

Д. Н. Турчен
ВГУ, Воронеж

ГРАФИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

при решении расчётных задач

В середине XX в. возник интерес к алгоритмизации при обучении школьников химии [1]. Алгоритмические предписания успешно применяли для формирования базовых умений: при составлении формул веществ, уравнений химических реакций, определении степеней окисления, характеристике элементов и веществ, выявлении изомеров и др. [2–5]. Были также предприняты попытки составить алгоритмические предписания для расчётных задач [4–9]. Но по причине их большого многообразия создание общих ал-

горитмов целесообразно лишь для простейших задач, решение которых возможно по одной базовой формуле. С усложнением задач алгоритмы их решений могут развиваться в двух направлениях.

1. **Усложнение** в результате увеличения количества элементарных действий. При этом число алгоритмов будет резко возрастать, так как можно сконструировать значительное число комбинаций даже из простейших задач.

2. **Обобщение** алгоритмов путём укрупнения самих элементарных действий. При этом

они теряют свою детерминированность и превращаются в общий план действий по решению задач.

Изучение **усложнённых** алгоритмов лишено смысла из-за их огромного количества и разнообразия. Например, совершенно неразумно составлять общий алгоритм решения задач, связанных с определением избытка-недостатка, так как они могут быть весьма разнообразными как по исходным, так и по искомым данным. Намного эффективнее выработать критерии, позволяющие выявить необходимость определения избытка и недостатка, а также алгоритм нахождения вещества, взятого в избытке.

Кроме того, далеко «не для всех задач можно построить “типичные” алгоритмы. Многие задачи требуют не стандартного подхода, а выдумки и творчества. Это разнообразие таково, что ученик запутывается в самих алгоритмах, так как к каждой задаче нужно подобрать свой алгоритм» [10].

Путь развития алгоритмов в сторону **обобщения** привёл к формулированию следующего общего плана действий [5]:

1. Прочитайте текст расчётной задачи.
2. Запишите кратко условие и требование задачи с помощью общепринятых условных обозначений.
3. Составьте химические формулы, уравнения реакций в соответствии с содержанием расчётной задачи и её требованием.
4. Составьте рациональный план решения.
5. Продумайте, какие дополнительные данные можно извлечь из химических формул, уравнений реакций для реализации требования задачи.
6. Произведите все необходимые в данной задаче действия с заданной математической точностью.
7. Запишите полученный ответ.

Использование данного плана* систематизирует и направляет деятельность учащихся.

* Строго говоря, данная последовательность действий не является ни алгоритмом, ни алгоритмическим предписанием, так как не обладает их основным свойством — детерминированностью. Этап составления рационального плана решения может быть выполнен разными учащимися совершенно по-разному, так как обычно суще-

Но чаще всего большую часть его пунктов они выполняют формально. По результатам наблюдений за процессом решения задач школьниками удалось выявить, что большинство из них, решая задачу, требующую более двух логических операций, приступают к расчётам, не имея чёткого плана предстоящих действий. При этом их действия напоминают поведение слепого котёнка в поисках молока. Но в отличие от него учащиеся далеко не всегда добиваются результата.

Одна из основных причин неудач — отсутствие осознанного поэтапного плана решения конкретной задачи. И, как это ни парадоксально, такой подход к решению задач учащиеся перенимают именно у учителя. При объяснении конкретной задачи учитель понимает необходимость этапа выбора алгоритма решения, и он однозначно существует в его голове. Но школьники не видят этого плана, и он постепенно выявляется на доске и в тетрадах лишь по мере проведения вычислений. Более того, часто в письменном виде отражаются лишь вычисления без каких-либо словесных комментариев. При объяснении каждого действия учитель, конечно же, комментирует его, но если эти комментарии не зафиксированы, школьники быстро забывают их на фоне проводимых вычислений. Объяснение завершается получением числового значения ответа, и у учащихся складывается впечатление, что они поняли логику решения задачи. Однако это впечатление ложное. В реальности в тетрадах сохраняются лишь общие формулы и вычисления. Чёткого алгоритма решения как не было, так и нет.

Такие же записи можно обнаружить в большинстве задачниках и пособий. В приведённых там образцах решения мы обнаруживаем лишь последовательность расчётов, по которой, сопоставляя числовые данные из условия задачи, возможно выстроить алго-

стует несколько способов решения задачи, сравнивать которые по рациональности не всегда правильно. Более того, даже один учащийся, владеющий несколькими способами, может избрать разные варианты при повторном решении. Не являются детерминированными также 5-й и 6-й пункты плана, поскольку они зависят от выбора способа решения.

ритм решения. Для сложных задач, имеющих большое количество действий, это сделать далеко не просто даже учителю. Даже ему часто бывает легче самостоятельно решить задачу, чем вникнуть в логику чужого решения, выраженного последовательностью формул и чисел. А каково в этой ситуации учащимся, которые ещё не умеют самостоятельно решать такие задачи? Поэтому большинство из них отступают перед трудностями, так и не научившись решать задачи.

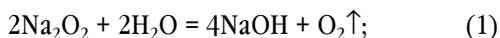
Выход из данной проблемной ситуации заключается в построении **частного** алгоритма решения и материализации его в виде графической схемы. Рассмотрим составление таких схем для нескольких задач.

Задача 1. Определите массу воды, которую необходимо выпарить из 2 л 10%-ного раствора гидроксида натрия ($\rho = 1,11 \text{ г/мл}$) для повышения содержания щёлочи в нём до 15% (схема 1).

О т в е т: $m_{\text{испар}}(\text{H}_2\text{O}) = 740 \text{ г.}$

Задача 2. В горячей воде в присутствии катализатора растворили пероксид натрия массой 5,85 г. При этом выделился кислород и образовался 4%-ный раствор щёлочи. Определите объём воды, в которой был растворён пероксид натрия, а также объём углекислого газа (н. у.), необходимого для перевода образовавшейся щёлочи в среднюю соль (схема 2).

В условии описаны две последовательные химические реакции. Гидроксид натрия, образовавшийся в первой реакции, реагирует с углекислым газом:



О т в е т: $V_{\text{исх}}(\text{H}_2\text{O}) = 145$ мл; $V(\text{CO}_2) = 1,68$ л.

На представленных схемах все исходные данные из условия заключены в овалы, а величины, которые требуется найти, обведены волнистой линией. Можно дополнительно выделить исходные и конечные данные с по-

Схема 1

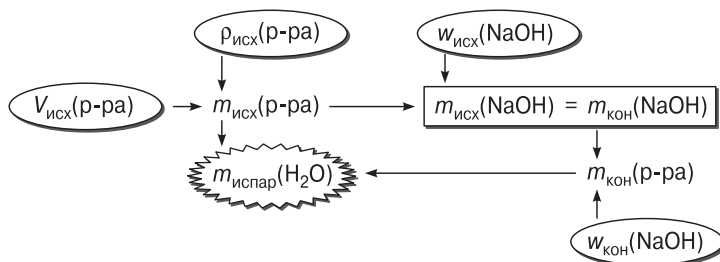
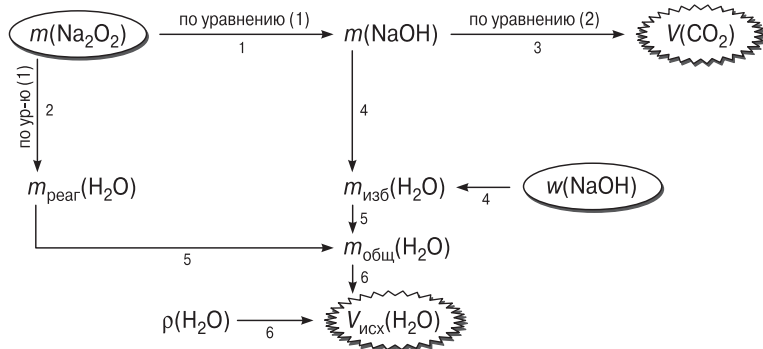


Схема 2



мощью цветовой маркировки. Переходы от одной величины к другой обозначены стрелками. Несколько стрелок, направленных в сторону одной величины, обозначают, что для определения её числового значения потребуется несколько параметров, от которых и направлены данные стрелки. Постоянные величины (N_A , V_m , M и т. д.) для упрощения схемы можно указывать над стрелками. Необходимость расчёта по уравнению химической реакции также следует отразить записью над стрелкой. При этом нужно иметь в виду, что методика расчётов по уравнению реакции должна быть уже хорошо известна учащимся и такое свёртывание их в одну элементарную операцию не приведёт к непониманию. Более сложные действия, например введение переменной или сравнение данных для выявления избытка-недостатка, могут быть отражены в виде текстового содержания схемы. Последовательность выполнения действий можно обозначить номерами под стрелками или цветовой маркировкой согласно, например, изменению цветов в радуге.

Некоторым учителям процесс составления схемы частного алгоритма решения может показаться не очень оправданной тратой времени при значительном цейтноте на уроках химии. На самом деле это не так. При правильном подходе графические схемы не только помогут учащимся понять решение, но и значительно сэкономят время! Для этого необходимо сформировать у школьников привычку *обязательно* составлять графическую схему при решении *любой* химической задачи, даже самой простой, требующей одного логического действия. Её составление должно стать естественной и неотъемлемой процедурой оформления решения, наравне с записью условия в графе «Дано». В этом случае процедура графического изображения алгоритма не окажется лимитирующей стадией. Скорость решения будет определяться мыслительной деятельностью учащихся, которая, в свою очередь, станет легче, потому что логическая составляющая решения отделена от вычислений. Это позволит сконцентрировать внимание учащихся на алгоритме решения. В результате общая скорость решения задачи может увеличиться.

Но и этим не исчерпываются преимущества составления графической схемы частного алгоритма решения задачи. Закончив её составление, можно приостановить решение и предложить учащимся провести все необходимые вычисления в качестве домашнего задания. В результате число разобранных на уроке задач увеличится. Кроме того, учащиеся вынуждены будут вновь вернуться к рассмотренным в классе задачам, а значит, лучше поймут их. Проверку качества усвоения материала можно провести на следующем уроке путём сравнения числовых значений ответов.

Составление графической схемы частных алгоритмов полезно также при проведении контрольных работ. Число задач в каждом из вариантов может быть увеличено, если ввести требование составить для части из них только схему частного алгоритма решения и не проводить никаких вычислений. В этом случае отметка учащегося меньше зависит от случайных арифметических ошибок, которые, к сожалению, встречаются очень часто. Учителю же легче объективно оценить работу, поняв логику решения. Кроме того, он получит более точную картину пробелов в знаниях своих учеников.

Однако следует заметить, что полностью исключать расчётную часть из решения химических задач нельзя. Ответ в виде числа формирует у учащегося чувство удовлетворения и позволяет ему верифицировать решение путём простого сравнения своего ответа с правильным. Кроме того, расчётная часть служит мотивационным фактором математической подготовки, стимулирует интерес к математике и усиливает междисциплинарные связи.

Итак, предложенные схемы *частных* алгоритмов отличаются от известных по предыдущим публикациям *общих* алгоритмов техникой составления, целями введения и отражают только логическую составляющую решения задачи*. Предварительные действия по

* Несмотря на частный характер таких алгоритмов, у них сохраняется неотъемлемое свойство массовости. Они применимы для целой серии подобных задач, в которых изменяются только числовые характеристики, но в таких пределах, чтобы химическая составляющая осталась прежней.

анализу химических превращений и краткой записи исходных данных остаются без изменений и не включаются в схему частного алгоритма.

Перечислим цели составления графических схем частных алгоритмов:

- отделение логической составляющей задачи от процесса вычислений;
- создание наглядного образа плана решения задачи, позволяющего учащемуся до начала вычислений видеть весь путь решения;
- улучшение понимания логических принципов решения конкретных задач.

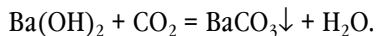
В качестве примера приведём схему частного алгоритма решения более сложной задачи [13].

Задача 3. *Определите объём углекислого газа (н. у.), который необходимо пропустить через 200 г тёплого раствора, содержащего 17,1 г гидроксида бария, для получения раствора с массовой долей растворённого вещества 4,45%.*

Напомним, что данная задача имеет два решения. Для каждого из них составляется своя графическая схема алгоритма решения.

Решение 1

При недостатке углекислого газа по сравнению с исходным количеством гидроксида бария образуется раствор гидроксида бария:



В этом случае массу конечного раствора можно вычислить различными способами:

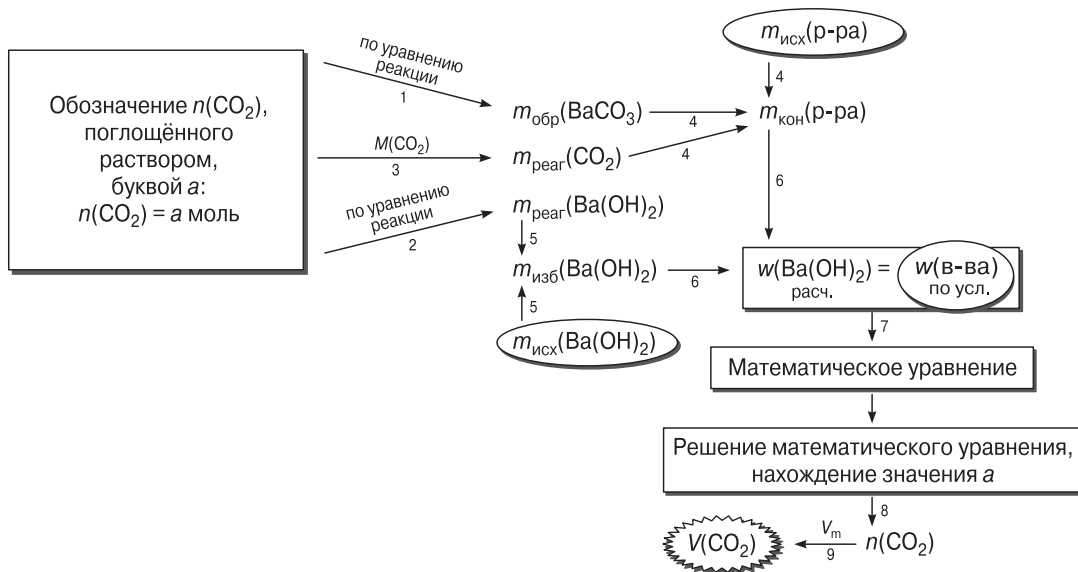
$$m_{\text{кон}}(\text{р-ра}) = m_{\text{исх}}(\text{р-ра}) - m_{\text{обр}}(\text{BaCO}_3) + m_{\text{реар}}(\text{CO}_2); \quad (1)$$

$$m_{\text{кон}}(\text{р-ра}) = m_{\text{исх}}(\text{р-ра}) - m_{\text{реар}}(\text{Ba}(\text{OH})_2) + m_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}); \quad (2)$$

$$m_{\text{кон}}(\text{р-ра}) = m_{\text{исх}}(\text{H}_2\text{O}) + m_{\text{изб}}(\text{Ba}(\text{OH})_2) + m_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}). \quad (3)$$

При решении подобных задач учащиеся наиболее часто ошибаются именно при определении массы конечного раствора: забывают добавить массу поглощённого углекислого газа (в выражении (1)) или массу образовавшейся воды (в выражениях (2) или (3)). Обнаружить ошибку путём сравнения с эталонным ответом практически невозможно. Значения этих масс столь невелики, что мало влияют на числовое выражение ответа. Но с точки зрения логики решения задачи такая ошибка

Схема 3

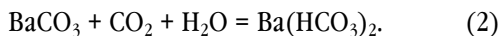


принципиальна. Наличие графической схемы частного алгоритма (схема 3; составлена для случая вычисления массы конечного раствора по выражению (1)) позволит учителю определить, что учащийся не понял в решении данной задачи, выявить и правильно оценить более способных учащихся.

О т в е т: раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$ в воде; $V(\text{CO}_2) = 1,12$ л.

Решение 2

При избытке углекислого газа по сравнению с исходным количеством гидроксида бария образуется раствор гидрокарбоната бария. После полного расходования гидроксида бария в первой реакции начинается вторая реакция, в результате которой образуется растворимая кислая соль:

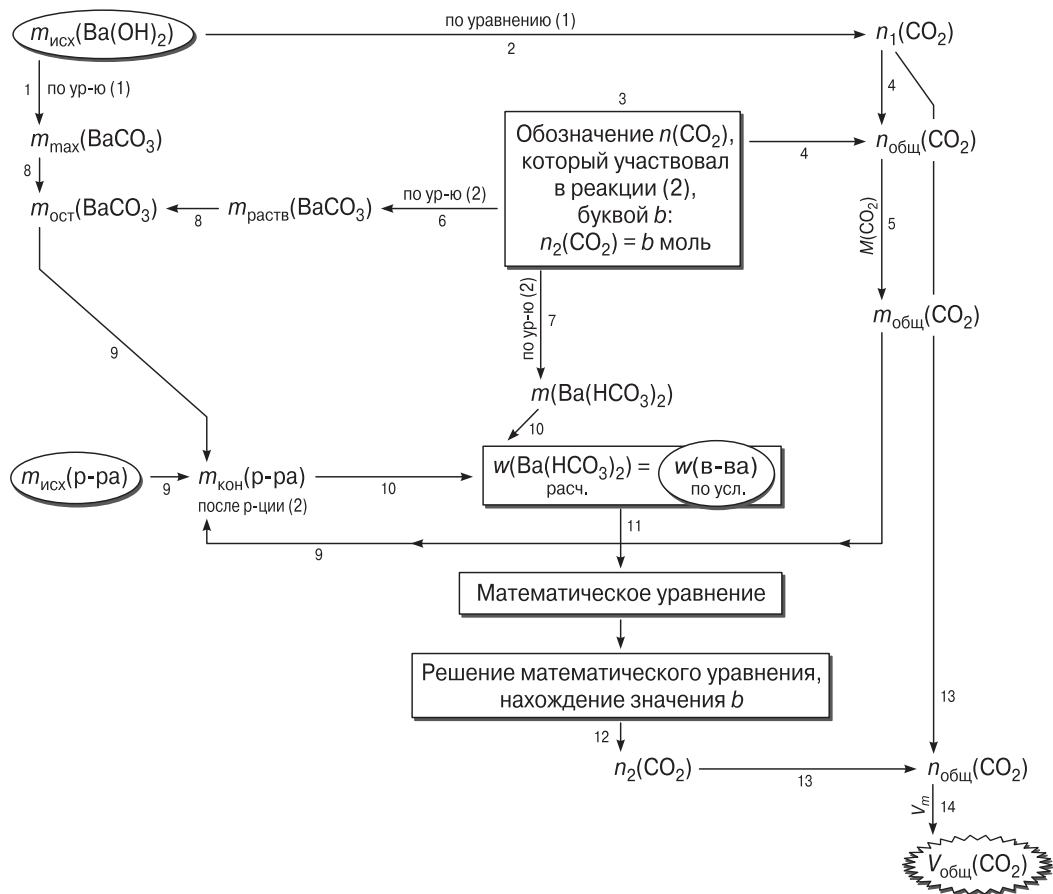


Графическая схема частного алгоритма решения 2 более сложная (схема 4).

О т в е т: раствор $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ в воде; $V(\text{CO}_2) = 2,98$ л.

Таким образом, при решении любых расчётных задач по химии имеет смысл материализовать путь решения в виде наглядного образа — графической схемы частного алгоритма, которая облегчает понимание и хорошо воспринимается учащимися. Для того чтобы школьники не испытывали затруднений при изображении графической схемы, необходимо обучать их такому способу оформления решения, начиная с самых про-

Схема 4



стных расчётных задач. Целесообразно иногда завершать решение на этапе составления графической схемы алгоритма. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ланда Л. Н.** Алгоритмизация в обучении. — М.: Просвещение, 1966.
2. **Кузнецова Н. Е., Герус С. А.** Формирование обобщённых умений на основе алгоритмизации и компьютеризации обучения // Химия в школе. — 2002. — № 5. — С. 16–20.
3. **Вивюрский В. Я.** Использование алгоритмических предписаний при составлении химических уравнений // Химия в школе. — 1980. — № 6. — С. 30–32.
4. **Дайнеко В. И.** Как научить школьников решать задачи по органической химии. — М.: Просвещение, 1987.
5. **Пак М. С.** Алгоритмика при изучении химии. — М.: ВЛАДОС, 2000.
6. **Воскобойникова Н. П., Галыгина Л. В., Галыгина И. В.** Повышение эффективности обучения решению

расчётных задач // Химия в школе. — 2006. — № 4. — С. 38–44.

7. **Пальчиков Д. В.** О применении алгоритмов при решении расчётных задач по химии // Химия в школе. — 1968. — № 3. — С. 61–66.

8. **Новиков Ю. Е., Заречнюк О. С.** Применение опорных схем при решении расчётных задач // Химия в школе. — 1990. — № 5. — С. 31–33.

9. **Аркавенко Л. Н.** Использование знакового алгоритма при решении задач по химии // Химия в школе. — 1993. — № 5. — С. 54–55.

10. **Ерыгин Д. П., Орлова Л. Н.** Задачи и примеры с межпредметным содержанием (химия, физика, биология): Пособие для студентов и учителей. — М.: МГПИ, 1981.

11. **Ерыгин Д. П., Шишкин Е. А.** Методика решения задач по химии. — М.: Просвещение, 1989.

12. **Староста В. И.** Как обучать осмысленному решению расчётных задач // Химия в школе. — 2002. — № 10. — С. 53–58.

13. **Турчен Д. Н., Шерстяных Т. Н.** Одна задача – два ответа // Химия в школе. — 2009. — № 7. — С. 47–50.

Ключевые слова: алгоритм, задача, решение.

Key words: algorithm, task, solution.