химии 2018/2019 учебного года, анализ заданий и разбор основных методов решения сложных задач. Будут рассмотрены особенности подготовки школьников к олимпиадам.

Подробнее узнать о других мероприятиях проекта «Университетская среда для учителей» можно на сайте Городского методического центра г. Москвы: <http://mosmethod.ru> и <http://konkurs.mosmethod.ru>.

Основные подходы к решению задач по химии олимпиад высокого уровня

В.Д. Долженко

кандидат химических наук,
доцент кафедры неорганической химии
химического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова

Структура и этапы Всероссийской олимпиады школьников по химии

Всероссийская олимпиада школьников (ВсОШ) является самой массовой олимпиадой в России. В школьном этапе ВсОШ по химии по данным министерства Просвещения РФ принимает участие около полумиллиона школьников, в муниципальном – девяносто две тысячи человек, в региональном – более пяти тысяч человек и в заключительном примерно двести пятьдесят человек 45% из которых становятся призерами и победителями. Таким образом, в ходе олимпиады ежегодно отбирается 120 наиболее подготовленных и талантливых школьников страны.

Следует отметить, что ВсОШ регулируется Приказом Министерства образования и науки РФ от 18 ноября 2013 г. N 1252 "Об утверждении Порядка проведения всероссийской олимпиады школьников" и рядом дополнений и поправок к этому документу. В настоящее время разрабатывается новый Порядок проведения ВсОШ, создан Федеральный центр олимпиадного движения, проводится реорганизация системы управления ВсОШ.

Согласно действующему законодательству задания школьного этапа (ШЭ) разрабатывают муниципальные предметно-методические комиссии, задания муниципального этапа (МЭ) составляют региональные предметно-методические комиссии. Задания регионального (РЭ) и заключительного этапов (ЗЭ) составляют центральные предметно-методические комиссии (ЦПМК). Каждый год ЦПМК разрабатывает «Методические рекомендации по проведению школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады школьников», которыми муниципальные и региональные комиссии должны руководствоваться. В Москве и ряде других регионов задания школьного и муниципального этапов единые для всего региона и олимпиады проводятся одновременно.

Уровень сложности задач олимпиады от этапа к этапу должен увеличиваться, чтобы с одной стороны провоцировать школьников к более

глубокому изучению предмета при проходе на следующий этап олимпиады, а с другой стороны, дифференцировать участников при их возрастающем среднем уровне.

Проблема, с которой приходится сталкиваться при составлении заданий регионального этапа – это разный средний уровень участников муниципального этапа в различных регионах страны. Полагаю, что с подобной проблемой сталкиваются и региональные комиссии при составлении заданий муниципального этапа. Печально, что в существующей системе отбора сильнейших ориентироваться приходится на средний уровень участников наиболее успешных регионов, в которых проводится политика по подготовке кадров для ВсОШ, а участники из других регионов часто не могут понять, как решать сложные задачи регионального этапа, так как до этого такие задачи перед ними никто не ставил. В этой «гонке вооружений» выигрывают богатые регионы с хорошим кадровым потенциалом. А развитие системы поощрения победителей и призеров рано или поздно должно привести к полному формальному доминированию г. Москвы в этой гонке.

Анализ результатов регионального этапа 2018/2019 года

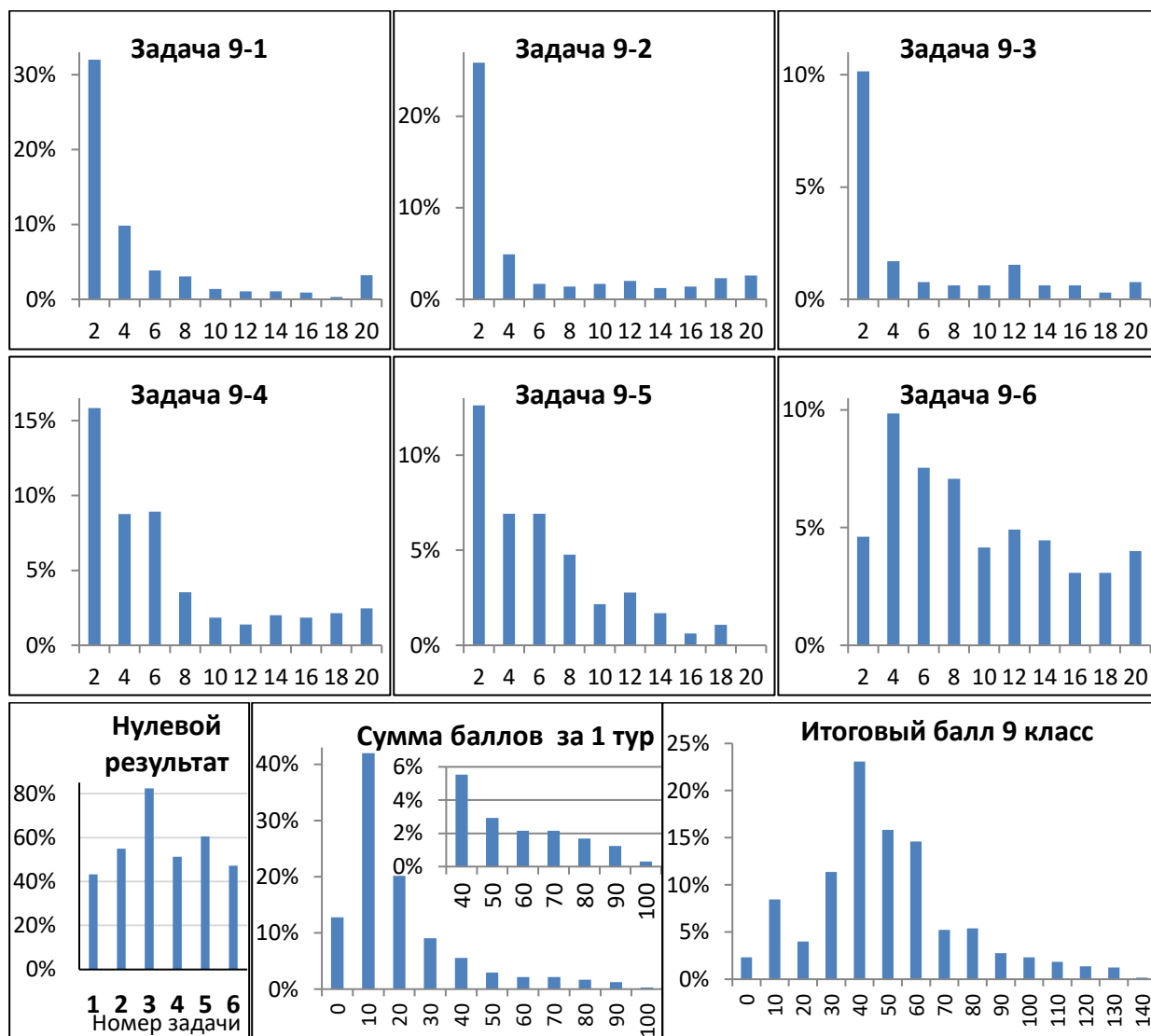
Для анализа результатов регионального этапа использовали результаты оценивания отдельных задач в различных регионах. Статистка неполная, она основана на отчетах региональных Жюри, присланных в ЦПК по химии. В статистике учитываются 1917 участников из более чем 5 тысяч.

В 2017/2018 и 2018/2019 учебных годах в заданиях регионального этапа было шесть задач, причем в суммарном балле должны были учитываться только пять из них, за которые участник получил наибольшее число баллов. Наиболее разумной стратегией в данных условиях является выбор самой сложной по внешним признакам задачи и решение остальных. В качестве основного критерия может служить типизация задачи и отсев, если она относится к незнакомому типу.

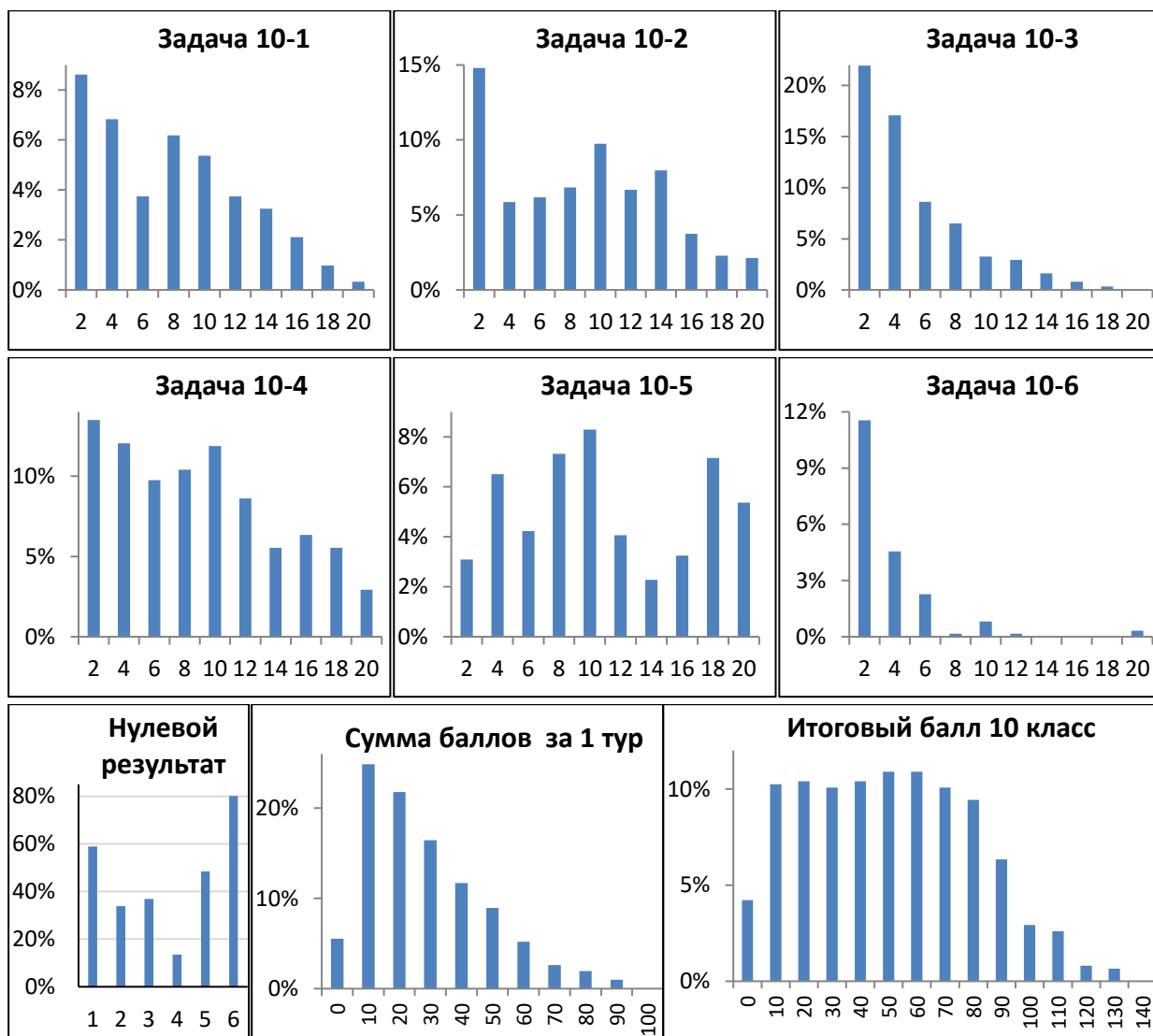
На приведенных гистограммах отражена доля участников, набравших баллы в интервале от 0 до 2, от 2 до 4 и т.д. (левая граница не включена $(0;2]$), от общего числа участников. Привести долю от числа решавших не представляется возможным, т.к. в ряде регионов не решавшим задачу участникам в ведомость выставляют 0, также как и тем, кто решал, но не смог. Отдельно приведена доля участников, получивших нулевой результат за задачу. На гистограмме «Сумма баллов за 1 тур» левый столбец отвечает доле участников, набравших за первый тур в сумме 0 баллов (зря пришли на олимпиаду), далее следует доля участников, набравших от 0 до 10, от 10 до 20 и т.д. (левая граница не включена $(0;10]$). И на гистограмме «Итоговый балл»

приведено распределение участников по сумме баллов за два тура, примечательно, что итоговый ноль баллов сохраняется и здесь, причём большое количество «нулевых» участников наблюдается во вполне успешных регионах.

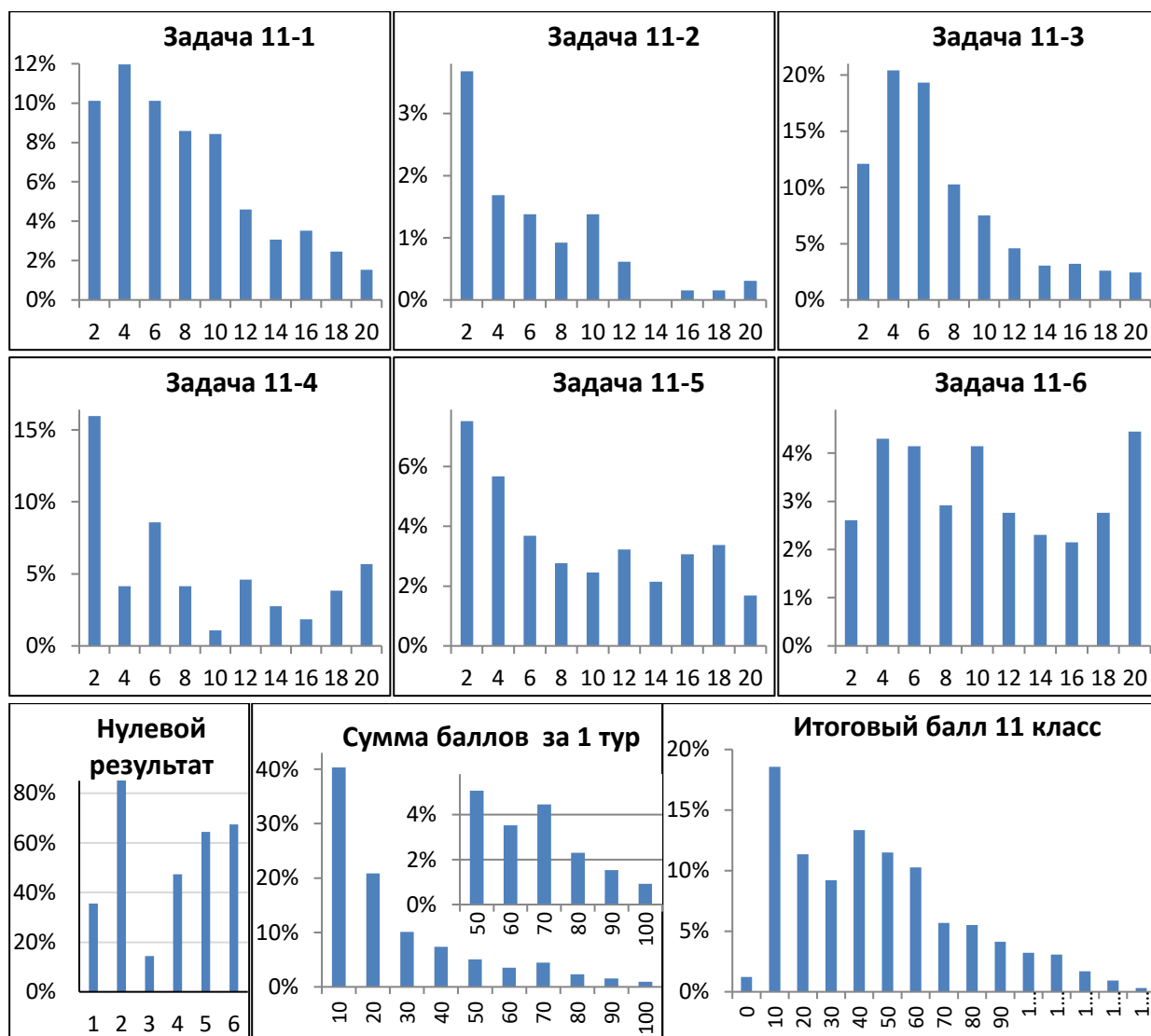
Статистика решения задач участниками в 9 классе (650 чел.)



Статистика решения задач участниками в 10 классе (615 чел.)



Статистика решения задач участниками в 11 классе (652 чел.)



Типы задач регионального и заключительного этапов

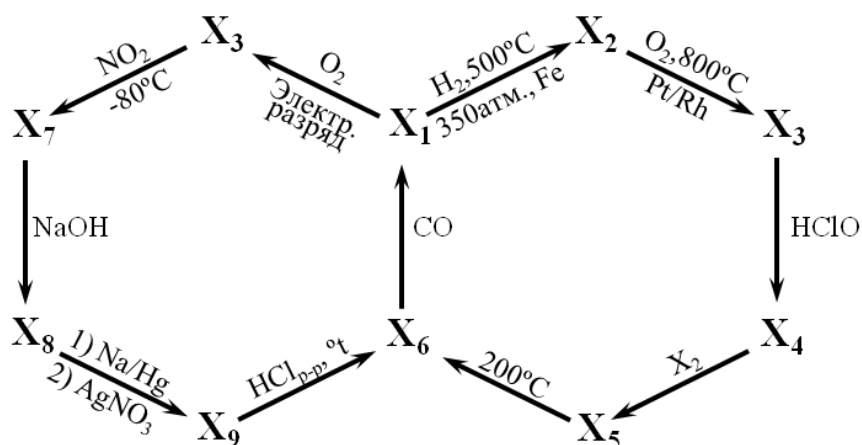
Задачи могут быть классифицированы по тематике: неорганика, органика, физическая химия, смежные; по форме: цепочка, «сказка», о соседях, химический анализ, вычислительная, структурная, головоломка.

Рассмотрим более подробно последнюю классификацию.

Цепочка – это задача, в которой необходимо определить неизвестные вещества, образующиеся в ходе химических превращений в указанных условиях (иногда требуется указать условия получения из одного известного вещества – другого).

Примером может служить следующая задача (9-1 ЗЭ 15/16, автор: Э. С. Сапарбаев):

На предлагаемой Вашему вниманию схеме представлены превращения веществ $X_1 - X_9$, содержащих в своем составе один и тот же элемент.



В таблице приведены некоторые свойства веществ.

Вещество	Окраска вещества при н.у.	Среда при растворении в воде	$T_{пл.}, ^\circ C$	$T_{кип.}, ^\circ C$
X_1	Не окрашено	Нейтральная	-210	-196
X_2	Не окрашено	Щелочная	-78	-33
X_3	Не окрашено	Нейтральная	-164	-152
X_7	Синяя	Кислая	-102	4,5

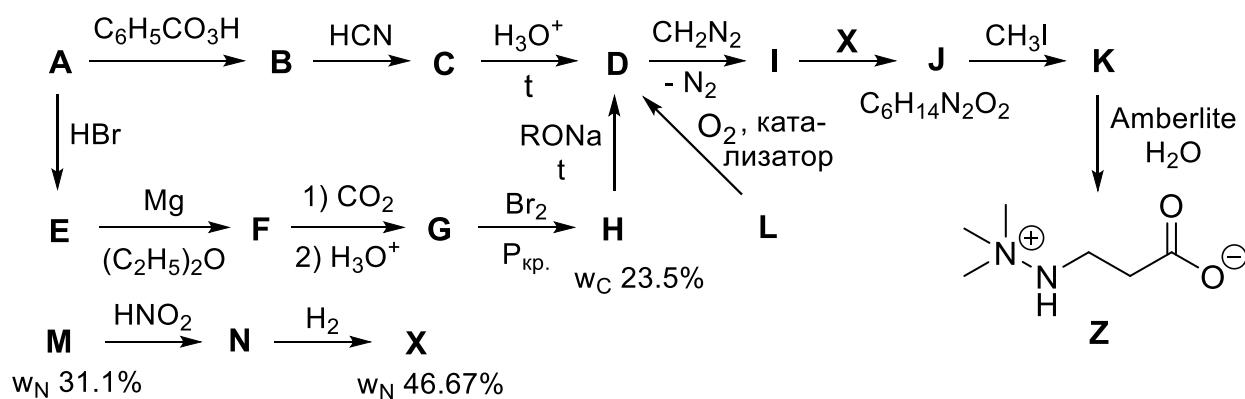
1. Установите формулы и названия веществ $X_1 - X_9$. Оценивается любое ОДНО из правильных названий каждого из веществ.

2. Напишите уравнения представленных на схеме реакций.

Для решения необходимо, используя дополнительные данные, определить элемент, превращения соединений которого изображены в данной цепочке, а затем определить продукты последовательных превращений. В качестве дополнительных данных приведены физические свойства веществ, а также среда при растворении в воде. Часто условия образования веществ являются специфичными и «узнаваемыми», в частности синтез аммиака ($X_1 \rightarrow X_2$) или окисление аммиака до NO ($X_2 \rightarrow X_3$). Подсказкой может служить структура цепочки, тем не менее для успешного решения часто необходимо знать условия образования достаточно экзотических соединений.

Другим примером Цепочки может служить задание по органической химии (11-3 РЭ 16/17, автор А.М. Зима):

Соединение **Z** изначально описано в виде цвиттер-иона, а идея его синтеза возникла в связи с необходимостью утилизации ракетного топлива **X**, которое получают из другого крупнотоннажного продукта **M**. Простейшее в своем классе вещество **A** является самым производимым органическим соединением в мире и используется для получения в одну стадию наиболее распространенного полимера, широко применяемого в повседневной жизни, а также соединения **B**, занимающего второе место по объему использования **A**. Соединение **L** – ближайший гомолог **A**; оно также в большом масштабе используется для получения полимеров. Вещества **D** и **I** применяются при производстве лакокрасочных материалов и в качестве мономеров для получения высокомолекулярных соединений.



1. Напишите структурные формулы соединений **A–N** и **X**. Дополнительно известно, что Amberlite IRA-400 – сильноосновная анионообменная смола.

2. Приведите формулы для описанных в условии задачи полимеров, полученных из соединений **I** и **L**.

3. Напишите уравнения реакций полного окисления **X** в ракетном топливе такими окислителями, как: а) кислород, б) тетраоксид диазота и в) азотная кислота.

В данном случае известен конечный продукт, и при решении задачи необходимо восстановить все исходные вещества. В качестве дополнительных условий приведены массовые доли элементов в ряде соединений, что позволяет подтвердить или предположить их состав.

В последние годы Цепочки чаще всего встречаются среди задач по органической химии. Основной, а часто и единственный вопрос в таких задачах – это определение неизвестных веществ.

«Сказка» – задача близкая, по сути, к Цепочке, но наряду со схемой превращения в ней подробно описаны условия синтезов, наблюдения. Как

правило, «Сказка» содержит больше дополнительной информации. Структура задачи позволяет вводить разнородную дополнительную информацию, но это приводит к увеличению объёма текста задания.

Ниже приведен пример такой задачи (9-2 РЭ 17/18, автор: Д.В. Кузнецов):

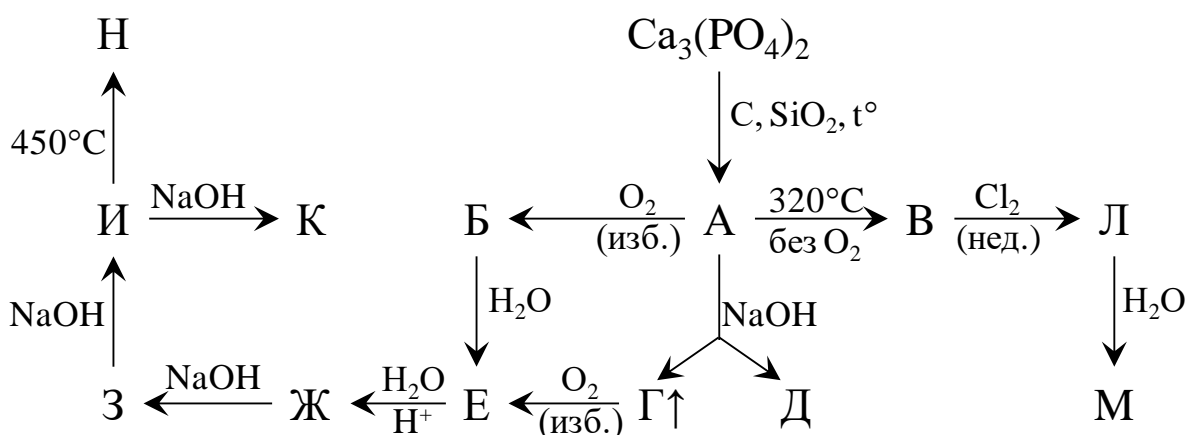
При восстановлении фосфата кальция углём с добавлением оксида кремния отгоняют пары простого вещества **А** (р-ция 1), которые конденсируются в виде желтоватых кристаллов. Вещество **А** способно самовоспламеняться на воздухе, сгорая до крайне гигроскопичного **Б** (р-ция 2). При нагревании **А** без доступа воздуха образуется красное вещество **В** (р-ция 3). Кипячение **А** с концентрированным раствором гидроксида натрия приводит к диспропорционированию с выделением газа **Г** и образованию в растворе соли **Д** (р-ция 4). Соль **Д** является сильным восстановителем. Из 0.25 г **А** может быть получено 45.2 мл (н.у.) **Г**.

Газ **Г** легко воспламеняется при поджигании на воздухе образуя кислоту **Е** (р-ция 5), при растворении которой в воде образуется известная каждому школьнику кислота **Ж** (р-ция 6). Кислота **Е** образуется также если оставить **Б** на влажном воздухе (р-ция 7). При нейтрализации **Ж** раствором гидроксида натрия, последовательно образует соли **З**, **И** и **К** (р-ции 8-10).

При хлорировании **В** в недостатке хлора можно получить жидкость **Л** (р-ция 11), при гидролизе которой образуется кислота **М** (р-ция 12).

При пиролизе **И** образуется средняя соль **Н** еще одной кислоты (р-ция 13), содержащей мостиковый (соединенный с двумя атомами фосфора) атом кислорода.

Все перечисленные вещества **А** – **Н** содержат элемент **Х**. Ниже приведена схема описанных превращений:



Вопросы:

1. Определите элемент **Х** и вещества **А** – **Н**. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений.

2. Из водного раствора соль **Д** выделяется в виде кристаллогидрата, содержащего 16.98 % воды. Определите его состав.
3. Предложите структурные формулы кислот **Ж**, **М**, а также кислот, соответствующих солям **Д** и **Н**. Для каждой кислоты определите и обоснуйте основность.

В этой задаче известно исходное вещество, что сделано для облегчения, однако по законам жанра задача «Сказка» чаще всего бывает закрытой, т.е. в ней неизвестны все вещества цепочки превращений. Дополнительная информация может содержаться не только в основном тексте, но и в тексте вопросов.

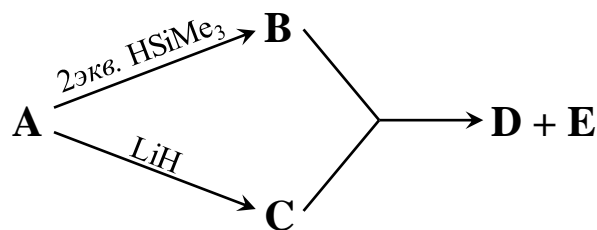
Задачи **о соседях** встречаются часто в форме «сказки», отличие заключается в том, что в этом типе задач описываются химические свойства простых веществ и соединений элементов расположенных рядом в таблице Д.И. Менделеева. Как правило, один из элементов хорошо знаком участникам олимпиады, а другой или другие в школьной программе не представлены (11-1 РЭ 18/19, автор: В.Д. Долженко):

Элементы **X**, **Y** и **Z** относятся к одной группе таблицы Д.И. Менделеева. Самый легкий из них **X** имеет несколько аллотропных модификаций, плавится при очень высокой температуре, в кристаллическом виде почти ни с чем не реагирует, в аморфном виде реагирует с азотной кислотой при нагревании. Элемент **Z** проявляет металлические свойства, простое вещество имеет низкую температуру плавления. Молярные массы **X** и **Z** отличаются почти в 19 раз, а **Y** и **Z** примерно в 3 раза.

Вопросы:

- 1) Определите **X**, **Y** и **Z**.
- 2) Напишите уравнения реакций **X** с концентрированной азотной кислотой, а **Y** и **Z** с разбавленной.
- 3) В чем отличие поведения нитрата металла **Z** в высшей степени окисления от нитрата **Y**? В качестве иллюстрации приведите пример, химической реакции, которая могла бы протекать только для нитрата **Z**.
- 4) Какие свойства проявляет гидратированный оксид **Y** в высшей степени окисления в водном растворе в отличие от аналогичных соединений **X** и **Z**? Запишите уравнения реакций гидратированного оксида **Y**, иллюстрирующие это свойство.

5) Известно, что X и Y образуют гидриды сходного строения. Гидрид Y (D) получают из хлорида A в соответствии со следующей схемой:



Все вещества $A - E$ содержат атомы Y , массовая доля Y в E равна 60.55%.

Запишите уравнения реакций, подробно опишите какие условия необходимо соблюдать при проведении этих реакций, выбор условий обоснуйте.

Изобразите строение D .

В приведенной задаче неизвестные элементы относятся к 13 группе периодической системы Д.И. Менделеева, а вопросы проверяют знания школьников о характере изменения кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений элементов в высших состояниях окисления.

Приведенная ниже задача включает большое число соседей поэтому о каждом из них сообщается немного (9-1 РЭ 17/18, автор: И.А. Седов):

Найдите три идущих подряд в периодической системе химических элемента X , Y и Z (X – с наименьшим порядковым номером, Z – с наибольшим, например, X – водород, Y – гелий, Z – литий), отвечающих указанному условию. В решении для каждого из пунктов 1–4 укажите по одной тройке элементов. **В каждом пункте тройки разные.**

1. Может протекать реакция $XZ_{(\text{газ})} + YZ_{2(\text{газ})} = XZ_{2(\text{газ})} + YZ_{(\text{газ})}$. Напишите уравнение реакции.

2. X образует только один оксид белого цвета (A), Y образует фиолетовый (B) и белый (C) оксиды, последний содержит 40 % кислорода по массе, Z образует несколько оксидов различного состава чёрного цвета и оранжевый оксид (D).

Запишите формулы оксидов $A - D$. Состав C подтвердите расчетом.

3. Простые вещества, образованные X , Y и Z были взяты в мольном соотношении 1 : 1 : 1, при этом их массы составили 1,00 г, 2,07 г и 0,57 г соответственно. Приведите по одному уравнению реакции между простыми веществами образованными X и Z , а также Y и Z .

4. X в большинстве своих соединений проявляет степень окисления +3, в редких случаях он способен проявлять степень окисления +2,

степень окисления **Y** – в соединениях только +3, а **Z** – в основном проявляет степень окисления +4 и очень редко +2 и +3.

В данной задаче первый вопрос на общую эрудицию, второй и третий расчетные, а четвертый сложный вопрос на понимание характера изменения устойчивости различных степеней окисления при увеличении заряда ядра и изменении электронного строения атомов.

Химический анализ или «Что у меня в руке?» предполагает единственное загаданное вещество, а текст задачи – это описание проводимого химического анализа, т.е. если в Цепочках и Сказках приведены последовательные превращения, то в рассматриваемом типе задачи описаны химические свойства только одного вещества. Часто задачи начинаются словами «Юный химик **X** обнаружил банку с неподписанным реактивом...». В приведенной ниже задаче сначала описан синтез, а затем приводится химический анализ синтезированного соединения, т.е. задача не является «чистым» примером (*Н-3 2тур ЗЭ 16/17, автор В.А. Моторнов*):

Юный химик взял в лаборатории белый порошок бинарного соединения **A**, содержащего элемент **X**, растворил в холодной воде (**р-ция 1**). После этого добавил в полученный раствор избыток раствора гидроксида натрия и пропустил через него ток хлора (**р-ция 2**). При этом образовался бесцветный раствор вещества **B**.

Раствор соли **B**, в котором содержался также избыток гипохлорита натрия, Юный химик смешал с раствором бледно-розовой соли **B** металла **Y**, . При этом получился ярко-красный раствор (**р-ция 3**), при высаливании этиловым спиртом из раствора выпал осадок кристаллогидрата **G**.

Для анализа полученного вещества Юный химик нагревал 0.5000 г **G** его при 150°C пока масса не перестала изменяться, масса остатка составила 0.3664 г (**р-ция 4**). Далее Юный химик пропустил в ток сернистого газа в водный раствор 0.5000г **G** (**р-ция 5**). После прекращения реакции он нагрел раствор для удаления избытка сернистого газа из раствора и разделил его на две равные части. К первой он добавил небольшой избыток нитрата серебра (**р-ция 6**). При этом выпал желтоватый осадок **D** массой 0.1452 г. А после отделения осадка к фильтрату Юный химик добавил небольшой избыток раствора хлорида бария (**р-ция 7**). Выпавший белый осадок **E** он отделил высушил и взвесил, его масса составила 0.6252 г. Вторую часть раствора Юный химик охладил и добавил к ней раствор гидросульфида аммония (**р-ция 8**). При этом образовался осадок розового цвета **Ж**, содержащий

металл **У**, который Юный химик отделил и высушил в атмосфере азота при 100°C, масса осадка составила 0.0179 г.

Вещество **А** способно реагировать с угарным газом даже при комнатной температуре (**р-ция 9**). В результате этого взаимодействия образуется простое вещество **З**, которое окрашивает крахмал, и бесцветный газ **И**, входящий в состав воздуха, с относительной плотностью по водороду равной 21.83. Вещество **Б** является солью кислоты **К**, которая образует среднюю соль серебра **Л**. Известно, что соль **В** дает осадок **Е** с солями бария. В природе металл **У** встречается в виде оксида **М**.

Массовые доли элементов **Х** и **У** в некоторых соединениях:

	А	Б	В	Д	Л	М
$\omega(X), \%$	76.04	43.18		54.05	16.65	
$\omega(Y), \%$			19.84			63.20

Вопросы:

1. Определите элементы **Х**, **У**, вещества **А - М**. Ответ обоснуйте. Состав **А, Б, В, Д, Л, М** подтвердите расчетом.
2. Напишите уравнения реакций (**1 – 9**). Реакции **6 - 8** напишите в сокращенной ионной форме.
3. Почему вещество **Ж** юный химик сушил в атмосфере азота? Что произойдет, если нагревать это вещество на воздухе, напишите уравнение реакции.

Пример другого рода – это анализ природного или исторического объекта и в этом случае анализируемый объект может представлять из себя не только индивидуальное вещество, но и смесь двух и более веществ, что в условии никак не оговаривается, но следует из результатов анализа (9-1 РЭ 17/18, авторы А.А. Дроздов и М.Н. Андреев)

Венская известь образуется при прокаливании природного минерала **Х**, причем из 1 кг **Х** может быть получено 521.7 г извести. Если известь сильно и долго прокалить, то она бурно реагирует с водой, увеличиваясь в объеме и образуя 619.5 г белого кристаллического продукта. При растворении этого продукта в избытке соляной кислоты получается бесцветный раствор, из которого добавлением избытка насыщенного сульфата натрия может быть теоретически выделено 934.8 г белого кристаллического вещества **У** нерастворимого в кислотах. Навеска этого вещества массой 10 г при нагревании до 350 °С теряет 2.093 г.

Вопросы:

- 1) Определите состав венской извести в массовых процентах, если известно, что она окрашивает пламя в кирпично-красный цвет;

- 2) Найдите формулу минерала **X** и вещества **Y**. Приведите тривиальные названия этих веществ;
- 3) Запишите уравнение реакции взаимодействия **X** с соляной кислотой. Рассчитайте минимальный объем 20%-ной соляной кислоты (плотность 1.1 г/мл), необходимой для перевода в раствор 1 г минерала **X**;
- 4) На сколько увеличится масса венской извести при её обработке водой без предварительного сильного нагревания.

В данном случае наличие катионов кальция очевидно из окраски пламени и образования осадка при добавлении сульфата натрия, однако приведенные в условии задачи массы веществ невозможно объяснить в предположении, что после прокаливания извести образуется оксид кальция. А так как известь образуется из природного минерала, и кальцию в природе часто сопутствует магний, можно предположить, что венская известь – это смесь соединений кальция и магния, что подтверждается расчетами.

Вычислительные задачи, как правило, встречаются среди задач по физической химии. Целью таких задач является вычисление по известной или приведенной в задании формуле параметров (11-6 РЭ 18/19, автор: В.В. Еремин):

Вещества **A**, **B**, **C**, **D**, **E** вступают в реакции разложения, одни в растворе, другие – в газовой фазе. Для первых начальная концентрация равна 0.20 моль/л, для вторых известно начальное давление – 30 кПа. При этих условиях период полураспада каждого вещества равен 2.5 мин.

Все реакции имеют целый или полуцелый кинетический порядок по реагенту. Определите порядок для каждой реакции, если известно, что:

1. Через 2.5 мин после начала реакции скорость реакции разложения вещества **A** оказалась в 2.83 раза меньше, чем в начале реакции.

2. Вещество **B** разлагается по уравнению: $B_{(г)} \rightarrow X_{(г)} + Y_{(г)}$ при постоянном объёме. Через 5.0 мин общее давление стало равно 50 кПа.

3. При начальной концентрации 0.10 моль/л период полураспада вещества **C** составил 4.0 мин.

4. Вещество **D** практически закончилось через 5.0 мин.

5. Числа, выражающие давление вещества **E** (в кПа) через 5, 10, 15 мин после начала реакции, образуют геометрическую прогрессию.

Заполните таблицу:

Вещество	A	B	C	D	E
Порядок реакции разложения					

Ответ **обязательно** подтвердите вычислениями и/или рассуждениями.

Справочная информация.

Для реакции n -го порядка скорость реакции прямо пропорциональна n -й степени концентрации (давления) реагента.

Зависимость концентрации реагента от времени:

$\ln C(t) = \ln C_0 - kt$ для реакции 1-го порядка

$\frac{1}{C(t)^{n-1}} = \frac{1}{C_0^{n-1}} + (n-1)kt$ для реакции n -го порядка ($n \neq 1$)

Иногда вычислительные задачи встречаются и в других разделах, тогда вычислить требуется молярную массу вещества или элемента и определить их (9-1 РЭ 14/15, авторы: О.В. Архангельская, В.Д. Долженко):

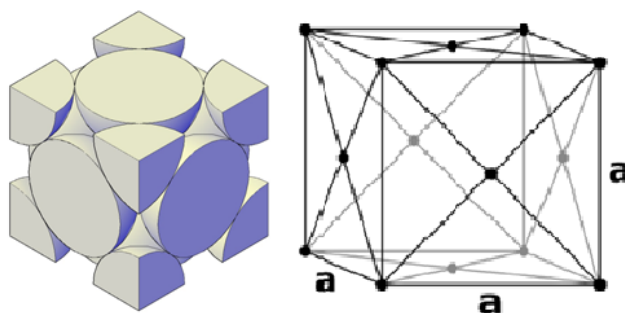
Образец сплава калия с еще одним щелочным металлом массой 20,00 г обработали избытком воды. При этом выделилось 2,87 л газа (измерено при 25,0 °С и давлении 105,00 кПа).

1. Рассчитайте, какой металл входил в сплав с калием, учитывая, что мольная доля ни одного из его компонентов не превышает 60 %.
2. Рассчитайте массовую долю калия в сплаве.
3. Рассчитайте максимальную массу Fe_3O_4 , которую можно восстановить до железа выделившимся газом.

Для решения таких задач, как правило, не требуется специальных знаний, необходимо понимание сути описанных в задаче явлений и умения грамотно подставлять данные в условия числа, используя верные единицы измерения.

Структурные задачи в последние годы часто входят в комплекты РЭ и ЗЭ. Это задачи, требующие анализа изображений кристаллических структур, расчет числа атомов их соотношений, геометрических параметров (кратчайшие расстояния между атомами, объём ячейки) и др. Иногда в сложной задаче встречается изображение структуры в качестве одного из элементов задания. В качестве примера ниже приведена задача про неизвестное соединение, для которого известна структура. В качестве дополнительных вопросов участникам предлагается привести некоторые свойства этого вещества и простых веществ, из которых оно получено (9-3 РЭ 17/18, автор: В.Д. Долженко):

Благородный металл жёлтого цвета **X** имеет кубическую гранецентрированную кристаллическую решетку (см. рисунок, атомы располагаются в вершинах куба, и в центре каждой его грани). Плотность металла 19.30 г/см³, параметр a элементарной ячейки равен 4.0781Å.



1. Рассчитайте радиус атома X , определите число атомов в элементарной ячейке, учитывая, что атомы могут принадлежать одновременно нескольким ячейкам. Рассчитайте молярную массу X , используя данные задачи. Определите металл X .

При сплавлении в автоклаве металла X с легкоплавким активным металлом Y золотистого цвета образуется прозрачное кристаллическое вещество жёлтого цвета Z . Элементарная ячейка вещества Z изображена на рисунке (атомы одного сорта располагаются в вершинах куба, атом другого сорта располагается в центре куба). Плотность вещества составляет 7.08 г/см^3 , параметр a элементарной ячейки равен 4.262 \AA .

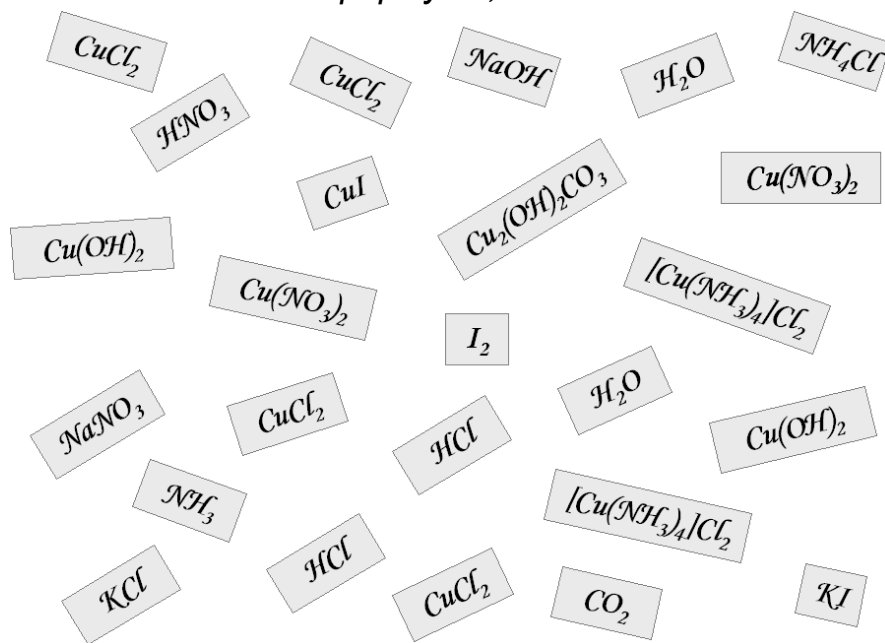


2. В каком мольном отношении X и Y входят в это соединение? Рассчитайте молярную массу Y , используя данные задачи. Определите металл Y .
3. Вещество Z имеет ионное строение, какие степени окисления X и Y в этом соединении, ответ обоснуйте. Оцените (больше или меньше какой-то величины) ионные радиусы, ответ обоснуйте. Назовите Z .
4. Запишите уравнения реакций металла Y и вещества Z с водой. Обсудите возможность взаимодействия X , Y и Z с кислородом, запишите уравнения реакций (не менее 3-х) и условия их протекания.

В данной задаче зашифровано необычное ионное соединение CsAu , образующееся из металлов.

Головоломка – эта задача, в которой необходимо восстановить полную информацию по её части. Подавляющее большинство задач именно такие, но в данном типе задач подчеркивается это явно подчеркивается. В частности, задачи в которых приводятся правые части уравнений реакций (продукты реакции со стехиометрическими коэффициентами) относятся к этому типу, однако в практике регионального и тем более заключительного этапа в явном виде такие задачи не встречаются, а вот на муниципальном или школьном уровне они уместны. Примером задачи-головоломки на РЭ может служить следующая (9-4 РЭ 16/17, автор: В.В. Аняру):

Химик Колбочкин расследовал вместе с полицией интересное дело. Требовалось узнать, какую цепочку химических превращений элемента **X** осуществил в своей лаборатории химик **N**. Однако **N** сжег свой лабораторный журнал, и спасти удалось только страницу, на которой **N** писал вещества, которые ему были необходимы для проведения реакций и продукты реакций. Итак, в распоряжении Колбочкина находятся лишь формулы, вот они:



Известно, что цепочка превращений линейная, а все реакции протекают без нагревания. В реакциях участвуют только приведенные вещества, причем все они задействованы (лишних формул нет).

Спасибо за внимание!

Группа в Facebook для учителей: «Летняя школа учителей химии МГУ»

<https://www.facebook.com/groups/108545219773496/>

Дополнительное образование на химическом факультете:

<http://www.chem.msu.ru/rus/addedu/>

Ассоциация учителей и преподавателей химии:

<http://auph.ru/>

Электронная почта: chem.dpo@hist.msu.ru

Ждем вас в стенах Московского университета!



<http://teacher.msu.ru>



<http://mosmetod.ru>



Дополнительное образование в МГУ



www.msu.ru/dopobr



dopobr@rector.msu.ru



facebook.com/dopobr.msu



vk.com/dopobr_msu