



Навукова-метадычны часопіс
Выдаецца са студзеня 2013 года
Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі сродку
масавай інфармацыі № 1575 ад 11.10.2012 г.,
выдадзенае Міністэрствам інфармацыі
Рэспублікі Беларусь
Выходіць 6 разоў у год

Серыя «У дапамогу педагогу»
заснавана ў 1995 годзе

3(81) • 2020
МАЙ — ЧЭРВЕНЬ



Біялогія і ХІМІЯ

Рэдакцыйная калегія:

МЫЧКО ДЗМІТРЫЙ ІВАНАВІЧ, галоўны рэдактар,
кандыдат хімічных навук, дацэнт
ІЛЬІНА НАТАЛЛЯ АНДРЭЎНА, намеснік
галоўнага рэдактара, кандыдат хімічных навук,
дацэнт
КАРЭЎСКІ АЛЯКСАНДР ЯЎГЕНЬЕВІЧ, намеснік
галоўнага рэдактара, кандыдат біялагічных навук,
дацэнт
КОНЫШАВА АЛЕНА ФЭДАРАЎНА, адказны сакратар

Аляксева А. А.
Апостал Н. А., кандыдат педагагічных навук, дацэнт
Арол Н. М., кандыдат біялагічных навук, дацэнт
Баршчэўская А. В.
Бяльніцкая А. А.
Гарбар А. Я.
Калевіч Т. А., кандыдат хімічных навук
Клявец І. Р.
Кулікова Ю. А., кандыдат біялагічных навук
Манкевіч Н. У.
Палікарпава Ю. У.
Песнякевіч А. Г., кандыдат біялагічных навук, дацэнт
Сеген А. А.
Уласавец Я. М.

Рэдакцыйная рада:

СВІРЫДАЎ ДЗМІТРЫЙ ВАДЗІМАВІЧ, старшыня
рэдакцыйнай рады часопіса, доктар хімічных навук,
член-карэспандэнт НАН Беларусі, прафесар

Аршанскі Я. Я., доктар педагагічных навук, прафесар
Бурдзь В. М., доктар хімічных навук, прафесар
Грычык В. В., доктар біялагічных навук, прафесар
Гулевіч А. Л., доктар хімічных навук, прафесар
Жукава Т. В., доктар біялагічных навук, прафесар
Кулікоў Я. К., доктар біялагічных навук, прафесар
Кунцэвіч З. С., доктар педагагічных навук, прафесар
Назарэнка В. М., доктар педагагічных навук, прафесар
Навумчык В. М., доктар педагагічных навук, прафесар
Нявераў А. С., доктар тэхнічных навук, прафесар
Роганаў Г. М., доктар хімічных навук, прафесар
Чумак А. Г., доктар біялагічных навук, прафесар
Чыркін А. А., доктар біялагічных навук, прафесар

Вул. Будзённага, 21, 220070, г. Мінск;
тэл.: 297-93-19 (адк. сакратар),
297-93-25 (аддзел продажу),

факс: 297-91-49

e-mail: biohim@aiv.by

e-mail: aiv@aiv.by

http://www.aiv.by

Заснавальнік і выдавец —
Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства
«Выдавецтва «Адукацыя і выхаванне»»
Міністэрства адукацыі
Рэспублікі Беларусь

Методыка выкладання

- Т. Н. Мякинник,
Е. Я. Аршанский* Формирование у учащихся умений самоуправления учебной деятельностью при выполнении количественных расчётов по химии. 3
- Д. И. Мычко,
А. С. Берестнев* Использование программно-аппаратного комплекса с датчиком температуры для определения тепловых эффектов химических реакций. 16

З вопыту работы

- О. Г. Головешкина* Реализация дистанционного обучения в современной школе 26

Майстар-клас

- Е. В. Морозова* Использование методов и приёмов работы с текстом на уроках химии 32

Па-за старонкамі падручніка

- Н. М. Орёл* Структурно-функциональная организация клетки: ядро 40

Рыхтуемця да алімпіяды

- В. Н. Туманов* Адаптация растений к неблагоприятным факторам внешней среды. 47

Пазакласная работа

- В. И. Резяпкин,
А. Е. Каревский* Актуальные вопросы биологии на внеклассных занятиях: организация геномов прокариот 62

Старонкі гісторыі

- Г. А. Браницкий* Воспоминания студента и декана об учёбе и работе на химическом факультете БГУ в послевоенные годы 67

Рэдактар *А. Ф. Конышава*, карэктар *Л. М. Сцяпанавы*, камп'ютарны набор, макет і вёрстка *І. А. Цвірко*.

Выхад у свет 29.06.2020. Фармат 60×84 1/8. Друк афсетны.
Папера афсетная. Ум. друк. арк. 7,9. Ул.-выд. арк. 8,4. Тыраж 572. Заказ 49. Цана свабодная.

Паштовы адрас рэдакцыі часопіса «Біялогія і хімія»:
вул. Будзённага, 21, 220070, г. Мінск; тэл.: 297-93-19, 209-55-16.

Надрукавана ў друкарні Таварыства з абмежаванай адказнасцю «СУГАРТ».
ЛП № 02330/427 ад 17.12.2012. Вул. Кяорына 50, корп. 8, каб. 305, 220103, г. Мінск.

Формирование у учащихся умений самоуправления учебной деятельностью при выполнении количественных расчётов ПО ХИМИИ

*Т. Н. Мякинник, старший преподаватель кафедры общей химии и методики преподавания химии
Белорусского государственного университета,*

*Е. Я. Аршанский, профессор кафедры химии Витебского государственного университета
имени П. М. Машерова, доктор педагогических наук*

Аннотация. Дано определение понятию «самоуправление учебной деятельностью учащихся» через единство особой сферы явлений, выраженное в совокупности терминов. Представлена характеристика умений самоуправления учебной деятельностью учащихся. Раскрыты возможности формирования умений самоуправления учебной деятельностью учащихся при обучении химии в процессе выполнения количественных расчётов. Показана организация функционального освоения учащимися самоуправления в учебной деятельности на примере решения расчётных задач с применением методических приёмов преобразования (трансформации) условий задач различными способами: использованием алгоритмов; использованием рисунков; составлением структурно-логических схем; применением таблиц с данными; извлечением информации, представленной в графическом виде; наглядным моделированием процессов.

Abstract. The definition of the concept of «self-management of students' academic activity» has been given through the unity of a special sphere of phenomena, expressed in a combination of terms. Students' self-management skills in their educational activity have been characterized. The development of students' self-management skills during performing of chemical calculations has been studied. Students' self-government functional mastering has been demonstrated on the example of resolving calculation tasks by applying different didactic techniques for transforming of the problem definitions in various ways: using algorithms; drawings; design of structural logic diagrams; databases; evaluation of data presented in graphs and databases, process visualizing and modelling modeling.

Проблема самоуправления обучающихся представляет собой одну из центральных проблем развития современного образования, поскольку сегодня важно не просто сформировать у учащихся набор готовых знаний и умений, а научить добывать их самостоятельно. Известный психолог Н. М. Пейсахов выделяет восемь последовательно разворачивающихся этапов самоуправления учебной деятельностью учащихся: анализ противоречий, или ориентировка в ситуации; прогнозирование; целеполагание; планирование; принятие решений; критерии оценки; самоконтроль; коррекция [1]. На наш взгляд, существенную роль на каждом этапе учебной деятельности учащихся призван сыграть учитель. Именно управляющее воздействие учителя обеспечит выход

учащегося в управленческо-преобразующую позицию по отношению к исходному способу работы в учебной ситуации.

Нами самоуправление понимается как системно организованная учебная деятельность учащихся, осуществляемая самостоятельно на основе использования соответствующего научно-методического обеспечения. При этом учащиеся одновременно выступают в роли объекта и субъекта обучения. Для самоуправления характерны внутренняя самоорганизация, внутрисистемное и самодостаточное управление, способствующие активизации учебной деятельности учащихся.

Сущностная характеристика умений самоуправления учебной деятельностью учащихся представлена в таблице.

Методика викладання

Таблиця — Умения самоуправлення учебной деятельностью учащихся

Умения самоуправления	Управляющее воздействие учителя на учащихся	Планируемый результат
I. Анализ противоречий, или ориентировка в ситуации	Формулирование темы (проблемы, ситуации), анализ имеющихся у учащихся знаний, умений и опыта деятельности	Личностное осознание темы (проблемы, ситуации), «вживание» в неё. Готовность учащихся к поиску решения поставленной проблемы
II. Прогнозирование	Актуализация знаний, умений и опыта деятельности учащихся, необходимых для прогнозирования учащимися возможного решения поставленной проблемы	Прогноз учащимися собственных действий, приводящих к решению поставленной проблемы
III. Целеполагание	Организация деятельности учащихся, направленной на самостоятельную постановку и обоснование целей предстоящей учебной деятельности	Самостоятельно поставленные и обоснованные чёткие цели предстоящей учебной деятельности
IV. Планирование	Консультирование учащихся при составлении ими плана организации предстоящей учебной деятельности	Самостоятельно составленный план предстоящей учебной деятельности
V. Принятие решений	Регулирование самостоятельной учебной деятельностью учащихся, выполняемой согласно составленному плану, и координация принимаемых ими решений	Принятие решений в процессе самостоятельно выполняемой учебной деятельности
VI. Самооценка	Организация деятельности учащихся, направленной на самостоятельное оценивание полученных результатов	Способность к оцениванию самостоятельно полученных результатов
VII. Самоконтроль	Активизация учащихся, направленная на выполнение действий по самоконтролю	Способность к оцениванию самостоятельно выполненных действий
VIII. Коррекция	Организация корректировки учащимися выполненных действий и полученных результатов, помощь в получении желаемого результата	Способность к самостоятельной коррекции выполненных действий и полученных результатов

Важно обеспечить развитие самостоятельности учащихся в учебной деятельности, умения осуществления единого действия–решения задачи: самостоятельно переходить от принятия и понимания–анализа учебной задачи к конструированию идеальных способов и средств её решения, от постановки учебной задачи к определению адекватных учебных действий и выбору компонентов УМК, от самоуправления выполнением действий по реализации способа решения к действиям самоконтроля и рефлексии реализованного способа действия по отношению к замыслу.

На основе изложенных теоретических представлений о самоуправлении учебной деятельностью рассмотрим практические возможности формирования у учащихся соответствующих умений в процессе решения расчётных задач по химии. Процесс решения задачи в методологическом аспекте предполагает переход от

абстрактного к конкретному, связь частного с общим. Познавательная функция использования химических задач состоит в следующем:

- в процессе решения задач закрепляются и совершенствуются знания учащихся о веществах и химических процессах;
- решение химических задач способствует повышению качества знаний, более глубокому усвоению учебного материала;
- расчётные задачи раскрывают количественную сторону химии.

Развивающая функция основана на том, что решение химических задач:

- способствует формированию рациональных приёмов мышления;
- развивает логическую и терминологическую память учащихся;
- развивает самостоятельность учащихся;
- формирует творческие способности учащихся.

Формирование у учащихся умений самоуправления учебной деятельностью в процессе решения расчётных химических задач обеспечивают следующие методические приёмы:

- использование алгоритмов;
- использование рисунков;
- применение таблиц с данными;
- извлечение информации, представленной в графическом виде;
- наглядное моделирование процессов;
- составление структурно-логических схем.

Первое, на что нужно обратить внимание учащихся при решении расчётных задач, — это возможность *использования алгоритмов, или предписаний алгоритмического типа*. М. С. Пак под алгоритмами, используемыми в обучении химии, понимает «правила составления химических формул и уравнений; последовательность описания химических элементов, свойств веществ, протекание химических реакций; рациональный способ решения расчётных, экспериментальных и расчётно-экспериментальных задач; оптимальный план проведения химического анализа неорганических и органических веществ; определённый порядок приготовления растворов заданной концентрации и др.» [2, с. 6]. Алгоритмы должны отвечать соответствующим требованиям, таким как массовость, детерминированность, дискретность и результативность.

Алгоритм решения расчётной задачи, отвечая этим основным свойствам, характеризуется возможностью решения с его помощью массива задач определённого типа, дискретным (пошаговым) осуществлением преобразования исходных данных в конечный результат, однозначной определённой алгоритмических указаний, получением искомого результата за конечное число шагов.

Алгоритмические предписания не имеют жёсткой конструкции, допускают в большей степени оперирование содержанием учебной задачи и смыслом операций, предполагают специфические индивидуальные способы действий.

Исходя из условия и требования расчётной задачи, алгоритмы и алгоритмические предписания использовались нами с целью формирования таких умений самоуправления, как:

- ориентировка в ситуации — осознание химической составляющей содержания задачи, способа преобразования исходных данных в конечный результат и необходимого числа учебных действий;
- планирование — продумывание средств достижения цели (расчётные формулы, уравнения химических реакций и др.).

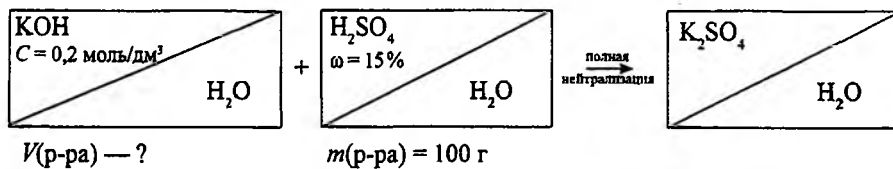
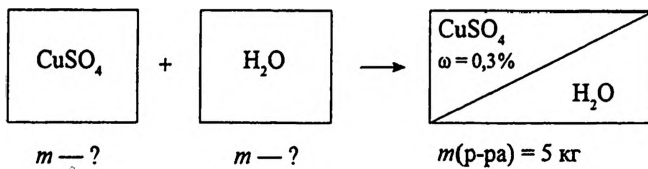
Приведём пример алгоритма решения расчётной задачи «Вычисление массовой доли вещества X в конечном растворе, если известны масса исходной воды и масса растворённого в ней безводного вещества X» (VIII класс, тема «Растворы»):

1. Прочитайте текст расчётной задачи	В воде массой 280 г растворили карбонат натрия Na_2CO_3 массой 44 г. Вычислить массовую долю (%) растворённого вещества в приготовленном растворе
2. Запишите кратко условие и требование задачи с помощью общепринятых обозначений	2. Дано: $m(\text{H}_2\text{O}) = 280 \text{ г}$. $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 44 \text{ г}$. Найти: $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) - ?$ Решение:
3. Составьте формулу для расчёта массы раствора	$m_{\text{р-ра}} = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$
4. Рассчитайте массу раствора	$m_{\text{р-ра}} = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$ $= 280 \text{ г} + 44 \text{ г} = 322 \text{ г}$
5. Составьте формулу расчёта массовой доли карбоната натрия	$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m_{\text{р-ра}}}$
6. Рассчитайте массовую долю карбоната натрия в приготовленном растворе	$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{44 \text{ г}}{322 \text{ г}} = 0,137 = 13,7 \%$
7. Запишите ответ	Массовая доля карбоната натрия в приготовленном растворе составляет 13,7 %

Следующий шаг в формировании умений самоуправления в ходе решения расчётных задач — это *представление условия задачи* в преобразованном виде — *в виде рисунка*. Условие и требование задачи представляются на рисунке с помощью линий, геометрических фигур, стрелок, химических формул, обозначения физических величин и др.

Рассмотрим представление данных расчётной задачи в виде рисунка на нескольких примерах.

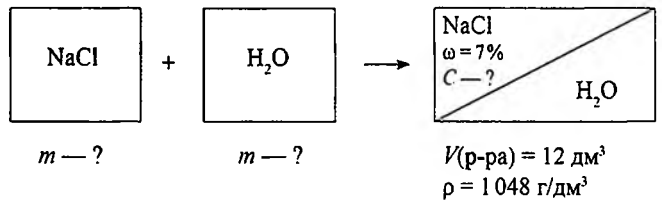
Пример 1. Раствор сульфата меди(II) применяется в сельском хозяйстве для борьбы с грибковыми заболеваниями и насекомыми-вредителями растений. Рассчитайте массу сульфата меди(II) и массу воды, которые следует взять для приготовления раствора массой 5 кг с массовой долей соли 0,3 % [3].



Любой раствор на рисунке представляется в виде прямоугольника с диагональю, указывающей на наличие двух компонентов. Рядом с формулой растворённого вещества X в зависимости от условия указывается либо массовая доля X, либо молярная концентрация X. Под прямоугольником, обозначающим раствор, записываются числовые исходные данные: ρ_{p-ra} , V_{p-ra} , m_{p-ra} , обозначения искомым величин. Так как раствор образуется при смешивании, как правило, твёрдого кристаллического вещества (или кристаллогидрата) и воды, или исходного раствора и добавленной воды, или двух растворов, то два прямоугольника, их символизирующие, соединяются знаком «+», затем ставится стрелка и новым прямоугольником изображается приготовленный раствор.

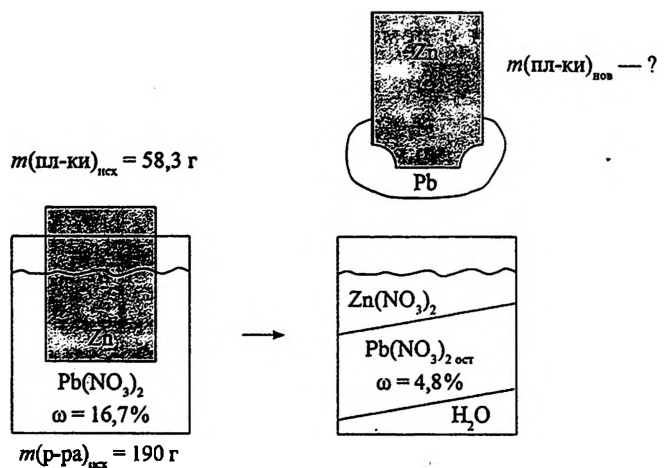
Пример 4. Цинковую пластинку массой 58,3 г поместили в раствор массой 190 г с массовой долей нитрата свинца(II) $Pb(NO_3)_2$, равной 16,7 %. Через некоторое время массовая доля указанной соли в растворе стала равна 4,8 %.

Пример 2. Для засола огурцов используют водный раствор поваренной соли, в котором её массовая доля равна 7 %. Именно такой раствор в достаточной мере подавляет жизнедеятельность болезнетворных микробов и плесневого грибка и в то же время не препятствует процессам молочнокислого брожения. Рассчитайте массы соли и воды, необходимые для приготовления такого раствора объёмом 12 дм³ (плотность 1048 г/дм³). Вычислите молярную концентрацию NaCl в этом растворе [3].



Пример 3. Рассчитайте объём раствора с молярной концентрацией гидроксида калия, равной 0,2 моль/дм³, который потребуется для нейтрализации раствора серной кислоты массой 100 г с массовой долей H_2SO_4 15,0 % [3].

В этот момент пластинку с осевшим на ней свинцом извлекли из раствора, промыли, высушили и взвесили. Найдите новую массу (г) этой пластинки [4].



Дополнительно поясним, что исходная пластинка металла изображается прямоугольником

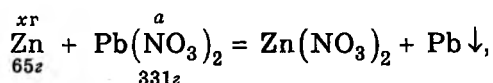
с надписью его символа, а пластинка после извлечения её из конечного раствора — с символами двух металлов.

Решение задачи с использованием рисунка учащиеся обязательно отражают в рабочих тетрадях в письменном виде со словесными комментариями:

1. Найдём массу нитрата свинца(II) в исходном растворе:

$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)_{\text{исх}} = \omega(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)_{\text{исх}} \cdot m(\text{р-ра})_{\text{исх}} = 0,167 \cdot 190 \text{ г} = 31,73 \text{ г.}$$

2. Пусть масса вступившего в реакцию цинка равна x г. Исходя из этого, выразим массу нитрата свинца(II), прореагировавшего с цинком:

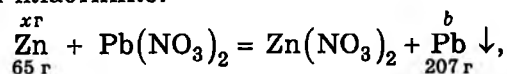


откуда получим: $a = 5,092 x$ г. Это — $m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)_{\text{прореаг}}$.

3. Выразим массу нитрата свинца(II), оставшегося в конечном растворе после извлечения пластинки:

$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)_{\text{кон}} = m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)_{\text{исх}} - m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)_{\text{прореаг}} = (31,73 - 5,092x) \text{ г.}$$

4. Выразим массу свинца, осевшего на цинковой пластинке:



откуда получим: $b = 3,185x$ г.

Поскольку масса свинца (3,185x г), осевшего на пластинке, больше массы цинка (x г), ушедшего с пластинки в раствор, масса этой пластинки в ходе реакции увеличивается на некоторую величину. Соответственно, масса раствора при этом на столько же уменьшается (причина этого в том, что общая масса реакционной смеси (пластинки и раствора) в ходе реакции не изменяется. Это — следствие из закона сохранения массы веществ).

5. Выразим массу конечного раствора. Исходим из того, что в исходный раствор с пластинки «пришёл» цинк массой x г, но в то же время из этого раствора на пластинку «ушёл» свинец массой 3,185 x г. Поэтому:

$$m(\text{р-ра})_{\text{кон}} = m(\text{р-ра})_{\text{исх}} + \underset{\substack{\text{цинк} \\ \text{пришёл}}}{m(\text{Zn})} - \underset{\substack{\text{свинец} \\ \text{ушёл}}}{m(\text{Pb})},$$

$$m(\text{р-ра})_{\text{кон}} = 190 \text{ г} + x \text{ г} - 3,185x \text{ г} = (190 - 2,185x) \text{ г.}$$

6. В уравнение для массовой доли нитрата свинца(II) в конечном растворе подставим значения величин i , решив его, найдём величину x — массу прореагировавшего цинка:

$$\omega(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)_{\text{кон}}}{m(\text{р-ра})_{\text{кон}}},$$

$$0,048 = \frac{31,73 - 5,092x}{190 - 2,185x},$$

откуда получим: $x = 4,534$ г. Это — $m(\text{Zn})_{\text{прореаг}}$.

7. Вычислим массу свинца, осевшего на пластинке (см. п. 4):

$$m(\text{Pb}) \downarrow = 3,185x \text{ г} = 3,185 \cdot 4,534 \text{ г} = 14,44 \text{ г.}$$

8. Найдём искомую новую массу оставшейся цинковой пластинки с осевшим на ней свинцом:

$$m(\text{пл-ки})_{\text{нов}} = m(\text{пл-ки})_{\text{исх}} - m(\text{Zn})_{\text{прореаг}} + m(\text{Pb}) \downarrow = 58,3 \text{ г} - 4,534 \text{ г} + 14,44 \text{ г} = 68,206 \text{ г} \approx 68,2 \text{ г.}$$

Используя данный приём, учащиеся в большей степени осознают смысловое содержание предложенной задачи и необходимые действия, направленные на её решение. В этом случае формируются умения целеполагания, прогнозирования, планирования, принятия решений, самоконтроля. Учащиеся, обозначив на рисунке искомую величину, осознают необходимость её нахождения (цель — результат); отразив сущность процессов и заданные параметры, прогнозируют способы решения и математическое описание задачной ситуации; осуществив прогнозирование, планируют средства достижения цели; спланировав использование определённых расчётных формул, осуществляют выбор синтетического или аналитического метода составления плана решения, способа решения, усиливающего вероятность достижения цели; выполняя расчёты, имеют возможность осуществлять самоконтроль.

Рассмотрим, как приём решения расчётных задач с применением *таблиц с исходными данными* способствует формированию умений самоуправления в учебной деятельности учащихся в процессе обучения химии.

Пример 1. Исходные концентрации водорода H_2 и хлора Cl_2 равны соответственно 2 моль/дм³ и 1,5 моль/дм³. Какими станут концентрации Cl_2 , H_2 , HCl в момент, когда прореагирует 60 % хлора? [5].

	x моль H_2 1 моль	+	$0,9$ моль Cl_2 1 моль	→	y моль 2HCl 2 моль
C_0	2		1,5		-
ΔC			0,9 (1,5 × 0,60)		
C_p					

$$C_p = C_0 - \Delta C$$

Пример 2. Химическое равновесие $2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$ установилось при концентрациях оксида азота(II), кислорода и оксида азота(IV), равных соответственно 0,08, 0,03

и 0,02 моль/дм³. Вычислите начальные концентрации оксида азота(II) и кислорода, если в исходной системе оксид азота(IV) отсутствовал [5].

	x моль 2NO 2 моль	+	y моль O_2 1 моль	⇌	$0,02$ моль 2NO_2 2 моль
C_0					-
ΔC					0,02
C_p	0,08		0,03		0,02

$$C_0 = C_p + \Delta C$$

В таблицу учащиеся вносят заданные значения молярной концентрации: начальной (c_0), равновесной (c_p), изменение концентрации одного из веществ (ΔC). Уравнение реакции, представленное в таблице с указанным стехиометрическим соотношением всех участников процесса, помогает учащимся увидеть закономерности изменения их молярной концентрации с течением времени.

Решение задачи с использованием таблицы учащиеся обязательно отражают в рабочих тетрадях с устными словесными комментариями, например, к задаче примера 2:

1. В начале реакции в системе находились только исходные вещества — оксид азота(II) и кислород, а продукт реакции оксид азота(IV) ещё не успел образоваться, поэтому его начальная концентрация была равна 0. По мере протекания реакции концентрации исходных веществ уменьшились, а концентрация оксида азота(IV) увеличилась и стала равной 0,02 моль/дм³:

$$\Delta c(\text{NO}_2) = 0,02 \text{ моль/дм}^3.$$

2. Зная изменение концентрации оксида азота(IV) и исходя из уравнения реакции, найдём соответствующее изменение концентрации оксида азота(II) и кислорода:

$$\Delta c(\text{NO}) = \Delta c(\text{NO}_2) = 0,02 \text{ моль/дм}^3,$$

$$\Delta c(\text{O}_2) = 0,5\Delta c(\text{NO}_2) = 0,5 \cdot 0,02 \text{ моль} = 0,01 \text{ моль/дм}^3.$$

3. Рассчитаем начальные концентрации (c_0) оксида азота(II) и кислорода исходя из того, что начальная концентрация вещества равна сумме его равновесной концентрации и соответствующего изменения концентрации Δc в результате реакции:

$$c_0(\text{NO}) = c_p(\text{NO}) + \Delta c(\text{NO}) = 0,08 + 0,02 = 0,1 \text{ моль/дм}^3,$$

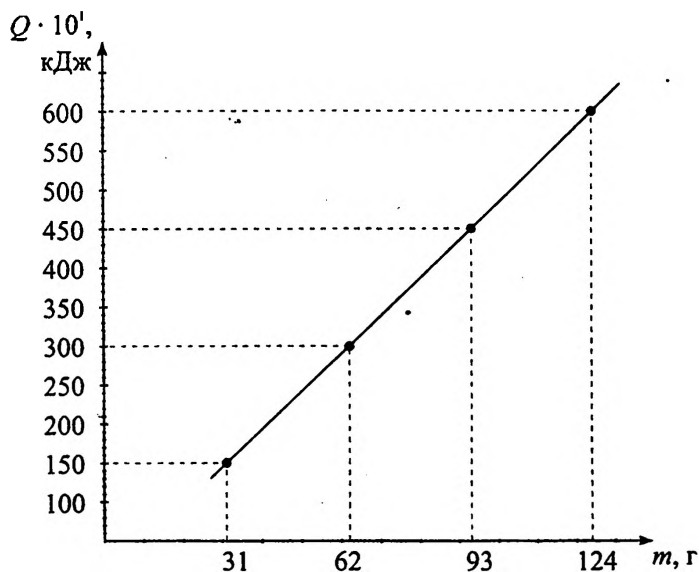
$$c_0(\text{O}_2) = c_p(\text{O}_2) + \Delta c(\text{O}_2) = 0,03 + 0,01 = 0,04 \text{ моль/дм}^3.$$

В ходе решения расчётных задач с использованием таблиц у учащихся формируются умения осуществлять целеполагание — чёткое видение, какую концентрацию и каких веществ необходимо найти, составлять план

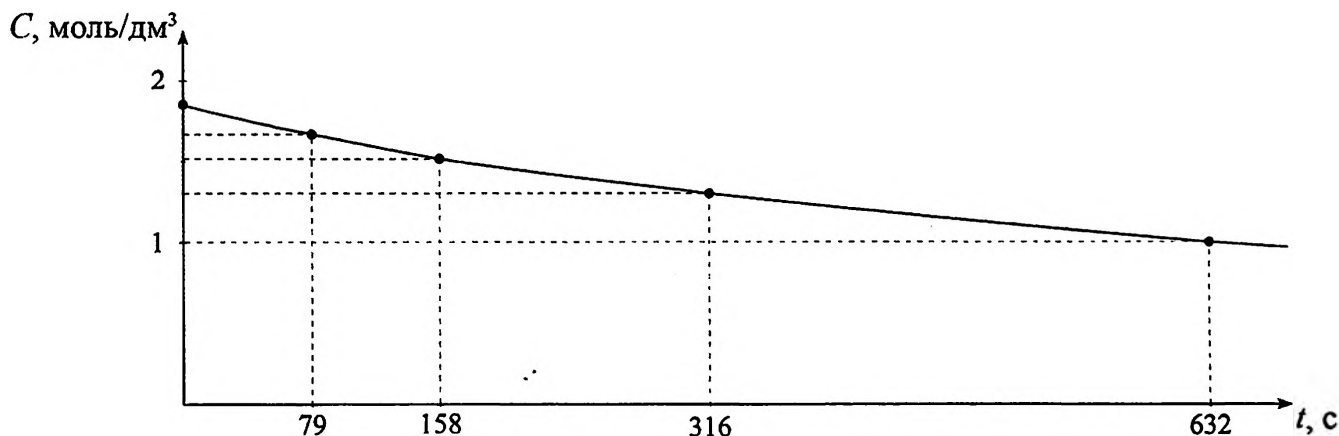
решения — очевидность последовательности выполнения действий, осуществлять самоконтроль — отражать в таблице в законченном виде равенства начальной концентрации, равной сумме равновесной концентрации, и соответствующего изменения концентрации Δc в результате реакции, проводить коррекционные действия — цифровое рассогласование указывает на необходимость корректировки способа нахождения искомых величин.

Формированию умений самоуправления в процессе обучения химии также способствует применение приёма *извлечения информации, представленной в графическом виде*, например в виде графика зависимости некоторой функции.

Пример 1. На рисунке представлена зависимость количества выделившейся теплоты от массы сгоревшего фосфора. На основании графических данных составьте термохимическое уравнение горения фосфора в кислороде.



Пример 2. Рассчитайте среднюю скорость реакции гидрохлорирования бутанола-1 в разные промежутки времени, если изменение его молярной концентрации со временем представлено на графике. Сделайте вывод о том, как изменяется средняя скорость реакции с течением времени.



Данные для соответствующих расчётов в данном типе задач представлены графиком некоторой функциональной зависимости. Например, в примере 2 — это значения молярной концентрации бутанола-1 в разные промежутки времени. Учащимся необходимо извлечь нужную информацию, составить условие расчётной задачи с учётом найденных числовых значений молярной концентрации в разные промежутки времени.

Решение задачи с использованием приёма извлечения информации, представленной в виде графика зависимости некоторой функции, учащиеся обязательно отражают в

рабочих тетрадях в письменном виде со словесными комментариями, например, к задаче примера 2:

1. По графику изменения со временем концентрации бутанола-1 определим его концентрацию в разные промежутки времени:

t, с	0	79	158	316	632
c, моль/дм ³	1,85	1,67	1,52	1,30	1,00

2. Рассчитаем величину средней скорости данной реакции по бутанолу-1 в каждом из промежутков времени:

$$v_{\text{средн},1} = \frac{\Delta c(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH})}{\Delta t} = \frac{1,85 - 1,67}{79 - 0} = 0,0023 \text{ моль}/(\text{дм}^3 \cdot \text{с}),$$

$$v_{\text{ср.2}} = \frac{\Delta C(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH})}{\Delta t} = \frac{1,67 - 1,52}{158 - 79} = 0,0019 \text{ моль}/(\text{дм}^3 \cdot \text{с}),$$

$$v_{\text{ср.3}} = \frac{\Delta C(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH})}{\Delta t} = \frac{1,52 - 1,30}{316 - 158} = 0,0014 \text{ моль}/(\text{дм}^3 \cdot \text{с}),$$

$$v_{\text{ср.4}} = \frac{\Delta C(\text{C}_4\text{H}_9\text{OH})}{\Delta t} = \frac{1,30 - 1,00}{639 - 316} = 0,0009 \text{ моль}/(\text{дм}^3 \cdot \text{с}).$$

3. Делаем соответствующий вывод о том, что средняя скорость реакции с течением времени уменьшается.

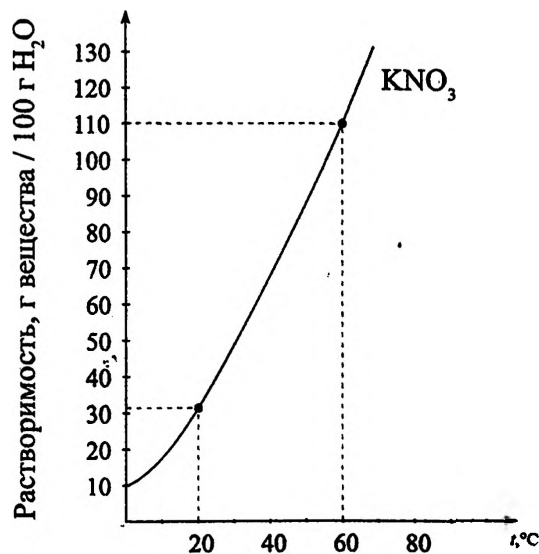
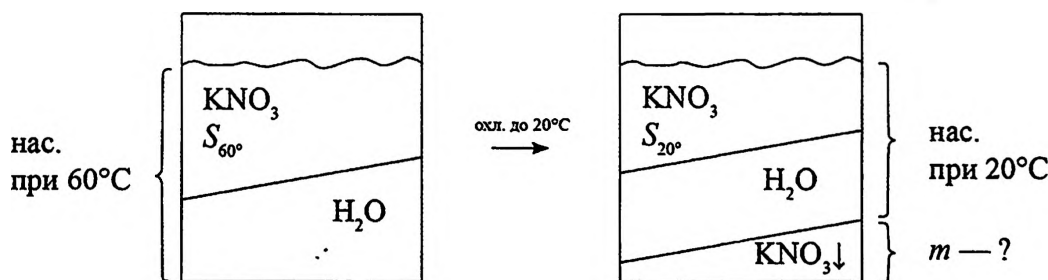
В ходе решения расчётных задач с использованием приёма извлечения информации, представленной в графическом виде, например в виде графика зависимости некоторой функции, у учащихся формируются такие умения самоуправления, как целеполагание, ориентировка в ситуации, планирование, принятие решений, самоконтроль, самооценка.

В условии задачи предлагается извлечь количественные данные некоторой физической величины из графика, что нацеливает учащегося на достижение цели её нахождения в ходе анализа представленной графической зависимости. После этого учащемуся необходимо составить план решения, используя изученные термодинамические, кинетические и другие зависимости, принять решение о правильности выбранного способа решения и, осуществляя поэлементный

самоконтроль, выполнить необходимые расчёты и оценить полученный результат.

Различные приёмы преобразования условия расчётной задачи с целью формирования умений самоуправления учебной деятельностью в процессе обучения химии могут и объединяться друг с другом. Так, учащимся предлагаются расчётные задачи, где исполняется следующая комбинация преобразований: рисунок + график. Учащиеся представляют исходные данные и требование задачи в виде рисунка, в который необходимо внести дополнительные данные из графика соответствующей функциональной зависимости.

Пример. Насыщенный при 60 °С раствор нитрата калия массой 40 г охладили до 20 °С. Найдите массу выделившегося при этом осадка KNO_3 , определив коэффициенты его растворимости при указанных температурах по графику растворимости данной соли в воде зависимости от температуры.



Решение задачи с использованием приёмов — рисунок + извлечение информации, представленной в графическом виде, — учащиеся обязательно отражают в рабочих тетрадях в письменном виде со словесными комментариями:

1. По графику растворимости найдём коэффициент растворимости соли при 60 °С:

$$s^{60^\circ\text{C}}(\text{KNO}_3) = 110,1 \text{ г.}$$

2. Найдём массу соли в исходном насыщенном при 60 °С растворе массой 40 г:

в растворе массой (100 + 110,1) г содержится соль массой 110,1 г,

в растворе массой 40 г содержится соль массой x г,

$$x = \frac{110,1 \cdot 40}{210,1} = 20,96 \text{ г.}$$

3. Найдём массу воды в этом растворе:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{\text{р-ра}} - m(\text{KNO}_3) = 40 \text{ г} - 20,96 \text{ г} = 19,04 \text{ г}.$$

4. По графику растворимости найдём коэффициент растворимости соли при 20 °С:

$$s^{20 \text{ °С}}(\text{KNO}_3) = 31,6 \text{ г}.$$

5. Вычислим массу KNO_3 , который образует насыщенный раствор, если масса воды равна 19,04 г:

в воде массой 100 г растворяется KNO_3 массой 31,6 г,

в воде массой 19,04 г растворяется KNO_3 массой y г,

$$y = \frac{19,04 \cdot 31,6}{100} = 6,02 \text{ г}.$$

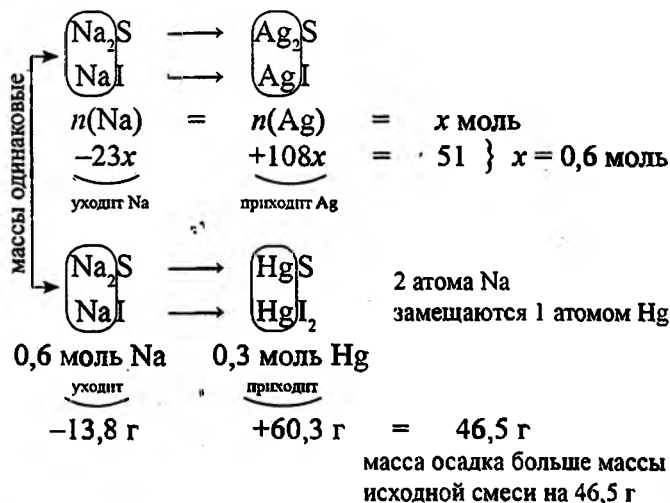
6. Найдём массу осадка соли.

Поскольку в охлаждённом растворе над осадком остаётся соль массой 6,02 г, масса осадка равна:

$$m(\text{KNO}_3) \downarrow = 20,96 - 6,02 = 14,94 \text{ г}.$$

Охарактеризуем следующий приём преобразования условия расчётной задачи, который мы назвали *наглядное моделирование процессов в виде схемы*. Данный приём позволяет формировать все умения самоуправления учебной деятельностью учащихся в процессе обучения химии.

Пример 1. Смесь сульфида натрия с иодидом натрия разделили на две равные части. К первой из них добавили раствор нитрата серебра (избыток). Масса образовавшегося при этом осадка оказалась на 51 г больше общей массы прореагировавших Na_2S и NaI . Ко второй части исходной смеси добавили раствор нитрата ртути(II) (избыток). Рассчитать, на сколько граммов масса осадка, который образовался в этом случае, больше общей массы солей натрия, прореагировавших с солью ртути.



Данная схема основана на том, что в указанных реакциях замещения мольные соотношения $n(\text{Na}^+) : n(\text{Ag}^+)$ и $n(\text{Na}^+) : n(\text{Hg}^{2+})$ равны соответственно 1 : 1 и 2 : 1. Решение задачи сводится к нахождению разности масс натрия и замещающих его серебра и ртути и может быть осуществлено в три действия:

1) исходя из равенства химических количеств ионов натрия и серебра в первом опыте и зная разность масс смесей солей натрия и серебра, можно рассчитать химические количества обменивающихся Na^+ и Ag^+ . Допустим, что $n(\text{Na}^+) = x$ моль, тогда $n(\text{Ag}^+) = x$ моль. Соответственно, масса натрия, «уходящего» из исходной смеси, равна $23x$ г, а масса серебра, «приходящего» в исходную смесь, равна $108x$ г. Тогда получим:

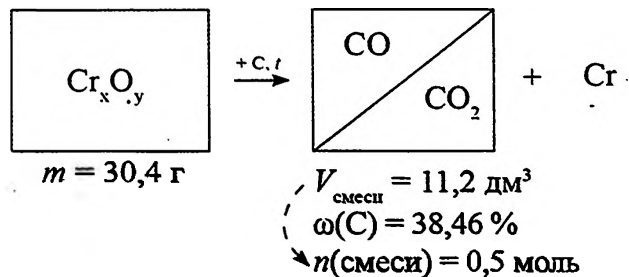
$-23x + 108x = 51$, откуда $x = 0,6$ моль, это — $n(\text{Na}^+)$;

2) так как, по условию задачи, массы смеси солей в обоих случаях одинаковы, количество натрия $n(\text{Na}^+)$ во втором опыте будет также равно 0,6 моль. Но, поскольку в этом случае $n(\text{Na}^+) : n(\text{Hg}^{2+}) = 2 : 1$, то $n(\text{Hg}^{2+}) = 0,5 n(\text{Na}^+) = 0,5 \cdot 0,6 \text{ моль} = 0,3 \text{ моль}$;

3) исходя из количеств обменивающихся ионов Na^+ и Hg^{2+} , находим разность их масс Δm , которая и является искомым ответом:

$$\Delta m = -0,6 \cdot 23 + 0,3 \cdot 201 = 46,5 \text{ г}.$$

Пример 2. Рассчитайте массу хрома, который можно получить из его оксида Cr_xO_y массой 30,4 г, если в результате реакции восстановления этого оксида углём образуется смесь угарного и углекислого газов общим объёмом 11,2 дм³ (н. у.), а массовая доля углерода в ней составляет 38,46 %.



В ходе наглядного моделирования процесса (пример 2) для учащихся становится очевидным, что:

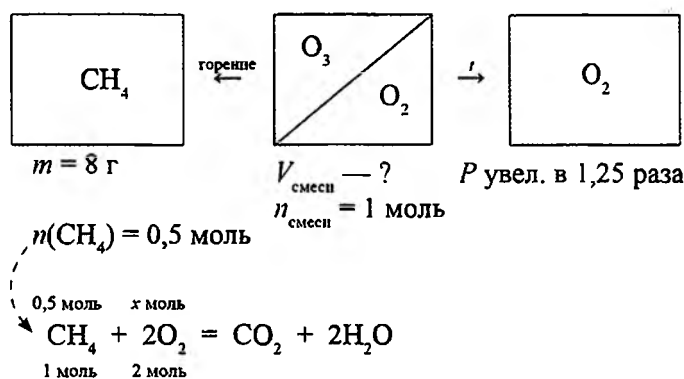
• в ходе реакции восстановления все атомы кислорода, содержащиеся в оксиде Cr_xO_y , переходят в смесь CO и CO_2 . Зная химическое количество углерода и его массовую долю в газовой смеси, можно рассчитать

массу содержащегося в ней кислорода. Она численно равна массе кислорода в исходном оксиде хрома;

• зная массу оксида Cr_xO_y и массу содержащегося в нём кислорода, по их разности легко рассчитать массу хрома:

- 1) $n_{\Sigma}(C) = n(\text{смеси}) = 0,5$ моль,
- 2) $m(C) = n(C) \cdot M(C) = 0,5 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} = 6 \text{ г}$,
- 3) $6 \text{ г} - 38,46 \% (C)$,
 $x \text{ г} - 61,54 \% (O)$, откуда получим: $x = m(O) = 9,6 \text{ г}$,
- 4) $m(Cr) = m(Cr_xO_y) - m(O) = 30,4 - 9,6 = 20,8 \text{ г}$.

Пример 3. В реактор постоянного объёма поместили смесь кислорода и озона количеством 1 моль. В результате разложения всего озона давление в реакторе увеличилось на 25 % (давление измеряли при одинаковой температуре). Вычислите объём (дм³) исходной смеси кислорода и озона (н. у.), необходимой для полного окисления метана массой 8 г до углекислого газа и воды [6].



Наглядное моделирование процессов, представленных в данной расчётной задаче, позволяет:

- понять: так как в превращении озона смеси в кислород давление в системе увеличивается в 1,25 раза, то и химическое количество смеси увеличивается в 1,25 раза;
- выдвинуть предположение для реакции горения метана — весь озон смеси превращается в кислород, что позволяет найти искомую величину.

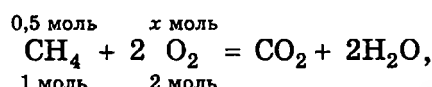
1. Из уравнения Клапейрона — Менделеева ($P \cdot V = n \cdot R \cdot T$) следует, что давление смеси газов прямо пропорционально химическому количеству смеси. Поскольку давление в системе увеличивается в 1,25 раза, то химическое количество смеси также увеличивается в 1,25 раза:

$$n(O_2)_{\text{кон}} = n(\text{смеси}) \cdot 1,25 = 1 \text{ моль} \cdot 1,25 = 1,25 \text{ моль}.$$

2. Рассчитаем химическое количество метана массой 8 г:

$$n(CH_4) = \frac{m(CH_4)}{M(CH_4)} = \frac{8 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 0,5$$

3. Вычислим, сколько кислорода необходимо для полного окисления химическим количеством 0,5 моль, исходя из предположения, что весь исходный озон превратился в кислород:



откуда получим: $x = 1$ моль. Это — $n(O_2)$

4. Рассчитаем, из какого количества озона и кислорода образуется 1 моль кислорода:

из 1 моль смеси O_3/O_2 — 1,25 моль O_2
 из y моль смеси O_3/O_2 — 1 моль O_2 ,
 откуда получим $y = 0,8$ моль. Это $n(\text{смеси } O_3/O_2)$.

5. Вычислим объём исходной смеси O_3 необходимой для полного окисления метана

$$V(O_3/O_2)_{\text{исх}} = n(O_3/O_2)_{\text{исх}} \cdot V_m = 0,8 \text{ моль} \times 22,4 \text{ моль/дм}^3 = 17,92 \text{ дм}^3 \approx 18 \text{ дм}^3.$$

Наглядное моделирование процессов в схеме при решении расчётных задач формирует творческие способности учащихся, развивает самостоятельность мышления, формирует умения самоуправления в учебной деятельности учащихся.

Требование учителя построения наглядной модели, исходя из условия задачи, мотивирует учащегося на активизацию мыслительной деятельности: уяснить сущность поставленной задачи, систематизировать необходимые знания по химии, выявить скрытые от непосредственного восприятия характеристики и взаимосвязи объектов. В результате у учащихся формируются следующие умения самоуправления:

- ориентировка в ситуации — поиск пути решения поставленной задачи;
- прогнозирование — модель-прогноз собственных способов деятельности;
- целеполагание — формулирование целей на основе рефлексии взаимосвязи объектов по наглядной модели;

- планирование — представление о системе средств (зависимости, закономерности, расчётные формулы, уравнения химических превращений и др.) и последовательности их применения;

- принятие решений — принятие решения о достаточности выбранных средств и способа решения;

- самооценка — оценивание собственных знаний и умений в ходе преобразования условия задачи в виде наглядной модели, хода решения расчётной задачи;

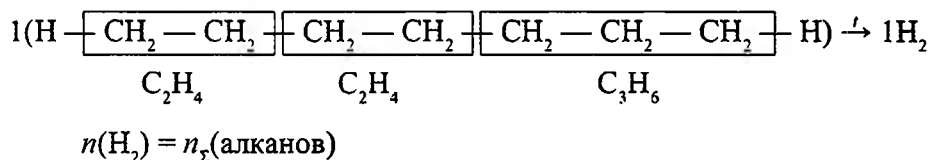
- самоконтроль — контроль правильности выявления функциональных связей или

закономерностей, построения теоретических конструкций по содержанию расчётной задачи;

- коррекция — в случае получения неправильного ответа находится другой способ решения или требуется помощь учителя.

В том же приёме наглядного моделирования процессов в виде схемы реальные процессы могут быть представлены их некоторыми знаковыми аналогами — структурными моделями.

Пример 1. В результате пиролиза смеси алканов образовалась смесь этена, пропена и водорода, массовая доля которого оказалась равной 2,5 %. Вычислите молярную массу (г/моль) исходной смеси алканов:

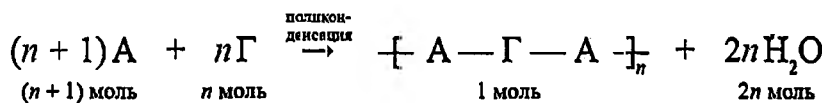
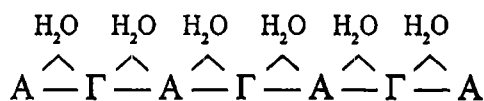


В данном случае смесь алканов условно представляется в виде гептана, скелет молекулы которого в процессе пиролиза можно расщепить на заданные в условии углеводороды и водород, что приводит к пониманию способа решения этой расчётной задачи.

1. Пусть масса исходной смеси, равная массе конечной смеси, составляет 100 г:

$m(\text{исх. смеси}) = m(\text{кон. смеси}) = 100 \text{ г}$, тогда $m(\text{H}_2) = 2,5 \text{ г}$, а $n(\text{H}_2) = 1,25 \text{ моль}$.

2. Из представленной схемы видно, что при пиролизе из 1 молекулы гептана образуется 1 молекула H_2 . Это значит, что $n(\text{гептана}) = n(\text{H}_2)$ или $n_{\Sigma}(\text{алканов}) = n(\text{H}_2) = 1,25 \text{ моль}$.



В наглядном моделировании процесса поликонденсации реальные вещества и полимер представлены в виде структуры из букв, что позволяет описать математически заданные количественные

Рассчитаем молярную массу исходной смеси алканов:

$$M_{\text{исх. смеси}} = \frac{m_{\text{смеси}}}{n_{\text{смеси}}} = \frac{100 \text{ г}}{1,25 \text{ моль}} = 80 \text{ г/моль.}$$

Пример 2. В реакции поликонденсации гексаметилендиамина и адипиновой кислоты (избыток) образуется высокомолекулярное соединение, в котором число остатков первого мономера на один меньше, чем второго. К моменту, когда прореагировала адипиновая кислота массой 14,6 г, образовалась вода массой 3,456 г. Укажите число остатков гексаметилендиамина в молекуле образовавшегося высокомолекулярного соединения:

$$\begin{array}{ll} N(\Gamma) = 3 & n \\ N(\text{A}) = 4 & (n+1) \\ N(\text{H}_2\text{O}) = 6 & 2n \end{array}$$

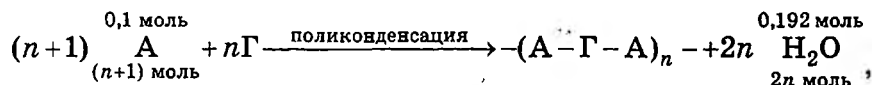
соотношения реагирующих и образующихся веществ.

1. Рассчитаем химическое количество адипиновой (гександиовой) кислоты $\text{HCOO}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ массой 14,6 г и воды — массой 3,456 г:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4)}{M(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4)} = \frac{14,6 \text{ г}}{146 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль,}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{3,456 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,192 \text{ моль.}$$

2. По условному уравнению реакции поликонденсации рассчитаем n — число звеньев гексаметилендиамина ($H_2N - (CH_2)_4 - NH_2$) в



откуда получим: $n = 24$. Это — число звеньев гексаметилендиамина в молекуле образовавшегося высокомолекулярного соединения.

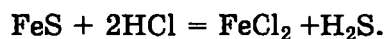
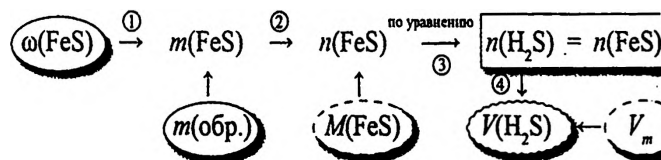
Анализ и усвоение сути протекающего химического процесса, а затем перевод его на символический язык помогают выявить заданное в неявном виде стехиометрическое соотношение исходных и образующихся веществ, которое определяет способ решения.

Последний выделенный нами приём решения расчётных задач по химии, обеспечивающий формирование у учащихся умений самоуправления учебной деятельностью, мы назвали *составление структурно-логической схем*. В литературе аналогичный приём авторы назвали графической схемой частного алгоритма [7].

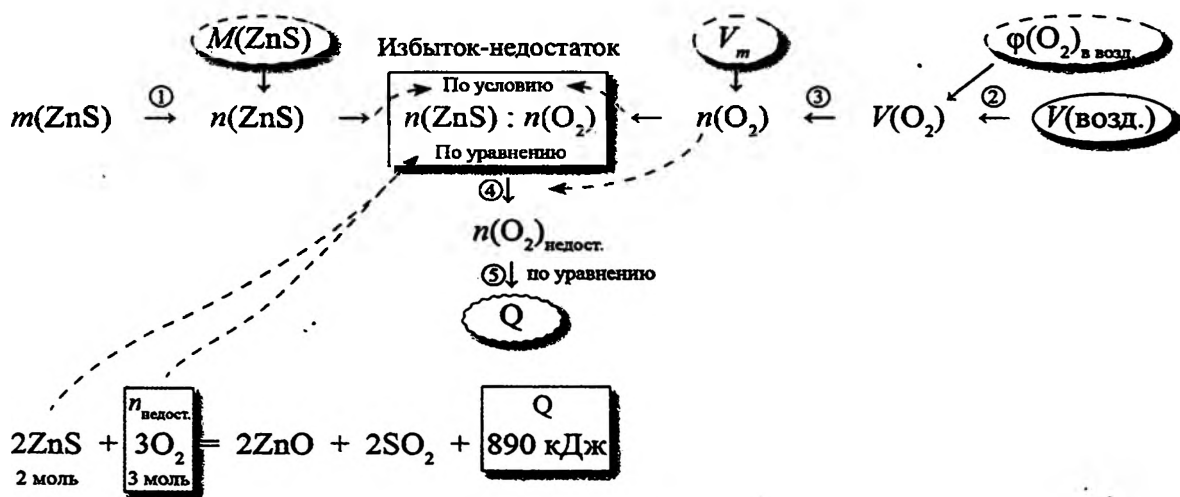
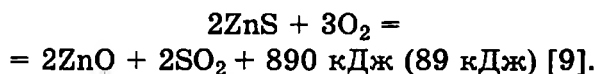
Пример 1. Определите объём сероводорода (н. у.), который можно получить при действии

молекуле образовавшегося высокомолекулярного соединения:

избытка соляной кислоты на образец сульфида железа(II) массой 83,81 г, содержащий 94,5 % чистого сульфида железа(II), если практически выход продуктов составляет 96 % [8].



Пример 2. Рассчитайте количество теплоты (кДж), которое выделится при сжигании 29,1 сульфида цинка в воздухе объёмом 32 дм (н. у.), если термохимическое уравнение реакции:



На структурно-логической схеме расчётной задачи заданные исходные физические величины заключены в овалы, а величина, которую требуется найти, обведена волнистой линией. Постоянные величины (V_m , M , r и т. д.) представлены овалами штриховой линией. Переходы от одной физической величины к другой обозначены стрелками. Несколько стрелок, направленных в сторону одной физической величины, обозначают, что для определения её числового значения требуется несколько параметров, от которых и

направлены данные стрелки. Необходимость расчёта по уравнению химической реакции отражена соответствующей записью над стрелкой, и стехиометрическое соотношение заключено в прямоугольник. Требование нахождения избытка-недостатка, введения переменных, произвольного присвоения значений и др. может быть отражено в виде текстового содержания схемы. Последовательность выполнения действий обозначена номерами над (под) стрелками или сбоку вертикальной стрелки.

Решение задачи с использованием структурно-логических схем учащиеся обязательно отражают в рабочих тетрадях в письменном виде со словесными комментариями, например, к задаче примера 2:

1. Исходя из массы сульфида цинка, вычислим его химическое количество:

$$n(\text{ZnS}) = \frac{m(\text{ZnS})}{M(\text{ZnS})} = \frac{29,1 \text{ г}}{97 \text{ г/моль}} = 0,3 \text{ моль.}$$

2. Исходя из объёма воздуха и объёмной доли кислорода в нём (21%), рассчитаем объём чистого кислорода в воздухе заданной порции:

$$V(\text{O}_2) = V(\text{возд}) \cdot \varphi(\text{O}_2) = 32 \text{ дм}^3 \cdot 0,21 = 6,72 \text{ дм}^3.$$

3. Исходя из объёма кислорода (н. у.), вычислим его химическое количество:

$$n(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{6,72 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3 / \text{моль}} = 0,3 \text{ моль.}$$

4. Определим, какое вещество взято в недостатке. Для этого найдём отношение значения химического количества каждого из исходных веществ к соответствующему коэффициенту k в уравнении химической реакции:

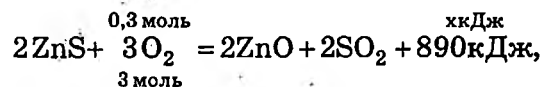
$$n(\text{ZnS}) : k(\text{ZnS}) = 0,3 : 2 = 0,15,$$

$$n(\text{O}_2) : k(\text{O}_2) = 0,3 : 3 = 0,1.$$

Откуда видно, что в недостатке взят кислород.

5. Рассчитаем количество теплоты (кДж), которое выделится при окислении сульфида

цинка кислородом химическим количеством 0,3 моль в соответствии с термохимическим уравнением:



откуда $x = Q = 89 \text{ кДж}$.

Обучение учащихся представлению способа решения расчётной задачи в виде структурно-логической схемы формирует у них все умения самоуправления в учебной деятельности.

Формированию умений самоуправления учебной деятельностью учащихся при обучении химии в процессе проведения количественных расчётов способствует интегративный и комплексный характер таблицы «Важнейшие расчётные формулы» [10].

Таким образом, формирование умений самоуправления учебной деятельностью учащихся в процессе выполнения количественных расчётов по химии обеспечивает реализацию мотивационно-ценностной, метакогнитивной и действенно-практической функций образовательного процесса. Функцию мотивации несут в себе содержание предложенных задач, их практическая направленность. Метакогнитивная и действенно-практическая функции реализуются на основе использования всех представленных методических приёмов формирования у учащихся умений самоуправления учебной деятельностью.

Список использованных источников

1. *Пейсахов, Н. М.* Практическая психология / Н. М. Пейсахов, М. Н. Шевцова. — Казань : Изд-во Казанского университета, 1991. — 119 с.
2. *Пак, М. С.* Алгоритмика при изучении химии / М. С. Пак. — М. : Владос, 2000. — 111 с.
3. *Мякинник, Т. Н.* Проверь себя. Химия. 8 класс. Задания для самостоятельной работы : пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования с рус. и бел. яз. обучения / Т. Н. Мякинник, И. И. Борушко. — Минск : Сэр-Вит, 2019. — 120 с.
4. *Красицкий, В. А.* Химия. ЦТ. Тренажёр / В. А. Красицкий. — 2-е изд. — Минск : Аверсэв, 2020. — 703 с.
5. *Мякинник, Т. Н.* Химия. 10 класс: рабочая тетрадь: пособие для учащихся общеобразоват. учреждений с рус. яз. обучения / Т. Н. Мякинник, Н. В. Манкевич, И. И. Борушко ; под ред. И. Е. Шимановича. — Минск : Аверсэв, 2010. — 144 с. — (Рабочие тетради).
6. *Централизованное тестирование. Химия: сб. тестов / Респ. ин-т контроля знаний М-ва образования Респ. Беларусь.* — Минск : Аверсэв, 2016. — 55 с.
7. *Турчен, Д. Н.* Графические схемы при решении расчётных задач / Д. Н. Турчен // Химия в школе. — 2010. — № 6. — С. 51–56.
8. *Мякинник, Т. Н.* Химия. 11 класс. Сборник самостоятельных работ: пособие для учащихся учреждений общего среднего образования с рус. яз. обучения / Т. Н. Мякинник, И. И. Борушко. — Минск : Сэр-Вит, 2016. — 112 с. — (Школьная программа).
9. *Мякинник, Т. Н.* Химия. Обобщение и систематизация: Программный продукт для обобщения и систематизации знаний: пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Т. Н. Мякинник [и др.]. — Минск : Инфотриумф, 2016.
10. *Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Важнейшие расчётные формулы: наглядное пособие.* — Минск : Аверсэв, 2020. — 2 с.

Статья поступила в редакцию 13.02.2020.