

Подготовка к олимпиадам по химии. Качественные задачи

Г.М. Можаяев, ТюмГУ, ТОГИРРО.

Среди разнообразия задач, предлагаемых школьникам на химических олимпиадах, важное место занимают качественные химические задачи. Качественные задачи - это задачи, в которых количественные характеристики отсутствуют вообще, или они носят вспомогательный характер. Существуют различные типы качественных задач:

1. Объяснение наблюдаемых или описанных явлений;
2. Распознавание веществ, доказательство их качественного состава.
3. Разделение смесей, очистка от примесей.
4. Получение веществ.
5. Классификация - отнесение веществ или явлений к определенным классам.

Решение качественных задач предполагает использование определений, формулировок законов, написания и анализа химических формул и уравнений реакций, зарисовку приборов. Качественные задачи могут быть элементами комбинированных расчетных задач, а также составной частью задач, предлагаемых на экспериментальном туре олимпиады.

Из всего многообразия качественных задач остановимся, прежде всего, на первом типе.

1. Объяснение наблюдаемых или описанных явлений

Объяснение химических явлений требует, как правило, написания уравнений реакций. Задача осложняется тем, что вещества, участвующие в явлениях названы не все или вообще не названы. Таким образом, на первый план выходит определение неизвестных веществ и химических элементов по отдельным свойствам и признакам протекающих реакций.

Условия таких задач могут быть сформулированы в виде записи неполных схем реакций, где указаны только исходные вещества, или только продукты реакций, некоторые вещества не указаны и обозначены пропусками или буквами X, Y, и т.п. Иногда схемы отдельных реакций соединяются в цепочку превращений, линейную или разветвленную, или в еще более сложную структуру.

Для решения таких задачи нужно внимательно проанализировать эти схемы, постараться найти что-то знакомое, догадаться. Конечно, такая догадка не возникает на пустом месте. Она придет тем легче, чем больше свойств веществ и признаков реакций знает ученик. Тогда, анализируя схемы, он сможет найти в них подсказку, облегчающую решение задачи. Например, сможет понять, что неизвестный химический элемент X - это некоторый металл, или что пропущенное вещество скорее всего серная кислота.

Если в схеме реакции указаны коэффициенты, или в тексте содержатся указания на молярные соотношения веществ – это часто помогает определить основность или кислотность соединений, валентность химических элементов, число функциональных групп в органических веществах.

Более сложный вариант качественных задач может быть полностью представлен в текстовой форме, как описание некоторых химических превращений. Объемный текст с большим числом обозначений веществ, описаний свойств, множество другой разнородной информации способны привести решающего в состояние ступора.

Первое, что можно посоветовать при решении такого вида задач - преобразовать их из текстовой формы в схематическую, вынести на эти схемы основную информацию текста. Это помогает лучше понять содержащуюся в тексте информацию, найти необходимые подсказки. Такими подсказками могут служить тривиальные названия некоторых веществ,

названия природных минералов («угарный газ», «мрамор»). Знание состава важнейших минералов позволит ученику понять, о химии какого элемента идет речь, и постепенно расшифровать ее полностью.

Конечно, многие задачи олимпиад являются комбинированными, и в целом качественная задача может содержать отдельные количественные характеристики. Относительная плотность неизвестного газа, массовая доля элемента в составе соединения соотношение масс или объемов при химических реакциях могут сказать о них многое. Умение использовать такие характеристики, проводить простейшие расчеты тоже будет помогать в решении качественных задач.

Особенностью качественных задач по органической химии является то, что в них зачастую указаны молекулярные формулы веществ, которые, однако, не позволяют однозначно определить вещество. Тем не менее это важная информация, которую участник олимпиады должен научиться использовать. Так, простое сравнение молекулярных формул исходных веществ и продуктов способно подсказать сущность реакции – является она реакцией разложения или соединения, какая молекула при этом присоединяется или отщепляется. Это в свою очередь позволит сделать вывод о наличии определенных функциональных групп.

Анализ молекулярной формулы позволяет сделать и некоторые выводы о строении вещества, определить является оно насыщенным или ненасыщенным. Большая степень ненасыщенности может говорить о наличии в структуре вещества ароматического цикла. Разумеется, умение строить структурные формулы возможных изомеров также важно для участников олимпиад старших классов.

Особенностью органической химии является и то, что многие реакции в ней являются именными. Часть из них изучается в школьном курсе и может встретиться в качественных задачах. Этой информацией тоже надо владеть участнику олимпиады.

В заключение нужно отметить, что качественные задачи этого типа встречаются не только в заданиях олимпиад, но и в заданиях государственной итоговой аттестации выпускников 9-х и 11-х классов. К ним можно отнести цепочки превращений, задания с развернутым типом «мысленный эксперимент» ГИА-9 и 11 класса. Таким образом, умение решать олимпиадные задачи поможет ученику и на этапе государственной итоговой аттестации по химии.

[Разбор примеров решения конкретных задач](#)

2. Распознавание веществ, доказательство их качественного состава

Это второй, часто встречающийся на олимпиадах тип качественных химических задач. В условии таких задач обычно говорится о неподписанных склянках, перепутанных этикетках и т.п., а целью задачи является нахождение способа распознавания указанных веществ. Список возможных реактивов обычно ограничен - от одного-двух по выбору, до "только индикаторы" и до полного отсутствия каких-либо дополнительных реактивов. Подобные задачи могут быть предложены и на экспериментальном туре, тогда они становятся экспериментальными задачами.

Решение подобных задач следует начинать с анализа физических свойств веществ, которые могут быть указаны в условии задачи: цвет, запах, растворимость. Чтобы это уверенно делать нужно изучить характерные цвета солей различных металлов, хотя бы самых распространенных (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu). Характерные запахи могут иметь раствор аммиака и сероводородная вода, раствор йода, уксусной кислоты. Из-за сильного гидролиза заметным запахом будут обладать и растворы сульфидов, карбоната аммония. Растворимость поможет распознать вещества, если они даны в твердом состоянии, органические жидкости.

Но, как правило, распознавание веществ только по физическим свойствам не считается полным решением задачи. Его желательно подтвердить характерными химическими реакциями. Если в условии задачи даны какие-либо дополнительные реактивы (среди них может быть вода, индикаторы, растворы каких либо веществ), анализируется возможность их взаимодействия с распознаваемыми веществами. Проще всего это делать в табличной форме, заносая предполагаемые признаки реакций или их отсутствие в ячейки таблицы. Анализируя эти признаки можно составить план распознавания веществ.

Если же дополнительных реактивов нет, или реакции с ними не дают полного решения задачи, приходится анализировать возможность взаимодействия веществ между собой. Решение подобных задач также начинается с составления таблицы: матрицы взаимодействий веществ между собой (параллельно записываются уравнения соответствующих реакций):

	вещество А	вещество Б	вещество В	вещество Г	вещество Д
Физические свойства	-	цвет	-	запах	-
Реактив 1	-	-	ос.	-	-
Реактив 2	-	-	-	-	газ
вещество А		-	-	ос.(р)	-
вещество Б	-		газ	ос.+газ	-
вещество В	-	газ		-	-
вещество Г	ос.(р)	ос.+газ	-		-
вещество Д	-	-	-	-	
Итог	ос.(р)	газ, ос.+газ	газ	ос.(р), ос.+газ	нет

В ячейки матрицы сокращениями или условными обозначениями (стрелки) заносятся признаки протекания реакций - изменение цвета, образование осадков, их возможная растворимость в избытке одного из реактивов, выделение газа, появление запаха. Следует обратить внимание, что не всякая химическая реакция сопровождается заметным эффектом.

В строке "Итог" суммируются все возможные эффекты для данного вещества. Часто итоговая строка показывает, что вещества отличаются между собой по числу и характеру эффектов. Это позволяет построить достаточно простой план распознавания:

Однако могут быть и более сложные задачи, где и полное изучение взаимодействий не приводит к полному решению. Тогда требуются дополнительные исследования. Это может быть зависимость образования осадка от порядка смешения реактивов, растворение одного из полученных осадков в избытке реактива или в уже открытом веществе, или его растворение при нагревании, или изменение цвета. Подсказку может дать и структура осадка: студенистый ($Al(OH)_3$), мелкокристаллический ($BaSO_4$), "творожистый" ($AgCl$)... Конечно, воспользоваться этими подсказками сможет тот, кто имеет определенную практическую подготовку.

На теоретическом туре решение подобной задачи требует обычно описания плана определения веществ, написания уравнений реакций, указания их признаков. На

экспериментальном туре план решения следует реализовать на практике и указать вещества, зашифрованные каждым номером.

Возможен и другой вид задач, где уже описан весь эксперимент и указаны признаки реакций веществ и нужно по этой информации определить, в какой склянке находится каждое вещество. Общий план решения подобных задач аналогичен предыдущему: нужно систематизировать информацию в табличной форме, сопоставить с реальными свойствами указанных веществ, и на основании этого анализа найти ответы на поставленные вопросы.

Задачи на распознавание могут быть предложены и для органических веществ. Здесь, как правило, даются дополнительные реактивы. Определению органических веществ поможет знание их физических свойств. Так, пробирки с алканом, галогеналканом и спиртом легко распознать, добавив к ним воды: нерастворимые в воде алкан (легче воды) и хлоралкан (тяжелее воды) образуют органический слой над или под водным слоем, а спирт полностью растворится.

Задания, связанные с распознаванием веществ, используются в заданиях итоговой аттестации выпускников. Как правило, в них школьники должны указать либо реагент, позволяющий распознать пару веществ, либо признаки реакций, протекающих между веществами. Поэтому выработанные умения пригодятся участнику олимпиады и на итоговой аттестации.

[Разбор примеров решения конкретных задач](#)

Дополнительные материалы

[Химические олимпиады](#) (раздел сайта КонТрен, в котором можно найти задания и решения олимпиад предыдущих лет)

[Задачи, которых не должно быть, и метод их решения](#) (о расстановке коэффициентов в уравнениях несуществующих реакций)

[Задания СЗ ГИА по химии 9 класса](#) (2011 г., распознавание веществ)

[Каталог заданий экспериментального тура](#) областной олимпиады по химии (экспериментальные задачи обычно включают в себя решение качественной задачи)

[Методические материалы кафедры ЕМД / Химия](#)