

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОЙ МЕТОДИКИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ХИМИИ СТУДЕНТАМИ НЕХИМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Сагида М.О., Макаров А.Г.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Современное общество заинтересовано в том, чтобы люди могли самостоятельно добывать знания, решать различные задачи и проблемы, так как принято считать, что задачи помогают студентам более глубоко и полно освоить изучаемый материал, приобрести навыки практического мышления и самостоятельной работы. В случае решения задач по химии такая самостоятельность особенно важна, так как подобные задачи моделируют реально существующие объекты – вещества и процессы с ними происходящие, а значит, готовят к решению возможных жизненных ситуаций.

В педагогической науке способы решения задач рассматривались разными исследователями. Предложены различные варианты методов, но, тем не менее, существует ряд вопросов, не имеющих научного обоснования: способы поиска универсальных способов решения задач, приемы обучения студентов самостоятельной разработке типичных методов решения.

Особенность преподавания курса Общей химии студентам нехимических специальностей заключается в том, что студенты не всегда видят для себя практическую пользу в умении решать задачи и потому уделяют мало внимания развитию этого навыка. Такая логика, в конечном счете, приводит к непониманию и неспособности усвоить нужный объем материала. А, как известно, если не понятно, то быстро становится не интересно и скучно.

В таком контексте перед нами стояла задача создать универсальную схему решения типичных задач, которая в дальнейшем стала бы для студентов ориентировочной основой действия (здесь и далее «ориентировочную основу действия» понимать в смысле, принятом в рамках теории П.Я. Гальперина и Н.Ф. Талызиной [1]).

Для разработки адекватного алгоритма, возникла необходимость рассмотреть механизм решения с точки зрения психологии. В статье К. Дункера «Психология продуктивного (творческого) мышления», приведенной в [2] описаны эксперименты, когда испытуемым предлагалось разрешать различного рода задачи или проблемы обязательно проговаривая вслух все рассуждения. Автор поставил себе задачу выявить, каким образом из проблемной ситуации возникает решение. Изначально учитываются все возникающие решения от неосуществимых до реалистичных. К. Дункер выделил понятие «функциональное значение» - это «то, благодаря чему предполагается решить проблему». Понять какое-либо решение, согласно [2], как решение, это значит понять его как воплощение его функционального значения. И далее «решение, которое предлагается без достаточного понимания функционального значения, часто обнаруживает себя в бессмысленных ошибках».

Автор выделяет также два типа ошибок: осмысленные, когда правильно намечается хотя бы общее функциональное решение, и глупые, когда слепо

осуществляется внешний вид ранее выполненного или виденного решения без понимания функционального значения.

Практика работы со студентами часто дает возможность наблюдать выполнимость положений данной теории. Ошибки учащихся при выполнении контрольных заданий действительно можно разделить на «осмысленные» и «глупые». Таким образом, разрабатываемый алгоритм должен помогать избегать глупых ошибок при решении задач по химии.

К. Дункер делает вывод о том, что конечная форма определенного решения в типическом случае достигается путем, ведущим через промежуточные фазы, из которых каждая обладает в отношении к предыдущим фазам характером решения, а в отношении к последующим — характером проблемы. Более определенные фазы процесса решения подготавливаются некоторым приблизительным определением области. Далее говорится о соподчиненных фазах решения, которые имеют место, когда какое-либо предложенное решение не удовлетворяет или, когда по данному направлению не удастся идти дальше. Тогда испытуемый ищет какое-либо (более или менее определенное) другое решение.

Применительно к решению задач по химии легко проследить все названные выше фазы решения. При решении конкретной задачи, исходя из набора уже известных фактов о процессе или явлении, можно последовательно расширять область знания до тех пор, пока не станут известны такие параметры процесса или явления, которые позволят ответить на поставленный вопрос. Следовательно, получение значения каждого следующего параметра будет являться решением относительно предыдущей фазы и одновременно поставит проблему для следующей.

Выделим наиболее часто встречающиеся в типичных задачах по химии параметры и занесем их в таблицу 1.

Таблица 1 – Параметры, встречающиеся в типичных задачах по химии

Масса	m , г
Количество вещества	n , моль
Молярная масса	M , г/моль
Объем	V , дм ³
Плотность	ρ , кг/дм ³
Молярная концентрация	C , моль/дм ³
Давление газа	P , Па
Температура	T , К
Массовая доля	ω , %
Объемная доля	φ , %
Массовая доля выхода продукта	η , %
Плотность одного газа относительно другого газа	$D_{1/2}$
Число частиц в системе	N , частица

Кроме того, следует помнить о таких величинах как молярный объем газа при н.у. , постоянная Авогадро и универсальная газовая постоянная .

Итак, имеем всего 13 меняющихся параметров и 3 константы. При их различных комбинациях, зная каждые две, можно найти третью или соотношение двух других. Существует всего 13^2 вариантов парных комбинаций 13 величин. Матрица 13×13 слишком громоздка для анализа и тем более для запоминания. Исключим из нашего набора повторяющиеся комбинации и комбинации, не имеющие смысла. Останется в таком случае всего 42 комбинации, которые можно расположить для удобства в виде таблицы, где ячейка на пересечении i строки и j столбца (далее ячейку будем обозначать (i,j)) будет соответствовать формуле, связывающей величины i и j (таблица 2).

Таблица 2 – Алгоритм решения типичных задач по химии

Известные величины	1	2	3	4	5	6
	м, г	п, моль	V, дм ³	C, моль/дм ³	D _{1/2}	N, н.у.
1 м, г	$\omega_i = \frac{m_i \cdot 100\%}{m_c}$	$M_i = \frac{m_i}{n_i}$	$\frac{C_{p-ра}}{M_i} = \frac{m_i}{V_p}$ $\rho_i = \frac{m_i}{V_i}$	$\frac{V_p}{M_i} = \frac{m_i}{C_i}$	$n_1 \cdot M_2 = \frac{m_1}{D_{1/2}}$	$M_i = \frac{m_i \cdot N_A}{N_i}$
2 M, г/моль	$n_i = \frac{m_i}{M_i}$	$m_i = M_i \cdot n_i$	$m_r = M_r \cdot \frac{V_r}{V_m}$	$\frac{V_p}{M_i} = \frac{m_i}{C_i}$	$M_1 = M_2 \cdot D_{1/2}$	$m_i = M_i \cdot \frac{N_i}{N_A}$
3 ρ, кг/дм ³	$V_i = \frac{m_i}{\rho_i}$	$\frac{V_i}{M_i} = \frac{n_i}{\rho_i}$	$m_p = \rho_p \cdot V_p$	$\frac{C_i}{\rho_i} = \frac{n_i}{m_p}$	-	$\frac{V_i}{M_i} = \frac{N_i}{\rho_i \cdot N_A}$
4 *P, Па	$\frac{V_i}{M_i T} = \frac{m_i R}{P_i}$	$\frac{V_i}{T} = \frac{n_i R}{P_i}$	$n_i T = \frac{P_i V_i}{R}$	-	$\frac{m_i T}{V_i} = \frac{P_i D_{i/2} M_2}{R}$	$\frac{V_i}{T} = \frac{N_i R}{N_A P_i}$
5 *T, К	$\frac{P_i V_i}{M_i} = m_i R T$	$V_i P_i = n_i R T$	$\frac{n_i}{P_i} = \frac{V_i}{R T}$	-	$\frac{m_i}{P_i V_i} = \frac{D_{i/2} \cdot M_2}{R T}$	$P_i V_i = \frac{N_i \cdot R T}{N_A}$
6 ω, %	$m_i = \frac{\omega_i \cdot m_c}{100\%}$ $m_c = \frac{\omega_i \cdot m_i}{100\%}$	$\frac{m_c}{M_i} = \frac{n_i \cdot 100\%}{\omega_i}$	$\omega_i \cdot V_p = \frac{m_i}{\rho_p}$	$\frac{\omega_i}{C_i} = \frac{M_i}{\rho_p \cdot 100\%}$	$\frac{D_{1/2} M_2}{\omega_1} = \frac{m_1}{n_1 \cdot 100}$	$\frac{\omega_i}{N_i} = \frac{M_i \cdot 100}{m_c \cdot N_A}$
7 φ, %	$\frac{V_c}{M_i} = \frac{m_i \cdot V_m \cdot 100\%}{\varphi_i}$	$V_c = \frac{n_r \cdot V_m \cdot 100\%}{\varphi_i}$	$V_i = \frac{\varphi_i \cdot V_c}{100\%}$	$\frac{\varphi_i}{C_i} = \frac{V_i \cdot 100\%}{n_i}$	-	$\frac{\varphi_i}{N_i} = \frac{V_m \cdot 100}{N_A \cdot V_c}$

Все соотношения, представленные в таблице 2 выведены из основных закономерностей и определений, «пройденных» студентами еще в школе, но обычно хорошо забытых ко времени изучения в университете. В таблицу не были вынесены отдельной строкой отношения вышеуказанных констант и меняющихся параметров, а также соотношения из изучаемой всеми темы химический эквивалент, чтобы не загромождать массив формул.

Рассмотрим применимость разработанного алгоритма к решению стандартных школьных задач по химии. Рассмотрим простейший пример [3]:

Вычислите молярную x и массовую ω доли (в %) оксида углерода (II) в смеси, содержащей 16,8 л (н.у.) оксида углерода (II) и 13,44 л (н.у.) оксида углерода (IV).

Решение:

Нам известны объемы газов и молярные массы (т.к. известны названия газов), при этом смесь газов находится при нормальных условиях (н.у.).

Обратимся к таблице 3. Ячейка (2,3) соответствует соотношению известных величин:

$$m_{\Gamma} = M_{\Gamma} \cdot \frac{V_{\Gamma}}{V_m}$$

$$m_{CO} = M_{CO} \cdot \frac{V_{CO}}{V_m} = 28 \frac{\text{г}}{\text{МОЛЬ}} \cdot \frac{16,8 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{МОЛЬ}}} = 21 \text{ г}$$

$$m_{CO_2} = M_{CO_2} \cdot \frac{V_{CO_2}}{V_m} = 44 \frac{\text{г}}{\text{МОЛЬ}} \cdot \frac{13,44 \text{ л}}{22,4 \frac{\text{л}}{\text{МОЛЬ}}} = 26,4 \text{ г}$$

В результате получаем третью величину – массу газа. Теперь имеем уже три параметра, сочетание двух из них даст четвертый параметр – количество вещества (ячейка (2,1)).

$$n_i = \frac{m_i}{M_i}$$

$$n_{CO} = \frac{m_{CO}}{M_{CO}} = \frac{21 \text{ г}}{28 \text{ г/МОЛЬ}} = 0,75 \text{ МОЛЬ}$$

$$n_{CO_2} = \frac{26,4 \text{ г}}{44 \text{ г/МОЛЬ}} = 0,6 \text{ МОЛЬ}$$

Зная массы и количества вещества газов можем найти массовую (ячейка (1,1)) и молярную доли оксида углерода (II). В таблицу 2 не была вынесена молярная доля, т.к. она находится аналогично массовой доле, но вместо масс компонентов смеси используют их количества вещества.

$$\omega_i = \frac{m_i \cdot 100\%}{m_c}; \quad \chi_i = \frac{n_i \cdot 100\%}{n_c}$$

$$\omega_{CO} = \frac{m_{CO} \cdot 100\%}{m_{CO} + m_{CO_2}} = \frac{21 \text{ г} \cdot 100\%}{21 \text{ г} + 26,4 \text{ г}} = 44,3 \%$$

$$\chi_{CO} = \frac{n_{CO} \cdot 100\%}{n_{CO} + n_{CO_2}} = \frac{0,75 \text{ МОЛЬ} \cdot 100\%}{0,75 \text{ МОЛЬ} + 0,6 \text{ МОЛЬ}} = 55,56 \%$$

Ответ: $\chi_{CO} = 55,56 \%$; $\omega_{CO} = 44,3 \%$

Приведенный способ решения данной задачи далеко не единственный, но в данном случае предполагается возможность решения при наличии минимального уровня подготовленности.

Эффективность разработанного алгоритма проверялась на практических занятиях со студентами первого курса. Положительную динамику произошедших изменений можно было наблюдать после сравнения контрольных и проверочных работ, проведенных до и после введения

алгоритма. Результаты изменения оценок (в %) представлены на рисунке 1.

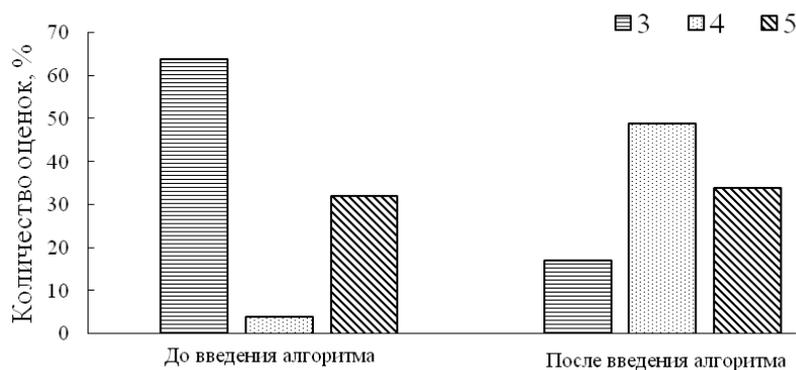


Рисунок 1 – Результаты введения алгоритма

Таблица 2 является для студентов, фактически, официальной шпаргалкой, преимуществом которой перед другими возможными можно считать её универсальность по отношению к типичным простейшим задачам, требующим быстрого решения в условиях ограниченного времени.

Список литературы

1 Слостенин, В.А. Педагогика: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. А. Слостенин, И. Ф. Исаев, Е. Н. Шиянов; Под ред. В.А. Слостенина. – М.: Издательский центр "Академия", 2002. - 576 с.

2 Матюшкин, А.М. Психология мышления. Сборник переводов с немецкого и английского / А.М. Матюшкин. – М.: Прогресс, 1965. – 533 с.
Габриелян, О.С. Задачи по химии и способы их решения / О.С. Габриелян, П.В. Решетов, И.Г. Остроумов. – М.: Дрофа, 2004. – 160 с.