

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

В.В.Лунин, И.А.Тюльков, О.В.Архангельская

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**по разработке заданий для школьного и муниципального этапов
всероссийской олимпиады школьников по химии в 2010/2011 учебном году**

Москва – 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ЧАСТЬ I. Подготовка и проведение школьного этапа.....	4
1. Подготовительная стадия.....	4
2. Основная стадия.....	6
3. Заключительная стадия.....	7
ЧАСТЬ II. Подготовка и проведение муниципального этапа.....	7
1. Подготовительная стадия.....	7
2. Основная стадия.....	8
3. Заключительная стадия.....	8
ЧАСТЬ III. Система оценивания.....	9
ЧАСТЬ IV. Примеры заданий	10
ЧАСТЬ V. Литература.....	19
ЧАСТЬ VI. Интернет ресурсы.....	22

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации подготовлены центральной предметно-методической комиссией по химии в помощь соответствующим предметно-методическим комиссиям в составлении заданий и проведении школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады школьников по химии в субъектах Российской Федерации.

Методические материалы содержат рекомендации по порядку проведения школьного и муниципального этапов по химии, советы по содержанию олимпиадных заданий, рекомендуемые источники информации для подготовки задач, а также рекомендации по оцениванию решений участников олимпиад.

Согласно приказу Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 2 декабря 2009 г. N 695 "Об утверждении Положения о всероссийской олимпиаде школьников" Олимпиада проводится в четыре этапа. Школьный и муниципальный являются наиболее массовыми.

Центральная предметно-методическая комиссия по химии разработала организационно-методические принципы [1] примерную программу содержания всех этапов Олимпиады [2].

Как и у любого мероприятия, любой этап Олимпиады имеет несколько организационных стадий, каждая из которых важна.

В первую очередь, это подготовительная стадия. Она обязательно включает нормативное сопровождение мероприятия; информационное обеспечение Олимпиады; подготовку задач с решениями и системой оценивания (содержательной компоненты Олимпиады); подготовку материально-технической базы Олимпиады. Важным на этой стадии является обеспечение эффективного взаимодействия всех участников подготовки и проведения того или иного этапа Олимпиады.

После тщательной подготовки наступает основная стадия проведения Олимпиады. Организаторы олимпиадных мероприятий четко и слаженно работают по подготовленному заранее плану, в который входит проведение туров, проверка и показ работ, реализация культурной программы, организация питания, проживания и других больших и малых дел, которые остаются скрыты для глаз большинства участников Олимпиады.

После подведения итогов и торжественного награждения победителей Олимпиада не заканчивается, а переходит в заключительную стадию. Готовятся отчеты,

анализируются результаты, делаются выводы о комплектах задач и т.д. При этом эта стадия логично переходит в подготовительную стадию следующего этапа Олимпиады.

Методическое пособие: «Методические рекомендации по разработке заданий для школьного и муниципального этапов всероссийской олимпиады школьников по химии в 2010/2011 учебном году» обсуждено и утверждено на заседании центральной методической комиссии по химии (протокол № 2/2010 от 29 мая 2010 года).

Председатель центральной
предметно-методической комиссии по химии

В.В.Лунин

ЧАСТЬ I. Подготовка и проведение школьного этапа

Школьный этап Олимпиады проводится образовательной организацией с 1 октября по 15 ноября по четырем возрастным параллелям (8, 9, 10, 11 классы) по олимпиадным заданиям, разработанным предметно-методической комиссией муниципального этапа с учетом методических рекомендаций центральной предметно-методической комиссии по химии. Задания могут быть авторскими или выбраны из литературных источников, [3-5,8]. **Ссылка на литературный источник обязательна.**

Подготовительная стадия

Организатором школьного этапа создается оргкомитет и жюри.

Только принцип добровольности может привлечь учащихся к осмысленной и плодотворной работе в период подготовки к Олимпиаде. Этому также способствует создание выставки учебной и научно-популярной литературы по химии, ежегодно пополняющейся картотеки с подборкой химических задач предыдущих лет. Если в школе нет дополнительных занятий по химии, то необходимо провести 1-2 занятия для тех, кто собирается участвовать в Олимпиаде, ознакомить школьников с целями Олимпиады, регламентом ее проведения, с примерами заданий.

Информационная поддержка школьного этапа Олимпиады заключается в широком оповещении через интернет (при наличии у школы собственного интернет-сайта), внутришкольных СМИ.

Очному туру может предшествовать проведение заочной Олимпиады. На стенде (на школьном сайте) вывешиваются задания, и указывается срок, до которого учащиеся могут подать свои решения. На очный тур в первую очередь приглашаются ребята,

показавшие хорошие результаты при выполнении заданий заочного тура. Информация о проведении очного тура вывешивается на школьных стендах, передается по школьному радио, а также, если у школы есть свой сайт, то и в Интернете.

Преимущества проведения заочного тура заключается в:

1. стимулировании учащихся к самостоятельной работе, чтению популярной литературы, дает возможность выйти за рамки учебника, расширению кругозора учащихся;
2. возможности решать задания в удобное время и в менее жестких, нежели на очном туре, временных рамках.
3. расширении разнообразия форм организации деятельности учащихся – доклад, реферат, конструирование моделей, проведение экспериментов.

При подготовке заданий центральная предметно-методическая комиссия рекомендует использовать примерную программу содержания Олимпиады. Причем число заданий на этом этапе должно быть достаточно большим (более шести), задания разнообразными по содержанию, типу. Одни задачи должны быть довольно простыми, не выходящими за рамки изученного материала. Это могут быть задания из контрольных или самостоятельных работ в школе или подобные им, но они должны охватывать весь материал по этому предмету, освоенный школьниками к моменту Олимпиады, то есть быть комбинированными и, желательно, иметь межпредметные связи. Уровень сложности и трудности заданий школьного этапа должен быть доступным для большинства школьников, но по своей форме они должны отличаться от контрольной работы по химии необычностью постановки вопроса, а в ответах на них должны предполагаться приемы решений, которые не являются стандартными. Задания школьного этапа должны носить в большей степени занимательный характер.

В Приморском крае, например, в заочной Олимпиаде учащимся обычно предлагается 8-12 задач. Обязательно присутствуют задачи обычного “школьного” уровня сложности. Такие задачи по силам практически всем участникам Олимпиады, поэтому ни один из них не будет считать себя обделенным, ущербным, совершенно ни к чему не годным. В тоже время, в Олимпиаду обязательно включаются задачи, для решения которых учащимся приходится пользоваться дополнительной литературой, консультироваться с химиками высокой квалификации (школьными учителями,

учеными, преподавателями ВУЗов). Решение таких задач стимулирует у учащихся целеустремленность, волю к победе и, что самое главное, интерес к химии.

Основная стадия.

Школьный этап Олимпиады обычно проводится после уроков, во время факультативных занятий или в воскресенье.

Участников Олимпиады приветствуют администрация школы и учителя химии. После этого участники Олимпиады расходятся по аудиториям. Рассадка осуществляется организаторами, так, чтобы рядом не сидели учащиеся из одной параллели.

На теоретический тур отводится не более 4 астрономических часов.

Центральная предметно-методическая комиссия настоятельно рекомендует проводить экспериментальный тур (не более 2-х часов). Если это невозможно, то в комплект включается задача, требующая мысленного эксперимента.

После окончания тура работы собираются, проводится их шифрование, затем жюри, в состав которого входят учителя химии данной школы проверяют олимпиадные работы. Очень важно иметь единые подходы к проверке заданий (один член жюри проверяет только одну задачу во всех работах) и отбора победителей.

Определение победителей и призеров школьного этапа проводится по результатам выполнения работ, сведенных в ранжированные по мере убывания набранных участниками баллов итоговые таблицы по каждой параллели участников. После составления итоговой таблицы, жюри Олимпиады формирует списки школьников, отобранных на муниципальный этап согласно установленной квоте.

Большое воспитательное значение имеет подведение итогов Олимпиады в торжественной обстановке. Победители отмечаются в приказе директора школы и могут быть награждены книгами по химии.

Победителей необходимо обязательно поощрять уже на этом этапе, причем торжественно, на глазах у всей школы (линейка или общее собрание) с вручением грамот (обязательно) и подарков (по мере возможности). Дополнительным стимулом может быть отличная оценка по предмету за четверть.

Заккрытие Олимпиады проводится в торжественной обстановке. Победителей поздравляют и награждают в присутствии одноклассников и их родителей. О

достижениях лучших химиков сообщается в школьных газетах, по школьному радио, на сайте образовательного учреждения.

Заключительная стадия.

С целью повышения эффективности школьного тура по окончании Олимпиады целесообразно вывесить в школе подробные решения задач с анализом допущенных ошибок и неточностей

Местный оргкомитет подводит итоги, анализирует положительные и отрицательные стороны проведения школьного этапа Олимпиады и, на основании этого, готовит отчет, который передает в местные органы управления образованием и высылает на адрес центральной предметно-методической комиссии по химии (**olga.arkh@gmail.com**) или **tia2007@rambler.ru..**

К отчету прилагаются:

- Списки участников, направленных на муниципальный этап.
- Сводные ведомости результатов Олимпиады по каждому классу.
- Условия, решения и система оценивания задач, по которым проводился школьный этап.

ЧАСТЬ II. Подготовка и проведение муниципального этапа

Муниципальный этап Олимпиады проводится органами местного самоуправления муниципальных и городских округов в сфере образования с 15 ноября по 15 декабря по четырем возрастным параллелям (8-11 классы) по олимпиадным заданиям, разработанным предметно-методической комиссией регионального этапа с учетом методических рекомендаций центральной методической комиссии по химии. В муниципальном этапе принимают участие обучающиеся 8-11 классов образовательных организаций – победители и призеры школьного этапа текущего года.

Подготовительная стадия

Организатором муниципального этапа создается оргкомитет и жюри.

Информационная поддержка муниципального этапа Олимпиады заключается в широком оповещении через интернет, внутришкольных и муниципальных СМИ.

Рекомендации к заданиям даны в школьном этапе.

Основная стадия.

Муниципальный этап Олимпиады обычно проводится в один из выходных дней ноября-декабря.

Участников Олимпиады приветствуют члены оргкомитета и жюри. После этого участники Олимпиады расходятся по аудиториям. Рассадка осуществляется организаторами, так, чтобы рядом не сидели учащиеся из одного класса одного и того же образовательного учреждения.

На теоретический тур отводится не более 4 астрономических часов.

Центральная предметно-методическая комиссия настоятельно рекомендует проводить экспериментальный тур (не более 2-х часов). Если это невозможно, то в комплект включается задача, требующая мысленного эксперимента.

После окончания тура работы собираются, проводится их шифрование, затем жюри проверяют олимпиадные работы. Очень важно иметь единые подходы к проверке заданий (один проверяющий проверяет только одну задачу во всех работах) и отбора победителей.

Определение победителей и призеров муниципального этапа проводится по результатам выполнения работ, сведенных в ранжированные по мере убывания набранных участниками баллов итоговые таблицы по каждой параллели участников. После составления итоговой таблицы, жюри Олимпиады формирует списки школьников, отобранных на региональный этап согласно установленной квоте.

Большое воспитательное значение имеет подведение итогов Олимпиады в торжественной обстановке. Победители отмечаются в приказе директора школы и могут быть награждены книгами по химии.

Заккрытие муниципального этапа Олимпиады проводится в торжественной обстановке. Победителей поздравляют и награждают в присутствии одноклассников и их родителей. О достижениях лучших химиков сообщается в школьных газетах, по школьному радио, на сайте образовательного учреждения, а также в муниципальных СМИ.

Заключительная стадия.

С целью повышения эффективности муниципального этапа по окончании Олимпиады целесообразно довести до участников и учителей подробные решения задач с анализом допущенных ошибок и неточностей.

Оргкомитет муниципального этапа анализирует итоги и, на основании этого, готовит отчет, который передает в региональные органы управления образованием и высылает на адрес центральной предметно-методической комиссии по химии (**olga.arkh@gmail.com** или **tia2007@rambler.ru.**)

К отчету прилагаются:

- Списки участников, направленных на региональный этап.
- Сводные ведомости результатов олимпиады по каждому классу.
- Условия, решения и система оценивания задач, по которым проводился муниципальный этап.

Для работы в жюри на всех этапах Олимпиады поощряется привлечение работников НИИ, вузов, аспирантов, студентов и старшеклассников – в прошлом участников Олимпиад. На школьном и муниципальном этапах – полезна помощь старшеклассников.

В приложении (1) приведены примеры задач, для школьного и муниципального этапов Олимпиады школьников 8-11 классов. Ориентируясь на них, методическая комиссия соответствующего этапа может составить подходящий для конкретного случая комплект заданий, исходя из пройденного на момент проведения Олимпиады материала.

В приложении (2) приведен список рекомендуемой для подготовки к этапам Олимпиады литературы и интернет порталов.

ЧАСТЬ III. Система оценивания.

1. В каждом задании баллы выставляются за каждый элемент (шаг) решения.
2. Балл должен быть целым положительным числом.
3. Баллы за правильно выполненные элементы решения суммируются.

4. Шаги, требующие формальных знаний, тривиальных расчетов, оцениваются ниже, чем те, в которых показано умение логически рассуждать, творчески мыслить, проявлять интуицию. Таким образом, так называемые бонусные баллы за сложные элементы присутствуют **в каждом задании**.

5. **Каждое задание оценивается одинаковым максимальным числом баллов** (как простые (утешительные), так и сложные (дифференцирующие)). Только в этом случае все школьники получают удовлетворение от выполненной работы, даже если они не оказались в числе призеров, не потеряют интерес к решению задач и к изучению предмета. Таким образом, будет выполнена одна из основных целей Олимпиады – создание и закрепление интереса к предмету.

6. **На разных этапах Олимпиады суммарный балл за задание не обязательно должен быть одинаковым.**

7. Оценивается правильный результат решения при любом разумном пути к ответу.

ЧАСТЬ IV. Примеры заданий.

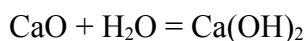
Типичной «олимпиадной» задачей является задача, в которой требуется получить численный ответ, но, на первый взгляд в задании нет практически никаких данных для расчетов.

Задача 1.

При пропускании паров воды через оксид кальция масса реакционной смеси увеличилась на 9,65%. Определите процентный состав полученной твердой смеси.

РЕШЕНИЕ.

1. Запишем уравнения химической реакции:



2. На основании анализа условия задачи следует, что:

- конечная смесь является твердым веществом и состоит из оксида и гидроксида кальция;
- вода прореагировала полностью и прирост массы реакционной смеси равен массе прореагировавшей воды.

3. Проведем расчеты:

пусть исходное количество оксида кальция равна x моль, тогда:

$$m(\text{H}_2\text{O}_{\text{прореаг.}}) = (40+16)x \cdot 0,0965 = 5,4x,$$

$$V(\text{H}_2\text{O}_{\text{прореаг.}}) = 5,4x/18 = 0,3x = V(\text{CaO}_{\text{прореаг.}}) = V(\text{Ca(OH)}_2, \text{образов.})$$

$$m(\text{CaO}_{\text{оставш.}}) = 0,7x(40+16) = 39,2x,$$

$$m(\text{Ca(OH)}_2, \text{образов.}) = (40+32+2)0,3x = 22,2x,$$

$$m(\text{смеси}) = 61,4x$$

$$w(\text{CaO}) = 3920x/61,4x = 63,84\% \quad w(\text{Ca(OH)}_2) = 2220x/61,4x = 36,16\%$$

$$\text{Ответ: } w(\text{CaO}) = 63,84\% \quad w(\text{Ca(OH)}_2) = 36,16\%$$

Задача 2.

После растворения смеси хлорида бария и сульфата натрия в воде, масса образовавшегося осадка оказалась в 3 раза **меньше** массы солей в фильтрате. Определите массовые доли солей в исходной смеси, если известно, что в фильтрате отсутствуют хлорид ионы.

РЕШЕНИЕ:

Молярная масса	142	208		233		58,5
	Na_2SO_4 +	BaCl_2	=	$\text{BaSO}_4\downarrow$	+	2NaCl
Было, моль	x	y		0		0
Прореагировало,	y	y				
МОЛЬ						
Осталось/Образовалось,	x-y	0		y		2y
МОЛЬ						

$$233 \cdot 3y = 142x - 142y + 117y;$$

$$699y = 142x - 142y + 117y$$

$$724y = 142x$$

$$y = 0,2x$$

$$m_{\text{исх. см.}} = 142x + 0,2 \cdot 208x = 142x + 41,6x = 183,6x$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 14200x/183,6x = 77,3\% \quad \omega(\text{BaCl}_2) = 4160x/183,6x = 22,7\%$$

$$\text{Ответ: } \omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 77,3\% \quad \omega(\text{BaCl}_2) = 22,7\%$$

*В журнале «Химия в школе», №5 за 2008 г. Е.И. Миренковой дано очень изящное альтернативное решение этой задачи.

Задача 3.

Задача на распознавание веществ, находящихся в пронумерованных пробирках. Такого типа задачи имеются в комплекте Всероссийской олимпиады школьников по химии за любой год. Однако оригинальность предлагаемой задачи заключается в том, что для ее решения требуется мысленный эксперимент. В решениях таких задач обычно представлена таблица, иллюстрирующая возможность взаимодействия между веществами попарно, уравнения химических реакций и, иногда, отдельные комментарии. Для 3-4 этапов такое схематическое решение вполне достаточно. Однако на школьном и районном этапах, особенно для восьмиклассников, необходимо разобрать полный, подробный ход решения с логическими умозаключениями и выводами. Это полезно, как для педагога-наставника, так и для самостоятельной работы школьника.

В четырёх пронумерованных пробирках находятся растворы хлорида бария, карбоната натрия, сульфата калия и хлороводородная кислота. В вашем распоряжении имеется необходимое число пустых пробирок. Не пользуясь никакими другими реактивами, определите содержимое каждой из пробирок.

Решение

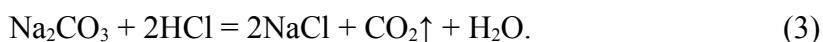
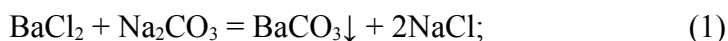
Проведём мысленный эксперимент. Рассмотрим содержимое пробирок. Вещества визуально неразличимы – это бесцветные прозрачные растворы.

Составим таблицу возможных попарных взаимодействий веществ (табл. 2), в результате которых мы будем (или не будем) *наблюдать* определённые *признаки реакций*.

Таблица 2

	BaCl_2	Na_2CO_3	K_2SO_4	HCl
BaCl_2		выпадает осадок белого цвета	выпадает осадок белого цвета	без изменений
Na_2CO_3	выпадает осадок белого цвета		Без изменений	выделяется газ без цвета и запаха
K_2SO_4	выпадает осадок белого цвета	Без изменений		Без изменений
HCl	Без изменений	Выделяется газ без цвета и запаха	Без изменений	

Уравнения реакций:



Возьмём пробирку 1. Из остальных пробирок отольём примерно по 2 мл растворов в три пустые пробирки и добавим в каждую из них по 5–6 капель раствора из пробирки 1.

Рассмотрим 4 возможных варианта (см. табл. 2). Для наглядности в каждом случае приведены схемы распознавания веществ. В решении изображать схему не обязательно.

Вариант 1

В двух пробирках выпали белые осадки, в третьей признаков реакции не наблюдается (первая строка табл. 2). Это означает, что в пробирке 1 находится хлорид бария. В этом случае в той из пробирок, где нет признаков химической реакции, находится соляная кислота. Осадки в двух пробирках представляют собой карбонат и сульфат бария. Прильём в пробирки с осадками по несколько капель кислоты. Там, где осадок растворяется с выделением газа, изначально находился раствор карбоната натрия, там имели место реакции (1) и (3). В пробирке, где при прибавлении кислоты осадок не растворяется (BaSO_4 не растворяется в кислотах), изначально находился сульфат калия и протекала только реакция (2).

Вариант 2

При добавлении нескольких капель из пробирки 1 в одной из трёх пробирок выпал белый осадок, в другой выделился газ, в третьей нет признаков реакции (вторая строка табл. 2). В этом случае в пробирке 1 находился карбонат натрия. Там, где выпал белый осадок, находился хлорид бария, где выделился газ – соляная кислота, где не было признаков реакции – сульфат калия.

Вариант 3

При добавлении нескольких капель из пробирки 1 в одной из трёх пробирок выпал белый осадок, в двух других нет признаков реакции (третья строка табл. 2). В этом случае в пробирке 1 находился сульфат калия. Там, где выпал белый осадок, находился хлорид бария. В две пробирки с *исходными* растворами, которые не прореагировали с сульфатом калия, добавляем хлорид бария. Выпадение белого осадка

(BaCO_3) указывает, что первоначально в этой пробирке находился карбонат натрия. В пробирке, где вновь нет признаков реакции, находился раствор кислоты.

Вариант 4

При добавлении нескольких капель из пробирки 1 в одной из трёх пробирок выделяется газ, в двух других нет признаков реакции (четвертая строка табл. 2). В этом случае в пробирке 1 находилась хлороводородная кислота. Там, где выделился газ, находился карбонат натрия. В две пробирки с *исходными* растворами, которые не прореагировали с кислотой, добавляем карбонат натрия. Выпадение белого осадка (BaCO_3) указывает, что первоначально в этой пробирке был хлорид бария. В пробирке, где вновь нет признаков реакции, первоначально находился раствор сульфата калия.

Задачу при необходимости можно упростить, взяв два или три вещества, и усложнить, предложив более четырёх веществ.

Трудности при решении задач часто связаны с некими стереотипами, которые сложились у школьников в процессе изучения химии. Например, учащиеся привыкают, что в условиях задач на газовые законы даны объёмные доли веществ, а в задачах на нахождение молекулярной формулы – массовые. Однако автор задачи имеет полное право использовать в любой задаче объёмные, массовые или мольные доли компонентов смесей.

Задача 4.

Трудности при решении задачи часто связаны с некими стереотипами, которые сложились у школьника в процессе изучения химии. Например, учащиеся привыкли, что при решении задач на газовые законы, в условии задач даны объёмные проценты, а в задачах на нахождение молекулярной формулы – массовые. Однако автор задачи имеет полное право давать в любой задаче как объёмные, так и массовые или мольные проценты.

Массовые доли азота и оксида углерода (II) в трехкомпонентной газовой смеси равны, соответственно, 10,00% и 15,00%. Объёмная доля третьего компонента равна 72,41%. Определите неизвестный компонент газовой смеси и среднюю молярную массу смеси ($M_{\text{ср}}$).

РЕШЕНИЕ:

Примем массу смеси за 100 г. Тогда в ней содержится $10/28 + 15/28 = (10+15)/28 = 0,893$ моль N_2 и CO , и $(100-25)/M_x = 75/M_x$ моль третьего компонента.

Из закона Авогадро следует, что объемные проценты компонентов газовой смеси (φ) равны мольным (χ)

Внесем дополнительные обозначения: φ_x –объемная доля третьего компонента, χ_x – мольная доля третьего компонента, $v_{см.}$ – число моль газов в смеси, v_x – число моль третьего компонента.

$$\varphi_x = \chi_x = v_x/v_{см.} = \frac{75/M_x}{0,893 + 75/M_x} = 0,7241, \text{ решая это уравнение, получаем}$$

$M_x = 32$ г/моль. Такую молярную массу имеет кислород (O_2) или гидразин (N_2H_4).

$$M_{cp} = \frac{100}{0,893 + 75/32} = 30,89$$

Ответ: Третий компонент газовой смеси – кислород или гидразин. $M_{cp} = 30,89$ моль/л.

Задача 5.

В газовой смеси содержится метан (CH_4) ($\varphi = 40\%$, $w = 48,5\%$), оксид азота (II) ($\varphi = 20\%$) и некий третий компонент.

Проведя расчеты, установите название третьего компонента газовой смеси.

РЕШЕНИЕ:

Для удобства расчетов составим таблицу:

Газ	M , г/моль	φ	V , л (на 100 л смеси)	m (газа), г
CH_4	16	0,40	40	$40/22,4 \cdot 16 = 28,57$
NO	30	0,20	20	$20/22,4 \cdot 30 = 26,78$
X	x	0,40	40	$40/22,4 \cdot x = 1,79x$

Т.к. известна массовая доля метана в смеси, то

$$\omega(CH_4) = \frac{28,57}{28,57 + 26,78 + 1,79x} = 0,485,$$

откуда $x = 2$ г/моль.

Газом с молярной массой 2 г/моль может быть только водород H_2 .

Ответ: водород.

Задача 6.

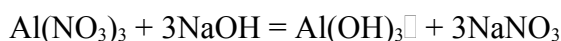
К 158,19 мл 10% раствора нитрата алюминия (плотностью 1,081 г/мл) прилили 210,80 мл 3,3% раствора едкого натра (плотностью 1,035 г/мл). Определите % концентрацию веществ в полученном растворе.

РЕШЕНИЕ:

$$n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = \frac{158,19 \text{ мл} \cdot 0,1 \cdot 1,081 \text{ г/мл}}{342} = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{210,80 \text{ мл} \cdot 0,033 \cdot 1,035 \text{ г/мл}}{40} = 0,18 \text{ моль}$$

Для полного осаждения алюминия в виде гидроксида:



Потребуется $0,05 \cdot 3 = 0,15$ моль NaOH. Поскольку гидроксида натрия больше 0,15 моль, то осадок начнет растворяться, до тех пор, пока не израсходуется вся щелочь:

Молярная масса	78	40	118
	$\text{Al}(\text{OH})_3 +$	NaOH	$= \text{NaAl}(\text{OH})_4$
Было, моль	0,05	0,03	
Прореагировало, моль	0,03	0,03	
Осталось/Образовалось, моль	0,02	0	0,03

В результате двух реакций:

1. В растворе будет только алюминат натрия, который может быть записан в виде: $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$ или $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, но никак не в виде NaAlO_2 , который образуется только при сплавлении реактивов. В данном решении взята наиболее употребимая формула комплексной соли.

2. Осадок гидроксида алюминия растворится лишь частично и это необходимо будет учесть при определении массы раствора.

$$m(\text{раствора}) = 158,19 \cdot 1,081 + 210,80 \cdot 1,035 - 0,02 \cdot 78 = 387,62 \text{ г}$$

$$w(\text{NaAl}(\text{OH})_4) = m(\text{NaAl}(\text{OH})_4) / m(\text{раствора}) = 0,03 \cdot 118 \cdot 100 / 387,62 = 0,91\%$$

Ответ: $(\text{NaAl}(\text{OH})_4) = 0,91\%$

Задача 7.

Очень часто школьники не решают задачи правильно из-за несоблюдения размерности величин при расчетах.

Какова масса 5 мл оксида азота (II) при 25°C и давлении 1,2 атм.?

РЕШЕНИЕ:

Решение этой задачи сводится к элементарным расчетам по уравнению

Менделеева-Клайперона: $PV = \frac{m}{M} RT$

Несмотря на важность использования универсальной газовой постоянной при решении различных типов расчетных задач, ее применение вызывает большие затруднения у школьников, абитуриентов, поступающих в ВУЗы и даже у части студентов. Основная трудность заключается в том, что учащиеся не соблюдают соответствия между размерностями газовой постоянной и размерностями физических величин данной конкретной задачи.

Известно, что универсальная газовая постоянная входит в уравнение состояния идеального газа: $pV=nRT$, где n -число молей газа ($n=m/M$), а p , V и T - соответственно - давление, объем и абсолютная температура газа. Это уравнение носит еще название уравнения Менделеева-Клапейрона.

Таким образом, для одного моля газа: $R=pV/T$. Температура в этом уравнении всегда выражается в Кельвинах. Давление же и объем можно выразить в различных единицах. В зависимости от выбора этих единиц, значения R будут иметь то или иное значение. В любом случае R легко рассчитать, используя следующее следствие закона Авогадро: при нормальных условиях 1 моль любого газа занимает объем, равный 22,4 л. (Напомним, что при нормальных условиях $P = 760$ мм рт. ст. = 1 атм. = 101325 Па и $T = 273$ К) В системе СИ значение $R = 8,31$ Дж/моль К. В этом случае объем газа выражается в м³, давление в Па и температура в К. Это значение R рассчитывается следующим образом:

$$R = \frac{pV}{T \cdot n} = \frac{101325 \text{ Па} \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{273 \text{ К} \cdot 1 \text{ моль}} = 8,31 \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{К} \cdot \text{моль}} = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$$

Напомним, что

$\text{Па} = \text{Н}/\text{м}^2$ и $\text{Дж} = \text{Н} \cdot \text{м}$, отсюда: $\text{Па} \cdot \text{м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{К} \cdot \text{моль}) = \text{Н} \cdot \text{м} / (\text{К} \cdot \text{моль}) = \text{Дж} / (\text{К} \cdot \text{моль})$.

Однако R можно выразить и в других единицах, используемых на практике:

$$R = \frac{pV}{Tn} = \frac{1 \text{ атм} \cdot 22400 \text{ мл}}{273 \text{ К} \cdot 1 \text{ моль}} = 82 \frac{\text{атм} \cdot \text{мл}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$$

$$R = \frac{760 \text{ мм.рт.ст.} \cdot 22,4 \text{ л}}{273 \text{ К} \cdot 1 \text{ моль}} = 62,36 \text{ мм.рт.ст.} \cdot \text{л} / \text{К} \cdot \text{моль}$$

$$R = \frac{101325 \text{ Па} \cdot 22,4 \text{ л}}{273 \text{ К} \cdot 1 \text{ моль}} = 8310 \text{ Па} \cdot \text{л} / \text{К} \cdot \text{моль} \quad \text{и т. д.}$$

Если пользоваться принятой в школе величиной $R = 8,314 \text{ Дж} / \text{К} \cdot \text{моль} = 8,314 \text{ Па} \cdot \text{м}^3 / \text{К} \cdot \text{моль}$, то давление, данное в атм. надо перевести в Па, объем в м³. Но можно вместо двух расчетов произвести один, а именно выразить R в атм. мл/К·моль:

$$R = PV_M / T. \text{ При } 273 \text{ К и } 1 \text{ атм.}, V_M = 22400 \text{ мл.}$$

$$\text{Тогда } R = 1 \cdot 22400 / 273 = 82,05 \text{ атм} \cdot \text{мл} / \text{К} \cdot \text{моль}$$

$$M_{\text{NO}} = 14 + 16 = 28 \text{ (г/моль)}$$

$$m = pVM / RT = \frac{1,2 \text{ атм.} \cdot 5 \text{ мл} \cdot 30 \text{ г/моль}}{273 \text{ К} \cdot 82 \text{ атм.} \cdot \text{мл} / \text{К} \cdot \text{моль}} = 0,008 \text{ грамм}$$

Ответ: 0,008 г.

Кроме перечисленных типов задач на школьный и муниципальный этапы можно предложить задачи на :

1. *приготовление растворов с заданной концентрацией (w, c);*
2. *растворимость;*
3. *"цепочки" превращений по неорганике (9 класс), органике (10 класс) и комбинированная (11 класс);*
4. *расчеты по уравнениям химических реакций (с использованием понятий "выход продукта", "массовая доля примесей", "избыток и недостаток");*
5. *задачи по физической химии (элементарные термохимические расчеты,)*

Часть V. Литература.

1. Лунин В.В., Архангельская О.В., Тюльков И.А. Всероссийская олимпиада школьников по химии / Научн. редактор Э.М.Никитин.— М.: АПК и ППРО, 2005. — 128 с.
2. Лунин В.В., Архангельская О.В., Тюльков И.А. Всероссийская олимпиада школьников по химии в 2006 году / Научн. редактор Э.М.Никитин.— М.: АПК и ППРО, 2006. — 144 с.

3. Чуранов С.С., Демьянович В.М. Химические олимпиады школьников. – М.: Знание, 1979. – 63с.
4. Белых З.Д. Проводим химическую олимпиаду. – Пермь: Книжный мир, 2001. – 45с.
5. «Химия в школе» - научно-методический журнал
6. Большой энциклопедический словарь, Химия. – М: «Большая Российская энциклопедия», 1998
7. Энциклопедия для детей, Аванта⁺, Химия, т.17, М: «Аванта⁺», 2000.
8. Задачи Всероссийской олимпиады школьников по химии / Под общей редакцией академика РАН, профессора В.В.Лунина – М: «Экзамен», 2003.
9. Некрасов Б.В. Основы общей химии : [В 2 т.]. - СПб. [и др.] : Лань, 2003
10. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов / Под ред. А.И.Ермакова. – М.: Интеграл-Пресс, 2000.
11. Шрайдер Д., Эткинс П. Неорганическая химия. В 2-х т. – М: Мир, 2004
12. Еремин В.В. Теоретическая и математическая химия для школьников. – М.: МЦНМО, 2007.
13. Эткинс П.. Физическая химия. – М.: Мир, 2006.
14. Задачи по физической химии : Учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности 011000 - Химия и по направлению 510500 - Химия / В.В. Еремин , С.И. Каргов, И.А. Успенская [и др.]. - М. : Экзамен, 2003 - 318 с
15. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия. 1994. Т.1,2.
16. Травень В.Ф. Органическая химия: Учебник для вузов: В 2т./– М.: ИКЦ «Академия», 2004
17. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4-х ч. / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2005- (Классический университетский учебник / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова).
18. Ленинджер А. "Основы биохимии" в 3-х томах, М.: Мир, 1985
19. Эллиот В., Эллиот Д."Биохимия и молекулярная биология", М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2002.
20. Основы аналитической химии : учеб. для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов : в 2 кн. / [Т. А. Большова и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. -

Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Высшая шк., 2004. - 22 см. - (Классический университетский учебник / Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова).

21. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии : Мир, 2001.
22. Практикум по общей химии : Учеб. пособие для студентов вузов. - М. : Изд-во МГУ, 2005. - 335 с. - (Классический университетский учебник).
23. Химическая энциклопедия в 5 т. – М: «Советская энциклопедия», 1988–1998.
24. Леенсон И.А. Почему и как идут химические реакции. – М.: Мир, 1995.
25. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир, 1969. Ч. 1–3.
26. Р. Дикерсон, Г. Грей, Дж. Хейт Основные законы химии, в 2т. Москва: «Мир», 1982.
27. Хаусткрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. В 2-х томах. Пер. с англ.– М.: Мир, 2002.
28. Фримантл М. Химия в действии. М.: Мир, 1991. Ч. 1,2
29. Неорганическая химия: В 4-х т. /Под ред. Ю.Д.Третьякова/ А.А.Дроздов, В.П.Зломанов, Г.Н.Мазо, Ф.М.Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004-2007.
30. Полинг Л. Общая химия. – М.: Мир, 1974.
31. Реми Г. Курс неорганической химии, в 2-х томах, перевод с немецкого, под. редакцией чл.-корр. АН СССР А.В.Новоселовой, М.: Иностранная литература, 1963.
32. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. – М.: Мир, 2002.
33. Тиного И. и др. Физическая химия. Принципы и применение к биологическим наукам. – М.: Техносфера, 2005.
34. Эткинс П. Кванты. Справочник концепций. – М.: Наука, 1977.
35. Химия: Энциклопедия химических элементов, под ред. А.Н. Смоленского, М.: Дрофа, 2000
36. Потапов В.М., Татаринчик С.Н. Органическая химия, М: «Химия», 1989.
37. Несмеянов А.Н., Несмеянов А.Н. Начала органической химии. М.: Мир, 1974.

38. Химия и жизнь (Солтеровская химия) Часть I II и IV: Пер. с англ. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 1997
39. Справочник химика. - 2-е изд. - М.; Л.: ГХИ, 1963.
40. Воскресенский П. И. Техника лабораторных работ. - М.: Химия, 1966.
41. Степин Б.Д. Техника лабораторного эксперимента в химии, М.: Химия, 1999
42. Химия и жизнь (Солтеровская химия) Часть III Практикум: Пер. с англ. – М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева, 1997
43. Эмсли Дж. Элементы. - М.: Мир, 1993

Часть V. Интернет-ресурсы

- Портал фундаментального химического образования России. Наука. Образование. Технологии. – <http://www.chem.msu.ru/>

Здесь собрана информация обо всех химических олимпиадах

- Портал Всероссийской олимпиады школьников. Химия – <http://chem.rosolymp.ru/>

Этот портал объединяет Всероссийские олимпиады по всем предметам.

Эти Интернет-ресурсы являются, в первую очередь, информационными, т.е. предоставляющими актуальную информацию о текущих событиях. С другой стороны, они являются ценными творческими базами заданий олимпиад за много лет.

- Портал для подготовки к олимпиадам высокого уровня – <http://chem.olymp.mioo.ru/>

Этот портал является наиболее методически разработанным и информационно насыщенным, нацеленным на прямую работу с высокомотивированными школьниками. Портал организован Департаментом образования г. Москвы, Московским институтом открытого образования при участии Московского центра непрерывного математического образования для дистанционной подготовки к олимпиадам по математике, информатике, биологии, химии, географии и физике.

Портал ориентирован на учащихся, желающих успешно выступать в олимпиадах *высокого уровня*. Зарегистрированным пользователям предлагаются учебные курсы по биохимии, квантовой химии, неорганической химии, органической химии, химии высокомолекулярных соединений, химической кинетике, химической термодинамике, аналитической химии. Задачи для всех этих курсов разбиты по трем уровням сложности. Преподаватели проверяют решение задач и дают консультации on-line (посредством icq) и off-line (посредством электронной почты).

- Портал педагогического университета издательского дома «Первое сентября» - дистанционные курсы для учителей «Система подготовки к олимпиадам по химии» - <http://edu.1september.ru/index.php?course=18005>

Цель курса – помочь учителю осознать целостность такого явления как химическое олимпиадное движение, осознать свое место в этой системе.

Курс разбит на три блока. Первые три лекции затрагивают историю олимпиадного движения, его цели и задачи, показывают современную систему

химических олимпиад и творческих конкурсов, методику организации олимпиад различного уровня, содержательный аспект олимпиад различного уровня.

Второй блок курса (лекции 4–6) посвящен методике решения олимпиадных задач по физической химии и задач со схемами превращения веществ.

Третий блок (лекции 7–8) включает методические подходы к выполнению экспериментальных задач и методические рекомендации по подготовке школьников к олимпиадам на основе современных технологий в обучении химии.