

Министерство образования и науки РФ
Алтайский государственный университет

Центр переподготовки и повышения квалификации преподавателей
Химический факультет

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ХИМИИ

Учебно-методическое пособие



Барнаул

Издательство
Алтайского государственного
университета
2014

УДК 37.022:54

ББК 74.262.4

М 545

Составители:

канд. хим. наук, доцент АлтГУ ***Е.В. Лагуткина***

Рецензент:

канд. хим. наук, доцент АлтГУ ***И.Б. Катраков***

М 545 **Методика решения задач по химии** [Текст] : учебно-методическое пособие. — Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2014. — 44 с.

В учебно-методическом пособии рассматривается методика обучения учащихся современной школы решению основных типов расчетных задач, содержание которых ориентировано на школьную программу по химии.

УДК 37.022:54

ББК 74.262.4

© Оформление. Издательство Алтайского государственного университета, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Химические задачи — познавательные задания с вопросной ситуацией, включающие в себя условия, функциональные зависимости и требование ответа. По своему дидактическому назначению задачи — это средство интегративного применения знаний и умений, установления целостности между количественными и качественными характеристиками химического языка.

Процесс решения химических задач должен быть увлекательным и приносить удовлетворение, подобное тому, которое получают любители разгадывания кроссвордов.

Включение задач в учебный процесс позволяет обеспечить самостоятельность и активность учащихся, сформировать прочные знания и умения, осуществлять связь обучения с жизнью, а также способствует профессиональной ориентации школьников.

Развитие умений решать задачи можно только одним путем — постоянно, систематически решая задачи. В ходе решения задач учащиеся осуществляют сложную мыслительную деятельность, которая определяет развитие как содержательной стороны мышления (знания), так и действенной (умение). Теснейшее взаимодействие знаний и умений — основа формирования различных приемов мышления.

Стремление сформировать умение учащихся строить мыслительный процесс при решении задач привело к созданию систем задач на основе четкого планирования уроков и домашних заданий.

Одна из задач, которую ставят перед школой ФГОС, — формирование метапредметных универсальных учебных действий, которые включают, в частности, понимание текста, умения структурировать текст, выделять главное и второстепенное, основную идею, выстраивать последовательность описываемых событий, обнаруживать нужную информацию в тексте, обобщать и интерпретировать её, овладение основами смыслового чтения. Всё это необходимо для приобретения знаний в любой сфере деятельности.

На уроках химии учащиеся должны усвоить символический язык этой науки. Ключевая, составляющая естественнонаучного метода познания — использование моделей для описания объектов и явлений.

Это модели химических процессов, графики, схемы, цепочки превращений. Знаково-символические средства позволяют структурировать изучаемый материал, определять суть, последовательность превращений и явлений, экономить время.

В школьном курсе химии предусмотрено решение задач, которые объединены по типам. Все типы задач должны быть усвоены в основной школе, в старших классах дополнительно решают лишь задачи на вывод молекулярных формул. В настоящее время в связи с сокращением числа часов на изучение химии решение задач на уроках порой сведено к минимуму. Это приводит к формальному заучиванию теории, учащиеся не видят практической значимости знаний по химии, не знают о применении химических процессов в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, быту. В результате они не умеют устанавливать логические связи, зависимости между химическими явлениями, находить рациональные приёмы решения задач.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАЧ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА УРОКАХ ХИМИИ

1.1. Система химических задач

Решение химических задач — важная сторона овладения знаниями основ науки химии. Включение задач в учебный процесс позволяет реализовать следующие дидактические принципы обучения; 1) обеспечение самостоятельности и активности учащихся; 2) достижение прочности знаний и умений; 3) осуществление связи обучения с жизнью; 4) реализация политехнического обучения химии, профессиональной ориентации.

Решение задач содействует приобретению практических умений и навыков учащихся (производить расчеты и опыты). Задачи служат важным средством развития мышления учащихся.

У учащихся в процессе решения воспитывается трудолюбие, целеустремленность, развивается чувство ответственности, упорство и настойчивость в достижении поставленной цели. В процессе решения задач реализуют межпредметные связи, показывающие единство природы, что позволяет развить мировоззрение учащихся.

Велика развивающая функция решения задач, которая формирует рациональные приемы мышления, устраняет формализм знаний, прививает навыки самоконтроля, развивает самостоятельность.

Образовательная роль задач заключается в том, что, например, расчетные задачи раскрывают перед учащимися количественную сторону химии как точной науки. Через задачи осуществляется связь теории с практикой, в процессе их решения закрепляются и совершенствуются химические понятия о веществах и процессах. На основе решения задач, особенно качественных, легко организовать проблемное обучение.

В ходе решения задач идет сложная мыслительная деятельность учащихся, которая определяет развитие, как содержательной стороны мышления (знаний), так и действительной (операций, действий). Теснейшее взаимодействие знаний и действий является основой формиро-

вания различных приемов мышления: суждений, умозаключений, доказательств. В свою очередь знания, используемые при решении задач, можно подразделить на два рода: знания, которые ученик приобретает при разборе текста задачи и знания, без привлечения которых процесс решения невозможен. Сюда входят различные определения, знания основных теорий и законов, разнообразные химические понятия, физические и химические свойства веществ, формулы соединений, уравнения химических реакций, молярные массы веществ и т.п.

Необходимо помнить, что решение химических задач — это не самоцель, а средство обучения, способствующее прочному усвоению знаний.

При всей важности отдельных задач эффект целостного образовательного процесса обеспечивается всем множеством задач по каждой теме, которое должно образовывать систему. Таким образом, ключевой элемент ресурсного обеспечения учебного процесса — система задач.

Системой задач называется совокупность задач к блоку уроков по изучаемой теме, удовлетворяющая ряду требований.

1. *Полнота.* В системе задач присутствуют задачи на все изучаемые понятия, факты, способы деятельности, включая мотивационные, подводящие под понятие, на аналогию, следствия из фактов и прочее.

2. *Наличие ключевых задач.* Задачи сгруппированы в узлы вокруг объединяющих центров — задач, в которых рассматриваются факты или способы деятельности, применяемые при решении других задач и имеющие принципиальное значение для усвоения предметного содержания.

3. *Связность.* Вся совокупность задач может быть представлена связным графом, в узлах которого — ключевые задачи, выше них — подготовительные и вспомогательные, ниже — следствия, обобщения и т.д.

4. *Возрастание трудности в каждом уровне.* Система состоит из трех подсистем, соответствующих минимальному, общему и продвинутому уровням планируемых результатов обучения. В каждой из подсистем трудность задач непрерывно нарастает.

5. *Целевая ориентация.* Для каждой задачи определено ее место и назначение в блоке уроков.

6. *Целевая достаточность.* В системе достаточно задач для тренажа в классе и дома, аналогичных задач для закрепления методов решения, задач для индивидуальных и групповых заданий разной направленности, для самостоятельной (в том числе исследовательской) деятельности учащихся, для текущего и итогового контроля с учетом запасных вариантов и т.д.

7. *Психологическая комфортность.* Система задач учитывает наличие разных темпераментов, типов мышления, видов памяти. Например, она включает задачи для устных упражнений и письменного выполнения, графические задачи, задачи-шутки и другое.

Система решения химических задач должна включать качественные и расчетные задачи, решаемые устно, письменно и экспериментально. Учитель создает свою систему на основе четкого планирования уроков и домашних заданий, а выполнение учащимися домашних заданий систематически контролируется с обязательным выявлением ошибок. Число предлагаемых задач должно быть достаточным для образования прочного навыка, но не излишним, так как при этом теряется интерес.

1.2. Классификация задач

Решение химических задач — важная сторона овладения знаниями основ науки химии. Включение задач в учебный процесс позволяет реализовать следующие дидактические принципы обучения; 1) обеспечение самостоятельности и активности учащихся; 2) достижение прочности знаний и умений; 3) осуществление связи обучения с жизнью; 4) реализация политехнического обучения химии, профессиональной ориентации.

Решение задач содействует приобретению практических умений и навыков учащихся (производить расчеты и опыты). Задачи служат важным средством развития мышления учащихся.

У учащихся в процессе решения воспитывается трудолюбие, целеустремленность, развивается чувство ответственности, упорство и настойчивость в достижении поставленной цели. В процессе решения задач реализуют межпредметные связи, показывающие единство природы, что позволяет развить мировоззрение учащихся.

Велика развивающая функция решения задач, которая формирует рациональные приемы мышления, устраняет формализм знаний, прививает навыки самоконтроля, развивает самостоятельность.

Образовательная роль задач заключается в том, что, например, расчетные задачи раскрывают перед учащимися количественную сторону химии как точной науки. Через задачи осуществляется связь теории с практикой, в процессе их решения закрепляются и совершенствуются химические понятия о веществах и процессах. На основе решения задач, особенно качественных, легко организовать проблемное обучение.

В ходе решения задач идет сложная мыслительная деятельность учащихся, которая определяет развитие, как содержательной стороны мышления (знаний), так и действительной (операций, действий). Теснейшее взаимодействие знаний и действий является основой формирования различных приемов мышления: суждений, умозаключений, доказательств. В свою очередь знания, используемые при решении задач, можно подразделить на два рода: знания, которые ученик приобретает при разборе текста задачи и знания, без привлечения которых процесс решения невозможен. Сюда входят различные определения, знания основных теорий и законов, разнообразные химические понятия, физические и химические свойства веществ, формулы соединений, уравнения химических реакций, молярные массы веществ и т.п.

Необходимо помнить, что решение химических задач — это не самоцель, а средство обучения, способствующее прочному усвоению знаний.

При всей важности отдельных задач эффект целостного образовательного процесса обеспечивается всем множеством задач по каждой теме, которое должно образовывать систему. Таким образом, ключевой элемент ресурсного обеспечения учебного процесса — система задач.

Система решения химических задач должна включать качественные и расчетные задачи, решаемые устно, письменно и экспериментально. Учитель создает свою систему на основе четкого планирования уроков и домашних заданий, а выполнение учащимися домашних заданий систематически контролируется с обязательным выявлением ошибок. Число предлагаемых задач должно быть достаточным для образования прочного навыка, но не излишним, так как при этом теряется интерес.

Окончательно разработанной классификации школьных химических задач не существует. В учебных пособиях по методике химии, специальных методических пособиях по решению задач и в статьях приводятся различные варианты классификации задач.

Общепризнанной является классификация химических задач на две группы: расчетные и качественные — в зависимости от того, необходимы ли для их решения расчеты.

На сегодняшний день не существует единого подхода к классификации химических задач. Окончательно разработанной классификации школьных химических задач нет. В учебных пособиях по методике химии, специальных методических пособиях по решению задач и в статьях приводятся различные варианты классификации задач. Общепризнанной является классификация химических задач на качественные и количественные, которые решаются устным, письменным и экспериментальным способом.

Химические расчетные задачи можно условно разделить на три группы:

1. Задачи, решаемые с использованием химической формулы вещества или на вывод формулы.
2. Задачи, для решения которых используют уравнение химической реакции.
3. Задачи, связанные с растворами веществ.

Простейшие расчетные задачи

I. Задачи, которые решаются без использования уравнений реакций:

1. Расчеты соотношений масс элементов в веществах.
2. Расчеты массовой доли элемента в соединении по его формуле.
3. Расчеты по соотношениям “масса — моль”.
4. Расчеты по соотношениям “объем — моль”.
5. Расчеты с использованием относительной плотности газов.
6. Выведение простейшей формулы вещества.
7. Выведение истинной формулы вещества.
8. Расчеты с использованием числа Авогадро.
9. Задачи, связанные с растворами веществ.
10. Задачи на смеси.

II. Задачи, решаемые с использованием уравнений химических реакций.

1. Расчет массы веществ по известной массе другого вещества.
2. Расчеты по соотношению “масса — моль”.
3. Расчеты по соотношению “объем — моль”.
4. Задачи с использованием понятия “избыток”.
5. Задачи с использованием веществ, одно из которых содержит примеси.
6. Задачи на выход продукта реакции и на производственные потери.
7. Задачи на нахождение химической формулы.
8. Задачи, в которых вещества даны в виде растворов.
9. Задачи на смеси.

Каждый из этих видов задач включает еще несколько типов задач.

Дидактическая классификация расчетных задач

1. Для усвоения соотношений физических величин:
 - а) для демонстрации учителем;
 - б) для самостоятельной работы учащихся.

2. Для усвоения количественных характеристик объектов изучения:
 - а) по отдельным вопросам темы;
 - б) по теме в целом;
 - в) по разделу в целом;
 - г) по курсу в целом.
3. Для контроля:
 - а) текущего (опрос);
 - б) тематического;
 - в) по разделу;
 - г) по курсу.

В расчетах чаще всего используются несложные арифметические действия, пропорции и решение систем уравнений.

Задачи, в условиях которых предусмотрены лишь математические действия, без применения химических знаний, не следует считать удачными в курсе химии. Такие задачи решают на уроках математики, например, так: «Для обеззараживания воды добавляется 0,2 мг хлора на 1 л воды. Сколько миллиграммов хлора потребуется для хлорирования 1000 л воды?». Для решения этой задачи нужны не химические знания, а умение производить простейшие математические действия.

Приведенная выше задача приобретает химический смысл, если ее основной вопрос будет сформулирован иначе, например, так: «Определите объем хлора, который потребуется для хлорирования 1000 л воды?». Для решения этой задачи учащиеся должны применить знание закона Авогадро, понятия «количество вещества», «молярный объем».

Таким образом, при подборе задач соблюдают следующие требования: в основе содержания задач должен лежать теоретический материал по химии, показывающий ее связь с другими науками, жизнью. Кроме того, важно, чтобы материал актуализировал знания математики и был представлен на достаточном уровне сложности.

Нередко при решении задач приходится видеть скучающие глаза учеников, которые считают, что химические расчеты вовсе не нужны. Тогда учитель привлекает для обоснования их необходимости по возможности жизненные примеры. Можно задать на дом выполнение какого-нибудь домашнего опыта, связав его с расчетом.

Важное место при изучении химии отводится такому типу задач, как экспериментальные задачи. По своей структуре экспериментальные задачи, также как и расчетные, состоят из условия и требования. Главной особенностью этих задач является то, что их решение требует выполнение химического эксперимента. Они содержат задания, связанные с изучением как неорганических, так и органических веществ.

Среди широко известных типов качественных задач можно указать следующие:

1. *Объяснение перечисленных или наблюдаемых явлений.* Почему реакция карбоната кальция с серной кислотой начинается сначала бурно, а затем прекращается? Почему при нагревании сухого карбоната аммония вещество исчезает из пробирки?

2. *Характеристика конкретных веществ.* С какими веществами и почему может реагировать соляная кислота? С какими из перечисленных веществ будет вступать в реакцию соляная кислота?

3. *Распознавание веществ.* В какой из пробирок находятся кислота, щелочь, соль? В какой из пробирок находятся соляная кислота, серная, азотная?

4. *Доказательство качественного состава веществ.* Как доказать, что в состав хлорида аммония входят ион аммония и ион хлора?

5. *Разделение смесей и выделение чистых веществ.* Как очистить кислород от примеси оксида углерода (IV)?

6. *Получение веществ.* Получить хлорид цинка всеми возможными способами.

К этому же типу задач относят и цепочки превращений, а также получение вещества, если дан ряд других веществ как исходных. Могут быть задачи на применение прибора, например: указать, какой из приборов можно использовать для собирания аммиака, кислорода, водорода, хлора и т.д. Задачи решают устно, письменно или экспериментально.

В зависимости от числа элементов знаний, которые приходится использовать при решении, различают задачи простые, сложные и комбинированные.

Комбинированные задачи относятся к числу нестандартных задач. Каждую из них можно разбить на определенное число стандартных задач.

Для будущего учителя важно не только решать разнообразные комбинированные задачи, но и уметь составлять эти задачи, сочетая в них различные виды стандартных задач, в зависимости от потребностей учебного процесса, индивидуальных особенностей учащихся, при построении индивидуальных образовательных траекторий отдельных учащихся.

Знание приемов составления комбинированных задач позволит разнообразить самостоятельные и контрольные работы учащихся.

Комбинированные задачи, как качественные и расчетные, способствуют развитию мышления учащихся. В ходе решения задач происходит интенсивная мыслительная деятельность учащихся, связанная

с анализом и синтезом, сравнением по сходству и различию, с абстрагированием и конкретизацией и другими мыслительными операциями.

В зависимости от того, что является условием задачи и что требуется определить, различают задачи прямые и обратные, каждая из них может быть разной степени сложности и относиться к простой, сложной или комбинированной.

Известна классификация задач на сложные и трудные. Сложными называют задачи, которые требуют от ученика применения теоретических знаний по разным темам курса химии, умения решать задачи разных типов, объединяя и выбирая для решения конкретной задачи все необходимое. Нередко это задачи обобщающие. Сложность задачи — понятие объективное, подразумевающее большое число элементов знаний и умений, используемых при их решении и определенного перечня мыслительных операций.

Трудные задачи — понятие субъективное. Имеются в виду задачи, требующие творческого подхода, неожиданных умных действий. Их следует давать для самостоятельного решения только сильным учащимся. В классе такую задачу объяснять не следует. Ее можно использовать в виде индивидуального задания или на внеклассных мероприятиях. Впрочем, для учеников со слабой обучаемостью трудной задачей может оказаться и объективно сравнительно простая. Учитель обязан это учитывать, осуществляя индивидуальный подход, который при решении задач особенно уместен.

Задачи не следует отождествлять с другими заданиями: вопросами и упражнениями. В вопросах предполагается повторение, или деятельность воспроизводящего (репродуктивного) характера, например: дать определение понятия, формулировку закона, перечислить основные части прибора, которые были продемонстрированы учителем и т.п.

Упражнения обычно состоят из вопросов и задач или могут быть смешанными. Основное назначение упражнений — организовать повторную деятельность с целью овладения знаниями или умением, а также их совершенствование.

По форме выполнение любое задание (вопрос, задача, упражнение) может быть выполнено устно, письменно или экспериментально. Устное выполнение одной и той же задачи менее трудоемко, чем письменное и тем более экспериментальное.

Особенно эффективно устное решение задач для развития сообразительности школьников, обучения их таким мыслительным операциям, как индукция и дедукция, синтез и анализ, а также для воспитания

у них культуры вычислений, основанной на способности проводить несложные арифметические действия в уме.

1.3. Формирование у учащихся умений решать задачи

Формирование умения решать задачи определенного типа обычно осуществляется следующим образом. Учитель разбирает 1–2 задачи для объяснения способа действий при решении задач данного типа; учащиеся решают 4–6 задач на последующих уроках в классе и столько же примерно дома, а затем систематически решают сложные и комбинированные задачи.

Использование химических задач в процессе обучения химии выполняет свою роль в полной мере лишь в том случае, если при их решении обращается внимание не только на вычисления, но и на химическую сущность задачи. Вещества и химические превращения рассматриваются как качественной, так и количественной стороны. Поэтому и в решении задачи следуем выделить две части: химическую и математическую (рис. 1). Таким образом, единство качественной и количественной стороны химических явлений является методологической основой решения любой расчетной задачи.

Выбирая задачу для учащихся, учитель обязан оценить ее с точки зрения следующих целей.

1. Какие понятия, законы, теории, факты должны быть закреплены в процессе решения, какие стороны свойств изучаемого вещества и химические реакции отмечены в процессе решения.
2. Какие приемы решения задачи должны быть сформированы.
3. Какие мыслительные приемы развиваются в процессе решения задачи.
4. Какие дидактические функции выполняют данные задачи.

Внимательное чтение текста задачи, возможно не один раз, позволит учащемуся понять ее смысл. Если текст задачи ему не совсем понятен, учитель может перефразировать его.

Выполнение химической задачи начинается с записи ее условия. Каков путь решения задачи? Какова конкретная динамика включения знаний в процесс мышления? Какие связи будут устанавливаться? Все это зависит от действия учащегося над условием задачи, от того, что и как он будет в ней вычислять и соотносить.

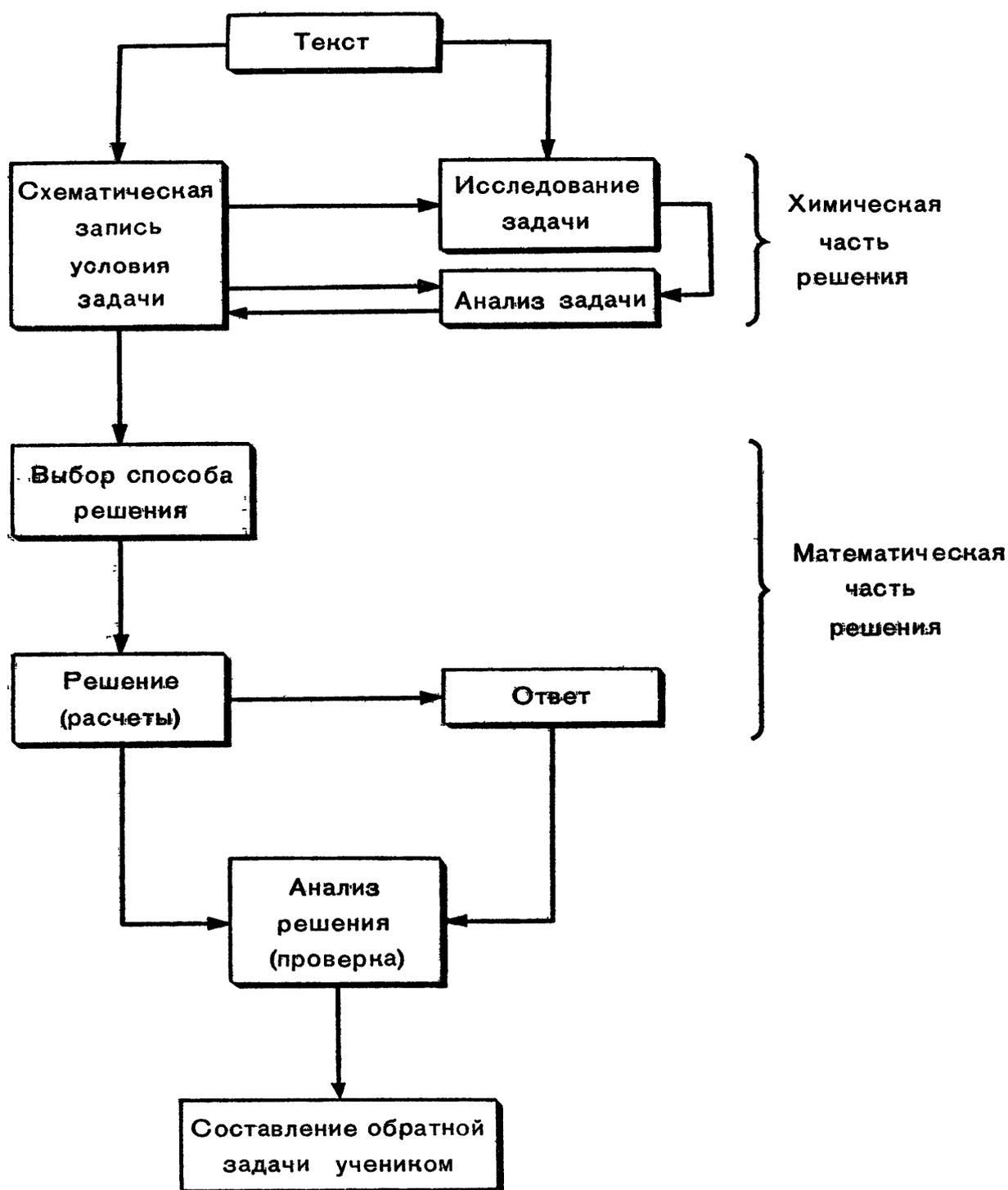


Рис. 1. Структура химической задачи

При введении первых химических задач следует приучить учащихся анализировать условие задачи и оформить ее в виде соответствующей записи. Данная запись должна быть удобной, компактной, наглядной. Данный прием должен быть сформирован у учащихся на уроках физики, поэтому, чаще всего, они легко переносят его и на химические задачи.

Процесс решения задачи идет последовательно и быстро, если она понята и записано ее условие. Запись задачи идет медленнее, чем чтение, поэтому увеличивается время, необходимое для понимания задачи. Эта «потеря времени» окупается пониманием и простотой решения. Понять задачу — значит так или иначе предвосхитить ее решение, разобраться в том, что дано и что нужно найти.

Следует приучить учащихся обозначать величины соответствующими буквами, так как запись другими буквами или знаками может внести путаницу в ходе решения задачи. При оформлении условия задачи необходимо помнить о единицах измерения величин и приведения их в соответствии друг с другом.

Отчеркивание условий задачи позволяет рельефно отделить его от решения. Условие можно записывать в том порядке, в каком даны величины в тексте задачи. Запись можно сделать так: сначала записать известные величины, а неизвестную указать внизу, отделив чертой.

Задачу учитель решает заранее и проверяет ответ, чтобы убедиться, что он правильный.

На уроке в классе учитель актуализирует знания учащихся, которые используются при решении задачи. Учитель кратко его записывает с помощью символов и условных обозначений, как уже было сказано ранее. Далее разрабатывается план решения и по возможности выражают его в общем виде, соблюдая все правила, которым учащиеся обучены на уроках математики и физики. Таким образом, можно сказать, что довольно эффективным фактором, влияющим на обучения учащихся решению химических задач, является осуществление переноса знаний и умений.

И, наоборот, огромный вред обучению решению химических задач и интеллектуальному развитию учащихся приносит интерференция знаний, умений и навыков, что, к сожалению, еще довольно часто встречается в процессе обучения вообще и а обучении решению задач в частности. Интерференцией умений называют такое психическое состояние учащихся, когда усвоенные ранее знания тормозят, подавляют развитие, понимание новых. Например, учителя химии, «боясь утопить» химизм задачи в математических выкладках, стараются использовать только способ пропорций (хотя производят при этом математические действия, а не химические), не учитывая при этом ни уровень математической и физической подготовки учащихся, ни содержание задачи.

Безошибочность (правильность) решения химических задач учащиеся обычно проверяют по ответам, которые приведены в сборниках

задач и упражнений. Во многих случаях с целью проверки на уроках математики составляют и решают задачу, обратную решенной.

Проверку решения не обязательно выполнять для всех решаемых задач. Важно, чтобы учащиеся это умение использовали при решении химических задач и в необходимых случаях пользовались им. Слабо-успевающим учащимся можно предложить дома выполнить проверку решенных в классе задач. Это поможет им в усвоении методики решения задач и послужит закреплению того теоретического материала, на основе которого составлено условие задачи.

Исчерпывающий характер может иметь только то решение, которым найдены все неизвестные, содержащиеся в условии задачи. Если из ряда неизвестных, которые содержатся в условии задачи, не найдено хотя бы одно, такое решение нельзя считать полным.

Определение плана решения задачи — ответственный этап, тесно связанный с знанием типов расчетных задач. Зная тип задачи, можно легко получить способ ее решения, поэтому при введении новых типов задач необходимо проводить анализ задачи, ее отличие от предыдущих (ранее решаемых) задач.

При составлении плана решения сложная задача расчленяется на ряд простых, связанных между собой общим содержанием задачи. Составляя план решения задачи, используют два основных метода:

- а) синтетический;
- б) аналитический.

Суть каждого из этих методов рассмотрим на примере составления плана решения конкретной задачи.

Задача. Почетный горняк Митрофанов за 30 лет работы бурильщиком в рудниках Криворожского железнорудного бассейна добыл 1 млн т железной руды, содержащей в среднем 80% оксида железа (III). Сколько велосипедов можно изготовить из этой руды, если принять, что на изготовление одного велосипеда расходуется 20 кг железа?

Синтетический метод. По данному методу можно предложить следующую последовательность действий:

1. Зная массовую долю (в %) оксида железа (III) в железной руде, находим его массу, содержащуюся в 1 млн. т руды.
2. Узнав массу оксида железа (III), вычислим массу содержащегося в нем железа.
3. Узнав массу железа в добытой руде и зная массу железа, переработанного в сталь и нужную на изготовление одного велосипеда, определим число велосипедов.

Исходя из этих соображений, составляют такой план решения задачи:

1. Сколько тонн оксида железа (III) составляют 80% от 1 млн т железной руды?
2. Сколько тонн железа содержится в вычисленной массе оксида железа (III)?
3. Сколько велосипедов можно изготовить из вычисленной массы железа?

Аналитический метод. Исходят из вопроса задачи. Чтобы узнать число велосипедов, необходимо знать массу железа, а чтобы вычислить массу железа, нужно знать массу оксида железа (III), в котором оно содержится.

Синтетический метод составления плана решения задачи имеет свои недостатки. Главный недостаток заключается в том, что первые шаги при решении задачи (выбор данных для простой задачи) не всегда сразу приводят к искомому результату. Многие учащиеся, не имея навыков сравнивать и выбирать данные для простых задач, допускают ошибки двух видов:

- а) в сравнении и выборе данных;
- б) в составлении плана решения.

При составлении плана решения задачи аналитическим методом рассуждения строятся в противоположном направлении — от искомого числа к данным в условии задачи. В отличие от синтетического, аналитический метод составления плана решения задачи представляет собой ряд связанных между собой и вытекающих один из другого выводов и поэтому при его использовании учащиеся допускают меньше ошибок логического характера.

При совершенствовании умения решать задачи целесообразно разнообразить аналогичные действия учащихся составлением обратных задач, использованием нескольких способов решений и обсуждением выбора наиболее рационального из них.

Комбинированные задачи должны содержать разные элементы знаний и способов действий, которые обозначены в школьной программе по химии.

Для предотвращения логических ошибок от учащихся следует требовать объяснений условий задачи и ее решения, сопровождать и на письме поясняющими записями. Этому также способствует устное повторение задачи и повторение решения по выполненным записям, воспроизведение решений сложных задач по образцу, упражнения в составлении учащимися вариантов задач.

Важнейшим компонентом деятельности по решению расчётных задач является деятельность создания математического описания задачной ситуации.

Для составления математического описания задачной ситуации в задачах с разным типом структуры можно использовать способы поэтапного расчёта, произвольного присвоения значений, введения переменных и последовательного перебора. Два из них (поэтапный расчёт и введение переменных) не имеют ограничений, т.е. могут использоваться всегда, а остальные два (произвольное присвоение значений и последовательный перебор) — только при соблюдении определённых условий. Рассмотрим характер действий, соответствующий этим способам, и условия их применения.

Поэтапный расчёт

Условия применения. Применим при решении любой задачи.

Описание действий. Поэтапно произвести арифметический расчёт неизвестных значений величин по известным значениям других величин, связанных с первыми однородными или разнородными отношениями.

Произвольное присвоение значений

Условия применения. Способ может быть использован в том случае, если в условии не указаны значения величин, описывающих меру веществ (а) и имеющих размерность, а также если в отношениях между такими величинами, выраженных в виде суммы или разности, отсутствуют какие-либо числовые значения.

Если в задаче описаны объекты, имеющие между собой какие-либо отношения, способ можно применить при решении задачи один раз. Если же объекты не имеют между собой никаких отношений, способ можно применить один раз к каждому такому объекту.

Описание действий. Одной величине, характеризующей меру веществ (а) и имеющей размерность, присвоить произвольное, удобное для дальнейших расчётов значение.

Введение переменных

Условия применения. Применим при решении любой задачи.

Описание действий. Одно из значений физических величин обозначить буквой x (удобнее выбирать такие значения физических величин, которые связаны однородными отношениями). Выразить остальные величины через x . Далее:

а) для задач с 5-м типом структуры составить искомое однородное соотношение и сократить x ;

б) для задач с 7-м типом структуры составить уравнение, выразив одну и ту же физическую величину двумя способами.

Если уравнение получается громоздким или его составить невозможно, ввести другие переменные (y , z и т.д.) и составить систему уравнений.

Если чисто уравнений:

а) больше или равно числу переменных, решить систему;

б) меньше числа переменных, попробовать выразить с помощью переменных искомую величину (в некоторых случаях при невозможности вычислить значения переменных можно рассчитать их комбинацию, равную искомой величине).

Если отношения между физическими величинами выражаются в виде зависимостей, содержащих знаки «>», «<>», «>», «<», составить неравенства или их систему и найти значение или диапазон значений искомых величин.

Последовательный перебор

Условия применения. Способ может быть использован в том случае, если в результате введения переменных получено одно уравнение или неравенство с двумя переменными такими, что одна принимает дискретные значения, а другая имеет ограниченную какими-либо условиями область допустимых значений.

Описание действий. Выразить величину, имеющую ограниченную область допустимых значений (первую) через величину, принимающую дискретные значения (вторую). Последовательно перебирать значения второй величины, рассчитывать соответствующие ей значения первой величины и проверять эти значения на предмет попадания в область допустимых значений. Если необходимо найти один ответ, перебор завершается после нахождения первой комбинации переменных, удовлетворяющей всем обозначенным критериям.

Последовательность использования данных способов составления математического описания задачной ситуации для расчётных задач с разным типом структуры можно представить в виде схемы.

Надо заметить, что в данной схеме, описывающей последовательность определения способов решения расчётной задачи, опущены некоторые детали. Так, способ введения переменных по-разному реализуется для задач с 5-м и 7-м типом структуры, что, соответственно, требует предварительного распознавания типа структуры и выполнения после

этого различных действий: такие подробности будут описаны позже в статьях, посвященных методике формирования умения учащихся решать расчётные задачи с помощью обобщённого метода.

1.4. Методика использования задач на уроках химии

Разнообразить методы преподавания химии можно, разумно применяя задачи на разных этапах урока: при изучении нового материала; в процессе закрепления материала, изученного на уроке; при самостоятельной работе на уроке и дома; при текущей проверке знаний учащихся; при повторении изученной темы и проведении проверочной или контрольной работы; при обобщении знаний учащихся по теме.

При объяснении нового материала задачи используют для введения учащихся в изучаемую тему, для иллюстрации рассматриваемых законов и теоретических положений или же с помощью задач подводят учащихся к выводам законов или какого-либо теоретического положения.

При этом необходимо соблюдать определенные условия. Текст задачи должен быть четким, небольшим по объему, понятным для всех учащихся и задачи не должны требовать сложных расчетов.

Устное решение задач можно использовать на различных этапах урока: при подготовке учащихся к восприятию нового материала, в процессе его изучения. Особенно полезны устные задачи при закреплении на уроке знаний.

Качество работы убеждает в полезности приема повторного решения задач (как тех, что были первоначально выполнены дома, так и тех, которые разбирались в классе). Наблюдения показывают, что многие учащиеся не усваивают сразу способ решения и форму ее записи, даже если они говорят, что все понятно. Упражнения в повторной самостоятельной записи решений задач убеждает учащихся в необходимости отнестись внимательнее к расчетам и оформлению. Повторное решение вселяет в них также уверенность, что к последующей самостоятельной работе дома они готовы.

Поэтому опытные учителя почти всякий раз включают в качестве самостоятельной работы на уроке и дома одну-две задачи с целью совершенствования умений учащихся решать задачи рассмотренных видов на основе учебного материала, изученного на уроке.

Применение при текущем учете знаний учащихся наряду со сложившимися формами опроса решения письменных и эксперименталь-

ных задач приучает учащихся не столько механически заучивать содержание параграфа, сколько осмысливать прочитанное.

Если текущий учет знаний учитель проводит перед изучением нового материала, то решение задач позволяет подвести (подготовить) учащихся к пониманию нового материала, связывая ранее пройденное с новым учебным материалом.

При повторении изученной темы, при проведении проверочных или контрольных работ, при обобщении или учете знаний проверяют умения учащихся устанавливать связи между отдельными разделами изученной темы или даже ряда тем. При этом можно предложить для решения комбинированные задачи.

2. РАСЧЕТНЫЕ ЗАДАЧИ ПО ХИМИИ

2.1. Алгоритмы решения расчетной химической задачи

Расчетные задачи в школьном курсе химии выполняют многочисленные функции: они развивают рациональный образ мышления, самостоятельность учащихся, позволяют реализовать межпредметные связи, способствуют закреплению полученной на уроке информации и, следовательно, дают возможность учителю не только проверить знания учащихся, но и оценить стиль их мышления и творческие способности.

Решение задач является одним из звеньев в прочном усвоении учебного материала еще и потому, что формирование теорий и законов, запоминание правил, формул, составление химических уравнений происходит в действии.

В ходе решения задач идет сложная мыслительная деятельность учащихся, которая определяет развитие как содержательной стороны мышления (знаний), так и действенной (операции, действия).

Стремление сформировать умение учащихся строить мыслительный процесс при решении задач, научить, как и в какой последовательности действовать, оперировать условиями задачи, привело к возникновению направления в методике обучения учащихся решению задач — использованию алгоритмов.

Применение алгоритмов при решении задач развивает умение логически мыслить, анализировать зависимости между величинами, выделить существенное в изучаемом, находить оптимальные пути решения задач, последовательно расчленять свои действия на «шаги», приводящие к нахождению искомой величины. С целью ускорения расчетов при решении однотипных задач необходимо широкое использование вычислительной техники.

При решении расчетных задач используют линейные по структуре алгоритмы. При написании алгоритмов необходимо помнить требования к решению и оформлению расчетных задач:

1. Сформулировать условие задачи конкретно.
2. Сделать краткую запись условия задачи из двух частей: «Дано», «Найти», обозначив физические величины по правилам ИЮПАК.
3. Сделать анализ имеющейся информации на избыток или недостаток данных.

4. Записать все необходимые для решения физические величины в «Дано».

5. Решать задачу рациональным способом в общем виде с однократной постановкой численных значений.

6. Предварять каждое действие поясняющей записью.

7. Проводить математические действия не только с числами, но и единицами измерения.

8. Давать численное значение ответа не больше точности наименее точного числа.

9. Записывать полный ответ на вопрос задачи без использования формул соединений.

10. Проводить проверку полученного результата через составления условий обратной задачи.

Общий алгоритм решения расчетной задачи следующий:

1. Почитать текст задачи, понять ее сущность.

2. Выполнить химическую часть решения задачи. Она состоит из следующих этапов:

- краткая запись условия задачи;
- исследование;
- анализ.

3. Выполнить математическую часть задачи. Она состоит из следующих этапов:

- подбор рационального способа решения;
- расчеты;
- запись ответа.

4. Провести проверку результатов.

5. Составить условие обратной задачи.

При обобщении и повторении сведений о химических понятиях и законах нужно подвести учащихся к пониманию постепенного усложнения тех задач, которые они решали ранее. Ученикам предлагается написать формулу какого-либо соединения, например хлорида натрия NaCl и вычислить его относительную молекулярную массу. Обращается внимание на то, что относительная молекулярная масса — это сумма относительных атомных масс элементов, входящих в состав вещества, с учетом числа атомов каждого элемента.

Высказанное положение записывается в виде формулы:

$$M_r(\text{NaCl}) = n_1 \cdot A_r(\text{Na}) + n_2 \cdot A_r(\text{Cl})$$

$$M_r(\text{NaCl}) = 23 + 35,5 = 58,5 \text{ г/моль}$$

Затем учащиеся вычисляют отношение масс элементов в этом веществе. Учащиеся отмечают, что для решения задачи необходимо найти произведение числа атомов элемента на его относительную атомную массу. Сравнивая расчет относительной молекулярной массы, вычисляют отношение масс элементов, отмечает, что последняя включает в себя элементы действий первой задачи: нахождение произведения числа атомов элемента на его относительную атомную массу ($n \cdot A_r$). Производится вычисление отношений масс элементов в хлориде натрия:

$$m(\text{Na}) : m(\text{Cl}) = n_1 \cdot A_r (\text{Na}) : n_2 \cdot A_r (\text{Cl}) = 23 : 35,5$$

После того как учащиеся установят связь между двумя решенными задачами и укажут существенное различие рассмотренных двух видов задач, им предлагают третью задачу — рассчитать массовые доли элементов в хлориде натрия (табл. 1).

Таблица 1

**Алгоритм решения задач на вычисление
массовой доли элемента в веществе**

Последовательность действий	Пример выполнения действий
1. Прочтите текст задачи.	1. Вычислить массовые доли каждого из элементов, входящих в состав хлорида натрия NaCl.
2. Запишите условия и требование задачи с помощью общепринятых обозначений.	2. Дано: Состав соединения NaCl. Найти: $\omega(\text{Na})$, $\omega(\text{Cl})$ Решение:
3. Запишите основную формулу для расчета массовой доли элемента в веществе.	3. $\omega = n \cdot A_r / M_r$
4. Вычислите относительную молекулярную массу соединения NaCl.	4. $M_r(\text{NaCl}) = 23+35,5 = 58,5$ г/моль; $A_r (\text{Na}) = 23$ г/моль, $A_r (\text{Cl}) = 35,5$ г/моль.
5. Подставьте рассчитанные величины в формулу для расчета массовой доли элемента в веществе.	5. $\omega(\text{Na}) = 1 \cdot 23 \text{ г/моль} / 58,5 \text{ г/моль} = 0,39$, $\omega(\text{Cl}) = 1 \cdot 35,5 \text{ г/моль} / 58,5 \text{ г/моль} = 0,61$.
6. Проведите проверку: сумма массовых долей всех элементов, входящих в состав соединения равна 1.	6. Проверка: $0,39+0,61 = 1$
7. Запишите ответ задачи.	7. Ответ: массовая для натрия равна 0,39, массовая доля хлора — 0,69.

В беседе выясняется, что понимают под массовой долей элемента в веществе. Если учащиеся путают определение, им предлагается записать его в тетрадь. Массовую долю элемента в веществе (ω) легко вычислить по алгебраической формуле:

$$\omega = n \cdot A_r / M_r$$

Обратной к данному типу задач относятся задачи на нахождение молекулярной формулы вещества, когда известными величинами являются массовые доли элементов в соединении и относительная молекулярная масса данного соединения.

Примером такой задачи может быть следующая: хлорпроизводное предельного углеводорода имеет относительную молекулярную массу 237. Массовая доля хлора в соединении равна 0,899, а массовая доля углерода равна 0,101. Найдите молекулярную формулу хлорпроизводного.

При решении данного типа задач основной формулой будет следующая:

$$n = \omega \cdot M_r / A_r$$

При подведении итога о проделанной работе подчеркивают сходство в решении задач на вычислении массовой доли элемента в веществе и нахождении молекулярной формулы вещества. Одновременно отмечается и различие, связанное с тем, что при выводе формулы вещества чаще всего относительная молекулярная масса не дается в условии, а указываются величины, позволяющие ее вычислить: относительная плотность паров вещества по воздуху, масса определенного образца, объем которого известен. Данные задачи можно отнести к простым, так как для их решения не требуются дополнительные знания из других тем и математические расчеты, используемые при их решении очень просты.

Опираясь на умение учащихся вычислять массовую долю элемента в веществе, проводят обучение решению задач по определению массовой доли растворенного вещества в растворе. Учащиеся вспоминают формулу:

$$n = \omega \cdot M_r / A_r,$$

отмечают, что она показывает, какую часть от относительной молекулярной массы составляет масса элемента. С позиции математики — это не что иное, как определение отношения части к целому, выражающего единство решения задачи на разнообразные массовые доли. Затем уточняют, что раствор состоит из двух компонентов: растворенного

вещества и растворителя, масса раствора есть сумма растворенного вещества (m) и растворителя (m_1):

$$m(\text{раствора}) = m(\text{вещества}) + m_1.$$

Массовые доли растворенного вещества в растворе определяются через отношение массы растворенного вещества к массе раствора:

$$\omega = m(\text{вещества}) / m(\text{раствора}) \text{ или}$$

$$\omega = m(\text{вещества}) / m + m_1$$

Следует вспомнить и то, что массу раствора (массу тела вообще) можно выразить через объем раствора (V) и его плотность (ρ):

$$m(\text{раствора}) = V \cdot \rho$$

Отсюда

$$\omega = m / V \cdot \rho$$

Выведенные формулы позволяют решать разнообразные задачи на растворы: вычисление массовой доли растворенного вещества в растворе, массы растворенного вещества массы растворителя.

Обобщая разные варианты решения задач на растворы с определенной массовой долей растворенного вещества в растворе и вычисление массовой доли элемента в веществе, отмечается их единство, математической основой которого является вычисление части от целого.

Таблица 2

Алгоритм решения задач на вычисление массы вещества с использованием массовой доли растворенного вещества в растворе

Последовательность действий	Пример выполнения действий
1. Прочтите текст задачи.	1. Сколько грамм йода и спирта нужно взять для приготовления 500 г 5%-ной йодной настойки?
2. Запишите условия и требование задачи с помощью общепринятых обозначений.	2. Дано: $m(\text{раствора}) = 500 \text{ г}$ $\omega(\text{р.в.}) = 5\% = 0,5$ Найти: m, m_1 Решение:
3. Запишите формулу для вычисления массовой доли растворенного вещества в растворе.	3 $\omega = m(\text{вещества}) / m(\text{раствора})$, отсюда $m(\text{вещества}) = \omega \cdot m(\text{раствора})$
4. Вычислите массу растворенного вещества.	4. $m(\text{вещества}) = 0,5 \cdot 500 \text{ г} = 25 \text{ г}.$

5. Запишите формулу для расчета массы раствора.	5. $m(\text{раствора}) = m(\text{вещества}) + m_1$, отсюда $m_1 = m(\text{раствора}) - m(\text{вещества})$.
6. Рассчитайте массу растворителя.	6. $m_1 = 500 \text{ г} - 25 \text{ г} = 475 \text{ г}$.
7. Запишите ответ задачи.	7. Ответ: масса йода составляет 25 г, масса спирта — 475 г.

Аналогично массовой доле вводится такое понятие, как объемная доля газообразного вещества в газовой смеси. Объемная доля — отношение объема растворенного вещества к объему раствора. Ее можно рассчитать по формуле:

$$\varphi = V_1 / V,$$

где V_1 — объем растворенного вещества, л; V — общий объем раствора, л.

Объемная доля, как и массовая доля — это безразмерная величина, которая выражается в долях единицы и процентах. Иногда объемная концентрация выражается миллионных долях (млн^{-1}), ppm.

Таблица 3

Алгоритм решения задач на вычисление объемной доли газообразного вещества в газовой смеси

Последовательность действий	Пример выполнения действий
1. Прочтите текст задачи.	1. Сколько литров кислорода может быть получено путем фракционной перегонки жидкого воздуха, если исходный объем воздуха был равен 80 л, а, как известно, объемная доля кислорода в воздухе равна 0,21?
2. Запишите условия и требование задачи с помощью общепринятых обозначений.	2. Дано: $V = 80 \text{ л}$ $\varphi(\text{O}_2) = 0,21$ Найти: $V(\text{O}_2)$ Решение:
3. Запишите формулу для вычисления объемной доли газообразного вещества в газовой смеси.	3. $\varphi = V_1 / V$, отсюда $V(\text{O}_2) = V \cdot \varphi(\text{O}_2)$
4. Рассчитайте объем газообразного вещества в газовой смеси.	4. $V(\text{O}_2) = 80 \text{ л} \cdot 0,21 = 16,8 \text{ л}$.
5. Запишите ответ задачи.	Ответ: объем кислорода равен 16,8 л.

Данный тип задачи также можно отнести к простым задачам. При решении более сложных задач могут возникнуть такие понятия, как «моль», «количество вещества», «молярный объем» и другие. В таблице 4 показан алгоритм решения задачи, в которой применяется такое понятие как «количество вещества».

Таблица 4

Алгоритм решения задач на вычисление массы газообразного вещества с использованием объемной доли и количества вещества данного соединения в газовой смеси

Последовательность действий	Пример выполнения действий
1. Прочтите текст задачи.	1. Найдите массу азота, полученного из 280 л воздуха, если известно, что объемная доля азота в воздухе составляет 0,78.
2. Запишите условия и требование задачи с помощью общепринятых обозначений.	2. Дано: $V = 280$ л $\varphi(N_2) = 0,78$ Найти: $m(N_2)$ Решение:
3. Запишите формулу для вычисления объемной доли газообразного вещества в газовой смеси.	3. $\varphi = V_1 / V$, отсюда $V(N_2) = V \cdot \varphi(N_2)$
4. Рассчитайте объем газообразного вещества в газовой смеси.	4. $V(N_2) = 280 \text{ л} \cdot 0,78 = 218,4 \text{ л}$
5. Запишите формулу для расчета массы вещества.	5. $m(N_2) = M_r(N_2) \cdot \nu$, где $M_r(N_2) = 28$ г/моль.
6. Запишите формулу для расчета количества вещества.	6. $\nu = V(N_2) / V_m$, где $V_m = 22,4$ л/моль (молярный объем).
7. Рассчитайте количество газообразного вещества.	7. $\nu = 218,4 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 9,75 \text{ моль}$
8. Рассчитайте массу газообразного вещества.	8. $m(N_2) = 28 \text{ г/моль} \cdot 9,75 \text{ моль} = 273 \text{ г}$.
9. Запишите ответ задачи.	9. Ответ: масса азота равна 273 г.

При рассмотрении данного типа задач целесообразно повторить понятие «количество вещества» и вспомнить все способы для нахождения этой величины, а именно:

$$\nu = m / M_r$$

$$\nu = V / V_m$$

$$v = N_0 / N_A,$$

где v — количество вещества, моль; V_m — молярный объем (22,4 л/моль); N_A — число Авогадро ($6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹).

При наличии в условии задачи или требование сразу нескольких дополнительных величин говорит о том, что данная задача относится к комбинированному типу. Комбинированные задачи относятся к числу нестандартных задач. Нестандартные задачи повышенной сложности, которые требуют от учащихся большой смекалки, знаний из дополнительных источников информации применяются чаще всего в классах с профильным изучением химии.

Поэтому комбинированные задачи не использовались при разработке системы задач, так как в классах, для которых она применялась, профильными предметами в первом случае были физика, математика и информатика, а во втором — иностранный язык, правоведение и география.

2.2. Примеры решения расчетных задач

Первоначальные химические понятия

Расчет относительной молекулярной массы и относительной молярной массы

Обозначают относительную атомную массу — A_r , относительную молекулярную массу — M_r , где индекс r происходит от английского *relative* — относительный. Относительные атомные массы с большой точностью приведены в Периодической системе элементов. При решении задач относительные атомные массы принято округлять до целых для всех элементов кроме хлора. Необходимо, чтобы учащиеся запомнили, что $A_r(\text{Cl}) = 35,5$. Очень распространенная ошибка — округление (причем неверное!) этого значения до целых, т.е. до 35. Очень часто учащиеся используют в расчетах неверные относительные атомные массы, например, алюминия (26 вместо 27), меди (63 вместо 64), серебра (107 вместо 108). По физическому смыслу относительная масса — величина безразмерная, она показывает, во сколько раз «одно тяжелее другого».

Задача 1. Найдите относительную атомную массу серы, если один атом серы имеет массу $53,3 \cdot 10^{-24}$ г.

Решение:

$$A_r(S) = m_a(S)/(1/12m_a)$$

$$A_r(S) = 53,3 \cdot 10^{-24} / 1,66 \cdot 10^{-24} = 32,1.$$

Ответ. $A_r(S) = 32,1$.

Относительные молекулярные массы простых и сложных веществ рассчитывают как сумму относительных атомных масс всех атомов в молекуле или формульной единице (с учетом числа атомов каждого элемента!)

Задача 2. Вычислите относительную молекулярную массу азотной кислоты.

Решение:

$$A_r(H) = 1, A_r(N) = 14, A_r(O) = 16,$$

$$M_r(HNO_3) = A_r(H) + A_r(N) + A_r(O) \cdot 3 = 1 + 14 + 16 \cdot 3 = 63$$

Ответ: $M_r(HNO_3) = 63$.

Точно так же можно рассчитать относительные молекулярные массы заряженных частиц — ионов:

$$M_r(SO_4^{2-}) = 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 96;$$

$$M_r(NH_4^+) = 1 \cdot 14 + 4 \cdot 1 = 18.$$

Молярная масса M вещества численно равна его относительной молекулярной массе, но эта величина имеет размерность. В Международной системе единиц размерность молярной массы — [кг/моль], однако в химии гораздо более удобна размерность [г/моль] или кратные ей — [мг/ммоль] и [кг/кмоль]. Очень удобно, что значение молярной массы остается неизменным при изменении размерности, например:

$$M(H_2O) = 18 \text{ г/моль, или } 18 \text{ мг/ммоль, или } 18 \text{ кг/кмоль.}$$

Учащиеся, как правило, не любят использовать иные размерности, кроме грамм на моль (г/моль). Поэтому при расчете количества вещества массой, допустим, 10 т они выражают массу в граммах, получая семизначное число. Делать этого не следует.

Вычисление массовой доли элемента в составе вещества

Используя относительную молекулярную массу вещества, легко вычислить массовую долю элемента, входящего в состав данного вещества. Из курса математики ученикам известно, что массовая доля — это отношение массы части к массе целого. Поэтому массовая доля элемен-

та в сложном веществе (w) показывает, какую часть составляет масса атомов элемента от массы молекулы вещества.

Целесообразно записать формулу расчета массовой доли элемента в сложном веществе:

$$\omega(\text{Э}) = A_r(\text{Э}) \cdot n / M_r$$

Задача 3. Вычислите массовые доли элементов в азотной кислоте.

Исходя из формулы расчета массовой доли элементов в сложном веществе, для решения задачи необходимо найти в Периодической системе значения относительных атомных масс элементов, входящих в состав данного вещества, вычислить относительную молекулярную массу вещества, а затем найти массовую долю каждого элемента.

Решение:

$$A_r(\text{H}) = 1, A_r(\text{N}) = 14, A_r(\text{O}) = 16,$$

$$M_r(\text{HNO}_3) = A_r(\text{H}) + A_r(\text{N}) + A_r(\text{O}) \cdot 3 = 1 + 14 + 16 \cdot 3 = 63$$

$$\omega(\text{Э}) = A_r(\text{Э}) \cdot n / M_r$$

$$\omega(\text{H}) = A_r(\text{H}) \cdot n / M_r$$

$$\omega(\text{H}) = 1 \cdot 1 / 63 = 0,0159 \text{ или } 1,59\%$$

$$\omega(\text{N}) = A_r(\text{N}) \cdot n / M_r$$

$$\omega(\text{N}) = 14 \cdot 1 / 63 = 0,2222 \text{ или } 22,22\%$$

$$\omega(\text{O}) = A_r(\text{O}) \cdot n / M_r$$

$$\omega(\text{O}) = 16 \cdot 3 / 63 = 0,7619 \text{ или } 76,19\%$$

Вычисление простейших формул веществ

Зная массовую долю элементов, входящих в состав соединения, можно определить простейшую формулу вещества. Простейшие формулы вещества выражают наиболее простой возможный атомный состав молекул вещества. Данный тип задач является обратным по отношению к вычислениям массовых долей элементов, входящих в состав сложного вещества. Поэтому его вводят после того, когда ученики научатся вычислять массовые доли элементов в составе сложного вещества. При этом необходимо подбирать для решения такие задачи, в которых простейшая формула вещества совпадает с истинной. Не рекомендуется, например, на основе массовой доли элементов вычислять формулу пероксида водорода, так как простейшая формула данного вещества имеет состав HO .

Для вывода химической формулы вещества необходимо найти отношение чисел атомов элементов, входящих в состав данного вещества.

Для этого нужно массовые доли элементов разделить на относительные атомные массы этих элементов. Если в результате деления получаются дробные части, то тогда наименьшую дробную часть принимают за единицу, а все остальные отношения чисел делят на наименьшее число.

Задача 4. Вещество содержит 1,59% водорода, 22,22% азота и 76,19% кислорода. Определите формулу вещества.

Решение:

Отношение чисел атомов водорода, азота и кислорода в молекуле вещества будет следующим

$$x:y:z = \omega(\text{H})/A_r(\text{H}) : \omega(\text{N})/A_r(\text{N}) : \omega(\text{O})/A_r(\text{O})$$

$$x:y:z = 1,59/1 : 22,22/14 : 76,19/16 = 1,59 : 1,59 : 4,76$$

Наименьшее дробное число 1,59, его принимаем за 1.

$$x:y:z = 1,59/1,59 : 1,59/1,59 : 4,76/1,59 = 1 : 1 : 3.$$

Формула вещества HNO_3 .

Ответ: HNO_3

Разбавление раствора водой

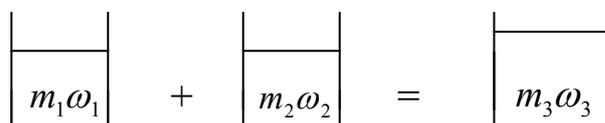
Сколько воды и 98% серной кислоты потребуется для приготовления 500 г 25% раствора?

Дано:

$$m_3 = 500 \text{ г.}$$

$$\omega_3 = 0,25$$

$$\omega_2 = 0,98$$



$$m_2 = ?$$

по правилам смешения $m_1 + m_2 = m_3$ (1) и $m_1 \omega_1 + m_2 \omega_2 = m_3 \omega_3$ (2),

$$m_1 = ?$$

где $\omega_1 = 0$ (вода), тогда в уравнении (2) $m_1 \omega_1 = 0$ и оно

$$\omega_1 = 0$$

преобразуется в $m_2 \omega_2 = m_3 \omega_3$, откуда $m_2 = \frac{m_3 \omega_3}{\omega_2}$.

Подставив данные из условия задачи

$$\text{получим } m_2 = \frac{500 \cdot 0,25}{0,98} = 127,5 \text{ (г)}, \text{ и далее из уравнения (1)}$$

$$m_1 = m_3 - m_2 \quad m_1 = 500 - 127,5 = 376,5 \text{ (г)}$$

Ответ: масса воды 376,5 г, масса раствора серной кислоты 127,5 г

Смешение соли и раствора

Сколько соли и 20% раствора той же соли потребуется для приготовления

400 г 30% раствора соли?

Дано:

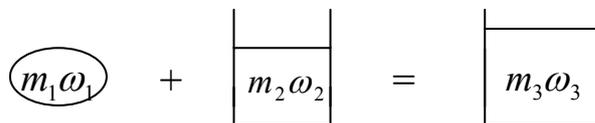
$$m_3 = 400 \text{ г.}$$

$$\omega_3 = 0,30$$

$$\omega_2 = 0,20$$

$$m_2 = ?$$

$$m_1 = ?$$



р-р 1 (соль)

р-р 2

р-р 3

по правилам смешения $m_1 + m_2 = m_3$ (1) и $m_1 \omega_1 + m_2 \omega_2 = m_3 \omega_3$ (2),

где $\omega_1 = 1$ (соль), тогда уравнение (2) преобразуется

$$\text{в } m_1 + m_2 \omega_2 = m_3 \omega_3 \text{ (2).}$$

Решаем систему уравнений (1) и (2).

Из уравнения (1) $m_2 = m_3 - m_1$, подставив значение m_2 в уравнение (2), $m_1 + (m_3 - m_1) \omega_2 = m_3 \omega_3$, и после преобразований $m_1 - m_1 \omega_2 = m_3 \omega_3 - m_3 \omega_2$,

$$m_1(1 - \omega_2) = m_3(\omega_3 - \omega_2), \text{ получим } m_1 = \frac{m_3(\omega_3 - \omega_2)}{1 - \omega_2}$$

Подставив данные из условия задачи получим

$$m_1 = \frac{400(0,30 - 0,20)}{1 - 0,20} = 50 \text{ (г)}, m_2 = 400 - 50 = 350 \text{ (г)}.$$

Ответ: масса соли 50 г, масса раствора 350 г.

Другой вариант решения

$$\omega_3 = \frac{m(p.v - va)}{m(p - ra)}, \text{ масса растворенного вещества складывается из массы}$$

чистой соли — m_1 и массы соли, содержащейся в растворе (2) — $m_2 \omega_2$,

а масса полученного раствора равна m_3 , откуда $\omega_3 = \frac{m_1 + m_2 \omega_2}{m_3}$ (1),

и масса раствора (3) складывается из массы соли и массы раствора (2)

$m_1 + m_2 = m_3$ (2). Получим такую же систему уравнений, что и в предыдущем варианте решения.

Смешение кристаллогидрата и раствора

Определите массу раствора с массовой долей карбоната натрия 0,1 и массу кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, которые нужно взять для приготовления раствора массой 540 г с массовой долей Na_2CO_3 0,15?

Решение:

Для решения задачи используем закон разбавления:

$$m_1\omega_1 + m_2\omega_2 = m_3\omega_3$$

$$\omega_2 = \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} \text{ — массовая доля карбоната в кристаллогидрате}$$

Составим систему двух уравнений с двумя неизвестными m_1, m_2 .

$$\begin{aligned} m_1\omega_1 + m_2\omega_2 &= m_3\omega_3 \\ m_1 + m_2 &= m_3 \end{aligned}, \text{ решив его, получаем } m_1 = \frac{m_3 \cdot (\omega_3 - \omega_2)}{\omega_1 - \omega_2}$$

и, подставив численные значения величин, получим

$$m_1 = 440(\text{г}), m_2 = 540 - 440 = 100(\text{г})$$

Ответ: масса раствора 440 г, масса кристаллогидрата 100 г

Тип задач “Смеси”

1. В результате сжигания 3,36 л смеси метана и пропана образовалось 5,6 л CO_2 (н.у.). Вычислить объемы газов в исходной смеси.
2. Сплав Mg и Al массой 5 г обработали соляной кислотой, получилось 5,6 л H_2 (н.у.). Определите состав сплава.
3. Для нейтрализации смеси муравьиной и уксусной кислот массой 8,3 г потребовался раствор NaOH с массовой долей 15% массой 40 г. Определить массовую долю уксусной кислоты в смеси.

Пример решения задачи 3

$$m_{\text{NaOH}} = 0,15 \cdot 40 = 6 \text{ (г)}$$

Суммарная стехиометрическая схема реакции, сбалансированная по NaOH и краткая запись условий реакции

$$\sum m = 8,3 \text{ г}$$

$$\overbrace{m_1 = ? \quad m_2 = ?} \quad m_3 = ?$$



46 г/моль

60 г/моль

40 г/моль

составим систему уравнений

$$46x + 60y = 8,3 \text{ (г)}$$

$$40(x+y) = 6 \text{ (г)} \quad \text{отсюда } x = 0,05, y = 0,10$$

$$m_1(\text{НСООН}) = 0,05 \cdot 46 = 2,3 \text{ (г)} \quad \omega_1 = \frac{2,3}{8,3} = 0,28 \quad \text{или } 28\%$$

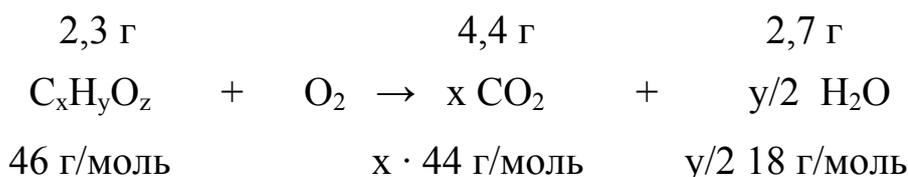
$$m_1(\text{СН}_3\text{СООН}) = 0,10 \cdot 60 = 6 \text{ (г)} \quad \omega_2 = 72\%$$

Ответ: НСООН = 28%; СН₃СООН = 72%

«Установление молекулярной формулы по продуктам сгорания»

При сгорании 2,3 г вещества образовалось 4,4 г углекислого газа и 2,7 г воды. Установить формулу вещества.

Метод пропорции



$$2,3 : 46 = 4,4 : x \cdot 44 \quad \text{другая форма пропорции} \quad \frac{2,3}{46} = \frac{4,4}{x \cdot 44}$$

$$\text{откуда } x \cdot 44 \cdot 2,3 = 46 \cdot 4,4 \quad \Rightarrow \quad x = 2$$

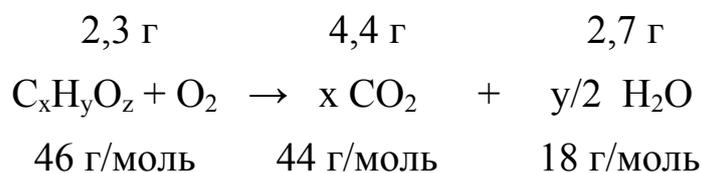
$$\text{аналогично } \frac{2,3}{46} = \frac{2,7}{y/2 \cdot 18} \quad \Rightarrow \quad y = 6$$

$$\text{Mr}(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = x \cdot \text{Ar}(\text{C}) + y \cdot \text{Ar}(\text{H}) + z \cdot \text{Ar}(\text{O}) \quad \Rightarrow$$

$$46 = 12 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 16 \cdot z \quad \Rightarrow \quad z = 1$$

Ответ: С₂Н₆О

Решение с применением понятия “моль”



$$n(C_xH_yO_z) = \frac{2,3}{46} = 0,05 \text{ (моль)} \quad n(CO_2) = \frac{4,4}{44} = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$n(H_2O) = \frac{2,7}{18} = 0,15 \text{ (моль)}$$

Из уравнения следует $\frac{n(CO_2)}{n(C_xH_yO_z)} = x \quad x = 2$

$$\frac{n(H_2O)}{n(C_xH_yO_z)} = y/2 \quad y = 6$$

$$M_r(C_xH_yO_z) = x \cdot Ar(C) + y \cdot Ar(H) + z \cdot Ar(O) \Rightarrow$$

$$46 = 12 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 16 \cdot z \quad \Rightarrow \quad z = 1$$

Ответ: C_2H_6O

Установление молекулярной формулы по данным элементного состава

Установите простейшую молекулярную формулу углеводорода, содержащего 85,7% углерода. Относительная плотность паров углеводорода по водороду равна 21.

Решение:

Дано:	
$\omega(C) = 85,7\%$	Пусть формула углеводорода C_xH_y , он содержит водород
$D(H_2) = 21$	$\omega(H) = 100 - 85,7 = 14,3 \%$,
МФ = ?	$M_r(C_xH_y) = D(H_2) \cdot M_r(H_2), \quad M_r(C_xH_y) = 21 \cdot 2 = 42$

Найдем массу углерода в 1 моль углеводорода, $m(C) = M_r(C_xH_y) \cdot \omega(C)$,

$m(C) = 42 \cdot 0,857 = 36$, значит углеводород содержит $36:12 = 3$ атома С,

Остальное составляет водород $42 - 36 = 6$, значит атомов Н $6:1 = 6$

Формула углеводорода C_3H_6

Ответ: формула углеводорода C_3H_6

Другие варианты решения

Решение с применением понятия относительный атомный фактор

$$x : y = \frac{85,7}{12} : \frac{14,3}{1} = 7,14 : 14,3 = 1 : 2, \text{ где } x \text{ и } y \text{ относительные атомные}$$

факторы углерода и водорода соответственно

Простейшая формула CH_2 , тогда $M_r(\text{CH}_2) = 14$,

$$\text{Пусть } n = \frac{M_r(\text{C}_x\text{H}_y)}{M_r(\text{CH}_2)}, \quad n = \frac{42}{14} = 3,$$

Формула углеводорода $(\text{CH}_2)_n$ или $(\text{CH}_2)_3 = \text{C}_3\text{H}_6$

Ответ: формула углеводорода C_3H_6

Решение с применением понятия моль

Пусть масса углеводорода равна 100 г, тогда он содержит 85,7 г углерода и 14,3 г водорода.

$$\text{Найдем количество вещества атомов углерода } \nu(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{A(\text{C})}, \quad \nu(\text{C}) = \frac{85,7 \text{ г}}{12 \text{ г/моль}} = 7,14 \text{ моль}, \quad \nu(\text{H}) = \frac{14,3 \text{ г}}{1 \text{ г/моль}} = 14,3 \text{ моль}, \text{ тогда их отношение должно быть отношением целых чисел } \nu(\text{C}) : \nu(\text{H}) = 7,14 : 14,3 = 1 : 2.$$

$$\text{Простейшая формула } \text{CH}_2, \quad M_r(\text{CH}_2) = 14, \quad n = \frac{M_r(\text{C}_x\text{H}_y)}{M_r(\text{CH}_2)}, \quad n = \frac{42}{14} = 3.$$

Тогда формула углеводорода $(\text{CH}_2)_n$ или $(\text{CH}_2)_3 = \text{C}_3\text{H}_6$

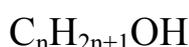
Ответ: формула углеводорода C_3H_6

Установление молекулярной формулы по уравнению реакции

Предельный одноатомный спирт массой 30 г взаимодействует с избытком металлического натрия образуя 5,6 л водорода (н.у.). Определить формулу спирта.

Дано:

$$m(\text{сп}) = 2,96 \text{ г}$$

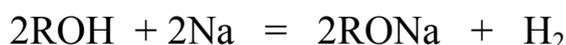


$$V(\text{H}_2) = 56 \text{ л}$$

$$M\Phi = ?$$

Формула предельного одноатомного спирта

Для упрощения обозначим ее ROH



Решение

$$\nu(\text{H}_2) = \frac{V}{V_0}, \quad \nu(\text{H}_2) = \frac{5,6\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

По уравнению реакции $\nu(\text{ROH}) = 2 \nu(\text{H}_2)$, $\nu(\text{ROH}) = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ моль}$

$$\nu(\text{ROH}) = \frac{m(\text{ROH})}{M(\text{ROH})}, \quad M(\text{ROH}) = \frac{m(\text{ROH})}{\nu(\text{ROH})}, \quad M(\text{ROH}) = \frac{30\text{г}}{0,5\text{моль}} = 60 \text{ г/моль}$$

Исходя, из общей формулы спирта и значения молярной массы получим уравнение

$$M_r(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}) = n \cdot A_r(\text{C}) + (2n+2) \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}),$$

$$60 = 12n + (2n + 2) + 16,$$

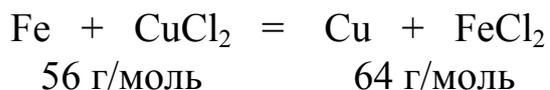
$$60 = 14n + 2 + 16, \quad 14n = 42, \quad n = 3$$

Ответ: формула спирта $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ или $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

Пластины

Железная пластинка массой 10,0 г опущена в избыток раствор хлорида меди (II). Через некоторое время ее масса стала равной 10,8 г. Какая масса меди осела на пластинке? Какая масса хлорида железа образовалась в растворе?

Решение:



Обозначим $m(\text{Fe}) = X$, $m(\text{Cu}) = Y$

$$\nu(\text{Fe}) = \frac{X}{56} \quad \nu(\text{Cu}) = \frac{Y}{64} \quad \text{из уравнения } \nu(\text{Fe}) = \nu(\text{Cu})$$

откуда $64 X = 56 Y$

привес массы пластинки $\Delta m = m(\text{Cu}) - m(\text{Fe})$ или $0,8 = Y - X$

Решение системы уравнений

Из 2 уравнения $X = Y - 0,8$, подставим X в 1 уравнение и получим

$$64 (Y - 0,8) = 56 Y, \quad 64 Y - 56 Y = 64 \cdot 0,8,$$

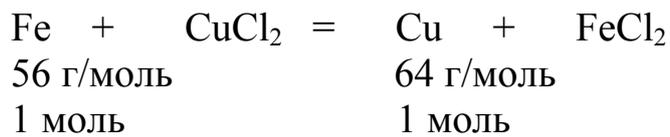
$$8Y = 51,2, \quad Y = 6,4$$

$$m(\text{Cu}) = 6,4 \text{ г} \quad \nu(\text{Cu}) = \frac{6,4}{64} = 0,1 \text{ моль} \quad \nu(\text{Cu}) = \nu(\text{FeCl}_2)$$

$$m(\text{CuCl}_2) = 0,1 \cdot 135 = 13,5 \text{ г}$$

$$\text{Ответ: } m(\text{Cu}) = 6,4 \text{ г}; \quad m(\text{FeCl}_2) = 13,5 \text{ г.}$$

Другой способ



Если железа растворилось 1 моль, меди выделилось 1 моль,

64 г, тогда привес 8 г

Меди выделилось $m(\text{Cu})$ привес 0,8 г,

Решая пропорцию получим $m(\text{Cu}) = \frac{64 \cdot 0,8}{8} = 6,4 \text{ г}$

И далее аналогично $\nu(\text{Cu}) = \frac{6,4}{64} = 0,1 \text{ моль} \quad \nu(\text{Cu}) = \nu(\text{CuCl}_2)$

$$m(\text{FeCl}_2) = 0,1 \cdot 135 = 13,5 \text{ г}$$

$$\text{Ответ: } m(\text{Cu}) = 6,4 \text{ г}; \quad m(\text{FeCl}_2) = 13,5 \text{ г.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение задач занимает в химическом образовании важное место, так как это один из приемов обучения, посредством которого обеспечивается более глубокое и полное усвоение учебного материала по химии и вырабатывается умение самостоятельного применения приобретенных знаний.

В процессе решения задач происходит уточнение и закрепление химических понятий о веществах и процессах, вырабатывается смекалка в использовании имеющихся знаний. Побуждая учащихся повторять пройденное, углублять и осмысливать его, химические задачи способствуют формированию системы конкретных представлений, что необходимо для осмысленного восприятия последующего материала. Задачи, включающие определенные химические ситуации, становятся стимулом самостоятельной работы учащихся над учебным материалом. Отсюда понятно общепринятое мнение, что мерой усвоения материала следует считать не только и даже не столько пересказ учебника, сколько умение использовать полученные знания при решении различных задач.

Таким образом, решение задач — важный компонент процесса обучения химии. Наилучших результатов можно достичь при систематическом решении различных видов задач. Поэтому разработка систем задач является важной составляющей в процессе обучения, т.к. система задач обеспечивает в наиболее короткий срок и с наименьшей затратой сил достигнуть наилучших результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов М.А. Решение задач повышенной трудности // Химия в школе. 2005. №4. С. 56–58.
2. Беляев Н.Н. О системном подходе к решению задач // Химия в школе. №5. С. 60–61.
3. Беспалов П.И. Практикум по методике обучения химии в средней школе / П.И. Беспалов. М.: Дрофа, 2007. 222 с.
4. Виноградова Н.А. Учим решать расчетные задачи // Химия в школе. 2004. №5. С. 54–56.
5. Воскобойникова Н.П. Сравните и почувствуйте разницу (к решению задач) // Химия в школе. 2003. №4. С. 41–45.
6. Габриелян О.С. Настольная книга учителя. Химия 8 класс. М.: Дрофа, 2002. 410 с.
7. Герус С.А. Алгоритмический подход к решению типовых расчетных задач // Химия в школе. 1996. №3. С. 46–48.
8. Гузей В.В. О системе задач и задачном подходе к обучению // Химия в школе. 2001. №8. С. 12–18.
9. Ерохина Г.Н. Как мы обучаем решению задач // Химия в школе. 2001. №7. С. 59–61.
10. Ерыгин Д.П. Методика решения задач по химии: учеб. пособ. для пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1989. 174 с.
11. Злотников Е.Г. О сюжетно-ролевых творческих заданиях в обучении химии // Химия в школе. 2001. №7. С. 61–64.
12. Зуева М.В. Обучение учащихся применению знаний по химии. М.: Просвещение, 1987. 143 с.
13. Зуева М.В. Совершенствование организации учебной деятельности школьников на уроках химии. М.: Просвещение, 1989. 159 с.
14. Кузнецова Н.Е. Методика преподавания химии: учеб. пособ. для пед. ин-тов по хим. и биол. спец. М.: Просвещение, 1984. 415 с.
15. Мартынова Н.Н. как мы обучаем решению расчетных задач // Химия в школе. 2013. №9. С. 32–36.
16. Махмутов М.И. Современный урок. М.: Педагогика, 1985. 184 с.
17. Мелехова Л.Г. Метод пошаговой детализации при решении расчетных задач // Химия в школе. 2001. №8. С. 23–26.
18. Новоселов А.В. Учимся решать задачи на смеси органических веществ // Химия в школе. 2002. №4. С. 69–72.
19. Пак М.С. Дидактика химии: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений. М.: Владос, 2004. 315 с.
20. Практикум по методике обучения химии в средней школе / П.И. Беспалов и др. М.: Дрофа, 2007. 222 с.

21. Расулова Г.Л. Методическая помощь учащимся в решении задач // Химия в школе. 2005. №3. С. 66–70.
22. Староста В.И. Как обучать осмысленному решению расчетных задач по химии // Химия в школе. 2002. №10. С. 53–58.
23. Строкатова С.Ф. Методика решения расчетных химических задач // Химия в школе. 2002. №5. С. 60 с.
24. Теория и методика обучения химии / О.С. Габриэлян и др. М.: Академия, 2009. 3844 с.
25. Хамаитова А.И. О математических методах решения химических задач // Химия в школе. 2001. №6. С. 32–34.
26. Хрусталева А.Ф. Приближенно – по правилам: Методика обучения решения химических задач // Химия в школе. 2001. №3. С. 40–41.
27. Чернобельская Г.М. Методика обучения химии в средней школе / Г.М. Чернобельская. М.: Владос, 2000. 678 с.
28. Чернобельская Г.М. Реализация связи химии с валеологией // Химия в школе. 2001. №8. С. 18–22.
29. Чечевицина М.Б. Использование на уроках теории решения изобретательских задач // Химия в школе. 2004. №4. С. 26–39.
30. Шишкин Е.А. Устное решение задач как средство развития мышления // Химия в школе. 2003. №3. С. 56–59.
31. Шишкин Е.А. Пути решения расчетной задачи // Химия в школе. 2001. №6. С. 46–50.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Общая характеристика задач, применяемых на уроках химии	5
1.1. Система химических задач	5
1.2. Классификация задач	7
1.3. Формирование у учащихся умений решать задачи	13
1.4. Методика использования задач на уроках химии	20
2. Расчетные задачи по химии	22
2.1. Алгоритмы решения расчетной задачи по химии	22
2.2. Примеры решения расчетных задач	29
Заключение	40
Литература	40

Учебное издание

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ХИМИИ

Учебно-методическое пособие

Подготовка оригинал-макета – *Т.И. Котикова*

Подписано в печать 17.11.2014. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 2,56. Тираж 100 экз. Заказ № 423.

Издательство Алтайского государственного университета;
Типография Алтайского государственного университета:
656049, Барнаул, ул. Димитрова, 66