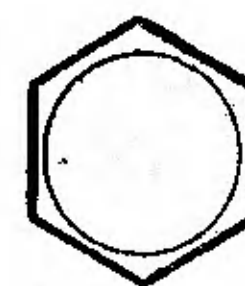


ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА ПО ХИМИИ





БИБЛИОТЕКА УЧИТЕЛЯ ХИМИИ

ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА ПО ХИМИИ

Пособие для учителей

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1976

Рекомендовано Главным управлением
школ Министерства просвещения СССР
в качестве пособия для учителей

Составитель *М. Г. Гольдфельд*

В60 Внеклассная работа по химии. Пособие для учителей. М.,
«Просвещение», 1976.

191 с. с ил. (Б-ка учителя химии).

На обороте тит. л. сост.: М. Г. Гольдфельд.

Книга представляет собой сборник статей, посвященных различным формам внеклассной работы по химии.

Пособие раскрывает содержание и методику работы химических кружков различного профиля (по общей, органической, агрономической химии и др.). Значительное внимание уделено специфике внеклассной работы по химии в сельской школе; показана организация работ учащихся научно-исследовательского характера, обобщен опыт организации научных обществ учащихся в школе.

Книга содержит обширную библиографию.

В 60501-693
103.(03)-76 подписное

54

© Издательство «Просвещение», 1976 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Коммунистическое воспитание предполагает постоянное совершенствование системы народного образования. Как было отмечено на XXV съезде КПСС, это особенно важно сейчас, в условиях научно-технической революции, которая придает иной, чем прежде, характер труду, а следовательно, и подготовке человека к труду. Решение первоочередной задачи нашего общества — задачи ускорения научно-технического прогресса во многом определяется тем, насколько подготовленными для активного, созидательного труда выйдут в жизнь вчерашние школьники. В какой бы отрасли промышленности, сельского хозяйства, науки, культуры ни работал современный специалист, ему понадобится прочный фундамент разносторонних знаний. Этот фундамент закладывается школой, и важную составную его часть образуют знания в области химии.

Хотя истоки химии теряются в глубокой древности, эта наука не стареет и в наше время стремительно развивается, обогащая естествознание, технику и культуру, проникая во все сферы жизни. Химизация народного хозяйства — одно из наиболее важных направлений научно-технического прогресса в целом и сельского хозяйства в особенности. Большой объем знаний основных законов, методов и экспериментальных приемов требует от изучающего химию упорного, целенаправленного труда. Поэтому, чем раньше учащийся войдет в огромный и увлекательный мир химии, тем быстрее он сможет стать самостоятельным, инициативным, творческим работником. Эти ценные качества пригодятся молодому человеку и в том случае, если в дальнейшем он изберет для себя область деятельности и не связанную с химией. В современных условиях объем знаний резко и быстро возрастает, поэтому необходимо прививать учащимся умение самостоятельно пополнять свои знания, ориентироваться в потоке информации, пробуждать у молодежи интерес и привычку к постоянному расширению своего кругозора. Все это в большой мере относится и к химическому образованию учащихся.

Внеклассные занятия с их разнообразием форм и методов создают для становления творческой личности благоприятные условия, позволяя не только ответить на возникающие у учащихся вопросы, но и существенно конкретизировать и расширить их знания как в области химической науки, так и в отношении научно-технических задач в области химизации народного хозяйства, ознакомления с профессиями и специальностями, связанными с химией и ее

приложениями. Тем самым внеклассная работа по химии способствует решению проблемы ранней профессиональной ориентации молодежи.

На внеклассных занятиях в свободном общении с учителями и нередко с практическими работниками промышленных и научных организаций, в обмене мнениями с товарищами в ходе коллективных дискуссий знания учащихся расширяются и углубляются, возникает интерес к творческой исследовательской работе и практическим приложениям химии. В наш век бурного развития пограничных научных дисциплин особенно важно, что внеклассные занятия создают большие возможности для межпредметных связей, особенно с физикой и биологией, в развитии которых огромная роль принадлежит химии. Такие связи в значительной мере способствуют выработке у учащихся сознательного материалистического, подлинно научного мировоззрения.

Внеклассная работа по химии в последние годы приобрела широкий размах. Этому в известной мере способствует деятельность секции «Юный химик», организованной в составе Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева и объединяющей сотни тысяч учащихся старших классов школ, студентов техникумов, а также учителей химии — энтузиастов внеклассной работы. В руководстве деятельностью секции принимают участие многие ученые, работники высшей школы. Немалую помощь оказывают промышленные предприятия — коллективные члены Всесоюзного химического общества. Одна из основных задач секции — обобщение и распространение опыта передовых учителей в области организации и методики внеклассной работы по химии. На решение этой задачи направлена и публикация данного сборника. Среди его авторов — учителя-практики, преподаватели педагогических высших учебных заведений, работники Академии педагогических наук, научные работники-химики, участвующие в работе секции. Хотелось бы надеяться, что публикация этой книги будет стимулировать появление других обобщающих работ, что в конечном счете могло бы привести к созданию достаточно полной методики внеклассной работы по химии.

Академик С. И. Вольфович,
президент Всесоюзного химического
общества им. Д. И. Менделеева

М. Г. ГОЛЬДФЕЛЬД

ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА ПО ХИМИИ И ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Обучение и воспитание составляют единый педагогический процесс, обеспечивающий формирование и всестороннее развитие личности учащегося. Опыт показывает, что педагогические задачи успешно решаются лишь при органическом сочетании учебно-воспитательной работы в ходе урока с целенаправленным воздействием на учащегося во внеурочное время, поэтому внеклассные занятия справедливо рассматриваются как важная составная часть работы школы.

Как известно, внеклассной работой по предмету называют такую учебную работу, которую учащиеся добровольно выполняют под руководством учителя во внеурочное время, сверх учебного плана. Руководство со стороны учителя может быть как непосредственным, так и при помощи приглашенных для этой цели специалистов из других учреждений, студентов, учащихся старших классов.

Новыми учебными планами средней школы предусмотрены факультативные занятия по разным предметам, в том числе по химии. Так же как и внеклассные занятия, они не обязательны для всех учащихся. От внеклассных факультативные занятия отличаются тем, что они проводятся по определенным и стабильным программам. По форме они близки к обычному уроку. Содержание этих занятий не может полностью отвечать различным запросам отдельных учащихся.

Основная цель внеклассной работы — помочь учащимся в определении устойчивых интересов к той или иной области науки, виду деятельности, в выявлении склонностей, способностей и дарований в ходе углубленного изучения программных вопросов, а также вопросов, выходящих за рамки учебной программы, но доступных пониманию учащихся. Важной задачей внеклассных занятий по химии является развитие у учащихся умения самостоятельно работать с литературой и навыков экспериментальной работы в лаборатории. Наконец, существенный воспитательный элемент внеклассных занятий — выполнение общественно полезных заданий, в ходе которого у учащихся вырабатывается чувство ответственности, бережное отношение к материальным ценностям, уважение к труду.

Следует подчеркнуть еще одну весьма важную сторону внеклассной работы. Замечательный педагог нашего времени В. А. Сухомлинский писал: «Логика учебного процесса таит в себе опасность

замкнутости и обособленности, потому что в школе на каждом шагу подчеркивается (иначе невозможно): достигай успеха собственными усилиями, не надейся на кого-то — и результаты умственного труда оцениваются индивидуально. Чтобы школьная жизнь была пропитана духом коллективизма, она не должна исчерпываться уроками¹. Внеклассная работа объединяет учащихся в дружные коллективы, связанные общими интересами и увлечениями. Она помогает преодолевать такие отрицательные черты характера, как замкнутость, эгоизм, недисциплинированность. Работа в коллективах юных химиков — кружках, обществах, секциях — воспитывает учащихся в духе товарищества, целеустремленности, глубокого и активного интереса к науке.

Внеклассные занятия в большей степени, чем урок и факультатив, приспособлены для развития у учащихся самостоятельности в работе, творческой самостоятельности и изобретательности, они позволяют глубже и конкретнее познакомить учащихся со многими вопросами химического производства, установить более тесную связь изучаемого теоретического материала с практикой его использования в производственных условиях, привить и развить многие ценные практические навыки и умения. Внеклассные занятия имеют отличные от урока формы организации, методы и содержание. Для такой работы учитель химии должен быть вооружен соответствующими знаниями. Следует отметить, что вопросам организации, методики и содержания отдельных форм внеклассной работы по химии в последние годы уделялось значительное внимание. Были проведены конференции и совещания [45]², изданы пособия по кружковой работе, специальные брошюры и статьи, приведенные в библиографии.

Предлагаемый читателю сборник имеет целью дать учителю более или менее конкретные сведения о внеклассной работе по химии в школе как целостной системе мероприятий. Материалы сборника в значительной мере основываются на практическом опыте передовых учителей химии. Ограниченный объем книги не позволил с одинаковой степенью детальности разработать все затрагиваемые аспекты внеклассной работы. При отборе материала принималось во внимание, что многие вопросы внеклассной работы неоднократно и подробно рассматривались в других общедоступных изданиях. Такие вопросы в данном пособии раскрываются в сжатой, а иногда и в конспективной форме и указывается соответствующая литература. Однако некоторым частным аспектам, представляющим методический и практический интерес и слабо освещенным в педагогической литературе, уделено в книге значительное место.

В настоящее время уже нельзя удовлетвориться проведением эпизодических внеклассных мероприятий, хотя бы и с массовым

охватом учащихся. Недостаточно и работа с отдельными группами учащихся в кружках. Необходимо стремиться к организации хорошо продуманной, увязанной с программой и календарным планом, учитывающей возможности школы, склонности учащихся и, наконец, интересы самого педагога системы внеклассной работы по предмету. Внеклассная работа по химии должна быть частью общешкольной системы внеклассных мероприятий, гармонично сочетаться с аналогичной работой по другим, и прежде всего смежным, предметам. Внеклассная работа по химии опирается на помощь со стороны руководства и общественных организаций школы. Следует учитывать и большие возможности в организации внеклассной работы в школе, возникающие в связи с различными мероприятиями, выходящими за рамки школьной работы, как таковой: участие в олимпиадах по химии, конкурсах, выставках технического творчества, смотрках химических кабинетов и т. д.

Внеклассную работу по химии необходимо планировать: перспективно на учебный год и более детально на полугодие и четверть. Необходимость эта определяется не только тем, чтобы связать внеклассные занятия с учебными планами по химии, но и тем, чтобы избежать перегрузки учащихся внеклассными мероприятиями по химии и другим предметам.

Планы внеклассной работы, как по отдельным предметам, так и школы в целом, обсуждаются с ученическим активом, утверждаются директором школы и доводятся затем до сведения всей школы в специальных графиках, афишах, объявлениях. Причем информировать учащихся об отдельных мероприятиях массового характера необходимо заблаговременно.

Следует подчеркнуть, что не может быть успешной внеклассной работы без ее начала на уроках химии. Принцип единства урочной и внеклассной работы — важнейший принцип организации учебно-воспитательного процесса. Именно на уроках учитель ставит перед учащимися вопросы, которые должны стимулировать их любознательность, дать первые импульсы к чтению дополнительной литературы по предмету, вызвать стремление собственными руками осуществить то, о чем говорится в учебнике и в прочитанных книгах. Путь к организации массовой и групповой внеклассной работы лежит через составление и чтение небольших дополнительных сообщений учащихся на уроках, выпуск химических бюллетеней и т. п., проведение сначала эпизодических, а затем все более систематических массовых мероприятий. Вовлечение в интенсивную внеклассную работу по предмету идет, таким образом, от урока к массовой работе. Затем из общего числа учащихся, охваченных массовой работой, формируется актив — участники работы кружков и отдельные учащиеся, особенно глубоко интересующиеся химией. Они, в свою очередь, помогают учителю в организации массовой работы по химии. Так постепенно создается в школе атмосфера увлеченности предметом, причастности каждого к делам всего коллектива и возникает стройная система внеклассной работы, в

¹ Сухомлинский В. А. О воспитании. М., 1973.

² Цифры в квадратных скобках обозначают ссылки на литературу, список которой помещен в конце книги.

которой каждый элемент существует не отдельно, не параллельно другим, а в тесной взаимосвязи с ними и с урочной работой.

В собранных в этой книге материалах отражены массовые, групповые и индивидуальные формы внеклассной работы по химии. В отдельных ее главах, написанных с учетом собственного опыта авторов — учителей химии, а также на основе обширного материала, собранного в последние годы секцией «Юный химик» Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева в ходе проведения всесоюзных смотров-конкурсов коллективов юных химиков, авторы стремились показать, каким образом увязываются между собой отдельные формы внеклассной работы по химии, как они сочетаются с другими массовыми мероприятиями в школе и за ее пределами. Часть материалов содержит рекомендации по содержанию, методам и организации традиционных форм внеклассных занятий — кружков по отдельным химическим специальностям. Однако и в этом разделе имеются некоторые новые аспекты, например предлагаются варианты тематики кружковой работы, до настоящего времени не освоенные массовой школой (твердофазный анализ минералов, тонкослойная хроматография, биохимия).

Большое внимание, уделяемое в настоящее время повышению уровня преподавания химии в сельских школах и работе с сельскими школьниками, с целью их профессиональной ориентации в области сельскохозяйственного производства, обусловило включение в состав сборника главы, специально посвященной особенностям внеклассной работы по химии в сельской школе.

Перерастание работы отдельных предметных кружков в школьные научные общества и химические общества учащихся — сравнительно новое явление в практике школы. Однако достижения некоторых из этих обществ столь очевидны, что уже можно подвести некоторые итоги их деятельности. Этому вопросу посвящена специальная глава книги.

В педагогической теории имеется несколько вопросов общего характера, непосредственно относящихся к практике внеклассной работы по химии. К таким вопросам, прежде всего, следует отнести правильный выбор соотношения между двумя сторонами деятельности учащихся: приобретением ими определенной суммы знаний, сообщаемых учителем или черпаемых из учебника, и активной, по возможности самостоятельной работы, в максимальной степени отвечающей задаче развития творческих способностей учащихся. Нет необходимости доказывать, что для решения этой задачи внеклассные занятия открывают особенно широкие перспективы, поскольку именно здесь легче всего реализуется исследовательский вариант совместной деятельности учителя и учащихся: учащиеся в ходе освоения нового материала получают сведения об изучаемом объекте сначала самостоятельно, на основе наблюдения или опыта, а затем уточняют и обобщают их с помощью учителя в ходе обсуждения выполненного эксперимента.

Следует остановиться на самом понятии «творчество» применительно к учебной работе учащихся. Несомненным его признаком является создание продукта, новизна которого может быть как объективной, так и субъективной. Многие талантливые люди совершали открытия, уже известные человечеству, прежде чем внести реальный вклад в ту или иную область науки, и для самого развития творческих способностей учащихся объективная новизна результатов их труда не имеет значения. Естественно, что основой для проявления творческого потенциала учащихся в области химии должны быть хорошо усвоенные сведения в пределах школьного курса. Однако между объемом знаний учащихся и возможностями для их работы творческого характера не существует прямой связи. Уже на самых ранних этапах изучения химии можно и должно стремиться к тому, чтобы в ходе внеклассных занятий ставить перед ними посильные задачи творческого характера, позволяющие проявить сообразительность, практическую изобретательность и смекалку.

Создание проблемной ситуации на занятиях кружков, научно-практических конференциях, дискуссиях по докладам о проведенной работе и рефератам, проведение олимпиад, конкурсов, викторин, самостоятельная работа с литературой, наконец, выполнение доступных работ исследовательского характера — все это можно рассматривать как средства и методы развития творческих способностей учащихся. Исследовательские работы в школе — явление в последние годы довольно распространенное, но пока еще весьма слабо отраженное в педагогической литературе. В связи с этим мы включили в сборник специальный раздел, посвященный этому вопросу.

Важным аспектом проблемы активизации работы учащихся является правильный выбор соотношения между теорией и экспериментом на внеклассных занятиях. Экспериментальная работа и выполняемые в ходе ее практические расчеты способствуют конкретизации знаний и одновременно заставляют учащихся глубже вникнуть в смысл основных химических понятий. Большие возможности внеклассных занятий в отношении постановки экспериментальной работы учащихся, и притом в ее исследовательском, а не иллюстративном варианте, давно и справедливо были отмечены методистами. Не случайно некоторые пособия по кружковой работе представляют собой в сущности практикумы с описанием методики проведения отдельных практических работ [8, 26].

Учитывая возрастные особенности психологии учащегося, его стремление получить немедленный и наглядный результат проделанной работы, можно рекомендовать не менее половины всего времени, отводимого на внеклассные занятия, уделять экспериментальной работе. Выбор теоретических вопросов, рассматриваемых на кружковых занятиях, целесообразно подчинить возможностям постановки эксперимента по данной конкретной теме. Так, из двух тем: «Радиоактивность и строение атома» и «Принципы химической кинетики и равновесия» — предпочтение, на наш взгляд, следует

отдавать кинетике и равновесию, поскольку к этому вопросу можно подойти экспериментально, хотя ясно, что оба эти раздела курса представляют большой интерес для учащихся. Общетеоретические вопросы усваиваются эффективнее, когда они подаются на частных примерах, допускающих немедленное практическое выполнение. Например, при обсуждении влияния концентрации реагирующих веществ на скорость бимолекулярной реакции довольно трудно подобрать подходящую газофазную реакцию, которую можно осуществить в условиях химического кабинета. Поэтому, хотя классический пример реакции водорода с иодом во многих отношениях очень прост и нагляден, вероятно, лучше выбрать жидкофазную реакцию, ее легко показать немедленно (например, взаимодействие тиосульфата с кислотой, в результате которого через определенное, зависящее от концентрации реагентов время выпадает в осадок сера и наблюдается помутнение).

В настоящем издании принцип насыщения занятый экспериментом выдерживается и авторами отдельных разделов, посвященных работе кружков.

Вся внеклассная работа в школе строится на основе принципа добровольности. Поэтому, особенно на первых порах, весьма важно найти стимулы, которые могли бы заинтересовать учащихся еще до того, как они глубже познакомятся с предметом в порядке прохождения школьной программы. Таким стимулом могут быть элементы занимательности, внешней эффектности различных демонстраций, элементы игры и театрализации. Разумеется, skute на месте и на уроке, но внеклассная работа предоставляет исключительно большие возможности для возбуждения интереса учащихся к химической науке. При выборе организационных форм, методов подачи материала и содержания внеклассной работы необходимо тщательно учитывать возрастные особенности учащихся, вводить элементы занимательности во внеклассные занятия. Они, однако, не должны представлять собой самоцель, а должны подчиняться общим задачам обучения.

Для учащихся, интерес которых к химии уже отчетливо определен, занимательность, как таковая, постепенно уступает место более глубокой заинтересованности в существе выполняемой работы. Здесь уместна постановка таких экспериментов, которые дадут четкий конкретный результат, могут натолкнуть учащихся на размышления и обобщения, выработать способность улавливать за разрозненными внешними явлениями известные им из основного курса положения химии, а в ряде случаев находить закономерности, выходящие за пределы школьной программы, но доступные для понимания учащимися. В массовой внеклассной работе, т. е. работе, в которую вовлечены не только участники химических кружков, но и остальные учащиеся, занимательность — важнейшая и необходимейшая черта, сохраняющая свое значение и в старших классах школы. В специальных разделах эти вопросы освещаются более подробно.

Выше уже отмечалось, что внеклассная работа по химии преследует не только цели обучения, овладения предметом, но и решает задачи воспитания определенных личностных качеств. В воспитании волевых качеств, дисциплины, здоровой обстановки в коллективе важное значение имеет правильное понимание принципа добровольности участия школьников во внеклассной работе по химии. Этот вопрос в ходе занятий обычного типа не встает, однако для внеклассной работы он представляется весьма существенным, что было отмечено многими организаторами внеклассной работы по химии. Л. И. Розина — организатор одного из первых школьных химических обществ — в своей статье [57] уделяет много внимания результатам этой работы. Этот принцип означает, что учащиеся по своему выбору и желанию берутся за ту или иную работу, но выполняют ее обязательно и в срок. Именно такое понимание добровольности помогает воспитанию чувства ответственности, сознательного отношения к своим, добровольно принятым на себя обязанностям. Помогает в осуществлении этого принципа привлечение коллектива учащихся к организационной самостоятельности и самодеятельности. Полезно привлекать самих учащихся к оценке своей работы. Случается, что оценка, которую дают работе своих товарищей рецензенты-учащиеся, и даже самооценка авторов во многих случаях оказывается гораздо строже, чем учителя.

Важнейшее место в системе внеклассной работы по химии занимает выполнение заданий, имеющих общественно-полезную направленность.

Следует стремиться к тому, чтобы все виды деятельности учащихся в кружках или при выполнении работ индивидуального характера так или иначе могли быть использованы в работе коллектива в целом: не просто прочитать популярную книгу по интересующему вопросу, но и рассказать о прочитанном товарищам на занятии кружка или на уроке, заинтересовать их теми или иными вопросами. Не просто выполнить эксперимент, но и показать его на уроке или в кружке, объяснить сущность наблюдаемых явлений, добиться, чтобы эксперимент был удобен для демонстрации в аудитории и т. д. К общественно-полезной работе следует прежде всего отнести работу учащихся по моделированию производств, изготовлению приборов и оборудованию химического кабинета, разработку демонстрационного эксперимента по химии.

Большой и многогранный опыт накоплен в этом направлении в челябинской средней школе № 92. Этот опыт положен в основу публикуемой в настоящем сборнике статьи Ю. Г. Цитцера. Возможности ученического коллектива в указанном направлении, как показывает практика многих учителей химии, чрезвычайно велики, и работа учащихся может серьезно помочь в расширении экспериментальной базы химического кабинета. Не упуская из виду этот, чисто утилитарный аспект работы учащихся, следует учитывать и огромный воспитательный эффект такой работы, ибо ничто так не способствует воспитанию самоуважения, развитию

трудовых навыков, бережного отношения к материальным ценностям, как активная, созидательная работа, имеющая конкретную общественно полезную цель.

Как уже отмечалось ранее, всю внеклассную работу по химии удобно подразделить на массовую, групповую и индивидуальную. Все эти виды внеклассной работы различаются между собой не только количеством участников, но и имеют свои организационные формы, методы и содержание. Говоря об индивидуальной внеклассной работе, мы имеем в виду две возможности. Во-первых, эпизодическое выполнение отдельных поручений учащимися (сделать доклад о жизни и деятельности ученого-химика, об открытии химического элемента, изготовить несложный прибор, получить какое-либо вещество по достаточно простой методике и т. п.) с целью его привлечения к более систематической работе в одном из кружков. Такие задания можно практиковать и в период, когда систематическая групповая внеклассная работа в школе или в данной параллели еще не налажена. По мере усиления интереса учащихся к предмету такие индивидуальные занятия могут перерасти в систематическую работу в химическом кружке. Во-вторых, речь может идти о работе с учащимися, которые уже вполне сознательно решили специализироваться в области химии или близких к ней дисциплин и которых не может удовлетворить уровень проводимых в школе групповых занятий. Специфика работы с такими учащимися рассматривается в специальном разделе данной книги.

В своей деятельности по организации внеклассной работы учитель опирается на ученический актив. Групповая работа охватывает прежде всего учащихся с уже пробудившимся интересом к химии или какой-либо ее отдельной области. Чаще всего такие ребята работают в химических кружках, которые составляют основную форму групповой внеклассной работы по химии. Кружкам посвящена специальная глава, в которой рассматриваются как общие организационные и методические основы их работы, так и ряд частных рекомендаций о содержании работы кружков по отдельным химическим специальностям. К индивидуальным и групповым занятиям, проводимым под руководством учителя химии, следует отнести и работу с такими учащимися, которые, быть может, интересуются не столько химией, сколько возможностью приложить свою энергию и способности в других областях, например при конструировании приборов, разработке наглядных пособий, пропаганде химических знаний среди учащихся младших классов, выполнении некоторых вспомогательных работ оформительского характера и т. п. И такая работа, разумно направляемая и руководимая учителем химии, несомненно, будет способствовать решению общих учебно-воспитательных задач. Частично эти вопросы освещены в статьях Ю. Г. Цитцера, Е. С. Ротиной, Н. И. Чистяковой и других. К массовым формам работы относятся такие мероприятия, как научно-практические читательские конференции, тематические вечера, встречи по профессиям, проведение в школе хими-

ческих олимпиад, дней, месячников, декад химии и т. д. Характерной особенностью массовой внеклассной работы по химии является то, что она включает в себя, как правило, разовые, эпизодические мероприятия, к участию в которых привлекаются не только учащиеся, специально интересующиеся химией, но и все остальные. Понятно, что в этих мероприятиях важная роль принадлежит активистам химических кружков. Особенности некоторых из перечисленных мероприятий обсуждаются в соответствующих разделах книги, хотя ограниченность ее объема не позволила охватить ряд важных вопросов, в частности не рассматривается проведение школьных химических олимпиад — важнейшего элемента массовой внеклассной работы.

В последние годы внеклассная работа по химии вышла за пределы школы. Большое и постоянно растущее внимание уделяют пропаганде химических знаний среди учащихся высшие учебные заведения. Многие промышленные предприятия и научно-исследовательские учреждения поддерживают внеклассную работу в школе как материально, так и кадрами руководителей.

В 1964 г. Всесоюзное химическое общество им. Д. И. Менделеева образовало секцию юных химиков, объединяющих в своих рядах учащихся школ, техникумов и профессионально-технических училищ. Основная цель секции — содействовать овладению учащимися школ химическими знаниями, воспитывать их активными пропагандистами науки, вовлекать школьную молодежь в работу исследовательского характера, прививать навыки работы с литературой и практические навыки химического эксперимента. Деятельность секции регламентирует «Положение», утвержденное президиумом Центрального правления Менделеевского общества. Секция организуется при республиканских, краевых и областных правлениях Менделеевского общества и объединяет первичные организации при школах, профессионально-технических училищах, техникумах, Дворцах и Домах пионеров, станциях и клубах юных техников. Первичная организация может представлять собой химический кружок или носить название общества юных любителей химии, школьного химического общества, клуба юных химиков и т. п.

Прием в члены секции «Юный химик» проводится по представлениям первичных организаций на заседании бюро городских, областных секций «Юный химик». Членам секции вручается в торжественной обстановке значок установленного образца и удостоверение члена секции «Юный химик».

План работы первичной организации согласуется с планом работы секции «Юный химик» города, района, области. Для руководства работой секции в городе (районе, области, крае, республике) создается бюро, в состав которого могут входить: представитель областного правления ВХО им. Д. И. Менделеева, представители вузов, институтов усовершенствования учителей, станций юных техников, Домов пионеров, научно-исследовательских организаций и предприятий соответствующего профиля, учителя химии,

Б. С. КЛЕЙНЕР

КРУЖКИ ЮНЫХ ХИМИКОВ

Кружок является наиболее распространенной и основной формой внеклассной работы по предмету. В методической литературе по химии нет единства в определении этой формы, что, по-видимому, связано с большим разнообразием различных вариантов организации школьной формы внеклассной работы. Существенными признаками этой групповой формы внеклассной работы является ее систематичность (занятия проходят регулярно, например, один раз в неделю, в строго определенное время), постоянный состав добровольных участников работы и наличие тематики, объединяющей деятельность всех членов кружка на разных этапах его работы. Под единством темы можно подразумевать выполнение всеми учащимися одинаковых заданий фронтально, или индивидуальных работ по определенному, достаточно узкому разделу химии с последующим обсуждением, или совместную работу учащихся по подготовке какого-либо массового мероприятия по химии: химического вечера, научно-практической конференции и т. д. Если группа учащихся работает систематически, но каждый из них выполняет отдельные задания учителя, не подчиненные какому-либо общему плану, то такую работу следует отнести к индивидуальным внеклассным, а не кружковым занятиям. Важным принципом кружковой работы является предоставление учащимся широкой самостоятельности по организационным вопросам, а также поощрение их инициативы при определении тематики и плана работы кружка.

Кружковые занятия меньше ограничены программой, временем, чем факультативные занятия. Это позволяет значительно полнее удовлетворять индивидуальные запросы учащихся, особенно в отношении эксперимента, а также более широко организовать их общественно полезную деятельность. В кружок принимаются как учащиеся с уже определившимся стойким интересом к химии, так и учащиеся, еще не проявившие особых склонностей к занятиям химией и даже имеющие низкую успеваемость по предмету. Это возлагает на руководителя кружка обязанность заинтересовать таких учащихся химией, что в конечном итоге приведет к повышению качества их знаний, к улучшению успеваемости. Таким образом, к выбору заданий, выполняемых кружковцами, следует подходить строго дифференцированно, индивидуально. Это существенно отличает кружковые занятия от факультативных, на которых

представители местной печати. Бюро секции координирует внеклассную работу по химии в масштабе города (области, края, республики), принимает участие в проведении областных олимпиад (очных и заочных), ежегодных слетов юных химиков, смотров и конкурсов, школ, лекториев и кинолекториев по химии, организует дни, недели, декады химии. Секция принимает участие в методических совещаниях и семинарах учителей химии, руководителей химических кружков. Всю работу секция согласует с органами народного образования и проводит совместно с общественными организациями. При наличии в городе (области) аналогичных секций по другим отраслям науки секция «Юный химик» может объединиться с ними в городское (областное) научное общество учащихся. Такие общества созданы, например, в Горьковской, Челябинской, Крымской областях. Учителя химии средней школы вправе рассчитывать на помощь со стороны местных секций «Юный химик» при организации внеклассной работы. Областные секции благодаря своей принадлежности к Всесоюзному химическому обществу, имеющему свои первичные организации на предприятиях, в вузах и НИИ и коллективными членами которого являются крупнейшие предприятия страны, могут эффективно содействовать повышению уровня внеклассной работы в школе.

В секцию «Юный химик» Центрального правления Менделеевского общества стекаются в форме отчетов различные материалы, отражающие состояние внеклассной работы и местановки пропаганды химических знаний среди молодежи в масштабе всей страны. В задачи секции входит проведение различных всесоюзных мероприятий, организация обмена опытом учителей химиков, обобщение и пропаганда достижений передовых учителей в области внеклассной работы.

По единому плану проводятся такие мероприятия всесоюзного масштаба, как химические олимпиады школьников, устраиваются всесоюзные и региональные детские слеты и школы юных химиков, проводятся выставки технического творчества. При некоторых крупнейших химических вузах созданы постоянно действующие очные и заочные школы юных химиков, работающие по стабильной программе. Однако совершенно очевидно, что центральной фигурой во всей системе внеклассной работы был, есть и останется учитель химии средней школы. Задача всех остальных звеньев этой системы — содействовать учителю в его труде. Для лучших наших учителей характерны высокая идейно-теоретическая подготовка, глубокое знание предмета и его методики, высокая педагогическая и общая культура. Чтобы всегда находиться на уровне растущих требований к школьному образованию, учителю химии приходится непрерывно работать над собой, следить за специальной методической и научно-популярной литературой, за появлением новых идей в педагогике, новых методических приемов и форм работы с учащимися. Авторский коллектив надеется, что предлагаемая книга поможет ему в этом.

требования ко всем учащимся, как и на обычных уроках, одинаковы. Факультативные курсы и химические кружки, отличаясь и по содержанию и по организационным формам, не могут быть взаимозаменяемыми. Обе эти формы работы с учащимися с успехом могут быть реализованы параллельно, в одном школьном коллективе. Поэтому нельзя признать нормальным свертывание кружковой работы по химии в связи с введением в учебные планы факультативных курсов.

Количество одновременно работающих в кружке учащихся не должно превышать 10—12 человек. Как правило, в кружке работают учащиеся одного или двух ближайших классов. Работу можно организовать таким образом, чтобы учащиеся с различной подготовкой выполняли одновременно работы существенно различного уровня сложности, но объединенные общей темой. При большом числе учащихся разных классов, желающих участвовать в кружковой работе, организуют несколько кружков (или секций), специализирующихся в какой-либо одной области химии. При хорошей организации и содержательной, интересной работе деятельность кружка не ограничивается одним учебным годом. Немало случаев, когда юные химики не порывают связи с кружком даже после окончания школы.

В связи с различной подготовкой и общим развитием учащихся и для осуществления на практике дифференцированного подхода в учебно-воспитательной работе целесообразно создание нескольких кружков (секций): кружок первого года обучения для только начинающих изучать химию (седьмые классы); кружок второго года обучения для изучающих неорганическую химию (VIII—IX классы); кружок третьего года обучения для учащихся, уже знакомых с неорганической химией и изучающих органическую химию (X класс). В некоторых случаях учащиеся VII—VIII или IX—X классов могут объединяться.

Учащихся первой группы обычно интересуют внешне эффективные процессы превращения веществ, особенно занимательные опыты, очистка и получение веществ, получение и выращивание кристаллов, коллекционирование путем собирания и получения различных веществ, а также историко-химические вопросы, биографические сведения о выдающихся химиках.

Учащихся второй группы (VIII—IX классы) интересуют более сложные случаи превращения веществ; получение веществ разными способами; вопросы химической технологии, работа с газами; конструирование приборов и действующих моделей для демонстрации химических процессов, в частности моделей важнейших химических производств. Эти учащиеся с интересом изучают бытовую химию, агрохимию, элементы химического анализа и неорганического синтеза; строение веществ; вопросы истории химии. Они с увлечением решают задачи, особенно экспериментальные.

Учащихся третьей группы (X класс) интересуют такие вопросы, как опытное доказательство строения органических веществ, от-

носящихся к разным классам, химический анализ; современные проблемы химии и химической промышленности; роль химии в народном хозяйстве; творческое конструирование; решение более сложных химических задач, особенно с привлечением материала химической технологии, история развития важнейших химических идей; творчество великих химиков; современные химики и их научная деятельность.

В связи с этим руководителю следует помнить, что успех работы кружков и развитие у учащихся понятий и навыков, предусмотренных программами первого, второго и третьего года обучения, во многом зависят от правильного комплектования кружков. В один кружок следует включать учащихся не более чем двух смежных классов. Так, например, в кружке первого года рекомендуется заниматься с учащимися VII—VIII классов, в кружке второго года обучения — учащимися VIII—IX классов и в кружке третьего года — десятых классов. Разумеется, что и при таком разграничении необходим индивидуальный подход к каждому поступающему в химический кружок.

Чтобы удовлетворить индивидуальные запросы учащихся, занятия в химическом кружке можно проводить в следующих основных направлениях: 1) препаративной химии; 2) конструирования приборов и моделей, а также изготовления предметов учебного оборудования; 3) основ агрохимии (в сельских школах); 4) теоретических вопросов химии и 5) элементов химического анализа. Понятно, что одному учителю химии было бы трудно одновременно вести кружковые занятия по столь разнообразной тематике. Для руководства отдельными кружками (секциями) можно привлечь студентов химических специальностей, специалистов с ближайших промышленных предприятий, бывших выпускников школы. В этом случае на учителя возлагается общее методическое руководство, что, безусловно, облегчает его деятельность и сокращает затраты времени, позволяя в то же время широко и разнообразно развернуть внеклассную работу.

Если возможность привлечь извне помощников в руководстве кружковой работой отсутствует, то лучше сосредоточиться не более чем на двух направлениях.

Как уже упоминалось, кружковцам предоставляется самостоятельность в организационных вопросах. Члены кружка выбирают председателя (старосту) и секретаря, которые ведут организационную работу. Если кружков несколько, то в каждом из них выбирается свой председатель и секретарь. Старосты и секретари разных секций объединяются в совет химических кружков, который занимается организационными вопросами, касающимися всех кружков. Таким образом осуществляется самоуправление. Разумеется, что учитель направляет всю работу совета. Создание совета кружков по сути дела первый шаг на пути организации общества юных химиков в школе, о работе которого говорится в специальной главе настоящего сборника.

Члены кружка изучают теоретические, экспериментальные, производственные и другие вопросы химии, участвуют в экскурсиях на химические производства и в химических лабораториях, докладывают на заседаниях кружка о проделанной работе, обсуждают прочитанные книги и т. д. Целесообразно издание членами кружка химического журнала или периодический выпуск стенной химической газеты.

Каждый кружковец или небольшая их группа из общего плана кружка выбирает определенную тему по предложению руководителя кружка или по инициативе самих учащихся. Для сильных учащихся это будет сложная работа творческого характера, а для менее подготовленных — небольшое, простое, но достаточно интересное и полезное для их развития задание.

Руководитель разъясняет учащимся цель, содержание и методы работы, указывает литературу по выбранной теме, помогает составить индивидуальный план работы, в котором записывают, что предстоит прочитать учащимся, какие изучить теоретические вопросы, проделать экспериментальные работы, изготовить предметы оборудования, сделать доклады на занятиях химического кружка и написать статьи для журнала или газеты, выпускаемой кружком. В плане определяются и примерные сроки выполнения работы. Руководитель кружка (секции) просматривает, исправляет и утверждает планы, составленные кружковцами, и разрешает приступить к экспериментальной работе. В процессе работы эти планы могут уточняться.

Каждая проведенная юными любителями химии работа оформляется в виде записей в тетради (или в специальном лабораторном журнале). После ее осуществления должен остаться какой-либо прибор, установка, коллекция, таблица, письменный доклад, альбом и т. д.

С первых же занятий необходимо стремиться приучить членов кружка аккуратно относиться к своей работе. По окончании занятий учащиеся должны привести в порядок рабочее место, вымыть посуду, приборы с неоконченными опытами поставить на специально отведенное место. После каждого занятия дежурные члены кружка убирают лабораторию, сдают в библиотеку использованную на занятиях литературу и принимают рабочие места от каждого члена кружка.

Начинать работу кружка следует с простых заданий, постепенно усложняя технику эксперимента, увеличивая количество научной и методической литературы, предоставляя учащимся все больше и больше самостоятельности в подготовке и проведении эксперимента. Особенное внимание руководитель кружка обязан уделить освоению всеми кружковцами правил техники безопасности при работе в химической лаборатории, которые должны изучаться или повторяться (обратить особое внимание на специальные вопросы, касающиеся данной тематики) ежегодно в начале работы кружка.

Анализ несчастных случаев показывает, что, помимо недостатков в конструкции или неисправности приборов, малой эффективности защитных мер и неправильного проведения опытов, причиной несчастия может быть: 1) незнание кружковцами основных правил техники безопасности вследствие недостаточного инструктажа; 2) неправильная организация рабочего места, теснота в помещении, стесненность на рабочем месте; 3) недисциплинированность кружковцев. Основным мероприятием организационного характера по технике безопасности является разносторонний и систематический инструктаж. В этой связи всем руководителям занятий следует изучить документ «Правила по технике безопасности кабинетов химии общеобразовательных школ системы Министерства просвещения СССР», опубликованный в журнале «Химия в школе» № 2, 3 за 1973 г., и использовать его в качестве практического руководства в своей работе. Полезно показать кружковцам небольшой фильм по технике безопасности. В дальнейшем учитель, наблюдая за выполнением практических работ и замечая нарушение правил техники безопасности отдельными кружковцами, должен немедленно остановить выполнение работы и указать на ошибки, чтобы они не повторялись.

Для оказания первой медицинской помощи при несчастных случаях в химической лаборатории необходимо иметь набор медикаментов, с которыми следует познакомиться кружковцев. Лабораторию соответственно оборудуют в противопожарном отношении. Кружковцы должны уметь пользоваться огнетушителем и другими противопожарными средствами.

Изучение правил работы в лаборатории можно организовать интересно, популяризируя смысл тех или иных мер предосторожности, связанных с химическими свойствами веществ. Некоторые вопросы, например первая помощь при порезах, ожогах, отравлениях, могут быть обработаны с привлечением элементов игры, как это делается на занятиях по программе гражданской обороны. Следует всячески поощрять инициативу и изобретательность кружковцев в вопросах обеспечения техники безопасности при проведении лабораторных и демонстрационных экспериментов (разработку конструкций экранов, устранение возможности контакта несовместимых веществ в результате случайных поломок и т. п.).

В этом разделе мы не останавливаемся детально на содержании кружковых занятий — оно дифференцировано по классам и рассматривается в последующих разделах. Необходимо, однако, остановиться на общем вопросе о соотношении программного и внепрограммного материала на кружковых занятиях по химии. Связь с программой по химии может состоять в том, что на внеклассных занятиях не расширяется круг понятий, предусмотренных программой, а увеличивается лишь количество наблюдений, сообщаются дополнительные факты, способствующие формированию этих понятий. Например, в ходе демонстрационного эксперимента на уроке у учащихся формируется понятие об изменении растворимости

соединений в зависимости от температуры на примере селитры. На внеклассных занятиях, следующих по времени после этого урока, учащиеся знакомятся с растворимостью других твердых веществ. Ценность этих самостоятельных занятий повысится, если учащиеся оформят результаты своих работ в виде наглядных пособий: таблиц, графиков, диаграмм, иллюстрирующих растворимость изученных веществ. Далее, в связи с изучением той или иной темы на внеклассных занятиях у учащихся могут формироваться и новые дополнительные понятия, способствующие усвоению изучаемого в данное время программного материала. Например, на уроках учащиеся подробно изучают в теме «Галогены» только свойства хлороводорода. На внеклассных занятиях они могут экспериментально познакомиться со свойствами других галогеноводородов. Таким путем формируется новое понятие о связи свойств галогеноводородов с величиной атомных масс галогенов и их положением в подгруппе периодической таблицы. На занятиях кружка возможно изучение теоретических вопросов, которые не предусмотрены программой. Так, при изучении основ теории электролитической диссоциации можно экспериментально рассмотреть влияние электролитов и неэлектролитов на точки кипения и замерзания растворов в воде и других растворителях. Связь внеклассной работы с программой может осуществляться путем углубления пройденного на уроках материала. Например, физические и химические свойства воды экспериментально исследуют учащиеся старших классов на занятиях кружка, используя при обсуждении представления электронной теории, теории электролитической диссоциации, современные представления о строении атомов и молекул.

В некоторых случаях выполнение тех или иных практических работ неизбежно потребует хотя бы краткого ознакомления учащихся с материалом, выходящим за пределы программы или еще не пройденным учащимися на уроках. Едва ли стоит в этом случае стремиться к полному обоснованию и исчерпывающим формулировкам. Целесообразнее, чтобы учащиеся пришли к определенным выводам на основании проведенных экспериментов. Полные обобщения и доказательства учащиеся усвоят впоследствии на уроках химии, физики или биологии. Занятия в кружке облегчают в этом случае усвоение программного материала.

Учитывая интересы и подготовку учащихся, а также оборудование кабинета и отведенное для занятий время, учитель определяет общее направление работы кружка, разрабатывает программу и совместно с учащимися составляет план его работы.

Виды занятий отдельных членов кружка могут быть весьма разнообразны. Возможны занятия, на которых одни учащиеся ведут экспериментальную работу, другие готовят оборудование для эксперимента, третьи консультируются у руководителя кружка, четвертые составляют отчеты о работе или журнал кружка. Вся эта деятельность проходит, однако, в рамках единой темы, общей для всего кружка в данный отрезок времени. Разнообразие видов

работы, осуществляемой кружковцами одновременно, позволяет преодолеть ограниченность ресурсов кабинета в отношении оборудования, посуды, рабочих мест и т. д. Однако, чтобы такие занятия проходили организованно, каждый учащийся заранее знакомится с тем, что он будет делать на следующем занятии. Учащийся составляет перечень оборудования и материалов, необходимых для его будущей работы, в соответствии с которым лаборант или дежурные готовят рабочее место. Особенно тщательно должна подготавливаться экспериментальная работа. Удачно проходят и такие занятия, когда члены кружка в полном составе слушают лекцию руководителя или приглашенного специалиста, обсуждают доклады-отчеты о работах, выполненных отдельными членами кружка или группой учащихся, обсуждают план предстоящей работы кружка. Несмотря на большое значение таких занятий, расширяющих общий кругозор учащихся, привлекающих их к обсуждению деятельности как кружка в целом, так и отдельных его членов, время, отводимое на проведение этих занятий, должно быть не слишком велико (не более 25%). Таким образом, основное время кружковых занятий отводится на выполнение экспериментальных работ. Программа работы кружка может быть составлена руководителем самостоятельно или на основе программ, предложенных Министерством просвещения СССР [56] с учетом местных условий, интересов и возможностей учащихся и материально-технической базы школы.

Следует стремиться к тому, чтобы деятельность юных химиков в кружке носила общественно полезный характер и выполняемые ими работы имели практический выход. Кружковцы должны проводить химические вечера или принимать деятельное участие в их подготовке и проведении, в качестве лаборантов помогать учителям, показывать опыты на уроках химии, биологии, выступать с докладами о химии, о выдающихся химиках. Юных химиков необходимо привлекать к выполнению заданий, связанных с деятельностью других кружков: приготовление специальных растворов, составов, смесей, коллекций и выставок; подготовка докладов и т. д. Такой контакт следует поддерживать со всеми школьными кружками. Так, для спортивных кружков можно подготовить беседы «Химические материалы и спортивное оборудование»; для кружков умелых рук — коллекции металлов, сплавов, лаков, волокон и др.

Очень многое могут сделать юные любители химии для своего кабинета. К таким работам относятся, например, оборудование кабинета школы учебными наглядными пособиями (составление наборов раздаточного материала, изготовление наборов для сборки простейших приборов из стекла, составление наборов реактивов, приборов и химической посуды на каждый ученический стол по отдельным темам программы по химии, изготовление схем, макетов, таблиц по применению и получению отдельных веществ, объемных и электрифицированных моделей атомов и молекул, изготов-

ление демонстрационных приборов по отдельным темам программы). Члены кружка занимаются также изготовлением учебных диалопитивов и диафильмов, оформлением кабинета, созданием школьного уголка химии, выставки, химического музея.

Учащиеся систематически выпускают стенные газеты, издают рукописный журнал, выпускают специальный бюллетень и монтаж, ведут календарь химика, стенд или альбом новостей химической науки и промышленности, изготавливают стенды о развитии химии и химической промышленности, о применении химии в промышленности, сельском хозяйстве, в быту, а также организуют химический кружок для учащихся младших классов; готовят и проводят химические утренники, вечера, конференции, дни и недели химии, викторины, конкурсы, олимпиады, выставки, экскурсии; оказывают помощь учащимся, отстающим по предмету.

Определяя в программе (плане) круг общественно полезных заданий, не следует слишком разбрасываться, набирать большое количество дел. В то же время надо учитывать, что формы полезной деятельности кружковцев должны быть разнообразными, чтобы каждый учащийся мог найти себе дело по душе. Давая задания, необходимо проконсультировать учащегося, обсудить с ним ход выполнения той или иной работы, но не слишком ограничивая исполнителя в деталях, чтобы дать возможность каждому поработать творчески.

Большое внимание в работе кружка следует уделить пополнению, сохранению и передаче накопленного опыта. Эта задача решается, во-первых, путем выработки и поддержания определенных традиций, переходящих от старшеклассников к учащимся младших классов, привлечением старшеклассников в качестве помощников при проведении регулярных занятий и отдельных мероприятий с их младшими товарищами. К числу таких традиций можно отнести торжественные итоговые конференции и вечера, посвященные окончанию работы кружка в учебном году, совместные заседания кружков разных параллелей, отражение деятельности кружков в стенной печати, в передачах школьного радио. С большим интересом встречаются кружковцы с бывшими выпускниками школы — активными участниками химического кружка, сделавшими химию своей специальностью. Во-вторых, накопление опыта осуществляется путем тщательного оформления результатов проделанной работы и сохранения препаратов синтезированных веществ, оформленных в виде коллекций, сконструированных приборов, моделей производств и т. п. Все эти материалы могут составить постоянно действующую экспозицию химического музея, а при его отсутствии — храниться в специально отведенном месте в пригодном для показа состоянии, с указанием автора работы и времени ее выполнения.

Учащихся увлекает поиск в литературе и обработка новых, чаще всего демонстрационных опытов по химии. Такая «копилка опытов» непрерывно пополняется как за счет отыскания новых

опытов, так и за счет их небольшого видоизменения, направленного на улучшение демонстрационного эффекта, замену дефицитных материалов и т. д.

Химический кружок, объединяющий учащихся, добровольно ведущих внеклассную работу по предмету, способствует закреплению, расширению и углублению знаний учащихся по химии. Кружковые занятия развивают умение самостоятельно работать с литературой и экспериментировать, воспитывают дисциплинированность, настойчивость в работе, наблюдательность, точность, аккуратность, развивают чувство взаимопомощи и коллективизм.

Б. С. КЛЕЙНЕР

КРУЖОК ПЕРВОГО ГОДА ОБУЧЕНИЯ (КРУЖОК ЮНЫХ ЛАБОРАНТОВ-ХИМИКОВ)

Учащиеся первого года обучения только приступают к изучению химии. Многих из них часто привлекают в ней химические реакции, протекающие эффектно, опыты занимательного характера, очистка веществ, выращивание кристаллов, коллекционирование веществ путем их собирания и в меньшей степени получение. Этот первоначальный интерес следует использовать как стимул для углубленного изучения курса химии. Таким образом, занимательность не должна быть самоцелью, она должна входить в содержание занятий как элемент, поддерживающий первоначальный интерес учащихся к химии.

Познавательные интересы учащихся имеют различную направленность (теоретические вопросы химии, эксперимент, конструирование приборов и моделей, работы оформительского характера и т. д.). Поэтому работу кружка первого года целесообразно разделить на несколько секций, состав которых не обязательно должен быть строго постоянным: истории химии, препаративной химии, конструирования, бытовой химии, а также оформительская группа. Все эти секции работают по единому плану кружка, результаты работы одной секции должны использоваться другими секциями. В состав кружка может входить и секция юных лаборантов-химиков, о работе которой будет рассказано подробнее. Независимо от того, в какой секции будет в дальнейшем работать тот или иной учащийся, каждый из них должен быть ознакомлен с правилами техники безопасности при работе в химической лаборатории и с элементами техники лабораторных работ, на изучение которых следует отвести около 12 ч. Эти часы распределяют между темами следующим образом: 1) химические реактивы и дисциплинированная вода — 2 ч; 2) химическая посуда, ее мытье и сушка — 2 ч; 3) нагревательные приборы, работа с пробками и стеклянными трубками — 4 ч; 4) весы и взвешивание — 2 ч; 5) растворы,

приготовление растворов определенной процентной концентрации — 2 ч. Далее в каждой секции содержание работы определяется выбранным направлением. В секции истории химии изучают биографии ученых в связи с их научной деятельностью, воспроизводят опыты, относящиеся к истории науки, решают задачи с историческим содержанием. Учащиеся, работающие в секции препаративной химии, получают вещества, выделяют их из смесей, выращивают кристаллы, рассматривают их под микроскопом, выполняют простейшие аналитические операции с целью установления качественного состава полученных веществ. В секции технического конструирования учащиеся приобретают навыки конструирования химического оборудования, работы с различными материалами. Члены оформительской секции привлекаются для изготовления таблиц, диаграмм, стендов, альбомов, коллекций, подготовки выставок, художественно-оформительских работ в связи с массовыми мероприятиями по химии. Эти учащиеся, как и другие участники работы химического кружка, проявляют повышенный интерес к химии, однако обнаруживают его иным образом. Они, например, с увлечением делают иллюстрации к прочитанным книгам по химии или к докладам, зачитываемым на уроках, занятиях кружка, конференциях. Им принадлежит активная роль при подготовке химических стенгазет, выпуске ученических журналов и т. д.

Остановимся более детально на работе секции юных лаборантов-химиков, которую в дальнейшем будем называть просто кружком, поскольку не будут раскрываться ее связи с другими секциями. Предлагаемая программа рассчитана на учащихся VII—VIII классов. Учащихся, подготовленных в этом кружке, можно будет в дальнейшем привлечь в качестве помощников лаборанта. В процессе занятий кружковцы должны основательно изучить оборудование растворов, очистки веществ, познакомиться на практике с основами стеклодувного дела и научиться конструировать простейшие приборы. Предлагаемый вариант программы велик по объему (около 60 ч). Причем очерченный в ней круг вопросов даже и при таком напряженном режиме занятий можно охватить с некоторым трудом. Поэтому его следует рассматривать лишь как основу для составления конкретного плана, с учетом материальных возможностей школы, степени подготовленности, интересов, знаний и навыков учащихся. На теоретическую часть отводится в начале занятия 20—25 мин, в виде беседы-лекции преподавателя или сообщений учащихся, подготовленных к выступлению заранее. Усвоение теоретического и практического материала проверяется во время выполнения учащимися практических работ.

Практические работы учащиеся выполняют индивидуально, а в некоторых случаях небольшими звеньями (по 2—3 человека), в зависимости от трудности и длительности работы, оснащенности лаборатории и др. Описание отдельных работ можно найти в по-

собиях, список которых приведен в библиографии [8, 15, 16, 26, 28]. Большое количество опытов по каждой теме даст руководителю кружка возможность, во-первых, выбрать те из них, которые соответствуют оснащенности лаборатории, во-вторых, позволит варьировать задания членам кружка. Для наиболее подготовленных учащихся могут быть предложены работы исследовательского характера, требующие от исполнителей привлечения дополнительной литературы, более совершенных навыков эксперимента. Целесообразно организовать защиту таких работ на занятиях кружка, конференциях, через стенную печать.

На вводном занятии обсуждают организационные вопросы, распределяют обязанности кружковцев, закрепляют рабочие места в лаборатории (кабинете). В беседе освещают следующие вопросы: роль химии как научной основы химической промышленности, развитие химии в нашей стране. При наличии соответствующего материала рассказывают о химических производствах края, о перспективах работы в области химии. Значительную часть беседы учитель отводит правилам работы в химической лаборатории и вопросам техники безопасности. Рассказывает о работе лаборанта-химика. Затем знакомит учащихся с химической лабораторией.

Второе и третье занятия посвящают знакомству с лабораторной техникой. Учащимся показывают порядок хранения материалов, реактивов и посуды. Кружковцев знакомят со штативами и отдельными видами стеклянной посуды, сообщают о назначении химических стаканов, колб, пробирок. Затем они собирают простейший прибор для нагревания жидкости и осваивают работу с газовой горелкой или спиртовкой. Им показывают также электронагревательные приборы.

Четвертое — седьмое занятия посвящаются работе со стеклом. В беседе учитель отмечает свойства стекла, его сорта. Учащиеся рассматривают, устройство стеклодувной горелки и строение ее пламени, осваивают технику нагрева стекла, растягивание, сгибание стеклянных трубок, резку трубок, сплавливание концов, работу с пробками. Занятие заканчивается сборкой несложного прибора по чертежу. Некоторые учащиеся практикуются в сверлении стекла. На заключительных занятиях по этой теме собранные приборы используют для получения кислорода и углекислого газа, испытывают свойства этих газов. Группа учащихся решает задачу исследовательского характера: с помощью учителя конструируют и проверяют в действии предохранитель для защиты реакционной колбы или цилиндра от засасывания в них холодной воды из газосборника. Собранные на занятии кружка приборы могут быть использованы на уроках химии. В порядке общественно полезной работы учащиеся изготавливают этикетки на склянки для реактивов, делают пипетки и капельницы, стеклянные шпатели из стеклянных палочек, наборы газоотводных трубок, промывалок для газов и др.

Тема восьмого — десятого занятий «Способы получения чистых веществ». Теоретический материал включает следующие вопросы:

химические соединения и смеси; разделение и очистка веществ; влияние примесей на физические свойства веществ; важнейшие физические константы вещества; разделение и очистка твердых веществ, фильтрование, отстаивание, перекристаллизация; понятие о флотации; экстракция из растворов; очистка и сушка газов. В ходе занятий учащиеся выполняют следующие практические работы: определение степени загрязненности поваренной соли, перекристаллизация медного купороса, железного купороса, дихромата калия, возгонка йода, нафталина, бензойной кислоты (последний опыт может быть красиво оформлен в виде «зимнего сада»), экстракция йода органическими растворителями, определение констант (точка плавления, кипения) вещества. В качестве работ исследовательского характера можно провести определение содержания углекислого газа в воздухе (в дутном помещении и после проветривания), определение загрязненности дождевой воды или снега в городе и в сельской местности, сравнение загрязненности речной, колодезной и водопроводной воды. Учащиеся изготавливают наборы кристаллических веществ, конструируют дистиллятор, оформляют стенд «Путь воды» (об очистке питьевой воды). Проводится массовое мероприятие — читательская конференция по книге [78].

Следующие четыре занятия отводят на изучение растворов. В беседе учителя и сообщениях учащихся дается понятие «раствор», сопоставление его со смесями и химическими соединениями, рассматривается способ выражения концентрации растворов в процентах и др. Учащиеся на практике изучают различные типы весов и правила взвешивания. Они знакомятся с мерной посудой. Следует обратить внимание учащихся на то, что успех или неуспех многих химических опытов зависит от точности приготовления растворов определенной концентрации. В ходе практических работ учащиеся готовят растворы заданной концентрации, пользуясь для этого чистым растворителем, веществом, предназначенным для растворения, а также растворами различных концентраций. Затем рассматривают способы решения вычислительных задач на концентрации растворов. Учащимся можно предложить приготовить колориметрическую шкалу для окрашенных растворов (солей меди, кобальта, никеля, хроматов, дихроматов, перманганатов калия или натрия). В этой же теме они знакомятся с кристаллами и выращивают кристаллы из насыщенных растворов медного купороса, железного купороса, дихромата калия, алюмокалиевых квасцов и др. Проводят исследовательскую работу — ставят серию опытов по влиянию температуры на растворимость твердых веществ. Результаты оформляют в виде кривых растворимости. Для школьного кабинета кружковцы оформляют в большом масштабе графики растворимости неорганических солей и выставку выращенных кристаллов.

Следующая тема — «Лабораторные способы получения неорганических веществ». На эту тему отводится десять занятий. Учащиеся повторяют в несколько расширенном варианте пройденные на

уроках теоретические разделы: «Физические и химические явления», «Атомно-молекулярное учение», «Типы химических реакций (разложения, соединения, замещения, обмена)». Получают первоначальные сведения об окислительно-восстановительных реакциях; рассматривают классификацию неорганических веществ и связи между соединениями различных классов. По каждому значительному вопросу данной темы полезно предложить учащимся сделать сообщения и проиллюстрировать их подготовленными на предыдущих занятиях опытами. Сообщения должны быть краткими (не более 15 мин), четкими и по возможности иллюстрированными рисунками, выполненными в большом масштабе или проектируемыми на экран. В практическую часть включают получение кислорода различными способами, сжигание в кислороде различных веществ, получение водорода действием металлов на кислоту, электролиз воды, синтез воды, взаимодействие металлов (алюминия, цинка) с серой и йодом, восстановление водородом и углем меди, свинца, железа из оксидов. Проводят также опыты: получение железа алюмотермическим методом, получение оксидов меди, магния, кальция, получение гидроксидов меди, железа, алюминия, вытеснение металлов друг другом из растворов солей, приготовление поташа из золы и едкого кали из поташа, приготовление едкого натра из соды, приготовление иодида и хромата свинца, получение минеральных красок. Как работа исследовательского характера может быть предложено изучение влияния катализатора на скорость разложения исходного вещества при получении кислорода.

Для школьного кабинета кружковцы готовят коллекции простых веществ, оксидов, оснований, кислот, солей и проводят химический вечер на одну из следующих тем: «Химия вокруг нас», «Загадки огня», «Воздух и вода — химическое сырье», «Типы химических реакций».

На последующих занятиях готовят вспомогательные материалы для химического кабинета, на них учащиеся знакомятся с индикаторами и их взаимодействием с кислотами и щелочами. В качестве исследовательской работы изучают индикаторные свойства сока плодов и овощей. Для кабинета химии готовится красочная таблица «Действие кислот и щелочей на индикаторы». Кружковцы знакомятся также со способами приготовления клеев, замазок для дерева, бумаги, керамики, пластмассы, получают некоторые сведения о бытовой химии (выведение пятен, удаление накипи и др.).

Два-три занятия отводят на непосредственное ознакомление кружковцев с обязанностями лаборанта в кабинете химии, на которых занимаются следующими вопросами: подготовка раздаточного материала, подготовка демонстрационного стола к уроку, пользование проекционной аппаратурой и др. При наличии времени можно предложить учащимся подготовить раздаточный материал по темам «Минералы и горные породы», «Металлы и сплавы», «Минеральные удобрения», «Пластмассы, волокна, виды топлива» и др. Проводится конкурс на лучшую ученическую коллекцию по

химии. Учащиеся следует привлечь к ремонту наглядных пособий в кабинете химии.

Заключительное занятие кружка посвящают подведению итогов его работы за год. На занятие приглашают учащихся, родителей, учителей. Участники кружка отчитываются о своей работе в кружке. Учитель отмечает лучшие работы, рассказывает о перспективах дальнейшей работы учащихся в химических кружках. Учащиеся знакомят со списком дополнительной литературы, рекомендуемой для чтения во время каникул, и предлагают задания на летний период.

Примерный тематический план работы секции (кружка) юных лаборантов-химиков следующий:

№ п/п	Тема	Число часов	№ п/п	Тема	Число часов
1.	Вводное занятие	2	5.	Приготовление растворов	8
2.	Знакомство с лабораторной техникой	4	6.	Способы получения неорганических веществ	20
3.	Стеклодувные работы, изготовление самодельных приборов	8	7.	Обязанности лаборанта-химика	6
4.	Способы получения чистых веществ	6	8.	Заклучительное занятие	2

А. М. НЕЙМАРК; С. Я. БАЕВ

КРУЖОК АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ МИНЕРАЛОГИИ

Программа кружка аналитической химии с элементами минералогии рассчитана преимущественно на учащихся IX класса. В предшествующие годы на кружковых занятиях по химии учащиеся, проявившие интерес к этому предмету, изучают основы лабораторной техники. Это открывает возможность в дальнейшем приступить в химическом кружке к изучению качественного состава тех объектов, которые по тем или иным причинам интересуют их в большей мере. Опыт показывает, что условия для работы кружка аналитической химии с элементами минералогии могут быть обеспечены в любой школе, так как в твердофазном методе анализа требуются ничтожные количества реактивов, а необходимое несложное оборудование всегда имеется (фарфоровые ступки с пестиками, фарфоровые тигли и пр.).

Многие учащиеся интересуются минералами. Объясняется это привлекательностью и разнообразием их внешнего вида, сведениями о химическом составе минералов, полученными учащимися при изучении природоведения и химии, информацией об увлекательности и важности для развития экономики нашей страны геоло-

гической разведки. Учащиеся смотрят кинофильмы, читают интересные сообщения и рассказы на эту тему. У них возникает желание самим включиться в работу. Очень часто они начинают собирать минералы раньше, чем приступают к изучению химии.

В процессе изучения курса химии учащиеся знакомятся с химическими элементами и получают при этом некоторые сведения о минералах и горных породах, узнают, что многие полезные ископаемые служат источниками сырья и энергии. Естественно, что у них возникают вопросы: каков состав Земли? Имеется ли закономерность в распределении химических элементов в земной коре? Как образовались минералы и горные породы? Школьные программы этого материала не содержат. Однако известно, что изучение минералов и горных пород, их состава и свойств, расширяет кругозор учащихся, конкретизирует представление о химических процессах, протекающих в земной коре, развивает интерес к химической науке, способствует сознательному выбору будущей профессии.

Кружок охватывает обычно около 15 человек. Однако вовлекаются и другие учащиеся, так как его занятиям сопутствуют различные виды внеклассной работы: экскурсии в природу, в музеи и на производства, школьные химические вечера и др.

Желательно, чтобы члены кружка исследовали минералы своего края, своей области. Использование краеведческого материала развивает у учащихся интерес к химии, воспитывает любовь к труду, наблюдательность и инициативу. Учащиеся знакомятся с историей и природой своей местности, экономикой родного края. Однако это не означает, что учащиеся не должны изучать минералы, которые не встречаются в данной местности. Горные породы и минералы можно взять из коллекций или их могут прислать из других районов нашей страны общественные организации предприятий, осуществляющих их добычу. Особенно большую помощь в этом оказывают юные химики школ, расположенных на территории добычи минералов.

План занятий кружка составляется с учетом всех обстоятельств, которые могут оказать влияние на учебный процесс. В плане записывают темы занятий с указанием календарных сроков, экскурсии в музеи и в природу.

Кружок может быть организован для учащихся, которые изучают факультативный курс «Основы химического анализа» и интересуются твердофазным методом анализа. В этом случае нет необходимости включать в план кружка аналитическую классификацию катионов и анионов. Если кружок организован из учащихся, не изучавших качественный анализ, то их необходимо познакомить с принципами жидкофазного качественного анализа, с кислотно-щелочной классификацией катионов и особенно обстоятельно — о твердофазным методом качественного анализа. Последовательность изучения обнаруживаемых химических элементов по твердофазному методу анализа минералов должна определяться курсом

химии. При отборе реакций обнаружения следует стремиться к раскрытию химизма процессов.

Целесообразно при составлении плана учесть возможность проведения экскурсий к месторождениям минералов, если они имеются поблизости. Соответственно надо предусмотреть и сроки изучения этих минералов по плану.

Предлагаемый ниже тематический план может быть положен в основу планирования работы кружка. Это подтверждается опытом кружковой работы, проводившейся в разных климатических и природных условиях (в Москве и в Карачаево-Черкесской автономной области Ставропольского края). Учен также опыт кружковой работы по анализу минералов, проводившейся в Петрозаводске Карельской АССР [61].

На каждое занятие отводится по два учебных часа. Порядок прохождения тем следующий:

1. Состав земной коры. Происхождение минералов и горных пород.

2. Классификация минералов по химическому составу и определению их физических свойств.

3. Методы анализа минералов. Понятие об аналитических реакциях. Химические методы качественного анализа. Селективность реагентов и чувствительность реакций.

4. Жидкофазные методы качественного анализа. Групповые реагенты и аналитические группы ионов. Кислотно-щелочная классификация катионов и связь ее с периодической системой химических элементов Д. И. Менделеева.

5—6. Твердофазный метод качественного анализа. Условия проведения реакций между твердыми веществами. Методы разложения минералов.

7. Минералы бериллия и обнаружение бериллия в берилле или хризоберилле.

8. Минералы и руды алюминия и обнаружение алюминия в боксите.

9. Минералы и руды хрома. Обнаружение хрома в хромите.

10. Минералы и руды марганца. Обнаружение марганца в природном пиролюзите или в манганите.

11—12. Минералы и руды железа. Обнаружение железа (II) в сидерите и железа (III) в гематите.

13—14. Минералы и руды меди. Обнаружение меди в халькопирите.

15—16. Минералы и руды свинца и цинка. Обнаружение свинца в палените и цинка в сфалерите.

В этом плане юные минералы могут быть заменены другими, например, вместо минералов бериллия можно интересно поставить работу с широко распространенными в природе минералами кальция.

В процессе работы кружка школа обогащается коллекциями минералов и горных пород, главным образом местных, таблицами

и другими наглядными пособиями. Большой интерес представляют также фотографии и отчеты учащихся. В отдельных случаях работа может осуществляться по индивидуальным заданиям. На основе собранного материала создается музей или витрина.

Первый час каждого занятия учитель использует для беседы или рассказа по изучаемой теме. Привлекается при этом материал исторического характера, что позволяет в известной мере показать учащимся развитие науки. Обращается внимание на практическое использование изучаемых минералов и элементов, которые из них получают. Эта часть занятия не должна носить только теоретический характер. Учащиеся рассматривают образцы минералов и горных пород, им демонстрируют опыты, некоторые опыты они выполняют самостоятельно. По отдельным вопросам учащиеся делают краткие сообщения. Материал для этих сообщений можно взять из научно-популярных книг.

Второй час занятий используют для выполнения практической работы. При этом сначала учащиеся работают не с минералами, а с хорошо растворимыми солями (нитратами, хлоридами или сульфатами), содержащими изучаемый химический элемент. Затем учащиеся разрешают приступить к анализу минерала с соответствующим элементом. Такой порядок работы должен быть принят при изучении реакций обнаружения каждого химического элемента в минералах.

Материал излагают доступно, по возможности без использования специальной терминологии и сложных формул минералов и реагентов. Следует стремиться к наиболее полному раскрытию химизма протекающих реакций.

Учащиеся в процессе работы записывают наблюдения, химические уравнения реакций, условия их протекания и т. д.

При проведении первого занятия «Состав земной коры. Происхождение минералов и горных пород» учащиеся получают сведения о минералах как природных телах, достаточно однородных по химическому составу и физическим свойствам и входящих в состав горных пород, руд и других минеральных тел. Им дается понятие также о рудных и нерудных минералах. Это является особенно важным в связи с содержанием работы учащихся в рассматриваемом кружке. Некоторое внимание уделяется вопросам генезиса минералов и горных пород.

Учащимся можно порекомендовать книгу М. М. Судова [69], особенно следующие разделы: «Роль геологии в развитии народного хозяйства в прогрессе человеческого общества», «Основные гипотезы о происхождении Земли», «Общая характеристика и вещественный состав Земли», «Понятие о полезных ископаемых». Полезно также познакомить учащихся хотя бы с одной из научно-популярных книг А. Е. Ферсмана [73—77].

Первое занятие лучше проводить в минералогическом музее или в минералогическом отделе краеведческого музея, в крайнем случае в школе, с использованием коллекций минералов и горных

поряд или в школьном краеведческом музее. В Москве можно организовать экскурсию в Минералогический музей АН СССР им. А. Е. Ферсмана, где учащиеся знакомятся с различными образцами минералов и горных пород, а также с метеоритами и уникальными предметами из минералов, изготовленными искусными мастерами.

Второе занятие «Классификация минералов по химическому составу и определение основных физических свойств минералов» проводят в школе. Учебным пособием для учащихся служит раздел в книге М. М. Судо «Основные порообразующие минералы». В качестве наглядного пособия используют коллекцию минералов и горных пород для курса химии средней школы, в которой представлен 31 образец минералов и пять образцов горных пород. Классификация здесь дана по химическому составу, указаны химические формулы минералов. Для средней школы существует еще коллекция из 59 образцов минералов и 40 образцов горных пород. Эта коллекция предназначена для природоведения и географии, и химические формулы минералов в ней не указаны. Восполнить этот пробел можно, например, по книге Е. К. Лазаренко «Курс минералогии» [40] или по другим руководствам по минералогии. Учащихся следует познакомить со следующими физическими свойствами минералов: с формой кристаллов, если минерал имеет кристаллическое строение, со спайностью и твердостью, с цветом минералов и цветом черты на фарфоровой пластине, с характером блеска. Эти свойства используют для определения минералов, и учащимся надо дать и теоретические, и практические навыки этой работы.

Морфология минералов

Многие минералы имеют кристаллическое строение, существуют основанные на этом определители минералов. Учащимся предлагают познакомиться с коллекцией минералов и ответить на вопрос: «У каких минералов кристаллы с четкими гранями?»

Они легко приходят к заключению, что природные минералы встречаются обычно в виде неправильных зерен, не имеющих кристаллических граней. Минералы имеют чаще всего внутреннее кристаллическое строение. Неизменно у учащихся вызывают интерес вопросы: какова причина образования кристаллов? Почему крупные кристаллы минералов встречаются редко? Тем, кто особенно заинтересуется кристаллами, можно рекомендовать книги Ч. Бани [7], Ю. В. Ходакова [84] и др. и предложить на одном из занятий сделать краткие сообщения.

На данном занятии следует использовать имеющиеся в школе образцы минералов, а также использовать для демонстрации цветные иллюстрации из книг А. Е. Ферсмана.

Внимание учащихся обращают на форму кристаллов (вытянутые в одном, двух и трех направлениях), на сростки кристаллов (агрегаты). Полезно составить силами учащихся таблицу «Кристаллические системы и формы кристаллов».

Физические свойства минералов

Спайность минералов — это свойство минералов раскалываться при ударе или расщепляться по определенным направлениям с образованием более или менее зеркально гладкой поверхности на плоскостях раскола. Это свойство имеет тесную связь с кристаллическим строением, и поэтому мы считаем необходимым изучать его после знакомства учащихся с формой кристаллов. В качестве примеров минералов с наиболее выраженной спайностью обычно называют слюду и графит, которые легко расщепляются на тонкие листочки. При ударе галит (поваренная соль) и галенит дробятся, но сохраняют правильную кубическую форму образовавшихся частиц. Следует обратить внимание учащихся на шпаты полевой, плавиковый и исландский. Они также обладают хорошей спайностью, отсюда и произошло их название (*spathe* от греч. «пластинка»).

Твердость и плотность минералов. Твердость является одним из свойств для определения минералов. Учащиеся знакомятся на этом занятии со шкалой твердости Мооса, представленной девятью минералами. Набор минералов «Шкала твердости» содержит минералы с твердостью от 1 до 9. Работа с этим набором очень проста, но не дает большой точности.

Целесообразно поставить перед учащимися вопрос: «В чем причина различной твердости минералов, как зависит она от их состава?» С точки зрения школьного курса химии достаточно связать твердость с типом кристаллической структуры (например, графита и алмаза), с величиной заряда ионов и расстояниями между ионами для данного типа соединений [12, 84].

Большое значение для определения минералов имеет их плотность. Она колеблется в широких пределах (от 1 до 23) и зависит от атомной массы элемента, от величины ионного радиуса, координационного числа и от других данных, определяющих химический состав и структуру минерала.

Ориентировочное определение плотности минералов, а именно оно наиболее важно в работе кружковцев, может быть произведено визуально сравнением (низкая, средняя и высокая плотность), более точно плотность можно определить методами, используемыми для определения плотности твердых тел (например, взвешиванием кусочка минерала и измерением объема вытесненной им воды). Большинство минералов имеют плотность сравнительно небольшую (от 2 до 4).

Цвет минералов и цвет черты, оставляемой минералом на фарфоровой пластинке (фарфоровые пластинки можно изготовить из осколков, сняв с их поверхности глазурь напильником или наждачной бумагой). Учащимся известно, что минералы обладают различным цветом. Однако необходимо выяснить, является ли этот цвет постоянным и характерным для данного минерала, т. е. может ли он служить признаком для определения минералов. Для выяснения

этого надо иметь несколько образцов одного и того же минерала. Минералы с постоянной окраской называют цветными. Примеры цветных минералов: киноварь (красный цвет), малахит (зеленый цвет). Рубины всегда красного цвета (от лат. «рубер» — красный), хризоберилл золотистого цвета (от греч. «хризос» — золото) и т. д. Характерный латунно-желтый цвет имеет халькопирит.

Минералы, цвет которых изменяется в зависимости от содержания примесей, называют окрашенными. Так, например, имеют разнообразную окраску разновидности кварца: жильный кварц (белый, дымчатый, прозрачный), горный хрусталь бесцветен, аметист фиолетового цвета.

Характерным признаком служит цвет черты, оставляемой минералом на фарфоровой пластинке. Цвет черты не всегда соответствует цвету минерала. Так, например, черный гематит оставляет красную черту, а латунно-желтый халькопирит — черную с зеленоватым оттенком.

Минералы с твердостью выше 6,5 не оставляют черты на фарфоре, так как твердость фарфора 6—6,5.

Блеск минералов. Минералы могут иметь металлический блеск, например пирит, галенит. Такие минералы непрозрачны. Минералы с неметаллическим блеском имеют различную степень прозрачности. Различают у них блеск стеклянный (кварц, гипс), шелковистый (асбест), жирный (сера, графит), перламутровый (слода) и алмазный (алмаз). Таким образом, учащиеся приобретают достаточные умения, навыки и знания, необходимые для ориентировочного определения минералов с использованием определителя.

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИНЕРАЛОВ И ТЕХНИКА ЕГО ПРОВЕДЕНИЯ

Проверить определение учащиеся смогут путем обнаружения одного из основных химических элементов минерала. Отсюда возникает необходимость анализа минералов, на который целесообразно выделить 8 ч, т. е. четыре занятия. На первом занятии рассматривают основные методы анализа минералов, раскрывают физические методы анализа, их результативность и указывают перспективы их развития.

Главная особенность анализа минералов состоит в том, что обнаруживаемому элементу обычно сопутствует большое число других и они могут мешать обнаружению. Наряду с этим элемент может содержаться в незначительном количестве. Поэтому его необходимо предварительно отделить и концентрировать. Следует учесть, что перевод минерала в раствор тоже не всегда легко осуществимо.

На одном из занятий необходимо дать учащимся понятие об аналитической реакции и представить классификацию химических методов качественного анализа. В указанных пособиях рассматривается вопрос о селективности реагентов. Добавить следует лишь используемый геологами метод качественного анализа минералов на угле с помощью паяльной трубки, приводящий к получе-

нию корольков металлов. Этот метод применительно к средней школе с описанием изготовления самодельной паяльной трубки изложен в книгах.

Большое значение при анализе минералов приобретает вопрос о чувствительности реакции, т. е. наименьшем количестве вещества, которое может быть обнаружено данной реакцией или количественно определено при используемом методе анализа. Чувствительность реакции характеризуют количественно двумя взаимно связанными величинами — открываемым минимумом и предельным разбавлением. Открываемый минимум выражают в микрограммах, а предельное разбавление — количественным отношением части обнаруживаемого соединения или иона к массе растворителя. В качественном анализе используют реакции, открываемый минимум которых не выше 50 мкг, а минимальная концентрация ниже, чем 1:1000. В связи с этим возникает вопрос: можно ли повысить чувствительность реакции? Это занятие эффективно и вызовет интерес у учащихся в том случае, если оно будет достаточно насыщено экспериментом.

Следующее занятие отводится ознакомлению учащихся с жидкофазными методами качественного анализа. Естественно, что за время одного занятия можно дать лишь принципы аналитической классификации катионов и анионов, не уделяя особого внимания частным реакциям.

После того как учащиеся по учебному пособию [19] получили понятие о групповом реагенте, следует поставить вопрос: «Растворы каких веществ могут быть использованы в качестве групповых реагентов?» На базе этого далее можно обосновать сульфидную и бессероводородную классификации катионов. Наиболее пригодна в условиях средней школы (и надо обосновать это) кислотно-щелочная классификация. Далее надо показать, что каждая классификация имеет связь с периодической системой химических элементов Д. И. Менделеева. По учебному пособию следует рассмотреть классификацию анионов, подчеркнув при этом, что один и тот же химический элемент, относящийся к неметаллам, входит в состав разных анионов, характеризующихся различными свойствами. Поэтому в данном случае не следует искать связь классификации анионов с положением входящих в них элементов в периодической системе.

На следующих двух занятиях учащиеся изучают твердофазный метод качественного анализа. Пятое занятие начинают с обсуждения принципиальной возможности химического взаимодействия твердых веществ. При изложении истории вопроса отмечают работы М. В. Ломоносова, Д. И. Менделеева и более подробно останавливаются на работах Ф. М. Флавицкого, который предложил (1901) использовать реакции между твердыми веществами для анализа и первую карманную лабораторию. Далее указывают, что наиболее интенсивная разработка твердофазного метода качественного анализа велась в советское время. П. М. Исаков предложил ряд новых

твердофазных качественных реакций для обнаружения катионов и анионов, разработал методы разложения анализируемых минералов, предложил конструкцию полевой походной химической лаборатории и написал руководство для выполнения качественного анализа минералов твердофазным методом. Стали появляться работы, посвященные теоретическим вопросам твердофазных реакций. П. И. Воскресенский разработал смеси аммонийных солей для наиболее эффективного разложения минералов, предложил новые качественные реакции для обнаружения некоторых химических элементов, разработал более совершенные конструкции походных лабораторий и написал монографию по твердофазному методу качественного анализа.

Анализировать минералы гораздо труднее, чем соли. Во многих случаях необходимо перевести обнаруживаемый химический элемент в реакционноспособное состояние. Только тогда удастся его обнаружить с использованием соответствующего реагента. Встает также задача повышения чувствительности и селективности реакций.

Условия проведения реакций между твердыми веществами и техника их выполнения описаны в пособии для учащихся [18]. Этот материал легко усваивается учащимися и не нуждается в каких-либо изменениях или дополнении. Необходимо тщательно проработать с учащимися по пособию [19] параграф «Техника безопасности в химических лабораториях», а также обратить внимание на правила техники безопасности при выполнении реакций между твердыми веществами. После этого можно приступить к практическим работам по проведению твердофазных реакций.

Следует проделать реакции, которые идут как в растворах, так и между твердыми веществами, например между сульфатом меди (II) и иодидом калия. Выделившийся при этом свободный иод можно обнаружить с помощью раствора крахмала, а при выполнении реакции между твердыми веществами выделить сублимацией при нагревании и распознать по цвету паров.

Известны реакции, протекающие при обычной температуре только между твердыми веществами. В качестве примера можно провести реакцию хромата калия с карбонатом свинца. Таким образом, при взаимодействии твердых веществ их растворимость в воде, степень диссоциации не имеют существенного значения. Способность твердых веществ вступать в химическую реакцию определяется прочностью химической связи ионов в решетке кристалла или внутримолекулярной связью атомов.

Минералы бериллия и обнаружение в них бериллия

Первый час занятий используют на ознакомление учащихся с историей открытия бериллия и его народнохозяйственным значением, с распространением бериллия в природе. Занятие проводят в форме беседы или кратких сообщений учащихся. Для подготовки

можно использовать научно-популярные книги, журнал «Химия и жизнь» и др.

Беседа проводится по следующему плану: 1) из истории открытия бериллия; 2) народнохозяйственное значение бериллия; 3) распространение бериллия в природе; 4) минералы бериллия: берилл, фенакит, берtrandит, хризоберилл; 5) важнейшие для промышленности типы бериллиевых месторождений, связанные с: а) гранитными пегматитами, грейзенами и кварцевыми жилами; в) флюоритосодержащими породами, расположенными вблизи границы гранитов.

Бериллий является типичным редким элементом земной коры. Подсчитано, что на территории нашей страны в среднем каждая тонна горной породы, слагающей земную кору, содержит несколько граммов бериллия. В различных породах среднее содержание бериллия колеблется в общем незначительно. В настоящее время известно более 30 бериллиевых минералов, но промышленное значение имеют только некоторые. В беседе следует остановиться на описании главных минералов бериллия: берилла, фенакита, берtrandита, хризоберилла — с указанием наиболее характерных признаков, позволяющих их отличить. Содержание материала имеется в учебниках минералогии [40].

Для обнаружения бериллия используются аналитические реакции с органическими реагентами (хинализарин, бериллон-2, морин и др.). Наиболее доступным из этих реагентов является хинализарин. Реакцию обнаружения бериллия в минералах выполняют с помощью хинализарина. Реакцию выполняют с любым минералом бериллия без его разложения. Оно необходимо лишь в том случае, когда минерал имеет темную окраску. Следует также учесть, что хинализарин с ионами магния образует комплексное соединение, окрашенное тоже в синий цвет, небольшое отличие проявляется в оттенках. Поэтому для устранения мешающего влияния ионов магния перед внесением хинализарина добавляют дигидрофосфат аммония.

Реакцию проводят следующим образом: минерал, исследуемый на бериллий, растирают в порошок, добавляют равное количество твердого гидроксида натрия. Смесь вновь растирают, добавляют дигидрофосфат аммония в количестве, равном реакционной массе, и немного хинализарина в виде 0,05—1%-ной смеси с очищенным кварцевым песком¹. При растирании массы [появляется синяя окраска, усиливающаяся при добавлении 1—2 капель воды.

¹ Для очистки мелкий белый речной песок смешивают с хлоридом аммония, взятым в количестве около 5% от массы песка, и хорошо прокалывают. Остывший песок тщательно промывают дистиллированной водой и вновь прокалывают.

С алюминием и его соединениями учащиеся знакомятся в IX классе при изучении курса неорганической химии. Поэтому тема этого занятия является естественным продолжением курса химии и должна быть согласована с ним и по времени ее прохождения.

Учащимся известно, что алюминий — третий по распространенности элемент в земной коре, а как металл он стоит на первом месте, составляя 8,8% от массы земной коры. Они изучали строение атома алюминия, его химическую активность, свойства и применения алюминия, некоторые его соединения. Раздел учебника «Алюминий в природе» содержит краткие сведения о природных соединениях этого элемента, именно этот материал следует теперь расширить.

С учащимися обсуждают следующие вопросы: 1) когда и как был получен алюминий в свободном виде; 2) минералы алюминия и в какой последовательности следует вести их изучение; 3) какие руды алюминия являются наиболее важными; 4) какие реакции используют для обнаружения алюминия. Этими вопросами определяется и тематика сообщений, которые должны быть сделаны учащимися в первый час занятия.

Для подготовки первого сообщения учащимся можно рекомендовать научно-популярные издания [47, 54, 71].

При обсуждении этого материала ставят вопрос: «Почему алюминий не удавалось получить из оксида, в то время как опыты получения этого металла из безводных галогенидов дали успешные результаты?»

В ходе первого сообщения учащиеся демонстрируют вещества, которые были использованы первооткрывателями алюминия, алюмокалиевые квасцы, оксид алюминия, криолит, схемы опытов и пр.

Для подготовки второго сообщения учащимся рекомендуют прочитать раздел «Алюминий — металл XX века» в книге А. Е. Ферсмана [75], могут быть использованы также учебники минералогии. Заранее составляют тематическую коллекцию минералов алюминия для демонстрации, указывают химическую формулу каждого минерала, сообщают данные о количественной характеристике месторождений наиболее важных минералов алюминия в СССР.

Известно около 400 минералов, содержащих алюминий. В школьной коллекции представлены нефелин, различные шпаты (микроклин, альбит и др.), слюды (биотит и мусковит), корунд, каолин (главную часть которого составляет минерал каолинит) и глинистая порода боксит. Наибольшее количество алюминия сосредоточено в шпатах и в продукте их выветривания — каолине. В минералах оксид алюминия связан с оксидом кремния. Поэтому целесообразно рассмотреть сначала алюмосиликаты, криолит и лишь в последнюю очередь корунд и его окрашенные примесями кристаллы — рубин и сапфир. Кратко сообщают при этом о получении искусственных минералов: криолита, синтетической слюды, рубина и др. Учащимся, проявившим интерес, рекомендуют книгу [82].

Для подготовки третьего сообщения учащимся рекомендуют прочитать о рудах алюминия соответствующую главу и раздел «Общая характеристика и вещественный состав Земли» в книге [69], а о реакциях обнаружения алюминия — соответствующие разделы в пособиях для учащихся [18, 19].

При знакомстве учащихся с рудами алюминия, представленными в коллекции, обращают особое внимание на следующие: боксит $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, каолин $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, алунит $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{Al}(\text{OH})_3$, нефелин $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$; характеризуют каждую из названных руд и указывают их основные месторождения в СССР.

Обнаружение алюминия в его рудах

Для обнаружения алюминия твердофазным методом используют те же органические красители, что и для обнаружения в растворе: ализарин красный S или алюминон. В результате реакции образуются внутрикомплексные соединения, окрашенные в характерный красный цвет. Делают контрольную пробу, т. е. выполняют реакцию в отсутствие соли или руды алюминия.

Для выполнения реакции в фарфоровый тигель вносят несколько кристалликов соли алюминия и добавляют столько же красителя ализарина красного S (или алюминона). Смесь тщательно растирают стеклянной палочкой, добавляют пяти-шестикратное количество карбоната аммония и опять растирают. Появляется розово-красное окрашивание, усиливающееся при внесении в реакционную смесь капли воды.

Подобным образом легко обнаружить алюминий в алуните. Перед учащимися ставят вопрос: «Почему в других рудах алюминия обнаружить его труднее?»

Для обнаружения алюминия, находящегося в руде с железом, необходимо ее предварительно разложить нагреванием с сульфатом аммония (хлорид аммония, двойная и тройная смеси в этом случае непригодны из-за летучести образующегося хлорида алюминия).

Для определения алюминия в боксите после разложения боксита сульфатом аммония добавляют винную или лимонную кислоту для связывания железа. Затем добавляют при растирании последовательно карбонат аммония и органический краситель.

Минералы и руды хрома

Значению хромитов и исследованию состава естественных хромитов посвящается одно занятие. Сначала проводится беседа на тему «Хромиты в природе и их народнохозяйственное значение», в которой освещаются следующие вопросы: 1) хром — один из самых твердых металлов, его практическое применение; 2) хромиты и встречающиеся совместно с ними породообразующие минералы;

3) как образуются в природе хромиты и хромитосодержащие горные породы; 4) месторождения хромитов. Затем выполняется практическая работа «Исследование состава, естественных хромитов».

В начале беседы подробно рассматривают вопросы о применении хрома и его соединений в промышленности, для получения хромоникелевой стали, в качестве абразива и полировки изделий из твердых материалов [оксид хрома (III)] и в качестве минеральных красок: желтая (хромат бария), зеленая [оксид хрома (III)], в качестве сильных окислителей в синтезе органических соединений (дихроматы) и т. д.

Затем следует остановиться на вопросе о распространении хрома в природе, на том, что такое хромиты и хромитовая руда. Учащимся сообщают сведения о составе хромитов. Хромиты, кроме кислорода, содержат магний, железо, алюминий и в очень незначительном количестве другие элементы.

Раскрывают сущность процесса образования хромитов и хромитосодержащих горных пород следующим образом.

В глубоких слоях при очень высоких температуре и давлении возникают отдельные очаги огненно-жидкой массы, содержащей различные металлы, оксиды, пары, газы. Расположенная на глубине нескольких километров, эта масса под влиянием силы тяжести разделяется на несколько расплавов, которые отличаются друг от друга по плотности и составу. Составные части магмы начинают опускаться и скапливаться в нижних слоях. К тяжелым составным частям относят кислородные соединения железа, хрома, магния, а остальные являются более легкими. Среди тяжелых расплавов под влиянием тех или иных причин обособляются рудные скопления, состоящие из хромита, магнетита и других тяжелых соединений. При остывании магмы образуются разнообразные горные породы. Химические и физические процессы приводят к разрушению горных пород. Продукты разрушения переносятся водными потоками и частично оседают на дне реки, а частично выносятся в озера, моря, океаны и отлагаются в виде пластов рыхлых пород.

Месторождениями хромитовых руд называют участки горных пород, содержащих различное количество богатых скоплений хромита или обособленных тел, почти сплошь состоящих из него. Месторождение может состоять из одного или нескольких рудных тел.

По строению хромитовые руды делятся на два типа: сплошные и вкрапленные руды. Сплошные, или массивные, руды — это руды, сложенные почти целиком хромитом. Вкрапленные руды представляют собой горную породу, содержащую много мелких включений и скоплений хромита. Экономически наиболее выгодными являются сплошные руды, так как с места добычи их отправляют непосредственно на металлургические заводы. Вкрапленные руды, или руды неравномерного сложения, после добычи требуют еще механического обогащения. Только после этого они поступают на завод. Хромит, состоящий из 32% FeO и 68% Cr_2O_3 , находит главное

применение (50% мировой добычи) в металлургии для выплавки сплава феррохрома, его добавка дает возможность получать нержавеющие, кислотоупорные, жаростойкие, быстрорежущие инструментальные и другие стали.

Важнейшим поисковым признаком хромитовых руд является наличие обломков хромитовой руды в почве, покрывающей массивы основных пород. Следует отметить, что рудные тела, сложенные вкрапленными рудами, на поверхности разрушаются значительно труднее, чем сложенные сплошными рудами. Распространение основных пород, присутствие рудных обломков в почве и в некоторых случаях наличие специфических форм рельефа (небольших куполов или гребней) являются важнейшими поисковыми признаками, которые надо учитывать при проведении походов в природу.

Обнаружение хрома в хромите

Хромиты имеют сходство с магнетитом, но в отличие от последнего оставляют на фарфоровой пластинке не черную, а бурую черту. Основным доказательством является обнаружение в хромите хрома путем окисления Cr^{3+} в CrO_4^{2-} . В качестве окислителя в твердофазном методе используют пероксид натрия. Образовавшийся хромат-ион обуславливает появление желтой окраски. Кроме того, при реакции с нитратом серебра образуется хромат серебра красно-бурого цвета.

Реакция с солью хрома легко осуществляется при обычных условиях. При выполнении реакции с минералом необходимо предварительно разложить его с сульфатом аммония или с тройной смесью¹.

Для устранения мешающего влияния иона Fe^{3+} после окисления хрома добавляют щавелевую кислоту или фосфаты.

Опыт с хромитом проводят следующим образом. Кусочек минерала растирают в мелкий порошок в фарфоровой ступке. Небольшое количество этого порошка вносят в тигель, добавляют шестикратное по массе количество сульфата аммония и нагревают. После остывания фарфорового тигля добавляют столько же пероксида натрия и растирают. Появляется желтое окрашивание хромата натрия. К пожелтевшей массе добавляют 1—2 кристаллика нитрата серебра и вновь тщательно растирают. Появляется красно-бурый цвет хромата серебра.

Минералы и руды марганца

Марганец и марганцовые руды находят широкое применение. Марганец применяют в виде ферромарганца для удаления серы в процессе выплавки стали. Введение марганца в качестве легирующей

¹ Тройная смесь состоит из хлорида, нитрата и сульфата аммония, взятых в соотношении 2,5 : 1 : 2.

Физические свойства марганцевых руд

Название минерала	Цвет	Черта	Твердость	Плотность	Содержание, в %
Пирролюзит	Черный	Черная	2 — 5	4,3 — 5	55 — 63
Псиломелан	Черный или бурый	Бурая	4 — 6	4,4 — 4,7	35 — 60
Манганит	»	Бурая	3 — 4	4,2 — 4,4	50 — 52
Браунит	Черный	Буровато-черная	6	4,7 — 5,0	60 — 69
Гаусманит	Черный	Красно-бурая	5	4,7 — 4,9	65 — 72

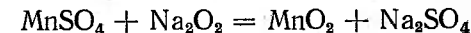
Марганцевые руды встречаются редко в виде скоплений, которые носят название месторождений марганцевых руд. Запасы марганцевых руд выявляют путем разведки, т. е. изучения канав, шурфов (колодцев), а также буровых скважин. Определяют месторождения марганцевых руд по следующим признакам: а) в зоне окисления марганцевых руд обнаруживается густой черный налет; б) по сравнительно невысокой твердости марганцевых руд.

Марганцевые руды можно спутать с железными гематитовыми рудами, поэтому при нахождении руды черного цвета можно даже в полевых условиях проделать реакции по обнаружению в ней железа или марганца.

Для обнаружения марганца в сульфате марганца и в марганцевой руде — пирролюзите используют качественную реакцию, основанную на образовании оксалатного внутрикомплексного соединения марганца $H_2[Mn(C_2O_4)_3]$, обладающего характерной вишнево-красной окраской.

Обнаружение марганца в сульфате марганца. В фарфоровый тигель вносят несколько кристалликов сульфата марганца, добавляют приблизительно равное количество пероксида натрия и тщательно растирают стеклянной палочкой. Образуется масса бурого цвета. Добавляют к ней избыток щавелевой кислоты и вновь растирают. Появляется вишнево-красная окраска вследствие образования оксалатного внутрикомплексного соединения марганца.

Учащимся следует предложить составить уравнения реакций. Первое уравнение



не вызывает у учащихся значительных трудностей.

Для составления второго уравнения



учитель должен сообщить формулу оксалатного комплекса марганца, но остальные продукты реакции учащиеся должны найти сами.

Обнаружение марганца в пирролюзите. Предварительно разлагают пирролюзит нагреванием его с сульфатом аммония. Для этого пирролюзит тщательно растирают в фарфоровой ступке. Небольшое

цей добавки придает стали большую твердость, прочность и износостойчивость. На этом основано применение марганцевой стали в производстве железнодорожных рельсов, камнедробилок, экскаваторов и т. д. В цветной металлургии расходуется очень большое количество марганца. Марганец в сплаве с медью применяют для получения антикоррозийных сплавов, которые используют, например, при производстве паровых винтов. Сплавы марганца с алюминием применяют в алюминиевой промышленности. Большое значение имеет сплав манганин (83% Cu, 13% Mn, 4% Ni). Изменение температуры почти не влияет на электропроводность манганина. С этим связано применение манганиновой проволоки в электротехнической промышленности для изготовления катушек сопротивления.

В состав различных горных пород марганец входит в очень небольшом количестве. Тот марганец, который находится в качестве примесей в горных породах, практического значения не имеет.

При изучении марганца проводится лекция «Народнохозяйственное значение марганцевых руд» и практическое занятие. Лекция строится по следующему плану: 1) марганец и его свойства; 2) способы получения марганца; 3) применение марганца и марганцевых руд; 4) марганцевые руды (пирролюзит, псиломелан, манганит, браунит и др.) и их характеристика; 5) как искать марганцевые руды.

В начале лекции следует подробно остановиться на свойствах марганца, подчеркнуть, что марганец — активный металл — в свободном состоянии в природе не встречается, а только в виде химических соединений. Учащиеся находят этот элемент в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева, рассматривают строение атома марганца, его физические и химические свойства. Объяснение материала строят в виде беседы с демонстрацией опытов: взаимодействие марганца с водой, соляной, азотной, серной кислотами, с хлором, серой, фосфором. Затем учащиеся знакомятся с важнейшими соединениями марганца: оксидами и солями марганца.

При раскрытии вопроса о получении марганца сообщается, что марганец добывают в виде ферромарганца, содержащего 85—88% марганца, 7% углерода, 5—8% железа. На доске следует написать уравнение реакции восстановления марганца из оксида марганца (IV). Марганец с минимальным содержанием железа и полным отсутствием углерода получают из чистого пирролюзита алюмотермическим способом. Эта реакция идет в две стадии: сначала путем прокаливании пирролюзита получают оксид марганца (II, III), а затем восстанавливают марганец алюминием. Чистый марганец получают только электролизом водных растворов его солей.

После раскрытия применения марганца в промышленности нужно перейти к характеристике марганцевых руд. При этом используют таблицу «Физические свойства марганцевых руд», которую могут учащиеся сделать заранее.

количество мелкого порошка вносят в фарфоровый тигель. Добавляют пяти- или шестикратное количество сульфата аммония, тщательно перемешивают эти вещества и нагревают до прекращения выделения белых паров оксида серы (VI), образующегося вследствие термического разложения сульфата аммония. Реакцию обнаружения марганца выполняют так же, как описано в предыдущем опыте.

Минералы и руды железа

Целесообразно согласовать время прохождения этой темы с изучением ее по программе на уроках химии.

Учащимся известно положение железа в периодической системе, строение его атома.

Железо относится к химическим элементам, известным человечеству с доисторических времен. Это второй по распространенности в земной коре металл (после алюминия), его содержится в ней 5,1%. Затем рассматривают вопросы о формах его нахождения в природе, придерживаясь следующего плана: 1) самородное железо; 2) сульфиды железа; 3) оксиды железа; 4) соли кислородных кислот, содержащие железо.

Предварительно вопросы этого плана можно распределить между учащимися для кратких сообщений. Этот метод не только способствует активизации работы, но и приучает учащихся к чтению дополнительной литературы.

Из известных в литературе 389 минералов железа только два представляют собой свободное железо. Встречается самородное железо в виде метеоритного (космического происхождения) и магматического. Внешне они сходны, но различаются по составу. Так, например, метеоритное железо содержит значительное количество никеля (от 5 до 30%). При подготовке к этой теме можно использовать материал из научно-популярной литературы: раздел «Где кровь, там и железо» книги П. Р. Таубе и Е. И. Руденко [71].

Сообщения о сульфиде железа можно подготовить, используя материал из книги Ю. В. Ходакова [85]. В главе «Сера» этой книги имеются разделы «Серный, или железный, колчедан (пирит)», «Структура пирита». Необходимо обратить при этом внимание учащихся на то, что пирит образуется лишь в восстановительной зоне: используется он главным образом в сернокислотном производстве, при котором подвергается обжигу, приводящему к образованию оксида серы (IV) и оксида железа (III).

На тему «Оксиды железа» может быть сделано два сообщения, учитывая объем материала. При его подготовке следует прежде всего использовать книги А. Е. Ферсмана [74—76].

Большой и интересный материал об истории открытия руд богатейшего месторождения Курской магнитной аномалии учащиеся получают из статьи М. И. Агошкова и Н. Б. Еникеева [32].

В заключение обсуждают следующие вопросы: почему железо получают в основном из руд, содержащих оксиды железа? Месторож-

дения этих руд в Советском Союзе. Какие из этих месторождений были открыты в недавнее время? Как различают магнитный и красный железняки? Что такое железистые кварциты и почему они вызвали большой интерес в последние годы, хотя и содержат низкий процент железа (до 20—40%)?

Сообщение учащихся на тему «Соли кислородных кислот, содержащих железо» сравнительно небольшое, так как, несмотря на то что относящихся сюда минералов известно более трехсот, лишь некоторые имеют важное практическое применение. Из них особенно следует отметить сидерит FeCO_3 и вивинит $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Сидерит используется как железная руда, а вивинит как краска синего цвета.

Интерес для учащихся, в отдельных случаях связанных с возможностью организации походов к местам залегания местного сырья, представляет охра. Она не относится к минералам, имеет сложный и непостоянный состав, содержит оксиды железа и алюминия, глину и используется как краска желтого цвета.

Для подготовки сообщения можно использовать главу «Камни на дне озер, болот и морей» книги А. Е. Ферсмана [74]. Месторождения вивинита и охры довольно многочисленны.

Эти сообщения иллюстрируют схемами, рисунками и образцами соответствующих минералов, последние выдаются учащимся для ознакомления.

Второе занятие используют для проведения экскурсии учащихся к рудным месторождениям, если они имеются поблизости; и для выполнения реакций по обнаружению в них железа.

Реакция на Fe^{2+} выполняется с помощью гексациано-(III) феррата калия, а реакция на Fe^{3+} с помощью гексациано-(II) феррата калия, или роданида калия.

Обнаружение железа в сидерите

Сидерит FeCO_3 растирают в порошок в фарфоровой ступке. К небольшому количеству порошка добавляют равное количество гидросульфата калия, растирают, а затем добавляют 1—2 кристаллика гексациано-(III) феррата калия и снова растирают. Синяя окраска усиливается при добавлении капли воды.

Реакция карбоната железа (II) с гидросульфатом калия выражается следующим уравнением:



Твердофазная реакция взаимодействия сульфата железа (II) с гексациано-(III) ферратом калия идет так же, как и в растворе¹.

¹ При выполнении твердофазной реакции с некоторыми другими минералами или рудами железа (гематитом, пиритом, халькопиритом, хромитом и др.) после растирания производится сплавление с гидросульфатом калия и соответствующий реагент добавляется лишь после охлаждения реакционной массы.

В начале занятия проводится беседа на тему «Медные руды и их народнохозяйственное значение» по следующему плану: 1) понятие о полиметаллических рудах; 2) главные медные руды; 3) месторождения медных руд в Советском Союзе; 4) характеристика основных медных руд; 5) качественные реакции халькопирита; 6) значение медных руд для развития народного хозяйства.

В начале беседы раскрывается вопрос о том, что такое полиметаллические руды. Рудные минералы в большинстве случаев являются сложными химическими соединениями. Существуют руды железные, медные, свинцовые, цинковые и др. Встречаются руды, в которых содержится несколько металлов, например свинец, цинк, серебро, а иногда и медь. Такие руды называются полиметаллическими (от греч. слова «поли» — много).

Главные разновидности рудных минералов сложного состава — сульфидные и оксидные минералы. Эти группы минералов резко отличаются по физическим свойствам. Большинство сульфидных соединений, встречающихся в природе, по некоторым свойствам приближаются к чистым металлам. Например, по металлическому блеску многие сульфидные минералы можно легко отличить от минералов оксидных и нерудных. Сульфидные минералы обычно обладают значительной электропроводностью. Поэтому многие сульфидные минералы, называемые иначе колчеданными, нередко принимают за различные металлы, чаще всего за золото. Практически отличить их от металлов легко: колчеданы не обладают ковкостью и при ударе дробятся в порошок. При прокаливании содержащаяся в колчеданах сера выгорает. От колчедана остается темная пористая масса оксидов металлов. Оксидные минералы обычно имеют стеклянный, шелковистый или жирный блеск. Для всех оксидных руд меди характерен ярко-зеленый цвет за исключением куприта, имеющего красный цвет. Учащиеся знакомятся с цветами некоторых медных руд.

Обычно содержат медь породы вулканического происхождения и связанные с их размывом песчаники, которые в горных районах выходят непосредственно на земную поверхность. Холмистые равнины, образующиеся в результате длительного размыва, представляют большой интерес для поисков медных руд.

Возникает вопрос: «Как обнаружить в колчеданных и оксидных рудах медь?» Простым способом открытия меди в рудах является реакция окрашивания пламени. Легучие соли меди способны окрашивать пламя в голубовато-зеленый цвет. Опыт удачно выполняется с раствором хлорида меди (II), а также с медной проволокой. В последнем случае, перед тем как внести в пламя испытуемый образец, его смачивают соляной кислотой. Хлорид меди (II) получается из оксидных соединений под действием кислоты. Сульфидные соединения меди трудно разлагаются соляной кислотой,

поэтому колчеданные руды перед испытанием на пламя следует предварительно прокалить. После этого необходимо остудить образец и смочить соляной кислотой. Затем образец вновь помещают в пламя и наблюдают за окраской последнего. Надо предупредить учащихся, что при работе соляная кислота не должна попадать на медные горелки нагревательного прибора: неизбежны ошибки.

В беседе следует подробно остановиться на физических свойствах важнейших медных минералов. Особое внимание уделяют халькопириту, борниту, малахиту и азуриту.

Наиболее распространен в природе медный колчедан, или халькопирит, в котором медь, железо, сера содержатся почти поровну, т. е. по одной трети от массы минерала. Халькопирит имеет латунно-желтый цвет, металлический блеск и небольшую твердость минерал сравнительно легко царапается острием перочинного ножа. Если чертить этим минералом по белой матовой (неглазурованной) фарфоровой пластинке, то получается зеленовато-черная черта.

На втором месте после халькопирита стоит борнит, или пестрый колчедан. От халькопирита борнит отличается значительно большим содержанием меди (половина — две трети от массы минерала) и соответственно меньшим содержанием железа и серы. Для борнита характерна пестрая окраска (от медно-красной до темно-синей). Цвет черты серовато-черный. Часто встречается в пластах медных песчаников.

Из оксидных минералов меди наиболее распространен малахит. Цвет малахита ярко-зеленый, блеск стеклянный, шелковистый, черта бледно-зеленая. Для малахита характерно волокнистое или скорлуповатое сложение, обуславливающее красивый рисунок в изломе и при шлифовке, поэтому крупные куски малахита используют как ценный поделочный материал. Тонкие корки малахита на поверхности и по трещинам кусков окисленных медных руд называют обычной медной зеленью.

Нередко встречается в верхней окисленной части медных месторождений азурит — минерал, сходный по составу с малахитом, но имеющий яркую лазоревую до темно-синей окраску.

Самородная медь встречается нередко, но промышленных месторождений ее немного. Отличительные признаки ее: медно-красный цвет, малая твердость, ковкость. От золота медь отличается легкой растворимостью в азотной кислоте.

В заключение необходимо остановиться на значении медных руд для развития народного хозяйства, на вопросе о развитии цветной металлургии в нашей стране.

Затем проводят лабораторный опыт по инструкции: возьмите 2—3 крупинки минерала халькопирита и разотрите в порошок в фарфоровой ступке. Поместите порошок халькопирита в пробирку, прилейте 0,5 мл 25%-ного раствора аммиака и энергично встряхивайте в течение 3—5 мин. Что вы наблюдаете? (Изменение окраски

лучше наблюдается на белом фоне.) Нанесите каплю полученного аммиачного раствора на фильтровальную бумагу и добавьте туда же каплю 5%-ного раствора гексациано-(III) феррата калия. Что вы наблюдаете? (Надо подождать не менее 1 мин, чтобы заметить результаты реакции.)

Минералы и руды свинца и цинка

Беседа на тему «Свинец и цинк и их народнохозяйственное значение»: 1) из истории открытия свинцовых и цинковых минералов; 2) области использования свинца и цинка; 3) главные минералы свинца и цинка. Их свойства и определение.

Свинец и цинк — металлы, давно известные людям. Многочисленные археологические находки показывают, что свинец вошел в обиход одновременно с золотом, серебром и медью приблизительно в VII—VI вв. до н. э. Уже тогда он был известен в различных районах Азии, Северо-Восточной Африки и Европы.

В древних государствах Финикии и Карфагене не только знали месторождения свинцовых руд, но и умели их добывать. Крупные месторождения свинца в горах Гарца (Германия) были открыты в X в. На территории СССР добыча свинца производилась еще в глубокой древности, о чем свидетельствуют древние горные выработки и отвалы шлаков в Туркестане, на Алтае, Урале и Дальнем Востоке.

Первый в России завод по выплавке свинца был построен в Нерчинске, в первой четверти XVIII в. В XVIII в. Россия занимала одно время даже первое место по выплавке свинца, но в XIX в. свинцовая горнодобывающая промышленность начала приходить в упадок. Свинец стали ввозить главным образом из Германии и Англии.

Цинк получил широкое применение позднее, хотя сплавы его с медью люди знали очень давно. С конца XVIII в. основными мировыми центрами добычи цинка стали Верхняя Силезия и Северная Америка. Интенсификация добычи минералов, содержащих свинец и цинк, в нашей стране началась после Великой Октябрьской социалистической революции.

Следует подчеркнуть, что по запасам свинца и цинка наша страна занимает одно из ведущих мест в мире. Многие месторождения полиметаллических руд стали теперь разрабатываться не только для получения свинца, цинка, серебра, но и целого ряда сопутствующих редких и рассеянных элементов. В беседе надо остановиться на областях применения свинца и цинка.

Главные минералы свинца и цинка, их свойства и определение — это следующий вопрос беседы.

Свинцово-цинковые руды, так же как руды большинства других металлов, состоят из минералов, среди которых различают так называемые нерудные или жильные и рудные минералы. Жильные минералы составляют 80—90% всей массы руды. Нерудными ми-

нералами свинцово-цинковых руд являются кварц, карбонаты (кальцит, доломит), сульфаты (барит), силикаты, гранат и др. Из рудных минералов свинца и цинка наиболее распространены в природе сульфиды и карбонаты. Рудные минералы имеют вид отдельных или сросшихся кристаллов или мелких кристаллических зерен, в массе которых неразличимы кристаллы.

Внешний вид и структура полиметаллических руд различны. Это разнообразие создается преобладанием тех или иных жильных или рудных минералов и способом распределения рудных минералов в жильной массе.

Определяют минералы по внешним отличительным признакам: твердости, цвету, блеску и некоторым другим. Цвет, блеск, внешняя форма кристаллов рассматриваются невооруженным глазом или с помощью лупы. Для оценки твердости используют стальную или медную иглу; для определений цвета черты — неглазурованную фарфоровую пластинку.

Минералов, содержащих свинец, известно более 150. Наибольшее практическое значение имеет галенит PbS и церрузит $PbCO_3$.

Среди минералов цинка наиболее распространены сфалерит и вюрцит. Промышленное значение имеет практически один — сфалерит, химическая формула которого ZnS . Этот минерал также называется цинковой обманкой.

Чтобы отличить изученные минералы друг от друга, недостаточно знать их физические свойства. Спайность, твердость, блеск далеко не всегда точно устанавливаются из-за мелкозернистости минеральных агрегатов, а плотность — из-за неоднородности исследуемого минерала. Существует большое количество других минералов с аналогичными физическими свойствами. Поэтому для определения минералов надо опираться на совокупность свойств.

Для определения минералов, содержащих цинк и свинец, можно проводить несколько опытов.

Опыт 1. Выплавление из минерала металлического свинца (получение свинцового королька): 1) в куске угля на его короткой стороне сделайте небольшую лунку — ямку диаметром около 1 см и глубиной до 0,5 см; 2) в фарфоровой чашке разотрите пестиком кусочки минерала в порошок; 3) получите следующую смесь: 0,5 г порошка минерала, 0,5 г толченого угля, 1,5 г соды; 4) смесь, слегка смоченную каплей воды, поместите в ямку на угле и сплавьте в пламени паяльной трубки. С этой целью левой рукой держите уголь и горелку так, чтобы лунка угля оказалась в области восстановительного конуса пламени. Дуть надо в течение 2—3 мин осторожно, чтобы содержимое лунки не распылялось; 5) после проведения реакции надо подождать, чтобы полученные продукты остыли. Проверьте, что получилось в результате этой реакции. Изучите свойства металлического шарика (каков его блеск в горячем состоянии и при охлаждении, мягок ли он).

КРУЖОК ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

В процессе изучения органической химии конкретизируются и расширяются представления учащихся об одной из основных проблем химии — связи свойств веществ с их строением и характером взаимного влияния атомов в молекулах. На занятиях кружка органической химии предоставляется большая возможность по сравнению с уроками совершенствовать навыки химического эксперимента, рассматриваемого прежде всего как способ углубления знаний учащихся в области органической химии.

На занятиях кружка стимулируется творческая активность учащихся, пробуждается интерес к исследовательской работе. Занятия в кружке органической химии должны увлечь учащихся стройной логикой науки: синтез органических веществ — это не дело случая, основанного на догадках и аналогиях, он имеет твердую теоретическую основу, осуществляется планомерно.

Содержание работы кружка составляет теоретическая часть, в которую включаются основные понятия органической химии, и практикум.

Кружок органической химии может работать по общей программе, включающей основные разделы курса органической химии. Однако особый интерес у учащихся вызывают систематические занятия по некоторым более специальным направлениям химии. В пределах этих направлений учащиеся существенно углубляют свои знания по органической химии в целом, приобретают навыки работы с литературой, полнее осваивают методы эксперимента, чем это возможно в кружках общего типа. К числу таких направлений работы кружка органической химии можно отнести качественный анализ органических соединений, изучение ароматических аминов, азокрасителей и крашения, химию полимеров, химию душистых веществ, синтез органических соединений. Ниже мы подробно остановимся на содержании и методике занятий по первым двум из указанных направлений. Программы по каждому направлению работы рассчитаны на 12—15 занятий по 2 ч.

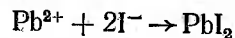
Целесообразность выбора этих направлений состоит в следующем. Тема «Качественный анализ органических соединений» является первым шагом по пути освоения методов органической химии. Она знакомит учащихся со свойствами как отдельных органических веществ и их элементарным составом, так и со свойствами целых классов соединений. Кроме того, работа такого кружка возможна в любой школе, так как она не требует применения сложного оборудования и посуды.

Занятия по теме «Изучение ароматических аминов, азокрасителей и крашения» целесообразно начинать в III четверти. Во время занятий учащиеся наглядно, на практике могут познакомиться

Опыт 2. Получение цветного налета на угле: 1) возьмите 1 г исследуемого порошка и смешайте с 1,5 г серы и с 1,5 г иодида калия; 2) поместите в лунку на угле, как это делалось в предыдущем опыте; 3) нагревайте в окислительном пламени (лунка с пробой должна быть приблизительно в месте, где заканчивается пламя). Если в минерале имеется свинец, то вблизи пробы получается желтый налет иодида свинца и зеленовато-желтый дальше от лунки.

Опыт 3. Окрашивание поверхности минерала в лимонно-желтый цвет: 1) возьмите кусочек минерала и на него нанесите 1—2 капли концентрированной азотной кислоты; 2) через 2—3 мин удалите кислоту фильтровальной бумагой; 3) затем на минерал нанесите 1 каплю соляной кислоты и через 3 мин поместите на это место несколько крупинок иодида калия (можно в смеси с серой). Что наблюдаете? Если в минерале присутствует свинец, то поверхность минерала окрашивается в лимонно-желтый цвет.

Опыт 4. Получение иодида свинца: 1) возьмите 2—3 крупинки минерала и разотрите их в порошок в фарфоровой ступке; 2) теперь добавьте 5 г хлоридо-нитратной смеси и тщательно перемешайте; 3) эту смесь нагревайте в фарфоровой чашке на пламени спиртовки в течение 3—5 мин, т. е. до тех пор, пока смесь не станет белой; 4) возьмите небольшое количество полученной смеси и поместите на фарфоровую пластинку; 5) сюда же добавьте 2—3 крупинки иодида калия и тщательно разотрите стеклянным пестиком; 6) прибавьте к полученной массе 1—2 капли воды. Что вы наблюдаете? Если масса окрасилась в желтый цвет, то это указывает на присутствие в минерале свинца.



Опыт 5. Обнаружение цинка в минерале: 1) порошок минерала смешайте с равным количеством соды и тертого угля; 2) поместите эту смесь в лунку на угле; 3) сплавьте полученную смесь в восстановительном пламени. Если вблизи лунки появляется бледно-желтый налет, а при охлаждении становится белым, то это говорит о том, что в данном минерале имеется цинк.

Опыт 6. Обнаружение цинка в минерале. Опыт проводится аналогично предыдущему, но предварительно уголь смачивается раствором нитрата кобальта. Результаты этого опыта следующие: на угле вблизи лунки появляется зеленый налет — ринманова зелень CoZnO_2 . Это указывает на присутствие в минерале цинка.

Опыт 7. Обнаружение цинка в минерале: 1) возьмите порошок минерала в пробирку и прилейте 3 мл концентрированной азотной кислоты; 2) добавьте несколько капель раствора нитрата кобальта; 3) нагрейте полученную смесь на пламени спиртовки или свечи. Пробирку нужно держать невысоко над пламенем и в сторону от себя. Наблюдайте, что происходит. Если в минерале находится цинк, то раствор окрашивается в зеленый цвет.

с такими процессами, как восстановление, ацетилирование, диазотирование, азосочетание, крашение и т. д. Эта тема может увлечь учащихся красотой, наглядностью, возможностью применения полученных знаний на практике.

КАЧЕСТВЕННЫЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Занятия по теме «Качественный элементарный и функциональный анализ органических соединений» [1, 26, 49, 58, 89, 94] распределяются следующим образом: 1) вводное занятие. Организационные вопросы, техника безопасности, лекция-беседа об анализе в органической химии; 2—3) элементарный анализ органических соединений; 4—5) функциональный анализ, углеводороды; 6—7) определение спиртов и фенолов; 8) альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты; 9) углеводы; 10) решение экспериментальных задач; 11—12) азотсодержащие органические соединения; 13—14) решение экспериментальных задач.

На первом занятии, помимо организационных вопросов, необходимо познакомить учащихся с правилами техники безопасности в лаборатории. Это занятие проводится в форме лекции-беседы, сопровождаемой некоторыми демонстрациями, которые могут быть показаны наиболее подготовленными учащимися. Следует познакомить учащихся с задачами и целями анализа в органической химии, рассказать о классификации методов анализа на физические, физико-химические и собственно химические. Большой интерес обычно вызывают сведения об использовании радиоактивного изотопа ^{14}C для установления возраста исторических и археологических находок. На примере нескольких демонстрационных экспериментов учащихся следует познакомить с хроматографией на бумаге и в тонком слое адсорбента, показать разделение смеси веществ и рассказать о применении этих методов в практике химических лабораторий, в промышленности. В конце занятия обсуждается программа дальнейшей работы кружка и намечается распределение работы между учащимися на ближайшее занятие.

На двух следующих занятиях учащиеся выполняют экспериментальные работы. В зависимости от возможностей химического кабинета работы могут выполняться одновременно всеми учащимися или поочередно группами по 2—3 человека. После этого кружковцы меняются местами. На этих занятиях проводят анализ органических веществ на присутствие некоторых элементов. Для этого выполняют следующие опыты.

Опыт 1. Открытие углерода и водорода. Около 0,1 г испытуемого органического вещества (например, парафин, вазелиновое масло) смешивают с 2—3 г порошка оксида меди (II) и помещают в пробирку, закрытую пробкой с газоотводной трубкой. Трубку погружают в известковую воду. Смесь нагревают. При наличии

в составе соединения водорода на стенках пробирки появляются капли воды. Присутствие углерода доказывается образованием в пробирке с известковой водой осадка карбоната кальция.

Опыт 2. Открытие азота. Около 0,1 г органического вещества (белок, анилин) смешивают с твердым гидроксидом натрия. Помещают в пробирку и нагревают. Одним из продуктов химического превращения является аммиак, который обнаруживают по запаху или по действию на влажную лакмусовую бумажку.

Опыт 3. Открытие серы. В пробирку помещают 2—3 мг органического вещества (белка) и 2—3 мл 40%-ного раствора гидроксида натрия. Реакционную смесь нагревают. При этом наряду с другими продуктами образуется сульфид натрия. Если раствор подкислить уксусной кислотой и добавить к нему 10%-ный раствор ацетата свинца, то образуется черный осадок сульфида свинца.

Опыт 4. Открытие галогенов. На конце тонкой медной проволоки делают маленькую петлю и прокалывают ее в наружной зоне пламени до прекращения окрашивания пламени горелки. Дав почерневшей проволоке остыть, набирают петлей каплю или несколько крупинок органического вещества (хлороформ, гексахлоран) и вносят в пламя горелки. В присутствии галогенов пламя окрашивается в зеленый цвет.

Опыт 5. Открытие кислорода. Несколько кристаллов иода вносят в жидкое или расплавленное испытуемое вещество (например, фенол). При этом, если вещество содержит кислород, наблюдается коричневое окрашивание, если не содержит — фиолетовое.

Для того чтобы закрепить первые представления о качественном элементарном анализе органических соединений, учащимся предлагают несложные экспериментальные задачи. Например:

1. Установить присутствие серы в яичном белке или резине, азота в капроне, углерода и водорода в полиэтилене, азота и хлора в хлоранилине и т. п.

2. В трех пробирках находятся анилин, дихлорэтан, этиловый спирт. Установить, какое вещество содержится в каждой пробирке.

3. Провести элементарный анализ неизвестного соединения. Эту задачу можно усложнить, предложив учащимся установить молекулярную формулу исследуемого вещества. Дополнительные сведения о процентном содержании элементов в данном соединении и его молекулярной массе сообщает учитель.

Приступая к ознакомлению с функциональным анализом органических соединений, необходимо рассмотреть такие теоретические вопросы, как многообразие органических соединений, понятие о функциональной группе, понятие о взаимном влиянии атомов в молекуле.

Изучению свойств предельных, непредельных и ароматических углеводородов рекомендуется посвятить три занятия, начав их с повторения особенностей электронного строения углеводородов данных классов, физических и химических свойств. Особое внимание

обращают на установление связи между строением и свойствами соединений.

Обсуждение этого материала может быть проведено и в форме фронтальной беседы, и в форме докладов учащихся. Учащиеся обычно могут сами предложить те реакции, на которых основывается распознавание предельных, непредельных и ароматических углеводов. Целесообразно при рассмотрении этого материала провести экспериментальные работы, характеризующие каждый класс углеводов.

Предельные углеводороды

Предельные углеводороды отличаются от других классов соединений малой реакционной способностью по отношению к большинству реактивов. Их идентифицируют на основании физических констант (температура плавления и кипения, плотность, показатель преломления) или методом исключения.

Олефины

Опыт 1. Присоединение брома. Бромную воду по каплям медленно прибавляют к 2—3 мл жидкого олефина и встряхивают. Газообразный олефин (этилен) пропускают и в бромную воду. Быстрое обесцвечивание бромной воды указывает на присутствие двойной связи. Если обесцвечивание идет медленно и в виде тумана выделяется бромоводород (запах, покраснение влажной лакмусовой бумажки), то проба малоубедительна, так как с бромом взаимодействуют и некоторые другие соединения (фенолы, ароматические амины).

Опыт 2. Окисление перманганатом калия. К 1 мл исследуемого вещества по каплям прибавляют 2%-ный водный раствор перманганата калия. В присутствии непредельного соединения раствор обесцвечивается. В этих условиях перманганат калия реагирует и с многоатомными спиртами, аминами, альдегидами, но гораздо медленнее.

Ацетиленовые углеводороды

Ацетиленовые углеводороды также присоединяют бром и окисляются перманганатом калия. Специфической реакцией является образование ацетиленидов.

Опыт 1. Образование ацетиленида меди. В пробирку наливают 2 мл аммиачного раствора хлорида меди (II) и пропускают в него ацетилен. При этом выделяется красная ацетиленистая медь. Осадок отфильтровывают и на фильтре подсушивают в чашке на песочной бане. Если щипцами внести кусочек фильтра с веществом в пламя горелки, происходит взрыв.

Ароматические углеводороды

Опыт 1. Нитрование. К 0,1 г вещества (бензол) при встряхивании добавляют 3 мл нитрующей смеси. Затем под тягой нагревают полученную суспензию 10 мин на водяной бане при 50°C и выливают содержимое колбы в стакан с холодной водой. В присутствии ароматического соединения выпадает твердое вещество или образуется нерастворимая в воде жидкость (нитробензол).

Опыт 2. Реакция Фриделя — Крафтса. К 2 мл сухого хлороформа добавляют 0,1 г исследуемого вещества (бензол). Затем в пробирку вносят 0,5 г безводного хлорида алюминия так, чтобы часть его осталась на стенках (обратить внимание учащихся на соблюдение осторожности при работе с безводным хлоридом алюминия). Появление окраски разных оттенков в этой части пробирки говорит о наличии ароматического соединения. При стоянии вся смесь окрашивается в коричневый цвет.

Третье занятие отводят для решения экспериментальных задач:

1. Распознать жидкости. В трех пробирках налиты пентан, гексен, толуол.

2. Распознать газы. Показать, в каком из действующих приборов образуется метан, этилен, ацетилен.

3. Установить, присутствуют ли непредельные соединения в керосине, бензине, природном газе (для этого на место горелки присоединяют газоотводную трубку, которую опускают в пробирки с соответствующими реактивами).

4. Провести элементарный анализ неизвестного вещества и определить, к какому классу органических соединений оно принадлежит.

Следующая тема «Спирты и фенолы». Ее начинают с изучения строения и свойств спиртов одного гомологического ряда, проводят сравнение свойств первичных, вторичных, третичных, многоатомных и ароматических спиртов, сопоставляют химический характер ароматических спиртов и фенолов. Полезно обратить внимание учащихся на влияние электронодонорного заместителя (гидроксильной группы) на распределение электронной плотности в бензольном кольце.

В экспериментальную часть можно включить следующие опыты.

Спирты

Опыт 1. Взаимодействие спиртов с галогеноводородами. В пробирку наливают по 3 мл этилового спирта и концентрированной серной и соляной кислот. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и нагревают на пламени горелки. Выделяющийся при этом хлористый этил поджигают у конца трубки. (Следует предупредить учащихся о возможности выброса горячей жидкости из пробирки.) Реакция свидетельствует о наличии гидроксильной группы в молекуле одноатомного спирта.

Опыт 2. Иодоформная проба. В маленький стаканчик помещают 1 г иода и 2 мл исследуемого спирта. Смесь встряхивают и добавляют 10 мл воды. При этом растворившийся в спирте иод выпадает в осадок. Смесь нагревают и при 70°C по каплям прибавляют разбавленный раствор щелочи до исчезновения кристаллов иода. Из раствора выделяется светло-желтый осадок иодоформа, обладающий характерным запахом.

Опыт 3. Взаимодействие многоатомных спиртов с гидроксидом меди (II). Если в пробирку с раствором щелочи прибавить несколько капель раствора сульфата меди и к образовавшемуся гидроксиду меди (II) прилить глицерин, то образуется прозрачный ярко-синий раствор глицерата меди.

Фенолы

Опыт 1. Кислотные свойства фенола. Если к небольшому количеству фенола прилить несколько миллилитров раствора щелочи, то наблюдается растворение твердого вещества. Водный раствор фенола вызывает покраснение лакмусовой бумажки.

Опыт 2. Взаимодействие с хлоридом железа (III). К 5—6 каплям раствора фенола (0,5 г фенола растворяют при нагревании в 5 мл воды) добавляют 1—2 мл воды и 3—5 капель разбавленного раствора хлорида железа (III). Фенол и резорцин дают при этом фиолетовое окрашивание.

Опыт 3. Взаимодействие фенолов с бромом. К 1 мл водного раствора фенола добавляют 2 мл бромной воды. Выпадает белый осадок трибромфенола.

Опыт 4. Окисление фенолов перманганатом калия. К 1 мл водного раствора фенола добавляют 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия и по каплям при встряхивании приливают 2%-ный раствор перманганата калия. При этом наблюдается исчезновение фиолетовой окраски раствора и выделяется оксид марганца (IV).

Далее кружок работает над темой «Альдегиды, кетоны, карбоновые кислоты». Рассмотрев вопросы строения соединений этих классов, сходства и различия в химических свойствах альдегидов и кетонов, химические свойства карбоновых кислот, делают вывод о причине подвижности атома водорода карбоксильной группы, причине изменения свойств гидроксильной и карбонильной групп в молекуле карбоновой кислоты по сравнению со спиртами и альдегидами. Практическая часть этой темы включает в себя изучение общих и частных реакций альдегидов и кетонов и определение оксикарбоновых кислот.

ОБЩИЕ РЕАКЦИИ АЛЬДЕГИДОВ И КЕТОНОВ

Опыт 1. Взаимодействие с 2,4-динитрофенилгидразином. К 1 мл раствора 2,4-динитрофенилгидразина (5%-ный раствор в 30%-ной уксусной кислоте) добавляют три—пять капель карбо-

нильного соединения. Выпадает желтый или красный осадок 2,4-динитрофенилгидразона.

Опыт 2. Иодоформная проба (см. спирты и фенолы).

Альдегиды

Опыт 1. Взаимодействие альдегидов с реактивом Шиффа (фуксинсернистой кислотой, полученной пропусканием оксида серы (IV) в 0,025%-ный водный раствор фуксина до обесцвечивания). К нескольким миллилитрам исследуемого вещества (например, уксусного альдегида) добавляют 2 мл реактива Шиффа и встряхивают. В присутствии альдегида появляется розовое окрашивание (оттенки зависят от избранного вещества).

Опыт 2. Взаимодействие альдегидов с реактивом Фелинга. (Перед опытом смешивают равные объемы двух растворов: первый содержит 1,73 г сульфата меди в 25 мл воды, второй — 8,5 г сегнетовой соли и 2,5 г гидроксида натрия в 25 мл воды.) Несколько миллилитров вещества нагревают с 2—3 мл фелинговой жидкости 5 мин на кипящей водяной бане. Выпадение желтого или красного осадка [оксида меди (I)] доказывает присутствие альдегида.

Опыт 3. Реакция серебряного зеркала. Смешивают в чистой пробирке 3—5 мл анализируемого вещества с 2—3 мл реактива Толленса. (Перед опытом смешивают равные объемы двух растворов: первый — 1 г нитрата серебра в 10 мл воды, второй — 1 г гидроксида натрия в 10 мл воды. Выпавший осадок оксида серебра растворяют добавлением концентрированного раствора аммиака.) Если серебряное зеркало не образуется на холоде, реакцию смесь нагревают на водяной бане при 60—70°C.

Карбоновые кислоты

Кислоты легко определить по их растворимости в щелочах и по действию на лакмусовую бумажку.

Опыт 1. Определение оксикарбоновых кислот. Несколько кристаллов или капель кислоты (лимонной, гликолевой) растворяют в 1—2 мл воды и добавляют 2—3 капли разбавленного раствора хлорида железа (III), содержащего несколько капель насыщенного водного раствора фенола. В присутствии оксикислот появляется ярко-желтая окраска, обусловленная образованием комплексного соединения.

Углеводы

Одно занятие посвящается функциональному анализу углеводов. После рассмотрения строения и свойств моносахаридов (глюкозы и фруктозы), дисахаридов (сахарозы), природных полимеров (крахмала и целлюлозы) учащиеся делают вывод о том, какие химические свойства могут быть положены в основу распознавания углеводов.

Опыт 1. Общая реакция на углеводы. В пробирку наливают 1 мл воды, вносят немного углевода и добавляют 2—3 капли свежеприготовленного 10%-ного спиртового раствора α -нафтола или дифениламина. Из пипетки по стенке пробирки осторожно приливают 1—1,5 мл концентрированной серной кислоты. Тяжелый слой кислоты опускается на дно, почти не смешиваясь с водным слоем. На границе слоев образуется красно-фиолетовое кольцо, если использовали α -нафтол, и синее — в случае использования дифениламина. При взбалтывании смесь разогревается и окрашивается по всему объему. Если углеводы не присутствуют, окрашенного кольца не образуется, хотя жидкость может позеленеть или пожелтеть.

Опыт 2. Проба на свободную карбонильную группу. К 2—3 мл раствора углевода добавляют 1 мл разбавленного раствора щелочи и 2—3 капли раствора сульфата меди. Осадок гидроксида меди (II) при встряхивании растворяется, и жидкость окрашивается в синий цвет. Затем нагревают в пламени горелки верхнюю часть раствора до начала кипения. Если углевод содержит свободную карбонильную группу, то при нагревании он окисляется, при этом синий цвет раствора переходит в зеленый и затем исчезает. Одновременно выпадает желтый [гидроксид меди (I)], красный [оксид меди (I)] или коричневый (медь) осадок. Сахароза не дает положительной пробы и лишь при длительном кипячении постепенно окисляется с выделением гидроксида меди (I). Это объясняется образованием моносахаридов в результате гидролиза.

Глюкоза дает все качественные реакции на альдегидную группу. Глюкоза, фруктоза и сахароза дают качественные реакции многоатомных спиртов.

Опыт 3. Взаимодействие глюкозы с гидроксидом кальция. В пробирку с известковым молоком приливают несколько миллилитров концентрированного раствора глюкозы. Наблюдается растворение твердых частиц взвеси.

Опыт 4. Реакция на фруктозу. При нагревании 2 мл раствора фруктозы с 5—6 каплями реактива, полученного растворением 0,05 г резорцина в 100 мл водного 15%-ного раствора соляной кислоты, появляется интенсивное вишнево-красное окрашивание.

Опыт 5. Взаимодействие крахмала с йодом. 1 г крахмала взбалтывают с 5 мл воды и выливают в 50 мл кипящей воды. К 1—2 мл крахмального клейстера добавляют каплю водного раствора йода. Жидкость окрашивается в темно-синий цвет, который исчезает при нагревании и вновь появляется при охлаждении.

Нитросоединения

Опыт 1. Взаимодействие с азотистой кислотой. 0,05 г анализируемого нитросоединения растворяют в концентрированном растворе гидроксида натрия, добавляют нитрит натрия и смесь подкисляют разбавленной серной кислотой. Первичные нитросоединения

дают при этом ярко-зеленое окрашивание. Вторичные нитросоединения дают интенсивно-синюю окраску, третичные нитросоединения в реакцию не вступают.

Анилин

Опыт 1. Взаимодействие с бромной водой. Растворяют 1 мл анилина в 10 мл воды. К этому раствору приливают бромную воду. Образуется белый осадок триброманилина.

Опыт 2. Взаимодействие с дихроматом калия. К 1 мл раствора анилина в воде прикапывают 2—3 капли насыщенного водного раствора дихромата калия и 0,5 мл разбавленной серной кислоты. Смесь подогревают. Вначале жидкость окрашивается в зеленый цвет, затем синее. При дальнейшем нагревании выпадает черный осадок.

Опыт 3. Взаимодействие с хлорной известью. К 2 мл разбавленного раствора анилина (несколько капель на 200 мл воды) приливают немного раствора хлорной извести (1 мас. ч. извести и 10 мас. ч. воды). Наблюдается характерное фиолетовое окрашивание.

Опыт 4. Взаимодействие с гипобромитом натрия. К 1 мл разбавленного раствора анилина добавляют несколько капель раствора гипобромита натрия (к бромной воде добавляют разбавленный раствор гидроксида натрия до исчезновения запаха брома). Появляется ярко-красная окраска, а затем осадок.

Затем решают экспериментальные задачи:

1. В четырех пробирках находятся растворы: фруктозы, глицерина, уксусного альдегида, этилового спирта. Определить, какое вещество в какой пробирке находится.

2. Известно, что вещество состоит из элементов углерода, водорода, кислорода. Определить, является ли оно спиртом (первичным, вторичным, третичным), кислотой (карбоновой, оксикарбоновой) или кетоном.

3. Вещество содержит несколько гидроксильных групп. Определить, будет ли это многоатомный спирт, оксикислота или углевод (глюкоза, фруктоза).

4. В двух пробирках находятся растворы веществ. Известно, что оба они взаимодействуют со щелочью, с хлоридом железа (III). Установить, к какому классу соединений относится каждое вещество (фенол, оксикислота).

5. В трех пробирках (1, 2, 3) находятся растворы веществ. Содержимое пробирок 1 и 2 при смешивании с известковым молоком образуют прозрачные растворы. Вещества в пробирках 2 и 3 дают реакцию серебряного зеркала. Определить, к какому классу соединений относятся вещества в пробирках 1, 2, 3 (глюкоза, глицерин, формальдегид).

6. В трех пробирках (1, 2, 3) находятся растворы веществ, которые дают положительную пробу на присутствие углеводов.

Вещества в пробирках 1 и 2 растворяют осадок гидроксида меди (II) с образованием прозрачного синего раствора. Определить, какие вещества находятся в пробирках 1, 2, 3.

На следующем занятии учащиеся знакомятся со свойствами нитро- и аминокислот, аминокислот и белков.

Опыт 5. Образование изонитрила (*Работу проводят в вытяжном шкафу.*) В пробирку помещают 1 каплю анилина, 2—3 капли концентрированного раствора щелочи, 2 капли хлороформа и 1 мл этилового спирта. При медленном нагревании смеси до начала кипения появляется характерный неприятный запах изонитрила. Для его разложения пробирку опускают в разбавленную соляную или серную кислоту.

Мочевина

Опыт 1. Биуретовая реакция. Нагревают в пробирке несколько кристаллов мочевины. Вещество плавится и разлагается с выделением аммиака. На дне пробирки образуется твердый белый биурет. Его растворяют в нескольких миллилитрах воды при нагревании, добавляют 3—4 мл разбавленного раствора гидроксида натрия и 2 капли 2%-ного раствора сульфата меди. Раствор окрашивается в красно-фиолетовый цвет.

Белки

Опыт 1. Биуретовая реакция. К 1 мл раствора белка добавляют 1 мл концентрированного раствора щелочи и 1 каплю раствора сульфата меди. Жидкость приобретает ярко-фиолетовый цвет.

Опыт 2. Ксантопротеиновая реакция. К 1 мл раствора белка добавляют 0,3—0,4 мл концентрированной азотной кислоты. Раствор мутнеет или появляется белый осадок. Раствор кипятят 1—2 мин, и осадок окрашивается в ярко-желтый цвет.

Два заключительных занятия посвящают выполнению экспериментальных задач по функциональному анализу всех изученных классов органических соединений. Прежде чем переходить к практической работе, полезно провести с кружковцами беседу, обсудив наиболее распространенные способы решения экспериментальных задач. Предлагаются следующие типы задач:

1. В четырех пробирках находятся растворы анилина, нитрометана, хлороформа и белка. Установить, в какой пробирке какое вещество находится.

2. Выдано две пробирки с растворами веществ. Известно, что в их состав входят углерод, водород, кислород и азот.

Распознать вещества (мочевина, нитрометан).

3. Доказать наличие белка в муке, вытяжках из мяса, кусочке шерстяной ткани.

4. В двух пробирках находятся растворы веществ, которые дают положительную биуретовую реакцию. Установить, какие соединения находятся в пробирках (мочевина, белок).

5. Установить элементарный состав неизвестного вещества и его функциональную принадлежность.

6. Распознать вещества: а) гептан, бензол, анилин; б) лимонная кислота, уксусная кислота, хлорбензол; в) ацетон, фруктоза, нитрометан, белок; г) гексан, ксилол, крахмал, этиловый спирт.

7. Выдано три пробирки с растворами веществ, о которых известно, что они взаимодействуют с бромной водой. Причем в пробирках 2 и 3 образуются белые осадки. Распознать вещества (гексан, анилин, фенол).

8. Выдано пять пробирок с растворами веществ. Известно, что растворы 1 и 2 дают положительную реакцию с фелинговой жидкостью, а 2—5 растворяют известковое молоко. Распознать вещества (1 — формальдегид, 2 — глюкоза, 3 — фруктоза, 4 — глицерин, 5 — уксусная кислота).

9. Известно, что вещество содержит альдегидную группу. Установить, является ли оно альдегидом или моносахаридом.

10. Выдано четыре пробирки с растворами веществ, о которых известно, что каждое содержит одну или несколько гидроксильных групп. Распознать вещества (1 — этиловый спирт, 2 — фенол, 3 — глицерин, 4 — фруктоза).

11. Известно, что в состав вещества, выданного для анализа, входит азот. Определить, будет ли это нитросоединение амин или белок.

АРОМАТИЧЕСКИЕ АМИНЫ. АЗОКРАСИТЕЛИ И КРАШЕНИЕ

Темы распределяются по занятиям следующим образом: 1) вводное занятие. Ознакомление с задачами и программой кружка, техникой эксперимента, специальными мерами предосторожности. Сборка приборов для синтеза анилина; 2—3) синтез анилина; 4) ароматические амины; 5) синтез ацетанилида; 6) диазосоединения и азокрасители; 7—8) синтез фенола; 9—12) синтез азокрасителей; 13) крашение хлопчатобумажных тканей; 14) крашение шерсти, шелка и капрона; 15) заключительная конференция.

На первом, вводном занятии руководитель знакомит учащихся с задачами и программой работы кружка. Рассказывает о реакции Зинина и ее значении для промышленного синтеза красителей.

Коротко излагает историю красителей, приводит примеры природных и синтетических красителей и отмечает преимущества синтетических красителей перед природными (желательно с демонстрацией образцов выкрасок). Затем кратко останавливается на технике химического эксперимента: сборка приборов, нагревание, охлаждение, перемешивание, фильтрование, кристаллизация, пере-

гонка жидкостей, экстракция, определение температуры плавления и кипения. Учитель поясняет, что всеми этими приемами учащиеся могут овладеть, работая в кружке. Особое внимание обращает на меры предосторожности при работе в химической лаборатории и ведение лабораторного журнала. Поясняет, как следует вести запись о проделанной работе. В отчете о выполненном эксперименте рекомендуется указывать дату проведения, название опыта, его основные этапы, уравнения реакций и условия их протекания, рисунок прибора, количества взятых веществ (в граммах и молях), наблюдения, их объяснение, выход полученных веществ (в граммах и процентах от теоретического расчета), константы, взятые из литературных источников и найденные опытным путем.

Перед следующим занятием учитель предлагает учащимся познакомиться с методикой синтеза анилина (выдается соответствующая методика), разбирает с ними основные этапы синтеза, показывает, как следует собрать приборы для получения анилина, предлагает кружковцам самим собрать эти приборы и помогает им в этом.

На следующем занятии руководитель вместе с кружковцами в течение 10 мин рассматривает основные этапы синтеза анилина, обращая внимание на перегонку жидкостей с водяным паром, экстрагирование, разделение несмешивающихся жидкостей, напоминает о мерах предосторожности при работе с нитробензолом, анилином и эфиром. После чего учащиеся приступают к проведению эксперимента по методике, приведенной ниже.

Анилин и его производные

Опыт 1. Синтез анилина. В круглодонную колбу емкостью 250 мл помещают 10 мл нитробензола, 25 г олова и 10 мл концентрированной соляной кислоты. Закрывают колбу пробкой с вставленной в нее (30—40 см длиной) стеклянной трубкой, которая служит обратным холодильником (рис. 1). Колбу тщательно встряхивают. Через некоторое время наблюдается энергичная реакция, сопровождающаяся сильным разогревом смеси. Поддерживая энергичное течение реакции, в колбу в течение 15—20 мин вносят в четыре приема (по 10 мл) еще 40 мл концентрированной соляной кислоты. После этого колбу нагревают 20—25 мин при слабом кипении до исчезновения запаха нитробензола. Выделяющийся водород восстанавливает нитро-

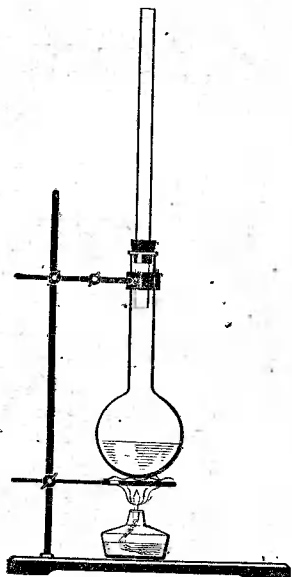


Рис. 1. Прибор для синтеза анилина.

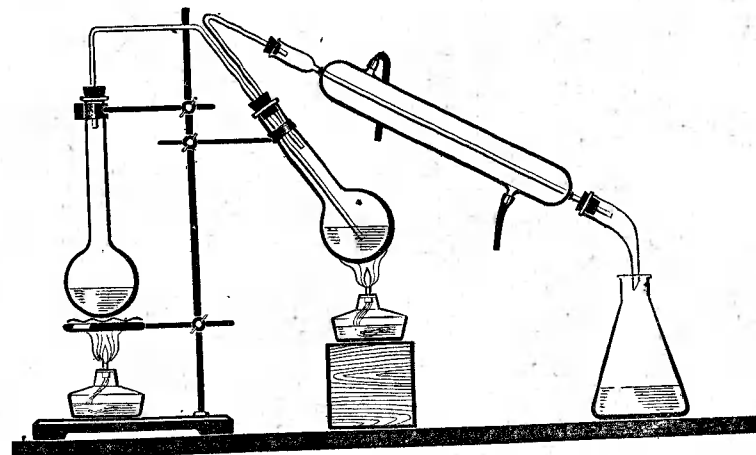
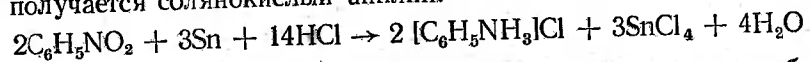
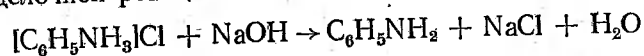


Рис. 2. Прибор для перегонки анилина с водяным паром.

бензол до анилина. Анилин вступает в реакцию с соляной кислотой, и получается солянокислый анилин.



Для выделения свободного анилина смесь охлаждают и добавляют порциями раствор 25 г гидроксида натрия в 50 мл воды до сильнощелочной реакции:



Затем колбу соединяют с прямым водяным холодильником и пропускают через горячую реакционную смесь водяной пар (рис. 2). В приемнике собирается водная эмульсия анилина. Перегонку с водяным паром ведут до тех пор, пока отгон не сделается совершенно прозрачным. Так как анилин несколько растворим в воде (3,6 г анилина в 100 мл воды), то для полного выделения его из водного раствора к полученному дистилляту добавляют хлорид натрия (из расчета 25 г на 100 мл жидкости), растворяют ее и извлекают анилин эфиром (три раза по 25 мл эфира). При извлечении тщательно взбалтывают раствор анилина в делительной воронке с эфиром, дают эмульсии отстояться. Водный раствор выпускают через кран вместе с промежуточным слоем эмульсии, а слой эфира через верхний край воронки сливают в сухую коническую колбу емкостью 100 мл. Соединенные эфирные вытяжки сушат несколькими кусочками (1—2 г) твердого гидроксида калия (не менее 6 ч).

На следующем занятии высушенный раствор эфира сливают в сухую колбу Вюрца емкостью 100 мл и отгоняют эфир на водяной бане с водяным холодильником. Остаток переносят в колбу Вюрца на 25 мл, добавляют немного цинковой пыли и перегоняют анилин с коротким воздушным холодильником. Собирают фракцию, кипя-

щую при 182—184°C. Выход 7—7,5 г. Возможен более простой вариант методики, дающий, однако, меньший выход.

Следующее занятие посвящается углубленному изучению физических и химических свойств ароматических аминов. Обсуждаются способы их идентификации, в частности доказательства строения анилина, полученного на предыдущем занятии.

Перед началом практических занятий руководитель кружка вместе с учащимися разбирает электронное строение анилина, обращает их внимание на ослабление основных свойств у анилина по сравнению с алифатическими аминами и на большую легкость электрофильного замещения по сравнению с бензолом [58, 89]. После чего кружковцы переходят к экспериментальной проверке теоретических выводов. Во время проведения практического занятия преподаватель знакомится с записями в лабораторном журнале, делая замечания по оформлению экспериментальной работы.

Опыт 2. Растворимость анилина и его солей в воде. Доказательство основных свойств анилина: 1) в коническую колбу емкостью 50 мл помещают 6—7 мл воды, добавляют 1—1,5 мл анилина и тщательно встряхивают. Образуется эмульсия анилина в воде. Добавляют еще столько же воды и снова встряхивают — эмульсия не растворяется. Эмульсию анилина в воде сохраняют для последующих опытов. 2) Каплю эмульсии наносят стеклянной палочкой на красную лакмусовую бумажку. Синения не наблюдается. Также нет изменения окраски при нанесении капли эмульсии на фенолфталеиновую бумажку. 3) Помещают в пробирку 1—2 мл эмульсии анилина, добавляют 2—3 капли концентрированной соляной кислоты. Наблюдается посветление мутной эмульсии вследствие образования хорошо растворимой в воде хлористоводородной соли анилина. В эту же пробирку добавляют 1—2 капли раствора фенолфталеина, а затем по каплям концентрированный раствор гидроксида натрия. Помутнение жидкости вследствие выделения капель анилина наблюдается до появления щелочной реакции по фенолфталеину. 4) Помещают в пробирку 1—2 мл эмульсии анилина, добавляют 2—3 капли концентрированной серной кислоты. При встряхивании выпадает кристаллический осадок труднорастворимой в воде сернокислой соли анилина. Нагревают пробирку до растворения выпавшего осадка, а затем охлаждают холодной водой. При этом выпадают игольчатые кристаллы. Из перекристаллизованной таким образом сернокислой соли анилина добавлением щелочи можно выделить свободный анилин высокой чистоты.

Опыт 3. Бромирование анилина. Помещают в пробирку 1—2 мл эмульсии анилина, добавляют 2—3 мл воды, встряхивают. Затем добавляют по каплям бромную воду. Выделяется бесцветный осадок триброманилина, исчезает окраска и запах брома.

Опыт 4. Окисление анилина: 1) помещают в пробирку 1—2 мл эмульсии анилина, добавляют 2—3 мл воды, встряхивают и затем по каплям добавляют раствор хлорной извести. Постепенно появляется фиолетовое окрашивание раствора, переходящее в

темно-синее; 2) в пробирку вливают 1—2 мл эмульсии анилина, добавляют 2—3 мл воды, 2—3 капли концентрированной серной кислоты и 4—5 капель 10%-ного раствора дихромата калия. Наблюдается постепенный переход окраски от темно-зеленого цвета до черного.

Опыт 5. Ацетилирование анилина. Помещают в пробирку 1—2 мл эмульсии анилина, добавляют 3—4 капли уксусного ангидрида, встряхивают. Наблюдается разогрев содержимого пробирки и постепенное выпадение кристаллов ацетанилида.

Опыт 6. Получение анилинформальдегидной смолы. Помещают в пробирку 1—2 мл эмульсии анилина, добавляют 2—3 капли концентрированной соляной кислоты. К полученному раствору приливают 0,5—1 мл формалина (40%-ного), смесь встряхивают. Реакция протекает с разогревом, образуется красный нерастворимый продукт конденсации анилина с формальдегидом.

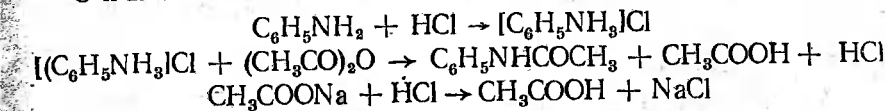
С целью более глубокого изучения физических и химических свойств ароматических аминов и для иллюстрации взаимного влияния атомов в молекуле все или некоторые из вышеприведенных опытов можно повторить с диметиланилином и с *пара*- или *мета*-нитроанилином и сопоставить со свойствами анилина и фенола.

Ацетанилид

На следующем занятии проводится синтез ацетанилида. В первые 20 мин разбираются этапы синтеза ацетанилида. Руководитель объясняет сущность ацетилирования аминов, рассказывает об ацилирующих агентах, их реакционной способности, останавливается и на методах очистки веществ, в частности на кристаллизации из воды, а также объясняет учащимся, как следует определять температуру плавления органических веществ.

Получение и кристаллизация ацетанилида кружковцами проводится по следующей методике.

Опыт 1. Синтез ацетанилида



В стакан емкостью 200 мл вливают 100 мл воды. Добавляют 3,5 мл концентрированной соляной кислоты и при перемешивании стеклянной палочкой добавляют 3,5 мл анилина. Если раствор окрашен, то добавляют 0,5 г тонкорастертого активированного угля, перемешивают 5 мин и отфильтровывают. Бесцветный раствор вновь помещают в стакан на 200 мл, нагревают до 50°C, приливают 5 мл уксусного ангидрида и размешивают до полного его растворения. Затем приливают раствор 6 г ацетата натрия в 20 мл воды, размешивают при охлаждении в ледяной бане. Выпавшие кристаллы ацетанилида отфильтровывают на воронке Бюхнера, промывают на фильтре небольшим количеством ледяной воды

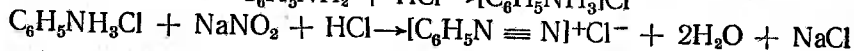
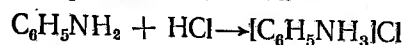
(5—10 мл). Выход 4—4,5 г. Температура плавления 115°C. Если температура плавления ниже, то полученный продукт перекристаллизовывают из воды. Для этого в коническую колбу емкостью 250 мл вносят 70 мл дистиллированной воды и полученный ацетанилид. Нагревают колбу до кипения при периодическом встряхивании. При слабом кипении приливают по 10—20 мл теплой воды до полного растворения ацетанилида. К полученному раствору осторожно добавляют 0,5 г активированного угля, нагревают 5 мин при слабом кипении, после чего раствор отфильтровывают в чистую коническую колбу. Выпавшие при охлаждении кристаллы отфильтровывают на воронке Бюхнера, сушат на воздухе и вновь определяют температуру плавления.

Диазосоединения и азокрасители.

Особое внимание следует уделить занятию, посвященному диазосоединениям и азокрасителям, так как эти темы не входят в учебную программу средней школы. Не следует углубляться в механизм реакции диазотирования и азосочетания и тем более в теорию цветности. Руководитель дает элементарные представления о реакции диазотирования, диазотирующих агентах, условиях диазотирования, о методах контроля реакции диазотирования. Кратко останавливается на свойствах диазосоединений, использовании солей диазония для получения разнообразных органических продуктов, в частности для синтеза красителей [87].

Далее рассматривается реакция азосочетания, понятие о диазосоставляющей, азосоставляющей, азокрасителях и хромофорных группах. После чего переходят к краткому разбору предлагаемых опытов, обращая внимание учащихся на их сущность. После объяснения руководителя кружковцы приступают к выполнению опытов.

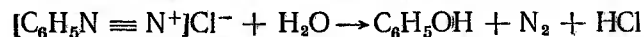
Опыт 2. Диазотирование анилина



В коническую колбу емкостью 50 мл вливают 10 мл воды, 3 мл концентрированной соляной кислоты и 0,9 мл анилина. Колбу помещают в баню с ледяной водой и содержимое колбы охлаждают до 5—7°C. К раствору при 5—7°C добавляют по каплям раствор 0,7 г нитрита натрия в 2 мл воды при размешивании жидкости стеклянной палочкой (избегать перегрева). Когда большая часть раствора прилита, начинают брать пробы на наличие соляной и азотистой кислот. Наносят каплю жидкости на конто-бумагу. (Должно появиться синее пятно, указывающее на избыток кислоты. В противном случае добавляют несколько капель соляной кислоты на иодокрахмальную бумагу. Избыток азотистой кислоты вызывает посинение иодокрахмальной бумаги.) Приливании раствора нитрита натрия прекращают после того, как на иодокрахмальной бумаге немедленно появляется темно-синее пятно и при

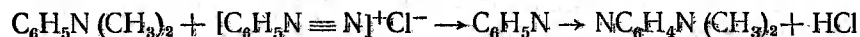
повторной пробе через несколько минут (без добавления нитрита натрия) будет снова обнаружено наличие избытка азотистой и соляной кислот. Полученный раствор соли фенилдиазония оставляют стоять в ледяной бане и используют для последующих опытов.

Опыт 3. Разложение соли фенилдиазония при нагревании



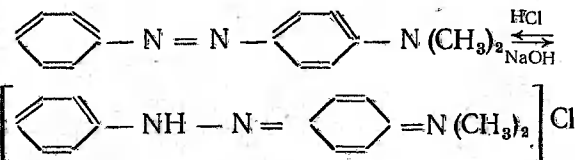
В пробирку наливают 3—4 мл диазораствора и слегка нагревают над пламенем горелки. Наблюдается бурное выделение пузырьков газа. Погружают в пробирку горящую лучину. Пламя гаснет. По окончании выделения пузырьков азота в пробирку помещают кусочек пористой глины, присоединяют газоотводную трубку и погружают конец трубки в другую пробирку. Осторожным нагреванием отгоняют около 1 мл эмульсии с запахом фенола. При добавлении к эмульсии нескольких капель бромной воды наблюдается выделение бесцветного осадка трибромфенола.

Опыт 4. Образование основного красителя



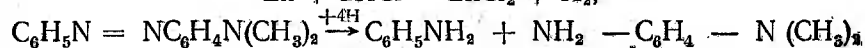
В пробирку помещают 1—2 мл 2 н. раствора соляной кислоты, добавляют 2—3 капли диметиланилина и встряхивают до растворения диметиланилина. Охладив раствор в ледяной бане, добавляют к нему 1—2 мл солянокислого фенилдиазония. При встряхивании выделяются коричневатожелтые хлопья диметиламиноазобензола.

Опыт 5. Изменение цвета основного красителя в зависимости от реакции среды. Понятие об индикаторах



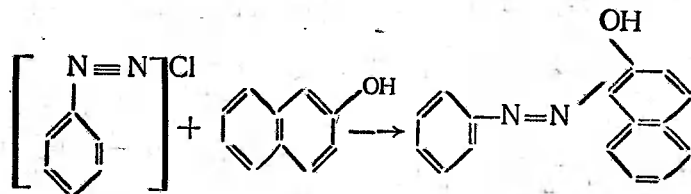
1—2 капли суспензии диметиламиноазобензола смешивают в пробирке с 5—6 мл воды. Образуется желтый раствор. При добавлении 1—2 капель 2 н. соляной кислоты он краснеет, а при добавлении 1—2 капель 2 н. раствора щелочи снова желтеет.

Опыт 6. Восстановление азокрасителя водородом



Помещают в пробирку 0,5—1 мл раствора диметиламиноазобензола, добавляют 1—2 мл концентрированной соляной кислоты, 2—3 мл воды и несколько кусочков металлического цинка. Начинается бурное выделение водорода, который восстанавливает краситель, и раствор постепенно обесцвечивается. При замедлении реакции пробирку можно подогреть над пламенем горелки.

Опыт 7. Получение кислого азокрасителя и его свойства

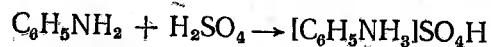


Помещают в пробирку несколько крупинок β-нафтола (на кончике скальпеля) и добавляют для растворения 1—2 мл 2 н. раствора гидроксида натрия. К полученному раствору добавляют 0,5—1 мл раствора фенилдиазония. Немедленно выпадает в виде хлопьев оранжево-красного цвета кислый краситель судан-1. Он плохо растворяется в воде, хорошо в органических растворителях, таких, как спирт, бензол. К выпавшим хлопьям добавляют 3—4 мл спирта и осторожно нагревают при периодическом встряхивании. Получают раствор оранжево-красного цвета. 0,5—1 мл спиртового раствора разбавляют 5—6 мл воды. При разбавлении снова выпадает судан-1 в виде суспензии оранжевого цвета. К мутной суспензии судана-1 добавляют 2—3 мл бензола и взбалтывают. При отстаивании капли бензола всплывают наверх.

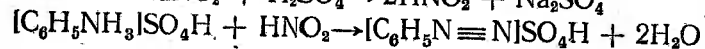
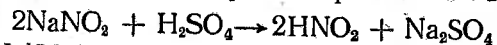
Фенолы

Для закрепления и углубления представления о диазосоединениях и показа их практического применения целесообразно проведение синтеза фенола. Этот синтез интересен и тем, что помогает раскрыть перед учащимися переходы между классами органических веществ: амины → диазосоединения → фенолы. Перед началом синтеза руководитель вместе с учащимися разбирает химизм получения фенола и влияние условий на его осуществление, а также меры предосторожности при работе с анилином, диазосоединениями, фенолом, эфиром. После этого кружковцы приступают под наблюдением учителя к синтезу по приведенной методике.

Опыт 1. Синтез фенола. В фарфоровый стакан емкостью 250 мл наливают 50 мл воды и при перемешивании добавляют 10 мл концентрированной серной кислоты. К еще горячему раствору при размешивании приливают 9,3 г свежеперегнанного анилина. Раствор охлаждают добавлением толченого льда (70—80 г) до 0°C (или в бане со снегом или льдом). При этом выпадает труднорастворимый сернокислый анилин



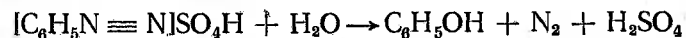
К охлажденной до 0°C суспензии при энергичном перемешивании приливают раствор 7,5 г нитрита натрия в 25 мл воды



После того как большая часть раствора нитрита натрия будет прибавлена, проверяют окончание реакции диазотирования при помощи иодокрахмальной бумаги. Если спустя 2—3 мин после прибавления последней порции нитрита натрия капля раствора, нанесенная на иодокрахмальную бумагу, вызовет ее посинение, то реакцию можно считать оконченной. В противном случае добавляют еще некоторое количество нитрита натрия.

Реакция среды должна быть кислой (капля раствора, нанесенная на конго-бумагу, должна вызывать ее посинение).

Полученный раствор сернокислого фенилдиазония переливают в круглодонную колбу емкостью 500 мл и нагревают на водяной бане при 50—60°C до прекращения выделения азота (15—20 мин)



Полученный фенол отгоняют с водяным паром до тех пор, пока проба дистиллята не перестанет давать помутнения с бромной водой. Дистиллят насыщают хлоридом натрия (на каждые 100 мл жидкости прибавляют 20—25 г хлорида натрия), переливают в делительную воронку и фенол экстрагируют эфиром (три раза по 20 мл эфира). Соединенные эфирные вытяжки сушат хлоридом кальция.

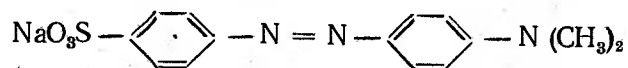
На следующем занятии эфир отгоняют на водяной бане с водяным холодильником. Остаток, содержащий фенол, переносят в колбу Вюрца на 25 мл и перегоняют фенол на сетке с коротким воздушным холодильником, собирая фракцию с температурой кипения 179—183°C. При охлаждении фенол выкристаллизовывается. Выход фенола 6 г.

Практические занятия по синтезу красителей и крашению особенно полезно проводить в школах, расположенных вблизи химических комбинатов или текстильных фабрик, которые смогут помочь в оснащении химического кабинета полупродуктами, красителями, образцами тканей, необходимым оборудованием и т. д. При этом можно организовать экскурсии на предприятия. Получение красителей, крашение ими, проведение экскурсий — все это способствует профориентации учащихся.

Синтезу красителей можно посвятить четыре занятия. Эти занятия должны вызвать особый интерес у учащихся, так как у них появляется возможность самим получать сложные вещества, красители из довольно простых веществ и красить ими, наглядно видеть результаты своего труда. Перед началом практических занятий учитель дает первые представления о теории цветности (понятия об ауксохромных и хромофорных группах), рассказывает о классификации азокрасителей по способам применения (кислотные, основные, протравные, прямые, активные), разбирает вместе с учащимися основные этапы синтеза азокрасителей, обращая внимание на условия проведения диазотирования и азосочетания [48]. После этого учащиеся приступают к выполнению самих

синтезов по приведенным методикам. Каждый учащийся получает 3—4 красителя за четыре занятия.

Опыт 1. Получение метилового оранжевого

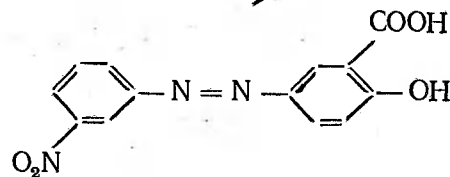


1) *диазотирование сульфаниловой кислоты.* В стакане на 100 мл растворяют 5 г сульфаниловой кислоты в 12,5 мл 2 н. раствора гидроксида натрия, прибавляют к нему раствор 2 н. нитрита натрия в 25 мл воды. Охладив раствор льдом, приливают его при тщательном размешивании в фарфоровый стакан с 12,5 мл охлажденного до 1—2°C 2н. раствора соляной кислоты. Образовавшееся диазосоединение частично выпадает в осадок. Проба показывает избыток соляной и азотистой кислот (синее окрашивание конго-бумаги и иодокрахмальной бумаги);

2) *приготовление раствора солянокислого диметиланилина.* В стакане емкостью 50 мл растворяют 3 г диметиланилина 12,5 мл 2 н. раствора соляной кислоты;

3) *получение красителя.* Раствор солянокислого диметиланилина при 5—8°C добавляют к суспензии диазосоединения. Выделяется фиолетово-красный краситель. Реакционную массу подщелачивают до щелочной реакции 2 н. раствором гидроксида натрия. При этом образуется натриевая соль красителя в виде красивых оранжево-коричневых листочков. На следующем занятии или после 1,5—2 ч стояния выпавший осадок отфильтровывают на воронке Бюхнера и кристаллизуют из небольшого количества воды. Выход почти количественный.

Опыт 2. Протравной желтый

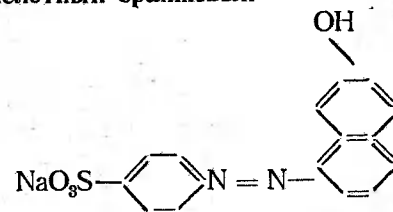


1) *диазотирование мета-нитроанилина.* В стакане емкостью 100 мл растворяют при нагревании 1,4 г мета-нитроанилина в 10 мл воды при добавлении 3 мл концентрированной соляной кислоты. Добавляя лед, охлаждают раствор до 0°C. При размешивании приливают раствор 0,7 г нитрита натрия в 3 мл воды. Кислота и нитрит при диазотировании должны быть в избытке: среда должна показывать положительную реакцию на конго-бумагу и иодокрахмальную бумагу. Температура диазотирования не выше 3°C;

2) *растворение салициловой кислоты.* В стакане емкостью 200 мл растворяют 1,5 г салициловой кислоты в 50 мл воды при добавлении 3,5 г соды. Раствор охлаждают до 8—10°C с добавлением льда;

3) *сочетание.* К раствору натриевой соли салициловой кислоты в течение 15—20 мин при размешивании добавляют раствор хлористого мета-нитродиазобензола. Для окончания сочетания массу размешивают еще 30 мин при 8—10°C, затем нагревают до кипения и фильтруют горячей. К охлажденному до комнатной температуры фильтрату добавляют несколько капель соляной кислоты до кислой реакции на лакмус. Вытек пробы красителя должен быть бесцветным. Краситель отфильтровывают на воронке Бюхнера и сушат. Выход 3,5—4 г.

Опыт 3. Кислотный оранжевый

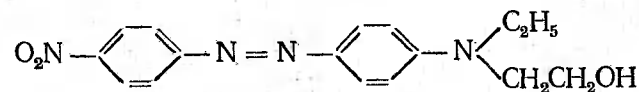


1) *диазотирование сульфаниловой кислоты.* В стакане емкостью 50 мл растворяют 2,3 г сульфанилата натрия в 15 мл воды. Раствор охлаждают льдом до 0°C и при размешивании приливают к нему 1 мл концентрированной серной кислоты. К полученной суспензии при температуре не выше 20°C при размешивании приливают раствор 0,7 г нитрита натрия в 3 мл воды. К концу диазотирования конго-бумага должна показывать кислую реакцию, а иодокрахмальная бумага — присутствие азотистой кислоты;

2) *растворение β-нафтола.* В стакан емкостью 100 мл вносят 25 мл воды, 1,44 г β-нафтола и постепенно при размешивании 2 г соды;

3) *азосочетание.* К раствору β-нафтола при размешивании приливают суспензию пара-дiazобензолсульфокислоты. Образовавшийся краситель размешивают 30—40 мин, затем высаливают постепенным добавлением в течение 20—30 мин 12—13 г соли. Краситель отфильтровывают и сушат. Выход почти количественный.

Опыт 4. Дисперсный алый Ж



1) *диазотирование пара-нитроанилина.* В стакане емкостью 50 мл растворяют при нагревании 1,4 г пара-нитроанилина в 10 мл воды при добавлении 3,5 мл концентрированной соляной кислоты. Раствор охлаждают до 0°C, внося в него лед. К образовавшейся суспензии при размешивании добавляют 0,7 г нитрита натрия. После 15 мин размешивания добавляют 5 г хлорида натрия и размешивают до полного растворения его. Конго-бумага должна показывать кислую реакцию, иодокрахмальная бумага — небольшой избыток азотистой кислоты;

2) *азосочетание*. В стакане емкостью 200 мл растворяют при небольшом нагревании 1,8 г этилоксиэтиланилина в 10 мл воды при добавлении 1 мл концентрированной соляной кислоты. Раствор охлаждают льдом до 10 °С и при размешивании приливают к нему раствор хлористого *пара*-нитродиазобензола. После размешивания в течение 1 ч при 15—20 °С к реакционной массе добавляют осторожно раствор карбоната натрия до слабокислой реакции на лакмусовую бумагу.

После последующего 20 мин размешивания массу разбавляют водой до 150—160 мл. Краситель отфильтровывают и сушат. Выход 7 г.

Следующие два занятия (13-е и 14-е) посвящают крашению тканей. На одном занятии рассматривается крашение хлопчатобумажных тканей. Перед началом практических занятий руководитель кратко рассказывает о химизме крашения хлопчатобумажных тканей прямыми, протравными и активными красителями, о подготовке тканей к крашению, о технике крашения [39], разобрав для примера два опыта. После чего кружковцы приступают к проведению следующих опытов.

Опыт 5. Подготовка хлопчатобумажной ткани к крашению.

В фарфоровый стакан емкостью 50 мл вливают 40 мл 2%-ного раствора гидроксида натрия, погружают в жидкость стеклянной палочкой три кусочка хлопчатобумажной ткани, массой по 0,5 г, и нагревают жидкость до кипения. После кипячения в течение 5 мин кусочки ткани тщательно промывают водой и отжимают.

Опыт 6. Крашение черным анилином. В фарфоровый стакан емкостью 50 мл вносят 10 мл воды, 4—5 капель концентрированной соляной кислоты, 3—4 капли концентрированной серной кислоты и 3 капли анилина. Размешивают до растворения анилина, добавляют 6 мл 10%-ного раствора дихромата калия и 4 мл воды и вносят кусочек ткани. Массу тщательно размешивают стеклянной палочкой в течение 2 мин. После чего ткань вынимают из жидкости, отжимают между листами фильтровальной бумаги, расправляют и подвешивают на проволоочном крючке к стеклянной палочке, положенной на края фарфорового стакана емкостью 500 мл, в котором кипит небольшое количество воды (ткань не должна погружаться в кипящую воду). Стакан прикрывают крышкой и продолжают кипячение воды в стакане в течение 10 мин (ткань «запаривают»). Затем ткань тщательно промывают водой и высушивают.

Опыт 7. Крашение прямым красителем (конго-красный, прямой фиолетовый, прямой коричневый):

1) *приготовление 0,1%-ного раствора красителя*. Краситель тщательно растирают в ступке. В стакане емкостью 50 мл в 20—30 мл воды при нагревании до 80 °С растворяют 0,1 г красителя. Раствор отфильтровывают в мерную колбу на 100 мл. Объем раствора доводят добавлением воды до метки. Раствор красителя охлаждают до комнатной температуры;

2) *крашение*. В фарфоровый стакан емкостью 50 мл вливают 15 мл 0,1%-ного раствора красителя, 1 мл 1%-ного раствора карбоната натрия и 4 мл воды. Вносят кусочек ткани, нагревают до слабого кипения при размешивании стеклянной палочкой и кипятят жидкость 10 мин при периодическом размешивании. Затем добавляют 1 мл 10%-ного раствора глауберовой соли и продолжают кипячение еще 10 мин. После чего ткань промывают водой и высушивают.

Опыт 8. Крашение паракрасным («ледяное» крашение):

1) *приготовление раствора β-нафтола*. В стакане емкостью 150 мл растворяют 2,5 г β-нафтола в 100 мл 2%-ного раствора гидроксида натрия;

2) *приготовление раствора диазосоединения (хлористого паранитробензолдиазония)*. В стакане емкостью 50 мл растворяют при нагревании 1,4 г *пара*-нитроанилина в 10 мл воды при добавлении 3,5 мл концентрированной соляной кислоты. Раствор охлаждают до 0 °С, внося в него лед. К образовавшейся суспензии при размешивании добавляют 9,7 г нитрита натрия. Иодокрахмальная бумага должна показывать небольшой избыток азотистой кислоты. Избыток минеральных кислот нейтрализуют добавлением кристаллического натрия до исчезновения синей окраски в пробе на конго-бумагу;

3) *крашение*. Кусочек ткани опускают в раствор β-нафтола, тщательно отжимают и затем погружают, придерживая пинцетом, в раствор диазосоставляющей. Несколько раз проводят под поверхность жидкости, после чего ткань промывают и высушивают.

Опыт 9. Крашение активными красителями: ремазолами, проционами (активный алый, активный желтый и т. д.). В фарфоровой чашке емкостью 50 мл в 10 мл воды растворяют 0,1 г красителя. Добавляют 1 мл 1%-ного раствора карбоната натрия и сразу же вносят кусочек ткани, выдерживают его в расправленном виде в растворе красителя в течение 1—2 мин. Ткань отжимают листами фильтровальной бумаги, подвешивают на крючке из проволоки к стеклянной палочке и «запаривают» в течение 10 мин, как указано в опыте 6. После чего ткань промывают и высушивают.

На следующем занятии, посвященном крашению шерсти, шелка и капрона, учитель рассказывает об особенностях крашения этих тканей, о подготовке их к крашению и технике крашения. После чего кружковцы приступают к выполнению опытов 10—13.

Опыт 10. Подготовка тканей к крашению:

1) *подготовка шерстяной или шелковой ткани или пряжи*. В стакан емкостью 50 мл вливают 40 мл воды и 2—3 мл 0,5%-ного раствора мыла. Раствор нагревают до 40—50 °С и погружают в жидкость три кусочка шерстяной или шелковой ткани или пряжи массой по 0,5 г. Нагревают 5 мин при 40—50 °С при периодическом размешивании, затем промывают водой и отжимают;

2) *подготовка капрона «запариванием»*. Кусочки ткани массой по 0,5 г подвешивают на крючке из проволоки к стеклянной палочке;

ке, положенной на края фарфорового стакана емкостью 500 мл, в котором кипит небольшое количество воды. Стакан прикрывают крышкой и продолжают кипячение воды в стакане в течение 5 мин.

Опыт 11. Крашение шерсти или шелка кислотным красителем (кислотный оранжевый, кислотный синий, метиловый оранжевый, черный):

1) *приготовление раствора красителя.* Небольшое количество красителя тщательно растирают в ступке. 0,1 г порошка красителя растворяют в 20—30 мл воды. Раствор отфильтровывают в мерную колбу на 100 мл. Объем доводят водой до метки;

2) *крашение.* В фарфоровый стакан емкостью 50 мл вливают 15 мл воды, 10 мл 0,1%-ного раствора красителя, 1 мл 10%-ного раствора глауберовой соли и 2—3 капли ледяной уксусной кислоты. Нагревают жидкость до 40 °С, вносят кусочек ткани. Затем нагревают жидкость до слабого кипения при периодическом размешивании стеклянной палочкой и кипятят 10 мин, после чего ткань промывают и высушивают.

Опыт 12. Крашение шерстяной ткани по хромовой протраве (протравным желтым или ализарином):

1) *обработка ткани солями металлов.* В фарфоровый стакан емкостью 50 мл вливают 18 мл воды, 1 мл 2%-ного раствора дихромата калия и 0,5 мл 2,5%-ного раствора кислого виннокислого натрия, вносят кусочек ткани, нагревают до слабого кипения при размешивании и кипятят жидкость 30 мин, добавляя воду по мере ее испарения. После чего ткань отжимают и красят;

2) *крашение.* В фарфоровый стакан емкостью 50 мл вливают 20 мл воды, добавляют немного (на кончике скальпеля) тонкорастертого красителя. Нагревают при размешивании стеклянной палочкой до кипения, вносят протравленную ткань и кипятят 2—3 мин. После чего ткань промывают водой и высушивают.

Опыт 13. Крашение капрона дисперсными красителями (дисперсным алым Ж). В фарфоровый стакан емкостью 50 мл вносят 20 мл воды, 2—3 капли ледяной уксусной кислоты и немного тонкорастертого красителя (на кончике скальпеля), тщательно размешивают до получения однородной суспензии, нагревают до 40 °С. При 40 °С вносят кусочек ткани. Содержимое стакана нагревают до 80—90 °С и нагрев при этой температуре продолжают при периодическом размешивании еще 20 мин. Ткань промывают водой и высушивают.

В зависимости от количества времени, состава и подготовки кружковцев, а также оснащенности химического кабинета можно ограничиться проведением первых восьми занятий или 1, 4, 6, 9—14 занятий. Работа кружка завершается конференцией учащихся, на которую приглашаются все желающие, а также родители, представители шефской организации. К конференции кружковцы готовят стенд «Синтетические красители» с образцами красителей и выкраски. Можно предложить следующий примерный план конференции: 1) вводное слово руководителя кружка (краткий рассказ

о работе кружка); 2) сообщения кружковцев (по 5—7 мин): «О жизни и деятельности Н. Н. Зинина», «О синтезе анилина из фенола», «Из истории красителей», «О «ледяном» крашении тканей» (с демонстрацией опыта) [23]; 3) награждение наиболее активных участников работы кружка.

М. К. ВЕРЗИЛИНА, О. С. КОТЛЯРОВА,
Н. К. ОВЧИННИКОВА, Э. Е. НИФАНТЬЕВ

ЭЛЕМЕНТЫ ХРОМАТОГРАФИИ НА КРУЖКОВЫХ ЗАНЯТИЯХ В ШКОЛЕ

В настоящее время хроматографические методы прочно вошли в практику химических и биохимических лабораторий.

Ознакомление учащихся с сущностью хроматографических методов позволяет расширить их кругозор, поскольку в основе хроматографии лежит такое важнейшее физико-химическое явление, как адсорбция, а соединения, анализ которых возможен методами хроматографии, представляют все важнейшие классы химических веществ.

Цель занятий — ознакомление учащихся с тонкослойной хроматографией (ТСХ), одним из наиболее эффективных методов анализа сложных композиций веществ и идентификации, т. е. установления идентичности исследуемых соединений с известными. Занятия кружка двухчасовые, рассчитаны на учащихся десятых классов, и проводят их раз в две недели. Основные методы работы на занятиях следующие: беседа учителя с демонстрацией опытов, лабораторные работы и доклады учащихся. По итогам работы кружка можно провести заключительную конференцию. Для занятий не требуется сложного оборудования. Необходимая литература приведена в библиографии [4, 42, 50, 55, 62, 81, 88, 91].

Примерный тематический план занятий: 1) вводное занятие. Значение хроматографических методов и механизм хроматографии; 2) методы хроматографии, метод тонкослойной хроматографии; 3—4) сущность ТСХ. Практическая работа — определение активности оксида алюминия; 5) хроматография в неорганическом анализе; 6) хроматографирование спиртов; 7) контроль за ходом реакции нитрования толуола; 8) хроматографирование нитрофенолов и нитроанилинов; 9) разделение сахаров; 10) разделение и оценка чистоты лекарственных препаратов; 11) итоговая конференция учащихся.

На первом (вводном) занятии учащиеся знакомятся с хроматографией и ее значением в практике современной науки. Хроматография — это очень точный, чувствительный и быстрый метод, применяемый в первую очередь в аналитических лабораториях для анализа веществ и их смесей. Уже в 40-е годы хроматографический метод довольно быстро начал проникать в органическую, неорганическую

скую и аналитическую химию, химическую технологию и смежные с ними отрасли науки и техники. Несколько позже он вошел в биохимию. Без этого метода в настоящее время не обходится химическая, фармацевтическая, пищевая, текстильная промышленность, цветная металлургия. Создатель метода хроматографии М. С. Цвет в 1903 г. впервые этим методом доказал, что хлорофилл является сложным пигментом.

В современном понимании хроматография — это учение о закономерностях разделения сложных смесей веществ на индивидуальные соединения за счет различий в их способности сорбироваться на различных сорбентах. Термин «хроматография» происходит от греческого «хрома» — цвет, «графо» — пишу и впервые был введен также М. С. Цветом, поскольку М. С. Цвет в своих экспериментах имел дело с окрашенными соединениями. В настоящее время этим методом анализируют и бесцветные вещества. В органической химии в соответствии с механизмами процессов, на которых основывается разделение смеси веществ, различают несколько видов хроматографии. В основе распределительной хроматографии лежит различие коэффициентов распределения компонентов исследуемой смеси между двумя жидкими фазами. Процесс проводится в условиях, в которых одна фаза является неподвижной и находится в порах твердого носителя. Неподвижная фаза стремится удержать то или иное количество вещества, а подвижная перенести

его в направлении своего движения. Так как каждое вещество имеет собственный коэффициент распределения, то и перенос индивидуальных веществ разделяемой смеси происходит на разные расстояния от старта. Ионообменная хроматография основана на обмене между ионами некоторых поглощателей, называемых ионитами. Этот способ разделения приобрел большое значение с тех пор, как стали изготавливать синтетические высокополимерные кислоты и основания, получившие название иониты. Несколько подробнее остановимся на адсорбционной хроматографии, в основе которой лежат процессы адсорбции и десорбции. Смесь веществ, подлежащих разделению, вводят в контакт с адсорбентом. Каждое из соединений смеси в соответствии со своей природой (физическими и химическими свойствами) связывается с адсорбентом адсорбционными силами в той или иной степени. Затем хроматограмму пропускают через растворитель (вещество или смесь веществ, способные десорбировать соединения разделяемой смеси). На занятии могут быть продемонстрированы следующие опыты.

Опыт 1. а) В пробирку с активированным углем добавить несколько капель брома. (Опыт



Рис. 3. Хроматографическая колонка.

проводится под тягой.) Пробирку закрыть и сильно встряхнуть. Наблюдается адсорбция. б) Пробирку из опыта 1 а подогреть — выделяются темно-бурые пары брома. Происходит десорбция брома.

Опыт 2. В пробирку со спиртовым раствором иода добавить активированный уголь, закрыть пробкой, встряхнуть и отфильтровать. Спиртовой раствор обесцвечивается в результате адсорбции иода активированным углем.

Опыт 3. Через колонку, наполненную измельченным активированным углем, пропустить 5%-ный водный раствор перманганата калия. Раствор обесцвечивается.

На следующем занятии учащиеся знакомятся различными видами хроматографии и подробнее — с методом тонкослойной хроматографии. В беседе учитель или учащиеся, специально подготовленные к этому занятию, сообщают, что хроматографические методы подразделяют на колоночную (рис. 3), бумажную хроматографию и хроматографию в тонком слое (ТСХ). При колоночной хроматографии адсорбент помещают в специальную колонку, которая представляет собой стеклянную трубку, суживающуюся в нижней части. Диаметр колонки и ее высота могут быть различными, в зависимости от поставленной задачи. В верхнюю часть колонки с адсорбентом вносят изучаемую смесь веществ, а затем через колонку самотеком или под давлением пропускают растворитель. В процессе продвижения растворителя осуществляется разделение смеси на индивидуальные соединения, занимающие в колонке строго определенное положение. При дальнейшем пропускании растворителя индивидуальные соединения одно за другим выходят из колонки с определенными порциями растворителя. Эти порции собирают. Установить, в каких именно порциях раствора, вытекающего из колонки, содержится то или иное соединение, можно либо при помощи цветной реакции, либо иным способом. Если вещества окрашены, то они образуют цветные зоны в адсорбенте. С этим методом можно познакомиться на примере хроматографического разделения неорганических ионов.

Сущность бумажной хроматографии заключается в следующем: на специальную хроматографическую бумагу наносят в виде небольшого пятна смесь веществ. Затем бумагу помещают в камеру с растворителем (рис. 4), который продвигается по хроматограмме, осуществляя перенос вещества из зоны старта в направлении своего движения в строго определенные позиции. После этого хроматограмму проявляют: опрыскивают растворами, дающими цветные реакции с индивидуальными соединениями.

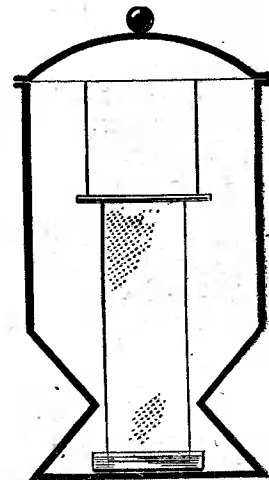


Рис. 4. Прибор для бумажной хроматографии.

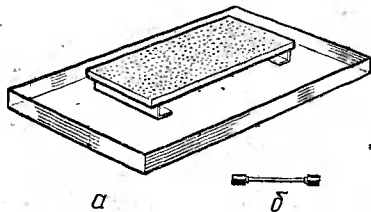


Рис. 5. Прибор для тонкослойной хроматографии.

а) кофета с пластинкой; б) валик для разравнивания сорбента.

Если растворитель идет по бумаге снизу вверх, то такая хроматограмма называется восходящей, сверху вниз — нисходящей.

Демонстрационный опыт. На полоску хроматографической бумаги наносят исследуемое вещество (раствор чернил) и опускают ее в герметически закрытую камеру с системой растворителя — бутиловый спирт: вода, уксусная кислота (15:3:7).

Растворитель поднимается очень

долго — это один из недостатков бумажной хроматографии.

Приемы работы при хроматографическом разделении в тонком слое похожи на таковые в бумажной хроматографии. В настоящее время известно два варианта метода ТСХ. По одному из них тонкий слой сорбента готовят закрепленным, по второму — незакрепленным, используя для этого сухой просеянный порошок сорбента. Метод ТСХ с незакрепленным слоем сорбента по простоте и быстроте выполнения применяется особенно широко.

Хроматографирование в тонком, незакрепленном слое сорбента производится следующим образом (рис. 5). На прямоугольную стеклянную пластинку насыпают сорбент, разравнивают его и на линию старта наносят пробы растворов. Край пластины у линии старта погружают в камеру с растворителем под углом 10—15°. Под действием капиллярных сил растворитель начинает продвигаться в слое сорбента вверх по пластинке, увлекая с собой анализируемые вещества. При этом они перемещаются с разными скоростями, и в слое сорбента происходит их разделение. Полученный в результате хроматографирования слой сорбента, содержащий разделенные вещества, называется хроматограммой. Если эти вещества не окрашены, то они не видны на хроматограмме и хроматограмму проявляют, как и в бумажной хроматографии. На стеклянную пластинку с тонким слоем оксида алюминия наносят три пятна: 1) смесь азобензола с суданом (желтый или красный) в спирте; 2) судан (желтый или красный) в спирте; 3) азобензол в спирте. Пластинку помещают в камеру с растворителем — четыреххлористым углеродом. Получают хроматограмму. Отмечают быстроту процесса (около 10 мин).

Тонкослойная хроматография на пластинках используется как один из эффективных методов физико-химического исследования. Его преимущества перед другими методами заключается, прежде всего, в быстроте выполнения эксперимента, на который требуется 10—30 мин. Это особенно важно в технологии. Так, если на анализ аминокислот требуется несколько дней при использовании бумажной хроматографии, то в тонком слое сорбента — 4—5 ч. Кроме того, этот метод отличается значительной чувствительностью (в 10—

20 раз превышающей чувствительность бумажной хроматографии) и позволяет обнаружить ничтожно малые количества веществ (0,1—0,005 мкг). Метод ТСХ очень прост, не требует сложной аппаратуры.

Большой вклад ТСХ внесла в изучение природных соединений животного и растительного происхождения. Широко применяется этот метод для отделения и идентификации липидов и жиров. В биохимии применяется для разделения аминокислот, сахаров, нуклеиновых кислот, стероидов. Метод позволяет быстро и точно анализировать инсектициды, особенно в сельскохозяйственных культурах. Он используется и для выделения фармацевтических препаратов из растений.

Другой областью применения ТСХ является изучение ядовитых атмосферных загрязнений.

В ходе третьего и четвертого занятия учащиеся знакомятся с сущностью метода ТСХ, осваивают аппаратуру и практические приемы работы.

Сущность метода ТСХ заключается в следующем: сорбент — твердое вещество, наносится на одну сторону стеклянной пластинки. Пластинки (7 × 15 см или 8 × 20 см) должны быть совершенно чистыми. Перед нанесением слоя сорбента их следует вымыть теплым мыльным раствором, тщательно промыть водой, затем хромовой смесью и, наконец, водой. Затем насыпанный сорбент разравнивают при помощи валика, сделанного из пробирки (или стеклянной палочки), на оба конца которой надеты резиновые колечки толщиной около 1 мм. Следует добиваться, чтобы слой сорбента имел ровную поверхность и одинаковую толщину по всей длине пластинки. На такой слой наносят пробы анализируемых веществ с помощью капилляров. Капилляр держат перпендикулярно к пластинке, слегка прикасаясь к слою сорбента. При нанесении раствора анализируемого вещества на сорбент важно соблюдать следующие условия: 1) нежелательно грубое повреждение слоя сорбента; 2) диаметр пятна на старте должен быть минимальным (2—3 мм), для чего следует за один прием наносить на сорбент небольшое количество раствора. Если раствор имеет малую концентрацию, необходимо дозировать его небольшими порциями, каждый раз давая раствору испариться с сорбента; 3) расстояние между стартовыми пятнами должно быть не менее 10 мм; 4) пробы на старте необходимо располагать строго в линию.

Отмечают линию старта — это линия, перпендикулярная направлению движения растворителя и пересекающая центры пятен веществ, нанесенных на сорбент.

Затем пластинку помещают в герметически закрытую камеру (экдикатор) с растворителем для хроматографирования под углом 10—15°. Пластинку ставят в камеру с максимальной осторожностью, не увеличивая угла наклона и избегая ударов ее о стенку экдикатора. Следует соблюдать осторожность и при погружении пластинки в растворитель, чтобы исключить смывание сорбента. В конце хроматографирования границу движущейся жидкости (линия фронта)

фиксируют путем легкого постукивания по пластинке. Фронт растворителя должен подняться на расстояние 1 см от верхнего края пластинки.

Затем проявляют хроматограмму. Если анализируемые вещества поглощают свет в видимой области спектра и, следовательно, окрашены, надобность в их проявлении отпадает; в противном случае необходимо проявление. Для этого применяют оптические и химические методы.

Из последних широко распространено проявление парами иода. Пластинку с хроматограммой после испарения растворителя помещают в эксикатор с кристаллами иода. Через несколько минут пластинку вынимают. Вещества, взаимодействующие с иодом, обнаруживаются на хроматограмме в виде окрашенных пятен, как правило, желто-коричневого цвета.

Для обнаружения веществ широко применяется опрыскивание хроматограммы из пульверизатора растворами реагентов, дающих цветные реакции с анализируемыми веществами. Универсальным проявителем для тонкослойной хроматографии является серная кислота (концентрированная или 50%-ная), иногда добавляя дихромат калия (10%-ный раствор в 50%-ной серной кислоте). Необходимо следить за тем, чтобы опрыскивание проводилось достаточно мелкими каплями во избежание нарушения слоя сорбента и изменения формы пятен.

После опрыскивания иногда приходится нагревать пластинку с хроматограммой до 80—100 °С и выше. Нагревание производят на плитке с закрытой спиралью, под лампой или в сушильном шкафу.

Для количественной оценки результатов хроматографирования измеряют расстояние от центра пятна (рис. 6) до линии старта (отрезок AD) и расстояние от линии фронта до линии старта (отрезок AB).

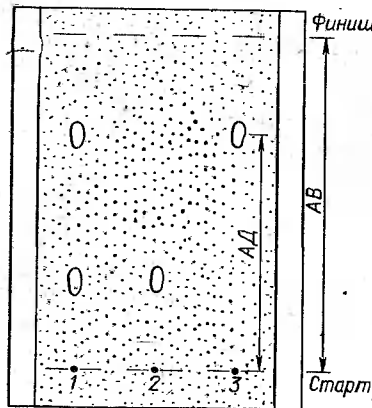


Рис. 6. Общий вид тонкослойной хроматограммы.

Отношение $\frac{AB}{AD}$ обозначается R_f — константа, характеризующая положение вещества на хроматограмме. (Вспомнить картину разделения красителей.)

Величина R_f характерна для данного соединения в данной системе растворителя. Воспроизводимость величин R_f зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются активность сорбента, состав растворителя, степень насыщенности атмосферы парами растворителя, количество нанесенного на пластинку исследуемого вещества. Поэтому имеющийся в литературе величины R_f мож-

но использовать в качестве ориентировочных материалов, которые указывают только на последовательность расположения зон адсорбции индивидуальных веществ. Часто для идентификации вещества используют «свидетель». В этом случае смесь разделяемых веществ хроматографируют на одной пластинке с веществом, предположительно присутствующим в смеси, — «свидетелем».

Сорбенты. В качестве сорбентов применяют различные вещества: силикагель, гипс, целлюлозу, оксид магния, оксид алюминия. При выборе сорбента следует учитывать полярность и химическую устойчивость разделяемых веществ. Полярные сорбенты (оксид алюминия, силикагель) адсорбируют вещество тем сильнее, чем больше полярных групп оно содержит и чем больше содержит двойных и тройных связей. Адсорбционная способность соединений, содержащих функциональные группы, увеличивается в ряду (слева направо)

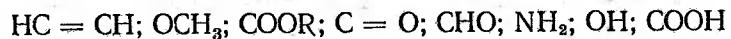


Таблица 2

Сорбенты, используемые в ТСХ

Сорбент	Свойства			Разделяемые вещества
	Кислотно-основные	Активность	Разделительное действие	
Силикагель	Кислый	Активный	Адсорбция, распределение, ионный обмен	Практически все
Оксид алюминия	Основной	Активный	То же	Главным образом основания, стероиды
Кизельгур	Нейтральный	Неактивный	Распределение	Сахара, лекарственные вещества, высшие спирты, кислоты
Силикагель, оксид алюминия (1:1)	Кислый + основной	Активный	Распределение, ионный обмен	Красящие вещества
Сульфат кальция	Слабо-основной	Слабо-активный	Адсорбция	Жирные кислоты, глицериды

Чаще всего используют оксид алюминия марки «для хроматографирования» нужной активности (по Брокману). Оксид алюминия для хроматографирования можно приготовить. Для этого оксид алюминия обрабатывают разбавленной соляной кислотой, а затем водой до нейтральной или слабокислой реакции, сушат 6 ч при 300—400 °С и просеивают через капроновый чулок, сложенный вдвое. Активность оксида алюминия (это способность хорошо адсорбировать исследуемые вещества) зависит от активной по-

верхности частиц, а эта последняя — от размера зерен, от процентного содержания воды. Чем меньше частицы, тем выше активность. В зависимости от того, каков процент воды в оксиде алюминия (0, 2, 10, 13, 16), различают соответствующие степени активности (I—V). Для определения степени активности хроматографируют на оксиде алюминия в четыреххлористом углероде органические красители, например: азобензол, судан желтый и т. д. Затем определяют значения R_f и сравнивают с табличными данными этих красителей. Например, если R_f азобензола на оксиде алюминия равна 0,84, то это соответствует IV степени активности (по Брокману).

Таблица 3

Значения R_f для некоторых красителей

Активность по Брокману	II	III	IV	V
Содержание воды, в %	2	10	13	16
Азобензол	0,59	0,74	0,85	0,95
Судан желтый	0,01	0,25	0,57	0,78
Судан красный	0,00	0,10	0,33	0,56

Растворители. Полнота разделения смесей веществ методом ТСХ существенно зависит от выбора растворителя. Это наиболее трудный этап ТСХ. Растворители должны быть сухими и чистыми. При выборе растворителя испытывают следующий набор веществ, начиная от неполярного и кончая сильно полярным: гексан — гептан — циклогексан — четыреххлористый углерод — бензол — хлороформ — эфир — этилацетат — ацетон — метанол — вода.

В некоторых случаях использование однородных растворителей дает не вполне четкую картину. Поэтому используют смесь растворителей разной полярности.

Существует простая и наглядная схема подбора условий для хроматографирования.

Заштрихованный треугольник вращается вокруг центра (рис. 7): один угол указывает на разделяемые вещества, другой — на активность сорбента, третий — на растворитель. Например, если имеют дело со смесью веществ неполярного характера, тогда вершину треугольника устанавли-

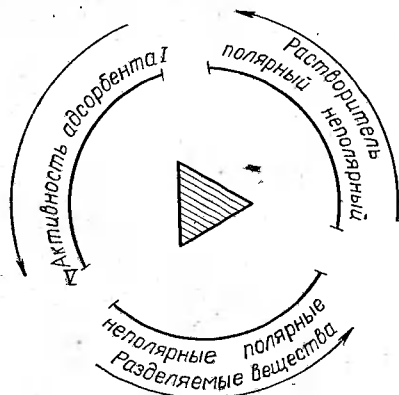


Рис. 7. Схема подбора условий для хроматографирования.

вливают на область «разделяемые вещества», вблизи области «неполярные». Две другие вершины треугольника показывают, что при этом необходим малополярный растворитель, например гексан и активный сорбент — оксид алюминия I или II степени активности по Брокману.

Затем предлагают, используя схему, подобрать условия для разделения алифатических спиртов, если они являются среднеполярными соединениями. После рассмотрения сущности метода ТСХ, требований к сорбентам, растворителям, разбора приемов работы переходят к практической работе, состоящей из нанесения слоя сорбента на пластинку, нанесения пробы вещества на сорбент и определения степени активности оксида алюминия по Брокману.

Учащиеся выполняют задание: определить степень активности оксида алюминия по Брокману.

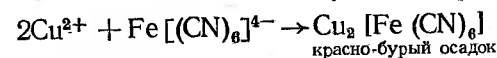
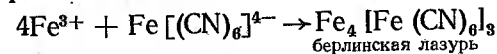
Опыт. На стеклянную пластинку насыпать сорбент — оксид алюминия. При помощи валика выровнять поверхность. Капилляром нанести пробы красителей. Затем осторожно опустить пластинку в камеру с растворителем — четыреххлористым углеродом. Наблюдать поднятие растворителя до 1 см от верхнего конца пластинки. Вынуть пластинку, отметить линию фронта. Определить значение R_f . Зарисовать полученную картину хроматограммы.

Следующее занятие посвящают применению ТСХ в неорганическом анализе.

В начале занятия демонстрируют опыт разделения ионов Fe^{3+} и Cu^{2+} на колонке.

В колонку с оксидом алюминия заливают 8—9 капель равных объемов растворов солей Fe^{3+} и Cu^{2+} . Полученную хроматограмму промывают 3—4 каплями воды и проявляют раствором ферроцианида калия $K_4[Fe(CN)_6]$ (15—18 капель). Зона Fe^{3+} окрашивается в голубой цвет, зона Cu^{2+} в красно-коричневый. Поясняют сущность колонного варианта хроматографии.

Разбирают реакции этих ионов с ферроцианидом калия



Можно продемонстрировать разделение смесей ионов:

1. Смесью ионов Ni^{2+} и Co^{2+} (проявитель — концентрированный раствор аммиака). Зона Co^{2+} окрашена в розовый цвет. Зона Ni^{2+} окрашена в голубой цвет.

2. Смесью Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} . Для лучшего разделения промывать 2—3 каплями воды.

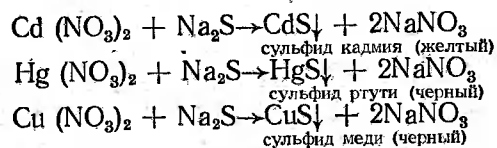
Методом ТСХ удастся быстро и четко разделить и идентифицировать очень малые количества смесей неорганических веществ (от десятых, а иногда сотых долей микрограммов до нескольких десятков микрограммов). Продолжительность разделения неорганических ионов не превышает 30—40 мин. Установлено, что в условиях

ТСХ неорганических ионов нельзя пользоваться величиной R_f для идентификации ионов, так как величина R_f не является постоянной и зависит от присутствия сопутствующих ионов. Однако на тонкослойной хроматограмме, полученной по восходящему методу, зоны ионов от линии старта располагаются в такой последовательности: Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Bi^{2+} , Hg^{2+} .

Очень хорошие результаты дает метод ТСХ при разделении: 1) элементов в различной степени окисления: As (III) и As (V); Sb (III) и Sb (V); Hg (I) и Hg (II); 2) трудноразделяемых элементов, например: Na и K; Ca, Sr и Ba; Fe, Ni и Co; редкоземельные элементы.

В практической работе разделяют смесь ионов Cu^{2+} и Cd^{2+} ; соли Cd^{2+} и Hg^{2+} на хроматограмму наносят в качестве свидетелей.

Система растворителей состоит из *n*-бутанола; ацетона и HNO_3 (конц.). Проявитель сульфид натрия — вещество, дающее цветные реакции с анализируемыми веществами



По схеме (рис. 8) определяют, что внизу хроматограммы черное пятно Cu^{2+} , затем желтое пятно Cd^{2+} и выше черное пятно Hg^{2+} . Учащиеся получают следующее задание: разделить катионы

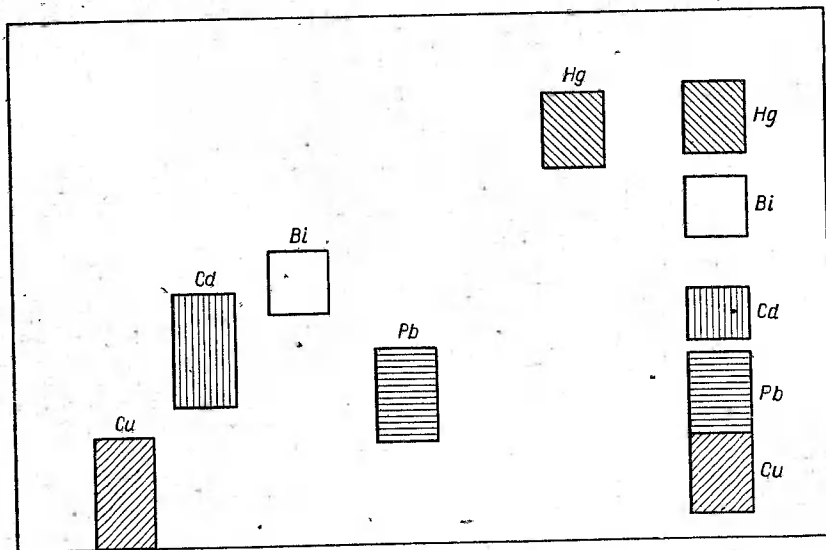


Рис. 8. Хроматографическое разделение катионов металлов (схема).

Cd^{2+} и Cu^{2+} методом ТСХ с незакрепленным сорбентом. Цель его состоит в том, чтобы разделить и определить два иона из четырех методом ТСХ.

Опыт. Приготовить незакрепленный слой оксида алюминия. Затем приготовить систему растворителей, состоящую из 18 мл *n*-бутанола, 12 мл ацетона и 0,6 мл азотной кислоты ($d = 1,36$). Нанести на пластинку с незакрепленным слоем оксида алюминия капилляром пробы веществ из трех пробирок. Поместить пластинку в камеру с системой растворителя. Через 25–30 мин вынуть пластинку, подсушить при комнатной температуре и проявить путем опрыскивания ее раствором I_2 и раствором сульфида натрия. Зарисовать в тетради картину полученной хроматограммы.

На занятии по обнаружению и разделению спиртов методом ТСХ необходимо прежде всего остановиться на свойствах спиртов как полярных соединений, а также рассмотреть их физические и химические свойства и классификацию.

Используя схему подбора условий по Штало, подбирают условия для разделения спиртов: III и IV степень активности оксида алюминия, система растворителей ближе к полярной группе: берется ацетон — гексан в соотношении 1 : 3. В результате опыта удастся разделить спирты C_4 — C_8 (нижние не разделились из-за летучести). Хроматограмму проявляют парами иода, или ультрафиолетовым светом, или опрыскиванием 5%-ным раствором нитрата серебра в 10%-ном растворе аммиака, а затем высушивают пластинку 3–5 мин при 140 °C.

Отмечают, что точное значение R_f может не воспроизвестись, но по значениям R_f отмечают зоны расположения спиртов. Внизу на хроматограмме будет лежать зона бутанола, затем пентанол, гексанол и сверху октанол.

Алифатические гликоли удастся разделить на III—IV степени активности оксиде алюминия, а также на закрепленном слое силикагель — гипс.

Применяются следующие системы растворителей: эфир — этанол (99 : 1), бензол — этанол (9 : 2).

Следует предложить задачу: как приготовить оксид алюминия нужной активности, имея оксид алюминия другой степени активности, используя правило «креста».

Таблица 4

Значения R_f некоторых спиртов

Спирт	Значение
Бутанол	0,25
Пентанол	0,30
Гексанол	0,35
Октанол	0,43

Таблица 5

Значения R_f многоатомных спиртов

Соединения	На III—IV степени активности оксид алюминия — растворитель эфир—этанол (99:1)
Этиленгликоль	0,25
Глицерин	0,55

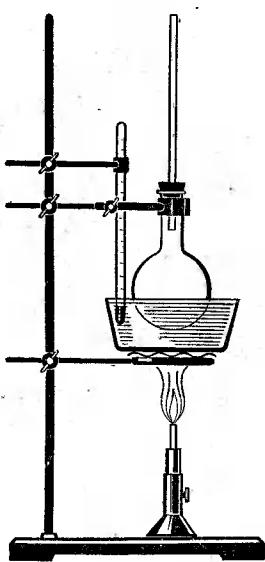


Рис. 9. Прибор для нитрования толуола.

Практическая работа. Приготовить тонкий слой оксида алюминия III—IV степени активности. Приготовить систему растворителей: гексан — ацетон (30 : 10 мл). Нанести пробы исследуемых спиртов на пластинку. В кристаллизатор с растворителем поместить пластинку. Через 15—20 мин проявить хроматограмму, R_f поместив ее в кристаллизатор с иодом. Вынуть и на 5 мин оставить на воздухе до сублимации избытка иода. Определить полученных пятен. Аналогичное задание дается по гликолям в практической работе.

На занятии, посвященном контролю за ходом реакции нитрования толуола методом ТСХ, необходимо рассмотреть механизм нитрования толуола и бензола. Отметить влияние CH_3 -группы на ход реакции, сделать вывод о продуктах нитрования толуола. Учитель дает пояснения, что методом ТСХ можно проследить за ходом нитрования и оценить состав получающихся продуктов.

Практическая работа. Нитрование толуола. (Обратить внимание на технику безопасности в этой работе!) Приготовить нитрующую смесь. В небольшую колбочку налить 6 мл воды и 10,7 мл концентрированной азотной кислоты, а затем по каплям прилить 8,6 мл концентрированной серной кислоты. Смесь охладить в струе воды.

Нитрование проводить в круглодонной колбе, снабженной воздушным холодильником (рис. 9).

К 12 мл толуола в круглодонной колбе прибавить по каплям нитрующую смесь, постоянно встряхивая колбу, чтобы достичь большего смешения. Чтобы смесь не очень разогрелась, охладить струей воды. После приливания всей нитрующей смеси для достижения полноты реакции колбу закрывают пробкой с длинной вертикальной трубкой и нагревают на предварительно нагретой до 60—70 °C водяной бане. Необходимо время от времени встряхивать колбу. Через 15 мин берут пробу реакционной массы (~1 мл) для хроматографирования (проба I). Затем проводят дальнейшее перемешивание. Через 25 мин берут повторную пробу реакционной массы (1 мл) для повторного хроматографирования (проба II). Через 20 мин берут последнюю пробу III для хроматографирования. Учитель обращает внимание на то, что на оксиде алюминия можно хроматографировать в основном вещества основного характера. В данном случае реакция реакционной массы кислая, и поэтому надо применять адсорбенты кислые, такие, как силикагель. Силикагель как адсорбент удобен тем, что на нем можно хромато-

графировать все вещества как основного, так и кислого характера. В последнее время большое распространение получили силуфоловые пластинки, представляющие собой закрепленный слой силигателя с крахмалом, нанесенный на алюминиевую фольгу. Эти пластинки продаются в готовом виде и очень удобны в употреблении.

Хроматографирование на них проводят аналогично хроматографированию с незакрепленным слоем оксида алюминия. На стартовую линию силуфоловой пластинки наносят «свидетелей», т. е. растворы *орто*- и *пара*-нитротолуолов, а рядом пробу I. Затем опускают эту пластинку в камеру с четыреххлористым углеродом. Так как *орто*- и *пара*-нитротолуолы — окрашенные соединения, то они видны сразу без проявителя. На хроматограмме, сделанной после 15 мин перемешивания, видно, что в первую очередь образуется *орто*-изомер, о чем свидетельствует наличие одного пятна на уровне «свидетеля» — *орто*-нитротолуола.

На второй хроматограмме, взятой после 40 мин размешивания, уже видно два пятна: одно небольшое пятно на старте, соответствующее *пара*-нитротолуолу, а другое, более объемное — *орто*-нитротолуолу.

На третьей хроматограмме, сделанной после 1 ч размешивания, отчетливо видны два пятна, причем площади пятен сильно изменяются. Пятно, соответствующее *пара*-изомеру, становится гораздо больше, чем пятно, соответствующее *орто*-нитротолуолу.

Учитель подводит учащихся к выводу, что в результате нитрования толуола получается смесь двух изомеров: *орто*- и *пара*-. Далее вначале нитрогруппа встает в *орто*-положение, а затем уже в *пара*-положение, причем со временем количество *пара*-изомера увеличивается. Таким образом учащиеся убеждаются, что метод ТСХ позволяет охарактеризовать реакцию не только качественно, но и количественно.

При рассмотрении метода ТСХ для разделения нитрофенолов, нитроанилинов необходимо с учащимися рассмотреть механизм нитрования фенола; подробно остановиться на продуктах реакции, продемонстрировать продукты реакции, отметить их цвет и агрегатное состояние: *орто*-нитрофенол — маслянистая жидкость желтого цвета; *пара*-нитрофенол — бесцветные кристаллы; *мета*-нитрофенол — светло-желтые кристаллы.

Выяснить, что изомеры имеют кислый характер и что на сорбенте оксиде алюминия хроматографируют в основном соединения основного характера. Но нитрофенолы удастся разделить, если оксид алюминия дезактивировать 4—6%-ной уксусной кислотой в бензоле (можно приготовить до занятия или на самом занятии). Учитель объясняет учащимся, что им дается задание, в котором они должны будут определить чистоту полученных нитрофенолов, а также разделить смесь изомеров.

По схеме подбора условий по Шталою учащиеся с учителем подбирают условия для хроматографирования.

Условия для хроматографирования: оксид алюминия II/III степени активности, система растворителей бензол — этанол (98:2; 95:5; 90:10). Отметить, что изомеры — окрашенные соединения и хроматограмму проявлять не надо. Первое задание состоит в выяснении чистоты изомеров нитрофенола. Проводят его следующим образом: растворить *пара*-, *мета*-нитрофенолы в спирте; приготовить тонкий слой оксида алюминия II/III степени (деактивированный оксид алюминия); пробы трех изомеров нанести на сорбент; хроматографировать в системе бензол — этанол (90:10); зарисовать хроматограмму; определить R_f ; сделать вывод о чистоте изомеров.

Второе задание — разделение смеси изомеров нитрофенола. В ходе задания выяснить, в каких пробирках были индивидуальные соединения, а в каких — смесь.

Задание выполняют следующим образом: приготовить тонкий слой сорбента оксида алюминия II/III степени активности (деактивированный); пробы из трех пробирок нанести на сорбент; хроматографировать в системе бензол — этанол (90:10); зарисовать хроматограмму; определить R_f и сравнить со значениями в первом задании; сделать вывод о наличии нитрофенолов в пробирках.

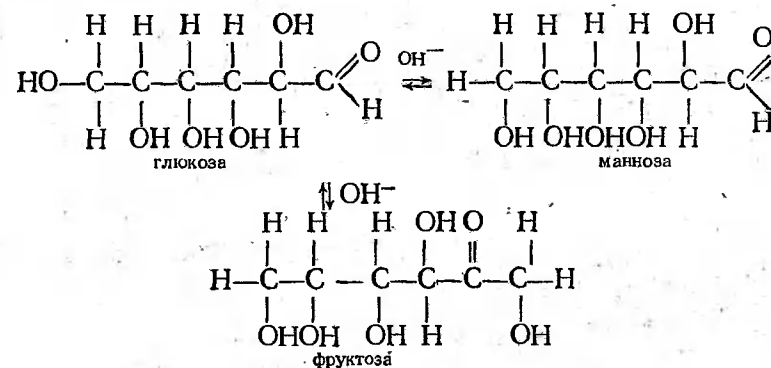
Далее учитель предлагает учащимся разделить следующие вещества *орто*-, *пара*-, *мета*-изомеры нитроанилина. Демонстрирует изомеры. (Можно разобрать теоретические вопросы так же, как в случае нитрофенола.) В качестве сорбента используют силикагель. Учитель знакомит с новым сорбентом, как приготовить тонкий слой силикагеля.

Силикагель марки КСК растирают в ступке, просеивают через два слоя капроновой ткани. В банку с притертой пробкой вносят 50 г силикагеля и 70 мл хлороформа. Смесь взбалтывают до получения эмульсии. Полученную эмульсию выливают в кристаллизатор. Затем опускают пластинку, берут кристаллизатор в руки и совершают круговые движения для нанесения ровного слоя эмульсии на пластинку. Пластинку вынимают обязательно в горизонтальном положении, так, чтобы с нее не стекала эмульсия, и сушат на воздухе. Для активации силикагеля пластинку помещают в сушильный шкаф и выдерживают 10 мин при 110° С или подогревают на плитке. Разделение можно проводить еще на силуфоловых пластинках. Одни учащиеся делают практическое задание на силикагелевой пластинке, другие — на силуфоловых. В конце работы делают вывод о преимуществах сорбента. Обратит внимание, что нитроанилин более полярное соединение, чем нитрофенол.

Затем учащиеся выполняют практическое задание — разделение смеси *орто*-, *пара*-нитроанилина:

приготовить тонкий слой сорбента; на сорбент нанести пробы *орто*-, *пара*-, *мета*-нитроанилина (0,1%-ный раствор в хлороформе) и смесь *орто*-, *пара*-нитроанилина; пластинку подсушить на воздухе в течение 5 мин; хроматографировать в бензоле; зарисовать полученную хроматограмму; определить R_f ; сделать вывод из полученной хроматограммы.

При разделении сахаров методом ТСХ следует остановиться на значениях углеводов, их строении и общих свойствах. Отметить, что в природе наибольшее распространение имеют гексозы и пентозы. С представителями гексоз — глюкозой и фруктозой — учащиеся познакомились на уроках, следует расширить их знания и познакомиться с другими представителями — маннозой и галактозой. Отметить, что глюкоза, манноза и фруктоза под влиянием ферментов, а также в слабощелочных растворах могут легко претерпевать взаимные превращения. Так, если к раствору глюкозы добавить гидроксид бария или гидроксид кальция, то через некоторое время можно обнаружить присутствие в растворе маннозы или фруктозы. То же самое наблюдается при действии слабых щелочей на растворы маннозы или фруктозы



Учитель знакомит учащихся и с представителями гексоз (галактозой).

В настоящее время гидролизаты, содержащие ксилосу, используют для выращивания нескольких видов дрожжей, которые применяют как источник белка при кормлении сельскохозяйственных животных.

Учитель отмечает, что, используя метод ТСХ, удалось разделить сахара, которые мало различаются по величинам R_f , и благодаря этому стало возможным определение того или иного углевода в различных веществах. Разделение сахаров удастся провести как в случае применения модифицированных слоев силикагеле-гипс, так и на слоях гипса, оксида алюминия, целлюлозы и на силуфоловых пластинках. Учитель на занятиях может провести разделение сахаров, используя закрепленный слой гипса, а также оксид алюминия или используя силуфоловую пластинку.

Ниже приводится методика хроматографирования на пластинках с закрепленным слоем сорбента — гипса и оксида алюминия.

Методика хроматографирования на пластинках с закрепленным слоем сорбента — гипса. Приготовление сорбционной массы. Гипс $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ прокалывают в течение 2 ч на пламени горелки. Затем измельчают в ступке и просеивают через капроновую ткань.

Таблица 6

Значение R_f сахаров. Система растворителей: бензол — метанол (19:2)

D-ксилоза	0,30
L-арабиноза	0,33
D-глюкоза	0,16
L-рамноза	0,47

Затем 5 г безводного, просеянного сульфата кальция быстро перемешивают с 20 мл воды в фарфоровой ступке в течение 3—4 мин до получения однородной массы. Полученную пасту наносят тонким слоем на пластинку и оставляют неподвижной в течение 5—10 мин. За это время гипс застынет, слой сорбента получится ровным. Затем пластинку помещают в сушильный шкаф при 60 °C на 40—45 мин или оставляют на воздухе в горизонтальном положении на 20 ч.

В качестве системы растворителей следует взять смесь: бензол — метанол (19:2).

Из таблицы видно, что возможно хорошее разделение смеси глюкоза — арабиноза; рамноза — ксилоза; глюкоза — рамноза. Для приготовления смесей предварительно приготавливают 1%-ные растворы сахаров в 50%-ном водном спирте.

Обнаружение веществ на хроматограмме. Для обнаружения веществ на хроматограмме можно использовать обычные реагенты на углеводы. Готовят водно-ацетоновый раствор нитрата серебра (0,1 мл насыщенного водного раствора нитрата серебра смешивают с 20 мл ацетона). Хроматограмму опрыскивают сначала этим реагентом, а затем, через 5 мин, насыщенным водным раствором гидроксида натрия. Углеводы появляются как черные пятна на сером фоне.

Опрыскивают хроматограммы концентрированной серной кислотой с последующим подогреванием на пламени горелки или на плитке. В результате проявляются сахара, как темные пятна на светлом фоне.

Методика разделения сахаров на пластинках с незакрепленным слоем сорбента оксида алюминия. Приготовление сорбционной массы. 8 г оксида алюминия и 15 мл воды смешивают и встряхивают до тех пор, пока смесь не станет однородной. Затем наносят на стеклянную пластинку. Стеклянную палочку при нанесении слоя не катят, а передвигают по пластинке. Пластинку с нанесенным на нее слоем сорбента сушат на воздухе 5—10 мин, затем «активируют» сорбент нагреванием при 105 °C в течение 30—40 мин, после чего охлаждают при комнатной температуре. Удаётся разделить следующие пары: галактоза — ксилоза, манноза — ксилоза, галактоза — рамноза, манноза — рамноза. Для приготовления смесей готовят 2%-ные растворы сахаров в 50%-ном водном растворе спирта. На подготовленную пластинку сначала наносят пробы отдельных сахаров и определяют значение R_f , а затем разделяют смеси. Хроматографируют в смеси бутанол—ацетон—вода (4:5:1). Немного подсушивают и холодную пластинку опрыскивают 10%-ным аммиачным раствором нитрата серебра (или используют проявители, как и при примене-

нии сорбента гипса). Примерно через 15 мин появляются коричневые пятна на светлом фоне.

Для хроматографирования, например, аспирина, пирамидона, фенацетина, салициламида, феназона используют обычно силикагелевые пластинки при добавлении к сорбенту флюоресцирующего вещества. После разделения все вещества можно обнаружить в виде темных пятен в ультрафиолетовом свете. Если в химическом кабинете нет ультрафиолетовой лампы, то учитель может использовать обычный метод обнаружения, т. е. камеру с иодом. Парамииода можно обнаружить соединения: аспирин, пирамидон, салициламид. Хроматографируют в системе растворителей циклогексан — ацетон (40:50). Разделение длится 40 мин. Несколько хуже разделение происходит при использовании системы растворителей бутанол — ацетон — вода (60:40:10).

Затем учащиеся выполняют практические задания: 1) разделить смесь пирамидона и салициламида и оценить их чистоту; 2) разделить смесь пирамидона и аспирина и оценить их чистоту; 3) разделить смесь салициламида и аспирина и оценить их чистоту.

На итоговой теоретической конференции учащиеся выступают с докладами на следующие темы: 1) М. С. Цвет — создатель хроматографического адсорбционного метода; 2) физико-химические основы адсорбции; 3) развитие идей М. С. Цвета в современной хроматографии; 4) применение метода ТСХ в неорганическом анализе, химии, медицине.

После докладов учащихся и ответов на вопросы учитель проводит заключительную беседу.

Д. Д. СВИРИДОВ, К. Л. ГЛАДИЛИН

БИОХИМИЧЕСКИЕ КРУЖКИ В ШКОЛЕ

Внеклассные занятия по биологической химии пока еще не вошли сколько-нибудь широко в практику работы школы. И это не удивительно, поскольку изучение этой научной дисциплины, находящейся на границе химии и биологии, требует преодоления некоторого разрыва между знаниями, предусмотренными школьной программой и необходимыми для достаточно осмысленной работы в этой области. Ведение биохимического кружка предъявляет повышенные требования и к эрудиции учителя. Практика показывает, что возможно вовлечение учащихся старших классов школы

Таблица 7

Значения R_f некоторых биологически активных веществ с двумя системами растворителей

	Метил-этилкетон	Циклогексан-ацетон
Ацетилсалициловая кислота	0,11	0,13
Амидопирин	0,30	0,58
Фенацетин	0,57	0,64
Салициламид	0,69	0,70
Феназол	0,19	0,32

в работу биохимических кружков, а требуемое для несложных биохимических экспериментов оборудование, а также реактивы и материалы доступны средней общеобразовательной школе. Предлагаемые варианты программы разработаны с учетом главным образом опыта работы юношеской секции Всесоюзного биохимического общества в Москве, на базе Центрального дворца пионеров и школьников.

Биологическая химия изучает химический состав организма человека, животных, растений, микроорганизмов и химические превращения, происходящие в процессе их жизнедеятельности. Совокупность этих превращений составляет биологический обмен веществ.

Биохимия делится на две ветви — статическую биохимию, изучающую состав веществ, входящих в организм, и динамическую биохимию, изучающую механизм превращений этих веществ. Понятно, что оба эти раздела неразрывно связаны между собой — изучение биохимических превращений немыслимо без изучения веществ, участвующих в них.

В данной статье не рассматриваются организационные вопросы, связанные с деятельностью биохимического кружка, поскольку эти вопросы решаются так же, как и в работе других кружков. Отметим, что в биохимические кружки можно привлекать учащихся не только десятых, но и VIII—X классов. Но в последнем случае необходимо особенно тщательно продумывать способ подачи материала, чтобы сложность, непривычность биохимического языка не отпугнула учащихся. Не следует предлагать для запоминания громоздкие формулы уравнений реакций, названия, концентрируя внимание на логической стороне вопроса. Соотношение химического и биологического материала в предлагаемых вариантах программы весьма различно. По-видимому, кружок биохимии можно считать межпредметным и привлекать для проведения отдельных его занятий как учителя химии, так и учителя биологии.

На первых занятиях по биохимии следует обратить внимание учащихся на известные им процессы: хлебопечение, сыроварение, виноделие и другие, которые человечество освоило в глубокой древности. Стремление повысить урожайность растений, использовать различные природные продукты для изготовления пищи, лекарств, красок, тканей привело к необходимости изучать составные части живого и влияние различных веществ на развитие организмов. Борьба с болезнями вызвала необходимость изучать процессы в организме больного и здорового человека, состав и свойства эмпирически найденных лекарств. Полезно отметить, что один из ранних периодов развития химии был тесно связан именно с задачами медицинской практики — период ятрохимии.

В настоящее время биохимия — одна из самых бурно развивающихся областей науки. Причем смещение центра тяжести естественных наук в сторону биохимии и молекулярной биологии пока не нашло адекватного отражения в программах средней школы.

Между тем было бы весьма ценно привлечь внимание учащихся к этой увлекательной области знания по возможности раньше. Решению этой задачи может существенно помочь биохимический кружок в школе.

При занятиях с учащимися IX—X классов следует опираться на полученные в школе знания по биологии, химии, физике. Возможна организация тематических кружков, которые, кроме изучения основ науки, включают некоторую специализацию, направление которой определяется интересами учащихся и самого учителя (например, кружки биохимии растений, биохимии белка, молекулярной генетики, медицинской биохимии и т. д.). Полезно практиковать самостоятельную работу учащихся: реферативную и экспериментально-исследовательскую.

Для проведения занятий необходимо следующее оборудование: простейшие приборы (дистиллятор, весы, мерная посуда) и реактивы. (Многие реактивы, например ферменты, гормоны, сыворотки, можно приобрести в аптеке.) При выборе тематики занятий следует ориентироваться на наклонности и знания учащихся.

В данной статье предлагается три варианта программы. В первой из них, «Химия природных соединений», изучение строится от простого к сложному. Для обучения по этой программе необходимы знания органической химии, физики, физиологии, поэтому она рекомендуется для учащихся десятых классов. Ее особенностью является химический подход к структуре и функциям живой материи. В этот кружок следует привлекать учащихся, проявляющих особый интерес к химии и физике. Вторая программа, «Биохимия», основана на биологическом подходе к структуре и функциям живого организма. Она проще, требует меньше знаний по химии и физике, поэтому рекомендуется для учащихся VIII—IX классов, проявляющих склонность к биологии. В основе третьей программы, «Молекулярная биохимия», лежат не структура, а функции. По этой программе можно вести занятия с биологическим и химическим уклоном, варьировать степень сложности так, что ее можно осуществить в кружках и восьмых и десятых классов.

Необходимо отметить, что программы представляют собой некоторый максимум. Поэтому в каждом отдельном случае сокращают те разделы, которые уже известны учащимся или меньше их интересуют. Изучение теоретического материала сочетается с экспериментом, причем преимущественно выполняемым самими учащимися. Возможно проведение исследовательских работ по отдельным вопросам, которые начинают с подбора литературы, а затем выполняют эксперимент. Другой вид самостоятельной работы — обзор литературы по данной теме или подготовка доклада способствует выработке умения работать с литературой — основного условия активного самообразования учащихся.

Непременным правилом биохимического эксперимента является чистота в лаборатории. Присутствие даже малых концентраций ионов тяжелых металлов, а тем более микроорганизмов может

исказать результаты опыта. Поэтому совершенно необходима дистиллированная вода (если нет дистиллятора, то надо собрать небольшой перегонный аппарат) и чистые реактивы (если реактив недостаточно чист, его очищают). Большое значение придается точности измерений, взвешивания и др.

Рассматривая вопросы техники безопасности, следует особое внимание уделить мерам предосторожности при работе с вредными и ядовитыми веществами.

КРУЖОК ХИМИИ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Этот кружок рассчитан на учащихся десятых классов. Учитывая сложность работ, к участию в нем следует привлекать лишь наиболее подготовленных учащихся и ограничить число участников до 5—7 человек. Программа рассчитана на 84 ч. На первом занятии (4 ч), если кружковцы уже подготовлены к выполнению элементарных операций, имеют навыки, необходимые для работы в лаборатории, знакомы с техникой безопасности и правилами поведения во время проведения экспериментов, можно познакомить учащихся с предметом химии природных соединений, ее связями с другими разделами химии, а также с физикой, математикой, биологией. Следует особо подчеркнуть значение химии природных соединений для народного хозяйства, медицины. Большой интерес вызывает определение живого и отличие живого от неживого (проблема критерия живого). В своей лекции-беседе преподаватель отмечает признаки живого, которые можно наблюдать на неживых системах. Обсуждают вопрос о возможности жизни вне Земли. На практической части занятия ставят опыты по моделированию отдельных признаков живого на неживых системах:

1. Рост и размножение: рост кристаллов медного купороса при перекристаллизации (прием очистки вещества, который пригодится для дальнейших работ), рост нерастворимой в воде пленки (так называемый сад кристаллов) при сливании раствора силиката щелочного металла с раствором соли другого металла, образующего нерастворимый силикат.

2. Движение: пульсация капли ртути в подкисленном растворе дихромата калия. Одним из критериев живого часто называют активную реакцию системы, направленную на уменьшение влияния внешней среды на организм. Полезно отметить, что таким образом ведут себя и обычные химические системы, в которых протекают обратимые реакции (принцип Ле Шателье). Эту закономерность можно проиллюстрировать на известных из школьного курса примерах. Сведения, необходимые для проведения этого занятия, можно найти в литературе [11, 22, 24, 41, 51, 83].

Два последующих занятия посвящают основам органической химии. Основное внимание обращают на генетическую связь различных классов соединений, а также на теорию строения органических веществ. При изучении этого раздела не следует рассматривать

большое количество реакций и их механизмы. Здесь надо остановиться на общих вопросах органической химии — типах химических реакций, общих принципах их протекания, изомерии (отметить оптическую изомерию, так как этот вид изомерии широко встречается в биологических молекулах), химической связи. Необходимо привести примеры роли представителей различных классов соединений в организации живой материи. В практической части этого занятия можно предложить учащимся выполнить некоторые реакции, характерные для разбираемых классов соединений, а также изготовить модели органических молекул и продемонстрировать на них изомерию, типы связи и другие вопросы строения вещества.

Еще два занятия целесообразно посвятить простым молекулам, чрезвычайно распространенным в живых системах, так называемому алфавиту жизни. Сначала разбирают элементарный состав живого, разнообразие органических соединений в живом организме и универсальность важнейших веществ. Затем необходимо познакомить учащихся с понятием алфавита жизни (аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты, глицерин, фосфолипиды, азотистые основания). Кроме того, подробно обсуждают строение и химические свойства аминокислот, образование и гидролиз пептидной связи. Кратко освещают вопрос обмена аминокислот и роль свободных аминокислот в клетке, вводят понятие незаменимых аминокислот. Практическую часть этого занятия составляют: 1) качественный анализ золы на содержание макро- и полумикроэлементов [60]; 2) демонстрация реакций, характерных для аминокислот, качественные реакции на отдельные аминокислоты; 3) кислотный гидролиз яичного альбумина [29, 60]. Материал для проведения четвертого занятия содержится в пособиях [22, 24, 41, 59].

На пятом занятии рассматривают остальные классы, составляющие алфавит жизни. Подробно разбирают строение, химические и физические свойства веществ моносахаридов и олигосахаридов. Особо подчеркивается роль гексоз и пентоз, как основных моносахаридов организма, а также исключительное значение глюкозы в организме. Следует сказать и о роли олигосахаридов в организме, в частности о сахарозе и мальтозе. Затем обсуждают строение и свойства азотистых оснований, их значение в организме, а также химическое строение жиров.

Практическая часть занятий состоит из следующих работ: 1) качественные реакции на моносахариды, 2) определение коэффициента сладости различных моно- и олигосахаридов — по минимальной концентрации сахара в воде, когда еще ощущается сладкий вкус; 3) щелочной гидролиз сахарозы (гидролиз с едким натром при нагревании и анализ гидролизата на глюкозу реакцией серебряного зеркала); 4) изучение растворимости жиров в воде и органических растворителях. Эмульгирование жиров [29, 60]; 5) серебряная проба на пуриновые основания (кислотный гидролиз нуклеопротеидов дрожжей, действие на гидролизат аммиаком и

нитратом серебра — осадок через 3—5 мин). Необходимые сведения можно найти в литературе [22, 24, 41, 60]. Не менее четырех занятий надо посвятить рассмотрению белков. Перед этим необходимо кратко остановиться на строении полимеров вообще.

На первом занятии разбирают строение и химические свойства белков, их первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуру, связи, обеспечивающие эти структуры, — ковалентные (пептидная, дисульфидная) и слабые (водородная связь, гидрофобные и вандер-ваальсовы взаимодействия). Рассматривается классификация белков по различным признакам: простые и сложные, глобулярные и фибриллярные и т. д.

Практическая часть включает следующие работы: 1) вискозиметрия глобулярных фибриллярных белков по Стоксу (метод падающего шарика); 2) денатурация белков нагреванием, кислотами и щелочами, солями; 3) реакция на дисульфидную связь в молекуле белка (нитропруссидная реакция, реакция Фоля) [29, 60]. В подготовке этого занятия можно использовать литературу [22, 36, 41, 60, 83].

Следующее занятие посвящают целиком лабораторной работе по теме «Строение белка» [24, 29], которая состоит из: 1) качественных реакций на белки: а) биуретовая реакция; б) нингидринная проба; в) ксантопротеиновая проба; г) реакция Миллона; 2) методов выделения белков: а) осаждение белков при кипячении; б) высаливание белков сульфатом аммония; в) осаждение солями тяжелых металлов, кислотами; 3) методов очистки белков: а) кристаллизация белков; б) диализ.

На следующем занятии учащимся сообщают элементарные сведения о строении и функции ферментов и об основах ферментативного катализа. В частности, разбирают третичное строение молекулы фермента, роль коферментов, особенности работы ферментов (специфичность, влияние температуры, pH, ионной силы). В качестве примеров приводят простейшие реакции, катализируемые ферментами желудочно-кишечного тракта.

Практическую часть составляют: 1) ферментативные реакции: а) действие каталазы крови на пероксид водорода, сравнение скоростей реакции разложения пероксида водорода без катализатора, в присутствии ионов железа в степени окисления +3, металлоорганических соединений, каталазы; б) действие амилазы слюны на крахмал; 2) влияние условий среды на работу фермента на примере реакции разложения пероксида водорода в присутствии каталазы (влияние нагревания, изменения pH, ионной силы, ионного состава) [29, 60]; 3) специфичность действия ферментов: а) амилазы слюны на крахмал и устойчивость целлюлозы; б) сахаразы дрожжей на сахарозу и устойчивость крахмала [60]. Указания к проведению этого занятия можно почерпнуть в руководствах [10, 22, 41; 46, 68, 83].

На последнем занятии по белкам учащимся сообщают сведения о роли белков, не выполняющих каталитическую функцию (хотя

часть из них потенциально способна к катализу). В частности, разбирают регуляторную функцию на примере гормонов и белков внутриклеточной регуляции (репрессоров); транспортную на примере гемоглобина и белков плазмы крови; сократительную на примере актомиозина (здесь, кстати, уместно остановиться на механохимических явлениях вообще); структурную на примере коллагена, фибрина, фибрина; запасающую на примере миоглобина; защитную на примере иммуноглобулинов, лизоцима, ядов змей.

В качестве практической части предлагают следующие работы: 1) доказательство белковой природы инсулина по реакции Миллона [60]; 2) открытие железа в гемоглобине [60]; 3) демонстрация механохимических свойств белка на примере укорочения геля при изменении влажности и пульсации геля желатины. Проведению экспериментальных работ рекомендуется литература [68, 83].

Часть занятий посвящают другим важнейшим биологическим соединениям. На первом занятии рассматривают структуру (первичная и вторичная), химические и физические свойства полисахаридов на примере крахмала и гликогена как наиболее распространенных представителей полисахаридов. Разбирая функции полисахаридов, кроме энергетической и запасной, необходимо упомянуть и о структурной на примере целлюлозы и хитина.

Практическую часть представляют следующими работами: 1) гидролиз крахмала и определение содержания глюкозы в гидролизате [60]; 2) иодокрахмальная реакция; 3) определение количества сахара в крови по методу Хагедорна — Иенсена [29, 60]. Сведения, необходимые для организации работы, содержатся в следующих руководствах [22, 24, 83].

На следующем занятии рассматривают структуру, химическое строение, свойства и функции липидов: жиров, фосфолипидов, стероидов. На примере липидов (особенно фосфолипидов) можно достаточно показательно осветить вопрос связи структуры и функции природных соединений.

В практическую часть включают: 1) определение иодного числа и числа омыления растительного масла; 2) выделение лецитина и кефалина из желтка куриного яйца [29, 60]; 3) влияние желчи на поверхностное натяжение воды; 4) акролеиновая проба на глицерин (нагревание в присутствии водоотнимающего вещества — резкий запах акролеина) и проба на жирные кислоты (нейтрализация раствора соды в присутствии фенолфталеина). Для этого занятия можно использовать следующую литературу [22, 83].

Основные сведения о структуре и функциях нуклеиновых кислот составляют содержание следующего занятия. Здесь необходимо осветить такие вопросы, как строение и роль свободных нуклеотидов, соединение нуклеотидов в молекулу нуклеиновой кислоты. Важно связать структуру ДНК по Уотсону — Крику с функциями, выполняемыми этой молекулой в клетке: хранение, перенос и реализация генетической информации, отметить приспособленность мо-

лекулы к выполнению этих функций. Необходимо также рассказать о строении РНК, ее типах, функциях разных типов РНК и о биосинтезе РНК.

Практическую часть можно составить из следующих работ: 1) гидролиз нуклеопротеидов дрожжей [29]; 2) проба Троммера на рибозу и дезоксирибозу [60]. К гидролизату добавляют гидроксид натрия и сульфат меди. Получившийся гидроксид меди (III) разбалтывают и раствор нагревают до кипения — выпадает осадок оксида меди (I) или гидроксида меди (I); 3) молибденовая проба на фосфорную кислоту [60]. К раствору молибдата аммония в азотной кислоте прибавляют гидролизат и кипятят. Появляется лимонная окраска, а при охлаждении выпадает желтый кристаллический осадок.

Литература по нуклеиновым кислотам очень обширна. Можно рекомендовать следующие издания [22, 24, 41, 68, 83].

На последнем занятии по этой теме освещают строение, свойства и функции АТФ и других макроэргических соединений. Здесь целесообразно разобрать понятие макроэргической связи и аккумуляцию энергии в форме пирофосфатных связей АТФ, отметить универсальность способа запасаения энергии клеткой. Далее переходят к рассмотрению витаминов. Надо остановиться на строении важнейших витаминов, потребности в них организма, их роли как кофакторов.

Практическую часть занятия составляют качественные реакции на витамины [29, 60]: 1) диазореакция на тиамин; 2) реакция на никотинамид с ацетатом меди; 3) реакция на ретинол. Для организации работы можно рекомендовать литературу [22, 83].

Следующее занятие посвящается роли неорганических веществ в клетке. Прежде всего необходимо рассмотреть свойства воды, ее значение как растворителя для биохимических реакций, для гидрофобных взаимодействий и поддержания структуры молекул. Далее следует обратить внимание на микро- и полумикроэлементы, на роль ионов в биохимических реакциях и катализе, для поддержания целостности структур клетки, в различных физиологических процессах (возбуждение, проведение, сокращение).

В практической части занятия выполняют работы: 1) действие гипотонических, изотонических и гипертонических растворов на эритроциты; 2) влияние ионов тяжелых металлов на структуру белков [29]. Материалы для проведения этого занятия можно найти в следующих пособиях [22, 46, 83].

Последующие четыре занятия посвящают функциональной биохимии клетки.

На первом из них рассматривают понятие живой клетки, ее морфологию, разнообразие клеток и их функций. Целесообразно ввести понятие минимальной клетки [22]. Второе занятие посвящается клеточному ядру. Необходимо остановиться на строении и функциях ядерной мембраны, ядрышка и хромосом, а также рассмотреть строение нуклеоида бактерий.

Практическая часть этого занятия состоит из элементарных работ по приготовлению и окрашиванию препаратов для микроскопирования: 1) приготовление микропрепаратов клеток листа лука, элодеи; 2) окрашивание препаратов витальными красителями (метиленовый синий); 3) окрашивание клеток на ДНК (метиленовый зеленый). При подготовке используют литературу [22, 24, 41, 46, 68, 83].

Второе занятие целиком посвящено энергетике клетки. Сначала разбирают энергетiku животной клетки: строение и функции митохондрий, различия митохондрий разных объектов, автономность митохондрий, проблема их биогенеза. Во второй части занятия разбирается энергетика растительной клетки: хлорофиллы, строение и функции хлоропласта, структура тилакоида.

Практическая часть включает: 1) выделение хлорофилла и разделение его на фракции с помощью бумажной хроматографии; 2) окрашивание на митохондрии [24]. Необходимые сведения можно найти в [22, 24, 41, 68, 83].

Третье занятие отводится на изучение мембранных структур клетки: структура и функции аппарата Гольджи, лизосом, эндоплазматического ретикулума, наружной мембраны. Подробно рассматривают строение элементарной клеточной мембраны, ее проницаемость, вопросы транспорта веществ через мембраны. В практическую часть помещают простейшие опыты по структуре и свойствам оболочки клетки: 1) набухание клеток лука при действии гипотонического раствора; 2) реакция на фосфолипиды (фиксация клеток дихроматом и окрашивание гематоксилином); 3) окрашивание оболочки растительной клетки.

На последнем занятии дают некоторые элементы физиологии клетки и неклеточной формы жизни (вирусы). В первой части занятия рассматривают специальные структуры клеток (реснички, жгутики, миофибриллы, десмосомы и т. д.) и их роль в клетках, а также вопросы, связанные с размножением клеток: виды деления (митоз, мейоз, амитоз, эндомитоз и т. д.), жизненный цикл, старение и смерть клетки. Во второй части разбирается строение ДНК и РНК, содержащих фагов, цикл фага, проблема вирусного канцерогенеза. Затем следует практическая часть: 1) наблюдение митозов в клетках листа элодеи и на готовых препаратах; 2) наблюдение жгутиков у хламидомонады и ресничек у парамеции. Для проведения этого занятия можно использовать следующую литературу [24, 41, 46, 68].

Тема следующих занятий — обменные процессы. На эту тему отводят от двух до четырех занятий, в зависимости от объема изучаемого материала. Материал этой темы целесообразно разбить на четыре части. В первой части разбирают анаэробный обмен и отмечают его неэффективность и аэробный обмен, вводят понятие об окислительно-восстановительных реакциях в организме и электрон-транспортной цепи. Во второй части освещают вопросы фотохимии и радиохимии, космическую роль фотосинтеза, его световую и

темновую стадию и результат, хемосинтез и его значение в природе. В третьей части разбирают схему синтеза белка: транскрипция, трансляция, активация, понятия гена и оперона, схема регуляции белкового синтеза по Жакобу и Моно, значение регулирующих механизмов.

Четвертая, заключительная часть посвящена общим вопросам обмена веществ, путям метаболизма, питанию, выделению, секреции. Здесь можно рассказать о биохимических болезнях, о действии ядов, лекарств и наркотиков. В качестве практической части для этих занятий можно предложить следующие опыты: 1) моделирование брожения в мышечной каше и на дрожжевых клетках [29]; 2) открытие продуктов дрожжевого сбраживания глюкозы [29, 60]; 3) наблюдение фотосинтеза у водорослей и оценка выхода продуктов фотосинтеза; 4) реакция Красновского. При подготовке к занятию можно использовать литературу [22, 36, 41, 46, 68, 83].

На заключительном занятии кружка следует познакомить учащихся с элементами эволюционной биохимии и проблемой возникновения жизни: условия среды в первичном бульоне, абиогенный синтез биоорганических веществ, гипотезы об образовании первичных предбиологических систем, теория А. И. Опарина о происхождении жизни на Земле. Важно дать понятие о принципах биохимической эволюции и привести примеры эволюции на молекулярном уровне. В практической части можно заняться приготовлением и наблюдением под микроскопом коацерватов из желатин и гуммиарабика. Подготовиться к этому занятию можно, используя следующую литературу [11, 22, 51, 99].

КРУЖОК БИОЛОГИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Этот кружок предназначен для учащихся VIII—IX классов и предполагает дальнейшее обучение по другим программам. Поэтому в этот кружок следует привлекать учащихся с определившимся интересом к биохимии. Задачей кружка является изложение основ биологии и химии клетки и знакомство с основными принципами химии живого. Занятия проводят один раз в неделю по 2—3 ч или два раза в месяц по 4 ч. Программа рассчитана на 56 ч.

Первое занятие кружка принципиально не отличается от первого занятия программы кружка химии природных соединений.

На втором занятии следует познакомить учащихся со строением клетки и назвать вещества, имеющиеся в клетке (так называемый алфавит жизни, биополимеры, неорганические вещества и некоторые низкомолекулярные вещества, содержащиеся в следовых количествах), отметив ее универсальность и законы проницаемости [22, 24, 41, 59].

Практическая часть занятия состоит в приготовлении простейших препаратов и микроскопировании их: 1) приготовление микропрепаратов клеток листьев лука, элодеи; 2) окрашивание препаратов витальными красителями, например метиленовый синий.

На следующем занятии учащихся знакомят с вопросами энергетики клетки. В первой части занятия разбирают энергетику животной клетки: митохондрия, ее морфология, локализация в клетке, химический состав, функции, биогенез. Здесь также следует рассказать и об энергетике гетеротрофной бактериальной клетки, о структуре и функциях мезосом. Вторая часть занятия отводится на изучение энергетике растительной клетки: хлоропласта, его морфологии, локализации химического состава. Следует рассказать о строении тилакоида, о биогенезе хлоропластов. Кроме того, необходимо осветить космическую роль фотосинтеза, дать его упрощенную схему.

В практической части выполняют: 1) окрашивание на митохондрии [24]; 2) наблюдение хлоропластов в клетках листа элодеи. Для подготовки к занятиям можно рекомендовать литературу [22, 36, 41, 46, 68].

Не менее двух занятий надо уделить цитоплазматическим органеллам клетки: комплексу Гольджи, эндоплазматической сети, рибосомам, лизосомам, клеточному ядру. Описание каждой органеллы целесообразно вести по следующему плану: морфология, локализация в клетке, химический состав, функция, соответствие структуры функциям, биогенез. Кроме того, следует осветить следующие вопросы: мембраны бактерий, полисомы, особенности мембран клеток возбудимых тканей, включения, наружная мембрана клетки, ее проницаемость, стенка клетки [22, 36, 41, 46, 68, 83].

Практическая часть занятий состоит в изготовлении и микроскопировании препаратов: 1) окрашивание мембран гематоксилином; 2) наблюдение включений в клетках элодеи и хламидомонады; 3) лизис эритроцитов в гипотоническом растворе хлорида натрия; 4) наблюдение пищеварительного цикла у парамеции; 5) метакро-матическое окрашивание оболочки растительной клетки.

На следующем занятии учащихся знакомят со строением ядра и размножением клеток. В первой части занятия изучают ядро, строение и функции ядерной мембраны, морфологию, химический состав и функции ядрышка, хромосомы, их строение, функции, удвоение, хромосомные перестройки, строение нуклеоида бактерий и бактериальной хромосомы. Во второй части освещают вопросы деления клетки: биологический смысл размножения, виды деления (митоз, мейоз, амитоз, эндомитоз). Следует подчеркнуть биологическое и народнохозяйственное значение полиплоидии.

Практическая часть состоит из: 1) наблюдения ядер в клетках элодеи, лука, парамеции; 2) наблюдения митозов у элодеи и на готовых препаратах.

Еще два занятия охватывают чрезвычайно разнообразные вопросы физиологии клетки. Целесообразно разделить весь материал на четыре части: в первой рассматривают вопросы питания и выделений клетки: всасывание, фагоцитоз, пиноцитоз, пищеварительный цикл фагосомы, экскреция и секреция; во второй — движение клеток: механизмы амебодного движения, строение и функционирование

ресничек и жгутиков, мышечное сокращение, его механизм, осомбенности-мышечной клетки; в третьей излагают данные о жизненном цикле клеток, росте, факторах и предполагаемых механизмах дифференциации клеток, репарации и регенерации, о старении и феномене смерти; в четвертой части рассматривают различия и сходство животных, растительной и бактериальной клеток, строение и жизненный цикл вирусов [24, 41, 46, 51, 68].

Практическая часть этих занятий состоит из: 1) наблюдения фагоцитоза и амебoidного движения у амёбы; 2) наблюдения ресничек и жгутиков у хламидомонады и парameции; 3) демонстрация механохимических явлений на примере укорочения волоса при изменении влажности; 4) сравнения препаратов различных клеток (различия между животной и растительной клеткой, клетками разных тканей или аналогичными клетками разных организмов).

Одно занятие отводят изучению структуры белков. При проведении этого занятия надо остановиться на следующих вопросах: строение аминокислот и понятие об их обмене, первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков, связи в белках (пептидная, дисульфидная, водородная), потребность организма в белках.

Практическая часть состоит из простейших реакций на белок и способа его выделения [29, 60]: 1) качественные реакции на белки: биуретовая и нингидринная проба 2) выделение белков осаждением 3) реакция Фоля на дисульфидную связь.

Цель следующих двух занятий — познакомить учащихся с функциями белков. При этом наибольшее внимание надо уделить важнейшей из них — ферментативной. Начинать изучение ферментов следует с введения понятия о скорости реакции и катализе, необходимости катализа в организме. Затем надо изложить важнейшие данные о строении молекулы фермента (четвертичная структура, наличие кофакторов) и принципах их работы, специфичности, аллостерической регуляции действия, влиянии условий среды (температуры, рН и т. д.). В качестве примеров приводят ферменты желудочно-кишечного тракта. Из других функций белков наибольшее значение имеют следующие: регуляторная (на примере гормонов и белков внутриклеточной регуляции), транспортная (на примере гемоглобина и белков плазмы крови), сократительная (на примере актомиозина), структурная (на примере коллагена, фибрина, кератина), защитная (на примере лизоцима, яда кобры, иммуноглобулинов) [10, 22, 36, 41, 46, 68, 83].

В практическую часть занятия включают: 1) примеры ферментативных реакций: а) разложение пероксида водорода в присутствии ионов железа, железозаорганических соединений, каталазы крови; б) действие амилазы слюны на крахмал [29, 60]; 2) демонстрация специфичности действия сахаразы дрожжей на сахарозу и устойчивость целлюлозы; 3) доказательства белковой природы инсулина по реакции Миллона [29]; 4) открытие железа в гемоглобине с помощью роданида аммония [60].

Одно-два занятия можно посвятить структуре и функциям липидов и углеводов. Разбирая углеводы, следует остановиться на особой роли глюкозы, на строении олигосахаридов на примере сахарозы, на структуре полисахаридов и их запасной (крахмал, гликоген) и структурной (целлюлоза, хитин) роли. Из обширного класса липидов следует остановиться лишь на важнейших видах соединений — жирах и фосфолипидах [22, 36, 41].

Практическая часть состоит из реакций на указанные классы соединений: 1) гидролиз крахмала и определение содержания глюкозы в гидролизате [60]; 2) иодокрахмальная реакция.

Далее рассматривают остальные классы органических веществ, содержащихся в живом организме. Прежде всего разбирают нуклеиновые кислоты: строение ДНК по Уотсону — Крику, функции ДНК (хранение, перенос и реализация генетической информации), строение и функции различных видов РНК, биосинтез нуклеиновых кислот, схема биосинтеза белка, понятие гена. Затем формируют понятие макроэргической связи и освещают роль АТФ в обмене веществ, а также рассказывают о витаминах. При желании более подробно рассказать учащимся о столь важных классах соединений тринадцатое занятие можно разбить на два.

Практическая часть [29, 60]: 1) выделение ДНК по методу Сигнера и Швандера; 2) качественная реакция на ретинол [22, 41, 46, 68, 83].

Содержание занятий можно найти в литературе.

Последние два занятия, посвященные неорганическим веществам в клетке и элементам эволюционной биохимии, можно провести по плану соответствующих занятий в программе кружка химии природных соединений, введя, естественно, упрощения, соответствующие уровню подготовки учащихся VIII—IX классов.

КРУЖОК МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

Программа данного кружка может осуществляться как в восьмых, так и в десятых классах. Вся программа разбита на четыре части: вводную, обмен веществ, обмен информации, обмен энергии и заключительную часть. Программа рассчитана на 56 ч; на каждое занятие отводится по 4 ч.

Вводная часть состоит из двух занятий, по содержанию идентичных первым двум занятиям кружка биохимии. Вторая часть из пяти занятий посвящена обмену веществ, из них три занятия отводятся изучению белков. На первом занятии разбирают структуру белка. Кроме вопросов строения и свойств аминокислот, структуры белков, рассказывают об обмене свободных аминокислот, характеризуют свойства их производных, указывают на важность для организма продуктов превращения аминокислот. Также останавливаются на вопросах устойчивости молекул белка, потребности клетки в том или ином белке в зависимости от его функции (процесс биосинтеза будет разобран позже).

В практической части занятия можно предложить следующие работы: 1) качественные реакции на белок: биуретовая, ксанто-протеиновая, нингидринная пробы [29, 60]; 2) определение изоэлектрической точки белка [60]; 3) денатурация белка нагреванием, кислотами, щелочами [29].

Два последующих занятия посвящены функциям белка. Их построение мало отличается от соответствующих занятий в предыдущих программах. Однако здесь необходимо уделить значительно больше внимания регуляторной функции, особенно это относится к регуляции действия ферментов.

Практическая часть занятий состоит из следующих работ [29]: 1) примеры ферментативных реакций: а) разложение пероксида водорода в присутствии ионов железа, органических комплексов железа, каталазы крови; б) действие ферментов слюны на крахмал; в) открытие оксидазы в картофеле; г) влияние реакции среды на действие ферментов слюны; 3) количественное определение активности амилазы слюны [29]; 4) доказательство белковой природы инсулина по Миллону [29, 60]; 5) определение содержания гемоглобина в крови [29, 60]; 6) демонстрация механохимических реакций на примере геля желатины. Для проведения занятий, посвященных структуре и функциям белков, можно использовать следующую литературу: [10, 22, 36, 41, 46, 83].

На четвертом занятии этой части рассматривают структуру и функции липидов. Помимо строения и свойств жиров, фосфолипидов, стероидов, необходимо подробно остановиться на связи структуры перечисленных классов соединений с выполняемой ими функцией, а также дать представление об обмене жирных кислот.

В качестве практических работ можно провести следующие: 1) определение иодного числа и числа омыления растительного масла; 2) выделение лецитина и кефалина из желтка куриного яйца [29, 60].

Последнее занятие темы «Обмен веществ» посвящено витаминам и неорганическим веществам в клетке. План его совпадает с планом соответствующего занятия первой программы, больше внимания может быть уделено уникальным свойствам воды и выяснению причины построения живой материи именно с участием этого растворителя.

Практическая часть состоит из следующих работ: [29, 60] 1) качественная реакция на ретинол; 2) ингибирование катализаторов и денатурация белков с помощью ионов тяжелых металлов. (Литература указана выше к соответствующему занятию в первой программе.)

Третья часть программы включает четыре занятия. На первом из них освещается строение различных видов ДНК и нуклеотидов, обмен нуклеотидов, роль свободных нуклеотидов в организме, строение ДНК по Уотсону — Крику, понятие комплементарности и ее значение [22, 41, 46, 68, 83].

Практическая часть состоит из работ [29, 60]: 1) гидролиз нуклеопротеидов дрожжей; 2) проба Троммера на рибозу и дезоксирибозу; 3) молибденовая проба на фосфорную кислоту (методика описана ранее).

На втором занятии темы изучают ядро клеток эукариотов и нуклеоид прокариотов, а также вирусы. Рассматривая строение ядра (см. вторую программу), следует подробно разобрать структуру хромосомы, роль гистонов, перестройки хромосом, модель строения хромосомы высших организмов.

Практическая часть состоит из следующих работ: 1) окрашивание клеток на ДНК; 2) наблюдение хромосом в делящихся клетках.

Третье занятие этой темы посвящено функциям ДНК — хранению, передаче и реализации генетической информации. При рассмотрении первых двух функций надо обратить внимание на особенности ДНК, обуславливающие выполнение этих функций, биологический смысл размножения, на полуконсервативный механизм удвоения ДНК и особенности репликации кольцевых молекул и вирусной ДНК. Изучая вопрос реализации генетической информации, особое внимание следует уделить регуляции на уровне транскрипции, понятию гена, оперона, схеме Жакобо и Моно.

Практическая часть этого занятия, так же как и предыдущего, имеет целью изучение структуры ДНК: проводится реакция Молиша на пентозы в гидролизате нуклеопротеидов [29, 60].

На последнем занятии этой темы рассматривают вопросы структуры и функций различных видов РНК, строение и функционирование рибосомы и схему биосинтеза белка. Здесь основное внимание надо уделить механизмам узнавания при активации и трансляции, а также регуляции на уровне трансляции.

Практическая часть посвящена изучению структуры РНК: 1) выделение РНК; 2) окрашивание клеток на РНК. Для подготовки занятий по третьей теме можно использовать следующую литературу: [22, 24, 36, 41, 46, 68, 83].

Четвертая часть программы имеет целью изучение процессов обмена энергии. Рассматривают процессы, потребляющие и генерирующие энергию, разбирают строение и функции макроэргических соединений. Целесообразно остановиться на строении и функции углеводов, воспользовавшись для этого планом соответствующего занятия из первой программы.

Практическая часть этого занятия соответствует теме «Углеводы»: 1) иодокрахмальная реакция; 2) определение количества сахара в крови по Хагедорну — Иенсену [29, 60].

Далее излагают материал, связанный с гетеротрофным способом обмена. Следует разобрать анаэробный и аэробный обмен, подчеркнув большую эффективность полного аэробного пути (гликолиз — цикл Кребса — электрон-транспортная цепь) по сравнению с анаэробными путями. При изучении аэробного обмена необходимо также познакомить учащихся со структурой и функциями митохондрий, особенно со строением их внутренней мембраны.

Практическая часть состоит в моделировании анаэробного гетеротрофного обмена: 1) моделирование брожения на пекарских дрожжах [29, 60]; 2) гидролиз гликогена и крахмала и определение содержания глюкозы в гидролизате.

На заключительном занятии этой темы рассматривают автотрофный способ обмена. Здесь необходимо остановиться на механизме фотосинтеза и его роли в природе, а также на строении хлоропласта. Несколько слов надо сказать и о хемосинтезе — малораспространенном, но весьма важном процессе.

В практическую часть включают работы: 1) окрашивание крахмал растительных клеток; 2) наблюдение хлоропластов у элодеи; 3) реакция Красновского. К данной теме можно использовать следующую литературу [22, 24, 36, 41, 46, 83].

Заключительная часть программы состоит из двух занятий. На первом разбирают общие вопросы обмена (взаимосвязь обменов веществ, энергии и информации, пути метаболизма, патология обмена, лекарства, яды, наркотики), общие вопросы физиологии клетки (питание и выделение, дифференциация, старение и смерть, жизненный цикл), а также строение мембран и мембранных структур клетки (см. соответствующее занятие второй программы). Для подготовки этого занятия используют следующие пособия: [22, 24, 41, 83]. Это занятие целесообразно построить в виде семинара, включив повторение пройденного материала параллельно изложению нового. На втором занятии обсуждают проблему возникновения жизни и вопросы эволюционной биохимии. План занятия достаточно подробно изложен в первом варианте программы.

В. Л. ЕРШОВ, И. Ф. РАЗДЫМАЛИН

ОСОБЕННОСТИ ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ ПО ХИМИИ В СЕЛЬСКОЙ ШКОЛЕ

Многолетний опыт работы в школе показывает, что внеклассная работа увлекает учащихся в том случае, когда она тесно связана с жизнью, с производством и может стать в будущем основой для выбора профессии. Преподаватели химии в сельской школе могут и должны содействовать более глубокому усвоению агрохимических знаний, привитию навыков самостоятельной работы в полевых и лабораторных условиях по исследованию и химическому анализу почв, определению потребности растений в элементах питания и расчету количества удобрений. Такие практические работы, несомненно, способствуют профессиональной ориентации сельской молодежи.

При организации агрохимического кружка ставят следующие задачи: овладение основными теоретическими положениями агрохимии и почвоведения; знакомство с техникой и методикой основных агрохимических анализов, помощь в организации агрохимической службы в местном колхозе (совхозе), помощь хозяйству в составлении почвенной карты. На основании материалов почвенного обследования рассчитывают дозы органических и минеральных удобрений и составляют годовые планы их применения; ставят полевые опыты по изучению дифференцированных доз удобрений; осуществляют систематическое наблюдение за хранением и использованием минеральных удобрений, пропагандируют агрохимические знания среди населения. На базе агрохимического кружка создают на общественных началах колхозные агрохимические лаборатории. Объектов для проведения полевых опытов в современном сельскохозяйственном производстве достаточно. Производственной и учебной базой для внеклассных занятий по химии в сельской школе являются поля ученической производственной бригады.

Для работы агрохимического кружка необходим класс-лаборатория. При отсутствии свободного помещения занятия кружка организуют в химическом кабинете. Агрохимические анализы почв и растений требуют в некоторых случаях реактивов, которых нет в стандартных наборах реактивов для средних школ. Поэтому следует предварительно сделать заявку на соответствующие химикаты в любую базу Союзхимреактива.

Руководство колхоза или совхоза в большинстве случаев может оказать помощь в приобретении оборудования для агрохимического кружка. Часто бывает, что в хозяйства поступают годовые агрохи-

мические лаборатории конструкции И. Ф. Голубева, содержащие простейшие приборы. Данные анализов, полученные с помощью этой лаборатории, достаточно точны. Достоинством лаборатории является то, что с ее помощью можно решить вопросы, которые ставит практика сельскохозяйственного производства: определение типа почвы, содержания гумуса, азота, определение механической структуры, водно-воздушных свойств почв, состояния кислотности, запасов подвижных форм фосфора, обменного калия, солонцеватости и солончаковости (засоления).

Члены агрохимического кружка могут провести обследование земель хозяйства на наличие известняков, доломитов, гипса, торфа, вивинита, провести анализ и установить возможность применения их в качестве дешевых известковых удобрений. Если не представляется возможным использовать стандартные агрохимические наборы, то оборудование для занятий по агрохимии можно укомплектовать из приборов и посуды химического кабинета.

СВЯЗЬ ПРОГРАММЫ АГРОХИМИЧЕСКОГО КРУЖКА С СОДЕРЖАНИЕМ ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ

Созданию агрохимического кружка должен предшествовать подготовительный период, который заключается в тщательном анализе школьных программ по химии, физике, биологии, природоведению. Необходимо установить связь между изучаемыми предметами и агрохимией и почвоведением. Учитель заранее устанавливает, какие темы данных предметов можно увязать с содержанием тематики агрохимического кружка.

В VII классе можно ознакомить учащихся с элементами агрохимии при изучении некоторых тем, например «Чистые вещества и смеси» (почва — смесь веществ: песка, глины, солей, воздуха, воды), «Разделение смесей» (определение содержания солей в почве), «Физические и химические явления» (в колонку с почвой налить мутной воды и наблюдать из нее выход чистой воды — физическое явление, сжигание почвы — химическое явление), «Признаки и условия течения химических реакций» (действие на карбонатную почву соляной кислоты — выделение газа, взбалтывание почвы в растворе соляной кислоты, фильтрование, добавление к фильтрату растворимого молибдата — реактива на фосфор). На практическом занятии по теме «Очистка соли» учащиеся готовят смесь почвы с калийной селитрой и затем их разделяют. Можно показать учащимся качественные реакции на ионы Cl^- в почве, на Fe^{2+} и Fe^{3+} и т. д. Затем по теме «Химические элементы» учащиеся знакомят с таблицей «Химический состав почвы»; по теме «Закон сохранения массы вещества» — с демонстрацией применения кальциметра — прибора для определения карбонатов в известковых породах; по теме «Кислород» — с составом почвенного воздуха; по теме «Окисление» — с окислением органических веществ в почве; по теме «Водород, кислоты, соли» — с кислотностью почв, зна-

чением солей в питании растений; по теме «Вода, основания, растворы» — с формой почвенной влаги, щелочностью почвы, почвенными растворами.

Список этих вопросов можно было бы продолжить.

В курсе химии VIII—X классов по теме «Важнейшие классы неорганических веществ» учащиеся знакомятся с кислотами, которые встречаются в почве, с влиянием, которое они оказывают на растения. В теме «Соли» подробно характеризуют основные виды минеральных удобрений. Очень важно научить учащихся рассчитывать процент питательного вещества в данном виде удобрений. Для этого целесообразно подобрать группу задач, решая которые учащиеся могли бы определить питательное вещество в азотных, фосфорных и калийных удобрениях.

Особое внимание при этом обращают на физиологическую роль удобрений. В теме «Периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева» при изучении щелочных металлов отмечается, что калий играет большую роль в минеральном питании растений, что избыток солей натрия в почве приводит к их засолению. При изучении типов кристаллических решеток знакомят с минералами, которые встречаются в почве. В теме «Расчеты по химическим формулам и уравнениям» учащиеся упражняются в составлении доз органических и минеральных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры, исходя из результатов почвенных анализов и потребностей растений в питательных веществах.

Внеклассная работа в сельской школе складывается из: 1) занятий по аналитической химии, на которые отводится около 40 ч; 2) агрономической химии (около 100 ч) и 3) учебно-производственной практики по проведению полевых опытов с удобрениями и выполнению при этом всех необходимых наблюдений, учета, анализов (45—50 ч).

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ (ВСЕ ЗАНЯТИЯ ДВУХЧАСОВЫЕ)

1. Введение. Качественный и количественный анализ в аналитической и агрономической химии.

2. Оборудование лаборатории и требования по технике безопасности при работе с кислотами, щелочами, горючими и взрывчатыми веществами. Правила хранения химических реактивов.

3. Химическая посуда; правила ее использования и подготовки к аналитическим работам.

4. Знакомство с лабораторным оборудованием. Правила пользования нагревательными приборами.

5. Резка, оплавление и сгибание стеклянных трубок. Обжим и сверление пробок. Приемы сборки простейших приборов.

6. Весы. Взвешивание на теххимических, торзионных, аналитических весах.

7—8. Методы гравиметрического анализа. Оформление результатов анализа. Определение бария в хлориде бария, железа — в растворе хлорида железа (III).

9—10. Приготовление растворов процентной и нормальной концентраций: солей, оснований, кислот.

11—12. Объемный анализ. Ацидиметрия и алкалиметрия. Определение концентрации растворов кислот, щелочей при титровании.

13. Перманганатометрия как пример окислительно-восстановительного метода. Применение этого метода в агрохимических анализах.

14. Определение железа в растворе соли Мора.

15. Определение хрома в растворе дихромата калия.

16. Иодометрия. Установление нормальности раствора тиосульфата натрия по перманганату калия.

17. Колориметрия.

18—19. Качественные анализы по определению катионов аналитических групп.

20—21. Качественные анализы по определению анионов аналитических групп.

Практика показывает, что этого времени достаточно, чтобы познакомить учащихся с использованием лабораторного оборудования, освоить основные методы анализов и подготовиться к лабораторным и полевым работам по агрохимии.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ ПО АГРОХИМИИ (ВСЕ ЗАНЯТИЯ ДВУХЧАСОВЫЕ)

1. Задачи, организация и структура агрохимической службы в СССР. Место занятий по агрохимии в ученической производственной бригаде.

2. Правила отбора почвенных и растительных образцов и подготовка их к анализу.

3—6. Определение механического состава и физических свойств почвы (влажность, влагоемкость, водопроницаемость и др.).

7. Классификация почв по механическому составу.

8. Определение pH почвы.

9—10. Определение гидролитической кислотности и суммы поглощенных оснований.

11. Вычисление степени насыщенности основаниями и практическое значение этого показателя.

12—13. Определение гумуса в почве.

14. Определение аммиачного и нитратного азота в почве.

15. Определение фосфора в почве.

16—17. Определение калия в почве.

18—20. Картирование почвенных разностей. Составление почвенных карт, их практическое применение.

21—23. Анализ азотных, фосфорных и калийных удобрений и определение в них азота, фосфора и калия.

24—27. Подготовка растительных образцов к анализу. Определение содержания в растениях азота, фосфора и калия лабораторным методом и с помощью прибора Маттицкого.

28. Определение в почве недостатка питательных веществ по внешнему виду растений.

29. Определение содержания клетчатки в зерне пшеницы.

30. Определение содержания жира в семенах подсолнечника.

31. Определение содержания белковых веществ в растениях (по Барнштейну).

32. Определение каротина в моркови.

33. Определение лужистости подсолнечника.

34—36. Определение в золе зерна содержания фосфора, калия, кальция.

37—38. Определение содержания крахмала в клубнях картофеля.

39. Определение содержания сахара в корнях сахарной свеклы.

40. Определение общей жесткости воды и способы ее устранения.

41. Определение жира в молоке.

42. Определение кислотности молока.

43. Анализ сливок. Отбор проб и подготовка к анализу. Определение кислотности и жира.

44. Анализ сметаны: отбор проб, определение жира, кислотности.

45. Анализ творога: отбор проб, определение жира, кислотности.

46—47. Анализ простокваши: определение жира и кислотности. Анализ пахты и сыворотки: определение жира.

48—49. Методика опытного дела. Полевые опыты с удобрениями.

50—51. Использование данных полевых опытов и лабораторных анализов для учебных, научных и производственных целей.

На летний период учащиеся получают задания (45—50 и) такого содержания: 1) заложить опыты с удобрениями и изучить их эффективность на районированных культурах. Провести соответствующие наблюдения и учет; 2) на полях колхоза отобрать монолиты типичных почв; 3) отобрать почвенные образцы с полей, подготовить их к анализу и проанализировать. Составить картограммы и рекомендации к ним; 4) провести учет урожая с опытных делянок и подготовить рекомендации по рациональному использованию удобрений в своем колхозе.

Эти задания могут сочетаться с полевой практикой по агрохимии, и тогда затраты времени можно значительно сократить.

На время летней практики в составе ученической производственной бригады агрохимии выделяется в специализированное звено, которым руководит звеньевой или заместитель бригадира по агрохимической работе. Следует помнить, что без практического приложения аналитических навыков и знаний теряется основной смысл занятий по агрохимической химии. Поэтому вся работа должна быть тесно связана с колхозным производством.

Задачи учителя в преподавании этого курса сводятся к следующему: 1) научить обращению с химическим оборудованием и реактивами, соблюдая при этом правила техники безопасности; 2) выработать навыки точного и аккуратного выполнения анализов и чувство высокой ответственности за порученное дело; 3) обучить основным приемам качественного и количественного анализов; 4) привить навыки самостоятельной работы.

Из обширного курса аналитической химии отбирают те работы, которые потребуются для выполнения учебных и производственных заданий по агрохимии.

Осваивая приемы обращения с лабораторным оборудованием, учащиеся узнают, что нет второстепенных операций и каждая из них имеет свое назначение. Небрежность может привести к ошибкам, которые будет невозможно исправить. Казалось бы, простое дело: мыть посуду, но и оно требует умения и прилежания.

При подготовке растворов строго определенной концентрации для количественных анализов навеска вещества берется с большой точностью, которую приходится дополнительно проверять с помощью растворов, приготовленных из фиксаналов.

При почвенных анализах навеска может составлять от 0,1 до 40 г. Следовательно, для отвешивания используют весы различного назначения. Чтобы отвесить 0,1—0,5 г почвы при определении гумуса методом хроматометрии, требуются аналитические или торзионные весы. При определении гидролитической кислотности навеска составляет 40 г, поэтому точность взвешивания будет иной. При учете урожая или удобрений на опытную делянку допустимо гораздо большее приближение. Требования к точности взвешивания учащиеся должны хорошо знать, что позволит предупредить возможные ошибки и освободит от ненужной работы.

На приготовление растворов следует обратить особое внимание.

Иногда для приготовления растворов процентной концентрации используются кристаллогидраты. В этом случае делают расчет на безводную соль и выражают полученный результат в единицах массы.

Для приготовления растворов из концентрированных кислот удобнее пользоваться объемными единицами. Например, требуется приготовить 1 л 27%-ного раствора серной кислоты из концентрированной кислоты плотностью 1,84. Расчет показывает, что для этого требуется 184,2 мл серной кислоты. Этот объем кислоты отмеривают мерным цилиндром и выливают в стакан с дистиллированной водой для предварительного разбавления, а затем содержимое стакана переносят в мерную литровую колбу и доводят водой до метки.

В аналитической и агрономической химии часто используют растворы нормальной концентрации. При объемном анализе они нацело реагируют друг с другом в эквивалентном отношении. При

этом упрощается техника расчетов. Предположим, нейтрализуется 50 мл 0,1 н. раствора серной кислоты 0,1 н. раствором гидроксида натрия. В 1 мл такого раствора серной кислоты будет содержаться 0,0049 г серной кислоты, а в 1 мл раствора гидроксида натрия — 0,004 г NaOH. Но количество диссоциированных молекул в этом объеме как для серной кислоты, так и для щелочи будет одинаковым. При приготовлении растворов по целому ряду причин допускается неточность, которая указывается как поправка к титру и означает истинную концентрацию раствора. Это относится к растворам, которые со временем меняют концентрацию. Например, раствор гидроксида натрия. Его нормальность может быть установлена титрованием соляной кислотой. В стаканчик или колбочку переносят пипеткой 25 мл раствора гидроксида натрия, прибавляют 1—2 капли раствора метилового оранжевого. В бюретку наливают титрованный раствор соляной кислоты. Титрование повторяют трижды и находят среднее количество соляной кислоты, пошедшее на титрование. Если эта величина составит 22,45 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты, то нормальность раствора гидроксида натрия будет равна $22,5 \cdot 0,1 : 25,0 = 0,0898$. Это и есть действительная концентрация раствора.

При приготовлении растворов кислот, щелочей и многих солей точной концентрации надо помнить, что концентрация исходных веществ постепенно меняется. Так, хлороводород и аммиак частично улетучиваются из растворов при открывании сосудов, в которых они хранятся. Серная кислота поглощает воду из воздуха и постепенно разбавляется. Едкие щелочи поглощают из воздуха воду, углекислый газ. Кристаллогидраты теряют на воздухе часть кристаллизационной воды. В кабинете необходимо иметь растворы, концентрация которых определена с большой точностью. Эти растворы готовят из фиксаналов, которые представляют собой запаянные стеклянные ампулы с 0,1 г-экв вещества. Содержимое ампулы переносят без потерь в литровую мерную колбу и доливают дистиллированной водой до метки.

Учащиеся с самого начала должны уяснить, что для качественных реакций, указывающих на присутствие того или иного вещества, иона, используют растворы определенной процентной концентрации, приготовленные из обычных реактивов. При количественных определениях ставится задача узнать, сколько вещества содержится в исследуемом растворе. Концентрация используемых растворов должна быть определена с высокой точностью.

При качественных реакциях особое внимание уделяют тем катионам и анионам, которые найдут практическое применение в дальнейшей учебно-производственной работе.

Детально осваивают определение калия, натрия, аммония, магния, кальция, бария, железа (II и III).

На занятиях по аналитической химии учащихся следует познакомить с основными методами анализов. Так, метод нейтрализации используют при определении гидролитической кислотности, суммы

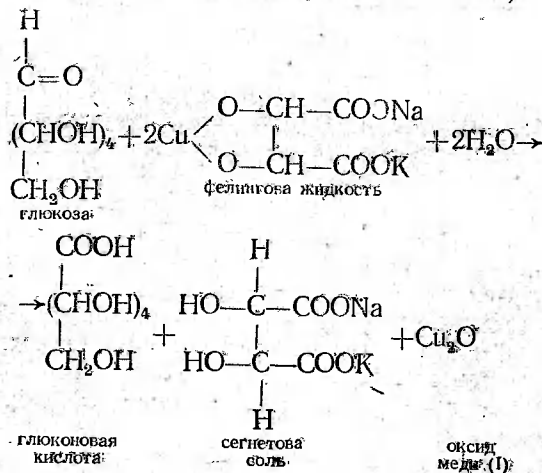
поглощенных оснований. Изменение окраски индикатора указывает на окончание титрования. Уметь правильно установить окончание титрования важно при многих других анализах: при определении гумуса по методу Тюрина, при обнаружении калия.

Метод осаждения, применяющийся в количественном анализе, состоит из следующих процессов: 1) перевод в осадок исследуемого вещества, элемента, иона; 2) фильтрование, промывание осадка и удаление примесей; 3) высушивание или прокаливание; 4) взвешивание осадка и необходимые расчеты.

Методы, основанные на окислительно-восстановительных реакциях, можно предварительно рассмотреть на примере определения железа в растворе соли Мора и определения хрома в дихромате калия. На этих занятиях учащиеся отработывают технику приготовления титрованных растворов, учатся делать предварительные расчеты. Они также приобретают навыки работы с растворами, концентрация которых быстро меняется.

Учащиеся должны знать, что окислительно-восстановительные процессы лежат в основе перманганометрии, хроматометрии и иодометрии. Эти реакции имеют большое практическое значение. С ними учащиеся встречаются при определении калия кобальтнитритным методом, крахмала в растительных образцах методом кислотного гидролиза. Хроматометрия используется при определении гумуса в почве по методу Тюрина. Иодометрию применяют при установлении качества масла.

При кислотном гидролизе крахмал превращается в глюкозу, которая благодаря наличию альдегидной группы обладает восстановительными свойствами и легко окисляется. При взаимодействии глюкозы с фелитновой жидкостью оксид меди (II) восстанавливается до оксида меди (I), а глюкоза превращается в глюконовую кислоту

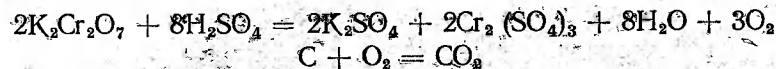


Согласно уравнению реакции количество оксида меди (I) эквивалентно содержанию глюкозы в исследуемом веществе. При взаимо-

действии оксида меди (II) с сульфатом железа (III) оксид меди (II) переходит в оксид меди (I), а сульфат железа (III) восстанавливается в сульфат железа (II), количество которого определяется титрованием перманганатом калия.

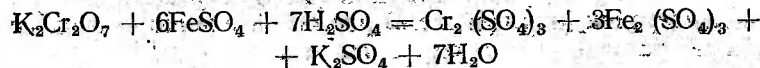
Методом иодометрии можно точно установить концентрацию в растворе как окислителя, так и восстановителя. Например, в реакции $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$, если известна нормальность одного из растворов, можно найти объемным методом концентрацию другого раствора.

Окислительно-восстановительные реакции, используемые при определении гумуса, включают взаимодействие дихромата калия с серной кислотой. Образующийся кислород окисляет углерод гумуса



Количество кислорода, израсходованного на окисление органического вещества, определяется по разности взятого для реакции дихромата калия и оставшегося после окисления. Этот остаток оттитровывается солью Мора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Реакцию выражают уравнением



На занятиях по аналитической химии эти анализы носят учебно-тренировочный характер. Для отработки приемов обнаружения, например, калия берут раствор хлорида калия; изучают восстановительные свойства альдегидной группы на примере раствора глюкозы. Окислительно-восстановительные реакции в иодометрии демонстрируют на примере установления нормальности раствора тиосульфата натрия по перманганату калия.

В агрохимии часто приходится определять концентрацию вещества по интенсивности окраски, которая возникает при добавлении соответствующих реактивов. Этот метод носит название колориметрирования. Для его осуществления используют колориметры: колориметр Дюбуа, концентрационный колориметр и фотоэлектроколориметр. В школе их обычно не бывает, поэтому необходимо составить шкалу из образцов, по которой проводят сравнение визуально. Метод менее точен, но при небольшой тренировке можно получить удовлетворительные данные.

На занятиях учащиеся должны получить достаточную теоретическую и практическую подготовку, научиться применять эти знания и умения в различных ситуациях, при выполнении других анализов.

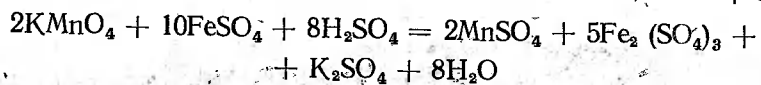
Практика показывает, что не следует все занятия резко разграничивать на теоретическую и практическую часть. Наиболее эффективна следующая структура занятий. Учащиеся узнают цель и со-

держания работы, какими средствами она может быть выполнена. Затем им сообщают теоретические основы данной работы, с какими общеобразовательными предметами и по каким темам она имеет непосредственную связь. Выделяют то новое, что содержит эта работа.

Учащимся раздают инструкционные карты с методикой выполнения задания и контрольными вопросами. Значительная часть времени отводится на самостоятельную работу. Учащиеся не только проводят эксперимент и делают необходимые при этом записи: уравнения реакций, расчеты, но и дают теоретическое обоснование наблюдаемому явлению. В качестве примера приводим инструкционную карту «Определение железа в растворе соли Мора».

Цель задания. На примере окислительно-восстановительных реакций уяснить сущность и научиться приемам объемного анализа.

Сущность анализа заключается в том, что железо в степени окисления +2, содержащееся в соли Мора, при титровании раствором перманганата калия окисляется до степени окисления +3



По израсходованному на титрование объему перманганата калия и его концентрации (нормальности) рассчитайте нормальность соли Мора, а по восстановительному грамм-эквиваленту — количество железа в растворе. В ходе анализа обратите внимание на следующие явления, объясните их и ответьте на вопросы: чему равен грамм-эквивалент раствора перманганата калия в этой реакции? Почему титр перманганата калия устанавливается через несколько дней после приготовления раствора? Почему титр раствора соли Мора в открытом сосуде быстро меняется? Какое значение в количественном анализе имеют титрованные растворы? Почему перед окончанием титрования бледно-розовая окраска долго не исчезает, что вы знаете об этой реакции из курса химии? Какое практическое значение имеет этот метод анализа?

Ход анализа. Возьмите раствор соли Мора и поместите в мерную колбу емкостью 250 мл. Долейте дистиллированной водой до метки и перемешайте. Отмерьте пипеткой 25 мл раствора соли Мора и перенесите в стаканчик на 100 мл. Прибавьте 10 мл серной кислоты, разбавленной 1 : 4. Налейте в бюретку титрованный раствор перманганата калия и титруйте до появления бледно-розовой окраски. Титрование повторите два-три раза и найдите среднее количество израсходованного раствора перманганата калия.

Вычисление результатов. Предположим, на титрование было израсходовано 23,45 мл 0,10 н. раствора перманганата калия. Тогда нормальность соли Мора будет равна $23,45 \cdot 0,10 : 25,00 = 0,0938$. Такое количество грамм-эквивалентов соли Мора, а также и железа содержится в 1 л исследуемого раствора. Поскольку Fe^{2+} теряет в этой реакции один электрон, то восстановительный эквивалент

железа будет равен его атомной массе — 55,85. Следовательно, в 250 мл раствора содержится $(0,038 \cdot 55,85 \cdot 0,25) 1,284$ г железа.

Оформление работы и отчетность. Опишите происходящие реакции, напишите их уравнения.

ЗАНИЯТИЯ ПО АГРОНОМИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Эта программа занятий школы юных агрохимиков рассчитана на два года (IX—X классы). Она составлена из заданий, каждое из которых содержит несколько вопросов. Занимаясь по такой программе, учащиеся довольно полно знакомятся с теоретическими положениями агрохимии, проводят лабораторные анализы, расчеты. Программа включает учебную и производственную практику.

Учитывая специфику предмета, очень важно правильно выбрать соотношение между теорией и экспериментом. На первых занятиях необходимо включить ряд несложных опытов, выполнение которых было бы под силу учащимся. Так, например, на занятии, посвященном морфологическим признакам почв, учащиеся изучают на различных почвенных образцах их окраску. Под наблюдением учителя они отмечают, что окраска бывает: 1) темная, черная, светло-серая, коричневая; 2) желтая, оранжевая, кирпичная, желто-бурая, красно-бурая; 3) белая, белесая. После описания окрасок почв у учащихся возникают вопросы: чем обусловлена окраска? Какие соединения в почве придают ей такой цвет? Так от наблюдений учитель переходит к теоретическому изложению материала. Он объясняет, что первая группа окрасок почв обусловлена наличием в них перегнойных веществ, торфа и в различной степени разложившихся растительных остатков; вторая группа — наличием гидратированных оксидов железа, соединенных с минеральными частицами; третья группа окрасок зависит от содержания в почве каолинита, гидратированных оксидов алюминия, кремниевой кислоты, гипса, кальцитита.

Анализ занятий в агрохимическом кружке позволяет сделать вывод, что на изложение теоретического материала уходит $\frac{1}{3}$ рабочего времени, остальное отводится эксперименту. Эффективность занятия значительно возрастает, если учитель не тратит время на изложение учащимся хода того или иного вида анализа, а раздает каждому из них карточку — инструкцию по ходу анализа. Содержание одной такой карточки приводится ниже.

Определение влажности почвы

Под влажностью почвы понимают количество влаги в образце, теряемое им в процессе высушивания до постоянной массы при 100—110° С. Влажность почвы необходимо знать, чтобы вычислить запас влаги в ней, рассчитать предельную полевую влагоемкость.

В поле пробы для определения влажности почвы помещают в алюминиевые стаканчики, прокаленные до постоянной массы,

быстро закрывают крышкой, чтобы избежать потери влаги при переноске. Взвешивают на технoхимических весах. При определении содержания гигроскопической влаги в воздушно-сухой почве пользуются стеклянными бюксами. Взвешивают пробы на аналитических весах.

Ход анализа. Пробу воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями 1 мм, высыпьте на лист гладкой бумаги, распределите ровным слоем, придайте форму прямоугольника и разделите шпателем на 10—20 квадратиков. Из всех квадратиков отберите 3—4 г почвы в бюкс, доведенный до постоянной массы. Закройте его крышкой, быстро взвесьте на аналитических весах и запишите массу. Откройте бюкс и поместите в сушильный шкаф с температурой 100—105°C. Высушите почву до постоянной массы.

Содержимое влаги вычислите по формуле:

$$\% \text{ влаги} = \frac{B - C}{C - A} \cdot 100,$$

где A — масса бюкса (в г), B — масса бюкса с почвой до высушивания (в г), C — масса бюкса с почвой после высушивания (в г). Результаты анализа записывают в рабочую тетрадь.

Во время работы руководитель занятий отмечает в специальном журнале умение учащихся обращаться с лабораторным оборудованием и правильность выполнения задания. Для контроля и закрепления умений и навыков предлагают выполнить анализ, но уже без инструкции. При безошибочном выполнении задания ставят зачет и разрешают приступить к следующему анализу.

С целью выяснения понимания сущности применяемого метода и хода анализа, его практического значения с каждым учащимся проводят после его выполнения беседу.

Для закрепления пройденного на занятиях материала учащимся предлагают по данному вопросу прочитать соответствующий раздел учебника по агрохимии или почвоведению, который имеется в школьной библиотеке. Желательно такую литературу иметь и при химическом кабинете.

Выбор экспериментальных заданий

На занятиях в агрохимическом кружке прежде всего ставят задачу: выработать у учащихся самостоятельность, умение работать с литературой, приобрести твердые навыки в обращении с разнообразным лабораторным оборудованием, применением в практике агрохимических анализов, и самое главное — видеть в любом анализе его практическую значимость. Поэтому руководителю кружка необходимо периодически совершать с учащимися экскурсии в местное хозяйство. Так, например, после составления картограмм кислотности почв учащимся необходимо показать картограмму кислотности почв колхоза (совхоза), с которой их знакомят агроном. Демонстрируя готовую картограмму, агроном показывает, как ею пользоваться

на практике, объясняет, как устанавливаются дозы извести, необходимой для нейтрализации кислотности почвы. Из данной беседы учащиеся уясняют, что определение кислотности почвы имеет большое практическое значение.

После того как руководитель убедился в том, что у членов кружка появился устойчивый интерес к агрохимии и они вполне подготовлены к самостоятельным исследованиям, можно отдельным учащимся или группам поручить выполнить экспериментальное задание. Как правило, эти задания должны носить практический характер, т. е. результаты научных исследований можно потом применить в практике сельского хозяйства. Ниже даны темы занятий, которые учащиеся могут выбрать для исследовательских работ:

1. *Составление каталога почв колхоза (совхоза).* Работа рассчитана на длительное время. Начинается она летом, когда группа учащихся (5 человек) проводит почвенное обследование, на наиболее типичных местах рельефа закладывает шурфы и подробно их описывает. Отбирают образцы почв, которые затем на занятиях кружка анализируют. На основании проведенных анализов составляют карточку, на которой делают слева рисунок почвы, а справа указывают основные агрохимические показатели данной почвы по всему профилю. Здесь же учащиеся указывают, где почва распространена, ее площадь и возможность использования под сельскохозяйственные культуры.

2. *Кислотность почв колхоза (совхоза) и пути ее устранения.* Работу поручают нескольким учащимся, которые сначала изучают литературу по данному вопросу, составляют план исследования, в летнее время отбирают на полях хозяйства образцы и их анализируют. Если отобрано большое количество образцов, то их анализ продолжается и во время занятий агрохимкружка. При этом для анализа почвенных образцов можно привлекать и большее число учащихся.

3. *Агрохимические свойства почв колхоза (совхоза) и пути повышения их плодородия.* Работу поручают двум-трем учащимся. Но в подготовке необходимого материала участвует весь кружок. Во время занятий анализируют почвенные образцы все учащиеся, а обрабатывают результаты анализов только ответственные за данную работу.

4. *Изучение динамики нитратного азота в почвах пришкольного участка.* Эту работу можно поручить одному учащемуся. Через определенное время (каждые пять дней) учащийся определяет содержание нитратов в почве с помощью лаборатории ВИА. В случае отсутствия такой лаборатории можно реактивы приготовить самому. Так, например, дисульфогеноловую кислоту, которая с нитратами почвы дает характерное желтое окрашивание раствора, можно приготовить из 3 г фенола, который смешивают с 37 г (20,1 мл) серной кислоты (плотность 1,84) и нагревают в течение 6 ч на кипящей водяной бане, закрыв колбу пробкой с длинной трубкой (обратный холодильник).

Одновременно определяют содержание влаги в почве, ее температуру, реакцию среды. Все эти факторы влияют на образование нитратов в почве. На основании экспериментальных данных делают заключение о нитрификационной способности данной почвы.

5. *Содержание гумуса в почве.* Важным источником питательных элементов в почве является органическое вещество (гумус). В связи с этим можно выполнить полезную для практики сельского хозяйства работу: «Содержание гумуса в почвах хозяйства». В этой работе учащиеся подсчитывают содержание органического вещества в пахотном слое почвы и данные наносят на почвенную карту. По этим показателям судят об уровне плодородия почв и намечают мероприятия по повышению содержания органических веществ.

6. *Оценка питательности кормовых угодий хозяйства.* Работу можно поручить двум учащимся. В летнее время они отбирают согласно инструкции растительные образцы со всех основных кормовых угодий хозяйства и анализируют их. В образцах определяют сырой протеин, сырую клетчатку, фосфор, кальций, каротин и делают пересчет на кормовые единицы.

На основании полученных данных составляют таблицы по содержанию питательных веществ в травах сенокосов и пастбищ. Эти таблицы после их обсуждения на занятиях кружка передают в хозяйство для пользования.

Эффективность вносимых удобрений зависит от того, насколько правильно учитывают при внесении удобрений состояние плодородия почв, особенности потребности сельскохозяйственных культур к элементам минерального питания.

Для исследовательских работ можно рекомендовать следующие темы: 1) содержание элементов питания в растениях в зависимости от агрохимических свойств почв; 2) вынос элементов минерального питания растениями в зависимости от агрохимических свойств почв; 3) изучение связи между реакцией среды (рН солевой вытяжки) и урожаем растений; 4) зависимость урожая растений от содержания в почве подвижных фосфатов; 5) зависимость урожая растений от содержания в почве калия; 6) расчет доз удобрений с учетом данных агрохимических анализов почв; 7) составление годового плана применения удобрений в хозяйстве, исходя из агрохимических показателей почв; 8) проверка эффективности дифференцированных доз удобрений (удобрения, рассчитанные по картограммам) в полевых опытах.

В процессе работы учащиеся под руководством учителя могут создать почвенный музей в школе. В агрохимическом кружке используют различные почвенные образцы, которые хранят в склянках или в коробочках. Их можно поместить в качестве экспонатов в школьный музей. Но в этих образцах есть один существенный недостаток — они нарушены и ни в коей мере не могут отразить естественное сложение почвы. Существуют способы взятия почвенных монолитов в ящики, где сохраняется структура и текстура почвы. Но, как показала практика, вырезка монолита из почвенной тол-

щи — длительный и кропотливый процесс, и монолит получается очень тяжелым. Кроме того, монолиты громоздки и их много нельзя разместить в музее.

В НИИ почвоведения и агрохимии (Минск) разработана модифицированная методика взятия пленочных монолитов, которые по сравнению с ящичными обладают рядом преимуществ: небольшой объем, малая масса, хорошая сохранность всех внешних признаков и, главное, простота изготовления и удобство пользования. Эти монолиты можно развешивать, как таблицы, на стене. Пленочный монолит является ценным наглядным пособием и может быть с успехом использован не только во внеклассной работе, но и в курсах географии, ботаники, общей биологии. Методика их изготовления описана в специальных пособиях.

Специфика эксперимента, необходимое оборудование и материалы

Для агрономических целей химическому анализу подвергают почвы, растения, удобрения, грунтовые и поливные воды. Образцы предварительно подготавливают к анализу, для этого их высушивают, растирают, просеивают. Иногда невозможно воспользоваться результатами анализов, потому что был произведен неправильный отбор проб вещества.

Специфика химического эксперимента в агрохимических исследованиях и состоит в том, что, как правило, навеска материала берется небольшая, а результаты ее анализа должны дать объективную характеристику весьма большим массам разнообразных продуктов, удобрений или почв.

Отобранную пробу подвергают анализу. В задачу анализа входит определение количества отдельных элементов или каких-либо составных частей, содержащихся в анализируемых веществах или смесях. При этом данные количественного анализа в большинстве случаев выражают в процентах. Количество отдельных элементов или их соединений определяют различными методами, которые подразделяют на три группы: химические, физико-химические и физические. В практике школьных агрохимических исследований в основном применяют химический и физико-химический методы.

Химические методы в свою очередь разделяют на гравиметрический, объемный и газовый; физико-химические — на колориметрический, нефелометрический, полярографический, хроматографический и др.; физические — на спектральный, люминесцентный и др.

Работа по заданию колхоза (совхоза)

Организуя занятия по агрономической химии, учитель должен хорошо представлять их содержание за весь курс обучения. Особенно важно тщательно спланировать работу по заданию колхоза (совхоза). В Костенской средней школе Воронежской области это делается так. Зимой, когда колхоз составляет агротехнические пла-

ны, в. Правление приходит руководитель агрохимического кружка школы и вместе с агрономом колхоза разрабатывает производственные задания учащимся и намечает тематику опытнической работы.

Ежегодно учащиеся на сотнях гектаров колхозных угодий проводят почвенные обследования и составляют картограммы. Эти занятия стали привычными для учащихся и выполняются ими квалифицированно. Ни одна работа не выполняется только с учебной целью. Она должна находить применение в сельскохозяйственном производстве. По заданию колхоза в течение многих лет учащиеся разрабатывали систему удобрений под сахарную свеклу и нашли оптимальные сочетания минеральных удобрений под эту культуру. В течение трех лет изучалась эффективность органических и минеральных удобрений на картофеле. Подготовленные рекомендации используются колхозом в хозяйственной практике. Более десяти лет юные агрохимики занимаются изучением различных сортов озимой пшеницы на фоне сочетаний органических минеральных удобрений. В течение последних шестнадцати лет происходила неоднократная сортомена этой культуры. Новые сорта обычно внедрялись после проверки их на полях учебной бригады.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЙ ПО АГРОНОМИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Занятия по агрономической химии состоят из лабораторных анализов, полевой учебно-производственной практики и производственного труда. В ходе занятий учащиеся приобретают навыки по анализу почв, удобрений, продуктов растениеводства, закладывают и проводят в производственных условиях опыты с различными удобрениями, организуют за ними тщательный уход и наблюдения. Под руководством учителя или специалиста по сельскому хозяйству учащиеся готовят практические рекомендации хозяйству по улучшению почв, по наиболее эффективному использованию удобрений.

Учащиеся должны хорошо представлять себе как теорию вопроса, так и его практическое значение.

При изучении теоретического материала, чтобы у учащихся создалось целостное представление об изучаемом явлении, сведения, полученные ими на уроках химии, биологии, физики, обобщаются. Например, рассматривается вопрос о реакции почвенного раствора — одного из главных условий для нормального развития и роста растений. На уроках химии учащиеся узнают, чем обусловлена реакция почвенного раствора, у них формируют понятие о водородном показателе (pH) и его численном значении для кислых, нейтральных и щелочных растворов. Затем учащимся рассказывают о нейтрализации образующейся в почве угольной кислоты катионами металлов, содержащихся в ней; формируют понятие о буферных свойствах почв, богатых органическими веществами.

При изучении удобрений учащиеся узнают, что минеральные удобрения по-разному оказывают влияние на почвенный раствор.

Сильно подкисляют почву сульфат аммония, хлорид аммония, сульфат калия, хлорид калия, калийные соли. Слабо подкисляют почву аммиачная селитра, простой суперфосфат, мочевины. Подщелачивают почву натриевая и кальциевая селитра, цианамид кальция, фосфоритная мука, преципитат, термофосфаты. К нейтральным удобрениям относятся известково-аммиачная селитра, двойной суперфосфат.

На уроках биологии учащимся дают такие дополнительные сведения: допустимые колебания кислотности (pH) почвы для сельскохозяйственных растений находятся в следующих пределах:

озимая рожь	5,5—6,5	гречиха	4,7—7,0
озимая пшеница	6,5—7,5	лен	6,0—6,5
яровая пшеница	6,5—7,5	сахарная свекла	7,7—7,5
ячмень	6,7—8,0	картофель	5,0—7,0
кукуруза	6,5—8,5	клевер	6,0—7,0
горох	6,0—7,0	капуста	6,0—7,0
просо	6,5—8,0	морковь	5,5—7,0

Затем проводят обобщающее занятие агрохимического кружка, где на основе этих данных учащимся предлагают разработать мероприятия по улучшению состава данной почвы и определить, какие растения целесообразно выращивать на соответствующем участке.

Занятия по агрохимии проводятся в течение всего года. В весенне-летне-осенний период учащиеся работают в поле: закладывают опыты, проводят наблюдения, учитывают результаты, отбирают почвенные и растительные образцы для лабораторного анализа. Во время занятий в лаборатории анализируют отобранные образцы, обрабатывают экспериментальные данные, подводят итоги. Учитель к таким занятиям должен подготовиться заранее. Работая в поле в июне с учащимися, учителю следует продумать, чем они будут заниматься зимой. Так во время экскурсий в летний период или осенью при изучении почвенных разрезов отбирают образцы почвы и готовят их к анализу. При этом четко определяют цели и значение подобных анализов для колхоза (совхоза). Перед отбором почвенных образцов готовят план поля в масштабе 1 : 5000 или 1 : 10000. Если есть возможность, то учащиеся делают простейшую съемку участка и вычерчивают план или же готовят копию с общеколхозного плана землепользования. На плане отмечают места прикопок, которые распределяют так, чтобы они охватили всю почвенную разность поля и объективно отражали почвенный состав. Перед началом работы учащиеся делятся на группы по три-четыре человека. Обязанности между ними распределяют так: один делает лопатой прикопку на глубину 50—60 см, второй отбирает почву с подпахотного слоя 25, 30, 50, 60 см, третий — с пахотного слоя 25, 30 см, а четвертый делает надписи на планшетах с отобранными образцами и доставляет к месту транспортировки. Отбор образцов с подпахотного слоя на подзолистых почвах при большой степени оподзоленности не следует производить, так как этот слой

не обладает плодородием и не представляет интереса с агрономической точки зрения.

Группа учащихся в это время готовит почвенный разрез на глубину 120 см, чтобы ознакомиться с генетическими слоями, из которых складывается почва данного участка. На этом разрезе определяют мощность гумусового слоя и расположение слоев А, В, С. Отмечают глубину залегания карбонатов, отбирают образцы почв по слоям для определения влажности, установления закономерности распределения элементов питания по почвенному профилю после лабораторного анализа.

В лаборатории или классной комнате, в воздухе которых не обнаруживается аммиак, почву доводят до воздушно-сухого состояния, измельчают и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Высушенная и измельченная почва может храниться в плотных пакетах длительное время и использоваться по мере необходимости на лабораторных и практических занятиях.

По расширенной программе проводят физико-механический анализ почвенных образцов. Определяют тип почвы в зависимости от механического состава, плотность, объемную массу и по этим показателям вычисляют скважность и воздухообеспеченность почвы. Изучают водный режим: влагоемкость, водопроницаемость, водо-подъемную способность. Эти показатели дополняют общие сведения о почве и характеризуют основные агрономические показатели.

Перед началом агрохимических анализов учащимся следует напомнить, что для получения правильных результатов необходимо в точности соблюдать методику работы. Проведение анализов требует большой аккуратности, добросовестности и ответственного отношения, поскольку на их основе будут подготовлены практические рекомендации хозяйству.

Чтобы избежать возможных ошибок, каждый образец почвы или растения анализируют трижды. Это позволяет обнаружить и своевременно исправить ошибку. Иногда целесообразно, чтобы один и тот же образец анализировали одновременно двое-трое учащихся отдельно. При этом не только выверяются результаты, но и проверяются навыки и способности учащегося, перед тем как приступить к производственным анализам.

После выполнения анализа у учащегося должно сложиться определенное представление о целесообразности и последовательности всех операций, смысле и назначении каждой из них. Например, при определении кислотности почвы с применением комбинированного индикатора следует разобраться в том, какова его роль в этом анализе и в каких интервалах он дает определенную окраску.

Знание химической сущности анализа необходимо при определении различных элементов. Например, при определении содержания фосфора в почве сущность применяемых методов сводится к вытеснению фосфата и переводу его в раствор с помощью соляной, серной, уксусной кислот. Концентрация кислот условно соответствует концентрации корневых выделений растений, способных

переводить в доступное состояние эквивалентное количество фосфора. Растворимые соединения фосфора, находящиеся в почвенной вытяжке, связываются молибдатом аммония и оловом. По интенсивности появившейся при этом голубой окраски определяют количество фосфора.

При определении калия используют раствор нейтральной соли, которая вытесняет его из почвы в раствор. Затем калий осаждают кобальтнитритом натрия. Его количество определяют по количеству образовавшегося осадка. Более точные результаты можно получить методом перманганатометрии. (Имеются принципиально иные методы определения калия, но для школы они менее доступны и здесь не рассматриваются).

Аммиачный азот также вначале вытесняют в почвенную вытяжку раствором соли или кислоты, а потом определяют колориметрически: при взаимодействии с реактивом Несслера соли аммония образуют окрашенные в желтый цвет соединения. Интенсивность окраски находится в прямой зависимости от концентрации аммонийных солей.

Аналитические работы по агрохимии делятся на два этапа. Вначале учащиеся отрабатывают методику. Эти учебные анализы рассматриваются как предварительные. Затем они приступают к производственным анализам: берут несколько повторных анализов и по ним находят средний показатель.

Результаты почвенных анализов оформляют в виде агрохимических картограмм и практических рекомендаций. Картограмма должна стать основой при разработке плана внесения удобрений, известкования, выборе сельскохозяйственных растений для посева на данном поле. Масштаб картограммы определяется сложностью рельефа и почвенного состава, а также конкретными задачами. Если почвенный состав довольно однороден, то картограммы рекомендуется составлять в масштабе 1 : 5000; 1 : 10000. Для полей ученической бригады, предназначенных для закладки опытов с удобрениями, масштаб может быть крупнее.

Картограммы составляют и заполняют для каждого показателя отдельно (кислотность, содержание фосфора, калия и др.). Сначала на плане в точках взятия образцов проставляют числа, означающие содержание (величину) определенного показателя. Если они одинаковы, то их обводят контурами, штрихуют или раскрашивают. Для удобства пользования почвенные разности на картограмме раскрашивают в цвета, соответствующие окраске вытяжки. Так, сильно-кислые почвенные вытяжки окрашиваются в красный или розовый цвета; среднекислые — в оранжево-желтые; слабокислые — в желто-зеленые; близкие к нейтральным — в светло-зеленые и нейтральные — в синие. Щелочные почвы окрашиваются в синие цвета различной интенсивности.

Фосфор можно обозначить на картограмме голубым цветом, интенсивность которого будет зависеть от его содержания. Калий осаждается в виде оранжевого осадка. На картограмме также используют этот же цвет.

Механический состав почвы обозначают на карте так: почвы песчаные и супесчаные точками желтого, коричневого и черного цветов в соответствии с количеством песка, глины и органического вещества. Легкие суглинки — чередующимися прерывистыми линиями желтого, коричневого и черного цветов. Причем их количество должно примерно указывать на содержание глины и перегноя. Суглинок с большим содержанием перегноя обозначается преобладанием черных цветов, тяжелые смытые глинистые почвы имеют коричневые оттенки. По таким почвенным картам и картограммам можно судить о типах почв, об обеспеченности почвы элементами питания.

Большое место в курсе агрохимии занимает изучение удобрений. Учащиеся должны уметь их классифицировать, распознавать по внешнему виду и с помощью простейших химических реакций, знать способы их использования и примерную эффективность под важнейшие сельскохозяйственные культуры. Например, аммиачная селитра представляет собой белые гранулы. Мочевина по внешнему виду похожа на аммиачную селитру, но отличается от нее мелкокристаллическим строением. Натриевая селитра и сульфат аммония имеют также внешнее сходство. Они могут быть белого цвета, но кристаллы натриевой селитры крупнее и могут иметь желтоватый цвет.

Фосфорные удобрения — светло-серый, белый или темный землистый порошок. Гранулированный суперфосфат выпускается в виде гранул светло-серого цвета. Калийные удобрения, в которых основной частью является хлорид калия, по внешнему виду напоминают поваренную соль. Сильвинит же содержит кристаллы розового цвета, а калийная соль имеет разные цвета — серый, красный и др.

Учащихся перед закладкой опытов с минеральными удобрениями знакомят с правилами их смешивания. В условиях ученической бригады, когда удобрения вносят на большие площади и при различной относительной влажности воздуха и различных погодных условиях, было бы удобно смешивать минеральные удобрения непосредственно перед засылкой в туковую сеялку или перед ручным внесением.

Чтобы решить вопрос о способах и сроках внесения минеральных удобрений, учащиеся сообщают, что азотные удобрения хорошо растворимы в воде, в значительной мере используются растениями и легко вымываются. Поэтому их рекомендуется вносить весной в начале вегетации или летом в виде подкормки. Фосфорные удобрения менее подвижны в почве. При внесении они могут образовывать соединения с ионами алюминия и железа. Эти соединения в воде практически нерастворимы. Фосфорные удобрения вносят обычно под основную вспашку, а также в рядки при посеве. Калийные удобрения в воде хорошо растворимы. На высоком азотно-фосфорном фоне они эффективны даже на почвах, хорошо обеспеченных калием. Калийные удобрения вносят осенью и весной.

Для закрепления этих знаний организуют экскурсии учащихся на склад минеральных удобрений. Учащиеся принимают участие в подготовке удобрений к внесению, а когда начинаются полевые работы, вывозят их в поле и вносят в почву.

Растения предъявляют неодинаковые требования к условиям почвенного питания. Внос питательных веществ (в килограммах) с одним центнером основной продукции выражается следующими величинами:

Культура	Внос питательных веществ			Культура	Внос питательных веществ		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	3,7	1,3	2,8	Торх	6,6	1,6	2,0
Озимая рожь	3,1	1,4	2,6	Гречиха	3,0	1,5	4,0
Яровая пшеница	4,7	1,2	1,8	Сахарная свекла	0,59	0,18	0,75
Ячмень	2,9	1,1	2,0	Картофель	0,62	0,2	1,45
Кукуруза	3,4	1,2	3,7				

Зная почвенный состав и вынос питательных веществ с урожаем, можно рассчитать необходимое количество удобрений. Но использование питательных веществ растениями из почвы и из удобрений зависит от погодных условий. Поэтому расчетные данные с фактическими обычно не совпадают. Надо заложить опыты в нескольких вариантах.

Принципы разработки схемы опыта заключаются в следующем. Вначале устанавливают величину урожая, которую надо получить. Предположим, требуется рассчитать количество удобрений для получения 40 ц/га зерна озимой пшеницы. Используя данные таблицы, находим: азота — 148 кг, оксида фосфора (V) — 52 кг, оксида калия — 92 кг. По данным анализа оказалось, в почве содержится азота 16 мг на 100 г почвы, фосфора — 8 мг на 100 г почвы и калия — 28 мг на 100 г почвы. А сколько содержится элементов питания в пахотном слое на площади 1 га? Для этого надо знать массу почвы пахотного слоя. Условно она равна 3000 т. (Эта величина находится из таких показателей: глубина пахотного слоя равна 25 см, объемная масса почвы 1,2.)

Для простоты вычисления можно количество миллиграммов действующего вещества умножить на коэффициент 30 и получится результат (в кг/га). Итак, азота на площади 1 га будет содержаться 480 кг, фосфора — 240 кг и калия — 840 кг.

Но растения не могут полностью использовать подвижные элементы. Часть из них находится вне сферы распространения корней, другая — в нерастворенном состоянии. И по годам степень их доступности колеблется в широких пределах. Если принять, что азота используется 25%, фосфора 15% и калия 30%, то фактически доступными для растений будут 120 кг азота, 36 кг фосфора и 252 кг калия. Чтобы получить запланированный урожай, требуется дополнительно внести азота в виде удобрений 28 кг/га, фосфора

16 кг/га. Калий в почве находится в избытке. Однако в первый год удобрения используются не полностью: азотные — на 50%, фосфорные — на 20% и калийные — на 65%. Для восполнения недостатка азота потребуется аммиачной селитры 165 кг, фосфора в расчете на 20%-ный суперфосфат — 400 кг. Опыт может быть представлен в виде такой схемы: 1) 0 (контроль без удобрений); 2) P_{50} (округленно — 60), P_{80} ; 3) половинная доза $_{80}P_{40}$; 4) полуторная доза $_{90}P_{120}$. Результаты поставленного в полевых условиях опыта позволят разрешить вопрос: насколько расчеты близки к фактически полученному урожаю и как объяснить имеющиеся отклонения? Один и тот же опыт закладывают по крайней мере в трех вариантах и за делянками устанавливают наблюдение. С каждой делянки урожай убирают в отдельности, взвешивают и пересчитывают на площадь 1 га, затем обрабатывают математически.

Чтобы составить более полное представление о проведенном опыте с удобрениями, необходимо отобрать растительные образцы и проанализировать их в лаборатории. Здесь важно правильно отобрать средний образец, который бы характеризовал вариант опыта в целом. В зерне определяют белок и крахмал. Для определения белка применяют метод Барнштейна. Он основан на способности смеси гидроксида меди (II) и медного купороса осаждать белок и переводить его в нерастворимое состояние. Осадок отмывают от небелковых веществ, обугливают концентрированной серной кислотой и образовавшийся аммиак определяют по Кьельдалю.

Крахмал в зерне определяют методом кислотного гидролиза. Сначала в результате гидролиза соляной кислотой крахмал превращают в глюкозу. Этот анализ не требует специального оборудования и реактивов и доступен для учащихся.

В клубнях картофеля крахмал можно определить по плотности. Для этого клубни взвешивают в воде и на воздухе. По потере массы в воде вычисляют плотность клубней. Затем по таблице находят, какому количеству крахмала и сухого вещества соответствует плотность анализируемых клубней. Этот же метод можно использовать для определения сахара в корнях сахарной свеклы. Для этого используют сахарометр, который действует по принципу ареометра. По плотности раствора находят концентрацию сахарозы в исследуемой пробе.

Жир в масличных культурах, в частности в семянках подсолнечника, легко определить по методу обезжиренного остатка. Для этого навеску семян помещают в экстрактор, заполненный эфиром или другим веществом, хорошо растворяющим жиры. При небольшом нагревании идет процесс извлечения жира. При отсутствии аппарата Сокслета или аппарата Еременко можно применить метод Попандуло. Здесь в качестве экстрагирующего вещества используют бензол (петролейный эфир). По разности между навеской, взятой до экстракции и высушенной после экстрагирования, вычисляют содержание жира в семенах и выражают в процентах.

УЧЕНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НА ВНЕКЛАССНЫХ ЗАНЯТИЯХ ПО ХИМИИ

Стремясь к развитию интеллекта учащихся, иногда забывают, что их учебная деятельность становится наиболее плодотворной лишь при наличии интереса к знаниям. К сожалению, проблема развития познавательного интереса слабо разработана в теории и трудно решается на практике. Любой метод обучения не может считаться эффективным, если он оставляет учеников равнодушными к познанию, если он не способствует развитию у детей самостоятельности и развитию их интеллектуальной активности. Поэтому создание проблемной ситуации, несомненно, наиболее успешно способствует развитию интеллекта учащихся, пробуждению у них интереса к предмету, развитию логического мышления, выработке навыков активного использования литературных источников.

При проведении внеклассной работы по химии следует стремиться к тому, чтобы выполняемые учащимися задания имели возможно более творческий характер, приближаясь по типу к научно-исследовательской работе. Исследовательский характер деятельности воспитывает инициативу, способствует воспитанию активного, добросовестного отношения к работе, увеличивает интерес к ней.

Постановка работ исследовательского характера на достаточно высоком уровне возможна лишь с очень небольшой группой учащихся, поскольку необходимы определенные способности и подготовленность к таким занятиям. Кроме того, сложность этих работ исключает возможность одновременного выполнения их в большом количестве. Поэтому ученическое исследование, как правило, выполняется в качестве индивидуального задания, оно не обязательно связано с тематикой школьного химического кружка или с другими индивидуальными заданиями, выполняемыми параллельно другими учащимися.

Каждому учащемуся, который захочет выполнить работу исследовательского характера, необходимо объяснить, что это весьма сложная и ответственная работа, требующая особой тщательности, терпения, умения ставить эксперимент, достаточно большого запаса знаний, навыка работы с книгой, умения вести самостоятельную работу в лаборатории. Следует остановиться на самом понятии «исследовательская работа» учащихся в школьных условиях.

Мы будем в дальнейшем понимать под исследовательской работой целенаправленную экспериментальную работу, результаты которой не могут быть известны учащимся заранее.

Несомненно, что выполнение достаточно сложных экспериментальных работ по уже имеющимся готовым прописям может дать больше для развития экспериментальных навыков учащихся, чем несложная по экспериментальному оформлению работа поискового характера. Однако самостоятельное выполнение учащимися поисковой работы существенно полезнее для развития его интеллекта.

При разработке тематики работ не следует стремиться изыскивать темы, которые действительно представляют интерес как специальные научные работы. Совершенно ясно, что в громадном большинстве случаев решение научных задач не под силу учащимся, если учесть, например, технический уровень современного научного эксперимента.

Большое значение при постановке задачи имеет практическая направленность работы. Темы, имеющие прикладную направленность, можно разделить на несколько категорий: во-первых, это могут быть задания по изготовлению наглядных пособий, экспонатов, постановке демонстрационных опытов, предназначенных для использования на уроках или занятиях кружка. Такие работы в некоторых случаях могут выполняться по прописям. Творческий элемент в них иногда сводится к преодолению затруднений, связанных с отсутствием тех или иных материалов, замене их другими, нахождению оптимальных режимов проведения опытов и т. д. Например, может быть поставлена работа по моделированию каталитического синтеза серной кислоты с подбором катализатора из имеющегося в распоряжении экспериментаторов материала, выбором оптимальной скорости потока газов и т. д.

При подготовке демонстраций по теме «Электролитическая диссоциация» учащиеся могут подобрать вещества (кислоты, основания), их концентрации, индикаторы, оптимальные размеры и форму аппаратуры для показа возрастания электропроводности раствора при образовании, например, соли при реакции нейтрализации.

Ко второй категории можно отнести задания исследовательского характера, результат которых представляет хотя бы минимальную общественную значимость и не может быть предсказан заранее. Например, можно предложить учащимся разработать прибор для определения содержания углекислого газа в атмосфере и с его помощью проследить за составом воздуха в классе от первого к шестому уроку или, пользуясь другим прибором, провести систематические измерения концентрации кислорода под льдом реки в течение зимы.

В третью категорию мы относим работы, результаты которых хотя бы в принципе могут иметь практический выход. Сюда относятся работы по составлению почвенных карт, необходимых для правильного применения удобрений на полях колхозов и совхозов.

Интересны поисковые работы, результаты которых непосредственно используются в школьной практике. Например, учащиеся X класса школы № 47 г. Горького под руководством преподавателя

Горьковского строительного института В. А. Войтовича разработали состав для пропитки классных мелков (с целью их окраски и улучшения механических свойств) и рецептуру краски для школьной доски, улучшающей качество поверхности, а также состав белой краски для выполнения надписей на переплетах с помощью обычных перьев.

Наконец, при наличии соответствующей базы и контактов с работниками высшей школы или научно-исследовательских учреждений возможна постановка работы, представляющей собой небольшую часть темы, разрабатываемой в научном учреждении. В качестве примеров можно упомянуть разработку учащимися — членами городского научного общества учащихся рецептур красителей для изготовления светофильтров, применяемых на занятиях практикума по физической химии Горьковского строительного института; исследование влияния добавок на коррозию некоторых металлов; работу по оптимизации условий качественного анализа руд по заданию ЦЗЛ металлургического предприятия; определение усвоения азота, фосфора и калия в почвах совхоза «Солнечный» (Челябинская обл.).

Если тематика работ будет предложена химической лабораторией предприятия или исследовательского института, то ученическое исследование будет носить практически важный характер, учащиеся смогут консультироваться в этих учреждениях по наиболее сложным вопросам, использовать специальную аппаратуру, отсутствующую в школе, ближе познакомиться с химическими профессиями и специальностями.

Следует подчеркнуть, что практическая направленность работы и возможность использования результатов исследования создают эффективный дополнительный стимул для учащихся и способствуют привлечению к внеклассной работе по химии других школьников, способствуют созданию более массовой основы для пропаганды химических знаний.

При определении темы работы следует обратить внимание также на фактор времени. Едва ли целесообразно планировать выполнение работы в сроки, превышающие длительность учебного года. Необходимо при этом учитывать особенности психологии детей, стремление получить результаты в достаточно короткий срок. При прочих равных условиях лучше выбрать такую тему, которая допускает разделение на несколько этапов так, чтобы результаты каждого из них представляли некоторый интерес.

Руководителю работы при постановке задачи надо продумать возможность завершения ее на каждом промежуточном этапе. При первоначальном обсуждении плана работы можно ограничиться минимальной задачей, а затем по мере получения результатов развить далее начатую тему. Такой путь предпочтительнее, чем обратный: свертывание темы, отбрасывание ранее намеченных целей, например по недостатку времени или из-за возникших непредвиденных затруднений.

После того как учитель вместе с учащимися сформулировал задачу, четко выделил вопросы, встающие при ее выполнении, практическую направленность, пути экспериментального воплощения, наступает этап ознакомления с литературой. Принципиально неправильно начинать работу непосредственно с экспериментирования, без предварительного детального знакомства с публикациями, имеющимися по данному вопросу. Именно этот этап сообщает работе характер действительно научного исследования. Во многих случаях полезно предварительно проконсультироваться с квалифицированными специалистами в данной области.

Работа с литературой в процессе выполнения индивидуальных заданий поискового характера принципиально отличается от таковой при кружковых занятиях обычного типа. На кружковых занятиях нужные сведения могут быть сообщены учащимся или в беседе учителя, или путем ознакомления с некоторыми (притом немногими) пособиями или популярными книгами, указанными учителем. При работе исследовательского характера поиск литературы составляет одну из задач, возлагаемых на самого учащегося. Роль руководителя состоит в данном случае в том, чтобы научить ориентироваться в специальной литературе. К сожалению, этому вопросу зачастую уделяется недостаточное внимание. Вначале некоторые сведения о литературе должны поступить от учителя: это может быть ссылка на популярную книгу, статью в журнале и т. п. Далее учащийся, пользуясь имеющимися в этих источниках ссылками, должен найти в библиотеке более детальные сведения по теме работы, составить небольшой обзор, реферат, при обилии источников — карточку и обсудить с учителем результаты этих поисков.

Знакомство с литературой на достаточно высоком уровне неизбежно приведет к иностранным научным журналам. Мы далеки от мысли рекомендовать чтение таких журналов как правило, однако в некоторых случаях учащимся можно предложить перевести отдельные статьи. При этом полезно обратить внимание учащихся на важность владения иностранными языками для исследователя-химика.

Необходимо познакомить учащихся с общепринятой в научной литературе системой литературных ссылок на источники. Рассмотрение большого количества работ литературно-обзорного и исследовательского характера, выполненных школьниками в разных городах и на различном уровне сложности, показывает, что лишь в очень редких случаях в работах имеются конкретные ссылки на литературные источники, использованные при выполнении задания. Между тем эта, на первый взгляд несколько формальная, сторона дела имеет большое воспитательное значение. Действительно, сопоставление полученных результатов с литературными данными позволяет более трезво оценить значение выполненной работы, приучает четко различать копилляцию и оригинальные результаты и знакомит учащегося, намеревающегося посвятить свою жизнь научной работе, с этическими нормами, принятыми в науке.

Возможен и чисто литературный вариант индивидуальной работы. Однако к исследовательской работе, как правило, нельзя отнести составление рефератов, обзоров, а теоретизирование возможно лишь в очень редких случаях, например, сравнительно доступны термехимические расчеты различных процессов.

При постановке литературных работ предпочтение следует отдавать таким темам, которые потребуют от учащихся самостоятельных поисков литературы. Полезно сформулировать тему так, чтобы она содержала в себе вопрос, касающийся сущности явления, взаимосвязи различных свойств вещества и т. п., и не сводилась к перечислению различных сведений, которые можно почерпнуть из одного источника. Хотелось бы обратить внимание на то, что основное достоинство реферата не должно состоять в удачном оформлении. К сожалению, этой стороне дела подчас уделяется слишком много сил и времени, несоизмеренно с методической ценностью работы в целом.

При постановке поисковых работ необходимо предвидеть, что, как и в настоящих научных исследованиях, результаты могут не оправдать ожиданий экспериментатора. Учащегося следует с самого начала ориентировать на такую возможность.

При возникновении неожиданных результатов первое, на что следует обратить внимание, — воспроизводимость, поскольку единственный результат не есть в действительности научный факт. После тщательного анализа всего хода эксперимента, вероятных причин получения необычного результата и при невозможности собственными силами или с помощью учителя найти разумное его объяснение следует попытаться найти выход путем небольшого варьирования отдельных условий эксперимента. Если же и этот путь не приводит к выходу из тупика, можно рекомендовать установление контактов (непосредственно или путем переписки) со специалистами соответствующего профиля. В связи с этим полезно знать, где, в каком научном учреждении разрабатывается соответствующая тематика.

Завершающая стадия работы состоит в анализе и обсуждении результатов эксперимента и оформлении работы в виде отчета, доклада, статьи и т. д. В отчете должны быть следующие разделы: цели и задачи работы, литературный обзор, описание экспериментальной части, выводы, список использованной литературы. В литературном обзоре кратко указывают сведения об исследуемом веществе (если работа посвящена синтезу), методах его получения и т. п. Затем помещают план работы, описывают подготовительный период и сам эксперимент. Описание подтверждают схемами, чертежами, таблицами или фотографиями. Обязательно указывают достоинства и недостатки предлагаемого метода получения вещества, использованной аппаратуры, определенных условий ведения процесса и др. В конце отчета делают краткие выводы о значении проделанной работы. Отчет подписывают автор и консультант и утверждает руководитель.

Доклад о работе в зависимости от уровня сложности работы и его соответствия подготовке школьной аудитории может быть заслушан или на заседании школьного химического кружка, или на уроке, или в более компетентной аудитории. Полезно при этом одновременно заслушать также и выступление рецензента. Им может быть другой учащийся или даже квалифицированный специалист, приглашенный в порядке шефской помощи для консультирования некоторых работ, выполняемых учащимися. Особенно благоприятная атмосфера для творческой работы учащихся создается там, где имеются научные общества в масштабах школы, района или города, как например в Горьком, Челябинске, Симферополе и других городах. Здесь на специальных сессиях заслушиваются и обсуждаются наиболее интересные работы поискового характера, выполненные учащимися. В Челябинске имеется даже многолетний опыт издания небольшим тиражом сборников, в которых публикуются отчеты и статьи по отдельным работам членов научного общества учащихся.

Задача руководителя при обсуждениях состоит в правильном подборе состава аудитории, ее подготовке к осмысленному восприятию сообщений, а также в стимулировании дискуссии.

При анализе работы необходимо, в первую очередь, отметить все положительные ее стороны, избегая при этом преувеличенно хвалебных отзывов, обусловленных хотя и вполне естественной, но неуместной снисходительностью к возрасту автора. Во всяком отзыве должны содержаться деловые критические замечания по существу работы. В итоге обсуждения у автора работы наряду с законным удовлетворением достигнутыми результатами обязательно должно возникнуть ясное понимание ограниченности полученных результатов, чувство перспективы дальнейшей работы.

Учитель при постановке индивидуальных работ исследовательского характера должен создать правильную психологическую атмосферу в коллективе юных химиков. Нельзя допускать противопоставления учащихся, привлекаемых к выполнению индивидуальных заданий, остальным членам коллектива, следует предупреждать появление элементов всезнайства, пренебрежительного отношения к работе коллектива в целом и преувеличенного представления отдельных учащихся о собственных достижениях. В дальнейшем это может привести к разочарованиям и даже к психологическим травмам. Не пытаясь давать какие-либо рецепты на все многообразные конкретные случаи, которые могут возникнуть в практике, отметим все же некоторые приемы, помогающие в решении этой задачи.

Хороший эффект дает, например, показ учителем таких аспектов выполняемой учащимися работы, которые не могли быть известны учащемуся из рекомендованной литературы. Разумеется, это требует от учителя дополнительной подготовки. Приведем несколько примеров. Пусть учащийся занят экстракционным выделением красителей из растительных объектов и обладает определенным объемом знаний о структуре красителей. В этом случае полезно будет

обратить его внимание на физико-химическую сторону явлений цветности, на кислотно-основные переходы окраски индикаторов и т. д. Если выполняется работа по окислению азота в электрическом разряде, то можно рассмотреть смежные физические вопросы, касающиеся влияния формы и типа разряда, материала электродов, других параметров процесса на выход продукта; обсудить также некоторые особенности строения молекулы оксида азота (II) и связанные с ними необычные его физико-химические свойства.

Далее полезно найти возможности для контактов учащихся, работающих по индивидуальному плану, не ограничиваясь при этом рамками одной школы. Это можно осуществить в форме совместных семинаров с отчетами и докладами о проделанных работах, обсуждением результатов в компетентной аудитории, в некоторых случаях с приглашением специалистов. Обсуждение работы с квалифицированным специалистом в данной области, как правило, благотворно влияет и на уровень знаний, эрудицию учащегося и на его самооценку.

Безусловно, необходимо, чтобы такие учащиеся чувствовали себя членами коллектива и имели определенные обязанности перед своими товарищами, участвовали в организации общественно полезных и массовых мероприятий по пропаганде химических знаний и общешкольных олимпиад, химических вечеров и т. п. При этом наиболее знающим учащимся поручают самую трудную часть работы, например составление задач для школьной олимпиады, химических викторин, отработку демонстрационных опытов и т. д.

В заключение приводим названия примерных тем индивидуальных работ исследовательского характера, в разное время выполнявшихся в различных городах учащимися школ. Рассмотрение этого списка показывает, что постановка некоторых работ, в той или иной мере выходящих за рамки школьной программы, отнюдь не всегда может быть доступна учителю массовой школы. Действительно, как показывает опыт работы таких известных коллективов юных химиков, как Челябинское городское научное общество учащихся (химическая секция), «Малая Академия наук» Крыма, Горьковского и Одесского городских обществ учащихся, руководство такими работами осуществляется преподавателями вузов, сотрудниками научно-исследовательских учреждений, аспирантами педагогических институтов и инженерами химических предприятий в сотрудничестве с учителями школ и преподавателями химии Дворцов пионеров и станций юных техников. В то же время можно привести много примеров, когда не слишком сложные в методическом отношении экспериментальные работы исследовательского характера были поставлены под руководством учителей.

Среди ученических исследований можно отметить работы, выполняемые учащимися по тематике руководителя — работника вуза, НИИ и т. д. Так, например, тема исследований руководителя касалась влияния добавок на скорость коррозии различных металлов.

Работы учащихся были посвящены следующим частным разделам этой темы: 1) влияние ароматических соединений на скорость коррозии магния в соляной кислоте; 2) испытание антикоррозионного действия солей тетраметиламмония; 3) исследование влияния добавок на коррозию цинка в водных растворах; 4) исследование летучих ингибиторов коррозии в закрытых емкостях сложной формы; 5) исследование защитного антикоррозионного действия нитрита натрия; 6) испытание антикоррозионных свойств мочевино-уротриновой смолы в смеси с нитритом натрия; 7) влияние метафенилендиамина на скорость кислотной коррозии магния; 8) о влиянии ингибиторов на коррозию металлов в гальванической паре.

Ряд работ был посвящен изучению поверхностно-активных свойств ряда простых органических соединений: 1) влияние концентрации и структуры ароматических соединений на краевые углы смачивания; 2) влияние фенолов, динитрофенолов и пикриновой кислоты на поверхностное натяжение растворов; 3) влияние предельных одноатомных спиртов на краевые углы смачивания.

Под руководством сотрудников педагогического института (Челябинск) учащимися были выполнены работы по хлоридным комплексам меди, кобальта и никеля, а также по комплексам германия с пирогенфосфат-ионами. В связи с проводимыми институтом исследованиями биологической роли некоторых металлов в растениях учащимся был предложен ряд специальных тем биохимического характера, например: 1) определение марганца в коре и листьях березы, в хвое сосны и выяснение его роли в процессах жизнедеятельности; 2) определение химического состава водных экстрактов из плодов садовой земляники; 3) исследование химического состава плодов яблони и груши, выращенных в условиях одного года на Челябинской плодовоовощной станции.

Следующие работы имеют отчетливо выраженную прикладную направленность: 1) определение усвояемых азота, фосфора и калия в почвах совхоза «Солнечный» (под Челябинском); 2) анализ природных вод района Челябинска; 3) загрязнение атмосферы Челябинска и снег как фактор ее очистки; 4) исследование процессов получения цветного органического стекла; 5) разработка метода получения окрашенного непачкающего мела путем пропитки мела поливинилацетатной эмульсией.

И наконец, можно отметить работы, имеющие практическую направленность, результаты которых могут быть использованы в учебной практике школы: 1) демонстрационные химические реакции в электрическом разряде; 2) конструирование озонатора упрощенного типа; 3) использование школьного эвдиометра в объемнометрическом анализе; 4) конструирование приборов для опытов по химии с использованием электрического тока; 5) использование реактивных бумаг в химическом эксперименте; 6) разработка приборов для демонстрации растворимости газов в воде; 7) полупроводниковые нагревательные приборы в школьной практике.

Некоторые задания были посвящены определению оптимальных условий проведения демонстрационных экспериментов по химии, а также методике проведения лабораторных работ, например: 1) синтез лекарственных веществ и красителей полумикрометодом в условиях школьного химического кабинета; 2) получение кислорода и опыты с ним полумикрометодом; 3) получение аммиачных растворов и опыты с ними; 4) применение хроматографии на бумаге в лабораторных работах учащихся VIII—X классов.

Отдельные предложенные учащимся работы сочетают в себе отличительные черты экспериментов двух последних типов: 1) лабораторные опыты, подтверждающие наличие алюминия в глинах; 2) экспериментальное установление электрохимического ряда напряжений металлов; 3) изучение влияния условий на протекание реакций металлов и основных оксидов с кислотой и др.

Предварительная проработка некоторых тем с отдельными учащимися помогает учителю в поисках оригинальных методов преподавания химии путем введения в практику методик, обычно не применяемых в курсе средней школы. К числу таких работ относятся: 1) попытка внедрения кристаллохимии в школьный курс химии; 2) использование элементов хроматографии в школьном курсе химии; 3) опыты с полимерами в средней школе; 4) внедрение полумикрометода в лабораторные работы в средней школе; 5) анализ минеральных удобрений в школьном эксперименте полумикро- и капельным методом¹.

Приведем несколько примерных тем для экспериментальных работ, которые могут быть предложены учащимся и городских и сельских школ для углубленной самостоятельной работы:

1. *Получение индикаторов из растительных источников.* В работу входит подбор растительных объектов, растворителей, условий экстракции: исследование кислотно-основных свойств полученных индикаторов. Работа предполагает некоторое знакомство с органической химией. В ходе ее выполнения учащиеся могут познакомиться с методами экстракции, титрования, применением индикаторов.

2. *Определение аскорбиновой кислоты в плодах.* Исследовательский характер работы сводится к сравнению содержания аскорбиновой кислоты в плодах различных видов, в различных сортах одних и тех же видов, определение содержания витамина С в плодах в зависимости от времени хранения, способа обработки и т. п.

3. *Исследование закономерностей протекания реакций в твердых фазах при комнатной температуре.* Теоретическая часть работы включает ознакомление с некоторыми понятиями физики твердого тела: энергией кристаллической решетки, поверхностными явлениями и влиянием этих факторов на скорость реакции в твердой фазе. Экспериментально может быть изучено влияние таких усло-

¹ Значительная часть этих примеров взята из опыта работы научного общества учащихся Челябинска.

вий, как степень измельчения, влажность, растворимость реагентов в воде, влияние следов неводных растворителей и катализаторов. Работа может быть поставлена на различном уровне сложности с учащимися VIII—X классов.

4. *Исследование разрушения полимеров под влиянием озона.* Для работы необходимо иметь или сконструировать озонатор, вытяжной шкаф, образцы высокоэластичных каучуков, динамометр. В ходе эксперимента учащиеся осваивают приемы обращения с электрическими приборами, работы со стеклом. Теоретическая часть включает знакомство с механизмами старения полимеров, реакциями озонирования и получения озона, некоторые представления о газовой электрохимии. На различном уровне сложности она может быть поставлена в IX—X классах.

5. *Получение цветных минеральных стекол.* Работа сводится к получению легкоплавких стекол, окраска которых зависит от введения в шихту различных минеральных добавок. Из оборудования для работы необходимо иметь лабораторную электрическую печь, позволяющую получать температуру 1000—1100°C, лабораторные тигли корундовые, шамотные и фарфоровые, тигельные щипцы и небольшую ровную стальную или чугунную плиту.

6. *Гидрофобизация тканей путем проведения обменных реакций с образованием плохо смачиваемых солей.* Теоретическая часть включает понятия гидрофобности и гидрофильности, явления адсорбции и кристаллизации и влияния различных факторов на химические равновесия в системе раствор — осадок. Работа может быть поставлена в VIII—IX классах.

7. *Исследование адсорбции органических кислот и красителей из органических растворителей на силикагеле и угле.* Работа предназначена для учащихся VIII—X классов. Концентрацию кислот можно определить титрованием (кислотно-основным или окислительно-восстановительным).

8. *Сравнение каталитической активности животных тканей и неорганических катализаторов.* Теоретическая часть должна содержать понятие об основных свойствах ферментов и их отличиях от небиологических катализаторов. В ходе работы учащиеся осваивают объемно-метрическое определение кислорода, методику кинетических исследований. Работа предназначена в основном для десятых классов.

9. *Хроматографирование пигментов растений на колонке (по Цвету).*

Можно предложить работы, связанные с защитой окружающей среды, например анализ природных вод в разное время года и на различном расстоянии от промышленных предприятий, жилых массивов и т. д.

МАССОВАЯ ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА ПО ХИМИИ

Массовая внеклассная работа по химии включает мероприятия, охватывающие не только учащихся, интересующихся химией, но и всех остальных. К таким мероприятиям относятся химические вечера, научно-практические и читательские конференции, химические олимпиады, дни, недели, месячники химии, экскурсии на химические предприятия, пропаганда химических знаний через стенную печать, работа по профориентации учащихся путем встреч с работниками химических предприятий и учреждений. К массовой работе относится также организация внеклассного чтения по химии. В организации массовых мероприятий учитель опирается прежде всего на свой актив — членов химических кружков и школьного химического общества. С ними вместе он составляет план массовой работы по химии, который входит в общий план работы химического кружка или общества. Эти планы составляются перспективно на учебный год и более детально на полугодие и четверти. Планы должны быть согласованы с планами пионерской и комсомольской работы в школе. При их составлении необходимо учитывать межпредметные связи химии с физикой, биологией, астрономией, географией, историей, литературой.

Выбор отдельных мероприятий, методика их проведения и содержание должны соответствовать подготовке учащихся и их возрастным психологическим особенностям. Следует подчеркнуть, что в массовой работе, в которую вовлекаются также и учащиеся без четко определенного интереса к той или иной области знаний, большое значение имеет занимательность проводимых мероприятий, элементы игры и театрализации. Особенно это относится к работе с учащимися младших классов. В седьмых классах учащиеся с увлечением готовят вечера занимательной химии на темы «От кремня до спички», «Чудеса алхимии», «Малахитовая шкатулка», «Химия в нашем быту». С интересом они проводят обсуждения таких книг, как «Доктор Окс» Жюль Верна, «Путешествие в страну элементов», «Что из чего?», «Самое необыкновенное вещество в мире» [44, 52]. Восьмиклассников больше привлекают производственные вопросы, хотя в проводимых мероприятиях они все еще предпочитают видеть больше занимательности. Например, учащиеся активно участвуют в подготовке вечеров на темы «Из истории открытия элементов», «Фтор и его родственники» или конференции «Фтор созидющий и

разрушающий», «Все ли ты знаешь об иоде» и др. В связи с изучением периодической системы и строения вещества хорошо проходят конференции, требующие более серьезной подготовки, например «Периодическая система вчера и сегодня», «Заветные мысли Д. И. Менделеева и их претворение в жизнь», «Инертные газы и их применение», «Меченые атомы и их применение». Учащихся восьмых классов привлекают к составлению химических викторин, рассказов задач по типу известных рассказов-задач Ю. В. Ходакова [86], шарад в лицах на слова и термины, употребляемые в химии. В этих классах успешно проходят конференции по книгам [3, 9, 14, 43]. Восьмиклассники с большой ответственностью проводят беседы, утренники и вечера с учащимися младших классов.

Формы работы в девятих классах непосредственно определяются тем, что интересы большинства учащихся становятся серьезнее, глубже и охватывают более широкий круг вопросов. Учащиеся читают уже более серьезную научно-популярную литературу, следят за публикациями в журнале «Химия и жизнь», стремятся не только сами получить знания, но и передать их своим менее сведущим товарищам или учащимся младших классов. Девятиклассники регулярно выпускают химическую стенгазету (один-два раза в месяц) или школьный химический журнал (один раз в четверть), заполняя их материалами, посвященными знаменательным датам химического календаря, отчетами о работе, сделанной в кружках, информационными материалами из области химии. С успехом проходят вечера клуба веселых и находчивых химиков, диспуты на химические темы. На конференциях затрагиваются вопросы производственного характера, например: «Развитие азотно-туковой промышленности в СССР», «Редкие элементы и их значение в народном хозяйстве» и др. Учащиеся готовят демонстрационные материалы, плакаты и выставки, посвященные различным областям химической промышленности, металлургии, силикатной промышленности. Девятиклассники выступают инициаторами в проведении общешкольной химической олимпиады.

В десятых классах усиливается интерес учащихся к выбору будущей профессии. Для них устраивают встречи с учеными и производственниками химических и смежных с ними специальностей, проводят экскурсии на промышленные предприятия. При этом учащиеся внимательно присматриваются к труду рабочих и специалистов на предприятиях. С увлечением занимаются они и популяризацией химических знаний среди других учащихся и устраивают тематические выставки на темы «Коксохимическое производство», «Топливные ресурсы страны», «Нефтяная и газовая промышленность СССР», «Полимеры в технике и в быту» и др. Десятиклассники помогают учащимся младших классов в организации викторин, химических вечеров, олимпиад. Типичной формой работы для десятых классов являются научно-практические конференции. Они могут быть посвящены крупным вопросам естествознания, например: «Происхождение жизни на Земле», «Физика и химия живого», или

отдельным областям химии, особенно имеющим практическое значение, например: «Химия красителей». Конференцией с привлечением всех желающих может заканчиваться деятельность химического кружка или школьного химического общества в учебном году. Ниже мы приводим примерный перечень мероприятий массовой внеклассной работы по химии для каждого класса.

Для учащихся седьмых классов возможны следующие темы вечеров: «М. В. Ломоносов», «Малахитовая шкатулка», «Занимательно о химии», «Солевые богатства нашей Родины», «О самом обыкновенном» (о хлебопечении, маслоделии, производстве кожи и т. п.). В этих же классах можно провести читательские конференции по книге Е. Озерецкой «Совсем новые сказки» и на темы «Кислород в нашей жизни», «Живая вода» [5, 37].

Восьмиклассники готовят вечера на темы «История спички», «Памяти Д. И. Менделеева» и читательские конференции «Элементы вселенной», «Что ты знаешь о периодической системе?», «Заветные мысли Д. И. Менделеева и их претворение в жизнь», «Инертные газы вчера и сегодня», а также конференцию или вечер, посвященный периодической системе Д. И. Менделеева, и диспут на тему «Фтор — наш друг или недруг?».

В девятих классах темы вечеров следующие: «История открытия элементов», «Фосфор — элемент жизни», «Занимательно о металлах». Проводятся читательские конференции «Значение микроэлементов в жизни животных и растений», «Кремний — строитель», «Тайны стекла и глины», «Металлы в нашей жизни», «История развития теории растворов», «Развитие цветной металлургии в СССР», «Редкие и рассеянные элементы», «Курская магнитная аномалия вчера и сегодня», «История развития химических производств в СССР».

Популярны в десятых классах читательские конференции «История развития теории строения вещества», «Химия полимеров» или «Материалы настоящего и будущего», «Что можно получить из природных источников органического сырья», «Химия красителей», «Химия и медицина», «Химические основы теории происхождения жизни», «Белок — основа жизни», а также конференция-обзор по страницам журнала «Химия и жизнь».

ОРГАНИЗАЦИЯ В ШКОЛЕ ДНЕЙ, НЕДЕЛЬ, ДЕКАД ХИМИИ

Дни, недели, декады химии проводятся в школе с целью пропаганды химических знаний среди учащихся. Это не только и не столько популярные лекции, занимательные беседы и экскурсии. Это своеобразный праздник науки, подводящий итоги всей внеклассной работы по химии за продолжительный период. Проводятся эти мероприятия один раз в год, и готовиться к этому событию следует не менее трех месяцев. Штаб или совет по проведению дня

(недели, декады) химии разрабатывает программу, в которой четко определяет, что будет делать каждый класс, кому поручить то или иное задание, какие лекции или беседы будут подготовлены и прослушаны, о чем будет идти речь на утренниках и вечерах, какие экскурсии будут проведены, какие организованы выставки.

В период проведения недели химии проводят конкурсы на лучшую газету, рисунок, рассказ, фотографию и школьную химическую олимпиаду.

Старшеклассники готовят беседы и уроки для учащихся I—VI классов. Необходимо, чтобы такие беседы были короткими, доступными для понимания и в то же время содержали научную информацию. Демонстрационный эксперимент должен быть апробирован и тщательно отработан. Материал таких бесед или уроков необходимо согласовать с программами природоведения, географии, биологии в этих классах. При планировании лекций и встреч для учащихся старших классов следует также учитывать, что по своей тематике они должны соответствовать уровню подготовки учащихся. Поэтому по отдельным вопросам разрабатывают весьма популярные лекции, а в некоторых случаях научный уровень лекции должен быть достаточно высок. К проведению лекций для старшеклассников можно привлекать не только специалистов, но и отдельных учащихся. Для старшеклассников целесообразно провести в рамках недели (декады) химии научно-практическую конференцию.

Информировать учащихся о проведении дня или недели химии в школе следует заранее. За несколько дней до праздника науки вывешивают на самом видном месте красочную афишу с подробной программой.

В качестве примеров приводим программы дней и недель химии, проведенных в некоторых школах.

День химии в школе № 215 Москвы в 1971 г.:

1. Беседа с учащимися I—II классов на атеистическую тему (по классам в 9 ч 30 мин).

2. Беседы с учащимися III—IV классов «Химия в нашем доме» (по классам в 15 ч).

3. Утренник для учащихся V—VI классов «М. В. Ломоносов — гениальный русский ученый» (в 12 ч 30 мин).

4. Встреча учащихся седьмых классов с писателем — автором научно-популярных книг по химии (в 10 ч).

5. Лекция для учащихся восьмых классов «Военная химия» (читает аспирант МГУ в 13 ч).

6. Лекция для учащихся девятых классов «Трансурановые элементы» (читает аспирант МГУ и ученик 10-го класса, в 10 ч).

7. Лекция для учащихся десятых классов «Белки» (читает преподаватель химического вуза в 11 ч).

8. Итоговый вечер (в 18 ч): а) встреча с сотрудниками редакции журнала «Химия и жизнь»; б) сообщение о результатах конкурсов газет, фотографий, фантастических рассказов, приборов; в) награждение лучших химиков школы; г) КВН химиков.

День химии в школе № 81 Волгограда в 1971 г.:

1. Беседы с учащимися I—III классов о химии: что такое химия, какую пользу приносит химия человеку, как химия помогает бороться с религией, опыты.

2. Беседы с учащимися IV—VI классов: что такое соль и соли, опыты с поваренной солью.

3. Беседы с учащимися седьмых классов: что вы знаете и чего не знаете о воде — состав и свойства воды, как вода становится грязной, как вода становится чистой, опыты с водой.

4. Рассказ для учащихся восьмых классов о благородных металлах: положение в периодической системе, золото — царь металлов, опыты.

5. Беседа с учащимися девятых классов об элементе с порядковым номером 15, история открытия, строение атома, свойства, природные соединения, опыты.

6. Беседа с учащимися десятых классов о химии и философии. Ф. Энгельс о естествознании и химии.

Неделя химии в школе № 81 Волгограда.

Понедельник — устный журнал «Хочу все знать». Новости химии. Встреча с профессией. Химия и кино. Кинофильмы, концерт (IX—X классы).

Вторник — химия служит здоровью человека: химия в медицине, встреча с медицинскими работниками, опыты, кинофильм (IX класс).

Среда — химия в быту: роль химии в быту, выставка бытовых химических товаров, кинофильмы (VIII—IX классы).

Четверг — немного об алхимии, занимательные опыты (VII—VIII классы).

Пятница — химия в сельском хозяйстве: химия — защитница урожая, викторина, кинофильм, открытие школьной выставки технического творчества учащихся (VII—X классы).

Суббота — богатства нашего края: утром — беседы в I—IV классах о минеральных богатствах области, днем — экскурсия, вечером — химический вечер «Волжская вода».

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЧЕРА

В педагогической литературе химическим вечерам в средней школе уделяется значительное внимание [5, 37]. Отдельные сценарии и разработки неоднократно публиковались в журнале «Химия в школе» и других изданиях. Тематические вечера, вечера вопросов и ответов, устные журналы и другие аналогичные мероприятия пользуются успехом у учащихся, способствуют расширению их кругозора, являются средством пропаганды химических знаний.

К подготовке каждого вечера следует привлекать членов химических кружков и секций, участников художественной самодеятельности, создать группу оформителей. Любой вечер требует длитель-

ной и тщательной подготовки, так что планировать его необходимо заблаговременно. Проведение химических вечеров включается в общешкольный план внеклассной работы.

Каждый химический вечер должен стать праздником, событием, так что не стоит увлекаться их количеством.

Первым этапом подготовки химического вечера в школе должно быть создание оргкомитета (штаба, совета), который составляет программу вечера, распределяет обязанности между группами учащихся, отдельными классами, контролирует ход его подготовки. При подготовке вечера обязанности между учащимися следует распределять таким образом, чтобы никто из них не был перегружен работой. Задание должно носить совершенно конкретный характер, например: подготовить часть задач викторины или сделать некоторые детали оформления кабинета, пригласить специалиста-химика и т. д. Учащийся или группа учащихся выполняют поручение к сроку, установленному оргкомитетом. Перед самым вечером проводят генеральную репетицию. Подготовка вечера складывается из следующих этапов: составление сценария, подготовка научной (или торжественной) части, подготовка художественной части, организация выставки, выпуск газеты, оформление сцены и зрительного зала (кабинета, класса). Необходимо также подготовить техническую часть (радио, свет, кино), подобрать материал для конкурсов, викторин, игр, танцев и т. д., изготовить афиши, пригласительные билеты, организовать дежурства на вечере.

Тематика школьных химических вечеров может быть самой разнообразной. Важно, чтобы в ходе их подготовки и проведения учащиеся познакомились с интересным внепрограммным материалом, чтобы они более глубоко заинтересовались химией.

По содержанию вечера можно классифицировать следующим образом: 1) по итогам изучения программных тем курса химии; 2) на различные общехимические темы (например, «Химия вокруг нас», «Химия в быту», «Химия и природа», «Наши друзья полимеры»); 3) по итогам производственно-химических экскурсий на предприятия химической и смежных отраслей промышленности; 4) вечера по истории химии, посвященные жизни и деятельности выдающихся ученых-химиков, знаменательным датам «химического календаря» (годовщины открытий, юбилеи ученых и т. п.); 5) вечера с краеведческим уклоном, например «Химия в нашей республике (области, крае)»; 6) межпредметные вечера (физико-химические, химико-биологические); 7) вечера атеистического направления; 8) по итогам проведенных в школе дней, недель, декад химии; 9) вечера занимательной химии для учащихся младших и седьмых классов.

Естественно, что характеристика вечеров отнюдь не исчерпывается их содержанием. Важнейшее значение имеют способы подачи материала, их дифференциация в соответствии с уровнем подготовки, возрастом участников и теми педагогическими целями, которым должно быть подчинено проведение химического вечера. Все это составляет методику подготовки и проведения вечеров. Основные

цели любого химического вечера в школе следующие: 1) привлечь внимание и возбудить интерес к химии у возможно большего числа учащихся; 2) стимулировать любознательность учащихся в некоторых сравнительно узких направлениях химической науки; 3) расширить кругозор учащихся. Содержание вечера должно быть подчинено какой-то определенной теме. Это необходимо для того, чтобы учащиеся, уходя с химического вечера, унесли с собой ясно очерченную сумму новых знаний и понятий в области химии. Беспорядочное нагромождение занимательных опытов, не связанных друг с другом единой тематикой, новые данные о различных химических элементах, интересные сами по себе, но не связанные воедино, не запоминаются, и, следовательно, педагогическая задача вечера не будет выполнена. Для того чтобы вечер имел большую познавательную ценность, желательно, чтобы тема его согласовывалась с учебным планом, расширяла и углубляла знания, полученные на уроке, связывала их с окружающей жизнью. Поэтому в седьмых классах проводят вечера на темы «Кислород — наш друг», «Химия в нашем быту», «Жизнь и деятельность М. В. Ломоносова» и др. Во время беседы на уроке, на занятии кружка учитель выясняет, какие вопросы интересуют учащихся, и предлагает им устроить вечер, на котором можно познакомиться с этими вопросами более подробно. Далее учитель вместе с активистами-кружковцами окончательно формулирует тему вечера, намечает план и дату его проведения (но не ранее чем через месяц после первого организационного собрания). Через два-три дня, в течение которых учащимся предлагается обдумать предложения о программе и порядке проведения вечера, план его рассматривается вместе с учителем более детально. Формируется оргкомитет, выделяются исполнители, докладчики, оформители.

Может оказаться, что с сообщениями на ту или иную тему пожелают выступить два-три учащихся. Важно дать работу всем желающим, учитывая их индивидуальные возможности. С этой целью сообщения можно разбить на небольшие части и каждому учащемуся дать задание. Для подготовки к вечеру учащимся дают список книг. В VII—VIII классах при этом приходится указывать не только название книги, но и главу, а иногда и страницы. Старшеклассникам предоставляется больше самостоятельности. Примерно через полторы-две недели назначается первая репетиция. Она проводится отдельно с каждой группой участников, отвечающих за ту или иную часть сценария. Отдельно удобнее репетировать, вносить поправки и изменения в тексты, при этом участники разных групп друг другу не мешают. Просматривают оформление, выбирают лучшие эскизы, отбирают наиболее эффектный демонстрационный эксперимент.

Еще через неделю репетиция повторяется, при этом все отдельные части общего сценария должны быть отработаны, и назначается общая репетиция примерно за три-пять дней до вечера. Генеральную репетицию желательно проводить в том помещении, где будет проходить сам вечер. Все отдельные выступления точно согласовы-

сходясь друг с другом, показываются опыты и демонстрируются различные экспонаты. За день до проведения вечера зал или какое-либо другое помещение соответствующим образом оформляют. При выборе помещения для проведения вечера необходимо обратить особое внимание на технику безопасности. На сцене или близко около нее должен стоять ящик с песком и огнетушитель. Еще во время подготовки отбираются только те опыты, демонстрация которых не сопровождается разбрызгиванием едких веществ или опасным горением. Особо надо выбрать место для демонстрации опытов и обратить внимание на одежду для демонстратора, не допуская одежды из бумаги или других легко воспламеняющихся материалов. Чтобы привлечь как можно больше участников-зрителей, инициативная группа поручает кому-либо из учащихся, хорошо рисующих и не занятых в оформлении вечера, написать о нем объявления-афиши. Такие объявления могут быть и с интригующими вопросами и заверением, что на эти вопросы будут даны ответы во время вечера. Например, к вечеру «Малахитовая шкатулка» могут быть заданы такие вопросы: «Какой металл широко применяется в самолетостроении?», «Как называется и где расположен в нашей стране заповедник камней?» и т. п. Вечер под таким названием, посвященный Уралу и его рудным богатствам, с большим успехом проходил, например, в школе № 123 Ленинграда. Его сценарий содержал элементы игры и театрализации. В период подготовки учащиеся VII—VIII классов делали костюмы, символизирующие различные руды и минералы. За месяц до вечера они начали знакомиться с внешним видом минералов по экспонатам, имеющимся в химическом и географическом кабинетах, и по описанию минералов в «Занимательной геохимии» А. Е. Ферсмана [75]. Вечер был открыт сценкой: декорация изображает пещеру, внутри которой расположились одетые в костюмы минералов учащиеся. Входит группа пионеров. Они рассказывают о рудных богатствах Урала. Во второй интермедии, разыгрываемой перед закрытым занавесом, появляются те же пионеры с полными рюкзаками, с геологическим снаряжением. Они достают из рюкзаков добытые образцы, рассказывают, какие минералы им удалось обнаружить, показывают несложные опыты: разложение малахита, определение известковых пород, на плотной бумаге проводят черты от графита, выполняют некоторые опыты по твердофазному анализу минералов (см. статью «Кружок аналитической химии») и др. Далее участники располагаются отдохнуть и засыпают. Им снится сон, составляющий содержание третьей сценки: открывается занавес и учащиеся, играющие роли отдельных минералов, рассказывают о себе, о значении отдельных руд и минералов.

С большим интересом проходит вечер в седьмых классах на тему «Химия в нашем быту». Разделившись на три звена, учащиеся подбирают материал и продумывают оформление своих выступлений на следующие темы: «Наш дом», «Наша одежда», «Наша пища». На сборе учащиеся первого звена рассказывают о материалах, с помощью которых строят дома, о масляных красках, обоях и пластиках. Де-

монстрируют процесс схватывания цементом кирпичей, показывают в действии полученные учащимися в период подготовки краски. Учащиеся второго звена рассказывают о том, как делают различные материалы, искусственную шерсть, синтетический шелк, обрабатывают кожу. При этом показывают соответствующие образцы, вытягивают капроновые нити. Учащиеся из третьего звена рассказывают о том, как изготавливают наиболее важную для людей пищу: хлеб, молочные и мясные продукты, как консервируют и т. п. Вечер на эту тему может быть показан и родителям. На таком вечере его участники рассказывают о том, как и чем лучше вывести те или иные пятна, вычистить предметы домашнего обихода, как ухаживать за комнатными растениями, чем их надо подкармливать и т. д. Сопровождения сопровождаются демонстрациями. К такому вечеру необходимо сделать стенды, посвященные отдельным вопросам бытовой химии, например, различные ткани, их распознавание и уход за ними, моющие средства, растворители и различные составы для выведения пятен, клеи и замазки, химические вещества, применяемые в пищевой промышленности.

Описанные выше вечера хороши тем, что в их подготовке могут принять участие многие школьники, однако нетрудно заметить, что на самом вечере его участники делятся на исполнителей и зрителей, причем участие зрителей пассивное. Более интересны такие вечера, на которых все их участники в той или иной форме вовлекаются в действие при помощи викторин, аттракционов, химических игр, конкурсов. Такие примеры будут даны ниже.

Старшеклассники (VIII—IX классы) могут подготовить вечера из истории химии на темы «От тьмы к свету», «История открытия элементов» и др. На первом из них, имеющем атеистическую направленность, необходимо показать борьбу между религиозными предрассудками и наукой. Ведущие рассказывают о непрекращающейся борьбе между наукой и религией, свой рассказ они иллюстрируют различными сценками: добывание огня у первобытных людей и др., читают отрывки из «Природы вещей» Лукреция Кара, демонстрируют фрагменты из фильмов, например открытие закона сохранения массы веществ М. В. Ломоносовым и др.

План вечера можно построить соответственно этапам развития химической науки: открытия алхимиков, химия газов, электрохимия, спектральный анализ, периодический закон и радиохимия. Соответственно указанным этапам подбираются инсценировки и связывающий текст для ведущих.

Эти сценки — живые картины — могут не объясняться ведущими, а, наоборот, служить живой викториной. Например, на сцене, очень тускло освещаемой, человек в одежде алхимика натравляет реторту с каким-то веществом, колба начинает изнутри светиться (загорается маленькая лампочка от батареек). Ведущий спрашивает: кто этот человек? Над чем работал? В какой период? Как назывался этот период и чем характеризуется? На сцене ученый и его помощник (в соответствующих костюмах) проводят электролиз

какого-то расплава, обрадованы получением блестящей горошины металла. Кто этот ученый, чем занимается, что открыл? Можно инсценировать некоторые рассказы-шутки из книг В. И. Левашева «Занимательная химия» или использовать материалы других изданий для составления рассказов-задач.

Если на химическом вечере предполагается проводить опыты с веществами малоизвестными или совсем неизвестными учащимся, то в объявлении, которое сообщает о предстоящей викторине, следует предложить познакомиться со свойствами таких веществ и дать список литературы (указав и страницы той или иной книги). Опыт показывает, что в таких случаях учащиеся охотно разыскивают нужную книгу и с интересом ждут на вечере вопросов, при ответах на которые они сумеют проявить эрудицию.

Несколько особняком стоят так называемые вечера занимательной химии. Эти вечера отвечают прежде всего интересам семиклассников. В методической литературе, по-видимому, нет единого мнения о соотношении занимательности и содержательности при выборе демонстрируемых эффектных опытов на таких вечерах. Хотя большинство методистов признают, что вечера занимательной химии ни в коем случае нельзя сводить к показу фокусов, некоторые опубликованные сценарии в действительности ничего иного не содержат. К сожалению, на практике такие вечера встречаются довольно часто. Конечно, оглушительные взрывы, вспышки, моментальные изменения окраски раствора, появление дыма без огня — все это очень эффектно и занимательно. Но если смысл опыта не разъяснен, если опыты не связаны общей темой, то у учащихся может создаться неправильное представление о химии. Следует стремиться к тому, чтобы вечер занимательной химии, как и другие тематические вечера, преследовал определенную методическую цель. В сущности вечер занимательной химии отличается от прочих вечеров лишь тем, что основу его сценария составляет последовательность внешне эффектных опытов, однако показом этих опытов вечер, конечно, не должен исчерпываться. Разумеется, глубина понимания будет различной у учащихся разных классов. Так, при разборе опытов по изменению окраски индикаторов в VII—VIII классах достаточно будет уяснить вместе с учащимися, что окраска индикатора зависит от наличия в растворе кислоты или щелочи, тогда как с учащимися десятых классов можно рассмотреть строение важнейших индикаторов как слабых кислот и оснований с различным образом окрашенных диссоциированной и недиссоциированной формами. Обсуждение существа опытов проводят в форме вопросов ведущего и ответов на них.

Вечера, посвященные итогам изучения программных тем курса химии, организуют, как правило, после изучения определенной темы курса химии в данном классе. На такие вечера приглашаются учащиеся только классов, работающих по одной программе.

Двум-трем лучшим учащимся поручают подготовить вопросы по теме для викторины, еще двум-трем — занимательные опыты по

теме с последующим подробным анализом их с помощью вопросов ведущего и ответов на них. Если ранее мы предостерегали от увлечения занимательностью в ущерб осмысленности тех или иных демонстраций, то в отношении тематических вечеров по отдельным разделам курса химии следует подчеркнуть, что занимательность является одним из важных средств повышения интереса к предмету и рассматриваемым вопросам. Так что, составляя программу вечера, безусловно, необходимо стремиться к тому, чтобы все демонстрации были не только безотказны, но и достаточно эффектные.

Вечера, посвященные жизни и деятельности выдающихся ученых-химиков, знакомят учащихся с историей науки, помогают обобщить их знания, способствуют воспитанию патриотизма, на примере замечательных людей помогают воспитать такие важные черты, как трудолюбие, целеустремленность и другие качества, отличающие настоящего ученого.

Обычно такие вечера приурочены к юбилейным датам. Они открывают простор для инициативы и выдумки учащихся. Составной частью такого вечера является доклад или лекция о жизни и деятельности ученого. Однако такие лекции или доклады не всегда пользуются успехом, и это определяется, разумеется, не темой лекции, а способом подачи материала. Поэтому в лекцию можно включить не только элементы научно-содержательные, требующие от слушателей внимания, заставляющие их активно мыслить, но и элементы, оживляющие повествование. Такими моментами могут быть музыкальные фрагменты, отрывки из любимых литературных произведений этого ученого или фрагменты из произведений, современных данному ученому. При их исполнении, конечно, достаточно квалифицированным, учащиеся не только получают эстетическое удовольствие, но и знакомятся ближе с внутренним миром ученого, получают представление о богатстве его духовной жизни. Фрагменты помогают также более живо представить себе эпоху. По сути дела, это будет уже не просто доклад или лекция, а лекция-концерт. Например, богатый материал с этой точки зрения дает жизнь и деятельность А. П. Бородин. По ходу лекции-концерта учащиеся знакомятся с исследованиями А. П. Бородин в области химии. Они знают, что впервые им получены многие органические соединения, среди которых только одна реакция конденсации альдольных смол, из которых и сейчас изготавливают лаки, пластмассы, политуры и т. п., создала ему славу первоклассного ученого-химика своего времени. Демократические убеждения, патриотические чувства ученого находят отражение в его научной и общественной деятельности и замечательной музыке. Как бы доходчиво и увлекательно ни была построена обычная текстовая лекция об ученом-химике, она не вызывает такой заинтересованности и сильных эмоций, как лекция-концерт.

Выдающиеся химики нашей страны были высококультурными людьми. Им не чужды были литература, изобразительное искусство, музыка. Хотя не всегда легко найти необходимые материалы об

эстетических вкусах того или иного ученого прошлого, можно внести разнообразие в программу вечера, включив в нее исполнение отрывков (музыкальных, поэтических), характеризующих определенную эпоху.

Как готовить лекции-концерты для юбилейных химических вечеров? Прежде всего необходимо подобрать учащихся, способных исполнять музыкальные номера, читать отрывки из художественных произведений, выступать с хореографическими номерами. Если поблизости есть музыкальная школа, или училище, или соответствующие кружки при колхозном клубе или Дворце культуры, в котором учатся и иногда выступают школьники, то целесообразно совместно с руководством этих детских учреждений отобрать учащихся для исполнения самостоятельных номеров. Подготовку всех этих номеров следует вести систематически в течение двух-трех месяцев, не наспех, чтобы их исполнение доставило удовольствие слушателям и способствовало эстетическому воспитанию учащихся.

Чтение текста лекции-концерта надо поручить наиболее ответственным учащимся, ибо успех лекции прежде всего зависит от ведущих. Чтецы должны отлично знать свой текст (по возможности наизусть), вдуматься в содержание каждой части текста и в смысл его музыкальных и иных художественных вставок, чтобы интонацией своего голоса, выражением лица подготовить слушателей или зрителей к правильному их восприятию.

Подготовка художественной части отнимает много времени, но естественно, важнейшее значение имеет содержательность его научной части. Учитель тщательно продумывает текст лекции, в которой раскрывается творческая научная работа ученого-химика. Например, на вечере, посвященном жизни и деятельности Д. И. Менделеева, надо показать разносторонность деятельности ученого, кроме открытия периодического закона, его вклад в развитие теории растворов, работы с газами, по применению минеральных удобрений, переработке нефти, подземной газификации угля и др. Такой вечер можно закончить выдержками из его «Заветных мыслей».

К вечеру хорошо сделать «Элементарий» в виде башни с ячеями, в которых, кроме химического символа, помещают по возможности образцы соответствующего элементу простого вещества, его руды и материалов, в получении которых он используется. В плакате-объявлении о предстоящем вечере можно задать такие вопросы: есть ли предел числу элементов? Просто ли получить чистое вещество? Какова биография бериллия? Каким способом удастся довольно точно определить возраст найденных при раскопках предметов? Можно ли ожидать открытия новых элементов на других планетах?

Вечер заканчивают викториной. После каждого трех-четырех устных вопросов показывают один опыт, сущность которого также надо раскрыть. Всего, в зависимости от времени, можно показать два-три опыта и задать 10—12 вопросов. Желательно, чтобы предложенные учащимся вопросы так или иначе были связаны с содержа-

нием предыдущей части вечера. К сожалению, этот принцип во многих разработках не выдерживается, и викторина представляет собой произвольный набор вопросов, не связанных ни между собой, ни с основной темой вечера. Следует требовать от учащихся полных и обстоятельных ответов.

Для награждения победителей викторины следует еще накануне подготовить научно-популярные книги по химии и сделать на них дарственные надписи, куда после соревнования жюри вписывает фамилии и имена победителей. Обстоятельно разработан вечер на тему «Д. И. Менделеев» в книге В. М. Байковой [5]. В библиографии к этой же книге содержатся указания для проведения вечеров и на другие темы.

Вечера, посвященные знаменательным датам химического календаря, жизни и деятельности выдающихся химиков, могут стать традиционными. На таких ежегодных вечерах награждают лучших юных химиков, заслушивают лучшие рефераты и отчеты о научно-исследовательской работе за год, организуют встречи с химиками, бывшими учащимися школы, организуют отчетные выставки, обсуждают кандидатуры вновь вступающих в школьное химическое общество.

Большой популярностью в школах пользуются вечера вопросов и ответов. Готовясь к таким вечерам, следует за две-три недели вывесить плакат, извещающий о проведении вечера, а рядом с плакатом поместить ящик для вопросов. Можно предложить учащимся письменно ответить на вопрос: «О чем бы ты хотел узнать на нашем вечере?» Полученные вопросы классифицируются по разделам науки, выбираются наиболее интересные, в зависимости от их сложности оргкомитет вечера определяет, кто будет отвечать на эти вопросы. К проведению таких вечеров целесообразно привлекать специалистов-химиков, студентов химических институтов и техникумов. Очевидно, на некоторые вопросы можно будет ответить письменно. В этом случае штаб подготовки вечера должен выпустить красочно оформленные бюллетени «Спрашивай — отвечаем». На таких вечерах полезно организовать выставку книг.

Одна из форм химических вечеров — проведение устных журналов. Выпуск устного журнала за 1,5—2 ч позволяет остановить внимание аудитории не на одном, а на нескольких интересных вопросах химии, дает возможность удовлетворить разнообразные интересы юных химиков и других слушателей.

Приведем примерные программы устных журналов по химии (IX—X классы):

1-я страница. Химический календарь (рассказ о каком-либо химическом открытии, об ученом и т. д.)

2-я страница. Кем быть (рассказ о химической специальности, встреча с химиком).

3-я страница. В нашем химическом кружке (сообщение о работе юных химиков школы).

- 4-я страница. Занимательные опыты.
5-я страница. Концерт по заявкам лучших химиков школы.
6-я страница. Химики шутят (выступление эстрадного коллектива учащихся).

Другой вариант устного журнала:

- 1-я страница. Новости химии.
2-я страница. Химические элементы вокруг нас.
3-я страница. В гостях у химиков (рассказ о химическом предприятии, институте, техникуме).
4-я страница. Химия лечит (рассказ о лекарствах).
5-я страница. Химия и искусство (химия и живопись, отражение химии в поэзии, музыка в жизни великих химиков и т. п.).
6-я страница. Школьные химические новости.
7-я страница. Химия в кино (просмотр научно-популярных кинофильмов).

Завершающим этапом проведения любого вечера должно быть заседание оргкомитета, на котором следует отметить учащихся, принявших активное участие в подготовке и проведении химического вечера, чтецов, участников самодеятельных концертных номеров. Необходимо также серьезно проанализировать недостатки и ошибки вечера, установить их причину и на основании этого сформулировать некоторые рекомендации организаторам следующих химических вечеров.

По аналогии с популярной в свое время телевизионной передачей в ряде школ традиционными праздниками стали конкурсы-состязания веселых и находчивых химиков.

В школе № 66 Харькова (учитель химии Н. И. Чистякова) соревнования проводятся среди девятиклассников. Учащихся восьмых классов приглашают в качестве болельщиков. Учитель химии устанавливает вместе с администрацией школы сроки проведения КВН химиков. Тематику домашнего задания, конкурсов можно поручить подготовить десятиклассникам. Старт КВН дается на очередной линейке старших классов, не менее чем за 20 дней до его проведения. В школе работает совет КВНХ, в обязанности которого входит составление сценария, подготовка ведущих (из учащихся десятичных классов), привлечение к работе школьных юнкоров, фотокорреспондентов, кинопортретов, обеспечение технического оснащения вечера (микрофоны, грамзаписи и др.)

Состав команды, капитана команды и капитана болельщиков выбирают в классе, однако учитель может подсказать, кто из ребят лучше знает предмет, отличается сноровкой, хорошей реакцией, сообразительностью, хорошей дикцией и др. Конечно, при этом соблюдается принцип добровольности. Учитель химии на протяжении всей подготовки консультирует учащихся: помогает отработать четкое выполнение химических опытов, контролирует учащихся в вопросах техники безопасности. Учитель рекомендует литературу, которую можно использовать для подготовки домашнего задания

и конкурсов. Участников знакомят с лучшим сценарием КВНХ предыдущих соревнований. Ежегодно вносят различные изменения, дополнения в методику проведения соревнования, отбирают наиболее удачные конкурсы, дополняют новыми.

Необходимо с каждым классом в отдельности договориться о репетиции домашнего задания и некоторых конкурсов. Содержание и программу вечера КВНХ должны знать только ведущие и учитель.

Перед соревнованием надо познакомить председателя жюри с программой вечера и договориться о способе оценки выступлений команд.

В школе № 50 Одессы (учитель химии С. А. Марголина) на вечере КВНХ, посвященном периодическому закону, были представлены восемь команд по числу групп периодической системы. Каждая группа выходила на сцену со своей эмблемой и флагом. Разминка по кругу — первая группа задавала вопросы второй, вторая — третьей и т. д.

В домашнем задании «Аллотропические видоизменения у вас в гостях» выступили белый фосфор с химическим знаком на груди, алмаз в сверкающем одеянии, сажа в черном платье и перчатках. Веселым было соревнование капитанов, которым было предложено найти место в периодической таблице лучше того, которое они занимают, среди элементов назвать своих друзей и врагов.

Подготовка и проведение встреч КВНХ привлекают к себе большое количество учащихся, и, несмотря на его шуточный, игровой характер, для участия в нем необходимо серьезно ознакомиться с литературой, хорошо знать химию.

Химические викторины, как и другие виды игровых соревнований, имеют целью закреплять и углублять знания учащихся по химии. Они в основном построены на программном материале школьного курса химии. Однако их задача не повторять вопросов, задаваемых учителем в классе, а показать знакомый материал с новой, подчас неожиданной стороны, вызывая этим повышенный интерес к отдельным вопросам химии и ко всему предмету в целом. Конечно, в викторину включают и вопросы, несколько выходящие за рамки школьной программы. Такие вопросы, поставленные в занимательной форме, привлекают внимание учащихся, заставляют их читать дополнительную литературу. Теоретические вопросы викторины чередуют с демонстрацией опытов. После каждого опыта ведущий ставит перед аудиторией вопросы. Ответы на эти вопросы представляют собой развернутый анализ каждого опыта. Чтобы такая викторина проходила успешно, о ее содержании необходимо заранее предупредить участников. Для этого вывешивают яркое объявление о том, когда (указывается дата и время) будет проводиться вечер по химии с викторинами. В таком объявлении указывается и список литературы для подготовки к ответам на вопросы ведущего. Можно предложить разные способы проведения викторины. В маленькой аудитории викторину удобно проводить с помощью заранее

приготовленных карточек, в каждой из которых записан один вопрос. Если ученик вызвался отвечать на вопросы, ему дают первую карточку. При правильном ответе на вопрос ему предоставляется право достать вторую карточку и так далее до тех пор, пока вопрос не окажется не по силам. После этого на кафедру поднимается второй учащийся и так далее.

В большой аудитории (актовый зал) такой метод не годится, поскольку фактически ответ на вопросы викторины обдумывает только один учащийся. В этом случае следует зачитывать вопросы всем участникам. Ведущий предоставляет право ответить первому поднявшему руку. Следует предупредить, что если кто-нибудь выкрикнет ответ без разрешения ведущего, то лишится права участвовать в викторине.

В отдельных случаях, например при проведении месячника (декады) химии в школе, можно провести письменную викторину. При этом необходимо также заранее широко опубликовать условия викторины, тексты вопросов, список литературы, необходимой для подготовки. Ответы на вопросы викторины учащиеся подают в специальных тетрадях. Жюри, назначенное учителем, просматривает ответы, оценивает их и определяет победителей викторины для премирования. Очень полезно ввести дни и часы для консультирования учащихся, готовящих ответы на вопросы викторины. Вопросы для викторины можно почерпнуть в ряде изданий [20, 35, 38].

ЧИТАТЕЛЬСКИЕ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ КОНФЕРЕНЦИИ УЧАЩИХСЯ ПО ХИМИИ

Конференции учащихся как особая форма внеклассных массовых мероприятий имеют свои особенности, наиболее отчетливо выступающие при сопоставлении их с химическими вечерами. Основным элементом конференции — доклады и сообщения учащихся. Они могут сопровождаться демонстрационным экспериментом. В отличие от вечеров конференции проводят в строго академической обстановке. Из активистов химического кружка избираются председатель конференции, ведущий ее заседания. Доклады составляют таким образом, чтобы они могли стимулировать дискуссию. В некоторых случаях полезно на одну и ту же тему заслушать доклад и содоклад или отзыв оппонента. Задача учителя — помочь докладчикам таким образом подобрать материал и найти такую форму его изложения, которая максимально активизирует восприятие докладов всеми присутствующими.

Конференции учащихся подразделяются на читательские и научно-практические. Читательские конференции являются составной частью работы по организации внеклассного чтения учащихся по предмету. Для организации внеклассного чтения необходимо прежде всего дать учащимся список рекомендуемой литературы.

Организатором внеклассного чтения, как правило, выступает химический кружок. Участники кружка оформляют плакаты «Литература для внеклассного чтения по химии». В объявлениях сообщают о времени консультаций по внеклассному чтению, проводимых учителем, и о предстоящих читательских конференциях. Возможны конференции, посвященные обсуждению одной или нескольких книг на близкие химические темы. При организации и проведении читательских конференций учитывают ряд факторов: степень подготовленности аудитории по химии, навыки самостоятельной работы учащихся, их общее развитие, культура речи, интерес к химии вообще и к теме данной конференции в частности. Наконец, следует учесть резервы свободного времени учащихся в период проведения конференции. Само собой разумеется, что материал должен быть доступен для учащихся, интересен, эмоционально насыщен.

Перед подготовкой читательской конференции необходимо, чтобы учащиеся уже имели некоторые навыки чтения научно-популярной литературы, умели отобрать, обобщить, выделить наиболее существенное и кратко изложить полученные сведения.

Читательские конференции могут проводиться по наиболее интересным книгам, выпущенным в разное время и хорошо известным читателям, а также по новым книгам, мнение учащихся о которых еще неизвестно учителю. В последнем случае обсуждение имеет большое значение для оценки книги и рекомендации ее для последующего внеклассного чтения, а также для подготовки отзывов авторам и издательствам. На конференции можно обсудить следующие вопросы: о чем рассказывается в каждой главе книги? Понравилась ли книга и почему? Какие разделы в большей, а какие — в меньшей мере удались автору и почему? О чем в книге не рассказано, но хотелось бы, чтобы было рассказано? Выступления учащихся не должны дублировать друг друга. В ходе конференции последовательно излагается содержание всех глав и дается оценка книги. Оптимальное количество выступлений на конференции — восемь — десять учащихся. Во время конференции ведется протокол, к которому прилагаются выступления учащихся. На основании этого материала химический кружок составляет отзыв о книге и направляет его автору или издательству.

Обычно чтение рекомендованных книг влечет за собой обмен мнениями и возникновение вопросов, которые в свою очередь требуют чтения новых книг. Очень важна рекомендация первой книги, от этого зависит успех всего внеклассного чтения. Книга должна быть вполне доступной для учащихся, богатой по содержанию и оформлению. Следует при выборе книги учитывать возраст учащихся и их подготовленность.

В VII—VIII классах они предпочитают книги, объясняющие те или иные проблемы в занимательной форме, с хорошими рисунками, помогающими лучше воспринять текст. В IX—X классах учащиеся интересуются более содержательными книгами, активизирующими мысли

читателя. Рекомендовать книгу необходимо на уроке, а еще лучше назвать две-три книги по одной теме, так как не все учащиеся смогут одновременно достать одну и ту же книгу, а прочитав разные, будут иметь возможность обменяться своими впечатлениями. Например, по теме «Кислород» в VII классе можно рекомендовать «Рассказы о веществах-невидимках» Ю. В. Ходакова, «Разгаданный воздух» Л. Лейбсона, «Кислород» В. Г. Полякова, «Воздух, которым мы дышим» Е. Мара, «Властелин Окси-мира» Р. Бахтимова [9, 30, 43, 47]. Дней через десять, узнав о том, кто из учащихся прочитал что-либо из указанной литературы и какое впечатление она на них произвела, попросить в конце урока рассказать о прочитанном, затратив на это обсуждение от 5 до 10 мин. Слушатели заинтересовываются, и круг читателей возрастает.

Читательские конференции могут проводиться по книгам разного содержания, но одного и того же автора, например по книгам М. Ильина, Б. Розена, Д. Трифонова [17, 72], Ю. Фиалкова [78—80] и других. Примерно за месяц до конференции нескольким учащимся дают для прочтения книги, которые намечено было обсудить. Если хотя бы одна из этих книг понравилась, то сейчас же находятся другие учащиеся, желающие ее прочитать. Так возникает группа читателей, которой уже можно поручить подготовку читательской конференции. Если будут обсуждаться три-четыре книги, то соответственно таких читательских групп должно быть больше. Созданные группы решают совместно с преподавателем, какие разделы из прочитанного должны быть освещены на конференции, какие иллюстрации желательно показать с помощью эпидиаскопа, какие сделать в виде красочных рисунков и т. д. Готовясь к читательской конференции, учащиеся, ответственные за ее проведение, стараются привлечь к ней внимание своих товарищей, для этого они вывешивают около химического кабинета плакаты с интересными, по их мнению, вопросами. Например, во время подготовки конференции на тему «Тайны стекла и глины», проводимой по нескольким книгам, вывешивается плакат со следующими вопросами: можно ли считать бусину царицы Хатшепсут самой древней стеклянной вещью? Почему знаменитый римский оратор Цицерон сказал: «Беден тот, чье жилище не украшено стеклом»? Чем прославил себя остров, находящийся недалеко от Венеции? Из чего сделаны рубиновые звезды на кремлевских башнях? и т. п. Разумеется, по ходу самой конференции на все эти вопросы должны быть даны точные и развернутые ответы. Примерный план проведения читательской конференции на упомянутую тему может быть таким: 1) сообщение ведущего о книгах, подлежащих обсуждению: Б. Дижур. «Стеклянная река», Ю. Л. Алянский. «Магический кристалл профессора Качалова» и М. Ю. Черток. «Повесть о глине» [3, 25, 96]. 2) рассказ об истории стеклоделия; 3) о современном производстве стекла; 4) применение стекла в народном хозяйстве; 5) об истории фарфорового производства; 6) современные керамика, фаянс и фарфор; 7) заключение ведущего.

Все сообщения делаются по материалам этих книг и должны содержать элементы рецензии на книги в целом и отдельные их разделы. После каждого сообщения ведущий обращается к слушателям с предложением дополнить интересными фактами прослушанное и высказать свое мнение об упомянутых книгах. Все сообщения иллюстрируют различными изделиями из стекла, фарфора, фаянса или на экране показывают репродукции. Часто разговор о достоинствах их или недостатках переходит в дискуссию. Так, например, на конференции «Элементы вселенной» при обсуждении книг Д. Н. Трифонова «Радиоактивность вчера, сегодня, завтра», Г. Т. Сиборга и Э. Г. Вэленса «Элементы Вселенной» и А. А. Азимова «Вид с высоты» [17, 72, 63, 2] может возникнуть дискуссия по вопросу: не лучше ли было бы человечеству в данное время не владеть атомной энергией, так как она, принеся, с одной стороны, пользу человечеству, с другой — грозит людям гибелью? Или по другому вопросу: какие формы жизни возможны вне Земли? Во время проведения читательских конференций выступают все желающие. Поэтому эти обсуждения имеют несомненную ценность не только для активных участников, но и для остальных слушателей. Успешно проходят и обсуждения книг, в которых рассказывается биография выдающихся ученых. Проводя такие конференции, надо обратить внимание учащихся не только на совершенные ученым научные открытия, но и на его нравственный облик, целеустремленность, трудолюбие и т. д. В истории отечественной химии было немало ученых, жизнь которых служит примером для нашей молодежи. Достаточно назвать М. В. Ломоносова, Д. И. Менделеева, А. М. Бутлерова, Н. Н. Зинина, А. П. Бородину, С. В. Лебедева, Н. Д. Зелинского и многих других. Из художественной литературы можно рекомендовать учащимся обсудить такие книги, как: «Кара-Богаз-Гол» К. Паустовского, «Сталь и шлак», «Закипела сталь», «Романтическая профессия» В. Попова, «Тринадцатый караван» М. Лоскутова, «Рассказы о старых мастерах» А. Вересова, «Хрустальные тайны» И. Кирпичниковой и др.

Несколько особняком стоят читательские конференции, посвященные научной фантастике.

Школьники с удовольствием читают «Доктора Окса», «Таинственный остров», «Черную Индию», «80000 лье под водой» Жюль Верна, «Пылающий остров» А. Казанцева, «Судьбу открытия» Л. Лукина, ряд рассказов братьев Стругацких или С. Лема. В большинстве случаев в этих книгах встречаются только отдельные эпизоды, связанные с химией и играющие некоторую роль в общем повествовании.

Смысл рекомендации таких книг для обсуждения заключается в том, чтобы учащиеся обратили внимание на химическую сторону явлений в таких эпизодах книги и задумались, возможно ли осуществление написанного. Конечно, для ответа на поставленный вопрос читатели должны хорошо знать не только основы изучаемого предмета, но часто значительно больше. Следовательно, это

обстоятельство заставляет их прибегать к чтению литературы уже строго научного характера.

При обсуждении и рецензировании фантастики не следует в основу оценки брать только научную точность излагаемых фактов. Следует подчеркивать, что в жанре фантастики парадоксальные предпосылки, в том числе и явно противоречащие научным принципам, иногда выступают в качестве художественного приема, а ценность книги в целом, конечно, не может определяться пусть и досадными, но незначительными неточностями в химических вопросах.

Большую роль в массовой пропаганде химических знаний играют и устраиваемые ежемесячно устные интересные статей, публикуемых в журналах «Химия и жизнь», «Наука и жизнь», «Наука и техника», «Знание — сила». Конечно, предварительно учитель должен сам ознакомиться с содержанием журналов и отметить статьи, которые можно обсудить.

Научно-практические конференции учащихся также важная составная часть в системе внеклассной работы. Как правило, эта форма работы используется в IX—X классах. Хотя содержание своих сообщений на конференции учащиеся черпают в значительной мере из научно-популярной литературы, от читательских они отличаются тем, что проведение научно-практических конференций не связывается с какими-либо определенными книгами. Материал каждого из докладов подбирается по многим источникам (не только из научно-популярных книг, но и из учебников, журнальных статей). Часть материала может быть собрана учащимися в ходе экскурсий на химические и другие предприятия, в музеи. Для участия в конференции целесообразно пригласить работников химических предприятий, шефов, студентов химических вузов и т. д. Примерное содержание их выступлений согласовывается с учителем с учетом общего регламента времени (продолжительность конференции в старших классах — не более 1,5 ч) и выступлениями других ее участников.

Конференции могут быть посвящены или отдельным темам школьного курса химии (например, «Растворы и электролитическая диссоциация», «Периодический закон и периодическая система элементов Д. И. Менделеева» и т. д.) или вопросам, выходящим за пределы школьной программы, но представляющим достаточно широкий интерес (например, «Цепные реакции в химии и технике», «Химия и физика полимеров» и т. д.). Научно-практические конференции проводят также в конце года по итогам работы химического кружка, общества, клуба. Темой конференции может быть история какого-либо открытия и его дальнейшее развитие, промышленное получение какого-либо вещества и его использование в народном хозяйстве, жизнь и деятельность ученого.

Приведем для примера возможную тематику конференции «Периодический закон и его научное значение»: 1) история открытия периодического закона и периодической системы химических

элементов Д. И. Менделеева; 2) свойства химических элементов в зависимости от их положения в периодической системе; 3) принципы построения периодической системы; 4) развитие периодического закона в наши дни. Экспериментальные доказательства сложной структуры атома; 5) заряд ядра и порядковый номер элемента; 6) геохимия и периодический закон; 7) распространение химических элементов вне Земли.

Некоторые конференции целесообразно проводить совместно с учителями других дисциплин. Например, совместно с учителем физики можно подготовить конференции на темы «Атомная энергия и ее использование в мирных целях», «Электрохимические процессы в технике», «Использование высоких и низких температур и давлений в химической промышленности», «Химия и физика живого». В подготовке последней конференции должен принять участие и учитель биологии. Совместно с учителем биологии готовят также конференции «Химия и сельское хозяйство», «Роль микроудобрений в сельском хозяйстве», «Жизнь клетки», «Происхождение жизни», «Фотосинтез». С учителем географии можно организовать конференцию «Развитие химических производств в республиках Советского Союза», предварительно проведя с отдельными классами или группами учащихся заочные «путешествия» по отдельным нашим республикам, краям и областям для изучения природных богатств, способов их добычи и использования в народном хозяйстве СССР. С особым успехом проходят конференции на научно-производственные темы: «Химия полимеров», «Материалы настоящего будущего», «Развитие цветной металлургии в СССР» и др. После того как учитель выяснил предложения учащихся, выбирается соответствующая тема конференции и намечается ее план.

Основной элемент научно-практической конференции — доклады и сообщения учащихся. Они могут сопровождаться демонстрацией опытов и экспонатов.

Тема научно-практической конференции должна быть известна учащимся за два-три месяца до ее проведения. Вместе с объявлением о конференции в кабинете химии вывешивается список вопросов, которые составят основное ее содержание. Может быть объявлен конкурс на лучшую реферативную работу по каждому из вопросов или какому-нибудь одному из них. Вместе с организационным комитетом конференции (из активистов химического кружка или общества) решают вопрос о подготовке оформления конференции, различных экспонатов, демонстрационных экспериментов. Примерно за две недели до конференции оргкомитет вместе с учителем рассматривают представленные на конкурс работы, отбирают лучшие из них, которые затем берут за основу докладов. Эти доклады затем исправляют и дополняют в ходе консультаций с учителем. Оргкомитет заботится также о приглашении специалистов-химиков. Каждое сообщение должно быть рассчитано не более чем на 15 мин. В течение одного заседания заслушивается четыре-пять сообщений, иллюстрированных диаграммами, таблицами, диафильмами или

диапозитивами, опытами. Если объем подготовленного материала велик и не может быть заслушан и показан за одно заседание, то конференцию разбивают на несколько заседаний длительностью около 1 ч.

В конце учебного года при подведении итогов деятельности химического кружка, школьного химического общества проводят итоговые отчетные научно-практические конференции по химии. Они посвящаются смотру самостоятельных творческих работ учащихся. На эту конференцию приглашаются все желающие. К конференции готовят выставку наглядных пособий, альбомов, отчеты о работах, выполненных учащимися. Открытие конференции происходит в торжественной обстановке. Она может быть приурочена к декаде или дню химии в школе. Если в школе есть учащиеся, выполняющие работу исследовательского характера под руководством специалистов из различных учреждений, то эти руководители также приглашаются для участия в ней. В некоторых школах научно-практические конференции по химии становятся секционным заседанием научного общества учащихся, если таковое в школе имеется. Итоговая научно-практическая конференция по химии не обязательно имеет единую общую тему. Ее целью является ознакомление всех учащихся с лучшими работами их товарищей. В заключение приведем программу итоговой научно-практической конференции по химии учащихся школы № 81 Волгограда: 1-й день заседания — открытие конференции, вступительное слово директора школы, открытие выставки технического творчества учащихся; сообщения учащихся на темы «Химия и электрический ток», «Кристаллы и кристаллизация», 2-й день заседания — сообщения учащихся на темы «Исследование меди на примеси — фальсификаторы», «Определение чистоты воздуха в условиях школы», «Влияние микроудобрений на рост и развитие комнатных растений», «Исследование зависимости скорости химической реакции от условий эксперимента», «Исследование некоторых свойств нефти Волгоградской области». (Все доклады основаны на экспериментальных исследованиях авторов.) Обсуждение докладов, награждение участников конференции, авторов лучших экспонатов выставки. Заключительное слово учителя химии.

КРАЕВЕДЧЕСКАЯ РАБОТА И ШКОЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ МУЗЕИ

Учащиеся всегда живо интересуют вопросы истории химической науки и промышленности, история родного края, полезные ископаемые, находящиеся на территории края или области, их добыча и переработка. В связи с этим во внеклассной работе по химии следует уделить значительное внимание вопросам истории науки и краеведения. Организационным центром такой работы может быть школьный химический музей.

Работа краеведческого характера проводится несколькими группами учащихся, из которых одна изучает почвы и полезные ископаемые своего края, другая — как это сырье перерабатывается на предприятиях края, третья знакомится с растительным сырьем для производства различных веществ. На кружковых занятиях делают анализы местной воды, почвы, минералов.

Для сбора сведений о промышленности города, района проводят экскурсии всех или некоторых членов кружка на химические, металлургические, нефте- и газоперерабатывающие, горнорудные, строительные и другие предприятия. Такие экскурсии можно проводить совместно с учителями других предметов: с физиками — в доменные, сталеплавильные, гальванические цехи заводов, в металлургические и металлургические лаборатории; с биологами — в агрохимические лаборатории; с географами — на горнорудные предприятия, в краеведческие, геологические и горные музеи и т. д.

Во время посещения крупных комбинатов и заводов с давней историей особо обращается внимание на историческое прошлое данного предприятия. Учащиеся заранее знакомятся с сырьем данного производства, процессами его переработки, получаемыми продуктами. После экскурсии группа учащихся оформляет стенды по материалам экскурсии.

Расскажем, к примеру, об экскурсии на сахарный завод. Хотя такое производство нельзя назвать сугубо химическим, технология его в значительной мере опирается на химические процессы. Одно из занятий кружка посвящается производству сахара. Докладчик рассказывает о различных его стадиях, показывает схемы, чертежи и рисунки. Естественно, что у кружковцев появляется желание посмотреть производство сахара. Принимается решение организовать экскурсию на ближайший сахарный завод. В порядке подготовки к экскурсии на видном месте вывешивается плакат с надписью: «Юные химики, познакомьтесь со схемой производства сахара, читайте литературу по производству сахара» (схема и список рекомендуемой литературы помещаются здесь же). Сообщается также о дате проведения экскурсии на завод. Некоторые учащиеся заранее получают индивидуальные задания: срисовать или сфотографировать отдельные агрегаты завода, собрать образцы сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства для создания большой схемы технологического процесса производства сахара.

Осмотр завода следует начать с мест хранения свеклы до подачи ее на мойку завода. После мойки надо познакомиться с резкой свеклы, осмотреть стружку, которая транспортером подается для загрузки в диффузоры. Последние смонтированы в батарею. Между каждой парой диффузоров установлен калоризатор, предназначенный для подогревания диффузионного сока при его движении из диффузора в диффузор. Учащиеся рассматривают диффузионный сок, который, к их удивлению, оказывается непрозрачным, сладким, но с кислым привкусом. Экскурсовод объясняет, что темным сок получается потому, что, соприкасаясь с кислородом воздуха,

он окисляется. Продукты окисления задерживают кристаллизацию сахара, уменьшают его выход. Следует добиваться, чтобы примесей было как можно меньше. Для этого стремятся не допускать окисления диффузионного сока.

Затем переходят к рассмотрению агрегатов, служащих для очистки сока (дефекаторы, сатураторы и фильтр-прессы). Реагенты, с помощью которых проводится дефекация и сатурация, получают прокаливанием известняка в известковой печи завода: это известковое молоко и углекислый газ. С помощью известкового молока соли органических и минеральных кислот, а также часть белков переводят в нерастворимое состояние и осаждают на фильтр-прессах.

Учащиеся наблюдают процесс разложения растворимого сахара при пропускании через сок углекислого газа (процесс сатурации).

Следующий этап производства — получение кристаллического сахара из очищенного сахарного сока, осуществляемый в выпарках, вакуум-аппаратах, мешалках и центрифугах. В этих аппаратах в основном происходят процессы физические, но они интересны и для химиков.

Через пять — десять дней после экскурсии можно организовать вечер, посвященный итогам экскурсии. К вечеру учащиеся выпускают газету с заметками участников экскурсии о полученных впечатлениях, о некоторых интересных деталях производства. В школьном музее или в кабинете экспонируются все материалы экскурсии.

Интересен опыт экскурсий по сбору растений, содержащих сырье для красителей.

Вопрос о красителях — одна из наиболее увлекательных страниц истории химии. Экскурсии могут предшествовать доклады учащихся на занятиях кружка о природных красителях, о работах Н. Н. Зинина, А. Байера, о возможностях получения красителей синтетическим путем и из растений. Включение в беседы исторического материала помогает уяснить сложность пути, который прошла химическая наука. Перед экскурсией учащиеся знакомятся с растениями данной местности, которые пригодны для получения красителей, с гербарными образцами, узнают правила сбора растений и способы получения из них отваров красящих веществ.

После экскурсии собранный растительный материал обрабатывают на занятии кружка. Обработка состоит в кипячении определенных частей растения с водой, упаривании полученного раствора красителя. Затем при кипячении проводят окрашивание тканей. Небольшие группы по два-три учащихся готовят отчеты, содержащие гербарный образец растения или его зарисовку, фотографию, описание процесса получения красителя и крашения, окрашенный образец ткани. Весь собранный материал объединяют, и на его основе составляют стенд «Растения-красители» примерно такого содержания:

Название растения, его рисунок, фотография, гербарный образец	Часть растения, содержащая краситель	Цвет красителя	Применение
Барбарис	Кора, плоды, корни	Лимонно-желтый	Листья берут в начале лета
Береза	Листья	Желто-коричневый	
Волчье лыко	Кора	Зеленый	Корни вымачивают в нашатырном спирте
Воронец	Корни, ягоды	Черный	
Девясил	Корни	Синий	Цвет зависит от протравы
Дрок красильный	Листья, стебли	Желтый	
Дуб	Кора	Желтый, черный	Горячий настой подкисляют
Жимолость	Цветки	Синий	
Зверобой	Цветки, стебли	Красный, зеленый, желтый	Добавляют соду и квасцы
Змеиный горец	Корень	Красный	
Ива	Кора, листья	Желтый	Протрава — соли хрома, железа, марганца
Картофель	Листья, стебли	Зеленый	
Конопля	Листья	Зеленый	Протрава — квасцы
Кофе	Зерна	Зеленый	
Крапива	Листья, стебли	Зеленый	Протрава — соли хрома, железа, свинца
Крушина	Ягоды, листья, кора	Зелено-желтый	
Лук	Шелуха	Желто-коричневый	Кислая среда, квасцы
Манжетка	Корни, стебли, листья	Серо-зеленый	
Можжевельник	Шишки	Зелено-коричневый	Протрава — соли хрома, железа, свинца
Ольха	Кора, листья	Песочно-красный, темно-коричневый, желтый	
Осокорь	Почки	Желтый	Кислая среда, квасцы
Подмаренник	Корни, цветки	Ярко-красный	
Ревень	Корни	Зелено-желтый	Протрава — соли хрома, железа, свинца
Толокнянка	Листья	Зеленый	
Черника, ежевика	Ягоды	Фиолетовый	Протрава — соли хрома, железа, свинца
Чистотел	Листья, стебли	Оранжевый	
Щавель конский	Корни	Черный	Протрава — соли хрома, железа, свинца
Ясень	Кора	Синий	

Аналогичную экскурсию можно провести для сбора душистых растений с последующим извлечением из них эфирных масел. Этой экскурсии также предшествует занятие кружка, на котором учащиеся знакомятся с историей вопроса, с внешним видом душистых растений. После сбора растительного материала члены химического кружка получают из него путем отгонки с водяным паром эфирные масла. Экскурсию проводят в утренние часы, в сухую погоду и всю обработку материала выполняют в тот же день, так как эфирные масла улетучиваются очень быстро и успех опыта во многом зависит от быстроты работы. Ниже перечислены некоторые душистые вещества, которые могут получить учащиеся из растений:

Растительный объект	Название душистого вещества	Растительный объект	Название душистого вещества
Черемуха	Яра-яра (метилловый эфир β-нафтола)	Мята	Ментол
Цветки ландыша	Линалоол	Корки лимонов и апельсинов	Цитраль
Цветки гвоздики	Изоэвгенол	Свежее сено	Кумарин
Цветки жасмина	Дигидрожасмон	Лепестки розы	Фенилэтиловый спирт
Молодые ветки и иглы ели и сосны	Лимонен	Цветки сирени	Терпинеол

В школе создается коллекция полученных учащимися из местных растений пахучих масел, составляется альбом гербарных образцов или рисунков растений. Экспонаты хранятся в школьном музее.

Карты и коллекции полезных ископаемых своей области, сведения о промышленных предприятиях: схемы технологических производств, зарисовки отдельных узлов, макетов агрегатов, диаграммы, образцы химического сырья и выпускаемой продукции, фотографии лучших производственников и другие материалы — могут служить в качестве экспонатов экспозиции для школьного музея «Химия родного края». В музее могут быть отделы: «Полезные ископаемые нашей области» (история обнаружения, состав, методы добычи и переработки, применение), «Вода» (состав, отдельные примеси и их влияние на качество воды, методы очистки, использование), «Химическая промышленность» (технологические схемы, сырье и продукция предприятий, история предприятий, перспективы развития производства), «Химия сельскому хозяйству» (агрохимические карты, образцы почв, удобрений, ядохимикатов, их использование и значение, кормовые добавки, их применение), «Химия в быту», «Развитие химической промышленности родного края».

Интересно работает химический музей в средней школе № 92 Челябинска. В нем собрано более двух тысяч экспонатов. Музей имеет отделы: «Химизация сельского хозяйства», «Химия в строительстве», «Химия на стыке наук (биохимия, геохимия и т. д.)»,

«Химия и медицина», «Химическая промышленность Южного Урала». Отдельный большой отдел — геохимический музей с большим количеством экспонатов полезных ископаемых. Пополнение экспонатами происходит во время походов, экскурсий, путем обмена со школами других городов и областей (учащиеся отправляют посылки с экспонатами и получают экспонаты из Ленинграда, Москвы, Северодонца, Одессы и других городов страны). Все стенды и витрины изготовлены самими учащимися.

Школьный музей пользуется большой популярностью у учащихся и учителей города и области. В нем проходят уроки природоведения и экономической географии. Из числа членов школьного химического общества подготовлена группа экскурсоводов.

Из опыта этой школы и других школ видно, что в школьном химическом краеведческом музее можно широко представить экспонаты, рассказывающие о химии других областей, краев, республик нашей страны. Данные для такой экспозиции могут быть получены в ходе переписки с учащимися различных республик в порядке обмена экспонатами между школьными химическими музеями. На письма школьных краеведческих музеев откликаются комсомольские организации предприятий, научно-исследовательских организаций, высших учебных заведений, а также государственные музеи. Полезно также поручить учащимся, выезжающим во время каникул на экскурсии или просто на отдых в другие области и республики, собрать некоторые экспонаты для школьного музея, предварительно проконсультировав их о том, какие именно образцы целесообразно искать в местах, где они проводят каникулы. Далее, при участии учителя физической культуры и родительского актива можно организовать и специальные экспедиции членов краеведческого кружка или секции по сбору материалов для школьного музея.

Помимо экспонатов краеведческого характера, школьный химический музей должен содержать отделы, посвященные истории химической науки и техники. Важнейшим его элементом является тематическая выставка «Жизнь и деятельность Д. И. Менделеева», в которой представлены материалы биографического характера, сведения по истории классификации химических элементов, истории развития основных концепций химии. Отдельные стенды можно посвятить крупным ученым-химикам прошлого и нашего времени.

Далее, в фонды музея входят экспозиции по отдельным разделам химической промышленности, например: «Высокомолекулярные соединения» (образцы химических волокон, пластмасс, схемы их производства, макеты некоторых производственных установок, выполненные учащимися), «Промышленность неорганической химии» (макеты промышленных установок по производству суперфосфата, серной кислоты, кислородного завода и др.), «Нефть и продукты ее переработки» (образцы нефти, нефтяных фракций, схемы

и макеты производств), «Металлургия» (образцы сплавов, схем производств, макеты промышленных установок).

Все экспонаты должны быть размещены на стендах, витринах, стеллажах музея по тематическим разделам. Каждый экспонат необходимо снабдить небольшой, аккуратно выполненной этикеткой, в которой указывается наименование экспоната, дата и место, откуда он получен, где обнаружен или изготовлен, указывается автор экспоната. На обратной стороне этикетки и на самом экспонате должен стоять порядковый номер, под которым этот предмет числится в журнале-перечне экспонатов музея. В журнале должны быть подробно записаны имеющиеся в музее экспонаты, как выставленные, так и хранящиеся в запасниках.

Располагаться музей может в специально предоставленном школой помещении, в кабинете химии, классной комнате или в коридоре школы. Музей обязательно должен иметь хранилище (это может быть и лаборантская химического кабинета), в котором будут находиться экспонаты, не демонстрируемые в данное время на витринах и стендах, подсобные материалы для экскурсоводов и т. д. Необходимо иметь в музее план-схему расположения отделов музея, а также книгу отзывов посетителей. Посетителями музея могут быть учащиеся школы, в которой он создан, а также учащиеся других школ, родители, туристы.

Для ведения всего хозяйства музея и работы в нем выбирается совет музея, в который могут войти представители всех классов, изучающих химию. В свою очередь, совет выбирает директора музея и его заместителей по научной, пропагандистской и хозяйственной работе, секретаря. В штате музея должны быть экскурсоводы, художники, реставрационно-техническая группа, учащиеся, ответственные за сбор и изготовление новых экспонатов. Совет музея составляет план работы на весь учебный год с указанием по месяцам, что и в какие сроки должно быть выполнено. План согласуется с комитетом комсомола и советом пионерской дружины школы. На базе музея устраивают встречи с учеными или производственниками, организуют лекции, доклады бывших учащихся или старшеклассников, проводят беседы с учащимися младших классов. Регулярно, по договоренности с учителями, проводятся экскурсии для учащихся школы, а также и для других школ города или области.

В музее обязательно должна проводиться работа по продолжению сбора экспонатов. Являясь составной частью внеклассной работы по химии, школьные химические музеи нередко становятся центром всей этой работы.

Ю. Г. ЦИТЦЕР

УЧАСТИЕ ЮНЫХ ХИМИКОВ В ОБОРУДОВАНИИ ХИМИЧЕСКОГО КАБИНЕТА

Химия — наука экспериментальная, и для ее изучения необходим хорошо оборудованный кабинет. В создании такого кабинета могут принять посильное участие учащиеся.

В работе по оборудованию кабинета сплачивается коллектив учащихся, повышается их интерес к химии. Они приобретают многие полезные навыки практической работы. Необходимо подчеркнуть и большое воспитательное значение такой деятельности учащихся, представляющей собой доступную форму их приобщения к общественно полезному труду. Наличие реальной задачи — совершенствование оборудования химического кабинета школы, помощь в организации демонстрационного эксперимента и практических работ на уроке — важный стимул для активной деятельности юных химиков. В то же время работа над изготовлением приборов заставляет учащихся вдумываться в смысл тех химических и физических явлений, для демонстрации которых предназначен тот или иной прибор. Задача учителя состоит в том, чтобы не ограничиваться при изготовлении пособий только технической стороной дела, но одновременно добиваться более глубокого усвоения учащимися соответствующих разделов курса химии.

Перед началом работы по оборудованию кабинета учитель должен уточнить, что из оборудования имеется, что можно приобрести и что следует изготовить силами учащихся. Далее, вместе с учащимися тщательно обсуждают и распределяют конкретные задания, предварительно выяснив, какими навыками учащиеся уже владеют. Лучше всего это сделать путем ответов на вопросы небольшой анкеты: 1) фамилия, имя, класс; 2) какими навыками и умениями владеешь (фотография, рисование, черчение, работа с картоном, бумагой, пайка, выпиливание лобзиком и т. д. и в какой степени); 3) чему хотел бы научиться; 4) чем хотел бы заниматься в кружке (обществе) юных химиков.

Такая анкета поможет учителю отобрать учащихся и наметить план работы, соответствующий их возможностям. Недооценка склонности учащихся к определенной деятельности приводит к тому, что порученное дело им неинтересно и они перестают посещать занятия. Учителю необходимо помнить и о возрастных особенностях учащихся. Так, например, у учащихся седьмых классов при выполнении работ, которые требуют длительного времени, часто иссякает терпение в ожидании результатов своего труда и

резко падает интерес к порученному делу. Для плодотворной работы в таком кружке комплектуют группу не более 10—12 человек. Если набирается большее количество учащихся, то их следует разбить на группы и работать с этими группами в разное время.

Многие работы по оборудованию кабинета химии могут выполнить учащиеся, увлекающиеся физикой, биологией или посещающие кружки столярного, слесарного и токарного дела, а также станции юных техников и Домов пионеров. Творческий контакт с учителями физики и труда облегчает учителю химии решение трудных для него вопросов: энергопитание приборов, составление электрических схем и т. п. Большую помощь могут оказать родители учащихся и комсомольцы-шефы консультациями, материалами, инструментами, а иногда и работой в качестве руководителей.

В данной главе мы делаем попытку осветить некоторые возможности в изготовлении оборудования, приборов и наглядных пособий силами учащихся.

Следует подчеркнуть необходимость тщательного обдумывания целесообразности и методической ценности того или иного пособия, изготавливаемого силами учащихся. Едва ли стоит тратить время и изобретательность на простое «оживление» стандартных схем и таблиц электрическими лампочками. Наибольшую ценность представляют такие модели, пособия, приспособления, которые делают более наглядным то или иное явление, позволяют более отчетливо наблюдать различные эффекты или позволяют модифицировать эксперимент таким образом, чтобы из демонстрационного он стал доступным для выполнения каждым учащимся на лабораторном столе. Для выполнения работ по изготовлению приборов и моделей необходимо иметь комплект наиболее часто применяемых инструментов, которые можно приобрести в магазинах.

Для изготовления приборов и наглядных пособий потребуются различные материалы. Приводим перечень некоторых из них, наиболее часто используемых: 1) фанера, картон, листовой древесный пластик; 2) жест луженая, кровельное железо, латунь, алюминий листовой, алюминиевая фольга; 3) различные пластики: винипласт, полистирол, полиэтилен, лавсановая пленка, гетинакс, текстолит, органическое стекло; 4) стекло, силикатное, асбест, асбестовый картон; 5) проволока железная, медная, алюминиевая, стальная, струнная; 6) провод изолированный медный разного диаметра для монтажа; 7) монтажная мелочь (болты, гайки, шайбы, в основном от 3 до 6 мм); 8) клей (столярный, № 88, суперцемент, виникс, БФ-2, БФ-6; 9) краски и лаки разные.

Некоторые материалы могут быть выделены предприятиями (отходы и некондиционные материалы), или учащиеся принесут из дома консервные банки из жести, банки полистиленовые из-под моющих средств, старые латунные чайники, алюминиевые кастрюли и др.

Инструменты и материалы хранят на определенном месте в отдельном шкафу. Целесообразно предусмотреть место для незакон-

ченных изделий с тем, чтобы учащиеся не теряли части уже изготовленных приборов.

Готовое изделие снабжают этикеткой с указанием, кем, когда изготовлено, составляют на него паспорт, в котором указывают название, назначение, правила пользования и описание устройства.

На общих собраниях, конференциях учащиеся выступают с рассказом и демонстрацией прибора, модели. Некоторые учителя выделяют время на уроке для этой цели, а когда учитель использует прибор на уроке, то обязательно отмечает, что прибор или модель изготовлены таким-то учащимся.

В данной главе дается описание простых приборов, позволяющих значительно расширить возможности эксперимента по химии в школе. В качестве примера приводим описание некоторых приборов, изготовленных юными химиками 92-й школы Челябинска, а также заимствованных из альбома заслуженного учителя школы УССР Л. Е. Сомина [65].

Микроспиртовка. Для изготовления микроспиртовки нужна низкая баночка с широким горлом, емкостью 20—30 мл (флакон от зубного цемента). Колпачком служит металлический наперсток. Фитиль вставляется в металлическую шайбу соответствующего диаметра или пуговицу, в которой просверлено отверстие сверлом диаметром 5 мм. Топливом служит спирт. Время непрерывного горения при средней величине пламени достаточно для выполнения опытов в течение 15—20 мин.

Сушилка для предметных стекол. Делают из жести коробочку размерами 90 × 40 × 15 мм. Ко дну коробочки приклепывают ножки из полосок жести. В качестве нагревательного элемента используют элемент к утюгу «Малютка». Выводы от элемента прикрепляют к шнуру с вилкой. Время нагрева сушилки около 3 мин. Сушилку используют для высушивания капель жидкости, помещенных на предметное стекло.

Трубчатый нагреватель. Трубчатый нагреватель можно изготовить из старого остеклованного радиосопrotivления большой мощности. Для этого необходимо снять с него верхний, остеклованный слой и остатки провода сопротивления, но не трогать остеклованный слой на концах с гибкими медными проводами. Намотать несколько витков нихромовой проволоки от плитки (длину намотки подобрать по необходимости, учитывая напряжение питания). Концы нихромовой проволоки плотно обмотать у оснований медных выводов и эти места зажать полосками алюминия. Питается нагреватель от низковольтного источника напряжения (трансформатора с выходами 12, 24, 36 в, как и сушилка для предметных стекол).

Нагреватель используют в тех случаях, когда необходимо нагреть трубку с катализатором или нагреть вещество в трубке (например, при восстановлении меди из оксида меди (II) водородом, окисление оксида серы (IV) в оксид серы (VI), синтез аммиака и его окисление в оксиды азота).

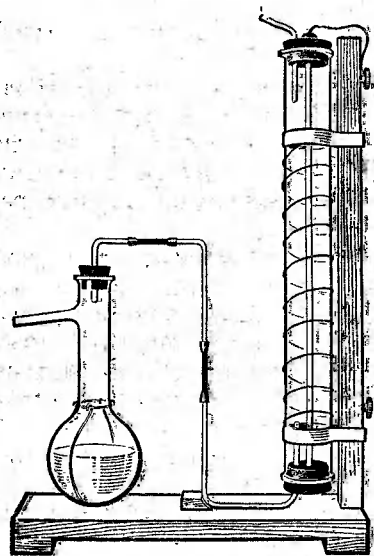


Рис. 10. Самодельный озонатор.

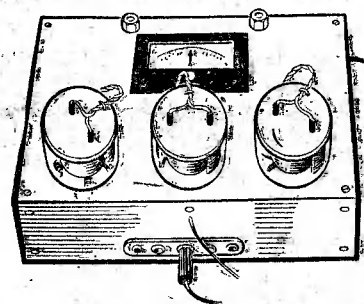


Рис. 11. Прибор для определения электропроводности раствора.

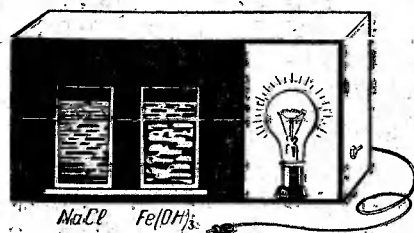


Рис. 12. Прибор для демонстрации эффекта Тиндалля.

Самодельный озонатор. Его конструкция понятна из рисунка 10. Работает озонатор от индукционной катушки. Нижний конец трубки озонатора соединяют газопроводными трубками с колбой Вюрца, которую также соединяют с аспиратором.

Если в колбу Вюрца налить немного иодокрахмального раствора и пропускать через него озон, который образовался в озонаторе, то с выделением свободного иода раствор посинеет.

Озонатор используют, например, при изучении явления аллотропии кислорода.

Прибор для определения проводимости раствора с помощью электроизмерительного прибора миллиамперметра. Для прибора готовят коробку из листового пластика, фанеры или прессованного картона (рис. 11). На передней вертикальной стенке закрепляют три тумблера либо переключатель на три положения. На панели прибора закрепляют миллиамперметр со шкалой не менее чем на 5 мА и три стаканчика для растворов электролитов. Стаканчики накрывают плексигласовыми крышками, в которые вставляют по два электрода из батарейки для карманного электрофонарика.

Прибор включают в сеть напряжением 220 в через трансформатор. Напряжение понижается до 3 в. Выпрямленный диодом (Д7А или Д7Ж) ток подается на соединенные между собой электроды. Остальные три электрода соединены с выключателями. Если включить один из трех выключателей, то напряжение пойдет через один из стаканчиков с электролитом на миллиамперметр.

По отклонению стрелки миллиамперметра определяют проводимость раствора.

Этим же прибором можно определить и концентрацию раствора. Для этого с помощью раствора, который имеет известную концентрацию, градуируют шкалу миллиамперметра. Градуировку шкалы следует делать для наиболее распространенных веществ, поскольку зависимость степени диссоциации от концентрации у разных веществ неодинакова.

Прибор для демонстрации явления Тиндалля. Это ящик из тонкой доски, разделенный перегородкой (рис. 12). В меньшей камере закреплена электрическая лампочка 220 в, 60 вт, а в большей — два стакана с растворами (коллоидным и истинным), которые хотят изучить. В перегородке просверливают отверстие 5 мм против нити накаливания электрической лампочки. Луч света проходит через отверстие и попадает на стаканы с растворами.

Таким образом, с помощью этого прибора можно легко отличить коллоидный раствор от истинного.

Прибор конструкции Дементьева (рис. 13). Прибор делают из U-образной трубки. На одном колене, несколько ниже его середины, делают сужение диаметром 5—6 мм. Вставляют подрезанную по краям пробку, высотой 4—5 мм, на которую помещают твердое вещество. В другое колено помещают раствор и закрывают пробкой с хлоркальциевой трубкой. Колено с твердым веществом закрывают пробкой с газоотводной трубкой, снабженной стеклянным крапом или зажимом. В таком приборе можно получать водород, сероводород, оксиды азота, аммиак и другие газы.

Прибор конструкции Бредихина (рис. 14). В склянку от антибиотиков вставляют маленькую пробирку с раствором. На дно флакона помещают твердый реагент. Вместо пробки вставляют стеклянную трубку, на конец которой надевают обрезок резиновой трубки, служащей пробкой. В верхний конец трубки помещают кусочки ваты, насыпают слой активированного угля высотой 4—5 см, в случае получения газов, реагирующих со щелочью, — гранулу едкого натра; в случае получения хлора — слегка увлажненные кристаллы гипосульфита. Это

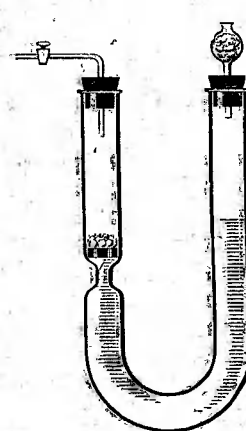


Рис. 13. Прибор для получения газов конструкции Дементьева.

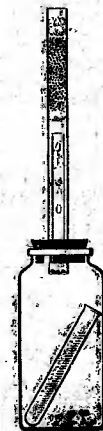


Рис. 14. Прибор для получения и испытания газов конструкции Бредихина.

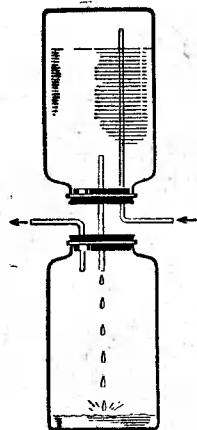


Рис. 15. Самодельный аспиратор.

фильтры для поглощения избыточного газа. В нижнюю часть трубки помещают полоску фильтровальной бумаги с нанесенными каплями реактивов и вставляют рыхлый комочек ваты, чтобы не выпала бумажка. Для приведения прибора в действие необходимо наклонить флакон, жидкость выльется из пробирки, и начнется реакция. Прибор в процессе работы не вскрывается, все изменения наблюдаются через стекло. Перезарядку приборов надо производить или в хорошо работающем вытяжном шкафу, или на воздухе. Прибор позволяет выполнять опыты с вредными газами без вытяжных шкафов.

Аспиратор. Простой по конструкции аспиратор можно изготовить из двух склянок (рис. 15) емкостью 500 мл, соединенных при помощи двух пробок и пропущенных сквозь них стеклянных трубок. Для аспиратора можно взять и полиэтиленовые банки (упаковка для моющих средств).

Электролизер для электролиза растворов. Электролизер изготовляют из стеклянной трубки (диаметром 7—8 мм), изогнутой под прямым углом (рис. 16). В электролизер заливают 2—2,5 мл электролита и опускают электроды, закрепленные в зажимах типа «крокодил». Зажимы укрепляют на шпильках с резьбой (можно использовать головки цанговых карандашей). Концы электродов опущены в раствор, а трубку укрепляют в зажиме Мора, в самом перегибе. Для укрепления зажима можно придумать различные конструкции. Электролизер снабжают комплектом разных электродов: графитовых, медных, железных. Для обнаружения газообразных продуктов используют различные индикаторные бумажки. В качестве источника тока используют аккумулятор или батарею КБСЛ-0,5.

Электролизер для электролиза расплавов Электролизер изготовляют из металлического наперстка (катод) и графитового стержня (анод). Веществом для электролиза служит хлорид свинца или хлорид олова. Электролизер работает от источника тока, состоящего из двух параллельно собранных батарей по две КБСЛ-0,5 или аккумулятора на 12 в.

Подвижные и стационарные модели. Для моделирования используют полистирол и органическое стекло (полиметилметакрилат). Они легко обрабатываются, легко окрашиваются. Удобным материалом служит пенопластовая упаковка (коробки от комплектов кислот, фотоаппаратов, транзисторных приемников и т. п.). Из этих материалов можно изготовить модели кристаллических решеток, структур атомов и молекул, π- и σ-связей, полувольных моделей заводских аппаратов и многое другое. Некоторые модели описаны в специальных пособиях [21, 53, 65, 90, 95, 100]. Учащиеся

могут изготовить много разных моделей и приспособлений.

Для проектирования опытов на экран используют оптическую скамью ФОС-115. Из двух прямоугольных кусков обыкновенного оконного стекла (120 × 80 мм) и куски резиновой полосы изготавливают кювету. Несколько резиновых заготовок вырезают в форме буквы П с шириной полосы 10 мм. На одно стекло, тщательно вымытое, наносят с трех сторон слой клея 88-Н. Таким же клеем смазывают полосу резины. После подсушки резину накладывают на стекло (сдвигать нельзя). Смазывают клеем следующую заготовку и вновь накладывают, доводят толщину стенок из резины до 20 мм. Смазывают последний слой и накладывают другой кусок стекла. Сверху придают грузом и оставляют на сутки. Затем зачищают наружные края и обклеивают полоской клеечки. В кювету наливают воду, ставят пробирки с демонстрируемыми веществами, устанавливают на стол прибор, между линзами конденсатора и объективов. Добиваются четкого изображения на экране.

Проекция на экран часто используется на уроках химии, но учащиеся испытывают некоторые затруднения в момент демонстраций, так как в темноте нельзя делать записи и зарисовки. В связи с этим полезно на каждом столе установить щелевые самодельные светильники, освещающие тетрадь ученика. Сделать их несложно, тем более что электроподводка обычно имеется на каждом ученическом столе. На боковом внутреннем бортике ученического стола укрепляют горизонтально потолочный патрон, в который ввертывается электрическая лампа типа «свеча» (15—20 вт). Сбоку стола устанавливают выключатель. Щелевой чехол на лампу изготавливают из отработанного баллона для аэрозоля.

В кабинете химии необходимы: 1) черные и белые матовые экраны, экраны с подсветкой, приспособления к теххимическим весам с крупной, хорошо видимой стрелкой и шкалой; 2) этажерки-наборы с комплектом реактивов на столы учащихся, демонстрационные штативы для крупных пробирок с подсветкой, чувствительные термоскопы с хорошо видимым столбиком цветной жидкости; 3) приборы для демонстрации электрохимического ряда напряжений металлов, электрохимической коррозии, ионного обмена, фотохимических реакций, электролитической диссоциации, движения ионов; 4) комплекты действующих моделей производства серной кислоты, аммиака, азотной кислоты, гидратации ацетилена и окисления ацетальдегида в уксусную кислоту, модели электрофильтра, электродегидрата, печи с кипящим слоем; 5) раздаточный материал по темам «Чистые вещества и смеси»; «Простые и сложные вещества»; «Металлы и сплавы»; «Применение металлов» и др.

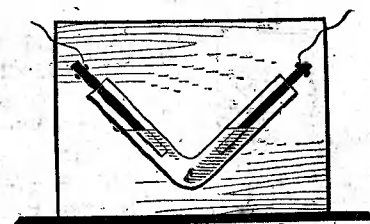


Рис. 16. Прибор для электролиза раствора.

Кружковцы могут внести свой вклад не только в оборудование химического кабинета, но и способствовать совершенствованию материалов, используемых в школьной практике. Например, учащиеся X класса школы № 47 Горького под руководством преподавателя Горьковского строительного института В. А. Войтовича изготовили непачкающий школьный мелок путем пропитки обычных мелков 2—3%-ной поливинилацетатной дисперсией, содержащей добавку тетраэтоксисилана (все компоненты смеси выпускает промышленность в достаточно широких масштабах). Пропитка в течение 1—2 сек приводит к образованию на поверхности мела пленки, предотвращающей распыление, без всякого нарушения его пишущих свойств. Учащиеся не только разработали состав, но и провели экономическое обоснование внедрения этой операции в промышленность. Для пропитки оказалась пригодной также полибутиаденистирольная дисперсия, известная под названием дивинилстирольного латекса (СКС-65/ГП).

Для покрытия школьной доски те же авторы разработали краску, содержащую 50%-ную поливинилацетатную дисперсию (50%), этилсиликат—32 (10%), маршалит (20%), пигмент зеленый (20%), этилцеллюлозу (0,5%), фосфорную кислоту 20%-ную (1,8%). Пленка краски на поверхности фанеры обладает хорошей рассеивающей способностью, и на ней не скользит мел. Некоторые компоненты [например, маршалит, оксид кремния (IV)] можно заменить на другие, сходные по свойствам материалы. Состав готовят путем простого смешивания компонентов до образования однородной массы. Каждый компонент вводят после полного размешивания предыдущего и в порядке расположения в рецепте. Фосфорную кислоту вводят малыми дозами, иначе происходит быстрое загустевание смеси. Краску разбавляют водой до желаемой консистенции. На поверхность она наносится кистью в два слоя. Полное высыхание происходит в течение двух дней, после чего доска готова к употреблению.

В школе часто возникает потребность в краске для надписей на переплетах, например при выпуске школьных журналов или ремонте книг школьной библиотеки. Состав разработан теми же авторами. Он содержит 50% поливинилацетатной дисперсии и 50% смеси: этилсиликат (3%), оксид титана (IV) (26%), дистиллированная вода (70%), неионогенное поверхностно-активное вещество ОП-7 (0,2%). Состав готовят путем простого смешивания в течение 15—20 мин.

В заключение этого раздела отметим, что во многих школах деятельность учащихся в оснащении химического кабинета, совершенствовании техники демонстрационного эксперимента и подготовки раздаточного материала для лабораторных работ оказалась в центре всей внеклассной работы по химии и в большей мере способствовала созданию дружного целеустремленного коллектива юных химиков.

Первые общества по учебным предметам учащихся в средней школе появились сравнительно давно, и среди них химические общества стали едва ли не наиболее популярными. Еще в 1944 г. было создано общество учащихся «Юный химик» им. Н. Д. Зелинского в 110-й школе Москвы. Опыт его работы отражен в статье организатора общества Л. И. Розиной [57]. Примерно к этому же времени относится образование химического общества учащихся в ленинградской школе № 123, руководимого заслуженным учителем школы РСФСР К. Г. Колосовой [34]. С большим успехом функционирует химическое общество учащихся в школе № 92 Челябинска под руководством заслуженного учителя школы РСФСР Ю. Г. Цитцера [92, 93]. Ценный опыт в этом направлении накоплен учителями химии Т. Б. Цвырко (Москва), А. Н. Фаломкиной (Новосибирск), Т. М. Пичугиной (Казань), Д. И. Елховой (Волгоград), Л. Ф. Степановой (Калининград), Е. А. Марголиной (Одесса), А. И. Поповым (Каскеленский район Алма-Атинской области). Интересные сведения о работе школьного химического общества содержатся в книге заслуженного учителя УССР Л. Е. Сомина [66]. В ряде случаев деятельность обществ учащихся не ограничивается рамками одного предмета и одной школы. Так, на протяжении нескольких лет в Горьком и в Челябинске работают городские научные общества учащихся, которые собираются на ежегодные сессии, выпускают печатные труды. В этих обществах химические секции составляют активнейшую часть. В основу настоящего раздела книги мы положили опыт этих химических обществ и секций, представленный в форме отчетов секций «Юный химик» Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева в ходе всесоюзных смотров коллективов юных химиков (1969 и 1972 гг.).

Школьное химическое общество учащихся — это более высокая по сравнению с химическим кружком организационная форма внеклассной работы, и для его создания должны быть предпосылки. К ним относится наличие в школе в течение ряда лет успешно работающего химического кружка или кружков по отдельным химическим направлениям или достаточно большой группы учащихся старших классов с определившимся интересом к химической науке. Именно такие учащиеся, составляя ученический актив, могут впоследствии стать ядром, вокруг которого образуется химическое общество. По-видимому, нет надобности ограничивать численный

состав химического общества: оно может быть и весьма многочисленным, иметь в своем составе различные секции и кружки. Но в небольшой школе общество может состоять из отдельных членов, если разнообразие их работы, интересов (неорганическая и органическая химия, синтез и анализ, техническое конструирование, работа лаборантов, лекционная пропаганда химических знаний среди младших школьников или населения и т. д.) не укладывается в рамки работы одного кружка. Чаще всего общество вырастает из химических кружков, когда интересы учащихся приобретают более разносторонний характер и не могут быть удовлетворены в прежних организационных формах. Общество позволяет объединить в коллектив учащихся, интересующихся различными отраслями химии и смежных с нею наук, желающих заниматься самыми разнообразными видами деятельности, увлекающихся техникой и даже имеющих художественные наклонности.

При организации и определении содержания работы химического общества учащихся особое значение имеют следующие принципы: активность и самостоятельность учащихся по организационным вопросам, общественно-полезная направленность деятельности общества, сочетание добровольности участия в работе общества и в выборе учащимися отдельных видов работы с обязательностью выполнения заданий, тесная связь индивидуальной и коллективной работы учащихся. В задачу общества входит планомерное развитие у учащихся научных интересов, возбуждение творческой инициативы как отдельных учащихся, так и всего коллектива в целом. Для успешной работы общества большое значение имеют его организационные формы. Эти формы были успешно найдены в ряде школ, на опыте которых мы основываем приводимые ниже рекомендации.

Созданию общества предшествует образование оргкомитета из учащихся старших классов, который вместе с учителем химии и в контакте с комитетом ВЛКСМ школы разрабатывает устав и намечает перспективный план работы общества на достаточно длительный период. Оргкомитет проводит информационную работу среди учащихся с целью выявления желающих стать членами общества. В этом ему помогает учитель (в беседах, проводимых на уроке или во внеурочное время). Устав общества окончательно принимается на первом его собрании, которое необходимо провести в торжественной обстановке, приурочив к какой-либо знаменательной дате «Химического календаря» или к другому событию в жизни школы (например, научно-практической конференции, декаде химии и т. п.). Организационное собрание общества — важный момент в начале его деятельности, поэтому его программу и сценарий необходимо тщательно продумать. Ниже приводится примерный устав школьного химического общества.

Примерный устав школьного химического общества

Общие положения

1. Школьное химическое общество — добровольная ученическая организация, целью которой является углубленное изучение химии и распространение химических знаний.
2. Члены школьного химического общества являются членами секции «Юный химик» Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева, им вручаются членские билеты секции и значки установленного образца.

Задачи общества

Основными задачами школьного химического общества являются:

1. Формирование у его членов научного мировоззрения, воспитание у них качеств, необходимых для участия в созидательном труде советского народа. Члены общества стремятся связать свою работу с решением общественно-полезных задач.
2. Углубление теоретических знаний по отдельным разделам курса химии, овладение навыками самостоятельной работы с литературой, ознакомление с достижениями и актуальными проблемами современной химической науки.
3. Овладение навыками работы в химической лаборатории.
4. Вовлечение учащихся старших классов в работу исследовательского характера, ознакомление их с методами и приемами научного исследования, выработка необходимых для этого качеств: настойчивости в работе, точности, аккуратности, наблюдательности, дисциплины.
5. Участие в оборудовании химического кабинета школы (конструирование приборов, изготовление наглядных пособий по химии), помощь в постановке демонстрационных экспериментов на уроках и внеклассных занятиях.

Состав общества

1. Членом общества может быть любой учащийся VII—X классов, признающий устав общества и выполняющий его требования.
2. Вступающие в общество подают заявление председателю общества и рекомендации двух его членов.
3. Со дня подачи заявления учащийся считается кандидатом в члены общества с правом участия во всех его мероприятиях, кроме права избирать и быть избранным в органы управления обществом.
4. Окончательное вступление в члены общества производится на очередном общем собрании. При этом поручители выступают с сообщением о работе, проделанной кандидатом за время испытан-

тельного срока, может быть также заслушано сообщение самого кандидата о его работе.

5. Зачисление производится большинством голосов путем открытого голосования.

6. Принятым в общество учащимся вручаются удостоверения (членские билеты) и значок «Юный химик».

7. Исключение из членов общества производится общим собранием в случае совершения проступков, недостойных звания члена общества, или грубых нарушений его устава.

8. Члены общества могут в любое время выбыть из его состава по собственному желанию, о чем подают соответствующее заявление.

Права и обязанности членов общества

Члены общества пользуются следующими правами:

1. Правом решающего голоса на всех собраниях общества или его секций.

2. Правом избирать и быть избранным во все органы его управления.

3. Правом пользования рабочим местом, посудой и реактивами в химической лаборатории и библиотекой общества.

4. Участие в работе общества отмечается в характеристике выпускников средней школы.

5. За особые заслуги, активное участие в работе общества по окончании школы отдельным его членам присваивается звание почетного члена школьного химического общества. Фотография и краткие сведения о почетных членах общества заносятся в его летопись (или помещаются на специальном стенде).

Член общества обязан:

1. Вести активную работу в обществе, выполнять его задания и поручения.

2. Успевать по всем предметам и учиться по химии на «4» и «5».

3. Неукоснительно соблюдать правила техники безопасности при работе в химической лаборатории и требовать того же от товарищей.

4. Принимать активное участие в общественной жизни класса и школы.

5. Оказывать помощь отстающим по химии.

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ОБЩЕСТВА

1. Руководящим органом школьного химического общества является общее собрание его членов. Деятельность общества между собраниями возглавляет его совет (правление).

2. Совет общества в количестве от 5 до 15 человек избирается общим собранием сроком на один год. Собрание избирает также председателя общества и его ученого секретаря.

3. В составе общества организуются следующие секции (селедуют их перечисление, например: секция общей химии, секция неорганического синтеза, секция гео- и аналитической химии, секция органической химии, секция моделирования и приборостроения, лекторская группа, шефская группа, группа оформителей, редколлегия и т. д.).

4. Руководители (старосты) групп и секций входят в состав совета общества.

5. Общее собрание проводится не реже одного раза в учебную четверть. Правление собирается не реже одного раза в месяц.

6. План работы общества составляется сроком на год; принимается собранием и утверждается директором школы.

7. Школьное химическое общество, являясь первичной организацией секции «Юный химик» Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева, поддерживает постоянную связь с местным правлением Менделеевского общества.

Естественно, что приведенный нами примерный устав допускает различные видоизменения, и следует, как и вообще во всех организационных вопросах, предоставлять учащимся возможно больше самостоятельности. При этом необходимо учитывать особенности подросткового возраста, стремление учащихся к такой самостоятельности, склонность к интересному ритуалу и т. п. Общество может называться (по желанию его членов) как-нибудь иначе, например клубом юных химиков или обществом «Менделеевцев», «Гелий», «Кристалл» и т. д., может иметь свою эмблему, свои значки, свой девиз, обряды посвящения в члены и т. д. Серьезной работе членов общества над своим химическим образованием не могут помешать и элементы игры.

Действенным педагогическим приемом является воспитание подростков на чьем-либо примере. В связи с этим можно предложить учащимся присвоить школьному химическому обществу имя одного из выдающихся ученых-химиков. Это могут быть и великие ученые прошлого и наши современники. В последнем случае следует попытаться установить связи с ученым или его учениками.

Разумеется, деятельность общества не ограничивается одним учебным годом. В течение сентября составляется план работы на год, проводится перерегистрация членов общества и запись вновь в него вступающих. Между учащимися распределяют отдельные участки работы. Не позднее начала октября проводится первое собрание общества (можно по заранее разработанному сценарию). Оно открывается докладом одного из учащихся. Можно пригласить для чтения лекции специалиста-химика. Собрание утверждает план работы общества, избирает руководящие органы, редколлекцию и т. д.

Совет общества следит за соблюдением его устава, утверждает подробные календарные планы мероприятий, руководит выпуском стенгазет и сборников, организует школьные химические вечера,

научно-практические конференции, выставки работ членов общества, организует работу библиотеки общества, посещение общегородских лекций, проводит химическую олимпиаду, конкурсы, осуществляет связи с юными химиками других школ и с секцией «Юный химик» местного правления Менделеевского общества или с городским научным обществом учащихся, если такое имеется.

Содержание работы школьного химического общества во многом определяется интересами учащихся, производственным и научным окружением, материальными возможностями школы, наконец, важную роль играют интересы и наклонности самого учителя химии.

Здесь нет возможности подробно останавливаться на работе каждой из возможных секций химического общества. Подчеркнем лишь некоторые особенности, которые появляются, когда эти секции объединены и координируют свою деятельность в рамках общества.

Прежде всего, появляется возможность занять внеклассной работой по единому плану большое количество учащихся, распределив между ними небольшие конкретные участки работы. Например, секция конструирования и приборостроения разрабатывает и изготавливает действующую модель какой-либо промышленной установки. Учащиеся другой секции подбирают материалы (образцы сырья, продукции и др.) по этому виду промышленного производства.

Экскурсионно-краеведческая группа собирает сведения по соответствующей отрасли промышленности в области или республике, по сырью, рудам и т. д. Другая группа готовит демонстрационный экспонат, поясняющий существо реакций, протекающих в промышленной установке. Усилия всех этих групп координируются во времени.

К определенному сроку, предусмотренному планом, оказываются полностью подготовленными материалы для проведения заседания общества (конференции, вечера). Важно, что такая работа объединяет учащихся с различными интересами и из разных классов, поскольку сложность задания можно широко варьировать, в зависимости от степени подготовленности учащихся.

Все участники чувствуют себя членами одного большого коллектива, у них развивается чувство ответственности за порученное дело.

В то же время дробление работы по подготовке крупного школьного мероприятия на небольшие индивидуальные задания позволяет избежать перегрузки учащихся внеклассной работой, а планомерный в масштабе всей школы характер этой работы исключает совпадение многих мероприятий, относящихся к внеклассной работе по другим предметам. Именно в рамках научного общества учащихся принцип планомерности внеклассной работы по химии реализуется наиболее полно.

Вот как начинается обычно работа учащегося в химическом обществе школы № 66 Харькова [97]. Учащийся, желающий вступить в общество, получает определенную тему и примерный список литературы по теме. Ознакомившись с литературой, он составляет реферат, отбирает схемы, таблицы, рисунки, выписывает методики относящихся к теме опытов. После исправления учителем ошибок и внесения дополнений учащийся приступает к экспериментальной работе. Накануне занятия секции учащийся подает учителю заявку, где указывает, какие приборы, реактивы, посуда ему понадобятся для практической работы. За каждым членом общества закрепляется постоянное место в лаборатории, на котором ему подготавливается все необходимое для данной работы. В тетради учащийся ведет записи наблюдений и выводы. Учитель оказывает помощь при проведении эксперимента только в затруднительных случаях, когда наблюдается неожиданный результат или по ходу опыта приходится видоизменять его методику. За три-четыре занятия учащийся выполняет экспериментальную часть и делает необходимые выводы. Окончательно оформленная работа готовится к защите на заседании общества.

Всякая работа творческого характера, выполненная членами химического общества, должна быть обсуждена на расширенном его заседании. Для того чтобы обсуждение работы было достаточно содержательным, к защите готовится не только ее автор, но и два специально назначенных оппонента. Это могут быть одноклассники или учащиеся старших классов, а в некоторых случаях и специалисты или студенты вузов — выпускники школы, поддерживающие с ней связь и после окончания. Защита проводится в торжественной обстановке, на нее приглашаются все члены общества, учителя, выпускники, родители. По результатам защиты учащемуся присваивается звание члена школьного химического общества, вручается членский билет и значок юного химика. В членском билете и в специальной учетной карточке записывают дату защиты, тему, основные результаты работы. Если учащийся выполнил три работы такого типа, он может просить разрешения работать над темой повышенной трудности. После защиты такой темы члену общества присваивают звание магистра химических наук. Процедура защиты таких работ проходит только один раз в год, в определенный день, известный всей школе.

Школьное химическое общество должно иметь свои традиции, у него могут быть свои праздничные дни, к которым готовятся заранее. Это может быть дата основания общества, день рождения Д. И. Менделеева или другого ученого, имя которого носит общество, и т. п. Этот день отмечают юбилейным вечером, общешкольным научно-практической конференцией, к нему можно приурочить день химии.

Помимо экспериментально-исследовательских работ, члены общества могут проводить общественно полезную работу главным образом по двум направлениям: это работа по оборудованию хи-

мического кабинета школы и пропаганда химических знаний среди учащихся. Лекционную работу организует специальная лекторская группа. В школе № 92 Челябинска руководитель лекторской группы — ученик IX класса распределяет среди членов общества темы бесед и лекций по заявкам своей школы и других школ. Лекции и беседы проводят для различных по возрасту учащихся. Для младших школьников раз в неделю проводят, например, такие беседы: «Почему моет мыло», «Как человек научился делать зеркало» и др. Беседы сопровождаются фильмами, опытами. В V—X классах читают лекции на темы «Химия и космонавтика», «Из чего состоят лунные камни», «Химия и медицина», «Химия и биология» и др.

Каждый член общества за учебный год готовит по одной-две лекции. После лекции учащийся (лектор) приносит отзыв о прочитанной лекции и сведения о заданных вопросах, количестве слушателей и др. Беседы и лекции у учащихся пользуются большой популярностью. Нельзя не отметить несомненную пользу, которую приносят самому учащемуся подготовка и чтение лекций. Это способствует изучению литературы, развитию речи, выработке умения хорошо излагать свои мысли, навыка выступления перед аудиторией. В подготовке к лекциям, беседам и докладам большую помощь оказывают рефераты, которые учащиеся пишут по предложенным темам.

Важной задачей общества является работа по профессиональной ориентации его членов. В средней школе № 66 Харькова стали традицией ежегодные встречи с выпускниками школы, избравшими своей профессией химию. В течение многих лет в первую субботу февраля собирается в школе большая семья химиков.

Приходят студенты и инженеры, лаборанты и операторы химических производств, техники и учителя. Гости рассказывают о своей специальности, об особенностях работы в различных отраслях химической промышленности на тех или иных предприятиях. Школьное химическое общество следит за успехами своих выпускников, работающих в городе, и поддерживает переписку с теми, кто работает в других местах страны. Тем, кто недавно окончил школу и избрал своей профессией химию, высылается анкета выпускника и приглашение на очередную встречу. Анкета содержит вопросы о характере избранной выпускником школы специальности, а также вопросы, касающиеся обучения химии и смежным предметам в школе (каких знаний недостает выпускнику школы, какие разделы курса требуют большего внимания и т. п.). В школе имеется большой стенд «Они избрали своей профессией химию», где помещены фотографии и выдержки из ответов на вопросы анкеты.

«Химический огонек» — так называют вечера-встречи с участием инженеров, ученых-химиков, рабочих химических производств во многих школах Одессы, где они также стали традицион-

ными. Принципиальность обстановки, искренность и теплота привлекают учащихся к подобным вечерам. Впечатления сохраняются надолго, и рассказы о профессии часто помогают найти свой путь в жизни.

БИБЛИОТЕЧНАЯ И РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБЩЕСТВА

При школьном химическом обществе учащихся полезно организовать библиотеку. Она составляется из школьных книг, а также книг и журналов, принесенных учащимися. Можно организовать коллективную подписку общества на некоторые научно-популярные журналы: «Химия и жизнь», «Наука и жизнь», «Природа», «Юный техник», «Знание — сила», «Техника — молодежи» и др.

По инициативе совета школьного химического общества в школе организуется передвижка книг районной библиотеки. Хорошим пополнением библиотеки являются рефераты учащихся на различные темы.

Библиотека химического общества учащихся 92-й школы Челябинска насчитывает в настоящее время более 2000 таких рефератов.

Всю работу в библиотеке этого школьного общества ведет библиотечный сектор. Председатель сектора входит в состав совета школьного химического общества. Члены сектора и его актив проводят обмен книг районной библиотеки, следят за состоянием книг на полках, вывешивают списки рекомендуемой литературы по отдельным темам, организуют выписку книжных новинок, заботятся о пополнении библиотеки. Члены библиотечного сектора выпускают также бюллетени «Новости химии».

В школе № 140 Москвы интересно поставлена работа по сбору материалов для стенда «Новости химии». Чтобы заинтересовать школьников чтением дополнительной литературы, газет и журналов, в одной из бесед об успехах химии учитель химии Т. Е. Цырко предложила учащимся собирать вырезки из газет и журналов, делать выписки о новом в химии из прочитанных книг в специальную тетрадку. Тематика работы дифференцирована в соответствии с действующими программами VIII—X классов. Члены библиотечного сектора, ответственные за стенд «Новости химии», собирают наиболее интересный материал и систематически помещают его на стенде. Так постепенно накапливается интересный материал, подобранный по темам, из которого можно сделать журнал-подписку. Эти журналы также находятся в библиотеке, и учащиеся используют их при подготовке различных докладов и сообщений. Библиотечному сектору можно поручить также организацию читательских конференций.

Практика показывает, что школьным химическим обществам под силу и редакционно-издательская работа. Во многих

школах выпускают газеты, бюллетени, реже — рукописные журналы.

Так, например, школьное химическое общество 92-й школы [92, 93] Челябинска на протяжении многих лет выпускает машинописный журнал «Лаборант», в котором печатаются интересные материалы о новом в химии, статьи учащихся о школьной жизни, рассказы, кроссворды и шутки на химические темы. Почти в каждом номере публикуются беседы с интересными людьми.

Стенные газеты, выпускаемые обществом, могут иметь тематический характер. Выпуск их приурочивается ко времени изучения той или иной темы школьного курса или посвящается юбилейным датам «химического календаря», отдельным интересным проблемам, например охране окружающей среды, роли удобрений в сельском хозяйстве, искусственной пище и т. п. Тематический план выпуска газет составляют на год с указанием сроков их выпуска. Целесообразно выпуск газет поручить отдельным классам или секциям общества. Газета может иметь и другой характер — выпускается по мере накопления интересного материала и отражает события, происходящие в данный момент в школе. Вот, например, содержание первой в учебном году стенной химической газеты в школе № 66 Харькова (1972). Сентябрьский номер газеты был выпущен после первого заседания членов школьного химического общества им. Д. И. Менделеева. В ней был представлен новый состав совета общества, кратко охарактеризована деятельность этих учащихся в предыдущем году, указано распределение их обязанностей в совете. Тут же были помещены шуточные предостережения, дружеские шаржи, пожелания членам совета. В этой же газете читателей познакомили с планом работы общества на текущий учебный год, а также был предложен членам общества ряд тем для литературной и экспериментальной работы, над которыми желающие могли бы поработать.

Под рубрикой «Говорят наши выпускники» опубликована заметка бывшей выпускницы школы, поступившей год назад учиться на химический факультет Харьковского политехнического института, которая поделилась с читателями своими впечатлениями о конкурсных экзаменах. В газете сообщалось о выпускниках школы, поступивших в вузы и техникумы с химическим профилем, на химические предприятия города и в химические лаборатории. Рубрика «Говорят наши выпускники» постоянна. Часто рядом со статьей или интервью помещается фотография автора у рабочего места. Этот раздел пользуется большой популярностью. Читатели узнают своих знакомых, спрашивают адрес, переписываются с ними.

Из следующего номера газеты читатели могут узнать о том, кто из членов общества над какой темой работает, кто из старшеклассников будет рецензировать работы новичков, кто будет руководить работами старшеклассников. В этой же газете отчет об экскурсии на силикатный завод, о замечательном мастере-силикат-

чике, отце одного из учеников школы. Заметка оформлена фотографиями, приведено много интересных цифр.

В газете имеется также рубрика «Для наших юных друзей, догадливых и любознательных». Под такой рубрикой в газете помещаются рекомендации для выполнения несложных химических экспериментов в домашних условиях. Здесь же помещаются рассказы-загадки, вопросы викторины.

В последующих номерах читателям сообщают, кто из учащихся и как ответил на вопросы. Редколлегия поздравляет тех, кто нашел наиболее правильный или наиболее остроумный ответ.

Особо следует остановиться на участии газеты в школьной олимпиаде, которая проводится в два тура. В ноябре в газете печатают тексты задач первого заочного тура химической олимпиады для учащихся VII—X и для IV—VI классов (вопросы для этих учащихся рассчитаны на сообразительность, наблюдательность, эрудицию). В заочном туре участвуют все желающие. Ответы на вопросы подаются в письменном виде.

В дни заочной олимпиады в школе работает жюри из числа членов общества — учащихся IX—X классов, под председательством учителя химии. Члены жюри проверяют и оценивают работы учащихся. Учитель просматривает уже проверенные работы. Лучшие ответы, оригинальные и остроумные решения публикуются на страницах газеты (газета в этот период выпускается не реже одного раза в неделю). Через две недели, после того как все учащиеся ознакомятся с правильными решениями, подводят итоги олимпиады и в газете называют фамилии победителей, тех, кто прошел на второй (очный) тур школьной олимпиады. А школьникам IV—VI классов, победителям заочной олимпиады, на очередной школьной линейке вручают призы и памятные подарки. Об этом тоже дается репортаж в школьной газете.

В последующих номерах газеты называют победителей второго тура школьной химической олимпиады и публикуются оригинальные решения задач.

В февральских номерах газеты отражается ход подготовки к декаде химической науки в школе, которая будет проводиться в марте, дается старт состязанию десятиклассников в школьном клубе веселых и находчивых, называются фамилии учащихся, работы которых будут представлены на городской конференции учащихся школ.

Широкая гласность деятельности общества, обеспечиваемая стенной газетой, повышает ответственность членов общества за выполнение порученного дела.

За учебный год выпускается 15—17 номеров газет. Номера готовят сменные редколлегии из трех членов общества.

При подведении итогов работы общества за год в школе организуется выставка ученических работ: отчетов, моделей, макетов, кристаллов. Вывешиваются для оценки и все номера газет. Жюри выставки определяет лучшие работы и лучшие номера газет. По-

бедители получают грамоты, книги. Многим в личные дела заносится благодарности.

Таким образом, школьное химическое общество, используя различные формы работы с учащимися, прививает и поддерживает их устойчивый интерес к химии. Многие члены общества являлись неоднократными победителями школьных, городских и областных химических олимпиад, некоторые из них занимали призовые места на республиканских и всесоюзных олимпиадах по химии.

Работа в обществе расширяет кругозор учащихся, позволяет испытать свои силы в различных видах работы и тем самым облегчает сознательный выбор будущей профессии.

Многие выпускники — члены школьного химического общества — успешно продолжают учебу на химических факультетах вузов. Работа в обществе способствует и росту организационных навыков юных химиков, вырабатывает качества, которые помогут им в практической деятельности независимо от того, станут ли они химиками или изберут другую профессию.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Агрономов А. Е., Шабаров Ю. С. Лабораторные работы в органическом практикуме. М., «Химия», 1974.
2. Азимов А. Вид с высоты. М., «Мир», 1965.
3. Алъянский Ю. Л. Магнети́ческий кристалл профессора Качалова. Лениздат, 1966.
4. Ахрем А. А., Кузнецова А. М. Тонкослойная хроматография. М., «Наука», 1964.
5. Байкова В. М. Химия после уроков. В помощь школе. Петрозаводск, изд. «Карелия», 1974.
6. Байкова В. М., Шульгин В. Н. Применение химического анализа для определения минералов. — «Химия в школе», 1966, № 2, с. 71.
7. Бани Ч. Кристаллы, их роль в природе и технике. М., «Мир», 1970.
8. Баталин А. Х., Олифсон Л. Е. Занимательные опыты по химии. Челябинское книжное издательство, 1970.
9. Бахтатов Р. Властелин «Окси-мира». М., «Детская литература», 1965.
10. Березин И. В., Клесов А. А. Ферменты — химические катализаторы. М., «Знание», 1971.
11. Бернал Д. Возникновение жизни. М., «Мир», 1969.
12. Богданов Р. В. От молекулы к кристаллу. Л., «Химия», 1972.
13. Борисов И. Н. Внеклассные занятия по химии в советской школе. — «Химия в школе», 1967, № 5, с. 86.
14. Васин М. Два шага до чуда. Л., «Детская литература», 1966.
15. Верховский В. Н., Смирнов А. Д. Техника химического эксперимента. Пособие для учителей. Т. 1. Изд. 7-е. М., «Просвещение», 1973.
16. Верховский В. Н. Техника и методика химического эксперимента в школе. Т. 2. М., Учпедгиз, 1960.
17. Власов Л. Г. и Трифонов Д. Н. Занимательно о химии. Изд. 2-е. М., «Молодая гвардия», 1968.
18. Воскресенский П. И. Химия — помощница юного геолога. М., «Просвещение», 1966.
19. Воскресенский П. И., Неймарк А. М. Основы химического анализа. Изд. 2-е. М., «Просвещение», 1972.
20. Гаврусейко Н. П., Дебалтовская В. И. Химические викторины. Минск, «Народная асвета», 1972.
21. Грабешкин А. А., Назарова Т. С. Кабинет химии. Пособие для учителей. М., «Просвещение», 1974.
22. Грин Д., Гольдбергтер Д. Молекулярные аспекты жизни. М., «Мир», 1968.
23. Гумилевский Л. И. Зинин. М., «Молодая гвардия», 1965.
24. Де Робертис Дж., Новинский В., Саэц Ф. Биология клетки. М., «Мир», 1973.
25. Дижур Б. Стекло́нная река. М., «Детская литература», 1967.
26. Егоркин В. Ф., Киришкин Д. М., Погодин В. С. Внеклассные практические занятия по химии. Изд. 3-е. М., «Просвещение», 1965 г.

27. Иванов П. П., Коробейникова Л. А. Вопросы химизации сельского хозяйства в школе. М., «Просвещение», 1965.
28. Иванова М. И., Кононова М. А. Химический демонстрационный эксперимент. М., «Высшая школа», 1969.
29. Ивченко Г. М., Кушманова О. Д. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. М., «Медицина», 1966.
30. Книга для чтения по неорганической химии. Пособие для учащихся. Сост. В. А. Крицман. Ч. I. М., «Просвещение», 1974. Ч. II. М., «Просвещение», 1975.
31. Книга для чтения по органической химии. Пособие для учащихся. Сост. П. Ф. Буцкус. М., «Просвещение», 1975.
32. Книга для чтения по химии. Ч. II. Сост. К. Я. Парменов, Л. М. Сморгонский, Л. А. Цветков. М., Учпедгиз, 1961.
33. Козлов П. В., Гольдфельд М. Г., Лисичкин Г. В., Ротина Е. С. Творчество школьников в системе внеклассной работы по химии. — «Журнал ВХО им. Д. И. Менделеева». Т. XX, 1975, № 5, с. 555.
34. Колосова К. Г. Школьное химическое общество. — «Химия в школе», 1966, № 1, с. 74.
35. Коробейникова Л. А. Викторина на тему «Применение химии в сельском хозяйстве». — «Химия в школе», 1973, № 3, с. 73.
36. Кретович В. Л. Основы биохимии растений. М., «Высшая школа», 1971.
37. Куликова Е. Л. Вечера занимательной химии. Минск, «Народная асвета», 1966.
38. Куликова Е. Л. Викторина «Химические элементы». — «Химия в школе», 1973, № 1, с. 74.
39. Лабораторный практикум по применению красителей. М., «Легкая индустрия», 1972.
40. Лазаренко Е. К. Курс минералогии. Изд. 2-е. М., «Высшая школа», 1971.
41. Леви А., Сикевич Ф. Структура и функции клетки. М., «Мир», 1971.
42. Лявганин Т. Опыты по хроматографии. — «Химия в школе», 1973, № 4, с. 70.
43. Мар Е. Воздух, которым мы дышим. М., «Детская литература», 1970.
44. Мар Е. Что из чего? М., Детгиз, 1968.
45. Материалы III Совещания по пропаганде химических знаний среди молодежи. Баку, 1973. М., «Знание», 1973.
46. Молекулы и клетки. М., «Мир», вып. 1, 1966; вып. 2, 1967; вып. 3, 1968; вып. 4, 1969; вып. 5, 1970.
47. Неорганическая химия. Энциклопедия школьника. Гл. ред. И. П. Алимарин. М., «Советская энциклопедия», 1975.
48. Николаски Л. Н. Лабораторный практикум по промежуточным продуктам и красителям. М., «Высшая школа», 1965.
49. Общий практикум по органической химии. Под ред. А. Н. Коста. М., «Мир», 1965.
50. Ольшанова К. М., Потапова М. А., Морозова Н. М. Практикум по хроматографическому анализу. М., «Высшая школа», 1970.
51. Опари А. И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие. М., «Наука», 1968.
52. Петрянов И. В. Самое необыкновенное вещество в мире. Библиотека детской энциклопедии. М., «Педагогика», 1975.
53. Полосин В. С., Кляхина Э. П., Ширин Л. К. Самодельные динамические пособия по химии. Пособие для учителей. М., «Просвещение», 1973.
54. Популярная библиотека химических элементов. М., «Наука», т. 1, «Водород — хром», 1971; т. 2, «Марганец — олово», 1972; т. 3, «Сурьма — висмут», 1973; т. 4, «Радиоактивные элементы», 1974.
55. Практикум по химии углеводов (моносахаридов). Под ред. чл.-кор. АН СССР Ю. А. Жданова. М., «Высшая школа», 1973.
56. Программы для внешкольных учреждений и общеобразовательных школ. Химические кружки. Изд. 2-е. М., «Просвещение», 1975.
57. Розина Л. И. Что может дать научное общество учащихся? М., «Народное образование», 1974, № 8, с. 88.
58. Ревко А. Я. Практикум по органической химии. Микрохимические реакции. М., «Высшая школа», 1971.
59. Рыжков В. Л. Структура жизни. М., «Знание», 1972.
60. Руководство к практическим занятиям по биологической химии. М., I ММИ, 1973.
61. Сененкова Н. И. Внеклассная работа по теме «Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева». — «Химия в школе», 1972, № 5, с. 79.
62. Семченкова Е. М. Михаил Семенович Цвет. М., «Наука», 1973.
63. Сиборог Г. Т., Валенс Э. Г. Элементы Вселенной. Изд. 2-е, испр. Пер. с англ. М., «Наука», 1966.
64. Соломон Д. Н. От кружка к обществу юных химиков. — «Химия в школе», 1970, № 3, с. 71.
65. Сомин Л. Е. Альбом самодельных электрифицированных приборов по химии. Киев, «Радянська школа», 1972.
66. Сомин Л. Е. Работа школьного общества любителей химии. М., «Просвещение», 1964.
67. Степанова О. С., Шиф М. Ю. Одесское областное общество юных химиков им. Д. И. Менделеева. — «Химия в школе», 1968, № 5, с. 80.
68. Структура и функция клетки (сборник). М., «Мир», 1966.
69. Судо М. М. Геология для всех (Основы геологии). М., «Знание», 1973.
70. Суровцева Р. П. Система внеурочной работы по химии. — «Химия в школе», 1965, № 5, с. 44.
71. Таубе П. Р., Руденко Е. И. От водорода до ...? Изд. 4-е. М., «Высшая школа», 1968.
72. Трифонов Д. Н. Радиоактивность вчера, сегодня, завтра. М., Атомиздат, 1966.
73. Ферсман А. Е. Воспоминание о камне. М., Изд-во АН СССР, 1960.
74. Ферсман А. Е. Занимательная минералогия. М., Изд-во АН СССР, 1959.
75. Ферсман А. Е. Занимательная геохимия. Л., «Детская литература», 1954.
76. Ферсман А. Е. Путешествие за камнем. Л., Детгиз, 1956.
77. Ферсман А. Е. Рассказы о самоцветах. Изд. 2-е. М., «Наука», 1974.
78. Фиалков Ю. Я. Девятый знак. М., «Детская литература», 1965.
79. Фиалков Ю. Я. Ядро — выстрел! М., «Детская литература», 1966.
80. Фиалков Ю. Я. В клетке № ... М., «Детская литература», 1969.
81. Филиппович Ю. Б. Хроматография и ее применение в химии. — «Химия в школе», 1965, № 1, с. 4.
82. Финкельштейн Д. Н. Природные и искусственные минералы. Пособие для учащихся. М., «Просвещение», 1966.
83. Хаггис Д., Мики Д. и др. Введение в молекулярную биологию. М., «Мир», 1967.
84. Ходаков Ю. В. Архитектура кристаллов. Пособие для учащихся. М., «Просвещение», 1970.
85. Ходаков Ю. В. Неорганическая химия. Пособие для учителей. Изд. 4-е. М., «Просвещение», 1972.
86. Ходаков Ю. В. Рассказ — задача по химии. М., Изд-во АПН РСФСР, 1965.
87. Храпкина М. Н. Практикум по органическому синтезу. М., «Химия», 1974.

88. Хроматография в тонких слоях. Под ред. Э. Шталя. М., «Мир», 1965.
89. Цветков Л. А. Эксперимент по органической химии. М., «Просвещение», 1973.
90. Цейтлин И. Е. Изготовление учебных пособий в школе. Справочная книга учителя. М., «Просвещение», 1969.
91. Цитович И. К., Чиликина Ю. С. Использование ионных препаратов в целях. — «Химия в школе», 1969, № 3, с. 75.
92. Цитцер Ю. Г. Наше химическое общество. — «Химия в школе», 1970, № 4, с. 85.
93. Цитцер Ю. Е. Общество юных любителей химии. — «Химия в школе», 1965, № 6, с. 57.
94. Чертков И. Н. Изучение строения и свойств органических соединений. М., «Просвещение», 1972.
95. Чертков И. Н., Черняк И. А. Самодельные демонстрационные приборы по химии. М., «Просвещение», 1968.
96. Черток М. Ю. Повесть о глине. М., «Наука», 1968.
97. Чистякова Н. И. Из опыта работы школьного химического общества. М., «Знание», 1971.
98. Шумков О. А. Живая вода. М., «Молодая гвардия», 1974.
99. Эволюционная биохимия (сборник). М., «Знание», 1973.
100. Эпштейн Д. А. Наглядные пособия по химическим производствам. Пособие для учителей. Изд. 2-е. М., «Просвещение», 1965.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие—Акад. С. И. Вольфович	3
Внеклассная работа по химии и ее место в учебно-воспитательном процессе — М. Г. Гольдфельд	5
Химические кружки в школе	15
Кружки юных химиков — Б. С. Клейнер	—
Кружок первого года обучения (Кружок юных лаборантов-химиков) — Б. С. Клейнер	23
Кружок аналитической химии с элементами минералогии — А. М. Неймарк, С. Я. Баев	28
Кружок органической химии — Э. Е. Нифантьев, И. Л. Дмитриева, Р. К. Магдеева, М. А. Харшан	51
Элементы хроматографии на кружковых занятиях в школе — М. К. Верзиллина, О. С. Котлярова, Н. К. Овчинникова, Э. Е. Нифантьев	75
Биохимические кружки в школе — Д. Д. Свиридов, К. Л. Гладили	91
Особенности внеклассной работы по химии в сельской школе — В. Л. Ершов, И. Ф. Раздымалин	107
Ученическое исследование на внеклассных занятиях по химии — М. Г. Гольдфельд, Г. В. Лисичкин	129
Массовая внеклассная работа по химии — К. Г. Колосова, Л. Е. Солин	139
Организация в школе дней, недель, декад химии	141
Химические вечера	143
Читательские и научно-практические конференции учащихся по химии	154
Краеведческая работа и школьные химические музеи	160
Участие юных химиков в оборудовании химического кабинета — Ю. Г. Цитцер	167
Школьное химическое общество — Е. С. Ротина, Н. И. Чистякова	175
Литература	187

Составитель

Михаил Георгиевич

Гольдфельд

**ВНЕКЛАССНАЯ РАБОТА
ПО ХИМИИ**

Редактор Т. В. Александрова

Художники Ю. В. Сайчук, Л. Н. Сивков

Художественный редактор В. М. Прокофьев

Технический редактор И. В. Квасницкая

Корректоры А. А. Рукоосуева, Т. А. Кузнецова

Сдано в набор 16/IV 1976 г. Подписано к печати
14/IX 1976 г. 60×90^{1/16}. Бумага типогр. № 2. Печ.
л. 12. Уч.-изд. л. 12,97. Тираж 71 тыс. экз.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство
«Просвещение» Государственного комитета Совета
Министров РСФСР по делам издательств, полигра-
фии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд
Марьиной рощи, 41.

Отпечатано с матриц Саратовского ордена Тру-
дового Красного Знамени полиграфкомбината на
Калининском ордена Трудового Красного Знамени
полиграфкомбинате детской литературы им. 50-ле-
тия СССР Росглавполиграфпрома Госкомиздата
Совета Министров РСФСР. Калинин, проспект
50-летия Октября, 46. Заказ 440.

Цена 45 коп.