

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУ ВПО «НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Г. С. КАЧАЛОВА

**МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ВОПРОСОВ
КУРСА ХИМИИ 8 КЛАССА**

**Утверждено Редакционно-издательским советом НГПУ
в качестве учебного пособия**

Новосибирск 2009

УДК 372.016 : 54 (0758)

ББК 74.265.7я73-1

К 309

Научный редактор:

кандидат педагогических наук, профессор

Г. С. Качалова

Рецензенты:

кафедра химии НГПУ

доктор педагогических наук, профессор В. Н. Давыдов

К 309 **Качалова, Г. С.** Методика изучения основных вопросов курса химии 8 класса: учебное пособие / Г. С. Качалова. – Новосибирск: Изд. НГПУ, 2009. – 282 с.

В предлагаемом пособии рассмотрена методика изучения таких важных тем курса химии 8 класса, как «Первоначальные химические понятия», «Классы неорганических соединений» и «Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева», основанная на применении комплексного подхода, объединяющего системный, исторический, проблемный, культурологический и другие подходы. Материалы, вошедшие в пособие, апробированы автором в течение 25 лет собственной педагогической деятельности в школах г. Новосибирска.

Пособие предназначено студентам педвузов, обучающимся по специальности «химия», будет интересно и учителям химии, и специалистам в области методики обучения химии.

УДК 372.016 : 54 (0758)

ББК74.265.7я73-1

© Качалова Г. С., 2009

© ГОУ ВПО «Новосибирский государственный педагогический университет», 2009

*Моим родителям – Семёну Васильевичу и
Марии Афанасьевне Дьяковичам посвящается*

Предисловие

Наше время характеризуется ускорением научно-технического и социального прогресса. С одной стороны, это повысило требования к образованности и культуре человека, его способности к адаптации к условиям рыночной экономики. Но, с другой стороны, обеднение энергетических и природных ресурсов стало причиной ряда глобальных проблем человечества – ухудшения состояния окружающей среды, угрозы здоровью и даже жизни людей. Причины этого – устаревшие технологии, увеличение количества транспортных средств, предприятий энергетики и другие антропогенные факторы загрязнения окружающей среды. Есть ещё один фактор – низкая химическая и экологическая культура населения.

Назрела необходимость модернизации системы образования, в частности, утверждения экологической доминанты в содержании и изучении предметов естественнонаучного цикла, в том числе и химии.

Достижения современной науки и педагогической практики, состояние окружающей среды и общества предъявляют к школе новые требования, вызывают новые парадигмы и стандарты образования. В них должны быть чётко обозначены новые ценностно-целевые ориентиры и современные приоритеты. Значит, существенные изменения должны произойти в содержании и методике изучения учебного предмета химии.

Проводимая в настоящее время модернизация общего образования призвана повысить качество и эффективность естественнонаучного образования, усилить его вклад в межпредметную интеграцию, фор-

мирование научного мировоззрения, общей и экологической культуры, во всестороннее развитие личности учащихся.

В общем химическом образовании актуальным становится использование современных информационно-коммуникационных технологий, развитие интерактивных форм обучения. В связи с этим основной задачей учебного процесса становится формирование аналитических способностей, коммуникативных компетенций, толерантности и способности к самообучению.

Передача «готовых» знаний перестаёт быть главной задачей учебного процесса, снижается функциональная значимость и привлекательность традиционной организации обучения. Необходимо применять методики, развивающие у учащихся желание, способности и умения учиться [176].

Очевидно, что новые педагогические идеи могут быть реализованы на практике лишь педагогом-профессионалом, который владеет арсеналом современных методических средств обучения, воспитания и развития школьников. Предлагаемое пособие раскрывает методику изучения главных вопросов курса химии 8 класса на основе так называемого *комплексного подхода*. Содержащиеся в пособии рекомендации позволят студентам овладеть методикой разработки собственных методических материалов и научиться создавать учебно-методические комплексы по любой теме школьного курса химии.

Глава 1. Реализация комплексного подхода в обучении химии в средней школе

Химия, наряду с математикой, физикой и биологией, была и остаётся ядром естественнонаучного образования, как в структуре содержания основного общего, так и среднего (полного) образования 11-летней школы.

Документ, определяющий цели образования по естественнонаучным дисциплинам, принципы реализации естественнонаучного образования, его содержание и структуру, методы достижения поставленных целей, называют *концепцией естественнонаучного образования*. Как следует из концепции естественнонаучного образования, структура изучения естественнонаучных дисциплин должна максимально обеспечить методическую преемственность процесса их преподавания в школах России, уменьшить перегрузку учащихся в основной школе, придать естественнонаучному образованию завершённость в основной школе, сохранить его целостность при условии вариативности (дифференцированности).

В соответствии с Законом РФ «Об образовании» содержание естественнонаучного образования должно обеспечивать:

«– адекватный мировому уровень общей и профессиональной культуры общества;

– формирование у обучающегося адекватной современному уровню знаний и уровню образовательной программы (ступени обучения) картины мира;

– интеграцию личности в национальную и мировую культуру; формирование человека и гражданина, интегрированного в современное ему общество и нацеленного на совершенствование этого общества» [72, с.14].

Успешность предметного обучения естественнонаучным дисциплинам определяется, прежде всего, усвоением учащимися основ научных знаний и сформированностью у них естественнонаучной картины мира.

В процессе преподавания естественнонаучных дисциплин не нужно забывать, что каждая из них – только часть знаний человека о природе, что научные идеи – одна из составляющих человеческой культуры. Необходимо помнить, что, познав законы природы, можно

многое создать, но и многое уничтожить, в том числе и жизнь на Земле. Следовательно, в естественнонаучном образовании в школе должны быть усилены *гуманистический* и *экологический* аспекты.

Исходя из сказанного, можно определить такие цели естественнонаучного образования:

– изучение основ наук, составляющих фундамент образовательной области «Естествознание»;

– изучение прикладного аспекта естественных наук, который обеспечивал бы подготовку учащихся к выполнению ориентировочной и конструктивной деятельности;

– формирование представлений о научном методе исследований и его месте в системе общечеловеческих культурных ценностей [102].

Естественнонаучное образование строится на основе таких принципов, как: научность, фундаментальность, доступность, мотивированность, генерализация знаний, непрерывность, завершённость, вариативность (дифференцированность), гуманизация и гуманитаризация, историчность, стандартизация и целостность.

При 11-летнем обязательном обучении на реализацию программы начального общего образования отводится четыре года. На получение основного общего образования – пять лет, на получение среднего (полного) общего образования – два года. Структура образовательной области «Естествознание» в школе соответствует структуре общего образования.

Учитывая возрастные особенности школьников, основные педагогические закономерности процесса обучения, исторические традиции российской школы, а также принципы естественнонаучного образования, изучение естественных дисциплин в 11-летней школе осуществляется в три этапа: 1. Пропедевтический концентр (начальная школа, I – IV классы и V-VI классы основной школы). 2. Систематический концентр (VII – IX классы). 3. Дифференцированный концентр (X – XI классы).

На начальной ступени и в основной школе учащиеся получают базовое образование (по химии – в VIII – IX классах), а в старших классах содержание курсов естественнонаучных дисциплин зависит от выбранного направления образования.

В соответствии с общей концепцией естественнонаучного образования разработана и *концепция химического образования*, в основу которой положены принципы демократизации и гуманизации, а также

положительные традиции и практический опыт отечественной школы [104].

Демократизация и дифференциация обеспечивают доступность общего химического образования для всех учащихся, возможность выбора ими профиля обучения, т.е. определения уровня теоретической и практической подготовки по химии.

Гуманизация химического образования предполагает раскрытие практического значения химических знаний, создание условий для развития личности в процессе обучения, решение вопросов, связанных с культурой, поведением, здоровьем учащихся.

Главная *цель* химического образования – формирование научной картины мира, доведение до сознания учащихся того, что окружающий нас мир – это мир органических и неорганических веществ, постоянно претерпевающих различные изменения.

Основные мировоззренческие *идеи* – о материальном единстве всех веществ, обусловленности их свойств составом и строением, о познаваемости химических явлений – пронизывают весь курс химии средней школы. Они реализуются при решении следующих *задач* химического образования:

- развитие личности учащихся – их памяти, наблюдательности, способности к вербальному выражению результатов наблюдений, ассоциативного и аналитического мышления, аккуратности и собранности;
- формирование системы химических знаний (фактов, понятий, законов, теорий и языка науки);
- выработка у учащихся понимания общественной потребности в развитии химии, профессиональная ориентация на химию и химические специальности;
- формирование грамотного поведения и навыков безопасного обращения с веществами в повседневной жизни [104, с. 10].

Систематический курс химии VIII – IX классов является относительно завершённым и обеспечивает учащимся химическое образование, необходимое для жизни, а также для выбора способов продолжения образования в целях профессиональной ориентации в дальнейшем. В данный систематический курс включаются основы общей, неорганической и органической химии. На профильном этапе обучения (X-XI классы средней (полной) школы) учащиеся изучают систематический курс химии, соответствующий одному из профилей обучения – естественнонаучному. В гуманитарном, физико-

математическом и других профилях обучения в число базовых включён интегрированный учебный предмет «Естествознание».

Подводя итог, можно сказать, что школьный курс химии должен обеспечить формирование научной картины мира и мировоззрения учащихся (на основе интеграции с учебными курсами биологии, физики и др.) и подготовку учащихся к жизнедеятельности в социуме, раскрытие задатков, склонностей и способностей каждого ребенка средствами учебного предмета химии. Очевидно, что это возможно через решение образовательных, воспитательных и развивающих задач отдельной учебной темы или её разделов, вплоть до отдельных дидактических единиц. Совокупность определенных приёмов отношения к изучению конкретных вопросов химического содержания рассматривается нами как *методический подход*. Так, в обучении химии мы выделяем такие методические подходы, как: системный, деятельностный, исторический, культурологический, экологический, валеологический, политехнический (включая прикладной и «вещественный»), технологический (в том числе игровой, алгоритмический), проблемный, интегративный (реализация межпредметных связей) и др. В своей совокупности они составляют так называемый *комплексный подход* в обучении химии. Известно, что сущность комплексного подхода заключается в раскрытии оптимальных возможностей каждой темы курса в формировании у школьников системы химических знаний, в их воспитании и развитии [141]. Рассмотрим последовательно сущность каждого из указанных подходов.

Системный подход

Как известно, система – составленное из частей соединение. Под *системой* понимают множество закономерно связанных друг с другом элементов (предметов, явлений, взглядов, знаний), представляющих собой определенное целостное образование, единство. Системой называют также порядок, обусловленный планомерным, правильным расположением частей в определённой связи, строгой последовательности, например, система в работе, принятый установленный распорядок чего-либо [172].

Системный подход основан на том, что специфика сложного системного объекта (системы) не исчерпывается особенностями составляющих его элементов, а связана, прежде всего, с характером взаимодействий между ними. На первый план выдвигается задача познания характера и механизма этих связей и отношений, выявляются не

только причины явлений, но и воздействие результата на породившие его причины [57].

Знания, получаемые учащимися на уроках химии, должны получить такие важные качества, как систематичность и системность. **Систематичность знаний** проявляется в осознании состава некоторой совокупности знаний, их иерархии и последовательности, т.е. «осознании одних знаний как базовых для других, но при определённом, заданном угле зрения на эту совокупность» [57, с. 12]. Систематичность знаний можно обнаружить, если учащиеся объясняют связи между отдельными знаниями при изложении материала в определённой последовательности; если они могут перестроить исходный учебный материал, обосновывая перестройку; если проводят несколько последовательных действий, приводящих к достижению цели; если самостоятельно устанавливают новые связи между усвоенными ранее знаниями или связи между ранее усвоенными и новыми знаниями. Другими словами, учащиеся умеют выстраивать рассуждения из трёх-четырёх логически связанных звеньев, устанавливать *причинно-следственные связи*. Указанные умения развиваются по мере изучения курса химии.

Системность знаний характеризуется наличием структурно-функциональных связей между разнородными элементами научной теории – научными постулатами, следствиями и фактами. Системность знаний предполагает наличие знаний систематических, связанных *содержательно-логическими связями*.

При изучении химических объектов – веществ и реакций как систем – их целенаправленно изучают и анализируют, выполняя следующие операции: выделение структурных элементов системы; выявление связей между ними и установление структуры системы; характеристика свойств системного объекта как единого целого; рассмотрение связей объекта с внешней средой [57].

Химическое знание, развиваясь в течение нескольких веков, представляет в настоящее время сложную конструкцию из фактов, понятийных систем, законов и теорий. Содержание школьного химического образования разрабатывалось видными отечественными учёными-химиками и методистами – Д. И. Менделеевым, П. П. Лебедевым, В. Н. Верховским, С. Г. Шаповаленко [201], Ю. В. Ходаковым [156, 190], Д. А. Эпштейном, П. А. Глориозовым [189], Л. А. Цветковым [192], Н. Е. Кузнецовой [113] и др. Его можно разделить на следующие дидактические единицы:

1. *Законы и теории* (периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева, атомно-молекулярное учение, теория строения вещества, теория электролитической диссоциации, современная теория строения органических веществ, постоянство состава вещества и закон сохранения при химических реакциях массы веществ, закон Авогадро, закон сохранения и превращения энергии).

2. *Понятия*. Вещество. Химический элемент. Химическая реакция. Химическое производство.

3. *Факты*.

4. *Методы химической науки*.

5. *Вклад в науку выдающихся химиков* [196].

Основные системы понятий курса химии средней школы различны по характеру отражаемых в них объектов, по способу образования и развития, по форме выражения, уровню сформированности, обобщенности и абстрактности. Различна также их дидактическая роль в обучении химии.

В своей книге [94] мы рассмотрели систему химических понятий как основу школьного курса химии в целом. Большое внимание уделили преемственности физических и химических понятий, а также внутрикурсовой преемственности химических понятий, выделив систему понятий в курсе химии для VIII класса. Не повторяя систему полностью, назовем здесь только основные подсистемы и блоки понятий (см. рис.1). Курс химии для IX класса строится на основе своей системы понятий, являясь логическим продолжением курса химии для VIII класса.

При разработке системы знаний обычно исходят из требований к уровню подготовки выпускников основной общеобразовательной школы [133], а также стандарта основного общего образования по химии [145].

Учителю мало знать, какие понятия составляют содержание конкретной учебной темы. Необходимо умение связывать эти понятия в определённую систему, что, в конечном итоге, делает знания учащихся системными.

Химические понятия, напрямую связанные с требованиями, предъявляемыми учащимся, в рамках одной темы объединяются в определённую систему, которая является, по сути, обобщенным знанием и представляется в виде соответствующей схемы. Так, в курсе VIII класса применяются схемы «Система понятий по теме “Первоначальные химические понятия”» (рис.3), «Система понятий о классах не-



Рис.1. Система химических знаний учащихся (VIII класс)

органических соединений» (рис.6) и «Общие сведения о веществах» (рис. 16). Рекомендации по работе с каждой схемой содержатся в описании соответствующих тем (см. главы 2-4).

Рекомендации по применению системного подхода в обучении химии описываются нами также в учебно-методическом комплексе «Химия – 8» [94] и в других публикациях [89, 90, 95]. Здесь же укажем, что системность и систематичность знаний могут быть достигнуты различными методами обучения. Так, при *объяснительно-иллюстративном методе* материал излагается в форме рассказа или объяснения учителя с помощью наглядных средств и организованных практических действий учащихся. Этот метод применяется при знакомстве учащихся с самими изучаемыми объектами, их изображениями, символами, например, при формировании понятия о химическом элементе, признаках химических реакций и др. *Репродуктивный метод* связан с воспроизведением учащимися знаний в предъявленных ранее связях. Этот метод оправдан в тех случаях, когда учащиеся должны усвоить новые понятия и законы, служащие основой для дальнейшего усвоения материала, когда им необходимо продемонстрировать понимание установленных ранее причинно-следственных связей. Метод реализуется в виде составления схем или таблиц.

Проблемный метод предполагает использование активной самостоятельной познавательной деятельности учащихся, которая направлена на разрешение проблемных ситуаций, предложенных учителем. Не все учебные темы можно раскрыть проблемным методом, а только такие, «которые требуют специальной активизации мыслительного процесса учащихся по причине кажущейся простоты вопроса, его спорности или многовариантности путей выполнения задания» [57, с. 15].

Частично-поисковый (эвристический) метод является своеобразной подготовкой к осуществлению проблемного метода, так как позволяет раскрывать шаги рассуждения и поиска, связи между ними и формировать готовность учащихся к самостоятельному установлению связей. Учащиеся как бы повторяют путь учёного-практика: идея – выдвижение гипотезы – вывод – создание теории.

Наибольшая самостоятельность познавательной деятельности учащихся проявляется в исследовательском и проектном методах обучения. В рамках *исследовательского метода* самостоятельно устанавливаются связи между знаниями и между явлениями, в этих знаниях отражёнными, выполняются творческие задания. В рамках

проектного метода учащиеся самостоятельно ищут и обрабатывают информацию, применяют знания для решения какой-либо проблемы. По окончании проекта учащиеся должны его защитить.

Очевидно, что формирование систематических знаний не может происходить спонтанно, оно опирается на систему в содержании формируемых знаний, с применением в сочетании разных форм и методов организации учебного процесса.

Деятельностный подход

Общеизвестно, что учащиеся хорошо усваивают учебную информацию в ходе собственной деятельности при условии, что они заинтересованы предметом. Следовательно, надо правильно организовать познавательную деятельность школьников. Для этого необходимо знать специфические виды деятельности, благодаря которым человек познаёт химический мир природы.

В науке выделяют три формы деятельности: материальную, материализованную и интеллектуальную. Под *материальной деятельностью* понимают деятельность с объектом изучения, в частности, с веществами. На уроках химии материальная деятельность организуется как проведение опытов (ученический и демонстрационный эксперимент). *Материализованная деятельность* предполагает работу с объектами, которые заменяют реальные вещества. Речь идёт о материальных моделях молекул, кристаллических решёток, химических формулах и уравнениях реакций. К материализованным действиям относят также решение задач, сопоставление физических величин.

Деятельность руками (внешняя) отражается в мозгу, т.е. переходит во внутренний план, превращается в *интеллектуальную деятельность*. Как отмечает Л. М. Кузнецова: «учитель должен организовать на уроке все виды познавательной деятельности, причём она должна соответствовать учебному материалу, который необходимо усвоить учащимся. При этом условии школьники самостоятельно приходят к каким-либо выводам, сами для себя создают знание» [111, с. 14]. Например, можно вместе с учащимися вывести правила составления уравнений реакций:

- установить исходные вещества;
- установить возможность реакции между данными веществами (указать, какое свойство веществ проявляется или причину реакции);
- предсказать продукты реакции;
- составить формулы исходных веществ и продуктов реакции;
- обосновать и расставить коэффициенты [там же].

Интерес к предмету и к самому процессу познания, т.е. *познавательный интерес*, возникает, как правило, в случае самостоятельного открытия (созидания) учеником знаний, которое доставляет ему огромное удовольствие. Необходимо понимать, что при введении в сознание человека двух информационных мозг рождает новую информацию, которая в него не вводилась (Е. И. Бойко назвал это свойство *мозга межрефлекторным совмещением информации* или *установлением динамических связей*). Очевидно, что для самостоятельного созидания знаний необходимо обеспечить учащимся *достаточность* опорных знаний, без которых они не могут самостоятельно продвигаться в учении, *системность* знаний (см. выше) и *наличие фонда мыслительных действий*, т.е. умений устанавливать связи между отдельными элементами и блоками знаний. Поскольку развитие всегда идёт за обучением, фонд мыслительных (умственных) действий формируется одновременно с получением знаний [там же].

С первых же уроков химии учащиеся должны учиться работать с учебником, который является, по словам Р. Г. Ивановой, книгой особого рода, представляющей собой единство дидактического и методического подходов [77]. Д. М. Кирюшкин [98], С. Г. Шаповаленко [201] указывали, что содержание обязательно должно быть связано с процессом обучения и способствовать развитию школьников. Этому должен способствовать и учебник химии, в котором ученики могли бы найти «сценарии» успешного усвоения информации.

Для школьной практики особое значение имеет такая форма работы, при которой учитель не даёт в готовом виде ни правил работы, ни решений задач, но помогает учащимся выдвигать предположения, учит их слышать мнения товарищей, учитывать разные точки зрения, другими словами, формирует у них ключевые компетенции.

Отечественные и зарубежные психологи рассматривают процесс учения как деятельность, а это означает, что «знания не могут быть ни усвоены, ни сохранены вне действий обучаемого» [167]. Само содержание обучения не может в достаточной мере привести к системности знаний. Системные знания могут быть результатом только самостоятельной системной деятельности школьников. Один из способов её организации – использование учебных карт. «Учебные карты содержат систему заданий или указывают последовательность действий учащихся по выведению новых знаний. Они включают в активную работу каждого учащегося и способствуют формированию действий» [97, с. 41]. Важно иметь в виду, что учебные карты должны

разрабатываться в достаточном количестве вариантов (до десяти) по всем темам курса химии. В главе 2 приведён пример такой карты по теме «Основные понятия химии».

Исторический подход

Новая концепция образования предусматривает необходимость формирования у школьников широкого культурного кругозора. Одно из условий достижения этой цели – применение во всех областях знаний *принципа историзма*. Введение в учебный предмет исторических сведений – важный приём усиления гуманистической направленности обучения, способствующий пониманию путей развития науки и усвоению учебной информации.

Исторические сведения, привлекаемые учителем на уроки естественнонаучного цикла, в частности, на уроки химии, делают учебный материал более содержательным, облегчают его восприятие, вызывают интерес к предмету. Особенно это важно для уроков химии в классах гуманитарного профиля. Со школьниками же, занимающимися в классах с углублённым изучением предмета, вопросы истории науки можно рассматривать не только на уроках, но и во внеурочное время, например, на занятиях химического кружка, факультативно – в спецкурсе «История химии».

Особенно важно вводить исторические сведения на первом этапе обучения химии. Они формируют интерес к предмету, пробуждают любознательность, а это в свою очередь способствует развитию познавательной потребности, мотивации изучения предмета.

В действующих базовых программах по химии, в том числе и в примерной программе курса VIII-IX классов [166] исторические сведения специально (за исключением истории открытия периодического закона химических элементов) не предусмотрены. Учитель обычно по своей инициативе отбирает историческую информацию, нередко перегружая уроки дополнительным материалом. Между тем исторические сведения не должны быть самоцелью, занимать много места на уроке. Учеников необходимо предупреждать, что эти сведения даются не для заучивания.

В блок исторической информации входят краткие сведения об истории открытия химических элементов и происхождении их названий, сведения о становлении и развитии химических теорий, получении и применении в хозяйственной деятельности некоторых важных веществ. В него входят также исторические сведения о химических

производствах, историко-биографические данные об учёных-химиках.

Историческую информацию в виде кратких сообщений включают в рассказ, лекцию или зачитывают фрагменты из научных трудов учёных, используют опорные конспекты с историческими сведениями, решают химические задачи, составленные на основе исторического материала. Изучая химические элементы, можно применять периодическую систему с историческими сведениями об их открытии. Внеурочно учащиеся выполняют творческие работы, готовят рефераты по истории химии. Наиболее обширные исторические материалы, а также поэтические тексты, связанные с химией, библиографические списки можно помещать на специальном стенде в кабинете химии под названием «Возьмите на заметку» или «Сегодня на уроке».

Интерес у школьников вызывает «Периодическая система Д. И. Менделеева с историческими сведениями об их открытии». Содержание такой таблицы было разработано в 80-е годы XX в. доцентом Ферганского педагогического института П. П. Черновым [197]. Незадолго до своей кончины в 1990 г. он передал все материалы своей разработки кафедре химии Новосибирского государственного педагогического университета (НГПУ). Профессор этой кафедры С. В. Дьякович дополнил таблицу сведениями о новых синтезированных элементах, уточнил их названия, перепроверил все данные. Большой вариант таблицы (оригинал размером 2,2 × 2,5 м) в течение 10 лет размещался в лекционной химической аудитории. В школьных же классах можно использовать уменьшенный компьютерный вариант или отдельные карточки химических элементов. На карточке (и в таблице) кроме общепринятых данных о химическом элементе указано его латинское название, происхождение термина, помещён портрет первооткрывателя, названы его имя, годы жизни, страна открытия. В ходе изучения химических элементов школьники, работающие с карточками или таблицей, записывают исторические сведения в свои тетради.

Более полные знания по истории открытия и изучения химических элементов учащиеся получают из научно-популярной и справочной литературы. Так, учащимся можно предложить творческую работу – составить «паспорт» одного из химических элементов (по выбору). В «паспорте» отражаются следующие сведения: 1) химический символ, русское и латинское названия элемента; 2) относительная атомная масса; 3) строение атома (электронная схема); 4) история открытия и

изучения элемента; 5) семейство, к которому принадлежит элемент, и его «родственники» (элементы из соответствующей подгруппы); 6) свойства простых веществ, образованных элементом; 7) получение простых веществ; 8) применение простых веществ; 9) важнейшие соединения химического элемента и их применение. В «паспорте» химического элемента обязательно отражаются исторические сведения.

Красиво оформленные в виде брошюр работы учащихся следует хранить в кабинете химии и использовать как ценный справочный материал. Собранный материал можно также использовать для создания силами учеников соответствующего электронного образовательного ресурса.

Выполняя творческие работы, ученики приобщаются к самостоятельной работе с книгой. В помощь им в химическом кабинете следует размещать библиографические списки и устраивать тематические книжные выставки.

Особый интерес представляют задачи, составленные на основе исторического материала. Впервые такие задачи были предложены Л. М. Сморгонским: в 1939 г. в журнале «Химия в школе» была опубликована подборка из 40 задач с решениями [170]. «Исторические» задачи публиковались в широко известном «Сборнике задач и упражнений по химии» Я. Л. Гольдфарба и Л. М. Сморгонского [49] и в последующих, переработанных с участием Ю. В. Ходакова и Ю. Б. Додонова, переизданиях этого сборника.

Приведём примеры таких задач.

- Шведский химик Йенс Якоб Берцелиус в 1812 г. нашёл, что в результате обжига на воздухе 9,93 г серного колчедана FeS_2 образуется остаток массой 6,6 г. Проверьте эти данные путем расчета.

- Французский химик Антуан Лоран Лавуазье установил, что при сжигании угля в кислороде не имеет места изменение объемов газов. Правильно ли это наблюдение Лавуазье?

- Английский химик Генри Кавендиш заметил (1781), что при взрыве смеси водорода с воздухом в эвдиометре с помощью электрических искр, образующаяся вода содержит азотную кислоту. Чем можно объяснить образование азотной кислоты в опытах Кавендиша?

- Русским химиком Т. Е. Ловицем в 1796 г. впервые был получен кристаллогидрат гидроксида калия. Какова формула этого кристаллогидрата, если известно, что он содержит 39,1 % воды по массе?

Культурологический подход

Мы уже указывали на необходимость формирования у школьников широкого кругозора [94]. Это же направление работы учителя химии называют другие авторы [9, 10, 11, 60, 116, 161].

Общеизвестно, что формированию нравственности подрастающего поколения, умению видеть и понимать прекрасное, осознанию роли человека в обществе в большей мере способствует изучение гуманитарных предметов – литературы, истории и др. Но нельзя забывать, что естественные науки, в том числе и химия, содержат в себе огромный гуманитарный потенциал, включающий мировоззренческую, нравственную, гражданскую и эстетическую составляющие [11]. Все составляющие работают на формирование общей культуры молодого человека, изучающего химию, что можно рассматривать в целом как проявление *гуманитаризации* процесса изучения этого предмета.

Получили распространение такие направления реализации культурологического подхода в обучении химии и гуманитаризации процесса обучения в целом, как: 1) систематическое использование литературных, исторических и искусствоведческих экскурсов в процессе изучения химического материала; 2) освоение традиционного содержания школьного курса химии с эпизодическим включением гуманитарного материала; 3) органичное сочетание гуманитарного и химического материала, при котором гуманитарные знания становятся своеобразной пропиткой основного химического содержания. Последнее направление реализуется в основном в классах гуманитарного профиля [11, 150]. Здесь химические знания даются в объёме, достаточном для того, чтобы выпускник средней школы был в состоянии ориентироваться в проблемах, связанных с химией, и понимал роль химии как элемента человеческой культуры. Советуем обратить внимание на публикации, в которых даются конкретные рекомендации по проведению уроков химии в гуманитарном классе [11, 161].

С нашей точки зрения, взаимосвязи химии и различных сфер культуры человечества необходимо уделять внимание не только в классах гуманитарного, но и других профилей. Важно так организовать учебный процесс, чтобы культурологические экскурсии не перегружали уроки, но придавали им либо историческую, либо экологическую, либо практическую направленность.

Чаще всего учителя включают в содержание урока исторические сведения, связанные с открытием веществ, явлений, законов и т.п.

Отрадно, что объём сведений исторического характера в школьных учебниках химии значительно вырос по сравнению с учебниками прошлых лет.

Примеры включения в уроки химии *этнокультурного компонента* приводятся в материалах Т. Н. Курдюмовой [116]. Известно, что этнографическая культура подразделяется на материальную и нематериальную. Сказки, песни, былины, легенды являются продуктом чисто духовного творчества. Материальная этнографическая культура связана с использованием тех или иных предметов и явлений. Знакомство учащихся с народными ремёслами, произведениями живописи, ваяния, зодчества, привлечение знаний о материалах и веществах, используемых человеком с глубокой древности, способствует расширению кругозора учащихся.

Такие историко-искусствоведческие сведения не должны являться самоцелью, но призваны служить средством активизации внимания учащихся на уроках химии, созданию эмоционального фона урока, способствовать развитию творческих способностей учащихся. Учащиеся сами могут стать творцами художественных миниатюр – стихов, сказок, рассказов [20, 45, 191].

Наиболее распространенным приёмом, позволяющим связать духовную культуру человечества с изучаемым химическим материалом, является использование на уроках химии *художественной литературы* и стихов. Образная, яркая речь поэта или писателя позволяет пробудить познавательный интерес к предмету быстрее, чем долгие пространственные объяснения учителя о значении изучаемого материала. Иногда приводимые на уроке литературные отрывки являются основой для создания проблемной ситуации. Коллекция отрывков из художественных произведений содержится в публикации М. Ю. Беликовой [19]. Всегда привлекает внимание учителей химии и рубрика «Мастер-класс Л. В. Маховой» в журнале «Химия в школе», в которой учитель-мастер делится своим интеллектуальным достоянием, в частности, опытом реализации культурологического подхода в преподавании химии.

«Вкрапления» культурологического материала присутствуют и в нашем учебно-методическом комплексе [94] и в настоящем пособии. Но мы видим свою задачу не только в том, чтобы предоставить студенту (учителю) максимально полную информацию по этому вопросу, но и в том, чтобы направить его по данному пути, подтолкнуть к

самостоятельному поиску и созданию собственной коллекции подобных материалов.

Частью человеческой культуры является *язык*, представляющий собой систему звуковых и словарно-грамматических средств, закрепляющих результаты работы мышления и являющихся орудием общения людей, обмена мыслями и взаимного понимания в обществе [169].

Химический язык, состоящий из химической терминологии, номенклатуры и символики, является искусственным языком науки и служит для выражения научных знаний. В отличие от языка химической науки, школьный химический язык более простой, приспособлен к целям обучения. Каждый учитель химии знает, что на первоначальном этапе изучения химии химический язык является для учащихся предметом специального изучения. Курс химии восьмого класса, по сути, направлен на ознакомление учащихся с основными компонентами химического языка, освоение приёмов его использования. Полученные знания и умения закрепляются и развиваются в последующие годы обучения химии.

При изучении химии школьники должны знать в первую очередь основные понятия и термины науки, иначе в процессе обучения у них могут возникать различные недоразумения. Система понятий и терминов представляет собой специфическую языковую систему – язык химии. «Уровень владения химическим языком, указывает Л. М. Рунова, – важнейший показатель усвоения основ химии. Знание химической терминологии, умение толковать термины и названия не только энциклопедически, но и с точки зрения их происхождения (этимологии) способствует более осознанному владению химическими понятиями и законами, обогащает словарный запас учащихся. ... отсутствие этимологического анализа ведёт не только к неправильному запоминанию слов, но и к поверхностному владению понятиями» [163, с. 42]. В своей публикации Л. М. Рунова представляет историю развития некоторых химических терминов, относящихся к общей, неорганической, органической и биологической химии, от их появления и формирования до современного понимания, что, безусловно, помогает учителю в организации соответствующей работы с учащимися.

Формирование химических понятий предполагает работу над химическими терминами. Само слово «термин» имеет собственное толкование. Оно происходит от лат. *terminus*, что значит *предел, граница*

[169, с. 492]. Термин означает слово или сочетание слов, точно обозначающее определённое понятие, применяемое в науке, технике, искусстве.

Как известно, происхождением слова и описанием его отношений с другими словами того или иного языка или других языков занимается *этимология* [гр. < *etymologia* < *etymon* истина; основное значение слова + *logos* понятие, учение]. Иными словами, этимология – раздел языкознания, исследующий происхождение слов разных языков [168, с. 594].

Считаем, что объяснение происхождения слова является залогом успешного усвоения содержания понятия и запоминания соответствующего термина. Этому способствует также использование специальных наглядных средств обучения – карточек-планшетов, на которых записаны термины.

Работа над этимологией терминов, а также названий веществ позволяет устанавливать и развивать межпредметные связи химии не только с историей, культурой, но и с русским, английским, немецким и другими языками, что также способствует гуманитаризации курса химии.

На наш взгляд, среди большого разнообразия учебников по химии выгодно выделяются в этом отношении учебники О. С. Габриеляна [43, 44, 45]. В них достаточно хорошо представлен культурологический подход к изучению химии в средней школе.

Опираясь на свой опыт и опыт других учителей и методистов, автор одной из первых публикаций по проблеме этимологического анализа терминов С. В. Дьякович рекомендовал следующие приёмы работы над химическими терминами и названиями иностранного происхождения, встречающимися при изучении химии:

1. Обязательная запись каждого нового термина на доске, сопровождаемая этимологическим анализом и объяснением значения.
2. Запись слова в словарь химических терминов с кратким объяснением.
3. Систематическое проведение (после изучения крупных разделов программы) терминологических диктантов.
4. Обучение учащихся приёмам работы со словарями и энциклопедиями.
5. Использование справочных терминологических таблиц, например, содержащих названия приставок латинских и греческих числительных в словарных словосочетаниях.

6. Более глубокое изучение этимологии химических терминов и названий на внеклассных мероприятиях [62].

Более полные рекомендации по совершенствованию методики обучения учащихся химическому языку можно найти в соответствующих публикациях [29, 59, 74, 106, 123, 150].

Экологический подход

Проблема ухудшения качества среды обитания человека стоит в ряду современных проблем мирового сообщества едва ли не на первом месте. Эта проблема носит глобальный характер. Её проявления очень заметны и заставляют беспокоиться население всех стран, независимо от уровня их развития.

К сожалению, чаще всего во всех бедах люди склонны винить только химическую промышленность, забывая, что они в повседневной жизни используют лекарства, косметические и парфюмерные средства, красители, топливо, пластики, удобрения, которые являются потенциальными загрязнителями окружающей среды.

Школьный курс химии насыщен материалом, позволяющим формировать личность с новым образом мышления и типом поведения в окружающей среде – экологическим.

Школьное экологическое образование может быть реализовано через *экологизацию* учебных дисциплин, создание интегрированных курсов, введение в практику обучения специального предмета, раскрывающего вопросы экологии и защиты окружающей среды от загрязнений. Первое направление представляется наиболее возможным в современных условиях. Оно нашло реализацию в трудах В. М. Назаренко и других авторов [63, 132].

В основу экологизации школьного курса эти авторы кладут представления о взаимосвязи состава, строения, свойств и биологической функции веществ, их двойственной роли в живой природе, биологической взаимозаменяемости химических элементов и последствиях этого процесса для организмов, причинах нарушения биогеохимических циклов.

Это направление курса химии реализуется, в частности при рассмотрении вопросов круговоротов химических элементов – азота, фосфора, серы, кислорода, углерода. Экологический аспект обязательно рассматривается при ознакомлении учащихся с применением каждого из называемых веществ. Благодаря этому, а также разъяснению учителя о том, как избежать негативных последствий при работе

с веществами, удается преодолеть *химиофобию*, которая нередко наблюдается у школьников.

Отметим, что в большинстве современных учебников по химии экологическая направленность изучаемого материала прослеживается достаточно полно.

Валеологический подход

Каждый человек должен, безусловно, знать биологическую роль или физиологическое действие, особенности химических свойств и применение таких соединений и материалов, как поваренная соль и питьевая сода, уксусная кислота и сахароза, бензин и этиловый спирт, цемент и полиэтилен, иметь в целом представление о кислотах и щелочах и т.п. Выявление подобного *валеологического* материала позволяет создать мотивацию для изучения соответствующих разделов химии. Например, изучая предельные одноатомные спирты как класс органических кислородсодержащих соединений, следует объяснить учащимся превращения этилового спирта в организме человека и выявить его губительное действие на все системы организма, особенно в детском и юношеском возрасте. Знание химических свойств и физиологического действия оксида углерода(II), т.е. угарного газа, позволит избежать отравления этим веществом.

При подготовке уроков химии следует выявлять подобный материал, пользуясь учебниками и методическими пособиями, а также научно-популярной литературой. Задачу нужно ставить весьма конкретно: найти в содержании темы такой химический материал, который имеет значение для каждого человека [85]. Найденные сведения включаются в задания различного назначения, расчётные и экспериментальные задачи.

Политехнический подход

Курс химии в средней школе не может сейчас рассматриваться преимущественно в политехническом аспекте, что было характерно, например, для 70-80-х гг. прошлого века [173]. В XX и XXI веках вследствие возросшего антропогенного воздействия на природу изменения в ней приобретают глобальный, всепланетный характер, возникает реальная опасность необратимого нарушения биогеохимического равновесия на Земле. Это требует от человека, изучающего химию и использующего в своей деятельности её продукты, понимания

как положительного, так и отрицательного воздействия химического производства на природу.

Именно школьный курс химии может в наибольшей степени способствовать формированию мировоззрения выпускников школы, способных в своей последующей практической деятельности грамотно оценивать роль и последствия развития химической индустрии для общества, принимать обоснованные эколого-технологические решения.

На школьный химический курс ложится сложнейшая обязанность сообщать учащимся не только химические, но и непрерывно трансформирующиеся технологические, экологические и экономические сведения. А это предъявляет соответствующие требования к квалификации, знаниям и общей эрудиции учителя химии.

Со второй половины XX в. химическая технология превратилась из описательной науки в точную науку, оперирующую присущими только ей законами и понятиями. Она отличается от теоретической химии спецификой объекта изучения – производственного процесса, а также условиями метода его изучения, в частности, учётом экономических требований из-за массовости производства и факторами, связанными с работой основных аппаратов производства, например, химических реакторов.

Эффективность химического производства зависит от стоимости и доступности сырья, энергоёмкости процесса, конструкторских особенностей аппаратов, параметров процесса и пр. Нельзя сводить сам процесс в аппарате только к химической реакции. Его результат зависит от скорости подачи компонентов, поверхности раздела фаз и пр. Это не «укрупнённая колба» (такой подход опасен в методическом отношении).

Технологический материал, изучаемый в школьном курсе химии, должен «работать» на воспитание учащихся, поэтому надо рассматривать не только производственные процессы, но в целом место и роль химической индустрии в деятельности человека, рациональное использование материальных и энергетических ресурсов планеты, экономику производства и охрану окружающей среды.

Основное внимание должно быть уделено изучению конкретных химических производств, в которых необходимо отмечать общее – научные принципы производства. Независимо от вида производимой продукции, любое химическое производство включает четыре обязательных элемента: *объект превращения (сырьё), средство воздейст-*

вия на объект (энергию), *аппаратуру*, в которой это превращение протекает, и *воду*, используемую для самых разнообразных целей (реагент, сырье, холодо- и теплоагент, реакционная среда и др.).

Особое место в обучении должны занимать необходимые расчёты и оценка эффективности работы технико-экономических показателей, представления о структуре экономики химической промышленности и её отличиях от других отраслей индустрии.

Один из недостатков существующего подхода в изучении химических производств – изучение химических аппаратов, привязанных к конкретному производству. Например, печь для обжига в «кипящем» слое в серноокислотном производстве, контактный аппарат в синтезе аммиака. Создается впечатление о случайности конструкции, что затрудняет изучение материала. Во избежание этого необходимо кратко рассматривать типовые процессы химической технологии (тепловые, массообменные, гидродинамические) и рассматривать принципы действия аппаратуры. Позволяют ли современные программы школьного курса химии решать эти и многие другие вопросы? К сожалению, в современных программах по химии изучению химических производств уделяется недостаточное внимание.

«Вещественный» подход

Выше сказанное делает очевидной такую важную проблему, стоящую перед школой, как формирование у школьников знаний, позволяющих им осознать свое единство с окружающим миром, выработать разумное отношение к природе, конкретным веществам и материалам.

Учащиеся должны уметь воспринимать реальный мир – мир веществ, использовать разные вещества на бытовом уровне, не допуская несчастных случаев из-за неправильного обращения с веществами. Следовательно, химия не должна рассматриваться как наука о формулах и уравнениях химических реакций, а химическая символика не должна заменять сами вещества. Иными словами, знание веществ должно быть первичным, а знание знаковых способов их осмысления – вторичным. Такой подход по предложению В. А. Клепиковой можно назвать «вещественным» [99].

С учётом этого подхода необходимо формировать у учащихся прочные ассоциации между природными веществами, получаемыми из них продуктами и тем учебным материалом, который изучается на уроке. Обязательным условием этой работы является наличие самих

веществ и возможность работы учащихся с ними. В связи с этим необходимо сначала пояснять учащимся, в каком виде мы встречаемся с каждым веществом в природе (демонстрируется вещество и получаемые из него продукты); затем рассматривается вещество в чистом виде, и далее изучаются его состав, строение, превращения. При этом активно используются химическая символика, терминология и номенклатура.

Приоритет должен быть за *натуральными объектами*, но при их отсутствии можно использовать экранные пособия, мультимедийные средства обучения.

В наших рекомендациях можно найти указания по организации самостоятельной работы с раздаточным материалом, подготовленным на основе коллекций «Минералы и горные породы», «Металлы и сплавы» и др.

Наиболее простой вариант использования коллекций – временное размещение образцов веществ и материалов в отдельные коробочки с этикетками и раздача их учащимся. Можно сформировать постоянные наборы, для чего образцы размещают в пустые спичечные коробочки, которые укрепляются (приклеиваются) на куски тонкой фанеры или толстого картона определенных размеров. Предварительно основу (планшет) и коробочки нужно обклеить чистой бумагой, цвет которой следует подобрать в зависимости от тематики коллекции. На верхней стороне коробочки делают соответствующую надпись.

Поскольку коллекций заводского изготовления выпускается мало, а приобретаются они в недостаточном количестве, то необходимо изготавливать тематические коллекции силами учителя и учащихся. Именно так советует поступать В. И. Шилов [213]. Он приводит пример коллекции «Изготовление спичек», которая может быть использована при изучении свойств фосфора и его соединений. В коллекцию входят сера, оксид железа(III), мел, пиролюзит, оксид цинка, фосфорная кислота, парафин, а также соломка из древесины, спичечная головка, спичка. Все вещества запаяны в ампулах, отдельно прикрепляется боковая стенка коробочки и коробочка со спичками. Очевидно, что такие вещества, как фосфор и бертолетова соль, заменяются сходными по внешнему виду безопасными веществами.

Силами учащихся девятого класса можно изготовить демонстрационные планшеты из серии «Элемент и его соединения». Так появляются наборы из природных и искусственно получаемых соедине-

ний калия и натрия, кальция и магния, железа, азота, фосфора, серы, алюминия и других элементов.

Учащиеся, вызвавшие изготовить коллекцию, получают задание разработать эскиз планшета, установить названия минералов и горных пород, содержащих конкретный элемент, подобрать соответствующую тару и другие материалы для изготовления коллекции. Рекомендуемые размеры планшета, изготавливаемого из тонкой фанеры или толстого картона, 20 × 30 см. Для сыпучих и жидких веществ применяются флакончики из-под пенициллина или тубы из-под таблеток диаметром не менее 10 мм. Они плотно закрываются пробками, которые для герметичности покрываются слоем парафина.

Образцы минералов и горных пород, а также флакончики и тубы прикрепляются к планшету тонкой медной проволокой. Сам планшет обтягивается плотной белой бумагой. Прежде чем прикрепить образцы веществ, необходимо на планшете сделать соответствующие надписи. Более подробные рекомендации по изготовлению коллекций этого и других видов можно найти в пособии С. В. Дьяковича [58].

Необходимо поощрять учащихся, чтобы они готовили к коллекции теоретический материал, содержащий не только сведения о составе экспонируемых веществ и материалов, но и по истории их открытия, нахождении в природе, применении и т.п.

Подготовленные коллекции учащиеся демонстрируют на уроках, посвящённых изучению соответствующих элементов и их соединений.

Прикладная направленность курса химии

Отмеченный выше «вещественный» подход становится особенно актуальным для тех учащихся, которые не связывают свою будущую деятельность с химией, либо имеют недостаточный уровень владения абстрактными понятиями. Обычно такие учащиеся хуже усваивают химический язык и понятийный аппарат химии, но хорошо владеют прикладными знаниями – о физических свойствах веществ, их нахождении в природе, истории открытия, применении, получении.

Прикладная направленность обучения химии может быть представлена в двух аспектах. Во-первых, это усиление внимания изучению химических производств и основных закономерностей управления технологическими процессами, т.е. политехнический подход в «чистом» виде [1, 138, 139, 140].

Во-вторых, это привлечение химических знаний учащихся для решения проблем, которые встают перед каждым человеком в его повседневной жизни.

Первый аспект напрямую связан с решением вопроса об отборе химических производств для изучения. Традиционно в средней школе рассматриваются химические производства: металлургия (получение чугуна и стали, алюминия), синтез аммиака, контактный способ получения серной кислоты; называются электролитический способ получения щелочных и щелочноземельных металлов, а также металлотермия. Основная задача при изучении данных производств – формирование общего представления учащихся о производственном процессе как цепи последовательно осуществляемых стадий, включающих в себя добычу и подготовку сырья, получение промежуточных и конечных продуктов и др.

Второй аспект раскрывается при знакомстве учащихся со свойствами и применением тех веществ, которые встречаются в каждом доме. Интересный опыт реализации прикладной направленности школьного курса химии встречаем у Г. В. Пичугиной [152], которая предлагает учащимся задания в связи с различными ситуациями, возникающими в быту, например, при оштукатуривании, побелке и покраске стен и других поверхностей.

Аналогичный подход применяют другие авторы, используя дополнительную информацию для составления познавательных заданий [175].

Следует чаще напоминать учащимся, что в повседневной жизни мы используем питьевую соду и поваренную соль, сахарозу, крахмал, уксусную кислоту в качестве пищевых продуктов, перманганат калия, глицерин, бромид и иодид калия, фенолфталеин (пурген) и другие соединения – как лекарственные препараты, борную кислоту, медный и железный купоросы – как инсектицидные и бактерицидные средства, фосфаты кальция и аммония (суперфосфат и аммофос), нитраты аммония и калия (аммиачная и калийная селитры) – как минеральные удобрения и т.д. Очевидно, что сведения об этих веществах, а также о правилах их применения и оказании первой медицинской помощи при возможных несчастных случаях при неосторожном обращении с ними, даются в контексте изучаемого материала.

Технологический подход

Образовательный процесс, т.е. процесс передачи учащимся различных элементов духовной культуры, регламентируется определённой системой правил. Эта система вырабатывается двумя путями. Первый путь – эмпирический, т.е. наблюдение и обобщение передового опыта учителей. Эмпирически полученная система правил передачи конкретного содержания называется *методикой обучения*. Она связана с конкретным содержанием. Например, методика формирования знаний о классах неорганических соединений, методика изучения периодического закона Д. И. Менделеева или теории электролитической диссоциации. Вторым путём – теоретическим, когда методические разработки или рекомендации проектируются специально. Полученная теоретически или спроектированная теоретически система правил образовательной деятельности, не связанная с конкретным содержанием, называется *образовательной технологией*.

Различают три парадигмы (парадигма – образец, пример) технологического подхода в образовании. Первая парадигма – *эмпирическая* – связана с обобщением опыта успешных учителей, характеризуется наличием проб и ошибок, неопределённостью направления образовательного процесса, не гарантирует достижения целей, которые формулируются как требования программы.

Вторая парадигма – *алгоритмическая*, возникшая в середине 50-х гг. XX века. Она предполагает знание о начальном состоянии педагогической системы, однозначность целей обучения, определённые технологические операции. Основой алгоритмического обучения является планирование результатов обучения, непрерывность промежуточной и итоговой диагностики. Цели обучения ставятся точно и конкретно и связаны с содержанием учебного материала.

В рамках алгоритмической технологии существуют программированное и проблемное обучение. Их можно назвать педагогическими технологиями.

Понятие «педагогическая технология» имеет более широкий смысл, чем понятие «технология обучения». Педагогическая технология – это строго научное проектирование и точное воспроизведение гарантирующих успех педагогических действий, применяемых в соответствии с конкретной педагогической парадигмой. Технологией обучения, по Т. С. Назаровой, называют путь освоения конкретного учебного материала (понятий) в рамках определённого предмета, темы, вопроса. Технология обучения сродни частной методике.

Третья парадигма – *стохастическая*, характерная для постиндустриального (информационного) общества конца 90-х гг. XX века. Она предполагает вероятностный характер образовательного процесса, внимание к личности ученика, разработку индивидуальных образовательных траекторий в соответствии с целями, потребностями и интересами ученика, дифференциацию, постоянную диагностику, воздействие не на ученика, а на среду, деятельность учащихся, а не накопление знаний.

Этапу технологизации предметного обучения предшествовало инновационное движение педагогов и открытость достижений мирового образовательного пространства. Новаторское движение в обучении химии связано с именами Н. П. Гузика, Л. В. Маховой, Н. Н. Федоровой и др.

Технологизация предметного обучения непосредственно связана со стандартизацией образования и влечёт за собой неизбежную унификацию подходов обучения, ориентацию на среднего ученика. Поэтому в технологизации учебного процесса наметилась тенденция усиления гуманистических идей и ориентации в обучении на личность учащегося и творческое воздействие на него педагога.

Технология обучения предполагает чёткую организацию и рациональное материальное и методическое обеспечение этого процесса, гибкое управление деятельностью его участников.

По Н. Н. Суртаевой, педагогическая технология – это системный способ организации совместной деятельности субъектов образовательно-развивающего процесса с включением всего арсенала средств учебно-материальной базы школы и других элементов педагогической системы [180, с. 18].

Н. Е. Кузнецова и П. Д. Васильева определяют технологию как целенаправленную деятельность, предполагающую деление процесса обучения на ряд этапов, на каждом из которых решается определённая задача, с использованием точно обозначенных средств и приёмов для их достижения. Для каждого этапа предполагается определённый результат, который можно быстро выявить с помощью систематической обратной связи, а также обоснованных показателей и критериев достижений учащихся. Конечный результат обучения непосредственно связывают с государственным образовательным стандартом и требованиями к знаниям и умениям учащихся, указанными в нём [30].

В практике школ сегодня получили распространение такие технологии, как технология естественного обучения (ТЕО), модульно-

рейтинговая технология (МРТО), технология интегрированного обучения (ТИО), технология полного усвоения знаний (ТПУЗ), индивидуальная технология обучения (ИТО), технология кооперативного обучения (ТКО), парацентрическая технология обучения (ПЦТО). Внедрение этих технологий позволяет решать проблемы развивающего, личностно ориентированного обучения, дифференциации, гуманизации, формирования индивидуальной образовательной траектории учащихся.

В основе большинства педагогических технологий лежит модель образования, включающая несколько уровней развития познавательных способностей учащихся (модель Б. Блума). Чаще всего выделяют следующие уровни:

1. Знание. Уровень запоминания и воспроизведения материала любого уровня сложности. На этом уровне используются ключевые вопросы: *назовите...*, *в каком году ...*, *перечислите свойства ...* и пр. От учащихся требуется воспроизведение используемых терминов, знание конкретных фактов, понятий, правил.

2. Понимание. На этом уровне материал усвоен, и учащийся способен его преобразовать и интерпретировать. Применяются ключевые вопросы: *закончите фразу ...*, *что вы узнали о ...*, *почему ...*, *объясните ...*. От ученика требуется понимание фактов, правил, схем, графиков и др.

3. Применение. На этом этапе требуется умение применять правила, теорию, методы в конкретных ситуациях и в новых условиях. Ключевые вопросы: *решите задачу несколькими способами*, *какая теория объясняет явление*, *сделайте выводы*. Для этого этапа показательно применение на практике полученных в школе химических знаний.

4. Анализ. Это уровень умения называть отдельные элементы структуры материала, определять взаимосвязь элементов и логику этой взаимосвязи. Используются ключевые вопросы: *какова структура ...*, *классифицируйте ...*, *что является следствием ...*, *сравните ...*, *каковы принципы ...*. Ученик способен провести различие между причиной и следствием, оценить значимость полученных данных.

5. Синтез. Это уровень выявления логики взаимосвязи элементов содержания, умения объединять элементы в новое целое. Используются вопросы: *найдите решение...*, *предложите алгоритм...*, *составьте из элементов...*, *сделайте выводы...*, *систематизируйте....*

Этот уровень прослеживается, если ученик пишет творческие работы, предлагает план проведения какого-либо эксперимента, использует знания из разных областей, творчески перерабатывает информацию, создает новое целое.

6. Оценка. На этом уровне сравниваются качество и значение материалов на основе определённых критериев. Этот уровень выявляют ключевые вопросы: *оцените логику...*, *опишите достоинства ...*, *что вы думаете о ...*, *насколько верны ...*. Учащиеся, показывающие такой уровень образования, могут выделять критерии и следовать им, видят их многообразие, оценивают соответствие выводов имеющимся данным, проводят различия между фактами и оценочными суждениями.

Очевидно, что указанная модель может быть реализована только в специально организованной совместной деятельности учителя и учащихся в соответствии с основным законом усвоения новой информации: *восприятие → осмысление → запоминание → применение → проверка результата*. Следование этому закону дает ощутимые результаты – осмысленное, осознанное усвоение материала и освоение способов деятельности. Конечно, это более длительный процесс, чем просто передача информации и произвольное запоминание материала учениками. Но именно такое обучение и является *развивающим*. Представленные ниже педагогические технологии по праву считаются развивающими.

Коллективный способ обучения (КСО). Это обучение, при котором ведущей организационной формой является работа в парах учащихся постоянного или сменного состава. Основу работы составляет естественное общение каждого ученика по очереди со всеми, соответственно все учащиеся класса работают последовательно с каждым учеником. Создателем КСО считают А. Г. Ривина, а продолжателем его дела является В. К. Дьяченко.

Естественно, что организовать учебный процесс, в котором оптимально сочетались бы индивидуальная, групповая (парная) и коллективная формы обучения, не просто. Однако в разных регионах России эта проблема решается и довольно успешно. Разработаны разные технологии коллективного способа обучения. Например, для отработки основных понятий курса разработана так называемая *Мурманская методика* (ММ); для отработки умений и навыков учащихся или контроля над решением расчетных и экспериментальных задач, выполнением упражнений применяется *методика Ривина-Баженова*

(МРБ). Для обобщения, систематизации, а также углубления знаний используется *технология взаимопередачи тем* (ВТ). В старших классах применяется так называемая *обратная методика Ривина* (ОМР) [37-42].

Прежде чем организовать обучение по КСО, учитель должен решить такие организационные вопросы:

- определить состав групп, так как важно, что при парной работе ученики общаются друг с другом и это общение должно быть для них комфортно. Пары могут быть как постоянными, так и сменными, причем в этом случае каждый ученик выбирает партнера самостоятельно;

- обеспечить каждую группу конкретными заданиями, которые представляют собой специально подготовленный дидактический материал; в задании продумывается характер деятельности каждого партнёра в группе;

- спланировать время групповой работы и продумать запасные варианты методических решений на случай отклонения от запланированного времени; обычно по данным технологиям на обучение отводится от 90 до 360 мин;

- разработать порядок работы. Обычно учащимся выдается алгоритм действий, в соответствии с которым они могут перемещаться по классу, например, когда отыскивают себе партнёра или переходят к выполнению намеченного химического эксперимента;

- специально подготовить кабинет и всё необходимое оборудование;

- разработать систему учёта и контроля.

Как правило, составляется так называемый «Листок учёта», где фиксируются необходимые понятия и разрабатываются задания и упражнения, предназначенные для их усвоения. Содержание «Листка учителя» обычно связано с конкретным учебником, которым пользуются учащиеся.

Карточка с заданиями, которая выдается учащимся, состоит из двух частей – верхней и нижней. В верхней части карточки приводится задание, а в нижней записываются упражнения. На карточке есть цветовой сигнал. Главная идея в том, чтобы ученики выполнили задания по всем вариантам карточек. Поэтому сначала каждый ученик выполняет задание «своей» карточки, а потом рассказывает его соседу по столу. После этого они меняются карточками и выполняют задания уже по новым для них карточкам. Когда и эти задания вы-

полнены, ученики поднимают цветные сигналы и ищут в классе учащихся, у которых сигналы другого цвета, и переходят к новым партнерам. С ними процедура повторяется, а учитель следит за перемещениями учащихся по классу, оказывает им необходимую помощь.

Заслуживает внимание процедура учёта работы каждого ученика. Для этого ведётся *экран учёта*. Это большого размера таблица, в которую вносятся фамилии учащихся и оценки за выполнение каждого задания (самооценка, оценка партнера и учителя).

Элементы технологии коллективного обучения встречаются в технологиях индивидуализированного обучения, в частности в *технологии естественного обучения* (ТЕО). Свое название технология получила потому, что способ организации учебной деятельности при её применении предполагает общение как естественное средство обучения. Автор технологии рассматривает общение как «процесс взаимосвязи и взаимодействия субъектов образовательного пространства, в котором происходит обмен информацией, опытом, способностями, умениями, а также результатами деятельности» [180, с.13]. В данной технологии наряду с естественным общением, применяются парное общение, опосредованное и групповое.

ТЕО реализуется при изучении нового материала, закреплении знаний по крупному разделу курса, а также их повторении и обобщении, особенно в старших классах.

Перед внедрением ТЕО учитель готовит тематическое планирование, дидактические карточки трёх видов, алгоритм поведения учащихся, листы учёта их деятельности, средства обучения, продумывает расположение рабочих мест.

Сначала проводится информационный ввод (обобщающая лекция), затем в течение нескольких уроков учащиеся работают самостоятельно по предложенным дидактическим карточкам. Карточка из первой группы содержит задания репродуктивного характера; задания по ней одинаковы для всех учащихся. Карточки второй группы структурированы по-разному и охватывают основные вопросы изучаемой темы. Если после выполнения первой карточки ученик сам решает – будет ли он проходить контроль учителя или приступит к работе над карточками второй группы, то, проработав содержание 4-6 карточек этой группы (используется один из вариантов КСО), ученик обязательно должен выйти на контроль учителя. Успешно пройдя этот контроль, ученик переходит к индивидуальному выполнению заданий по карточкам третьей группы.

ТЕО позволяет организовать многократную проработку изучаемого материала, продвижение вперед в соответствии со способностями и возможностями каждого ученика.

Скажем несколько слов о *парацентрической технологии обучения* (ПЦТО). Она так же разработана Н. Н. Суртаевой [179]. Термин «парацентрическая технология» означает обучение в парах с использованием 10-12 разнообразных средств обучения при помощи методических инструкций. После такой работы учащиеся выходят на контроль и эталонное собеседование с учителем. Эта технология позволяет реально осуществить индивидуализацию обучения, при которой каждый ученик получает право выбора метода и способа обучения. Организация обучения предполагает прохождение каждым учащимся 6-8 видов диалогового общения: ученик – ученик, машина – ученик, ученик – разные средства обучения, ученик – учитель. В каждом диалоге ученик затрачивает на учение нужное ему время, выбирает наиболее подходящие ему средства обучения, доступное для него методическое указание или инструкцию.

Работая в рамках ПЦТО, учитель должен заранее подготовить следующие материалы:

- тематический план;

- средства обучения;

- информационный лист (в нем перечисляются все средства обучения, с которыми будет работать ученик);

- методические инструкции и указания к работе со средствами обучения;

- лист (экран) учета деятельности учащихся;

- алгоритм работы по ПЦТО;

- образец маршрутного листа учащегося (в нем показана последовательность работы со средствами обучения);

- лист контроля (эталонный контроль, если учитель его использует).

ПЦТО позволяет использовать самые разные средства обучения – специально разработанные учебные тексты с заданиями, алгоритмами, учебные пособия и таблицы, задачки, учебники разных авторов, фрагменты диа-, видео-, кинофильмов, специально подготовленные дидактические карточки и т. д., а также оборудование для химического эксперимента. Имеются большие возможности для уровневой и профильной дифференциации, что позволяет решать проблему адаптации учащихся.

Проектируя учебный процесс по ПЦТО, учитель получает огромные возможности для своего творчества, но также предоставляет право выбора методического арсенала школьникам. Это способствует формированию у них навыков самостоятельной работы и выбору индивидуальной образовательной траектории [166].

Рассмотрим *контрольно-корректирующую технологию обучения* (ККТО) [181]. Это модифицированный вариант технологии полного усвоения знаний, которую в 60-е гг. прошлого века предложили американские психологи Дж. Кэррол и Б. Блум. ККТО осуществляется поэтапно:

- анализ учебного материала и разделение его на учебные элементы (УЭ), представляющие собой законченные фрагменты учебного материала;
- разработка содержания контрольных срезов по каждому УЭ (составление контрольных тестов, проверочных работ), а также эталона контроля и работ для итогового контроля знаний;
- подготовка коррекционных карточек для учащихся, которые недостаточно усвоили учебный материал;
- общий организационный ввод учащихся, т.е. создание установки на конечные результаты усвоения и способы учения;
- ознакомление учащихся со структурой и содержанием контроля.

Внедрение ККТО начинается с информационного ввода учащихся в тему в виде обзорной лекции, объяснения опорной схемы или конспекта, в которых учитель обращает внимание учащихся на узловые моменты темы, наиболее сложные вопросы и понятия. В среднем информационный ввод занимает 2-3 % учебного времени. Затем осуществляется организационный ввод учащихся, т.е. нацеливание их на конечные результаты, после чего начинается самостоятельная деятельность учащихся по усвоению предложенных УЭ. На этом этапе учащиеся изучают тему по источникам, работают с опорными схемами, конспектами, коррекционными методическими материалами, а учитель проводит необходимый диагностический, коррекционный тестовый контроль, проверочные работы, оказывает помощь тем учащимся, которые не полностью усвоили тему. Заканчивается этот этап итоговым контролем по индивидуальному графику.

Таким образом, в ККТО каждый ученик работает в индивидуальном режиме: получив соответствующую установку, он начинает самостоятельную деятельность; после проработки определённого материала получает диагностический контрольный тест с целью выявле-

ния недостаточно усвоенных вопросов. С помощью коррекционных материалов устраняются все недоработки, проводится повторный коррекционный контроль. После него уже выявляются учащиеся, полностью справившиеся с определённой группой задач, и учащиеся, не полностью усвоившие учебный материал.

Успевающие ученики получают проверочные работы, после их выполнения либо дорабатывают тему, либо выходят на итоговый контроль. После собеседования с учителем они переходят к изучению следующего учебного элемента или помогают отстающим учащимся. Те ученики, которые не успели пройти итоговый контроль в отведённое время, получают домашнее задание.

При ККТО на самостоятельную работу учащихся отводится примерно 80% учебного времени, а на итоговый контроль – 5%, примерно столько же – на индивидуальное осмысление изученного материала. Итоговый контроль проводится письменно, устно (зачёт), в виде индивидуального собеседования и т. п. Самостоятельная работа учащихся фиксируется в экране учёта (см. выше). Скорость изучения темы каждым учеником различна, таким образом, создаются возможности реализации индивидуальных образовательных траекторий учащихся, что составляет основу организации личностно ориентированного обучения, о чём уже говорилось ранее.

Эту же цель преследует и **технология модульного обучения**, в которой главное внимание обращено на активность ученика, чёткость и определённую логику его действий на основе самоконтроля, индивидуализированный темп учебно-познавательной деятельности.

Применительно к учебному предмету химии идеи П. Юцявичене о модульном обучении разработаны Т. И. Шаповой и Л. М. Перминовой [200]. Сущность модульного обучения состоит в том, что ученик полностью самостоятельно (или с некоторой помощью педагога) достигает конкретных целей учебно-познавательной деятельности в процессе работы с *модулем*. Модуль можно рассматривать как программу обучения, индивидуализированную по содержанию, методам обучения, уровню самостоятельности и темпу деятельности ученика.

От других технологий модульное обучение отличается тем, что содержание обучения представлено в виде законченных самостоятельных комплексов (информационных блоков); изменены формы общения учителя с учеником – оно осуществляется посредством модуля индивидуально, т.е. создаются субъект-субъектные отношения. Ученик самостоятельно учится целеполаганию, планированию, орга-

низации, контролю и оценке своей деятельности. Управление деятельностью ученика осуществляется также через модуль. Модуль имеет печатную основу, чаще всего создается на бумажном носителе. В нём обязательно имеется нулевой учебный элемент, содержащий цели обучения, а также учебный элемент, в котором имеется резюме (обобщение). Каждый модуль завершается заданиями для выходного контроля. Все остальные учебные элементы направлены на проработку содержания. Наиболее приемлемый вариант оформления модуля – таблица, сопровождаемая вкладным листом с методическими советами учителю.

В начале работы по данной технологии осуществляется входной контроль знаний и умений учащихся с целью получения информации об уровне их готовности к работе. После изучения каждого учебного элемента модуля следует проводить текущий и промежуточный контроль (самоконтроль, взаимопроверка, сверка с образцом). После завершения работы с модулем проводится выходной контроль. Текущий и промежуточный контроль выявляет пробелы в знаниях и умениях учащихся, а выходной контроль показывает уровень усвоения всего модуля и предполагает соответствующую доработку.

Используя модули, можно осуществлять внутриспредметные и межпредметные связи, дифференциацию учебного содержания, структурировать деятельность ученика в логике этапов усвоения знаний, проводить повторение основного учебного содержания. Модульное обучение хорошо сочетается с традиционными методами и приемами обучения, имеет много общего с ранее рассмотренными технологиями обучения.

Перейдем к изложению основных идей и принципов, реализуемых в *технологии В.М.Монахова* [184]. На наш взгляд, она также заслуживает внимания учителей химии, так как не требует коренного изменения учебного процесса, но позволяет получить гарантированный результат обучения. Однако и в этой технологии значительная доля работы учителя выполняется во внеурочное время.

Основные принципы технологии В. М. Монахова – доверие профессиональному мастерству учителя, безусловное соблюдение физиолого-гигиенических норм работы учителя, гарантированность образовательной подготовки учащихся на любом отрезке учебного времени, комфортность учителя и ученика на уроке.

В технологии выделяются два этапа профессиональной деятельности учителя. Первый этап – *проектирование*. Оно заключается в раз-

работке так называемой *технологической карты*. В ней представлены главные параметры учебного процесса, которые обеспечивают успех обучения: целеполагание, диагностика, дозированное домашнее задание, логическая структура проекта и коррекция.

Основной объект проектирования – учебная тема. В каждой теме учитель проектирует так называемые микроцели в форме требований «знать», «уметь», «понимать». Эти цели должны отражать стандарт и быть понятными ученикам. Приведём в качестве примера разработку по теме «Первоначальные химические понятия» [94]. Тема объединяет 18 уроков:

1. Введение в учебный предмет «химия».
2. Приемы работы в химической лаборатории (Практическая работа 1).
3. Чистые вещества и смеси.
4. Очистка загрязненной поваренной соли (Практическая работа 2).
- 5-6. Вещества и их строение.
7. Химическая символика.
8. Валентность.
9. Определение валентности по химической формуле.
10. Составление формул по валентности.
11. Относительная атомная масса.
12. Относительная молекулярная масса. Вычисление по химической формуле.
- 13-14. Химические реакции.
15. Химические уравнения.
16. Атомно-молекулярное учение в химии.
17. Зачет по теме «Первоначальные химические понятия».
18. Анализ достигнутых результатов.

Урок 17 может быть посвящен обобщению по указанной теме, а урок 18 проводится как зачет.

Первый и пятый уроки посвящены изучению нового материала; второй и четвертый – практические занятия; на 6, 13 и 14 уроках выполняются лабораторные опыты. Таким образом, большинство уроков являются комбинированными. Все уроки можно объединить в шесть блоков: 1. Введение. Приёмы работы в химической лаборатории (уроки 1-4). 2. Строение веществ (уроки 5-6). 3. Химическая символика (уроки 7-10). 4. Вычисления по химическим формулам (уроки 11-12). 5. Химические реакции (уроки 13-16). 6. Обобщение и зачет (уроки 17-18).

Для каждого блока уроков составляются требования к знаниям и умениям учащихся, которые объединяются в микроцели; всего по теме «Первоначальные химические понятия» обозначены 22 микроцели. Например, в первом блоке перечислены такие требования к знаниям и умениям учащихся:

определять понятия *вещество, тело*, отличать вещества от физических тел (обозначается М-1);

приводить примеры тел одного назначения, изготовленных из разных веществ, и разных тел, изготовленных из одного вещества (М-1);

знать назначение и уметь обращаться с химической посудой (пробирками, стаканами, колбами, воронками), лабораторными принадлежностями (палочкой, ложечкой для взятия веществ, держателем для пробирок), лабораторным штативом и спиртовкой (М-2);

знать правила поведения в кабинете химии и технику безопасности при работе с химической посудой, лабораторными принадлежностями и нагревательными приборами (М-2);

определять понятия *чистое вещество, смесь, свойства веществ, однородная и неоднородная смеси, отстаивание, фильтрование, дистилляция*, и приводить соответствующие примеры (М-3);

знать способы разделения неоднородных и однородных смесей (М-3);

объяснять, на каких свойствах веществ в смеси основано их разделение фильтрованием и выпариванием (М-3);

уметь растворять твёрдое вещество в воде, фильтровать и выпаривать раствор (М-3);

уметь фиксировать свои наблюдения и оформлять отчёт о проделанной работе (М-4).

Для учащихся микроцели формулируются следующим образом:

М-1. Отличать вещества от тел, приводить соответствующие примеры.

М-2. Знать правила техники безопасности и уметь обращаться с химической посудой и оборудованием.

М-3. Отличать чистые вещества от смесей; разделять смеси на основании знаний о свойствах компонентов смеси.

М-4. Фиксировать наблюдения и оформлять отчет, убирать рабочее место.

Как видим, микроцели – это своеобразный «сухой остаток» знаний и умений, освобожденных от второстепенных деталей.

В традиционной методике учителя чаще всего не обращают внимания на краткое и чёткое определение целей обучения, ведя речь об объёме учебного материала, а не о приобретении учащимися опреде-

лённых умений. По технологии В. М. Монахова, весь учебный процесс выстраивается как последовательная реализация поставленных микроцелей.

Микроцели являются первым компонентом *технологической карты* (рис.2).

Каждая технологическая карта получает соответствующее название (см. блоки по теме «Первоначальные химические понятия»). Полезно помещать в неё также логическую структуру процесса обучения (последовательность проведения уроков разных типов, отражающая тематический план).

Технологические карты составляются учителем на весь год, проходят экспертизу на педагогическом совете или методическом объединении школы и утверждаются директором. За три недели до начала изучения темы карты вывешиваются в классе (предметном кабинете) для изучения учениками.

Второй этап технологии – *реализация* поставленных микроцелей.

Требования к учащимся	Номер урока	Диагностика	Номер урока	Коррекция
Дозированное домашнее задание				
Стандарт (на «удовлетворительно»)	На «хорошо»		На «отлично»	

Рис.2. Технологическая карта (шаблон)

Она осуществляется посредством всех известных методов и форм совместной деятельности учащихся и учителя. Имеется положительный опыт интеграции технологии В. М. Монахова и КСО [117].

Инструментом оперативного контроля над усвоением знаний по каждой микроцели служит *диагностика*. В технологии В. М. Монахова реально выполняется принцип гарантированности образовательной подготовки учащихся, создаётся равноправное положение учителя и ученика, так как заранее объявляются образцы контрольных за-

даний; учащиеся знают конкретные требования к их знаниям и умениям; действуют нормы учебной нагрузки, образовательного стандарта и дозированных домашних заданий.

Для диагностики готовятся самостоятельные работы, включающие в себя два типа заданий. Задания № 1 и 2 предполагают выполнение стандарта (на отметку «3»); задание № 3 – на отметку «4» и задание № 4 – на отметку «5». Если два первых задания выполнены без ошибок, то ученик получает *зачёт* (в данный момент его образовательная подготовка соответствует стандарту). Если допущены ошибки в обоих заданиях, то ученик попадает в группу коррекции. Но ученик может рассчитывать на зачёт, если допустил ошибку в одном из первых вопросов, а домашнее задание, готовящее к данной диагностике, выполнил успешно.

Число самостоятельных работ для диагностики должно быть оптимальным и соответствовать количеству учебных часов (программе) и числу микроцелей.

Приведём содержание диагностики по блоку 1 темы «Первоначальные химические понятия» (каждое задание обозначается буквой Д и номером, соответствующим номеру микроцели; все задания соответствуют стандарту):

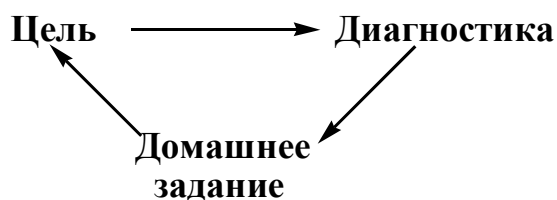
Д-1. Выберите из предложенного списка названия *тел* и *веществ* – гвоздь, медь, сахар, стакан, льдина, вода. Приведите три примера тел, изготовленных из одного вещества.

Д-2. Практическое задание: показать правильные приемы обращения со спиртовкой.

Д-3. Практическое задание: разделить смесь сахара и речного песка.

Д-4. Графическое задание: нарисовать прибор для фильтрования раствора.

Мерой домашней работы в рассматриваемой технологии обучения служат задания трёх уровней сложности (*дозированные домашние задания*). В домашнее задание включаются упражнения, готовящие учащихся к успешному выполнению первых двух заданий самостоятельной работы, упражнения, готовящие к успешному выполнению заданий 3 и 4. Таким образом, дозированное домашнее задание замыкает треугольник компонентов технологической карты:



Из схемы видно, что целеполагание определяет диагностику; диагностика позволяет дозировать домашнее задание, домашнее задание направлено на достижение микроцели.

Приведем примеры домашних заданий разных уровней сложности для нашего случая. На «удовлетворительно»: с.3 «Как работать с учебником», § 1, с. 9-11, читать; заполнить справочник (понятия *химия, вещество, тело*). На «хорошо»: задание 31 на с. 184; все задания на с.9. На «отлично»: задания на с.10 и 11 (используется учебник [128]).

На каждом этапе технологии учитель предусматривает *коррекцию*. Проектирование, диагностика и коррекция, по мнению В. М. Монахова, являются инновационными компонентами профессиональной деятельности учителя сегодня. Коррекция проводится не в конце учебной четверти, а после прохождения каждой микроцели. Коррекция рассчитана на тех учащихся, которые не получили своевременно зачёт. Что же должно быть в коррекции?

Во-первых, возможные затруднения учащихся при усвоении учебного материала (с точки зрения учителя). Здесь перечисляются сами затруднения и даются меры и средства, направленные на их устранение: образцы рассуждений, всевозможные планы, схемы, таблицы, рисунки, памятки, алгоритмы.

Во-вторых, фиксируются типичные ошибки, допущенные учащимися в процессе диагностики.

В-третьих, определяется система педагогических мер и средств, выводящая ученика на уровень образовательного стандарта. Приводятся операциональный состав проверяемого учебного действия, система упражнений для овладения каждой операцией отдельно, система упражнений для овладения всей совокупностью операций одновременно, упражнения для самостоятельной работы учащихся с использованием приемов самоконтроля.

В нашем примере (см. выше) в коррекцию был включен следующий материал:

Вещество – то, из чего состоят тела.

Тело – любой предмет, окружающей нас живой и неживой природы, обладающий формой и размерами.

Чистые вещества состоят из частиц одного вида и обладают постоянными физическими свойствами.

Смеси состоят из частиц разных веществ и не обладают постоянными физическими свойствами.

В рассмотренной выше технологии все стадии учебного процесса объединяются единой логической структурой технологической карты, что позволяет последовательно и конкретно управлять развитием индивидуальных качеств и дарований личности учащегося. Нетрудно заметить, что на реализацию этой цели направлены и все технологии обучения, о которых мы вели речь. Можно сказать, что все технологии обучения составляют так *называемую адаптивную систему обучения* (АСО).

Термин «адаптивная система» буквально означает «гибкая, органично приспособленная» во всех своих компонентах к условиям максимального развития интеллектуальных сил и формирования личности каждого ученика. Согласно модели АСО учитель часть времени работает со всеми учащимися класса, остальное время урока используется для их самостоятельной работы. При этом учитель не просто наблюдает за работой учащихся, а занимается с отдельными учениками индивидуально.

В учебно-воспитательном процессе в рамках АСО центральное место отведено устной самостоятельной деятельности учащихся благодаря тому, что они работают с партнёрами. На время урока создаются статические, динамические и вариационные пары и малые группы. Благодаря увеличению доли самостоятельной работы учащихся на уроке их домашнее задание значительно разгружается.

Каждый ученик работает на уроке в своем темпе и требует разную помощь со стороны учителя, поэтому АСО предусматривает многоуровневые задания, объём и трудность которых постепенно возрастают. Учащиеся начинают работать на первом уровне сложности, а затем сами решают – переходить ли им к выполнению заданий следующего уровня (обычно выделяют три уровня сложности). Домашнее задание также дается дифференцированно.

Обучаясь в АСО, ученики применяют самоконтроль по чётко указанным критериям, а также обучаются взаимному контролю. При этом контроль не отодвигается по времени от выполнения заданий и позволяет во время внести коррекцию в знания и умения учащихся.

В адаптивной системе обучения большую роль играют опорные конспекты (схемы), которые учитель составляет по ходу объяснения нового материала. Технология обучения при помощи опорных схем хорошо известно учителям химии [204] и активно применяется ими на практике.

АСО хорошо сочетается также с технологиями КСО, ТЕО, ККТО и др. Можно сказать, что все они являются различными вариантами педагогики сотрудничества, основанной на гуманистической идее совместной развивающей деятельности детей и взрослых.

Все технологии обучения предполагают наличие искренности, открытости, доверительности отношений учителя с учениками. Правильно организованное педагогическое общение снимает психологический дискомфорт его участников, создает условия для активного участия всех учащихся в процессе обучения.

Алгоритмический подход

Химическое содержание позволяет очень широко использовать в обучении *алгоритмы* (алгоритмические предписания). Их используют для составления химических формул бинарных соединений, солей и гидроксидов металлов, характеристики элемента по положению в периодической системе элементов. На основе алгоритма характеризуют вещество по его формуле, составляют характеристику подгруппы элементов, а также решают типовые расчетные и экспериментальные задачи [147, 148].

Алгоритмизация обучения позволяет каждому ученику освоить необходимый минимум химического содержания. *Алгоритмический* уровень является вторым (после *ученического*) уровнем репродуктивной деятельности учащихся. Как известно, в этом случае от учащихся требуется применение ранее усвоенных действий по решению поставленной задачи. Выполняя задачу, учащиеся должны самостоятельно воспроизводить и применять ранее усвоенные способы действия. Такая задача обычно называется *типовой*. Алгоритмы или алгоритмические предписания включаются в школьные учебники химии или другие учебные материалы [47]. Примеры алгоритмов приводятся нами в следующих главах.

Использование дидактических игр

Особенностью нашего времени является то, что обучение химии, современные методы и технологии все более сближаются с психологией. Это естественно, так как методика обучения химии сама по себе является наукой синтетической, интегрированной в результате взаимодействия химии, дидактики, психологии и теории воспитания.

Наметилась тенденция включения в урок все больше и больше психологических компонентов. Так, по мнению ряда авторов [53],

дидактический процесс складывается из четырёх компонентов – взаимосвязанных и взаимопроникающих друг в друга – мотивации, технологии обучения, интеллектуального потенциала учащихся и управленческого компонента. На первый план здесь выдвигается мотивация учащихся к учебной деятельности. Одно из условий создания мотивации – учёт типов деятельности учащихся на основе их эмоций. Конечным результатом усилий учителя в этом направлении является создание необходимой интеллектуально-эмоциональной обстановки на уроке. Иногда эмоциональный план должен превалировать над интеллектуальным планом.

Почему учителей-практиков волнует эта проблема? Контакт учителя с учащимися не возможен без решения различных психологических проблем, в первую очередь, проблем общения. Можно выделить общение *деловое* и *межличностное*. В обучении они неразрывно связаны, иногда трудно отделимы друг от друга. Никто не станет отрицать, что правильно организованное педагогическое общение – залог успешного обучения.

Анализ методической литературы по химии показывает, что проблемам психологии эмоций учащихся в процессе обучения уделяется мало внимания. Только-только начали появляться отдельные статьи, в которых обсуждаются такие вопросы, как проявление любопытства и удивления, интереса и радости, связанных с процессом познания. Это совершенно не исследованный ракурс методов обучения в методике обучения химии.

Мы начинаем обучать химии в VIII классе. К этому времени учащиеся получают необходимую подготовку по физике, математике и другим предметам. Химию, как правило, встречают с восторгом и ожидают от неё много интересного. В начале VIII класса дети учатся с удовольствием, успеваемость достаточно высокая. Но затем картина резко меняется, особенно к концу IX класса. И дело не только в возрастных физиологических и психических изменениях учащихся или в усложнении содержания предмета. Чаще всего, как показывают наблюдения [105], учащиеся испытывают так называемую *выученную беспомощность*, когда, сталкиваясь с трудностями, они сразу прекращают всякие попытки их преодолеть. Происходит это потому, что учащиеся не могут уловить какие-либо связи между своими действиями и результатами и теряют веру в свои возможности. Выученная беспомощность возникает на какой-нибудь тип задач или вид действий, упражнений, заданий, а затем переносится и на весь учебный

предмет и даже на отдельного учителя. Одни учащиеся более подвержены этому явлению, другие – меньше (это чаще всего дети, которые надеются только на себя, на свои силы и способности).

Любой учитель, в принципе, может предопределить моменты возникновения серьёзных трудностей для учащихся, т. е. выученную беспомощность можно значительно уменьшить, преодолеть. Так, необходимо очень тщательно отрабатывать все умения, которые формируются у учащихся (этому помогает, например, алгоритмизация обучения), необходимо получение обратной связи от учащихся на каждом этапе обучения. Благоприятную почву для предотвращения выученной беспомощности создают любые формы и методы проведения занятий, отличные от стереотипных, известных учащимся. К таким формам относятся *дидактические игры*.

Использование игр дает двойной эффект: снимает психологическое напряжение и создает необходимую эмоционально-интеллектуальную обстановку на уроке, что позволяет учащимся максимально использовать свой интеллектуальный потенциал, приобретать новые знания без особых усилий, получать удовлетворение полученными результатами, осознавать свои возможности и избегать многих неприятностей (в частности, выученной беспомощности). В конечном итоге такая деятельность приводит к эмоциональному комфорту и учащихся, и учителя, позволяет строить правильно организованное *педагогическое общение*.

Вопросам теории игры посвящены работы известных отечественных и зарубежных исследователей. Можно назвать Л. С. Выготского, В. В. Давыдова, Д. Б. Эльконина, П. И. Пидкасистого, Ж. С. Хайдарова, В. В. Петрусинского, Э.Берна и др. В НГПУ проблемами игры занималась Н. П. Аникеева.

Известно, что игры выполняют различные функции – обучающую, развлекательную, коммуникативную, релаксационную, психотехническую, развивающую, воспитательную. Различают игры индивидуальные, парные, групповые [160] или одиночные, массовые, планетарные [151].

Регулярно в журнале «Химия в школе» и в газете «1 сентября» (приложение «Химия») публикуются различные материалы, связанные с применением игровых элементов на уроках химии, например, химического домино и лото, шашек, игр «крестики-нолики», «третий – лишний», «Шерлок Холмс», «химическая эстафета», «найди родственников», «восстанови формулы», а также кроссворды, криптограм-

мы, чайнворды, ребусы, головоломки и пр. Но в неизменном виде эти игры на уроках можно применить не всегда, так как не всякая игра соответствует изучаемому в каждом конкретном классе программному материалу. Поэтому очень важно учителю самому овладеть приемами составления подобных игр.

В последнее время много внимания уделяется ролевым играм, особенно игровым урокам с использованием ролевых игр. Уроки проводятся в форме игры-путешествия, расследования, конференции, семинара или практикума, учебного спектакля. Эти игры требуют хорошо организованного, достаточно продолжительного подготовительного этапа. Под руководством учителя химии, а также с помощью консультаций учителей родственных дисциплин учащиеся должны тщательно готовиться к таким урокам – изучать дополнительную литературу, продумывать оригинальную подачу материала, характеристику своих ролей-образов. Такие уроки немногочисленны в школьной практике.

Анализ различных публикаций по проблеме применений игр в обучении химии показывает, что дидактические игры используются учителями в основном для закрепления пройденного материала и проверки знаний. Редко даются в виде домашних заданий. Особенно широко игры применяются при проведении внеурочной работы. Однако довольно слабо представлены так называемые текстовые обучающие игры и отсутствует опыт создания методических систем с применением игр по каким-либо конкретным темам школьного курса химии.

В нашем учебно-методическом комплексе «Химия – 8» [94], других публикациях [86, 87] приводится много примеров дидактических игр. Некоторые из них будут встречаться и в настоящем пособии.

Использование дидактических игр как постоянного элемента урока химии позволяет поддерживать постоянный интерес к предмету, способствует активизации мыслительной деятельности и эмоциональной разрядке учащихся, а также позволяет им применять полученные знания в новых, нестандартных условиях.

Игровые задания по химии учащиеся могут выполнять не только на уроках, но и дома, самостоятельно или вместе с друзьями, родителями. Для этого необходимо регулярно помещать задания в кабинете химии на стенде, регулярно обновляя его и поощряя учащихся тем или иным образом. Например, по принципу отрывного календаря за красочно оформленным на плотной бумаге первым экземпляром

кроссворда могут располагаться его уменьшенные копии. Копии можно также помещать в прикрепленном к стенду конверте [31].

Использование информационных технологий

Качественным считается образование, которое не просто представляет собой сумму знаний, усвоенных человеком на репродуктивном уровне, но включает помимо этих знаний ещё и навыки активных действий в информационном поле Земли. «Умение находить необходимую информацию, подвергать её анализу и находить решения поставленных задач – это те навыки, которые важно развивать при обучении школьников разным предметам» [136, с. 26].

Внедрение в учебный процесс компьютеров даёт качественно новые возможности для совершенствования процесса обучения химии в средней школе. Обзор периодической печати, в частности, методических журналов «Химия в школе» и «Химия: Методика преподавания в школе», показывает, что проблема применения информационных технологий на уроках химии является очень актуальной. Среди направлений, по которым осуществляется компьютеризация обучения химии, – компьютерный контроль знаний, разработка химических игр, создание обучающих программ различного типа, электронных презентаций учебного материала и др. К положительным сторонам компьютеризации обучения химии можно отнести более широкие возможности учебного моделирования. Известно, что моделирование, наряду с экспериментом, занимает в обучении химии особое место. Компьютерные модели вбирают в себя положительные качества других видов моделей – знаковых, символических, материальных, экранно-звуковых. Они позволяют раскрывать строение вещества, демонстрировать устройство и особенности микромира, отражают разные стороны объекта – масштаб, трёхмерность, динамику и др.

Много химической информации содержит Интернет. Главное – суметь найти нужную информацию и оценить, по возможности, её достоверность. В поиске информации помогают поисковые системы, прежде всего, Яндекс.

Как же можно на уроках химии использовать информацию, полученную с сайтов Интернет? Учащиеся самостоятельно находят сведения об открытии химических элементов, о синтезе веществ, о становлении научных теорий, биографиях учёных-химиков. Важно, чтобы на основе полученных сведений они создали собственное информационное сообщение, которое оформляется в электронном виде (пре-

зентации). Можно проводить виртуальные экскурсии на сайты различных культурно-просветительных и научных учреждений, а также производственных предприятий. Учитель, заранее ознакомившись с соответствующими сайтами, определяет цель экскурсии и объём информации, который должны усвоить учащиеся. Затем он разрабатывает маршрут экскурсии: какие страницы и в какой последовательности должны просмотреть учащиеся, на какие объекты важно обратить особое внимание. При этом следует учитывать санитарно-гигиенические нормы работы на компьютере учащихся каждого возраста [6, 50, 68,70].

Привлекательной в плане обучения является методика web-квестов [136]. Для её применения необходим лишь компьютер с выходом в Интернет. Web-квесты представляют собой мини-проекты, основанные на поиске информации в Интернете. Алгоритм работы с web-квестом отражает последовательность мыслительных операций в процессе исследовательски-ориентированной деятельности: постановка проблемы, ознакомление с заданиями web-квеста, выполнение задания на основе ресурсов Интернета, оформление работы, обсуждение результатов деятельности. Ученики не только собирают и систематизируют информацию, полученную из Интернета, но направляют свою деятельность на поставленную перед ними задачу, часто связанную с их будущей профессией. Работа с научной информацией позволяет развивать критическое мышление учащихся, умения сравнивать и анализировать, классифицировать объекты и явления, мыслить абстрактно.

Работа над web-квестом является по своей сути творческой деятельностью и способствует формированию круга интересов и приоритетов учащихся при работе в Интернете. Накопленный опыт поможет ученику в дальнейшем организовать свою индивидуальную интеллектуальную деятельность в мировом информационном пространстве. Результаты деятельности оформляются в виде слайд-шоу (Power Point), буклета (Publisher), анимации (Flash), постера или фоторепортажа. Обсуждение результатов проводится в виде конференции, на которой учащиеся показывают свой труд, осознают значимость проделанной работы.

Темы web-квестов должны быть интересны и полезны для учащихся, одну тему могут выбрать несколько учеников, поскольку они могут освещать проблему с разных точек зрения. Задания web-квеста представляют собой отдельные блоки вопросов и перечни адресов

сайтов в Интернете, где можно получить необходимую информацию. Вопросы следует формулировать так, чтобы ученик был вынужден произвести отбор материалов, выложенных на сайте, выделив самое главное из найденной информации. Ответы на поставленные вопросы не должны содержаться в явном виде в школьном учебнике.

Тематика web-квестов должна связываться в первую очередь с изучаемой программой, но может значительно расширить её рамки. Помимо этого необходимо учитывать возрастные возможности учащихся, а также уровень их образовательной подготовки по химии. Начинать следует с тех вопросов, изучение которых способствует расширению кругозора, развитию эрудиции, углублению знаний. Например, для учащихся, изучающих тему «Первоначальные химические понятия», полезна такая тема, как «Использование неорганических веществ в медицине». Так, изучая простые вещества-неметаллы, учащимся предлагается подготовить web-квест «Дезинфекция», включающий сведения об иоде. Вопросы для проработки: 1. Самое распространённое средство для дезинфекции – настойка иода. Когда её стали впервые применять? 2. Зачем в иодную настойку добавляют иодид калия? 3. Обработывая порез на пальце, вы капнули настойкой иода на рубашку. Как быстро удалить пятно? 4. Приведите названия ещё не менее двух дезинфицирующих средств. Адреса сайтов: <http://www.alhimik.ru/apteka/apt2N.html> и <http://www.alhimik.ru/Clean/stir10.html> [136, с. 29].

Применяя компьютер на уроке химии, необходимо помнить, что он является одним из многих средств достижения учебных целей. Компьютерные технологии интенсифицируют, обогащают учебный процесс и способствуют развитию и личности ребёнка, и профессионального мастерства учителя, создавая новую культуру педагогического общения [135]. Но их применение должно быть целесообразно и методически обосновано, а не служить данью моде. Если эффективны другие средства обучения, то от компьютера стоит отказаться и использовать его только тогда, когда он обеспечивает более высокий уровень образовательного процесса по сравнению с другими методами обучения. Так, оправдано чтение лекций с применением слайд-фильмов (Power Point). При подготовке такой электронной презентации используются электронные учебники, информация сети Интернет, создаются материалы в программах ChemDraw и ChemLab. На слайдах можно разместить необходимые формулы и уравнения реакций, схемы химических опытов, рисунки установок, портреты

учёных, фотографии натуральных объектов и пр. Система гиперссылок позволяет возвращаться к нужному слайду. Электронная презентация может содержать объём информации, больший, чем требуется на уроке. Дополнительная информация может использоваться в классах с углублённым изучением химии, а в классах гуманитарного профиля опускается. Таким образом, используя слайд-фильмы, можно осуществлять дифференцированное обучение.

Компьютер эффективно используется при закреплении и проверке знаний учащихся, а также позволяет провести виртуальный эксперимент, когда это методически оправдано. Например, при изучении токсичных веществ (галогенов, фенола, бензола и др.) или при отсутствии необходимого учебного оборудования.

Организация самостоятельной деятельности учащихся

Знания наиболее успешно усваиваются лишь в том случае, когда учащиеся прилагают максимум усилий в учебном труде, т.е. самостоятельно приобретают знания в организуемой учителем познавательной деятельности.

В литературе можно найти много рекомендаций по организации самостоятельной работы учащихся с учебником, справочными материалами, матрицами различного содержания, раздаточным материалом, химического эксперимента [46, 73, 76, 78, 80, 82, 94, 142, 156, 171, 178, 190].

Самостоятельная работа учащихся, по Г. М. Чернобильской, считается главным путём реализации словесно-наглядно-практических методов обучения [196]. Она осуществляется в разных формах – индивидуальной, групповой и коллективной и выполняет образовательную, воспитательную и развивающую функции.

Результатом самостоятельной работы учащихся могут быть сравнительные таблицы, опорные конспекты, решенные задачи. Во внеурочное время учащиеся готовят творческие работы.

Самостоятельная работа рассматривается как вид деятельности учащихся. Учитывая, что главным на уроке является не усвоение какой-то суммы знаний, умений и навыков, не просто получение информации, но усвоение способа действий (по Д. Б. Эльконину), необходимо рассмотреть основные направления его совершенствования, уделив главное внимание деятельности учащихся.

Известно, что под *деятельностью* понимается преднамеренная активность человека, проявляемая в процессе его взаимодействия с ок-

ружающим миром. Это взаимодействие заключается в решении жизненно важных для человека *задач*. Однако человек не рождается с готовыми взглядами на мир, знаниями о нем, умением решать задачи. Он усваивает *опыт общественно-исторической практики* (в виде предметов материальной и духовной культуры и способов выполнения действий с ними) в процессе воспитания и учения. Следовательно, процесс учения необходимо рассматривать как деятельность. В связи с этим учитель должен в процессе обучения, при передаче опыта общественно-исторической практики решать задачу формирования у школьников *умения осуществлять деятельность*. Другими словами, первичными в обучении являются не знания, а заданная система действий и знания, обеспечивающие освоение этой системы.

Знать – значит осуществлять определённую деятельность, связанную с этими знаниями, т. е. знания становятся не целью обучения, а его средством. Они усваиваются для того, чтобы с их помощью выполнять действия, действовать, осуществлять деятельность, а не для того, чтобы они просто запоминались и служили только лишь повышению эрудиции [12].

Так, учащимся достаточно знать особенности строения атомов металлов и неметаллов, их главные свойства (металлы – восстановители, неметаллы – окислители и восстановители) и зависимость характера соединений элементов – оксидов и гидроксидов – от степени окисления элементов, чтобы прогнозировать состав и свойства простых веществ и соединений конкретного элемента. В этом случае «работает» причинно-следственная связь: если степень окисления элемента равна +1 или +2, его соединения носят основной характер; соединения металла, имеющего степень окисления равную +3, являются амфотерными; элементы, проявляющие степени окисления от +4 до +7, могут образовывать соединения кислотного характера. В обучении появляется возможность отойти от обилия фактического материала, который с трудом осваивается учащимися, и сосредоточить внимание на наиболее общих закономерностях. Таким образом, значительно усиливается *дедуктивный подход* в обучении, появляется возможность научить школьников способу самостоятельного получения знаний.

Учебную деятельность, как и всякую другую, можно смоделировать следующим образом:

потребность → мотив → цель → задачи → действия → операции → продукт.

Как известно, то, ради чего осуществляется деятельность, или её желаемый результат, называется *целью*. Учебная цель обязательно должна осознаваться учащимися, и в этом немаловажную роль играет создание учителем таких условий, в которых у учащихся возникает сначала *потребность*, а затем и *мотив* к выполнению определённой деятельности. Перед тем как выполнять учебную деятельность, необходимо сформировать ориентировочную основу, а затем обеспечить необходимые условия для решения последовательно поставленных учебных *задач*. Она реализуется с помощью *действий*, представляющих собой совокупность определенных *операций*. Действия выполняются по определённым правилам и опираются на средства осуществления деятельности.

Очевидно, что в начале обучения действия и операции, совершаемые учащимися, контролируются учителем. Для этого выстраивается система ориентиров (см. ниже). Чем меньше таких ориентиров, тем выше самостоятельность учащихся.

Рассмотрим следующий пример. Учащиеся научились составлять формулы бинарных соединений на основе валентности элементов, давать характеристику веществ по их формулам (различать простые и сложные вещества, подсчитывать их относительные молекулярные массы, устанавливать массовые отношения элементов в сложных веществах, вычислять массовые доли элементов). Возникает вопрос: как описать химические реакции, в которых участвуют вещества? Таким образом, появляется потребность в новых знаниях, а затем и мотив к изучению химических уравнений. Совместное обсуждение химических реакций, например, разложения воды электрическим током, горения серы в кислороде, замещения железом меди в хлориде меди(II), обмена между оксидом кальция и соляной кислотой, приводит к первой задаче: выяснить порядок записи химических формул реагентов и продуктов реакции. Решив эту задачу, учащиеся должны увидеть следующую – как добиться равенства числа атомов каждого элемента в реагентах и продуктах реакции? Так учащиеся подводятся к необходимости научиться расставлять коэффициенты. На основе выполнения нескольких упражнений составляется *алгоритм* написания химического уравнения, который и является в последующем ориентировочной основой деятельности учащихся. Обучая составлению химических уравнений, очень важно показать учащимся, что нет никакой необходимости заучивать уравнения наизусть, их всегда можно

записать, умея составлять химические формулы по валентности и подбирая коэффициенты.

Использование ориентировочной основы действий (ООД) учащихся

Одной из задач современной школы является всестороннее развитие учащихся. Для реализации этой задачи большое значение имеет формирование у школьников различных интеллектуальных умений, в частности, умения сравнивать, сопоставлять, обобщать, систематизировать, делать выводы, устанавливать причинно-следственные связи, прогнозировать. Известно, что установление причинно-следственных связей между составом и строением веществ, строением и свойствами, свойствами и применением приводит к осознанию учащимися объективных закономерностей химических явлений в природе, к пониманию научной картины окружающего мира в целом.

В помощь учащимся в этой сложнейшей и необходимейшей работе предлагаются схемы химических понятий – схемы итогового знания по теории электролитической диссоциации, схемы, обобщающие сведения о металлах и неметаллах и их соединениях. Кроме этого применяются опорные конспекты, ряд активности кислот и электрохимический ряд напряжений металлов с пояснениями, схемы круговоротов химических элементов, а также ряд других справочных материалов. На их основе учащиеся могут давать связные объяснения изучаемым химическим закономерностям, а также делать различные прогнозы. Эти материалы помогают также школьникам избегать специального заучивания изучаемого материала.

Общепринято размещать в химическом кабинете такие средства обучения, как: периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева, электрохимический ряд напряжений металлов, таблица растворимости кислот, оснований и солей в воде, таблица индикаторов и др. Некоторые учителя считают, что необходимо размещать также таблицы важнейших кислот, схемы, характеризующие химические свойства основных классов неорганических веществ, электроотрицательность химических элементов и т. п. [56].

Мы считаем, что наиболее эффективно использование справочных материалов, подготовленных для индивидуального пользования, поскольку всегда найдутся в классе учащиеся с ослабленным зрением, которые с трудом воспринимают демонстрируемые средства наглядности. Мы рекомендуем использовать специальные папки с инструк-

тивными материалами, которые выдаются на каждый стол перед каждым уроком химии. В этих папках имеются все выше перечисленные справочные материалы, а также таблицы относительных молекулярных масс неорганических веществ, таблицы по распознаванию катионов и анионов, по химическим свойствам веществ основных классов, алгоритмы решения расчётных и экспериментальных задач. Можно рекомендовать к применению специальные пособия для учащихся, содержащие инструктивные материалы [47]. Примеры ООД приводятся и в других главах данного пособия.

Систематический учёт и контроль знаний и умений учащихся

Ведущим принципом в этой сфере деятельности учителя и учащихся является непрерывность. На наш взгляд, предпочтение следует отдавать текущему контролю знаний учащихся, ведь практически на каждом уроке учащиеся встречаются с новым материалом в большем или меньшем объеме, большей или меньшей сложности. Это накладывает определённый отпечаток на методику проведения уроков. В сложившейся ситуации очень важно избежать монотонности, стереотипности в проведении проверки знаний. С этой целью предлагаются различные формы и виды проверки знаний.

Контроль знаний и умений учащихся проводят устно, письменно и экспериментально (решение экспериментальных задач, выполнение практических заданий). При этом используются различные виды контролирующих заданий. В последнее время широко применяются задания со свободным ответом и задания тестового типа.

1. Задания со свободным ответом

Эти задания предполагают четкий, но развёрнутый и обоснованный ответ. Примеры формулировок, применяемых в таких заданиях:

1. Дайте сравнительную характеристику веществ ... и ... по составу, строению, физическим и химическим свойствам.

2. Раскройте сущность теории ..., сформулировав её основные положения.

3. Заполните таблицу

4. Приведите примеры, подтверждающие справедливость

5. Изобразите прибор для получения ... и укажите его части.

Приведём примеры заданий указанных видов, которые можно использовать при изучении курса неорганической химии (VIII класс).

1. Дайте сравнительную характеристику кислорода и водорода по составу, строению, физическим и химическим свойствам.

2. Раскройте сущность атомно-молекулярной теории, сформулировав её основные положения. Иллюстрируйте каждое положение своими примерами.

3. Заполните следующую таблицу:

Химические свойства кислот и оснований

Признаки сравнения	Кислоты	Основания
Состав веществ (общая формула)		
Взаимодействие с оксидами металлов		
Взаимодействие с оксидами неметаллов		
Взаимодействие с кислотами		
Взаимодействие с основаниями		

4. Приведите примеры, подтверждающие основные и кислотные свойства амфотерных гидроксидов. Запишите уравнения соответствующих реакций.

5. Нарисуйте прибор для получения кислорода в лаборатории. Подпишите все части прибора, укажите необходимые реагенты и условия проведения реакции.

2. Тестовые задания

Это задания, которые содержат вариант (варианты) правильного ответа. Тестовый контроль знаний имеет свои достоинства и недостатки. К достоинствам относится быстрота и объективность проверки, к недостаткам – возможность случайного выбора правильного ответа, невозможность тестовой проверки всего учебного материала и логики мышления учащихся.

Теоретические и практические аспекты тестового контроля разработаны В. С. Аванесовым [2].

Разработаны различные виды тестовых заданий, в частности, на группировку, дополнение, выбор ответа, ранжирование, соответствие, альтернативные тестовые задания.

Тестовое задание на группировку. Это задание в форме перечня химических объектов, которые необходимо рассортировать по заданным признакам.

Пример 1. Выпишите из данного перечня формулы типичных окислителей и восстановителей: H_2 , $KMnO_4$, HNO_3 , C , CO , Cl_2 .

Задания на группировку удобно проводить с использованием так называемой *матрицы*. Матрица – это таблица, в которой представлена совокупность формул, уравнений, названий, чисел и других элементов знаний, на основе которых можно выполнять различные задания, в том числе и на группировку (примеры матриц содержатся в нашем пособии в главах 2, 3).

Пример 2. Выпишите из перечня варианта 2 формулы кислотных и основных оксидов (см. главу 3, матрица «Классы неорганических соединений»).

Тестовое задание на дополнение представляет собой предложение с пропуском цифры, формулы или слова, отмеченными точками. Ответ на это задание должен быть лаконичным и однозначным. Смысл задания должен быть абсолютно понятен всем.

Пример 3. Вещества, обладающие твёрдостью, тугоплавкостью, хорошей растворимостью в воде, имеют ... кристаллическую решетку.

Пример 4. Формула простого вещества – самого сильного окислителя – ...

Тестовое задание на выбор ответа включает вопрос и не менее четырёх вариантов ответов, из которых следует выбрать правильный. Ошибочные или правдоподобные ответы называются дистракторами. Тестовое задание данного типа усложняется, если правильными являются несколько вариантов ответа. Могут быть задания, предполагающие комбинации от одного до четырех ответов разной степени полноты. В этом случае ответ засчитывается, если ученик не пропустил ни один правильный ответ, а также, если отсутствуют ошибочные ответы.

Пример 5. ОТЛИЧИТЬ РАСТВОРЫ ВЕЩЕСТВ, ФОРМУЛЫ КОТОРЫХ HCl , $NaCl$, $NaBr$, МОЖНО ПРИ ПОМОЩИ

- | | |
|-------------|-----------------------|
| а) $AgNO_3$ | в) фенолфталеина |
| б) $BaCl_2$ | г) $AgNO_3$ и лакмуса |

Пример 6. ЭЛЕКТРОННАЯ ФОРМУЛА ИОНА Cl^-

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| а) $1s^2 2s^2 2p^6$ | в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ |
| б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ | г) другая |

Пример 6. ИЗ ПЕРЕЧИСЛЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ CuO, CO₂, NaCl, H₂O ЯВЛЯЮТСЯ ОКСИДАМИ (В ОТВЕТЕ ЗАПИШИТЕ СООТВЕТСТВУЮЩУЮ БУКВУ)

б) CuO, CO₂, NaCl

в) CuO, CO₂

а) CuO, CO₂, NaCl, H₂O

г) CuO, CO₂, H₂O

Ответ _____

Обратите внимание на то, что формулировка задания записывается заглавными буквами, а варианты ответа даются либо в одну строчку, либо в два столбика без знаков препинания. В этом случае задания и ответы хорошо различимы.

Тестовое задание на ранжирование включает в себя перечень объектов контроля (химических формул или названий, обозначений физических величин), которые должны быть расположены в порядке возрастания (убывания) какого-то признака.

Пример 7. Расположите формулы веществ HBr, HI, HCl, HF в порядке увеличения силы соответствующих кислот.

Пример 8. Расположите химические элементы O, F, N, C в порядке увеличения электроотрицательности атомов.

Тестовое задание на соответствие состоит из связанных друг с другом по содержанию данных, размещённых в двух столбцах. Данные левого столбца нумеруют цифрами, а правого – буквами. Выполнение задания сводится к поиску в правом столбце данных, соответствующих данным левого столбца. Желательно, чтобы число данных в правом столбце было на 2-3 больше, чем в левом. Хотя бывают задания на *полное* соответствие.

Пример 9. Установите соответствие.

Процесс	Схема процесса
1. Окисление	А. $2\text{Cl}^- - 2\bar{e} \rightarrow \text{Cl}_2^0$
2. Восстановление	Б. $\text{Mn}^{+7} + 5\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{+2}$
	В. $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{NaCl}$
	Г. $\text{Fe}^{+2} - \bar{e} \rightarrow \text{Fe}^{+3}$
	Д. $\text{N}^{+5} + 3\bar{e} \rightarrow \text{N}^{+2}$

В качестве ответа заполните таблицу:

Номер процесса	Буквы ответа
1	
2	

Альтернативное тестовое задание представляет собой утверждение, правильность или неправильность которого следует определить.

Из заданий такого вида состоят химические диктанты (см. ниже). Тест должен содержать 10-12 утверждений, среди которых есть правильные и неправильные. Если утверждение верно, ученик ставит символ «+» (плюс) или знак \cap , если неверно, то ученик ставит знак «-» (минус). Учитель вразброс записывает правильные и неправильные утверждения, ученик ставит соответствующие символы. Можно изготовить клише ответа и использовать его при проверке.

Пример 10. Укажите знаком « \cap » правильные, а знаком «-» неправильные утверждения.

1. Оксид серы(IV) кислотный.
2. Оксиду серы(IV) соответствует сернистая кислота.
3. Высшая степень окисления серы равна +4.

Ответ: $\cap\cap-$.

Выше назывался методический приём, обеспечивающий успешное усвоение химических знаний и позволяющий быстро получить от учащихся обратную связь, – *химический диктант*. «Химический диктант – фронтальная письменная работа, рассчитанная на 10 – 15 мин. Он представляет собой систему вопросов или заданий, которые диктует учитель и ответы на которые учащиеся тут же дают в письменном виде. Ограничение времени на ответы приводит к активизации мыслительной деятельности учащихся, формирует способность рационально расходовать время, воспитывает у них собранность и другие качества личности. Диктанты можно проводить почти на каждом уроке на всех его этапах» [34, с.47]. К этому следует добавить, что на проведение химического диктанта можно затратить менее 10 мин и проводить не только словесные, но и химико-символические, графические (Н. П. Гаврусейко), цифровые диктанты.

В последнее время актуальным способом проверки знаний являются задания в тестовой форме. Итоговая проверка также проводится в тестовой форме. Предлагаемые в пособии задания составлены с учётом требований государственного стандарта и нашей программы. Надеемся, что наши рекомендации помогут учителям в проведении итоговой аттестации учащихся за курс химии основной школы, как в обычных, так и профильных классах.

Формирование критического мышления учащихся

Реализация в школьном курсе химии *принципа научности* предполагает, что учащиеся получают знания заведомо научные, достоверные, проверенные. Но не следует думать, что они получают химиче-

ские знания только из школьного учебника и от учителя химии. Источником информации являются теле- и радиопередачи, газетные и журнальные публикации, Интернет. Учителя химии на своих уроках также используют дополнительную информацию, но при этом они проводят тщательную селекцию сообщений средств массовой информации, создавая искусственный барьер, который ограждает учащихся от научно недостоверной информации. Между тем очень важно научить самих школьников критически относиться к получаемой информации. Педагогические исследования доказывают, что заведомо недостоверную информацию не только можно, но и нужно включать в уроки. Только в этом случае необходимо специально обучать учащихся приёмам работы с полученной информацией, знать причины недостоверности получаемого сообщения [68].

Настоятельно рекомендуем обратить внимание на серию публикаций журнала «Химия в школе», посвящённых внедрению элементов *медиаобразования* на уроках химии [64, 69, 149, 182].

Очень полезна будет начинающему учителю химии работа Г. В. Лисичкина и А. В. Карпухина, посвящённая использованию химических терминов и понятий в средствах массовой информации [119]. Авторы считают, что включение в программу и учебник материалов и сведений химического характера, регулярно используемых в средствах массовой информации, поможет усилить недостаточную ещё связь школьной программы по химии с реальной жизнью. Г. В. Лисичкин и А. В. Карпухин составили химический словарь СМИ, включающий 239 единиц. Для сравнения: объём терминов и понятий школьного курса химии приблизительно в два раза больше и составляет примерно 400 словарных единиц. Все понятия в этом словаре разделены на блоки: научные понятия, химические элементы, вещества, биологически активные вещества, материалы, химическая технология и экология, бытовая химия.

Обеспечение условий для предпрофильного обучения учащихся

Поскольку VIII – IX классы являются подготовкой к старшей ступени обучения (профильной школе), то именно в этот период учащиеся должны определиться в выборе возможной сферы профессиональной деятельности. Значит, само содержание базового курса и организация познавательной деятельности учащихся по его освоению

должны явиться теми необходимыми условиями, которые способствовали бы осознанному выбору учащимися химии для дальнейшего изучения в профильной школе.

В соответствии с концепцией профильного обучения на старшей ступени общего образования каждый учебный курс базового уровня, в том числе и по химии, должен быть дополнен курсами по выбору, основная функция которых – профориентационная [103].

Таким образом, основной курс химии и курсы по выбору (предпрофильная подготовка) создают образовательное пространство основной школы, способствующее самоопределению подростка. Концепция ориентирует школу на увеличение часов вариативного (школьный компонент) базисного учебного плана, деление класса на необходимое число групп при организации обязательных занятий по выбору, краткосрочность и чередование курсов (так называемых учебных модулей, или элективных курсов), введение таких курсов постепенно и последовательно.

Нами разработана программа спецкурса «Решение химических задач», который можно предложить как девятиклассникам, так и учащимся старших классов (см. приложение).

Реализация требований государственного стандарта

Государственный стандарт основного и среднего (полного) образования содержит нормы и требования, определяющие обязательный минимум содержания основных образовательных программ основного и среднего (полного) образования, максимальный объём учебной нагрузки обучающихся и уровень подготовки выпускников общеобразовательных учреждений [133, 145, 146].

Образовательный стандарт по химии включает в себя цели изучения предмета химии; обязательный минимум содержания основных образовательных программ по химии; требования к уровню подготовки выпускников по химии.

Цели изучения предмета химии сформулированы на основе деятельностного подхода и направлены на практическое применение знаний и умений (ключевые компетенции). При этом под *компетенциями* понимаются:

- готовность ученика использовать усвоенные знания, учебные умения и навыки, а также способы деятельности в жизни для решения практических и теоретических задач;
- способность к осуществлению практических деятельностей, требующих наличия понятийной системы и, следовательно, понимания и

соответствующего типа мышления, позволяющего оперативно решать возникающие проблемы и задачи.

Обязательный минимум содержания по химии представлен в форме набора предметных тем, включаемых в основные образовательные программы основного и среднего (полного) общего образования. Он **не устанавливает** порядок (последовательность) изучения предметных тем и **не определяет** нормативы учебного времени, отводимые на изучение отдельных дидактических единиц. (Эти проблемы решаются авторами конкретных образовательных программ)

Обязательный минимум содержания представлен в двух форматах: прямым шрифтом выделено содержание, изучение которого является объектом контроля и оценки в рамках итоговой аттестации выпускников; курсивом выделено содержание, которое подлежит изучению, но не является объектом контроля и не включается в требования к уровню подготовки выпускников.

Структура стандарта по химии предполагает изучение предмета на одном из двух уровней в зависимости от интересов и способностей учащихся. Так, в старших классах изучается *базовый* курс (для учащихся, чьи интересы лежат в области гуманитарных наук или не связаны с необходимостью продолжения образования в таких учебных заведениях, где проводится вступительный экзамен по химии) или *профильный* курс (для учащихся, интересующихся предметами естественнонаучного цикла или планирующих продолжение обучения в заведениях естественнонаучного и технического профилей).

Требования к уровню подготовки выпускников по химии задаются в деятельностной форме и служат основой разработки контрольно-измерительных материалов для государственной аттестации выпускников образовательных учреждений (единого государственного экзамена).

Система уроков химии по каждой теме должна выстраиваться с учётом системы требований к уровню подготовки выпускников основной общеобразовательной школы. Эти требования ориентируют учащихся на освоение соответствующего теоретического содержания, отработку необходимых умений, что позволяет сделать учебный процесс целенаправленным.

Каждое требование (микроцель – по В.М.Монахову) должно даваться в форме «знать», «уметь», «понимать», «называть», «объяснять», «составлять» и т. п., что наиболее близко и понятно учащимся.

Требования должны доводиться до сведения учащихся или в начале урока или непосредственно перед изучением нового материала. Они зачитываются вслух и, если необходимо, сопровождаются соответствующими комментариями. Полезно список требований, предъявляемых к учащимся в рамках данной темы или её раздела, поместить на специальный стенд, который постоянно находится в кабинете химии. На этом же стенде помещаются задания, применяемые для диагностики соответствующих элементов знаний и формируемых умений. Такая информация помогает учащимся осмыслить и закрепить свои знания и умения, а учителю проверить их.

Реализация межпредметных связей

Усвоение теоретического материала, формирование умений и навыков учащихся в процессе изучения химии невозможно без установления межпредметных связей с физикой, биологией, географией, математикой, историей, литературой, русским и иностранными языками. Связи химии с другими учебными предметами могут быть *хронологическими* (сопутствующими, предшествующими и перспективными по отношению к химии) и *информационными* (фактические, понятийные, теоретические связи) [196].

Межпредметные связи можно рассматривать как наилучший инструмент *интеграции* разных учебных предметов, что было показано в трудах О. С. Габриеляна, В. П. Гаркунова, Д. П. Ерыгина, И. Д. Зверева, Д. М. Кирюшкина, Н. Е. Кузнецовой, В. Н. Максимова, Е. Е. Минченкова, М. Н. Скаткина, Л. А. Цветкова ещё в 60-70-е гг. прошлого века. В настоящее время Н. Е. Кузнецовой и М. А. Шаталовым предлагается технология *проблемно-интегративного обучения* химии, разработанная в рамках концепции интегративно-дифференцированного развивающего обучения. В своих пособиях [114, 202, 203, 206] они раскрывают методику межпредметного обучения химии в основной школе, которая позволяет «полноценно использовать потенциал школьного курса» [114, с. 5]. Эта методика предполагает систематическую постановку и решение на уроке учебных проблем, в том числе межпредметных, использование химического эксперимента во всех его видах, реализацию внутрипредметных и межпредметных связей химии с другими учебными дисциплинами.

Установление внутрипредметных связей способствует преемственности между отдельными темами и сохранению целостности курса химии. Межпредметные связи химии с физикой, биологией и гео-

графией способствуют формированию естественнонаучного мировоззрения учащихся. Для учебного предмета химии в первую очередь важна связь с физикой. Для того чтобы эта связь была наиболее эффективной, необходимо учитывать разные подходы к рассмотрению общих и близких понятий. Так, некоторые вопросы в той или иной степени рассматриваются сначала в курсе физики VII класса, например, основные положения атомно-молекулярной теории. Другие вопросы изучаются одновременно в смежных дисциплинах, например, вопросы сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах и тепловые эффекты химических реакций. Такие вопросы, как количество вещества, молярный объём и молярная масса вводятся сначала в курсе химии, а затем используются в курсе физики. Курсы физики и химии имеют много общих объектов изучения, среди которых главная роль отводится веществам, их строению и свойствам. Характеризуя то или иное вещество, на уроках химии сначала обращают внимание на его состав, строение, затем физические свойства и только после этого изучают химические превращения. Преемственное формирование и развитие химических понятий на базе физических (или наоборот) даёт возможность учащимся не только понять вопросы химии, но и увидеть то общее, что объединяет физические и химические явления, физическую и химическую науку, осознать единство материального мира, вскрыть общие для всех явлений природы закономерности.

При количественной характеристике веществ и химических реакций, решении расчётных задач самых разных типов легко устанавливается связь с математикой. Наиболее востребовано знание учащихся о *массовой доле* (элемента в сложном веществе, растворённого вещества в растворе, чистого вещества или примеси в смеси, практического выхода), *наименьшем общем кратном* (оно применяется при определении валентности элементов по формуле сложного соединения, при составлении формул на основе валентности элементов, степени окисления или заряда ионов, расстановке коэффициентов в схемах реакций), прямой пропорциональной зависимости (используется при решении практически всех типов задач). Но надо иметь в виду, что связь химии с математикой более глубокая, чем просто использование математического аппарата: в химии используются рациональные приёмы мышления, которые формируются в процессе обучения математике. Здесь уместно сказать о том, что в решении химических

задач обязательно присутствует математическая часть, основанная на процессах анализа и синтеза [66, 67].

Для формирования научного мировоззрения учащихся большое значение имеют тесные связи химии с биологией и географией. С первых уроков химии учащиеся усваивают идею о том, что живая и неживая природа состоит из одних и тех же химических элементов. Взаимосвязь всех объектов природы осуществляется благодаря круговоротам химических элементов –кислорода, углерода, азота и др. Рассмотрение вопросов охраны окружающей среды от воздействия химических соединений также связано со знаниями учащихся из курсов биологии и географии. Эти и другие возможности установления межпредметных связей раскрываются нами в соответствующих главах пособия. Связи химии с историей рассматривались выше.

В заключение укажем, что оригинальное сочетание различных подходов к изучению конкретной темы школьного курса химии определяется тремя основными факторами: во-первых, теоретическим содержанием темы и химическим экспериментом, который предусмотрен программой; во-вторых, личностью учителя химии, его направленностью, профессиональными интересами, можно сказать, пристрастиями (например, одни учителя охотно включают в свои уроки элементы занимательности и дидактические игры, а другие считают, что это мешает учащимся, поскольку учёба является серьёзным делом); в-третьих, особенностями познавательной деятельности учащихся, их возможностями и способностями, интересами (одни учащиеся легче воспринимают химический материал, «пропитанный» гуманитарным компонентом, а другие хорошо усваивают математизированный курс).

Выстраивая учебный процесс на уроках химии, важно учитывать все указанные выше факторы и обязательно соблюдать основные требования, которые предъявляются к современному уроку химии: высокий научный уровень, единство образовательных и воспитательных целей, обеспечение развития учащихся, например, через проблемное обучение, использование самостоятельной работы учащихся, разнообразие средств обучения, реализация межпредметных связей, чёткая организация урока, оптимизация учебного процесса, т.е. выбор таких средств, методов и приёмов обучения, такого варианта построения урока, чтобы обеспечить максимально возможную эффективность в достижении поставленных целей [16, 32].

Глава 2. Изучение первоначальных химических понятий

2.1. Общая характеристика темы (методологические подходы к изучению, содержание, теоретические основы формирования понятий)

При разработке учебных программ и учебников современные авторы следуют одному из подходов – эмпирическому или теоретическому. *Эмпирический подход* предполагает движение от конкретного к абстрактному. В этом случае изучение химии традиционно начинают с тем «Вещество», «Смеси», «Физические и химические явления», затем изучают темы «Кислород», «Водород» и т. д. Научное знание выводится постепенно на основе накопления сведений о веществах и явлениях в соответствии с формулой: *восприятие – представление – понятие*. Именно такой подход реализовался до 80-х гг. прошлого столетия в программах курса химии средней школы [158, 162, 189], на основе этого подхода строятся современные программы Г. И. Шелинского [211], С. С. Бердоносова [26], Р. Г. Ивановой [79], Е. Е. Минченкова [128], Л. С. Гузея [51], Н. Е. Кузнецовой [115]. По мнению других авторов [13, 44, 71, 165, 187], обучение необходимо начинать с того, что уже является результатом поиска учёного, т. е. с понятия. Они считают, что изучение химии необходимо осуществлять в рамках *логического* подхода и начинать с рассмотрения строения атома, поскольку «всеобщие законы в науке уже найдены (строение атома известно, периодический закон открыт), не надо изобретать велосипед» [187, с. 17]. В случае движения учебного материала от абстрактного к мыслительно-конкретному материалу, можно существенно сэкономить время, уменьшить нагрузку на каждого школьника и научить его мыслить.

Недостаток первого подхода видят в том, что происходят значительные траты времени на формирование понятий, что приходится со

временем корректировать прежде сформированное понятие. Однако второй подход также имеет недостатки – изучение таких абстрактных понятий, как периодический закон, строение атома посылно лишь учащимся с развитым абстрактным мышлением.

Попытку начать курс химии с изучения строения атомов в своё время предприняли Н. С. Ахметов и Л. М. Кузнецова [14]. Периодическую систему они выводили из строения атома в соответствии с логикой науки. Педагогический эксперимент показал, что такой максималистский подход себя не оправдывает [111]. Для глубокого усвоения этой темы нужны опорные знания, которых восьмиклассник ещё не имеет. По словам Л. М. Кузнецовой, «авторы многих учебников **игнорируют закономерности как общеисторического, так и учебного процесса познания**, а это ведёт к формальному усвоению знаний учащимися (выделено Л. М. Кузнецовой – Г. К.). Не может человек познать мир иным путём, чем таким, к которому его мозг приспособлен самой природой. А этот путь направлен от ощущения к сущности первого порядка, второго порядка и т. д. к глубинной сущности, не данной в ощущениях» [111, с. 11].

Путь к познанию периодичности был многовековым, привёл к постепенному накоплению знаний об элементах и их соединениях и к осознанию необходимости их классификации. Следовательно, и школьники до изучения периодического закона должны усвоить целую систему знаний о неорганических веществах разных классов. Поэтому оптимальной нужно признать ту последовательность изучаемого содержания, которая была найдена эмпирически и представлена в традиционных учебниках Ю. В. Ходакова и др. [189], а затем в учебниках Ф. Г. Фельдмана и Г. Е. Рудзитиса [162].

Большинство авторов современных школьных учебников по химии реализуют *исторический подход*, при котором определение понятия формулируется исходя из логики познания в той последовательности, в какой оно развивалось в представлении людей. Другими словами, курс химии средней школы строится на основе ведущих научных концепций, которые последовательно сменяют друг друга, – атомно-

молекулярной теории (АМТ), закона Авогадро, законов постоянства состава и сохранения массы веществ, периодического закона, периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, теории строения вещества, теории электролитической диссоциации и теории строения органических веществ [144]. В соответствии с этим в курсе химии условно выделяют начальный и основной этапы. Научную основу *начального курса химии* составляют АМТ и законы Авогадро, постоянства состава и сохранения массы веществ. Как правило, они изучаются в первой (вводной) теме курса химии, которая называется «Первоначальные химические понятия» [189,162], «Важнейшие химические понятия» [128], «Первоначальные сведения о составе и строении веществ» [211], «Общие сведения о веществах» и «Химические реакции» [79], «Атомы. Химические элементы. Химические формулы. Уравнения химических реакций» [26]. В учебнике [115] изучению вещества и химических явлений с позиций атомно-молекулярного учения посвящена часть первая, объединяющая шесть глав.

Учитывая, что сущностью науки химии является изучение химических превращений, т.е. реакций, в некоторых учебниках вначале изучаются понятия, связанные с химическими явлениями, а затем вводятся понятия, связанные с веществом [51, 211]. Даже в случае реализации логического подхода в построении начального курса химии, авторы вначале дают общее представление о химическом превращении [44].

На тему, посвящённую изучению первоначальных понятий, обычно отводится от 14 до 30 часов. **Образовательные задачи** темы связаны с формированием представления о веществах, их составе, строении, показом познаваемости состава и строения, их связи со свойствами и применением. Учащимся разъясняют одну из причин многообразия веществ (в частности, способность атомов разных элементов соединяться друг с другом). Здесь же раскрывается сущность химических превращений и их внешние признаки (объяснение идёт на основе АМТ). Учащиеся знакомятся с многообразием химических

реакций и их классификациями. Подчеркивается взаимосвязь явлений в природе, и формируются обобщённые знания о веществах и реакциях, показывается значение этих знаний для понимания мира веществ и практической деятельности людей. Помимо этого учащиеся усваивают такие методы химии, как наблюдение и химический эксперимент, а также начинают изучать химический язык.

Обучение учащихся приёмам мышления (сравнение, классификация, выделение существенного, конкретизация, обобщение) составляет важнейшую *развивающую задачу* данной темы. Необходимо также указать на развитие личностных качеств учащихся (внимательность, настойчивость, аккуратность и др.), а также познавательного интереса к химии.

При изучении данной темы учащиеся начинают устанавливать межпредметные связи химии с другими учебными предметами – физикой, биологией, географией. Учитель сначала показывает возможность и необходимость привлечения знаний из других учебных курсов, а затем побуждает учащихся к самостоятельному поиску этих связей. На базе межпредметных связей формируются мировоззренческие знания, что составляет важнейшую *воспитательную задачу* рассматриваемой темы. Следует только иметь в виду, что ознакомление учащихся с мировоззренческими знаниями проводят на уровне химической формы движения материи, не раскрывая сущность таких понятий, как «сущность», «закон», «причина», «следствие», «противоположность», а используя обыденные представления и знания учащихся.

Л. А. Дубынин в своё время установил пять последовательных взаимосвязанных уровней формирования содержательно-логического мышления учащихся, соответствующих изучению в адаптированном виде важнейших исторических этапов развития химической науки. На *первом уровне* формируются представления о донаучном этапе развития химической практики. На этом этапе впервые Р. Бойлем вводится понятие химического элемента, которое положило начало преодолению средневековой мистификации. *Второй уровень* разви-

тия логического мышления учащихся связан с осмыслением исторической необходимости систематизации веществ, поскольку их было синтезировано уже достаточно большое количество. Теоретическим итогом этого этапа является появление экспериментально обоснованной классификации элементов, простых и сложных веществ. *Третий уровень* развития содержательно-логического мышления учащихся составляет знакомство с естественными классификациями химических элементов и с открытием периодического закона. Основу *четвёртого уровня* составляют несоответствия, возникшие между формулировкой периодического закона Д. И. Менделеева и научными данными того времени. Наконец, на *пятом уровне* формируются представления о квантовой теории строения вещества [21].

Основные принципы, лежащие в основе отбора и построения содержания школьного курса химии, были обоснованы ведущими методистами, начиная с В. Н. Верховского. Особенно обстоятельно методические решения по проблемам содержания рассмотрены С. Г. Шаповаленко [201] и Л. А. Цветковым [143]. При этом основное внимание обращалось на то, что содержание учебника не может быть уменьшенной копией курса химии высшей школы, а должно конструироваться по принципу развития понятий. Приобретаемые из учебника знания должны восприниматься так, что они могут изменяться, развиваться, приобретать новые стороны и бóльшую глубину. Материал в школьном учебнике должен даваться так, чтобы учащиеся постигали закономерности развития познания через решение возникающих противоречий. Тогда выпускники будут готовы воспринимать новые знания в высшей школе не как опровержение того, чему их учили в школе, а как неизбежное дальнейшее углубление в суть явлений. В этом случае вопрос о «переучивании», который нередко поднимают сторонники изучения в школе теоретических представлений, становится неоправданным [77, с. 14].

Следует сказать, что задача совершенствования содержания и структуры химического образования до сих пор не сходит с повестки дня. Результаты её решения отражаются в современных учебниках

химии. В частности, меняется соотношение между системами понятий о веществе и химической реакции в сторону повышения удельного веса знаний о химических процессах. Такой подход осуществлён, например, в учебнике Р. Г. Ивановой [79]. Автор исходит из экспериментального подтверждения того, что в начале изучения химии большой интерес у учащихся вызывает именно изучение свойств веществ, особенно если оно сопровождается проведением химического эксперимента. Интерес падает при рассмотрении таких теоретических вопросов, как валентность и степень окисления, при составлении химических формул и уравнений, особенно если этот материал является самоцелью без видимой для учащихся связи со свойствами веществ. Начинать изучение нового предмета с неинтересного и сложного для учащихся материала нежелательно, так как возникшая вначале апатия может сохраниться в дальнейшем.

Другая проблема, которую надо решать с первых уроков химии, – формирование «химического» мышления учащихся. Его особенность выражается в том, что учащиеся, по словам П. П. Лебедева, должны мыслить двойным рядом образов. Задача обучения состоит в том, чтобы сформировать у учащихся ряды образов, составляющих макромир (вещества и химические реакции) и микромир (электроны, атомы, ионы, молекулы), а также приучить их обнаруживать причинную связь между ними. «При этом очень важно найти золотую середину: не превратить курс в описательный и не «засушить» его преждевременным ознакомлением с абстрактными теоретическими понятиями и химическим языком, как это произошло в некоторых учебниках» [77, с. 15].

Очевидно, что на начальном этапе изучения химии формируются знания, соответствующие первому и второму этапам исторического развития химической науки. Как указывалось нами в первой главе, эти знания составляют подсистему «Первоначальные химические понятия». В этой подсистеме представлены основные содержательные линии, которые включены в государственный стандарт основного и среднего (полного) образования [145, 166], – знания о веществе, о

химической реакции и представления о познании и применении веществ и химических реакций человеком.

Так, *систему знаний о веществе* составляют такие важные понятия, как: атом, масса атома, химический элемент, химический знак элемента, вещество, простое и сложное вещество, молекула, состав молекулы, валентность, молекулярная формула, число Авогадро, моль, молярный объём. Эти понятия позволяют учащимся осмыслить действие законов Авогадро и постоянства состава вещества.

Систему знаний о химической реакции составляют понятия о физических и химических явлениях, реагентах (исходных веществах) и продуктах реакции, условиях и признаках течения реакций, типах химических реакций. Понятия позволяют раскрыть сущность закона сохранения массы веществ в химической реакции.

Все химические понятия, формируемые в рамках темы «Первоначальные химические понятия», можно объединить в следующую систему (рис. 3). В ней выделены блоки знаний, связанные с различными основаниями для классификации веществ, и соответствующие им знания (блоки «обозначения» и «информация»). Одна группа понятий отражает качественную сторону веществ и реакций (атом, молекула, простое и сложное вещество, химическая реакция и др.), а другая группа – количественную сторону (относительная атомная и молекулярная масса, молярная масса, валентность и др.).

Содержание темы рассматривается в соответствии с тематическим планом, который обычно включает в себя следующие пункты: 1. Номер урока (внутри темы и сквозной). 2. Тема урока. 3. Содержание (перечень изучаемых понятий). 4. Химический эксперимент и средства наглядности. 5. Межпредметные связи. 6. Химические задачи. 7. Домашнее задание (включается по желанию учителя).

Последовательность изучения темы может быть выражена следующей схемой: *наука химия → вещество → свойства вещества → чистое вещество и смесь → химическое явление → признаки и условия химической реакции → знания о составе вещества → атомистика → химический язык → неизменность атома → закон сохранения*

массы → *типы химических реакций*. В этой схеме видна логическая связь: химия изучает вещества, а знакомство с любым веществом заключается в выяснении его свойств. Свойства могут быть определены лишь в том случае, если вещество будет взято в чистом виде. Следовательно, надо дать понятие о чистом веществе и смеси.

После того, как учащиеся узнали, что каждое вещество характеризуется определёнными свойствами, можно ознакомить их с особым видом изменений – химическими явлениями. О превращении одних веществ в другие можно судить по исчезновению свойств, имеющихся у исходных веществ, и появлению новых свойств. Далее следует переход к понятию о признаках химических реакций и условиях их возникновения и протекания, а также об экзо- и эндотермических реакциях.

Объяснение сущности химических реакций требует привлечения знаний о составе молекул из атомов. Атомистические представления позволяют рассмотреть ряд новых понятий – элемент, простое вещество, атомная масса и др. Обобщением всех этих сведений является атомно-молекулярное учение. Приобретение знаний об атомно-молекулярном учении даёт основу для ознакомления с химическим языком. Как следствие неизменности атомов – закон сохранения массы вещества. Благодаря введению атомно-молекулярной теории и химического языка появляется возможность более глубоко знакомить учащихся с сущностью и классификацией химических реакций. Эта последовательность изучения содержания, объединяющая знания из двух систем понятий – о веществе и химической реакции – была реализована в прежней программе по химии [158].

Один из примеров логического построения темы «Первоначальные химические понятия» в соответствии с программой [101] показан нами в первой главе, а полное раскрытие темы – в пособии [94]. Здесь же приведём другой тематический план (таблица 1), составленный нами по программе Е. Е. Минченкова, Т. В. Смирновой и Л. А. Цветкова [157, с. 26-42] и реализуемый в учебном процессе с соответствующим учебником [128].

Какова бы ни была последовательность изучения темы, в системе понятий можно выделить следующие блоки содержания: вещества

Таблица 1. План изучения темы «Первоначальные химические понятия»

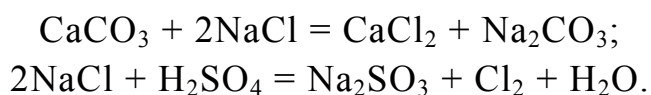
№ п/п	Тема урока	Содержание	Химический эксперимент	Межпредметные связи	Химические задачи
1	Предмет химии. Правила безопасного поведения на уроках химии	Химия как наука. Тела. Вещества.		Физика: тела. Биология: органические вещества	
2	Приёмы обращения с лабораторным оборудованием.		Практ. работа 1		
3	Вещества. Классификация веществ	Молекулярное и немолекулярное строение	Коллекция веществ	Физика: атомы и молекулы	
4	Атомы химических элементов. Химические знаки	Атомы, химический элемент, относительная атомная масса, химический знак		Физика: атомы, масса.	
5	Разделение смесей физическими способами		Практ. работа 2	Физика: диффузия, сила тяжести	
6	Молекулы. Химические формулы	Молекула. Химическая формула, индекс	Модели атомов и молекул	Физика: молекула. Математика: умножение	Определение числа атомов в молекуле
7	Относительная молекулярная масса	Относительная молекулярная масса	Модель сложного вещества	Математика: умножение, сложение	Вычисление относительной молекулярной массы
8	Массовая доля элемента в сложном веществе	Массовая доля элемента	Модель сложного вещества	Математика: умножение, сложение, деление,	Вычисление массовой доли элемента

				проценты	
9	Валентность. Определение валентности по формулам	Валентность элемента	Модели молекул, опорные конспекты	Математика: умножение и деление, наименьшее общее кратное	
10	Составление формул по валентности	Валентность элемента	Опорные конспект	Математика: умножение и деление, наименьшее общее кратное	
11	Количество вещества. Моль. Молярная масса	Количество вещества, моль, молярная масса	Сигнальные карточки. Коллекция веществ	Физика: масса, единицы массы	Вычисление молярной массы
12	Молярный объём газообразных веществ	Молярный объём газов, нормальные условия	Модель молярного объёма газа	Физика: объём, единицы объёма, давление, температура	Вычисления на основе молярного объёма
13	Решение расчётных задач			Математика: сложение, вычитание, умножение, деление	Расчёты по химическим формулам
14	Химические реакции. Признаки и условия протекания химических реакций	Химическая реакция, признаки и условия протекания реакций	Демонстрация реакций, сопровождающихся различными признаками	Физика: теплота, физические свойства веществ, физические явления	
15	Химические явления. Признаки и условия протекания химических реакций	Химическая реакция, признаки и условия протекания реакций	Практ. работа 3	Физика: теплота, физические свойства веществ, физические явления	

				ния	
16	Закон сохранения массы веществ. Химические уравнения	Закон сохранения массы веществ. Химическое уравнение, коэффициент	Демонстрация действия закона сохранения массы веществ	Физика: закон сохранения массы и энергии. Математика: коэффициент	
17	Уравнения химических реакций	Химическое уравнение, коэффициенты			
18	Расчёты по химическим уравнениям	Применение закона сохранения массы веществ для расчётов		Математика: прямая пропорциональная зависимость	Расчёт массы (объёма) вещества по уравнению реакции
19	Атомно-молекулярное учение в химии	Основные положения атомно-молекулярного учения			
20	Упражнения в применении знаний	Закрепление и совершенствование знаний и умений			
21	Важнейшие химические понятия	Обобщение и систематизация изученного материала			
22	Анализ контрольной работы				

молекулярные и немолекулярные (основные понятия – атом, молекула); химические элементы (химический знак, относительная атомная масса, валентность); чистые вещества и смеси; простые и сложные вещества; закон постоянства состава веществ, химические формулы (относительная молекулярная масса, массовая доля элемента в сложном веществе); явления физические и химические; химические реакции, их типы; закон сохранения массы веществ; атомно-молекулярное учение; количество вещества, моль, молярная масса и молярный объём. Помимо этого начинается формирование экспериментальных умений учащихся, связанных с проведением несложного химического эксперимента.

При усвоении первоначальных химических понятий чрезвычайно опасно появление элементов формализма в знаниях учащихся, когда они заучивают определения, формулировки, запоминают химические знаки, формулы и уравнения без глубокого осмысливания химической сущности, когда не пытаются за каждым химическим знаком или формулой увидеть реальное вещество, а за уравнением реакции – химический процесс. Наиболее часто формализм проявляется в том случае, когда недооценивается роль химического эксперимента. Так, Г. И. Шелинский и С. В. Телешов считают, что необходимо переводить в разряд лабораторных опытов и практических занятий и некоторые демонстрационные опыты, чтобы учащиеся не только правильно записывали уравнения реакций, но и правильно объясняли, какими изменениями сопровождаются процессы. Эти же авторы предостерегают учителей химии от превращения науки о веществах в своеобразную «химическую алгебру», когда учащимся предлагают составить уравнения таких реакций, которые никогда не осуществляются при всех мыслимых состояниях [207]. Об этом же говорит и Л. М. Кузнецова [111]. Так, она приводит примеры уравнений реакций, составленные учащимися формально, без учёта реальности их протекания:



К этим уравнениям даётся следующий комментарий: «В каждой записи проступает формализм знаний: ученик стремится не отразить химический процесс с участием реальных веществ, а «грамотно» переставить символы. И это ему удаётся! Все формулы правильны, коэффициенты на месте. Одно не учтено: процесс невозможен» [111, с. 9].

Избежать проявления формализма в знаниях удаётся, применяя эксперимент, постановку вопросов, требующих рассуждений, через проблемное обучение, использование раздаточного материала и других средств, но ведущей в этом плане является деятельность учителя, связанная с формированием у учащихся химических понятий.

Становление теории формирования понятий в школьном курсе химии связано с именем В. Н. Верховского. Существенный вклад в разработку основ формирования понятий внес также С. Г. Шаповаленко. Методика формирования понятия развивалась и совершенствовалась на протяжении всего периода развития отечественной школы благодаря трудам многих отечественных методистов-химиков – В. П. Гаркунова, Н. Е. Кузнецовой, Е. Е. Минченкова Г. М. Чернобельской, И. Н. Черткова, Ю. В. Ходакова, Г. И. Шелинского, Л. А. Цветкова и др.

Определены **принципы** формирования понятий – отбор типичных объектов и явлений для изучения; изоляция понятия при его первичном образовании и рассмотрении; взаимодействие с другими понятиями; обеспечение единства чувственного и рационального, индукции и дедукции, качественного и количественного описания понятий; обеспечение взаимосвязи единичного и общего и развития понятий; реализация деятельностного подхода с целью усиления «работоспособности» понятия [201].

Известны **условия** формирования понятий, в частности: введение новых понятий при наличии опорных знаний для их восприятия; вычленение существенных признаков и определение последовательности раскрытия структуры понятий; подкрепление понятия фактами с целью исключения догматизма в преподавании; использование принципа историзма и проблемного подхода; применение различных средств наглядности и осуществление межпредметных связей химии [199].

Самый простой и в то же время неточный приём формирования понятия – его **определение через известные примеры** [126]. Такие определения используют в тех случаях, когда невозможно дать более строгое определение. Например, при первоначальном знакомстве учащихся VIII класса с понятием *вещество* строгое научное определение дать невозможно в силу того, что данное понятие, как понятия о времени, пространстве, энергии и материи, для них являются ещё достаточно сложными. Значение указанных слов становится понятным, когда мы используем их в определённом контексте и при уста

новлении их связи с другими важнейшими понятиями химии. Так, в одном из учебников химии записано: «Веществ такое множество, они столь разнообразны, что довольно трудно дать точное определение термина «вещество». Можно сказать, что *вещество – это всё, что имеет определённую массу*» (курсив автора. – Г. К.) [26, с. 5]. Справедливости ради надо сказать, что в других учебниках определение данного понятия вообще отсутствует, а имеется только указание на то, что все окружающие нас предметы состоят из разнообразных веществ [79, 128, 211].

На уроке химии обычно приводят конкретные примеры, раскрывающие существенные черты этого понятия. Опираются на знание учащихся о том, что все окружающие нас предметы, или *тела*, состоят из веществ. Следовательно, *вещество* – это то, из чего состоят все тела [44, 51]. Уместно пояснить учащимся, что вещество – это материальное образование, состоящее из определённых частиц, имеющих собственную массу, или массу покоя. Тело – это материальное образование из вещества (веществ), имеющее геометрические размеры, занимающее ограниченную область пространства вместе с её границами. Другими словами, тело характеризуется массой, объёмом и формой. Вещество, в отличие от тела, не имеет объёма и формы.

Учащиеся рассматривают разные тела: одни состоят из одного и того же вещества, но имеют разную форму и назначение (например, стеклянная посуда – химическая и бытовая); другие тела имеют одинаковую форму и одно назначение, но изготовлены из разных веществ, например, стаканы из стекла, фарфора, пластмассы. Закрепление материала проводится при выполнении заданий на различение понятий *вещество* и *тело*, например:

1. Выпишите из следующего перечня отдельно названия тел и веществ: ложка, железо, вода, льдина, сахар, стакан и т.п.
2. Объясните, чем вещество сахар отличается от кусочка сахара-рафинада.

В дальнейшем понятие о веществе постоянно совершенствуется, углубляется и расширяется, в первую очередь вследствие введения понятия о химическом элементе.

Другой приём определения понятий – **через указание на происхождение, способ создания предмета** [126]. Такие определения называют *генетическими*. Многим химическим понятиям можно дать генетические определения. Среди первоначальных химических поня-

тий таковыми являются понятия *молекула*, *смесь*, *простое вещество*, *сложное вещество*. Так, можно сказать, что молекула – это мельчайшая частица вещества, образующаяся в результате соединения атомов; смесь – система, образованная в результате смешения двух или нескольких веществ; простое вещество – вещество, состоящее из одинаковых атомов; сложное вещество – вещество, в состав которого входят разные атомы.

Генетические определения очень полезны, так как учащиеся не только понимают происхождение, но и видят связи определяемого объекта с другими объектами. Этот приём определения понятий является более точным, но чаще используется как временный, поскольку при выявлении более существенных сторон объекта определение понятия вновь может быть усовершенствовано.

Если для определяемого понятия отыскивается ближайшее родовое понятие, а затем раскрываются отличительные признаки, имеющиеся только у данного вида предметов и отсутствующие у других предметов, входящих в этот ближайший род, то мы имеем дело с **определением понятия через ближайший род и видовые отличия**. Такие определения понятий являются наиболее строгими в курсе химии. Так, определение оксидов, кислот, оснований и солей обычно дают, исходя из ближайшего родового понятия – *сложные вещества*. Например, кислоты – сложные вещества, в состав которых входят атомы *водорода*, способные *замещаться на атомы металла*, и *кислотные остатки* (подчёркнуто ближайшее родовое понятие, выделены курсивом отличительные признаки кислот от соединений других классов). Аналогично определяются и другие классы веществ. В дальнейшем после изучения теории электролитической диссоциации в определении понятий *кислота* и *основание* фигурируют сведения о частицах, образующихся при их диссоциации в воде. Так, кислоту определяют уже как *сложное вещество* (родовое понятие), диссоциирующее с образованием *ионов водорода* (отличительный признак).

Как показывают исследования психологов и педагогов, развитие учащихся и, следовательно, повышение качества знаний идёт более успешно, если работа по формированию умений учащихся определять и объяснять понятия начинается с первых уроков. Нужно как можно чаще приводить учащимся примеры определений понятий через род и видовые отличия, объясняя их структуру, предлагать самостоятельно составлять определение тех или иных понятий, анализи-

ровать определения, данные в учебниках, находить новые определения в других источниках. Полезно, вносить определения понятий в химический справочник (словарь), который учащиеся оформляют в своих тетрадях. Наиболее целесообразна табличная форма записей в этом справочнике:

Понятие	Определение	Примеры	Где найти?

В последнем столбце таблицы указывает номер параграфа (страница) учебника, в котором можно найти необходимое определение понятия или разъяснение к нему.

Иногда нет возможности или необходимости определить понятие через род и видовые отличия. В этом случае используют **указание**. Так, при изучении знаков (символов) химических элементов не нужно определять это понятие. Достаточно лишь показать учащимся символы различных химических элементов, чтобы они поняли, что называют химическим знаком. Также поступают при ознакомлении учащихся с оборудованием химического кабинета, с такими понятиями, как агрегатное состояние вещества, блеск, цвет и др.

Объяснение можно использовать при введении таких понятий, как *индикаторы, инертные газы, изотопы*, а также при описании свойств веществ, не являющихся специальными объектами изучения (например, сахар, керосин, парафин – в первой теме VIII класса).

В некоторых случаях изучаемый незнакомый объект можно представить и понять, сравнив его со знакомым объектом. Например, **сравнение** применяют при изучении типов химических реакций.

В работе по формированию умения учащихся определять и объяснять понятия очень важное место занимает обучение умению выделять существенные и несущественные признаки изучаемых объектов. Учитель должен заранее подобрать для сравнения различные предметы и, последовательно сопоставляя с ними изучаемый объект, показать учащимся такие его свойства, которые они раньше не замечали.

После формирования понятий и их определения при *объяснении нового материала* следует *закрепление* в практических действиях (как в процессе объяснения следующего нового материала, так и при проведении химического эксперимента, при выполнении упражнений). Учащиеся выполняют словарно-логические упражнения: а) составление предложений с использованием терминов; б) выявление

ошибочных высказываний или ошибок в высказываниях, повторяют понятия и их определения в дидактических играх.

М. А. Ахметов и О. Ф. Денисова, проанализировав множество определений разных понятий, указывают, что «определение вновь вводимого понятия должно опираться на ранее известные понятия, т.е. должно быть доступно пониманию учащегося. Кроме того, желательно, чтобы ключевое слово следовало в начале определения, в этом случае оно оставит в сознании учащегося более глубокий след» [13, с. 31]. Рассуждая подобным образом, они в частности получили определение химии как науки о превращениях, строении и свойствах вещества (на первом месте стоит ключевое понятие *превращение*). Сравните: «Химия – это наука о веществах, их составе, строении и свойствах» [128, с. 5], «Химия – одна из наук о природе. Она изучает вещества, превращения одних веществ в другие и условия, при которых они происходят» [79, с. 3], «Химия – область естествознания, в которой рассматриваются свойства веществ и процессы превращения одних веществ в другие» [26, с. 10], «химия – это наука о веществах и их свойствах, превращениях веществ и способах управления этими превращениями» [115, с. 3]. В другом учебнике также читаем: «Химия изучает строение и свойства веществ, их превращения (химические реакции), а также способы управления этими превращениями» [211, с. 14], хотя вначале изучаются физические и химические явления, а потом только свойства веществ.

2.2. Методика формирования первоначальных химических понятий

Успешное усвоение учащимися первоначальных химических понятий зависит от ряда *условий*, которые создаёт учитель, применяя разные приёмы и методы обучения:

1) опора на знания, полученные учащимися из курсов естествознания, физики, биологии, а также из жизни (интегрированный подход);

2) сочетание индукции и дедукции при рассмотрении теоретического содержания (методологический подход);

3) широкое применение раздаточного материала и лабораторных опытов, которые позволяют учащимся видеть вещества и работать с ними («вещественный» подход);

4) применение активных методов обучения, развивающих мыслительную деятельность учащихся, в частности, проблемного метода, а также системы дифференцированных упражнений, обеспечение возможности самостоятельного получения учащимися знаний (деятельностный подход);

5) обеспечение связи изучаемого материала с жизнью и практической деятельностью людей (использование материала политехнического характера);

6) освещение отдельных этапов исторического пути химической науки, перспектив её дальнейшего развития, значения химии для развития общества как неотъемлемого компонента культуры (исторический и культурологический подходы);

7) раскрытие двойственной природы химических элементов и их соединений для живой и неживой природы (экологический и валеологический подходы);

8) создание психологически комфортной обстановки на уроке, позволяющей осуществлять воспитание и развитие учащихся (реализация технологического подхода, в том числе – игровых, алгоритмических, информационных технологий обучения);

9) систематический контроль и коррекция знаний и умений учащихся.

Остановимся теперь на деятельности учителя и учащихся, направленной на усвоение основного химического содержания данной темы.

Первый урок химии для учителя, особенно начинающего, наиболее важен и ответственен. Этот урок многие учащиеся ожидают с наибольшим нетерпением и интересом.

Перед началом учебных занятий, принимая впервые восьмые классы, учителю следует внимательно по спискам ознакомиться с составом каждого класса, из беседы с классными руководителями и другими учителями узнать о сильных и слабых учениках, выявить их интересы и склонности и в соответствии с полученными характери-

стиками наметить план размещения учащихся в химическом кабинете. Необходимо также учесть при этом рост, зрение и слух учащихся.

Обычно ставят следующие *цели* первого урока: 1) дать учащимся понятие о химии как науке, изучающей вещества и их превращения, и её роли в жизни человека; 2) организовать класс на изучение предмета в химическом кабинете.

Первый урок – это введение к изучению химии. У разных учителей он проходит по-разному. Например, С. В. Дьякович, работая в своё время в Чистоозёрной средней школе № 1, проводил первый урок химии следующим образом.

По звонку учащиеся входили в свою классную комнату. После приветствия и представления классу учитель сообщал учащимся, что он будет вести у них новый предмет – химию. Это трудный предмет, требующий большого внимания, трудолюбия, усидчивости, но захватывающе интересный. На уроках учащиеся будут получать не только теоретические знания, но и учиться применять их на практике – будут решать химические задачи и делать опыты. В связи с этим все уроки химии будут проходить в специальном помещении – кабинете химии. После такого краткого вступления учащихся организованно переводили в химический кабинет и предлагали занять места пока так, как они сидели в классе. Окончательное размещение с учётом роста, зрения и слуха проводили во внеурочное время.

В своей личной практике начало первого урока проводим иначе. Учащиеся занимают места в кабинете химии в соответствии с пожеланиями классного руководителя. На небольших листочках бумаги они записывают данные о себе (фамилия, имя, класс, номер ряда и стола). Эта информация используется для составления подробной карты размещения учащихся в кабинете. Учащиеся также сообщают о себе дополнительную информацию, например, какие учебные предметы им нравятся – естественнонаучные или гуманитарные, любят ли они читать, рисовать, моделировать и т.п.

Затем проводят беседу о химическом кабинете, истории его создания, труде, который был вложен в оборудование кабинета, в том чис-

ле и учащимися других классов, если учитель проводит такую работу.

В кабинете химии должен поддерживаться идеальный порядок и чистота, большое внимание надо уделять эстетической стороне в оформлении кабинета. Всё это производит положительное впечатление на учащихся. Следует обратить их внимание на необходимость соблюдения имеющихся правил (традиций), поддержания чистоты и порядка, бережного отношения к оборудованию и реактивам.

На этом же уроке сообщаются самые общие правила поведения в кабинете, а также некоторые правила техники безопасности. Учащиеся знакомятся с методами и формами работы на уроках химии, с учебниками и учебными пособиями. Подробнее об этом можно прочитать в [94, с. 112] и [61, с. 15].

Вторая часть урока посвящается беседе о предмете химии. Сначала даётся понятие о химии как науке (см. выше), затем рассматривается роль химии в жизни человека, в развитии народного хозяйства. Можно познакомить учащихся с происхождением названия науки «химия». По мнению большинства историков химии, это название произошло от древнегреческого слова «хемейа», что означает «чёрная земля» (так в древности называли Египет); смысл названия – «египетская наука». Действительно, в Древнем Египте были достигнуты значительные успехи в области, которую сегодня мы бы назвали материаловедением, – получение благовоний, косметических мазей, очистка золота плавлением, получение снадобий для бальзамирования умерших и т. д.

В беседе следует опираться на имеющиеся у школьников знания по этому вопросу. Помогают красочные таблицы по применению веществ, коллекции различных материалов, например, полимеров, волокон и тканей. Можно подготовить коллекцию, иллюстрирующую области применения веществ в быту (моющие, косметические, лекарственные и другие средства), в технике (топливо для двигателей внутреннего сгорания, различные масла), в пищевой промышленности (продукты питания – сахар, поваренная соль, уксусная кислота) и

т.д. При этом используются не сами продукты химической промышленности, а упаковки из-под них. Привычные для учащихся канцелярские принадлежности – ручки, карандаши, ластик, клей и пр. – также рассматриваются как изделия, к производству которых «приложила руки» химия. Показывая и называя предметы и вещества, из которых они изготовлены, исподволь вводят понятие *вещество* и показывают его отличие от понятия *тело*.

Некоторые учителя, чтобы заинтересовать учащихся химией, на первом же уроке показывают различные эффектные опыты – вспышки, изменение окраски веществ, взрывы и т.д. Вред такого построения первого урока очевиден: учащиеся начинают смотреть на учителя как на мага и волшебника и ожидать на уроках химии фейерверка занимательных опытов. В этом случае глубокое изучение химии, в которой содержится и сухой, скучный, не всегда занимательный материал, но необходимый для понимания основ науки, подменяется внешней поверхностной занимательностью. Но совсем отказываться от так называемых занимательных опытов не следует. Иногда они помогают лучше запомнить изучаемое явление, а включение в урок исторических сведений, материала культурологического характера и просто занимательных фактов сделает урок привлекательнее. Отраднее, что в некоторых учебниках химии подобная информация имеется. В одном учебнике она содержится в § 2 «Когда и как возникла химическая наука (Из истории возникновения и развития химии)» [115], в другом учебнике – в § 3 «Краткий очерк истории развития химии» (этот учебник к тому же выгодно отличается большим количеством интересных иллюстраций) [44]. Рекомендуемые приёмы знакомства учащихся с историей химии, – рассказ учителя с демонстрацией соответствующих иллюстраций, электронной презентации, подготовка учащимися небольших сообщений, рефератов, проектов.

Серия уроков посвящается формированию понятия о веществе как объекте изучения химии. Учащиеся изучают физические свойства веществ, получают понятия о чистом веществе, смеси и о способах разделения смесей. Такой подход мы встречаем в первых темах

большинства учебников химии для VIII класса [51,79, 128, 211]. В учебнике [115] эти вопросы также обсуждаются, но значительно позже – в специальной главе «Вещества в окружающей нас природе и технике».

Основной метод работы – беседа, основанная на знаниях учащихся о веществе, сформированных в курсе физики. Повторяя и углубляя понятие о веществе, можно использовать предметы лабораторного оборудования: рассматриваются отдельные группы предметов, изготовленные из одного и того же вещества (материала). В этом случае учащиеся исподволь знакомятся с оборудованием, которым они будут пользоваться на уроках химии. Постепенно учащиеся подводятся к новому понятию *свойства вещества*. Главным связывающим вопросом является вопрос: как отличить одно вещество от другого?

Учащимся уже известно, что такое *признак предмета* (всё то, чем предметы сходны друг с другом или чем отличаются друг от друга). В химии признаки вещества называются его *свойствами*. Другими словами, свойства вещества – это признаки, с помощью которых устанавливается сходство и различие между веществами. Свойства веществ проявляются только при определённых условиях. Например, стекло прозрачно и бесцветно в виде листов, но является белым в порошкообразном состоянии. По одному свойству (признаку) часто нельзя отличить одно вещество от другого, поскольку некоторые их признаки могут совпадать. Например, поваренная соль и сахар являются твёрдыми веществами белого цвета, без запаха, хорошо растворимы в воде. Отличить эти вещества можно по вкусу: сахар сладкий, а поваренная соль солёная.

В ходе беседы учащиеся усваивают, что изучить вещество – это значит описать его свойства. Свойства веществ можно установить при помощи органов чувств, табличных данных, прошлого опыта учащихся, а также с помощью специальных приборов, например, термометра, ареометра.

При описании веществ важно разграничивать понятия, связанные со свойствами веществ и процессами (явлениями). Учащиеся должны понять, например, что горючесть – это свойство вещества (например, древесины, угля), а горение – это процесс, в котором участвует вещество; растворимость – это свойство вещества, например, сахара, а растворение – это процесс перевода того же сахара в растворённое (в воде) состояние.

Описание – это важный метод эмпирического познания в химии, поэтому под руководством учителя учащиеся учатся описывать вещества на основании их физических свойств – агрегатного состояния, цвета, запаха, вкуса, твёрдости, электропроводности, теплопроводности, пластичности, растворимости, температуры плавления и кипения и др. Для описания свойств веществ применяются демонстрационные образцы и раздаточный материал. Чаще всего на уроке учащиеся рассматривают и описывают такие вещества, как кристаллическая сера и железо (пластинка или гвоздь, опилки), дистиллированная вода, этиловый спирт. В качестве домашнего задания учащимся предлагают описать питьевую соду, алюминий, уксусную кислоту, крахмал и др. Для того, чтобы учащиеся научились описывать вещества комплексно и умели сравнивать их друг с другом, целесообразно использовать алгоритм описания, а записи делать в табличной форме (см. таблицу 2).

Таблица 2. Описание серы и железа

Свойства (признаки)	Сера	Железо
Агрегатное состояние		
Цвет		
Блеск		
Запах		
Вкус		
Растворимость в воде		
Плотность		
Электропроводность		
Теплопроводность		
Температура плавления		

Выбор серы и железа для описания их свойств неслучаен. В дальнейшем учащимся потребуется знание их свойств при формировании понятий о смесях и чистых веществах. К тому же сера является *неметаллом*, а железо – *металлом*, следовательно, осуществляется пропедевтика этих важнейших понятий химии.

Описывая вещества, учащихся следует научить некоторым правилам обращения с ними. Необходимо показать, как набирать вещества в пробирку, как обнаруживать запах (нюхать), как определить плотность жидкого вещества и др.

Учитель указывает на то, что химия изучает только чистые вещества, так как примесь даже незначительных количеств других веществ изменяет их свойства. Поэтому для изучения любого вещества его нужно прежде очистить от примесей. Так логически переходят к изучению соответствующих понятий. При этом опираются на жизненный опыт учащихся и эксперимент. Классическим является опыт разделения смеси серы и железа [73,75]. Учащиеся получают готовую смесь измельчённой серы и железных опилок и разделяют её сначала магнитом (для этого щепотку смеси помещают между двумя листочками бумаги), а затем с помощью воды (железо тонет, а сера всплывает на поверхность воды). На основании опытов учащиеся приходят к выводу, что в смесях свойства отдельных веществ сохраняются. Заметим, что в ряде учебников к данному опыту имеются инструкции по его проведению [115] или его описание [26, 79, 211].

Более или менее полно рассматриваются другие способы разделения смесей – отстаивание, фильтрование, выпаривание (кристаллизация), перегонка (дистилляция). В некоторых учебниках рассказывается о хроматографии, экстрагировании, возгонке [115], центрифугировании [51]. Изучение этих вопросов невозможно без эксперимента, поэтому логично включение в учебный процесс практических работ, связанных с разделением веществ наиболее доступными для учащихся способами. До проведения этих работ учащиеся должны ознакомиться с оборудованием и лабораторными принадлежностями, а также с некоторыми приёмами работы в химической лаборатории. В свя-

зи с этим на одном из уроков, которые проводятся в данной теме, учащиеся выполняют практическую работу «Приёмы обращения с лабораторным оборудованием».

Рассмотрим методику проведения этого урока. Вначале необходимо обсудить с учащимися общие правила поведения и работы в кабинете химии. Они обязательно имеются в каждом учебнике. В кабинете химии обязательно должен быть уголок по технике безопасности.

На демонстрационном столе учителя и столах учащихся находятся одинаковые комплекты стеклянной и фарфоровой посуды (для демонстрации используется крупномерная посуда), лабораторных принадлежностей, нагревательные приборы (спиртовки или электрические нагреватели), детали лабораторных штативов.

Учитель показывает каждый предмет, называет его, объясняет назначение и правила работы с ним. Одновременно учащиеся находят данные предметы у себя на столе. Новые для учащихся названия и термины желательнее записать на доске или предъявить их на специальных карточках-планшетах, которые крепятся на магнитной доске. Можно сопровождать объяснение красочно оформленными плакатами или слайдами электронной презентации. Такие средства наглядности особенно полезны при объяснении устройства какого-либо прибора, например, спиртовки, или иллюстрации какого-либо приёма, например, нагревания пробирки в пламени спиртовки.

Показывая предметы, учитель демонстрирует приёмы работы с ними. В частности, учащиеся показывают, как правильно набрать из склянки твёрдое вещество или жидкость.

Лабораторный штатив демонстрируют сначала в собранном виде, а затем показывают его детали, объясняя их назначение, а также приёмы сборки. Учащиеся самостоятельно повторяют все действия, собирая штативы на своих столах. Обычно ограничиваются закреплением пробирки в штативе в двух положениях – горизонтальном и вертикальном. Закрепление в штативе чашки для выпаривания уместно по-

казать и отработать на другом практическом занятии, посвящённом очистке загрязнённой поваренной соли.

Рассмотрев устройство спиртовки, учащиеся вслед за учителем отработывают приёмы нагревания пробирки с водой, пользуясь ручным держателем для пробирок. При этом необходимо обсудить с учащимися, в какой части пламени следует держать пробирку.

Обычно по ходу или в конце практической работы учителя предлагают учащимся делать зарисовки посуды и лабораторных принадлежностей. Это, безусловно, важный приём, поскольку в дальнейшем, составляя отчёты по практическим работам, учащимся придётся делать рисунки приборов. Однако очень часто на уроке не хватает времени для выполнения этой работы. Можно предложить учащимся сделать рисунки дома, поскольку они имеются в учебниках.

Как правило, практическая работа по изучению химического оборудования вызывает у учащихся повышенный интерес, так как они работают своими руками. Но на этом уроке учащимся будет интересна и теоретическая работа над химическими понятиями (терминами), которые впервые вводятся в их речь. Так, уместно объяснить происхождение ряда новых слов. Например, слово *лаборатория* происходит от латинского слова *laboratorium*, которое в свою очередь связано со словом *laborare*, что означает *работать*. Следовательно, *лаборант* – это работающий. *Колба*, в переводе с немецкого *Kolben*, означает стеклянный сосуд с круглым или плоским дном, обычно с узким горлом. К фамилии немецкого химика А. В. Г. Кольбе этот термин не имеет никакого отношения (частое заблуждение учителей химии!). Можно предложить учащимся с помощью соответствующих словарей перевести на английский, немецкий или французский языки слова, обозначающие все виды химической посуды и оборудования. Это не только укрепит интерес к химии, но будет способствовать совершенствованию знания иностранного языка [107].

Чаще всего вслед за рассмотренной практической работой проводят очистку загрязнённой поваренной соли. Эта работа позволяет закрепить и усовершенствовать экспериментальные умения учащихся.

Выполняя эту работу, учащиеся растворяют смесь поваренной соли и песка в воде, отстаивают полученный раствор, фильтруют его, используя самостоятельно приготовленный фильтр, и выпаривают чистый раствор до получения кристаллов очищенной соли. В ходе работы учащиеся активно пользуются понятиями *смесь*, *чистое вещество*, *примесь*, *способы очистки вещества* от примесей. Эта работа позволяет также обучить учащихся приёмам описания выполняемых действий и оформления отчёта по проведённому эксперименту.

Данную работу, как и предыдущую, проводят фронтальным методом. Как правило, накануне практической работы учащиеся получают задание ознакомиться с инструкцией по её выполнению. Поэтому на уроке учитель в беседе сначала выясняет, как учащиеся поняли инструкцию, затем показывает каждое действие и предлагает учащимся повторить его на своих рабочих местах.

Очень важно объяснить учащимся, что свои наблюдения и объяснения следует записывать сразу после выполнения какого-либо действия, т. е. составлять отчёт. Наиболее удобной формой отчёта является таблица, в которую включаются, например, следующие колонки: 1. Что делали? (рисунки приборов). 2. Что наблюдали? 3. Объяснение (уравнения реакций).

Обязательными элементами отчёта являются название работы, её цель, перечень оборудования и реактивов, а также запись о прохождении учащимися инструктажа по технике безопасности.

Приведём образец записи отчёта по рассматриваемой работе.

Практическая работа № 2.

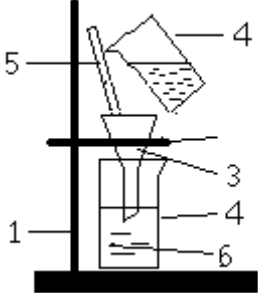
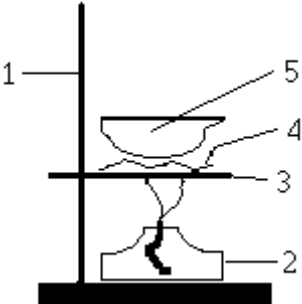
Очистка загрязнённой поваренной соли

Инструктаж по технике безопасности прошёл (роспись ученика).

Цель работы: научиться проводить очистку вещества от примесей, нерастворимых в воде.

Оборудование: химические стаканы, коническая воронка, стеклянная палочка, ложечка для взятия веществ, чашка для выпаривания, лабораторный штатив, фильтр.

Реактивы: дистиллированная вода, смесь поваренной соли с песком.

Что делали?	Что наблюдали	Объяснение
Налили в стакан дистиллированную воду и растворили в ней загрязнённую соль.	Соль растворилась, раствор стал мутным, крупные песчинки опустились на дно стакана.	Соль и песок различаются по растворимости в воде.
Приготовили всё необходимое для фильтрования и профильтровали полученный раствор.	Через фильтр проходит чистый раствор, на фильтре остаются нерастворимые примеси.  1 – штатив 2 – кольцо 3 – воронка с фильтром 4 – стакан с раствором 5 – палочка 6 – стакан с фильтратом	Частицы песка слишком крупные, чтобы пройти через поры фильтра, а вода с растворённой в ней солью проходит. Полученный чистый раствор соли называется фильтратом.
Выпарили в чашке полученный чистый раствор.	Вода испаряется, и на стенках чашки образуются кристаллы чистой соли.  1 – штатив 2 – спиртовка 3 – кольцо 4 – асбестовая прокладка 5 – чашка	Вследствие удаления воды частицы поваренной соли соединяются друг с другом и образуют кристаллы.

Вывод: очистить поваренную соль от песка можно, растворив её в воде, профильтровав и выпарив полученный раствор. Данный способ очистки основан на разной растворимости веществ, входящих в состав смеси.

После внешнего описания веществ (их физических свойств), что составляет эмпирический этап изучения курса химии, переходят ко второму этапу – изучению строения веществ. Отправной точкой может послужить обсуждение вопроса о причинах, лежащих в основе различия признаков, присущих каждому веществу. Поиск причин приводит к необходимости изучения строения веществ, знакомства с мельчайшими частицами – молекулами и атомами, наличием которых можно объяснить известные учащимся явления: расширение тел при нагревании, испарение, растворение, кристаллизацию.

Поскольку эти представления учащиеся получили при изучении курса физики, то можно на них долго не задерживаться. Кстати, Р. Г. Иванова рекомендует не рассматривать отдельно атомно-молекулярное учение с перечнем его положений, мотивируя это тем, что всякий перечень (положений, свойств, способов и т.п.) требует механического запоминания и нерационального расходования времени и сил [77]. Основные положения атомно-молекулярного учения усваиваются по мере раскрытия содержания темы.

Итак, в большинстве учебников химии для VIII класса изучение строения вещества проводится на основе атомно-молекулярной теории. В учебнике Н. Е. Кузнецовой с соавторами даже вводится понятие теории и обсуждается вопрос о соотношении понятий и теорий. Учащиеся узнают, что под теорией «принято понимать такую совокупность научных идей, положений, которая способна объяснять известные научные факты и давать прогноз по применению и дальнейшему развитию научных знаний» [115, с. 19]. И далее называются основные теории, которые внесли свой вклад в развитие химического знания, – флогистонная теория Г. Э. Штала (конец XVII в. – XVIII в.), кислородная теория А. Л. Лавуазье (XVIII в.), атомно-молекулярное учение (XV – XIX вв. – начало XX в.) и современная теория электронного строения (XX век).

Атомы характеризуются как частицы, из которых построены молекулы и кристаллы [128], мельчайшие частицы вещества (как и молекулы) [79]. В некоторых случаях авторы учебников обходятся без оп-

ределения понятий, а указывают на то, что многие вещества состоят из молекул – мельчайших частиц, сохраняющих свойства этих веществ. Молекулы же, имея очень малые размеры, состоят из ещё более мелких частиц – атомов [44, 115, 211]. Интересно, что С. С. Бердоносков указывает на существование лишь атомов, из которых состоят все вещества, отмечая, что при химических превращениях они не уничтожаются и не возникают вновь.

Используя соответствующие рисунки (они имеются во многих учебниках), а также модели, учитель объясняет различие веществ *молекулярного* и *немолекулярного* строения. Обычно называют кислород, водород, азот, воду, углекислый газ, сульфид железа(II), хлорид натрия. Следует по возможности показать эти вещества учащимся.

Затем переходят к понятиям о простых и сложных веществах. Методика формирования этих понятий может быть разной. Например, объясняют учащимся, что существуют вещества, состоящие из одинаковых атомов. Это кислород, водород, азот, железо, медь. Такие вещества называются *простыми*. К *сложным* относятся вещества, состоящие из разных атомов. Это молекулярные вещества (вода, углекислый газ) и немолекулярные вещества (сульфид железа(II), поваренная соль). Таким образом, понятия простого и сложного вещества формируются пока ещё без употребления термина *химический элемент* [128, 141]. Другой подход связан с введением вначале понятия *химический элемент*, и его придерживается большинство современных авторов учебников.

Доказательством того, что молекулы разлагаются на атомы и из этих атомов образуются новые молекулы, служит эксперимент – разложение воды электрическим током. Этот опыт уже стал классическим как по технике проведения, так и по теоретическому объяснению сущности электролиза воды [61, 154]. Обсуждая состав веществ – воды, кислорода и водорода, используют различные модели – плоскостные для магнитной доски (фланелеграфа), объёмные или шаростержневые. В любом случае необходимо соблюдать определённые цветовые обозначения разных химических элементов. Общепринято

атомы кислорода обозначать кружками (шариками) красного цвета, водорода – белого. Укажем также, что атомы азота обозначают кружками (шариками) синего цвета, хлора – зелёного, углерода – чёрного, серы – жёлтого, а металлов – серого цвета. Учащиеся обычно быстро запоминают эти условные обозначения и в дальнейшем легко воспринимают предлагаемые модели, правильно ориентируясь в составе веществ, отражаемых этими моделями.

Методика постановки демонстрационного опыта «Разложение воды электрическим током» рассматривается нами на соответствующем практическом занятии по методике обучения химии, поэтому здесь обратим внимание только на мировоззренческие выводы, которые следуют из эксперимента. Проведённый опыт позволяет утверждать, что, во-первых, атомы при химических реакциях сохраняются; во-вторых, сущность химической реакции заключается в перегруппировке атомов исходных веществ, в результате чего образуются новые вещества.

Рассмотрим методику формирования понятия *химический элемент*.

По мнению Г. И. Шелинского, в некоторых учебниках и методических статьях последних лет слишком упрощённо даётся определение этому понятию. Чаще всего указывается, что химический элемент – это вид атомов или даже «вид ядер атомов». Однако Д. И. Менделеев вкладывал в это понятие другой смысл: «Под именем элементов должно подразумевать те материальные составные части простых и сложных тел, которые придают им известную совокупность физических и химических свойств» [цитируется по 207]. Если придерживаться истины, то под химическим элементом следует понимать вид атомных частиц с одинаковым зарядом ядра; «ещё же лучше указать при обучении, что химический элемент – это вид одноядерных частиц (которыми могут быть атом, элементарный ион любой зарядности, ковалентно связанные частицы, образующие простые и сложные вещества) [207, с. 25]. Понятие «атом» следует использовать только в тех случаях, когда речь идёт о существовании назван

ных частиц в свободном состоянии, т.е. атомы до тех пор остаются атомами, пока они не образуют простых или сложных веществ. Образуя вещества, атомы теряют свою индивидуальность, поэтому Г. И. Шелинский предлагает использовать термин «атомные частицы». Например, характеризуя молекулу водорода, следует говорить, что «молекула водорода состоит из двух атомных частиц водорода, или молекула водорода образована двумя атомами водорода» [207, с. 26]. Г. И. Шелинский сразу же вводит современные представления о строении атома, знакомя учащихся с понятием *протон*, *нейтрон* и *электрон* и рассматривая строение наиболее простых атомов – водорода, гелия, лития. Соответственно, атом определяется как электронейтральная частица, состоящая из одного ядра и электронов, а химический элемент – как вид атомных частиц с одинаковым зарядом ядра [211].

Однако большинство методистов используют более доступное определение химического элемента как определённого вида атомов и подводят к его пониманию так, как это было ранее принято в методике, т.е. на основе опыта разложения воды. Таким образом, и объяснение опыта, и подход к формированию понятия о химическом элементе даются на основе атомно-молекулярных представлений. Напомним, что на этом этапе понятие химического элемента носит эмпирический характер, как это было на первом историческом этапе (от Р. Бойля до А. Лавуазье), когда основными свойствами (признаками) элемента считали его химическую неразложимость, способность входить в состав химически сложных веществ. Однако эмпирический характер понятия «химический элемент» в обучении почти не проявляется в чистом виде, потому что оно приобретает атомно-теоретический характер, поскольку его определяют как вид атомов. Напомним также, что период химической атомистики был следующим историческим этапом в развитии понятия элемента: от Дж. Дальтона до Д. И. Менделеева.

Использование исторических сведений помогает учащимся понять новый материал и усвоить понятие химического элемента. Так, на

уроке по теме «Молекулы и атомы. Химические элементы» объясняется этимология термина «атом» (от гр. *atomos* неделимый). Впервые высказывания о существовании атомов относятся к глубокой древности. Античные философы, начиная с Левкиппа (V в. до н. э.), задумывались над таким вопросом: как долго можно делить пополам какой-нибудь предмет, например камень? Ответов может быть два. Первый: деление пополам можно продолжать как угодно долго, т.е. материя непрерывна и принципиально не меняется в процессе деления. Второй: деление нельзя вести бесконечно, рано или поздно оно приведёт к самой мельчайшей частичке, которую Демокрит назвал атомом, т.е. «неделимым».

Таким образом, первыми атомистами в Древней Греции были Левкипп и его ученик Демокрит (V век до н. э.). Демокрит считал, что атомы разнообразны по величине и по множеству, носятся во вселенной, кружась в вихре и таким образом «...рождается всё сложное: огонь, вода, воздух, земля», что все стихии «суть соединения некоторых атомов» [35, с.119]. Атомистическое учение впоследствии было развито в трудах Платона (V-IV в. до н.э.), Эпикура (IV-III в. до н. э.), обобщено в поэтическом труде Тита Лукреция Кара (99-55 гг. до н. э.) «О природе вещей». Ученикам, желающим узнать больше о представлениях древних ученых о строении вещества, следует рекомендовать обратиться к «Книге для чтения по неорганической химии» [100] и познакомиться с фрагментами из поэмы Лукреция Кара.

Формируя понятие «химический элемент», следует объяснить происхождение слова «элемент»: лат. *elementum* – стихия, первоначальное вещество. Возможно, слово образовано из букв латинского алфавита, следующих друг за другом: *el, em, en*. Если величайший мыслитель древности Аристотель объяснял, что элементом называется первооснова вещи, из которой она слагается и которая по виду неделима на другие виды [79], то уже в конце XVII в. английский физик и химик Р. Бойль ввёл в науку понятие о химическом элементе как составной части вещества [115, 51]. По его мнению, элементом следует считать вещество, которое не имеет составных частей и не может

быть разложено. Таким образом, Р. Бойль положил начало химии как науки. Конкретное содержание определению «элемент», близкое современному, дал в 1787 г. француз Антуан Лоран Лавуазье.

Другой английский учёный Д. Дальтон в начале XIX в. связал понятие о химическом элементе с атомной гипотезой о строении вещества. В качестве постулата, т. е. исходного положения, принимаемого без доказательства, он принял, что химический элемент – это определённый вид атомов. Этим определением фактически пользуемся и мы. Но, как указано в учебнике Л. С. Гузея с соавт., «в отличие от Дальтона мы знаем, что атомы одного и того же химического элемента могут несколько отличаться по массе, их называют изотопами данного элемента» [51, с. 33]. На это же обращают внимание учащиеся и Н. Е. Кузнецова с соавт.: в исследованиях «было установлено, что атомы одного и того же элемента могут незначительно отличаться по массе, такие разновидности называют *изотопами* данного элемента» [115, с. 30]. Как видим, в обоих случаях осуществляется пропедевтика понятия *изотопы*, сущность которого вскрывается позднее после рассмотрения внутреннего строения атомов.

Справедливости ради необходимо рассказать учащимся, что не все учёные сразу приняли атомистические представления о строении вещества. В частности известный французский химик А. С.-К. Девиль писал: «Я не допускаю ни закона Авогадро, ни атома, ни молекулы, ибо я отказываюсь верить в то, что не могу ни видеть, ни наблюдать». Немецкий химик В. Оствальд, лауреат Нобелевской премии, один из основателей физической химии, ещё в начале XX столетия решительно отрицал существование атомов. Он ухитрился написать трёхтомный учебник химии, в котором слово «атом» не упоминается ни разу [118].

Учащиеся обычно интересуются размерами атомов и задают вопрос: можно ли атомы увидеть? Целесообразно сообщить им, что из-за очень малых размеров атомы нельзя увидеть невооружённым глазом. Так, диаметр атомов равен $2 \cdot 10^{-10} - 5 \cdot 10^{-10}$ м, т.е. 0,2 – 0,5 нм. Однако современные приборы, например, так называемый туннель-

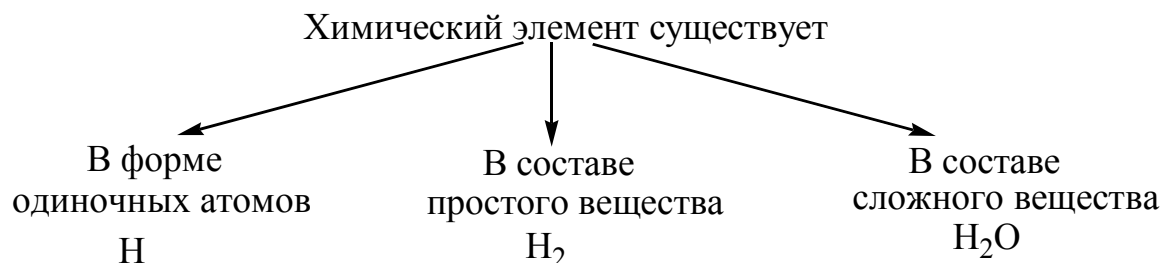
ный микроскоп, позволяют увеличивать изображение в сотни миллионов раз, и, следовательно, увидеть атомы. Так, в учебнике С. С. Бердоносова имеется фотография атомов кремния при большом увеличении [26]. Учащимся трудно осознать размеры атомов, поэтому на помощь приходят сравнения. Например, если простым карандашом, грифель которого состоит из графита, прочертить отрезок прямой линии длиной 3 см, то полученная линия будет содержать 100 млн. атомов в длину и около 1 млн. атомов в ширину [115]. Другой пример: на острие стальной иглы может разместиться несколько миллиардов атомов железа [44].

Понятие химического элемента становится для учащихся средством, способом объяснения состава простых и сложных веществ. Эти понятия углубляются на основе описания и объяснения опыта получения сульфида железа(II) [79, 189]. И в этом случае состав веществ поясняется рисунками и моделями. При этом обсуждается и строение молекул серы и кристаллов железа. Так может быть дан сигнал о том, что есть вещества молекулярного и немолекулярного строения, если об этом не говорили ранее.

Если вначале рассматривались реакции разложения и соединения, то вещества, которые нельзя путём химических реакций разложить на несколько других веществ, называют простыми веществами; вещества, способные вступать в химические реакции разложения, называют сложными веществами. В этом случае понятие химического элемента при определении понятий простых и сложных веществ не используется [211].

Важно, чтобы после введения рассмотренных понятий, учащиеся усвоили, что химический элемент в природе реально существует в виде одиночных атомов и в составе простых и сложных веществ. Например, в космическом пространстве в виде отдельных атомов существует водород, а на высоте приблизительно 80 км над поверхностью Земли удалённые друг от друга атомы натрия образуют так называемый натриевый пояс.

Закрепление полученных знаний можно провести либо в форме заполнения таблицы «Формы существования химических элементов» [115, с. 35], либо в форме следующей схемы:



В схему можно внести условные модели атомов и молекул в виде кружков, записать другие примеры.

Важно также научить учащихся различать понятия *простое вещество* и *химический элемент*, так как часто они имеют одно и то же название. Понимания различия добиваются, выполняя различные упражнения, в которых требуется разграничить эти понятия. Приведём примеры.

Пример 1. Укажите, где о кислороде говорится как о химическом элементе, а где – как о простом веществе:

- кислород мало растворим в воде;
- молекулы воды состоят из атомов водорода и кислорода;
- в воздухе содержится 21 % кислорода (по объёму);
- кислород входит в состав углекислого газа [44, с. 11].

Пример 2. В каком случае речь идёт о химическом элементе, а в каком – о простом веществе:

а) Один ученик утверждал, что в сульфиде железа есть сера, а другой считал, что её там нет. В каком случае оба будут правы?

б) Кислород поддерживает горение. Почему этого нельзя сказать о воде, в которой тоже есть кислород?

в) Почему ржавчина не притягивается магнитом, хотя в её состав входит железо? [141, с. 24].

г) В качестве лечебных средств используются карболен (углерод), сера и иод [94, с. 194].

Правда, число подобных заданий в учебниках химии для VIII класса очень мало. К тому же только в учебнике [115] проводится сравнение понятий химический элемент и простое вещество (см. таблицу 3).

Таблица 3. Сравнение понятий химический элемент и простое вещество

	Химический элемент	Простое вещество
Определение	Вид атомов, обладающих одинаковыми свойствами	Вещество, образованное атомами одного химического элемента
Обозначение	Химический знак	Химическая формула
Характеризуется	Размером, массой атомов	Совокупностью физических и химических свойств

Закрепление классификации веществ на основании их состава также проводится при выполнении различные заданий.

Пример 3. В каких предложениях говорится о простых веществах, а в каких – о сложных: а) молекула азота состоит из двух атомов азота; б) молекула углекислого газа состоит из одного атома углерода и двух атомов кислорода; в) молекула сернистого газа состоит из одного атома серы и двух атомов кислорода; г) молекула водорода состоит из двух атомов водорода; д) кристалл алмаза состоит из атомов углерода? [79, с. 12].

Пример 4. Закончите фразы, вставив вместо точек необходимые по смыслу слова («химический элемент», «простое вещество» или «сложное вещество»):

а) оксид меди – это ..., так как состоит из разных ... – меди и кислорода;

б) при разложении воды электрическим током образуются два ... – водород и кислород;

в) ... сульфид железа содержит два ... – железо и ртуть [94, с. 195].

При формировании понятий о составе и строении веществ необходимо предъявлять учащимся конкретные вещества – простые и сложные, причём не только чистые, но и природные, например, минералы и горные породы. Так, учащиеся ещё до изучения химии знают о свойствах некоторых металлов – железа, меди, золота, серебра. А встречаются ли эти металлы в природе в самородном виде? Оказыва-

ется, бывают. Многие из тяжёлых металлов образуют самородки: золото, платина, серебро. Очень редко можно встретить самородки железа, бывают даже свинцовые самородки. А самородки меди иногда достигают колоссальных размеров. В Северной Америке был найден один из самых больших её самородков в мире массой 420 т. Самородная медь может содержать незначительные примеси серебра, висмута, железа и золота [212]. Нетрудно подобрать соответствующие иллюстрации и предъявить их учащимся, например, в электронной презентации, а также показать учащимся соответствующие минералы и горные породы. Простое вещество сера также встречается в природе в самородном виде, а ещё в виде сероводорода, сульфидов, сульфатов. О лечебных свойствах минеральных источников и грязей, содержащих соединения серы, можно узнать из литературных источников, а на уроке рассмотреть образцы соответствующих минералов.

Обращение к природным соединениям позволит учащимся получить представление о распространении химических элементов в природе и понять многообразие их соединений. Ведь известно более 110 химических элементов, которые образуют миллионы веществ. Полезно обсудить с учащимися диаграммы распространённости химических элементов на Земле (в процентах по массе) [26, 79, 128]. В природе элементы распределены крайне неравномерно. В земной коре всего один элемент – (кислород) – составляет почти её половину. Три элемента – кислород, кремний и алюминий – в сумме дают уже 85 %, а если к ним добавить железо, кальций, натрий, калий, магний и титан, то получится уже 99,5 %. На долю же десятков остальных элементов приходится всего 0,5 % [118, с. 6].

Иначе распределены элементы на Солнце: там больше всего водорода (70 %) и гелия (28 %), а всех остальных элементов – лишь 2 %. Если взять всю видимую Вселенную, то в ней водород преобладает в ещё большей степени.

В организме человека распределение разных элементов более «демократическое»: кислорода – 65 %, углерода – 18 %, водорода – 10 %, азота – 3 %, кальция – 2 %, фосфора – 1 %, калия – 0,3 %, а серы,

натрия, хлора, магния, железа и цинка – 0,7 %. Остальные несколько десятков элементов содержатся в микроскопически малых количествах [там же].

Вызывает интерес учащихся и вопрос о том, откуда же взялись сами элементы? Рамки урока не всегда позволяют полностью осветить этот вопрос. Но можно очень кратко познакомить учащихся с одной из научных гипотез о происхождении химических элементов.

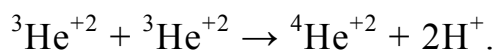
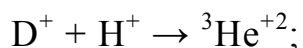
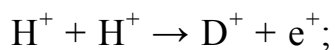
Считается, что вначале вся материя была сосредоточена в одной точке с невероятно большой плотностью (10^{80} г/см³) и высокой температурой (10^{27} К). Примерно 10 млрд. лет назад в результате так называемого Большого взрыва эта сверхплотная и сверхгорячая точка начала быстро расширяться. Физики достаточно хорошо представляют себе, как развивались события спустя 0,01 с после взрыва. Представление же о том, что происходило до этого, развито значительно хуже, так как в существовавшем тогда сгустке не могли выполняться известные физические законы. Вопрос же о том, что было до Большого взрыва, не стоит вообще, поскольку тогда не было самого времени.

После взрыва материя начала стремительно разлетаться и остывать. По некоторым оценкам, через 3 мин после взрыва, когда температура снизилась до 1 млрд. К, начался процесс нуклеосинтеза – соединение протонов и нейтронов в ядра различных элементов. Помимо протонов – ядер водорода – появились и ядра гелия. Из-за слишком высокой температуры эти ядра ещё не могли присоединять электроны и образовывать атомы.

Первичная Вселенная состояла из водорода (примерно 75 %) и гелия с примесью небольшого количества лития. Этот состав не изменялся примерно 500 тыс. лет. Вселенная продолжала расширяться, остывать и становилась всё более разреженной. Когда температура снизилась до 3000 К, электроны начали соединяться с ядрами, образуя устойчивые атомы водорода и гелия.

Бесконечному расширению Вселенной противодействовали силы всемирного тяготения (гравитации). Гравитационное сжатие материи в разных частях разреженной Вселенной сопровождалось повторным

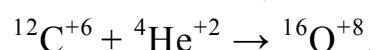
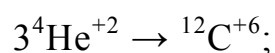
сильным разогревом: наступила стадия массового образования звёзд, которая продолжалась около 100 млн. лет. Если при гравитационном сжатии газа и пыли температура достигала 10 млн. К, то начинался процесс термоядерного синтеза ядер гелия из протонов с участием ядер дейтерия:



Эти реакции сопровождались выделением огромного количества энергии в виде позитронов, нейтрино и гамма-квантов: так появлялась новая звезда. Пока в ней было достаточно ядер водорода, излучение уравнивало её гравитационное сжатие.

Солнце также светит за счёт «сжигания» водорода. Этот процесс идёт очень медленно, так как сближению двух положительно заряженных частиц препятствует сила кулоновского отталкивания.

Когда запас водородного горючего исчерпывается, синтез гелия, а, следовательно, и мощное излучение заканчиваются. Силы гравитации вновь сжимают звезду, температура повышается, и становится возможным слияние ядер гелия с образованием ядер углерода и кислорода:



Эти реакции также сопровождаются выделением энергии (в виде гамма-излучения).

После исчерпания запасов ядер гелия наступает третий этап сжатия звезды силами гравитации. А дальше всё зависит от массы звезды на этом этапе. Если её масса не очень велика (как у Солнца), то температура в такой звезде недостаточна для того, чтобы углерод и кислород вступили в дальнейшие реакции ядерного синтеза. Такая звезда становится так называемым белым карликом.

Более тяжёлые элементы «изготовлены» в звёздах, которые астрономы называют красными гигантами: их масса в несколько раз боль-

ше массы Солнца. В этих звёздах идут реакции синтеза более тяжёлых элементов из углерода и кислорода.

Очевидно, что подобное объяснение уместно после того, как учащиеся изучат строение атомов химических элементов.

С изучения знаков химических элементов (химических знаков) начинается знакомство учащихся с таким компонентом химического языка, как символика. Изучение химического языка – сложная для учащихся познавательная деятельность, поэтому его изучение растягивается по времени. Сначала рассматривают знаки химических элементов. Затем объясняют формулы простых веществ и дают понятие индекса как указателя числа атомов химического элемента в условном составе вещества (на примере кислорода, водорода, серы). Далее переходят к формулам сложных веществ и составлению химических уравнений.

Остановимся вначале на изучении *химических знаков* (символов). В переводе с греческого языка *Symbolon* – это условное обозначение какой-либо величины, принятое той или иной наукой. *Символика* – это система условных знаков, которые обобщенно обозначают объекты, явления, закономерности химии, обзорно раскрывают их существенные признаки, связи, отношения, дают их качественную и количественную характеристику. Отсюда следует, что химический знак – это особый знак, обозначающий один атом химического элемента [79], условное обозначение химического элемента [115].

На уроке по теме «Знаки химических элементов» следует разъяснить историю происхождения химической символики. Не касаясь алхимических обозначений веществ, известных в то время, отмечают, что впервые в 1803 г. графические знаки для обозначения атомов ввел английский химик Д. Дальтон: ○ – кислород, ● – углерод, © – медь и т.д. Но эти знаки не получили распространения, так как уже в 1814 г. шведский ученый Й. Я. Берцелиус предложил удобную и простую систему буквенных обозначений, которая с незначительными изменениями сохранилась до настоящего времени.

Во всех учебниках химии даётся указание на то, что химический знак (символ) представляет собой первую букву или же первую и одну из последующих букв латинского названия элемента. В одних учебниках содержится довольно полная информация по истории химической символики: приводятся сведения об алхимических знаках, символах элементов и соединений Д. Дальтона, о введении химических знаков Й. Я. Берцелиусом [26, 51]. В других приводятся обширные сведения о происхождении названий химических элементов [26, особенно 44], но во всех учебниках обязательно имеются таблицы «Некоторые химические элементы и их химические знаки», включающие сведения о названии, химическом знаке (символе) и произношении знака (символа). Иногда в таблицу включаются значения относительных атомных масс.

Нужно ли обязывать учащихся заучивать химические знаки? По этому вопросу нет единого мнения. Так, С. С. Бердоносков считает, что нет необходимости заставлять учащихся заучивать названия химических элементов, их символы и произношение символов, так как такой подход является данью традиции, сложившейся у нас в XIX в. Подобное было и в других европейских странах, но практически везде уже все химические символы читают как латинские буквы или как буквы родного языка [24]. Но большинство методистов и учителей химии склоняются к тому, что нужно выучить хотя бы 10-15 наиболее важных знаков. По мере изучения химии учащиеся постепенно будут знакомиться с другими элементами.

Работу по заучиванию химических знаков можно сделать интересной и эффективной, если не принуждать учащихся к этому, а создать условия для произвольного запоминания. Известен давний приём работы с карточками, которые учащиеся готовят заранее дома. На одной стороне карточки пишут символ элемента, на другой – русское название и произношение. Во время уроков учитель произносит название элемента или показывает его знак, а учащиеся поднимают карточки, показывая символ элемента, или вслух называют его [141, 211].

В своей практике мы также предлагаем учащимся изготовить карточки размером 10×15 см. На лицевой стороне карточки записывают химический знак (он должен занимать не более половины поля карточки). Под ним в дальнейшем по ходу изучения учащиеся записывают порядковые номера элементов, значения относительных атомных масс, валентность в высших оксидах и водородных соединениях (для неметаллов) и цветной полосой показывают характер элемента (металлы – синим цветом, неметаллы – красным, переходные элементы – красно-синим цветом). Эти карточки затем используют на уроке, посвящённом открытию и изучению периодического закона Д. И. Менделеева (см. главу 4).

Учащиеся должны хорошо усвоить не только обозначение, но и смысл химического знака, т.е. его качественную и количественную характеристику. Они обучаются умениям произносить, записывать, толковать знаки, переходить от знака к названию и обратно. Этому способствуют многочисленные упражнения, задания, химические диктанты, тестовые задания, в том числе игровые. Приведём примеры.

Пример 1. (Диктант). Запишите химические знаки следующих элементов – золота, калия, алюминия, водорода, магния, кислорода; назовите элементы по их химическим знакам – Ca, S, H, N, C, Si.

Пример 2. (Тестовое задание). Какой химический знак из одного столбца соответствует названию химического элемента из другого столбца:

- | | |
|-------------|-------|
| 1. Натрий | А. Au |
| 2. Кремний | Б. Sn |
| 3. Азот | В. Si |
| 4. Золото | Г. P |
| 5. Хлор | Д. Na |
| 6. Фосфор | Е. N |
| 7. Алюминий | Ж. Pb |
| 8. Барий | З. Cl |
| 9. Свинец | И. Al |
| 10. Олово | К. Ba |

Пример 3. (Игровое задание). Расшифруйте следующую фразу, подставляя вместо химических знаков первые буквы их русских названий:

PbPdEuRbVN AtAu DbN BrUKrIn, Am TiNMo Ir WSEu NaArUKIn.
Ответ: «Сперва аз да буки, а там и все науки».

Популярны у учащихся химические кроссворды, ребусы, анаграммы, метаграммы и другие игры, которые часто публикуются в журналах «Химия в школе» и приложении «Химия» к газете «1 сентября» (см. также [31, 86]). Какой-либо простой кроссворд на символы элементов можно показать на экране через проектор, а более сложный предложить разгадать дома.

Традиционным в наших учебниках является объяснение использования в химии относительных атомных масс. Считается, что значения абсолютных атомных масс в граммах (например, масса атома кислорода – 0,00000000000000000000000266 г) неудобно использовать, поэтому, якобы, в химии и физике стали использовать специальную единицу атомной массы. На самом деле такие числа можно записывать в стандартной, более компактной форме ($2,66 \cdot 10^{-23}$ г). Если использовать какое-то специальное обозначение массы, равной 10^{-23} г, то легко и просто в этих единицах массы выразить массы любого атома, значения которых давно известны. При этом масса атома кислорода будет по-прежнему в 16 раз больше массы атома водорода [24]. Использование относительных атомных масс объясняется, по словам С. С. Бердоносова, не более чем двухсотлетней традицией, берущей своё начало в работах Дж. Дальтона.

В настоящее время применяют *относительные атомные массы* – физические величины, показывающие, во сколько раз массы атомов химических элементов больше определённой величины, называемой атомной единицей массы. Показав один раз, как получается численное значение относительной атомной массы элемента, в дальнейшем не надо требовать от учащихся запоминания соответствующего уравнения связи. Гораздо важнее научить их находить значение этой величины в справочных таблицах. Как правило, в учебниках имеются таблицы с округлёнными значениями атомных масс химических элементов. Необходимо также разъяснить, как можно найти эти значе

ния по Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. Здесь также уместно напомнить или рассмотреть впервые понятие *изотопы* (см. выше).

Особое внимание следует уделить обозначению относительной атомной массы элемента – A_r . Начальная буква английского слова *relative* («относительный») должна записываться в нижнем индексе. Если букву r записывать на одном уровне с буквой A , то получится обозначение химического элемента аргона – Ar! Правильное применение всех условных обозначений способствует повышению общей грамотности и культуры учащихся.

Закреплению понятия об относительной атомной массе способствуют различные упражнения, например:

- Во сколько раз масса атома магния больше массы атома углерода?
- Найдите в таблице значений относительных атомных масс три элемента, массы атомов которых больше массы атома кислорода.
- Какой из элементов является более тяжёлым: медь или железо? Какие данные позволяют прийти к данному выводу?

Окончательное усвоение данного понятия происходит при вычислении относительной молекулярной массы веществ, о чём будет сказано ниже.

Вопрос о времени знакомства учащихся с химическими формулами и, следовательно, валентностью, на основе которой составляются химические формулы, разные методисты решают по-разному. Так, Р. Г. Иванова после изучения химических знаков элементов вводит понятие о химической формуле простых веществ. Изучив кислород как простое вещество, она рассматривает оксиды и далее вводит понятие валентность [79]. В учебниках [51, 115, 128, 141] вначале вводится понятие о химических формулах, а затем понятие валентности. В учебнике [44] понятие валентности вообще не рассматривается.

В химии пользуются следующими формулами:

а) *эмпирическими*, передающими только стехиометрические отношения атомов в веществе, например CH_2O ;

б) *молекулярными*, отражающими молекулярную массу вещества, например, $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$;

в) *структурными*, отражающими порядок расположения атомов в молекуле, например $\text{CH}_3\text{CHONCOOH}$ (молочная кислота);

г) *дисплейными* (displayed), передающими проекции атомов и связей в молекуле;

д) *стереохимическими*, передающими расположение атомов в пространстве [23].

Учащиеся постепенно усваивают их смысл, качественное и количественное выражение, правила составления, методы установления. Их обучают умениям – составлять, читать, анализировать и толковать формулы, определять по ним валентность (в дальнейшем и степень окисления), реакционную способность, а также производить расчеты, использовать формулы для обобщения знаний. Очевидно, что в первой теме школьного курса химии используются эмпирические или молекулярные формулы, реже – структурные.

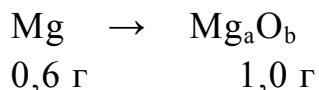
Обычно учащиеся достаточно хорошо понимают, что химическая формула – это запись качественного и количественного состава вещества с помощью химических знаков [128], выражение состава вещества с помощью химических символов [141], она показывает, атомы каких элементов и в каких относительных количествах соединены между собой [51]. Но в некоторых учебниках [79, 115] нет чёткого определения понятию молекулярной формулы: учащимся даётся лишь указание на то, что с помощью химических и других знаков можно выразить состав любого вещества.

Обращаем внимание на важный методический момент. Поначалу понятие *индекса*, который используется при написании формул, не должно «соприкасаться» с понятием *коэффициента*. Коэффициент – принадлежность химического уравнения, и не следует изображать его перед одиночно записанной формулой. Во многих учебниках, к сожалению, создаётся неоправданное затруднение при изучении химического языка: от учащихся сразу требуют понимания значения коэффициента и индекса, в то время как они ещё не успели усвоить химические знаки и смысл химических формул. Возникает путаница в написании коэффициентов и индексов (коэффициент может быть вставлен внутрь формулы) [77, с. 16].

Большинство неорганических веществ имеют немолекулярное строение, поэтому очень важно дать учащимся образец описания состава вещества по его формуле, например: «Формула Fe_3O_4 показывает состав железной окалины. В этом сложном веществе на каждые три атома железа приходится четыре атома кислорода» [77, с. 17]. В приведённом высказывании термин «молекула» не применяется.

При обучении учащихся составлению химических формул важно показать, как их определяют исходя из экспериментальных данных. Например, учащиеся решают задачу: *при горении 0,6 г магния образовалось 1,0 г его оксида. Установите формулу оксида.*

Составляется схема:



Из этой схемы следует, что оксид магния состоит из 0,6 г атомных частиц элемента магния и 0,4 г атомных частиц элемента кислорода. Тогда можно записать следующее соотношение:

$$\begin{aligned} 24a : 16b &= 0,6 : 0,4; \\ a : b &= 0,6/24 : 0,4/16 = 1 : 1. \end{aligned}$$

Следовательно, формула оксида магния MgO [207, с. 31]. Подобные задания можно найти и в других изданиях [15, 112, 217].

Рассмотренный подход формирует у учащихся твёрдое убеждение, что формула вещества отражает реальные взаимодействия между частицами, входящими в его состав. Если при этом объяснение сопровождать реальным экспериментом (опыт «Горение магния в кислороде»), то можно обеспечить более фундаментальное усвоение понятий о составе веществ, а также их свойствах. Так, при изучении химических свойств водорода проводится опыт «Восстановление меди из её оксида водородом». При объяснении опыта можно сообщить: экспериментально было установлено, что из 1 г оксида меди получается 0,8 г восстановленной меди. Понятно, что масса атомных частиц кислорода в составе оксида меди равна 0,2 г. Проведя расчёты, аналогичные приведённым выше, получают формулу CuO. «Практически во всех темах школьного курса можно (и нужно!) неоднократно возвращаться к подобным примерам, закрепляя расчётные навыки учащихся и, прежде всего, формируя у них твёрдое убеждение в том, что химия – наука о реальных веществах, состав которых познаёт человек», – отмечает Г. И. Шелинский [208, с. 19].

После того, как учащиеся поняли, почему состав вещества можно выразить определённой формулой, появляется необходимость познакомиться их с понятием *валентности* элементов и сформировать у них

умения определять валентность по химическим формулам и составлять формулы, зная валентность элементов.

Как отмечает Р. Г. Иванова, по поводу изучения валентности и замены этого понятия другим – степенью окисления – неоднократно возникали дискуссии. «Это тоже методическая проблема: до сих пор не найден способ доступного рассмотрения понятия степени окисления вместо валентности. Все попытки раннего ознакомления со степенью окисления приводят к формализму в знаниях, а затем и к отказу от этого понятия в пользу валентности при изучении периодического закона и органической химии. Без усвоения вопросов об окислении и восстановлении понятие степени окисления не может быть сформировано осознанно» [77, с. 17].

Изучая вопрос о валентности, следует объяснить учащимся, что этот термин образован от лат. *valentia*, что значит «сила». В 1852 г. английский химик Эдуард Франкленд, изучая органические соединения, пришел к заключению, что один атом данного химического элемента может соединяться только с определенным числом атомов других элементов. Это свойство он назвал *атомностью*. Современный же термин «валентность», предложенный в 1868 г. немецким химиком-технологом К. Вихельхаузом, получил распространение лишь в XX веке.

На изучение валентности нужно отвести не менее двух уроков. На первом уроке учащихся следует познакомить с самим понятием *валентность* и показать, как определяют валентность по формуле вещества.

Мы уже отмечали, что при изучении химии учащимся необходимо запоминать некоторые факты, определения, законы. Как известно, запоминание происходит легче на основе возникающих ассоциаций. Совокупность приёмов, имеющих целью облегчить запоминание возможно большего числа сведений, фактов, основанная главным образом на законах ассоциации, называется *мнемоникой*, иначе мнемотехникой (от гр. *mnētonikon* искусство запоминания). Что касается валентности, то её можно представить количеством «рук» для образования связей с другими атомами [193]. Рассматривают примеры водородных соединений неметаллов – водород, хлороводород, воду, аммиак, метан. На шаростержневых моделях молекул этих веществ убеждают учащихся в том, что один атом водорода никогда не присоединяет более одного атома. Именно это свойство атомов присоединять определённое число других атомов и называют валентностью

и выражают её числом, сравнивая с валентностью водорода, принятой за единицу.

От моделей молекул следует перейти к записи структурных формул, в которых чёрточками обозначены валентности атомов. Число чёрточек указывает на валентность атомов в соединении. Учащиеся, как правило, самостоятельно «открывают» способ определения валентности элемента в его водородном соединении. Запоминанию помогают стихотворные правила:

Чтоб валентность элемента в данной формуле узнать,
Надо рядом с элементом водород пересчитать,
Римской цифрою представить
И над символом поставить [177, с. 30].

Аналогично учащиеся знакомятся с определением валентности элемента по кислороду:

Если рядом с элементом кислород
(Двухвалентен он, не то что водород),
Сумму всех его валентностей найди
И на индекс элемента раздели.
Действуй так же в каждом случае ином,
Только помни непременно об одном:
Чтоб успешно все задания выполнять,
Постоянную валентность надо знать! [Там же].

Соответственно необходимо пояснить, что некоторые элементы имеют постоянную валентность. Этому также помогает правило:

Натрий, калий, серебро
С водородом заодно,
С кислородом – магний, ртуть,
Кальций, барий и бериллий
Медь и цинк не позабудь.
Трёхвалентен алюминий [Там же].

После уяснения правила определения валентности атомов элементов по химическим формулам выполняют упражнения на составление формул, например, оксидов, хлоридов и других бинарных соединений. При этом можно использовать приём занимательности.

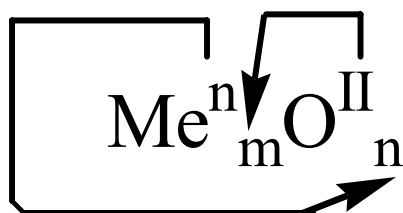
Так, мы предлагаем учащимся прочитать стихотворение известного химика и революционера Николая Морозова:

Семь металлов создал свет
По числу семи планет.
Дал нам Космос на добро
Медь, железо, серебро,
Злато, олово, свинец.
Сын мой! Сера их отец!
И спеши, мой сын, узнать:
Всем им ртуть родная мать.

Объясняя, почему всем элементам сера является «отцом», предлагаем составить формулы её соединений (сульфидов) с указанными элементами. При составлении формул по валентности также можно применить стихотворное правило:

Для чисел валентности
(Дело понятное?)
Найди **На**именьшее **Об**щее **К**ратное;
Затем, чтобы индексы определить,
Его на валентности нужно делить [177, с. 31].

Укажем здесь, что при составлении формул учащиеся активно используют понятие о наименьшем общем кратном (НОК), знакомом из курса математики. Большую помощь оказывают обобщённые формулы, которые служат своеобразными матрицами для написания формул конкретных соединений, например:



Данная формула обобщённо отражает состав оксида металла: Me – химический знак металла; n – валентность металла и индекс кислорода; m – индекс металла (в данном случае $m = II$), что показано стрелками [47].

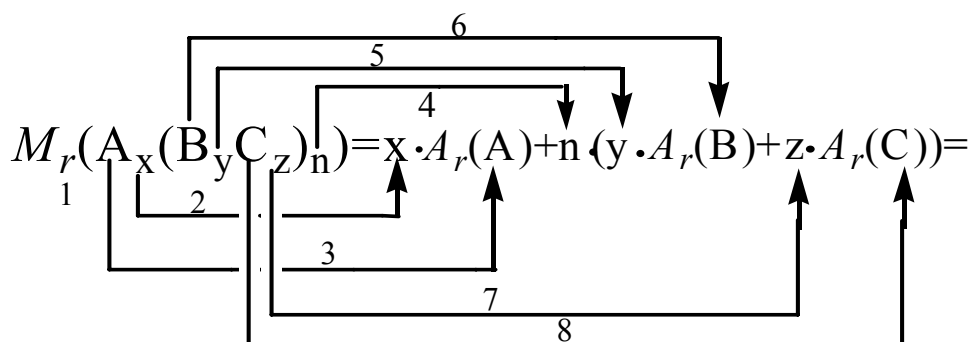
Составляя формулы бинарных соединений, учащиеся начинают постепенно осваивать химическую *номенклатуру*. Учитель объясняет правила называния оксидов, сульфидов, хлоридов. Особое внимание

следует обратить на указание в конце названия переменной валентности элементов.

Умение составлять формулы веществ по валентности закрепляется упражнениями для самостоятельной работы.

Понятие *относительной молекулярной массы* не будет для учащихся трудным, если они хорошо усвоили понятие относительной атомной массы и смысл химических формул. Часто эти понятия изучаются вместе.

На ряде примеров учитель показывает, как рассчитывается относительная молекулярная масса, обращая внимание на грамотную запись всех рассуждений. При этом можно использовать обобщённые формулы и алгоритмы, например:



К этой формуле можно дать следующий алгоритм действий:

1 шаг – запишите обозначение молекулярной массы (M_r), в скобках формулу соединения;

2 шаг – индекс, стоящий внизу справа от первого элемента, запишите в виде коэффициента после знака равенства;

3 шаг – после знака умножения укажите обозначение относительной атомной массы элемента (A_r) и в скобках символ первого элемента; повторяйте шаги 2 и 3 для всех последующих элементов [47].

Изучая относительную молекулярную массу, можно использовать такие приёмы, как этимология слов, элементы занимательности. Само слово «молекула» означает «маленькая масса» (от лат. *moles* масса, с уменьшительным суффиксом *-cula*). А для того, чтобы показать чрезвычайно малую величину молекулы и, следовательно, малую её массу, предлагают сравнение: если бы можно было увеличить молекулу воды в 10 млн. раз, то она стала бы размером всего с горошину. А каким бы стал при таком увеличении человек? Ростом в 16 500 км! Ес-

ли поставить друг на друга 24 человека такого роста, то верхний бы дотянулся до Луны (расстояние от Земли до Луны – 397 тыс. км).

Формируя первоначальные понятия, следует избегать *методологических ошибок*, в результате которых у учащихся не могут сформироваться объективные знания о веществах и химических реакциях. Так, зачастую термин «состав вещества» подменяется термином «формула», а термин «химическая реакция» – термином «уравнение реакции». Например, учитель предлагает учащимся «написать реакцию» (её нельзя написать, а можно только провести; записывают уравнение реакции), «уравнять реакцию» (уравнивают число атомов химических элементов, или, по Г. И. Шелинскому, «атомных частиц»).

Следует избегать таких записей, как соотношения типа $C : O = 1 : 2$, поскольку невозможно углерод поделить на кислород. Также нельзя делить массовую долю элемента на атомную массу, т.е. проценты на атомные единицы массы, что очень часто применяется для определения состава вещества на основе массовых долей элементов. Такое соотношение (см. ниже) является формальным и не может сформировать осознанные действия учащихся:

$$n_1 : n_2 : n_3 = \frac{w(\text{Э}_1)}{A_r(\text{Э}_1)} : \frac{w(\text{Э}_2)}{A_r(\text{Э}_2)} : \frac{w(\text{Э}_3)}{A_r(\text{Э}_3)} .$$

В связи с этим следует привлечь особое внимание к грамотному применению в обучении химии физических величин. Настоятельно рекомендуем обратиться к таким пособиям, как [23, 67, 90, 91, 93, 154], в которых рассматривается методика обучения учащихся решению химических задач.

Первоначальные знания о составе и строении веществ, основанные на представлениях об атомах и молекулах, позволяют сформировать понятие о постоянстве состава сложных веществ. Появляется также возможность установить существенные различия между смесями и химическими соединениями. Эти различия рассматриваются также на атомно-молекулярном уровне. Повторяя вначале материал о смесях и

чистых веществах, отмечают, что смесь состоит из неодинаковых молекул (например, смесь воды и сахара), а любое химическое соединение, если оно чистое, – из одинаковых молекул. Каждая молекула имеет один и тот же состав, одно и то же строение.

Учащимся предъявляются чистые вещества, например, сера и железо и их модели (на магнитной доске). Затем демонстрируют опыт соединения серы с железом с образованием сульфида железа.

Обычно берут серу массой 4 г и железо массой 7 г. Почему для получения сульфида железа не берут, например, железо массой 9 г? В сульфиде железа на один атом железа приходится один атом серы. Значит, в образовании сульфида железа любой массы будет участвовать одинаковое число, например, n атомов железа и n атомов серы. Если известны значения относительных атомных масс этих элементов, то отношение масс железа и серы в сульфиде железа можно вычислить так:

$$56 \cdot n : 32 \cdot n = 7 : 4.$$

Таким образом, если отношение масс железа и серы 7 : 4, то эти вещества прореагируют полностью, потому что в 7 г железа содержится столько же атомов железа, сколько атомов в 4 г серы. Если для реакции взять смесь из 10 г железа и 4 г серы, то сера израсходуется на образование сульфида железа вся, без остатка, а железо – только 7 г. Остальное железо массой 3 г останется неизрасходованным. Вместо чистого сульфида железа получится смесь, состоящая из сульфида железа массой 4 г + 7 г = 11 г и 3 г железа, не вступившего в реакцию. Если эту смесь растолочь в ступке и к порошку поднести магнит, то можно выделить неизрасходованное железо [189, с. 24-25].

И также при получении, например, воды в состав её всегда войдёт 8 массовых частей кислорода и 1 массовая часть водорода. Именно этот пример рассматривается в учебнике [115].

Учащимся рассказывают, что французский химик Ж. Л. Пруст в период с 1799 по 1806 г. исследовал состав ряда химических соединений и установил, что многие вещества, независимо от местонахож-

дения в природе или способа получения в лаборатории, всегда имеют один и тот же состав. В частности он писал, что «природа придала химическому соединению постоянный состав и тем поставила его в совершенно особое положение по сравнению со смесью. От одного полюса земли до другого соединения имеют одинаковый состав и одинаковые свойства. Никакой разницы нет между окисью железа из южного полушария и северного. Малахит из Сибири имеет тот же состав, как и малахит Перу. Во всём мире есть лишь одна киноварь». Это положение было названо *законом постоянства состава*.

Мысль о постоянстве состава весовых отношений элементов в сложных веществах высказывал и М. В. Ломоносов. Однако некоторые учёные думали, что одно и то же вещество в зависимости от способа получения может иметь различный состав. Так возник спор между учёными Л. Бертолле и Ж. Л. Прустом, который длился 8 лет. В конце концов, победила точка зрения Ж. Л. Пруста, которая сыграла в науке XIX в. весьма важную роль, поскольку создала теоретическую основу для выражения состава веществ с помощью химических формул.

Укажем, что изложенный выше материал можно рассматривать и при объяснении различий веществ молекулярного и немолекулярного строения, а также при вводе понятия о химической формуле.

Формирование понятия о *химической реакции* осуществляется параллельно с понятием о веществе. Познание сущности химического явления происходит в сравнении и противопоставлении с физическим явлением, понятие о котором у учащихся имеется ещё из курса физики.

Изучение нового материала обычно начинается с фронтальной беседы по следующим вопросам: что происходит с водой на морозе? При нагревании до 100°C ? Что наблюдается, если кусочек сахара поместить в воду? Что произойдёт с железным гвоздём, если его оставить во влажном месте? И т.д. Поставленные вопросы постепенно подводят учащихся к понятию об изменении вещества. Далее учитель подчёркивает, что в мире, окружающем человека, а также в нём самом постоянно происходят различные изменения. Все ли эти измене-

ния одинаковы по своей сущности? Нельзя ли их как-то расклассифицировать? Что положить в основу классификации?

Чтобы ответить на эти вопросы, учащиеся проделывают лабораторные опыты: а) размягчают в пламени спиртовки стеклянную трубку и изгибают её; б) растворяют в воде сахар; в) нагревают сахар в сухой пробирке до обугливания; г) приливают к кусочку мрамора соляной кислоты. Некоторые опыты демонстрирует учитель: горение магния, пропускание углекислого газа через известковую воду и др.

Результаты опытов обсуждаются и вносятся в сравнительную таблицу:

Название опыта	Что наблюдали?	Образовалось ли новое вещество?	Какое явление произошло – физическое или химическое?

Устанавливается различие между физическими и химическими явлениями с атомно-молекулярной точки зрения: при физических явлениях молекулы сохраняются, а при химических – не сохраняются, а превращаются в молекулы новых веществ. Даются определения сначала физическому явлению, затем химической реакции. Например: «физическое явление не сопровождается образованием новых веществ; оно проявляется в изменении формы тела или агрегатного состояния вещества. Химическое явление (химическая реакция) заключается в превращении веществ, в результате которого образуется одно или несколько новых веществ» [51, с.25]. Или: «химической реакцией называют превращение одних веществ в другие. Вещества, полученные в результате реакции, отличаются от исходных веществ составом, строением, свойствами» [115, с. 73]. Или: «Химические явления (реакции) – это превращения одних веществ в другие в результате перегруппировки атомов. Признак химических реакций – образование новых веществ, отличающихся от исходных цветом, запахом, сопровождающееся поглощением или выделением тепла и света» [79, с. 67]. В последнем определении присутствует указание на признаки химических реакций. Учащимся следует особо разъяснить, что при всякой реакции происходит образование новых веществ, обладающих новыми свойствами. Это объяснение, по Р. Г. Ивановой, является методически важной деталью. Нередко в учебниках приводятся измене-

ния, происходящие при реакциях, в отрыве от свойств самих веществ. Так, говорится, что признаком реакции служат изменение цвета, появление запаха и т.д. Имеет смысл определённо сказать, что признак химической реакции – образование новых веществ (главное), которые отличаются от исходных веществ цветом, запахом, а их превращения сопровождаются поглощением или выделением энергии (тепловой, световой и пр.).

Р. Г. Иванова призывает строить изучение химических реакций по принципу дедукции: от общего, присущего всем химическим реакциям закона сохранения массы веществ к особенному, отличающему группы реакций, и, наконец, к единичным, наиболее важным в теоретическом или практическом отношении реакциям [77, с. 18]. Системообразующей основой в данном случае служит идея генезиса вещества, превращений веществ из простых во всё более сложные. Она позволяет не только логически связать материал двух блоков содержания (о веществе и реакции), но и на основе идеи о генезисе вещества придать сведениям о различных типах химических реакций завершенность, целостность. В связи с этим Р. Г. Иванова включает сведения о химических реакциях в отдельную главу своего учебника [79]. Этот же подход реализуется и в учебнике Н. Е. Кузнецовой с соавт. [115]. В других учебниках [44, 51] понятия, связанные с химическими реакциями, как бы разорваны знаниями о веществе. Имеется также пример учебника, в котором понятия о реакции вводятся в необходимом и достаточном объёме в одном месте вслед за понятиями о веществе [128].

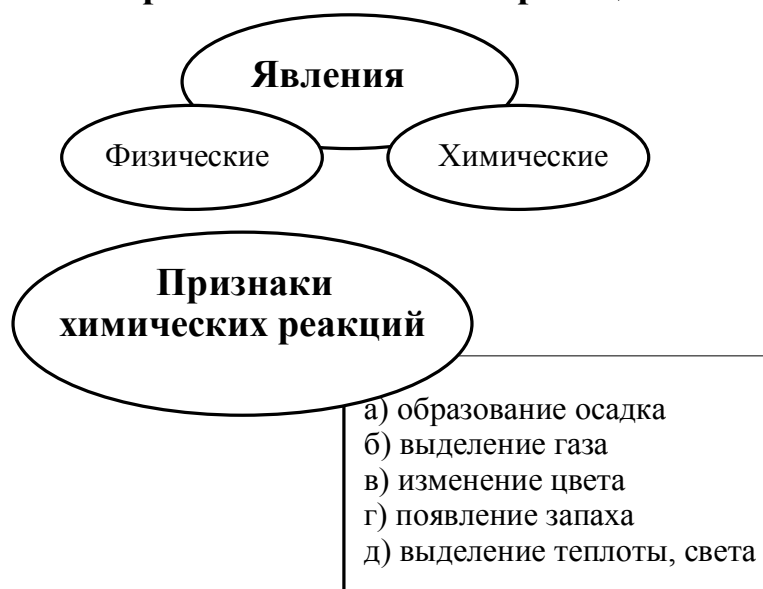
Приведём пример иной методики проведения урока, посвящённого изучению сущности химических реакций. Например, И. Н. Ксенофонтова [110] предлагает свой подход к изучению данной темы. На первом (вводном) уроке она проводит с учащимися так называемый «мозговой штурм», определяя совокупность понятий, связанных с данной темой, объединённых на основе их смысловых логических связей. Основные сведения группируются в пять блоков: 1. Предмет химии. Вещества, их строение. 2. Свойства и классификация веществ. 3. Физические и химические явления. Признаки химических реакций.

4. Химические символы. Химические формулы. Относительные атомные и молекулярные массы. 5. Вычисления по химическим формулам.

Составляется опорный конспект в виде опорных сигналов и суждений по каждому блоку. Конспект записывается на доске и в тетрадях. Пример такого сигнала представлен на рис. 4. На последующих уроках учащиеся знакомятся с типами химических реакций.

В любом случае после знакомства с сущностью химической реакции учащихся обучают составлению уравнений химических реакций.

3. Физические и химические явления. Признаки химических реакций



Суждение. С веществами происходят различные изменения. Эти изменения веществ можно отнести к физическим или химическим явлениям. При физических явлениях новые вещества не образуются, а при химических образуются. Химические явления называют *химическими реакциями*. Образование новых веществ сопровождается внешними признаками.

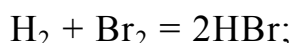
Рис.4. Пример опорного сигнала [по 110]

Следует подчеркнуть, что понятия «взаимодействие» и «реакция (химическая)» являются синонимами, поэтому выражение «реакция взаимодействия» – это тавтология. Нужно писать и говорить либо «реакция», либо «взаимодействие».

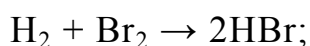
Знакомя учащихся с химическими уравнениями, отмечают, что впервые для написания уравнений реакций символы химических элементов, введенные Й. Я. Берцелиусом, употребил немецкий химик Й. В. Дёберейнер в 1823 г. В России подобная запись уравнений реакций была введена Германом Ивановичем Гессом в 1831 г. в учебнике «Основания чистой химии», выдержавшем семь изданий.

В химии применяют следующие возможные формы записей уравнений химических реакций:

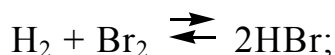
а) запись передаёт стехиометрические соотношения при реакции



б) запись передаёт прямое направление реакции



в) запись отражает то, что реакция протекает в обоих направлениях



г) запись отвечает установлению в системе равновесия



На первом этапе обучения химии мы используем только первую форму записи. Что должны учащиеся усвоить в отношении химических уравнений? Ответ очевиден: значение уравнений в познании химии, их смысл и связь с законом сохранения массы веществ, отражение в них качественной стороны реакций и количественных отношений веществ. Они должны овладеть умениями: составлять, анализировать, толковать уравнения, раскрывать смысл коэффициентов, определять тип реакции, производить расчеты, осуществлять переходы от одних уравнений к другим, обобщать знания о химических реакциях.

Соответственно, вначале нужно изучить *закон сохранения массы веществ при химических реакциях*, а затем ввести понятие химического уравнения.

Тема «Закон сохранения вещества» в любом школьном учебнике рассматривается с позиции истории его открытия и опровержения ложной теории флогистона.

Традицией является утверждение о том, что открытие закона сохранения массы веществ при химических превращениях принадлежит М. В. Ломоносову, тогда как весь мир считает, что это заслуга выдающегося французского химика А. Л. Лавуазье. Именно он в конце XVIII в. доказал этот закон, проведя уникальные по точности измерения. М. В. Ломоносов, несомненно, много сделал для развития науки в первую очередь в России. Уже в первых своих работах 1741-1746 г., размышляя о химических превращениях, он пришёл к выводу о сохранности материи при различных превращениях и хотел сообщить об этом известному тогда всей Европе учёному Л. Эйлеру, даже написал ему вчерне письмо, но письмо это почему-то не отправил. Почти 150 лет этот набросок пролежал в бумагах М. В. Ломоносова. Обнаружили его только в конце XIX в., когда закон сохранения массы веществ при химических реакциях уже был общепризнанным. Как указывает С. С. Бердоносков, «никакого воздействия на развитие химии это неотправленное письмо не оказало» [24, с. 23]. Почему же в наших учебниках химии приоритет открытия данного закона приписывается М. В. Ломоносову? Это традиция, возникшая под влиянием борьбы с «космополитами» и «паулингистами», возникшая в нашей стране в 1948-1952 гг. и преследовавшая своей целью русифицирование истории химии. «Паулингистами» называли учёных, которые использовали в своих работах представления американского химика Л. Полинга (Pauling) о химической связи.

Тем не менее, в воспитательных целях важно показать учащимся, что М. В. Ломоносов стоял на позициях корпускулярной (по современному атомно-молекулярной) теории. Дается разъяснение, что М. В. Ломоносов молекулы называл *корпускулами*, а атомы – *элементами*. (Термин «молекула» появился позднее). В своей работе «Элементы математической химии» (1741) он утверждал, что тела состоят из корпускул (молекул), которые в свою очередь содержат

некоторое число «элементов» (атомов). На основе вполне сложившейся атомно-молекулярной (корпускулярной) теории в своей статье «Рассуждения о твёрдости и жидкости тел» (1760 г.) М. В. Ломоносов дал свою знаменитую формулировку закона:

«Все перемены, в натуре случающиеся такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимется, столько присовокупится к другому, так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте... Сей всеобщий закон простирается и в самые правила движения; ибо тело, движущее своей силою другое, столько же оныя у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает» [120, с.383].

Текст можно зачитать непосредственно из 3-его тома «Полного собрания сочинений» М. В. Ломоносова, что производит особое впечатление на учащихся.

Далее следует рассказать, что в 1789 г. закон сохранения массы веществ был установлен французским химиком А. Л. Лавуазье (1743-1794). Именно опыты Лавуазье окончательно опровергли теорию флогистона. В 1774 г. он провёл серию опытов по прокаливанию металлов в изолированных от воздуха ретортах и подтвердил вывод Ломоносова, сделанный им в 1756 г., что увеличения веса (массы) сосуда с металлом при обжиге не происходит. Более того, Лавуазье доказал, что к металлам при обжигании присоединяется часть воздуха, поддерживающая горение и пригодная для дыхания [21].

На этом же уроке в подтверждение закона сохранения массы веществ обычно демонстрируют опыт по взвешиванию растворов веществ в сосуде Ландольта. При этом необходимо пояснить, что немецкий химик Г. Г. Ландольт (1831-1910) подобные опыты проводил в течение 16 лет, взвешивая с точностью до 0,00003 г, и подтвердил правильность закона, открытого М. В. Ломоносовым.

Очень важно указать учащимся на то, что сохранение массы веществ наблюдается при таких явлениях, когда атомы не разрушаются. Следовательно, закон сохранения массы веществ имеет границы применения – химические превращения. Значение закона заключает-

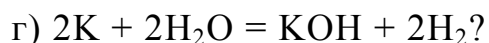
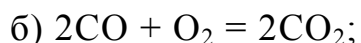
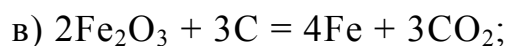
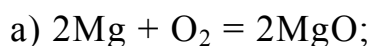
ся в следующем: 1) он подтверждает мысль о том, что вещества не исчезают бесследно и не образуются из ничего (частный случай всеобщего принципа вечности материи); 2) подтверждается вывод о том, что сущность химических явлений заключается в перераспределении атомов исходных веществ и образовании новых соединений; 3) позволяет составлять уравнения реакций и производить расчёты по ним [141].

Последний вывод позволяет перейти к обучению учащихся составлению химических уравнений. Вначале указывают, что масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, образовавшихся в реакции. Это связано с тем, что число атомов каждого химического элемента в результате реакции не изменяется. Значит, это число в левой и правой частях равенства должно быть одинаково. Добиться этого можно с помощью *коэффициентов*. Учащимся из курсов математики и физики известно, что коэффициент – это обычно постоянная или известная величина, являющаяся множителем при другой величине, постоянной или переменной. Само слово *coefficient* (лат.) означает *содействующий*. В связи с этим важно сопоставить смысл индексов и коэффициентов, отметить, что коэффициенты отражают количественные соотношения самих веществ, участвующих в реакции. Очень важно донести до учащихся мысль о том, что при написании химического уравнения следует подбирать лишь коэффициенты, а индексы в формулах менять нельзя, так как нельзя менять произвольно состав вещества. Обычно такого разъяснения бывает достаточно. Необходимо только, чтобы к этому времени учащиеся хорошо усвоили, что такое формулы веществ и научились их составлять.

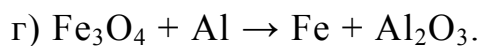
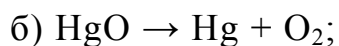
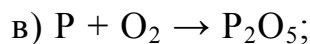
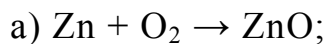
Однако, обучая учащихся составлению химических уравнений, т.е. подбору коэффициентов, не стоит сразу же ставить их перед двумя задачами – составить формулы реагентов и продуктов реакции и уравнивать число атомов каждого элемента. Вначале предлагают подобрать коэффициенты в схемах реакций (или проверить правильность расстановки коэффициентов). Только после того, как большинство учащихся довели свои действия до автоматизма, вводят более

сложные задания, в которых требуется составить сначала формулы одного из продуктов, а затем формулы всех продуктов реакции. В дальнейшем при изучении химических свойств веществ разных классов учащиеся будут самостоятельно составлять также и формулы реагентов. Приведём примеры таких заданий.

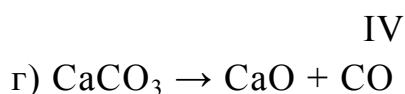
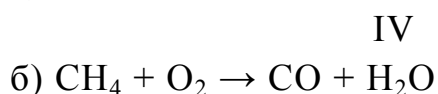
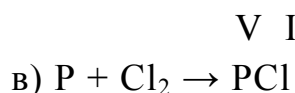
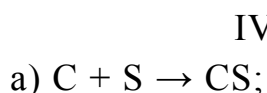
Пример 1. В каких случаях правильно расставлены коэффициенты:



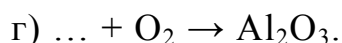
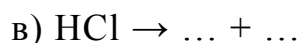
Пример 2. В приведённых ниже схемах реакций поставьте коэффициенты:



Пример 3. Допишите формулы соединений и уравнения реакций:



Пример 4. Допишите уравнения реакций до конца:



При обучении учащихся составлению химических уравнений оправдано использование алгоритма. Алгоритм включают в учебники [44, 51, 128, 115] или выводят его вместе с учащимися и записывают в тетради.

Число реакций, протекающих в окружающем нас мире, огромно. Для того чтобы удержать в памяти многообразие химических реакций, ориентироваться в нём, необходимо использовать определённую классификацию. Учащиеся должны самостоятельно прийти к этому выводу. Им можно помочь, напомнив, что для изучения веществ их также классифицируют, например, на простые и сложные вещества. При изучении живых организмов – растений и животных учёные также используют классификацию.

Учащиеся уже знают, что классификация – это разделение по общим признакам множества объектов на группы. Какие же признаки

можно положить в основу классификации химических реакций? Ко времени изучения типов химических реакций учащиеся уже познакомились со многими из них. Они наблюдали уже разложение воды электрическим током, соединение серы с железом, действие соляной кислоты на мрамор и др. Эти их знания используются при изучении типов химических реакций. Изучение обычно проводится **индуктивным** путём, когда учащиеся вспоминают какую-либо известную им реакцию и отвечают на вопросы учителя: сколько веществ брали для проведения данной реакции? Каков состав этих веществ? Сколько веществ получилось в результате неё? Каков их состав? Какими признаками сопровождалась реакция? При каких условиях она протекала?

После обсуждения этих вопросов следует провести демонстрации и/или организовать лабораторную работу учащихся по проведению химических реакций определённых типов. Обычно учащиеся самостоятельно проводят разложение малахита при нагревании, вытеснение меди железом из хлорида меди(II), взаимодействие щелочи с кислотой. Учитель демонстрирует реакцию соединения, например, горение магния в кислороде. Техника и методика обсуждения этих опытов достаточно хорошо известна и рассматривается на лабораторно-практических занятиях по методике обучения химии [61, 141].

Проводя или наблюдая реакции, анализируя полученные данные, учащиеся должны отделить общие черты от частных, присущих только данному процессу. Другими словами, они должны назвать признаки каждой из реакций, которые позволяют отнести её к определённому типу, – общие черты и особые, присущие лишь ей одной. Так, наблюдая и объясняя разложение малахита, учащиеся отмечают образование нескольких веществ из одного вещества.

Возможен другой (**дедуктивный**) подход к восприятию материала о типах реакций. Он связан с анализом ряда химических уравнений, предложенных учащимся. При этом, как правило, учащиеся легко определяют реакции разложения и соединения. Затруднения могут быть связаны с реакциями замещения и обмена.

Осознанному восприятию знаний о типах химических реакций способствует не только химический эксперимент, но и другие средства наглядности. Например, просмотр фрагментов из кинофильма «Химические реакции неорганических веществ» или из соответствующих электронных пособий, а также моделирование. В любом случае закрепление знаний происходит при выполнении заданий, в кото-

рых от учащихся требуют не только составления химических уравнений, но и определения типов химических реакций.

Химические уравнения используются также при решении расчётных задач. Поскольку методика решения таких задач опирается на знания учащихся о количестве вещества, целесообразно рассмотреть этот вопрос позднее. А здесь отметим, что очень важно приучать учащихся к комплексному применению тех знаний, которые они получали последовательно и отдельно. Достичь этого эффекта можно, осуществляя работу по так называемым интегрированным заданиям.

Как уже отмечалось (см. главу 1), одной из важнейших задач обучения химии в настоящее время становится развитие интеллектуальных способностей учащихся в результате усвоения ими *операций* мышления (сравнение, анализ, синтез, обобщение, конкретизация, систематизация) и *форм* мышления (понятия, суждения, умозаключения). К началу изучения химии учащиеся 8-го класса владеют конкретными интеллектуальными умениями, поэтому на уроках химии работа по их развитию должна продолжаться. При этом необходимо обеспечивать целостность познавательного процесса при соблюдении очередности основных его этапов. Обычно выделяют три уровня (этапа) познавательной деятельности учащихся: первый этап – первоначальное усвоение знаний и способов действий (*репродуктивный уровень*); второй этап – совершенствование знаний и умений (*продуктивный частично поисковый уровень*); третий этап – обобщение и систематизация усвоенных понятий конкретной учебной темы (*продуктивный, или исследовательский уровень*). Третьего уровня достигают обычно те учащиеся, которые способны выполнять наиболее сложные задания, самостоятельно применяя учебные знания и умения.

В первой главе мы указали на применение рабочих карт, которые можно рассматривать, с одной стороны, как ориентировочную основу действий учащихся, с другой стороны, как интегрированное задание.

Приведём пример карты по теме «Основные понятия химии».

Выполните задания для вещества, о котором идёт речь в вашем варианте.

Задание 1. Определите, из атомов каких элементов состоит данное вещество.

Задание 2. Определите валентности атомов элементов в соединении.

Задание 3. Составьте структурную формулу вещества.

Задание 4. Вычислите относительную молекулярную массу вещества.

Задание 5. Вычислите молярную массу вещества.

Задание 6. Вычислите массовые доли элементов в соединении.

Задание 7. Вычислите массу чистого вещества в 100 г технического образца, если массовая доля примесей составляет 5 %.

Задание 8. Пользуясь таблицей относительных атомных масс, вычислите, во сколько раз масса атомов первого элемента в соединении больше массы атомов второго элемента.

Задание 9. Пользуясь справочной литературой, изучите и опишите физические свойства вещества по плану: а) агрегатное состояние; б) цвет; в) запах; г) растворимость в воде; д) температура плавления; е) температура кипения; ж) электрическая проводимость.

Задание 10. Выделите критерии и по ним оцените свои успехи в изучении данной темы [97, с. 41-42].

Данную карту можно применить как в 8-м классе в конце первой темы, так и 11-м классе в начале курса «Общая химия». Варианты для индивидуальной самостоятельной работы включают в себя такие вещества, как оксид железа(III), оксид серы(IV), оксид углерода(IV), оксид титана(IV) и др.

Другой пример использования рабочих карт – при обучении учащихся решению задач – находим в работе Н. В. Крыловой [109].

Опираясь на теорию планомерно-поэтапного формирования умственной деятельности П. Я. Гальперина, автор характеризует учебные карты по решению задач по трём параметрам – содержанию, форме представления и способу получения ориентировочной основы действий (ООД). В частности, по содержанию учебные карты можно разделить на *теоретические* (в них отражены признаки объектов, объединяемых в понятие, и структура объектов), *алгоритмические* (в них указана последовательность операций по выполнению действий) и *смешанные*, в которых отражены признаки понятия и алгоритм действий.

Что касается формы представления ООД, то она должна быть краткой, а способ получения ООД может быть различным – либо схема даётся в готовом виде, либо учащимся предлагается создать её самостоятельно, что предпочтительнее.

Приведём пример учебной карты по решению задач на вывод химической формулы соединения [109, с. 49].

Задача. Определите формулу оксида азота, если известно, что он содержит 36,8 % азота.

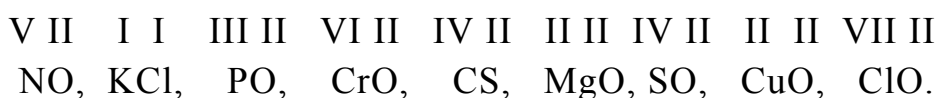
Алгоритм	Действие по выполнению алгоритма
1. Записать кратко условие задачи	N_xO_y $w(N) = 36,8 \%$ $x - ? y - ?$ <i>Внимание!</i> Речь идёт о химическом элементе азоте, а не о веществе, поэтому записываем символ N, а не формулу N_2 .
2. Задать произвольную массу вещества	Пусть $m(N_xO_y) = 100 \text{ г}$
3. Найти массу каждого элемента в заданной массе вещества	$m(N) = w(N) \cdot m(N_xO_y);$ $m(N) = 0,368 \cdot 100 \text{ г} = 36,8 \text{ г};$ $m(O) = m(N_xO_y) - m(N);$ $m(O) = 100 \text{ г} - 36,8 \text{ г} = 63,2 \text{ г};$ или $m(O) = w(O) \cdot m(N_xO_y);$ $w(O) = 1 - 0,368 = 0,632;$ $m(O) = 0,632 \cdot 100 \text{ г} = 63,2 \text{ г}$
4. Найти количество вещества каждого элемента в найденной массе элемента	$n = m / M$ <i>Внимание!</i> Молярная масса химического элемента азота 14 г/моль, а не 28 г/моль. $n(N) = 36,8 \text{ г} / 14 \text{ г/моль} = 2,63 \text{ моль};$ $n(O) = 63,2 \text{ г} / 16 \text{ г/моль} = 3,95 \text{ моль}$
5. Найти отношение количеств веществ элементов и выразить его целыми числами	$n(N) : n(O) = 2,63 \text{ моль} : 3,95 \text{ моль} =$ $= 1 : 1,5 = 2 : 3$
6. Вывести искомую формулу	<i>Внимание!</i> Поскольку индексы в формуле показывают число моль каждого химического элемента в веществе, то полученные целые числа и есть индексы в искомой формуле вещества: $x = 2; y = 3;$ следовательно, формула оксида N_2O_3
7. Записать ответ задачи	Ответ: N_2O_3

Необходимость работы со всем классом не позволяет учителю уделить должное внимание слабоуспевающим ученикам. К ним относят школьников, которые не могут усваивать учебный материал в обычном темпе и объёме. Они, как правило, либо ничего не делают, либо механически переписывают информацию с доски или из тетради одноклассников, особенно при выполнении контрольных работ. Ко-

нечно, каждый учитель пытается определить причины непонимания конкретного ученика. Но для работы на уроке возникает потребность в применении специальных дидактических материалов, которые содержат элементы помощи, обеспечивают успешность работы таких учеников. Такие материалы можно объединять в специальные «Инструктивные папки», использовать печатные издания [47]. Е. А. Алферова предлагает дидактический материал, имеющий вид карточек, в которых записаны не только задания, но и элементы помощи, обеспечивающие успешность самостоятельной работы слабоуспевающих школьников [5]. В помощь учащимся даются системы наводящих вопросов, направляющих ход рассуждений, образцы выполнения аналогичных заданий с краткими комментариями или фрагменты учебной информации, необходимой для выполнения данного задания.

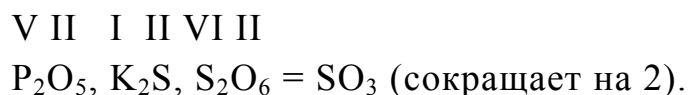
Например, после объяснения приёма составления химических формул по валентности учитель предлагает учащимся самим выполнить аналогичные действия. Один из учащихся выполняет задание у доски, а учитель комментирует и исправляет допускаемые им ошибки и неточности. Затем учащиеся работают самостоятельно. Именно в это время и предлагаются слабоуспевающим ученикам специальные карточки, в которых знаком «•» выделены правила и действия, которые помогут им выполнить задания:

«Карточка № 1. Составьте формулы веществ по валентности атомов:

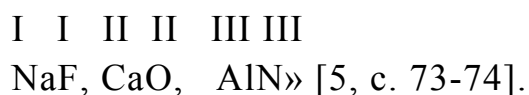


• Напоминаем вам:

1) Индексы в формулах веществ равны валентностям соседних атомов, например:



2) если валентности атомов равны между собой, то индексы не пишут:



Задания, предлагаемые учащимся для самостоятельного выполнения, должны иметь различную направленность – валеологическую, биологическую, экологическую и др., т.е. их содержание должно быть привлекательным для учащихся, чтобы мотивировать на освоение различных приёмов познавательной деятельности.

Предлагая работу с учебной картой по теме «Первоначальные химические понятия», (см. выше), задания можно формулировать следующим образом:

1. Оксид железа(III) используется в пищевой промышленности в качестве жёлтого красителя – вещества, усиливающего и восстанавливающего цвет продукта.

2. Оксид серы(IV) используется в пищевой промышленности в качестве консерванта – вещества, увеличивающего срок хранения продуктов, защищающего их от порчи, вызванной микроорганизмами.

3. Оксид углерода(IV) используется в пищевой промышленности в качестве подкисляющего вещества.

4. Оксид титана(IV) используется в пищевой и фармацевтической промышленности в качестве белого красителя.

5. Диоксид серы используется в пищевой промышленности при производстве сухого картофельного пюре для его обработки против потемнения.

6. Оксид магния используется в пищевой промышленности в качестве вещества, препятствующего слёживанию и комкованию (т. е. снижающего тенденцию частиц пищевого продукта к прилипанию друг к другу).

7. Оксид серы(IV) используется в пищевой промышленности в качестве отбеливающего вещества, предохраняющего разрезанные плоды и овощи от потемнения (применяется при производстве джемов, желе, мармелада, повидла, изготовленных из фруктов и овощей).

8. Оксид кремния добавляют в пряности в качестве вещества, препятствующего их слёживанию и комкованию.

9. Оксид фосфора(V) используется в пищевой промышленности в качестве водопоглощающего агента.

10. Оксид кальция используется в пищевой промышленности в качестве вещества, улучшающего хлебопекарные свойства и цвет муки [97, с. 42].

Как пример использования наглядных материалов при обучении химии можно привести применение иллюстративно-демонстрационного материала о составе продуктов бытовой химии, используемых в быту (идея принадлежит И. М. Титовой [186]. Учащиеся изучают состав различных сортов мыла, шампуней, зубных паст и других средств, рассматривая их упаковки. Можно на лист бумаги под общим заголовком «Химический состав...» наклеить этикетку средства и поместить перечень компонентов, взятый с этикетки [7]. Учащиеся, читая этикетки, находят знакомые вещества в знакомых вещах: подчёркивают названия, выписывают формулы.

Привлекательной для применения в обучении учащихся VIII класса является идея технологичности учебного процесса. В главе 1 мы называли некоторые из наиболее известных технологий. В качестве примера здесь опишем технологию полного усвоения знаний. Она состоит в том, что конструируется и реализуется такой учебный процесс, «который гарантирует достижение поставленных целей всеми учащимися благодаря возможности корректировать его и осуществлять оперативную обратную связь» [194, с. 15]. Для этого в теме необходимо определить цели обучения, сформулированные через результаты обучения: что учащиеся должны знать, понимать, применять и т.д.

Например, после урока «Химическая реакция. Признаки и условия её протекания» учащиеся должны знать определения понятий «химическое явление», «химическая реакция», условия и признаки протекания химических реакций, уметь объяснять конкретные химические явления.

После изложения нового материала, сопровождающегося экспериментом, следует провести диагностический тест, включающий в себя следующие вопросы:

1. Химическими называют явления, при которых новые вещества
 - а) образуются
 - б) не образуются
2. Основные признаки химических явлений – это
 - а) изменение агрегатного состояния веществ
 - б) выделение энергии (тепло, свет)
 - в) изменение окраски реагентов
 - г) появление или исчезновение запаха
3. Утверждение, что химическое явление и химическая реакция – одно и то же
 - а) правильно
 - б) неправильно
4. Понятие «физическая реакция»
 - а) существует
 - б) не существует
5. Для протекания химической реакции наличие двух реагентов
 - а) обязательно
 - б) необязательно
6. С водой происходит химическое явление в случае
 - а) нагревания
 - б) кипения
 - в) замерзания
 - г) испарения

- д) разложения
- е) образования воды из водорода и кислорода при взрыве их смеси [там же, с. 16].

Учащиеся, правильно ответившие на каждый вопрос, поднимают руку, а учитель получает предварительные результаты усвоения знаний. Если ученики усвоили материал, то они получают дополнительные задания на применение знаний в известных ситуациях или оказывают помощь отстающим. Если большинство учащихся не усвоили материал, то его повторяют заново, используя для этого необходимые средства. После такой работы вновь проводится тестирование, при чём в тесте используются задания более высокого уровня сложности, например:

1. Химическому явлению соответствует схема
 - а) $A(г.) \rightarrow A(ж.) \rightarrow A(т.в.)$
 - б) $A \rightarrow C$
2. Сахар участвует в химической реакции в случае
 - а) растворения
 - б) плавления
 - в) горения
3. К химическим явлениям относятся
 - а) дыхание растений и животных
 - б) фотосинтез
 - в) гниение
 - г) изменение окраски листьев
 - д) выделение газа при откупоривании бутылки с минеральной водой
 - е) выделение газа при «гашении» пищевой соды уксусом [194, с. 16].

Завершая рассмотрение методики изучения первоначальных химических понятий, остановимся теперь на формировании комплекса знаний учащихся о такой физической величине, как *количество вещества*.

Обоснование темы может быть проведено следующим образом.

Каждое вещество можно охарактеризовать с *качественной* и *количественной* стороны. К качественной характеристике относятся состав и химические свойства веществ. Количественную сторону составляют масса и количество частиц – атомов, молекул, ионов. Далее следует беседа с учащимися:

– как обозначается масса? (после ответов учащихся следует показать карточку-планшет с обозначением массы – m);

– какие единицы измерения массы вы знаете? (кг, г, т и др.);

– от чего зависит общая масса вещества? Для наглядности можно предложить модель вещества: в химический стакан большой емкости поместить несколько шариков (можно заменить горошинками) и поставить соответственно вопрос о массе всех шариков (горошин).

Необходимо подвести учащихся к ответу: масса вещества зависит от массы отдельных частиц и числа этих частиц.

Если обозначить массу отдельной частицы как m_0 , а число частиц как N , то масса порции вещества будет определяться по уравнению:

$$m = m_0 \cdot N$$

В химии и физике для характеристики веществ используется специальная физическая величина – количество вещества n , которая имеет специальную единицу измерения – моль.

Дается определение *количества вещества*: это независимая физическая величина, определяемая числом частиц – атомов, молекул и др. Количество вещества используется наравне с массой, временем, длиной, силой тока, силой света и термодинамической температурой. Как известно, в Международной системе физических величин, т.е. СИ, указанные величины являются независимыми. Полезно напомнить учащимся обозначения этих величин и единицы их измерения [47].

Единицей измерения количества вещества является **моль** (от греч. Moles, что означает «счетное множество»). Один моль заменяет множество частиц подобно тому, как 1 кг заменяет 1000 г, а 1 сутки – 24 часа. Можно привести много других примеров подобной замены.

Что же такое моль? За 1 моль принято считать $6,02 \cdot 10^{23}$ частиц. Поскольку это количество частиц относится только к одному молю, величину называют постоянной и в честь А. Авогадро (итальянского ученого XIX в.) называют *постоянной Авогадро* (обозначается N_A). Значение постоянной Авогадро определяют экспериментально, используя различные физические и физико-химические методы. Зная её значение и значения относительных атомных масс элементов, рассчитывают значения масс атомов в граммах. Таким образом, выведение постоянной Авогадро из относительной массы атома и массы этого же атома в граммах не правомерно!

Итак, в одном моле любого вещества содержится определенное число частиц. От чего же будет зависеть масса одного моля любого вещества? Учащиеся должны прийти к выводу о том, что масса одного моля будет зависеть от массы каждой частицы. Чтобы облегчить

учащимся решение проблемы, можно показать им порции различных круп, например, риса, пшена, гречки, а также гороха и фасоли, содержащие по 100 зерен. Общее для этих порций то, что они содержат одинаковое число зерен, но масса их будет различна.

Если реальную массу атома или молекулы умножить на постоянную Авогадро, то получим массу одного моля вещества, или *молярную массу*. Это величина производная от массы и количества вещества:

$$M = m / n \quad (\text{г/моль})$$

Оказалось, что молярная масса любого элемента или вещества численно совпадает с относительной атомной или молекулярной массой:

$$\{M\} = A_r \quad \text{и} \quad \{M\} = M_r$$

Следовательно, для того, чтобы определить молярную массу вещества, необходимо подсчитать его относительную молекулярную массу и выразить в г/моль.

Далее демонстрируются образцы веществ, взятые в количестве 1 моль, например, железо (56 г), сера (32 г), углерод (12 г), вода (18 г, или 18 мл) и т.п.

Для закрепления выполняются различные упражнения на применение количества вещества и связанных с ним величин и их единиц. Например:

1. Запишите с помощью условных обозначений следующие данные: 6 г углерода, 2 моль элемента кислорода, 5 моль газа кислорода, массу одного моля газообразного кислорода, молярную массу оксида алюминия, молярную массу меди, 1300 атомов фосфора, $2 \cdot 10^{23}$ молекул сернистого газа.

2. Вычислите молярную массу каждого из следующих веществ – азотной кислоты, оксида магния, хлорида меди(II), гидроксида натрия.

3. В чем сходство и различие следующих записей: а) $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ и $M(\text{H}_2\text{O}) = 18$ г/моль; б) $m = M \cdot n$ и $n = m / M$; в) $m_0(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$ а.е.м.; $M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$ и $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$ г/моль?

Далее решают задачи на вычисление массы вещества по его количеству и количества вещества по его массе, на вычисление количества вещества по числу частиц и обратные им [91, 93, 94]. Учащимся предлагается составить подобные задачи самостоятельно и обменяться ими для решения.

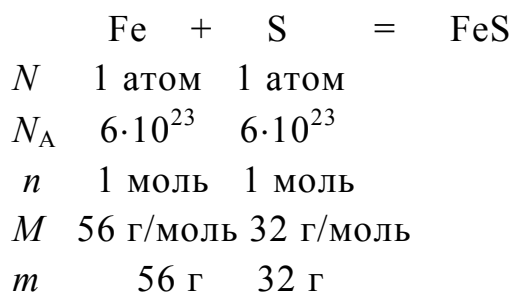
В текстах задач целесообразно давать только названия веществ, предлагая им самостоятельно составлять их формулы. Полезно между

расчетными задачами предлагать задания на составление химических уравнений. Желательно включать в тексты задач валеологические, исторические и другие сведения, способствующие развитию познавательного интереса учащихся к химии, в частности к решению расчётных задач.

Например, надо вычислить массу 3 моль оксида магния. Учащиеся самостоятельно составляют его формулу – MgO , вычисляют молярную массу – 40 г/моль и массу: $m = 3 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 120 \text{ г}$. А затем учитель предлагает написать уравнение реакции получения оксида магния из простых веществ, а также привести уравнения реакций, в которые вступает оксид магния как основной оксид. Соответственно даются сведения о магнии и его соединениях. Так, магний характеризуется как очень лёгкий серебристо-белый металл, имеющий сравнительно невысокую температуру плавления – всего $650^\circ C$. Но в обычных условиях расплавить магний довольно трудно: нагретый на воздухе до $550^\circ C$ он вспыхивает и мгновенно сгорает ослепительно ярким пламенем (это свойство магния широко используется в пиротехнике). Чтобы поджечь этот металл, достаточно поднести к нему зажжённую спичку. Чистый оксид магния (жжёная магнезия) применяется в составе различных препаратов для снижения повышенной кислотности желудочного сока, при изжоге, отравлении кислотами. Оксид магния можно превратить в соль, например, сульфат. Эта соль, называемая сернокислой магнезией, служит надёжным и быстродействующим слабительным. Названия «жжёная магнезия» и «сернокислая магнезия» связаны с названием греческого города Магнезии, в окрестностях которого был найден минерал, при прокаливании которого получался рыхлый белый порошок – точно такой же, какой получался из так называемой эпсомской соли. Эпсомская соль впоследствии получила название белой магнезии, из которой Г. Дэви в 1808 г. и получил магний [33].

Подобные задания позволяют перейти к обсуждению вопроса о практическом значении вычислений, проводимых на основе количества вещества.

Знания о количестве вещества позволяют определять, в каких массовых отношениях надо брать вещества, чтобы в них содержалось нужное количество частиц. Рассмотрим пример:



Осуществляя последовательные переходы от отдельных атомов железа и серы (см. уравнение реакции) к массам веществ, подводим учащихся к выводу: в 56 г железа содержится столько же частиц железа, сколько частиц серы содержится в 32 г серы. Другими словами: на один атом железа приходится один атом серы; на 1 моль железа (т.е. 56 г) – 1 моль серы (т.е. 32 г). Если количество вещества железа будет увеличено в 2 раза (2 моль), соответственно увеличится количество вещества серы (2 моль). Как изменится масса обоих веществ? Масса железа будет равна 112 г, а серы 64 г, но в них будет содержаться соответствующее число частиц. Какое? Учащиеся определяют это число, используя постоянную Авогадро:

$$N(\text{Fe}) = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \cdot 2 \text{ моль} = 12 \cdot 10^{23} .$$

Подобные рассуждения подготавливают учащихся к решению расчётных задач на основе химических уравнений.

Особое внимание следует обратить на формирование понятия о молярном объёме газообразных веществ. На соответствующем уроке в ходе беседы учащиеся вспоминают, что большинство уже известных им веществ – оксиды, соли, основания, некоторые кислоты – являются твёрдыми веществами; среди простых веществ-неметаллов встречаются жидкие и газообразные вещества; оксиды неметаллов также могут быть газообразными. Уточняется, что агрегатное состояние веществ зависит от размеров частиц, силы притяжения между ними, а также промежутков между частицами. Необходимо особо пояснить, что промежутки между частицами, составляющими газы, значительно превосходят размеры самих частиц. Газообразное состояние веществ значительно отличается от твёрдого и жидкого состояния.

Газы подчиняются некоторым общим законам – одинаково сжимаются, обладают одинаковым коэффициентом расширения.

В 1811 г. итальянский ученый А. Авогадро сформулировал ещё один газовый закон: *в равных объемах различных газов при одинаковых условиях содержится одинаковое число частиц.*

Следствие закона Авогадро: *если в равных объемах газов при одинаковых условиях содержится одинаковое число частиц, то массы различных газов, в которых содержится одинаковое число частиц, тоже должны занимать одинаковые объемы.* Экспериментально установлено, что 1 моль газообразного водорода (т.е. $6 \cdot 10^{23}$ молекул H_2) и 1 моль газообразного кислорода (т.е. $6 \cdot 10^{23}$ молекул O_2) занимают примерно одинаковые объемы – 22,4 л.

Подобные экспериментальные данные имеются и по другим газообразным веществам, как простым, так и сложным.

Следовательно, можно сделать вывод: 1 моль газа при определённых условиях имеет объем $\sim 22,4$ л. Этот объем называют *молярным объемом газа* и обозначают V_m . Молярный объем любого газа это объем одного моля данного газа. На основании этого рассуждения выводится определяющее уравнение связи: $V_m = V / n$. Устанавливаются единицы измерения молярного объема – л/моль (в СИ – m^3 /моль).

Одинаковыми для всех газов условиями (их называют *нормальными*, так как они приводят все газы к одной норме) считаются определённые давление (обозначается p_0) и температура (обозначается T_0). Учащимся следует запомнить нормальные условия, при которых молярный объем всех газов примерно одинаков. Можно записать памятку:

Нормальные условия:

$$p_0 = 101,3 \text{ кПа}$$

$$T_0 = 273 \text{ К (или } 0^\circ\text{C)}$$



$$V_m \approx 22,4 \text{ л/моль}$$

При желании и при необходимости сведения о молярном объёме газов можно внести в раздел «Информация» схемы понятий (рис. 3).

Закрепляя знания, учащиеся решают задачи с применением молярного объема газов, например:

1. Вычислите объем 3 моль углекислого газа.
2. Какой объем занимает сероводород количеством вещества 4,5 моль?
3. Какое количество вещества содержится в 448 л метана?

4. Чему равна масса 224 л водорода?
5. Какой объем займет кислород массой 64 г?

Задачи 4 и 5 помогают учащимся связать между собой массу, объем и количество вещества через молярную массу и молярный объем. При решении подобных задач целесообразно использовать различные памятки и инструктивные материалы. Помогают в решении задач так называемые «волшебные» треугольники (рис.5).



Рис. 5. Взаимосвязь физических величин

Каждую сторону такого «волшебного» треугольника делим пополам, середину каждой боковой стороны соединяем с серединой основания. Получаем ромб и два треугольника, в которые вписываем обозначение физических величин.

Для нахождения массы вещества на основе молярной массы и количества вещества используется треугольник 5а, в ромбе которого записано обозначение массы вещества (m), а в треугольниках – молярная масса (M) и количество вещества (n).

Для вычисления объёма газа, зная его молярный объем и количество вещества, можно воспользоваться треугольником 5б, в ромбе которого записано обозначение объёма (V), а в треугольниках – молярного объёма (V_m) и количества вещества (n).

Численное значение нужной физической величины находят по следующему алгоритму:

1. Закрывать обозначение величины, которую необходимо найти.

2. Если известные величины вписаны в треугольники, то их необходимо перемножить.

3. Если известные величины вписаны в ромб и треугольник, то величину, стоящую над разделительной линией, нужно разделить на величину, стоящую под разделительной линией.

Другие «волшебные» треугольники можно найти в пособии [47].

Полезно стимулировать учащихся к устному решению химических задач, что, по мнению Е. А. Шишкина и Л. В. Зотовой, позволяет интенсифицировать процесс обучения и способствует развитию мышления учащихся [214]. Для организации устного решения задач вместо записей на доске можно сделать карточки, на которых разными цветами выделить условие, формулы веществ или уравнения реакций, предварительные действия, необходимые для расчёта. Карточки по ходу решения крепятся на магнитную доску или фланелеграф.

С целью интенсификации процесса обучения учащихся решению расчётных химических задач можно использовать специальную *матрицу заданий* (таблица 4).

Число и названия веществ в таблице можно варьировать, кроме массы, количества вещества и молярного объёма можно вычислять число структурных компонентов вещества. Учащиеся, пользуясь данными этой таблицы, тренируются в выполнении расчётов.

Таблица 4. Матрица для составления задач

Формула вещества	Физические величины			
	Молярная масса	Масса	Количество вещества	Молярный объём
Кислород	?	6,4 г	?	?
Вода	?	?	10 моль	
Оксид кремния	?	120 г	?	

При обучении решению задач можно и нужно привлекать к их составлению самих учащихся. При этом важно побуждать учащихся включать в тексты задач материал прикладного характера, что позво-

лит усилить практическую направленность обучения химии. Так, Д. С. Ермаков, Е. А. Жарикова и О. Ф. Ленина называют такие дидактические возможности задач с практическим содержанием, как: демонстрация роли практических знаний о веществах и их свойствах в строительстве, живописи и других ремёслах; ознакомление с веществами и материалами, используемыми в быту (лекарства, средства бытовой химии и др.); раскрытие химической сущности процессов приготовления пищи, стирки, действия лекарственных средств и пр.; реализация межпредметных связей, в первую очередь, с биологией, экологией, физикой; знакомство со способами получения различных веществ и охраной окружающей среды, а также с нормами использования веществ и материалов, правилами поведения в отношении опасных, токсичных веществ и т. д. [65]. Они приводят тексты задач с практическим содержанием по разным темам курса химии 8-9 класса – на вычисление количества вещества, определение состава смесей, массовой доли вещества в растворе и др. Например:

1. Для уничтожения микробов и бактерий можно использовать диоксид серы, его также применяют в качестве консервирующего средства при сушке чернослива и других фруктов. Вычислите, какой объём займут 1,5 моль диоксида серы (н.у.).

2. Косметическая пудра – великолепный адсорбент влаги, её водопоглощающая способность обеспечивается входящими в состав рисовым крахмалом, стеаратом цинка, оксидами цинка и титана. Определите массу оксида цинка, который необходимо взять для получения 1 кг пудры, если массовая доля его составляет 0,01 % [65, с. 29-30].

Помимо расчётных химических задач уже в первой теме можно предлагать учащимся экспериментальные задачи, которые позволяют расширить объём ученического химического эксперимента и способствуют формированию не только интеллектуальных, но и практических умений учащихся. Понятие об экспериментальных задачах, их классификация, формы и способы решения, а также методика обучения учащихся решению экспериментальных задач определённых типов раскрывается в нашем пособии [94]. Там же можно найти полную систему расчётных химических задач, а рекомендации по обучению – в пособиях [91, 93].

Итак, в рамках рассмотренной выше темы осуществляется формирование понятий, входящих в системы понятий о веществе, химическом элементе, химической реакции, познании и применении веществ

и реакций человеком. Эти понятия получают развитие в других темах. Причём авторы программ идут разными путями. Г. М. Чернобельская отмечает, что некоторые авторы конкретизируют изученные понятия, вводя темы «Водород», «Кислород», «Вода». По ходу изучения этих тем вводятся понятия о классах неорганических соединений с тем, чтобы в дальнейшем их обобщить (индуктивный логический подход). Другие авторы сразу переходят к обобщённому изучению классов неорганических соединений [196]. Методика изучения классов неорганических соединений рассматривается нами в следующей главе.

Вопросы и задания

1. Познакомьтесь с содержанием главы «Первоначальные химические понятия» в одной из программ и соответствующем ей учебнике химии для VIII класса, рекомендованном для основной школы Министерством образования и науки РФ. Составьте список формируемых понятий.

2. Какие опорные знания (понятия) из курса физики используются при изучении первоначальных химических понятий? Используются ли для этого понятия из курсов естествознания (природоведения) и биологии?

3. Изучите программно-методические материалы [145, 146, 166] и установите, реализуются ли требования ГОСТа в изучаемой программе и учебнике?

4. Какие первоначальные химические понятия относятся к содержательной линии: а) вещество; б) химическая реакция; в) методы познания веществ и химических явлений.

5. Составьте описание следующих химических опытов: разложение воды электрическим током; реакция соединения железа с серой; реакция замещения между хлоридом меди(II) и железом; экспериментальное подтверждение закона сохранения массы веществ. Для описания воспользуйтесь планом: а) место проведения данного опыта (класс, тема, урок); б) цель проведения опыта; в) оборудование и реактивы; г) техника безопасности при проведении опыта; д) техника выполнения опыта; е) выводы по опыту; ж) объяснение с включением проблемных вопросов.

6. Из приведённого выше тематического плана выберите урок и разработайте для него подробный план.

7. Составьте расчётные задачи на вычисление относительной молекулярной или молярной массы, количества вещества, расчет массовой доли элемента в веществе, вычисление массы или количества вещества по химическому уравнению (не менее пяти задач каждого типа) и покажите их решение.

8. Составьте не менее 10 вопросов для предварительной проверки знаний учащихся перед объяснением нового материала.

9. Используя выбранный учебник химии (см. задание 1), составьте план одного из параграфов, включённого в тему «Первоначальные химические понятия». Проанализируйте задания к этому параграфу, оценив их характер (какие задания являются репродуктивными, а какие творческими).

3.1. История формирования представлений о кислотах и основаниях и методики изучения классов неорганических соединений

Последовательное применение принципа историзма позволяет раскрыть эволюцию объектов, понять генетическую связь явлений, т.е. смотреть на каждый вопрос с позиции того, как то или иное понятие появилось, какие главные этапы в своем развитии оно прошло. Материал должен преподноситься учащимся так, чтобы он давал возможность понять, как в процессе развития историческое знание становится логическим (теоретическим), а затем в результате развития научных знаний вновь превращается в историческое [121].

Еще в древности были известны вещества, обладающие кислым вкусом, свойством вскипать при добавлении к ним некоторых веществ, растворять нерастворимые в воде вещества и т.д. По мере того как увеличивалось число кислот и щелочей, с которыми химикам приходилось иметь дело, и углублялось знание их свойств, стали замечать, что некоторые их свойства являются общими для целой группы веществ.

Термины «кислоты» и «основания» вполне сформировались уже в XVII в. Их содержание неоднократно пересматривалось и дополнялось. Этот процесс происходил и происходит в острых столкновениях представителей разных взглядов на природу кислот и оснований.

Английский химик Р. Бойль первым сформулировал отличительные признаки кислот. По Р. Бойлю, кислотами следовало считать вещества, способные энергично растворять различные тела, осаждать различные вещества, растворённые в щелочах; изменять синюю окраску сока некоторых цветов на красную; восстанавливать цвет растительных красок, изменённый щелочами [122].

Все эти особенности кислот исчезают при соприкосновении их со щелочами, при этом образуются соли. Так обычно называли кристаллические вещества, обладающие вкусом и растворимые в воде.

Понятие «соли» исторически также возникло одним из первых. В XVI в. алхимики употребляли его для характеристики растворимости металлов, однако по мере развития химии его все более стали связывать с реакциями кислот и оснований.

Так, в начале XIX в. шведский химик Й. Берцелиус дал своё определение солям: соли – продукты реакций кислот с основаниями, или соединения, полученные заменой атома водорода в кислоте металлом.

Экспериментально было показано, что соль получается также из другой соли вытеснением из нее кислоты. Это привело к представлению о неодинаковой силе кислот.

В 1780 г. французский химик А. Л. Лавуазье предложил кислородную теорию, объяснявшую кислотность наличием в кислотах кислорода. Эта ошибочная теория в 1814 г. была вытеснена водородной теорией кислот английского химика Г. Дэви, который высказал мнение, что атом водорода является необходимой составной частью кислот.

В 1833 г. немецкий химик Ю. Либих уточнил эту теорию, показав, что кислотные свойства кислот обусловлены не любым атомом водорода, а лишь тем, который способен замещаться металлом. Этот химик предложил новое определение кислоты: кислота – это водородное соединение, в котором водород может быть замещен на металл.

Огромное значение имели выводы Ю. Либиха о том, что кислоты можно разделить на одно-, двух- и трёхосновные. Он дал также новое определение нейтральных солей: нейтральные соли – такие соединения того же класса (т.е. кислот), в которых водород замещен эквивалентным количеством металла.

После появления в 1887 г. теории электролитической диссоциации шведского химика С. Аррениуса сформировалась ионная теория кислот и оснований. Согласно этой теории кислота – водородсодержащее соединение, при электролитической диссоциации которого в воде образуются ионы водорода и анионы, а основание – соединение, диссоциирующее с отщеплением ионов гидроксогруппы и катионов.

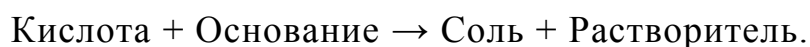
Представления о кислотах и основаниях, базирующиеся на теории Аррениуса, не удовлетворяют современному состоянию химии по целому ряду соображений. В частности установлено, что диссоциация не является необходимой предпосылкой кислотно-основного взаимодействия. Эта теория ограничивала понятие «основания» только соединениями, содержащими ионы OH^- . Однако аммиак представляет собой явно щелочной агент. Теория не учитывала, что кислоты и основания взаимодействуют друг с другом не только в водных раство-

рах, но и в других растворителях, а зачастую и вообще в отсутствие растворителя (тот же аммиак).

В дальнейшем появились различные варианты обобщения ионной теории кислот и оснований применительно к неводным растворителям. Эти варианты не противоречат, а дополняют друг друга, большинство из них используют и разрабатывают в настоящее время.

В начале XX в. немецкий химик А. Ганч создал химическую теорию кислотно-основного взаимодействия, согласно которой кислоты определены как соединения водорода, в которых последний может быть замещен на металл или металлоподобный радикал. Важнейшим признаком кислот называлась способность давать соли. Согласно этой теории, ионизация кислот в растворе происходит в результате их взаимодействия с растворителем. Эта теория содержит принципиально новое положение: в растворах кислотные свойства проявляет не сама кислота, а сольватированные катионы водорода. В этой химической теории кислот четко сформулировано понятие об амфотерности. Амфотерность – общее свойство химических соединений проявлять как кислотные, так и основные свойства в зависимости от условий и природы реагентов, участвующих в кислотно-основном взаимодействии. С точки зрения химической теории проявление химическим соединением кислотных или основных функций не есть что-то раз и навсегда предопределённое.

В 1924 г. Э. Франклин предложил сольвентную теорию, которая объединила представления теории электролитической диссоциации и химическую теорию кислотно-основного взаимодействия. Согласно этой теории кислотно-основное взаимодействие выражается схемой:



Годом ранее (в 1923 г.) были предложены две доминирующие и по сей день теории кислот и оснований – *протонная теория* Й. Брэнстеда и Т. Лоури и *электронная теория* Г. Льюиса.

По Й. Брэнстеду, кислота – донор протона, а основание – акцептор его. Поскольку в реальных химических системах протон в свободном виде существовать не может, молекула кислоты может отщепить протон только в том случае, если его сразу же присоединит какое-либо основание. Подобные реакции с переносом протона называют *протолитическими*, а вещества, участвующие в них, – *протолитами*. Ве-

щества могут проявлять кислотные свойства лишь при взаимодействии с основаниями, и наоборот.

Кислотность и основность – не абсолютные свойства веществ, они проявляются в конкретных химических реакциях. Примером может служить вода, обладающая свойствами кислоты в реакции с аммиаком и свойствами основания в реакции с фтороводородом. Следовательно, вода – типичный *амфолит*, т.е. такой протолит, который в одних условиях может отдавать протоны, а в других – принимать их.

Таким образом, Й. Брэнстед и Т. Лоури сумели преодолеть недостатки классической теории кислот и оснований, сделав основной упор не на особенности состава кислот, а на кислотно-основные функции веществ.

По Г. Льюису, кислота – вещество, которое может использовать неподелённую пару электронов атома другой молекулы для образования устойчивой электронной группировки одного из своих атомов, а основание – вещество, обладающее неподелённой парой электронов, которая может быть использована для образования устойчивой электронной группировки другого атома.

Во всех рассмотренных теориях определения кислот и оснований зависят от определения понятия кислотно-основного процесса, в котором реагирующие между собой кислоты и основания бывают такими лишь по отношению друг к другу. Отсюда следует, что деление веществ на классы относительно. О невозможности дать точное определение понятий «кислота», «основание», «соль» говорили многие химики прошлого, например, Г. Копп (1843), Г. И. Гесс (1849). На относительность этих понятий неоднократно указывали русские ученые К. И. Лисенко (1867), А. М. Бутлеров (1879), Д. И. Менделеев (1906).

Однако отрицать необходимость и полезность классификации веществ нельзя, хотя никакая классификация не может быть исчерпывающей.

Е. В. Ильичёва, проведя исторический анализ развития понятий об основных классах неорганических соединений, делает следующие выводы:

1. Понятия «кислота» и «основание» оказывают разностороннее влияние на формирование многих теоретических концепций во всех основных химических дисциплинах. Это свидетельствует о широкой распространенности в природе процессов, связанных с кислотно-основными взаимодействиями.

2. До XIX в. состав кислот не был определен, речь шла практически только об их свойствах. Но и в настоящее время определения кислот и оснований зависят от определения кислотно-основного процесса. Следовательно, при классификации веществ, главный упор следует делать не на особенности состава, а на кислотно-основные функции веществ.

3. Следуя принципу историзма, изучение оксидов, кислот, солей и оснований должно начинаться не с изучения их состава, а с эмпирического рассмотрения их свойств, первоначально не концентрируя внимание на химической символике.

4. Степень обобщенности содержания учебного предмета должна непрерывно возрастать, чтобы в малом объеме отразить возросшее и непрерывно растущее содержание науки. Здесь взаимосвязь исторического, логического и дидактического выступает в качестве инструмента предлагаемых мер по обобщению и уплотнению знаний [81].

Классы соединений в школе начали специально изучать в конце XVIII – начале XIX в. Это был как раз период, в который бурно менялись теоретические взгляды на классификацию неорганических соединений. Естественно, что новые теории – А. Лавуазье, Я. Берцелиуса, Ю. Либиха – быстро проникли в школьные курсы химии через учебники, которые написали данные учёные.

К середине XIX в. классы неорганических соединений в школьной химии рассматривали с позиций водородной теории Ю. Либиха.

К концу XIX в. сложилась традиция размещать начальные сведения об оксидах, основаниях, кислотах и солях в отдельной теме курса, раскрывать индуктивным путём их свойства, применяя атомистику и водородную теорию кислот. Важнейшим методом при изучении классов неорганических соединений был эксперимент.

Благодаря Д. И. Менделееву в преподавании утвердился так называемый «генетический» подход к раскрытию материала о классах неорганических соединений. В его учебнике «Основы химии» излагались начальные сведения об оксидах, основаниях, кислотах и солях в определённой последовательности. Сначала учащиеся знакомились с простыми веществами – металлами и неметаллами, которые, окисляясь кислородом, образуют оксиды двух групп – основные и кислотные. Процесс гидратации оксидов служит переходом к изучению оснований и кислот, а реакция их нейтрализации – к изучению солей.

Методические идеи Д. И. Менделеева использовал В. Н. Верховский. Рассматривая оксиды, основания, кислоты и соли генетически,

он уделял внимание химической символике и номенклатуре. Но генетический подход был выражен не очень чётко, так как к солям переходили не через реакцию нейтрализации, а от реакции кислот с металлами. Отсутствовали также чёткие определения классов соединений, мало обращали внимание на общие признаки, что затрудняло обобщение знаний и классификацию веществ.

Идеи Д. И. Менделеева и В. Н. Верховского использовали в своём учебнике С. Г. Шаповаленко и Ю. В. Ходаков (1955 г.), но генезис солей проводили от реакции нейтрализации. Нейтрализация рассматривалась как главное свойство кислот и как подход к изучению солей. В этом учебнике чётко раскрывались взаимосвязи между классами веществ. Однако учащиеся нередко делали неверные суждения о реакции гидратации как общем свойстве основных оксидов, могли писать уравнения несуществующих реакции (реакции оксида меди(II) с водой) [201].

Активным противником генетического подхода в обучении химии был Д. М. Кирюшкин, считавший, что классификация оксидов и их связи с другими веществами могут быть раскрыты лишь после изучения кислот и оснований, поэтому изучать тему с оксидов сложно в методическом плане. По мнению Д. М. Кирюшкина, изучение классов неорганических соединений надо начинать с кислот и оснований, а затем рассматривать оксиды и соли. Этот подход был реализован в экспериментальном преподавании химии в 1953-1952 учебном году.

В 1968 г. было введено обязательное восьмилетнее обучение. В программах и учебниках А. Д. Смирнова и Г. И. Шелинского материал о классах неорганических соединений располагался концентрически в двух темах. В 7 классе на основе генетического подхода с применением химического эксперимента изучались конкретные оксиды, основания, кислоты и соли, а в начале 8 класса была тема, в которой вводилось общее понятие о важнейших классах неорганических соединений. В 9 классе изучение химии вновь начиналось с повторения этих знаний. Такой подход в изучении классов неорганических соединений нельзя назвать экономным. К тому же учебные темы были перегружены фактами и повторениями. Параллельно шло формирование химического языка, что делало усвоение материала трудным для учащихся и затратным по времени.

Новый подход к изучению классов неорганических соединений предложили К. Я. Пармёнов, Ю. В. Ходаков, Л. А. Цветков и другие

методисты. В частности, первоначальные знания об оксидах, основаниях, кислотах и солях распределили по всему курсу химии 7 класса. При этом высвободили время на изучение теоретического материала. Такие изменения устранили перегрузку учащихся и обеспечили постепенное овладение химическим языком. В 8 классе была введена обобщающая тема. Этот подход был реализован в программах по химии в конце 70-х годов прошлого века и отражён в соответствующих учебниках.

В соответствии с усовершенствованной программой по химии 1981 г. всё изучение оксидов, оснований, кислот, солей и их номенклатуры было сосредоточено в 7 классе. Этот курс завершала тема «Обобщение сведений о классах неорганических соединений». В программе было сокращено число типовых реакций, предназначенных для изучения, материал о составе и свойствах солей был перенесён в 9 класс. Повторно свойства оксидов, кислот, оснований и солей рассматривались уже в 9 классе, но на новой теоретической основе – с позиций теории электролитической диссоциации. Напомним, что программа 1981 г. стала последней единой программой по химии, отраженной в учебнике Г. Е. Рудзитиса и Ф. Г. Фельдмана (основные идеи этой программы сохранились и в современной редакции данного учебника [162]).

Посмотрим, как изучаются классы неорганических соединений в современных авторских программах по химии для 8-9 классов. Для примера возьмём лишь те программы, которые наиболее сильно различаются по логической последовательности изучения материала.

Е. Е. Минченков, Л. С. Зазнобина и Т. В. Смирнова предлагают в своей программе тему «Классы неорганических соединений. Типы химических реакций». Она изучается сразу же вслед за темой «Важнейшие химические понятия» [128]. Согласно программе учащиеся сначала изучают простые вещества – металлы и неметаллы, их реакции с оксидами. Далее рассматривают оксиды: состав и реакции с водой, на основе чего вводится понятие о кислотах и щелочах. Далее изучают свойства кислот (реакции с металлами и основными оксидами) и соли. Основания (щелочи и нерастворимые основания) изучают в последнюю очередь, после чего вводится понятие об амфотерности оксидов и гидроксидов, и проводится классификация веществ. Параллельно учащиеся изучают химический язык (символику и номенклатуру) и знакомятся с типами химических реакций. После обобщения этих знаний проводится изучение генетической связи.

Очевидно, что в программе указанных авторов прослеживается менделеевский подход к изучению классов неорганических соединений.

В программе О. С. Габриеляна сведения о классах неорганических соединений сосредоточены в теме 2 «Простые вещества» (изучаются металлы и неметаллы) и теме 3 «Соединения химических элементов». Вначале вводится понятие о степени окисления элементов в соединении, а затем рассматриваются оксиды и водородные соединения неметаллов. Основания, кислоты и соли изучаются на основе атомно-молекулярного учения с элементами электронно-ионной теории (на основе степени окисления элементов): рассматриваются только состав и физические свойства веществ. А в теме 6 «Растворение. Растворы. Реакции ионного обмена и окислительно-восстановительные реакции» классы веществ изучаются на основе теории электролитической диссоциации. Завершается данная тема изучением генетической связи классов неорганических соединений. В данном случае реализуется подход Д. М. Кирюшкина.

Интересен подход к изучению классов неорганических соединений, применённый Р. Г. Ивановой в её программе и учебнике. «Болезненный вопрос методики: как лучше и когда дать учащимся знания о свойствах веществ различных классов неорганических соединений? – пишет Р. Г. Иванова в одной из своих работ. – Сложилась практика изучения их как отдельной темы, что заставляет рассматривать все свойства в приведённом порядке. Изучение и систематизация происходят одновременно, что требует от учащихся максимума репродуктивной деятельности» [77, с. 17].

Нельзя ли разделить эти два процесса, чтобы поклассное изучение свойств не было самоцелью, а служило задаче осознанного восприятия периодического закона? Такая попытка осуществлена Р. Г. Ивановой в её программе и учебнике [79]. Накопление знаний о сложных веществах происходит постепенно и даже попутно с развитием других понятий. Так, понятие о классе оксидов дают на уровне атомно-молекулярных представлений при изучении свойств кислорода.

На уровне электронно-ионных представлений объясняют опытные факты получения хлорида натрия, хлороводорода. Раствор хлороводорода, как и ранее полученный раствор сернистого газа, распознают с помощью лакмуса как раствор вещества класса кислот.

Принадлежность хлорида натрия к классу солей учащиеся воспринимают легко, поскольку знают о поваренной соли, а теперь позна-

комились с её составом. Состав представителей трёх классов сложных веществ: оксидов, кислот, солей – становится известен. Эти факты положены в «копилку» для последующего расширения и обобщения знаний о классах неорганических соединений. Такой подход даёт возможность избежать повторов при объяснении свойств, обеспечить компактность и преемственность в обучении [77, с. 18].

В учебнике химии Р. Г. Ивановой принята следующая логика рассмотрения веществ: объект – свойства – строение – применение. Одно из свойств веществ, которое ярко проявляется в зависимости от особенностей строения их кристаллов, – способность диссоциировать в воде. Сведения об электролитах и неэлектролитах даются при переходе от системы понятий о веществе к системе понятий о реакции. Учащиеся подробнее знакомятся с кислотами, основаниями и солями как электролитами. Обсуждается вопрос об их диссоциации в водных растворах, и формируются умения записывать уравнения с расстановкой зарядов ионов и коэффициентов.

«Благодаря выявлению взаимосвязи между составом, строением и свойствами (диссоциацией) веществ реализуется идея целостности, единства, системности в подходе к рассмотрению первого объекта изучения химии. Такой акцент позволяет не только ярче осветить причинно-следственные связи, но и рассмотреть вещества с разных сторон» [77, с. 18].

Р. Г. Иванова считает, что изучение реакций с точки зрения генетической связи веществ позволяет не только познакомить учащихся с небольшим числом фактов (конкретными превращениями), но и сосредоточить их внимание на природе исходных химических элементов (металл это или неметалл), что будет опорным знанием при осознании закономерностей Периодической системы. Факты рассмотрены ею при описании опытов горения магния в воздухе, превращении оксида магния в его гидроксид и соль (линия превращений, идущая от металла), горения серы в кислороде, получении сернистой кислоты и её соли (линия превращений, идущая от неметалла). Так показывают различие соединений основного и кислотного характера (пока с помощью индикаторов) в зависимости от свойств (природы) химического элемента.

По Р. Г. Ивановой, чтобы полученные знания не утонули в обилии других фактов, нет необходимости рассматривать все химические свойства веществ каждого класса, оставив этот материал для последующих систематизации и обобщения. Конкретные же факты, полу-

ченные при наблюдении опытов, требуют теоретического обоснования. Сущность получения оксидов рассматривается на основе сведений об окислительно-восстановительных реакциях, степени окисления элементов как понятия, не отвергающего понятие валентности, а обогащающего его новыми признаками (заряд частиц). Чтобы объяснить реакцию нейтрализации, опираются на знания об электролитической диссоциации кислот, щелочей, солей и дают понятие о реакциях ионного обмена, обратимых и необратимых реакциях.

Как видим, понятие о классах неорганических соединений тесно связано с понятием о химической реакции. В систему понятий о химической реакции входят и первоначальные представления о тепловом эффекте (на примере реакции нейтрализации), о скорости реакции и её изменении в зависимости от природы взаимодействующих веществ и их концентрации, температуры и катализаторов. При рассмотрении этих вопросов опираются на знания учащихся об оксидах, кислотах, основаниях и солях.

Наконец, когда проводят обобщение знаний о химической реакции, то выделяют пять оснований для классификации: 1) число и состав исходных и полученных веществ; 2) постоянство или изменение степеней окисления; 3) обратимость или необратимость; 4) наличие или отсутствие катализаторов; 5) поглощение или выделение энергии. Каждое из этих оснований классификации химических реакций также тесно связано с представлениями о классах неорганических соединений.

В заключение отметим, что первоначальное ознакомление учащихся с веществами направлено на накопление чувственных данных и образных представлений о типичных оксидах, основаниях, кислотах и солях. При этом знания формируются индуктивно, а их источником служит химический эксперимент и жизненный опыт учащихся (реализуется «вещественный» подход к изучению химии). В связи с этим надо тщательно проводить отбор веществ, подлежащих изучению. В первую очередь это должны быть типичные вещества, на примере которых можно характеризовать основные свойства, присущие определённой группе веществ. Среди оксидов – оксиды кальция (растворимый основной оксид), меди и железа (нерастворимые основные оксиды), углерода (растворимый кислотный оксид) и кремния (нерастворимый кислотный оксид), вода. Среди кислот – соляная (хлороводородная), серная. Типичные основания – гидроксид кальция (гашёная известь), гидроксид натрия (едкий натр).

При изучении классов неорганических веществ используются как методы эмпирического познания (описание веществ, проведение химических опытов), так и методы логические (сравнение, выделение существенных признаков, аналогия, классификация, обобщение).

Необходимо постоянно показывать практическую значимость изучаемых соединений для жизни человека и его практической деятельности. Например, оксид кремния используется в строительстве и производстве стекла, серная кислота применяется в автомобильных аккумуляторах, гидроксиды натрия и калия используются в производстве мыла, а поваренная соль является пищевым продуктом.

Включение культурологического компонента – сведений исторического, прикладного характера позволяет повысить мотивацию изучения неорганических соединений. Учащимся интересен, например, вопрос о том, кто первым ввёл понятие о кислотах и основаниях? Кто «придумал» индикаторы? И пр. Полезны такие сведения, как: оксид железа(III) входит в состав краски – сурика, оксид ртути(II) – киноварь использовалась в иконописи в Древней Руси.

Изучение классов неорганических соединений должно обеспечивать формирование химического языка (символики и номенклатуры), о чём уже говорилось выше. Знакомя учащихся с веществами каждого класса, важно раскрывать этимологию соответствующих названий, объяснять правила составления названий.

Обеспечить условия для закрепления и совершенствования знаний и умений учащихся, связанных с изучаемым материалом, помогает система дифференцированных упражнений, заданий и задач. Хорошо зарекомендовали себя и элементы занимательности, игровые технологии: домино, лото, кубики, кроссворды и прочие игры широко используются учителями химии при изучении оксидов, оснований, солей и кислот.

Одним из условий успешного усвоения знаний о классах неорганических соединений и формирования необходимых умений являются систематический контроль и диагностика, проводимые в разных формах и разными способами. Это могут быть кратковременные («летучие») письменные работы, например, диктанты разного вида, работа с материалами матричного характера, тестовые задания, а также более длительные проверочные и контрольные работы.

Сочетание перечисленных выше подходов обеспечивает комплексное изучение классов неорганических соединений. Далее покажем, как это реализуется через конкретные методы и приёмы.

3.2. Методика изучения классов неорганических соединений

Все химические понятия, формируемые в рамках раздела программы, посвящённого изучению классов неорганических соединений, можно объединить в систему (рис. 6).

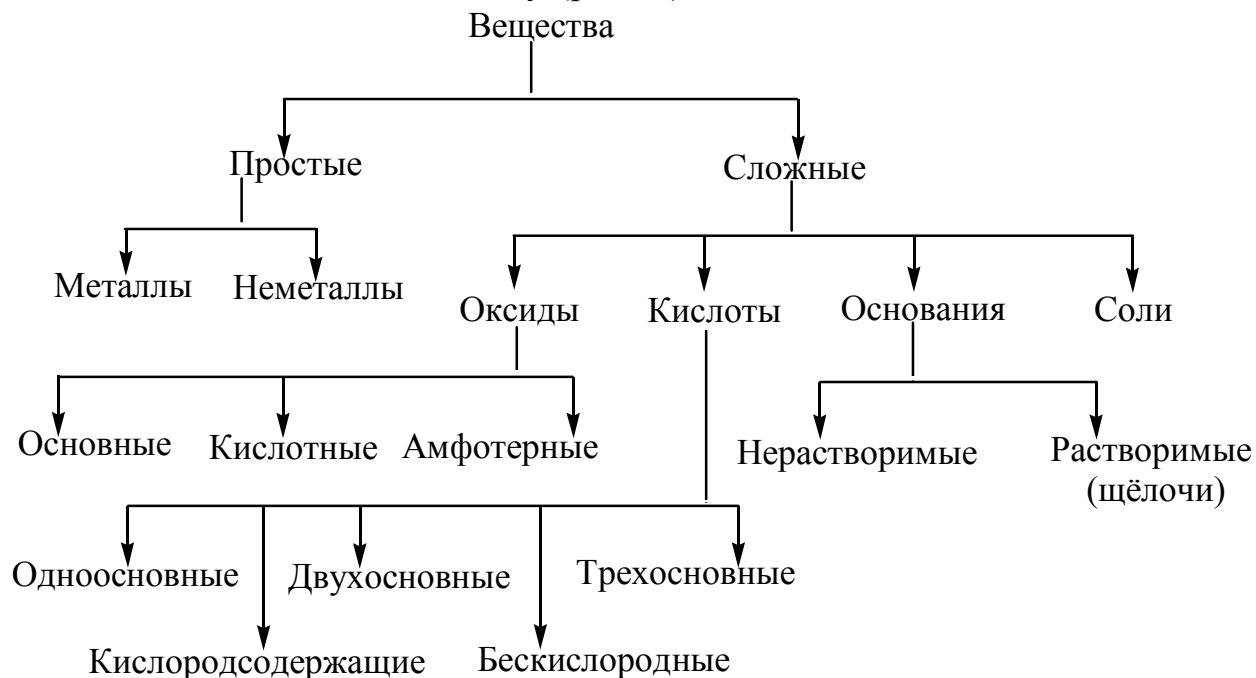


Рис. 6. Система понятий о классах неорганических соединений

Следуя принципу движения от простого к сложному, начнём рассмотрение методики изучения классов неорганических соединений с простых веществ – металлов и неметаллов. Ранее мы отмечали, что первые сведения о металлах и неметаллах вводятся уже в первой теме, когда проводится различие между простыми и сложными веществами (см. главу 2). Вначале целесообразно обсудить с учащимися свойства металлов как веществ, достаточно хорошо им знакомых. Надо продемонстрировать образцы железа, меди, цинка, алюминия (а ещё лучше – выдать образцы учащимся на руки) для того, чтобы выявить общие физические свойства металлов. Обобщая материал, указывают, что металлы – простые вещества, обладающие комплексом физических свойств: твёрдостью (исключение – ртуть), прочностью, металлическим блеском, электропроводностью, теплопроводностью, пластичностью, серебристо-белым цветом (исключение – медь и золото).

На уроке можно использовать культурологические сведения – об истории открытия металлов, применении металлов и материалов на их основе. Много интересной информации такого характера можно почерпнуть из книги С. И. Венецкого «Рассказы о металлах» [33].

Далее следует характеристика простых веществ неметаллов. Для этого также демонстрируют образцы веществ – серы, угля, красного фосфора, иода, хлора, кислорода (газообразные вещества получают заранее и собирают в колбы с хорошо подобранными пробками). По ходу беседы учитель на доске, а учащиеся в тетрадях составляют следующий конспект:

Агрегатное состояние: газы – O_2 , H_2 , N_2 , Cl_2 ;
жидкости – Br_2 ;
твёрдые – S , P , C , I_2 .

Цвет: без цвета – O_2 , H_2 , N_2 ;
имеют цвет – S (жёлтый), P (красный), C (чёрный), Br_2 (красно-бурый).

Вкус и запах: не имеют – O_2 , H_2 , N_2 , S , P , C ;
Имеют – Cl_2 , Br , I_2 .

Отмечают такие свойства неметаллов, как хрупкость твёрдых веществ (так, кусочек серы или угля можно растереть в ступке), летучесть (кислород, хлор), отсутствие электропроводности и теплопроводности и др.

Необходимо подвести учащихся к самостоятельному выводу о том, что у неметаллов отсутствует комплекс металлических свойств, а более глубокие причины объединения неметаллов в одну группу, связанные со строением их атомов, молекул и кристаллов, будут раскрыты позднее.

После общего знакомства с неметаллами можно более полно изучить свойства кислорода и водорода. Методика изучения этих веществ является классической и раскрывается в пособиях для учителя химии [75, 94, 80, 141, 156, 201], поэтому здесь мы её не будем рассматривать, а перейдём к изучению такого класса веществ как оксиды.

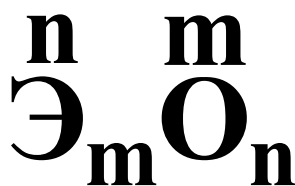
В соответствии с требованиями к знаниям и умениям учащихся [166], необходимо сформировать у них представление об оксидах как о классе сложных неорганических веществ, научить составлять формулы оксидов и называть их в соответствии с современной номенклатурой. Кроме этого учащиеся должны уметь формулировать опреде-

ление оксидов, приводить примеры оксидов, находящихся при обычных условиях в различных агрегатных состояниях, уметь классифицировать оксиды и находить их место в общей схеме классификации веществ, уметь записывать уравнения реакций получения известных оксидов и реакций, характеризующих свойства основных, кислотных и амфотерных оксидов.

Обычно первое упоминание об оксидах делается при изучении химических свойств кислорода: эти соединения образуются в результате горения в кислороде простых и сложных веществ. После записи соответствующих уравнений проводится сравнение состава продуктов реакций: выделяются *количественный признак* (наличие двух элементов в составе соединений) и *качественный признак* (наличие кислорода).

Учащиеся, как правило, самостоятельно дают определение оксидам (вносится в справочник понятий). Учителю необходимо только показать, как соотносятся между собой такие понятия, как «оксиды», «класс оксидов», «сложное вещество». Так, указывают, что из отдельных оксидов образуется класс, входящий вместе с другими в совокупность сложных веществ. Это соотношение напоминает соотношение единиц систематики в биологии: особи объединяются в виды, виды – в роды, роды – в семейства и т.д. [141].

Уместно предложить учащимся вспомнить, как они составляли формулы бинарных соединений, и вывести общую формулу оксидов, пояснив, что валентность кислорода (m) всегда равна двум:



Возможен вариант составления общей формулы оксидов на основе понятия о степени окисления элементов. Соответственно даётся и определение оксидов как соединений, содержащих в своём составе два элемента, один из которых – кислород в степени окисления -2 [26]. В обоих случаях применяется эвристическая беседа (проблемный подход).

При составлении формул оксидов можно воспользоваться алгоритмом, который учащиеся должны вывести самостоятельно (см. главу 2), или матрицами для составления формул (таблица 5, [47]).

Таблица 5. Матрица для составления формул оксидов, гидроксидов металлов и солей

Me – химический знак металла, К.о. – кислотный остаток, n – валентность Me

	Общие формулы	Металлы		
		Me(I)	Me(II)	Me(III)
O(II) оксид	$\text{Me}_m^{\text{n}}\text{O}_n^{\text{II}}$ <i>искл. Me (II)</i>	$\text{Me}_2^{\text{I}}\text{O}^{\text{II}}$	$\text{Me}^{\text{II}}\text{O}^{\text{II}}$	$\text{Me}_2^{\text{III}}\text{O}_3^{\text{II}}$
OH(I) гидроксид	$\text{Me}_n^{\text{n}}(\text{OH})_n^{\text{I}}$ <i>искл. Me (I)</i>	$\text{Me}^{\text{I}}\text{OH}^{\text{I}}$	$\text{Me}^{\text{II}}(\text{OH})_2^{\text{I}}$	$\text{Me}^{\text{III}}(\text{OH})_3^{\text{I}}$
К.о.(I)	$\text{Me}_n^{\text{n}}(\text{К.о.})_n^{\text{I}}$ <i>искл. Me (I)</i>	$\text{Me}^{\text{I}}\text{К.о.}^{\text{I}}$	$\text{Me}^{\text{II}}(\text{К.о.})_2^{\text{I}}$	$\text{Me}^{\text{III}}(\text{К.о.})_3^{\text{I}}$
К.о.(II)	$\text{Me}_2^{\text{n}}(\text{К.о.})_n^{\text{II}}$ <i>искл. Me (II)</i>	$\text{Me}_2^{\text{I}}(\text{К.о.})_n^{\text{II}}$	$\text{Me}^{\text{II}}\text{К.о.}^{\text{II}}$	$\text{Me}_2^{\text{III}}(\text{К.о.})_n^{\text{II}}$
К.о.(III)	$\text{Me}_3^{\text{n}}(\text{К.о.})_n^{\text{III}}$ <i>искл. Me (III)</i>	$\text{Me}_3^{\text{I}}(\text{К.о.})_n^{\text{III}}$	$\text{Me}_3^{\text{II}}(\text{К.о.})_n^{\text{III}}$	$\text{Me}^{\text{III}}\text{К.о.}^{\text{III}}$

Слово «оксиды» происходит от гр. *oxys*, что значит «кислый». Латинское слово *Oxygenium* означает «кислород», т.е. «рождающий кислоты». «Окси..., окс» – первая часть сложных слов, обозначающая присутствие кислорода в соединениях или смесях [168, с. 343]. Такой этимологический разбор помогает учащимся лучше запомнить состав оксидов.

Следуя «вещественному» подходу, необходимо предъявить учащимся несколько оксидов для рассмотрения. Обычно выдают оксиды кальция, меди(II), магния, железа(III), кремния(IV), а также воду (оксид водорода). Учащимся предлагают внимательно рассмотреть выданные образцы оксидов, обратить внимание на их физическое состояние, цвет и запах. Учитель демонстрирует опыт получения углекислого газа действием соляной кислоты на гидрокарбонат натрия (питьевую соду) или карбонат кальция (мрамор).

В тетрадях учащиеся делают таблицу по указанной форме (таблица б) и заполняют её сведениями о рассмотренных оксидах.

Таблица 6. Описание физических свойств оксидов

Название оксида	Состав (химическая формула)	Физические свойства		
		Агрегатное состояние	Цвет	Запах

На основе физических свойств оксиды можно разделить на три группы: газообразные оксиды (углекислый газ, сернистый газ), жидкости (вода) и твёрдые вещества (оксиды кальция, железа(III), кремния, меди(II), фосфора(V) и др.). Если учащиеся не заметят сами, то учителю следует обратить их внимание на то, что оксиды металлов являются только твёрдыми веществами, а оксиды неметаллов могут находиться в разных агрегатных состояниях.

Работу по классификации оксидов можно сделать более привлекательной, если применить планшеты для магнитной доски: на карточках написать формулы оксидов и соответствующие слова – «оксиды», «газы», «жидкости», «твёрдые». Обсуждая вопрос, учитель прикрепляет эти карточки на магнитной доске и получает следующую картину:

Оксиды		
Газы	Жидкости	Твёрдые
CO ₂ , SO ₂	H ₂ O	CaO, Fe ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ , CuO, SiO ₂

Учащиеся делают соответствующую запись в тетрадях, дополняя её стрелками, направленными от слова «оксиды» к словам, обозначающим агрегатные состояния, и подчёркивают формулы оксидов металлов.

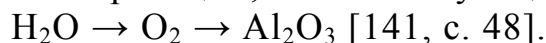
В заключение делается общий вывод: все неорганические вещества делятся на простые и сложные; среди сложных веществ выделяются оксиды; оксиды классифицируются на оксиды металлов и неметаллов.

Полученное знание необходимо закрепить. Для этого выполняют разнообразные упражнения на узнавание формул оксидов среди других веществ. Например:

1. Из перечисленных формул веществ выпишите оксиды: HCl, KOH, CaO, ZnO, SO₂, HI, NaOH, H₂SO₄, K₂O, Fe₂O₃, ZnS, CO₂. Запишите название каждого вещества.

2. Составьте уравнение реакции горения газа силана SiH₄, назовите образующиеся оксиды и укажите признаки реакции.

3. Составьте уравнения реакций, соответствующих схеме:



4. Написать уравнения реакций получения оксидов бария, кальция, серы (IV), углерода(IV).

Интенсифицировать процесс закрепления помогают материалы матричного характера. Каждому ученику выдаётся *карточка-матрица*, содержащая все варианты тренировочных заданий, например:

№	Варианты					
	1	2	3	4	5	6
п/п						
1	CuCl ₂	CO ₂	H ₂ S	SO ₂	Al ₂ O ₃	NaBr
2	BaSO ₄	KOH	ZnCl ₂	Mg(OH) ₂	Zn(NO ₃) ₂	MgO
3	HBr	Ca(OH) ₂	HI	N ₂ O ₅	MgCl ₂	HNO ₃
4	Zn(OH) ₂	HCl	CaO	NaOH	BaO	CO ₂
5	CaO	FeCl ₃	H ₂ CO ₃	CaCl ₂	HF	ZnSO ₄
6	P ₂ O ₅	H ₃ PO ₄	CuO	Ba(OH) ₂	SO ₃	HgO
7	Mg(OH) ₂	SiO ₂	MgSO ₄	NaNO ₃	KOH	HCl
8	Fe ₂ O ₃	KNO ₃	Al(OH) ₃	KBr	H ₂ SiO ₃	Ca(OH) ₂
9	H ₂ SO ₄	Cu(OH) ₂	PbS	H ₂ SO ₃	Fe(OH) ₃	K ₃ PO ₄
10	AgCl	Li ₂ O	Ag ₂ O	Cu ₂ O	H ₂ SO ₄	Cr(OH) ₃

На основе этой матрицы можно выполнять следующие задания:

- выберите из каждого варианта формулы оксидов;
- укажите оксиды металлов и неметаллов;
- определите валентность элементов в оксидах;
- укажите агрегатное состояние каждого оксида;
- подсчитайте относительную молекулярную и молярную массы любого оксида (по выбору) и определите массовую долю элемента (кислорода) в нём;
- установите массовые отношения элементов в оксиде.

После изучения химических свойств кислот и оснований можно будет предлагать учащимся составление уравнений реакций, характерных для выбранных оксидов. Соответственно этому будет уточнена классификация оксидов на основные и кислотные (в дальнейшем – амфотерные) оксиды.

Закрепление материала можно проводить и в форме дидактических игр, например, *химических кубиков* и *пятнашек* [86], а также *химического пасьянса*. В последнем случае каждый ученик получает набор из карточек с формулами простых и сложных соединений. Число карточек можно варьировать, но важно, чтобы число веществ каждого

класса было не менее трёх, например: CaO , MgO , SO_2 , SiO_2 , HCl , H_2SO_4 , H_3PO_4 , NaOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, Na_3PO_4 , AlCl_3 , BaSO_4 . В этом случае учащиеся смогут выполнять более разнообразные задания. Оптимальные размеры карточек 2×4 см.

Такие игры, как *крестики-нолики*, учащиеся могут разрабатывать сами и затем предлагать друг другу. Например, среди представленных ниже формул оксидов выигрышный путь составляют формулы оксидов металлов (выделены жирным шрифтом):

SiO_2	SO_3	Na_2O
MgO	CaO	FeO
K_2O	P_2O_3	NO

Для индивидуальной работы можно использовать игру-тренажёр «перекидной календарь» [Там же]. На карточках размером 15×20 см записывают знаки металлов и неметаллов, а также кислорода с соответствующими индексами, например: Al_2 , Ba , Ca , Na_2 , S , P_2 , Cr_2 , Xe , N , N_2 , O , O_2 , O_3 , O_4 , O_5 , O_7 . Карточки собирают в две стопки так, чтобы химический знак кислорода оказался справа, как его записывают в формулах оксидов, и скрепляют вверху, как отрывной календарь. По заданию учителя учащиеся составляют формулы оксидов, подбирая соответствующие карточки. Одну и ту же карточку можно использовать несколько раз, например: Al_2O_3 , N_2O_3 , SO_3 (используется карточка « O_3 »). В дальнейшем задания можно разнообразить, добавляя карточки со знаками новых металлов, кислотных остатков, гидроксогрупп, тогда можно будет составлять формулы солей и оснований.

Для организации контроля знаний также можно использовать различные дидактические материалы. Например, Е. В. Батина [18] предлагает следующую карточку:

	1	2	3	4	5	6	7
A	HCl	CO_2	Mg	NaOH	CuO	CuSO_4	HNO_3
B	Na_2O	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	Al_2O_3	H_2O	Na	FeS	P_2O_5
C	Fe	AgNO_3	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	H_2SO_4	CaO	Na_2CO_3	Cl_2
D	CuCl_2	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	NaCl	CaCO_3	H_2	Na_3PO_4	Cu
E	SO_3	NaNO_3	S	BaCl_2	Na_2SO_4	O_2	$\text{Al}(\text{OH})_3$

Набор химических формул в карточке соответствует требованиям обязательного минимума содержания образования, следовательно,

она может быть использована независимо от выбранной учителем программы.

Использование карточки позволяет быстро получить информацию о знаниях учащихся. Подбирается достаточно большое количество заданий при одном и том же наборе химических формул, что способствует лучшему их запоминанию. Механическое запоминание сменяется деятельностным. Постоянно работая с формулами, учащиеся лучше их воспроизводят. Значительно сокращается время на подготовку заданий и проверку их выполнения: учитель может предложить один текст задания, но подобрать разные варианты (коды) веществ на карточке. При этом не исключается возможность уровневой дифференциации и индивидуального подхода к обучению отдельных учащихся или групп. Задания могут иметь репродуктивный, творческий и развивающий характер.

«Работая с кодами карточки, учащиеся получают дополнительную возможность для развития своих способностей: читая предложенное задание, выполняя его, они развивают внимание, память, навыки работы с печатными материалами, умение правильно понимать текст» [18, с. 41].

Примеры заданий:

- выпишите формулы простых веществ, укажите их названия;
- выпишите формулы простых веществ – металлов (неметаллов). Какими элементами они образованы? Составьте схемы строения атомов (молекул) этих элементов (веществ);
- даны коды веществ: А–1, А–3, В–4, Е–2, D–7, С–5, С–7. Укажите, какие коды соответствуют простым веществам. Поясните свой выбор;
- выпишите формулы оксидов (гидроксидов, хлоридов);
- рассчитайте относительные молекулярные массы веществ (молярные массы, массовые доли элементов в веществах), коды которых А–5, С–4, D–4, Е–4.
- Определите валентность (степень окисления) элементов по формулам А–1, В–1, С–5. И т. п. [18, с. 41]

Представленные выше дидактические игры, а также задания по карточкам-матрицам можно рассматривать как элементы технологического подхода в обучении. В игровой форме можно провести целый урок, когда, например, учащиеся совершают космическое путешествие в мир кислорода и оксидов. Учащиеся, объединённые в экипажи, выполняют задания, присланные с планет Юпитер и Сатурн: отвеча-

ют на вопросы, связанные с получением кислорода, составлением формул оксидов и др. [215]

Составление формулы оксидов, уравнений реакций по их получению, а в дальнейшем – реакций, характеризующих химические свойства оксидов, необходимо сопровождать информацией о нахождении этих веществ в природе, значении их для жизни живых организмов, в том числе человека, применении. Например, оксид магния применяют в малых дозах как слабительное средство при отравлении кислотами, а также в составе зубных порошков. Оксид цинка используют при изготовлении цинковой мази, применяемой как антисептик. Известно, что оксид азота(I) – физиологически активное соединение. Вдыхание его в малых дозах оказывает опьяняющее действие, отсюда и название – «веселящий газ». В больших дозах этот оксид вызывает потерю болевой чувствительности, поэтому в смеси с кислородом применяется как газовый наркоз в медицине. Оксид ртути(II) входит в состав глазной мази и мазей для лечения кожных заболеваний [159].

Классификация оксидов, как известно, связана с их химическими свойствами. Изучение же химических свойств оксидов требует знаний о составе кислот и оснований, поэтому в большинстве программ сначала вводят знания о составе веществ этих классов, затем изучают их химические свойства и после этого делается обобщение знаний об оксидах, в ходе которого отмечают химические свойства оксидов каждой группы.

Состав кислот, оснований и солей можно изучить на одном уроке, знакомя учащихся с веществами и называя их химические формулы. Учащимся предъявляются наиболее часто используемые в школьном химическом эксперименте вещества – соляная, азотная и серная кислоты, гидроксиды натрия (калия), кальция, меди(II), некоторые соли, например, хлорид натрия, сульфат натрия, нитрат бария и др. Заметим здесь, что все вещества должны предъявляться в их обычном состоянии (соли и гидроксиды металлов – в твёрдом виде). Для усиления наглядности формулы веществ можно написать на специальных карточках, выделяя составные части веществ: красным цветом обозначают химический знак водорода в формулах кислот, синим цветом – формулу гидроксильной группы в формулах оснований. Формулы солей, кислотных остатков и металлов записывают чёрным цветом.

Перед учащимися ставится проблемный вопрос: что является основанием для объединения рассматриваемых веществ в одну группу? Ответ очевиден: все вещества являются сложными. Далее, сравнивая

состав разных кислот, учащиеся делают вывод, что в них обязательно входит водород. В состав же оснований обязательно входит так называемая гидроксильная группа, состоящая из атомов водорода и кислорода. Разъясняется этимология слова «гидроксильная»: оно составлено из латинских названий водорода и кислорода – «гидр» от «гидрогениум», т.е. водород, «окси-» от «оксигениум», т.е. кислород (уже известно учащимся). В состав солей не входят ни атомы водорода, ни гидроксильные группы (рассматриваются только средние соли) [94].

Традиционно первыми изучались кислоты, затем основания [189]. Этот подход сохранился и в современных программах [26, 51, 79, 128, 211], хотя возможен и иной вариант [115]. Вновь отметим здесь, что в большинстве учебников первые представления о кислотах и основаниях даются с позиций атомно-молекулярной теории (кроме учебника Р. Г. Ивановой, в котором кислоты и основания характеризуются как электролиты [79]).

Сформулируем *образовательные задачи*, которые необходимо решать, знакомя учащихся с кислотами. Во-первых, необходимо сформировать знания не только о составе, но и о номенклатуре и классификации кислот; во-вторых, сформировать знания о физических и химических свойствах кислот; в-третьих, ввести понятие о вытеснительном ряде металлов и обучить учащихся прогнозированию возможности протекания некоторых реакций, используя этот ряд (при этом развивается понятие о реакциях замещения); в-четвёртых, развивать понятие о реакции обмена (на примере реакции кислот с оксидами металлов).

После изучения данного класса веществ учащиеся должны *знать* состав и номенклатуру кислот, находя их среди других веществ по формулам; *уметь* находить отличия кислородсодержащих кислот от бескислородных и одноосновных от двух- и трёхосновных кислот, а также оксидов; *уметь* составлять уравнения реакций, подтверждающих химические свойства кислот, разъясняя сущность реакций замещения на основе использования вытеснительного ряда, и реакций обмена. Кроме этого от учащихся требуется *умение* объяснять все реакции с участием кислот с позиции атомно-молекулярного учения (если не применяется иная теоретическая основа для изучения классов неорганических соединений).

Рассмотрим некоторые методические приёмы, которые позволяют сделать изучение кислот более успешным и интересным для учащихся-

ся. Вначале выясняется, почему кислоты так называются. Учащиеся чаще всего указывают на кислый вкус данных веществ. В своей практике мы обычно показываем учащимся лимон и предлагаем вспомнить его кислый вкус, обусловленный лимонной кислотой, а также выдаём учащимся драже аскорбиновой кислоты (витамин С). Возникающие по этому поводу эмоции надолго закрепляют полученные знания в памяти.

Уместно также указать на связь слова «кислота» со словом «кислород», которое обозначает «рождающий кислоты». Последнее обстоятельство указывает на то, что кислород входит в состав кислот. Возникает вопрос: Все ли кислоты содержат в своём составе кислород? Учащиеся могут назвать соляную кислоту HCl , в составе которой отсутствует кислород. Становится очевидным разделение кислот на две группы – кислородсодержащие и бескислородные.

Достаточно легко учащиеся усваивают и деление кислот на одноосновные, двухосновные и трёхосновные кислоты. Помимо этого учитель указывает на другие основания для классификации кислот – по растворимости в воде (по аналогии с оксидами) и происхождению (неорганические и органические кислоты). В последнем случае появляется возможность установления межпредметных связей с биологией: учащиеся дополнительно называют яблочную, щавелевую, уксусную, муравьиную кислоты, которые встречаются в природе. Состав этих кислот также можно предъявить учащимся (формулы следует написать заранее на специальных карточках-планшетах).

Все называемые кислоты необходимо показывать учащимся, записывать на доске их формулы и названия. Обычно записи оформляют в виде таблицы (таблица 7).

Учитель может варьировать число кислот, вносимых в таблицу, важно только, чтобы в неё были включены представители всех групп кислот. Как правило, в учебниках подобные таблицы имеются, однако полезно и учащимся оформить их в своих тетрадях, внося сведения о тех кислотах, которые отсутствуют в учебнике.

Сведения о валентности кислотного остатка и названиях солей вносятся в такую таблицу после того, как будет дано понятие о кислотном остатке и сформулировано определение кислот. Помогает в этой работе нехитрый приём – учитель работает с карточками, на которых записаны формулы кислот. При этом химический знак водорода выделен красным цветом, а формула кислотного остатка – чёрным.

Таблица 7. Названия, состав и свойства кислот. Названия солей

Название кислоты	Формула	Агрегатное состояние при обычных условиях	Кислотный остаток, его валентность	Название солей
Азотная	HNO_3	Жидкость	NO_3 (I)	Нитраты
Бромоводородная	HBr	Существует только в растворе	Br (I)	Бромиды
Кремниевая	H_2SiO_3	Твёрдое вещество	SiO_3 (II)	Силикаты
Серная	H_2SO_4	Жидкость	SO_4 (II)	Сульфаты
Сернистая	H_2SO_3	Существует только в растворе	SO_3 (II)	Сульфиты
Сероводородная	H_2S	Существует только в растворе	S (II)	Сульфиды
Угльная	H_2CO_3	Существует только в растворе	CO_3 (II)	Карбонаты
Фосфорная	H_3PO_4	Твёрдое вещество	PO_4 (III)	Фосфаты
Хлороводородная	HCl	Существует только в растворе	Cl (I)	Хлориды

Карточку с формулой можно согнуть так, чтобы химический знак водорода оказался на одной половине, а формула кислотного остатка – на другой (можно использовать и демонстрационные кубики, на гранях которых записаны химический знак водорода и формулы кислотных остатков). «Убирая» из формулы кислоты химический знак водорода и его индекс (сгибая карточку), получаем формулу кислотного остатка. В дальнейшем такие карточки используют для восстановления полной формулы кислоты.

Кислотный остаток определяется как атом или группа атомов, которые связаны с атомами водорода. Следовательно, кислотами называют сложные вещества, в состав которых входят атомы водорода и кислотные остатки (определение записывается в справочник понятий). После этого вводится понятие о валентности кислотного остатка, которая равна количеству атомов водорода в молекуле кислоты. Значения валентности кислотных остатков вносятся в справочную таблицу (таблица 7).

Часто учащиеся испытывают затруднения при запоминании формул кислот. Проводя первичное закрепление знаний о составе кислот и их классификации, можно использовать карточки-матрицы (см.

выше), а также игровые материалы, например, химический пасьянс. Теперь учащимся предлагается найти среди предложенных веществ кислоты, назвать их, указать кислотные остатки, их валентность, классифицировать кислоты и т.д. Аналогичные задания предлагаются и для контроля знаний. Так, проверить знание формул кислот можно с помощью цифрового диктанта [195]. Предлагаем наш вариант такого диктанта. Ответом на него служит столбик цифр. Необходимо записать в столбик числа от 1 до 10. Посмотреть на формулу кислоты и найти во втором столбике её название, а в третьем – формулу кислотного остатка.

1. H_2SO_4	1. БРОМОВОДОРОДНАЯ	1. NO_3
2. HCl	2. ОРТОФОСФОРНАЯ	2. S
3. HNO_3	3. СЕРНАЯ	3. Br
4. H_3PO_4	4. АЗОТНАЯ	4. Cl
5. HBr	5. ХЛОРОВОДОРОДНАЯ	5. SO_4
6. H_2S	6. СЕРОВОДОРОДНАЯ	6. PO_4

Подобным образом можно проверять знание солей, щелочей и других веществ.

Изучая физические свойства кислот, обращают особое внимание на технику безопасности при работе с кислотами. Демонстрируют серную и соляную кислоты в концентрированном и разбавленном виде. Опуская в концентрированную серную кислоту древесную лучинку, отмечают её обугливание. Приливая концентрированную кислоту в воду, отмечают сильное разогревание раствора. Объясняют правило приготовления растворов кислот: «Сначала вода, потом кислота, иначе случиться может беда!» Можно проиллюстрировать это положение техники безопасности рассказом из жизни химиков.

«Сторож Ш. в одной немецкой химической лаборатории полоскал посуду; влив в колбу для кипячения довольно большое количество концентрированной серной кислоты, он, не предвидя ничего плохого, стал лить в неё воду из водопровода. В то же мгновение часть содержимого, в виде взрыва, выбросило Ш. прямо в лицо. Глаза он закрыл вовремя и, так как он находился около стола для мытья посуды, удалось хорошо обмыть всю голову, благодаря чему повреждения получились не особенно сильные. Весь лоб и щёки его довольно долгое время имели вид покрытых как бы дублёной кожей, причём кожа сильно отслаивалась» [52, с. 9].

Химические свойства кислот изучаются на отдельном уроке. Наиболее целесообразно применить исследовательский метод изучения материала. Знакомясь ранее с водородом, учащиеся осуществляли взаимодействие соляной (серной) кислоты с металлами – цинком или железом. На данном же уроке представления учащихся о взаимодействии кислот с металлами расширяются. Наиболее приемлем вариант проведения лабораторного опыта «Отношение кислот к металлам», когда каждая пара учащихся проверяет отношение соляной и (или) серной кислоты к разным металлам – цинку, железу, магнию и меди. Если условия кабинета не позволяют проводить опыт в таком виде, то применяется работа по вариантам: учащиеся первого варианта проводят реакцию с цинком и медью, второго варианта – с железом и медью, третьего варианта – с магнием и медью. Необходимо заметить, что все металлы следует брать в одинаковом состоянии – либо в виде кусочков, либо в виде порошка.

После проведения реакций учащиеся отвечают на вопросы учителя: Какие металлы реагируют с кислотой? Что при этом образуется? К какому типу относятся все реакции? Какой металл не вступил в реакцию? Какой металл активнее других? Как можно расположить металлы по их активности?

Возможны два варианта ответа на последний вопрос: 1) активность металлов возрастает в ряду $\text{Cu} \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{Mg}$; 2) активность металлов убывает в ряду $\text{Mg} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{Cu}$.

Обобщая результаты опыта, учитель подводит учащихся к понятию о вытеснительном ряде металлов (ряде стандартных электродных потенциалов). Как отмечают Г. И. Шелинский и С. В. Телешов [209], этот ряд часто неправомерно используют для объяснения взаимодействий, к которым этот ряд не имеет прямого отношения. В частности, с помощью этого ряда пытаются объяснить закономерности взаимодействия металлов с водой, металлов с расплавленными галогенидами и оксидами, дать характеристику реакционной способности металлов на основе взаимодействия их атомов с различными сложными веществами. Авторы напоминают, что закономерности, проявляющиеся на атомном уровне, значительно отличаются от закономерностей, характерных для простых веществ. Поэтому «при рассмотрении вопросов, связанных с закономерностями химических реакций, необходимо добиваться отчётливого понимания учащимися, что *главная задача химии – изучение свойств веществ и их реакционной способности по отношению к другим веществам* (курсив авторов – Г. К.).

Эта реакционная способность может быть выражена не только качественно, но и количественно. Последнее не всегда, к сожалению, осуществляется в обучении в должной мере» [209, с.9]. И далее авторы показывают, как можно в обучении школьников использовать для объяснения взаимодействия простых веществ металлов со сложными веществами такую важнейшую количественную характеристику, как изменение свободной энергии реакции (энергии Гиббса, $\Delta G_{\text{реакции}}$). При этом они применяют не только школьный ряд напряжений металлов, но и ряд реакционной способности простых веществ металлов по отношению к простому веществу кислороду и сложному веществу воде (рис. 7, ряд 1), а также к простому веществу хлору (рис. 7, ряд 2).

Простые вещества	Li^0	Ca^0	Al^0	Na^0	Zn^0	Fe^0	H_2^0	Pb^0	Cu^0	Ag^0
ΔG^0 , кДж на единицу степени окисления	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)
Оксиды	Li_2O	CaO	Al_2O_3	Na_2O	ZnO	FeO	H_2O	PbO	CuO	Ag_2O
	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(ж.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)

Ряд 1

Простые вещества	Li^0	Na^0	Al^0	Zn^0	Ag^0	Fe^0	H_2^0	Cu^0
	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)
ΔG^0 , кДж на единицу степени окисления	-384,0	-384,0	-209,5	-184,7	-109,7	-100,7	-95,3	-85,7
Хлориды	LiCl	NaCl	AlCl_3	ZnCl_2	AgCl	FeCl_3	HCl	CuCl_2
	(кр.)		(кр.)	(кр.)	(кр.)	(кр.)	(г.)	(кр.)

Ряд 2

Рис. 7. Ряды реакционной способности простых веществ металлов по отношению к простому веществу кислороду и сложному веществу воде (ряд 1), к простому веществу хлору (ряд 2) (фрагменты, по [209])

Использование данных рядов на уроках существенно расширяет представления учащихся о возможных химических взаимодействиях, так как один и тот же металл проявляет разную реакционную способность по отношению к различным веществам. При этом можно не давать пространственных объяснений по поводу энергии Гиббса, а разъяс-

нить границы применения каждого ряда. Очевидно, что можно предложить вниманию учащихся и другие ряды реакционной способности металлов, например, по отношению к фосфору, азоту, сере. Учащиеся профильных и специализированных классов могут и самостоятельно составить соответствующие ряды.

В качестве закрепления новых знаний учащиеся составляют уравнения возможных реакций между кислотами и металлами.

Затем изучается взаимодействие кислот с оксидами металлов. Отправной точкой является проблемный вопрос: если кислоты взаимодействуют с простыми веществами – металлами, то будут ли они взаимодействовать с оксидами металлов? Что при этом может получиться?

Как и в предыдущем случае, учащиеся получают ответ, проводя химические опыты: в пробирки с оксидами кальция и меди(II) прибавляют раствор соляной и (или) серной кислоты. После нагревания наблюдают изменения: растворение оксидов металлов и появление голубого окрашивания (в случае оксида меди(II)). Объясняя сущность реакций, следует обратить внимание учащихся на то, что образуются соль и вода, а не водород, как в реакции с металлами. Кроме того, оксид меди(II) реагирует с растворами кислотами (в отличие от самой меди).

После изучения данного свойства кислот также необходимо закрепление в виде составления уравнений реакций разных кислот и оксидов металлов. Для работы можно использовать карточки-матрицы, а также дидактическую игру «химический пасьянс», выбирая из него карточки с формулами кислот и оксидов металлов.

Перед изучением действия кислот на индикаторы следует дать историческую справку о том, как впервые индикаторы начал использовать Р. Бойль. Приведём полностью отрывок из книги Е. Я. Аршанского.

“Исторический экскурс к опыту «Влияние среды на окраску индикаторов»

История открытия веществ, о которых пойдёт речь, началась в XVII в. в лаборатории известного английского физика и химика Р.Бойля (1627 – 1691). В лаборатории, как обычно, кипела напряжённая работа: горели свечи, в ретортах нагревались разнообразные вещества. В кабинет к Бойлю вошёл садовник и поставил в углу корзину с великолепными тёмно-фиолетовыми фиалками. В это время Бойль собирался проводить опыт по получению серной кислоты.

Восхищенный красотой и ароматом фиалок, учёный, захватив с собой букетик, направился в лабораторию. Его лаборант Уильям сообщил Бойлю, что вчера доставили две бутылки соляной кислоты из Амстердама. Бойлю захотелось взглянуть на эту кислоту, и, чтобы помочь Уильяму налить кислоту, он положил фиалки на стол. Затем он взял со стола букетик и отправился в кабинет. Здесь он заметил, что фиалки слегка дымятся от попавших на них брызг кислоты. Чтобы промыть цветы, Бойль опустил их в стакан с водой. Через некоторое время он бросил взгляд на стакан с фиалками, и случилось чудо: тёмно-фиолетовые фиалки стали красными. Естественно, Бойль, как истинный учёный, не мог пройти мимо такого случая и начал исследования.

Он обнаружил, что и другие кислоты окрашивают лепестки фиалок в красный цвет. Ученый подумал, что если приготовить из лепестков настой и добавить немного к исследуемому раствору, то можно будет узнать, кислый он или нет. Бойль начал готовить настои из целебных трав, древесной коры, корней растений. Однако самым интересным оказался фиолетовый настой, полученный из лакмусового лишайника. Кислоты изменяли его цвет на красный, а щёлочи – на синий. Бойль распорядился пропитать этим настоем бумагу и затем высушить ее. Так и была создана первая лакмусовая бумажка, которая теперь имеется в любой химической лаборатории. Клочок такой бумажки, погруженный в исследуемый раствор, изменяет свой цвет и показывает, кислый это раствор или щелочной. Таким образом было открыто одно из первых веществ, которые Бойль уже тогда назвал индикаторами” [8, с. 42].

Помогает усвоению материала и этимологический разбор слова «индикатор»: оно происходит от английского слова *indicate*, что значит «указывать». Среди однокоренных слов чаще всего называют слово «индекс».

Перед проведением лабораторного опыта учащихся знакомят с индикаторами в твёрдом виде и в виде растворов (можно использовать специальный планшет, на котором закреплены склянки с сухими веществами и водными растворами лакмуса, фенолфталеина и метилового оранжевого, а также с окрашенными растворами, имитирующими окраску индикаторов в кислой и щелочной среде).

Действие кислот на лакмус и метиловый оранжевый изучают обычно в ходе лабораторного опыта (с фенолфталеином можно познакомиться позже при изучении свойств щелочей). При этом используют либо полумикрометод, либо капельный метод (реактивы берут каплями и помещают в ячейки специальных пластинок). Данный опыт вызывает всплеск положительных эмоций и оставляет сильное впечатление в памяти учащихся. Они обычно легко запоминают, что

«фенолфталеиновый в щёлочи малиновый», а лакмус в кислотах имеет красный цвет (правило трёх К). Запомнить окраску лакмуса, фенолфталеина и метилоранжа помогут и такие строки:

Индикатор лакмус красный
Кислоту укажет ясно.
Индикатор лакмус синий –
Щёлочь здесь, не будь разиней!
Когда ж нейтральная среда,
Он фиолетовый всегда.

Попасть в кислоту для других неудача,
Но он перетерпит без вздохов, без плача.
Зато в щелочах у фенолфталеина
Не жизнь, а малина, сплошная малина!

От щёлочи я жёлт, как в лихорадке.
Краснею от кислот, как от стыда.
И я бросаюсь в воду без оглядки,
Здесь я оранжевый практически всегда [193, с. 37].

После проведения лабораторного опыта его результаты заносят в таблицу «Изменение окраски индикаторов»:

Исследуемое вещество	Лакмус (фиолетовый)	Метилоранж (оранжевый)	Фенолфталеин (бесцветный)
Кислота	Краснеет	Краснеет	Не меняет окраску

Вторая строчка в таблице будет заполнена при изучении щелочей.

Целесообразно после изучения кислот познакомить учащихся с солями, как продуктами реакций, в которых участвуют кислоты. В начале также следует дать историческую справку о том, что в 1668 г. немецкий ятрохимик Отто Тахений указал на то, что «соли состоят из кислоты и щелочи». Перед учащимися можно поставить проблемный вопрос: почему учёный так сказал? Поскольку ранее уже приводились составы солей и щелочей, нужно ещё раз провести их сравнение и дать определение солям. Приводя различные примеры солей, следует их показывать, записывать химические формулы и отмечать какие-либо отличительные признаки, например, цвет или растворимость в воде. Самыми интересными, на наш взгляд, являются сведе-

ния о применении солей, их нахождении в природе, значении для жизни человека, животных и растений.

Одна из широко применяемых в медицине солей – *перманганат калия*. Его разбавленные растворы используют как дезинфицирующее и кровоостанавливающее средства.

Гидрокарбонат натрия (питьевую соду) используют не только в быту, но и в медицинской практике из-за его способности создавать щелочную среду в водных растворах в результате гидролиза. Эту соль применяют внутрь при повышенной кислотности желудочного сока, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, изжоге, подагре, диабете, катарах верхних дыхательных путей. Наружно употребляется как слабая щёлочь при ожогах, для полосканий, промываний и ингаляций при насморке, конъюнктивитах, стоматитах и др.

Карбонат кальция применяют внутрь не только как препарат кальция, но и как средство, адсорбирующее и нейтрализующее кислоты.

Нитрат серебра (ляпис) используют благодаря его способности свёртывать белки, превращая их в нерастворимые соединения. Его применяют для прижигания ран, язв, в виде мазей (10%-ных) и 2-10%-ных водных растворов. Внутрь назначают при язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

Нитрит натрия – сосудорасширяющее средство при стенокардии, противоядие при отравлении цианидами.

Сульфат кальция $2\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ – алебастр – применяют для изготовления повязок и шин при переломах и в зубопротезной практике.

Сульфат магния $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (горькая соль) обладает слабительным действием. Это объясняется его задерживающим влиянием на всасывание воды в кишечнике. Вследствие осмотического давления, создаваемого этой солью, вода удерживается в просвете кишечника и способствует более быстрому продвижению его содержимого. Сульфат магния применяют в виде инъекций как спазмолитик, противосудорожное и обезволивающее средство, а также при лечении столбняка.

Сульфат бария нерастворим в воде и способен сильно поглощать рентгеновское излучение. В виде суспензии его применяют при рентгеноскопии желудочно-кишечного тракта как рентгеноконтрастное вещество.

Сульфат меди(II) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (медный купорос) оказывает вяжущее и антисептическое действие. Его применяют в глазной практике при конъюнктивитах. Раствор медного купороса служит противоядием при отравлении белым фосфором.

Сульфат цинка $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ используют для приготовления глазных капель, как вяжущее средство и антисептик.

Сульфат железа(II) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ используют при лечении анемии (малокровия), а также при слабости и истощении организма.

Водный раствор *хлорида натрия* (0,9%-ный) называют физиологическим. Он служит для восполнения жидкости при больших потерях её организмом. Растворы более высокой концентрации (3,5% и 10%-ный) применяют наружно при воспалительных процессах [159].

Некоторые соли носят названия в честь учёных, которые их открыли. Можно рассказать учащимся о немецком химике, лекаре при королевском дворе Иоганне Рудольфе Глаубере (1604-1670), который занимался разработкой и совершенствованием методов получения различных веществ. Глаубер разработал метод получения соляной кислоты действием серной кислоты на поваренную соль. Тщательно изучив получаемый после отгонки кислот остаток (сульфат натрия), он установил, что это вещество обладает слабительным эффектом, поэтому и назвал его «удивительной солью». Современники же называли эту соль глауберовой, и это название сохранилось до наших дней. Глауберу соль $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ применяют также в качестве противоядия при отравлении солями бария и свинца, с которыми сульфат натрия даёт нерастворимые осадки сульфатов бария и свинца [159].

Химические свойства солей на данном этапе обучения, как правило, не рассматриваются. Ставится задача научить учащихся составлять формулы солей (чаще всего – на основе валентности металлов и кислотных остатков) и создать условия для усвоения номенклатуры солей. Вначале изучают алгоритм составления формул солей, который сравнивается с алгоритмом составления формул бинарных соединений, в частности, оксидов. Полезно использовать общие формулы кислот и солей:



Можно воспользоваться поддержкой инструктивного материала в виде таблицы 5 (см. выше).

Необходимо дать учащимся как можно больше упражнений по составлению формул солей и их называнию. Предлагаем использовать матрицу «Составление формул солей». Каждому ученику выдаётся карточка, на которой записаны в столбик химические знаки металлов (иногда с указанием их валентности), а в строчку – формулы кислот:

Металлы	Кислоты		
К	HCl	H ₂ SO ₄	H ₃ PO ₄
Mg			
Au(III)			

В точках пересечения условных вертикальных и горизонтальных линий необходимо записать формулы солей, внизу под формулами солей указать их названия. Все записи ученики делают карандашом, поэтому каждая карточка может использоваться многократно (целесообразно изготовление карточек из плотной бумаги). Данные матрицы используются как для тренировки, так и для контроля знаний и умений учащихся. За одно и то же время, отведённое на работу, разные ученики могут выполнить разное число вариантов, поэтому карточек должно быть приготовлено значительно больше, чем учащихся в классе.

На основе карточки-матрицы (см. выше) выполняются задания, связанные с кислотами и солями. Например:

- выберите из своего варианта формулы кислот;
- укажите валентность кислотного остатка каждой кислоты;
- укажите, является ли каждая кислота: а) одноосновной; б) двухосновной; в) трёхосновной; г) кислородсодержащей; д) бескислородной;
- выберите из своего варианта формулы солей;
- назовите каждую соль.

Во время фронтальной беседы можно воспользоваться «перекидным календарём», «химическим пасьянсом» (см. выше). Стоит также привлечь внимание к такой дидактической игре, как лото «Соли». Для игры готовятся карты игрового поля (по числу учащихся в классе). Каждое поле содержит 22 клетки с формулами солей. Каждой клетке соответствует карточка с названием соли. На этой же карточке указывается буква. При правильном наложении карточек на клетки игрового поля ученик получает ключевую фразу. Приведём один из вариантов такого лото. Приведём один из вариантов такого лото.

В первом ряду: CaSiO_3 , K_2S , AgNO_3 , K_2SO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, K_3PO_4 , CuCl_2 , Na_2SiO_3 , HgS , $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$, Na_2CO_3 .

Во втором ряду: KF , Ag_2SO_4 , $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$, CaCO_3 , Na_2S , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, AlBr_3 , K_2SO_4 , BaBr_2 , Al_2S_3 .

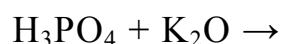
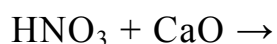
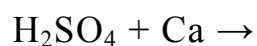
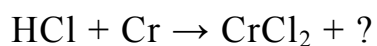
Карточки с названиями солей: силикат кальция («), сульфид калия (Х), нитрат серебра (И), сульфит калия (М), сульфат алюминия (И), фосфат калия (Я), хлорид меди(II) (И), силикат натрия (З), сульфид ртути(II) (У), фосфат цинка (Ч), карбонат натрия (А), фторид калия (Е), сульфат алюминия (Т), фосфат меди(II) (В), карбонат кальция (Е), сульфид натрия (Щ), фосфат кальция (Е), нитрат меди(II) (С), бромид алюминия (Т), сульфат калия (В), бромид бария (А), сульфид алюминия (»).

Ключевая фраза: «Химия изучает вещества».

Для индивидуальной работы учащихся также предлагаются задания разных видов.

Задание 1. Назовите кислоты, формулы которых – HNO_3 , H_2CO_3 , H_3PO_4 , HCl , H_2SO_4 , H_2SiO_3 , HI . Укажите валентность кислотного остатка каждой кислоты. Подчеркните одной чертой химические формулы одноосновных кислот, двумя чертами – двухосновных кислот, тремя чертами – трёхосновных.

Задание 2. Допишите уравнения реакций до конца:



Проверку знаний можно провести в форме *диктанта с перфокартами*. На доске (на слайде в случае электронной презентации) записываются основы для ответов на вопросы по вариантам:

Вариант 1

Вариант 2

1. HCl

1. H_2SO_4

2. (PO_4)

2. (NO_3)

3. $\text{Pb} + \text{H}_2 \rightarrow$

3. $\text{CuO} + \text{HNO}_3 \rightarrow$

4. FeSO_4

4. FeCl_3

5. Кислота

5. Соль

6. Оксид металла

6. Кислота

Учащимися выдаются перфокарты и листы чистой бумаги, в которых они отмечают ответы на общие для всех вариантов вопросы. Самодельные перфокарты представляют собой сложенный вдвое лист плотной бумаги или склеенный из бумаги пакет с пробитыми (с помощью пробочного сверла) рядами отверстий. Пронумерованные го-

горизонтальные ряды соответствуют номерам вопросов и заданий; вертикальные ряды, обозначенные буквами, предназначены для выбора правильных ответов. В перфокарту вставляется чистый лист бумаги, на выступающей части которого ученик подписывает свою фамилию и отмечает номер варианта. Выбранные ответы отмечает в отверстиях перфокарты условными значками (крестиком, «птичкой»). Задания можно давать в письменном виде каждому ученику или зачитывать перед классом.

1. Какое свойство характерно для кислоты, формула которой написана в пункте 1: а) вязкая; б) «дымит» на воздухе; в) взрывоопасная; г) поддерживает горение?

2. Какую валентность проявляет кислотный остаток, формула которого указана в пункте 2: а) I; б) II; в) III; г) IV?

3. К какому типу относится реакция, схема которой приведена в пункте 3: а) соединения; б) разложения; в) замещения; г) обмена?

4. Выберите название для вещества из пункта 4: а) сульфат железа(II); б) нитрат железа(III); в) фосфат железа(III); г) хлорид железа(III).

5. Выберите из перечня формулу вещества, названного в пункте 5: а) CaSO_4 ; б) MgO ; в) CO_2 ; г) HNO_3 .

6. С какими из соединений реагирует вещество, названное в пункте 6: а) CuO ; б) MgO ; в) HCl ; г) H_2O ?

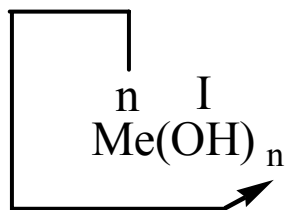
Для фронтальной беседы полезно также использовать сигнальные карточки, на которых записаны формулы оксидов, кислот и солей. Можно предложить учащимся поднимать руку только в том случае, когда они видят карточку с формулой соли. Такой приём (мы называем его игрой «Руки вверх!») позволяет вырабатывать у учащихся внимание, сообразительность, умение быстро переключаться с одного объекта на другой. С подобного упражнения можно – своеобразной «химической разминки» – начинать каждый урок химии.

На уроке, посвящённом изучению оснований, актуализируются такие понятия, как основание и гидроксильная группа. Дополнительно сообщается, что гидроксильную группу можно рассматривать как остаток молекулы воды, в которой один атом водорода замещается на атом металла. Приводится пример реакции взаимодействия натрия с водой, составляется соответствующее уравнение. Следует сообщить учащимся, что металлический натрий впервые получил в 1807 г. английский химик Гэмфри Дэви (1778–1829). Он же первым наблюдал реакцию взаимодействия этого металла с водой.

Второй способ получения оснований – растворение некоторых оксидов металлов в воде. Вследствие этого основания еще называют гидроксидами металлов, т.е. оксидами, присоединившими воду. Объяснение можно сопроводить демонстрацией опыта «Получение гидроксида кальция». Как известно, при обливании кусков негашёной извести СаО водой наблюдается такое сильное разогревание, что часть воды превращается в пар, а куски негашёной извести рассыпаются и превращаются в сухой рыхлый порошок – гашёную известь, или гидроксид кальция Са(ОН)₂.

Если ранее учащиеся не знакомились с основаниями, то изучение состава этих соединений проводится в форме проблемной беседы. Вначале записываются формулы и названия некоторых оснований: NaOH – гидроксид натрия, KOH – гидроксид калия, Са(ОН)₂ – гидроксид кальция, Zn(ОН)₂ – гидроксид цинка, Al(ОН)₃ – гидроксид алюминия и ставится вопрос: что общего в составе оснований? Учащиеся отмечают присутствие во всех основаниях группы атомов ОН. Эта группа называется гидроксогруппой. Ставится новый вопрос: почему в составе гидроксида натрия или калия только одна гидроксогруппа, а в составе гидроксида алюминия – три. От чего зависит число гидроксогрупп в составе оснований? Очевидно, что число гидроксогрупп в составе оснований зависит от валентности атомов металлов. Учащиеся в состоянии сделать такой вывод самостоятельно, так как они уже знают, что формулы сложных веществ можно составлять на основании валентности элементов. Далее можно предложить учащимся определить валентность гидроксогруппы и дать определение понятия «основания» [183].

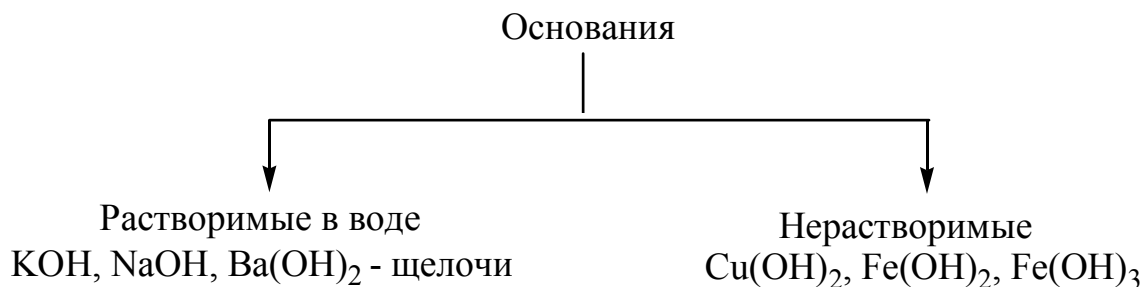
Далее объясняют, как составить формулы оснований. При этом надо максимально стимулировать учащихся к самостоятельному выводу соответствующего алгоритма. В работе помогает опорный сигнал:



где n – валентность металла (см. также таблицу 5).

Изучение свойств оснований также проводится в форме проблемной беседы. Учащимся напоминают, что свойства веществ зависят от их состава, и предлагают объяснить физические и химические свой-

ства оснований. Для этого проводят опыт – лабораторный (предпочтительно) или демонстрационный. В одной пробирке (стакане) смешивают с водой гидроксид натрия, в другой – гидроксид кальция, а в третьей – гидроксид меди(II). Учащиеся видят, что растворимость оснований в воде различна. Естественно, что возникают вопросы: Почему? Как это объяснить? Поскольку во все основания входят гидроксогруппы, но растворимость оснований разная, то зависит она от природы металлов, входящих в их состав. Сравнение активности металлов натрия, калия, кальция, меди, алюминия, которые входят в состав изучаемых оснований, позволяет сделать следующий вывод: основания, содержащие в своём составе активные металлы, растворимы в воде, а основания, содержащие неактивные металлы, не растворяются в воде. В соответствии с этим и принята классификация оснований: выделяют растворимые (щёлочи) и нерастворимые основания. Составляется схема:



Затем проверяется действие растворимых оснований (щелочей) на индикаторы (в пробирку с полученным раствором щёлочи добавляют несколько капель раствора фенолфталеина). Используются также растворы лакмуса и метилоранжа, универсальный бумажный индикатор. Учащиеся отмечают происходящие изменения и фиксируют результаты опыта в таблице «Изменение окраски индикаторов», которую начали на предыдущем уроке (вторая строчка таблицы).

Как правило, состав, физические свойства оснований и действие щелочей на индикаторы изучаются на одном уроке, а остальные химические свойства оснований изучают на другом уроке (уроках). Источником знаний о химических свойствах оснований является эксперимент.

Так, учащиеся выполняют лабораторный опыт «Взаимодействие щелочей с оксидами неметаллов». Они продувают в раствор гидроксида кальция (известковую воду) через стеклянную трубочку (соломинку для коктейлей) выдыхаемый воздух. Происходит помутнение

раствора. Составляется соответствующее уравнение, при этом отмечается, что углекислый газ ведёт себя как соответствующая ему угольная кислота, поэтому образуются соль угольной кислоты и вода. Аналогично рассматриваются реакции между другими щелочами и оксидами неметаллов. Приводятся примеры уравнений реакций.

Учащиеся проводят следующий лабораторный опыт – разложение гидроксида меди(II) при нагревании. В ходе обсуждения результатов опыта составляется уравнение реакции. Учитель должен объяснить, что не все гидроксиды металлов разлагаются при нагревании, например, гидроксиды натрия и калия не разлагаются.

Наконец, изучается отношение и нерастворимых и растворимых оснований к кислотам. Выполняются лабораторные (в крайнем случае – демонстрационный) опыты «Взаимодействие гидроксида натрия с соляной кислотой» и «Взаимодействие гидроксида меди(II) с соляной кислотой». В последнем случае используется заранее приготовленный гидроксид меди(II), который выдается учащимся в пробирке. Обсуждается очередной проблемный вопрос: почему и растворимые, и нерастворимые основания взаимодействуют с кислотами? Учащиеся, как правило, самостоятельно отмечают, что это свойство всех оснований обусловлено наличием в их составе гидроксогрупп. Поскольку на этом этапе рассматриваются только такие случаи, когда получаются средние соли и вода, то появляется возможность ввести понятие о реакции нейтрализации. Закрепление знаний проводится в виде упражнения на составление уравнений реакций нейтрализации, в которых участвуют разные основания и кислоты.

Отмечается ещё одно отличие щелочей от нерастворимых гидроксидов металлов – взаимодействие с некоторыми растворимыми солями. При этом получается нерастворимое основание и соль. Сказанное подтверждается химическими опытами – получением гидроксида меди(II), гидроксида железа(III), гидроксида магния.

На этом же уроке можно провести первое обобщение по классам неорганических соединений, обратившись к соответствующей системе понятий (рис. 6). Можно также обратиться к таблице «Что с чем реагирует», в которой обобщены химические свойства веществ разных классов (см. таблицу 8).

В первую строку и первый столбец таблицы внесены названия классов веществ. Дается памятка: заштрихованные прямоугольники означают, что взаимодействие между веществами возможно (такие превращения изучаются в старших классах); прямоугольники белого.

Таблица 8. Что с чем реагирует

	Me	Неме	Основный оксид (оксид Me)	Кислотный оксид (оксид Неме)	Кислота	Основание	Соль	Вода
Me	Сплавы	Соль			H ₂ + соль (см. ряд акт. металлов)		Me+ соль (см. ряд акт. металлов)	
Неме	Соль							
Основный оксид (оксид Me)				Соль	Соль+ H ₂ O			Возможно основание
Кислотный оксид (оксид Неме)			Соль			Соль+ H ₂ O		Возможна кислота
Кислота	H ₂ + соль (см. ряд акт. металлов)		Соль+ H ₂ O			Соль+ H ₂ O	Новые соль и кислота	Р
Основание				Соль+ H ₂ O	Соль+ H ₂ O		Новые соль и основание	Р
Соль	Me+ соль (см. ряд акт. металлов)				Новые соль и кислота	Новые соль и основание	Новые соли (при определённых условиях)	Р



взаимодействие возможно;
Р - вещества растворяются в воде



вещества не взаимодействуют друг с другом;

цвета – вещества не взаимодействуют друг с другом; «Р» – вещества растворяются в воде. В другие прямоугольники внесены названия продуктов реакций, которые образуются при взаимодействии веществ [47].

В полном объёме работа с таблицей «Что с чем реагирует» осуществляется при обобщении знаний о классах неорганических соединений. Этому следует посвятить отдельный урок. Работая с указанной таблицей, учащиеся учатся самостоятельно приобретать знания, закрепляют их, при этом интегрируются ранее полученные знания и умения. Она способствует также формированию представлений учащихся о генетической связи между классами неорганических веществ. При работе с таблицей можно придерживаться следующего алгоритма действий:

1. Запишите формулы реагентов.
2. Определите, к каким классам они относятся.
3. Найдите название класса для первого реагента в первой строке таблицы, а второго реагента – в первом столбце.
4. На пересечении соответствующих линий найдите название продуктов реакции.
5. Составьте и запишите формулы продуктов реакции.
6. Расставьте коэффициенты, укажите условие и признаки реакции.

Как указывалось выше, сначала учащихся знакомят с составом средних солей, а затем можно предложить для знакомства кислые и основные соли. Например, можно предложить для сравнения следующие соли: CaCO_3 – карбонат кальция (средняя соль), $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ – основной карбонат меди (основная соль), $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ – гидрокарбонат кальция (кислая соль).

Ставится проблемный вопрос: чем эти соли сходны и чем они отличаются друг от друга? Сравнение состава этих солей показывает, что они сходны наличием металлов и кислотных остатков. В состав основной соли кроме металла и кислотного остатка входит гидроксогруппа OH , а в состав кислой соли – водород.

Химические свойства солей учащиеся могут предсказать самостоятельно. Дается следующая установка: зная химические свойства простых веществ, оксидов, оснований и кислот, предскажите химические свойства соли – хлорида меди(II) CuCl_2 . Ответ подтвердите уравнениями реакций.

После того, как учащиеся запишут уравнения реакций, следует провести соответствующие опыты. По сути дела учащиеся решают

экспериментальную задачу, которая показывает им, как можно соединить теоретические знания с практикой. Такая деятельность является мощным стимулом к дальнейшему изучению химии.

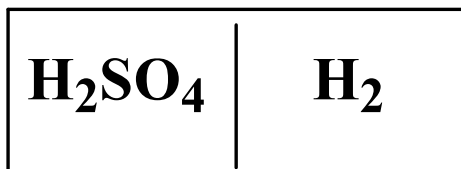
Очередной проблемный вопрос: возможны ли реакции солей между собой? Возможны разные ответы. Одни учащиеся считают, что подобное не может реагировать с подобным: им известно, что основания не реагируют с основаниями, а кислоты не вступают в реакции с кислотами. Другие учащиеся высказывают предположения, что взаимодействие солей друг с другом возможно, и предлагают проверить это экспериментально. В своей практике используем следующий приём: предлагаем учащимся попарно сливать растворы разных солей, входящих в набор реактивов, например, сульфата натрия, хлорида калия, хлорида бария, сульфата меди(II), хлорида магния, нитрата серебра и др. В одних случаях (например, сульфат натрия и хлорид бария) учащиеся наблюдают признак реакции – выпадение осадка, в других случаях (например, хлорид калия и сульфат меди(II) или хлорид магния) признаки реакции отсутствуют. Предлагается вопрос: чем это можно объяснить? Можно ли предсказать возможность протекания реакции солей друг с другом, чтобы не тратить впустую реактивы?

Совместно с учителем учащиеся сравнивают состав солей и отмечают, что реакция возможна, если: а) в состав солей входят разные металлы и разные кислотные остатки; б) один из продуктов реакции выпадает в осадок. Вырабатывается определённый алгоритм прогнозирования: записать формулы исходных солей и сравнить их состав; записать формулы возможных продуктов реакции; установить растворимость солей по таблице растворимости кислот, оснований и солей в воде; сделать окончательный вывод и записать уравнение реакции, если она возможна.

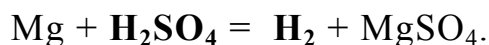
Закреплению знаний о химических свойствах веществ различных классов способствует и такая игра, как «Настенное домино» [54]. Она позволяет за 30 мин урока составить 27 уравнений реакций, закрепляет умение записывать химические процессы в виде уравнений реакций, развивает умение пользоваться химическим языком, формирует представление о том, что формулы описывают те процессы, которые происходят с веществами.

Готовится набор домино – 28 карточек размером 22 × 11 см. Для проведения игры на одной доске натягивается леска в 5-6 рядов, рас-

стояние между рядами составляет 11 см (по ширине карточки). Вторая доска предназначена для записей. Столы сдвигаются для трёх групп. Соответственно класс делится на три команды, которые должны быть разнородными по составу. Каждая команда вытягивает по 9 карточек, 28-я остаётся у учителя, который начинает игру, например, с карточки



Эту карточку вывешивают на первый ряд лески в левый угол, объясняя дальнейшие действия. Так, учащимся надо представить, что впереди карточки стоит знак Mg, в этом случае получается уравнение реакции:



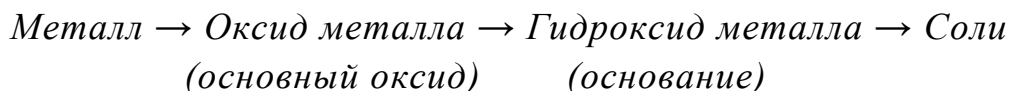
Уравнение реакции записывается на доске. Учащимся следует помнить, что первая формула в карточке – это реагент, через черту – продукт реакции. Следующая карточка должна содержать формулу вещества, взаимодействующего с водородом. Её нужно подставить к формуле водорода и записать уравнение.

Карточки для домино двойные, с горизонтальной записью на внешней стороне и вертикальной записью на внутренней. Если карточку надо расположить горизонтально, её просто вывешивают на леску, а при необходимости вертикального расположения её надо вывернуть и прикрепить скрепкой. Пользуясь такими карточками, можно построить несколько линий домино, т. е. разветвлённое поле игры. Карточки ставят только слева направо и сверху вниз.

На карточках должны быть записаны формулы не менее четырёх кислот (без повтора). Формулы O₂, H₂, H₂O можно дублировать 2-3 раза либо в продуктах, либо в реагентах. Каждая карточка ставится только после того, как на доске было записано уравнение реакции.

Как указывалось выше, знания о составе и химических свойствах веществ, принадлежащих к разным классам, позволяют сформировать представление об их генетической связи. При этом опираются на понятия о металлах и неметаллах, сформированных ранее. Обсуждение свойств соединений металлов и неметаллов проводится на основе химического эксперимента. Ставится проблемный вопрос: можно ли осуществить практически взаимопревращения соединений одного и того же элемента? В ходе беседы выясняется, что из металла можно

получить оксид металла; если валентность металла равна I или II, то его оксид имеет основной характер. Из оксидов некоторых металлов можно получить гидроксиды, которые являются основаниями. Наконец, из оснований при взаимодействии их с кислотами или кислотными оксидами можно получить соли. Так составляется генетический ряд металла:

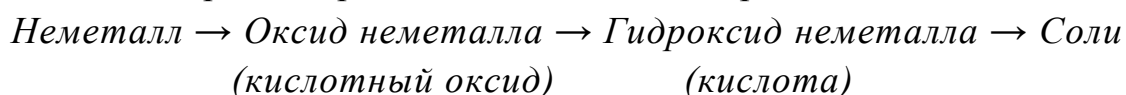


Приводят пример превращения: $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$.

Отмечают, что такое превращение возможно только для металлов, которые образуют растворимые в воде основания, т. е. щёлочи. Если металл образует нерастворимое в воде основание, то цепь превращений будет иной, например: $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$.

Учитель проводит демонстрационный опыт: обжигает в пламени спиртовки кусочек кальция; на получившийся оксид кальция действует водой и доказывает образование гидроксида кальция с помощью фенолфталеина; к полученной смеси раствора гидроксида кальция и фенолфталеина (необходимо взять примерно половину полученной смеси) прибавляет соляную кислоту – отмечают признаки взаимодействия веществ (обесцвечивание раствора). После демонстрации составляют уравнения проведённых реакций.

Аналогично рассматривается генетический ряд неметаллов:



Проводится конкретизация ряда неметалла на примере соединений серы: $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3$. Указывается, что не всегда оксид неметалла можно растворить в воде с образованием кислоты; в таком случае кислота получается из соответствующей соли, например: $\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3$.

Далее учитель проводит соответствующие опыты: сжигание серы в колбе с кислородом (в колбу предварительно наливается вода); растворение сернистого газа в воде и испытание раствора индикатором – лакмусом или метилоранжем (используется половина полученного раствора кислоты). Ко второй половине раствора кислоты прибавля-

ется оставшаяся смесь растворов гидроксида кальция и фенолфталеина – отмечается обесцвечивание фенолфталеина и образование белого осадка. Ко всем реакциям составляются уравнения.

Полученных знаний достаточно, чтобы определить, что такое генетический ряд элемента. Это *соединения одного и того же элемента, относящиеся к разным классам, способные переходить друг в друга* (от греч. *genesis* – происхождение, возникновение; «генетический» – значит «связанный с процессом образования, возникновения», а также «родственный»).

Связи, отражающие происхождение классов веществ, также называют генетическими. Указывают учащимся на то, что взаимодействие гидроксида кальция с сернистой кислотой соединяет два генетических ряда (две линии) – металла и неметалла. Обсуждаются другие возможности взаимодействия веществ – металлов с неметаллами, основных и кислотных оксидов, основных оксидов – с кислотами, кислотных оксидов – с основаниями. Оформляется итоговая схема взаимосвязи веществ основных классов неорганических соединений (рис. 8).

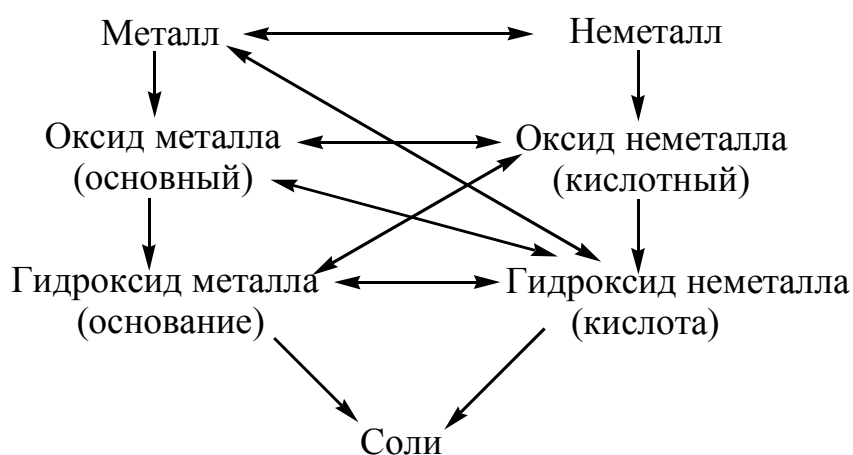


Рис. 8. Схема генетической связи веществ основных классов неорганических соединений

Интересный подход к изучению генетической связи между основными классами неорганических веществ как основы формирования научного мировоззрения восьмиклассников предлагает И. В. Митряева [130]. Она проводит демонстрационный опыт «Вулкан на столе»: в глубокой стеклянной чаше, заполненной водой, находится металлический усечённый конус – кратер «проснувшегося вулкана», на который устанавливается керамическая пластинка с дихроматом аммония. Дихромат аммония нагревается до начала разложения. Наблюдая

процесс «извержения вулкана», учитель указывает на то, что выброшенные «породы» сначала контактируют с кислородом воздуха, а затем «вулканическая лава» попадает в водную среду. Рассматривая химические процессы окисления и взаимодействия оксидов с водой, получают схему генетических рядов металла и неметалла, которую затем дополняют стрелками, направленными от одного класса веществ к другому (например, от металла к неметаллу, кислоте, соли). При окончательном обсуждении схемы такие стрелки становятся обоюдоострыми. В своей практике мы использовали предложенный подход, заменяя рисунок на доске изображением вулкана на листе ватмана. В этом случае в прорези, сделанные в соответствующих местах рисунка, вставляли карточки с соответствующими словами: «металл», «неметалл», «основной оксид» и т. д. В настоящее время, используя интерактивную доску, можно подготовить презентацию с анимационными эффектами.

Полученные знания учащиеся закрепляют, выполняя различные задания, в том числе – на составление уравнений реакций по цепочкам превращений, например:

1. Составьте генетические ряды для натрия и фосфора; напишите уравнения реакций, подтверждающих переходы от одного соединения каждого элемента к другому.

2. На основе предложенных формул соединений составьте генетические ряды для магния и углерода: H_2CO_3 , Mg , CO_2 , $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, C , MgO , CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

3. Какие из соединений, формулы которых приведены ниже, относятся к генетическому ряду кремния: H_2SO_4 , Si , Na_2SiO_3 , SiO_2 , SiF_4 , K_2SiO_3 , H_2SiO_3 . Составьте уравнения возможных превращений для соединений кремния.

4. Составьте уравнения реакций, которые можно осуществить на основе следующих схем превращений: а) $\text{Li} \rightarrow \text{Li}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH} \rightarrow \text{Li}_2\text{SO}_4$; б) $\text{Fe} \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$.

При закреплении знаний о химических свойствах оксидов, кислот, оснований и солей, их генетической взаимосвязи также используются дидактические игры, например, *химические кубики*, *химические пятнашки*, *химические нарды*, *химический светофор* и др. [94, 86], а также расчётные и экспериментальные задачи. В конце изучения данного раздела обычно проводят урок обобщения и систематизации знаний, на котором также уместно применение дидактических игр.

Приведём пример урока-игры, разработанной студенткой Т. Медведевой.

Игра называется «Крестики-нолики». Её целью является закрепление и обобщение знаний о составе и свойствах веществ основных классов неорганических соединений, их генетической связи.

Для проведения игры класс делится на две команды – «Крестики» и «Нолики». На доске нарисовано игровое поле из 9 клеток (3×3). В каждой клетке написана цифра, обозначающая номер конкурса. Задания конкурсов предлагаются учащимся либо письменно (записаны на доске), либо устно.

Команда «Крестики» начинает игру. Выбор очередного конкурса осуществляется командами поочередно независимо от итогов предыдущего конкурса. В каждом конкурсе ответы должны давать разные игроки команды.

Победившая команда ставит свой знак на игровом поле на клетке соответствующего конкурса.

Если обе команды правильно выполняют задание, то победителя определяют путём дополнительного задания (так называемые «Заморочки»).

Промежуточную победу одерживает та команда, которая поставит на поле три своих знака подряд в любом направлении – по вертикали, горизонтали или диагонали.

Окончательную победу одерживает команда, которая поставит как можно больше своих знаков на игровом поле.

Конкурсные задания

1. Распределить вещества (формулы написаны на доске) по классам неорганических соединений:

Вариант 1 – CO_2 , CaSO_4 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, H_3PO_4 , N_2O_5 , KOH , H_2SO_3 , CuO , KNO_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, Na_2CO_3 .

Вариант 2 – H_2SO_4 , Na_2SO_3 , SO_2 , FeCl_2 , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, P_2O_5 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, LiOH , HCl , BaO , $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

2. «Третий лишний». Среди каждой тройки веществ (формулы написаны на доске) найти вещество, отличающееся от двух других. Указать признак отличия:

Вариант 1 – а) CO_2 , K_2CO_3 , SO_2 ;
б) BaSO_4 , P_2O_5 , CaO ;
в) KOH , ZnCl_2 , LiOH .

Вариант 2 – а) $\text{Fe}(\text{OH})_2$, KOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$;
б) BaO , P_2O_5 , CaSO_4 ;
в) HNO_3 , NaCl , HCl .

3. «Экспертиза». Опытным путём определить, в каких пробирках содержатся растворы гидроксида калия, хлорида калия и соляная кислота.

Вариант 1 – пробирка 1 – HCl; пробирка 2 – KCl; пробирка 3 – KOH.

Вариант 2 – пробирка 1 – KCl; пробирка 2 – HCl; пробирка 3 – KOH.

4. «Восстановите запись». Необходимо восстановить запись, дописав уравнения реакций и указав их тип (выполняется на отдельных листочках):

Вариант 1: а) ... + ... → ZnCl₂ + 2H₂O; б) Cu(OH)₂ → ... +

Вариант 2: а) Fe(OH)₃ → ... + ... ; б) ... + ... → Ba(NO₃)₂ + 2H₂O.

5. «Угадай формулу». Дописать вместо многоточий в уравнениях реакций формулы веществ (выполняется на отдельных листочках):

Вариант 1: а) CuO + ... → CuSO₄ + ...; б) Fe + 2... → FeCl₂ +

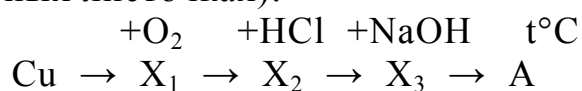
Вариант 2: а) Mg + .. → MgSO₄ + ...; б) MgO + .. → Mg(NO₃)₂ + ...

6. «Рассыпанные уравнения». Необходимо из карточек с цифрами и фрагментами химических формул составить уравнения химических реакций.

Вариант 1: 2, Fe, H, Cl₂, Cl, (OH)₂, +, Fe, +, 2, O, →, H₂.

Вариант 2: Cu, +, H, 2, (OH)₂, NO₃, Cu, O, +, 2, (NO₃)₂, H₂, →.

7. «Примеры на камне». В кабинет химии принесли фотографии, на которых изображены зашифрованные превращения. Составьте уравнения этих превращений и определите вещество А (задания выполняются на отдельных листочках):



8. «Кто быстрее». Даны вещества: CO₂, HCl, Mg, Ba(OH)₂, Na₂O, Cu(OH)₂. Какие из них взаимодействуют друг с другом? Составить за 40 с как можно больше уравнений реакций (задание выполняется на отдельных листочках).

9. «Блиц-опрос». Для ответа на вопросы командам выдаются карточки с номерами – 1, 2, 3. Выбирая один из трёх ответов на каждый вопрос, учащиеся поднимают карточку с соответствующей цифрой.

• Какое из перечисленных утверждений не характерно для щелочей:

- 1) растворимы в воде;
- 2) взаимодействуют с основными оксидами;
- 3) изменяют окраску индикаторов.

• В какой паре вещества не могут реагировать друг с другом:

- 1) гидроксид натрия и соляная кислота;

- 2) углекислый газ и серная кислота;
- 3) цинк и серная кислота;

• В желудочном соке человека содержится:

- 1) фосфорная кислота;
- 2) азотная кислота;
- 3) соляная кислота.

• Какое из перечисленных взаимодействий не характерно для основных оксидов:

- 1) с кислотами;
- 2) с основаниями;
- 3) с кислотными оксидами.

• «Купоросное масло» – так называют кислоту:

- 1) серную;
- 2) соляную;
- 3) азотную.

«Заморочки»: за 1 минуту составить как можно больше слов из букв, входящих в слова – *классификация, нейтрализация, индикатор, катализатор, химизация* и др.

Пример обобщающего урока в форме деловой игры находим в публикации Д. С. Исаева [83]. На уроке имитируется деятельность научно-исследовательского института (НИИ), которым получен заказ: изучить (экспериментально) химические свойства неорганических соединений важнейших классов; составить таблицу, отражающую свойства веществ этих классов. Задача работников НИИ: подтвердить или опровергнуть выдвинутые гипотезы. Для этого необходимо подобрать нужные реактивы; провести исследование; отметить условия протекания химических реакций; проанализировать полученные результаты и о своих выводах доложить руководству НИИ. Учащиеся работают в пяти лабораториях, каждая из которых выполняет определённое задание. Например: проведите ряд опытов: а) действие кислот на индикаторы; б) нейтрализация кислотой нерастворимого и растворимого основания; в) взаимодействие кислоты с металлом; г) взаимодействие кислот с солями, чтобы в одном случае выделился газ, а в другом – выпал осадок.

Результаты своих исследований работники «лабораторий» сообщают поэтапно, записывая их в таблицу на доске:

Реагенты	Неметалл	Кислотный оксид	Амфотерный оксид	Кислота	Амфотерный гидроксид	Соль

После выполнения лабораторных опытов проводится обсуждение: учащиеся называют условия протекания реакций, указывают признаки и типы реакций, объясняют сущность явлений.

Примеры других обобщающих уроков также можно найти в периодической печати [84, 218 и др.].

Классификация неорганических соединений будет неполной без соединений амфотерного характера. Традиционно они изучались в теме «Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева при изучении первых попыток классификации химических элементов. В современных программах по химии амфотерные оксиды и гидроксиды рассматриваются вместе с другими классами неорганических соединений. В любом случае в основе изучения амфотерных соединений лежит химический эксперимент: проводится лабораторный опыт «Взаимодействие гидроксида цинка (алюминия) с растворами кислот и щелочей». Иногда этот лабораторный опыт заменяется соответствующей демонстрацией учителя.

Опыту предшествует поисковая беседа: на какие группы делятся химические элементы? Существует ли резкая граница между металлами и неметаллами? Учитель указывает на то, что существуют так называемые переходные элементы, соединения которых носят двойственный характер, т. е. являются и кислотными, и основными одновременно. Приводят примеры таких элементов – бериллий, алюминий, цинк, галлий и др. По физическим свойствам простые вещества, образованные этими элементами, являются металлами, а их соединения проявляют особые свойства. Учащимся предлагают сделать прогноз химических свойств, например, гидроксида цинка. Исходя из формулы $Zn(OH)_2$, учащиеся отмечают, что этот гидроксид должен реагировать с кислотами как основание. Предположение проверяется в опыте: гидроксид цинка растворяют в кислоте – соляной или серной. Отметим, что учащимся следует выдать готовую взвесь гидроксида цинка; для реакции используется половина выданного веществ-

ва. Осадок растворяется, так как происходит реакция нейтрализации и образуется растворимая соль цинка. В реакции с кислотой гидроксид цинка проявляет свойства основания (учащиеся составляют соответствующее химическое уравнение). Ко второй порции гидроксида цинка приливают раствор гидроксида натрия. Осадок тоже исчезает. Следовательно, гидроксид цинка обнаруживает свойства кислоты, поэтому его формулу можно написать не только как $Zn(OH)_2$, но и как H_2ZnO_2 . Учащиеся составляют соответствующее химическое уравнение. Помимо уравнений реакций, учащиеся могут заполнить таблицу «Химические свойства гидроксида цинка» (таблица 9).

Таблица 9. Химические свойства гидроксида цинка

Реагенты	Гидроксид цинка	
	При взаимодействии образует	Проявляет свойства
Соляная кислота	Соль и воду	Основания
Гидроксид натрия	Соль и воду	Кислоты

После этого делают вывод о том, что гидроксид цинка проявляет как свойства основания, когда реагирует с кислотами, так и свойства кислоты, когда реагирует с основаниями, т.е. является *амфотерным гидроксидом*. Объясняют этимологию слова *амфотерность* – от гр. *amphoterous* – и тот и другой. Амфотерность – это способность некоторых веществ в зависимости от условий проявлять либо кислотные, либо основные свойства [168, с.34].

Закрепляют новый материал, составляя уравнения реакций, в которых участвует другой амфотерный гидроксид, например, гидроксид бериллия или алюминия.

Вопросы и задания

1. Охарактеризуйте объём сведений о классах неорганических соединений и их местонахождение в альтернативных программах. Для этого составьте список понятий, связанных с изучением классов неорганических соединений, воспользовавшись одним из учебников химии для учащихся 8 класса.

2. Какие опорные знания (понятия) из предыдущей темы используются для формирования новых понятий? Какие понятия являются опорными для изучения новой темы?

3. Изучите программно-методические материалы [145, 146,166] и установите, реализуются ли требования ГОСТа в используемом Вами учебнике?

4. Составьте описание следующих химических опытов: Взаимодействие основных оксидов с водой; взаимодействие основных оксидов с кислотой; взаимодействие кислотных оксидов с водой; взаимодействие кислотных оксидов с основаниями; растворимость оснований в воде; получение нерастворимого основания и изучение его свойств; Получение амфотерного гидроксида и изучение его свойств. Для описания воспользуйтесь планом, указанным в заданиях к главе 2.

5. Опишите методы и средства раскрытия генетических связей между простыми веществами, оксидами, кислотами, основаниями и солями.

6. Выберите урок и разработайте для него подробный план.

7. Какова роль упражнений и химического эксперимента в формировании, закреплении и совершенствовании знаний о классах неорганических соединений?

7. Составьте расчётные задачи на вычисление массы или количества вещества по химическому уравнению (не менее пяти задач каждого типа) и покажите их решение. Включите в тексты задач различные культурологические компоненты – исторический, валеологический, экологический, экономический и др.

8. Составьте не менее 10 вопросов для фронтальной проверки знаний учащихся в различной форме – устной или письменной (диктант).

9. Используя выбранный учебник химии (см. задание 1), составьте план одного из параграфов, связанного с изучением классов неорганических соединений. Проанализируйте задания к этому параграфу, оценив их характер (какие задания являются репродуктивными, а какие творческими). Дополните задания своими примерами.

10. Составьте не менее пяти экспериментальных задач и разработайте для них инструктивные карточки.

Глава 4. Изучение периодического закона и периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева

4.1. Основные задачи и условия изучения темы «Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева»

Дмитрий Иванович Менделеев известен всему миру как создатель одного из величайших обобщений химии – периодического закона химических элементов – фундаментального закона естествознания. Открытие этого закона ознаменовало новую эпоху не только в химии, но и в других естественных науках, а также в философии.

Два вопроса – периодический закон и Периодическая система химических элементов (ПСХЭ), а также химическая связь и строение веществ – являются центральными в курсе неорганической химии основной школы. Главное теоретическое содержание этих тем составляет закон периодичности и объяснение его с позиций строения атомов и молекул.

В своём классическом труде «Основы химии» Д. И. Менделеев дал образец построения курса химии на основе периодического закона, но до сих пор продолжается поиск вариантов методики изучения данной темы. «Особенность методики, – как считает Р. Г. Иванова, – всегда обусловлена местом, которое занимает эта ключевая тема в структуре курса и в учебнике» [77, с. 19].

Как уже указывалось выше (см. главу 2), положение периодического закона и ПСХЭ в школьном курсе химии менялось в истории преподавания этого предмета. Напомним, что с 80-х годов прошлого века эта тема изучалась в середине второго года изучения химии (8-й класс). Предлагая начинать знакомство с предметом химии с изучения строения атомов и Периодической системы химических элементов, авторы новых учебников стремятся усилить роль теории в обучении химии. Но, как отмечает Р. Г. Иванова, «теория, чтобы стать инструментом, способом познания, должна быть хорошо усвоена, а не воспринята догматически» [77, с. 20]. Место периодического закона и ПСХЭ в курсе (и в соответствующем учебнике) обусловлено необходимостью обеспечить достаточную фактологическую опору для осознанного его восприятия и создать условия для последующего использования. В связи с этим наиболее рациональным и педагогически

эффективным путём изучения ключевой темы курса является историко-логический путь [108].

Перед учащимися раскрываются объективно существующие в природе естественные связи между химическими элементами, показывается влияние периодического закона на дальнейшее развитие химии и физики, формируется понятие о познаваемости мира бесконечно малых частиц, показываются безграничные возможности человеческого разума, проникшего в этот микромир. Теория строения атомов опирается на неопровержимые доказательства их реальности, разрушаемости, превращаемости, неисчерпаемости. Всё это является опорой диалектико-материалистических представлений и позволяет формировать в сознании учащихся научную картину мира.

Являясь одним из крупнейших обобщений в науке, периодический закон позволяет в дальнейшем построить дедуктивный путь изучения химических элементов, что значительно облегчает изучение фактического материала, наделяет его предсказательной силой.

При изучении никакого другого вопроса в школьном курсе химии не приходится так много обращаться к истории, как при изучении периодического закона и Периодической системы химических элементов. Знакомство с историческим материалом позволяет показать учащимся, что за словами «открыл», «получил», «создал» стоят часы, дни, месяцы, годы жизни и раздумий. Изучая данные вопросы, необходимо донести до школьников уважение к последовательному и очень интересному, захватывающему труду учёных. Следовательно, изучение данной темы имеет значение не только для интеллектуального развития учащихся, но и для их нравственного воспитания, формирования мировоззрения и воспитания патриотизма.

Рассмотрим в связи с этим основные образовательные, воспитательные и развивающие задачи раздела программы, посвященного изучению периодического закона и ПСХЭ Д. И. Менделеева.

Основные *образовательные* задачи темы заключаются в следующем:

1. Раскрыть смысл закона периодичности и показать его значение для объяснения и предсказания свойств веществ, для развития современной науки и производства.

2. Ознакомить учащихся со строением атомов элементов первых трёх периодов ПСХЭ и выявить общие закономерности изменения электронных структур атомов элементов больших периодов.

3. Сформировать понятия, относящиеся к периодическому закону и ПСХЭ – *период, ряд, группа, подгруппа, элемент* (на новом уровне), *ион, элементарные частицы* (протон, нейтрон, электрон, электронное облако), *степень окисления, электроотрицательность, изотопы*.

4. Изучить закономерности Периодической системы химических элементов и научить учащихся «читать» и применять её для характеристики элементов и их химических соединений (на основе знания ПСХЭ и строения атомов предсказывать форму соединений, вид химической связи и характерные общие свойства веществ).

5. Способствовать осознанию учащимися периодического закона в свете строения атомов, разъяснить физический смысл закона, причины сходства элементов в одной подгруппе, причины изменения свойств элементов в периоде, физический смысл номера периода, порядкового номера элемента, номера группы и порядка расположения элементов в ПСХЭ.

6. Раскрыть роль отечественных и зарубежных учёных в открытии периодического закона и создании теории строения вещества.

Воспитательные задачи темы связаны с формированием научного мировоззрения учащихся, поскольку новый материал позволяет утверждать, что материальный мир един, находится в постоянном развитии и познаваем человеком. Все химические элементы взаимосвязаны, единичное (элемент) и целое (система) находятся в родстве; развитие элементов происходит от самого простого и легкого (водород) к самому сложному, тяжёлому (элементы первого десятка второй сотни). Имеется возможность показать учащимся действие основных законов диалектики: единство и борьба противоположностей проявляются во взаимодействии ядра и электронной оболочки атома; постепенные количественные изменения (накопление электронов на внешнем энергетическом уровне) ведут к изменениям качественным (постепенная смена металлических свойств на неметаллические свойства у элементов одного периода); в каждом периоде происходит затухание, «отрицание» металлических свойств элементов, а в каждом последующем периоде – отрицание отрицания.

Данная тема позволяет осуществлять патриотическое воспитание, основанное на знакомстве с жизнью и деятельностью Д. И. Менделеева, его тремя «службами» родине – служба науке, промышленности (производству) и педагогическая деятельность. В целом осуществляется воспитание эмоционально-ценностного отношения к изучаемому.

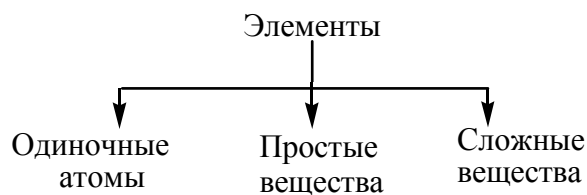
тому содержанию, так как раскрывается значение науки для развития промышленности, производства.

При выполнении различных заданий, связанных с содержанием данной темы (написание рефератов, подготовка сообщений, работа с ресурсами Интернета, моделирование строения атомов и молекул и т.п.) развиваются личностные качества учащихся – целеустремленность, настойчивость, трудолюбие.

Развивающие задачи темы также связаны с тем, что учащиеся, усваивая теоретическое содержание, приобретают ряд умений и навыков. Так, они учатся составлять схемы строения атомов с указанием числа электронов в электронных оболочках, электронные формулы атомов, находить сходство и различие в строении атомов и свойствах элементов одной группы и (или) одного периода, изотопов одного и того же элемента. Развитие мышления осуществляется также благодаря формированию абстрактных понятий, которые мыслятся математически – состояние электрона в атоме, электронные орбитали различного вида, электронный (энергетический) уровень, подуровень. Трудности изучения темы связаны с тем, что рассматриваются объекты микромира, которые трудно себе представить, невозможно показать. В связи с этим большую роль в развитии мышления учащихся играет моделирование – строения атома, ионов, процесса заполнения электронных оболочек атомов, изменения металлических и неметаллических свойств элементов в периоде и группе.

Очевидно, что для решения столь важных задач изучения темы необходимо обеспечить соответствующие условия. В первую очередь важно, чтобы учащиеся прочно усвоили первоначальные химические понятия: *элемент, атом, молекула, простое и сложное вещество, валентность*. Помимо этого они должны хорошо знать свойства кислорода и водорода, а также важнейшие классы неорганических соединений.

Самым важным является понятие «элемент». Напомним, что элемент характеризуется как определенный вид атомов (см. главу 2). Элемент может входить в состав простых и сложных веществ, а также существовать в виде одиночных атомов:



В сложных веществах элемент приобретает иные свойства, чем в простых веществах, так как сказывается взаимное влияние атомов в молекулах. Например, элемент кислород в виде простого вещества кислорода поддерживает горение и дыхание, а в составе воды такими свойствами не обладает.

Развитие понятия «элемент» связано с усвоением представлений о естественных группах элементов. Поэтому перед изучением периодического закона необходимо ознакомить учащихся с тремя группами сходных элементов – щелочными металлами, галогенами и инертными газами. Главное внимание здесь уделяется изменению свойств элементов с увеличением атомных масс внутри подгрупп – естественных семейств (методика ознакомления учащихся с естественными семействами элементов даётся ниже).

Важно, чтобы учащиеся усвоили понятие валентности: она в соединениях элементов изменяется периодически, на что обратил внимание и сам Д. И. Менделеев. Напомним ещё раз, что это понятие нельзя выбрасывать из содержания курса химии 8 класса, так как нарушается представление об историко-логической последовательности развития самой науки.

Важным условием успешного изучения материала является включение в уроки элементов истории, т. е. *исторический подход*. В истории химии существовал доменделеевский период, когда в классификации элементов имела место бессистемность; затем был период, связанный с открытием периодического закона и созданием классификации элементов Д. И. Менделеевым, а после наступил так называемый постменделеевский период. Соответственно в методике изучения данной темы прослеживаются такие этапы, как: 1. Предпосылки открытия периодического закона (доменделеевские классификации элементов, понятие о естественных семействах элементов). 2. Открытие периодического закона и объяснение его на основе учения о строении атомов. 3. Изучение Периодической системы химических элементов. 4. Знакомство учащихся со значением периодического закона, жизнью и деятельностью Д. И. Менделеева.

При изучении всех вопросов темы очень важно использовать **проблемность изложения материала**, решение задач, обсуждение гипотез, доказательств, предположений. Примеры такого изложения приводятся далее.

Важным условием изучения темы является **раскрытие диалектического характера** периодического закона как наиболее общего закона природы, т. е. закона высшего порядка. Происходит это раскрытие на доступном для понимания учащихся уровне: раскрываются закономерности связи между свойствами элементов в периоде и строением наружного электронного слоя атомов; между свойствами элементов в главной подгруппе и числом электронов на наружном уровне, радиусом атомов. В целом рассматривается зависимость между количественными и качественными характеристиками элементов, предсказываются свойства элементов исходя из строения атомов и положения элементов в ПСХЭ.

Как условие успешного изучения темы следует назвать применение различных форм и видов **самостоятельной работы** учащихся, как на уроках, так и при выполнении домашних заданий. Это может быть составление сигнальных карточек на элементы и работа с ними во время вывода периодического закона; заполнение сравнительных таблиц; составление электронных схем строения атомов с использованием различных условных обозначений, выполнение упражнений на применение знаний, решение задач.

К самостоятельной работе относится и составление справочника понятий, работа с учебником, справочниками и научно-популярной литературой, а также с ресурсами Интернет, в частности, при подготовке рефератов и докладов. Работая с различными источниками, учащиеся учатся выделять в информации главное, систематизировать полученные сведения, делать обобщения.

При изучении данной темы находят широкое применение различные логические приёмы, в частности, **приём сравнения**. Сравняются металлы и неметаллы, атомы и ионы, разные изотопы одного и того же элемента, процессы окисления и восстановления. Сравняются между собой элементы одного периода или одной подгруппы, периоды и группы или элементы разных подгрупп одной группы. Проводя подобные сравнения, полезно составлять различные таблицы или опорные конспекты. Часто по ходу изучения темы используется **метод аналогии**, когда сравниваются явления, рассматриваемые в

разных областях знаний.

При изучении такого важного понятия как амфотерность, наиболее целесообразно применение *исследовательского метода* (учащиеся выполняют лабораторный опыт «Получение гидроксида цинка (алюминия) и изучение его свойств»).

На уроках по данной теме используются различные *средства наглядности*: модели – плоскостные модели электронных облаков, шаростержневые модели молекул; таблицы «Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева», «Периодичность изменения свойств элементов (валентности, степени окисления, атомных радиусов)» и др., схемы понятий, рисунки, фотографии, карточки химических элементов с историческими сведениями, электронные презентации. Как указывалось выше, моделированию объектов микромира придаётся особое значение, но не менее важно смоделировать ситуацию открытия периодического закона Д. И. Менделеевым.

Наконец, одним из условий изучения темы является *установление межпредметных связей*. Изучая электричество в курсе физики, учащиеся знакомятся со сложным строением атома. Эти знания являются опорными и далее развиваются при рассмотрении периодических свойств элементов. Существенное развитие знаний учащихся о строении вещества происходит в процессе изучения видов химической связи, которая, как известно, определяет физические и химические свойства вещества. Таким образом, осуществляется переход от знания свойств отдельных атомов через строение и свойства отдельных молекул к строению и свойствам макротел [94].

Межпредметная связь с математикой реализуется через применение математических моделей атомов, математический аппарат, графики, направления орбиталей в пространстве. Так, при объяснении строения электронных оболочек атомов используются координатная сетка, геометрические фигуры (шар, объёмная восьмерка). Поиск аналогий периодического изменения свойств химических элементов приводит учащихся к установлению связей с биологией (этапы развития живых организмов) и географией (смена времён года, дней недели, дня и ночи). Интересными для учащихся становятся и связи с литературой (используется творчество известных отечественных и зарубежных поэтов) и иностранными языками (этимология химических терминов).

В традиционной программе на изучение темы «Периодический за-

лов. 3. Естественные семейства химических элементов среди металлов. 4. Периодический закон химических элементов Д. И. Менделеева. 5. Как было доказано значение периодического закона химических элементов. 6. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. 7. На что указывает атомный (порядковый) номер химического элемента в периодической системе. 8. Чем различаются атомы одного и того же химического элемента. 9. Каков порядок в размещении электронов в атомах химических элементов. 10. Особенности структур электронных оболочек атомов химических элементов больших периодов. 11. Характеристика химических элементов по положению в периодической системе. 12. Кратко о значении периодического закона и периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. 13. Жизнь и деятельность Д. И. Менделеева [79].

Но имеется иной взгляд на место в программе и построение содержания, связанного с изучением периодического закона. Так, в учебнике Н. Е. Кузнецовой, И. М. Титовой, Н. Н. Гара и А. Ю. Жегина сначала рассматривается строение атома (глава VIII), а затем изучаются следующие вопросы: свойства химических элементов и их периодические изменения. Классификации химических элементов. Открытие периодического закона. Современная трактовка периодического закона. Периодическая система в свете строения атома. Энергия ионизации и сродство к электрону. Электроотрицательность атомов элементов. Характеристика элемента на основе его положения в периодической системе Д. И. Менделеева. Эти вопросы объединяются в главу IX с соответствующим названием, а далее следует глава X «Строение вещества», посвящённая рассмотрению валентного состояния и химических связей атомов элементов, типов химической связи и кристаллических решёток [115]. Водород и галогены изучаются уже на основе периодического закона и теории строения вещества, завершая курс химии для 8 класса.

Аналогичное построение содержания встречается в учебнике Л. С. Гузея, В. В. Сорокина и Р. П. Суровцевой. Глава 10 посвящена строению атома и химической связи, здесь же характеризуются принципы построения периодической системы Д. И. Менделеева. Затем в главе 11 последовательно рассматриваются вопросы: открытие закона, жизнь и деятельность Д. И. Менделеева, современное содержание периодического закона, строение периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Завершается курс химии для 8 класса темой «Галоген-

ны» [51].

О. С. Габриелян предлагает знакомить учащихся 8 класса с периодической системой химических элементов уже на первых уроках химии (введение), а затем учащиеся изучают основные сведения о строении атомов, изменения в составе ядер атомов, строение электронных оболочек атомов, взаимодействие атомов между собой с образованием химической связи различных типов (глава первая) [44]. Автор достаточно полно раскрывает закономерности изменения строения электронных оболочек атомов и свойств химических элементов, однако не даёт никакой формулировки периодического закона – ни формулировки Д. И. Менделеева, ни современной.

Приведённые выше примеры показывают основные тенденции современных учебников в отношении места и структуры темы, посвящённой изучению периодического закона и Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Какой бы ни была последовательность изучения этих вопросов, методика формирования основных понятий и умений учащихся остаётся по сути прежней, можно сказать, классической. Именно этому и посвящён следующий раздел данной главы пособия. Укажем заранее, что методику изучения данной темы будем рассматривать в соответствии с историко-логическим подходом – по этапам, указанным ранее.

4.2. Методика формирования важнейших понятий и умений учащихся и построения отдельных уроков темы

Этап 1. Предпосылки открытия периодического закона Д. И. Менделеева.

На первом уроке данной темы следует познакомить учащихся с предпосылками открытия периодического закона. Основным результатом этого урока должен стать вывод о том, что развитие любой науки проходит ряд этапов: изучение и накопление фактов, их классификация, выявление связи между установленными фактами и на основании этого более полное их познание. В химии накопление знаний об элементах и их соединениях привело к необходимости их группировки по сходным признакам [141].

В XIII в. было известно 13 элементов; за последующие 500 лет открыли всего 11 элементов; за последующие 50 лет – 18. К середине XIX в. число известных элементов было более 60. В связи с этим

число известных химических соединений увеличивалось в геометрической прогрессии. Исследованию подвергались коллоиды, комплексные соединения, полимеры.

Создалась проблемная ситуация: необходимо было упорядочить множество объектов и, главное, – найти объективные законы, связывающие воедино объекты науки и объясняющие их генетические взаимоотношения.

В XIX в. совокупность элементов представляла собой некоторое нечётко описанное множество, так как не все элементы были известны и не для всех параметры были определены достоверно.

По словам А. Азимова – американского учёного и писателя, «по мере того как на протяжении всего XIX века список открытых элементов неуклонно пополнялся, у химиков усиливалось ощущение, что они углубляются в непроходимые джунгли» [4, с.198].

Каждый элемент обладал своими характерными свойствами, но никак не удавалось разглядеть общую закономерность. Поскольку задача науки – находить в кажущемся беспорядке существенную закономерность, учёные старались отыскать общие свойства в характеристиках отдельных элементов. Многие химики за основу классификации элементов брали их относительные атомные веса.

Первая попытка классификации элементов состояла в делении их на металлы и неметаллы. Ещё М. В. Ломоносов (1711 – 1765) разделял простые вещества на эти две группы на основании их физических свойств. Достаточно вспомнить определение, данное металлам М. В. Ломоносовым: «Металл – светлое тело, кое ковать можно» [153, с. 20]. В практических целях эту классификацию используют до сих пор.

Французский химик А. Л. Лавуазье (1743 – 1794) вместе с К. Л. Бертолле (1748 – 1822), Л. Б. Гитоном де Морво (1737 – 1816) и А. Ф. Фуркруа (1755 – 1809) разработал новую химическую номенклатуру и классификацию тел, разделив все известные вещества на простые и сложные. Он построил «Таблицу простых тел», в которую включил 23 простых тела, в том числе кислород, азот, водород, серу, фосфор, уголь и другие неметаллы, а также металлы и солеобразующие вещества. К сложным веществам отнёс главным образом соединения кислорода с «радикалами» – основаниями, распределив их по степеням окисления и дав им общее название «оксиды» [36, с. 281-282].

Английский химик Д. Дальтон (1766 – 1844) – основоположник атомистической теории – составил первую таблицу относительных атомных масс водорода, азота, углерода, серы и фосфора, приняв за единицу атомную массу водорода, а в 1804 г. предложил систему химических знаков для «простых» и «сложных» атомов [там же, с. 161-162].

Шведский химик Й. Я. Берцелиус (1779 – 1848) определил атомные веса 45 химических элементов, исходя из относительного атомного веса кислорода, равного 100, и на базе атомного веса водорода, принятого за 1 [там же, с. 56]. Представленные им результаты не сразу привлекли должное внимание коллег, но немецкий химик И. В. Дёберейнер (1780 – 1849) подметил, что если в триадах кальций – стронций – барий (1817), сера – селен – теллур и хлор – бром – иод (1829) элементы расположены в порядке возрастания их атомных весов, то атомный вес среднего из них приблизительно равен полусумме атомных весов крайних, например, для триады литий – натрий – калий:

$$A_r(\text{Na}) = \frac{7 + 39}{2} = 23$$

Это правило, получившее название «закона триад», было использовано в дальнейших работах по классификации химических элементов. Учёными была сделана первая, но очень важная попытка классификации элементов, в которой в качестве одного из признаков использовался атомный вес элементов. К 1857 году число таких триад, сведённых в одну таблицу, было доведено до 20, однако многие из них были составлены искусственно.

В России в 1851 г. К. Шмидт в учебнике «Основания химии, в применении её к сельскому хозяйству, технической промышленности и домашнему быту» расположил 36 элементов на оригинальной U-образной оси в соответствии с представлениями об их электроотрицательности (неметаллы) и электроположительности (металлы) (рис. 9).

Вдоль левой ветви диаграммы написано: «Начала отрицательные, образуют преимущественно кислоты». Это относится к таким элементам, как фтор, хлор, бром, иод, сера, селен, фосфор, азот, углерод.

Для элементов от бора до свинца и висмута указано, что это «начала, образующие то кислоты, то основания». Далее вверх по правой ветви от цинка до калия показаны «начала положительные, образуют преимущественно основания». Водород является точкой перехода левой ветви оси в правую сторону.

В этой структуре К. Шмидт отметил эволюцию кислотно-основных свойств элементов. К сожалению, оригинальные суждения этого учёного до сих пор остаются вне поля зрения историков химии [153]. К слову сказать, электрохимическую теорию сродства, на основе которой элементы были разделены на электроотрицательные – металлоиды и электроположительные – металлы, развил ещё в 1812 – 1819 гг. Й. Я Берцелиус [36, 40].



Рис. 9. Классификация элементов К. Шмидта [153, с. 21]

На структурный уровень описания множества химических элементов в 1857 году вышел и немецкий учёный Г. Гинрихс, который предложил радиально-круговую таблицу. На её 11 лучах располагались сходные по свойствам элементы. При этом на четырех окружностях оказывались элементы, отдаленно похожие на будущие периоды [153].

В 1860 г. на I международном конгрессе химиков в Карлсруэ (Германия) итальянский химик С. Канниццаро (1826 – 1910) предложил новую методику измерения атомных весов на основе гипотезы А. Авогадро, на которую до того не обращали внимания. Он убедил

многих учёных встать на позиции атомно-молекулярного учения и внёс ясность в запутанный вопрос о различии в значениях атомных, молекулярных и эквивалентных весов [36, с. 219]. В качестве стандарта предпочтение было отдано кислороду, а не водороду, поскольку кислород намного легче образует химические соединения с разными элементами (ведь основой традиционной методики определения атомных весов являлись именно комбинации с другими элементами). Следует отметить, что ещё в 1850 г. бельгийский химик Ж. С. Стас (1813 – 1891) предлагал относительный атомный вес кислорода принять за 16. В результате этого за атомную единицу массы принималась 1/16 часть атомной массы кислорода. Но это предложение было принято только в 1906 г.

После выступления С. Канниццаро химики всё больше внимания стали уделять атомным весам элементов и повышению точности их измерения. Наибольших успехов в этом деле достиг американский учёный Т. У. Ричардс (1868 – 1928). Он создал специальную методику и оригинальную аппаратуру, с помощью которой определил с невероятной точностью атомные массы 25 элементов и тем самым исправил ошибки, допущенные в работах Ж. С. Стаса. За свои достижения он был удостоен Нобелевской премии по химии в 1914 году. В дальнейшем, на основе новых представлений о строении атома, Т. У. Ричардс сумел еще больше уточнить полученные ранее значения.

В 1863 г. французский геолог А. Э. Б. де Шанкуртуа (1820 – 1886) в работе «Земная спираль» предложил оригинальную идею, получившую название «теллурический винт» (рис. 10). Он нанес на поверхность цилиндра спиральную ось, на которой расположил известные элементы в порядке возрастания атомных масс таким образом, что аналогичные элементы в большинстве случаев попали на одну и ту же вертикаль.

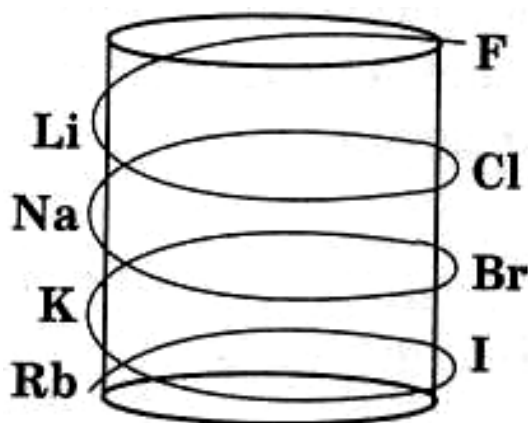


Рис. 10. «Теллурический винт» А. Э. Б. де Шанкуртуа

Независимо от де Шанкуртуа в 1863 г. к такому же выводу пришёл и британский химик Д. А. Р. Ньюлендс (1837 – 1898). Он открыл так называемый «закон октав», согласно которому каждый восьмой элемент в некотором ряду элементов повторял первый элемент по своим свойствам, как ноты в октавах (рис. 11).

	No.		No.		No.		No.		No.		No.		No.		No.
H	1	F	8	Cl	15	Co	} 22	Br	29	Pd	36	I	42	Pt	} 50
						Ni									
Li	2	Na	9	K	16	Cu	23	Rb	30	Ag	37	Cs	44	Tl	53
Ga	3	Mg	10	Ca	17	Zn	25	Sr	31	Cd	38	Ba	} 45	Pb	54
												V			
B	4	Al	11	Cr	19	Y	24	Ce	} 33	U	40	Ta	46	Th	56
								La							
C	5	Si	12	Ti	18	In	26	Zr	32	Sn	39	W	47	Hg	52
N	6	P	13	Mn	20	As	27	Di	} 34	Sb	41	Nb	48	Bi	55
								Mo							
O	7	S	14	Fe	21	Se	28	Ro	} 35	Te	43	Au	49	Cs	51
								Ru							

Рис. 11. Классификация элементов Д. А. Л. Ньюлендса

На этой классификации элементов сказалось увлечение Ньюлендса музыкой – он попытался найти гармонию в мире химических элементов.

Однако и в случае де Шанкуртуа, и в случае Ньюлендса открытие зависимости свойств элементов от их атомных весов осталось незамеченным или воспринято как забавное совпадение. Ньюлендсу даже предлагали выстроить элементы в алфавитном порядке. Научная общественность ещё не была готова к принятию подобной гипотезы. Лишь много лет спустя, когда истинное значение периодической таблицы стало общепризнанным, работы де Шанкуртуа и Ньюлендса были опубликованы. Ньюлендс даже был удостоен награды – англичане в знак признания заслуг Д. А. Р. Ньюлендса и Д. М. Менделеева наградили их золотыми медалями.

Наконец, в 1864 г. немецкий химик Л. Ю. Мейер (1830 – 1895) опубликовал таблицу, в которой известные элементы были расположены в порядке возрастания атомных весов и сгруппированы в шесть столбцов по признакам сходства (рис. 12). Л. Ю. Мейер одним из первых сравнивал не только атомные веса химических элементов, но и интервалы между весами элементов-соседей. Он даже обратил вни-

мание на то, что между кремнием и оловом существует ненормально большой интервал в атомных весах, а также первым отметил повторяемость свойств элементов через неравные интервалы. Он писал уже более определенно, что нельзя сомневаться, что имеется закономерность в численных величинах атомных весов.

—	—	—	—	Li	Be
C	N	O	F	Na	Mg
Si	P	S	Cl	K	Ca
—	As	Se	Br	Rb	Sr
Sn	Sb	Te	I	Cs	—
Pb	Bi	—	—	—	Ba

Рис. 12. Классификация элементов Л. Ю. Мейера

Однако честь первооткрывателя, наведшего окончательный порядок в «джунглях» химических элементов, принадлежит Д. И. Менделееву. Именно он в 1869 г. предложил свой вариант таблицы элементов, основанный на сделанных ранее догадках де Шанкуртуа и Ньюлендса. Всеобщее признание получила именно таблица Д. И. Менделеева, который, по словам А. Азимова, «не только проявил смелость и умение при доказательстве своих взглядов, но и развил их дальше своих коллег» [4, с. 199].

В 1869 г. Д. И. Менделеев открыл периодический закон и разработал классификацию химических элементов – периодическую систему элементов. В 1870 г. он назвал эту систему естественной, а в 1871 г. – периодической. Первую таблицу элементов (далёкий прообраз современной таблицы) представил под названием «Опыт системы элементов, основанный на их атомном весе и химическом сходстве».

В 1871 г. им была дана следующая формулировка периодического закона: «Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел, стоят в периодической зависимости от их атомного веса».

Таблица состояла из шести вертикальных групп – предшественниц будущих периодов. По горизонтали прослеживались ещё неполные ряды элементов – прообразы будущих подгрупп (сегодня групп) элементов. Она содержала 67 элементов, в том числе три предсказанных,

впоследствии открытых элемента. Первая таблица была несовершенной. Так, в момент представления первого варианта таблицы (март 1869 г.) не были ещё известны благородные (инертные) газы и отсутствовали знания о внутреннем строении атомов. В последующие годы Д. И. Менделеев многократно дополнял таблицу и вносил в её структуру изменения.

Лишь в 1913-1914 гг., после революционных открытий в физике, а также открытия новых элементов – благородных газов, стало возможным дать современное определение закона. Оно соответствовало современным представлениям об электронном строении атома, а именно о закономерностях заполнения электронных оболочек атомов и обусловленной ими периодической повторяемости свойств элементов через 2 (*s*-элементы), 6 (*p*-элементы), 10 (*d*-элементы) и 14 (*f*-элементы) элементов. Тогда же в формулировке закона слова «атомный вес» элемента были заменены словами «порядковый номер», что отвечает числу протонов в ядре атома и, соответственно, числу электронов у нейтрального атома.

Периодическая таблица Д. И. Менделеева (названная так за периодическое чередование элементов со сходными химическими свойствами) имела более сложный вид, чем аналогичная таблица Д. А. Р. Ньюлендса, и более сходную форму с той, которая повсеместно принята в наше время.

Когда свойства того или иного элемента заставляли Д. И. Менделеева помещать элемент вне принятой последовательности атомных весов, он смело шел на изменение формального порядка, исходя из определяющей роли химических свойств, а не атомного веса. Например, теллур, имевший атомный вес 127,61, по величине своего атомного веса должен стоять после иода, чей атомный вес 126,91. Но Менделеев поместил его перед иодом, в колонке под селеном, который имеет сходные с теллуrom свойства, а иод оказался под родственным ему бромом.

Там, где в таблице не хватало элементов для заполнения ячеек, И. Менделеев, не колеблясь, оставил свободные места, дерзко предвосхитив будущие открытия новых элементов. При этом он пошёл ещё дальше: основываясь на свойствах соседей по периодической таблице, довольно точно описал три элемента, которым предстояло занять свободные ячейки. Здесь ему сопутствовала явная удача. Все предсказанные им элементы были открыты ещё при его жизни, и он до-

жил до триумфа своей Периодической системы. В 1875 г. француз Л. де Буабодран открыл первый из этой триады элементов, получивший имя *галлий* (в честь латинского названия Франции). В 1879 г. шведский химик Л. Ф. Нильсон (1840 – 1899) обнаружил и описал второй элемент, названный *скандий* (в честь Скандинавии). Наконец, в 1886 г. немецкий учёный К. А. Винклер (1838 – 1904) выделил третий элемент, назвав его *германий*. Все три элемента имели практически те свойства, которые предсказал Д. И. Менделеев [55].

Познакомившись с историческим материалом, связанным с изучением строения атома, необходимо сделать выводы: 1) когда в науке созревает проблемная ситуация, за её решение принимаются многие учёные. Открытие закона – не случайность, а историческая необходимость; 2) каждый отдельный шаг научного поиска может содержать различные идеи, которые становятся ступенями на дороге к истине; 3) выдающиеся открытия не рождаются на пустом месте, а являются следствием упорного труда многих учёных.

Не менее двух уроков обычно посвящается изучению естественных семейств элементов – щелочных металлов, галогенов и инертных газов. Следует заметить, что в школьном курсе химии к характеристике щелочных металлов и галогенов обращаются дважды. Первый раз их изучают на этапе подготовки к восприятию периодического закона, а второй раз изучают на основе знаний о периодическом законе и периодической системе химических элементов (в IX классе). Рассмотрим методику изучения этих элементов на подготовительном этапе.

Группы сходных по физическим и химическим свойствам веществ выделялись разными химиками (см. выше). При этом хорошо были заметны противоположные свойства щелочных металлов и галогенов: первые образовывали соединения основного характера, а вторые – кислотного. Усматривая сходство простых и сложных веществ, образованных элементами в каждой группе, учёные пытались их объяснить, опираясь на такие количественные характеристики элементов, как атомная масса и валентность.

Учащихся можно поставить на место химиков того времени и предложить дать характеристику щелочных металлов и галогенов. Изучению каждой группы элементов можно отвести по одному уроку.

Вначале выясняется состав группы, например, щелочных метал-

лов. С натрием учащиеся могли встречаться, например, при изучении свойств воды: известно, что натрий вытесняет из неё водород, при этом образуется гидроксид натрия – щёлочь. Кроме натрия таким же свойством обладают ещё пять элементов-металлов – литий Li, калий K, рубидий Rb, цезий Cs и франций Fr. Следует показать учащимся металлический натрий, а также воспользоваться фотографиями или каким-либо аудиовизуальным средством обучения, чтобы учащиеся могли представить себе внешний вид других щелочных металлов. Сообщают о том, что все щелочные металлы, как простые вещества, имеют малую плотность, пластичны, мягкие (режутся ножом), обладают серебристо-белым цветом (калий имеет слегка синеватый оттенок) и металлическим блеском, проводят теплоту и электрический ток. Они являются горючими веществами и бурно реагируют с водой, выделяя водород.

Щелочные металлы одновалентны, образуя следующие формы соединений: Me_2O , $MeOH$, $Me_n(K.o.)$, где Me – щелочной металл, К.о. – кислотный остаток. Учащиеся составляют формулы оксидов и гидроксидов щелочных металлов, отмечают их основной характер. Приведённых данных достаточно для того, чтобы понять, почему рассматриваемые элементы объединены в одну группу и почему она получила название *естественное семейство*. Очевиден вопрос: проявляются ли различия в свойствах щелочных металлов?

Для получения ответа на этот вопрос можно предложить изучение таблицы «Физические свойства щелочных металлов» (таблица 10).

Таблица 10. Физические свойства щелочных металлов [189, с. 136]

Название и символ элемента	Относительная атомная масса	Температура плавления простых веществ, °С	Температура кипения простых веществ, °С	Плотность простых веществ, г/см ³
Литий, Li	6,9	179	1370	0,53
Натрий, Na	23,0	97,8	883	0,97
Калий, K	39,1	63,6	760	0,85
Рубидий, Rb	85,5	39,0	696	1,52
Цезий, Cs	132,9	28,6	685	1,87

Подобные таблицы приводятся в разных учебниках [115, 128, 211]. В них могут быть и другие сведения, например, число электронов на

внешнем уровне (при опережающем изучении строения атомов), формулы оксидов, и гидроксидов щелочных металлов и пр.

Предлагаем учащимся ответить на следующие вопросы:

1. Какие элементы записаны в первом столбце таблицы?
2. В каком порядке они расположены? (Для ответа используются данные об относительных атомных массах)
3. Как изменяются температуры плавления и кипения простых веществ, образованных данными элементами?
4. Как изменяется плотность простых веществ?

В своей практике используем также таблицу «Химические свойства щелочных металлов» (таблица 11).

Таблица 11. Химические свойства щелочных металлов

Название и символ элемента	Условия горения	Химическая активность	Формулы гидроксидов	Растворимость гидроксидов в воде
Литий, Li	Загораются при нагревании	Усиливается ↓ ся	LiOH	Возрастает ↓ ет
Натрий, Na			NaOH	
Калий, K			KOH	
Рубидий, Rb	RbOH			
Цезий, Cs	Загораются при комнатной температуре		CsOH	

Изучив обе таблицы, делают вывод о закономерном изменении физических и химических свойств щелочных металлов в порядке возрастания их относительных атомных масс. Возникают проблемные вопросы: почему щелочные металлы имеют сходство в физических и химических свойствах? Почему эти свойства изменяются закономерно с возрастанием относительных атомных масс? Чем объяснить различия в свойствах щелочных металлов? Имеются ли другие естественные семейства элементов, и какие проявляются в них закономерности изменения свойств элементов? Если ответ на последний вопрос учащиеся получают уже на следующем уроке, то ответы на первые вопросы можно получить только после изучения строения атомов.

Если позволят возможности кабинета химии, то необходимо показать учащимся металлический иод, а также хлор, полученный и собранный заранее в сосуд. Если такой возможности нет, то используют видео- или кинофрагменты и другие материалы. В формировании

представлений о физических свойствах галогенов помогает справочная таблица (таблица 12).

Учащиеся должны указать на общее физическое свойство галогенов как простых веществ – они являются газами (фтор, хлор) или легко переходят в газообразное состояние (бром, иод). Молекулы галогенов двухатомны.

Таблица 12. Физические свойства галогенов [189]

Название и символ элемента	Относительная атомная масса	Формула простого вещества	Состояние при обычных условиях	Цвет	Температура кипения, °С	Плотность, г/см ³
Фтор, F	19,0	F ₂	Газ	Светло-жёлтый	– 187	1,1 (в жидком виде)
Хлор, Cl	35,5	Cl ₂	Газ	Жёлто-зелёный	– 34	1,57 (в жидком виде)
Бром, Br	79,9	Br ₂	Жидкость	Красно-бурый	59	3,14
Иод, I	127	I ₂	Кристаллы	Тёмно-фиолетовый	185	4,94

В соединениях с металлами (например, щелочными металлами) все галогены проявляют валентность равную 1. Эти соединения являются солями, отсюда и произошло название «галогены» (гр. *halos* (halos) – соль и *genēs* – рождающий) [168], по-русски – солероды. Галогены образуют соединения с водородом – галогеноводороды, также имеющие сходный состав – HF, HCl, HBr, HI; водные растворы галогеноводородов являются кислотами. Но наряду со сходством галогены проявляют и различия: разное агрегатное состояние, разную окраску и неодинаковую химическую активность. Последнее различие иллюстрируется значением теплового эффекта реакций соединения галогенов с водородом:





Как видно из приведённых выше уравнений, наибольшее количество теплоты выделяется при соединении 1 моль водорода с 1 моль фтора, а при соединении водорода с иодом энергия не выделяется, а затрачивается. Следовательно, самым активным из галогенов является фтор. С возрастанием относительных атомных масс химическая активность галогенов уменьшается. Самым активным галогеном и самым активным неметаллом является фтор.

Знакомство с естественными семействами можно завершить краткой характеристикой инертных элементов, которые в виде простых веществ образуют так называемые *благородные газы*. Указывают на главное отличие этих элементов от всех остальных неметаллов – они не образуют соединений с металлами и водородом; их молекулы одноатомные; простые вещества являются газами без цвета, вкуса и запаха.

Дополнительную информацию об элементах указанных семейств – их открытии, получении или применении можно найти в научно-популярной литературе для учащихся [17, 33, 137, 155].

В результате изучения естественных семейств, учащиеся должны сделать следующие выводы:

- физические и химические свойства простых веществ, образованных химическими элементами одной группы, имеют много сходного;
- сходство и различие простых веществ, образованных химическими элементами одной группы, находятся в зависимости от атомной массы;
- с увеличением атомной массы химических элементов металлические свойства (для щелочных металлов) усиливаются, а неметаллические свойства (для галогенов) ослабляются.

Эти заключения очень важны для вывода периодического закона Д. И. Менделеева, поэтому учащиеся должны их не только осознать, но и хорошо запомнить. Этому способствует работа по закреплению материала на уроке и дома.

Например, обсуждаются такие вопросы и задания:

1. На примере щелочных металлов выявите связь между относительной атомной массой элементов, температурой плавления и плотностью простых веществ.

2. Найдите сходство и различие между щелочными металлами при взаимодействии их: а) с кислородом; б) с водой.

3. Как изменяется химическая активность щелочных металлов по отношению к кислороду и воде с возрастанием относительной атомной массы?

4. Найдите черты сходства и различия среди простых веществ галогенов: а) в составе молекул; б) в физических свойствах.

5. Как зависят агрегатное состояние, температура кипения, плотность простых веществ, образованных галогенами, от относительной атомной массы?

6. Составьте схему генетического ряда рубидия и опишите химические свойства веществ, образующих этот ряд. Почему можно сделать это, даже не проводя опыты?

7. Составьте схему, отражающую генетическую связь хлора и его соединений, напишите уравнения реакций.

Этап 2. Открытие периодического закона и объяснение его на основе учения о строении атомов.

После рассмотрения первых попыток классификации химических элементов учащиеся готовы к выводу периодического закона. Учитель должен объяснить им, что все учёные, которые занимались классификацией элементов, брали за основу относительные атомные веса, поскольку в XIX в. господствовало атомно-молекулярное учение. Согласно этому учению, атомы каждого вида (элемента) отличаются от других свойствами, размерами, весом. Д. И. Менделеев за основу классификации элементов тоже взял главную характеристику элементов – их атомный вес.

Д. И. Менделеев писал: «По смыслу всех точных сведений о явлении природы масса вещества есть именно такое свойство его, от которого должны находиться в зависимости ***все остальные свойства...*** Поэтому ближе всего и естественнее всего искать зависимость между свойствами и сходствами элементов, с одной стороны, и их атомными весами – с другой» [цитируется по 3, с. 21].

Как следует из этого высказывания, кроме относительной атомной массы Д. И. Менделеев, в отличие от предшественников, использовал ещё один признак классификации – свойства простых веществ и соединений химических элементов.

Как же был открыт периодический закон? Учащимся предлагают воспользоваться тем же подходом, который применил Д. И. Менделеев, – расположить химические элементы в порядке возрастания их относительных атомных масс. Для этого используют карточки с опи-

санием некоторых свойств элементов – относительной атомной массы, валентности в оксидах и водородных соединениях, характера элемента (см. главу 2). Учащиеся могут изготовить карточки заранее по указанию учителя. Учитель работает с таким же комплектом карточек бóльших размеров. Верхний край каждой карточки отгибается так, чтобы можно было повесить её на леску (бечёвку, нитку), которая протягивается в четыре ряда на доске.

Для работы используют карточки первых двадцати элементов периодической системы химических элементов – от водорода до кальция. Из данного набора временно убирают карточки с химическими знаками благородных газов – гелия, неона и аргона, поскольку они не были известны на момент открытия периодического закона. Все карточки из набора учащиеся выкладывают на своих столах (учитель вывешивает демонстрационные карточки на леску) в порядке возрастания атомных масс элементов **в один ряд**. Каждому элементу присваивается свой номер. Его называют порядковым номером, а в научной литературе – атомным номером.

Далее следует объяснение учителя (приведём его примерное содержание).

Обратим внимание на элементы, которые относятся к одному естественному семейству. Литий, натрий и калий располагаются в этом ряду уже не рядом друг с другом, а через какое-то число других элементов. Фтор и хлор также разделяются друг с другом. Разобьём полученный ряд элементов на более короткие ряды так, чтобы сходные элементы оказались один под другим. Водород займёт особое положение – в первом ряду; второй ряд составят элементы – литий, бериллий, бор, углерод, азот, кислород и фтор; третий ряд составят элементы – натрий, магний, алюминий, кремний, фосфор, сера и хлор; калий и кальций займут место в четвёртом ряду.

Проследим теперь, как меняются свойства элементов во втором ряду. Начиная с лития, валентность элементов в их высших оксидах возрастает от 1 (у лития) до 4 (у углерода), а валентность в летучих водородных соединениях падает от 4 (у углерода) до 1 (у фтора).

Как разместились в этом ряду металлы и неметаллы? Цветные полоски на карточках помогают нам ответить на этот вопрос. Ряд начинается щелочным металлом, т. е. элементом, у которого металлические свойства выражены наиболее ярко. Металлические свойства слабее выражены у бериллия – его оксид и гидроксид амфотерны – и сменяются неметаллическими свойствами у бора. Следующие четыре элемента являются неметаллами. Их неметаллические свойства постепенно усиливаются, достигая наивысшей степени у фтора. Как из-

вестно, фтор является самым сильным неметаллом.

Рассмотрим изменение свойств элементов в третьем ряду. Натрий, как и литий, – щелочной металл, его валентность равна 1. При переходе от лития к магнию, затем к алюминию и далее, вплоть до хлора, валентность элементов в их высших оксидах возрастает каждый раз на единицу: она увеличивается от 1 (у натрия) до 7 (у хлора). Валентность в летучих водородных соединениях неметаллов падает от 4 (у кремния) до 1 (у хлора).

Металлические свойства наиболее ярко выражены у натрия, ослабевают у магния и далее у алюминия (его соединения обладают амфотерными свойствами). Постепенно металлические свойства переходят в неметаллические – у кремния, фосфора, серы и хлора. В наибольшей степени неметаллические свойства выражены у хлора, являющегося галогеном.

Проанализируем также характер оксидов, образуемых химическими элементами. Так, оксид лития является основным, а оксид бериллия – амфотерным; оксиды углерода и азота проявляют кислотные свойства. Фтор, как известно, образует фторид кислорода. Налицо изменение свойств оксидов: основные свойства через амфотерные переходят в кислотные.

Аналогичная ситуация с соединениями элементов третьего ряда: оксиды натрия и магния являются основными, оксид алюминия – амфотерным, а оксиды кремния, фосфора, серы и хлора – кислотными. Таким образом, в этом ряду также основные свойства оксидов сменяются через амфотерные на кислотные.

Итак, у химических элементов от лития до фтора и от натрия до хлора одинаково изменяются свойства с возрастанием относительной атомной массы, а именно:

- 1) ослабевают металлические свойства;
- 2) усиливаются неметаллические свойства;
- 3) возрастает высшая валентность в оксидах;
- 4) убывает валентность в водородных соединениях (у неметаллов);
- 5) изменяются свойства соединений элементов: от основных через амфотерные к кислотным.

Таким образом, с возрастанием относительной атомной массы химические свойства элементов изменяются **периодически**.

Повторение одинаковых явлений называют **периодичностью** (в переводе с греческого языка «периодический» – появляющийся через определённый интервал, вновь наступающий, циклический).

Горизонтальный ряд химических элементов, расположенных по возрастанию их относительной атомной массы, который начинается щелочным металлом и заканчивается инертным газом, называют **периодом**.

Итак, свойства элементов изменяются периодически по мере непрерывного (линейного) возрастания относительного атомного веса.

В этом и заключается суть периодического закона, открытого Д. И. Менделеевым в 1869 г.: свойства простых веществ, а также состав и свойства соединений химических элементов находятся в периодической зависимости от относительного атомного веса.

Д. И. Менделееву удалось выявить естественную систему химических элементов. Естественная (природная) систематизация элементов отражена в таблице, которая называется «Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева».

Учащиеся сумеют в полной мере осознать величие и значение открытия Д. И. Менделеева, если раскрыть им трудности поиска зависимости между атомными массами и свойствами элементов. Трудности были обусловлены следующими обстоятельствами:

1) атомные массы некоторых элементов были неточно определены, что приводило к путанице в случае формального использования этих величин. Так, неправильно было определено значение относительной атомной массы бериллия – 13,8 вместо 9,012; кроме того, бериллию приписывали валентность III, соответственно его оксид имел формулу Be_2O_3 (на этот факт обращают внимание в своих учебниках С. С. Бердоносов, Л. С. Гузей, Р. Г. Иванова).

Д. И. Менделеев трижды отошёл от принципа построения таблицы: расположил элементы не в порядке возрастания атомных масс. Так, бериллий был помещён между литием и бором, а не между углеродом и азотом, как следовало из значения его атомной массы. Кобальт и никель, теллур и иод также были переставлены местами. Позже появилась ещё одна пара – аргон и калий.

2) к середине XIX в. были открыты всего 63 из известных в настоящее время химических элементов; неполнота знаний вызывала ряд недоразумений в классификациях предшественников Д. И. Менделеева. Главное отличие подхода Д. И. Менделеева к классификации элементов: он сопоставил между собой несходные семейства элементов, в частности, галогенов и щелочных металлов. Все другие учёные сравнивали между собой элементы одного семейства.

Напомним, что инертные газы на момент открытия периодического закона не были известны. Тем не менее, Д. И. Менделеев обратил внимание на то (показывается на карточках), что разница между значениями атомных масс галогенов и следующих за ними щелочных металлов значительно больше, чем между другими элементами в периодах. Так, внутри второго периода эта разница составляет от 1 до

3. Разница же в значениях атомных масс фтора (заканчивает второй период) и натрия (начинает третий период) равна 4 единицы. Д. И. Менделеев высказал предположение, что должны существовать элементы, значение атомных масс которых больше таковых у галогенов, но меньше таковых у щелочных металлов. Он даже предсказал, что эти элементы следует искать в воздухе. В течение шести лет (с 1894 по 1900) было открыто семейство инертных газов. Основную роль в этом сыграл английский физик и химик Уильям Рамзай (1852 – 1916), за что ему была присуждена Нобелевская премия.

Д. И. Менделеев понимал, что закон только тогда закон, когда он может предсказывать ещё неизвестные факты и явления. С помощью периодического закона он не только предсказал, но и с большой точностью описал элементы, которые назвал *экаалюминием*, *экабором* и *экасилицием*. Всё мировое сообщество с нетерпением ждало опытных открытий предсказанных элементов (см. выше). Практически в каждом учебнике химии приводятся характеристики предсказанных элементов, данные Д. И. Менделеевым, и найденные опытным путём. Так, в учебнике [115] сравниваются характеристики экаалюминия и галлия а в учебниках [51], [211], [128] – экасилиция и германия.

Дальнейшее развитие науки привело к открытию сложного строения атома. Это позволило выявить глубокую и существенную связь периодически повторяющихся свойств элементов с зарядами ядер их атомов. Именно знание строения атомов химических элементов помогает учащимся понять указанные выше перестановки в периодической системе. Кроме этого появляется возможность ответить, наконец, на те вопросы, которые были поставлены ранее относительно сходства и различия элементов в пределах одного естественного семейства, а также различий между элементами разных семейств. Поэтому логичным является переход к следующему вопросу – объяснение периодического закона с позиций теории строения атома.

Как уже отмечалось ранее, в настоящее время единого мнения о времени изучения данного вопроса в курсе химии. Так, Н. Е. Кузнецова, Л. С. Гузей, С. С. Бердоносков, О. С. Габриелян считают, что строение атома нужно изучать до периодического закона, а Е. Е. Минченков, Р. Г. Иванова, Г. И. Шелинский вводят знания о строении атома тогда, когда это необходимо для объяснения явления периодичности. Такой подход соблюдался и в традиционной программе, т. е. является по сути классическим.

В любом случае необходимо напомнить учащимся известные им из курса физики сведения о строении атома. Учитель может сам рассказать о сложном строении атома и свойствах составляющих его частиц или провести беседу по следующим вопросам:

1. Что вам известно о строении атомов?
2. Из каких двух основных частей состоит атом?
3. Из каких частиц состоит ядро атома?
4. Чем сходны и чем отличаются нейтроны и протоны?
5. Чем отличаются протоны и электроны?

Можно провести заполнение соответствующей таблицы (таблица 13).

Таблица 13. Важнейшие характеристики элементарных частиц

Название	Символ	Абсолютная масса, г	Относит. масса, а.е.м.	Заряд, Кл	Относительный заряд
Протон	p^+	$1,6725 \cdot 10^{-27}$	1,007276	$1,602 \cdot 10^{-19}$	+1
Нейтрон	n^0	$1,6752 \cdot 10^{-27}$	1,008665	0	0
Электрон	e^-	$9,1095 \cdot 10^{-31}$	0,000549	$1,602 \cdot 10^{-19}$	-1

При сравнении порядковых номеров элементов и числа протонов в ядрах их атомов учащиеся должны понять физический смысл порядкового номера элемента. На основе нового знания даётся современная формулировка периодического закона.

Учащиеся должны прийти к выводу, что заряд ядра определяется числом содержащихся в нём протонов, так как нейтроны заряда не имеют. Масса атома определяется общим числом частиц, составляющих ядро, т. е. протонов и нейтронов. Однако число нейтронов может быть различным, а это значит, что атомы одного и того же элемента могут иметь разные массы, но один и тот же заряд. Такие разновидности атомов одного и того же элемента называются **изотопами**.

Индивидуальность химического элемента определяется зарядом ядра атома, который одинаков у всех изотопов данного элемента. Именно знакомство с изотопами помогает учащимся объяснить причины «аномальных» масс калия и аргона и других пар элементов, расположенных в таблице «вопреки» менделеевскому принципу.

Необходимо разъяснить учащимся различия между массой единичного атома и относительной атомной массой химического эле-

мента. Массы атомов всех элементов должны выражаться целыми числами (точнее, близкими к целым числам). Однако относительные атомные массы большинства химических элементов выражаются дробными числами. Это происходит потому, что масса атома элемента – это лишь средняя величина числовых значений масс атомов данного элемента. Она тем больше, чем больше тяжёлых изотопов в составе элемента. Разным соотношением лёгких и тяжёлых изотопов объясняются все перестановки элементов в периодической системе.

Завершая этот вопрос, необходимо разъяснить учащимся, что уточнение формулировки периодического закона – необходимое следствие дальнейшего развития знания, углубления в сущность взаимосвязи химических элементов. Периодический закон – это объективный закон природы, действующий независимо от человеческого сознания. Формулировки законов, определения понятий могут изменяться со временем, если новые открытия позволят глубже понять его сущность. Так произошло и с периодическим законом Д. И. Менделеева.

После отработки связи «порядковый номер элемента – заряд ядра его атомов» изучают строение электронных оболочек атомов. Это знание позволяет подвести учащихся к пониманию причины периодического изменения свойств элементов и их соединений.

Учащиеся знают, что в ходе химической реакции её продукты образуются из тех же элементов, из которых состояли исходные вещества. Это должно натолкнуть на мысль о том, что ядра атомов в химических реакциях не изменяются. Что же происходит с атомами элементов? Этот проблемный вопрос требует рассмотрения строения электронных оболочек. Может быть, в них происходят изменения?

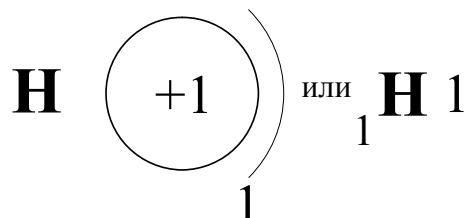
Даётся определение **электронной оболочки** как совокупности всех электронов атома. Суммарный заряд электронной оболочки равен заряду ядра атома, так как атом в целом электронейтрален. Указывается на то, что по порядковому номеру элемента в периодической системе мы определяем не только заряд ядра, но и общее число электронов в атоме.

А можно ли узнать, какое строение имеет электронная оболочка? Сколько электронов находится на первом, втором и других электронных слоях? Сколько всего электронных слоёв в атоме и как это узнать?

Учитель разъясняет, что электроны располагаются в атоме на раз-

ном расстоянии от ядра, группируясь в **электронные слои**. Чем ближе к ядру расположены электроны, тем прочнее они связаны с ядром.

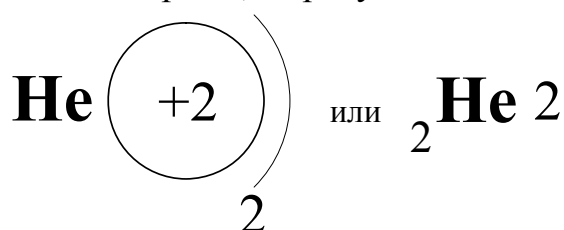
Ядро атома водорода имеет заряд +1. В атоме только один электрон и, естественно, один электронный слой. Строение атома водорода можно выразить схемами:



Эти записи содержат одинаковые сведения: химический знак элемента, заряд ядра его атома, число электронных слоёв и число электронов в каждом из них.

Необходимо указать на связь строения атома водорода с химическими свойствами водорода как вещества. Известно, что водород горит с образованием воды, вступает в реакции с другими неметаллами. Во всех соединениях водород проявляет валентность, равную 1. Очевидно, валентность связана с числом электронов в атоме.

Далее аналогично рассматривается строение атома гелия. Известно, что гелий инертный газ. Он не образует соединений с другими элементами, значит, валентности не проявляет. Это связано с особенностями строения его атомов. Заряд ядра атома гелия равен +2; вокруг него движутся два электрона, образуя один электронный слой:



Атомы гелия не дают соединений с атомами других элементов, а это говорит о большой устойчивости его электронной оболочки. Электронные оболочки гелия и других атомов инертных газов называют **завершёнными**.

Далее рассматривается строение атома лития. Заряд ядра атома +3, число электронов – 3. Два электрона находятся на первом, ближнем к ядру электронном слое, а третий образует второй, внешний слой. Находящийся на нём электрон более удален от ядра и слабее связан с ядром, чем два других. Устанавливается связь такого строения атома лития с его свойствами – валентностью и металлическими свойствами простого вещества.

Далее рассматривается строение атомов элементов от бериллия до фтора. Отмечается последовательное увеличение числа электронов во внешнем электронном слое и закономерное изменение свойств: ослабление металлических свойств и нарастание неметаллических свойств. Фтор – самый активный неметалл. За ним следует неон – инертный газ. Неон также инертен, как и гелий, следовательно, второй электронный слой, содержащий 8 электронов, является **завершённым**. Если это так, то следующий элемент, в атоме которого будет 11 электронов, будет иметь три электронных слоя. Во внешнем электронном слое этого атома будет один электрон. Этот элемент будет подобен литию. Действительно, элемент натрий открывает третий период (даётся описание строения его атома).

Так последовательно описываются атомы элементов третьего периода, после чего следует обобщение и систематизация изученного:

- В электронной оболочке атома электроны расположены слоями. Первый от ядра слой завершён, когда в нём находятся два электрона, второй завершённый слой содержит восемь электронов.

- Число электронных слоёв в атоме совпадает с номером периода, в котором находится данный элемент.

- Электронная оболочка каждого последующего элемента в периодической системе повторяет строение электронной оболочки предыдущего элемента, но отличается от неё на один электрон.

Знание о строении электронной оболочки атомов химических элементов позволяет сделать очень важные выводы:

1. Свойства химических элементов, расположенных в порядке возрастания зарядов ядер атомов, изменяются периодически потому, что **периодически повторяется сходное строение внешнего электронного слоя атомов**.

2. Плавное изменение свойств элементов в пределах одного периода обусловлено постепенным увеличением числа электронов на внешнем слое атомов.

3. Завершение внешнего электронного слоя атома приводит к резкому скачку в свойствах при переходе от галогена к инертному газу; появление нового внешнего электронного слоя в атоме – причина резкого скачка в свойствах при переходе от инертного газа к щелочному металлу.

4. Свойства химических элементов, принадлежащих к одному семейству, сходны потому, что на внешнем электронном слое их ато-

мов находится одинаковое число электронов.

Изучение строения атомов, как и многие другие вопросы, целесообразно строить, объединяя системный, исторический, культурологический, интегрированный и другие подходы. Так, атом рассматривается как целостная система. Формированию такого представления помогает составление опорного конспекта (рис. 13).

Закреплению знаний помогают соответствующие упражнения, включаемые в самостоятельную работу учащихся, например:

1. Назовите порядковый номер элемента – углерода, водорода, азота, алюминия, хлора.

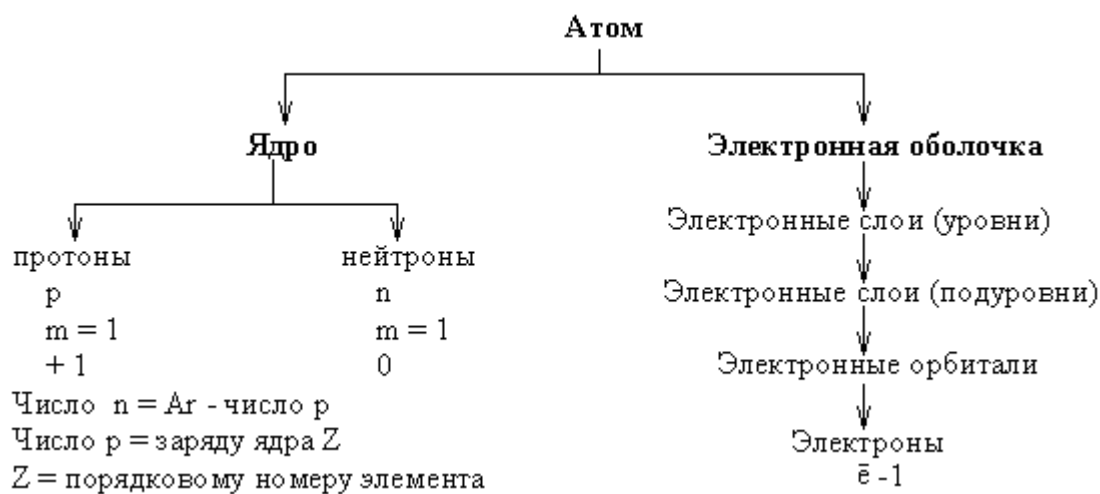


Рис. 13. Опорный конспект «Строение атома»

2. Определите число протонов в ядре атомов следующих элементов – азота, серы, натрия, бора, фтора, лития.

3. Чему равно число нейтронов в ядрах атомов элементов – кальция, кислорода, неона, фтора, фосфора?

Сделать закрепление более интересным для учащихся помогает дидактическая игра «Эстафета по ПСХЭ». Учащиеся по очереди указывают название элемента, номер периода, номер группы, подгруппу, порядковый номер, число протонов, относительную атомную массу, число нейтронов, общее число электронов в атоме, число энергетических уровней в атоме, число электронов на наружном уровне, характер элемента (металл или неметалл), валентность, оксид элемента (формула). Такая работа постепенно приучает их к характеристике элемента по положению в Периодической системе на основе опреде-

ленного плана (алгоритма). Элементы плана характеристики элемента вводятся постепенно по мере ознакомления учащихся с условными обозначениями ПСХЭ. Предлагают для описания элементы – кальций, углерод, натрий, серу и т. д.

Проверку знаний можно провести в форме диктанта-«ориентировки» по Периодической системе химических элементов, например:

1. Укажите номер периода для элементов – бария, серы, меди, фосфора.
2. Назовите номер группы для углерода, аргона, кальция, лития.
3. Какой заряд имеет ядро атома хлора, гелия, алюминия, фтора?
4. Назовите число электронов в атоме неона, цинка, мышьяка, кислорода.
5. Сколько электронов содержится на наружном энергетическом уровне в атоме магния, аргона, азота, натрия?

Как при закреплении, так и при проверке знаний можно заполнять таблицу «Характеристика элементов» (таблица 14).

Таблица 14. Характеристика элементов

Элемент	Ca	Na	C	S	O
Химический знак					
Номер периода					
Номер группы					
Подгруппа					
Порядковый номер					
Число протонов					
Относительная атомная масса					
Число нейтронов					
Общее число электронов					
Число электронов на наружном уровне					

В своей практике используем специальные перфокарты из плотной бумаги, изготовленные на основе таблицы 13. В тех клетках таблицы, где учащиеся должны делать свои записи, прорезаются «окошки». Перфокарту накладывают на чистый лист и вносят в таблицу необходимые сведения.

Кроме этого применяем матрицы «Химические элементы». Матрица представляет собой карточку размером в четверть альбомного

листа, на которой в три ряда записаны знаки химических элементов, например:

- а) Al, H, Ca, O, Na, S, Cl, P;
- б) W, Fe, I, C;
- в) N, Sc, K.

За определённое время учащиеся должны ответить на все вопросы по химическим элементам, представленным в пункте «а»; успевающие ученики отвечают также по пунктам «б» и «в». Вопросы и задания для учащихся к данной матрице:

1. Напишите названия данных химических элементов.
2. Укажите относительную атомную массу каждого элемента.
3. Какие из элементов относятся: а) к металлам; б) к неметаллам?
4. Какой порядковый номер имеют данные элементы?
5. Каков заряд ядра атомов данных элементов?
6. Каково число электронов в атомах данных элементов?
7. Сколько электронов находится на наружном энергетическом уровне в атомах данных элементов?
8. В каком периоде (группе, подгруппе) находятся данные элементы?
9. Как ведут себя данные элементы в химических реакциях – отдают или принимают электроны? И т.д.

Как отмечалось выше, необходимо объяснить учащимся существование разновидностей атомов одного и того же химического элемента, т. е. изотопов. Приводятся примеры изотопов – водорода (протий H, дейтерий D, тритий T), кислорода и других элементов. При этом можно воспользоваться элементом занимательности: сообщить учащимся, что существует 12 водородов! Что это значит? Это значит, что молекулы простого вещества водорода могут быть образованы разными изотопами, например – HD, HT, DT и пр. Кроме того различают H₂ – *ортоводород* (одинаковая ориентация магнитных моментов ядер) и *параводород* (разная ориентация магнитных моментов ядер).

Объяснение того, что относительные атомные массы элементов имеют дробное значение, проводят чаще всего на примере изотопов хлора. При рассмотрении этого вопроса опираются на межпредметные связи химии с математикой, поскольку относительная атомная масса элемента рассматривается как среднее взвешенное от относительной атомной массы изотопов с учётом их массовой доли в природе: $w(^{35}\text{Cl}) = 75\%$; $w(^{37}\text{Cl}) = 25\%$. Следовательно: $A_r(\text{Cl}) = 35 \cdot 0,75 + 37 \cdot 0,25 = 35,5$.

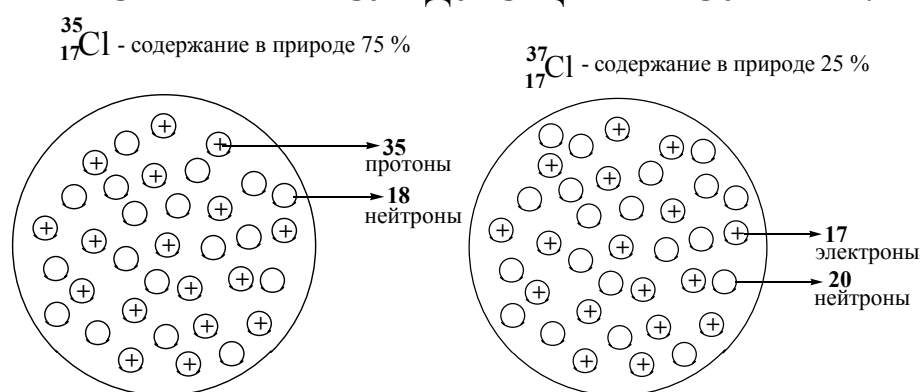
Закреплению изученного материала способствует дидактическая игра «Изотопы хлора». Учащиеся получают карточку, в которой содержится следующий текст:

«Относительная атомная масса хлора равна 35,45. В действительности в природе нет ни одного атома хлора, который имел бы массу 35,45. Элемент хлор представляет собой смесь двух разновидностей атомов, отличающихся по массе, но имеющих один и тот же заряд ядра. Другими словами: природный хлор представляет собой смесь двух изотопов. Относительная атомная масса хлора рассчитывается как среднее взвешенное двух изотопов хлора:

$$A_r = 35 \cdot 0,75 + 37 \cdot 0,25 = 35,5».$$

После этого текста следует предложение найти ошибки, допущенные в двух рисунках (см. рис. 14).

НАЙДИТЕ ОШИБКИ В СЛЕДУЮЩИХ РИСУНКАХ!



Z - число протонов; N - число нейтронов; A_r – относительная атомная масса.

Рис. 14. Дидактическая игра «Изотопы хлора»

Кроме этой игры предлагаем текстовую игру «Вставь пропущенные слова». Учащимся выдаётся текст с пропусками, которые они должны заполнить. Игру можно проводить на время: выигрывает тот ученик, который справится с заданием без ошибок быстрее всех.

«С точки зрения атомно-молекулярного учения, каждый отдельный вид атомов, имеющий один ... , называется химическим элементом. Атомы состоят из ... заряженного ядра и движущихся вокруг него Атом в целом электронейтрален, так как заряд ядра уравновешивается ... зарядом оболочки атома, т.е. суммарным зарядом со-

держаться в ней

Ядра атомов в свою очередь имеют сложный состав. Частицы, входящие в состав ядра атома: ... и - это частицы с ... зарядом и массой, равной ... (за единицу взята масса атома ...) - это частицы, тоже массой около ... , но лишённые заряда.

Заряд ядра атома определяется числом содержащихся в нем ... , так как ... заряда не имеют. Поэтому в ядре сколько ... , таков и заряд ядра, численно равный порядковому номеру элемента».

Одним из методов изучения строения атома является моделирование. Чаще всего используют плоскостные модели *s*- и *p*-орбиталей, изготовленные из плотной бумаги или тонкого картона. Можно использовать воздушные шарики соответствующей формы: в этом случае формируется более точное представление об электронной орбитали как части пространства вокруг ядра. Эту же цель преследует демонстрация вращения на нитке небольшого груза, например, гирьки массой 5 г. Когда гирька вращается медленно, различают и её, и нитку. Когда гирька вращается быстро, виден сплошной вращающийся круг. Подобное движение совершает электрон в атоме. Он движется с огромной скоростью, близкой к скорости света, поэтому «размазывается» в облако, форма которого бывает различной. Можно привести другую аналогию. Так, в учебнике О. С. Габриеляна читаем: «Подобно тому, как быстро движущаяся игла швейной машинки, пронзая ткань, вышивает на ней узор, так и неизмеримо быстрее движущийся в пространстве вокруг атомного ядра электрон «вышивает», только не плоский, а объёмный рисунок электронного облака – орбитали. Так как скорость больше скорости движения швейной иглы, то говорят о вероятности нахождения электрона в том или ином месте пространства. Допустим, что нам удалось, как на спортивном фотофинише, установить положение электрона в каком-то месте около ядра и отметить это положение точкой. Если такой «фотофиниш» сделать сотни, тысячи раз, то получится модель электронного облака» [44, с. 50-51].

Целесообразно объяснить учащимся, почему электронные орбитали получили соответствующие названия и обозначения. Так, орбитали, имеющие сферическую (шарообразную) форму, называют *s*-орбиталями (от греч. *spháira* – шар); они обладают меньшим запасом энергии, располагаются ближе к ядру. Другие орбитали, обладающие бóльшим запасом энергии, находятся дальше от ядра; они имеют форму объёмной восьмёрки (гантели) и располагаются в простран-

ве перпендикулярно друг к другу, поэтому называются *p*-орбиталями (от лат. *perpendicularis* – перпендикуляр).

Помимо *s*- и *p*-орбиталей в атоме могут быть *d*- и *f*-орбитали, но они располагаются ещё дальше от ядра и имеют более сложное строение. В VIII классе учащиеся знакомятся только с *s*- и *p*-орбиталями.

И плоскостные, и объёмные модели электронных орбиталей дополняются графическими моделями, т. е. изображением их на плоскости (метод так называемых граничных поверхностей). Этот метод основывается на вероятности нахождения электрона в том или другом месте пространства (рис. 15).

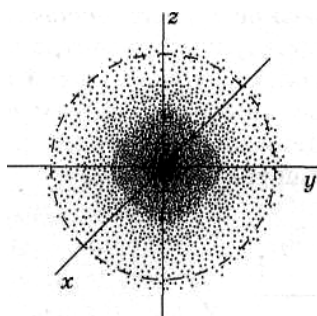
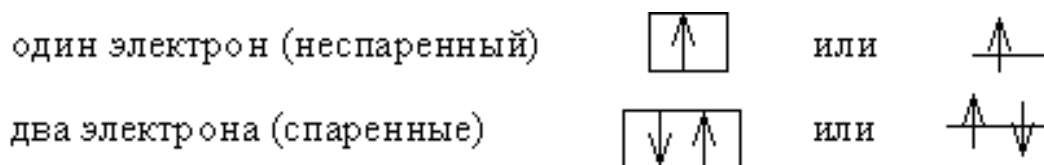


Рис. 15. Электронное облако водорода

Подобные графические модели встречаем во всех учебниках химии. Они сопровождаются более или менее полным соответствующим объяснением. Так, в учебнике Р. Г. Ивановой читаем: «Предполагают, что скорость движения электрона так велика, что он как бы размазывается, образуя отрицательно заряженное облако вокруг ядра. Наибольшая электронная плотность (наибольшая вероятность нахождения электрона) находится на расстоянии $0,53 \cdot 10^{-8}$ см от ядра, что на рисунке обозначено более плотным расположением точек. На модели невозможно показать, что диаметр ядра меньше всего атома в 100 000 раз» [79, с. 46]. Аналогичное объяснение встречаем и в учебнике Н. Е. Кузнецовой с соавт. [115], и в учебнике Ю. В. Ходакова, Д. А. Эпштейна и П. А. Глориозова [189]. А в учебнике Л. С. Гузея с соавт. [51] кроме указанного выше рисунка находим «мысленные» фотографии атома водорода, полученные через равные промежутки времени, а также изображение графика вероятности обнаружения электрона (величины электронной плотности) в зависимости от расстояния до ядра.

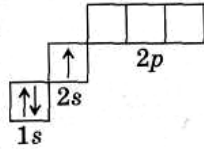
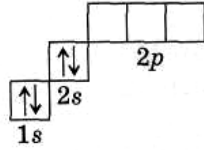
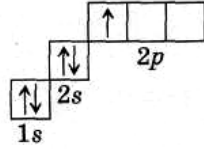
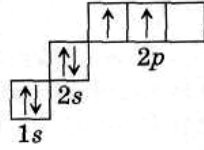
Каждая орбиталь графически может изображаться в виде квадра-

тика (ячейки) или чёрточки, на которой стрелками обозначаются электроны. Одну орбиталь могут занимать не более двух электронов, тогда показывают две стрелки в противоположных направлениях:



Вопрос о том, следует ли в VIII классе вводить подобные графические (электронно-графические) модели атомов, не имеет однозначного ответа. Укажем только, что традиционная методика обучения успешно обходилась без этого способа описания атомов. Не случайно, что большинство учителей химии до сих пор применяют в учебном процессе графические схемы, в которых электронные слои обозначены дугами, а электроны – цифрами. Встречаются такие схемы и в современных учебниках химии (таблица 15).

Таблица 15. Разные способы изображения строения атомов

Символ элемента, порядковый номер, название	Схема электронного строения	Электронная формула	Графическая электронная формула
${}^3\text{Li}$ Литий	$\begin{matrix} KL \\ (+3) \\ \text{---} \\ \text{---} \\ 21 \end{matrix}$	$1s^2 2s^1$	
${}^4\text{Be}$ Бериллий	$\begin{matrix} KL \\ (+4) \\ \text{---} \\ \text{---} \\ 22 \end{matrix}$	$1s^2 2s^2$	
${}^5\text{B}$ Бор	$\begin{matrix} KL \\ (+5) \\ \text{---} \\ \text{---} \\ 23 \end{matrix}$	$1s^2 2s^2 2p^1$	
${}^6\text{C}$ Углерод	$\begin{matrix} KL \\ (+6) \\ \text{---} \\ \text{---} \\ 24 \end{matrix}$	$1s^2 2s^2 2p^2$	

Наш собственный опыт обучения восьмиклассников убеждает в том, что слишком раннее знакомство с современными способами описания электронного строения атомов не приводит к высоким результатам. Не усвоив, как следует физического смысла всех условных обозначений периодической системы, не закрепив эти знания, учащиеся затрудняются в составлении электронных формул, или составляют их формально.

Наиболее оптимальным временем для введения и электронных, и электронно-графических формул является, по-нашему мнению, курс химии IX класса. В начале курса после повторения имеющихся знаний о строении атомов можно перейти к их углублению на основе представлений об электронных орбиталях (см. учебники под ред. Е. Е. Минченкова [128, 129]). Но и в этом случае от учащихся не следует требовать механического запоминания изученного: им можно и нужно предложить справочные таблицы, в которых представлены как схемы строения атомов, так и схемы строения внешних электронных слоёв атомов первых двадцати химических элементов. Учащиеся должны научиться применять их, как и другие справочные материалы, при выполнении различных заданий и упражнений.

Учащихся всегда интересуют вопросы, связанные с историей открытия сложного строения атомов, поэтому обязательно нужно включать в уроки сведения исторического характера. Учащихся обычно знакомят с моделями атома Дж. Томсона, Э. Резерфорда, открытием катодных лучей (электронов), явления радиоактивности, но, к сожалению, в учебниках химии освещаются далеко не все открытия, приведшие человечество к пониманию законов микромира. Чтобы хотя бы частично восполнить этот пробел, в своей практике используем следующую дополнительную информацию.

Изучение строения атома

Когда Менделеев и его современники обнаружили, что все элементы можно расположить в виде периодической таблицы, состоящей из колонок элементов с близкими свойствами, они ничего не знали о причинах попадания элементов в такие группы или сходства их химических свойств. В конце концов, открылся ясный и довольно простой ответ на этот вопрос, однако он был получен после серии открытий, которые вначале казались не связанными с химическими проблемами.

Все началось с изучения электричества. Выполняя опыты с электричеством, М. Фарадей пытался добиться электрического разряда в

вакууме, но ему долго не удавалось получить необходимый уровень разрядки.

В 1854 году немецкий стеклодув Г. Гейслер изобрел высокоэффективный вакуумный насос и смог изготовить стеклянную трубку с впаянными внутрь неё металлическими электродами и достаточно глубоким вакуумом. В опытах с трубкой Гейслера удалось зафиксировать зеленоватое свечение на конце трубки напротив отрицательного электрода.

В 1876 году немецкий физик Е. Гольдштейн предположил, что это свечение вызвано излучением, испускаемым отрицательным электродом, который М. Фарадей назвал катодом. Гольдштейн назвал это излучение катодными лучами.

Английский физик В. Крукс разработал улучшенный вариант трубки Гейслера (названной трубкой Крукса), с помощью которого показал, что катодные лучи отклоняются в магнитном поле. Это означало, что они состоят из электрически заряженных частиц.

В 1897 г. английский физик Д. Томсон показал, что катодные лучи очень сильно отклоняются под воздействием электрического поля, т.е. имеют чрезвычайно малую массу катодных частиц, порядка $1/1000$ массы атома водорода. До этого среди физиков уже возникла идея о дискретном характере электрического тока. Таким образом, были открыты электроны. Этот термин ещё в 1891 году предложил ирландский физик Д. Стоней (Стоуни). Масса электрона была определена как $1/1837$ часть массы атома водорода. За экспериментальное доказательство существования этой частицы Томсон был удостоен Нобелевской премии по физике за 1906 год.

Открытие электрона сразу натолкнуло ученых на мысль, что он представляет собой элементарную частицу, входящую в состав атома. Другими словами: атомы не являются неделимыми, как ранее утверждали ученые, начиная с Демокрита и кончая Д. Дальтоном.

Опыты Д. Томсона убедительно доказали, что отрицательно заряженные частицы, испускаемые металлической пластиной при освещении УФ-излучением, полностью идентичны электронам катодных лучей. Эти электроны выбивались из атомов металлов (фотоэлектрический эффект).

Поскольку электроны без особого труда покидали атомы, естественно было предположить, что эти частицы располагаются на внешней оболочке атомов. Если это так, то внутри атома должна быть положительно заряженная область для компенсации отрицательного заряда электронов, так как атом в целом обычно нейтрален. Именно эта идея стала толчком для разгадки тайны периодической таблицы элементов.

В 1911 году британский физик Ч. Баркла обнаружил, что металлы способны рассеивать рентгеновские лучи, проникающая способность которых (жесткость) четко определяется для каждого металла. Дру-

гими словами, каждый элемент производит свои «характеристические рентгеновские лучи». За это открытие Баркла был удостоен Нобелевской премии по физике за 1917 год.

В дальнейшем волновые свойства рентгеновских лучей были исследованы в опытах немецкого физика М. Лауэ и английских физиков – отца и сына Брэггов (отец – В.Г.Брэгг и сын – В.Л.Брэгг). Благодаря рентгеновским лучам стало возможным понимание атомной структуры кристаллов. В 1914 году М.Лауэ был удостоен Нобелевской премии по физике, а в 1915 году такую же награду получили отец и сын Брэгги.

В 1914 году молодой английский физик Г. Мозли, измерив длины волн характеристических рентгеновских лучей различных металлов, сделал важное открытие: оказалось, что соответствующая длина волны уменьшается с ростом атомного номера элемента, причем эти изменения соответствуют периодической таблице. В опытах Мозли было установлено, что каждый следующий по порядку элемент удерживает свои электроны прочнее, чем предыдущий. Другими словами, каждый последующий элемент имеет более высокий положительный заряд своей внутренней части.

Если принять единичный положительный заряд равным отрицательному заряду электрона, получается, что атом каждого следующего элемента должен иметь на один электрон больше.

Тогда самый простой вариант объяснения периодичности таблицы элементов будет следующим: первый элемент (водород) имеет единичный положительный заряд и 1 электрон, второй элемент (гелий) – два положительных заряда и 2 электрона; третий (литий) – три положительных заряда и 3 электрона и т.д. вплоть до урана, у которого целых 92 электрона. То есть **порядковый номер элемента характеризует количество электронов в каждом его атоме.**

Проведенные измерения позволили поместить каждый элемент в отведенную для него ячейку таблицы элементов. Если различие в длинах волн двух соседних элементов в 3 раза превышало расчетное значение, это означало, что между ними расположены ещё два неизвестных пока элемента. Если же эта разница точно соответствует расчётной, можно уверенно говорить об отсутствии каких-либо пропусков между элементами.

Теперь у каждого элемента появился свой атомный номер. До этого существовала опасность, что любое новое открытие ломает ранее установленный порядок расположения элементов и всю систему придется выстраивать по-новому. Тем самым была исключена вероятность появления неожиданных пропусков в таблице.

Химики присвоили всем элементам номера от 1 (водорода) до 92 (уран).

Предложенная Г. Мозли систематизация элементов практически сразу доказала свою обоснованность и полезность. Так, французский

химик Ж. Урбен сразу после открытия нового редкоземельного элемента лютеция (названного в честь древнего латинского названия Парижа) сообщил, что им получен следующий элемент, кельтий. Согласно системе Мозли, лютеций имел атомный номер 71, тогда как кельтий должен бы получить номер 72. Однако измерения показали, что пресловутый кельтий имеет точно такую же частоту рентгеновского излучения, что и лютеций. Элемент под номером 72 был выделен лишь в 1923 году совместно датским физиком Д. Костером и венгерским химиком Ж. Гевеши в Копенгагене, в честь латинского названия которого получил свое имя гафний.

Г. Мозли не успел получить награду за свое выдающееся открытие, поскольку был убит в 1915 году во время Первой мировой войны. Из-за ранней смерти, в возрасте 28 лет, он не был удостоен заслуженной Нобелевской премии. Но его работы продолжил шведский физик К. Сигбан, изучивший рентгеновские спектры нескольких новых элементов и удостоенный за это Нобелевской премии по физике за 1924 год.

В 1925 году в Германии В. Ноддак, И. Такке и О. Берг заполнили ещё один пропуск в периодической таблице. После целенаправленных трёхгодичных исследований полиметаллических руд они выделили и описали элемент под номером 75, названный ими рением (в честь реки Рейн).

Таким образом, в таблице осталось всего четыре не заполненные элементами ячейки: номера 43 (технеций), 61 (прометий), 85 (астат) и 87 (франций).

На заполнение этих пустых клеток ушло ещё два десятилетия. Химики ещё не осознавали, что рений является последним стабильным элементом. Оставшиеся элементы представляли собой радиоактивные вещества, которых на Земле практически не существует, а получить их можно только искусственным путем в лаборатории. Но это отдельный разговор.

В 1916 году американский химик Дж. Льюис и независимо от него сотрудник американской компании «Дженерал электрик» И. Лэнгмюр предложили концепцию заполнения электронных оболочек – от 1 до 8 электронов. Они дали также объяснение тому, как образуются молекулы простых и некоторых сложных веществ (переход электронов в общее пользование). Эта концепция оказалась настолько добротной, что до сих пор её исходная формулировка не претерпела изменений применительно к наиболее простым элементам (от водорода до кальция). Однако эту концепцию трудно применить к инертным газам и более сложным элементам, например, к редкоземельным (от 57 до 71).

Разгадка пришла в 1921 г., когда Ч. Р. Бари предположил, что количество электронов на оболочке не обязательно должно быть равным 8. По мере заполнения одного электронного слоя за другим на внутренних оболочках могут собираться дополнительные электроны,

причём каждая последующая оболочка имеет бóльшую ёмкость, чем предыдущая: 2, 8, 18, 32.

В 1925 году австрийский физик В. Паули сформулировал свой принцип запрета, который объяснял, каким образом электроны заполняют оболочки. В соответствии с принципом Паули, не может быть двух электронов с одинаковой энергией и спином, то есть направлением вращения вокруг оси. За это открытие Паули был удостоен Нобелевской премии за 1945 год.

Наиболее полное объяснение устройству электронных оболочек атомов смогла предложить теория Нильса Бора.

Итак, ответы на вопросы – как устроен атом, молекула, почему свойства элементов изменяются периодически и др. – смогли дать только физика и химия нового времени, начиная с конца XIX века. Ответы были найдены совместными усилиями множества учёных различных стран. Можно и нужно приводить сведения о трудах таких химиков, как: семья Кюри (Франция), А. Эйнштейн (Германия), Э. Резерфорд (Англия), М. Планк (Швейцария), В. Гейзенберг (Австрия), Э. Шредингер (Швейцария), Э. Ферми (Италия), Г. Сиборг (США), русские учёные – Д. Д. Иваненко, Г. Н. Флеров, И. В. Курчатов, Л. Д. Ландау, В. М. Кличковский.

3. Изучение Периодической системы химических элементов.

Следующий этап рассмотрения темы связан с изучением Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. Традиционно периоды и группы изучались отдельно. Основное внимание всегда уделялось таким вопросам, как:

- отличие больших периодов от малых;
- причины деления элементов на главные (А) и побочные (Б) подгруппы;
- физический смысл номеров периодов и групп;
- причинно-следственные связи – элемент потому стоит в таком-то периоде (группе), что он имеет столько-то электронных слоёв в атоме (электронов на наружном уровне).

К концу изучения этого раздела темы учащиеся должны были показывать следующие умения: раскрывать физический смысл всех условных обозначений в ПСХЭ; описывать строение атома различными способами; характеризовать типичные металлы и неметаллы; сравнивать химические элементы по положению в ПСХЭ; выяснять харак-

тер оксидов и гидроксидов элементов, объясняя его особенностями строения атомов.

Завершением знакомства учащихся с ПСХЭ являлось обучение учащихся характеристике элементов по положению в ней в соответствии с определённым планом.

Подобный подход к изучению Периодической системы химических элементов встречаем и в современных учебниках [79, 128, 115 и др.], поэтому можно говорить о наиболее типичных приёмах обучения учащихся.

Приступая к изучению структуры Периодической системы химических элементов, обычно объясняют, что периодический закон выражает сущность взаимосвязи между химическими элементами, а таблица является графическим выражением периодического закона и отражением естественной классификации химических элементов. Формы таблицы могут быть разными, но суть их одна – периодический закон.

Вначале характеризуются периоды. Учащиеся вспоминают, что периодом называют горизонтальный ряд элементов, расположенных в порядке возрастания атомных масс, начинающийся щелочным металлом и заканчивающийся инертным газом. Учитель предлагает сравнить строение атомов элементов, например, второго периода. На основе сравнения делается вывод о том, что элементы от лития до неона находятся во втором периоде потому, что в их атомах электроны расположены в двух электронных слоях. Другими словами: *физический смысл номера периода* состоит в том, что он показывает число электронных слоёв в атоме элемента. В третьем периоде находятся элементы от натрия до аргона, электронная оболочка в их атомах содержит три электронных слоя. Периоды, в которых число элементов равно восьми, называют *малыми*. К малым периодам относится и первый период, хотя в нём всего два элемента – водород и гелий. В малых периодах с возрастанием порядкового номера элемента всякий раз добавляются электроны к наружному слою атома.

Иначе построены электронные оболочки атомов элементов четвёртого и последующих периодов. Четвёртый период начинается щелочным металлом калием, в атомах которого в наружном электронном слое только один электрон. В атоме кальция в наружном электронном слое уже два электрона. Если бы происходило заполнение наружного слоя так же, как в атомах элементов второго и третьего периодов, то

на седьмом месте в четвертом периоде находился бы галоген, а за ним – инертный газ и четвертый период закончился бы. Но на седьмом месте в этом периоде находится марганец, а восьмое место занимает железо. Учащимся хорошо известно, что железо является металлом. Металлами являются и элементы, предшествующие железу и следующие за ним. Как можно объяснить этот факт? Только иным, чем в атомах элементов малых периодов, порядком заполнения электронных слоёв. И далее учитель объясняет, что, начиная со скандия, в четвертом периоде с возрастанием порядкового номера временно прекращается накопление электронов в наружном электронном слое, а электроны накапливаются на предпоследнем (в третьем) слое. Максимальное число электронов в третьем слое равно 18. Пока идёт заполнение этого слоя, в наружном слое, как правило, остаётся 2 электрона. Исключение составляют элементы хром и медь: вместе с очередным электроном в третий слой поступает электрон с наружного (четвертого) слоя. Так, в атоме меди третий слой содержит уже 18 электронов и является завершённым. Таким он остаётся у цинка, галлия и других элементов четвертого периода. Начиная с цинка, у этих элементов возобновляется накопление электронов в наружном слое, пока их число не будет равным восьми – у инертного элемента криптона. Таким образом, число элементов в четвертом периоде становится равным 18. Периоды, содержащие больше 8 элементов, называются *большими*. Сравнивают малые и большие периоды, составляя схему или заполняя таблицу (таблица 16).

Таблица 16. Сравнение малых и больших периодов

Признаки сравнения	Периоды	
	Малые	Большие
Число элементов	2 или 8	Более 8
Порядок заполнения электронных слоёв	Заполняется наружный электронный слой	Заполняется наружный и предпоследний электронный слой.
Чем начинается и заканчивается период	Начинается щелочным металлом и заканчивается инертным газом	
Как меняются свойства элементов	Металлические свойства ослабевают, а неметаллические свойства усиливаются	

Как известно, большие периоды состоят из двух рядов – чётных и нечётных. Следует разъяснить, что в *чётных рядах* только у двух первых элементов в предпоследнем слое содержится 8 электронов. В

атомах остальных элементов вплоть до конца чётного ряда идёт накопление электронов в этом слое. У всех элементов *нечётных рядов* предпоследний слой уже завершён, заполняется электронами наружный слой.

И в малых, и в больших периодах свойства элементов изменяются одинаково: металлические свойства ослабевают, а неметаллические усиливаются; только в малых периодах это изменение происходит через 6 элементов, а в больших – через большее число элементов.

Далее рассматривают вертикальные столбцы периодической таблицы. Учащиеся должны понять, что **группа – это элементы, расположенные в одном и том же вертикальном столбце периодической таблицы**. Периодическая таблица включает восемь групп элементов.

Необходимо отметить, что варианты периодической системы, рекомендуемые ИЮПАК, содержат 18 колонок (18 групп), а не 8 групп элементов, как в привычной для нашей школы таблице, т. е. мы чаще всего пользуемся короткопериодным вариантом периодической системы. Лишь в некоторых учебниках встречаем длиннопериодный вариант таблицы [26].

Поскольку учащиеся чаще пользуются короткопериодным вариантом, то им необходимо пояснить различие между подгруппами элементов. *Подгруппа* – это элементы, расположенные в вертикальном столбце периодической системы. Если в подгруппу входят элементы и малых, и больших периодов, то такая подгруппа называется *главной*. Подгруппа, состоящая из элементов только больших периодов, называется *побочной*. Такой подход к определению подгрупп встречаем в разных учебниках, например [44, 128]. Различие между элементами разных подгрупп заключается в строении их атомов: у атомов элементов главных подгрупп число электронов в наружном электронном слое совпадает с номером группы. Так вскрывается *физический смысл номера группы*. В побочные подгруппы входят элементы только чётных рядов; все они являются металлами. Всё сказанное необходимо иллюстрировать схемами строения атомов элементов разных подгрупп, объединённых в одну группу, например, марганца и хлора, аргона и железа.

Возможно установление различия в подгруппах элементов на основе строения их атомов: в подгруппу попадают элементы, атомы которых имеют сходные электронные структуры. Так, главные под-

группы составляют *s*- и *p*-элементы, побочные – *d*-элементы больших периодов [115]. В учебнике [51] речь идёт только о главных подгруппах (А-подгруппах), в которые входят элементы, имеющие на внешнем энергетическом уровне не больше восьми электронов (два на *s*-орбитали и шесть на трёх *p*-орбиталях), а о побочных подгруппах (В-подгруппах) учащимся предстоит узнать позднее.

Очевидно, что возникает вопрос: почему такие разные по строению атомов и химическим свойствам элементы объединяются в одну группу? Поиски причины приводят к валентности элементов в их соединениях с кислородом: каков номер группы, такова и высшая валентность элементов этой группы в оксидах. Высшая валентность одинакова для элементов главных и побочных подгрупп. Лишь немногие элементы отступают от этого правила. Например, медь может проявлять валентность I и II, а фтор никогда не проявляет валентность VII, лишь немногие элементы восьмой группы проявляют валентность VIII. Следует указать учащимся на то, что в периодической таблице внизу под каждой группой подписаны общая формула высших оксидов элементов и общая формула их летучих водородных соединений. Общая формула оксидов относится к элементам и главной, и побочной подгрупп, а общая формула водородных соединений – только для неметаллов главных подгрупп.

Сравнивая строение электронных оболочек атомов элементов, составляющих одну главную подгруппу, учащиеся теперь могут объяснить сходство их химических свойств. Оно обусловлено одинаковым числом электронов в наружном электронном слое. Различие в химической активности элементов объясняется разными размерами атомов, которые определяются числом электронных слоёв в атоме.

Появляется также возможность объяснить ранее установленное закономерное изменение свойств элементов в естественных семействах щелочных металлов и галогенов, поскольку знание о строении электронных оболочек атомов позволяет углубить представления учащихся о металлах и неметаллах. Теперь металлы можно характеризовать как элементы, содержащие малое число электронов, как правило, 1 или 2 электрона, в наружном слое. В атомах неметаллов наружный слой завершён или близок к завершению (число электронов – от 4 до 8). К неметаллам относятся также водород и гелий.

Атомы металлов, имея в наружном слое малое число электронов, отличаются слабой связанностью этих электронов с ядром атома, по-

этому от них легко можно отнять электроны. С увеличением числа электронных слоёв в атоме возможность отрыва электронов наружного слоя возрастает, поэтому металлические свойства элементов усиливаются.

У элементов-неметаллов с увеличением числа электронов в наружном электронном слое радиусы атомов уменьшаются, поэтому связь наружных электронов с атомом всё более упрочняется. Способность отдавать электроны у неметаллов ослабевает, а возможности принять электроны возрастают, т. е. усиливаются неметаллические свойства. Следовательно, в каждом периоде с возрастанием порядкового номера элементов металлические свойства сначала ослабевают, а потом сменяются неметаллическими, а в каждой главной подгруппе с возрастанием порядкового номера элементов металлические свойства усиливаются (у щелочных металлов), а неметаллические ослабевают (у галогенов). Укажем здесь, что приведённые рассуждения необходимо проводить, опираясь на знания учащихся из курса физики (закон Кулона).

Зная условные обозначения Периодической системы химических элементов – порядковый номер, номер группы, номер периода, смысл объединения элементов по периодам и группам, а также изменение свойств элементов в периодах и группах, можно давать объяснение или предсказывать свойства химических элементов и их соединений. Обучение этим умениям происходит на основе характеристики химических элементов. Учащиеся могут выполнять эту работу самостоятельно или под руководством учителя, пользуясь планом:

1. Название элемента.
2. Положение элемента в ПСХЭ (порядковый номер, период, группа, подгруппа).
3. Строение атома (состав ядра, строение электронной оболочки).
4. Характер элемента (металл, неметалл, переходный элемент).
5. Формулы высшего оксида, гидроксида, их характер.
6. Формула водородного соединения (для неметалла).
7. Сравнение элемента с соседними элементами (по группе, по периоду).

Можно воспользоваться и более подробным алгоритмом характеристики элемента [47, с. 55-58].

Закрепление умений, сформированных при изучении периодической системы химических элементов, осуществляется при выполнении различных упражнений, решении задач, а также в дидактических

играх. Приведём примеры заданий и упражнений.

1. Найдите в ПСХЭ элементы с порядковыми номерами 3, 11, 19. Как изменяются химические свойства простых веществ, образованных этими элементами, в зависимости от увеличения заряда ядра атомов?

2. Найдите в ПСХЭ элементы с зарядами ядер их атомов, равными 17 и 35. У какого из этих элементов ярче выражены неметаллические свойства?

3. Что представляют собой простые вещества, образованные элементами с порядковыми номерами 8 и 19?

4. Назовите элементы, стоящие в ПСХЭ под номерами 19 и 34. У какого из этих элементов ярче выражены металлические свойства и почему?

5. Какой элемент является более металлическим – магний или барий? Почему?

6. Расположите в ряд по возрастанию неметаллических свойств элементы – хлор, магний, сера, кремний, углерод, иод, натрий.

7. Расположите в ряд во убыванию металлических свойств элементы - литий, углерод, алюминий, натрий, фосфор, бериллий и кислород.

8. Напишите формулы высших оксидов и гидроксидов элементов с порядковыми номерами 19 и 34; формулы водородных соединений и высших оксидов элементов с порядковыми номерами 17 и 35.

9. Напишите формулы оксидов и гидроксидов элементов главной подгруппы I группы и укажите, как изменяются свойства этих веществ с увеличением заряда ядра атомов.

10. Напишите формулы высших оксидов и гидроксидов элементов второго периода и укажите, как изменяется характер их свойств в зависимости от увеличения заряда ядра атомов.

11. Определите порядковый номер элемента, находящегося: а) в четвёртом периоде, 4 ряду, III группе; б) в четвёртом периоде, 5 ряду, II группе; в) в третьем периоде, IV группе; г) во втором периоде, VII группе.

12. Назовите элемент по следующим данным: а) элемент третьего периода, высший оксид ЭO_2 , с водородом образует газообразное соединение ЭH_4 ; б) элемент пятого периода, высший оксид $\text{Э}_2\text{O}_7$, с водородом даёт соединение состава HЭ .

13. Один из элементов III группы, предсказанный Д. И. Менделеевым, образует оксид с массовой долей элемента 65,2 %. Назовите этот элемент.

14. Напишите знаки химических элементов, имеющих заряд ядра, равный +6, +2, +22, +30.

15. Изотоп некоторого элемента имеет 6 нейтронов в составе ядра атома и атомную массу 12. Назовите этот элемент.

16. Опишите свойства элемента с порядковым номером 35, исходя из его положения в ПСХЭ и строения атома.

Аналогичные задания включаются в проверочные и контрольные работы. Приведём содержание одного из вариантов проверочной работы по периодическому закону и ПСХЭ:

1. У какого элемента больше выражены неметаллические свойства: а) у серы или теллура; б) у кремния или германия? Дайте обоснованный ответ на основании положения элементов в периодической системе.

2. Дайте характеристику элемента № 38: положение в периодической системе, строение атома, состав и характер (основный, кислотный или амфотерный) высшего оксида и гидроксида.

3. Пользуясь периодической системой, разъясните: а) почему ряд элементов, начиная с калия и кончая никелем, не составляет периода; б) почему калий и медь относятся к одной группе, но к разным подгруппам.

Проверку знаний можно проводить с использованием заданий тестового характера. Например:

1. Ряд элементов, образующих главную подгруппу III группы ПСХЭ, это:

а) Be, Mg, Ca; б) B, Al, Sc; в) B, Al, Ga; г) Ga, In, Tl

2. В главных подгруппах ПСХЭ металлические свойства элементов:

а) с увеличением относительных атомных масс ослабевают;
б) с увеличением относительных атомных масс не меняются;
в) усиливаются сверху вниз;
г) ослабевают сверху вниз.

3. В периодах с увеличением относительных атомных масс наблюдается:

а) усиление металлических свойств;
б) ослабление неметаллических свойств;
в) усиление кислотных свойств оксидов;
г) усиление основных свойств оксидов.

4. Высшая валентность элементов в соединениях с кислородом соответствует номеру:

а) периода; б) группы; в) элемента; г) ряда.

5. Основные свойства оксидов в ряду BeO – MgO – CaO:

а) усиливаются;
б) уменьшаются;
в) наиболее выражены у CaO;
г) не изменяются?

6. Число электронов в атоме соответствует числу:

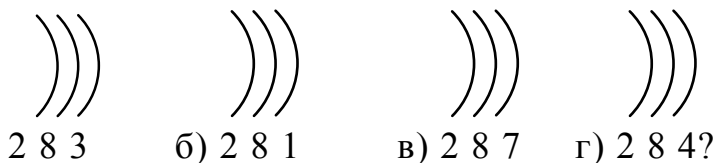
а) нейтронов;

- б) протонов;
- в) нейтронов и протонов;
- г) заряду ядер атома в атомных единицах.

7. Порядковый номер элемента, имеющего массовое число равное 40 и 20 нейтронов в ядре, это:

- а) 41; б) 61; в) 20; г) 21.

8. Схема, соответствующая строению атома натрия, это:



9. Число энергетических уровней в атоме элемента с порядковым номером 29: а) 1; б) 3; в) 4; г) 5?

10. Число электронов на внешнем энергетическом уровне элементов главной подгруппы VII группы: а) 2; б) 3; в) 5; г) 7.

11. Общая формула высшего оксида, соответствующего элементу с зарядом ядра +17, это: а) $\text{Э}_2\text{O}$; б) $\text{Э}_2\text{O}_3$; в) $\text{Э}_2\text{O}_5$; г) $\text{Э}_2\text{O}_7$.

А можно провести химический диктант в графической форме. Возможны варианты, например, учащиеся первого варианта дают ответы по периодам, а учащиеся второго варианта – по группам периодической таблицы.

Вопросы диктанта:

1. Одинаковое число электронов во внешнем слое.
2. Элементы имеют сходные свойства, так как у их атомов одинаковое строение внешнего электронного слоя.
3. Одинаковое число электронных слоёв в атомах элементов.
4. Увеличивается число электронных слоёв с возрастанием порядковых номеров элементов.
5. Увеличивается притяжение внешних электронов к ядру с возрастанием порядковых номеров элементов.
6. Уменьшается радиус атомов.
7. Увеличивается радиус атомов.
8. Постепенно увеличивается число электронов во внешнем слое.
9. Уменьшается притяжение внешних электронов к ядру.
10. Усиливаются неметаллические свойства.
11. Усиливаются металлические свойства.
12. Ослабевают металлические свойства.

Приведём примеры дидактических игр. Игра «Назовите элемент»

(или «10 раз по 5») помогает учащимся ориентироваться по периодической таблице. Учащиеся получают задание – начертить в тетради таблицу, состоящую из 10 строчек и 5 столбцов. В каждую строчку они будут вписывать названия элементов, состоящие из пяти букв. Названия элементов определяют по подсказке учителя, например:

1. Атом этого элемента содержит четыре электронных слоя, на внешнем находится один электрон.
2. Этот элемент начинается второй период.
3. Заряд ядра атома этого элемента +90.
4. На пятом внешнем энергетическом уровне атома этого элемента содержится 4 электрона.
5. Порядковый номер этого элемента 76.
6. Элемент шестого периода, на внешнем энергетическом уровне атома находится 1 электрон.
7. Элемент шестого периода, находится в побочной подгруппе VII группы.
8. Электронная оболочка атома этого элемента содержит 45 электронов.
9. Этот элемент находится во II группе, главной подгруппе, в седьмом периоде.
10. В ядре атома этого элемента 68 протонов.

Текстовая игра «Вопрос – ответ». Учащиеся получают текст (см. ниже) и задание к нему:

1. Прочитайте текст.
2. Составьте к нему три вопроса. Вопросы должны быть составлены так, чтобы ответ на них можно было найти в тексте.
3. Вопросы запишите на листочке бумаги и сдайте их учителю.

Все листочки с вопросами перемешиваются. Учащиеся по очереди вытягивают вопросы и отвечают на них. Оценивается как самый лучший вопрос, так и самый лучший ответ.

Для игры взят текст из учебника [189, с.156-157].

"По положению в таблице можно охарактеризовать любой химический элемент. Если нам задана схема строения атома какого-либо элемента, то по ней мы обычно можем сказать, является ли элемент металлом или неметаллом, обращая внимание на наружный слой. У атомов металлов он далек от завершения - содержит малое число электронов, от одного до трех, а у атомов неметаллов наружный слой завершен или близок к завершению. В атомах металлов наружные электроны связаны слабо, а в атомах неметаллов - прочнее.

В каждом периоде с возрастанием порядкового номера элемента

наружный слой приближается к завершению, т.е. возрастает количество электронов на внешнем уровне, они сильнее притягиваются ядром, радиус атома уменьшается, связь их с ядром упрочняется. В каждом периоде металлические свойства ослабевают, а затем сменяются неметаллическими, и неметаллические свойства усиливаются.

В главных подгруппах с возрастанием порядкового номера элемента увеличивается число электронных слоев, а вследствие этого возрастает радиус атома. Наружные электроны все более удаляются от ядра, и притяжение их к ядру ослабевает: становится легче их отдавать. Значит, в главных подгруппах сверху вниз усиливаются металлические свойства, а неметаллические ослабевают".

Изучая Периодическую систему химических элементов, не следует ограничиваться только химической информацией. Важно показать учащимся, что химия очень тесно связана с другими областями знаний и с разными сферами деятельности человека, в частности необходимо включать в уроки культурологические компоненты.

Давая характеристику химических элементов на основании их положения в периодической системе, нужно обращать внимание на значение этих элементов для живой и неживой природы, практической деятельности человека, сообщать сведения исторического характера. В последнем случае помогает Периодическая система химических элементов с историческими сведениями. В 1980-е годы подобная таблица была разработана П. П. Черновым, доцентом Ферганского педагогического института [197]. Свои материалы он передал на кафедру химии НГПУ, где сведения об элементах были уточнены и дополнены профессором кафедры химии С. В. Дьяковичем. Оригинал таблицы размером 2,5 x 2,2 м, изготовленный руками С. В. Дьяковича, более 10 лет находился в одной из химических аудиторий НГПУ; в настоящее время используются уменьшенные варианты этой таблицы.

Можно применять и отдельные карточки химических элементов. На карточке (и в таблице), кроме общепринятых данных о химическом элементе, указаны его латинское название, происхождение термина, помещён портрет первооткрывателя, названы его фамилия и имя, годы жизни, страна открытия. Подобные карточки можно включать в электронные презентации для урока и предъявлять учащимся на соответствующем этапе урока. Например, учащиеся выполняют задание: дайте характеристику элемента натрия, опираясь на его положение в периодической системе. Прежде, чем учащиеся приступят

к выполнению задания, им предъявляется карточка, на которой имеется портрет Г. Дэви (1778-1829) и соответствующая информация (рис. 15).


Араб. НАТРОН, НАТРУН – СРЕДСТВО МОЮЩЕЕ	
	11 Natrium
	Na 22,989
НАТРИЙ	
1736 – А. Дюамель де Монсо (Франция)	
1758 – А. Маргграф (Германия)	
1797 – М. Клапрот (Германия)	
1808 – Л. Гей-Люссак, Л. Тенар, Г. Дэви (Англия)	
1841-1855 – Р. Бунзен (Германия)	
Гемфри ДЭВИ (1778 – 1829)	

Рис. 16. Карточка элемента с историческими сведениями

Как культурологический компонент урока можно рассматривать использование фрагментов литературных произведений – поэтических и прозаических. Так, на уроке знакомства с Периодической системой химических элементов Д. И. Менделеева будет уместно стихотворение Н. Глазкова:

Пусть зимний день с метелями	Без многословья книжного
Не навеивает грусть –	В ней смысла торжество.
Таблицу Менделеева	И элемента лишнего
Я знаю наизусть.	В ней нет ни одного!
Зачем её я выучил?	В ней пробужденье дерева
Могу сказать зачем.	И вешних льдинок хруст.
В ней стройность и величие	Таблицу Менделеева
Любимейших поэм.	Я знаю наизусть.

В. Брюсов написал замечательное стихотворение, которое было опубликовано 18 сентября 1922 г. в газете «Московский понедельник» под названием «Атом».

К стихотворению имеется примечание В. Брюсова: «Современная физика рассматривает атом как систему, где вокруг центрального ядра вращаются электроны». Это стихотворение является откликом на установление планетарной модели атома Резерфордом:

Быть может, эти электроны –
Миры, где пять материков,
Искусства, знанья, войны, троны
И память сорока веков!

Ещё, быть может, каждый атом –
Вселенная, где сто планет;
Там всё, что здесь, в объёме сжатом,
Но также то, чего здесь нет.

Их меры малы, но всё та же
Их бесконечность, как и здесь:
Там скорбь и страсть, как здесь, и даже
Там та же мировая спесь.

Их мудрецы, свой мир бескрайный
Поставив центром бытия,
Спешат проникнуть в искры тайны
И чувствуют, как ныне я;

А в миг, когда из разрушенья
Творятся токи новых сил,
Кричат, в мечтах самовнушенья,
Что бог свой светоч загасил! [28]

Очень часто учителя химии читают другое известное стихотворение – «Читая Менделеева» С. Щипачёва:

Другого ничего в природе нет
ни здесь, ни там, в космических глубинах:
всё – от песчинок малых до планет –
из элементов состоит единых.
Как формула, как график трудовой,
строй менделеевской системы строгой.
Вокруг тебя творится мир живой,
Входи в него, вдыхай, руками трогай.
Есть просто газ легчайший – водород,
есть просто кислород, а вместе это –
июньский дождь от всех своих щедрот,

сентябрьские туманы на рассветах.
Кипит железо, серебро, сурьма
и тёмно-бурые растворы брома,
и кажется вселенная сама
одной лабораторией огромной.
Тут мало оптикой поможешь глазу,
тут мысль пытливая всего верней.
Пылинку и увидишь-то не сразу –
глубины мироздания скрыты в ней.
Будь то вода, что поле оросила,
будь то железо, медь или гранит –
всё страшную космическую силу,
закованную в атомы, хранит.
Мы не отступим, мы пробьём дорогу
туда, где замкнут мироздания круг, –
и что приписывалось раньше богу,
всё будет делом наших грешных рук! [216, с. 132-133]

При изучении строения атомов можно также использовать фрагмент из книги болгарских авторов «У химии свои законы»:

«Водород встал. Его одноклассники заулыбались. Водород был из них не только самый маленький и самый лёгкий, но и самый простой. Когда его спрашивали, он всегда отвечал коротко, ясно и просто, даже несколько примитивно. Его речь не имела той гладкости, которой обладали «благородные». И сейчас его ответ был краток.

– Кроме электронов, – начал Водород, – есть ещё одна элементарная частица – протон. Это очень тяжёлая частица – весит она почти столько же, сколько я сам, и несёт один положительный заряд. Я, например, состою из одного электрона и одного протона. Значит, этих двух частиц достаточно, чтобы существовали мы, атомы.

– Для тебя, может, и достаточно, – сказал товарищ Стоянов, – но это потому, что ты очень просто устроен, проще всех других атомов. Но остальные атомы обладают и другими элементарными частицами. Не знаешь ли ты некоторые из них?

– Других я не знаю, – заявил Водород и сел» [125, с.121-122].

Русский поэт Анатолий Чивилихин в 1938 г. написал торжественную оду, посвящённую открытию периодического закона Д. И. Менделеевым:

МЕНЕ – ТЕКЕЛ – УПАРСИН
НА ИЗОБРАЖЕНИЕ ТАБЛИЦЫ ЭЛЕМЕНТОВ
НА СТЕНЕ ДОМА У ПАМЯТНИКА Д.И.МЕНДЕЛЕЕВУ

Опять в вечернем полумраке
Стена отвесная видна.
На ней начертанные знаки –
Как дней минувших письма.
Всё было тления добычей –
Его приход не отразить, –
Пока не принят был обычай
На камень знаки наносить,
Чтоб избежать могли забвенья
Средь сыновей – дела отцов,
Былых властителей веленья
Иль откровенья мудрецов.
Но даже камни обветшали,
Их гордость прежнюю не жаль.
Видна нам новая скрижаль.
И, каждый знак её взлелеяв,
Суровым гением своим
Поведал миру Менделеев
В природе понятое им.
И вот – в вечернем полумраке
Стена отвесная видна.
На ней начертанные знаки –
Как дней минувших письма.
Снег падает. Весь мир заснежен,
Но вечно движется к весне.
Исчислен, разделён и взвешен –
Вещают знаки на стене [цитируется по 27].

Завершая обсуждение методики изучения периодической системы Д. И. Менделеева, укажем, что подход к её построению, основанный на учёте периодической повторяемости свойств *s*-, *p*-, *d*- и *f*-элементов, подводит к трём вариантам (формам) таблицы. Во множестве российских справочников и учебных пособий приводится так называемая короткая форма системы, официально отменённая Международным союзом теоретической (чистой) и прикладной химии – ИЮПАК (IUPAC) в 1989 г. Эта таблица, как уже отмечалось, состоит из восьми групп (I – VIII) и семи периодов (1 – 7) элементов. Вместо короткой формы системы ИЮПАК ввёл длинную (длиннопериодную) форму, которая состоит из 18 групп, обозначенных арабскими (вместо римских) цифрами, и семи периодов и не содержит подгрупп и рядов.

Есть ещё одна форма системы – сверхдлинная, которая должна состоять из 32 групп элементов и семи периодов, которая вряд ли будет принята в будущем, так как каждая дополнительная группа, сверх 18, может содержать только два элемента – один лантаноид и один актиноид.

После введения длинной формы таблицы исчезла необходимость применять некоторые термины, например, подгруппа (главная и побочная), триада, ряд и др.

В современной зарубежной учебной литературе короткая форма таблицы не используется. «К сожалению, надо признать неоправданное запаздывание данных рекомендаций в России (а также в странах СНГ), – указывают в своей статье Р. С. Сайфуллин и А. Р. Сайфуллин. – Длинная форма таблицы элементов мало используется в российских публикациях, а, следовательно, в образовании и науке» [164, с. 9]. Среди многих причин привязанности большинства российских изданий к короткой форме периодической системы элементов эти авторы называют инерцию знаний (наличие привычек и стереотипов мышления), приверженность к методически устоявшимся научным понятиям и издательским текстам и дань исторической традиции. Справедливости ради следует отметить, что в некоторых современных учебниках мы встречаем как 18-клеточный [26], так и 32-клеточный [211] варианты таблицы наряду с коротким вариантом.

В учебнике [115] кроме обычной Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева представлена таблица, содержащая сведения о внешнем виде и практическом применении элементов главных подгрупп, входящих в 1 – 6 периоды.

4. Знакомство учащихся со значением периодического закона, жизнью и деятельностью Д. И. Менделеева.

На одном из последних уроков данной темы учащиеся знакомятся с жизнью и деятельностью Д. И. Менделеева. Отдельные сведения можно приводить и в контексте других вопросов.

Наиболее полную информацию о жизни и научно-практической деятельности Дмитрия Ивановича Менделеева можно найти в следующих публикациях:

Агафошин, Н. П. Периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева / Н. П. Агафошин. – М.: Просвещение, 1982.

Д. И. Менделеев в воспоминаниях современников / Сост. А. А. Макареня и др. – М.: Атомиздат, 1973.

Кедров, Б. М. День одного великого открытия / Б. М. Кедров. – М.: Соцэкгиз, 1958.

Макареня, А. А. Д. И. Менделеев. Книга для учащихся / А. А. Макареня, Ю. В. Рысев. – М.: Просвещение, 1983. (Люди науки).

Петрянов, И. В. Великий закон / И. В. Петрянов, Д. Н. Трифонов. – М.: Педагогика, 1976.

Петрянов, И. В. Для жатвы народной / И. В. Петрянов, В. И. Рич. – М.: Советская Россия, 1983.

Смирнов, Г. Менделеев / Г. Смирнов. – М.: Молодая гвардия, 1974. (Серия ЖЗЛ).

Трифонов, Д. Н. Структура и границы периодической системы / Д. Н. Трифонов. – М.: Атомиздат, 1969.

Кроме этих публикаций рекомендуем обратиться к статьям, опубликованным в журнале «Химия в школе» и посвящённым различным памятным датам, например, 150-летию со дня рождения Д. И. Менделеева, 120-летию, 130-летию и 140-летию открытия Периодического закона. Данные публикации помогут учителю организовать различные внеурочные мероприятия, связанные с рассматриваемой темой:

Авдеев, Я. Г. К. Э. Циолковский и Д. И. Менделеев / Я. Г. Авдеев, Н. И. Савиткин, Т. К. Толкачёва // Химия в школе. – 2007. – № 5. – С.74-79.

Байкова, В. М. Викторина, посвящённая Д. И. Менделееву / В. М. Байкова // Химия в школе. – 1982. – № 1. – С.66.

Байкова, В. М. Д. И. Менделеев в искусстве и литературе / В. Д. Байкова // Химия в школе. – 1984. – № 5. – С. 31-32.

Байкова, В. М. Учащимся о Д. И. Менделееве / В. Д. Байкова // Химия в школе. – 1984. – № 5. – С. 74.

Байкова, В. М. Об открывателе менделеевита / В. М. Байкова // Химия в школе. – 1989. – № 6. – С.35-36.

Баландин, Р. К. Менделеев и Вернадский / Р. К. Баландин // // Химия в школе. – 1984. – № 6. – С. 14-17.

Беляк, Е. Л. Тобольские сказы про Митины проказы / Е. Л. Беляк, Н. Б. Розанова // Химия в школе. – 2004. – № 1. – С.60-63.

Беляк, Е. Л. Тобольский гений России / Е. Л. Беляк // Химия в школе. – 2008. – 2. – С.67-70.

Берсенёв, С. М. Д. И. Менделеев о проблемах охраны природы / С. М. Берсенёв // Химия в школе. – 1999. – № 7. – С.84-91.

Боровский Е.Э. Исчислено, взвешено, разделено... // Химия в школе. – 2001. – № 6. – С.94-95.

Бударина, В. А. Игра-викторина «Медалисты» / В. А. Бударина // Химия в школе. – 2004. – 1. – С.63-65.

Буцкус, П. Ф. Из высказываний о Д. И. Менделееве / П. Ф. Буцкус // Химия в школе. – 1981. – 1. – С.11-13.

Буцкус, П. Ф. Учёные об «Основах химии» Д. И. Менделеева / П. Ф. Буцкус // Химия в школе. – 1983. – № 6. – С.11-13.

Васильева, Т. К. Викторина «Всё – от песчинок малых до планет – из элементов состоит единых» / Т. К. Васильева // Химия в школе. – 2008. – № 1. – С.71-74.

Гилис, М. Б. Работы Д. И. Менделеева по сельскому хозяйству / М. Б. Гилис // Химия в школе. – 1984. – № 6. – С.17-18.

Датюк, Ю. В. Д. И. Менделеев и зарождение отечественной радиохимии / Ю. В. Датюк // Химия в школе. – 1983. – № 6. – С.6-9.

Елисеев, Э. И. Отмечаем юбилей Д. И. Менделеева / Э. И. Елисеев, Т. А. Митина, Л. К. Ширина и др. // Химия в школе. – 1984. – № 1. – С.62-65..

Каменева, В. П. Неделя химии «Жизненный подвиг Д. И. Менделеева» / В. П. Каменева // Химия в школе. – 1983. – № 6. – С.18.

Колчанова, Л. В. Тематический вечер «В гостях у Д. И. Менделеева» / Л. В. Колчанова, Н. Г. Габрук, А. С. Глухарёва и др. // Химия в школе. – 2007. – № 1. – С.75-76.

Крюкова, Н. С. Друзья и соратники Д. И. Менделеева / Н. С. Крюкова // Химия в школе. – 2008. – № 8. – С.77-78.

Крючок, Л. Н. Подтвердившееся предвидение Д. И. Менделеева (К 120-летию со дня открытия Периодического закона) / Л. Н. Крючок, А. А. Макареня, Н. Н. Суртаева // Химия в школе. – 1989. – № 2. – С.88-93.

Лукьянчик, Е. В. Отмечаем юбилей Д. И. Менделеева / Е. В. Лукьянчик, Р. П. Суровцева, Л. В. Махова и др. // Химия в школе. – 1984. – № 4. – С.68-71.

Макареня, А. А. Д. И. Менделеев о проблемах природных ресурсов и окружающей среды / А. А. Макареня, И. Н. Семёнов // Химия в школе. – 1984. – № 1. – С.20-22

Макареня, А. А. Идеи и прогнозы Д. И. Менделеева о развитии промышленности и техники / А. А. Макареня, И. Н. Семёнов // Химия в школе. – 1984. – № 2. – С6-10.

Макареня, А. А. Что же ответил Д. И. Менделеев / А. А. Макареня // Химия в школе. – 1984. – № 3. – С.20-21.

Макареня, А. А. Я. Г. Вант-Гофф и русские химики / А. А. Макареня, А. М. Дроздов // Химия в школе. – 1984. – № 3. – С.19-20.

Макареня, А. А. Д. И. Менделеев в воспоминаниях современников / А. А. Макареня // Химия в школе. – 1984. – № 4. – С.14-18.

Макареня, А. А. Письма И. П. Менделеева родным / А. А. Макареня, Л. В. Махова // Химия в школе. – 1984. – № 6. – С.11-14.

Макареня, А. А. Менделеев и Достоевский: встречи, дискуссии, переписка / А. А. Макареня, Н. Н. Суртаева // Химия в школе. – 2008. – № 6. – С.77-80.

Мастер-класс Л. В. Маховой // Химия в школе. – 2001. – № 10. – С. 49-51; 2002. – № 7. – С.56-57.

Махнёва, М. В. На улице Периодической / М. В. Махнёва // Химия в школе. – 2008. – № 5. – С. 76-80.

Митряева, И. В. Вечер воспоминаний «Менделеевская пятница» / И. В. Митряева // Химия в школе. – 2003. – № 9. – С.70-77.

Омаров, Ш. М. Д. И. Менделеев и переработка Бакинской нефти / Ш. М. Омаров, К. Б. Курбанов // Химия в школе. – 1983. – № 6. – С.9-11.

Паначин, Ф. Г. Педагогическая деятельность Д. И. Менделеева / Ф. Г. Паначин // Химия в школе. – 1991. – № 5. – С.11-12.

Подольный, И. А. Моя менделеевская коллекция / И. А. Подольный // Химия в школе. – 2006. – № 1. – С.77- 80.

Попович, Т.Н. Дидактическая игра, посвящённая 120-летию периодического закона / Т. Н. Попович, Т. В. Слюсарская, Л. С. Хургина и др. // Химия в школе. – 1989. – № 5. – С.74-78.

Семёнов, С. С. Д. И. Менделеев о технике безопасности проведения опытов взаимодействия щелочных металлов с водой / С. С. Семёнов // Химия в школе. – 1983. – № 6. – С.17-18.

Семёнов, И. Н. Д. И. Менделеев о развитии промышленности в России / И. Н. Семёнов // Химия в школе. – 1989. – № 2. – С.17-23.

Семенькова, Н. И. Конференция «Продолжим лекцию Д. И. Менделеева о периодическом законе» / Н. И. Семенькова // Химия в школе. – 1987. – № 5. – С.65-67.

Сергеева, М. П. К 120-летию открытия периодического закона / М. П. Сергеева // Химия в школе. – 1989. – 1. – С.150-159.

Соловьёв, Ю. И. Д. И. Менделеев и английские химики / Ю. И. Соловьёв // Химия в школе. – 1983. – № 4. – С.11-14.

Сомин, Л. Е. Отмечаем юбилей Д. И. Менделеева / Л. Е. Сомин // Химия в школе. – 1984. – № 3. – С.68.

Суртаева, Н. Н. В Менделеевской гостиной (Ершов в гостях у химиков) / Н. Н. Суртаева // Химия в школе. – 1990. – № 5. – С.66-67.

Суртаева, Н. Н. В менделеевской гостиной «А. А. Блок и Менделеевы» / Н. Н. Суртаева // Химия в школе. – 1992. – № 1-2. – С.49-52.

Тамм, К. Л. Отмечаем юбилей Д. И. Менделеева / К. Л. Тамм, Н. Куров, С. М. Кремер // Химия в школе. – 1984. – № 6. – С.60-61.

Третьяков, Л. И. Д. И. Менделеев и А. М. Бутлеров: этапы совместной научной деятельности / Л. И. Третьяков, Ю. В. Марьяновская, Н. Ю. Масовер // Химия в школе. – 2002. – № 4. – С.93-96.

Чернышёва, В. М. Д. И. Менделеев о промышленном развитии Урала / В. М. Чернышёва // Химия в школе. 1983. – № 6. – С.15-7.

Чубуков, А. С. Менделеевские чтения в Тобольске / А. С. Чубуков, Г. И. Егорова // Химия в школе. – 1988. – № 4. – С.58-60.

Шептунова, З. И. Менделеевские съезды / З. И. Шептунова // Химия в школе. – 1984. – № 2. – С.13-15.

Шишина, В. В. Символ национальной гордости и славы / В. В. Шишина // Химия в школе. – 2008. – № 1. – С.2-3.

Ряд публикаций содержат консультации и методические рекомендации специалистов по изучению отдельных вопросов или всей темы в целом:

Аршанский, Е. Я. Интегративный подход к изучению периодического закона / Е. А. Аршанский, О. В. Розновская // Химия в школе. – 2008. – № 1. – С.33-39.

Бердоносков, С. С. Ещё раз о периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева / С. С. Бердоносков // Химия в школе. – 2005. – № 6. – С.39-42.

Кедров, Б. М. Идея дискретности в учении о веществе и свете / Б. М. Кедров // Химия в школе. 1984. – № 4. – С.12-16.

Кедров, Б. М. Д. И. Менделеев как химик-теоретик и практик / Б. М. Кедров // Химия в школе. – 1984. – № 1. – С.8-14.

Крицман, В. А. Д. И. Менделеев о химических реакциях / В. А. Крицман // Химия в школе. – 1984. – № 3. – С.16-18.

Кузнецова, В. И. Менделеевские принципы формирования мировоззрения учащихся / В. И. Кузнецов // Химия в школе. – 1984. – № 1. – С.15-17.

Курашов, В. И. Д. И. Менделеев и проблема взаимодействия естественных наук // В. И. Курашов // Химия в школе. 1984. – № 3. – С. 14-16.

Лисневский, Ю. И. От атомных весов к порядковым номерам / Ю. И. Лисневский // Химия в школе. – 1984. – № 1. – С.25-30.

Мардашев, Ю.С. Явление периодичности с позиций квантовой теории / Ю. С. Мардашев // Химия в школе. – 2002. – № 9. – С.21-22.

Мусатова, О.В. Обобщающий урок: играют все / О. В. Мусатова // Химия в школе. – 2001. – № 2. – С.47-49.

Научное и педагогическое наследие Д. И. Менделеева / Химия в школе. – 1984. – № 1. – С.3-8.

Полосин, В. С. Учебный эксперимент в «Основах химии» Д. И. Менделеева / В. С. Полосин // Химия в школе. – 1984. – № 1. – С.23-25.

Рогова, Е. Как сделать наглядным явление периодичности / Е. Рогова // Химия в школе. – 2001. – № 6. – С.96-

Синюков, В. В. Теория растворов Д. И. Менделеева и её современное значение / В. В. Синюков // Химия в школе. – 1984. – № 4. – С.16-19.

Синюков, В. В. Д. И. Менделеев: гидратная теория растворов / В. В. Синюков // Химия в школе. – 1998. – № 7. – С.71-75.

Соловьёв, Ю. И. Д. И. Менделеев о мире и международном сотрудничестве / Ю. И. Соловьёв // Химия в школе. – 1984. – № 1. – С.17-20.

Тепкина Е.Н. Из опыта проведения семинарских занятий / Е. Н. Тепкина // Химия в школе. – 2001. – № 1. – С.38-39.

Трифонов, Д. Н. Страницы истории учения о периодичности / Д. Н. Трифонов // Химия в школе. – 1988. – № 5. – С.17-21.

Трифонов, Д. Н. Страницы истории учения о периодичности / Д. Н. Трифонов // Химия в школе. – 1989. – № 1. – С.141-145. № 2. – С.13-17; № 3. – С.36-41; № 4. – С.14-20; № 5. – С.18-22; № 6. – С.29-35.

Трифонов, Д. Н. К истории открытия периодического закона Д. И. Менделеевым / Д. Н. Трифонов // Химия в школе. – 1991. – № 4. – С.14-19; № 5. – С. 7-10.

Трифонов, Д. Н. Версия-2 (к истории открытия периодического закона Д. И. Менделеевым / Д. Н. Трифонов // Вопросы истории естествознания и техники. – 1990. – № 2. – С.25-36; № 3. – С.20-32.

Трифонов, Д. Н. К истории создания теории периодической системы / Д. Н. Трифонов // Химия в школе. – 1996. – № 5. – С.75-80.

Трифонов, Д. Н. Д. И. Менделеев: учение о периодичности / Д. Н. Трифонов // Химия в школе. – 1997. – № 6. – С.91-93.

Трифонов, Д.Н. Е.В.Бирон: явление вторичной периодичности / Д. Н. Трифонов // Химия в школе. – 2001. – № 6. – С.92-94.

Фигуровский, Н. А. Торжество научного предвидения / Н. А. Фигуровский // Химия в школе. – 1983. – №6. – С.3-6.

Френкель, Е.Э. Новый подход к изучению периодического закона и строения атома / Е. Э. Френкель // Химия в школе. – 2002. – № 6. – С.36-41.

Цитович, И. К. Педагогическое наследие Д. И. Менделеева / И. К. Цитович // Химия в школе. – 1984. – № 2. – С.10-11.

Штремплер, Г.И. Учимся, играя / Г. И. Штремплер, Г. А. Пичугина // Химия в школе. – 2001. – № 10. – С.45-49.

Щелкунов, Д.М. Алгоритм составления электронных формул химических элементов / Д. М. Щелкунов // Химия в школе. – 2001. – № 2. – С.46.

Эмануэль, А. М. Менделеев и современная химия / А. М. Эмануэль // Химия в школе. – 1984. – № 5. – С.6-10.

В заключение темы проводится обобщение, в основу которого можно положить схему понятий «Общие сведения о веществах» (рис. 17). Схема выдаётся учащимся в готовом виде. Она состоит из пяти фрагментов: в первом представлены генетические линии металлов и неметаллов; во втором объединены количественные характеристики веществ; третий фрагмент составляют понятия, связанные со строением атома и Периодической системой химических элементов; в четвёртый фрагмент вошли понятия о строении вещества (химической связи), а в пятый – понятия, связанные с теорией электролитической

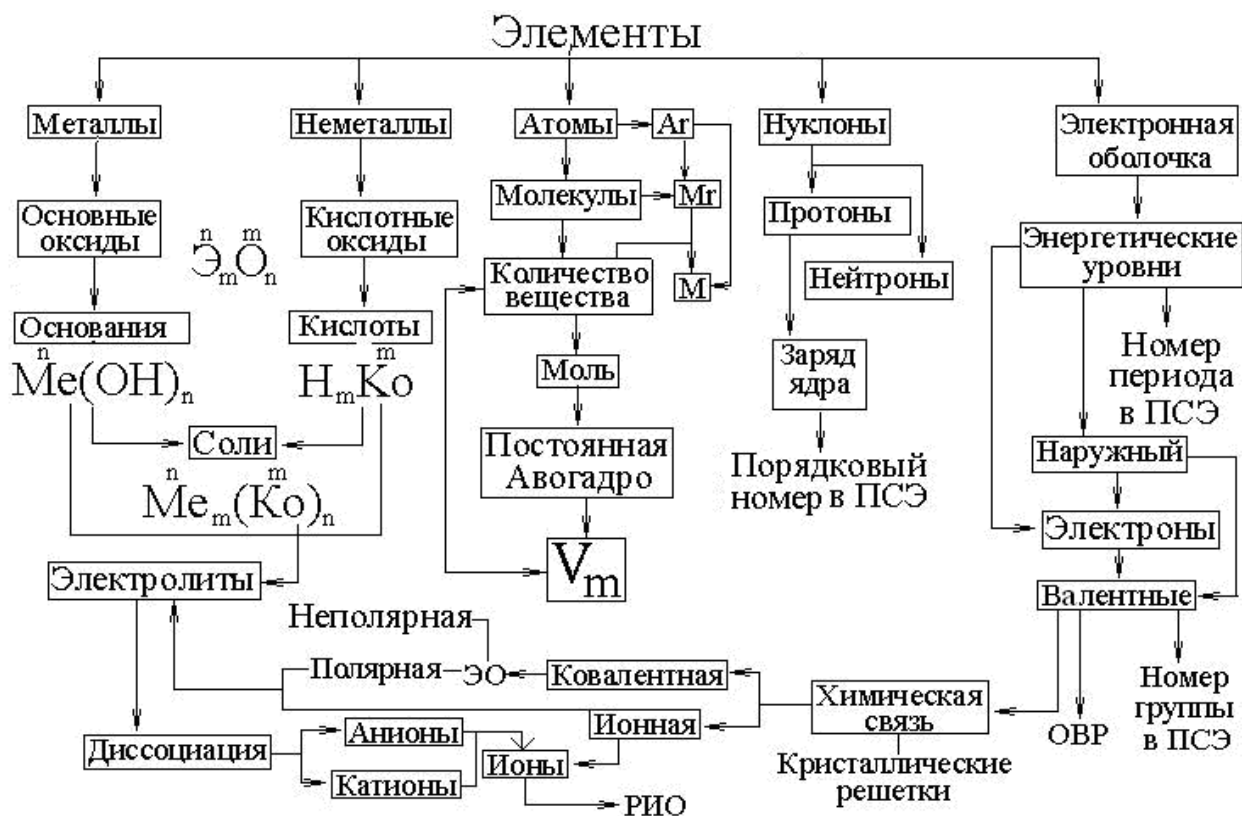


Рис.17. Общие сведения о веществах

диссоциации. Понятия, вошедшие в четвёртый и пятый фрагменты схемы, изучаются на уроках, следующих за темой «Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева». Таким образом, учащиеся получают достаточно полное представление о взаимосвязи различных теоретических концепций, изучающих вещества.

После обобщения и систематизации знаний проводится контрольная работа по изученной теме. Варианты контрольных работ можно найти в различных методических пособиях, в том числе и нашем [94].

Вопросы и задания

1. Познакомьтесь с содержанием главы «Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева» в одной из программ и соответствующем ей учебнике химии для VIII класса, рекомендованном для основной школы Министерством образования и науки РФ. Составьте список формируемых понятий.

2. Пользуясь учебником химии (см. п.1) и справочной литературой, дайте определения следующим понятиям: порядковый номер,

период, группа, главная подгруппа, побочная подгруппа, щелочные металлы, галогены, инертные газы, ядро атома, протон, нейтрон, изотопы, электрон, электронная оболочка, валентные электроны, энергетический уровень (электронный слой), завершённый и незавершённый энергетический уровень (электронный слой).

3. Найдите в школьных учебниках объяснение электронной орбитали. Кто из авторов предлагает рассматривать это понятие: а) в 8-м, б) в 9 классе? Кто использует при этом характеристики квантовых чисел?

4. Установите межпредметные связи изучаемой темы с курсом физики. Какие физические законы используются при рассмотрении строения атомов химических элементов?

5. Составьте описание следующих химических опытов: взаимодействие с водой натрия, оксидов кальция и серы(IV), получение гидроксида цинка или алюминия и изучение их свойств.

6. Составьте подробный план и конспект одного из уроков по данной теме.

7. Составьте опорный конспект «Строение атомов химических элементов».

8. Подготовьте сообщение «История изучения строения атомов (модели строения атома)» в форме электронной презентации.

9. Придумайте дидактическую игру по данной теме.

10. Составьте задания в тестовой форме, направленные на проверку усвоения теоретического содержания темы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абалонин, Б. Е. К вопросу о прикладных знаниях в курсе химии / Б. Е. Абалонин // Химия в школе. – 1999. – № 7. – С.44-46.
2. Аванесов, В. С. Композиция тестовых заданий / В. С. Аванесов. – М.: Адепт, 1998.
3. Агафошин, Н. П. Периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева / Н. П. Агафошин. – 2-е изд. – М., 1982.
4. Азимов, Айзек. Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций / А. Азимов / Пер. с англ. – М.: ЗАО Центрполиграф, 2004.
5. Алферова Е. А. Как помочь слабоуспевающим учащимся на уроках химии / Е. А. Алферов // Химия: методика преподавания. – 2004. – № 4. – С. 73-77.
6. Амирова, А. Х. Учебные видеофильмы на уроках химии / А. Х. Амирова // Химия в школе. – 2002. – № 7. – С.37-40.
7. Анацко, О. Э. Уроки «Химия в нашей жизни» / О. Э. Анацко // Химия в школе. – 2006. – № 2. – С. 17.
8. Аршанский, Е. Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля. – М.: Вентана-Граф, 2000. – С.176.
9. Аршанский, Е. Я. Организация практических работ в гуманитарных классах / Е. Я. Аршанский // Химия в школе. – 2002. – № 3. – С.61-66.
10. Аршанский, Е. Я. О химическом эксперименте в гуманитарных классах / Е. Я. Аршанский // Химия в школе. – 2002. – № 2. – С.63-67.
11. Аршанский, Е. Я. Чернобельская Г.М. Химия для гуманитариев: как подготовить и провести урок / Е. Я. Аршанский, Г. М. Чернобельская // Химия в школе. – 2001. – № 3. – С.42-46.
12. Атанов, Г. А. Деятельностный подход в обучении / Г. А. Атанов. – Донецк: ЕАИ-пресс, 2001.
13. Ахметов, М. А. О содержательном аспекте формирования химических понятий / М. А. Ахметов, О. Ф. Денисова // Химия в школе. 2004. – № 10. – С. 30-33.
14. Ахметов, Н. С. Неорганическая химия-7 / Н. С. Ахметов, Л. М. Кузнецова. – М.: Просвещение, 1978.
15. Ахметов, Н. С. Химия. 8 класс / Н. С. Ахметов. – М., 1998.
16. Бабанский, Ю. Б. Оптимизация процесса обучения / Ю. Б. Бабанский. – М.: Педагогика, 1977.
17. Барков, С. А. Галогены и подгруппа марганца / С. А. Барков. – М.: Просвещение, 1987.
18. Батина, Е. В. Об использовании дидактической карточки при контроле знаний / Е. В. Батина // Химия в школе. – 2005. – № 5. – С. 40-41.
19. Беликова, М. Ю. В царстве рыжего дьявола / М. Ю. Беликова // Химия в школе. – 2002. – № 3. – С.30-36.

20. Белова, Г. Н. Интеллектуальная игра «Прямо в цель» / Г. Н. Белова // Химия в школе. – 2002. – № 1. – С.72-77.
21. Беляков, С. А. Методические основы использования исторического химического эксперимента в проблемном обучении / С. А. Беляков // Химия: методика преподавания. – 2004. – № 5. – С. 39-41.
22. Бердоносков, С. С. Изучение галогенов в базовом курсе химии / С. В. Бердоносков // Химия в школе. – 2005. – № 2. – С. 31-37.
23. Бердоносков, С. С. Количественные характеристики, единицы и символы в химии / С. С. Бердоносков // Химия в школе. 2000. – № 1. – С. 51-53.
24. Бердоносков, С. С. Учебники по химии: традиционные заблуждения и современность / С. С. Бердоносков // Химия в школе. 2000. – 5. – С. 22-27.
25. Бердоносков, С. С. Химия: Методические рекомендации для учителей / С. С. Бердоносков, Е. А. Менделеева, М. Н. Коробкова. – М.: Просвещение, 2004.
26. Бердоносков, С.С. Химия: Учеб. для 8 кл. общеобразоват. учреждений / С. С. Бердоносков; Под ред. Н. Е. Кузьменко. – М.: Просвещение, 2002.
27. Боровский, Е. Э. Исчислено, взвешено, разделено... / Е. Э. Боровский // Химия в школе. – 2001. – № 6. – С. 94-95.
28. Брюсов, В. Избранные сочинения в 2-х томах. Т. 1 / В. Брюсов. – М.: Гослитиздат, 1955. С.499, 701.
29. Варнавская, В. Н. На уроках химии о русском языке / В. Н. Варнавская // Химия в школе. – 2007. – № 9. – С. 38-39.
30. Васильева, П. Д. Обучение химии / П. Д. Васильева, Н. Е. Кузнецова. – СПб.: КАРО, 2003. – 128 с. – (Модернизация общего образования)
31. Васильева, Т. К. Тематические познавательные игры / Т. К. Васильева // Химия в школе. – 2005. – № 7. – С. 16-17.
32. Векслер, С. И. Современные требования к уроку / С. И. Векслер. – М.: Просвещение, 1985.
33. Венецкий, С. И. Рассказы о металлах / С. И. Венецкий. – М.: Металлургия, 1970.
34. Вивюрский, В. Я. Химический диктант – приём повышения качества знаний / В. Я. Вивюрский // Химия в школе. – 1982. – № 1. – С.47-49.
35. Возникновение и развитие химии с древнейших времён до VIII века / Отв. ред. Ю.И.Соловьев. – М.: Наука, 1983.
36. Волков, В. А. Химики. Биографический справочник / В. А. Волков, Е. В. Вонский, Г. И. Кузнецова. – Киев: Наукова Думка, 1984.
37. Воскобойникова, Н. П. Взаимопередача тем / Н. П. Воскобойникова // Химия в школе. – 1993. – № 3. – С.36-42.
38. Воскобойникова, Н. П. Методика взаимообмена заданиями / Н. П. Воскобойникова // Химия в школе. – 1994. – № 1. – С.62-68.
39. Воскобойникова, Н. П. Методика Ривина / Н. П. Воскобойникова // Химия в школе. – 1993. – № 4. – С.56-63.
40. Воскобойникова, Н. П. Методика Ривина-Баженова / Н. П. Воскобойникова // Химия в школе. – 1993. – № 2. – С.49-54.

41. Воскобойникова, Н. П. Мурманская методика / Н. П. Воскобойникова // Химия в школе. – 1993. – № 1. – С.41-47.
42. Воскобойникова, Н. П. Обратная методика Ривина / Н. П. Воскобойникова // Химия в школе. – 1993. – № 5. – С.55-57.
43. Габриелян, О. С. Химия. 10 класс. Базовый уровень: Учеб. для общеобразоват. учреждений / О. С. Габриелян. – 3-е изд., перераб. – М.: Дрофа, 2007.
44. Габриелян, О. С. Химия. 8 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений / О. С. Габриелян. – 10-е изд., перераб. – М.: Дрофа, 2005.
45. Габриелян, О. С. Химия. 9 класс: учеб. для общеобразоват. учеб. заведений. – 4-е изд., перераб. / О. С. Габриелян. – М.: Дрофа, 2001. – 224 с.
46. Гаврусейко, Н. П. Задания для самостоятельной работы учащихся по химии, 9 кл.: Пособие для учителя / Н. П. Гаврусейко. – Минск: Народная асвета, 1975.
47. Гаврюшкина, М. Ю. Инструктивные материалы по химии: учебное пособие по химии для учащихся 8-9 классов / М. Ю. Гаврюшкина, Г. С. Качалова. – Новосибирск: Изд. НГПУ, 2007.
48. Гаркунов, В. П. Развитие методики изучения теоретического материала в школьном курсе химии / В. П. Гаркунов // Химия в школе. – 1977. – № 5. – С. 41-46.
49. Гольдфарб, Я. Л. Сморгонский Л.М. Задачи и упражнения по химии для средней школы. 25-е изд. / Я. Л. Гольдфарб, Л. М. Сморгонский. – М.: Учпедгиз, 1964.
50. Грузинцева, Г. В. Обучаем работать с информацией / Г. В. Грузинцева // Химия в школе. – 2004. – № 9. – С.30-32.
51. Гузей, Л. С. Химия: 8 класс: Учеб. для общеобразоват. учеб.заведений / Л. С. Гузей, В. В. Сорокин, Р. П. Суровцева. – М.: Дрофа, 1995.
52. Давыдов, В. Н. Техника безопасности при работах по химии / В. Н. Давыдов, Э. Г. Злотников. – СПб, М.: САГА: Форму, 2008.
53. Данюшенков, В. С. Совершенствование технологии практических занятий по химии / В. С. Данюшенков, А. И. Жернакова // Химия в школе. – 1994. – № 4. – С.67-71.
54. Денисова, В. В. Играем в домино всем классом / В. В. Денисова // Химия в школе. – 2005. – № 7. – С. 45-46.
55. Джуа, М. История химии. Пер. с итал. Г. В. Быкова / М. Джуа. – М.: Мир, 1975.
56. Дзенис, А. В. Из опыта использования некоторых средств обучения / А. В. Дзенис // Химия: Методика преподавания в школе. – 2003. – № 1. – С.58-63.
57. Добротин, Д. Ю. Системный подход при формировании понятия «вещество» / Д. Ю. Добротин // Химия в школе. – 2005. – № 7. – С. 11-16.
58. Дьякович, С. В. Изготовление учебных пособий по химии / С. В. Дьякович. – Новосибирск: Изд-во НГПИ, 1980.

59. Дьякович, С. В. Изучение химических терминов и названий на уроках химии / С. В. Дьякович, Т. И. Чагочкина / Некоторые вопросы химии и методики ее преподавания: Научные труды НГПИ. Вып. 37. – Новосибирск, 1969.
60. Дьякович, С. В. Культурологические аспекты подготовки учителей химии / С. В. Дьякович // Химия в школе. – 1998. – № 5. – С.22-25.
61. Дьякович, С. В. Практические занятия по методике преподавания химии: методические рекомендации для студентов педвуза и учителей химии. 2-е изд., испр. и доп. / С. В. Дьякович, Г. С. Качалова. – Новосибирск: Изд. НГПУ, 2005.
62. Дьякович, С. В. Этимологический анализ при изучении химических терминов и названий / С. В. Дьякович // Химия в школе. – 1971. – № 3. – С.50-53.
63. Егорова, Н. В. Вопросы экологического образования при изучении химии / Н. В. Егорова // Химия в школе. 2001. – № 5. – С.46-49.
64. Еремеева, В. И. Химия вокруг нас / В. И. Еремеева, И. Б. Подгайская // Химия в школе. – 2002. – № 3. – С.76-80.
65. Ермаков, Д. С. Задачи с практическим содержанием на начальном этапе изучения химии / Д. С. Ермаков, Е. А. Жарикова, О. Ф. Ленина // Химия в школе. – 2006. – № 5. – С. 27-32.
66. Ерыгин, Д. П. Задачи и примеры по химии с межпредметным содержанием (спецпредметы) / Д. П. Ерыгин, А. К. Грабовый. – М., 1989.
67. Ерыгин, Д. П. Методика решения задач по химии / Д. П. Ерыгин, Е. А. Шишкин. – М., 1989.
68. Журин, А. А. Научно недостоверная информация: не во вред, а во благо / А. А. Журин // Химия в школе. – 2002. – № 2. – С.48-52.
69. Журин, А. А. Элементы медиаобразования на уроках химии / А. А. Журин // Химия в школе. – 1998. – № 1. – С.22-28; № 4. – С.20-26; № 5. – С.31-37; № 6. – С.41-47.
70. Загорский, В. В. Интернет-ресурсы для учителя / В. В. Загорский // Химия в школе. – 2003. – № 9. – С.2-7.
71. Зайцев, О. С. Методика обучения химии: Теоретический и прикладной аспекты: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999.
72. Закон Российской Федерации «Об образовании» (по состоянию на 5 июня 2007 года). – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 64 с. – (Кодексы и законы России).
73. Зуева, М. В. Обучение учащихся применению знаний по химии: Кн. для учителя / М. В. Зуева. – М.: Просвещение, 1987.
74. Зырянова, О. И. Химический диктант как средство закрепления основных химических понятий / О. И. Зырянова // Химия в школе. – 1978. – № 1. – С.27-28.
75. Иванова, Р. Г. Изучение химии в 7-8 классах / Р. Г. Иванова, А. М. Черкасова. – М.: Просвещение, 1983.

76. Иванова, Р. Г. Изучение химии в 9-10 классах: Кн. для учителя / Р. Г. Иванова, Г. Н. Осокина. – 2-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1983.
77. Иванова, Р. Г. О наблевших проблемах методики обучения химии / Р. Г. Иванова // Химия в школе. 2007. – № 6. – С. 13-21.
78. Иванова, Р. Г. Система самостоятельных работ учащихся при изучении неорганической химии: Кн. для учителя / Р. Г. Иванова, А. Г. Иодко. – М.: Просвещение, 1988.
79. Иванова, Р. Г. Химия: Учебник для 8-9 классов общеобразовательных учреждений / Р. Г. Иванова. – 8-е изд. – М.: Просвещение, 2005.
80. Из опыта преподавания неорганической химии в средней школе: Кн. для учителя / Сост. Р.П.Суровцева. – М.: Просвещение, 1985.
81. Ильичёва, Е. В. Исторический анализ развития понятий об основных классах неорганических соединений / Е. В. Ильичёва // Химия в школе. – № 7. – С. 77-80.
82. Иодко, А. Г. Организация познавательной деятельности при изучении электролитической диссоциации веществ / А. Г. Иодко, Е. О. Емельянова // Химия в школе. – 2001. – № 7. – С.41-45.
83. Исаев, Д. С. Деловая игра по теме «Химические свойства неорганических веществ важнейших классов» // Химия в школе. – 2002. – № 9. – С. 64-66.
84. К изучению темы «Важнейшие классы неорганических соединений» // Химия в школе. – 2007. – № 9. – С. 50-53.
85. Кавиева, В. В. Валеологический компонент в школьном курсе химии / В. В. Кавиева // Химия в школе. – 2001. – № 7. – С.34-38.
86. Качалова, Г. С. Давайте поиграем / Г. С. Качалова // Химия в школе. – 2001. – № 6. – С. 41-43.
87. Качалова, Г. С. Игра как метод обучения химии / Г. С. Качалова / Конкретные технологии современного образования. Т. V. – Новосибирск: Изд. НГПУ, 2000. – С.90-102.
88. Качалова, Г. С. Из опыта обучения учащихся решению экспериментальных задач / Г. С. Качалова // Химия в школе. – 1990. – № 3. – С.42-43.
89. Качалова, Г. С. Изучение курса химии общекультурного уровня в 8 классе // Химия в школе. –1996. –№ 3. – С. 25-29.
90. Качалова, Г. С. Обобщающие схемы как средство реализации системного подхода в обучении // Химия в школе. –1999. – № 6. – С. 14-23.
91. Качалова, Г. С. Обучение школьников решению расчётных задач по химии / Г. С. Качалова. – Новосибирск: Изд-во НГПИ, 1992.
92. Качалова, Г. С. Обучение школьников решению экспериментальных задач по химии: Методические рекомендации для студентов естественно-географического факультета / Г. С. Качалова. – Новосибирск: Изд-во НГПИ, 1988.
93. Качалова, Г. С. Расчетные задачи по химии с решениями: Учеб. пособие / Г. С. Качалова. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004.

94. Качалова, Г. С. Химия – 8: Учебно-методический комплекс по курсу химии VIII класса / Г. С. Качалова, А. М. Ким, Л. Л. Куулар. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 344 с. – (Профильное образование).
95. Качалова, Г. С. Реализация системного подхода в обучении химии в средних специальных учебных заведениях / Г. С. Качалова, Е. Г. Медяков // Химия: Методика преподавания. – 2004. – № 7. – С. 59-63.
96. Качалова, Г. С. Экспериментальные задачи на уроках по теме «Подгруппа кислорода» / Г. С. Качалова // Химия в школе. – 1988. – № 4. – С. 52-54.
97. Кендиван, О. Д.-С. Учебные карты для классов медико-биологического профиля / О. Д.-С. Кендиван // Химия в школе. – 2007. – № 6. – С. 40-44.
98. Кирюшкин, Д. М. Методика преподавания химии в средней школе. – 2-е изд., перераб. / Д. М. Кирюшкин. – М.: Учпедгиз, 1958.
99. Клепикова, В. А. «Вещественный» подход в обучении химии / В. А. Клепикова // Химия в школе. – 1998. – № 7. – С. 17-18.
100. Книга для чтения по неорганической химии. Ч.1 / Сост. В. А. Крицман. – М.: Просвещение, 1993.
101. Комплект программ по химии для классов различных профилей / Автор-составитель Г. С. Качалова. – Новосибирск, 1993.
102. Концепция образовательной области «Естествознание» в двенадцатилетней школе // Химия в школе. – 2000. – № 2. – С. 2-7.
103. Концепция профильного обучения на старшей ступени общего образования (Проект). – М., 2002.
104. Концепция химического образования двенадцатилетней школы // Химия в школе. – 2000. – № 2. – С. 8-12.
105. Костенчук, И. А. Сценки из школьной жизни, или что такое манипуляция / И. А. Костенчук // Химия в школе. – 1998. – № 1. – С. 16-21.
106. Котляр, М. М. Как использовать знание иностранного языка при изучении химии / М. М. Котляр // Химия в школе. – 2000. – № 3. – С. 48-50.
107. Котляр, М. М. Как использовать знание иностранного языка при обучении химии / М. М. Котляр // Химия в школе. – 2001. – № 3. – С. 48-50.
108. Краснова, В. Г. Проблемный подход к изучению периодического закона Д. И. Менделеева // Химия в школе. – 1980. – № 5. – С. 23-26.
109. Крылова, Н. В. Учебная карта как средство обучения решению задач / Н. В. Крылова // Химия в школе. – 2005. – № 7. – С. 47-49.
110. Ксенофонтова, И. Н. Развитие познавательной деятельности учащихся в условиях индивидуализации обучения / И. Н. Ксенофонтова // Химия в школе. 2006. – № 3. С. 15-22.
111. Кузнецова Л. М. Об истоках формализма знаний // Химия в школе. – 2004. – № 9. – С. 9-15.
112. Кузнецова, Л. М. Химия. 8 класс / Л. М. Кузнецова. – М., 2003.
113. Кузнецова, Н. Е. Формирование систем понятий в современном обучении химии: Учебное пособие. – Л.: Изд-во ЛГПИ им. А.И.Герцена, 1985.

114. Кузнецова, Н. Е. Обучение химии на основе межпредметной интеграции: 8-9 классы: Учебно-методическое пособие / Н. Е. Кузнецова, М. А. Шаталов. – М.: Вентана-Граф, 2005. – 352 с. – (Библиотека учителя).
115. Кузнецова, Н. Е. Химия. Учебник для учащихся 8 класса общеобразовательных учреждений / Н. Е. Кузнецова, И. М. Титова, Н. Н. Гара, А. Ю. Жегин. – М.: Вентана-Граф, 1997.
116. Курдюмова, Т. Н. Использование этнокультурного компонента на уроках химии / Т. Н. Курдюмова // Химия в школе. – 2001. – № 3. – С.46-48.
117. Лагунова, Л. И. Обучаем друг друга на уроке / Л. И. Лагунова. – Тверь, 1998.
118. Леенсон, И. А. «Сотворение» мира атомов / И. А. Леенсон // Химия в школе. 2000. – № 1. – С. 5-9.
119. Лисичкин, Г. В. Химические термины и понятия в средствах массовой информации / Г. В. Лисичкин, А. В. Карпухин // Химия в школе. 2007. – № 9. – С. 30-34.
120. Ломоносов, М. В. Полное собр. Соч. Т.3 / М. В. Ломоносов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952.
121. Макареня, А. А. Методология химии: Пособие для учителя / А. А. Макареня, В. Л. Обухов. – М.: Просвещение, 1985.
122. Малина, И. К. Развитие представлений и современное состояние учения о кислотности и основности / И. К. Малина. – М.: Просвещение, 1974.
123. Малышев, А. И. Две сестры / А. И. Котляр // Химия и жизнь. – 1991. – № 8. – С.68-69.
124. Малышева, Г. И. Урок по теме «Закон сохранения массы веществ. Уравнения химических реакций» / Г. И. Малышева // Химия в школе. 2006. – № 5. – С. 32-34.
125. Манолов, К. У химии свои законы. Пер. с болг. / К. Манолов, Д. Лазаров, И. Лилов. – Л.: Химия, 1975.
126. Минченков, Е. Е. Обучение приемам определения понятий / Е. Е. Минченков // Химия в школе. – 2000. – № 2. – С. 19-24.
127. Минченков, Е. Е. Совершенствование умений осуществлять умственные действия / Е. Е. Минченков // Химия в школе. – 2000. – № 1. – С. 10-16.
128. Минченков, Е. Е. Химия: Учебник для 8 класса общеобразовательных учреждений / Е. Е. Минченков, Л. С. Зазнобина, Т. В. Смирнова; под ред. проф. Е. Е. Минченкова. – Смоленск: Ассоциация XXI век, 2006.
129. Минченков, Е. Е. Химия: учебник для 9 класса общеобразовательных учреждений / Е. Е. Минченков, А. А. Журин; под ред. проф. Е. Е. Минченкова. – Смоленск: Ассоциация XXI век, 2006.
130. Митряева, И. В. Элементы интегрирования знаний восьмиклассников / И. В. Митряева // Химия в школе. – 2001. – № 3. – С. 35-37.
131. Митряева, И. В. Элементы интегрирования знаний восьмиклассников // Химия в школе. 2001. – № 3. – С. 35-37.

132. Назаренко, В. М. Экологизированный курс химии: от темы к теме / В. М. Назаренко // Химия в школе. – 1994. – № 6. – С.43-53.
133. Настольная книга учителя химии / Авт.-сост. Н. Н. Гара, Р. Г. Иванова, А. А. Каверина. – М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2002. – 190[2].
134. Некоторые вопросы химии: Для учащихся средней школы, учителей химии и абитуриентов // Составители: Г. С. Качалова, Л. А. Мухина. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 1996.
135. Нечитайлова, Е. В. Информационные технологии на уроках химии / Е. В. Нечитайлова // Химия в школе. – 2005. – № 3. – С.13-15.
136. Нечитайлова, Е. В. Об использовании web-квестов в процессе обучения / Е. В. Нечитайлова // Химия в школе. 2007. – № 6. – С. 26-29.
137. Николаев, А. Л. Первые в рядах элементов / А. Л. Николаев. – М.: Просвещение, 1983.
138. Нифантьев, Э. Е. Прикладная направленность изучения химии в средней школе: прошлое и настоящее / Э. Е.Нифантьев, Н. Г.Парамонова // Химия в школе. –1994. – № 4. – С.18-20.
139. Нифантьев, Э. Е. Прикладные знания в курсе химии / Э. Е. Нифантьев, Н. Г. Парамонова // Химия в школе. – 1995. – № 5. – С.15-17.
140. Нифантьев, Э. Е. Школьная химия и потребности общества / Э. Е. Нифантьев // Химия в школе. – 1996. – № 3. – С.2-4.
141. Обучение химии в 7 классе: Пособие для учителя / А. С. Корощенко, П. Н. Жуков, М. В. Зуева и др.; Под ред. А. С. Корощенко. – М.: Просвещение, 1988.
142. Обучение химии в 9 классе: Пособие для учителя / М. В. Зуева, Р. Г. Иванова, А. А. Каверина и др. / Под ред. М. В. Зуевой. – М.: Просвещение, 1990.
143. Общая методика обучения химии: Содерж. и методы обучения химии. Пособие для учителей / Л. А. Цветков, Р. Г. Иванова, В. С. Полосин и др.; Под ред. Л. А. Цветкова. – М.: Просвещение, 1981.
144. Общая методика обучения химии: Учеб.-воспитат. вопросы. Пособие для учителей / Т. В. Смирнова, М. В. Зуева, Т. З. Савич и др.; Под ред. Л. А. Цветкова. – М.: Просвещение, 1982.
145. Оценка качества подготовки выпускников основной школы по химии / Сост. А. А. Каверина. – М.: Дрофа, 2000. – 48 с.
146. Оценка качества подготовки выпускников средней (полной) школы по химии / Сост. С. В. Суматохин, А. А. Каверина. – М.: Дрофа, 2001.
147. Пак, М. С. Алгоритмика при изучении химии / М. С. Пак. – М.: Владос, 2000 (Библиотека учителя химии).
148. Пак, М. С. Алгоритмы в обучении химии: Кн. Для учителя / М. С. Пак. – М.: Просвещение, 1993.
149. Петров, Ю. Н. О применении технологии «Чтение и письмо для развития критического мышления» / Ю. Н. Петров, В. В. Царева // Химия в школе. – 2004. – № 3. – С.27-31.

150. Петрова, А. К. Первые шаги эксперимента по обучению химии в классах гуманитарного профиля / А. К. Петрова // Химия в школе. – 2003. – № 1. – С.76-80.
151. Пидкасистый П. И. Технология игры в обучении и развитии. Учебное пособие / П. И. Пидкасистый, Ж. С. Хайдаров. – М.: Российское педагогическое агентство, 1996.
152. Пичугина, Г. В. Капитальный ремонт? Нет проблем! / Г. В. Пичугина // Химия в школе. – 1999. – № 1. – С.28-31.
153. Подольный, И. А. Система химических элементов в научной картине мира / И. А. Подольный, Ю. Ю. Подольный // Химия в школе. – 2004. – № 6. – С. 15-22; № 7. – С.17-22; № 8. – С. 14-19.
154. Полосин, В. С. Практикум по методике преподавания химии: учеб. пособие для студентов. 6-е изд., перераб. / В. С. Полосин, В. Г. Прокопенко. – М.: Просвещение, 1989.
155. Попова, Л. Ф. Щелочные и щелочноземельные металлы / Л. Ф. Попова. – М.: Просвещение, 1966.
156. Преподавание неорганической химии в 7 - 8 классах / Ю. В. Ходаков, Д. А. Эпштейн, П. А. Глориозов и др. – М.: Просвещение, 1980.
157. Программы для общеобразовательных учреждений: Химия. 8 – 11. / Сост. Н. И. Габрусева. – М.: Дрофа, 2000.
158. Программы для средних общеобразовательных учебных заведений. Химия. – М., 1993.
159. Радецкий, А. М. О связи неорганической химии и медицины / А. М. Радецкий // Химия в школе. – 2007. – № 7. – С. 27-31.
160. Ранникмяэ, М. Й. Элементы дидактических игр на уроках химии / М. Й. Ранникмяэ, А. А. Тыльдсепп, В. И. Сушко // Химия в школе. – 1982. – № 1. – С. 49-53.
161. Родыгина И. В. Использование художественной литературы при изучении серы / И. В.Родыгина, М. Ю. Родыгин // Химия в школе. – 2001. – № 8. – С.27-29.
162. Рудзитис, Г. Е. Химия: Учебник для 8 класса общеобразовательных учреждений / Г. Е. Рудзитис, Ф. Г. Фельдман. – М.: Просвещение, 2007.
163. Рунова, Л. М. Важнейшие общехимические термины: происхождение и история развития значения / Л. М. Рунова, И. Э. Федотова, Н. М. Потёмкина, Е. В. Петрова // Химия в школе. – 2005. – № 2. – С. 42-45.
164. Сайфуллин, Р. С. Современную периодическую систему элементов – в школьное образование / Р. С. Сайфуллин, А. Р. Сайфуллин // Химия: Методика преподавания. – 2004. – № 2. – С.4-11.
165. Сатбалдина, С. Т. Химия: Неорган. химия: Учеб. для 8-9 кл. общеобразоват. учреждений / С. Т. Сатбалдина, Р. А. Лидин. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 2000.
166. Сборник нормативных документов. Химия / Сост. Э. Д. Днепров, А. Г. Аркадьев. – 2-е изд. стереотип. – М.: Дрофа, 2006.
167. Системно-структурный подход к построению курса химии / Под ред. Е. М. Соколовой и Н. Ф. Талызиной. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983.

168. Словарь иностранных слов. – 14-е изд., испр. – М.: Рус. яз., 1987.
169. Словарь русского языка / Сост. С. И. Ожегов. – М.: Государственное издательство иностранных и национальных словарей, 1953.
170. Сморгонский Л. М. Химические задачи на историческом материале / С. М. Сморгонский // Химия в школе. – 1939. – № 4,5. –
171. Соболева, Э. А. Организация самостоятельной работы с учебником / Э. А. Соболева // Химия в школе. – 2001. – № 9. – С.39-41.
172. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1979.
173. Соколов, Р. С. Химическая технология в педагогическом вузе / Р. С. Соколов // Химия: Методика преподавания в школе. – 2001. – № 3. – С.3-8.
174. Соловьев, Ю. И. История химии. Развитие основных направлений современной химии. Пособие для учителей / Ю. И. Соловьев, Д. Н. Трифонов, А. Н. Шамин. – М.: Просвещение, 1978.
175. Староста, В. И. Использование дополнительной информации при составлении заданий / В. И. Староста, Е. Е. Семрад // Химия в школе. – 2001. – № 10. – С.36-40.
176. Суматохин, С. В. О приоритетных направлениях развития общего химического образования и использования учебных изданий по химии в 2005/06 учебном году / С. В. Суматохин // Химия: методика преподавания. – 2005. – №5. – С. 20-27.
177. Супоницкая, И. И. Использование алгоритмов при изучении валентности / И. И. Супоницкая // Химия в школе. – 1995. – № 3. – С. 29-31.
178. Суровцева, Р. П. Задания по химии для самостоятельной работы учащихся: Пособие для учителей / Р. П. Суровцева, С. Н. Савицкий, Р. Г. Иванова. – 2-е изд., дораб. – М.: Просвещение, 1981.
179. Суртаева, Н. Н. Педагогические технологии в реализации гуманистической концепции образования / Н. Н. Суртаева // Химия в школе. – 1997. – № 7. – С.17-23.
180. Суртаева, Н. Н. Педагогические технологии: технология естественного обучения / Н. Н. Суртаева // Химия в школе. – 1998. – № 7. – С.13-16.
181. Суртаева Н.Н. Технология индивидуальных образовательных траекторий // Химия в школе, 2001. – № 5. – С.12-17.
182. Сушков, Н. Реклама химического состава продуктов: не верьте на слово! / Н. Сушков, О. Е. Дроздова, А. В. Рыбников // Химия в школе. – 2007. – № 9. – С. 35-38.
183. Тагиров, Р. И. Как мы изучаем химические свойства оснований и солей / Р. И. Тагиров // Химия в школе. – 2002. – 9. – С.58-60.
184. Технология В. М. Монахова // Педагогический вестник. – 1997. – № 1.
185. Титова, И. М. Из опыта интенсификации познавательной деятельности учащихся / И. М. Титова // Химия в школе. – 1993. – № 4. – С. 51-52.
186. Титова, И. М. Уроки химии. 8 кл. – СПб.,: Каро, 2002.
187. Тишкова, Н. В. Два подхода к построению содержания учебного предмета / Н. В. Тишкова // Химия в школе. 2004. – № 4. – С. 16-17.

188. Хачатрян, И. Н. Неисчерпаемое море солей / И. Н. Хачатрян // *Химия в школе*. – 2001. – № 1. – С. 20-25.
189. Ходаков, Ю. В. Неорганическая химия: учеб. для 7–8 кл. сред. шк. / Ю. В. Ходаков, Д. А. Эпштейн, П. А. Глориозов. – 18-е изд. – М.: Просвещение, 1987.
190. Ходаков, Ю. В. Преподавание неорганической химии в 9 классе / Ю. В. Ходаков, Д. А. Эпштейн, П. А. Глориозов, Е. П. Клещева, Т. З. Савич. – М.: Просвещение, 1980.
191. Ходаков, Ю. В. Рассказ-задача по химии / Ю. В. Ходаков. – М.: Учпедгиз, 1957.
192. Цветков, Л. А. Преподавание органической химии в средней школе / Л. А. Цветков. – М.: Просвещение, 1984.
193. Цобкало, Ж. А. Каждый охотник желает знать... / Ж. А. Цобкало // *Химия в школе*. 2004. – № 9. – С. 36-37.
194. Чайченко, Н. Н. К методике формирования теоретических знаний / Н. Н. Чайченко // *Химия в школе*. 2000. – № 5. – С. 15-19.
195. Черемина, Л. Н. Цифровой диктант / Л. Н. Черемина // *Химия в школе*. – 2001. – 6. – С. 40.
196. Чернобильская, Г. М. Методика обучения химии в средней школе: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Чернобильская. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000.
197. Чернов П. П. Как мы оформили таблицу Д.И.Менделеева / П. П. Чернов // *Химия в школе*. – 1987. – № 5. – С.67-69.
198. Чернов, П. П. Как мы оформили таблицу Д. И. Менделеева / П. П. Чернов // *Химия в школе*. – 1987. – 5. – С.67-69.
199. Чертков, И. Н. Методика формирования у учащихся основных понятий органической химии / И. Н. Чертков. – М.: Просвещение, 1990.
200. Шамова, Т. И. Основы технологии модульного обучения / Т. И. Шамова, Л. М. Перминова // *Химия в школе* – 1995. – № 2. – С.12-18.
201. Шаповаленко, С. Г. Методика обучения химии / С. Г. Шаповаленко. – М., 1963.
202. Шаталов М. А. Уроки химии: 8 класс: Методическое пособие // М. А. Шаталов. – М.: Вентана-Граф, 2006. – 144 с.
203. Шаталов М. А. Уроки химии: 9 класс: Методическое пособие // М. А. Шаталов. – М.: Вентана-Граф, 2007. – 176 с.
204. Шаталов, В. Ф. Учить всех, учить каждого / В. Ф. Шаталов // «Педагогический поиск» / Сост. М. Н. Баженова. – М.: Педагогика, 1987. С.141-204.
205. Шаталов, М. А. Межпредметные связи в формировании системных знаний / М. А. Шаталов // *Химия в школе*. – 1997. – № 5.- С.26-29.
206. Шаталов, М. А. Обучение химии. Решение интегративных учебных проблем: 8-9 классы: Методическое пособие / М. А. Шаталов, Н. Е. Кузнецова. – М.: Вентана-Граф, 2006. – 256 с. – (Библиотека учителя).

207. Шелинский, Г. И. Взгляд на учебно-методическую литературу сквозь шоры формализма / Г. И. Шелинский, С. В. Телешов // *Химия в школе*. – 2005. – № 9. С. 23-32.
208. Шелинский, Г. И. Неразрешённые (или неразрешимые?) вопросы методики обучения химии / Г. И. Шелинский // *Химия в школе*. 2007. – № 8. С. 16-19.
209. Шелинский, Г. И. Ряды реакционной способности веществ: единство многообразия / Г. И. Шелинский, С. В. Телешов // *Химия в школе*. – 2005. – 2. – С. 8-14.
210. Шелинский, Г. И. Химическая связь и изучение её в средней школе. – М.: Просвещение, 1968.
211. Шелинский, Г. И. Химия: Учеб. для 8 кл. общеобразоват. учреждений / Г. И. Шелинский, В. А. Рабинович, В. В. Шелинская. – 2-е изд., стер. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ»; СПб.: СпецЛит, 2001.
212. Шилов, В. И. Использование минералов при формировании химических понятий / В. И. Шилов // *Химия в школе*. 2006. – № 3. С. 32-34.
213. Шилов, В. И. Чтобы увидеть вещество / В. И. Шилов // *Химия в школе*. – 1999. – № 7. – С.66-67.
214. Шишкин, Е. А. Устное решение задач как средство развития мышления / Е. А. Шишкин, Л. В. Зотова // *Химия в школе*. – 2001. – № 7. – С. 56-59.
215. Шпаковская, Е. В. Космическое путешествие в мир кислорода и оксидов / Е. В. Шпаковская // *Химия в школе*. – 2002. – № 9. – С. 62-64.
216. Шипачёв, С. Стихотворения, поэмы / С. Шипачёв. – М.: Гослитиздат, 1966.
217. Юрова, Н. М. Химия. 9 класс / Н. М. Юрова, Г. И. Шелинский. – М.; СПб., 2002.
218. Яковлева, И. Н. Об использовании тестов-тренажёров // *Химия в школе*. 2002. – № 3. – С. 28-29.

Программа факультативного курса «Решение химических задач»

Объяснительная записка

Настоящий факультативный курс рассчитан на учащихся 8-9 классов средней школы, обучающихся по программам общекультурного (базового) уровня, но желающих углубить свои знания в области химии.

Как известно, химические задачи являются прекрасным средством закрепления, совершенствования и развития химических знаний. Изучение ряда теоретических вопросов, например, закона сохранения массы веществ, закона постоянства состава веществ и др., просто невозможно без рассмотрения количественной стороны химических явлений. Использование расчётов по химическим формулам и уравнениям ведёт к лучшему пониманию учащимися химических превращений. Упражнения и задачи способствуют конкретизации и упрочению теоретических знаний, служат средством закрепления в памяти химических законов, теорий, важнейших понятий, развивают у учащихся навыки самостоятельной работы, расширяют кругозор, устанавливая связи химии с другими предметами, особенно с физикой и математикой, способствуют развитию логического мышления учащихся.

Целью настоящей программы является обобщение имеющихся у учащихся знаний и умений по решению химических задач, а также дальнейшее их совершенствование и развитие с тем, чтобы постепенно перевести учащихся с решения типовых химических задач (репродуктивный уровень) на решение задач усложненного характера, комбинированных, в том числе нестандартных (творческий уровень).

В связи с поставленной целью выдвигаются **задачи** факультативного курса:

- ознакомление учащихся с системами химических задач – расчётных и экспериментальных;
- обучение решению на основе различных способов;
- развитие интеллектуальных умений (анализ содержания задачи, составление условия, выделение главного вопроса задачи, установление логической последовательности решения и др.);
- развитие организационно-трудовых умений (грамотная запись условия и решения задачи и её ответа);
- установление межпредметных связей химии с математикой и физикой (умение проводить вычисления, использование уравнений связи между физическими величинами);
- широкое использование в обучении физических величин и их единиц (грамотное владение элементами СИ);

- развитие экспериментальных умений при решении экспериментальных задач.

Основу курса составляют две системы задач.

Расчетные задачи по химии.

Данная система составлена автором программы в соответствии с общепринятыми положениями. Её ядро составляют три группы задач: вычисления на основе химических формул веществ, на основе химических уравнений и на растворы. В каждой группе рассматриваются наиболее известные типы задач. Полностью наша система приводится в пособии [91]. Здесь рассматривается методика решения расчётных задач основных типов. Хотя пособие адресовано студентам, но с успехом может применяться учащимися.

Наборы расчетных задач, составленные в соответствии с этой системой, включены в сборник [93]. В нём содержится около 800 задач, более половины которых составлены автором. Задачи даны не по темам школьного курса (он может быть различным), как в других аналогичных изданиях, а по типам (включая также виды и варианты задач). Детальная классификация, на наш взгляд, максимально способствует формированию и отработке отдельных элементов умения решать химические задачи.

В сборнике также есть задачи повышенной трудности, выходящие за рамки базовой программы.

Система экспериментальных задач.

Она также разработана автором программы и включает в себя пять основных типов экспериментальных задач.

Основные вопросы, связанные с обучением школьников решению экспериментальных задач, их классификация и методика решения задач каждого типа изложена нами в пособии [92] и других публикациях [88, 94, 96].

Кроме указанных выше пособий на факультативном курсе «Решение химических задач» можно использовать и пособие для абитуриентов «Некоторые вопросы химии» [134]. Во вторую его часть включены расчетные задачи с готовыми решениями, а также сведения о качественных реакциях неорганических и органических веществ и другие справочные материалы (таблицы растворимости, электроотрицательности элементов, численных значений молярных масс веществ и др.).

Как видно, факультативный курс обеспечен достаточным количеством печатных методических материалов, как для учителя, так и для учащихся. Можно также использовать сборники задач и упражнений других авторов, вышедших за последние два-три года.

Организационной особенностью факультативного курса является набор в группу учащихся разных классов, изучение курса параллельно с основным курсом (курсами) химии. Разный жизненный опыт и уровень научно-теоретической

и практической подготовки учащихся по химии позволяет сделать изучение факультативного курса наиболее интересным и полезным для учащихся всех возрастов: они получают возможность помогать друг другу (старшие – младшим), видят взаимосвязь и преемственность различных школьных курсов химии, а главное, понимают, что основу последних составляют одни и те же законы и теории химии.

Программа рассчитана на 68 ч (2 ч в неделю).

Ниже приводится содержание программы с примерным распределением времени на изучение каждого раздела.

Раздел 1. Вычисления по химическим формулам соединений

10 ч

Теоретическая основа – система понятий о веществе: химический элемент, металлы и неметаллы как элементы и простые вещества; сложное вещество, классы неорганических соединений – оксиды, кислоты, основания, соли. Валентность и степень окисления. Химические знаки и формулы. Относительная атомная и молекулярная массы. Количество вещества. Молярная масса и молярный объем.

Задачи на химические формулы

1. Определение массовых отношений элементов в соединениях и установление на их основе формул.
2. Вычисление относительной молекулярной и молярной массы.
3. Вычисление массовых долей элементов и определение на их основе простейших формул.
4. Вычисление относительной плотности газов и использование её, а также массовых долей элементов для вывода химических формул.
5. Определение молекулярной формулы вещества по массам продуктов сгорания и другим данным.
6. Вычисления, связанные с понятиями «количество вещества», «молярная масса» и др.:
 - определение количества вещества по числу частиц, массе или объёму вещества;
 - расчёт массы вещества по количеству, объёму или числу частиц;
 - расчёт числа частиц по количеству вещества, массе или объёму;

- расчет массы элемента по массе вещества и наоборот (в том числе с учётом примесей в веществе);

- вычисление объёма газа по его массе, количеству вещества или числу частиц.

Раздел 2. Вычисления по химическим уравнениям

38 ч

Теоретическая основа: закон сохранения массы и энергии при химических реакциях. Химические уравнения (качественная и количественная характеристики). Типы химических реакций: соединения, разложения, замещения и обмена. Реакции экзотермические и эндотермические. Генетические связи между классами неорганических и органических соединений.

Задачи на химические уравнения

1. Вычисление количества вещества:

- продукта реакции по количеству вещества, массе или объёму реагента или другого продукта;

- реагента по количеству вещества, массе или объёму продукта реакции или другого реагента.

2. Вычисление массы:

- продукта реакции по количеству вещества, массе или объёму реагента, в том числе заданного в виде раствора определённой концентрации;

- реагента по количеству вещества, массе или объёму продукта реакции, в том числе, если реагент задан в виде раствора определённой концентрации.

3. Вычисление объёма вещества:

- газообразного продукта по количеству вещества, массе реагента, в том числе выданного в виде раствора;

- газообразного реагента по количеству вещества, массе продукта реакции, в том числе получаемого в виде раствора.

4. Расчет объёмных отношений газов по химическим уравнениям.

5. Вычисления, связанные с примесями веществ:

- массы, объёма продукта по массе или объёму реагента, содержащего примеси;

- вычисление массовой (объёмной) доли примесей в реагенте по массе (объёму) реагента и продукта реакции, в том числе заданных в виде растворов.

6. Вычисления, связанные с практическим выходом продукта реакции:

- массовой доли практического выхода по массе продукта и реагента, в том числе заданного в виде раствора или содержащего примеси;

- определение объёмной доли выхода продукта по объёму продукта и массе реагента, в том числе заданного в виде раствора или содержащего примеси;

- вычисление массы продукта реакции на основе массовой доли выхода продукта и массы или объёма реагента, в том числе по массе раствора или при наличии примесей;

- вычисление объёма продукта по объёмной доле практического выхода и массе или объёму реагента, в том числе заданного в виде раствора или содержащего примеси;

- вычисление массы (объёма) реагента с учетом практического выхода продукта на основе массы (объёма) продукта, по исходным веществам, содержащим примеси, если исходные вещества являются растворами.

7. Вычисления, связанные с избытком одного из реагентов:

- вычисление массы продукта реакции по массам, объёмам обоих реагентов, в том числе содержащих примеси или заданных в виде растворов, а также с учетом массовой или объёмной доли практического выхода;

- то же – по вычислению объёма продукта реакции.

8. Вычисления по термохимическим уравнениям:

- количества теплоты по массе вещества, в том числе, содержащего примеси или заданного в виде раствора; по объёму вещества, а также с учётом практического выхода продукта и если один из реагентов дан в избытке;

- массы веществ по термохимическим уравнениям на основе количества теплоты, данных о примесях в исходных веществах, о практическом выходе продукта или растворах реагентов;

- составление термохимических уравнений.

Раздел 3. Расчеты, связанные с растворами веществ

10 ч

Теоретическая основа: понятие о концентрации раствора. Способы выражения концентрации – массовая доля растворённого вещества, молярная и нормальная концентрации.

Задачи, связанные с концентрацией растворов

1. Вычисление массовой доли растворённого вещества по его массе, объёму или количеству вещества, в том числе с учётом плотности.

2. Приготовление растворов с известной массовой долей растворённого вещества – из твёрдого, жидкого и газообразного веществ.

3. Разбавление растворов с массовой долей растворённого вещества, в том числе, вычисление массовой доли в разбавленном растворе, массы исходного раствора (растворителя).

4. Смешение растворов с массовой долей растворённого вещества:

- вычисление массовой доли растворённого вещества в полученном растворе;

- вычисление массы исходных растворов для получения заданного.

5. Концентрирование (упаривание) растворов.
6. Вычисление объёмной доли растворённого вещества в растворе (см. пункты 1-4).
7. Задачи с применением понятия «кристаллогидрат».
8. Вычисление молярной концентрации растворов на основе данных о жидких, твёрдых и газообразных веществах.
9. Приготовление растворов молярной концентрации из твёрдых, жидких веществ и газов.
10. Разбавление и смешение молярных растворов.
11. Переход от массовой доли растворённого вещества к молярной концентрации и обратно.
12. Вычисления, связанные с молярной концентрацией раствора (см. пункты 8-10).
13. Переход от массовой доли растворенного вещества или молярной концентрации к нормальной и наоборот.
14. Вычисления по химическим уравнениям с применением молярной и нормальной концентраций.

Раздел 4. Экспериментальные задачи

10 ч

Теоретическая основа: химические свойства неорганических и органических веществ, алгоритмы решения типовых задач.

Экспериментальные задачи следующих типов:

1. Определение примесей и разделение смесей веществ.
2. Распознавание веществ.
3. Получение веществ.
4. Проведение характерных реакций.
5. Конструирование приборов и работа с ними.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Глава 1. Реализация комплексного подхода в обучении химии.....	5
Глава 2. Изучение первоначальных химических понятий	
2.1. Общая характеристика темы (методические подходы к изучению, содержание, теоретические основы формирования понятий).....	67
2.2. Методика формирования первоначальных химических понятий.....	84
Глава 3. Изучение основных классов неорганических соединений	
3.1. История формирования представлений о кислотах и основаниях и методика изучения классов неорганических соединений.....	148
3.2. Методика изучения классов неорганических соединений.....	159
Глава 4. Изучение периодического закона и периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева	
4.1. Основные задачи и условия изучения темы «Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева.....	198
4.2. Методика формирования важнейших понятий и умений учащихся и построения отдельных уроков темы.....	207
Литература.....	263
Приложение.....	275

Учебное издание

Качалова Галина Семеновна

**МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ВОПРОСОВ
ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ**

Учебное пособие

В авторской редакции

Компьютерная верстка *Г. С. Качалова*

Лицензия №020059 от 24.03.97
Гигиенический сертификат №54.НК.05.953.П.000149.12.02 от
27.12.02 г.

Подписано в печать 14.07.09 Формат бумаги 60 × 84 /16

Печать RISO. Уч.-изд.л. 17,63 Усл.печ.л. 16,4 Тираж экз. 100

Заказ № 38

630126, РОССИЯ, г. Новосибирск, ул. Вилюйская, 28