



Библиотека учителя химии

С. В. Дьякович

# МЕТОДИКА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ХИМИИ



**Библиотека учителя химии**

---

**С. В. Дьякович**

**МЕТОДИКА  
ФАКУЛЬТАТИВНЫХ  
ЗАНЯТИЙ ПО ХИМИИ**

Пособие для учителя

*Рекомендовано  
Главным управлением школ  
Министерства просвещения СССР*

МОСКВА «ПРОСВЕЩЕНИЕ» 1985

ББК 74.265.7  
Д93

Рецензенты: А. М. Пеймяки, кандидат пед. наук,  
Ю. Н. Ремизов, учитель химии школы № 32 Москвы

Дьякович С. В.  
Д93 Методика факультативных занятий по химии: Пособие для  
учителя.— М.: Просвещение, 1985.— 175 с., ил.— (Б-ка учителя  
для химии).

В пособии рассматриваются цели, задачи и принципы факультативного обучения  
химии, методы, формы и средства обучения учащихся при изучении факультатив-  
ных курсов химии, показаны особенности методики преподавания отдельных хими-  
ческих факультативов.

Д  $\frac{4306010000-751}{103(03)-85}$  Свод. пл. подписных изд. 1985 г.

ББК 74.265.7

54

## ВВЕДЕНИЕ

Коммунистическая партия Советского Союза проявляет постоянную заботу о совершенствовании и дальнейшем развитии народного образования. В решениях XXVI съезда партии и июньского (1983 г.) Пленума ЦК КПСС поставлены задачи повышения качества обучения, трудового и нравственного воспитания в школе, укрепления связи обучения с жизнью, улучшения подготовки школьников к общественно полезному труду. В соответствии с программными установками съезда и июньского Пленума ЦК КПСС разработаны «Основные направления реформы общеобразовательной и профессиональной школы», одобренные Пленумом ЦК КПСС 10 апреля и Верховным Советом СССР 12 апреля 1984 г. Цель реформы школы — «поднять ее работу на новый качественный уровень, соответствующий условиям и потребностям общества развитого социализма»<sup>1</sup>. Решения партии и правительства о школе претворяются в жизнь через систему учебно-воспитательной работы, в которой главным звеном и испытанной формой организации учебного процесса остается урок. Наряду с уроком и другими давно утвердившимися формами учебно-воспитательной работы все большее значение приобретают факультативные занятия, т. е. занятия по выбору учащихся. «Учащимся VIII—XI классов предоставляется возможность, — записано в Основных направлениях реформы школы, — углубленного изучения по их выбору отдельных предметов физико-математического, химико-биологического и общественно-гуманитарного циклов с помощью факультативных занятий»<sup>2</sup>.

Повсеместно в школах страны факультативные занятия были введены сравнительно недавно — в 1967/68 учебном году, но сразу стали важной составной частью в системе учебно-воспитательной работы общеобразовательной школы. Факультативы дают учащимся возможность более глубоко изучать те школьные предметы, которые вызывают у них повышенный интерес, помогают лучше понять и усвоить законы природы и общества, связывают научные знания с жизнью, усиливают политехническую направленность обучения, помогают выбору профессии.

За время, прошедшее с момента введения факультативного

<sup>1</sup> О реформе общеобразовательной и профессиональной школы. Сборник документов и материалов. М.: Политиздат, 1984, с. 38.

<sup>2</sup> Там же, с. 42.

обучении, разработаны содержание и методика преподавания отдельных химических факультативов. В школах получили распространение курсы: «Основы общей химии», «Основы химического анализа», «Строение и свойства органических соединений», «Химия в сельском хозяйстве», «Химия в промышленности». По каждому курсу разработана программа, созданы учебные пособия для учащихся и методические разработки для учителя. Накоплен опыт преподавания факультативов, периодически освещаемый в печати. Методические рекомендации, разработанные на основе проведенных исследований, обогатили методику факультативного обучения. Однако учитель химии не имеет в своем распоряжении методического пособия общего характера, в котором бы вопросы организации и методики проведения занятий по всем химическим факультативам рассматривались в комплексе.

В настоящем пособии поставлена задача рассмотреть общие вопросы организации и методики факультативного обучения учащихся по химии и показать особенности преподавания отдельных курсов.

Пособие состоит из двух частей. В первой части рассматриваются цели, задачи, принципы факультативного обучения, вопросы комплектования учебных групп и организации занятий, методы, формы и средства обучения, самостоятельная работа учащихся при изучении факультативных курсов. Во второй части дана краткая характеристика основных химических факультативов, показаны особенности методики их преподавания, роль в подготовке учащихся к трудовой деятельности в сфере материального производства и к продолжению обучения в средней и высшей специальной школе.

При написании пособия использованы опубликованные материалы научно-педагогических исследований по проблемам факультативного обучения, методические рекомендации по отдельным химическим курсам, передовой опыт учителей, а также опыт автора.

## Часть I

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ И МЕТОДИКИ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ХИМИИ

#### Глава I

##### ФАКУЛЬТАТИВНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ХИМИИ КАК ОДНА ИЗ ФОРМ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

В настоящее время завершен переход на всеобщее обязательное среднее образование. В соответствии с реформой общеобразовательной и профессиональной школы создается единая система учебных заведений с обязательным для всех учащихся звеном — девятилетней неполной средней школой. Учащиеся, закончив IX класс, могут выбирать любой путь получения среднего образования и профессии: поступить в профессиональное техническое училище или в среднее специальное учебное заведение (училище, техникум), совместить работу на производстве с обучением в вечерней (сменной) школе или продолжить обучение в общеобразовательной средней школе.

Общеобразовательная средняя школа в нашей стране единая, политехническая, трудовая. Все учащиеся изучают обязательный набор предметов, предусмотренный учебным планом, по единым государственным программам. Школа в равной мере обеспечивает всем учащимся всестороннее развитие, готовит их к трудовой деятельности в сфере материального производства или к продолжению обучения в средней и высшей специальной школе. Но перед общеобразовательной школой всегда стояла и стоит проблема: как при обучении основам наук учитывать индивидуальные особенности учащихся — их интересы, склонности, способности? Очевидно, в рамках общего образования необходима определенная дифференциация обучения с учетом интересов и направленности личности школьников.

В советской школе дифференцированное обучение осуществляется по двум направлениям. Одно из них — открытие специализированных школ и классов. В этих школах один предмет или цикл предметов все учащиеся изучают углубленно по специальным программам. Специализированные школы, в том числе с углубленным изучением химии, в начале 60-х годов были открыты при некоторых университетах (в Москве, Ленинграде, Киеве, Новосибирске и других городах). Обучение учащихся в специализированной школе или классе с углубленным изучением одного из предметов дает большой педагогический эффект, причем общий уровень учебно-воспитательной работы повышается благодаря объединению в одном коллективе учащихся с общими познавательными интересами.

Специализированных химических школ и классов с углубленным изучением химии открыто пока мало, а в сельской местности их почти нет. Но это направление дифференциации обучения перспективно, его следует развивать.

Другое, наиболее массовое направление дифференциации обучения учащихся по интересам в рамках общеобразовательной школы — факультативные занятия по выбору. В городских и сельских школах страны имеются объективные условия для организации обучения учащихся различным химическим факультативным курсам.

Оба названные направления дифференциации обучения не противоречат принципу единства советской школы, так как и для поступления в специализированную школу, и для посещения факультативных занятий необходимы лишь желание ученика, интерес к данному предмету.

**Введение факультативов по химии в средние школы.** Факультативные занятия по химии были введены в школы страны на основании постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 10 ноября 1966 г. «О мерах дальнейшего улучшения работы средней общеобразовательной школы».

Слово «факультативный» означает «необязательный». Название подчеркивает отличительную особенность этого вида учебной деятельности. Она связана с добровольным выбором учениками для углубленного изучения тех предметов, которые их более всего интересуют. Это сближает факультативные занятия с внеклассными формами познавательной деятельности, например с предметными кружками. Да и первые факультативы по химии, возникшие в 50-е годы по инициативе творчески работающих учителей, проводились как внеклассные занятия.

Современные факультативы — особая организационная форма учебно-воспитательной работы, отличающаяся и от урока, и от внеклассной работы. Напомним, что в дидактике под организационной формой обучения понимают специально организованную деятельность учителя и учащихся, протекающую по установленному порядку и в определенном режиме. Своеобразие факультативных занятий состоит в том, что они по данному курсу проводятся не для всех, а лишь для небольшой группы учащихся, желающих углубленно изучать выбранный предмет. Факультативная группа комплектуется из учащихся нескольких параллельных классов, а иногда из разных параллелей. Численность учащихся в такой группе значительно меньше (10—15 человек), чем в классе с нормальной наполняемостью, что положительным образом сказывается на организации их познавательной деятельности. Занятия в отличие от обычных уроков чаще всего имеют двухчасовую длительность, а по применяемым методам и формам обучения приближаются к организации учебного процесса в высших учебных заведениях. Для проведения занятий могут приглашаться специалисты химических производств, деятели науки, преподаватели вузов и техникумов.

В то же время факультативы имеют много общего с уроками и с внеклассными занятиями. Как и уроки, факультативные занятия проводятся по утвержденным программам, на этих занятиях применяют общие с уроком методы обучения и формы организации самостоятельной познавательной деятельности учащихся. Сходство с предметными кружками состоит в том, что факультатив, как и кружок, объединяет группу учащихся на основе общих интересов, добровольности выбора этой формы обучения. На факультативных занятиях применяются некоторые формы и методы обучения, характерные для внеклассных занятий. Тем не менее учитель должен помнить, что факультативы не заменяют внеклассную работу по предмету. Являясь самостоятельной составной частью учебно-воспитательной работы в школе, факультативы могут дополняться внеклассными (кружковыми) занятиями, на которых учащиеся в еще большей степени углубляют и расширяют свои знания и умения.

Рассмотрим последовательность введения в массовой школе химических факультативов. После экспериментальных исследований (1963—1966 гг.) вначале были рекомендованы курсы двух типов:

1. Дополнительные главы и вопросы к основному курсу химии (разработанные программы для VIII—X классов были рассчитаны на 70 ч). Введение факультативов этого вида было вызвано неотложными задачами, связанными с переходом школы на новые программы по химии. Для учащихся тех классов, которые еще продолжали заниматься по старым программам, рекомендовалось изучать указанные факультативные курсы.

2. Специальные курсы, углубляющие знания по химии: «Химия металлов», «Вещества и их изменения», «Закономерности химических реакций», «Основы химического анализа», «Основы агрохимии», «Химия полимеров».

На первом этапе факультативного обучения школы могли вводить факультативы по своему усмотрению с учетом производственного окружения, материальных возможностей, национальных особенностей и других условий. К началу 70-х годов общее число различных химических курсов значительно выросло.

С 1971 г. в связи с завершением перехода школ на новые программы факультативы, содержащие дополнительные главы, были отменены, был пересмотрен перечень факультативных курсов, сокращено их число, уточнены названия. Рекомендовалось изучать только те курсы, по которым Министерством просвещения СССР были утверждены программы, изданы учебные и методические пособия. Для школ Российской Федерации были предложены факультативы: «Вещества и их превращения» (VIII класс), «Основы химического анализа» (IX—X классы), «Химия в сельском хозяйстве» (IX—X классы), «Строение и свойства органических соединений» (X класс), «Химия металлов» (X класс), «Химия в промышленности» (X класс). Позднее было разработано содержание теоретического курса для IX класса



«Основы общей химии». Для X класса были разработаны межпредметные факультативы «Основы биологической химии» и «Основы электрохимии», но эти курсы, как и «Химия металлов», не получили широкого распространения.

С 1980 г. по курсам «Основы общей химии» (IX класс) и «Органическая химия» (X класс) были рекомендованы 35-часовые варианты программ. Они не заменяют полных курсов, а введены наряду с ними. Сокращенные варианты факультативов целесообразны в малокомплектных школах с небольшой наполняемостью классов: появилась возможность предлагать учащимся на выбор более широкий перечень факультативных курсов, сосредоточивая их изучение по полугодиям. Каждый ученик может в течение учебного года посещать два разных курса: один — в первом, а другой — во втором полугодии. Целесообразны сокращенные варианты и в национальных школах, в действующем учебном плане которых на факультативные занятия отводится меньше часов.

Все химические факультативные курсы можно разделить на три группы:

1. Систематические курсы: «Основы общей химии» (70 и 35 ч), «Строение и свойства органических соединений» (70 ч), «Органическая химия» (35 ч). Эти курсы углубляют теоретические знания учащихся и практическую подготовку, полученные в основном курсе химии, с которым факультативы согласованы тематически и во времени.

2. Специальные курсы. Учащимся предлагается один такой курс — «Основы химического анализа» (140 ч). Тематика его связана лишь с некоторыми разделами основного курса химии.

3. Прикладные факультативные курсы: «Химия в сельском хозяйстве» (70 ч), «Химия в промышленности» (70 ч). Прикладные факультативы связаны с основным курсом и знакомят учащихся с применением теоретических знаний на практике — в промышленности и сельскохозяйственном производстве.

По всем названным курсам утверждены программы<sup>1</sup>, для учащихся изданы учебные пособия, а для учителей разработаны методические рекомендации (см. списки литературы к каждому курсу).

Содержание химических факультативных курсов непрерывно совершенствуется и уточняется, программы перерабатываются, поэтому учителю, приступающему к преподаванию факультатива, надлежит руководствоваться их последними изданиями.

Перестройка школы в соответствии с направлениями реформы ставит задачи дальнейшего развития факультативного обучения, в том числе совершенствования содержания химических курсов, разработки новых факультативов, например, по лабораторной технике, истории химии, факультативов межпредметного характера.

---

<sup>1</sup> Программы факультативных курсов для восьмилетних и средних школ. М.: Просвещение, 1981.

**Роль познавательных интересов учащихся в выборе химических факультативов.** Цель факультативов по химии — углубление знаний учащихся в области химической науки, вооружение их лабораторно-практическими умениями и навыками, подготовка к будущей трудовой деятельности. При этом решаются следующие учебно-воспитательные задачи: а) развивать познавательные интересы, склонности и способности учащихся; б) совершенствовать экспериментальные умения и навыки; в) развивать активность и умения самостоятельно добывать знания и применять их в практической деятельности; г) формировать научное мировоззрение, воспитывать идейную убежденность, положительные качества советского человека — активного строителя коммунистического общества, патриота, интернационалиста; д) осуществлять политехническую и трудовую подготовку школьников, знакомить их в теории и на практике с методами науки и принципами современного химического и сельскохозяйственного производства и его главными отраслями; е) воспитывать сознательное отношение к труду, уважение к представителям производительного труда, стремление приобрести ту или другую химическую профессию.

Развитие личности учащегося протекает в процессе изучения совокупности учебных предметов и разнообразной деятельности во внеурочное время. Под влиянием различных факторов — содержания познавательной деятельности, личности учителя, методов обучения, круга чтения, воздействия родителей — на определенном этапе формирования личности наступает дифференциация интересов. Возникает склонность к изучению отдельного предмета, группы предметов или к определенному виду деятельности. Склонность как потребность в деятельности — побудительная сила развития способностей, она формирует центральный, стержневой интерес. У определенной части школьников он направлен на предмет химии. Интерес вызывается теоретическим содержанием этой науки, возможностью самостоятельно выполнять химические опыты, а также значением химии в современной жизни.

До начала систематического изучения химии школьники получают разрозненные знания о ней из внеучебных источников информации, из повседневной жизни, из ранее изученных курсов природоведения и биологии. У учащихся пробуждается первоначальный интерес к предмету. Важно поддержать его на этом этапе, затем развивать на протяжении всех лет обучения химии. Интерес в VII классе вызывает новизна предмета, особенность его преподавания — химический эксперимент.

В старших классах у учащихся пробуждается интерес к теоретическому содержанию основ химии, и, чем глубже они пропекают в вопросы строения вещества, тем более растет интерес. Учеников старших классов интересует не столько внешняя сторона химических явлений, сколько их сущность, они стремятся объяснить наблюдаемые явления на основе теорий и законов химии. Изучение химии на этом этапе часто связывается с будущей профессиональной деятельностью. У некоторых учащихся возникает

потребность в приобретении более глубоких знаний, чем дает обязательный предмет. Таких учащихся и необходимо привлекать к факультативному изучению химии.

Выбор химического факультатива учащиеся обычно мотивируют интересом к предмету, стремлением углубить знания по химии, чтобы лучше сдать выпускной экзамен, желанием в будущем приобрести химическую профессию. Многие учащиеся выбор факультатива связывают с поступлением в высшее учебное заведение, что в конечном итоге также связано с будущей профессиональной деятельностью.

**Принципы факультативного обучения.** Факультативное обучение осуществляется как на основе принципов, свойственных только этой учебной форме, так и на основе общедидактических принципов.

Для факультативов характерен принцип добровольности. На его основе комплектуются факультативные группы. Недопустимо обязывать учащихся посещать тот или другой факультатив помимо их желания. Принцип добровольности относится к организационной стороне факультативных занятий.

В процессе обучения и воспитания учащихся на самих занятиях учитель руководствуется общедидактическими принципами. Так, принцип научности обучения предопределяет вооружение учащихся системой достоверных знаний, очерченных утвержденной по данному курсу программой. Научность обучения не допускает упрощенчества и вульгаризации.

В рамках факультативного курса учитель имеет возможность в большей степени, чем на обычных уроках, знакомить школьников с новыми достижениями науки, ее методами, но при этом он обязан руководствоваться принципом доступности. Материал, изучаемый в факультативном курсе, должен соответствовать уровню подготовленности учащихся к его восприятию, не быть перегруженным трудными, непосильными вопросами. Принцип доступности предполагает следование от легкого к трудному, от простого к сложному, от известного к неизвестному.

В факультативном обучении химии «точной отсчета» являются знания, хорошо усвоенные в основном курсе, — только на их основе возможно успешное изучение каждого из рекомендованных факультативных курсов. В связи с этим важно объединять в факультативную группу учащихся, хорошо усваивающих основной курс, имеющих примерно одинаковую подготовку. И тем не менее учащиеся в группе будут различаться по своим индивидуальным особенностям — широте и глубине знаний, способностям, склонностям. Эти различия необходимо учитывать в учебном процессе, руководствуясь принципом коллективного характера обучения и учета индивидуальных особенностей учащихся. Применяя коллективные формы и методы обучения — лекции, беседы, семинары, диспуты, учитель сплачивает учащихся, направляет их усилия на достижение общих целей обучения. Наряду с этим он осуществляет индивидуальный подход, давая дифференцированные зада-

ния творческого характера, организуя внеклассное чтение дополнительной литературы, индивидуальную исследовательскую работу и т. д.

Один из важнейших принципов обучения в советской школе — принцип связи теории с практикой. Он является ведущим и в факультативном обучении. Его роль возрастает в свете решений июньского (1983 г.) и апрельского (1984 г.) Пленумов ЦК КПСС. Реализация принципа связи теории с практикой — это всестороннее развитие учащихся, подготовка их к жизни, к труду в условиях развитого социалистического общества. Конечная цель обучения на химических факультативах — подготовка их к будущей практической деятельности в сфере химического производства, в сельском хозяйстве, в химических лабораториях и т. д. Поэтому особенно важно опираться на этот принцип в преподавании таких факультативов, как «Основы химического анализа», «Химия в сельском хозяйстве», «Химия в промышленности». Принцип связи теории с практикой реализуется посредством содержания факультативных курсов, в ходе лабораторных практикумов, экскурсий на производство, при выполнении индивидуальных творческих заданий, в процессе производительного труда в химических лабораториях, на промышленных предприятиях, в сельском хозяйстве.

Факультативные занятия по химии — важное звено политехнического образования учащихся. Во всех курсах учитель, руководствуясь принципом политехнизма, в теории и на практике знакомит учащихся с научными основами современного химического производства, важнейшими применениями химии, направлениями химизации народного хозяйства, раскрывает природные, производственные, экономические закономерности, формирует экспериментальные умения и навыки, целенаправленно проводит работу по профессиональной ориентации школьников.

Преподавание химических факультативов основывается на принципах воспитывающего и развивающего обучения. Принцип воспитывающего обучения вытекает из общих целей коммунистического воспитания учащихся в советской школе. В процессе изучения химических факультативов у школьников формируется научное мировоззрение, воспитывается сознательное отношение к учебному труду, самостоятельность и инициативность, организованность и дисциплинированность, творческое отношение к выполнению индивидуальных заданий, коллективизм и взаимопомощь. Знакомя учащихся углубленно с химическими явлениями и свойствами веществ, их значением в хозяйственной деятельности человека и ролью в природе, учитель воспитывает бережное отношение к природе, чувство гражданского долга перед ней, стремление к ее защите и сохранению.

Принцип развивающего обучения предполагает развитие познавательных способностей и творческих сил учащихся. Помимо общего умственного развития, ставится задача развития специальных (химических) способностей. Специальные способности во-

обще — это «комплекс психических свойств, делающих человека пригодным к определенному, исторически сложившемуся виду общественно полезной профессиональной деятельности»<sup>1</sup>. Для человека с развитыми химическими способностями характерно:

умение связывать течение химических реакций с взаимодействием частиц микромира — молекул, атомов, ионов, электронов (для установления этой связи химик пользуется химическим языком);

развитое воображение, т. е. способность мысленно представлять взаимосвязь явлений, условия проведения опыта, взаимодействие узлов, приборов, аппаратов технологической линии, способность проектировать свойства веществ, конструировать приборы, модели заводских установок и т. д.;

острая наблюдательность, трудолюбие, аккуратность, быстрота реакции;

развитая логическая память, облегчающая установление связи между многочисленными фактами.

Развитие специальных способностей оказывает положительное влияние на умственное развитие вообще, повышает познавательную активность учащихся, улучшает успеваемость по другим предметам.

Для факультативных занятий особенно значим принцип познавательной активности и самостоятельности. Содержание факультативного курса, методы обучения должны стимулировать познавательную активность. Основной путь решения этой задачи — разнообразная самостоятельная деятельность учащихся как на самом занятии, так и вне его.

В факультативном обучении применяются и другие дидактические принципы. Принцип сознательности усвоения знаний требует глубокого понимания и практического приложения знаний. Последовательность усвоения знаний соотнобразуется с тем, что любая наука есть система понятий, законов, теорий и поэтому, чтобы усвоить ее основы, необходима систематичность и определенная последовательность изучения. Систематичность обучения обусловлена логикой построения программ факультативных курсов и их взаимосвязанностью с основным курсом химии. Принцип систематичности и последовательности тесно взаимодействует с принципом сознательности усвоения знаний. Принцип наглядности направлен на лучшее, более осознанное и глубокое усвоение теоретических и прикладных знаний, способствует связи изучаемого курса с жизнью, с производством. Для будущего химика важно ознакомление с химическими процессами не только в пробирке, но и непосредственно на производстве, поэтому для реализации принципа наглядности большую роль играют экскурсии на предприятия. Применяя разнообразные средства наглядности, экскурсии, необходимо помнить о развитии у учащихся теорети-

---

<sup>1</sup> Эпштейн Д. А. Факультативные занятия по химии. В кн.: Факультативные занятия в средней школе. М.: Просвещение, 1973, с. 93.

ческого мышления. Перегрузка занятий средствами наглядности может вступить в противоречие с принципом развивающего обучения.

Все рассмотренные принципы обучения выступают в тесном взаимодействии друг с другом.

**Связь химических факультативов с курсом химии и другими предметами.** Факультативные курсы тесно связаны с систематическим курсом химии. Между ними существует определенное, дидактически обоснованное соответствие, взаимная связь по содержанию изучаемого материала и по последовательности изучения (связь во времени).

Связь по содержанию заключается в том, что в факультативных курсах: а) углубляется и развивается учебный материал основного курса; б) содержание основного курса служит теоретической основой для изучения специальных курсов и курсов прикладного характера.

Связь во времени возможна в нескольких вариантах.

1. Содержание факультатива опережает соответствующие разделы основного курса. Такой вариант малоприемлем, поскольку противоречит задаче факультативного обучения — углублять знания учащихся, если учесть, что знания ученик еще не получил. К тому же изучение факультативного курса вступает в противоречие с принципами доступности и систематичности.

Все рекомендованные курсы по химии включают программный материал, основанный на содержании систематического курса. Но в ряде случаев возможно опережающее изучение факультативной программы, например, когда учебная группа формируется из учащихся разных параллелей — старшей и младшей. Таким путем приходится комплектовать факультативные группы в небольших сельских школах с малой наполняемостью классов. В этом случае в факультативную группу из младшей параллели нужно отбирать таких учащихся, которые глубоко интересуются химией, успешно учатся и способны усвоить программу факультатива. На уроках химии в дальнейшем этим учащимся целесообразно давать индивидуальные задания повышенной трудности.

2. Содержание основного курса предшествует факультативному, является для него основой, но курсы разделены значительным промежутком времени. Например, учащиеся, изучая основы аналитической химии в IX классе во втором полугодии (раздел «Качественный анализ»), опираются на знания из темы «Теория электролитической диссоциации», которую они изучали в первом полугодии. Опорными являются также некоторые теоретические понятия, усвоенные в VIII классе (строение вещества, свойства ряда веществ, сведения по химической кинетике). Содержание курсов «Химия в сельском хозяйстве», «Химия в промышленности» (X класс) основано на материале неорганической химии VIII и IX классов. Этот вариант связи факультатива с основным курсом дидактически оправдан. Изучая факультативный курс, учащиеся повторяют соответствующие разделы химии, углубляют их.

Однако значительный перерыв во времени изучения не дает возможности более оперативно использовать знания основного курса.

3. Содержание факультативного курса разворачивается параллельно (синхронно) с изучением соответствующих разделов основного курса. Такой вариант построения программы характерен, например, для курса «Строение и свойства органических соединений». Вопросы, изученные на уроках химии, сразу же получают углубленную трактовку на факультативных занятиях. Отдельные отступления от этого порядка, иногда некоторое «забегание» вперед не нарушают общей тенденции синхронного изучения факультатива.

Химические факультативные курсы связаны и с другими предметами учебного плана: биологией, физикой, математикой, предметами трудового обучения. Содержание межпредметных связей определяется характером факультатива. Например, курс «Химия в сельском хозяйстве» основан не только на знаниях, полученных учащимися в курсе химии, но и на биологических знаниях, связан он также с основами сельского хозяйства. Знание математики и физики необходимо для понимания теоретических вопросов общей и органической химии, основ химического анализа. Курс «Химия в промышленности» связан с экономической географией. Почти в каждом курсе учащиеся решают расчетные задачи, для чего необходимо знание математики.

Реализация межпредметных связей «учебный предмет — факультативный курс» осуществляется следующими путями: а) повторение или разбор теоретических сведений, полученных учащимися в основном курсе; б) применение знаний, умений и навыков, приобретенных в той или другой учебной дисциплине, на практических (лабораторных) занятиях факультатива; в) включение в факультативные занятия информации о событиях на стыке наук (в некоторых случаях возможно проведение занятий двумя учителями-предметниками); г) проведение комплексных экскурсий на промышленные предприятия и сельскохозяйственные объекты.

Осуществимы взаимосвязи и между разными химическими факультативами, несмотря на их автономность. Чаще всего эти связи идут по вертикали — от младшего класса к старшему. Например, курс «Химия в сельском хозяйстве» (X класс) связан с изучаемыми в IX классе темами по основам химического анализа: «Техника лабораторных работ» и «Качественный анализ». Связаны между собой курсы «Основы общей химии» и «Строение и свойства органических соединений»: в последнем курсе учащиеся более углубленно изучают вопросы строения вещества, взаимного влияния атомов в молекулах, химической кинетики и др. Разработка новых факультативных курсов для VII и VIII классов позволила бы «проводить» учащихся, интересующихся химией, через систему взаимосвязанных курсов от VII до X класса. Интересен опыт Ю. Б. Додонова (экспериментальная школа АПН СССР, поселок Черноголовка Московской области) введения фа-

культативных занятий в VII классе по курсу «Химия вокруг нас» и в VIII классе по курсу «Периодическая система элементов Д. И. Менделеева»<sup>1</sup>.

Факультативы прикладного характера связаны с трудовыми практикумами. Знания, полученные учащимися в курсах «Химия в сельском хозяйстве», «Химия в промышленности» и «Основы химического анализа», находят применение в производительном труде учащихся на полях и фермах сельскохозяйственных предприятий, в химических лабораториях, а в отдельных случаях и в цехах химических заводов, предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности.

Химические факультативы связаны и с внеклассной работой по предмету. Противопоставлять одну форму учебно-познавательной деятельности учащихся другой или, наоборот, объединять их под одной рубрикой, как это делается в некоторых школах, неверно. Внеклассную работу в форме химических кружков, обществ, клубов юных химиков и т. д. необходимо развивать и совершенствовать наряду с факультативными занятиями, устанавливая между ними связь, преемственность. Способы взаимосвязи между внеклассными и факультативными занятиями различны: внеклассные занятия служат подготовительным этапом к факультативному обучению; слушатели факультативного курса занимаются в химическом кружке, где выполняют индивидуальную творческую работу, еще более расширяя свои знания, руководят внеклассными занятиями по химии младших школьников, а также привлекаются к проведению в школе массовых внеклассных мероприятий (химических вечеров, конференций, олимпиад, недель химии и др.).

Интересный опыт взаимной связи внеклассной работы и факультативного обучения накоплен учителем химии В. Л. Ершовым (Гомельская обл. БССР)<sup>2</sup>. Введению факультативного курса «Химия в сельском хозяйстве» предшествовал дофакультативный период: занятия учащихся V—VI классов в кружке юных натуралистов, а в VII классе — в агрохимическом кружке. Такая предварительная кружковая подготовка учащихся по агрохимии и почвоведению позволила приступить к изучению факультативного курса уже в VIII классе и закончить его в IX классе. В X классе учащиеся на основе знаний, полученных в факультативном курсе, успешно занимались внеклассной индивидуальной работой исследовательского характера по заданию ученых Института почвоведения, Гомельской зональной агрохимлаборатории, БелНИИ лесного хозяйства. Параллельно с изучением факультативного курса учащиеся под руководством В. Л. Ершова принимали активное участие в проведении различных внеурочных мероприятий: хими-

<sup>1</sup> См.: Додонов Ю. Б. Журнал ВХО им. Д. И. Менделеева, т. XXIII, 1978, № 6, с. 670—672.

<sup>2</sup> См.: Ершов В. Л. Опыт проведения факультативных занятий по химии в сельской школе.— В кн.: Факультативные занятия в средней школе. Вып. II. М.: Педагогика, 1976.



ческих вечеров, конференций на темы: «Химия и сельское хозяйство», «Химия в быту» и др.

Таким образом, практика показывает, что связь химических факультативов с основным курсом химии, другими учебными предметами и внеклассной работой расширяет научный кругозор учащихся, дает основы для формирования материалистического мировоззрения.

## Глава II

### ОРГАНИЗАЦИЯ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ХИМИИ

Преподавание химических факультативных курсов может быть введено при наличии в школе определенных условий:

1. Достаточно высокая научная и методическая квалификация учителя химии.

2. Хорошо оборудованный всем необходимым для преподавания данного факультатива химический кабинет.

3. Наличие в школе достаточного количества учебных пособий и дополнительной литературы по выбранному курсу.

4. Возможность комплектования учебной группы из числа учащихся, пожелавших изучать курс. Количество учащихся в группе должно быть не менее десяти человек.

Эти условия имеют решающее значение для организации занятий.

**Подготовка учителя к преподаванию химических факультативов.** К преподавателю химического факультатива предъявляются высокие требования:

а) глубокое знание основ химии и особенно тех разделов, которые составляют содержание факультативного курса (например, общей химии, химической технологии, органической химии и т. д.);

б) хорошее владение техникой и методикой химического эксперимента, способность поставить лабораторный практикум по факультативному курсу, руководить самостоятельной экспериментальной работой учащихся, глубокое знание и неукоснительное соблюдение правил техники безопасности;

в) хорошие организаторские способности и инициативность, необходимые в создании и совершенствовании материальной базы факультативного обучения, в установлении связей с предприятиями, лабораториями, научно-исследовательскими учреждениями с целью привлечения специалистов к участию в преподавании факультатива, проведении экскурсий, организации трудовой практики учащихся;

г) высокая психолого-педагогическая и методическая подготовка, стремление творчески подходить к проведению факультативных занятий;

д) постоянное пополнение своих специальных и педагогических знаний путем самообразования;

е) владение необходимыми политехническими и трудовыми умениями и навыками;

ж) развитое химическое мышление, увлечение химией.

Подготовка учителя к преподаванию химических факультативов осуществляется в основном в педагогических вузах, готовящих учителей по специальностям: «химия», «химия с дополнительной специальностью «биология» и «биология с дополнительной специальностью «химия», а также на химических факультетах университетов.

Учебный план педагогического института обеспечивает достаточно хорошую научно-теоретическую и практическую подготовку студентов для преподавания всех рекомендованных школе химических факультативов. Студенты химико-биологических и биолого-химических факультетов получают теоретическую подготовку к преподаванию факультатива «Химия в сельском хозяйстве» не только при изучении химических дисциплин, но и биологических, включая основы сельского хозяйства. Подготовка студентов к преподаванию школьных факультативов усиливается введением в вузе спецкурсов и спецпрактикумов («Основы агрохимии», «Высокомолекулярные соединения», «Физико-химические методы анализа» и др.).

Методическую подготовку будущие учителя химии получают в курсе методики обучения химии, на педагогической практике, но эта подготовка недостаточна. Поэтому целесообразно вводить спецкурсы методического плана. Например, в Новосибирском пединституте в течение десяти лет преподается спецкурс «Методика факультативных занятий по химии», который могут посещать все студенты факультета.

В совершенствовании подготовки работающих учителей большую роль играют курсы, проводимые институтами усовершенствования учителей, химическими факультетами университетов и педвузов. Например, при Новосибирском университете ежегодно работает специальная школа для сельских учителей химии, которые слушают лекции ведущих ученых Сибирского отделения АН СССР по актуальным проблемам химической науки.

Основным путем подготовки учителя к преподаванию как основного, так и факультативного курса все же следует считать постоянное и непрерывное самообразование. Важно, чтобы учитель, приступивший к преподаванию химического факультатива, проникся горячим стремлением организовать его и вести обучение на высоком научном и методическом уровне.

К преподаванию химических факультативов рекомендуется привлекать квалифицированных специалистов промышленных и сельскохозяйственных предприятий, научных работников, преподавателей вузов и других подготовленных к этому лиц. Заслуживает внимания опыт школы-интерната № 2 г. Владивостока, которой руководит народный учитель СССР Н. Н. Дубинин. Для

преподавания факультативов по химии, биологии, геологии и другим дисциплинам школа приглашает ученых Дальневосточного научного центра АН СССР. Ученые на занятиях рассказывают школьникам о проблемах современной науки, повышая интерес к изучению факультатива. Теоретические знания подкрепляются практическими занятиями, проводимыми непосредственно в лабораториях научно-исследовательских институтов.

**Материальная база преподавания химических факультативов.** Факультативные занятия обычно проводятся в школьном химическом кабинете. Кабинет по своему устройству и оборудованию должен соответствовать современным требованиям обучения основам химии. Эти требования подробно изложены в методической литературе<sup>1</sup>. Однако с учетом направления факультативных занятий химический кабинет приходится пополнять дополнительным оборудованием и реактивами. Например, для проведения лабораторного практикума по курсу «Строение и свойства органических соединений» дополнительно к имеющимся в кабинете химическим реактивам необходимо приобрести ацетилсалициловую кислоту, гидрохинон, диметиланилин, персульфат калия или натрия, мочевины, нитрит натрия, нафталин, нитробензол, пирогаллол, пирокатехин, резорцин, сульфаниловую кислоту, уксусный ангидрид, уротропин, фталевый ангидрид, щавелевую кислоту и др.

Для проведения практикума по основам аналитической химии требуется дополнительное оборудование и реактивы. В частности, нужно приобрести аналитические весы с разновесами, наборы для полумикроанализа, центрифугу, микроскопы, муфельную печь, в достаточном количестве иметь мерную посуду: колбы, пипетки, бюретки и др. В таблице 1 приводится список необходимых реактивов (в дополнение к основному перечню реактивов для школы) и потребность в них на одну факультативную группу.

Для преподавания факультативного курса «Химия в сельском хозяйстве» необходимо дооборудовать кабинет химии агрохимической лабораторией. Она включает приборы общего и агрохимического назначения (см. табл. 2). Кроме того, следует иметь наглядные пособия: альбом цветных рисунков по диагностике питания растений (по Магницкому), гербарий сорных растений, коллекции образцов почв, семян, монолитов местных почв, почвенные карты СССР и местного хозяйства, диафильмы: «Азот и его соединения», «Минеральные удобрения» и др., диапозитивы «Фосфор и его соединения»; кинофильмы: «Связанный азот», «Фосфор», «Минеральные удобрения», «Удобрение почвы на пришкольном участке», «Производство суперфосфата» и др.

В тех случаях, когда изучение факультативного курса «Химия в сельском хозяйстве» дополняется трудовым практикумом по агрохимии и школа ставит задачу профессиональной подготовки учащихся к труду в агрохимической лаборатории, целесообразно

---

<sup>1</sup> Грабецкий А. А., Назарова Т. С. Кабинет химии, М.: Просвещение, 1983.

Таблица 1. Химические реактивы для лабораторного практикума по основам аналитической химии

Название реактива	Формула	Масса (г)
Ализарин С (ализариновый красный)	$C_{14}H_5O_2(OH)_2SO_3Na$	1
Аммония молибдат	$3(NH_4)_2O \cdot 7MoO_3 \cdot 4H_2O$	40
Аммония оксалат	$(NH_4OOC-COONH_4) \cdot H_2O$	40
Аммония тиоцианат	$NH_4SCN$	20
Дифениламин	$C_6H_5-NH-C_6H_5$	20
Кобальта динитрат, гексагидрат	$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	50
Кобальта хлорид, гексагидрат	$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	25
Метилевова синь (тетраметилтионинхлорид)	$[C_{12}H_6SN_3(CH_3)_4] + Cl^- \cdot 3H_2O$	5
Натрия гексанитрокобальтат (III) (кобальтинитрит)	$Na_3[Co(NO_2)_6] \cdot 3H_2O$	20
Натрия гидротартрат	$NaHC_4H_4O_6 \cdot H_2O$	100
Натрия тетраборат (бура)	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	30
Натрия тиосульфат	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	100
Реагент Несслера	$K_2[HgI_4] \cdot 2H_2O$	30
Соль Мора (железа (II)-аммония сульфат, кристаллогидрат)	$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	50
Сульфаниловая кислота	$NH_2C_6H_4SO_3H$	50
Урацилацетат, дигидрат	$(CH_3COO)_2UO_2 \cdot 2H_2O$	5
Фиксаналы соляной, серной, щавелевой кислот, мода, едкого натра		по 1 упаковке
Хрома (III) сульфат	$Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	50
Щавелевая кислота	$HOOC-COOH$	100

организовать специальный агрохимический кабинет. Опыт оборудования школьных кабинетов агрохимии описан в методической литературе<sup>1</sup>. Изучение факультативного курса можно организовать также на базе совхозной или районной агрохимлаборатории. В производственной лаборатории учащиеся не только практически осваивают агрохимические анализы, но и проходят трудную практику.

Для преподавания факультатива «Химия в промышленности» кабинет химии следует хорошо оборудовать такими наглядными средствами, как технологические схемы изучаемых производств и схемы реакторов, демонстрационные разборные модели химических производств (в частности, выпускаемые в промышленности модели для школы: установок для синтеза аммиака СА-1, производства ацетилена УПА-1, нефтеперегонной установки НПУ-1, электролизера для выплавки алюминия ЭА-1), наборы диапозитивов, диафильмы, кинофрагменты.

<sup>1</sup> См.: Смольянинов И. И. Школьная агрохимическая лаборатория. М.: Просвещение, 1969; Дьякович С. В. Агрохимический кабинет в школе. — Школа и производство, 1964, № 5.

Таблица 2. Оборудование для школьной агрохимической лаборатории

Наименование	Количество (штук, наборов)
Аппарат Кьельдаля	5
Весы аналитические с разновесами	2
Колориметр	1
Муфельная печь	1
Набор почвенных сит	10
Нож почвенный	6
Поляриметр	1
Потенциометр	1
Прибор ВИУА для распознавания минеральных удобрений	6
Прибор ВИУА для определения подвижного фосфора по Кирсанову	2
Прибор Магницкого для анализа сока растений	6
Прибор Алямовского для определения кислотности почв	6
Прибор для определения подвижного калия в почве по методу Пейве	2
Прибор Церлинг для определения фосфора, калия, азота в растительном материале (ОП-2)	6
Рефрактометр	1
Рулетка	1
Сушильный шкаф	1
Сосуды вегетационные	20
Термостат	1

Для демонстрации опытов можно использовать типовое оборудование школьного кабинета химии, в частности наборы деталей для установок, иллюстрирующих химические производства, НДСП. В кабинете должно быть достаточно коллекционного раздаточного материала.

В создание материальной базы для факультативного обучения немалый вклад могут внести учащиеся, участвуя в изготовлении приборов, коллекций, графических пособий, наборов раздаточного материала и другого оборудования. При слабой материальной базе открытие факультативных курсов нецелесообразно.

**Учебная и методическая литература по химическим факультетам.** По всем факультативным курсам, рекомендованным для изучения в школе, изданы учебные пособия для учащихся и методические руководства для учителей (за исключением курса «Основы общей химии»<sup>1</sup>).

Пособия для учащихся переиздаются примерно каждые пять лет. Проблема обеспечения учащихся пособиями решается путем создания книжного фонда по каждому курсу (в количестве 12—15 экземпляров). Книги выдаются учащимся бесплатно на время изучения курса и затем возвращаются в школьную библиотеку или в кабинет химии. Учителю необходимо заботиться о том, чтобы школьная библиотека постоянно пополнялась научно-популяр-

<sup>1</sup> См.: Методические указания по «Основам общей химии». — Химия в школе, 1972, № 4—6; 1973, № 1, 2.

ной и справочной литературой по химии, методическими пособиями, которые могут быть использованы в факультативном обучении.

**Выбор факультативного курса.** Факультативное обучение может быть начато, если в группу запишется не менее 10—12 человек. В связи с этим условием возникают трудности организации факультативов в малокомплектных сельских школах с малой наполняемостью классов. В них нередко для того, чтобы иметь достаточную численность группы, к изучению специальных и прикладных факультативов, мало связанных с основным курсом химии в данном классе, привлекаются учащиеся младшего класса.

Выбор конкретного факультативного курса для изучения учащимися определяется следующими важнейшими факторами: производственным окружением школы и ее местонахождением (в городе или селе); направленностью интересов учащихся; интересами учителя к тому или другому разделу химии (органическая химия, химическая технология, агрохимия и т. д.), а также его научно-теоретической и методической подготовкой; характером трудовой подготовки учащихся, осуществляемой в школе; оснащенностью химического кабинета необходимым оборудованием; возможностью привлечения для преподавания курса специалистов производства, преподавателей вузов, научных работников.

Выбор факультатива — начальная стадия организации коллектива учащихся, объединяемого общностью интересов. Систематические факультативы по химии в равной мере могут вводиться как в городских, так и в сельских школах. При введении прикладных и специальных факультативов необходимо учитывать производственное окружение, местонахождение школы. Так, обучение химии в сельской школе имеет свою специфику, обусловленную природной и производственной средой, создающей объективные связи преподавания этого предмета с жизнью, с практикой социалистического сельского хозяйства. Это обстоятельство надо учитывать при выборе факультативов, отдавая предпочтение таким, как «Основы химического анализа», «Химия в сельском хозяйстве».

После того как определен факультативный курс, комплектуется учебная группа на основе принципа добровольности. Но чтобы учащиеся действительно имели возможность выбора в соответствии со своими интересами, должен объявляться достаточно широкий перечень факультативных курсов различных направлений. К недостаткам организации факультативного обучения следует отнести случайный характер комплектования учебных групп без предварительного изучения интересов и склонностей учащихся, а также нарушение принципа добровольности.

В факультативные группы для изучения химии нужно вовлекать учащихся, хорошо усваивающих основной курс и действительно интересующихся этим предметом. Задача учителя — на основе изучения интересов и склонностей учащихся давать им рекомендации для занятий в том или другом факультативе. Выявление интереса к химии лучше начать как можно раньше, в клас-

сах, предшествующих факультативному курсу. Основные методы выявления — наблюдение за учебной деятельностью на уроках и внеклассных занятиях, анкетирование, беседы с учителями и родителями, с самими учащимися, анализ сочинений. Более полное представление об интересах учеников и их развитии дают длительные наблюдения. Изучение позволяет выделить учащихся с повышенным (стержневым, доминирующим) интересом, направленным на химию. Обычно у таких учащихся наблюдается высокая познавательная активность на уроках химии, любовь к этому предмету, о чем они пишут в своих анкетах; на уроках такие учащиеся предпочитают учебную деятельность более трудного характера (например, стремятся решать задачи повышенной трудности), проявляют самостоятельность в овладении практическими умениями и навыками на лабораторных занятиях. Они активно ищут дополнительную информацию по интересующему их предмету, стремятся расширить свои знания по химии путем самостоятельного чтения научной и научно-популярной литературы, химических журналов, использовать свое свободное время для занятий химией, активно участвуют в химическом кружке, в проведении внеклассных мероприятий по предмету.

Заметно проявляемый интерес к химии — надежный показатель готовности ученика к изучению факультативного курса. Из таких учащихся обычно составляется ядро учебной факультативной группы. Но необходимо внимательно отнестись и к тем учащимся, которые не проявляют больших успехов в изучении основного курса, но пожелали изучать факультативный курс. Занятия в факультативе могут оказать положительное воздействие на изучение предмета. Недопустимо при комплектовании учебной группы проводить какие-либо отборочные испытания и проверки. Если желающих изучать курс окажется больше возможностей набора, предпочтение отдается наиболее прилежно изучающим основной курс и наиболее заинтересованным. Работу по комплектованию группы лучше начать в конце учебного года. Можно провести анкету, включив в нее следующие вопросы<sup>1</sup>:

1. Фамилия и имя ученика.
2. Назовите три предмета, которые вы усваиваете сравнительно лучше других.
3. Назовите три предмета, которые вы усваиваете сравнительно хуже других.
4. Укажите предмет, который вы хотите изучать в будущем учебном году факультативно.
5. Почему вы хотите изучать этот предмет факультативно?

Знание интересов и склонностей учащихся позволяет заблаговременно укомплектовать учебные группы по всем факультативам и в новом учебном году начать занятия не позднее 10 сентября,

---

<sup>1</sup> См.: Миленький А. Я. Интересы подростков к учебным предметам как предпосылка их готовности к занятиям по выбору.— В кн.: Факультативные занятия в средней школе. М.: Педагогика, 1973, с. 53.

как это предусмотрено «Положением о факультативных занятиях»<sup>1</sup>.

На выбор химического факультатива учениками бесспорное влияние оказывает уровень преподавания химии. А. А. Сударкина и В. В. Фирсов показали, что имеется прямая связь между хорошей постановкой преподавания химии и большим числом учащихся, выбравших химический факультатив (данные по школе Литовской ССР)<sup>2</sup>. Влияние на выбор оказывает личность учителя химии — его талант педагога, эрудиция, увлеченность преподаваемым предметом, любовь к детям, сочетание определенных личностных качеств. Известны примеры (г. Новосибирск и область), когда к талантливым учителям химии на факультативный курс ученики шли всем классом (школа № 88, заслуженный учитель школы РСФСР А. Н. Фаломкина; школа № 126, учитель А. А. Штенина; Кудринская школа Тогучинского района, учитель В. К. Бакатанова и др.).

Комплектованию факультативных групп помогает хорошо поставленная в школе внеклассная работа по химии. В некоторых школах внеклассная работа, проводимая учителем в младших классах, становится этапом дофакультативной подготовки учащихся. Учителя химии сельских школ Г. А. Давудов (Ирибская средняя школа Дагестанской АССР), В. Л. Ершов (Речицкая средняя школа БССР), И. И. Евсеева (школа Памяти В. И. Ленина, Горки Ленинские) готовят учащихся к изучению факультативного курса «Химия в сельском хозяйстве» уже в агрохимическом кружке начиная с VII класса. Учительница химии школы № 88 г. Новосибирска А. Н. Фаломкина прививает интерес к химии у учащихся начиная с IV класса, выявляет среди младших школьников тех, кто проявляет склонность к естественным наукам (беседует с учителями, родителями, изучает круг чтения школьников, наблюдает их на уроках). С группой отобранных таким путем школьников проводят кружковые занятия по элементарной химии старшеклассники — члены школьного клуба юных химиков. Впоследствии почти все эти учащиеся становятся участниками химического факультатива, ведут активную внеурочную работу по химии, выбирают химические профессии. Среди выпускников этой школы инженеры-химики, учителя химии, кандидаты и доктора химических наук.

**Организация факультативных занятий.** Практика факультативного обучения по химии показывает, что занятия лучше проводить в виде сдвоенного урока (по 45 мин с перерывом) один раз в неделю. Факультативные занятия включают в школьное расписание на равных правах с уроками основного плана. В не-

<sup>1</sup> См.: Положение о факультативных занятиях в общеобразовательных школах РСФСР. Сборник приказов и инструкций Министерства просвещения РСФСР, 1975, № 12.

<sup>2</sup> См.: Сударкина А. А., Фирсов В. В. Мотивы выбора учащимися естественнонаучных факультативных курсов.— В кн.: Факультативные занятия в средней школе. М.: Педагогика, 1973, с. 62.



которых школах выделяют специальные часы (перед обычными уроками или после уроков), в которые факультативные занятия проводятся одновременно по всем предметам. Но это не совсем удобно для тех учащихся, которые пожелали заниматься в двух разных факультативах.

Недопустимо ставить факультативные занятия 7 и 8-м уроками или переносить их на вечернее время: учащиеся устают, снижается их активность и внимание, меняется отношение к факультативу — его начинают расценивать как разновидность дополнительной внеурочной работы. Во внеурочное время оправдано проведение факультативных занятий в школах продленного дня, в школах-интернатах. Например, в школе-интернате № 2 г. Владивостока факультативные занятия проводятся в вечернее время учителями и научными сотрудниками научно-исследовательских институтов Дальневосточного отделения АН СССР. Во внеурочное время углубляют свои знания по химии учащиеся физматшколы-интерната при Новосибирском университете.

Факультативные занятия учащиеся выбирают добровольно, но, начав изучать курс, обязаны в течение полугодия посещать занятия без пропусков, активно заниматься, выполнять внеурочные индивидуальные задания. В специальном классном журнале учитель обязан учитывать посещаемость учащихся и их успехи в изучении курса.

Факультативные занятия так же обязательны, как и уроки основного плана. И только недопониманием значения факультативной формы обучения можно объяснить случаи, когда по указанию руководителя школы отменяются занятия, нарушается режим их проведения, учащиеся снимаются с занятий для выполнения других работ. Недопустимо также превращать факультативные занятия в дополнительные уроки по ликвидации пробелов в знаниях учащихся или использовать факультативные часы для регулирования учебной нагрузки учителей.

**Межшкольные факультативы.** В населенных пунктах с несколькими средними школами факультатив по химии может быть открыт на базе одной из хорошо оборудованных школ. В городах возможна организация межшкольных факультативов при кафедрах химии высших учебных заведений. На межшкольных факультативных курсах имеются большие возможности для реализации задач факультативного обучения: хорошая база, квалифицированные преподаватели, в числе которых специалисты-химики, научные работники, аспиранты. К проведению занятия на межшкольных факультативах при педагогических институтах и университетах можно привлекать студентов, для которых эти занятия — хорошая педагогическая практика. Положительный опыт организации обучения химии на межшкольных факультативах имеют кафедры химии Вологодского, Ленинградского, Новосибирского и других педвузов. Например, в разное время при кафедре Новосибирского пединститута открывались факультативные курсы для школьников по основам химического анализа, органи-

ческой и биологической химии. Участники факультативного курса «Строение и свойства органических соединений», работавшие под руководством В. А. Левина, привлекались к научно-экспериментальной работе. Помимо обязательных еженедельных двухчасовых занятий, школьники приходили в лабораторию в свободное время, работали самостоятельно по индивидуальному плану, принимали участие в выполнении хозяйственной темы кафедры.

Школьники, изучающие химический курс факультативно при кафедре химии высшего учебного заведения, как правило, стремятся после окончания школы поступить в этот вуз. Профорientационное значение подобных межшкольных факультативов очевидно.

### Глава III

#### ФОРМЫ И МЕТОДЫ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

С введением в школах факультативной формы обучения началась разработка методики преподавания отдельных курсов. Как справедливо отмечают исследователи этой формы учебно-воспитательной деятельности учащихся, она возникла не на пустом месте. Положительный опыт преподавания химических факультативов показывает, что на занятиях целесообразно сочетать традиционные методы, характерные для обычных уроков, с методами, свойственными для высшей школы, и с организационными формами и методикой внеклассных занятий. Главная цель методики факультативных занятий — постоянное побуждение учащихся к высокой активности в изучении курса. При введении факультативных курсов необходимо считаться с тем, что это особая форма организации учебной деятельности учащихся.

**Факультативное занятие как форма обучения.** В советской школе применяются различные формы организации учебно-познавательной деятельности учащихся, протекающей под руководством учителя по установленному порядку и в определенном режиме: уроки (основная форма), экскурсии, консультации, дополнительные занятия и др. Для учащихся, проявляющих повышенный интерес к какому-либо предмету, организуются внеклассные и факультативные занятия, отличающиеся от урока своеобразием организационных форм. На обычном уроке учитель в течение 45 мин руководит коллективной и индивидуальной познавательной деятельностью группы учащихся (класса), состав которой постоянен на протяжении ряда лет. На факультативном занятии учебная работа ведется с группой, составленной из учащихся разных классов (а иногда и разных школ) на время изучения факультативного курса. Длительность традиционного урока 45 мин, а факультативные занятия обычно проводятся в течение двух академических часов (90 мин с перерывом, в виде «сдвоенного»

урока). Уроки по обязательным предметам ведут постоянные учителя школы; факультативные курсы могут преподавать не только школьные учителя, но и приглашенные лица. Обычный урок — элемент свойственной для общеобразовательной школы классно-урочной системы; факультативные занятия приобретают черты вузовской лекционно-семинарской системы: они часто проводятся в форме лекций, семинаров, практикумов, зачетов. В то же время факультативные занятия по применяемым методам обучения и способам организации самостоятельной познавательной деятельности учащихся имеют много общего с обычными уроками.

Факультативные занятия дополняются другими учебными формами: учебными экскурсиями, домашней самостоятельной работой, конференциями, дискуссиями, встречами с производственниками и учеными и т. д. Некоторые из организационных форм заимствованы из арсенала внеклассных занятий.

Структура каждого отдельного факультативного занятия определяется характером курса, содержанием изучаемого материала, поставленными учителем дидактическими целями. На основе анализа опыта преподавания химических факультативов можно выделить четыре типа факультативных занятий:

- 1) занятия смешанного типа;
- 2) лекционные занятия;
- 3) практические (лабораторные) занятия;
- 4) контрольно-учетные занятия (семинары, зачеты, контрольные работы).

Рассмотрим структуру занятий смешанного типа, как наиболее часто применяемых (об остальных будет сказано в других разделах пособия). Занятие можно начать с беседы по изученному ранее материалу: выяснить уровень знаний учащихся, степень усвоения ими узловых вопросов. Затем учитель переходит к изложению нового материала, сопровождая его демонстрацией химических опытов и других средств наглядности. Завершается занятие выполнением лабораторных опытов, упражнений, решением задач, работой со справочной литературой и другими видами самостоятельной работы. В другом варианте первый час занятия посвящается изложению теоретического материала (одночасовая лекция, рассказ), второй — самостоятельной работе по изучаемой теме. Либо в начале занятия проводится самостоятельная работа с учебным пособием, дополнительной литературой; для закрепления изученного раздела учитель беседует с учащимися и делает обобщение.

Занятия смешанного типа могут включать доклады и сообщения учащихся, выступления приглашенных специалистов, демонстрацию кинофильмов, видеозаписей. На этих занятиях важно сочетание информационной передачи новых знаний с самостоятельной поисковой деятельностью учащихся.

Приведем примеры планов занятий смешанного типа.

Тема. Специфические особенности металлов (факультатив «Основы общей химии», см. табл. 3).

Таблица 3

Этапы	Структура и содержание занятия	Методы обучения
I	Постановка цели и задач занятия	
II	Выявление знаний об общих свойствах металлов, полученных учащимися в основном курсе химии	Беседа с использованием таблиц, слайдов, траиспрантов
III	Изучение новых знаний 1. Классификация металлов на основе строения их атомов: а) строение и свойства <i>s</i> -металлов; б) <i>p</i> -металлы, их физические и химические свойства; в) <i>d</i> -металлы, их способность к комплексообразованию 2. Понятие о сплавах и их строении. Твердые растворы и интерметаллические соединения	Рассказ, беседа, работа с раздаточным материалом Демонстрация опытов
IV	Обобщение учителя	Сообщения (доклады) учащихся
V	Домашнее задание: изучить § 1 и 2 из главы VII пособия	Разъяснение задания

Цель занятия. Углубить и обобщить знания о строении металлов и их свойствах в связи с положением в периодической системе Д. И. Менделеева. Расширить знания о сплавах и их строении.

Тема. Роль азота в питании растений. Определение потребности растений в азоте экспресс-методом по К. П. Магницкому и В. В. Церлинг (факультатив «Химия в сельском хозяйстве», см. табл. 4).

Цель занятия. Углубить знания учащихся о роли азота в питании растений. Дать общую характеристику методам определения азота в растениях. Ознакомить с ускоренным определением азота по Магницкому и Церлинг.

Методы обучения, применяемые на факультативных занятиях. Процесс обучения осуществляется при посредстве методов и методических приемов. Методы, применяемые в обучении химии, подразделяют на общие и частные. Общие методы ориентируют учителя на организацию определенной познавательной деятельности учащихся. В зависимости от дидактических целей и содержания учебного материала применяют объяснительно-иллюстративный, частично-поисковый или исследовательский общий метод. Частные методы — это конкретная взаимосвязанная деятельность учителя и учащихся, направленная на достижение цели обучения. Частные методы чаще всего классифицируют по источникам знания на словесные, словесно-наглядные и словесно-наглядно-практические<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> См.: Общая методика обучения химии. Содержание и методы обучения химии. М.: Просвещение, 1981, с. 52—55.

Этапы	Структура и содержание занятия	Методы обучения
I	Введение к занятию. Постановка целей и задач	Рассказ
II	Изложение новых знаний: 1. Роль азота в питании растений 2. Поступление азота в растения 3. Круговорот азота в природе:	Рассказ. Беседа. Демонстрация таблиц «Круговорот азота в природе», «Признаки азотного голодания» и фрагментов кинофильма «Связанный азот»
III	Определение азота в растениях экспресс-методом: 1. Ознакомление с устройством лабораторных приборов Магницкого и Церлинг и с методами определения азота 2. Практическое определение азота в растениях	Объяснение. Демонстрация приборов  Инструктаж. Лабораторные опыты (часть учащихся работает с приборами Магницкого, часть — с приборами Церлинг)
IV	Обсуждение результатов анализа и подведение итогов занятия	
V	Задание для самостоятельной работы дома	Разъяснение задания

В процессе обучения общие и частные методы сочетаются различно. Например, лекция, рассказ или объяснение учителя могут быть построены с позиции или иллюстративно-объяснительного метода, или частично-поискового; лабораторный опыт может быть простой иллюстрацией или иметь характер небольшого исследования.

Методы обучения, применяемые на факультативных занятиях по химии, разнообразны, но все они вписываются в классификацию, разработанную для уроков химии. На факультативных занятиях широко применяются как традиционные школьные методы — рассказ, беседа, демонстрация опытов, работа с учебным пособием, лабораторные опыты и практические занятия, так и методы, свойственные для высшей школы, — лекции, семинары, лабораторный практикум, зачет. На факультативных занятиях следует в большей степени, чем на обычных уроках, разнообразить методы обучения, виды и формы самостоятельной работы учащихся, а также испытывать новые методы, которые затем могут войти в практику школьного обучения.

В учебном процессе выделяют три основных звена: а) передача знаний учителем и их восприятие и усвоение учащимися (преподавание и учение); б) совершенствование знаний и умений в процессе их применения (самостоятельная деятельность учащихся); в) проверка (контроль) знаний и умений. Применительно к

указанным звеньям все частные методы обучения можно разделить на три группы (по Д. М. Кирюшкину)<sup>1</sup>:

- 1) методы, применяемые при изучении нового материала;
- 2) методы, применяемые в процессе совершенствования знаний и обучения учащихся применению знаний;
- 3) методы проверки знаний, умений, навыков.

В факультативном обучении химии также можно выделить три звена учебно-воспитательного процесса со всей совокупностью методов, только проверка знаний и умений учащихся здесь находится обычно на втором плане и имеет несколько иной характер (о чем будет сказано ниже).

Систему методов обучения, применяемых на факультативных занятиях по химии в разных звеньях учебного процесса, можно представить следующим образом.

Методы изучения нового материала

1) *Словесные*: лекция, объяснение, рассказ, беседа, выступление специалистов, доклады учащихся, объяснения учителя и инженерно-технических работников на экскурсии, работа с текстом обучающей программы, диалог с обучающей машиной; 2) *словесно-наглядные*: демонстрация опытов, экранных пособий, коллекций, макетов, моделей, таблиц, объяснения на экскурсии; 3) *словесно-наглядно-практические*: выполнение практических и экспериментальных работ исследовательского характера.

Методы совершенствования знаний и умений

1) *Словесные*: ведение записей в тетрадях, упражнения, решение расчетных задач, работа со справочником и дополнительной литературой, работа с программированным текстом, составление задач, написание рефератов, подготовка сообщений об ученых-химиках, описание производств, работа с программированным текстом; 2) *словесно-наглядные*: лабораторные опыты, объяснение демонстрационных опытов, наблюдения за химическими процессами на экскурсиях и их объяснение, работа с технологическими схемами, работа с раздаточным материалом; 3) *словесно-наглядно-практические*: лабораторные практикумы, моделирование, изготовление наглядных пособий.

Методы контроля и учета знаний и умений

1) *Словесные*: фронтальная, проверочная беседа, устный индивидуальный опрос, текстовая проверка с применением перфокарт, проверочные и контрольные письменные работы, выступления учащихся на семинарах, конференциях, выступления с обзором литературы, зачеты, проверка знаний с помощью контролирующих устройств; 2) *словесно-наглядные*: решение задач экспериментальным методом, графическая проверка знаний; 3) *словесно-наглядно-практические*: решение задач экспериментальным методом, моделирование, демонстрация изготовленных приборов, участие в проведении итогового мероприятия.

<sup>1</sup> См.: Кирюшкин Д. М. Методы обучения химии в средней школе. М.: Просвещение, 1968, с. 20—27.

Одна из важных задач методики обучения—приведение методов в соответствие с содержанием учебного предмета. Эта задача актуальна и для методики факультативного обучения. Однако нужно учитывать то обстоятельство, что на факультативных занятиях соотношение методов меняется. Это связано с особенностями содержания разных курсов, уровнем подготовленности учащихся, их познавательными интересами. Например, в систематических курсах предпочтение отдается лекционному методу, на занятиях по основам химического анализа или по курсу «Химия в сельском хозяйстве» на первый план ставятся практические (лабораторные) занятия. В преподавании факультатива учителя могут шире использовать вузовские методы обучения, что определяется лучшей подготовленностью учащихся, посещающих факультативы.

**Лекционный метод.** В факультативном обучении из словесных методов на первый план выдвигается лекционный, свойственный высшей школе, где ему принадлежит ведущая роль.

На уроках основного курса химии этот метод применяют нечасто—лишь на отдельных уроках в старших классах. Требования к лекционному изложению учебного материала рассмотрены в работах Д. М. Кирюшкина, В. П. Гаркунова, Р. Г. Ивановой, З. А. Петренко и других методистов. Школьная лекция отличается от вузовской меньшей продолжительностью, замедленным темпом чтения, включает элементы беседы. Она может иметь или объяснительно-иллюстративный, или частично-поисковый, или проблемный характер. К слушанию и восприятию лекции учащиеся необходимо специально готовить на уроках химии, как это делает учитель химии Ананьевской школы Одесской области Н. П. Гузик<sup>1</sup>. Однако на факультативных занятиях имеются большие возможности для обучения учащихся слушанию, записыванию лекции и последующей работе с текстом. Здесь можно специально ставить задачу подготовки учащихся к вузовским формам и методам учебы. Целесообразно на первом занятии факультатива ознакомить учащихся с методами, которые будут применяться при изучении курса, уделив особое внимание лекционному методу. Учитель разъясняет, что в ходе прослушивания лекции учащиеся должны записывать только основное содержание. План лекции (он может быть продиктован, записан на доске или спроецирован на экран с помощью графопроектора) помогает следить за изложением материала, выделять смысловые части текста. На первых порах план может быть подробным. Например, к первой лекции курса «Строение и свойства органических соединений» такой план:

Тема. Краткие сведения из истории теоретических воззрений в органической химии.

1. Деструктурные теории в органической химии:

а) теория радикалов; б) теория типов; в) работы Франкланда, Кекуле, Купера.

<sup>1</sup> См.: Гузик Н. П. Учить учиться. М.: Педагогика, 1982.

2. Теория химического строения органических соединений  
А. М. Бутлерова:

а) работы А. М. Бутлерова, в которых рассматривается теория строения органических соединений; б) материалистический подход А. М. Бутлерова к вопросу о строении органических соединений; в) основные положения этой теории.

3. Развитие теоретических воззрений в органической химии:

а) возникновение стереохимии; б) установление электронных представлений о природе органических молекул.

4. Теория строения органических соединений в наши дни.

После ознакомления с планом дается литература, из которой учащиеся могут получить дополнительные сведения по данной теме.

Обучая записыванию лекции, необходимо обращать внимание учащихся на то, чтобы они фиксировали в конспекте основные теоретические положения, определения и выводы, записывали формулы веществ, уравнения реакций, константы, важнейшие факты, ссылки на литературные источники. Как определить, что в лекции существенно, а что второстепенно? Учитель разъясняет, что для этого надо внимательно слушать лекцию, вникая в ее содержание, следить за ходом мысли, за развитием рассуждений. Понимание содержания лекции помогает выбрать главное и необходимое для записи. Существенное в лекции учитель выделяет интонацией голоса, жестом, более медленным проговариванием. Новые термины, названия, формулы, уравнения, даты и т. д. записываются на доске — это облегчает восприятие лекции и ее записывание.

В лекции по химии учитель пользуется химическим языком — терминологией, символами, формулами, уравнениями. Химический язык лаконичен, хотя и оперирует большим объемом информации. Хорошее знание этого языка и умение им пользоваться — важное условие восприятия, понимания и записи основного содержания лекции по химии.

Необходимо также обратить внимание учащихся на то, чтобы они стремились делать записи разборчиво. В тексте записанной лекции каждое слово приобретает ценность. Можно привести слова В. И. Ленина: «...в конспекте отдельные фразы и даже отдельные слова имеют несравненно более важное значение, чем в обстоятельном и подробном изложении»<sup>1</sup>.

Лекции по химическим курсам дополняются демонстрацией опытов, коллекций, моделей, таблиц. При этом для усиления наглядности используют проекционную аппаратуру, подсветки и другие приспособления.

Последующая работа с конспектом включает просмотр конспекта сразу после прослушивания лекции с выделением, подчеркиванием наиболее важных мест, дописыванием сокращенных слов, расшифровкой терминов, названий, уравнений, чтение конс-

<sup>1</sup> Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 4, с. 40.



пекта во время подготовки к очередному занятию, семинару или зачету; дополнение конспекта новыми сведениями, почерпнутыми из дополнительной литературы, использование конспекта как источник знаний при подготовке к экзамену.

Лекционный метод приучает учащихся активно воспринимать учебный материал, сосредоточенно работать на занятии. Установлению связи между фактами и явлениями, их запоминанию, приведению полученных знаний в систему, формулировке выводов способствует послелекционная работа — беседа с учащимися, выполнение ими упражнений и опытов, решение задач, работа со справочными материалами.

Выбор темы для лекционного изложения зависит от ее места в курсе, дидактических целей, содержания материала. В систематических курсах лекционный метод применяется шире. Лекционно излагаются вводные темы, например: «История атомно-молекулярного учения» («Основы общей химии»), «Введение в агрохимию» («Химия в сельском хозяйстве»), «Химическая технология как наука» («Химия в промышленности»). Лекционный метод применим в тех случаях, когда необходимо дать обзор изученного материала и углубить его («Строение атома и химическая связь» в курсе «Строение и свойства органических соединений»). В лекциях можно излагать и новый для учащихся теоретический материал, когда ставится задача дать относительно полное и законченное представление по определенному вопросу («Основы учения о комплексных соединениях» в курсе «Основы общей химии», «Элементоорганические соединения» в органической химии). Заключительные темы курса также излагаются лекционно, например темы: «Успехи органической химии» и «Перспективы развития химической технологии и химического производства».

Темы, включающие частично известный учащимся материал, лабораторные опыты, упражнения, задачи, работу с раздаточным материалом, целесообразнее изучать с применением других словесных методов — рассказа, объяснения, беседы.

**Активизация мыслительной деятельности учащихся при использовании словесных методов обучения на факультативных занятиях.** Методы обучения можно считать активными, если они возбуждают у учащихся «внутреннее» умственное напряжение, приводят их в деятельное состояние. Активность мышления характеризуется проявлением устойчивого интереса к изучаемой теме, возникшей проблеме, задаче, направленностью внимания и мыслительных операций на понимание изучаемого материала. Активизировать мыслительную деятельность учащихся при изложении учебного материала можно различными путями. Рассмотрим некоторые из них.

1. Живое, интересное и эмоциональное изложение, включающее в разумных пределах занимательные факты из истории научных открытий, жизни ученых. Использование в самом начале изложения стартовых моментов, представляющих собой завязку

к последующему изложению. Включение в рассказ ярких, образных сравнений, отрывков из научно-популярных книг и произведений художественной литературы.

Например, в теме «Химия металлов» свой рассказ о коррозии учитель начал с зачитывания отрывка из книги Джавахарлала Неру «Открытие Индии». В нем рассказывается об успехах древних индийцев в обработке железа. Близ Дели высится огромная колонна из этого металла. Она почти не изменилась за 15 веков, когда любое другое железное изделие превратилось бы в труху. Современные ученые пока не могут определить способ изготовления колонны, предохранивший железо от окисления. В чем секрет антикоррозийной стойкости делийской колонны? Заинтересовав учащихся этим феноменом, учитель затем переходит к рассмотрению явления коррозии металлов. Включение элементов занимательного в изложение воздействует прежде всего на эмоциональное восприятие учащихся, способствуя непроизвольному запоминанию учебной информации.

Понимание и запоминание нового материала будет более успешным, если он включается в систему знаний, полученных ранее в основном курсе или на факультативных занятиях. Учащимся становится интересным то, что они хорошо понимают, понимание же достигается хорошим, логически построенным изложением, заставляющим каждого ученика внимательно следить за ходом мысли учителя. «Трудных наук нет, — писал А. И. Герцен, — есть только трудные изложения, то есть непереваримые»<sup>1</sup>.

2. Активизирует мышление школьников применение дедуктивного подхода при изучении всего курса или его разделов.

Дедуктивный подход предполагает первоначальное вооружение учащихся наиболее общими и важнейшими теоретическими понятиями и законами, на которых основывается последующий материал. При этом подходе отпадает необходимость подробного описания деталей и изложения большого числа фактов, например: условий и механизмов химических реакций, свойств отдельных веществ, методов анализа и т. д. Дедуктивный подход дает предпосылку переноса знаний на новые и новые объекты, включения новых знаний в систему курса, экономит время изучения курса, так как знания даются как бы в свернутом виде.

Дедуктивный подход применим при изучении каждого химического факультативного курса, он заложен в программах. Излагая теоретические разделы курса, учитель может усилить дедукцию. Например, в лекциях по курсу «Строение и свойства органических соединений» в самом начале можно концентрированно, «укрупненным блоком» рассмотреть основные теоретические положения органической химии: введение, классическую теорию химического строения органических соединений и ее развитие на основе современных представлений, важнейшие механизмы реакций, метомерный и индукционный эффекты и другие вопросы. В даль-

<sup>1</sup> Герцен А. И. Соч. М., 1956, т. 5, с. 430.

нейшем изучение отдельных классов органических соединений основывается на усвоенных учащимися теоретических представлениях. Они получают материал для активной мыслительной деятельности, возрастает информационная емкость курса. Теоретические знания применяются для предсказания свойств вновь изучаемых классов соединений и направления химических реакций.

3. Мыслительную деятельность учащихся активизирует проблемное изложение учебного материала. В отличие от информационно-иллюстративного подхода, когда знания даются в готовом виде и у учащихся стимулируется главным образом воспроизводящая мыслительная деятельность, при проблемном изложении на первый план ставится задача развития активного мышления, самостоятельности, смекалки, потребности самому понять изучаемый вопрос. Учащиеся как бы добывают знания с помощью учителя и вместе с ним проходят путем исследователя.

В ходе изложения внимание учащихся привлекает раскрытие проблем, над которыми работают ученые. Например, в органической химии это может быть проблема синтетической пищи, в основах агрохимии — проблема питания растений, в курсе «Химия в промышленности» — связывание азота при низких температурах, создание безотходных технологий и защита окружающей среды и т. д. Раскрывая пути решения научных проблем, учитель знакомит учащихся с историей науки, ее методами, воспитывает слушателей на примере целеустремленности, подвижничества, принципиальности выдающихся ученых в научных исканиях.

Чаше в процессе обучения решаются учебные проблемы. Учебная проблема — это задача или вопрос теоретического или практического характера, разрешение которого создает у учащихся цельное представление об объекте изучения. Проблема возникает в сознании учащихся в противоречивой ситуации: противоречие между имеющимися знаниями и новыми фактами и явлениями, между разными фактами, между теорией и практикой и т. д.

Пути решения учебной проблемы различны:

а) проблема решается самим учителем в ходе изложения учебного материала (лекции, рассказа). Перед учащимися ставятся вопросы, даются логические задачи и затем в дальнейшем изложении разрешаются учителем;

б) учащиеся под руководством учителя совершают частично самостоятельный поиск на отдельных этапах разрешения проблемы. Большая часть информации дается в готовом виде;

в) проблема полностью разрешается учащимися (на факультативных занятиях этот путь применим на практических занятиях);

г) учащиеся самостоятельно ставят и разрешают проблему. Этот этап проблемного обучения характеризует творческую деятельность учащихся при решении задач исследовательского характера.

В лекционном методе обучения применяют первый и второй путь разрешения проблем. Например, в теме «Краткие сведения

из истории теоретических представлений в органической химии», рассматривая доструктурный период, учитель может поставить проблемные вопросы, которые в свое время волновали ученых. Как объяснить существование веществ, имеющих разные свойства, но одинаковый качественный и количественный состав молекул? Как объяснить многообразие соединений углерода? Как представить валентность углерода в различных углеводородах? Обрисовав проблемную ситуацию, сложившуюся в химии в добултеровский период, учитель показывает пути ее разрешения, приведшие к созданию теории строения органических соединений.

В теме «Полиметиленовые углеводороды» учащиеся знакомятся с реакциями присоединения хлора, водорода к циклопропану и циклобутану. Имеющиеся у них знания о предельном характере этих соединений (отсутствии двойных связей) противоречат фактам (легкость присоединения). Возникает проблемная ситуация, для разрешения которой привлекается теория напряжения Байера. Но в связи с изучением новой теории возникает еще одна проблема: как объяснить высокую прочность шести- и семичленных циклов? Новые экспериментальные факты, приведенные учителем, вступают в противоречие с теорией Байера, что заставляет учащихся задуматься. Новое противоречие разрешается при изучении пространственного строения многочленных циклопарафинов.

Не все проблемы, поставленные в лекции, тут же должны решаться. Эту работу можно осуществлять на семинарских и лабораторных занятиях, при выполнении домашних заданий с использованием учебной и справочной литературы. Например, в теме «Ацетиленовые углеводороды и их свойства» ставится следующая проблема. В молекуле ацетилена атомы углерода связаны тройной связью, по сравнению с этиленом этот углеводород менее насыщен. Как ведет себя ацетилен в реакциях присоединения? Некоторые учащиеся предполагают, что ацетилен будет легче присоединять другие молекулы. Но это соображение противоречит фактам. Кроме того, у ацетилена проявляется и такое свойство, как способность водорода замещаться на атомы металлов (кислотные свойства). Как объяснить эти факты? Проблемная ситуация разрешается рассмотрением третьего валентного состояния атома углерода, электронного и пространственного строения молекулы ацетилена. Высказанные предположения о свойствах ацетилена ученики доказывают на лабораторном занятии.

В некоторых случаях лекция или рассказ учителя может закончиться постановкой проблемного вопроса, ответ на который будет дан лишь при изложении материала следующей темы. Учащимся дается возможность самостоятельно подумать над поставленным вопросом.

4. Активизируют мыслительную деятельность учащихся приемы сравнения и сопоставления, анализа и синтеза, обобщения.

Применяя прием сравнения, учитель выявляет сходство и различие в строении и свойствах отдельных веществ и классов соединений, в химических реакциях, химических производствах и т. д.

Так, в курсе «Основы общей химии» сравниваются группы и подгруппы химических элементов, неметаллы и металлы, в курсе органической химии — классы соединений, в аналитической химии — реакции катионов и анионов, методы количественного анализа и т. д. При использовании приема сравнения выявляются общие и существенные признаки изучаемых объектов, что позволяет объединять единичные объекты в их совокупность — класс. Учащиеся учатся мысленно переходить от единичного к общему, т. е. обобщать.

Применяя прием сравнения, учитель химии Л. И. Лагунова (г. Новосибирск) удачно сопоставила строение и общие свойства неорганических и органических веществ в курсе «Строение и свойства органических соединений» по таким параметрам, как элементный состав, количество атомов в молекулах, вид химической связи, электропроводность растворов, скорость протекания реакций, отношение к нагреванию, точки плавления и кипения, горючесть. В результате проведенного сравнения учащиеся к концу лекции составили обобщающую таблицу, которая выглядела так:

Таблица 5. Сравнение строения и свойств неорганических и органических веществ

Свойства, подлежащие сравнению	Вещества	
	неорганические	органические
Содержание углерода в соединениях	Углерод входит в состав оксидов, карбидов, карбонатов, цианид- и цианат-ионов и некоторых других веществ	Углерод входит в состав всех без исключения органических веществ
Число атомов данного элемента в соединениях	Обычно небольшое: $\text{H}_3\text{PO}_4$ , $\text{KMnO}_4$ , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$	Часто большое: $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ , $\text{C}_{35}\text{H}_{72}$
Вид связи	Обычно ионная, ковалентная полярная, металлическая; реже ковалентная неполярная	В большинстве случаев ковалентная, ковалентная полярная
Электропроводность	Чаще проводят электрический ток	Обычно не проводят электрического тока
Скорость реакций	Обычно большая	Обычно малая
Устойчивость по отношению к нагреванию	Обычно устойчивы	Большинство разлагается выше $400^\circ\text{C}$
Температуры плавления и кипения	В большинстве случаев высокие	Обычно низкие
Горючесть	В большинстве случаев негорючи	Горючи

5. Эффективно активизирует мыслительную деятельность учащихся сочетание словесных методов с различными средствами наглядности: графическими пособиями, моделями, коллекциями, химическими опытами, кинофильмами и др. Из средств нагляд-

ности первое место, бесспорно, принадлежит химическому эксперименту. Педагогическая эффективность демонстрации достигается четкостью и продуманной последовательностью действий учителя, наглядностью, оптимальным сочетанием показа и объяснения.

Приведем пример плана лекции по теме «Предельные углеводороды» с демонстрацией опытов и моделей:

1) вводная часть лекции. Отмечается, что наиболее доступным и изученным классом органических соединений является класс предельных углеводородов, простейший представитель которого — метан;

2) физические свойства метана. Демонстрируем опыты, доказывающие, что метан легче воздуха: а) заполнение колбы, уравновешенной вниз горлом на весах, метаном; б) заполнение метаном мыльных пузырей; в) «переливание» метана из одного сосуда в другой. Постановка вопросов в процессе демонстрации опытов (элементы беседы). Побуждение учащихся к выводам и заключениям;

3) строение предельных углеводородов;

4) гомологический ряд метана. Гомологическая разность. Зависимость физических свойств алканов от пространственной структуры и сил межмолекулярного взаимодействия. Представление о конформациях. Демонстрация шаростержневых моделей;

5) химические свойства предельных углеводородов. Демонстрация опытов: а) горение метана; б) взрыв смеси метана с кислородом; в) взаимодействие метана с галогенами;

6) механизм реакции замещения в алканах. Гомолитический и гетеролитический способы разрыва связи, типы образующихся в результате разрыва частиц, условия протекания реакций;

7) три стадии радикального замещения атомов водорода в молекулах метана. Цепные процессы. Галогенопроизводные алканов. Индукционный эффект. Демонстрация динамических моделей (на магнитной доске). Демонстрация диапозитивов;

8) получение алканов в лаборатории и в промышленности. Применение алканов. Демонстрация таблицы;

9) выводы и обобщение по теме.

В развитии активного мышления большую роль играют опыты-задачи, опыты-вопросы, опыты, подтверждающие или опровергающие утверждения учащихся. Например, при изучении карбоновых соединений в курсе «Строение и свойства органических веществ» может быть поставлен вопрос: Какие вещества более активны: альдегиды или кетоны? Разрешение этого вопроса может идти двумя путями:

1) проблема — гипотезы учащихся — теоретическое доказательство — экспериментальное подтверждение (демонстрационный опыт);

2) проблема — гипотезы — экспериментальное доказательство — теоретическое объяснение.

В обоих случаях демонстрируются опыты: окисление веществ

перманганатом калия, аммиачным раствором оксида серебра, реакция с фуксинсернистой кислотой.

Новая информация воспринимается более активно, если учащиеся получают ее «из первых рук» — от приглашенных на занятие специалистов производства, преподавателей вузов, ученых. Приглашая специалиста на урок, нужно просить его придерживаться следующих требований:

- а) ориентироваться на содержание программы факультатива;
- б) излагать существо вопроса, не вдаваясь в технические детали и мелочи;
- в) говорить с учащимися доступным, понятным языком, поясняя незнакомые им научные или технические термины;
- г) укладываться в отведенное на выступление время.

С интересом и вниманием выслушивают учащиеся доклады товарищей по группе, которые могут сопровождаться магнитофонными записями.

**Демонстрационные опыты на факультативных занятиях.** Из группы словесно-наглядных методов наибольшее значение на факультативных занятиях имеют демонстрационные опыты. В программах факультативных курсов они не указаны, поэтому их подбирает сам учитель. Необходимо показывать следующие виды опытов:

1. Демонстрация сложных опытов, требующих специальных установок.
2. Демонстрация опытов с веществами, которые не рекомендуется выдавать на руки учащимся.
3. Демонстрация опытов, требующих расходования значительных количеств реактивов.
4. Демонстрация опытов, которые могут провести и учащиеся, но они к месту при изложении материала, так как лучше поясняют его смысл, формируют понятия и т. д.

Демонстрационный эксперимент используется шире в теоретических курсах. В прикладных главное место принадлежит ученическому эксперименту.

Перечислим основные требования к демонстрационным опытам:

1. Связь опыта с изучаемым материалом, его актуальность.
2. Соблюдение принципа наглядности, достигаемого применением экранов, подсветок, проецирования на экран и т. д.
3. Безопасность эксперимента, достигаемая тщательной подготовкой опытов, соблюдением правил техники безопасности, использованием защитных средств и приспособлений.
4. Надежность и воспроизводимость эксперимента.
5. Продуманное сочетание демонстрации опыта и его объяснения, из которого учащиеся выясняют: а) цель опыта; б) устройство прибора; в) какие вещества были взяты для опыта и какие получились; г) условия реакции; д) явления, сопровождавшие реакцию; е) теоретическое объяснение наблюдаемых явлений; ж) выводы из опыта.

6. Высокая методическая и лабораторно-техническая культура демонстрации, служащая примером для учащихся.

К проведению демонстрационных опытов привлекаются и уча-

ишися. Демонстраторы заранее готовят необходимое оборудование, отрабатывают технику постановки опыта и затем показывают его на занятии. Нужно поставить цель, чтобы каждый учащийся за время изучения курса побывал в роли «демонстратора».

**Экскурсии в процессе изучения химических факультативов.** Факультативные занятия обязательно дополняются такой важной формой учебной деятельности вне школы, как экскурсии. В таблице 6 указаны примерные объекты экскурсий по каждому курсу.

Особенно необходимы экскурсии при изучении курса «Химия в промышленности». Желательно, чтобы учащиеся посмотрели производства, изучаемые в этом курсе. Но если таких не окажется в районе расположения школы, следует организовать посещение других предприятий, где учащиеся увидели бы типичные аппараты и устройства, ознакомились с научными принципами химического производства, процессами, лежащими в основе получения той или иной продукции, массовыми профессиями. В течение учебного года следует провести две-три экскурсии.

Важно провести экскурсии и по другим факультативам. При изучении аналитической химии учащихся необходимо ознакомить с устройством и оборудованием химической лаборатории. По курсу «Химия в сельском хозяйстве» проводятся экскурсии в агрохимическую лабораторию, на производственные объекты, на склад минеральных удобрений и т. д. Изучение систематических курсов также полезно дополнить рядом экскурсий — на химические предприятия, в краеведческий музей, в лаборатории научно-исследовательских институтов и на другие объекты.

Проведению экскурсий на химические предприятия предшествует основательная подготовка. Учитель изучает данное производство по литературе, посещает объект и знакомится с ним на месте, определяет с помощью работника предприятия маршрут, остановки, места отдыха, содержание объяснений, готовит выделенного предприятием экскурсовода к проведению экскурсии — на что нужно обратить внимание учащихся, в каком объеме освещать технологические вопросы и т. д., составляет план экскурсии и разрабатывает задания для учащихся. Учащиеся самостоятельно знакомятся с данным производством по литературе, знакомятся с целью экскурсии, временем проведения и местом сбора, готовят необходимое оборудование и снаряжение, получают индивидуальные и групповые задания.

Экскурсия проводится по плану, включающему следующие виды познавательной деятельности:

1. Вступительная беседа перед экскурсией (цель, общая характеристика предприятия, его история, выпускаемая продукция и ее народнохозяйственное значение, экономические связи, общие принципы организации производства и др.). Особое внимание в беседе следует обратить на правила техники безопасности и поведение учащихся во время экскурсии. Ответственность за безопасность экскурсантов несет предприятие, поэтому учащиеся должны беспрекословно выполнять все требования экскурсовода, которого



Таблица 6. Примерные объекты экскурсий при изучении факультативных курсов по химии

Факультатив	Объект проведения экскурсии	Цель и содержание экскурсии
Основы общей химии	Любой химический завод, производящий неорганические соединения (кислоты, соли, удобрения). Металлургическое производство. Металлообрабатывающие предприятия. Электрохимические производства	Ознакомление учащихся с применением закономерностей химической кинетики и энергетике в химическом производстве. Получение, применение и обработка металлов. Использование электрохимических процессов в производстве
Строение и свойства органических соединений	Химическая лаборатория НИИ. Музей: политехнический, краеведческий, заводской и др. Выставка достижений народного хозяйства	Методы исследования веществ. Синтез органических соединений. Полезные ископаемые родного края. Роль химии в создании материальной базы коммунизма
Органическая химия	Предприятия по получению органических соединений, пластмасс, волокон. Переработка природного сырья (нефтехимия, углехимия, лесохимия). Предприятия пищевой промышленности (сахарный, молочный заводы и др.)	Достижения органического синтеза. Применение закономерностей органической химии в производственных процессах
Основы химического анализа	Химическая лаборатория предприятия, НИИ, учебного заведения. Агрохимическая лаборатория	Устройство лаборатории и ее оборудование. Знакомство с физико-химическими методами анализа
Химия в сельском хозяйстве	Агрохимическая лаборатория. Животноводческий производственный комплекс. Теплично-парниковое хозяйство. Склад минеральных удобрений. Станция защиты растений. Предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции	Устройство и оборудование лаборатории. Организация труда. Применение химических препаратов в растениеводстве и животноводстве. Хранение, транспортировка, подготовка к внесению в почву удобрений. Технология и контроль за качеством продукции
Химия в промышленности	Любые местные химические и металлургические предприятия. Предприятия по переработке минерального и органического сырья. Музей	Ознакомление с научными принципами современного химического производства, с понятиями и закономерностями химической технологии, с продукцией предприятий, ролью химии в создании материально-технической базы коммунизма

обычно выделяет предприятие. Задача учителя — внимательно следить за тем, что излагает экскурсовод о порядке передвижения учащихся по экскурсионному объекту, чтобы после беседы при необходимости сделать свои добавления.

Учащимся разъясняется, что по территории цеха разрешается проходить только группой (впереди идет экскурсовод, замыкает группу учитель), не разрешается отделяться от группы, касаться работающих механизмов и аппаратов, крутить вентили, собирать образцы для коллекции без разрешения, пробовать вещества на вкус. Если кто-либо из учащихся почувствует себя плохо (в цехе возможна утечка паров физиологически активных веществ), должен немедленно заявить об этом учителю<sup>1</sup>.

2. Следование по маршруту. Слушание объяснений экскурсовода, осмотр объектов, наблюдения за процессами и трудовыми действиями работников, записи и зарисовки в рабочих тетрадях.

3. Работа небольшими группами: изучение деталей, выполнение групповых и индивидуальных заданий (например, сбор образцов для коллекции, статистических сведений, данных по истории предприятия, описание профессий и др.).

4. Отдых, записи впечатлений и обработка записей, сделанных в ходе экскурсии.

5. Заключительная беседа, ответы на вопросы. Обмен впечатлениями — что понравилось больше всего, какие профессии вызвали интерес и почему. Беглая проверка выполнения заданий.

6. Организованный уход с предприятия.

На производственной экскурсии учащиеся знакомятся с историей предприятия, его народнохозяйственным значением, экономическими и производственными связями, выпускаемой продукцией и исходным сырьем, основными стадиями производственного процесса, установками, аппаратами и другим производственным оборудованием. Необходимо обращать внимание учащихся на условия и охрану труда, его содержание, рассказать о том, где и как можно получить рабочие специальности. Знакомясь с передовиками производства, экскурсанты узнают об их трудовых успехах, предпринимаемых мерах повышения производительности труда и снижения себестоимости продукции, социалистическом соревновании. В решении задач профориентации значение таких экскурсий велико, так как учащиеся, встречаясь с представителями разных профессий в условиях реальной трудовой деятельности, расширяют круг своих представлений о специальностях, разрядах специалистов, условиях труда и быта. Школьники выясняют социальную роль работников предприятия, соизмеряют свои интересы и возможности с наблюдаемой трудовой деятельностью, планируют свое будущее.

Итоги экскурсии подводятся на занятии, к которому учащиеся готовят небольшие сообщения, отчеты и рефераты, изготавливают

<sup>1</sup> См. Семенов А. С. Охрана труда и техника безопасности по химии. М.: Просвещение, 1981.

коллекции, технологические схемы и диаграммы, описания профессий. Все эти материалы пополняют химический кабинет и могут быть использованы для организации школьного химического музея, кабинета профориентации. Собранные на экскурсии статистические данные используются для составления и решения расчетных задач.

## Глава IV

### САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИЧЕСКИХ ФАКУЛЬТАТИВОВ

Сущность самостоятельной работы рассмотрена в трудах многих психологов и педагогов: Б. П. Есипова, М. А. Данилова, М. Н. Скаткина и др. П. И. Пидкасистый определяет самостоятельную работу как средство вовлечения учащихся в самостоятельную познавательную деятельность путем ее логической и психологической организации<sup>1</sup>. С этой целью учитель ставит перед учащимися познавательные задачи, направленные на усвоение определенной суммы знаний и выработку практических умений, на развитие творческих способностей и овладение методами научного познания и приемами самообразования. Особенности факультативного обучения — малочисленность учебной группы, повышенный интерес к предмету, более высокий в среднем уровень знаний учащихся — способствуют решению указанных задач.

В результате самостоятельной деятельности у учащихся развивается познавательная активность, пылливость, стремление самим добывать знания. Самостоятельная деятельность — верный путь формирования и развития различных умений и навыков: экспериментальных, вычислительных, конструкторских, самообразования и др.

Специфика каждого факультатива по химии предусматривает свою систему самостоятельных работ, но в их организации и методике много общего. Рассмотрим важнейшие виды и формы самостоятельной деятельности учащихся при изучении химических факультативов.

**Лабораторные занятия учащихся.** Все программы химических факультативов отводят большое место ученическому эксперименту, который реализуется в различных формах. Лабораторный опыт на факультативных занятиях, как и на уроках химии, — составной элемент занятия; отдельные опыты включаются в теоретические уроки (при изложении нового материала или на этапе проверки знаний и умений). Длительность отдельного лабораторного опыта обычно небольшая. Лабораторное занятие — более длительная по времени самостоятельная работа учащихся

<sup>1</sup> См.: Пидкасистый П. И. Самостоятельная деятельность учащихся. М.: Педагогика, 1972.

по выполнению химических опытов в школьной лаборатории. Совокупность лабораторных занятий по данному факультативу составляет лабораторный практикум. Например, в курсе «Основы общей химии» можно выделить теоретическую часть и лабораторный практикум общим объемом 24 ч. Лабораторный практикум может быть проведен компактно, сразу же после изучения теоретической части (курс «Основы химического анализа»), или разбит на отдельные лабораторные занятия, чередуясь с теоретическими (другие факультативные курсы).

Практическое занятие — понятие более широкое, охватывающее не только химический эксперимент, выполняемый в лаборатории, но и другие виды практической деятельности: работу с раздаточным материалом, справочниками, решение задач, моделирование, вычерчивание графиков, овладение приемами работы в химической лаборатории и др. Практическое занятие может быть проведено за пределами школьной лаборатории: в полевых условиях (отбор образцов почв, изучение почвенного разреза), на химическом предприятии (сбор различных данных), в других лабораториях.

Количество лабораторных занятий определяется характером факультативного курса. Их больше в специальных и прикладных курсах: в «Основах химического анализа» — до 70% от общего количества часов, в курсе «Химия в сельском хозяйстве» — до 50%. В систематических курсах на лабораторные занятия отводится в среднем до 30% учебного времени. Лабораторные опыты специально указаны в программе по курсу «Основы общей химии». В других курсах они проводятся по усмотрению учителя.

Методика проведения лабораторных занятий в факультативных курсах имеет много общего с ученическим экспериментом основного курса. Отличия же состоят в большей сложности и длительности экспериментальных работ, в усилении исследовательского подхода и самостоятельности учащихся (все работы проводятся индивидуально), что сближает факультативные лабораторные занятия с вузовскими практикумами.

Рассмотрим организацию лабораторного занятия на примере из курса «Строение и свойства органических соединений».

Тема. Качественный элементный анализ органических веществ.

Цель занятия. Развить умения учащихся по определению водорода, углерода и хлора в органических веществах. Научить определять азот и серу.

*Вводная беседа.* Повторение методов определения углерода, водорода и хлора в веществах (из основного курса). Рассказ об открытии азота и серы. Азот открывается действием на исследуемое вещество металлическим натрием при нагревании. Натрий с азотом и углеродом образует цианид натрия  $\text{NaCN}$ , который обнаруживается путем перевода его в соединение синего цвета — берлинскую лазурь — под действием солей двух- и трехвалентного железа. Сера открывается также сплавлением исследуемого ве-

щества с натрием. Образовавшийся сульфид натрия обнаруживается с помощью соляной кислоты (запах сероводорода) или раствора ацетата свинца (черный осадок).

*Разъяснения по технике безопасности.* Отмечается, что натрий берется в количестве 0,01—0,05 г (с небольшую горошину, выдается перед опытом). Опыт проводится в вытяжном шкафу. Нагреваемая пробирка укрепляется в штативе так, чтобы ее отверстие было направлено в сторону от экспериментатора и от окружающих. При проведении опытов с натрием надеваются защитные очки.

(Заметим: прежде чем допустить учащихся к выполнению этих опытов, необходимо убедиться, что все учащиеся хорошо усвоили правила безопасности и технику их выполнения.)

*Выполнение опытов.* Учащиеся работают индивидуально или группами, руководствуясь инструкцией, приведенной в учебном пособии. Учитель может дополнить инструкцию, включив задания, побуждающие учащихся к активной мыслительной деятельности (вспомнить ранее изученный материал, отыскать необходимые сведения в справочнике, найти в учебном пособии описание устройства прибора и т. д.).

Приведем пример такой инструкции.

Углерод и водород определяют нагреванием исследуемого вещества с оксидом меди (II), при этом медь восстанавливается, а углерод и водород окисляются.

Составьте уравнение реакции между глюкозой  $C_6H_{12}O_6$  и оксидом меди. Как обнаружить образующийся оксид углерода (IV)?

Воду обнаруживают безводным сульфатом меди. На чем основано это определение? Как изменяется безводный сульфат меди при взаимодействии с водой? Какое вещество получается?

Опыт проведите в приборе (рис. 1). В пробирку *a* поместите смесь 1 части (0,2 г) органического вещества (сахар, глюкоза) с 3 частями оксида меди (II). На тампон из ваты *b* положите щепотку обезвоженного сульфата меди, пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой\* укрепите в штативе в горизонтальном положении. Почему?

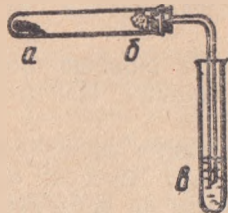


Рис. 1. Прибор для определения углерода и водорода в органическом веществе.

Что надо налить в пробирку *в*?

Содержимое пробирки *a* сильно нагрейте. Наблюдайте за изменениями, происходящими в пробирках. Какая реакция произошла в пробирке *в*? Почему посинел сульфат меди? О чем свидетельствуют эти изменения?

Напишите до конца уравнения реакций:



Сделайте выводы и составьте отчет по проведенной работе.

Задача учителя — научить школьников кратко и точно фиксировать наблюдаемые

явления, делать выводы. Удобна табличная форма записи (см. табл. 7).

**Формирование у учащихся исследовательского подхода.** Одна из задач факультативного обучения — формирование и развитие у учеников качеств исследователя. Этой идеей проникнуто содержание экспериментальных работ всех факультативов по химии. Многие работы имеют аналитический характер: элементный и функциональный анализы в курсах по органической химии; открытие катионов и анионов, анализ растворов, содержащих смесь ионов, установление состава неизвестного соединения, количественные определения в курсе «Основы химического анализа», агрохимические исследования в «Химии в сельском хозяйстве» и т. д. Занятия, включающие аналитические работы, проводятся по плану: а) цели и задачи занятия; б) краткое теоретическое введение к работе (рассказ учителя или беседа, выясняющие знания учащихся); в) инструктаж учащихся по технике безопасности; г) выполнение работы учащимися и составление отчета; д) коллективное обсуждение итогов работы, сравнение результатов исследования, полученных учащимися, подведение итогов занятия.

Другая группа опытов, способствующая развитию исследовательских способностей, представляет собой синтез веществ (курсы «Основы общей химии», «Строение и свойства органических соединений»). Готовясь к занятию, учащиеся знакомятся с темами синтеза. На самом занятии учитель выясняет знание теоретических вопросов, лежащих в основе синтезов. В течение занятия каждый ученик (или группа учащихся) выполняет один или два синтеза, рекомендованные программой. При подборе заданий необходимо применять дифференцированный подход: более сложные работы давать более подготовленным учащимся. Работы выполняются по предписаниям, имеющимся в учебном пособии или разработанным учителем. В отчете ученик указывает название синтеза, приводит краткое его описание с уравнениями реакций, изображением прибора, характеризует исходные и полученные вещества (формула, относительная молекулярная масса, некоторые физи-

Таблица 7. Элементный анализ органических соединений

Какой элемент открывается?	С помощью каких реактивов открывается?	Условия проведения реакций	Результат реакции	Уравнения реакций
Н	Оксид меди (II), сульфат меди (II)	Сильное нагревание	Посиление бесцветного сульфата меди (II)	$C_6H_{12}O_6 + 12CuO \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 12Cu$
С	Оксид меди (II), гидроксид кальция	Сильное нагревание	Помутнение известковой воды	$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$

ческие константы из справочника), указывает массу исходных веществ, теоретический (в граммах) и практический выходы (в граммах и в процентах от теоретического), приводит качественные реакции на синтезированное вещество.

Синтезированные вещества помещаются в пробирки или небольшие склянки, плотно закрытые пробками и залитые парафином. На этикетках надо указать название и формулу вещества, дату синтеза и фамилию учащегося. Полученные вещества используются на занятиях факультативного или основного курса, и в частности для изготовления коллекций.

Инструкция, описывающая ход синтеза, также может включать вопросы и задания, требующие воспроизведения теоретических знаний, поиска данных в справочнике, решения задач. Например, выяснить электронное строение синтезируемого вещества, указать механизм реакций, лежащих в основе синтеза, рассчитать выход продукта и др. Подобные задания направляют учащихся в русло творческой, продуктивной деятельности.

Большинство практических работ, предлагаемых программами для факультативных занятий, можно рассматривать как решение задач экспериментальным путем. Выполнение их особенно важно для развития самостоятельности учащихся в следующих направлениях:

1. Составление плана выполнения работы.
2. Расчет масс исходных веществ и определение практического выхода продукта (синтез).
3. Подбор необходимых реактивов и оборудования.
4. Разработка схемы прибора и его установка.
5. Проведение наблюдений за ходом эксперимента.
6. Составление отчета о проделанной работе и выводов.
7. Использование в ходе работы справочной литературы.

На лабораторных занятиях исследовательского характера у учащихся воспитывается чувство ответственности за выполняемую работу, они усваивают правила техники безопасности, повышают общую культуру труда в химической лаборатории.

В конце курса целесообразно предлагать обобщающие экспериментальные задания исследовательского характера. Для каждого курса они специфичны. Например, в «Основах химического анализа» это анализ неизвестного вещества или качественный и количественный анализ минералов, удобрений, природных вод и других объектов. В курсе «Химия в сельском хозяйстве» — агрохимический анализ почв местного хозяйства, определение качества урожая, выращенного школьниками на опытных полях ученической производственной бригады.

В курсе «Строение и свойства органических соединений» даются задания на установление состава органических веществ и отнесение их к тому или другому классу. Примеры таких заданий:

1. Вещество содержит углерод, водород, кислород. Определить, что это за вещество: спирт, кислота, альдегид, кетон, фенол или углевод.
2. Вещество содержит альдегидную группу. Определить,

будет ли это предельный альдегид или углевод. 3. Дано неизвестное вещество. Определить его основные физические константы, характер горения, элементный состав, провести реакции на функциональные группы. По данным количественного анализа и молекулярной массе (данные сообщаются учителем) установить формулу вещества.

Обобщающие экспериментальные работы обычно имеют зачетный характер.

**Самостоятельная работа учащихся с учебной литературой.** Факультативные занятия предусматривают разнообразную самостоятельную работу с учебным пособием, справочниками, дополнительной литературой, периодическими изданиями. Развитие умений и навыков работы с книгой — одна из важных задач самообразования, которая успешно может решаться при изучении факультатива.

Непосредственно на занятии практикуются такие виды самостоятельной работы с книгой: чтение текста и его осмысление, подготовка ответов на вопросы, составление плана параграфа или главы, выполнение упражнений и решение задач, составление таблиц, вычерчивание графиков и др.

Малочисленность факультативной группы позволяет разрабатывать индивидуальные задания по работе с книгой, учитывать склонности и интересы обучаемых, больше уделять внимания каждому ученику.

Важно усвоение учащимися правил работы с книгой, в частности правил библиографического описания литературных источников, пользования словарями, энциклопедиями, каталогами. Необходимо научить их свободно ориентироваться при поиске литературы по определенному вопросу, накоплении научной информации. Возможности вооружения учащихся перечисленными умениями самообразования на факультативных занятиях значительно больше, чем на обычных уроках.

Содержание самостоятельной работы с книгой на факультативном занятии зависит от вида курса. Для проработки отбирается доступный и частично знакомый учащимся материал. Например, по общей химии можно предложить тему «Строение металлов. Металлы как совокупность атомов с металлической связью. Кристаллические решетки металлов. Физические и химические свойства металлов». По этим вопросам учащиеся имеют определенный запас знаний из основного курса, что дает возможность самостоятельно углубить их по учебному пособию, дополнительной литературе, справочнику. Учащиеся получают следующее задание.

По учебному пособию Ю. Д. Гретьякова и Ю. Г. Метлина «Основы общей химии», учебнику Н. Л. Глиники «Общая химия» и периодической системе элементов Д. И. Менделеева: а) ознакомьтесь с положением металлов в периодической системе; б) составьте электронные схемы строения атомов *s*-, *p*-, *d*-, *f*-металлов; в) сравните их восстановительную активность; г) на основе дан-



ных, взятых из учебных пособий и справочника по химии, составьте таблицу физико-химических свойств металлов подгруппы... (даются индивидуальные задания), включающую данные: название элемента, химический знак, относительная атомная масса, заряд ядра, электронное строение атома, атомный радиус, ионный радиус, энергия ионизации, тип кристаллической решетки, плотность, твердость, точки кипения и плавления; д) составьте в общем виде уравнения характерных для данной подгруппы реакций; е) сделайте выводы об изменении свойств элементов подгруппы с изменением заряда ядра.

После выполнения самостоятельной работы проводится беседа. Учитель дополняет и обобщает знания учащихся, добытые самостоятельным путем.

На факультативных занятиях должна постоянно проводиться работа, направленная на организацию внеклассного чтения по курсу. Учитель прививает интерес к чтению различными приемами: называет на занятии книгу или статью и советует прочитать ее, проводит специальные библиографические обзоры с демонстрацией новых книг, устраивает выставки книжных новинок в кабинете химии, зачитывает наиболее интересные отрывки из рекомендуемой книги, составляет и вывешивает в кабинете химии списки книг, привлекает учащихся к написанию аннотаций, обзоров, рецензий на новые книги (лучшие из них публикуются в рукописном бюллетене или стенной газете), рекомендует темы рефератов и докладов по прочитанным книгам и статьям, организует по ним выступления на занятиях, дает темы сочинений, организует читательские конференции и диспуты и т. д.

Учащимся, изучающим химический факультатив, нужно порекомендовать, чтобы в их семьях выписывались научно-популярные издания: «Химия и жизнь», «Юный техник», «Техника — молодежи», брошюры по химии издательства «Знание», книги для внеклассного чтения издательства «Просвещение» и др.

В ходе изучения факультативного курса углубляются и совершенствуются такие общеобразовательные знания и умения, как работа с библиотечными каталогами, составление выписок и тезисов по прочитанному, накопление информации по интересующей теме. Опыт показывает, что выписки удобнее всего делать на стандартных карточках библиотечного формата 12,5×7,5 см, их удобно систематизировать, хранить. На таких же карточках составляется в соответствии с существующими правилами (с ними учащихся следует ознакомить на первом же занятии) библиографическое описание прочитанных или рекомендованных книг и статей. Ведение такой картотеки — первый шаг в организации научно-исследовательского труда.

Работая самостоятельно с литературой, ученик неизбежно встречается с трудными местами, которые он не может сразу усвоить. Необходимо постоянно внушать учащимся, чтобы они не отступались от трудного материала, а попытались понять его. Нередко трудности понимания текста связаны с незнанием смысла

отдельных слов: названий, терминов, обозначений понятий иноязычного происхождения. Разобраться в таком тексте помогают словари и энциклопедии. С первых же занятий необходимо приучать учащихся пользоваться справочными изданиями. Важно, чтобы в кабинете химии имелись такие издания, например: «Энциклопедия школьника» (М., 1975), «Справочник по химии. Пособие для учащихся» (М., 1978), «Энциклопедический словарь юного химика» (М., 1982), книга А. И. Бусева и И. П. Ефимова «Определения, понятия, термины в химии» (М., 1977), «Словарь иностранных слов для школьников» (М., 1983) и др.

Преподаватель факультативного курса организует работу учащихся с периодической печатью. По его заданию учащиеся собирают и систематизируют вырезки из газет по теме факультатива, делают по ним обзоры, выпускают бюллетени и т. д.

При изучении прикладных факультативов трудно обойтись без материалов, публикуемых в «Экономической газете», статистических сборниках, бюллетенях ЦСУ. Использование этих материалов помогает эффективнее решать задачи, поставленные июньским (1983 г.) и апрельским (1984 г.) Пленумами ЦК КПСС перед школой по трудовому обучению, формированию у каждого ученика высоких качеств гражданина социалистического общества и активного строителя коммунизма.

Одна из форм патриотического воспитания — ознакомление учащихся с материалами центральной и местной печати. При изучении курса «Химия в сельском хозяйстве» учащиеся из районной и областной газет получают информацию о достижениях и перспективах развития сельского хозяйства в своем районе, области, о состоянии агрохимической службы, становлении агропромышленного комплекса, вкладе труженников сельскохозяйственного производства в выполнение Продовольственной программы.

Систематически организуемая и направляемая учителем работа над дополнительной литературой вызывает у учащихся тягу к непрерывному самообразованию. А такая тяга, по словам известного педагога С. Т. Шацкого, — венец формирования познавательной потребности.

Распространенная форма домашней самостоятельной работы — подготовка реферата. В факультативном обучении составление реферата — это завершающий этап работы ученика по выбранной теме с использованием литературных источников.

К тексту реферата предъявляются такие требования: а) обязательное использование при написании текста документов партии и правительства, дополнительных источников; б) глубокое и всестороннее раскрытие темы, показ своего личного отношения к ней; в) правильное и аккуратное оформление текста реферата; г) включение иллюстративного материала: фотографий, рисунков, графиков, схем; д) приложение списка использованной литературы.

В начале изучения факультативного курса учащиеся выбирают темы рефератов, над которыми они впоследствии работают.

Примерная тематика должна быть вывешена в кабинете химии.

Приводим примерные темы рефератов.

### Основы общей химии

Представления древних ученых о строении материи. Жизнь М. В. Ломоносова и его труды в области химии. Радиоактивность. Использование «меченых» атомов в науке, технике, медицине. Комплексные соединения. Катализ в современном химическом производстве. Аэрозоли в нашей жизни. Коллоиды и их роль в природе и технике. Аллотропия. Очерки об отдельных химических элементах.

### Основы химического анализа

Из истории аналитической химии. Закон действия масс и его приложение в аналитической химии. Протолитическая теория кислот и оснований. Физико-химические методы анализа (серия рефератов).

Строение и свойства органических соединений

Жизнь и научная деятельность А. М. Бутлерова. В. В. Марковников и его работы в органической химии. Получение и применение органических соединений (серия рефератов). Поверхностно-активные вещества. Проблема синтетической пищи. Вклад академика А. Н. Несмеянова и его школы в элементоорганическую химию. Жизнь и научная деятельность лауреата Нобелевской премии академика Н. Н. Семенова. Теория цепных реакций. Оптическая изомерия органических соединений. Полимеры и их роль в создании материально-технической базы нашего общества. Развитие органической химии в народнохозяйственных планах страны.

### Химия в сельском хозяйстве

О химизации сельского хозяйства (по материалам постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР). Продовольственная программа СССР и роль химии в ее выполнении. Развитие агрохимической службы в СССР. Роль химических элементов в жизни растений (серия рефератов). Производство минеральных удобрений в СССР. Новые высокоэффективные удобрения. Химические средства защиты растений от болезней и вредителей. Гербициды и регуляторы роста и развития растений. Микроэлементы и их роль в жизни растений и животных. Химия в животноводстве. Применение полимерных материалов в сельском хозяйстве. Химизация сельского хозяйства и проблемы охраны окружающей среды.

### Химия в промышленности

Развитие химической промышленности в новой пятилетке. Размещение химических производств на карте Родины. История местных химических предприятий (серия рефератов). Новостройки химической промышленности. Автоматизация управления совре-

менным химическим производством. Новое о катализе. Пути повышения производительности труда и снижения себестоимости на химических предприятиях. Проблема «связывания» азота. Роль русских ученых в развитии химических и металлургических производств. Важнейшие профессии химических производств.

Выступление ученика с сообщением или докладом по реферату на уроке, конференции (последняя может быть и внешкольной) — важная форма публичного отчета ученика о его успехах в изучении факультатива. В некоторых школах применяется и такая форма отчета, как защита рефератов. На защиту целесообразно выносить работы, в которых имеются элементы самостоятельного исследования ученика (результаты проведенных анализов почв, вод, минералов, растений, описание синтезов органических веществ и др.).

Защита реферата проводится по следующему плану: выступление учащегося с кратким докладом по теме (7—10 мин); ответы его на вопросы слушателей; зачитывание отзыва на реферат (отзыв может быть написан учителем и учениками, а в некоторых случаях ученым, специалистом производства); выступления учащихся-оппонентов (одного или двух), подготовленные заранее; общая дискуссия; заключение учителя с оценкой работы ученика.

Тексты рефератов, красиво оформленные, хранят в кабинете химии и используют для устройства различных выставок и в учебном процессе.

**Программированное обучение на факультативных занятиях.** Программированное обучение рассматривается в педагогике как особый вид учебной деятельности учащихся, направленный на самостоятельное приобретение знаний с помощью специально обработанных учебных материалов — программ. Программы по своему содержанию могут быть обучающими, контролирующими или смешанными. Основная идея программированного обучения — управление процессом познания обучаемого.

Программированное обучение, будучи индивидуальным видом самостоятельной работы, на обычных уроках химии применяется редко, что связано с трудностями разработки программ и их размножения. На факультативных занятиях в связи с малочисленностью группы эти затруднения преодолеть легче.

Обучающие программы можно составлять как по теоретическим темам каждого курса, так и по темам, содержащим описательный и прикладной материал<sup>1</sup>.

В обучающей программе материал разбивается на небольшие пронумерованные части (шаги, порции), включающие определенный объем учебной информации. Каждая такая часть сопровождается вопросами, на которые ученик обязан ответить, осмыслив

<sup>1</sup> См.: Потапов В. М., Чертков И. Н. Проверь свои знания по органической химии. М.: Просвещение, 1979; Рысс В. Л., Коробейникова Л. А. Проверь свои знания по неорганической химии. М.: Просвещение, 1981.

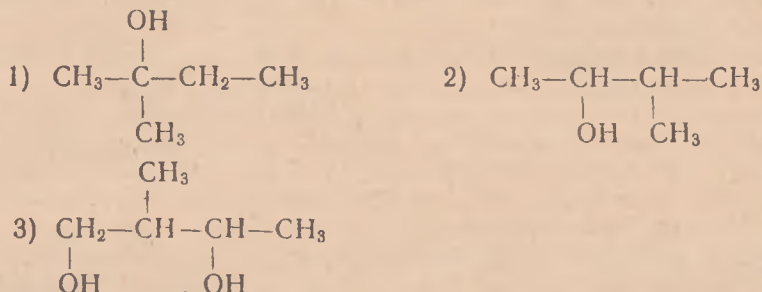
содержание материала, или заданиями, которые необходимо выполнить, прежде чем перейти к изучению следующей части. Нередко задание в программе дается в виде выборочного теста: ученик из нескольких предложенных ответов должен выбрать правильные. Задание может предусматривать конструирование ответа из отдельных, предложенных ученику фрагментов или требовать заполнения пропущенных слов в тексте (так, например, построено «Программированное пособие по общей и неорганической химии» Ю. Д. Третьякова и О. С. Зайцева (Изд-во МГУ, 1975)).

Отвечив на вопросы программы или выполнив задание, ученик проверяет себя, обратившись к той части программы, где приведены правильные ответы. Программа может быть построена и таким образом, что очередная порция материала начинается с вопроса или задания. Отвечив на вопрос или выполнив задание, ученик сопоставляет свой ответ с правильным и читает пояснения к ответу.

Приведем фрагмент такой программы по теме «Классификация и номенклатура спиртов».

Напишите структурные формулы названных ниже спиртов и найдите среди них вторичный спирт: 1) 2-метилбутанол-2; 2) 3-метилбутанол-2; 3) 2-метилбутандиол-1,3.

Пояснение к ответу. Структурные формулы названных спиртов:



Вторичным называется спирт, в котором гидроксильная группа соединена со вторичным атомом углерода. Вторичным атомом углерода называется такой атом, который в молекуле соединен с двумя соседними атомами углерода. Вторичным является спирт (2).

Программы могут иметь линейное построение и разветвленное. Разветвленная программа построена более сложно, к ней даются указания по исправлению возможных в ответах ошибок. Примеры таких программ приведены в пособии В. М. Потапова и И. Н. Черткова «Проверь свои знания по органической химии» (М., 1979).

Обучающие программы можно составлять для занятий, включающих химический эксперимент. В такой программе предусматривают задания, направляющие воспроизводящую деятельность

учащихся (работа по предписанию, алгоритму), а также вопросы, задачи, задания, требующие поиска необходимой информации в литературе, побуждающие ученика к активной мыслительной деятельности.

Приведем пример такой программы по курсу «Химия в сельском хозяйстве».

Тема. Колориметрическое определение подвижного фосфора в почве (по методу Кирсанова).

1. Фосфор находится в почве в виде минеральных и органических соединений. Минеральные соединения: фосфаты кальция, железа, алюминия. Органические соединения входят в состав гумуса.

Составьте формулы фосфатов указанных металлов. (1)

Какая почва богаче фосфором черноземная или подзолистая? Почему? (2)

2. Фосфор органических соединений труднодоступен растениям. Фосфор минеральных соединений доступен или малодоступен в зависимости от растворимости этих соединений и кислотности почвы.

Сделайте вывод о растворимости фосфатов, пользуясь таблицей растворимости солей и оснований. (3)

Фосфоритная мука содержит фосфат кальция. Почему это удобрение эффективно на кислых почвах? (4)

3. Для определения доступного (подвижного) фосфора в почве (в пересчете на оксид фосфора  $P_2O_5$ ) предложены различные методы. Некоторые основаны на извлечении фосфора слабыми растворами кислот. Для определения подвижного (кислоторастворимого) фосфора в подзолистых и черноземных некарбонатных почвах применяется метод А. Г. Кирсанова.

Какой фосфор и почему называется подвижным? (5)

Почему метод Кирсанова неприемлем для определения фосфора в карбонатных почвах? (6)

4. По Кирсанову, фосфор извлекается раствором 0,2 М соляной кислоты. На почвенную вытяжку действуют молибдатом аммония и металлическим оловом, в результате образуется комплексное соединение синего цвета. По интенсивности окраски с помощью специальной шкалы стандартных растворов судят о содержании фосфора в почве.

Перечислите реактивы, необходимые для определения фосфора. (7)

Как называется метод количественного определения, основанный на применении стандартной цветовой шкалы? (8)

5. Определите содержание подвижного фосфора в почве. Для этого:

- ответьте 5 г воздушно-сухой почвы;
- навеску поместите в колбу емкостью 100 мл;
- к навеске прилейте 25 мл 0,2 М раствора соляной кислоты;
- содержимое колбы взбалтывайте в течение 1 мин.;
- дайте смеси отстояться в течение 15 мин.;

е) профильтруйте раствор через фильтр в пробирку, отградуированную на 5 мл;

ж) добавьте в пробирку с фильтратом 5 мл молибденового реактива;

з) перемешайте жидкость оловянной палочкой до появления устойчивого синего окрашивания;

и) сравните окраску раствора со стандартной шкалой и вычислите содержание фосфора в пересчете на  $P_2O_5$ ;

к) пользуясь таблицей 8, сделайте заключение о необходимости добавки фосфорных удобрений в почву.

Правильные ответы на вопросы программы:

1.  $Ca_3(PO_4)_2$ ;  $Fe_3(PO_4)_2$ ;  $AlPO_4$ .

2. Черноземная, так как в ней больше гумуса и, следовательно, органических соединений фосфора.

3. Фосфаты щелочных металлов растворимы в воде. Фосфаты двух- и трехвалентных металлов, за исключением их гидросолей, практически нерастворимы или малорастворимы.

4. Почвенные кислоты нерастворимый фосфат кальция переводят в растворимое состояние.

5. Фосфор минеральных соединений почвы, растворимых в слабых кислотах, называется подвижным.

6. Вместо соединений фосфора в кислоте будут растворяться карбонаты почвы.

7. Раствор соляной кислоты (0,2 М), молибдат аммония, олово.

8. Колориметрический.

Контролирующие программы можно применять на этапе проверки знаний учащихся. Программа включает вопросы и задания в форме тестов на дополнение: выборочных (из нескольких предлагаемых ответов ученик должен выбрать правильный) или требующих конструирования ответа.

Приведем фрагмент контролирующей программы по органической химии с выборочными ответами.

1. Какую пару веществ необходимо взять, чтобы при помощи реакции Вюрца получить 2,4-диметилгексан?

А. Изопропилбромид и изоамилбромид. Б. Иодистый этил и

Таблица 8

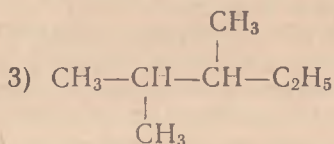
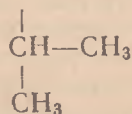
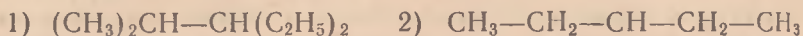
Содержание $P_2O_5$ в мг на 100 г почвы	Степень обеспеченности почвы фосфором		
	для зерновых культур	для картофеля и корнеплодов	для овощных и технических культур
Менее 3	Очень низкая	Очень низкая	Очень низкая
3—6	Низкая	Очень низкая	Очень низкая
6—10	Средняя	Низкая	Очень низкая
10—15	Повышенная	Средняя	Низкая
15—25	Высокая	Повышенная	Средняя
Более 25	Очень высокая	Высокая	Повышенная и высокая

3-иод-2-метилпропан. В. втор-Бутилбромид и изобутилбромид.  
Г. 5-Иод-2-метилгексан и хлористый этил.

2. Отвечает ли правилам систематической номенклатуры название 3-метил-3-пропилгексан?

А. Название правильное. Б. Неверно выбрана нумерация цепи.  
В. Неправильно выбрана главная цепь. Г. Неправильно выбраны составные части названия. Д. Неправильно названа последовательность радикалов.

3. Есть ли среди приведенных формул такие, которые отличаются лишь способом написания:



А. Одинаковы 1) и 2), Одинаковы 1) и 3). Одинаковы 2) и 3).  
Г. Все одинаковы. Д. Одинаковых нет.

Программированное обучение может занимать часть занятия или полностью двухчасовое занятие. Оно эффективно, как вид самостоятельной деятельности учащихся только в сочетании с коллективными формами обучения. Занятие с элементами программированного обучения проводится по такому плану:

1. Введение к занятию. Постановка задач, инструктирование учащихся, как работать с программой (коллективная часть занятия).

2. Работа учащихся с программированным текстом (чтение, осмысливание прочитанного, ответы на вопросы, выполнение заданий и самоконтроль, выполнение опытов по предписанию). Если ученику непонятен текст программы, указания к выполнению опыта или возникли затруднения с выполнением задания, он обращается к учебному пособию, справочнику или спрашивает у учителя. Работа с программой, ученик ведет записи в тетради, составляет отчет по проведенным опытам.

3. Учащиеся, досрочно изучившие программу, получают дополнительные индивидуальные задания.

4. Усвоение программы проверяется с помощью контрольного задания или методом проверочной беседы (коллективная форма работы). Кроме того, может проводиться взаимная проверка (групповая форма работы).

5. Подведение итогов занятия (коллективная форма).

В школах, имеющих классы или химические кабинеты, оборудованные электронно-вычислительными машинами, возможно-



сти применения программированного обучения и его эффективность возрастают.

**Самостоятельная работа со средствами наглядности.** В преподавании всех химических факультативов используют разнообразный раздаточный материал. В химическом кабинете он хранится в виде наборов (коллекций). На занятиях могут использоваться коллекции, предназначенные для основного курса химии (минеральные удобрения, полимеры, металлы и сплавы, минералы и горные породы и др.). Однако этих коллекций недостаточно. Для целей факультативного обучения необходимо привлечь учащихся к изготовлению дополнительных наборов коллекционного (раздаточного) материала. Примеры таких наборов: неорганические и органические вещества (по классам соединений), пластмассы и синтетические волокна, соли, распределенные по аналитическим группам, индикаторы, образцы исходного сырья, промежуточных и конечных продуктов изучаемых химических производств, реактивы для анализа почвенных образцов и т. д.

Наборы раздаточного материала (в коробках, ящиках) или настенные коллекции, оформленные на планшетах, члены факультативной группы изготавливают во внеурочное время в порядке выполнения ими индивидуальных заданий. Разработка содержания коллекции и ее изготовление — творческая самостоятельная деятельность учащихся, развивающая политехнические и трудовые умения и навыки. Например, изготавливая коллекцию на планшете по химическому производству, ученик продумывает порядок расположения собранного материала, который должен отражать технологическую схему производства. Для этого ему необходимо хорошо изучить данное производство и в наглядных образах (схемах, рисунках, образцах) показать на коллекции. При изготовлении коллекции совершенствуются трудовые умения: столярные, слесарные, картонажные, оформительские, чертежные и т. д. Изготовление электрифицированных коллекций, часто используемых в обучении в качестве тренажеров для распознавания веществ, требует привлечения знаний и умений по другим предметам (например, по физике).

Моделирование и конструирование — это виды самостоятельной работы учащихся, развивающие у них творческое мышление, пространственные представления в химии, а также их конструкторские и технические способности. Моделирование применяется при изучении факультативов по органической химии: на занятиях учащиеся собирают шаростержневые и масштабные модели молекул из готовых деталей (шаров, стержней), дома выполняют индивидуальные задания по изготовлению моделей из различных материалов: пластилина, гипса, пенопласта. Познавательная ценность моделирования велика. Модели незаменимы при изучении пространственного строения представителей отдельных классов органических соединений, видов изомерии, превращений молекул, вступающих в химические реакции. Понимание строения веществ и химических явлений подкрепляется наглядным образом, мо-

делью. И хотя модель весьма приближенна, но все-таки отражает объект<sup>1</sup>.

Болеe сложны задания по моделированию в курсе «Химия в промышленности». Учащиеся их выполняют в свободное от занятий время. Объекты моделирования: аппараты, узлы, химические установки изучаемых производств. Модели и макеты выполняются из различных материалов: дерева, металлов, пластмасс, стекла. Они могут быть объемными и плоскостными. Технология изготовления моделей и макетов химических производств описана в методической литературе<sup>2</sup>.

В разных химических производствах встречаются типичные аппараты, узлы, реакторы. Если силами учащихся будут изготовлены наборы плоскостных моделей этих объектов, их можно с большим эффектом использовать на занятиях для составления технологических схем. Индивидуальные занятия по моделированию и конструированию развивают творческие задатки учащихся.

Записи учащихся на факультативных занятиях. Ведение записей при изучении факультативного курса — один из видов самостоятельной работы. Опыт преподавания химических факультативов показывает, что целесообразно вести две тетради. В общей записывается содержание теоретического материала (лекции и объяснения учителя, выписки из дополнительной литературы), здесь же учащиеся выполняют самостоятельные работы: упражнения, решения расчетных задач. Другая тетрадь предназначена для записи отчетов о выполняемых опытах на практических занятиях. Фактически это лабораторный журнал.

Все записи на практических занятиях делаются начисто. К этому необходимо приучать учащихся с первых дней изучения курса, так как переписывание отчетов может привести к ошибкам, искажающим результаты лабораторных исследований. Для удобства составления отчета целесообразно предварительно расчерчивать специальные формы (таблицы). Например, по аналитической химии (раздел «Качественный анализ») табличная форма записи имеет такой вид (табл. 9).

Таблица 9. Форма записи в лабораторном журнале

Название работы . . . . .					
Задача (задание) № . . . . .				Дата . . . . .	
Исследуемое вещество или раствор	Предположения о присутствии ионов в веществе или растворе	Операции	Необходимые реактивы и условия реакций	Наблюдения	Выводы и уравнения реакции

<sup>1</sup> См.: Славин В. А. Наглядный образ в структуре познания. М.: Политиздат, 1971, с. 217.

<sup>2</sup> См.: Эпштейн Д. А. Наглядные пособия по химическим производствам. М.: Просвещение, 1965; Полосин В. С., Кляхина Э. П., Ширина Л. К. Изготовление динамических пособий по химии. М.: Просвещение, 1973.

Отчет по синтезу органических веществ составляют по следующему плану: 1. Название синтеза. 2. Дата выполнения синтеза. 3. Схема синтеза, уравнения реакций, лежащих в основе синтеза, условия. 4. Чертеж прибора, установки. 5. Исходные вещества (краткая характеристика). 6. Полученный продукт (свойства). 7. Теоретический и практический выход продукта.

**Проверка и оценка знаний и умений учащихся.** С момента введения факультативного обучения учителя и методисты высказывали различные, иногда противоположные суждения о проверке и оценке знаний и умений учащихся на факультативах (оценки вообще не ставятся, ставятся только положительные оценки, работа оценивается только в словесной форме<sup>1</sup>). Тем не менее большинство преподавателей придерживается мнения, что проверять и оценивать работу учащихся на факультативных занятиях необходимо. Справедливая оценка не только не ослабляет интереса к факультативу, а, наоборот, стимулирует дальнейшую работу ученика. Отрицательные оценки на факультативных занятиях в принципе не исключены, но они должны быть чрезвычайно редким явлением. Известно, что факультатив объединяет школьников, увлеченных данным предметом и, как правило, хорошо успевающих по основному курсу. И если в отдельных случаях учитель встречается с неподготовленностью ученика к проверочной беседе или семинару, ему необходимо выяснить причины этого, дать возможность самостоятельно ликвидировать пробелы в знаниях, а не выставлять отрицательный балл. Надо учитывать и то обстоятельство, что на факультативных занятиях отметка не является непосредственным стимулом учения, так как учащиеся занимаются там добровольно.

Система учета знаний и умений на факультативных занятиях более многообразна и гибка по сравнению с обычными уроками. Оцениваются не только устные или письменные ответы учащихся по теоретическим разделам, но и различные виды самостоятельной работы, выполняемые на занятии и дома: рефераты, выступления с докладами и сообщениями, отчеты по лабораторным работам и экскурсиям, выполнение индивидуальных и групповых заданий по изготовлению наглядных пособий.

В практике факультативного обучения получают распространение вузовские формы контроля знаний: семинарские занятия и зачеты.

Семинарские занятия побуждают учеников более ответственно относиться к самостоятельному изучению дополнительной литературы, систематизировать и обобщать знания. Семинары целесообразно проводить после изучения больших разделов и тем, на них выносим наиболее важные теоретические вопросы. Учащимся заранее (например, за неделю) даем перечень вопросов для предстоящего обсуждения, указываем дополнительную литературу

<sup>1</sup> См.: Чертков И. Н. Факультативный курс по органической химии.— Химия в школе, 1968, № 5, с. 50.

ру. Например, завершая изучение раздела «Углеводороды», на семинарское занятие выносим следующие вопросы: 1. Электронное строение предельных и непредельных углеводородов и веществ с сопряженными связями. 2. Механизм присоединения к диеновым углеводородам. 3. Реакции замещения в бензольном кольце. 4. Различие между индукционным и мезомерным эффектами. На семинаре учащиеся по желанию или по вызову учителя освещают предложенные вопросы и ставят новые, дополняют ответы товарищей, выполняют упражнения. В конце занятия учитель делает обобщение и оценивает выступления учащихся.

С целью проверки глубины знаний и умения их применять для решения конкретных задач можно давать учащимся задания, требующие творческого подхода. Примеры таких заданий по органической химии приводят авторы пособия<sup>1</sup>: какие исходные вещества надо взять, чтобы получить реакцией Вюрца *n*-пентан и 2,2,4-триметилпентан (изооктан)? Каким путем 1-иод-3-метилпентан можно превратить в 3-метилпентан-1? Используя схему (на рисунке 16), составьте конкретные уравнения реакций для превращений *n*-гептана в другие типы углеводородов и т. д. Подобные задания можно составить по другим курсам.

Для проверки знаний и умений применяются и традиционные школьные методы: контрольные работы, химические диктанты (в том числе и графические, предложенные Н. П. Гаврусейко<sup>2</sup>), устные опросы и др. Используются также тесты, перфокарты, контролируемые программы.

На лабораторных занятиях учитель контролирует и оценивает умения применять теоретические знания на практике, выполнять лабораторные операции, соблюдать технику безопасности, наблюдать и правильно объяснять протекающие реакции, правильно описывать опыты в отчете (лабораторном журнале). При этом он составляет достаточно полное представление о его знаниях и умениях и объективно оценивает их.

В конце темы или курса проверку знаний можно провести в форме зачета. Перед зачетом учащиеся получают задание: какие разделы из учебного пособия, собственных записей и дополнительной литературы повторить, на что обратить внимание? Во время зачета учитель беседует индивидуально с отдельными учащимися, в это время остальные выполняют какое-либо задание (решают задачи, готовятся к другим вопросам зачета). В конце подводятся общие итоги зачетного задания.

Изучение курса обычно завершает заключительное зачетное занятие. Некоторые учителя для подведения итогов обращаются к внеклассным формам учебной работы (химический вечер, конференция). В мероприятии принимают участие все старшие классы. Факультативная группа выступает организатором мероприя-

<sup>1</sup> См.: Потапов В. М., Чертков И. Н. Строение и свойства органических веществ. М.: Просвещение, 1984, с. 50—51.

<sup>2</sup> См.: Гаврусейко Н. П. Из опыта применения графических диктантов.— Химия в школе, 1975, № 3.

тия, а ее члены отчитываются перед коллективом школы о своей работе. В школе № 114 Москвы по окончании факультатива учитель А. А. Лазаренко проводит устный химический журнал, на «страницах» которого рассказывается о проблемах и перспективах химии, успехах учащихся в изучении факультатива. Сообщения учеников сопровождаются демонстрацией интересных опытов.

Учащиеся, успешно изучившие факультативный курс, имеют соответствующую запись в аттестате о среднем образовании с указанием названия курса (оценка не выставляется).

#### Использованная литература

Ленин В. И. О воспитании и образовании.— М.: Просвещение, 1973.

Материалы XXVI съезда КПСС.— М.: Политиздат, 1981.

Материалы Пленума ЦК КПСС. 14—15 июня 1983 г.— М.: Политиздат, 1983.

О реформе общеобразовательной и профессиональной школы. Сборник документов и материалов.— М.: Политиздат, 1984.

Дидактика средней школы/Под ред. М. Н. Скаткина.— М.: Просвещение, 1982.

Кашин М. П., Кабардин О. Ф. Развитие системы факультативных занятий.— Советская педагогика, 1981, № 6.

Монахов В. М. Некоторые вопросы построения системы факультативных курсов естественно-математического цикла.— Советская педагогика, 1977, № 5.

Общая методика обучения химии/Под ред. Л. А. Цветкова.— М.: Просвещение, 1982.

Факультативные занятия по химии в средней школе/Под ред. Д. А. Эпштейна.— М.: Просвещение, 1971.

Факультативные занятия в средней школе. Сборник статей/Под ред. М. П. Кашина и Д. А. Эпштейна.— М.: Педагогика, 1973, вып. II; 1976, вып. III; 1978, вып. IV, 1979.

Семенов А. С. Охрана труда и техника безопасности по химии.— М.: Просвещение, 1981.

## Часть II

### ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ФАКУЛЬТАТИВНЫХ КУРСОВ

Во второй части пособия приводится краткая характеристика химических факультативных курсов, получивших распространение в школах, рассматриваются методические принципы и подходы к их изучению. Некоторые вопросы, содержание и методика изучения которых не получили отражения в пособиях для учащихся и учителя, излагаем более подробно (например, комплексные соединения в курсе «Органическая химия», химия в животноводстве в курсе «Химия в сельском хозяйстве» и др.). По каждому курсу приводим примерное распределение программного материала по отдельным занятиям.

Более полные и подробные методические рекомендации по отдельным факультативным курсам учитель найдет в специальных пособиях (см. списки литературы в конце глав V—IX).

## Глава V

### ФАКУЛЬТАТИВНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ ОБЩЕЙ ХИМИИ

Факультатив «Основы общей химии» рекомендован для изучения в IX классе (по действующему сейчас учебному плану) в двух вариантах: полный курс (70 ч) и сокращенный (35 ч).

Цель курса — углубить знания учащихся по наиболее важным теоретическим разделам химии, представления о которых они получают на основных уроках химии. Программа факультатива построена так, что в начале курса учащиеся повторяют и расширяют знания по темам, пройденным в VII и VIII классах (вопросы строения вещества, периодический закон Д. И. Менделеева, химическая кинетика и др.). После изучения в основном курсе IX класса теории электролитической диссоциации подходит время для изучения на факультативе тем, опирающихся на знания из химии IX класса: «Дисперсные системы» и др.

Распределение программного материала. Программа полного факультативного курса включает семь тем (см. табл. 10). Сначала учащиеся знакомятся с историей атомно-молекулярного учения и более углубленно изучают основные понятия и законы химии. Новые для них понятия — закон кратных отношений, химический эквивалент. Химический эквивалент металла и его атомную массу учатся определять на практическом занятии. Затем

рассматривают более углубленно тему об открытии и утверждении периодического закона Д. И. Менделеева, его роли в развитии понятия «химический элемент». Одновременно учащиеся знакомятся с вопросами истории химии, борьбы материализма с идеализмом.

Центральная тема курса — «Строение атомов и молекул». В ней дается углубленная трактовка понятия о химическом элементе на основе современных представлений о строении атома, обобщаются и углубляются знания о видах химической связи, валентности и степени окисления. Дополнительно учащиеся получают представление о комплексных соединениях.

Тема «Химическая кинетика и равновесие» развивает и углубляет первоначальные понятия химической кинетики, полученные учащимися в основном курсе. Дополнительно они изучают закон действия масс, знакомятся с константой скорости химических реакций и константой равновесия, с принципом Ле Шателье.

Тема «Дисперсные системы» обобщает имеющиеся у учащихся знания о растворах и существенно их расширяет и углубляет. В факультативном курсе учащиеся изучают классификацию дисперсных систем, получают более глубокое представление о коллоидах, изучают молярную и нормальную концентрации, закон Рауля, эбулиоскопию, криоскопию, осмос, ионное произведение воды и водородный показатель, знакомятся с современными теориями кислот и оснований. Тема имеет важное значение как теоретическая основа для изучения в X классе факультативов: «Основы химического анализа», «Химия в сельском хозяйстве» и «Химия в промышленности».

Небольшая по объему тема «Химическая энергетика» — исключительно важное дополнение к основному курсу химии, в котором эти вопросы раскрываются недостаточно полно. В этой теме учащиеся изучают закон Гесса, знакомятся с понятием теплоты образования веществ. Ознакомление с законом сохранения энергии при химических процессах имеет важное мировоззренческое значение. Учащиеся учатся производить достаточно сложные и интересные термодинамические расчеты.

«Основы общей химии» завершают темы, посвященные химии неметаллов и металлов. Дается обзор химических свойств важнейших элементов в связи с положением в периодической системе и строением атомов и важнейших соединений элементов — водородных, кислородных, гидроксидов, солей. Учащиеся углубляют теоретические знания, полученные в основном курсе и при изучении предыдущих тем факультатива. Развитие получают понятия: «аллотропия», «строение атомов», «химическая связь», «типы кристаллических решеток», «окислительно-восстановительные реакции», «электрохимический ряд напряжений металлов», «гальванический элемент», «сплавы», «коррозия» и др. Изучение химии элементов тесно связывается с их применением, ролью в современной технике.

Факультативный курс «Основы общей химии» включает прак-

Таблица 10. Примерное распределение программного материала в курсе «Основы общей химии»<sup>1</sup>

№ занятия (2 ч)	Название раздела программы и темы занятия	Связь с основным курсом химии и другими предметами
<p><b>I. История атомно-молекулярного учения. Основные понятия и законы химии (10/4)<sup>2</sup></b></p>		
1	Атомистика древних. Атомистика М. В. Ломоносова и Д. Дальтона. Закон сохранения массы и энергии. Постоянство состава веществ. Закон кратных отношений. Эквивалент. Закон Авогадро.	Х-7 <sup>3</sup> . Первоначальные, химические понятия. Х-8. Количественные отношения в химии. Закон Авогадро. Ф-6 <sup>3</sup> . Первоначальные сведения о строении вещества. Ф-8. Законы сохранения.
2	[«Кризис» атомистики и преодоление его на первом Всемирном съезде химиков в г. Карлсруэ. Значение химической атомистики в борьбе материализма с идеализмом. Критика энергетической теории Освальда.] <sup>4</sup>	Ф-8. Масса и энергия. Законы сохранения.
3	Практическое занятие 1. Определение эквивалента металла.	Х-7, Ф-6. Правила взвешивания. Атмосферное давление.
4	[Практическое занятие 2. Определение относительной молекулярной массы.]	Ф-9. Уравнение состояния идеального газа.
5	Открытие и утверждение периодического закона Д. И. Менделеева. Роль периодического закона в развитии понятия «химический элемент». Научно-познавательное и мировоззренческое значение закона.	Х-8. Периодический закон и периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева.
<p><b>II. Строение атомов и молекул (14/8)</b></p>		
6	Развитие представлений о структуре атомов. Основы современных представлений о строении атома, s-, p-, d-, f-электроны. Понятие о спаренных электронах. Распределение электронов в атомах.	Х-8. Состав атомных ядер. Строение электронных оболочек атомов. Понятие о состоянии электронов в атомах.

<sup>1</sup> В основу планирования положены методические рекомендации Е. Е. Минченкова, Л. Я. Смирновой, Л. С. Гузея (Химия в школе, 1972, № 4—6; 1973, № 1, 2).

<sup>2</sup> В числителе — количество часов, отводимых на тему в 70-часовом курсе, в знаменателе — в 35-часовом.

<sup>3</sup> Записи Х-7, Ф-6 означают: литера — название предмета (например, Х — химия, Ф — физика), цифра — класс.

<sup>4</sup> В квадратные скобки заключены названия тем, которые не входят в сокращенный (35 ч) вариант курса.



№ занятия (2 ч)	Название раздела программы и темы занятия	Связь с основным курсом химии и другими предметами
7	[Радиоактивность, $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -излучения. Изотопы. Превращения химических элементов. Правило смещения. Синтез трансурановых элементов. Основные этапы развития понятия «элемент» в химии.]	X-8. Состав атомных ядер. Изотопы. Понятие «химический элемент».
8	Виды химических связей. Ковалентная связь, полярная и неполярная ковалентная связь, донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Электроотрицательность элементов.	X-8. Ковалентная связь. Механизм ее образования. Электроотрицательность. Полярная и неполярная ковалентная связь. Электронные формулы веществ.
9	Диполь в полярных молекулах, определение направления диполя в молекулах. Ионная связь как крайний случай ковалентной связи. Водородная связь. Металлическая связь. Единство природы химической связи. Геометрия простейших молекул.	M-7-9. Элементы векторной алгебры. X-8. Ионная связь. Кристаллические решетки.
10	Валентность и окислительное число (степень окисления). [Сравнение валентности и степени окисления атомов в молекулах простых и сложных веществ. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций.]	X-7. Валентность атомов. X-8. Степень окисления. Окислительно-восстановительные реакции.
11	Основы учения о комплексных соединениях. Образование простейших комплексных соединений, их строение. Координационное число. Примеры катионных и анионных комплексов.	X-8. Виды химической связи. Ковалентная связь. X-9. Электролитическая диссоциация. Химические свойства солей.
12	Практическое занятие 3 (2/1). Получение простейших комплексных соединений.	
	<b>III. Химическая кинетика и равновесие (10/8)</b>	
13	Скорость химической реакции. Понятие о средней и мгновенной скорости. Закон действия масс. Константа скорости химической реакции.	X-8. Скорость химических реакций. Ф-6. Скорость. Средняя скорость.
14	Обратимые и необратимые химические процессы. Химическое равновесие, его математическое выражение. Константа равновесия. Принцип Ле Шателье.	X-8. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие. Условия смещения равновесия. M-7-9. Решение уравнений. Векторы. Понятие константы.

№ занятия (2 ч)	Название раздела программы и темы занятия	Связь с основным курсом химии и другими предметами
15	Практическое занятие 4. Изучение зависимости скорости химических реакций от условий (концентраций и температуры).	
16	Катализ. [Понятие об активных молекулах. Энергия активации. Гомогенный и гетерогенный катализ.] Понятие о механизме каталитического действия.	Х-7. Понятие о катализаторе. Х-8. Зависимость скорости химической реакции от катализатора. Производство серной кислоты контактным способом.
17	Практическое занятие 5 (2/1) Опыты по катализу.  [IV. Дисперсные системы (12/0)]	
18	Классификация дисперсных систем: суспензии, эмульсии, коллоидные растворы, истинные растворы. Виды коллоидных систем: золи, гели, аэрозоли. Лиофильные и лиофобные коллоиды. Устойчивость коллоидных систем. Коллоиды в природе и технике.	Х-7. Вода как растворитель. Растворы. Растворимость веществ в воде.
19	Практическое занятие 6. Получение коллоидных растворов и опыты с ними.	
20	Истинные растворы. Виды концентрации растворов. Понижение давления пара растворителя при растворении веществ (закон Рауля). Температура кристаллизации и кипения разбавленных растворов. Осмотические явления в разбавленных растворах.	М-5-9. Проценты. Вычисление величин по формулам. Х-7. Определение массовой доли растворенного вещества (в процентах). Б-5-10. Понятие осмоса.
21	Практическое занятие 7. Определение молекулярной массы вещества криоскопическим методом.	
22	Электролитическая диссоциация. Теория Аррениуса. Механизм диссоциации электролитов. Константа диссоциации кислот как мера их силы. Ионное произведение воды. Водородный показатель, его определение. Индикаторы. Понятие о современных теориях кислот и оснований.	Х-9. Теория электролитической диссоциации.
23	Практическое занятие 8. Опыты по титрованию кислот и щелочей	

№ занятия (2 ч)	Название раздела программы и темы занятия	Связь с основным курсом химии и другими предметами
<b>V. Химическая энергетика (6/4)</b>		
24	Тепловые эффекты химических реакций. Закон Гесса. Теплота образования веществ. Сохранение энергии при химических процессах.	Х-8. Тепловой эффект химической реакции. Термохимические уравнения. Закон сохранения и превращения энергии при химических реакциях.
25	Термохимические уравнения, расчеты по термохимическим уравнениям.	
26	Практическое занятие 9 (2/1). Определение теплоты реакции нейтрализации.	Ф-9. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия вещества.
<b>VI. Химия неметаллов (8/5)</b>		
27	Общий обзор элементов-неметаллов в связи с положением в периодической системе и строением их атомов. [Взаимодействие неметаллов с водородом, кислородом.] Аллотропные видоизменения неметаллов, их кристаллические решетки.	Х-8, 9. Характеристика химических элементов на основании их положения в периодической системе и строения атомов. Аллотропные видоизменения кислорода, серы, фосфора, углерода.
28	Обзор водородных соединений неметаллов: общие свойства, получение, физические и химические свойства в свете учения о строении атомов и химической связи.	Водородные соединения и оксиды неметаллов, изученные в темах: «Подгруппа кислорода» (8 кл.), «Подгруппа азота» и «Подгруппа углерода» (9 кл.).
29	Обзор кислородных соединений неметаллов — оксидов и высших кислородных кислот в свете учения о строении атомов и химической связи.	Х-8, 9. Кислородные соединения неметаллов, изученные в вышеуказанных темах.
30	Практическое занятие 10 (2/1) Химические свойства неметаллов, свойства их оксидов и гидроксидов.	
<b>VII. Химия металлов (8/5)</b>		
31	[Строение атомов металлов.] Металлы как совокупность атомов с металлической связью. Кристаллические решетки металлов. Физические и химические свойства металлов в связи с положением элементов в периодической системе. Металлы как восстановители. Свойства оксидов и гидроксидов металлов. Окислительные свойства соединений металлов. Понятие о сплавах и их строении.	Х-9. Общие свойства металлов. Металлическая связь. Понятие о сплавах. Металлы главных и побочных подгрупп периодической системы элементов Д. И. Менделеева.

№ занятия (2 ч)	Название раздела программы и темы занятия	Связь с основным курсом химии и другими предметами
32	[Практическое занятие 10. Опыты по химии хрома и марганца.]	
33	Практическое занятие 11 (2/1). Перманганатометрия железа.	
34	Электрохимические процессы. Понятие об электродных потенциалах. Электрохимический ряд напряжений металлов. Гальванические элементы.  [Электролиз. Принцип действия аккумулятора. Электрохимическая коррозия и борьба с ней.] Металлы в современной технике.	Ф-9. Разность потенциалов. Закон электролиза. Применение электролиза в технике. Х-9. Электрохимический ряд напряжений металлов. Гальванический элемент, Электролиз.

тические (лабораторные) занятия в объеме 24 ч. Эти занятия повышают интерес к курсу, вооружают учащихся экспериментальными умениями и навыками, дают им возможность применять теоретические знания на практике.

Сокращенный вариант «Основ общей химии» включает тот же набор тем, что и полный, за исключением темы «Дисперсные системы», но количество часов на изучение каждой темы сокращено. В связи с уменьшением времени некоторые вопросы в темах не рассматриваются. Оставлены все практические работы, за исключением опытов по химии хрома и марганца.

**Основные понятия и законы химии.** В первой теме факультативного курса по общей химии углубляем знания учащихся об атомно-молекулярном учении, знакомим с историей атомистики, начиная с представлений древних ученых о строении материи. Особо подчеркиваем роль Р. Бойля, М. В. Ломоносова, Д. Дальтона в развитии атомно-молекулярного учения. Р. Бойль (вторая половина XVII в.) первым дал научно обоснованное определение химического элемента как предела разложения вещества на составные части. «Бойль делает из химии науку»<sup>1</sup>, — отметил Ф. Энгельс.

М. В. Ломоносов разработал корпускулярную теорию строения вещества — прообраз атомно-молекулярного учения, открыл закон сохранения массы веществ. В связи с этим подчеркиваем его заслугу в освобождении химии от флогистонной теории. Закон сохранения массы рассматриваем как следствие всеобщего закона сохранения массы и энергии.

В теме учащиеся изучают новые для них законы: эквивалентов и кратных отношений, углубляют знания о законе Авогадро. Материал первых занятий имеет большое мировоззренческое зна-

<sup>1</sup> Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 501.

чение. Задача учителя — показать роль химической атомистики в борьбе материализма с идеализмом, раскрыть соотношение между массой вещества и его энергией, получившее точное выражение в формуле Эйнштейна:

$$E = mc^2$$

Из этого соотношения следует, что масса и энергия — различные формы существования материи. Важно сказать о критике В. И. Лениным<sup>1</sup> взглядов химика В. Оствальда, подводившего под понятие энергии понятие материи и духа, отрицавшего реальность атомов и молекул.

Вооружая учащихся пониманием закона сохранения массы и энергии как всеобщего закона природы, отмечаем заслугу М. В. Ломоносова, распространившего открытый им закон сохранения массы вещества и на движение (понятия энергии в его время еще не было в науке). Разъясняем учащимся, что применительно к химическим реакциям всеобщий закон сохранения массы и энергии можно выразить соотношением:

$$m_1 - m_2 = \pm \frac{E}{c^2},$$

где  $m_1$  — масса исходных веществ;  $m_2$  — масса продуктов реакции.

Но так как  $c^2$  — очень большая величина, равная  $9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2/\text{с}^2$ , то относительно большие прибыли и убыли энергии при химических реакциях сопровождаются ничтожными прибавками и убавками массы. Они столь малы, что их невозможно измерить экспериментально. Поэтому для обычных химических расчетов пользуются законом сохранения в обычной формулировке. Однако учащиеся должны знать, что в этой формулировке (с которой они ознакомились в основном курсе химии) он не является абсолютно точным.

В первой теме обобщаются и получают развитие знания о периодическом законе Д. И. Менделеева. Здесь необходимо более подробно рассказать о доменделеевских попытках классификации элементов: триадах И. Доберейнера (1829 г.), октавах Д. Ньюлендса (1863 г.), работах Л. Мейера (1864 г.). Следует довести до сознания учащихся, что наиболее глубоко периодическая закономерность была понята и исследована Д. И. Менделеевым. Его работа в этом направлении заслужила высокую оценку и была названа Ф. Энгельсом «научным подвигом». Метод атомной аналогии Д. И. Менделеева позволил распространить периодическую зависимость не только на свойства самих элементов, но и их соединений.

Содержание темы в достаточном объеме раскрыто в учебном пособии (15). Дополнительные сведения можно почерпнуть в вузовских учебниках (1, 2, 16) и книгах (20, 25—30).

Методы изучения этой темы — беседа (на основе имеющихся

<sup>1</sup> См.: Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 286.

у учащихся знаний), лекция учителя, самостоятельная работа учащихся.

Рассмотрим методику первого занятия. Цель занятия — ввести учащихся в курс «Основы общей химии», обобщить и углубить знания об атомно-молекулярном учении и законах химии. Во вводной части разъясняем цель факультативного курса, указываем на необходимость знаний по общей химии для углубленного изучения других факультативов в X классе и для подготовки к продолжению обучения в высшей школе. Знакомим учащихся с планом изучения факультатива, методами проведения занятий, ведением записей, видами и формами самостоятельной работы. В частности, обращаем внимание на то, что каждый учащийся обязан в течение года подготовить несколько рефератов и выступить с ними, изготовить пособия, приборы. Уже на первом занятии определяем темы ближайших сообщений.

На последующих занятиях возможны два варианта изучения материала:

1. В беседе выясняем знания учащихся по теме, заслушиваем заранее подготовленные ими сообщения, дополняем и углубляем их и делаем обобщения.

2. Читаем обзорную лекцию по материалу темы, предварительно разъяснив, как ее слушать и записывать, затем на занятии семинарского типа выясняем усвоение учащимися теоретических вопросов темы.

Как в первом, так и во втором случае даем учащимся самостоятельную работу с учебным пособием, предлагаем выполнить упражнения, решить задачи.

В тему включены два практических занятия. Рассмотрим методику проведения одного из них.

Тема. Определение эквивалента металла.

Цель занятия. 1. Закрепить понятие «химический эквивалент». 2. Ознакомить учащихся с одним из методов установления эквивалентов и атомных масс элементов. 3. Закрепить и усовершенствовать умения взвешивать вещества, измерять объемы жидких и газообразных веществ, наблюдать химические явления, описывать их и производить необходимые вычисления, применяя математические формулы.

Оборудование. Приборы для определения эквивалента, весы аналитические или технические с разновесами, цинк или магний (лента), серная кислота (раствор 1:5) или соляная кислота (2 М раствор); барометр.

Занятие начинаем с беседы, в ходе которой выясняем усвоение понятий: «химический эквивалент», «закон эквивалентов». Разбираем сущность определения эквивалента путем нахождения объема и массы водорода, вытесненного из кислоты металлом, взятым определенной массой. Учащимся напоминаем правила обращения с растворами кислот. Затем они знакомятся с устройством прибора для определения эквивалента. При наличии аналитических весов навеска металла берется массой 0,03 г, объем

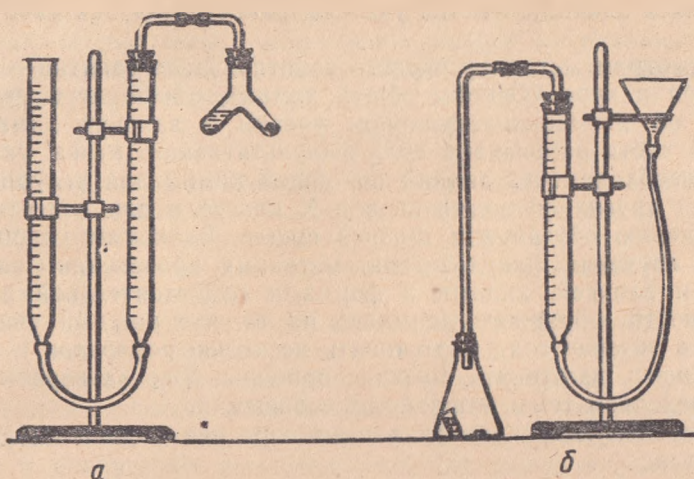


Рис. 2. Приборы для определения эквивалента металла

раствора кислоты 5 мл, определение проводится в приборе, показанном на рисунке 2, а. Если взвешивание производят на технических весах, массу металла и объем кислоты увеличивают в 3—5 раз, а опыт ставят в приборе, показанном на рис. 2, б. Точность определения в этом случае будет ниже.

Учащиеся выполняют работу в следующей последовательности:

1. Проверяют герметичность прибора.
2. Взвешивают кусочек металла (0,03—0,1 г.).
3. Отмеривают раствор кислоты (5—10 мл).
4. Металл и кислоту помещают отдельно в сосуд с двумя сообщающимися отделениями (рис. 2, а) или в колбу (рис. 2, б) так, чтобы вещества не соприкасались.
5. Присоединив сосуд или колбу к бюретке прибора, выравнивают налитую в нее воду с уровнем жидкости в воронке; уровень воды в бюретке записывают.
6. Приводят в соприкосновение металл с кислотой, наблюдают за ходом реакции.
7. Вторично приводят к одному и тому же уровню воду в бюретке и воронке и записывают новый уровень воды.
8. Записывают показания комнатного термометра и барометра. В результате получают численные значения для следующих параметров:

масса металла (г) —  $m_{\text{Me}}$ ;

температура ( $^{\circ}\text{C}$ ) —  $t$ ;

атмосферное давление (кПа) —  $p$ ;

давление насыщенного водяного пара при данной температуре (по справочнику) —  $h$ ;

уровень воды в бюретке до реакции (мл) —  $a_1$ ;

уровень воды в бюретке после реакции (мл) —  $a_2$ .

На основании полученных данных проводят вычисления в следующей последовательности: 1. Находят объем водорода (в мл), вытесненного металлом из кислоты при данных температуре и

давлении:  $V = a_2 - a_1$ . 2. Вычисляют парциальное давление водорода:  $p_{H_2} = p - h$ . 3. Измеренный объем водорода приводят к нормальным условиям по уравнению газового состояния:

$$V_0 = \frac{pV273}{p_0T}$$

4. Вычисляют массу выделившегося водорода по закону Авогадро:

$$m_{H_2} = \frac{2V_0}{22400}$$

5. Вычисляют эквивалент металла по формуле:

$$Э_{Me} = \frac{m_{Me}Э_{H_2}}{m_{H_2}}$$

6. Находят атомную массу металла, используя значения эквивалента и валентность металла, по формуле:  $A_r = Э_{Me} \cdot V$ .

После того как учащиеся, работая индивидуально или группами, закончат вычисления, подводим итоги определения. Сопоставляем полученные данные, сравниваем абсолютную и относительную ошибки опыта. Абсолютная ошибка находится по разности  $Э_{теорет} - Э_{практ}$ ; относительная ошибка  $\delta$  определяется по формуле:

$$\delta = \frac{Э_{теорет} - Э_{практ}}{Э_{теорет}} \cdot 100\%$$

Занятие по теме «Открытие и утверждение периодического закона Д. И. Менделеева» целесообразно провести в форме семинара или конференции по плану:

1. Попытки классификации химических элементов до Д. И. Менделеева.
2. Открытие периодического закона Д. И. Менделеевым.
3. Утверждение периодического закона.
4. Значение открытия периодического закона для развития науки и техники.
5. Жизнь и научная деятельность Д. И. Менделеева. Менделеев — ученый-энциклопедист.

Для подготовки докладов учащимся рекомендуется литература (20—30).

На занятии-конференции можно использовать фрагменты кинофильма «Д. И. Менделеев и открытие периодического закона».

В школах, работающих по сокращенному варианту факультатива, на изучение теоретических вопросов данной темы отводится 2 ч (один — атомистике и основным понятиям и законам, второй — периодическому закону Д. И. Менделеева). На практическом занятии ставится только работа по определению эквивалента металла.

**Строение вещества.** Тема включает важные теоретические понятия общей химии, в той или иной степени знакомые учащимся



из основного курса. Поэтому в основу методики преподавания этой темы следует положить идею развития и углубления понятий. На занятиях широко применяются беседа и выступления учащихся с сообщениями и докладами, разнообразная самостоятельная работа (упражнения, решение задач, работа со справочными материалами и др.). Основы учения о комплексных соединениях целесообразно изложить лекционно. Изучение темы рекомендуем начать с изложения исторических сведений об установлении строения атомов по плану:

1. Представления древних философов о неделимости атомов.
2. Открытие электрона (опыты У. Крукса с катодными лучами, открытие рентгеновских лучей), открытие радиоактивности (А. Беккерель, 1896 г.), открытие электрона Дж. Томсоном (1897 г.).
3. Первые гипотезы о строении атома (В. Кельвин, Н. Н. Морозов).
4. Открытие ядра (Э. Резерфорд). Ядерная (планетарная) модель строения атома по Резерфорду (1911 г.).
5. Строение атома по Бору. Установление постулатов, объясняющих движение электронов в атоме, строение электронной оболочки.
6. Современные представления о строении атомов (работы В. Гейзенберга, Э. Шредингера, Д. Д. Иваненко, В. М. Клеchkовского и др.).

Материал для изложения темы можно найти в учебниках для высшей школы (2, 16), а также в работе Б. М. Кедрова и Д. Н. Трифонова «Закон периодичности и химические элементы. Открытия и хронология» (М., 1969).

С наибольшей трудностью встречается учитель при рассмотрении квантовомеханических представлений о строении атома, так как у учащихся нет для этого достаточных знаний. Ограничиваемся ознакомлением с квантовыми числами, принципом Паули, правилом Клеchkовского лишь в информационном плане (без математических обоснований), так, как это изложено в учебном пособии (15). Затем учащиеся переходят к выполнению самостоятельной работы по составлению электронных схем атомов малых и больших периодов, пользуясь способом обозначения орбиталей клетками, а электронов — стрелками.

Усвоение знаний о строении атомов проверяем методом фронтальной беседы и в ходе выполнения самостоятельной работы типа задания 10 из учебного пособия (15).

С комплексом вопросов, включенных в занятие 7, учащиеся могут ознакомиться самостоятельно. На занятии заслушиваются доклады, которые ученики готовят заранее по следующим темам: «Открытие и изучение явления радиоактивности», «Изотопы и их применение в науке, технике, медицине», «Ядерные превращения химических элементов», «Синтез трансураниевых элементов», «Работы советских ученых по получению искусственных элементов», «Развитие понятия «химический элемент» в науке», «Достижения

советской науки в использовании атомной энергии в мирных целях».

На занятии демонстрируем фрагменты кинофильмов «Излучение и поглощение энергии атомом», «Радиоактивность и атомное ядро», «Атомная энергетика», диафильмы, таблицы.

Знакомя учащихся с историей изучения строения вещества, следует обратить внимание на воспитательные возможности этого материала. Строение вещества — одна из кардинальных проблем науки, в решение которой внесли вклад многие русские и советские физики и химики, а также прогрессивные зарубежные ученые. Такие примеры помогают воспитывать школьников в духе советского патриотизма и пролетарского интернационализма. При изучении видов химической связи (занятия 8 и 9) внимание учащихся акцентируем на тех понятиях, которые в основном курсе химии совсем не раскрываются или раскрываются неполно: ионизационный потенциал, сродство к электрону, дипольный момент, энергия связи, длина связи, геометрия молекул, гибридизация электронных орбиталей, донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи и др.

Во вводной части к этим занятиям подчеркиваем, что учение о химической связи — центральная проблема теоретической химии. Знание природы взаимодействия атомов в молекулах помогает понять причины многообразия химических соединений, механизм их образования, свойства, реакционную способность. Для объяснения природы связи плодотворен энергетический подход: образование молекулы из отдельных атомов или ионов приводит к выигрышу энергии, поскольку молекулярное состояние вещества энергетически выгоднее, чем атомное или ионное. Выигрыш энергии при переходе вещества из атомного (ионного) состояния в молекулярное происходит за счет возникновения химической связи. Выделившаяся при образовании молекул энергия (энергия связи) характеризует прочность молекул. Энергия связи измеряется работой, которую необходимо затратить, чтобы разорвать связанные между собой частицы и удалить их на бесконечно большое расстояние. Выражают энергию связи в кДж/моль (приводим справочные данные энергии связи в молекулах ряда веществ).

Изучению понятия о направленности связи и геометрической форме молекул предшествует рассмотрение понятия гибридизации. Учащиеся знают из основного курса, что электронные облака различаются по форме (рис. 3). На основе большого экспериментального материала доказано, что связи образованы не «чистыми»  $s$ -,  $p$ -,  $d$ -орбиталями, а так называемыми гибридными (от слова «гибридизация», что означает «выравнивание»). То есть при образовании связей орбитали различных связующих электронов изменяют свою форму,

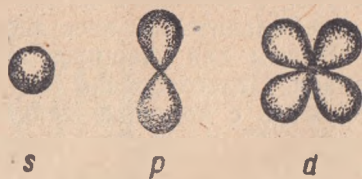


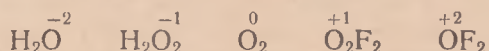
Рис. 3. Формы электронных облаков  $s$ -,  $p$ -,  $d$ -орбиталей.

приобретая новую, гибридную. Гибридные орбитали энергетически равноценны и различаются лишь по направлению (для данной молекулы), что и определяет геометрию молекулы.

Объяснение этих понятий подкрепляем средствами наглядности: статическими и динамическими моделями, схемами строения атомов и молекул.

С целью обобщения знаний о видах химической связи совместно с учащимися составляем таблицу II:

В следующей теме углубляются знания о таких важных понятиях, как валентность и степень окисления, совершенствуются умения в составлении уравнений окислительно-восстановительных реакций. Как известно, в основном курсе первоначально понятие валентности дается в VII классе (свойство атомов присоединять определенное число атомов другого элемента). Это понятие применяется там для составления формул простейших соединений. Дать трактовку валентности на основе строения атомов и молекул в VII классе не представляется возможным, и затем это понятие в неорганической химии практически не развивается. После ознакомления в VIII классе со степенью окисления учащиеся оба эти понятия могут не различать. Задача учителя на факультативных занятиях — четко разграничить понятия «валентность» и «степень окисления», применив прием сравнения: валентность атомов и степень окисления в целом ряде соединений не совпадают; валентность выражается только целыми числами, степень окисления — как целыми, так и дробными; валентность всегда положительна, степень окисления может быть положительной и отрицательной. Степень окисления одного и того же элемента в разных соединениях может менять свое значение. Например, для кислорода она может быть:



Валентность же кислорода в этих соединениях постоянна и равна двум.

Сравнение понятий валентности и степени окисления проводим на конкретных примерах. Учащиеся закрепляют знания при выполнении самостоятельной работы — задания типа 16 из учебного пособия (15), на занятии и дома упражняются в составлении уравнений окислительно-восстановительных реакций. Примеры заданий берем из учебного пособия (15) и дополнительной литературы, в частности из книги Г. П. Хомченко, К. И. Севастьяновой «Окислительно-восстановительные реакции» (М., 1980).

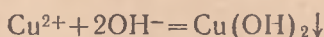
Новым для учащихся является раздел о комплексных соединениях. Целесообразно теоретические знания об этих соединениях изложить с помощью лекции с включением демонстрационных опытов. Ее примерный план: 1. Понятие о комплексных соединениях, их классификация и номенклатура. 2. Объяснение строения комплексных соединений по теории Вернера. 3. Современные представления о природе химических связей в комплексных соедине-

Таблица 11. Виды химической связи

Сравнимые свойства	Ковалентная связь		Ионная связь	Металлическая связь	Молекулярная и водородная связь
	неполярная	полярная			
Природа химической связи	За счет об-разования электронных пар между атомами одного и того же элемента	За счет об-разования электронных пар между атомами разных элементов	За счет электро-статического притяжения между ионами, образова-нными в результате рас-пада элект-ронов	За счет обобществле-ния электронов положи-тельными ионами	Связь между прото-ном и электронами дру-го атома
Прочность свя-зи	Высокая	Высокая и средняя	Высокая и средняя	Различная	Различная, чаще ма-лая
Направленность связи	Строго на-правленная	Строго на-правленная	Ненаправ-ленная	Ненаправленная	Направленная
Строение моле-кул в газообраз-ном состоянии	Неполярные	Полярные и неполярные	Ионные	Не существуют	Не существуют
Кристаллическая решетка	Молекуляр-ная и атомная	Молекуляр-ная	Ионная	Металлическая	Молекулярная
Характерные свойства	Газообраз-ные, не прово-дят электриче-ский ток или нелетучи, туго-плавки	Газообраз-ные или легко-летучие, не проводят электрический ток	Нелетучи или малолету-чие, не прово-дят электриче-ский ток. В растворе электропро-водны	Почти нелетучи, элект-ропроводны	Летучие, не проводят электрический ток
Примеры соеди-нений	H <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> , [S] <sub>n</sub>	CO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , HCl	[NaCl] <sub>n</sub> , [KCl] <sub>n</sub> , [ZnS] <sub>n</sub>	[Li] <sub>n</sub> , [Mg] <sub>n</sub>	[H <sub>2</sub> O] <sub>n</sub> , [H-C<<O] <sub>n</sub> , [HF] <sub>n</sub>

ниях на основе метода валентных связей. 4. Получение комплексных соединений в лаборатории. 5. Комплексные соединения в природе и технике. Для подготовки лекции, кроме учебного пособия, используется дополнительная литература (16, глава XVIII; 2, глава XI; пособие для учителя Ф. Б. Гликиной, Н. Г. Ключникова «Химия комплексных соединений». М., 1982).

Лекцию о комплексных соединениях можно начать с демонстрации опытов, создающих проблемную ситуацию (например, взаимодействие сульфата меди и других солей с раствором аммиака). Перед демонстрацией ставится вопрос: какой результат следует ожидать при сливании растворов? Как правило, учащиеся указывают на образование малорастворимого гидроксида, выпадающего в осадок:



Действительно, вначале образуется осадок, но затем он растворяется в избытке аммиака, образуя интенсивно-синий раствор. Как объяснить это явление? Какие вещества образовались в конечном итоге? Ответ учащиеся получают в последующем изложении учителя.

На практическом занятии учащиеся получают два-три комплексных соединения, руководствуясь описаниями, приведенными в практикуме (9).

Более подробно о проблемном подходе при изучении комплексных соединений рассказано в статье Ю. В. Сурина и С. С. Балезиной (Химия в школе, 1983, № 3, с. 38—41).

Химическая кинетика и равновесие. В основном курсе учащиеся получают отдельные представления по химической кинетике: о прямой и обратной реакциях, скорости реакции и изменении скорости под влиянием различных факторов, катализе и катализаторах, при этом почти не применяется математический аппарат. В факультативном курсе ставится задача сформировать более целостный и законченный круг знаний о химической кинетике.

Содержание этой темы хорошо раскрыто в учебном пособии (15) и в методической разработке (13). Сделаем некоторые дополнения методического характера.

В самом начале темы даем понятие о химической кинетике как разделе химии, изучающем скорость химических процессов и влияние на скорость различных факторов. Затем подчеркиваем, что знание этой области науки необходимо для представителей основных профессий химической промышленности: технологов, операторов, аппаратчиков, мастеров, для успешного управления производственными процессами. Исследования ученых в области кинетики ускоряют научно-технический прогресс, способствуют более успешному решению задачи создания материально-технической базы коммунизма. Например, разработка нового высокоэффективного катализатора может произвести подлинную революцию в той или иной химической технологии.

Изучение понятия скорости химической реакции начинаем с беседы, в ходе которой выясняем, что в физике скоростью равномерного прямолинейного движения называют величину, равную отношению перемещения тела за любой промежуток времени к значению этого промежутка. Скорость — величина векторная и выражается формулой:

$$\vec{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Затем устанавливаем, что известно учащимся из основного курса химии о скорости химической реакции. Приводим примеры медленных и быстрых реакций и даем определение скорости как изменения концентрации реагируемых веществ в единицу времени:

$$v = -\frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1}, \text{ или } v = -\frac{\Delta c}{\Delta t}$$

Приведенное выражение характеризует среднюю скорость реакции за определенный промежуток времени  $t_2 - t_1$ . Как выразить истинную скорость в момент  $t$  (мгновенную скорость)? Приводим и разъясняем уравнение для мгновенной скорости:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left( -\frac{\Delta c}{\Delta t} \right) = -\frac{dc}{dt}$$

Поясняем, что концентрация выражается в молях на литр (моль/л), а скорость — в молях на литр за одну секунду (моль/(л·с)).

Важной частью темы является закон действия масс, раскрывающий зависимость между скоростью реакции и концентрацией реагирующих веществ. Приводим формулировку закона и его математическое выражение сначала для простых реакций типа  $A + B = AB$ :

$$v = k[A][B],$$

(где  $k$  — коэффициент пропорциональности или константа скорости;  $[A]$  и  $[B]$  — концентрации реагирующих веществ), а затем для более сложных, например:  $2A + B = C + D$ :

$$v = k[A]^2[B]$$

Затем записываем выражение в общем виде:

$$v = k[A]^n[B]^m$$

Подчеркиваем, что закон действия масс применяется только для газов и разбавленных растворов и неприменим для реагирующих твердых веществ. Разъясняем физический смысл константы скорости.

Рассматривая кинетические уравнения, необходимо обратить внимание на то, что стехиометрические коэффициенты не могут быть взяты непосредственно из уравнения реакции, так как оно

описывает превращение в целом, но не учитывает механизм реакции, который может быть сложным, протекающим в несколько стадий,—одни из них быстрые, другие медленные. Скорость реакции определяется самой медленной стадией.

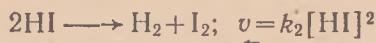
Изучение обратимых и необратимых процессов начинаем с обращения к учащимся привести примеры подобных реакций и указать условия, при которых реакции обмена идут до конца. Учащиеся выполняют лабораторные опыты, записывают уравнения реакций.

Обратимый процесс рассматривается на примере реакции водорода с иодом:  $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$ .

Взаимодействие водорода с парами иода вначале идет со сравнительно большой скоростью:

$$v = k_1 [H_2] [I_2]$$

По мере накопления молекул HI ускоряется противоположная реакция:



Через некоторое время скорости прямой и обратной реакций выравниваются, что можно записать так:

$$v \xrightarrow{\leftarrow} = v \xrightarrow{\leftarrow}, \text{ или } k_1 [H_2] [I_2] = k_2 [HI]^2$$

Наступает химическое равновесие. Демонстрируем график приближения к равновесию системы:  $H_2 - I_2 - HI$  (2), даем определение химического равновесия и подчеркиваем, что это равновесие динамическое. После этого выводим математическое выражение для константы равновесия в любой обратимой реакции:

$$nA + mB \rightleftharpoons kC + lD; \quad K = \frac{[C]^k [D]^l}{[A]^n [B]^m}$$

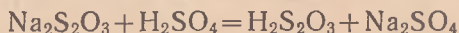
Изучение факторов, смещающих химическое равновесие, не вызывает трудностей, так как материал частично знаком учащимся. После беседы по этому разделу и дополнительных разъяснений учителя учащиеся выполняют самостоятельную работу, включающую упражнения и задачи, которые можно подобрать из учебных пособий (12, 15). В заключение даем учащимся задания подготовить сообщения по теме «Катализ», рекомендуем использовать учебную литературу (15, 16) и книгу Л. А. Николаева «Катализ в природе и промышленности» (М., 1976).

Изучение катализа проводим в форме лекции, дополненной выступлениями учащихся по плану: 1. Понятие о катализе и катализаторах. 2. Природа каталитического действия. Катализаторы и энергия активации. 3. Гомогенный катализ. 4. Гетерогенный катализ. 5. Селективность действия катализаторов. 6. Катализаторы, промоторы, ингибиторы. 7. Биологические катализаторы. 8. Применение катализа в промышленности.

По ходу лекции демонстрируем опыты: взаимодействие алюминия с иодом под действием воды (опыт проводится в вытяжном шкафу), разложение пероксида водорода с добавлением диоксида марганца.

На практическом занятии учащиеся выясняют зависимость скорости реакций от условий. Применяется исследовательский подход. Рассмотрим это на примере взаимодействия раствора тиосульфата натрия с серной кислотой.

Сначала предлагаем учащимся записать уравнение реакции обмена между тиосульфатом натрия и серной кислотой:



Образующаяся тиосерная кислота сразу же разлагается с образованием серы. Учащиеся без труда записывают уравнение реакции:



Следовательно, признаком реакции служит помутнение раствора — образование серы.

После этого обсуждения учащиеся, пользуясь письменными указаниями, выполняют исследование.

В три пробирки с помощью мерной пипетки приливают раствор тиосульфата натрия (готовится разбавлением 1 н. раствора водой в отношении 1:200): в первую — 2,5 мл, во вторую — 5 мл, в третью — 7,5 мл. В первую пробирку добавляют 5 мл, а во вторую — 2,5 мл дистиллированной воды, чтобы выровнять объемы во всех трех пробирках. Затем во все три пробирки одновременно приливают по 2,5 мл заранее отмеренного с помощью бюретки раствора серной кислоты (готовится разбавлением 2 М кислоты в отношении 1:200) и по секундомеру отмечают, через какой промежуток времени наблюдается начало помутнения. Результаты записывают в таблицу 12. По данным проведенного исследования вычерчивают график, откладывая на оси абсцисс время, а на оси ординат — скорость реакции.

Таблица 12

№ пробирки	Объем раствора (мл)			Общий объем	Время появления мутн. t (с)	Относительная скорость реакции: $v = \frac{1}{t}$
	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{H}_2\text{O}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$			
1	2,5	5,0	2,5	10,0		
2	5,0	2,5	2,5	10,0		
3	7,5	—	2,5	10,0		

Подобным образом исследуют зависимость скорости этой реакции от температуры. В три пробирки наливают по 5 мл раствора тиосульфата натрия, а в другие три — по 5 мл раствора серной кислоты. Первую пару пробирок с  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ставят



в стакан с водой на 5—7 мин и измеряют температуру воды, затем растворы сливают и отмечают по секундомеру, через какое время появилась муть. То же проделывают со второй и третьей парами пробирок, но помещают их на водяную баню, нагревая каждый раз воду на 10° выше, чем в предыдущем опыте. Данные заносят в таблицу 13 и вычерчивают график зависимости скорости реакции от температуры.

Таблица 13

№ пробирки	Объем раствора (мл)		Температура реакции (°C)	Время появления мути $t$ (с)	Относительная скорость реакции: $v = \frac{1}{t}$
	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			
1	5,0	5,0			
2	5,0	5,0			
3	5,0	5,0			

Опыты по изучению катализа подбираем из учебной литературы (9, 10).

**Дисперсные системы и теория электролитов.** На основных уроках химии учащиеся получают краткие сведения об истинных растворах (VII класс) и общее понятие о коллоидных растворах (IX класс). Теория электролитической диссоциации изучается там в отрыве от темы о растворах, вследствие чего целостное представление по этому важному разделу общей химии не может сформироваться. В основном курсе отсутствует понятие о дисперсных системах.

В факультативном курсе знания о растворах и теории электролитической диссоциации приводятся в систему и углубляются путем рассмотрения ряда новых вопросов.

Изучение темы можно начать с лекции, в которой даем понятие о дисперсном состоянии вещества и дисперсных системах, их классификации на основе степени раздробленности, характеризуем коллоидные системы, рассматриваем их строение и свойства, способы получения. Объяснение сопровождаем демонстрацией опытов (получение коллоидов и их свойства), показом диафильма «Дисперсные системы», диапозитивов «Коллоидное состояние вещества». Для этого и последующих занятий учащиеся готовят рефераты: «Коллоиды в природе», «Коллоиды в технике и быту» и др. На практическом занятии получают коллоиды кремниевой кислоты, гидроксида железа (III), берлинской лазури и др. и проводят с ними опыты (коагуляция, набухание, защита от коагуляции).

Изучение истинных растворов начинаем с их определения. К истинным растворам относят системы, содержащие дисперсные частицы менее 1 нм, которые невозможно обнаружить наблюдением. Истинные растворы — это гомогенные системы. В беседе выясняем знание процессов растворения, гидратации, явлений,

сопровождающих растворение. При этом необходимо ознакомить учащихся с теорией растворов Д. И. Менделеева.

Расширяем знания о концентрации растворов. Учащимся объясняем, что концентрацией раствора называют количество растворенного вещества, содержащегося в определенном объеме раствора или растворителя. Существует несколько способов выражения концентрации. Учащиеся знакомы лишь с нахождением массовой доли вещества в растворе в процентах (определяется числом единиц массы растворенного вещества в 100 единицах массы раствора). Вводим понятия молярной концентрации и молярной концентрации эквивалента, знакомим с вычислениями, связанными с приготовлением соответствующих растворов. Даем упражнения по расчетам концентраций на занятии и для домашней работы.

Важно подчеркнуть практическое значение знаний о способах выражения концентрации растворов. Удобство использования растворов молярной концентрации эквивалентов, например, заключается в том, что в одинаковых объемах растворов одинаковой концентрации содержатся эквивалентные количества растворенных веществ, которые реагируют между собой без остатка. Это важно при проведении аналитических и других работ.

Новым для учащихся является раздел о свойствах разбавленных растворов неэлектролитов, количественно выраженных в законах Рауля. Теоретический материал раскрываем в последовательности, предлагаемой учебным пособием (15). Подчеркиваем, что второй закон Рауля имеет большое значение для определения молекулярных масс по понижению точки замерзания или по повышению точки кипения растворов. На практическом занятии учащиеся определяют молекулярную массу вещества криоскопическим методом (описание работы в пособии 9).

Явление осмоса знакомо учащимся из курса биологии. Им можно предложить самостоятельно разобрать этот вопрос по учебному пособию (15), а затем заслушать подготовленные сообщения.

К моменту рассмотрения теории электролитической диссоциации на факультативе учащиеся уже ознакомились с ней в основном курсе. Поэтому на факультативе идет углубление таких понятий, как «электролит», «неэлектролит», «электролитическая диссоциация», «сильные и слабые электролиты», «степень электролитической диссоциации» и др.

Знания учащихся дополняются сведениями о предпосылках, приведших С. Аррениуса к теории электролитической диссоциации. Им было установлено, что растворы электролитов не подчиняются законам Рауля и ведут себя так, как будто число частиц, находящихся в растворе электролита, больше, чем в растворе эквимолекулярных количеств неэлектролитов. Аррениус выдвинул гипотезу, объясняющую физические свойства электролитов, которая затем была блестяще подтверждена и составила основу теории электролитической диссоциации.

Внимание учащихся обращаем на то, что к обратимому процессу диссоциации применим закон действия масс. Математиче-

ское выражение этого закона учащиеся выводят самостоятельно, взяв в качестве примера уксусную кислоту:



$$K_d = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

где  $K_d$  — константа равновесия, называемая также константой диссоциации. Константа диссоциации для кислот и оснований — показатель силы электролита.

От понятия константы диссоциации нетрудно перейти к диссоциации воды, ионному произведению воды и водородному показателю. Методика изучения водородного показателя в школе хорошо освещена в литературе<sup>1</sup>.

Изучение водородного показателя, способов определения рН и индикаторов сопровождается лабораторными опытами.

В заключение темы рассматриваем современные теории кислот и оснований. Прослеживаем формирование понятий «кислота» и «основание» начиная от первых представлений Р. Бойля. В основном курсе химии учащиеся усваивают в свете теории электролитической диссоциации, что кислоты — это вещества, образующие при диссоциации в растворе ионы водорода, а основания — вещества, диссоциирующие с образованием ионов  $\text{OH}^-$ . Но теория электролитической диссоциации недостаточна для объяснения поведения веществ в неводных растворах. И. Бренстед и Т. Лоури предложили протонную теорию, на основе которой кислотами называются вещества, отщепляющие в химических реакциях протоны. Согласно этой теории одно и то же вещество в зависимости от условий может быть или кислотой, или основанием, или нейтральным соединением. В качестве примера можно привести мочевину  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ : будучи растворенной в безводной уксусной кислоте, она ведет себя как основание, в жидком аммиаке является кислотой, а в воде нейтральна.

Более общее определение кислот и оснований предложил Г. Льюис. Характеризуя кислотные или основные свойства веществ, он учитывал не только перенос протонов, но и участие электронных пар. По Льюису, понятия «кислота» и «основание» распространяются как на нейтральные молекулы, так и на ионы. Так, кислота — это любая частица, принимающая электроны, а основание — частица, отдающая электроны. Например, в реакции  $\text{AlF}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{AlF}_3 \cdot \text{NH}_3$  фторид алюминия выступает как кислота, так как принимает неподеленную пару электронов атома азота, а аммиак — как основание, так как отдает электроны.

Ознакомление учащихся с современными теориями кислот и оснований ломает привычные представления учащихся о классах неорганических соединений, показывает, что между различными

<sup>1</sup> См.: Дризовская Т. М. Ознакомление учащихся с водородным показателем рН и его практическим значением. — Химия в школе, 1964, № 2, с. 36.

типами соединений нет резких границ, а существует диалектическая взаимосвязь.

**Химическая энергетика.** Выявить закономерности протекания химических процессов без привлечения энергетического подхода невозможно. Поэтому в факультативном курсе по общей химии предусмотрено ознакомление учащихся с основными положениями энергетики химических процессов, дополняющими первоначальные понятия основного курса.

Программа на изучение темы «Химическая энергетика» отводит 6 ч (из них 2 ч на практическое занятие). На первом занятии повторяем знания, полученные учащимися в основном курсе химии и физики: тепловой эффект химической реакции, определение теплового эффекта с помощью калориметра, внутренняя энергия вещества, первый закон термодинамики.

В лекционном изложении темы подчеркиваем, что в процессе химических превращений происходит изменение суммарной внутренней энергии реагирующих веществ, связанное с перестройкой электронных оболочек атомов. Это изменение, выраженное количественно, и есть тепловой эффект реакции.

Понятие внутренней энергии вещества связывается с энтальпией. Учащиеся вспоминают из курса физики, что энтальпия — это мера энергии, накапливаемая веществом. Для решения большинства задач важно знать не абсолютное значение энтальпии, а ее изменение ( $\Delta H$ ). Если реакция идет с поглощением энергии, то энтальпия растет, поэтому в уравнениях эндотермических реакций ее значение  $+\Delta H$ . И наоборот, в экзотермических реакциях, идущих с выделением энергии, энтальпия уменьшается и обозначается  $-\Delta H$ . Сравниваем обозначение энтальпии в уравнениях реакций с обозначением теплового эффекта.

Обобщив знания учащихся о тепловом эффекте реакций, переходим к изучению законов термохимии, в частности к закону Гесса, даем понятие о теплоте образования вещества, знакомим со следствием закона Гесса, согласно которому тепловой эффект реакции равен разности суммы теплот образования продуктов реакции и суммы теплот образования исходных веществ.

Теоретические знания по химической энергетике закрепляются в упражнениях по составлению термохимических уравнений и путем решения задач, чему и посвящаем второе занятие по теме. Примеры задач и упражнений берем из учебного пособия (15) и сборника задач и упражнений по общей химии Н. Л. Глинки (12).

Делая обобщение по теме, подводим учащихся к важному выводу, что в химических явлениях, так же как и во всех других, наблюдаемых в природе и технике, энергия не возникает из ничего и не исчезает. Закон Гесса для химических процессов есть отражение общего закона природы — закона сохранения материи и энергии.

Для подготовки к занятиям по химической энергетике рекомендуем учащимся использовать по этой теме следующую литературу:

Шелинский Г. И. Изучение основ энергетики химических реакций. М.: Просвещение, 1974.

Кричевский И. Р., Петрянов И. В. Термодинамика для многих. М.: Педагогика, 1975.

Семенов И. Н., Богданов Р. В. Энергия и химический процесс. Л., 1973.

**Химия элементов.** Две последние темы — «Химия неметаллов» и «Химия металлов» — изучаются обзорно. Применяем различные методы: обзорная лекция, самостоятельная работа с учебным пособием и дополнительной литературой, доклады учащихся, лабораторные опыты и демонстрации, практические занятия и т. д.

Например, первое занятие в теме «Химия неметаллов» может быть проведено по такому плану:

1. Введение к теме. Приводятся обоснования разделения химических элементов на неметаллы и металлы по их способности быть окислителями или восстановителями и указывается условность такого разделения, называются элементы, которые относят как к одной, так и к другой группе (водород) или которые занимают промежуточное положение (инертные элементы).

2. Самостоятельная работа учащихся с учебным пособием, справочником, таблицей Менделеева. Учащиеся выясняют положение неметаллов в периодической системе, выписывают по подгруппам типичные неметаллы. Характеризуют физические свойства простых веществ, образуемых элементами-неметаллами (физическое состояние при стандартных условиях, окраска, запах и др.). Выясняют строение атомов и записывают их электронные схемы, отмечая, что неметаллы — это *p*-элементы, занимающие правую часть таблицы Менделеева; они имеют незастроенные *p*-орбитали, обладают высокой электроотрицательностью и способны притягивать электроны от других атомов.

3. В беседе обсуждаются химические свойства неметаллов: взаимодействие с водородом и кислородом. Учащиеся приводят примеры реакций, условия их протекания, характеризуют общие свойства продуктов, получающихся в результате этих реакций. Подчеркивается, что водородные соединения неметаллов — газообразные вещества, высшие оксиды — имеют кислотный характер, сила соответствующих им кислот возрастает с увеличением номера группы.

4. На примере углерода, кремния, кислорода, серы обобщаются знания об аллотропных модификациях простых веществ.

5. Учащиеся выполняют лабораторные опыты: получают аллотропные модификации серы, водородные соединения серы и хлора и др., руководствуясь практикумом (10). Опыты проводятся в вытяжном шкафу при условии хорошей тяги.

6. В конце занятия проверочная беседа, обобщение и выводы.

Занятия, посвященные соединениям неметаллов и металлов, можно провести в форме обзорных лекций с применением демонстрационных опытов и различных средств наглядности. Приведем план такой лекции о кислородных соединениях неметаллов:

1. Оксиды неметаллов (углерода, кремния, азота, фосфора, серы).
2. Способы получения оксидов.
3. Общие свойства оксидов неметаллов.
4. Характеристика важнейших оксидов неметаллов, их практическое значение.
5. Гидроксиды неметаллов. Общие свойства кислот. Индивидуальные различия в свойствах кислот, объяснение этих различий строением атомов и молекул (характеристика кислот дается по подгруппам элементов).
6. Практическое значение кислородсодержащих соединений неметаллов.

Химию металлов можно рассмотреть в двух лекциях. В первой — строение атомов металлов, их физические и химические свойства в связи с положением в периодической системе элементов, свойства соединений (гидридов, оксидов, гидроксидов), сплавы, их практическое значение. Во второй лекции излагаются краткие основы электрохимии, при этом учитель опирается на знания учащихся из основного курса химии и физики.

Наиболее трудное для учащихся понятие в этой теме — понятие электродного потенциала. Методика формирования его показана в работе (13).

Сначала разъясняем, как возникает разность потенциалов между металлом и раствором электролита. Величина этой разности и будет так называемым электродным потенциалом  $E$ , который определяется по уравнению Нернста:

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg c,$$

где  $n$  — заряд ионов металла;  $c$  — концентрация ионов металла в растворе в моль/л;  $E_0$  — значение электродного потенциала при концентрации ионов металла  $c = 1$  моль/л.

Измерить абсолютную величину потенциала невозможно (для этого необходимо ввести в раствор второй электрод), поэтому измеряют разность потенциалов относительно одного из электродов. Таким электродом сравнения выбран водородный электрод, для которого  $E = 0$ .

Значения  $E_0$  для различных металлов по отношению к водородному электроду получили название стандартных электродных потенциалов. Значение  $E_0$  зависит от ионизационного потенциала: чем он меньше, тем легче образуются ионы металла, тем больше отрицательное значение  $E_0$ . Величина электродного потенциала зависит также от взаимодействия образовавшихся ионов с растворителем (например, водой). Чем сильнее это взаимодействие, тем больше ионов переходит в раствор, увеличивая  $E_0$ . Это явление позволяет объяснить учащимся, почему металлы с более низким ионизационным потенциалом (легче отдающие электроны) в электрохимическом ряду напряжений иногда располагаются правее металлов с более высоким ионизационным

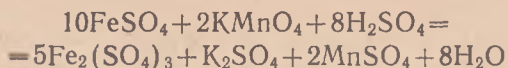
потенциалом. Например, в паре литий—натрий ионизационные потенциалы соответственно равны 5,4 и 5,1 эВ, а электродные потенциалы—3,0 и—2,7 эВ. Ионы лития, небольшие по размеру, сильнее гидратированы, чем ионы натрия.

Другие понятия этой темы—«гальванический элемент», «электрохимическая коррозия», «электролиз», «принцип действия аккумулятора»,— как частично уже знакомые учащимся из основных курсов физики и химии, усваиваются ими без труда.

Часть занятия отводится на лабораторные опыты: составление гальванического элемента (например, из металлов медь—цинк и растворов их солей) и определение его электродвижущей силы ЭДС, изучение электрохимической коррозии (10, опыты 16.20—16.22).

На практическом занятии учащиеся изучают химические свойства металлов побочных подгрупп—хрома и марганца и знакомятся с методом количественного определения состава вещества—перманганатометрией, основанным на окислительно-восстановительных реакциях. В качестве объекта для анализа берут или раствор сульфата железа (II)  $\text{FeSO}_4$ , или раствор соли Мора  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Определение основано на реакции:



Инструкцию для проведения данного определения можно составить по описанию, приведенному в пособии П. И. Воскресенского, А. М. Неймарка «Основы химического анализа» (М., 1971) или из любого другого практикума по аналитической химии.

Заключительное занятие по факультативу «Основы общей химии» можно провести в форме конференции, на которой учащиеся выступают с заранее подготовленными докладами по наиболее интересным проблемам общей и неорганической химии, отчитываются об индивидуальной экспериментальной работе, изготовлении учебных пособий. Учитель подводит итоги изучения курса, отмечает успехи учащихся.

#### ЛИТЕРАТУРА

##### Для учителя

1. Ходаков Ю. В. Общая химия. Основные понятия, законы и теории. М.: Просвещение, 1972.
2. Николаев Л. А. Неорганическая химия. М.: Просвещение, 1982.
3. Дикерсон Р., Грей Г., Хейт Дж. Основные законы химии. М.: Мир, 1982.
4. Шелинский Г. И. Химическая связь и ее изучение в средней школе. М.: Просвещение, 1976.
5. Полинг Л., Полинг П. Химия. М.: Мир, 1978.

6. Красовицкая Т. И. Электронные структуры атомов и химическая связь. М.: Просвещение, 1980.

7. Гликина Ф. Б., Ключников Н. Г. Химия комплексных соединений. М.: Просвещение, 1982.

8. Соловьев Ю. И., Трифонов Д. Н., Шамин А. Н. История химии. М.: Просвещение, 1984.

9. Практикум по неорганической химии. М.: Просвещение, 1983.

10. Хомченко Г. П., Севастьянова К. И. Практические работы по неорганической химии с применением полумикрометода. М.: Просвещение, 1976.

11. Подобаев Н. И. Электрохимия. М.: Просвещение, 1977.

12. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии. Л.: Химия, 1984.

13. Минченков Е. Е., Смирнова Л. Я. Факультативный курс «Основы общей химии». — Химия в школе, 1972, № 4—6. Л. С. Гузей, Е. Е. Минченков, Л. Я. Смирнова. Факультативный курс «Основы общей химии». — Химия в школе, 1973, № 1, 2.

14. Сурин Ю. В., Балезина С. С. Проблемный подход при изучении комплексных соединений на факультативных занятиях. — Химия в школе, 1983, № 3.

#### Для учащихся

15. Третьяков Ю. Д., Метлин Ю. Г. Основы общей химии. М.: Просвещение, 1985.

16. Глинка Н. Л. Общая химия. М.—Л.: Химия, 1984.

17. Астафуров В. И., Бусев А. И. Строение вещества. М.: Просвещение, 1983.

18. Фадеев Г. Н. Химические реакции. М.: Просвещение, 1980.

19. Хомченко Г. П., Севастьянова К. И. Окислительно-восстановительные реакции. М.: Просвещение, 1980.

20. Агафшин Н. П. Периодический закон и периодическая система Д. И. Менделеева. М.: Просвещение, 1983.

21. Популярная библиотека химических элементов. В 2-х т. М.: Наука, 1983.

22. Балезин С. А., Бесков С. Д. Выдающиеся русские ученые-химики. М.: Просвещение, 1972.

23. Биографии великих химиков/Под ред. К. Хайнига. М.: Мир, 1981.

24. Кедров Б. М. Прогнозы Д. И. Менделеева в атомистике. М.: Атомиздат, 1978.

25. Макареня А. А. Д. И. Менделеев и физико-химические науки. Опыт научной биографии Д. И. Менделеева. М.: Энергоиздат, 1982.

26. Макареня А. А., Рысев Ю. В. Д. И. Менделеев. М.: Просвещение, 1983 (Люди науки).



27. Смирнов Г. В. Менделеев. М.: Молодая гвардия, 1984.

28. Д. И. Менделеев в воспоминаниях современников. М.: Атомиздат, 1973.

29. Петрянов И., Рич В. Для жатвы народной. М.: Советская Россия, 1983.

30. Петрянов И. В., Трифонов Д. Н. Великий закон. М.: Педагогика, 1976.

## Глава VI

### ФАКУЛЬТАТИВНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Органическая химия рекомендована к факультативному изучению в двух вариантах курса: полном — «Строение и свойства органических соединений» (70 ч) и сокращенном — «Органическая химия» (35 ч).

Содержание и методика преподавания полного курса разработаны И. Н. Чертковым и В. М. Потаповым (7, 12). Факультатив сразу же получил широкое распространение в школах, чему способствовало своевременное издание учебного и методического пособий (для учащихся и учителей).

Основная цель факультатива — вооружить учащихся углубленными теоретическими знаниями по основам органической химии, расширить их политехнический кругозор, усовершенствовать экспериментальные умения.

**Распределение программного материала.** Отличительная особенность построения курса, определяющая методику его изучения, состоит в том, что содержание факультатива сопряжено с основным курсом органической химии, разворачивается во времени параллельно ему (с незначительным отставанием). Это дает возможность учителю постоянно и последовательно увязывать учебный материал факультатива с основным курсом, а учащимся получать разносторонние знания по данному предмету. В результате уменьшаются затраты времени и труда учителя на подготовку занятий<sup>1</sup>.

Органичная взаимосвязанность основного и факультативного курсов хорошо прослеживается в приведенном ниже распределении учебного материала по занятиям. Одному занятию факультатива соответствуют три урока основного курса.

В факультативном курсе в более полном объеме рассматриваются вопросы электронного и пространственного строения вещества, взаимное влияние атомов в молекулах, что дает возможность объяснять реакционную способность веществ, предсказывать направление химических реакций. Расширены сведения о

<sup>1</sup> См.: Факультативные занятия по химии/Под ред. Д. А. Эпштейна, М.: Просвещение, 1971, с. 25.

Таблица 14. Распределение программного материала в факультативном курсе «Строение и свойства органических соединений»

№ занятия	Разделы программы и темы отдельных занятий факультативного курса	Связь с основным курсом органической химии	
		№ урока	Темы уроков
1	Краткие сведения из истории теоретических воззрений в органической химии (2 ч).	1—3	Введение. Теория строения органических соединений.
2	Строение атомов и химическая связь. Типы химических реакций (2 ч).	4 5—6	Электронная природа химической связи в органических соединениях. Метан. Гомологический ряд метана.
	<b>I. Углеводороды (28 ч)</b>		
3	Предельные углеводороды. Первое валентное состояние атома углерода.	7 8—9	Изомерные гомологические ряды. Химические свойства предельных углеводородов. Применение.
4	Практическое занятие (ПЗ). Качественный элементный анализ органических веществ.	10 11 12	Циклопарафины. ПЗ 1. Качественное определение углерода, водорода и хлора в органических веществах. Этилен. Строение молекулы.
5	Полиметиленовые углеводороды. Теория напряжения Байера.	13—15	Гомологический ряд этилена. Свойства, получение и применение полиэтиленовых углеводородов.
6	Непредельные углеводороды. Второе валентное состояние атома углерода.	16 17—18	ПЗ 2. Получение этилена и опыты с ним. Общие понятия о высокомолекулярных соединениях. Полиэтилен.
7	Галогенопроизводные этиленовых углеводородов. Эффект сопряжения. Поливинилхлорид, его свойства и применение.	19 20 21	Диеновые углеводороды. Проблема синтеза каучука. Ацетилен и его гомологи. Строение ацетилена.
8	Электронное строение диеновых углеводородов с сопряженными связями. Механизм реакции присоединения.	22 23 24	Получение и применение ацетилена. Контрольная работа I по теме «Предельные и непредельные углеводороды». Бензол.

№ занятия	Разделы программы и темы отдельных занятий факультативного курса	Связь с основным курсом органической химии	
		№ урока	Темы уроков
9	Ацетиленовые углеводороды и их свойства. Третье валентное состояние атома углерода.	25—26	Химические свойства бензола. Получение, применение бензола.
		27	Гомологи бензола. Взаимосвязь углеводородов.
10	Семинарское занятие. ПЗ. Разделение и очистка веществ.	28	Обобщение сведений об углеводородах.
		29	Контрольная работа 2.
		30	Природные и попутные нефтяные газы.
11	ПЗ. Разделение и очистка веществ (окончание).	31—32	Нефть и ее переработка.
12	Ароматические углеводороды. Электронное строение бензола, изомерия его производных. Свойства бензола и его гомологов.	33	Коксование каменного угля.
		34	Строение предельных одноатомных спиртов.
		35—36	Химические свойства спиртов. Применение спиртов. Промышленный синтез этанола.
13	Объяснение реакций замещения в бензольном ядре на основе электронных представлений.	37	Генетическая связь между углеводородами и спиртами.
		38	ПЗ 3. Синтез бромэтана.
		39	Глицерин.
14	Ориентация в бензольном кольце. Способы получения ароматических углеводородов. Нафталин, антрацен.	40	Фенолы.
		41	Гомологический ряд альдегидов.
		42	Общие химические свойства альдегидов.
15	ПЗ. Синтезы органических веществ.	43	Получение и применение альдегидов.
		44	Карбоновые кислоты. Гомологический ряд карбоновых кислот.
		45	Химические свойства предельных одноосновных карбоновых кислот.
16	ПЗ. Синтезы органических веществ.	46	Муравьиная и уксусная кислоты.
		47	Пальмитиновая и стеариновая кислоты. Мыла. Получение карбоновых кислот.
		48	ПЗ 4. Получение и исследование свойств карбоновых кислот.

№ занятия	Разделы программы и темы отдельных занятий факультативного курса	Связь с основным курсом органической химии	
		№ урока	Темы уроков
	<b>II. Кислородсодержащие органические соединения (18 ч)</b>		
17	Классификация и номенклатура гидроксильных соединений. Объяснение с электронной точки зрения кислотных свойств спиртов и фенолов. Реакции гидроксильных соединений.	49	Непредельные карбоновые кислоты. Связь между углеводородами, спиртами, альдегидами и карбоновыми кислотами.
		50	ПЗ 5. Экспериментальное решение задач на распознавание органических веществ.
		51	Контрольная работа 3.
18	Получение одноатомных спиртов. Фенолы. Краткие сведения о непредельных и ароматических спиртах.	52	Реакция этерификации. Строение, свойства и применение сложных эфиров.
		53	ПЗ 6. Синтез уксусноэтилового эфира.
		54	Жиры в природе; их строение и свойства.
19	Альдегиды и кетоны.	55	Гидролиз жиров в технике.
		56	ПЗ 7. Получение мыла из жиров.
		57	Углеводы. Глюкоза. Физические свойства и нахождение в природе. Строение глюкозы.
20	Карбоновые кислоты. Классификация и номенклатура кислот, влияние углеводородного радикала на силу кислот. Ангидриды и галогенангидриды кислот. Непредельные карбоновые кислоты.	58	Химические свойства глюкозы, ее применение. Фруктоза.
		59	Сахароза.
		60	Крахмал.
21	Двухосновные непредельные кислоты. Ароматические кислоты. Оксикислоты, их свойства, получение. Молочная кислота. Оптическая изомерия. Таутомерия. Ацетоуксусный эфир.	61	Целлюлоза. Строение целлюлозы.
		62	Применение целлюлозы и ее производных. Понятие об искусственных волокнах.
		63	ПЗ 8. Экспериментальное решение задач на получение и распознавание органических веществ.

№ занятия	Разделы программы и темы отдельных занятий факультативного курса	Связь с основным курсом органической химии	
		№ урока	Темы уроков
22	Сложные эфиры. Механизм реакции этерификации. Метилловый эфир метакриловой кислоты. Полиметилметакрилат. Полиэфирное волокно лавсан.	64	Обобщение по темам: «Сложные эфиры», «Жиры», «Углеводы».
		65	Контрольная работа 4 по вышеуказанным темам.
		66	Амины. Строение и свойства.
23	Углеводы. Классификация углеводов. Строение и свойства моносахаридов. Строение и свойства дисахаридов и полисахаридов.	67	Анилин как представитель ароматических аминов.
		68	Аминокислоты. Строение, свойства, их значение.
		69	Аминокапроновая кислота. Понятие о синтетических волокнах.
24—25	ПЗ. Синтезы органических соединений (4 ч).	70—72	Белки. Контрольная работа 5 по теме «Амины. Аминокислоты. Белки». Обобщение знаний по курсу органической химии.
		73	
		74—75	
<b>III. Азотсодержащие соединения (10 ч)</b>			
26	Основные свойства нитросоединений. Основные свойства предельных и ароматических аминов. Амиды кислот. Карбамид.	76—78	Обобщение знаний по курсу органической химии (продолжение).
27	Нитрилы. Нитрил акриловой кислоты. Полинитрилоакрил. Волокно нитрон. Краткие сведения о диазо- и азосоединениях.	79	Обобщение знаний по курсу органической химии (окончание).
		80—81	Обобщение знаний по неорганической и органической химии.
28—30	Лабораторный практикум (6 ч). Синтез органических веществ. Функциональный анализ. Анализ молока.	82—90	То же (продолжение).
31	<b>IV. Элементоорганические соединения</b>	91—93	То же (продолжение).
32	<b>V. Высокомолекулярные соединения</b>	94—96	То же (продолжение).

№ занятия	Разделы программы и темы отдельных занятий факультативного курса	Связь с основным курсом органической химии	
		№ урока	Темы уроков
33	ПЗ. Анализ технических материалов.	97—99	То же (продолжение).
34	VI. Органическая химия и биология	100—101	То же (окончание).
35	VII. Успехи органической химии Промышленный органический синтез.		

различных видах изомерии. Дополнительно изучаются новые классы органических соединений: кетоны, оксикислоты, амиды кислот и др., некоторые полимеры, кремнийорганические соединения, что в общем итоге формирует у учащихся более полное представление о разнообразии органических веществ, способствует лучшему усвоению теоретических понятий органической химии, показывает генетическую связь между классами соединений. В факультативный курс включены практические занятия, знакомящие учащихся как с общими приемами работы в лаборатории, так и с синтезом некоторых органических веществ, анализом пищевых продуктов, технических материалов.

Курс начинается краткими сведениями из истории теоретических воззрений в органической химии. Затем учащиеся повторяют и обобщают знания о строении атомов, химической связи, типах органических реакций. В теме «Углеводороды» углубляются знания о предельных, непредельных и ароматических углеводородах, дополнительно изучаются галогенопроизводные углеводородов. Учащиеся получают более полное представление о строении и свойствах углеводородов при рассмотрении таких понятий, как «конформация молекул», «эффекты сопряжения и индукционный», «правила ориентации в бензольном кольце» и др. На лабораторных занятиях по этой теме школьники осваивают технику лабораторных работ, занимаясь очисткой и разделением веществ, качественным элементарным анализом, синтезом некоторых несложных соединений, например бромэтана.

В теме «Кислородсодержащие органические соединения» на основе электронного строения углубляем знания о свойствах спиртов, фенолов, альдегидов и карбоновых кислот. Даем дополнительные сведения об оптической изомерии и таутомерии. В тему включены двух- и трехатомные фенолы, кетоны, непредельные и ароматические кислоты, оксикислоты, ацетоуксусный эфир, не-

которые полимеры. Дополнительный материал расширяет представления учащихся о разнообразии органических соединений и их практическом значении. На практических занятиях учащиеся синтезируют некоторые кислородсодержащие соединения (хинон, этилацетат, полиметилметакрилат и др.).

В теме «Азотсодержащие соединения» предусматривается углубленное изучение строения и свойств нитросоединений и аминов, вводятся новые для учащихся классы соединений — амиды кислот и нитрилы, краткие сведения о диазо- и азосоединениях. Учащиеся знакомятся с получением и свойствами таких важных для народного хозяйства продуктов, как карбамид, полиакрилонитрил, волокно нитрон, красители. На лабораторных занятиях синтезируются некоторые азотсодержащие соединения, а также анализируется пищевой продукт (молоко).

Включение в этот курс небольшой по объему темы «Элементарноорганические соединения» имеет целью показать отсутствие резкой границы между неорганической и органической химией, ознакомить учащихся с интересными соединениями, роль которых в народном хозяйстве все более возрастает. Учащиеся знакомятся с научным вкладом в химию элементарноорганических соединений выдающегося советского ученого академика А. Н. Несмеянова и его школы.

Работая над темой «Высокомолекулярные соединения», ученики обобщают знания о полимерах, изучая вопросы строения и общие свойства полимеров, их значение в народном хозяйстве, проблемы развития промышленности полимеров.

Курс заключают занятия, посвященные рассмотрению проблем биоорганической химии и успехам промышленного органического синтеза.

Факультативный курс насыщен теоретическими понятиями. Для того чтобы учащиеся усвоили его и при этом не была нарушена согласованность с основным курсом, занятия необходимо начинать с первой же учебной недели. Важно также четко разграничить понятия углубляемые и развиваемые (первоначально полученные в основном курсе) и понятия вновь формируемые. В таблице 15 перечислены важнейшие понятия, которые учащиеся получают впервые в факультативном курсе.

**Методические принципы.** Сформулируем общеметодические подходы, которые необходимы в преподавании курса «Строение и свойства органических веществ»:

1. Постоянная опора на знания учащихся, полученные ими в основном курсе, актуализация этих знаний на факультативных занятиях.

2. Использование приема дедукции при изучении отдельных классов соединений, рассмотрение свойств веществ в свете представлений о строении вещества, механизмов химических реакций.

3. Широкое применение проблемного подхода при изложении нового материала.

4. Использование разнообразных форм и методов обучения с

Таблица 15. Теоретические понятия, формируемые в факультативном курсе

Понятия	Разделы программы
<p>Свободный радикал. Свободно-радикальный механизм реакций (стадии цепного механизма). Индукционный эффект (положительный и отрицательный). Эффект сопряжения (мезомерный эффект).</p>	<p>Предельные углеводороды. Метан, его гомологи. Крекинг нефти. Галогенопроизводные. Спирты. Альдегиды. Карбоновые кислоты. Амины. Галогенопроизводные. Двухатомные углеводороды. Ароматические углеводороды. Фенолы. Карбоновые кислоты. Ароматические амины. Амиды кислот.</p>
<p>Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Реакции нуклеофильного замещения, электрофильного присоединения и электрофильного замещения.</p>	<p>Нитросоединения. Аминокислоты. Реакция нитрования. Гидролиз галогенопроизводных. Взаимодействие галогенопроизводных со спиртами. Непредельные углеводороды. Ароматические углеводороды. Альдегиды и другие классы.</p>
<p>Реакции замещения в бензольном кольце. Заместители первого и второго рода.</p>	<p>Ароматические углеводороды. Фенолы. Производные ароматических углеводородов.</p>
<p>Геометрическая изомерия. Приемы установления <i>цис</i>- и <i>транс</i>-изомерии.</p>	<p>Непредельные углеводороды, спирты, карбоновые кислоты.</p>
<p>Конформации молекул.</p>	<p>Предельные углеводороды. Галогенопроизводные. Полиметиленовые углеводороды. Высокомолекулярные соединения.</p>
<p>Оптическая изомерия. Равновесная изомерия (таутомерия).</p>	<p>Окислители. Моносахариды. Реакция Кучерова. Карбоновые кислоты. Апетоуксусный эфир.</p>

повышением роли лекционного метода, семинарских занятий, зачетов.

5. Увеличение доли самостоятельной работы учащихся. На занятиях это работа с учебным пособием и дополнительной литературой, решение расчетных задач, выполнение упражнений, в том числе с элементами программированного обучения, а также практические работы. Дома это чтение дополнительной литературы, подготовка докладов и рефератов, изготовление учебных пособий, моделей.

6. Применение разнообразных средств обучения, среди которых важное место занимают модели молекул органических соединений. Моделирование используется не только как дидактическое средство, но и как метод познания.

7. Проведение экскурсий в химические лаборатории, музеи, на выставки и промышленные предприятия.

Подробно методика преподавания этого курса изложена в работе И. Н. Черткова (7). Ниже рассматривается процесс фор-



мирования и развития некоторых новых понятий, а также методика проведения отдельных занятий.

**Формирование и развитие теоретических понятий в первых темах курса.** На вводных занятиях и в разделе «Углеводороды» главным образом повторяем и развиваем понятия, полученные учащимися в основном курсе.

Формируются и новые для учащихся понятия (см. таблицу 15). Вместе они служат основой для осуществления дедуктивного подхода в дальнейшем изучении курса. Прочное усвоение учащимися этих основополагающих понятий дает им возможность без больших затрат времени осмысленно и глубоко усваивать фактический материал курса, предсказывать свойства незнакомых веществ на основе их строения.

Важное значение имеет первое занятие. Цель его — развить интерес к глубокому изучению курса органической химии, создать стимулы к дальнейшей работе. На этом занятии важно ознакомить учащихся с задачами, планом изучения курса, организацией занятий, методами работы, учебной литературой. Содержание первой темы на этом занятии излагается лекционно по примерному плану, который мы привели в первой части пособия (см. с. 30).

В конце занятия предлагаем учащимся по учебнику неорганической химии дома повторить разделы о строении атомов и химической связи, важные для последующего рассмотрения.

На занятии по теме «Строение атомов и химическая связь» методом беседы в ходе выполнения самостоятельной работы (составление электронных схем элементов малых периодов) актуализируем знания учащихся о строении атомов и молекул, необходимые для понимания органической химии. Беседу дополняем новыми сведениями, в частности, о состоянии электронов (в атоме), квантовых числах, о длине, направленности и энергии связей, валентных углах в органических соединениях. Вводим понятия о полярности и поляризуемости связи, дипольном моменте, типах разрыва связи.

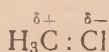
С классификацией органических соединений учащиеся знакомятся самостоятельно по учебному пособию (12).

К моменту изучения предельных углеводородов учащиеся имеют определенный запас знаний об этих веществах из основного курса. Опираясь на эти знания в лекции, углубляем сведения о первом валентном состоянии атома углерода, образовании связей С—Н и С—С. Знакомим с конформациями органических молекул, образующимися за счет свободного вращения вокруг простой связи. Для этого используем модели молекул и графические пособия. Важно показать учащимся зависимость между потенциальной энергией молекулы и видом конформации. Отмечаем, что незначительные энергетические различия между вращательными конформациями одного и того же соединения затрудняют их выделение.

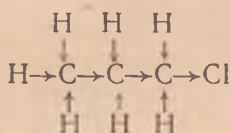
В дальнейшем изложении углубляем знания учащихся о радикальном механизме реакции замещения, что важно для после-

дующего изучения органической химии. Привлекая понятие энергии связи, объясняем, почему замещение водорода атомами галогенов проходит по-разному у первичного, вторичного и третичного атомов углерода.

При ознакомлении учащихся с новым классом органических соединений — галогенопроизводными углеводородов формируем понятие об индукционном эффекте. Приводим пример объяснения с использованием проблемного подхода. Учащимся предлагаем обсудить вопрос: какое из соединений, нормальный пропан или хлорпропан, легче вступает в реакции замещения? В беседе выясняем следующее. Распределение электронной плотности в молекулах органических соединений зависит от их строения. В молекулах углеводородов с  $\sigma$ -связями она распределена симметрично относительно оси, проходящей через центры атомов, вследствие чего дипольный момент в молекулах практически отсутствует. Однако симметрия нарушается при введении в молекулу других атомов (кроме С и Н), с иной электроотрицательностью. Электронная плотность оттягивается к атому с большим значением электроотрицательности, молекула становится диполем с частичными положительным и отрицательным зарядами. Например, при замещении на хлор одного из атомов водорода в молекуле метана возникают заряды:



Связь С—Сl в молекуле поляризуется, поляризация оказывает влияние на соседние связи, где индуцируются (наводятся; лат. *inductio* — наведение, побуждение) дипольные моменты, но уже меньшие по величине. Индукционный сдвиг электронной плотности по цепи показываем на примере хлорпропана:



Индукционный эффект обозначают знаком *I*. Он может быть отрицательным, если атом-заместитель притягивает электроны ( $-I$ ), и положительным, если заместитель отталкивает электроны ( $+I$ ).

Усвоение понятия индукционного эффекта позволяет объяснять способность органических соединений к тем или иным химическим превращениям (реакции замещения, присоединения и др.). Это понятие закрепляем путем выполнения упражнений. Впоследствии оно развивается при изучении других классов органических соединений.

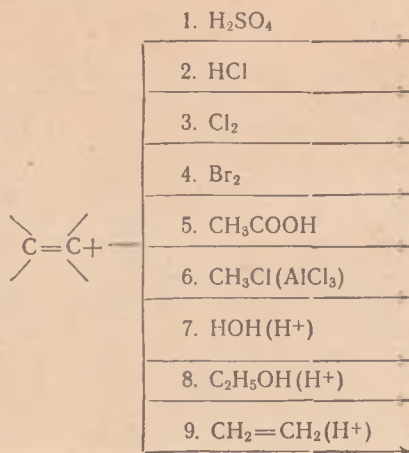
Для понимания химических реакций органических веществ необходимо усвоение понятий поляризуемости и полярности связи, которые учащиеся часто не различают. С поляризуемостью химической связи знакомим после рассмотрения механизма нуклео-

фильного замещения в молекулах (вопрос хорошо изложен в учебном пособии (12)). Поляризуемость рассматриваем как способность химической связи изменять свою полярность под воздействием внешнего электромагнитного поля или в момент подхода к ней молекул реагента (ср. алканы и алкены). Полярность же — это смещение электронной плотности между атомами в состоянии покоя.

При изучении непредельных углеводородов (алкенов) важно прочное усвоение понятий электрофильного присоединения и мезомерного эффекта.

Остановимся на формировании понятия электрофильного присоединения. Учащиеся, характеризуя свойства алкенов, часто связывают их способность к присоединению только с легкостью разрыва  $\pi$ -связи. Для более глубокого разъяснения сущности этих реакций необходимо воспользоваться количественными характеристиками прочности связи. Учащимся сообщаем, что энергия  $\pi$ -связи между атомами углерода равна 270,3 кДж/моль, что почти на 80 кДж/моль меньше энергии  $\sigma$ -связи (350 кДж/моль), поэтому  $\pi$ -связь легче рвется. Но есть и другие причины легкого протекания реакций присоединения, в частности доступность электронов, образующих  $\pi$ -связь для атаки молекулами реагентов. Показываем это на наглядных моделях алкенов, сравниваем их с моделями алканов. Ставим вопрос: какие реагенты будут вступать в реакции присоединения к алкенам: электрофилы («любящие электроны») или нуклеофилы («любящие ядра»)? В беседе выясняем, что непосредственным объектом атаки в молекулах непредельных углеводородов являются электроны  $\pi$ -связи, поэтому наиболее вероятный вид реагента — электрофильное вещество. Учащиеся делают вывод, что в реакции присоединения к алкенам участвуют электрофильные реагенты.

Полезно на занятии привести схему реагентов, способных вступить в реакции присоединения к алкенам:



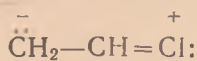
Реакции присоединения с участием слабых электрофилов ускоряются добавлением сильных электрофильных реагентов. Примеры 7—9 на схеме иллюстрируют реакции, протекающие при электрофильном катализе сильными кислотами (на схеме это обозначено значком  $H^+$ ), а пример 6 относится к катализу под действием кислоты Льюиса. Таким образом, ход реакций электрофильного присоединения к алкенам зависит от силы электрофила и состава реакционной среды.

Ознакомив с условиями реакций электрофильного присоединения, их механизм рассматриваем на конкретных примерах, как это показано в учебном и методическом пособиях (1, 12, 13). В свете усвоенных теоретических представлений и знания правила Марковникова показываем практическое значение этих реакций (получение этанола из этилена, изомерных алкенов, полимеров). Для того чтобы учащиеся, усвоив механизм и условия электрофильного присоединения, научились самостоятельно выбирать реагенты, вступающие в эти реакции, даем соответствующие упражнения (11). Знания об электрофильном присоединении в дальнейшем используются для объяснения свойств диеновых, ацетиленовых, ароматических углеводородов, спиртов, фенолов и других классов органических веществ.

Важным теоретическим понятием, объясняющим свойства органических соединений, является понятие «мезомерный эффект». Первоначально его даем при изучении галогенопроизводных этиленовых углеводородов и затем развиваем на протяжении всего курса.

Мезомерный эффект разъясняем на примере сравнения строения и химических свойств двух соединений: хлорвинила  $CH_2=CHCl$  (1) и хлористого этила  $CH_3-CH_2Cl$  (2). При сравнении обращаем внимание на различие в длине связи  $C-Cl$  в этих молекулах: (1)—169 нм (2)—177 нм, из чего следует, что в хлорвиниле атом хлора расположен ближе к атому углерода, чем в хлористом этиле. Сравнение дипольных моментов — (1)—1,44D и (2)—2,05D — показывает, что молекулы хлорвинила менее полярны. Как объяснить эти различия?

Оказывается, свободные (неподеленные) пары электронов атома хлора вступают в особого рода взаимодействие с  $\pi$ -электронами двойной связи хлорвинила. Взаимодействие состоит в том, что электроны хлора смещаются в направлении к  $\pi$ -электронам двойной связи, образуя с ними общую электронную систему. Такое взаимодействие и получило название сопряжения или мезомерного эффекта. Объясняем, что термин «мезомерный» означает «промежуточный». Дело в том, что полного перехода электронной пары от хлора к атомам углерода на самом деле не происходит. Если бы такой переход осуществился, молекула хлорвинила имела бы строение:



Это крайняя, граничная формула. Но также можно допустить возможность другой граничной формулы:

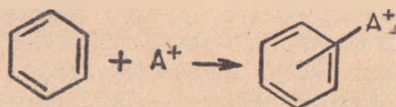


если считать, что электронная пара хлора не смещается. На самом деле смещение электронной пары от атома хлора в направлении к двойной связи таково, что приходится предполагать существование некоего промежуточного состояния, поэтому это явление и получило название мезомерного эффекта.

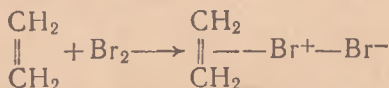
Далее поясняем способ обозначения мезомерии в формулах, сравниваем мезомерный эффект с индукционным. Это важно, так как понятия эти развиваются и углубляются на протяжении всего факультативного курса.

Изучая свойства ароматических углеводородов, привлекаем знания об изученных механизмах химических реакций и знакомим с новым типом реакции — электрофильным замещением, при этом объясняем правила ориентации в бензольном кольце.

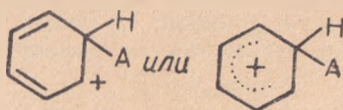
При изучении реакций замещения в ароматических углеводородах полезен прием сравнения: сопоставление этих реакций с электрофильным присоединением к алкенам. Отмечаем, что в связи с особенностями электронного строения молекулы бензола (секстет  $\pi$ -электронов) атакующая частица должна быть электрофильной (обозначаем условно значком  $A^+$ ). Первая стадия взаимодействия  $\pi$ -электронного секстета с электрофилом — образование так называемого  $\pi$ -комплекса:



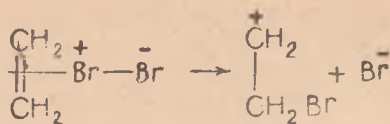
Сравниваем эту стадию с реакцией присоединения к алкенам на примере присоединения брома к этилену:



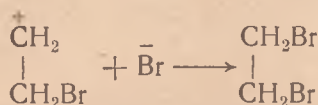
Вторая стадия взаимодействия — переход  $\pi$ -комплекса в  $\sigma$ -комплекс: электрофильная частица  $A^+$  образует ковалентную связь с одним из атомов углерода и молекула, приобретая положительный заряд, превращается в карбониевый ион:



То же свойственно и для алкенов:

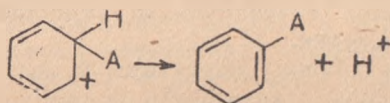


Но на этом сходство процессов взаимодействия алкенов и ароматических углеводородов с электрофильными реагентами заканчивается. Карбониевый ион алкена обычно присоединяет еще одну частицу — нуклеофильную, т. е. заряженную отрицательно:



Этим актом завершается реакция электрофильного присоединения к алкенам.

Энергетически неустойчивый  $\sigma$ -комплекс ароматического углеводорода выбрасывает протон, при этом восстанавливается ароматичность молекулы, и реакция электрофильного замещения завершается:

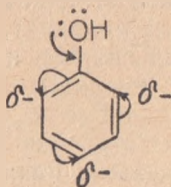


Механизм реакций электрофильного замещения рассматриваем на конкретных примерах нитрования и сульфирования бензола.

Для объяснения ориентирующего действия заместителей в бензольном ядре используем понятия индукционного и мезомерного эффекта. Сначала знакомим учащихся с классификацией ориентантов и их влиянием на заместители: ориентанты первого рода ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ , галогены, алкильные группы) направляют заместитель в *орто*- и *пара*-положение и активируют ядро (кроме галогенов); ориентанты второго рода ( $-\text{NH}_3^+$ ,  $-\text{NO}_2$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{CHO}$ ) направляют заместитель в *мета*-положение и дезактивируют бензольное ядро.

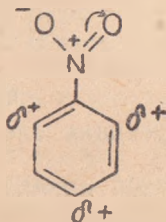
Как объяснить различное действие ориентантов?

Рассматриваем направляющее действие ориентантов первого рода на примере фенола. Свободная электронная пара гидроксильной группы в феноле смещена в сторону бензольного ядра и взаимодействует с  $\pi$ -электронным секстетом, образуя сопряженную систему (положительный мезомерный эффект):



В бензольном кольце происходит перераспределение электронной плотности таким образом, что она увеличивается в *орто*- и *пара*-положениях. Электрофильные реагенты атакуют в молекуле именно эти положения, где и происходит замещение атомов водорода.

Ориентанты второго рода, наоборот, оттягивают электронную плотность на себя, сильно понижая ее в *орто*- и *пара*-положениях (эти положения становятся наименее реакционноспособными) и в меньшей степени в *мета*-положениях, например:



В результате электрофильное замещение идет труднее (чем для соединений, имеющих активирующие заместители) и только с атакой в *мета*-положение.

После изучения правил ориентации и повторения механизма реакции электрофильного замещения полезно дать самостоятельную работу по этой теме.

Усвоение теоретических вопросов в разделе «Углеводороды» необходимо проверить путем проведения семинарских занятий. На этих занятиях обсуждаются вопросы: 1. Электронное строение углеводородов. 2. Индукционный эффект и его проявление. 3. Мезомерный эффект. 4. Сравнение механизмов реакций электрофильного замещения и электрофильного присоединения. 5. Ориентация заместителей в бензольном кольце. 6. Различия и сходство между индукционным и мезомерным эффектами.

**Развитие теоретических понятий при изучении кислород- и азотсодержащих соединений.** Строение и свойства спиртов и фенолов изучаем с позиций дедуктивного подхода. На занятиях применяем лекционный метод или беседу, сочетаемую с самостоятельной работой. Индивидуально (дома) учащиеся изучают номенклатуру и изомерию кислородсодержащих соединений.

При изучении спиртов и фенолов расширяются знания о таком их свойстве, как кислотность. Учащиеся сначала вспоминают, в чем проявляется кислотность веществ (способность диссоциировать с образованием протонов  $H^+$ ), как определяется сила кислоты (по степени диссоциации молекул). Приводим данные о степени диссоциации некоторых спиртов и фенола в сравнении с водой, угольной и уксусной кислотами (демонстрация таблицы). После этого объясняем кислотные и другие свойства спиртов и фенола в зависимости от их строения (12, 13), при этом пользуемся уже известными учащимся понятиями: «виды химической

связи», «полярность связи», «индукционный и мезомерный эффекты».

Дедуктивный подход применяется и при изучении альдегидов и кетонов. Основные случаи применения дедукции:

1. Реакции присоединения нуклеофилов на примере взаимодействия альдегида с синильной кислотой и бисульфитом натрия (использование понятий полярности, поляризуемости связи).

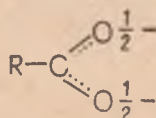
2. Реакции замещения водорода при  $\alpha$ -углеродном атоме (использование знания индукционного эффекта).

3. Реакции окисления альдегидов (использование знаний об устойчивости свободного радикала) (13).

4. Установление различия между альдегидами и кетонами (применение понятия индукционного эффекта).

5. Понятие о непредельных и ароматических альдегидах и кетонах (мезомерный эффект, ориентанты и правила ориентации при замещении в бензольном кольце).

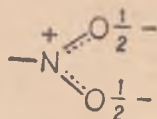
В теме «Карбоновые кислоты» привлекаем знания о протолитической теории кислот. Опираясь на известные учащимся понятия, показываем, что карбоновые кислоты имеют более высокую кислотность, чем спирты и фенолы, что объясняется: а) сдвигом электронов от гидроксильного водорода в направлении к атому кислорода; б) явлением мезомерии у образующегося при диссоциации аниона: в анионе отрицательный заряд делокализован, что делает его энергетически устойчивым (делокализация электронов сопровождается понижением энергии молекулы):



На примере хлоруксусной кислоты показываем, что сила карбоновой кислоты зависит и от природы радикала — способности его оттягивать на себя электроны ( $-I$ -эффект).

Кислотные свойства рассматриваем на конкретных примерах карбоновых кислот.

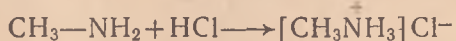
С азотсодержащими соединениями в факультативном курсе учащиеся знакомятся кратко. Дается объяснение электронному строению нитрогруппы. Развивая понятие о ковалентной связи и донорно-акцепторном механизме ее образования, знакомим учащихся с новым для них понятием — семиполярной связью, которая возникает как бы из сочетания ионной и ковалентной полярной связей. Это состояние передается формулой:





Семиполярная связь обуславливает большой дипольный момент нитросоединений. Привлекая понятия об ориентантах и правилах ориентации, повторяем, что замещение в ароматических нитросоединениях идет с образованием *мета*-изомеров.

Для объяснения свойств аминов применяем понятие основности (амины способны взаимодействовать с водой и кислотами):



и понятие нуклеофильности. Это свойство проявляется в реакциях аминов с алкилгалогенидами:



Основываясь на особенностях электронного строения ароматических аминов, рассматриваем их превращения: сульфирование, диазотирование, реакции азосочетания так, как это изложено в учебном пособии (12).

В заключение темы «Азотсодержащие соединения» знакомим с новыми для учащихся классами соединений — амидами кислот и нитрилами.

**Оптическая изомерия и таутомерия.** В основном и факультативном курсах органической химии учащиеся постепенно накапливают знания о различных видах изомерии. Для более глубокого понимания пространственного строения органических соединений важно на определенном этапе обобщить знания об изомерии и ознакомить с новыми видами — оптической изомерией и таутомерией. Целесообразно это сделать после изучения карбоновых кислот в лекционном изложении по следующему плану:

1. А. М. Бутлеров и В. В. Марковников о пространственном строении органических веществ.

2. Геометрическая *цис*- и *транс*-изомерия.

3. Вант-Гофф и Ле Бель — основоположники учения о стереохимическом строении органических соединений.

4. Оптическая (зеркальная) изомерия: а) открытие молочных кислот и установление единственного различия между ними — направления вращения плоскости поляризации света; б) понятие об асимметрическом атоме углерода; в) пространственное строение оптических изомеров (на конкретных примерах), невозможность совмещения в пространстве левовращающего и правовращающего изомеров, понятие о рацематах; г) различие в свойствах оптических изомеров и практическое использование этих различий (например, в медицине).

5. Таутомерия: а) понятие о явлении; б) работы А. М. Бутлерова в этой области; в) кето-енольная таутомерия на примере ацетоуксусного эфира; г) использование высокой реакционной способности таутомеров в органических синтезах.

Усвоение знаний по изомерии зависит от применения на занятиях моделей, таблиц и других средств наглядности, использова-

ния межпредметных связей (с биологией — оптическая активность аминокислот, физикой — поляризация света), применение исторического подхода. По этой теме отдельным учащимся можно дать индивидуальные задания (моделирование, подготовка рефератов).

Понятие оптической изомерии развивается при изучении углеводов; к таутомерии обращаемся при изучении нитросоединений.

**Химический эксперимент.** При изучении факультативного курса применяются все виды школьного химического эксперимента: демонстрационные и лабораторные опыты, практические занятия. В выработке экспериментальных умений и навыков и в углублении теоретических знаний наибольшее значение имеют практические занятия, составляющие в совокупности лабораторный практикум.

Темы работ практикума условно можно разделить на три группы:

- а) общие правила работы в лаборатории (техника безопасности, разделение и очистка веществ, определение их констант);
- б) аналитические работы;
- в) синтез органических соединений.

Проведение работ общелабораторного характера не представляет трудности. Их описание дано в учебном пособии (12), учитель может использовать также практикумы по органической химии (9).

О методике проведения работы по качественному элементному анализу говорилось в главе IV. Рассмотрим методику занятия, посвященного синтезу органических соединений. В качестве примера возьмем синтезы по теме «Углеводороды». Программа предлагает синтез семи веществ (по выбору учителя) в течение четырех часов. За одно двухчасовое занятие удается поставить только один синтез (включая пояснения учителя и оформление отчета). Поэтому целесообразно подготовить оборудование для нескольких синтезов и предложить их разным группам учащихся. Например, на первом занятии по этой теме учащиеся синтезируют 1,2-дибромэтан, нитробензол и динитробензол, на втором — бензолсульфокислоту, нитронафталин и *орто*-нитротолуол. В том случае, когда учащиеся недостаточно подготовлены для самостоятельной экспериментальной работы, проводится синтез какого-либо одного соединения фронтально. Перед проведением синтезов необходимо дать указания по технике безопасности.

Описание работ можно взять из учебного пособия и практикумов по органической химии (9, 12).

В заключение курса проводятся работы по анализу пищевого продукта и технических материалов (пластмасс). В качестве пищевого продукта можно взять молоко. Занятие проводится по плану: 1. Цели и задачи занятия. 2. Состав молока (беседа). 3. Указания по технике безопасности и порядке выполнения работы. 4. Определение кислотности молока и молочнокислых про-

дуктов (кефира и др.). 5. Выделение казеина из молока. 6. Обнаружение молочного сахара. 7. Определение жирности молока. 8. Оформление отчета в лабораторной тетради. 9. Коллективное подведение итогов занятия.

**Сокращенный вариант курса органической химии.** Факультативный курс «Органическая химия» (35 ч) состоит всего из трех тем. Первая тема — «Комплексные соединения» — в равной степени относится как к неорганической, так и к органической химии.

В факультативном курсе определяется значение комплексных соединений для промышленности, научных исследований, их роль в биологических процессах. Из демонстрационных и лабораторных опытов учащиеся знакомятся со способами получения комплексных соединений и их свойствами.

Основная тема в данном факультативе — «Химия соединений углерода», на которую отведена большая часть времени (22 ч). В теме обобщаются знания учащихся о соединениях углерода, даются краткие сведения по химической кинетике и механизмам органических реакций, вводится новое для учащихся понятие переходного состояния, рассматривается зависимость хода и направления реакций от действия катализаторов, ингибиторов и внешних условий. В теме изучаются в краткой форме вопросы химической технологии, управления химическими процессами, защиты окружающей среды (утилизация отходов, замкнутые технологические циклы и т. п.), экономики химического производства.

Практические занятия предусматривают элементный анализ соединений, получение ряда несложных по строению веществ, разложение органических соединений.

Завершает курс тема «Кремнийорганические соединения». Включение этой темы в программу факультатива обусловлено все возрастающей ролью этих соединений в промышленности и технике, а также тем обстоятельством, что в основном курсе химии они не рассматриваются.

Краткий курс «Органическая химия» интересен по своему содержанию, автономен по отношению к основному курсу химии, хотя и связан с ним. Содержание этого курса нуждается в дальнейшем совершенствовании.

На основе рассмотренного выше содержания можно сформулировать цель этого факультатива: углубить знания учащихся по неорганической и органической химии, развить самостоятельность в приобретении новых знаний, усовершенствовать экспериментальные умения и навыки.

По усмотрению учителя факультатив можно изучать или на протяжении всего учебного года (по 1 ч в неделю), или в течение одного полугодия (по 2 ч на одно занятие в неделю).

Приводим примерное распределение учебного материала по одночасовым занятиям.

Введение (1 ч)

I. Комплексные соединения (4 ч)

Комплексные соединения, их роль и значение в природных процессах. Строение и классификация комплексов. Химическая связь в комплексных соединениях (1 ч).

Способы получения комплексных соединений и их свойства. Диссоциация комплексов и их устойчивость (лабораторные опыты) (1 ч).

Органические соединения в комплексах (1 ч).

Применение комплексных соединений в научных исследованиях и в промышленности. Лабораторные опыты. Получение органических комплексов железа (1 ч).

II. Химия соединений углерода (22 ч)

Соединения углерода в природе: неорганические и органические. Длительность циклов круговорота соединений углерода в природе (1 ч).

Элементы-органогены. Особенности строения и свойств органических соединений (2 ч).

Практические занятия. Качественный анализ органических соединений на содержание углерода, водорода, азота, серы, галогенов и металлов (2 ч).

Кинетика и механизм органических реакций. Последовательные и параллельные процессы на примере синтеза этилена и диэтилового эфира из этанола (1 ч).

Переходные комплексы и промежуточные продукты (1 ч).

Практическое занятие (ПЗ). Получение метана и изучение его свойств (1 ч).

ПЗ. Получение этилена и диэтилового эфира из этанола (1 ч).

Гомогенные и гетерогенные процессы в органическом синтезе. Катализаторы и ингибиторы в органических реакциях (1 ч).

ПЗ. Синтез ацетиленов и изучение его свойств (1 ч).

Химические процессы в газовой фазе на примере хлорирования углеводородов. Моно- и бимолекулярные реакции. Свободные радикалы и цепные реакции. Значение работ академика Н. Н. Семенова в развитии представлений о механизме цепных реакций (1 ч).

Химические процессы в растворах. Влияние растворителя на скорость и направление процесса. Автокаталитические реакции в жидкой фазе при разложении глицерина (1 ч).

ПЗ. Окислительное разложение глицерина азотной кислотой. Разложение щавелевой кислоты (1 ч).

Твердофазные химические процессы. Термораспад органических соединений на примере целлюлозы. Реакции в кипящем слое. Адсорбция (1 ч).

ПЗ. Адсорбция углем красителей из раствора. Сухая перегонка древесины (2 ч).

Последовательный синтез аммонийной соли уксусной кислоты из неорганических веществ (1 ч).

ПЗ. Синтез ацетата аммония из неорганических веществ (1 ч).

Управление химическими процессами. Технологические процессы основного органического синтеза на примере нитробензола.

Периодические и непрерывные технологические процессы. Автоматизация химического производства (1 ч).

Защита окружающей среды и утилизация отходов. Защитные технологические циклы. Экономика химического производства (1 ч).

Семинарское занятие по изученному материалу (1 ч).

Экскурсии на химические предприятия.

### III. Кремнийорганические соединения (3 ч)

Соединения кремния в природе. Химические свойства кремния и его соединений. Процессы синтеза соединений кремния. Способность кремния образовывать цепи и циклы. Силаны и силоксаны (1 ч).

Кремнийорганические соединения, их получение, свойства и применение. Кремнийорганические смолы, лаки, каучуки. Ситаллы. Элементоорганические соединения в природе и технике (1 ч).

ПЗ. Получение силана (1 ч).

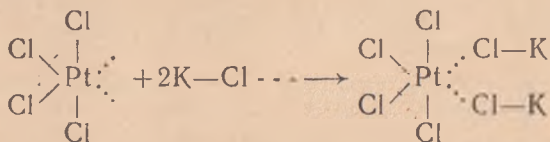
Итоговое занятие. Заключительная лекция или конференция.

Рассмотрим примерную методику проведения занятий по факультативному курсу «Органическая химия».

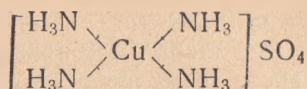
Ознакомление учащихся с комплексными соединениями. По рекомендации Ю. Б. Додонова (8) изучение комплексных соединений можно начать с беседы на основе имеющихся у учащихся знаний. Возможен проблемный подход, когда занятие начинается с демонстрации опытов получения комплексных соединений (см. с. 76 настоящего пособия).

На занятиях по данной теме учащиеся должны уяснить, что такое комплексные соединения, каковы их свойства. Обсуждаем эти вопросы следующим образом.

Основы теории комплексных соединений заложил А. Вернер (1866—1919 гг.), швейцарский химик-неорганик. А. Вернер полагал, что атомы элементов проявляют главную и побочную валентность. Соединения, образованные за счет главной валентности ( $H_2O$ ,  $N_2S$ ,  $HNO_3$ ), получили название соединений первого порядка. Проявляя же побочную валентность (в формулах ее предложено было обозначать пунктиром), атомы и молекулы могут вступать во взаимодействие и образовывать соединения высшего порядка или комплексные. Например, так представлял Вернер образование комплексного соединения между тетрахлоридом платины и хлоридом калия:



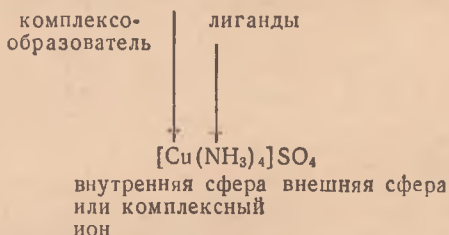
По современным представлениям, в комплексных соединениях нет различий между главными и побочными валентностями, все связи между атомами равноценны, и поэтому в формулах валентности обозначаются одинаково:



Рассматриваем строение комплексов. Комплексные соединения имеют центральный атом или ион-комплексообразователь. Чаще им является металл, но может быть и неметалл (приводим известное учащимся соединение — хлорид аммония). С центральным атомом связаны ионы или молекулы, называемые лигандами. Они образуют внутреннюю сферу комплекса (в формулах эта часть заключается в квадратные скобки). Количество лигандов определяет координационное число атома-комплексообразователя. Оно зависит от валентности центрального атома: для одновалентных равно 2, для двух- и трехвалентных — 4 и 6, для четырехвалентных — 8.

Затем даем понятие о внешней сфере комплекса, состоящей из частиц, еще более удаленных от центрального атома. Отмечаем, что внутренняя сфера представляет собой комплексный ион, заряд которого равен алгебраической сумме степеней окисления атомов, входящих во внутреннюю сферу (показываем на примере). Сумма степеней окисления всех атомов в комплексном соединении равна нулю.

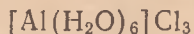
Для лучшего запоминания строения комплексных соединений даем схему:



Затем знакомим с классификацией комплексных соединений: Аммиакаты (лиганды — молекулы аммиака):



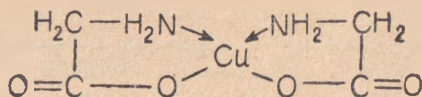
Аквакомплексы (лиганды — молекулы воды):



Ацидокомплексы (лиганды — различные анионы):



Хелатные (клешневидные) комплексные соединения. Лигандами являются молекулы (обычно органические), которые как рак клешнями охватывают центральный атом:



Учащимся необходимо дать современные представления о строении комплексных соединений. Не вдаваясь в глубокую трактовку строения комплексов, отмечаем, что в основе образования связей между атомами и молекулами лежит донорно-акцепторный механизм, с которым учащиеся частично знакомы из основного курса (IX класс, соли аммония). Связи возникают за счет неподеленных пар электронов одних атомов и свободных орбиталей других. Между комплексным ионом и атомами внешней сферы возникает обычная ионная связь за счет сил электростатического притяжения, поэтому в водных растворах комплексные соединения могут диссоциировать.

Путем демонстрации опытов и на занятиях лабораторного характера учащиеся знакомятся с получением комплексных соединений меди, цинка, алюминия, хрома, серебра, кобальта, никеля. Получают органические комплексы железа и свинца. Изучают свойства комплексных соединений (в частности, диссоциацию в водных растворах). Описание опытов приводится в статье Ю. Б. Додонова (8) и практикуме (10).

Изучение комплексных соединений вызывает у учащихся большой интерес. Этот интерес возрастает, когда они знакомятся с ролью комплексов в живой природе, в частности хлорофилла и гемоглобина (формулы этих соединений необходимо привести). О значении комплексных соединений в природе, технике, в научных исследованиях учащиеся могут приготовить интересные сообщения, используя дополнительную литературу.

Изучение химии соединений углерода. В отличие от курса «Строение и свойства органических соединений» в курсе «Органическая химия» дается краткое изложение сведений о строении органических соединений при изучении темы «Химия соединений углерода».

В начале темы на основе знаний, полученных в основном курсе, учащиеся узнают о широкой распространенности соединений углерода в природе и о круговороте этого элемента. Желательно придерживаться следующего плана беседы:

1. Углерод — основной элемент органических соединений.
2. Распространенность свободного углерода.
3. Углерод в составе животных и растений.
4. Углерод в составе ископаемых твердых, жидких и газообразных топлив.
5. Неорганические соединения углерода.
6. Круговорот углерода в природе (превращение соединений углерода в биосфере): а) процессы фотосинтеза и дыхания; б) превращения диоксида углерода в морской воде; в) вмешательство человека в круговорот углерода и глобальные последствия этого вмешательства; г) длительность циклов круговорота соединений углерода.

Затем обобщаются знания о других элементах-органогенах (водороде, азоте, кислороде, сере, фосфоре, галогенах), особо подчеркиваются уникальные свойства атомов углерода образовывать цепи и циклы и соединяться ковалентными связями с атомами многих других элементов. Характеризуя органические ве-

щества, общее количество которых превысило 3 млн., отмечаем их общие свойства: горючесть, невысокие температуры плавления, медленное протекание реакций и др. Особенности свойств органических соединений связываем с их строением (наличие ковалентных связей).

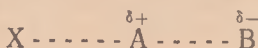
Материал по классификации органических соединений, гомологии, изомерии дается обзорно, так как с этими понятиями учащиеся знакомы из основного курса. Понятия о взаимном влиянии атомов в молекулах, индукционном и мезомерном эффектах разъясняются так, как это было сделано в полном факультативном курсе.

Так как основу содержания данного факультативного курса составляют технологические процессы, важно ознакомить учащихся с вопросами кинетики и механизмов химических реакций в рамках теории переходного состояния. Объяснение понятия «переходный комплекс» проводим следующим образом.

При сближении реагента X с молекулой АВ взаимодействие происходит легче всего, если X приближается к молекуле АВ вдоль ее оси:



Между реагирующими частицами возникает слабая связь, причина которой — поляризация электронной плотности в реагирующих частицах. Возникает переходный комплекс:



На образование его затрачивается энергия (на растяжение связи А—В, на преодоление отталкивания между X и АВ). Эта энергия получила название энергии активации.

Переходные комплексы энергетически неустойчивы, и при дальнейшем сближении частиц между X и А образуется ковалентная связь, а связь между А и В рвется. Энергия реагирующей системы понижается. Этот процесс можно изобразить графически (рис. 4).

Поясняем, что высокий энергетический барьер переходного состояния можно уменьшить, если использовать катализатор. При этом образуется иной переходный комплекс, и энергия переходного состояния понижается. Это означает, что скорость реакции повышается.

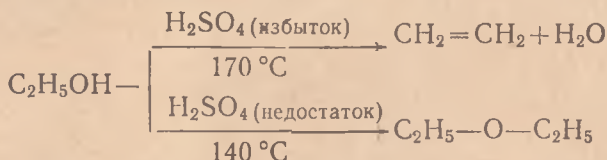


Рис. 4. Изменение энергии в ходе реакции:

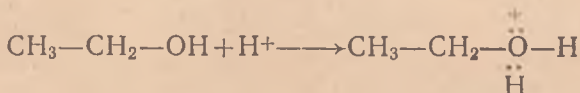
$E_n$  — начальная энергия системы;  $E_k$  — конечная энергия системы;  $E_a$  — энергия активации;  $E_{кат}$  — энергия активации в реакции с катализатором.



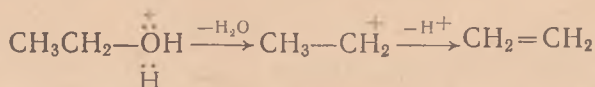
Затем переходим к рассмотрению конкретных реакций, протекающих под действием катализаторов. При действии серной кислоты на этиловый спирт получается либо этилен, либо эфир:



Знакомим с механизмом образования этилена. В результате присоединения протона к молекуле спирта образуется промежуточная частица — неустойчивый катион этилоксония:

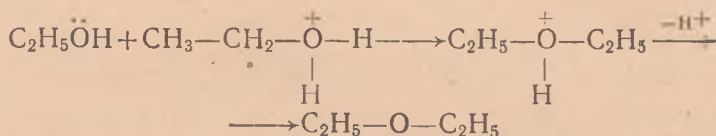


От промежуточного иона отщепляется молекула воды, затем выбрасывается протон, и образуется молекула этилена:



Следовательно, серная кислота в этой реакции действует не только как водоотнимающее вещество, но и как катализатор.

Механизм реакции образования простого эфира



предлагаем учащимся объяснить самостоятельно.

Остановимся на вопросах изучения гомогенных и гетерогенных химических процессов и катализаторов.

По применению катализаторов реакции разделяют на некаталитические и каталитические. Предлагаем учащимся привести примеры каталитических реакций, известных из основного курса (переработка нефти и газа, гидратация этилена и др.). Теория катализа излагается кратко (материал можно взять из учебного пособия<sup>1</sup>). Отмечаем, что технологические процессы, идущие с катализаторами, большей частью гетерогенны. Реагирующие вещества могут быть в газовой фазе, но катализатор чаще твердое вещество. Например, в реакции окисления метанола в формальдегид нагревается смесь паров метанола и воздуха в присутствии твердого катализатора в виде зерен оксида железа или в виде

<sup>1</sup> См.: Третьяков Ю. Д., Метлин Ю. Г. Основы общей химии. М.: Просвещение, 1980.

медной сетки. Учащимся предлагаем назвать условия наиболее эффективного соприкосновения реагирующих веществ между собой и катализатором (измельчение, растворение, перемешивание, создание «кипящего слоя» и др.).

При изучении гомогенных и гетерогенных процессов следует пользоваться приемом сравнения, добиваясь, чтобы учащиеся самостоятельно устанавливали различия между ними. Основное различие — скорость протекания реакций. В гомогенных системах, содержащих газообразные реагенты или реагенты, взятые в виде растворов, реакции идут с большой скоростью (сразу во всем объеме). В гетерогенных системах при участии веществ, находящихся в твердой фазе, реакция может идти только на поверхности раздела фаз. Скорость реакции, как правило, небольшая. Даем определение скорости гомогенной и гетерогенной реакций, отмечая разницу в формулировках: скорость гомогенной реакции характеризуется количеством вещества, вступающего в реакцию или образующегося при реакции за единицу времени в единице объема системы, а скорость гетерогенной реакции характеризуется количеством вещества, вступающего в реакцию или образующегося при реакции за единицу времени на единице поверхности фазы. Математически скорости выражаются следующими формулами:

$$v_{\text{гомог}} = \frac{\Delta n}{V \Delta t}; \quad v_{\text{гетер}} = \frac{\Delta n}{S \Delta t},$$

где  $n$  — число молей получившегося вещества;  $V$  — объем системы;  $t$  — время;  $S$  — площадь поверхности фазы;  $\Delta$  — знак приращения.

В беседе выясняем факторы, влияющие на скорость химических реакций, протекающих в гомогенных и гетерогенных системах.

Программа факультатива предусматривает ознакомление учащихся с явлением автокатализа. Учение о нем было разработано выдающимся советским физико-химиком Н. А. Шиловым (1872—1930 гг.). Автокатализ лучше всего рассмотреть на известной учащимся из курса органической химии реакции гидролиза сложных эфиров. Учащимся объясняем сущность явления — ускорение реакции продуктами, образующимися в результате самой реакции. Автокаталитическая реакция сначала развивается медленно. По мере накопления продуктов реакции ее скорость резко возрастает, а затем снова падает вследствие понижения концентрации реагирующих веществ. В случае гидролиза сложного эфира каталитически действуют ионы водорода образующейся карбоновой кислоты.

При изучении химической кинетики, вопросов управления химическими процессами нужно привлекать учащихся для самостоятельной подготовки докладов и сообщений. Темы докладов: «Академик Н. Н. Семенов и его работы в области механизма цепных реакций», «Катализ и катализаторы», «Проблемы защиты окружающей среды» и др.

Проблеме защиты окружающей среды и утилизации отходов необходимо уделить особое внимание при изучении этого курса и в других факультативах по химии. Учащиеся должны хорошо осознавать, к каким губительным последствиям может приводить нарушение технологии производства химических соединений, несоблюдение требований в применении химикатов. Химики-технологи непосредственно принимают участие в решении одной из важнейших задач, намеченных XXVI съездом КПСС: «Усилить охрану природы, земли и ее недр, атмосферного воздуха, водоемов, животного и растительного мира. Обеспечить рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов»<sup>1</sup>. Решается эта задача комплексно, в том числе путем строительства мощных очистных сооружений, внедрения бессточных, безотходных и малоотходных технологий, создания замкнутых циклов водопотребления, комплексного использования сырья и побочных продуктов, утилизации отходов.

Теоретические знания о закономерностях протекания химических процессов с участием органических соединений подкрепляются химическим экспериментом, включающим девять одночасовых лабораторных работ. Описание опытов, предложенных программой, учитель может найти в литературе (9, 12).

Изучение кремнийорганических соединений. На изучение теоретических вопросов по этой теме отводим два одночасовых занятия. В лекциях-беседах выясняем следующие вопросы:

1. Положение кремния в периодической системе элементов Менделеева, строение атома. Природные соединения кремния—диоксид, силикаты, алюмосиликаты. Свойства кремния и его соединений. Сравнение кремния с углеродом.

2. Создаем проблемную ситуацию: кремний, как и углерод, в оксиде четырехвалентен. Чем объяснить различие в свойствах оксидов:  $\text{CO}_2$  — газообразное вещество, образующее при гидратации слабую угольную кислоту;  $\text{SiO}_2$  — твердое кристаллическое тугоплавкое вещество, практически нерастворимое в воде?

Решение проблемы находим при объяснении строения оксидов. Атомы углерода и кремния различаются размерами своих радиусов: ковалентный радиус углерода — 0,077 нм, а кремния — 0,117 нм. Возле атома углерода могут разместиться, образовав с ним связь, только два атома кислорода (молекула диоксида углерода линейная). Диоксид кремния построен так, что каждый атом кремния ( $sp^3$ -гибридизация) связан с четырьмя атомами кислорода, образуя тетраэдры; тетраэдры же соединяются в единую полимерную молекулу, построенную по типу атомной кристаллической решетки, в то время как молекулы диоксида углерода образуют молекулярную решетку. В этом причина различий в физических свойствах этих соединений.

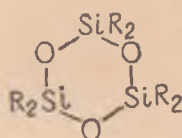
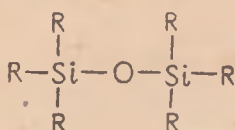
Прочность атомных структур, состоящих из чередующихся

<sup>1</sup> Материалы XXVI съезда КПСС. М.: Политиздат, 1981, с. 143.

атомов кремния и кислорода, обусловлена энергией связи Si—O, которая равна 445,2 кДж/моль. Такая связь получила название силоксановой, а соединения, содержащие подобные связи,—силоксанов. Силоксаны могут быть насыщены атомами водорода и других элементов.

3. Атомы кремния могут соединяться и друг с другом, образуя цепи, однако связь Si—Si менее прочна, чем связь C—C (энергии связи соответственно равны 214,2 и 356 кДж/моль). Соединения, содержащие кремний-кремниевые цепи, называются силанами, но большого практического значения они не имеют.

4. Даем понятие о кремнийорганических соединениях — силоксанах. Атомы кремния могут присоединять углеводородные радикалы через атомы углерода, образуя линейные и циклические структуры:



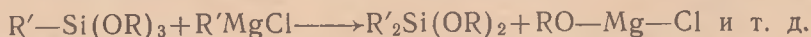
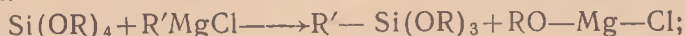
5. Кремнийорганические соединения получают из кремния и кремнезема при взаимодействии их с коксом, хлором, хлороводородом. По одной из схем смесь кремнезема с коксом обрабатывают хлором при температуре до 100°:



Тетрахлорид кремния, реагируя со спиртами, дает эфиры ортокремниевой кислоты:



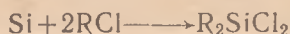
На эфиры действуют магнийорганическими соединениями и получают продукты замещения групп O—R на органические радикалы:



Трихлорсилан SiHCl<sub>3</sub> способен присоединяться к непредельным углеводородам и также давать различные кремнийорганические соединения:

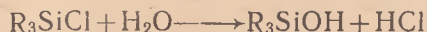


Возможна и прямая реакция кремния с хлорпроизводными органических соединений при температуре 300—600°С в присутствии электролитически чистых меди и серебра:



Этот метод синтеза кремнийорганических соединений наиболее перспективен.

Органические хлорсиланы легко гидролизуются, сохраняя органический радикал:



Получающиеся при гидролизе гидроксильные производные кремния легко вступают в реакцию поликонденсации, образуя кремнийорганические полимеры:



Пространственная структура кремнийорганического полимера аналогична структуре кварца, обладает большой термической стойкостью. Органические радикалы придают полимеру высокую эластичность. В зависимости от природы радикалов и их количества, условий поликонденсации можно получать полимеры с широким диапазоном свойств — жидкие, твердые вещества, смолы, каучуки.

6. Знакомим с применением кремнийорганических соединений — каучуков, лаков, смол, ситаллов в технике, строительстве, медицине и других отраслях. Сообщения делают учащиеся.

#### ЛИТЕРАТУРА

##### Для учителя

1. Потапов В. М. Органическая химия. М.: Просвещение, 1984.
2. Петров А. А. и др. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1981.
3. Стрелихеев А. А. и др. Основы химии высокомолекулярных соединений. М., 1976.
4. Сайкс П. Механизмы реакции в органической химии. М.: Химия, 1973.
5. Гликина Ф. Б., Ключников Н. Г. Химия комплексных соединений. М.: Просвещение, 1982.
6. Эпштейн Д. А. Учителю об основах химической технологии. М.: Просвещение, 1975.
7. Чертков И. Н. Изучение строения и свойств органических веществ. М.: Просвещение, 1972.
8. Додонов Ю. Б. К методике проведения занятий по новому факультативному курсу «Органическая химия» в X классе.— Химия в школе, 1980, № 5.
9. Аверина А. В., Снегирева А. Я. Лабораторный практикум по органической химии. М.: Просвещение, 1980.
10. Практикум по неорганической химии. М.: Просвещение, 1978 (глава XVI «Комплексные соединения»).

11. Васильева Н. В. и др. Задачи и упражнения по органической химии. М.: Просвещение, 1973.

Для учащихся

12. Потапов В. М., Чертков И. Н. Строение и свойства органических веществ. М.: Просвещение, 1984.

13. Химия. Справочные материалы/Под ред. Ю. Д. Третьякова. М.: Просвещение, 1984.

14. Книга для чтения по органической химии/Сост. П. Ф. Буцкус. М.: Просвещение, 1985.

15. Вишневский Л. Д. Элементоорганические соединения. М.: Просвещение, 1978.

16. Азимов А. Мир углерода. М.: Химия, 1978.

17. Несмеянов А. Н., Беликов В. Н. Пища будущего. М.: Педагогика, 1979.

18. Мякишев Б. А., Замяткина В. М. Соединения в квадратных скобках. Л.: Химия, 1976.

## Глава VII

### ФАКУЛЬТАТИВНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

«Основы химического анализа» — единственный химический факультатив, рассчитанный на два года изучения в IX и X классах (140 ч). Его цель — на основе теоретических знаний, которые учащиеся получают на уроках химии и в первой теме факультатива («Общие теоретические основы аналитической химии»), ознакомить их с классическими методами качественного и количественного анализа, дать понятие о современных физико-химических методах исследования веществ, вооружить практическими умениями и навыками выполнения несложных аналитических работ. В этом курсе, имеющем большое политехническое значение, ставится также задача профессиональной ориентации учащихся, подготовки их к труду в химических лабораториях. Первые два раздела факультатива, изучаемые в IX классе, могут стать для учащихся сельской школы важной основой при изучении факультатива «Химия в сельском хозяйстве».

«Основы химического анализа» вызывают большой интерес у учеников; этот факультатив получил широкое распространение в школах. Пропагандируя факультатив среди учащихся, учитель может на многочисленных примерах показать значение химического анализа в различных отраслях народного хозяйства. Химические лаборатории промышленных предприятий, научно-исследовательских учреждений, агрохимические лаборатории постоянно испытывают потребность в квалифицированных лаборантах, владеющих техникой лабораторных работ и знающих основы химического анализа. Выпускники средней школы, изучившие факультативно аналитическую химию и прошедшие дополнительное

профессиональное обучение по месту работы, могут стать квалифицированными работниками химических лабораторий. Занятия аналитической химией углубляют знания по основному курсу, развивают интерес к этому предмету, воспитывают положительные качества личности: целеустремленность, внимательность, аккуратность и др.

Первые попытки обучения учащихся аналитической химии предпринимались еще в 30-е годы (в объеме 48 ч для городской школы и 44 ч — для сельской). Как раздел основного курса, аналитическая химия просуществовала один год и из-за недостатка времени была исключена из программы. Введение в конце 50-х годов производственного обучения в общеобразовательной школе и подготовка учащихся к профессиям лаборанта-химика и лаборанта сельскохозяйственного производства вызвали необходимость в ряде школ ввести изучение аналитической химии.

Опыт преподавания основ химического анализа, накопленный школами за эти годы, оказался полезным для разработки содержания факультативного курса и методики его преподавания. Необходимо отметить вклад А. М. Неймарка в становление этого курса: под его руководством проводилась экспериментальная проверка факультатива, написано первое учебное пособие для учащихся (совместно с П. И. Воскресенским), разработана методика преподавания курса.

Программа по основам химического анализа совершенствовалась и уточнялась. Так, в первых вариантах программы учителю предлагалось при изучении качественного анализа пользоваться по собственному усмотрению или сероводородным методом, или кислотно-щелочным. В последних изданиях программы сероводородный метод исключен. Это учтено в новом учебном пособии для учащихся В. И. Астафурова (4).

**Распределение учебного материала.** Программа факультатива «Основы химического анализа» состоит из пяти разделов: 1. Техника лабораторных работ. 2. Общие теоретические основы аналитической химии. 3. Качественный анализ. 4. Количественный анализ. 5. Физико-химические методы анализа.

Желательно, чтобы в X классе учащиеся выполнили аналитические работы прикладного характера.

В первом разделе учащиеся знакомятся с устройством химической лаборатории, ее типовым оборудованием, реактивами и материалами, практически овладевают важнейшими лабораторными операциями. В кратком теоретическом введении в аналитическую химию изучают закон действия масс и его приложение к гомогенным и гетерогенным системам, углубляют свои знания по теории электролитической диссоциации, усваивая такие понятия, как «ионное произведение воды», «буферные растворы», «двойные и комплексные соли» и др. В разделе «Качественный анализ» вначале знакомятся с сущностью химических методов анализа на основе сероводородной и кислотно-щелочной классификации катионов. В практической части овладевают методами определения

катионов (на основе кислотно-щелочной классификации) и анионов.

В X классе аналитическую химию продолжает тема «Количественный анализ». В соответствии с программой учащиеся знакомятся с весовым анализом и важнейшими методами объемного (нейтрализации, окислительно-восстановительным, иодометрии). Теоретическое изучение методов количественного анализа сочетается с проведением лабораторных занятий. Завершается факультатив темой «Физико-химические методы», в которой учащиеся знакомятся с колориметрией, хроматографией, электролизом, потенциометрией. Программа ориентирует учителя варьировать физико-химические методы с учетом местных условий, производственного окружения, наличия оборудования, предлагает выполнять посильные аналитические работы прикладного характера — анализ природных вод, удобрений, минералов.

Если факультативный курс проводится только в X классе, в этом случае на его изучение необходимо выделять по 4 ч в неделю.

## Примерное распределение учебного материала в курсе

### «Основы химического анализа»

#### IX класс

##### *1. Техника лабораторных работ (24 ч)*

Устройство лаборатории и ее оборудование (2 ч).

Марки химических реактивов и правила хранения их. Дистиллированная вода и ее получение. Практическое занятие (ПЗ). Расшифровка обозначений на этикетках для химических реактивов (2 ч).

Химическая посуда общего назначения и мерная. ПЗ. Работа с химической посудой (2 ч).

Мытье и сушка химической посуды. ПЗ. Мытье химической посуды механическими и химическими способами (2 ч).

Нагревательные приборы. ПЗ. Нагревание на газовой горелке (спиртовке, электронагревательных приборах) (2 ч).

Пробки, стеклянные трубки, палочки. ПЗ. Обжим и сверление пробок. Резка, оплавление, сгибание и вытягивание стеклянных трубок (2 ч).

Изготовление и ремонт простейших лабораторных приборов. ПЗ. Монтаж лабораторных приборов (4 ч).

Весы и взвешивание. ПЗ. Взвешивание на весах второго класса точности (чашечных лабораторных и теххимических) (2 ч).

Измельчение твердых веществ. ПЗ. Измельчение твердых веществ в фарфоровых ступках (2 ч).

Растворение и растворы. ПЗ. Расчеты и техника приготовления растворов (2 ч).

Фильтрование. ПЗ. Фильтрование при обычном давлении и под вакуумом (2 ч).



## II. Общие теоретические основы аналитической химии (8 ч)

Закон действия масс (2 ч).

Приложение закона действия масс к гомогенным системам. Степень и константа электролитической диссоциации. Ионное произведение воды. Буферные растворы (2 ч).

Гидролиз солей. Двойные и комплексные соли. Протолитическая теория кислот и оснований (2 ч).

Приложение закона действия масс к гетерогенным системам. Произведение растворимости (2 ч).

## III. Качественный анализ (38 ч)

Химические методы качественного анализа. Сероводородная и кислотно-щелочная классификация катионов (4 ч).

Практическая часть анализа катионов по кислотно-щелочному методу.

Катионы первой группы ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ) (2 ч).

Катионы второй группы ( $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) (2 ч).

Катионы третьей группы ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) (2 ч).

Анализ раствора, содержащего смесь некоторых катионов первой — третьей групп (4 ч).

Катионы четвертой группы ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) (2 ч).

Катионы пятой группы ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) (2 ч).

Катионы шестой группы ( $\text{Cu}^{2+}$ ) (2 ч).

Анализ раствора, содержащего смесь некоторых катионов четвертой — шестой групп (4 ч).

Классификация анионов по растворимости серебряных и бариевых солей и по окислительно-восстановительным свойствам (2 ч).

Анионы первой группы ( $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ) (2 ч).

Анионы второй группы ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ) и третьей группы ( $\text{NO}_3^-$ ) (2 ч).

Анализ раствора, содержащего смесь некоторых анионов первой, второй и третьей групп (2 ч).

Анализ раствора, содержащего смесь некоторых катионов и анионов всех аналитических групп (4 ч).

Итоговое занятие по качественному анализу (2 ч).

## X класс

### IV. Количественный анализ (45 ч)

Методы количественного анализа (2 ч).

Аналитические весы и взвешивание (2 ч).

Весовой (гравиметрический) анализ. Сущность метода. Операции весового анализа (2 ч).

Определение  $\text{Ba}^{2+}$  в растворе  $\text{BaCl}_2$  (4 ч).

Определение  $\text{Fe}^{3+}$  в растворе соли железа (4 ч).

Зачет (1 ч).

Объемный (титрометрический) анализ. Выражение концентрации в объемном анализе.

Приготовление титрованных рабочих растворов (4 ч).

Методы нейтрализации. Сущность методов (2 ч).

Установление молярной концентрации эквивалента соляной кислоты и щелочи (2 ч).

Определение карбонатной жесткости воды (2 ч).

Окислительно-восстановительные методы. Перманганатометрия. Сущность метода (2 ч).

Установление молярной концентрации эквивалента рабочего раствора  $\text{KMnO}_4$  с помощью титрованного раствора щавелевой кислоты (2 ч).

Определение содержания железа в растворе сульфата железа (II) (2 ч).

Определение пероксида водорода в растворе  $\text{H}_2\text{O}_2$  (2 ч).

Иодометрия. Сущность метода. Приготовление рабочих растворов иода и тиосульфата натрия (2 ч).

Установление молярной концентрации эквивалента раствора тиосульфата натрия по титрованному раствору  $\text{KMnO}_4$  (2 ч).

Установление молярной концентрации эквивалента и титра раствора иода по титрованному раствору тиосульфата натрия (2 ч).

Определение содержания меди в растворе сульфата меди (II) (2 ч).

Зачет (2 ч).

#### *V. Физико-химические методы анализа (10 ч)*

Колориметрия. Сущность метода. Визуальные и инструментальные методы колориметрии. Определение содержания железа в растворе соли железа (III) роданидным методом (2 ч).

Определение содержания меди в растворе соли меди (II) методом стандартных серий (2 ч).

Хроматография. Сущность метода. Ионообменная хроматография и ее виды. Примеры анализов: разделение железа и меди с помощью катионита в колонке, разделение железа и меди с помощью хроматографии на бумаге (2 ч).

Электролиз. Электролиз с использованием стальных или алюминиевых электродов. Электролитическое определение меди в аммиачной среде (2 ч).

Потенциометрия. Виды электродов. Буферные смеси. Определение содержания железа в растворе его солей (2 ч).

Аналитические работы прикладного характера (15 ч). Качественный и количественный анализ минералов, минеральных удобрений, природных вод и других объектов.

**Техника лабораторных работ.** Одно из важных условий успешного изучения основ химического анализа — овладение лабораторной техникой. Поэтому прежде всего ставится задача совершенствования умений и навыков в обращении с реактивами и лабораторной посудой, нагревательными и измерительными приборами, в выполнении основных лабораторных операций (качественного и количественного анализа) и соблюдении техники безопасности.

Для проведения практических работ необходимо обеспечить

рабочие места оборудованием и реактивами. На первом занятии учащиеся знакомятся с устройством химической лаборатории. Желательно провести это занятие в химической лаборатории вуза, НИИ, предприятия. При этом необходимо обратить внимание на устройство рабочих мест, показать оборудование и приборы, ознакомить с правилами техники безопасности.

Занятия по освоению лабораторной техники рекомендуем проводить по следующему плану:

1. Вводная часть. Цели и план занятия.
2. Показ правильных приемов выполнения операции. Указания по технике безопасности.
3. Объяснение задания и способа организации работы.
4. Выполнение задания учащимися (индивидуально или группами).
5. Коллективное подведение итогов работы.

В зависимости от темы занятия задания имеют дифференцированный характер. Например, учащиеся индивидуально или по группам готовят растворы разных концентраций из разных веществ.

Из всех тем этого раздела больше внимания уделяем вычислениям и приготовлению растворов молярной и нормальной концентраций, так как учащиеся в теме встречаются с новыми для них понятиями. Учащиеся выполняют упражнения по определению эквивалентов кислот, оснований и солей и производят необходимые вычисления, связанные с приготовлением растворов. Так как с приготовлением растворов, содержащих определенную массовую долю растворенного вещества, учащиеся знакомы из основного курса, на практическом занятии факультатива ограничиваемся приготовлением нормальных растворов, которые затем будут использоваться в учебном процессе. Об этом нужно сказать учащимся, чтобы они ответственно отнеслись к выполнению работы.

Практические навыки, приобретенные на факультативных занятиях, учащиеся могут применить в школьном кабинете химии, участвуя в полезном производительном труде по обслуживанию учебного процесса, в изготовлении лабораторного оборудования, приготовлении растворов.

**Теоретическое введение в аналитическую химию.** Практика преподавания основ химического анализа в вузе предусматривает обязательную опору на теоретические знания, которые студенты получают в лекционном курсе. Такой подход используется и в школьном факультативном курсе: с понятиями, необходимыми для осознанного выполнения аналитических операций, учащиеся знакомятся в теоретическом введении. Это значительно повышает интерес к курсу, но на протяжении всей его практической части необходимо постоянно углублять и расширять фундаментальные знания учащихся.

Содержание теоретического введения изложено в учебных пособиях для учащихся (4, 5). В пособии В. И. Астафурова после-

довательность вопросов не соответствует программе, на что необходимо обратить внимание учащихся. Для подготовки к занятиям учитель может использовать соответствующие разделы книги Ю. Д. Третьякова и Ю. Г. Метлина «Основы общей химии» (М., 1985), вузовские учебники, но перегружать занятия избытком учебной информации не следует.

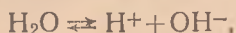
Практика показывает, что занятия по этому разделу лучше проводить на основе лекционного метода с включением демонстрационных опытов. После лекции учащиеся выполняют упражнения, отвечают на вопросы.

Лекцию по теме «Закон действия масс» читаем по плану:

1. Необратимые и обратимые химические реакции (демонстрация опытов). 2. Скорость химических реакций: а) понятие скорости движения тел в физике; б) понятие мгновенной и средней скорости химических реакций. 3. Зависимость скорости химических реакций от концентрации реагирующих веществ. Закон действия масс и его математическое выражение. 4. Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Смещение химического равновесия. 5. Необходимость знания закона действия масс в аналитической химии с целью регулирования направления реакций (демонстрация опытов смещения химического равновесия в реакции между хлоридом железа (III) и роданидом калия).

В лекции используются межпредметные связи с физикой, математикой и связь с основным курсом химии.

На последующих занятиях показываем приложение закона действия масс к гомогенным и гетерогенным системам, предварительно дав понятие об этих системах. При этом подчеркиваем, что в аналитической химии чаще приходится иметь дело с гомогенными системами, представляющими собой водные растворы солей, кислот, оснований и других веществ. Используя знания теории электролитической диссоциации, показываем приложение закона действия масс к диссоциации воды. Сначала приводим уравнение диссоциации воды:



из которого выводим:

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{\text{H}_2\text{O}}$$

где  $K_{\text{H}_2\text{O}}$  — константа равновесия. Знакомим с численным значением константы и даем понятия ионного произведения воды и водородного показателя в соответствии с учебным пособием (4).

Знакомя с кислотно-основным равновесием в водных растворах, приводим шкалу значений рН для разбавленных растворов и в беседе выясняем, как будет меняться рН, если в нейтральный раствор приливать кислоту, щелочь, как определить рН раствора и другие вопросы.

Обобщаются и углубляются знания учащихся о кислотно-щелочных индикаторах: метиловом оранжевом, лакмусе, фенолфта-

лене. Знакомим с универсальным индикатором, состоящим из смеси фенолфталеина, метилового красного, бромметилового синего и тимолового синего. Пропитанная этой смесью индикаторная бумага имеет желтый цвет. Ею можно определять рН в интервале от 1 до 10.

На лабораторном занятии учащиеся определяют рН растворов, нанося их с помощью пипетки на полоску индикаторной бумаги и сравнивая появившуюся окраску с цветовой шкалой.

В теоретическом введении учащиеся знакомятся с новым для них понятием буферных растворов. Формирование этого понятия начинаем с постановки проблемного вопроса. Из биологии известно, что внутренняя среда организма человека (кровь, лимфа, межтканевая жидкость) характеризуется постоянством состава и имеет определенную стабильную величину рН. Например, для крови человека нормальное значение рН находится в узких пределах от 7,35 до 7,45. Малейшее отклонение рН от нормы грозит серьезными последствиями для здоровья и жизни человека. Но хорошо известно, что каждый из нас может употреблять кислые продукты, значение рН в организме не меняется. Как объяснить постоянство рН внутренней среды организма? Заинтересовав учащихся этим вопросом, вызвав их на размышления, переходим к рассмотрению явления буферности.

Буферные растворы отличаются устойчивой концентрацией ионов водорода, которая достигается растворением в воде слабых электролитов: кислот, солей, оснований. Например, ацетатный буферный раствор состоит из смеси равных объемов 0,1 М раствора уксусной кислоты и 0,1 М раствора ее соли — ацетата натрия; аммонийный раствор содержит гидроксид аммония и хлорид аммония.

Свойство буферных растворов (от англ. buff — смягчать удар) заключается в том, что их рН почти не меняется при добавлении небольших количеств сильных кислот или щелочей. Рассматриваем механизм устойчивости рН буферного раствора по учебному пособию (4) и предлагаем провести соответствующие лабораторные опыты.

Возвращаясь к проблемному вопросу, выясняем с помощью учащихся, что постоянство рН внутренней среды организма также поддерживается буферными смесями. Например, в крови это обеспечивают содержащиеся там карбонаты и фосфаты.

С гидролизом солей учащиеся знакомы из основного курса, и поэтому этот вопрос они могут изучить самостоятельно по учебному пособию. В беседе необходимо обратить внимание на способы усиления или подавления гидролиза, которые приходится применять в аналитических операциях. Достигается это или понижением концентрации ионов водорода (добавляется сильная щелочь), или, наоборот, ее повышением (добавляется сильная кислота). После беседы учащиеся выполняют опыты по гидролизу солей и определению рН растворов универсальным индикатором, по подавлению гидролиза и др.

Новым для учащихся является вопрос о комплексных соединениях. Об их строении даются краткие сведения примерно так, как это рассмотрено выше в курсе «Органическая химия» (см. с. 108). Особое внимание обращаем на процесс комплексообразования, так как знание этого вопроса необходимо при изучении аналитической химии:

Природу химических связей в комплексных соединениях и их прочность связываем с электронной структурой комплексообразователя и лигандов. Подчеркиваем, что образование комплексных ионов в растворах — процесс обратимый и подчиняется закону действия масс. Величина комплексообразования характеризует прочность комплексных ионов и называется константой устойчивости. На лабораторном занятии учащиеся сравнивают устойчивость различных комплексных соединений, а также проводят опыты по разрушению комплексов.

Теоретическое введение завершается ознакомлением учащихся с приложением закона действия масс к гетерогенным системам. Учащимся объясняем, что в аналитической химии приходится иметь дело с реакциями, сопровождающимися образованием осадков. Между осадком и ионами соли, находящимися в растворе, устанавливается динамическое равновесие:  $AB \rightleftharpoons A^+ + B^-$ . Оно также подчиняется закону действия масс:

$$K = \frac{[A^+][B^-]}{AB}$$

Произведение концентраций ионов малорастворимого электролита в его насыщенном растворе при данной температуре — величина постоянная, получившая название произведения растворимости (ПР). Учащиеся это понятие легче усваивают, если провести сравнение ПР с ионным произведением воды. Для закрепления понятия полезно решить задачи на нахождение ПР по указанной растворимости (4, с. 26).

Зная величины ПР, можно судить о растворимости электролита в воде при данной температуре, предсказать возможность образования осадка. Например, образование осадка малорастворимой соли начинается тогда, когда произведение концентраций ионов в растворе больше ПР данной соли при данной температуре. Увеличивая концентрацию ионов путем добавления соответствующего реактива, можно добиться осаждения электролита. И наоборот, связывая ионы малорастворимого соединения в прочные комплексы (также добавлением реактива), удастся осадок перевести в раствор. При выполнении аналитических реакций часто приходится прибегать к указанным действиям.

Изучение теоретического введения заканчиваем собеседованием или зачетом с целью выяснения, как учащиеся усвоили материал этой темы.

**Практические занятия по качественному анализу.** Рассмотрим общие методические подходы к изучению качественного анализа на практических занятиях.

На занятиях учитель руководствуется следующими общими положениями:

1. Постоянное обращение к теоретическим знаниям, полученным учащимися в курсе неорганической химии и в первых разделах факультатива.

2. Непрерывное совершенствование лабораторных и экспериментальных умений и навыков.

3. Применение на всех занятиях исследовательского подхода.

4. Индивидуализация самостоятельной работы учащихся при выполнении анализов.

5. Осмысливание каждой аналитической операции, понимание химических реакций, лежащих в основе анализа.

6. Своевременное оформление результатов анализа в рабочей тетради (лабораторном журнале).

7. Соблюдение культуры труда в лаборатории, воспитание аккуратности, внимательности, точности, бережливости (применение полумикрометода).

8. Строгое соблюдение общих правил техники безопасности и предписаний, относящихся к конкретным веществам и реакциям.

9. Организация самостоятельной работы с учебным пособием, выполнение упражнений и решение задач на занятии и дома, подготовка рефератов и сообщений, изготовление учебных пособий.

10. Систематический контроль знаний и умений учащихся путем проведения бесед, зачетов, выполнения контрольных анализов.

Основное содержание практического занятия по качественному анализу — самостоятельная экспериментальная работа, выполняемая учащимися по возможности индивидуально. Примерный план такого занятия:

1. Введение к занятию. Формулируем цели занятия, ставим конкретные задачи, сообщаем план работы. Указываем примерную продолжительность каждого этапа.

2. Беседа, в результате которой выясняем знание учащимися теоретических основ данной аналитической работы. При необходимости знания учащихся дополняем и углубляем. Возможна демонстрация некоторых опытов, инструктивный показ действий, которые впервые предстоит выполнять учащимся.

3. Рекомендации по соблюдению правил техники безопасности.

4. Самостоятельное выполнение анализов.

5. Коллективное обсуждение результатов работы. Задание для самостоятельной работы с учебным пособием дома (подготовка к очередному занятию).

Изучение каждой аналитической группы включает: а) ознакомление со способами выделения катионов аналитической группы с помощью группового реактива; б) проведение аналитических реакций на отдельные катионы данной группы; в) освоение процесса анализа раствора, содержащего смесь катионов данной группы.

Приведем пример занятия по изучению аналитической группы.

Тема. Катионы первой аналитической группы ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ).

Цель занятия. 1. Ознакомить учащихся со способом отделения катионов первой группы от всех других катионов с помощью группового реактива. 2. Научить выполнять аналитические реакции на ионы серебра и свинца. 3. Научить анализу смеси катионов первой аналитической группы.

Реактивы и оборудование. Растворы: хлороводородная кислота (2M), нитрат серебра, аммиак (0,1M), азотная кислота, гидроксид натрия, хромат калия, нитрат свинца, уксусная кислота, иодид калия. Кристаллы нитрата свинца. Дистиллированная вода. Этиловый спирт. Микроскоп. Фарфоровая ступка с пестиком. Водяная баня. Таблицы: схема анализа раствора катионов первой аналитической группы; аналитическая классификация катионов по кислотно-щелочному методу. График: зависимость растворимости  $\text{PbCl}_2$  от температуры.

В беседе учитель выясняет знание учащимися следующих вопросов: 1. Какие катионы входят в первую аналитическую группу? 2. Что можно сказать о растворимости солей серебра и свинца на основе таблицы растворимости? 3. Каким реактивом можно осадить из раствора ионы серебра и свинца? Напишите уравнения реакций.

Ответы учащихся дополняются следующими сведениями. Групповым реактивом на первую аналитическую группу является 2M раствор хлороводородной кислоты. В концентрированной кислоте осадки  $\text{AgCl}$  и  $\text{PbCl}_2$  растворяются, так как образуются комплексные ионы  $\text{AgCl}_2^-$  и  $\text{PbCl}_4^{2-}$  (предлагаем записать уравнения реакций). Для полного осаждения ионов свинца к раствору добавляют этиловый спирт. Растворимость хлорида свинца повышается с повышением температуры (демонстрируем график растворимости), поэтому осаждение проводят при низких температурах. При повышении температуры хлорид свинца переходит в раствор, на чем и основано разделение ионов  $\text{Ag}^+$  и  $\text{Pb}^{2+}$ .

Учащиеся приступают к работе. Опыты делают в следующей последовательности:

1. Аналитические реакции ионов серебра: а) осаждение ионов серебра групповым реагентом; растворение осадка  $\text{AgCl}$  в избытке аммиака (образование комплексной соли); б) осаждение оксида серебра гидроксидом натрия и водным раствором аммиака; растворение осадка в избытке аммиака; в) осаждение хромата серебра с помощью хромата калия.

2. Аналитические реакции ионов свинца  $\text{Pb}^{2+}$ : а) осаждение ионов свинца групповым реагентом. Нагревание осадка и обнаружение его растворимости в горячей воде. Охлаждение раствора, фиксирование образования кристаллов. Обнаружение более полного осаждения  $\text{PbCl}_2$  при добавлении этилового спирта; б) получение гидроксида свинца (II) и наблюдение за его растворением в избытке едкого натра (амфотерность); в) взаимодействие  $\text{Pb}^{2+}$  с хромат-ионами. Изучение свойств хромата свинца (действие уксусной кислоты, избытка аммиака и избытка щелочи);



г) реакция ионов свинца с иодидом калия; д) обнаружение ионов свинца в виде микрокристаллов; е) обнаружение ионов свинца сухим путем — растиранием в фарфоровой ступке смеси кристаллов соли свинца и иодида калия.

В заключение учащиеся знакомятся со схемой анализа раствора, содержащего смесь катионов серебра и свинца (4, с. 60).

После ознакомления с частными реакциями катионов и действием групповых реагентов учащиеся выполняют работы по анализу растворов, содержащих смесь катионов разных групп. Таких работ две. В первой анализируется смесь катионов 1—3-й групп, во второй — смесь катионов 4—6-й групп. При выполнении этих работ учащиеся руководствуются схемами проведения анализа, в которых определена последовательность аналитических операций (см. схему на с. 129). На проведение анализа смеси катионов необходимо затратить не менее 4 ч.

Ознакомление учащихся с анализом анионов проводим по тому же плану. Сначала даем классификацию анионов: выделяем три аналитические группы. Затем учащиеся знакомятся с действием групповых реагентов и с частными аналитическими реакциями. В заключение они выполняют анализ раствора, содержащего некоторые анионы 1—3-й групп. Анализ смеси анионов проще, так как он проводится дробным методом без соблюдения строгой последовательности выполнения операций.

Изучение качественного анализа заканчивается работой по исследованию вещества неизвестного состава, взятого в виде раствора. Порядок проведения этого анализа подробно изложен в пособии (4). На основании приведенного в нем описания учитель разрабатывает инструкцию-предписание по выполнению анализа. Работа имеет зачетный характер и позволяет выяснить, насколько успешно учащиеся усвоили основы качественного анализа.

**Количественный анализ.** Изучение основ химического анализа продолжается в X классе. Здесь учащиеся знакомятся с количественным анализом и с физико-химическими методами исследования веществ.

На первом (вводном) занятии даем понятие о методах количественного анализа.

Задача количественного анализа — определение массы химических элементов, входящих в состав соединения или смеси веществ. На конкретных примерах показываем значение количественного анализа в научных исследованиях, промышленном и сельскохозяйственном производстве. Количественным анализом определяют соотношение масс элементов в сложных веществах, количество веществ в растворах, содержание компонентов в минеральных удобрениях, рудах, минералах, устанавливают количественный состав смесей и т. д.

Методы количественного анализа подразделяют на химические, физико-химические и физические (4, с. 107). Демонстрируя таблицу методов, указываем на те методы, с которыми уча-

Схема анализа смеси катионов 1—3-й аналитических групп

Раствор, содержащий смесь катионов 1—3-й групп

2M HCl,  
1M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,  
нагревание

В растворе: Ca<sup>2+</sup> и катионы 3-й группы  
В осадке: AgCl, PbCl<sub>2</sub>, PbSO<sub>4</sub>, BaSO<sub>4</sub>

Осадок кипятят с 30%-ным раствором ацетата аммония. В жидкую фазу переходят PbSO<sub>4</sub> и PbCl<sub>2</sub>. Ионы Pb<sup>2+</sup> обнаруживают с помощью KI или K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. Осадок растворяют аммиаком. К раствору добавляют фенолфталеин и конц. раствор HNO<sub>3</sub> до обесцвечивания. Появление белой мути, нерастворимой в HNO<sub>3</sub>, доказывает присутствие ионов Ag<sup>+</sup>. Мелкокристаллический осадок, остающийся после обработки растворами ацетата аммония и аммиака, — сульфат бария

Предварительные испытания в отдельных порциях исследуемого раствора

Прибавляемый реагент	Обнаруживаемый ион
K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ] K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>

Нагревание раствором щелочи и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Концентрированный раствор, содержащий катионы 3-й группы  
В осадке CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O

Осадок отделиют и обнаружат ионы Ca<sup>2+</sup> окрашиванием пламени и микроскопией

Упаривание

В растворе: AlO<sub>2</sub><sup>+</sup>, ZnO<sub>2</sub><sup>2-</sup>, CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> — зинны  
Нагревание с насыщенным раствором NH<sub>4</sub>Cl

В растворе CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Zn(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>+</sup>  
в осадке: Al(OH)<sub>3</sub>

Осадок растворяют в 2M растворе HCl и обнаруживают Al<sup>3+</sup> с помощью одной из аналитических реакций (например, образованием тенаровой сини)

Часть растворя подкисляют HNO<sub>3</sub>, добавляют H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и обнаруживают ионы Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> (синее окрашивание), быстро переходящие в ионы Cr<sup>3+</sup> (зеленое окрашивание)

Прибавляют 2M раствор HCl, разрушая аммиак цинка и в полученном растворе обнаруживают ионы цинка реакцией K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]

щиеся ознакомятся в ходе изучения количественного анализа: весовой (гравиметрический), объемный (титриметрический), окислительно-восстановительный, колориметрический, хроматографический, кулонометрический и потенциометрический. Кратко характеризуем каждый метод, о некоторых из них могут сделать сообщения учащиеся, заранее подготовившиеся.

Важное условие успешного проведения занятий по количественному анализу — наличие в кабинете химии исправных аналитических весов. Одно из занятий посвящаем изучению устройства весов и работе с ними. Учащиеся имеют определенные умения взвешивания на школьных весах и без труда овладевают приемами работы с аналитическими весами. Необходимо объяснение устройства весов и правил взвешивания сопровождать показом: как плавно поворачивать ручку арретира, как определять положение равновесия или нулевую точку, в каком порядке помещать гири на весы, как записывать результаты взвешивания и т. д. Полезно разработать и выдать каждому ученику специальные предписания (можно в виде алгоритмов) с правилами взвешивания на аналитических весах.

Овладение методами количественного анализа не вызывает больших затруднений у учащихся. Химические реакции, лежащие в основе этих методов, хорошо знакомы им, математические вычисления несложны. При изучении каждого метода одно занятие отводим ознакомлению с сущностью метода. Объяснение сопровождается демонстрацией опытов, инструктивным показом операций.

Практические работы учащиеся выполняют самостоятельно, пользуясь составленной учителем инструкцией-заданием (на основе описания работы в учебном пособии или в дополнительной литературе). Следует иметь в виду, что некоторые анализы (например, весовой) продолжительны по времени и поэтому необходимо договориться с учебной частью школы о внесении соответствующих изменений в школьное расписание.

Выполняя аналитические работы, учащиеся одновременно делают записи в рабочей тетради. Предлагаем следующую форму записи для весового анализа в соответствии с пособием (3).

Дата. Название работы. Определение в растворе соли железа.

1. Осаждение железа, фильтрование и промывание осадка. Химические уравнения с указанием осадителя, характеристикой фильтрата и промывной жидкости.

2. Доведение тигля до постоянной массы: а) масса тигля после первого прокаливания; б) масса тигля после второго прокаливания; в) постоянная масса тигля.

3. Доведение тигля с осадком и фильтром в результате прокаливания до постоянной массы: а) масса тигля с осадком и золой после первого прокаливания; б) то же после второго прокаливания; в) то же после третьего прокаливания; г) постоянная масса тигля с осадком и золой.

4. Вычисления.

Запись результатов объемного анализа может иметь табличную форму (табл. 16).

Таблица 16. Дата . . . . . Название работы . . . . .  
Индикатор . . . . .

№ опыта	Объем рабочего раствора	Молярная концентрация эквивалента рабочего раствора (н. или моль/л)	Объем исследуемого раствора (мл)	Молярная концентрация эквивалента исследуемого раствора (н. или моль/л)	Титр исследуемого раствора (г/мл)

При составлении отчета следует руководствоваться международной системой единиц (СИ).

После изучения химических методов количественного анализа проводится зачетное занятие, на котором выясняем усвоение изученных методов. Для зачетного занятия подбираются вопросы и задания из учебного пособия (4) и пособия для учителей (3).

Развитие науки и техники ставит перед аналитической химией новые задачи, связанные с повышением требований к точности, чувствительности, быстроте аналитических методов. Классические методы не всегда удовлетворяют этим требованиям. Все более широкое распространение сегодня получают новые физико-химические и физические методы. С некоторыми из них надо ознакомить учащихся. Наиболее доступны для изучения в школе такие физико-химические методы, как колориметрия, хроматография, потенциометрия и электролиз.

Колориметрический анализ (от лат. color — цвет) — метод, позволяющий судить о концентрации растворенных веществ по интенсивности окраски раствора. Колориметрия применяется для определения концентрации ионов в растворах, имеющих собственную окраску или образующих окрашенным соединения (комплексы).

Основные методы колориметрии: метод уравнивания, метод стандартных серий и метод колориметрического титрования, два первые из них наиболее доступны для изучения в школе.

Сначала разьясняем сущность методов. Приводим теоретическое обоснование метода уравнивания. В зависимости от толщины слоя раствора, степени его окраски и концентрации изменяется интенсивность проходящего через раствор светового потока ( $I_0$ ). Это изменение может быть выражено согласно закону Ламберта — Бугера — Бэра уравнением:

$$\epsilon lc = \lg \frac{I_0}{I},$$

где  $I_0$  и  $I$  — начальная интенсивность светового потока и его

интенсивность после прохождения через раствор;  $\epsilon$  — постоянная, зависящая от природы растворенного окрашенного соединения, температуры раствора и длины световой волны;  $l$  — толщина слоя раствора,  $c$  — его концентрация. Величина  $\lg(I_0/I)$  называется оптической плотностью и обозначается буквой  $D$ , т. е.  $D = \epsilon lc$ . Постоянная  $\epsilon$  представляет собой оптическую плотность молярного раствора с толщиной слоя 1 см.

Метод уравнивания заключается в уравнивании окрасок двух растворов путем изменения толщины их слоев, которые при достижении одинаковой интенсивности окраски будут обратно пропорциональными концентрациям растворов. Так, если  $D_1 = D_2$ , то  $C_1 l_1 = C_2 l_2$ . Зная концентрацию одного раствора, можно определить концентрацию другого:

$$c_1 = \frac{c_2 \cdot l_2}{l_1}$$

Затем объясняем, как практически провести определение. Берем два одинаковых мерных цилиндра. В первый наливаем исследуемый раствор, во второй — раствор известной концентрации. Разбавляя более окрашенный раствор, добиваемся уравнивания окраски. Установив высоту столбов жидкости в обоих цилиндрах, рассчитываем концентрацию вещества в исследуемом растворе.

По методу стандартных серий определяемый раствор сравнивается с прозрачностью и окраской стандартных растворов. Стандартная серия готовится из точно рассчитанных растворов. В качестве эталонных применяют также специальные цветовые шкалы.

По методу уравнивания учащиеся определяют содержание железа в растворе соли железа, по методу стандартных серий — содержание меди в растворе соли меди. Описание работ приведено в пособии (4).

Среди физико-химических методов хроматография занимает ведущее положение. Трудно перечислить области применения хроматографического анализа — от судебной медицины и криминалистики до космических исследований.

На занятии по теме «Хроматографический анализ» можно заслушать подготовленные учащимися сообщения: 1. Что такое хроматография? 2. Виды хроматографии. 3. Принцип устройства хроматографа. 4. Применение хроматографии в различных областях науки и народного хозяйства.

Для практического занятия по хроматографии можно подобрать несложные опыты из пособия (7). Занятие полезно дополнить экскурсией в лабораторию, где имеются хроматографы.

По одному занятию отводится на ознакомление с кулонометрическим и потенциометрическим методами анализа (4).

В основу кулонометрического метода положен электролиз. При объяснении сущности этого метода следует опираться на знания об электролизе, которые учащиеся усвоили из курсов химии и физики.

Потенциометрический метод основан на измерении электрохи-

мического потенциала. Для его объяснения используем понятие потенциала и разности потенциалов из физики. Формируем новые для учащихся понятия постоянного электрода, индикаторного электрода.

Индикаторный электрод — это такой электрод, потенциал которого зависит от концентрации ионов в растворе. Электрод может быть изготовлен из металла. В качестве постоянного электрода применяют хлорсеребряный электрод (серебряная проволока, покрытая слоем хлорида серебра) или каломельный (ртуть, покрытая взвесью  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  в растворе  $\text{KCl}$ ). Постоянный электрод (или электрод сравнения), будучи опущенным в испытуемый раствор, не меняет своего электрохимического потенциала. Индикаторный и постоянный электроды составляют гальванический элемент, электродвижущую силу которого измеряют с помощью потенциометра. ЭДС такого элемента изменяется в зависимости от потенциала индикаторного электрода, т. е. зависит от концентрации определяемых ионов в растворе.

Концентрацию ионов определяют непосредственно по изменению значения ЭДС или путем потенциометрического титрования. В последнем случае к исследуемому раствору прибавляют так называемый рабочий раствор известной концентрации, содержащий вещество, реагирующее с определяемым веществом. Индикаторный электрод выбирают таким, чтобы его потенциал изменялся в зависимости от концентрации одного из реагирующих компонентов. Когда при приливании рабочего раствора достигается эквивалентная точка, т. е. резко уменьшается концентрация определяемого вещества и появляется избыток рабочего раствора, происходит скачок ЭДС, что и указывает на конец титрования. По количеству затраченного рабочего раствора известной концентрации вычисляют содержание определяемого вещества так же, как это делалось в объемном анализе.

При наличии потенциометра и стандартных электродов проводится опыт определения содержания железа в растворе его солей.

На заключительном этапе изучения основ химического анализа проводятся лабораторные аналитические работы прикладного характера (технический анализ). Выбор объектов для анализа зависит от местных условий, оснащённости химического кабинета. На первом занятии по этому разделу дается понятие о техническом анализе, его особенностях и прикладном значении. Необходимо отметить, что в техническом анализе наряду с химическими и физико-химическими методами применяют и органолептические испытания на вкус, цвет, запах и др. Учащимся разъясняем правила отбора средней пробы вещества для анализа. Описание некоторых работ по этому разделу можно взять из учебного пособия (4, с. 144—150). Анализ удобрений приведен в пособии А. А. Сударкиной и др. «Химия в сельском хозяйстве» (М., 1981, с. 104—112).

## ЛИТЕРАТУРА

### Для учителя

1. Логинов Н. Я., Воскресенский А. Г., Солодкин И. С. Аналитическая химия. М.: Просвещение, 1982.
2. Крешков А. П. Основы аналитической химии. В 2-х т. М.: Химия, 1970.
3. Неймарк А. М. Методика преподавания основ химического анализа. М.: Просвещение, 1973.

### Для учащихся

4. Астафуров В. И. Основы химического анализа. М.: Просвещение, 1982.
5. Воскресенский П. И., Неймарк А. М. Основы химического анализа. М.: Просвещение, 1977.
6. Современные проблемы аналитической химии. Сб. статей. М.: Знание, 1980.
7. Нифантьев Э. Е., Верзилина М. К., Котлярова О. С. Внеклассная работа по химии с использованием хроматографии. М.: Просвещение, 1983.
8. Чмутов К. В. Хроматография. М.: Химия, 1978.
9. Сакодынский К. И., Орехов Б. И. Хроматография в науке и технике. М.: Знание, 1982.
10. Воскресенский П. И. Начала техники лабораторных работ. М.: Химия, 1971.
11. Седелников В. П. Труженики химических лабораторий. Твоя будущая профессия. Киев: Рад. школа, 1984.

## Глава VIII

### ФАКУЛЬТАТИВНЫЙ КУРС «ХИМИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ»

Изучение вопросов химизации сельского хозяйства в общеобразовательной школе постоянно привлекало внимание методистов и учителей. Предпринимались попытки вооружения учащихся агрохимическими знаниями и умениями на внеклассных занятиях, с помощью производственной практики в сельском хозяйстве (работы К. Я. Парменова, П. П. Иванова, Р. Н. Князевой, Л. А. Коробейниковой, И. Ф. Раздымалина и др.). Сегодня эта задача успешно решается благодаря введению факультативного курса «Химия в сельском хозяйстве», разработкой содержания и методики преподавания которого занимались А. А. Сударкина, А. Н. Орлова, И. И. Евсеева, В. Л. Ершов и другие методисты и творчески работающие учителя.

Согласно действующему учебному плану факультативный курс рекомендован для преподавания в X классе. Он знакомит уча-

щихся с основными понятиями и закономерностями агрохимии: питанием растений из почвы, методами анализа почв, удобрений, растений, с применением химических препаратов в растениеводстве и животноводстве.

Теоретической основой данного факультатива служат знания, полученные учащимися на уроках химии и биологии. Учащиеся лучше усваивают содержание учебного материала и приобретают более прочные умения и навыки, если в IX классе факультативно изучают основы аналитической химии.

Приступая к преподаванию факультатива, учитель должен иметь в виду, что у школьников уже есть определенный запас знаний в области агрохимии (о почве, питании растений из почвы, удобрениях и др.), которые они получили на уроках биологии, химии, в производственном труде, получили и некоторые практические умения, например, по выращиванию растений на пришкольном участке с применением удобрений. В основном курсе химии учащиеся также ознакомились с определенным кругом агрохимических сведений: ролью химических элементов (кислорода, водорода, азота, фосфора, калия и др.) в жизни растений, круговоротом в природе некоторых элементов, изучили важнейшие минеральные удобрения: их свойства, получение, способы распознавания и внесения в почву. Получили краткие сведения о химических средствах защиты урожая, химической мелиорации, роли ряда препаратов в животноводстве. Усиление агрохимического материала в курсе химии сельской школы (без ущерба для изучения предмета) может способствовать лучшей подготовке школьников и к усвоению факультативного курса, и к труду в сельскохозяйственном производстве после окончания школы.

Задачи факультативного курса «Химия в сельском хозяйстве»:

1. Дать учащимся основы агрохимических знаний и умений, необходимых для выполнения анализов почв и определения потребности растений в элементах питания с соблюдением требований техники безопасности.

2. Сформировать политехнические знания о современном сельскохозяйственном производстве, его технологии и организационно-экономических основах.

3. Ознакомить с достижениями современной агрохимии и передовым опытом сельскохозяйственных предприятий по повышению культуры земледелия и его эффективности в свете реализации Продовольственной программы СССР.

4. Воспитывать у учащихся, используя трудовые традиции советского народа, коммунистическое отношение к сельскохозяйственному труду, бережливое отношение к результатам труда, чувство рачительного хозяина, любовь к сельскохозяйственным профессиям.

В кратком введении к курсу рассматриваются задачи агрохимии и даются некоторые сведения по истории ее развития.

В теме «Питание растений» изучается роль химических элементов в питании растений и диагностика питания. На практиче-



ских занятиях предусмотрено определение потребности растений в элементах питания по К. П. Магницкому и В. В. Церлинг. Затем рассматриваются агрохимические свойства почвы, проводятся соответствующие анализы (определение гигроскопичности, кислотности, суммы поглощенных оснований, гумуса и т. д.). Учащиеся изучают роль азота, калия, фосфора в жизни растений. Изучение теории сочетается с проведением анализов этих элементов в почве.

Тема «Качество урожая. Методы определения качества урожая» — особая в факультативном курсе. В ней изучаются показатели качества урожая, содержание в сельскохозяйственных продуктах необходимых для питания человека органических веществ, витаминов. Изучение этих вопросов связывается с Продовольственной программой СССР. При раскрытии путей снижения себестоимости сельскохозяйственной продукции особое внимание обращается на экономию, бережливость, сокращение потерь при уборке урожая, перевозках, хранении и переработке продукции. На занятиях учащиеся практически знакомятся с некоторыми методами определения качества урожая.

В теме «Минеральные удобрения и их применение» углубляются и расширяются знания учащихся, полученные ими в основном курсе. В факультативе даются также краткие сведения о химических средствах защиты растений от вредителей и болезней, об использовании минеральных кормовых добавок, физиологически активных веществ, кормовых дрожжей, витаминов и других препаратов в животноводстве.

Курс завершается темой «Основные профессии в системе подготовки кадров в области химизации сельского хозяйства». Учащиеся знакомятся с содержанием труда работников агрохимической службы и сельскохозяйственных предприятий в целом, с экономикой и организацией производства, с системой подготовки кадров для сельского хозяйства через курсы, СПТУ, сельскохозяйственные техникумы и вузы.

С целью более глубокого изучения вопросов химизации сельского хозяйства и идейно-политического и нравственного воспитания учащихся необходимо в процессе изучения курса «Химия в сельском хозяйстве» использовать материалы XXVI съезда КПСС, майского (1982 г.), июньского (1983 г.), октябрьского (1984 г.) Пленумов ЦК КПСС, постановление ЦК КПСС, Совета Министров СССР, ВЦСПС и ЦК ВЛКСМ «О дальнейшем улучшении экономического образования и воспитания трудящихся» (июнь 1982 г.) и другие партийные и советские документы.

Через факультативный курс «Химия в сельском хозяйстве» осуществляется связь обучения основам химии с сельскохозяйственным трудом учащихся. Основные пути приложения знаний и практических умений школьников к их трудовой деятельности следующие: работа в составе ученической производственной бригады, труд на полях и фермах местного хозяйства вместе со взрослыми, выполнение заданий по анализу почв, удобрений, растений,

по определению качества урожая, участие в опытнической работе с минеральными удобрениями, физиологически активными веществами, работа в агрохимической лаборатории.

## Распределение программного материала в курсе «Химия в сельском хозяйстве»

### *Введение (1 ч)*

#### *I. Питание растений (6 ч)*

Роль химических элементов в питании растений. Поступление питательных веществ в растения (2 ч).

Диагностика питания растений. Простейшие химические методы определения потребности растений в элементах питания экспресс-методом по К. П. Магницкому и В. В. Церлинг. (Практические работы.)

#### *II. Агрохимические свойства почвы (10 ч)*

Агрохимическая характеристика почв. Органическое вещество почвы и превращение соединений азота в ней; поглотительная способность почвы; реакция почвы. Почвенные картограммы (2 ч).

Полевое обследование почвы. Подготовка лабораторных проб почвы для анализа и условия их хранения. Определение гигроскопической влаги почвы (4 ч).

Определение реакции почвы с помощью полевой лаборатории Н. И. Алямовского или методом ВИУА. Составление картограмм кислотности почвы. Определение гидrolитической кислотности (2 ч).

Определение емкости поглощения, суммы поглощенных оснований и гумуса (2 ч).

#### *III. Азот в жизни растений (10 ч)*

Роль азота в жизни растений. Источники азота для питания растений. Признаки азотного голодания и его устранение (2 ч).

Методы определения азота. Подготовка лабораторной пробы растительного материала для анализа (мокрое озоление) (2 ч).

Определение содержания общего азота в растениях по Кьельдалю (2 ч).

Колориметрическое определение аммонийного, нитратного и общего азота в почве (4 ч).

#### *IV. Фосфор в жизни растений (8 ч)*

Роль фосфора в жизни растений. Содержание фосфора в почве. Признаки фосфорного голодания растений и способы его устранения (2 ч).

Методы определения фосфора. Подготовка пробы растительного материала для анализа (мокрое озоление) (2 ч).

Колориметрическое определение обеспеченности растений фосфором (2 ч).

Колориметрическое определение доступного фосфора в почве. Составление картограммы содержания доступного фосфора в почве (2 ч).

#### *V. Калий в жизни растений (8 ч)*

Значение калия в жизни растений. Содержание калия в почве. Признаки калийного голодания и способы его устранения (2 ч).

Методы определения калия. Весовой и объемный методы (2 ч).

Определение калия в растениях весовым методом (2 ч).

Объемный метод определения калия в почве. Составление кар-тограммы содержания доступного калия в почве (2 ч).

*VI. Минеральные удобрения и их применение (8 ч)*

Азотные, фосфорные, калийные удобрения. Сложные и смешанные удобрения. Микроудобрения. Майский (1982 г.) Пленум ЦК КПСС о росте производства удобрений в одиннадцатой и двенадцатой пятилетках. Система удобрений растений и основные принципы ее применения. Воспитание у учащихся бережного отношения к минеральным, органическим и местным удобрениям. Предотвращение их потерь при транспортировке, хранении и внесении в почву (2 ч).

Практическая работа. Определение удобрений. Правила обращения с ними. Хранение удобрений в местных условиях (2 ч).

Определение содержания азота в азотных удобрениях методом титрования. Весовой метод определения усвояемой фосфорной кислоты в суперфосфате (2 ч).

Определение калия в удобрениях методом титрования. Расчет доз удобрений, подготовка к внесению, смешивание (2 ч).

*VII. Химические средства защиты растений. Регуляторы роста растений (2 ч)*

*VIII. Качество урожая. Методы определения качества урожая (10 ч)*

Показатели качества урожая. Содержание белка, сахара, крахмала, жира, витаминов в продуктах сельскохозяйственного производства (2 ч).

Методы определения качества урожая. Теоретические основы поляриметрии и рефрактометрии. Определение содержания сахара в сухих веществах и растениях методом титрования и оптическим методом (4 ч).

Определение содержания белковых веществ методом титрования.

Определение содержание крахмала методом кислотного гидролиза или по плотности (2 ч).

Определение содержания сухих веществ в соке овощей, корнеплодов и ягод рефрактометрическим методом (2 ч).

*IX. Роль химии в животноводстве (2 ч)*

*X. Основные профессии в системе подготовки кадров в области химизации сельского хозяйства (6 ч)*

Ознакомление с содержанием труда работников агрохимических лабораторий и сельскохозяйственных предприятий. Характеристика важнейших профессий, связанных с работой в области химизации сельского хозяйства. Потребность в кадрах этих специалистов в данном сельскохозяйственном районе страны. Зна-

комство с экономикой и организацией сельскохозяйственного производства. Система подготовки кадров в области химизации сельского хозяйства (2 ч).

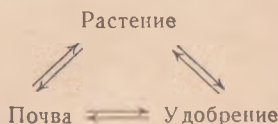
Экскурсия на сельскохозяйственное предприятие (животноводческий комплекс, теплица, комбикормовый завод и др.) (2 ч).

Экскурсия в агрохимическую лабораторию (2 ч).

**Вводное занятие в курсе «Химия в сельском хозяйстве».** Цель вводного занятия: ознакомить учеников с задачами и планом изучения факультативного курса, дать понятие о науке агрохимии, показать роль агрохимии в реализации Продовольственной программы СССР.

После ознакомления учащихся с планом изучения курса, методами работы на занятиях в лекции раскрываем содержание вводной темы. Изложение следует начать с рассмотрения задач комплексной химизации сельского хозяйства, намеченных майским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС. Основные направления химизации сельскохозяйственного производства — это применение высокоэффективных минеральных удобрений и химических средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков, использование регуляторов роста и развития растений, внедрение кормовых добавок, витаминов, ферментов, антибиотиков, стимуляторов, кормовых дрожжей в животноводстве, проведение химической мелиорации почв, использование консервантов и полимеров для сохранения кормов, развитие агрохимической службы.

Учащимся необходимо разъяснить, что правильное применение химических препаратов в сельском хозяйстве основано на прочных знаниях работниками производства агрохимической науки, изучающей взаимодействие между растениями, почвой и удобрениями. Это взаимодействие было представлено Д. Н. Прянишниковым на его известной схеме:



Д. Н. Прянишников определил задачу агрохимии: «Изучение круговорота веществ в земледелии и выявление тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в почве и растении, которые могут повышать урожай или изменять его состав. Главным способом вмешательства в этот круговорот является применение удобрений»<sup>1</sup>.

Далее в краткой форме излагается история развития агрохимической науки. Необходимые сведения учитель может почерпнуть из учебного пособия по факультативу (11) и дополнительной литературы (3, 4, 5).

В заключительной части занятия необходимо подчеркнуть,

<sup>1</sup> Прянишников Д. Н. Избр. соч., т. I. Агрохимия, 1951, с. 40.

что правильно применять удобрения и другие препараты, предоставляемые сельскому хозяйству химической промышленностью, можно лишь на основе агрохимических исследований. Внедрение агрохимического анализа в сельскохозяйственное производство ставит его на научную основу, дает возможность работникам хозяйства принимать правильные решения, обеспечивающие повышение продуктивности сельского хозяйства. Учитель рассказывает о созданной в нашей стране Государственной агрохимической службе — связующем звене между наукой и производством в вопросах рационального применения удобрений, ядохимикатов и мелиорации почв. Единая специализированная агрохимическая служба состоит из нескольких звеньев: а) Всесоюзного производственно-научного объединения по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства (Союзсельхозхимия); б) производственно-научных объединений союзных республик (Сельхозхимия); в) производственных объединений по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства в автономных республиках, краях и областях; г) районных (межрайонных) производственных объединений. В состав соответствующих объединений входят научно-исследовательские учреждения, проектно-изыскательские станции химизации сельского хозяйства, республиканские, областные, краевые, зональные агрохимические лаборатории.

Основное звено агрохимической службы — зональная агрохимическая лаборатория. Лаборатория в среднем обслуживает около 250 хозяйств. Зональные лаборатории оснащены оборудованием, позволяющим проводить анализы поточным методом. Обследование земель своей зоны они проводят один раз в пять-шесть лет. Ставят они и полевые опыты с минеральными и органическими удобрениями.

Данные опытов дополняют агрохимические анализы, что позволяет уточнить рекомендации по применению удобрений. В обязанности зональных агрохимлабораторий входит также проведение анализов местных удобрений, кормов, качества урожая, руководство местными агрохимическими лабораториями, повышение квалификации работников агрохимслужбы.

Агрохимическое обслуживание в колхозах и совхозах непосредственно осуществляется специализированными подразделениями, механизированными отрядами плодородия, пунктами химизации, сельскохозяйственной авиацией. На основе межхозяйственной кооперации в колхозах и совхозах строятся склады для удобрений, взлетно-посадочные полосы, агрохимические и биологические лаборатории и другие объекты производственной базы химизации сельского хозяйства. Руководит этими работами районное объединение «Сельхозхимия».

Готовясь к проведению первого занятия факультатива, учитель должен взять необходимые данные о химизации производства в местном колхозе или совхозе: какие удобрения и химические препараты используются, проводятся ли мелиоративные работы, как организована агрохимическая служба.

**Питание растений из почвы и ее агрохимические свойства.** В первых темах факультативного курса необходимо раскрыть вопросы питания растений и дать характеристику агрохимическим свойствам почвы.

Опираясь на знания учащихся о питании растений, полученные ими в курсе биологии и на уроках химии, обобщаем и углубляем сведения о роли отдельных химических элементов в жизни растений. Даем, в частности, понятие о макро- и микроэлементах, необходимых растениям. Интерес вызывает демонстрация специально изготовленного графического пособия «Элементы питания растений на таблице Д. И. Менделеева». Пособие изготовляется на основе таблицы, приведенной в книге С. И. Вольфовича «Проблемы химии в сельском хозяйстве» (М., Наука, 1969). На периодической таблице химических элементов Д. И. Менделеева условным цветом обозначаются все необходимые растениям элементы.

Затем знакомим учащихся с последствиями, к которым приводит недостаток в питании растений отдельных элементов. Материал по этому вопросу можно взять в литературе (4, 5). На занятии используются также цветные таблицы, на которых показаны признаки голодания растений.

Методически занятия по этому разделу можно проводить по различным вариантам. Например, сначала в лекции рассмотреть теоретические вопросы, а затем на практических занятиях отработать методику определения всех элементов питания экспресс-методом. В другом варианте изучается роль в питании растений азота, фосфора и калия в отдельности и таким же образом проводится их определение на занятиях смешанного типа.

Следует иметь в виду, что в последующих темах — о роли азота, фосфора и калия в жизни растений — будут более подробно рассмотрены последствия элементного голодания, поэтому на первых занятиях об этом следует сказать обзорно, обратив внимание на важнейшие внешние признаки недостатка в питании химических элементов.

Изучение поступления питательных веществ в растения проводим на основе понятий о воздушном и корневом питании растений, известных учащимся из курса биологии (фотосинтез, диффузия, осмос) и химии (ионообмен, теория электролитической диссоциации и др.). Формируем понятие о почвенном растворе и его роли в питании растений, при этом обращаем внимание на значение уравновешенности раствора, антагонизм ионов и физиологическую реакцию среды. Учащиеся должны усвоить, что физиологически уравновешенный раствор — это такой почвенный раствор, в котором имеется оптимальное соотношение между питательными веществами. Уравновешенность раствора связана с антагонизмом ионов: одноименно заряженные ионы препятствуют друг другу при поступлении в растение, разноименно заряженные — содействуют. Например, при внесении хлорида натрия в черноземную почву, в которой имеется поглощенный калий,

наблюдается увеличение калия в почвенном растворе, ионы хлора  $\text{Cl}^-$  усиливают поступление ионов калия  $\text{K}^+$  в растение.

Реакция почвенного раствора оказывает сильное влияние на питание растений. Удобрения, вносимые в почву, значительно изменяют ее реакцию. Знания учащихся об электролитической диссоциации и гидролизе солей помогают разобраться вопрос об изменении физиологической реакции почвенного раствора и путях управления этим процессом.

Далее знакомим учащихся с основными методами диагностики недостатка питания растений. Применяют четыре метода диагностики: полевые и вегетационные опыты, визуальную диагностику (наблюдение за внешним видом растений), химический анализ растений и химический анализ почвы. Более подробно знакомим с экспресс-методом химического анализа растений по К. П. Магницкому и В. В. Церлинг.

Для анализа по Магницкому или Церлинг необходимо правильно отобрать пробы растительного материала. Проба в виде листьев берется в утренние часы от растений, имеющих среднее состояние на данном участке поля, однородного по рельефу, агротехнике, применяемым удобрениям. Средняя проба составляется не менее чем с 20 растений, по одному листу с каждого (для зерновых — с 50—100 растений). Срезаются 2—3-й листы снизу в период бутонизации или 3—4-й во время цветения. При анализе зерновых культур в молодом возрасте срезается целое растение у самой земли, а во время выхода в трубку — 2—4 листа. Взятые пробы помещают в полиэтиленовые пакеты, туда же вкладывают этикетку с указанием места взятия проб, фазы развития и особенностей вида растений.

На практическом занятии по методу Магницкого анализируют сок растений. С этой целью среднюю пробу, составленную из листьев и черешков растений, растирают с добавлением дистиллированной воды и активированного угля в фарфоровой ступке и прессом отжимают сок. При помощи реактивов, входящих в прибор Алямовского, анализируют сок. По методу Церлинг делают поперечный срез стебля или черешка листовой пластинки, на срез наносят соответствующие реактивы. Появившуюся окраску сравнивают с цветовой шкалой и судят об обеспеченности растений элементами питания. Учащиеся по заданиям, приведенным в учебном пособии, определяют потребность растений в азоте, фосфоре и калии.

Необходимо отметить, что указанные методы экспресс-анализа имеют меньшую точность по сравнению с другими, но они просты, доступны, удобны для проведения исследований в полевых условиях. Результаты анализов позволяют решать вопрос о внесении удобрений в виде подкормок.

Изучение агрохимических свойств почвы включает проведение полевого исследования почвы, отбор смешанных проб, их подготовку к анализу и проведение некоторых определений. Объектом исследования можно взять почвы пришкольного учебно-опытного

участка или местного хозяйства. В этом случае проведенное по всем правилам исследование может иметь не только учебный, но и производственный интерес.

Вначале дается понятие о почве и почвообразовательном процессе, типах почвы, ее составе и некоторых свойствах, способах воздействия человека на почву. Учащиеся должны усвоить, что почва имеет сложный состав. В ней три составные фазы: твердая, жидкая (почвенный раствор) и газообразная. Твердая фаза состоит из частиц разного размера — от грубых, размером более 1 мм, до тончайших коллоидного характера. По механическому составу почвы разделяют на песчаные и глинистые с рядом промежуточных градаций. С классификацией механических элементов почвы (по Качинскому) учащиеся знакомятся по таблице, приведенной в пособии (4).

Отмечаем сложный состав почвенного раствора, содержащего различные катионы и анионы, водорастворимые органические вещества, газы. Концентрация почвенного раствора колеблется от сотых долей процента до нескольких процентов. Наиболее важное свойство почвы — ее поглотительная способность, т. е. способность поглощать некоторые вещества из растворов, проходящих через нее. Происходящие при этом ионообменные процессы имеют большое значение в корневом питании растений.

После ознакомления учащихся с теорией вопроса (рассказ или беседа) проводятся полевое обследование почвы и лабораторные анализы. Обследуя участок почвы, обращаем внимание учащихся на рельеф, характер почвенного покрова (луг) или выращиваемой культуры (пашня). Учащиеся знакомятся с почвенным разрезом, приготовленным заранее. На разрезе они рассматривают почвенные горизонты, определяют глубину их залегания и мощность, описывают почвенные горизонты, отмечая окраску, механический состав, структуру, выцветы солей, развитие корневой системы, характер перехода одного горизонта в другой, определяют мощность пахотного слоя и его механический состав, обнаруживают карбонаты (10%-ным раствором хлороводородной кислоты).

Механический состав почвы в полевых условиях определяем скатыванием смоченной водой почвы в шнур диаметром около 3 см. Если почва при этом рассыпается, не образуя шнура, она песчаная; если хорошо скатывается и жгут свертывается в кольцо — глинистая. Между этими крайними состояниями может быть ряд промежуточных. Более точно механический состав определяется лабораторными методами.

Для агрохимического анализа отбираем из каждого горизонта разреза образцы массой 1 кг, помещаем их в мешочки из плотной ткани и снабжаем этикетками, на которых указываем горизонт, глубину взятия образца, дату.

Необходимо обратить внимание на точность ведения записей при проведении полевых исследований. Приведем пример описания почвенного разреза, сделанного учащимися Чистоозерной



средней школы Новосибирской области, на учебно-производственном участке ученической бригады (табл. 17).

Отбор смешанных образцов почв учащиеся делают так, как описано в учебном пособии (11). Почвенные образцы в лаборатории доводятся до воздушно-сухого состояния, хранятся в хорошо закрытых стеклянных банках или полиэтиленовых пакетах.

Таблица 17. Описание почвенного разреза

Горизонты и подгоризонты	Глубина и мощность горизонта (см)	№ почвенного образца	Характеристика почвенного горизонта и подгоризонта
A <sub>1</sub>	0—24	1	Почти черный, комковатый, в верхней части сильно распылен, в нижней — заметно уплотнен. Пронизан корнями растений. «Вскипания» от HCl нет.
A <sub>2</sub>	25—36	2	Той же окраски с несильным буроватым оттенком. Структура среднезернистая. «Вскипания» от HCl нет.
B	37—70	3	Темно-серый, слабоуплотненный, структура комковатая. Наблюдается проникновение горизонта A в виде языков. Нижняя часть более плотная, буроватой окраски, структура комковато-призмовидная, при надавливании распадается на отдельные комочки. «Вскипания» от HCl нет.
C	71—100	4	Желто-бурая плотная глина с выцветами карбонатов. Наблюдается «вскипание» от HCl.

Примечание. Мощность пахотного слоя 25 см. Полевое определение почвы: чернозем обыкновенный, среднегумусный. Определение почвы по механическому составу: суглинок (увлажненная почва скатывается в сплошной шнур, но при свертывании в кольцо он распадается на части).

На практическом занятии учащиеся, пользуясь описаниями, приведенными в учебном пособии (11), определяют гигроскопическую влажность почвы (определение проводится сразу же после взятия образцов; чтобы не терялась влага, образцы при проведении полевого обследования насыпаются в алюминиевые стаканчики и плотно закрываются крышками), реакцию почвы по Н. И. Алямовскому, гидролитическую кислотность, емкость поглощения, сумму поглощенных оснований и содержание гумуса.

При определении кислотности почвы дается понятие об агрохимических картограммах с демонстрацией образцов картограмм фосфора, калия, кислотности. Учащиеся составляют картограмму кислотности обследованного участка.

Определение емкости поглощения почвы, суммы поглощенных

оснований и гумуса целесообразно провести по группам и затем коллективно обсудить результаты этих определений.

**Роль азота, фосфора, калия в жизни растений.** После предварительного ознакомления с ролью важнейших элементов питания и жизни растений учащиеся переходят к более подробному изучению этого вопроса. Знакомятся с источниками азота, калия и фосфора для питания растений, овладевают методами их определения в растениях и почве. Рассмотрим общую методику преподавания этого раздела.

Теоретические сведения излагаются лекционным методом по плану:

1. Роль элемента в жизни растения. В состав каких веществ, составляющих организм, он входит, какова биологическая роль этих веществ.

2. Источники элемента для питания растений и поступление его в растение. В каких формах находится элемент в природе: в атмосфере, в почве (в составе минеральной или органической части, в растворимой или нерастворимой форме, в доступном, малодоступном или недоступном состоянии)?

3. Превращение природных соединений, содержащих данный элемент. Роль растений в этих превращениях (изучается круговорот азота, фосфора, калия).

4. Признаки голодания растений при недостатке в почве данного элемента, а также влияние на рост и развитие растений его избытка.

5. Пути устранения элементного голодания растений (внесение удобрений, химическая мелиорация почв, агротехнические мероприятия и др.). Классификация и краткая характеристика важнейших органических и минеральных удобрений (комплексных и микроудобрений).

Изложение этих вопросов учителем дополняется сообщениями и докладами учащихся. Например, по теме «Азот в жизни растений» учащиеся Чистоозерной средней школы Новосибирской области подготовили доклады длительностью 7—10 мин: «Значение азота в жизни растений», «Круговорот азота в природе», «Влияние азота на количество и качество урожая». Свои доклады они иллюстрировали подготовленными заранее графическими пособиями «Круговорот азота в природе» с отражением процессов аммонификации, нитрификации и денитрификации, связанных с круговоротом, «Влияние азота на урожайность овощных культур». Для подготовки докладов использовали дополнительную литературу (5, 14, 15).

Рассматривая теоретические вопросы этого раздела, учитель постоянно опирается на знания из общего курса химии, в частности на такие темы, как «Подгруппа азота», «Щелочные металлы», «Теория электролитической диссоциации», использует экранные пособия: кинофильмы «Связанный азот», «Минеральные удобрения», диапозитивы и диафильмы.

На практических занятиях учащиеся овладевают методами

анализа азота, фосфора и калия в растениях и почве. Порядок проведения каждого анализа может быть таким.

Сначала выясняется сущность анализа и химические реакции, лежащие в его основе. Учащиеся знакомятся с лабораторным оборудованием, устройством приборов, получают разъяснения по технике безопасности. После этого приступают к работе. При недостатке специальных приборов и оборудования работа выполняется группами (2—3 человека). Учащиеся руководствуются инструкциями, приведенными в учебном пособии, или специально составленными учителем, в том числе в виде программированных предписаний (см. с. 53 настоящего пособия).

Некоторые агрохимические анализы продолжительны по времени. Например, при анализе общего азота по Кьельдалю озоление растительной пробы под действием серной кислоты длится 24 ч. Поэтому работу следует начать на одном занятии, а продолжить на следующем. Учителю также необходимо предусматривать задания для самостоятельной работы, которые заполняли бы паузы, возникающие во время проведения анализов, связанных, например, с длительным нагреванием, прокаливанием, озолением и т. д. Это может быть запись наблюдений, составление картограмм, подготовка растворов, решение задач и т. д. Заметим, что предложенное в начале главы распределение программного материала по отдельным занятиям условно, так как на практике в ряде случаев новую работу приходится начинать в конце предыдущего занятия и заканчивать на последующем.

Определение в почве доступного растениям азота, фосфора и калия завершается составлением картограмм. Понятие о картограммах учащиеся получили при определении кислотности почвы, на этих же занятиях совершенствуют свои знания и умения, знакомятся с применением картограмм для установления потребности почвы в минеральных удобрениях.

**Минеральные удобрения.** Методика изучения минеральных удобрений рассмотрена достаточно полно в пособии для учителей (3). Материал этой темы к тому же в известной степени знаком учащимся из основного курса, что дает возможность широко применять на занятиях метод беседы, самостоятельную работу с учебным пособием, дополнительной и справочной литературой. О минеральных удобрениях учащиеся могут подготовить рефераты и выступить по ним с докладами и сообщениями.

В теоретической части темы выясняется следующий круг вопросов:

1. Химические элементы, необходимые для жизни растений.
2. Источники получения растениями необходимых элементов.
3. Органические удобрения.
4. Минеральные удобрения (химический состав, содержание действующего начала, классификация, свойства).
5. Получение важнейших минеральных удобрений в промышленности (рассматривается только химическая сторона, без вопросов технологии).

6. Транспортировка, хранение и способы внесения в почву удобрений.

7. Взаимодействие удобрений с почвой. Мелиорация земель.

8. Меры рационального применения системы удобрений, повышения отдачи от их применения, предусмотренные Продовольственной программой СССР.

Все перечисленные вопросы рассматриваются в свете решений партии и правительства о химизации и мелиорации земель в сельском хозяйстве, принятых XXVI съездом, майским (1982 г.) и октябрьским (1984 г.) Пленумами ЦК КПСС.

Учащихся следует ознакомить с тем, что в одиннадцатой пятилетке производство минеральных удобрений намечено довести до 150—155 млн. т условных единиц, прирост за пятилетие составит 44—49%. Внимание уделяется качеству минеральных удобрений. Возрастает выпуск концентрированных простых и сложных удобрений с содержанием питательных веществ до 60% и выше, расширится производство жидких комплексных удобрений на основе полифосфорных кислот. Удобрения будут выпускаться преимущественно в гранулированном и крупнокристаллическом виде. Достижение намеченных заданий возможно путем расширения действующих и строительства новых предприятий, ввода новых мощных технологических линий и агрегатов крупной единичной мощности.

Характеризуя азотные удобрения, важно отметить, что в общем объеме их производства уменьшится доля аммиачной селитры в пользу более высокоэффективных карбамида, жидкого аммиака, сложных удобрений. Из фосфорных удобрений увеличится производство двойного суперфосфата и аммофосов. Производство сложных фосфорных удобрений достигнет к 1990 г. 65—66% от общего объема производства минеральных удобрений.

Продовольственная программа СССР предусматривает производство высококонцентрированных сложных удобрений, представляющих собой по химическому составу полифосфаты аммония, производные пирофосфорной кислоты  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ :  $(\text{NH}_4)_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ,  $(\text{NH}_4)_3\text{HP}_2\text{O}_7$ ,  $(\text{NH}_4)_4\text{P}_2\text{O}_7$ . Полифосфаты хорошо растворимы в воде и с добавлением хлорида или нитрата калия применяются в виде жидкого комплексного удобрения (ЖКУ). Планируется также более полное использование органических удобрений.

Увеличение выпуска удобрений в гранулированной и жидкой форме заметно облегчает их транспортировку, хранение и механизацию внесения в почву. Учащимся предлагаем самим дать ответ на вопрос: «Почему?» Получив ответ о возможности транспортировки жидких удобрений с помощью трубопроводов, приводим следующий пример. В 1980 г. завершено строительство самого протяженного в стране аммиакопровода Тольятти — Одесса (2425 км). Жидкий аммиак, выработанный в Тольятти, поступает к эстакадам налива, сооруженным на берегу Черного моря, и заполняет мощные морские танкеры для дальнейшей транспортировки морем и переработки. Вдоль трассы аммиакопровода воз-

ведены раздаточные станции, которые подают ценное удобрение на поля многих колхозов и совхозов России и Украины. Выпуск удобрений в гранулированном виде и обработка гранул поверхностно-активными веществами уменьшает их гигроскопичность, предупреждает слеживаемость при хранении, потери при погрузочно-разгрузочных работах.

Необходимо обратить внимание учащихся на бережное отношение к минеральным удобрениям, их правильное и экономное расходование. Предотвращение потерь удобрений в хозяйстве в значительной степени зависит от уровня развития так называемой производственной инфраструктуры хозяйства, т. е. всех отраслей и служб, которые непосредственно связаны с основным производством и создают ему общие условия. Применительно к использованию минеральных удобрений это хорошее состояние внутрихозяйственных дорог, складских помещений, транспортных средств, развитие агрохимической службы, дающей научно обоснованные рекомендации по рациональной дозировке удобрений. Но важно также и воспитание у всех работников производства сознания, направленного на бережное отношение к материальным ценностям.

Занятие по теме «Минеральные удобрения» необходимо дополнить экскурсией на склад минеральных удобрений местного хозяйства. Здесь учащиеся знакомятся с видами удобрений, поступающими в хозяйство, условиями их хранения, транспортировкой, механизацией погрузочно-разгрузочных работ, приготовлением для внесения в почву. В беседе с агрономом выясняют нормы внесения под различные культуры и эффективность удобрений. На экскурсии учащиеся отбирают образцы удобрений для анализа.

На практических занятиях выполняют следующие работы с минеральными удобрениями:

1. Определение удобрений.
2. Определение содержания азота в азотных удобрениях методом титрования (11).
3. Определение содержания усвояемой фосфорной кислоты в суперфосфате весовым методом (11).
4. Определение калия в удобрениях методом титрования (работа 53).

На занятиях необходимо выделить время для ознакомления учащихся с методами расчета доз удобрений по выносу питательных веществ урожаем. Подробно эти методы изложены в работе Н. С. Авдониной (4). В этом же пособии учитель найдет правила смешивания удобрений.

Применение средств защиты растений. Знания учащихся о химизации сельского хозяйства будут неполными, если не ознакомить их с химическими средствами защиты растений от болезней, вредителей и сорняков, а также препаратами, управляющими ростом и развитием растительного организма. Основные сведения по этим вопросам можно изложить лекционно, следует заслушать доклады учащихся.

Рассмотрим подробнее содержание этой темы, так как в учебном пособии она отсутствует.

Приступая к изложению учебного материала о химических средствах защиты растений (ХСЗР), отмечаем исключительную их важность в сохранении урожая и повышении продуктивности сельского хозяйства. Под действием вредных организмов сельское хозяйство несет огромные потери. Например, мировые потери зерна от сорняков, насекомых-вредителей, болезней составляют третью часть от возможного урожая. XXVI съезд КПСС поставил задачу в кратчайшие сроки расширить производство и ассортимент химических средств защиты растений, улучшить их качество, создать новые методы защиты. Эта задача конкретизирована в Продовольственной программе. Программа предусматривает увеличение поставок сельскому хозяйству ХСЗР к 1985 г. до 680 тыс. т, а к 1990 г.— до 750—790 тыс. т. Расширяется производство высокоэффективных препаратов. Перед Всесоюзным объединением «Сельхозхимия» поставлена задача разработки мероприятий по правильному использованию химических средств защиты растений (1).

Учащимся даем понятие о разработанной в СССР научной системе защиты растений, включающей агротехнику, биологические способы борьбы с вредными организмами и применение пестицидов. Раскрываем сущность биологических способов защиты растений, состоящих в использовании устойчивых к отдельным видам вредителей и возбудителей болезней сортов сельскохозяйственных культур, в использовании хищников, паразитов и патогенных микробов. Биологические методы не утратили своего значения и будут всемерно развиваться. Однако ведущая роль сегодня принадлежит химическим методам.

Химические препараты, применяемые для уничтожения вредных организмов, получили название пестицидов. В зависимости от направления использования их подразделяют на группы: бактерициды — для борьбы с бактериальными болезнями растений, инсектициды — для борьбы с вредными насекомыми, зооциды — для борьбы с грызунами, гербициды — для борьбы с сорными растениями, фунгициды — для борьбы с болезнями, вызываемыми грибами, нематоциды — для уничтожения круглых червей (нематод). В сельском хозяйстве наибольшее применение имеют гербициды, инсектициды и фунгициды. Об этих препаратах следует рассказать подробнее. Но сначала необходимо обратить внимание учащихся на очень жесткие требования, которые предъявляются к пестицидам:

1. Пестициды должны быть избирательного действия. Например, гербициды должны уничтожать сорняки, но не повреждать культурных растений и быть безопасными для животных. Необходимо, чтобы препараты, применяемые против насекомых-вредителей, были безопасными для растений.

2. Пестициды должны быть безопасными для человека и домашних животных.

3. Растения, обработанные препаратом, через определенные сроки должны содержать такие остаточные количества вещества, чтобы использование этих растений в пищу животными и человеком было совершенно безопасным.

4. Продолжительность сохранения и действия пестицидов в природе не должна быть большой (не превышать одного-двух вегетационных периодов, а во многих случаях быть значительно меньшей).

5. Продукты разложения пестицидов должны быть безопасными для человека и животных.

6. Препараты должны быть взрывобезопасными, негорючими, удобными в обращении, не агрессивными по отношению к материалам, используемым для изготовления тары, сельскохозяйственной техники.

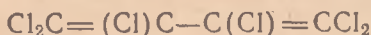
7. Использование нового препарата допускается при условии разработки надежных методов анализа, с помощью которых можно контролировать остаточное содержание его в окружающей среде.

8. Важным требованием является экономичность производства пестицидов, малые нормы расхода препарата на единицу обрабатываемой площади, невысокая стоимость.

Пестициды изготавливаются в различных формах: в виде порошков для опыливания растений и приготовления суспензий, гранул, растворов, эмульсий, аэрозолей и фумигантов. В зависимости от формы применяется тот или иной способ обработки растений.

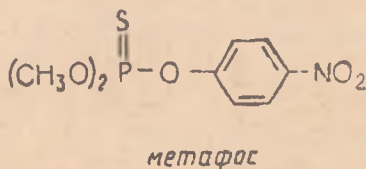
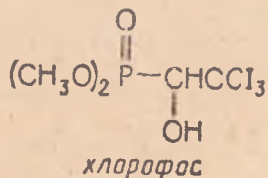
По своему химическому составу пестициды разнообразны, большинство имеет сложное строение. На основе знаний из курса органической химии учитель имеет возможность ознакомить учащихся с составом и строением лишь некоторых из них.

Из хлорорганических препаратов перспективен инсектицид гексахлорбутадиен:



Препарат применяется на виноградниках для борьбы с филлоксерой.

Широко применяются фосфорорганические препараты: хлорофос, метафос, карбофос и др. Эти инсектициды не накапливаются в почве, нетоксичны, быстро разлагаются под действием почвенных микробов на фосфорную кислоту и другие малотоксичные соединения. Приводим формулы некоторых из этих препаратов:



Фосфорорганические препараты обладают системным действием, т. е. способны передвигаться по сосудистой системе растений, что упрощает их защиту от сосущих и листогрызущих насекомых, в частности от растительноядных клещей.

Учащимся нужно предложить подумать, производными каких классов органических соединений, изученных в основном курсе, являются рассмотренные хлор- и фосфорорганические препараты.

Высокой инсектицидной активностью обладают эфиры замещенных карбаминовых кислот, нитропроизводные фенолов и соединения других классов. Примеры некоторых из них можно привести на основе справочной литературы.

Необходимо обратить внимание учащихся на принципиально новые способы борьбы с вредными насекомыми — использование физиологически активных веществ, управляющих развитием и поведением животных. Путем микробиологического синтеза созданы препараты, называемые феромонами. Феромоны по своему строению близки к веществам, с помощью которых насекомые привлекают особей противоположного пола, что позволяет с помощью этих препаратов собирать большое количество вредителей в специальные ловушки и уничтожать их. Хотя феромоны пока дороги, однако применение их экономически выгодно, так как расход ничтожно мал ( $10^{-10}$ — $10^{-12}$  г на одну приманку). Перспективно применение стероидных соединений, влияющих на цикл развития насекомых.

Из группы гербицидов следует остановиться на производных уксусной кислоты — 2,4Д и 2М-4Х. Указываем, что 2,4Д — это сокращенное обозначение 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты, а 2М-4Х — 4-хлор-2-метилфеноксиуксусной кислоты. Предлагаем учащимся подумать о строении молекул этих соединений.

Названные гербициды применяют на посевах зерновых культур. Разработаны десятки новых препаратов, уничтожающих сорную растительность. Перспективны фенозан (применяется для борьбы с сорняками на свекольных полях), линодан, базудин и др. Большинство гербицидов имеет сложное строение, получают их на основе фенола, карбоновых кислот, гетероциклических соединений (например, триазина), мочевины, карбаминовой и бензойной кислот и других соединений. На занятии надо в первую очередь охарактеризовать те из гербицидов (привести формулу, указать характер действия и способы применения), которые используются в местном хозяйстве. Сведения о гербицидах можно взять у агронома колхоза или совхоза и узнать из справочной литературы. С внешним видом гербицидов, запахом учащиеся знакомятся по коллекции.

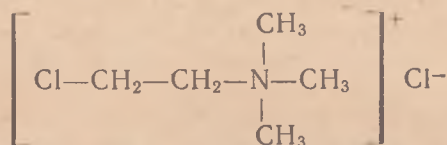
Заканчивая изучение ХСЗР, разъясняем учащимся, что к 1985 г. потребность в гербицидах в нашей стране будет полностью удовлетворена. В результате защита посевов от сорной растительности на каждом гектаре будет сберегаться 2—3 ц зерна, от 12 до 20 ц картофеля, овощей и других культур.

Химизация сельского хозяйства предусматривает применение



средств, управляющих процессами роста и развития растений. Давно уже применяются ростовые препараты группы гиббереллинов (производные терпенов), ауксины, цитокинины и др. При обработке посевов кукурузы гиббереллинами прибавка зеленой массы составляет 20—25%, люцерны — 25—30%, картофеля — 18—20%, томатов — 15—25%. Расход препарата на один гектар составляет всего 20—40 г.

Большое практическое значение имеют препараты, замедляющие рост растений (антигиббереллины), например хлорхолинхлорид, его формула:



По внешнему виду препарат представляет собой бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде. По химическому составу это производное аминспирта холина. Препарат хлорхолинхлорида применяется против полегания зерновых культур. По своему физиологическому действию на растения он относится к так называемым ретардантам, т. е. веществам, подавляющим рост растений (лат. *retardatio* — замедление, задержка). У злаков после обработки препаратом укорачивается и утолщается соломина, формируются короткие и широкие листья интенсивно зеленого цвета. Растение становится устойчивым против полегания, наносящего большой ущерб урожаю.

Обрабатываются растения раствором препарата хлорхолинхлорида в фазе кущения или выхода в трубку путем опрыскивания.

О других препаратах, управляющих ростом и развитием растений (например, синтетических ауксинах, дефолиантах, этилене, ускоряющем созревание плодов, и т. д.), можно заслушать короткие сообщения, подготовленные учащимися по указанной учебником литературе.

Знакомя учащихся с применением минеральных удобрений и пестицидов, важно обратить внимание на соблюдение правил техники безопасности при работе с этими веществами. Учащиеся должны знать, что к работам допускаются лица, достигшие 18 лет и не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья, прошедшие специальный инструктаж по технике безопасности, хорошо знающие правила обращения с удобрениями и химическими препаратами.

О том, что пестициды токсичны, известно каждому. Но для здоровья безразличны и минеральные удобрения. Некоторые из них (суперфосфат, аммиачная селитра) раздражают кожу. Опасно попадание удобрений в глаза (например, при смешивании или разбрасывании на ветру). Суперфосфат разъедает одежду, кожаную обувь, азотные и калийные удобрения просаливают ее,

поэтому с удобрениями работают в спецодежде (резиновая обувь и рукавицы, комбинезон), глаза защищают предохранительными очками. Особые предосторожности соблюдают при работе с безводным жидким аммиаком, аммиачной водой. Во время работы с удобрениями и пестицидами нельзя курить, принимать пищу. По окончании работы следует тщательно вымыть руки, лицо теплой водой.

Подробные правила техники безопасности приведены в справочнике «Охрана труда в сельском хозяйстве» (М., 1980).

**Роль химии в животноводстве.** В теме изучаются следующие вопросы:

1. Использование в животноводстве минеральных добавок.
2. Обогащение кормов незаменимыми аминокислотами.
3. Применение физиологически активных веществ (ферментов, витаминов, антибиотиков).
4. Значение кормовых дрожжей в повышении продуктивности животноводства.
5. Применение химических препаратов в кормоприготовлении. Консерванты и их роль в сохранении питательной ценности кормов.
6. Полимерные материалы в животноводстве.
7. Майский (1982 г.) и октябрьский (1984 г.) Пленумы ЦК КПСС о мерах по созданию кормовой базы для животноводства.

Основные методы изучения этой темы: лекция учителя, доклады учащихся, выступление специалиста сельского хозяйства (зоотехника, ветеринара).

Рассказывая о минеральных кормовых добавках, обращаем внимание учащихся на возрастающую роль кормовых фосфатов. Фосфор — чрезвычайно необходимый элемент для организма животного. Он входит в состав клеток и тканей, некоторых ферментов, участвует в процессах дыхания, деления клеток, выполняет важную роль в энергетике организма, в передаче наследственных свойств. Недостаток фосфора вызывает тяжелые заболевания, бесплодие.

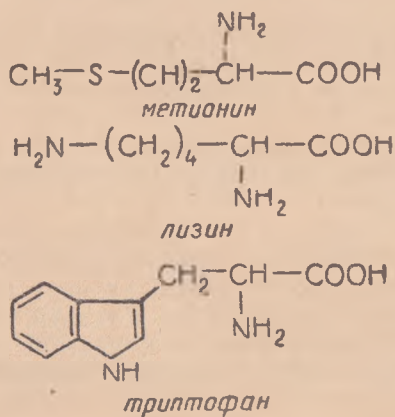
Химическая промышленность выпускает несколько видов кормовых фосфатов: фосфаты калия, натрия, аммония (учащиеся приводят формулы солей). Фосфаты обогащают добавками, содержащими натрий, хлор, серу, железо, микроэлементы, витамины, ферменты. В качестве добавок применяют также кислые фосфаты и слабый раствор фосфорной кислоты. Эти вещества одновременно выполняют роль консервантов кормов.

Отмечаем, что к кормовым фосфатам предъявляются очень высокие требования: они не должны содержать вредных примесей, особенно фтора, мышьяка и свинца, должны быть растворимыми в воде или в слабой (0,4%-ной) хлороводородной кислоте. Фосфаты применяют в виде гранул, растворов или «лизунцов». Благоприятно влияя на физиологические процессы в животном организме, кормовые фосфаты ускоряют рост и развитие живот-

ных, повышают их продуктивность. Каждый рубль, затраченный на кормовые фосфаты, дает от 10 до 20 руб. прибыли.

Повышают продуктивность животноводства добавки, содержащие микроэлементы: марганец, цинк, кобальт, медь, бор и др. Рассказываем (или заслушиваем сообщения учащихся) о роли отдельных микроэлементов в животном организме и о последствиях, к которым приводит их отсутствие в кормах, об источниках микроэлементов. Например, перспективно извлечение микроэлементов из производственных стоков некоторых химических и металлургических предприятий. Утилизация стоков экономически выгодна и полезна с экологической точки зрения.

Особое внимание уделяем использованию в животноводстве аминокислот. Учащиеся вспоминают состав и строение аминокислот (из биологии и химии), приводят примеры. Даем понятие о незаменимых аминокислотах. Их восемь: метионин, лизин, триптофан, валин, лейцин, изолейцин, треонин и фенилаланин. Организм животных не может их синтезировать и должен получать в готовом виде. Приводим формулы трех незаменимых аминокислот, получивших практическое применение в кормовых рационах:



Метионин — ценнейшая аминокислота, обогащающая корма. Он поставляет метильные группы для биосинтеза в организме различных биологически активных соединений — адреналина, холина и др., является источником серы для образования аминокислоты цистеина. При недостатке лизина животные плохо растут и развиваются. Лизина мало в кормах, и его необходимо добавлять в кормовые рационы. Подсчитано, что одна тонна лизина позволяет снизить расход кормового зерна на 125 т. При этом дополнительно можно получить, например, свинины 15 т, а яиц — 250 тыс. штук.

Кроме лизина и метионина, животным нужен триптофан и другие незаменимые аминокислоты. Если полностью сбалансировать корма по аминокислотному составу, то экономичность животноводства возрастет на 20%. Полное обеспечение животных амино-

кислотами — наиболее эффективный путь химизации сельского хозяйства.

Получение многих аминокислот осуществляется наиболее дешевым методом синтеза — микробиологическим. Метионин же выгодно изготовлять химическим способом. Выполнение Продовольственной программы в значительной степени зависит от микробиологической промышленности, которая сейчас быстро развивается. Кроме аминокислот, она поставляет сельскому хозяйству и другие препараты, например кормовые дрожжи, кормовой белок, витаминные концентраты и бактериальные удобрения.

О применении в животноводстве консервантов, полимерных материалов можно заслушать сообщения учащихся. В сообщениях они должны подчеркнуть экономическую эффективность применения этих веществ. Например, использование консервантов (муравьиной кислоты, бисульфата натрия, пентаэритрита и др.) дешевле, чем применение других способов подготовки кормов к длительному хранению. В кормах лучше сохраняются питательные вещества, их легко обогатить различными добавками (микроэлементами, ферментами, витаминами). Применение муравьиной кислоты в качестве консерванта повышает надой молока на 12%, расход кормов значительно сокращается. Учащимся можно предложить подумать, из какого исходного сырья и с помощью каких реакций можно получить муравьиную кислоту (связь с органической химией).

В заключение необходимо ознакомить учащихся с задачами, намеченными Продовольственной программой СССР в области животноводства. Выполнению этих задач способствует химизация животноводства. Намечено увеличить производство кормовых дрожжей и кормового лизина, поставить колхозам и совхозам в 1985 г. консервантов кормов не менее 110 тыс. т и в 1990 г. 380—400 тыс. т (1).

На занятии следует использовать данные о применении химических препаратов в местном хозяйстве, эти сведения учащиеся могут получить у специалистов хозяйства.

**Определение качества урожая.** Общие методические подходы, применяемые при изучении данной темы, такие же, как и при изучении агрохимических свойств почвы и минеральных удобрений. Сначала учащиеся знакомятся с теоретическими понятиями: качество урожая, показатели качества урожая, содержание в различных продуктах сельскохозяйственного производства важнейших питательных веществ и витаминов. Особо надо разъяснить задачи Продовольственной программы в повышении качества сельскохозяйственной продукции и снижении ее себестоимости. Лучше всего эти вопросы разобрать на примере конкретного местного хозяйства, получив сведения у руководителей и специалистов хозяйства, а еще лучше — пригласив их для беседы с учащимися.

Полезно предложить учащимся выполнить несложные экономические расчеты. Например, какой экономический эффект может

дать хозяйству внедрение нового сорта сахарной свеклы, содержащего более высокий процент сахара.

На практических занятиях учащиеся овладевают методами определения качества урожая: находят содержание сахара, белков, крахмала, сухих веществ в соке овощей, ягод, корнеплодов доступными методами. Знакомятся с теоретическими основами поляриметрии и рефрактометрии и при наличии приборов выполняют соответствующие анализы, руководствуясь описаниями в учебном пособии.

**Ознакомление учащихся с профессиями в области химизации сельского хозяйства.** С важнейшими профессиями в области химизации сельского хозяйства необходимо знакомить учащихся на протяжении всего факультативного курса. Более конкретные представления об отдельных профессиях и содержании труда учащиеся получают на экскурсиях и из бесед со специалистами сельского хозяйства.

Полученные знания и представления обобщаются на заключительном занятии. Учащиеся знакомятся с такими профессиями средней квалификации, как лаборант-агрохимик, агроном-агрохимик, машинист-оператор погрузочно-разгрузочных машин на складах минеральных удобрений, зоотехник, ветфельдшер. Но знание основ химизации сельского хозяйства необходимо представителям и других профессий: трактористу-машинисту, полеводу, животноводу-механизатору, плодоовощеводу, агроному закрытого грунта и др., так как им приходится иметь дело с удобрениями, пестицидами, кормовыми препаратами.

В характеристике профессии необходимо отметить следующее:

1. Содержание и характер труда представителей данной профессии.

2. Требования, предъявляемые к знаниям и умениям работников.

3. Пути приобретения профессии (техникум, ПТУ, курсовое обучение и др.). Пути, формы и условия повышения квалификации.

4. Условия труда и его оплата.

5. Лучшие представители данной профессии (в местном хозяйстве, районе, области, стране).

Полезно предложить слушателям факультативного курса выполнить индивидуальные или групповые задания по сбору сведений о важнейших профессиях и их описанию (составлению кратких профессиограмм). Например, такая работа проводится учителем химии Посевнинской средней школы Новосибирской области Н. С. Карбышевой во время экскурсий на сельскохозяйственные предприятия. Красочно оформленные описания профессий хранятся в кабинете химии и используются для проведения профориентационной работы.

Интересен опыт проведения заключительного занятия факультатива, посвященного профессиям, в форме конференции или урока трудовой славы. На заключительное занятие приглашаются

представители основных профессий, которые рассказывают о своей работе, трудовых успехах, отвечают на вопросы учащихся.

#### ЛИТЕРАТУРА

##### Для учителя

1. Продовольственная программа СССР на период до 1990 года и меры по ее реализации. Материалы майского Пленума ЦК КПСС 1982 года. М.: Политиздат, 1982.

2. Факультативный курс «Химия в сельском хозяйстве». — Химия в школе, 1983, № 3.

3. Орлова А. Н., Сударкина А. А., Евсеева И. И. Изучение факультативного курса «Химия в сельском хозяйстве». М.: Просвещение, 1981.

4. Авдонин Н. С. Агрехимия. М.: Изд-во МГУ, 1982.

5. Петербургский А. В. Основы агрохимии. М.: Просвещение, 1979.

6. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований. М.: Колос, 1980.

7. Асаров Х. К., Замяткин Г. А. Методика практикума по агрохимии. М.: Просвещение, 1974.

8. Раздымалин И. Ф. Обучение школьников применению удобрений. М.: Просвещение, 1968.

9. Санин М. А. Краткий справочник по ядохимикатам. М.: Московский рабочий, 1982.

10. Удобрения. Их свойства и способы использования/Под ред. Д. А. Коренькова. М.: Колос, 1982.

##### Для учащихся

11. Сударкина А. А., Евсеева И. И., Орлова А. Н. Химия в сельском хозяйстве. М.: Просвещение, 1981.

12. Асаров Х. К. Практикум по агрохимии. М.: Просвещение, 1974.

13. Соколовская А. А., Унанянц Т. П. Краткий справочник по минеральным удобрениям. М.: Химия, 1977.

14. Литвак Ш. И. Фосфор на службе урожая. М.: Просвещение, 1984.

15. Орлова А. Н., Литвак Ш. И. От азота до урожая. М.: Просвещение, 1983.

16. Копанева Э. М. Школьнику о рабочих профессиях: Сельское хозяйство. М.: Просвещение, 1976.

#### Глава IX

##### МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ИЗУЧЕНИЯ ФАКУЛЬТАТИВНОГО КУРСА «ХИМИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Цель факультативного курса «Химия в промышленности» — вооружить учащихся средних общеобразовательных школ знаниями основ современной химической технологии на примере изу-

чения важнейших химических, нефтехимических и металлургических производств, содействовать формированию у них потребности к трудовой деятельности на химических предприятиях (2, с. 47).

Содержание курса и методика его преподавания разработаны Д. А. Эпштейном с сотрудниками (1, 3, 14). Отбирая учебный материал для факультатива, Д. А. Эпштейн исходил из следующих предпосылок: «...факультативный курс должен вооружать учащихся знанием общих закономерностей химической технологии и умением использовать эти знания для решения большого круга вопросов, и прежде всего для определения оптимальных условий управления производственными процессами» (3, с. 69). Таким образом, факультативный курс ориентирует не на изучение многих производств, а на ознакомление с наиболее общими понятиями, закономерностями и принципами химической технологии путем постепенного их раскрытия на примере небольшого ряда конкретных производств. Таким образом, в основу преподавания этого курса положен сформулированный В. И. Лениным политехнический принцип, который «не требует обучения *всему*, но требует обучения *основам* современной индустрии *вообще...*»<sup>1</sup>.

В процессе изучения факультативного курса необходимо решать следующие задачи:

1. Проводить идейно-политическое и патриотическое воспитание учащихся на основе ознакомления их с постановлениями партии и правительства в области химизации народного хозяйства и развития химической промышленности. Знакомить школьников с итогами выполнения народнохозяйственных планов, с достижениями ученых-технологов, работников химических предприятий. Важно показывать преимущества плановой социалистической системы хозяйствования перед капиталистической.

2. Вооружать учащихся знаниями о современном химическом производстве как важнейшей отрасли народного хозяйства. Ознакомить их с целями, методами, возможностями химической технологии, ее историей, современным состоянием и связями с другими науками.

3. Углублять и развивать теоретические основы химии и показать их приложение к конкретным химическим производствам.

4. Развивать инженерно-техническое мышление учащихся при изучении химических производств на занятиях и при ознакомлении с местными предприятиями. Вооружать учащихся экономическими знаниями.

5. Формировать готовность школьников к общественно полезному, производительному труду в химическом производстве, знакомить их с наиболее массовыми химическими профессиями.

6. Дать представление о мерах по охране окружающей среды, формировать экономическое мышление учащихся.

---

<sup>1</sup> Ленин В. И. О воспитании и образовании. 3-е изд. М.: Просвещение, 1973, с. 551.

Факультативный курс опирается на неорганическую и органическую химию, способствует более глубокому изучению основного курса. На занятиях получают развитие такие химико-технологические понятия, как «сырье», «химический продукт», «условия производственного процесса и факторы их выбора» (концентрация реагирующих веществ, давление, температура, катализаторы, чистота реагирующих веществ и др.), «классификация химических реакций, лежащих в основе производства», «непрерывные и периодические процессы», «циркуляция веществ», «теплообмен» и т. д. Учащиеся знакомятся с аппаратами и их назначением, путями механизации и автоматизации производства, его энергооборужением, транспортными средствами. В круг изучаемых вопросов входят средства для поддержания оптимальных условий процессов, контроль и управление производством. Рассматриваются вопросы охраны труда, техника безопасности, пути сохранения окружающей среды. Учащиеся получают представление о содержании труда работников химических производств и важнейших массовых профессиях. Важно ознакомить учащихся и с некоторыми экономическими понятиями. Изучение общих принципов и важнейших технологических понятий конкретизируется при рассмотрении отдельных химических производств. В конце курса предусмотрено ознакомление учащихся с перспективами развития химической технологии как науки и химического производства в целом.

В зависимости от местных условий учитель может вместо одних производств, рекомендуемых для изучения программой, выбрать другие. При этом ему следует отдавать предпочтение тем производствам, на которых можно раскрыть основные технологические понятия. Важно, чтобы предприятия имели современное техническое оснащение, доступное для изучения.

Наиболее целесообразно вводить изучение факультативного курса «Химия в промышленности» в школах, расположенных территориально недалеко от химических предприятий, с которыми она может установить тесную связь, это выгодно и школе, и предприятию: учащиеся лучше изучат основы химического производства и производственную жизнь предприятия, а предприятие в дальнейшем сможет пополнять свой трудовой коллектив из числа выпускников школы, ориентированных на химические профессии.

Усовершенствованная программа факультативного курса (2) включает 14 небольших тем, рассчитанных на 2—8 ч. Распределение учебного материала по двухчасовым или одночасовым занятиям проводится по усмотрению учителя.

В этой главе рассматриваются общие методические принципы изучения данного факультатива в школе.

**Межпредметные связи.** Основное содержание факультатива «Химия в промышленности» составляют элементы химической технологии. На первом занятии при определении понятия химической технологии важно подчеркнуть комплексный характер этой



науки, использующей данные других теоретических и прикладных наук: химии (общей, неорганической и органической), физики, биологии, математики, электротехники, механики и др. В последующем преподавании курса учитель постоянно опирается на знания учащихся, полученные ими ранее. Прежде всего используются химические знания — как теоретические, необходимые для объяснения научных принципов химического производства, так и практические. Учащиеся имеют довольно полные представления о производстве серной и азотной кислот, аммиака, чугуна, стали и алюминия, ознакомлены с нефтехимией и коксохимическим производством, имеют общее понятие о некоторых других производствах. Это необходимо учитывать и при проведении занятий повышать степень самостоятельности учащихся.

В данном факультативе используются из курса физики многие понятия, которые в свое время раскрывались в темах: «Давление жидкостей и газов», «Изменение агрегатных состояний вещества», «Основы динамики», «Законы сохранения», «Тепловые явления», «Первый закон термодинамики», «Электрический ток в различных средах» и др.

Знание математики необходимо при выполнении различных вычислений, которые производят учащиеся, решая химико-технологические задачи, например определяя стехиометрические и практические выходы продукта, составляя материальные балансы, вычерчивая графики и диаграммы.

На факультативных занятиях применяются, кроме того, географические (размещение химических предприятий, месторождений минерального сырья и других полезных ископаемых) и биологические понятия (источники растительного и животного сырья, вопросы экологии и охраны окружающей среды и др.).

В качестве примера рассмотрим вопросы, используемые для установления межпредметных связей при изучении первой темы данного факультативного курса (табл. 18).

Из данной таблицы следует, что, используя знания учащихся из разных курсов, в основу изучения этой темы можно положить метод беседы, а также самостоятельную работу учащихся, в частности, по решению расчетных задач и составлению материальных балансов.

**Проблемный подход.** В преподавании данного курса важное значение имеет проблемный подход, возможности которого подробно рассмотрены в работах Д. А. Эпштейна (1, 3, 14). Сущность его заключается в том, что учащиеся на основе химических, физико-химических, экономических данных, расчетов, лабораторных опытов, справочных сведений сначала высказывают свои предположения об оптимальных условиях проведения технологических процессов в том или ином производстве: о сырье, условиях проведения реакций, конструкции аппаратов, технологической схеме производства и т. д. Они выступают как бы в роли инженеров-конструкторов, проектантов, изобретателей. Высказанные учащимися предположения и выводы затем сопоставляются

Т а б л и ц а 18. Характеристика сырья и продуктов химической промышленности

Изучаемые вопросы	Связь с основным курсом химии и межпредметные связи
<p>Понятие о сырье. Минеральное сырье: рудное, нерудное, горючее. Растительное и животное сырье.</p> <p>Комплексное и более полное извлечение полезных компонентов из руд. Разработка бедных и сложных месторождений.</p>	<p>Химия. Химический состав и свойства минерального сырья. Биология. Источники получения растительного и животного сырья. География. Месторождения ископаемых видов сырья.</p> <p>Химия. Химические реакции, лежащие в основе процессов извлечения полезных компонентов из руд. Обогащение руд. Физика. Физические процессы, лежащие в основе флотации. География. Природные ресурсы и их комплексное использование. Биология. Охрана и восстановление природы на месте выработок. Рекультивация почв.</p>
<p>Воздух — важнейшее химическое сырье.</p>	<p>Химия. Состав воздуха. Свойства кислорода. Реакция окисления. Использование кислорода в химических и металлургических производствах. Азот, его свойства и применение. Биология. Роль кислорода в жизни растений и животных. Значение зеленых растений в пополнении запасов кислорода в земной атмосфере.</p>
<p>Вода и ее значение в химическом производстве.</p>	<p>Химия. Вода как химический реагент. Вода как растворитель. Физика. Теплота. Теплопроводность. Вода как теплоноситель. Закон сохранения энергии. Биология. Роль воды в жизни природы. Проблема охраны водоемов. География. Водные ресурсы страны. Круговорот воды.</p>
<p>Понятие о химических продуктах. Требования к продуктам.</p>	<p>Химия. Классификация веществ. Физика. Физические свойства, агрегатное состояние вещества. Константы.</p>
<p>Понятие о стехиометрических и практических выходах продуктов химических реакций, пути их повышения. Составление балансов технологических процессов и вычисление практических выходов.</p>	<p>Химия. Закон сохранения массы веществ. Закон объемных отношений. Химические уравнения и расчеты на их основе. Математика. Решение уравнений с одним неизвестным. Пропорции. Графики и их составление. Умение пользоваться микрокалькулятором.</p>

с реальными условиями производства. Подобный подход можно рассматривать как разрешение поставленных на занятии проблем химической технологии.

Помимо учебных проблем, на факультативных занятиях по этому курсу можно выдвигать и обсуждать научные проблемы, которых немало в химической технологии: проблемы фиксации атмосферного азота, безотходных производств, размещения химических производств на территории страны, повышения экономической эффективности производства, экологические и другие проблемы.

Рассмотрим, как можно применить проблемный подход при изучении темы «Фиксация атмосферного азота».

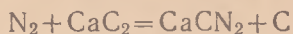
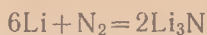
Предлагаем начать изучение с обсуждения биологической роли азота. Сначала выясняется этимология названия элемента «азот». Что означает это название? Известно, что греческое слово *zoos* переводится «живой», приставка «а» означает «отрицание». Буквальный перевод названия элемента — «безжизненный». Справедливо ли такое название для этого элемента? Обсуждение вопроса выявляет противоречивость мнений учащихся: «Азот — безжизненный газ, в атмосфере чистого азота невозможна жизнь». «Без азота невозможна жизнь, этот элемент входит в состав белков и других важных для жизни веществ. Азот необходим растениям, его вносят в почву в составе удобрений». Противоречивость мнений учащихся подтверждается словами Д. Н. Прянишникова: «Ряд противоположностей связан со словом «азот»: с одной стороны, это «нежизненный газ», а с другой стороны — нет жизни без азота»<sup>1</sup>. Почему так было сказано ученым-агрохимиком об азоте? От обсуждения этого вопроса нетрудно перейти к проблемам «азотного голода» и синтеза азотных соединений. Суть проблемы — противоречие между широким распространением азота воздуха и невозможностью использования его растениями. Разрешение проблемы осуществляем в ходе поисковой беседы по следующему плану: а) природные источники азота; б) биогенная роль азота; в) биологический круговорот азота в природных условиях; г) нарушение человеком в результате хозяйственной деятельности равновесия между накоплением в почве соединений азота и их потреблением растениями; д) возможные пути восполнения азотного дефицита в почве и необходимость получения азотных соединений путем связывания свободного азота атмосферы.

Учащимся предлагаем решить, путем каких известных им реакций можно получить из свободного азота его соединения. Они обычно знают два способа: окисление азота кислородом и синтез аммиака.

Дополнительно указываем на возможность получения нитридов или цианамидов кальция по реакциям:

---

<sup>1</sup> Прянишников Д. Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1945, с. 6.



Обращаясь к истории решения азотной проблемы, указываем, что все эти способы были реализованы в практике, но повсеместное распространение получил синтез аммиака из азота и водорода. Учащимся предлагаем сравнить условия протекания каждой реакции и обосновать распространение синтетического способа получения аммиака. Попутно предлагаем обсудить возможность получения оксида азота (II). Перспективен ли этот способ? Какие необходимы для этого условия?

Вторая часть занятия — технология синтеза аммиака — также может быть рассмотрена с применением проблемного подхода. Исходя из характеристики реакции синтеза аммиака как простой, обратимой с неблагоприятным положением равновесия, экзотермической, гетерогенно-каталитической, учащиеся стараются решить технологические проблемы, связанные с выбором оптимальных давления и температуры, применением циркуляционного процесса, оценкой состава азотоводородной смеси, особенностями устройства реактора и др.

Важно обсудить и экономические проблемы. Например, какой экономический эффект может дать повышение мощности колонны синтеза? Можно ли безгранично увеличивать мощность реактора или этому есть предел (учесть экономический эффект)?

**Принцип историзма.** Интерес у учащихся к изучению основ химической технологии возрастает, если при ознакомлении с конкретными химическими производствами приводить исторические сведения. Учащихся интересуют социальные и экономические предпосылки возникновения химического производства, его становление и развитие, взаимодействие науки и технологии, влияние производства на научно-технический прогресс, биографии ученых-технологов, история отдельных химических предприятий. Исторические сведения, включаемые в содержание занятий, способствуют идейно-политическому и патриотическому воспитанию учащихся, воспитывают пролетарский интернационализм, любовь к родному краю. Они помогают лучше усвоить программный материал.

Историческому факту можно найти место в любом разделе курса. Например, в теме «Фиксация атмосферного азота» учитель в историческом плане рассматривает способы получения соединений азота, показывает деятельность ученых А. Ле-Шателье, В. Нернста, Ф. Габера и др. в исследовании равновесия аммиака с азотом и водородом, сообщает сведения о развитии азотной промышленности в нашей стране, знакомит с историей предприятий родного края.

Исторические сведения (факты, справки, даты и др.) учитель может включить непосредственно в рассказ, лекцию, объяснение; он может привлечь иллюстративный материал (портреты, фото-

графии и др.), дать задание учащимся самостоятельно по указанной литературе подготовить сообщение по истории производства, жизни и деятельности ученого или возникновения и развития научной идеи. В связи с производственной экскурсией в содержание коллективных и индивидуальных заданий следует включать сбор сведений по истории предприятия.

Факультативные занятия дают учителю больше возможности, чем уроки основного курса для ознакомления учащихся с вопросами истории науки и производства.

**Самостоятельная работа учащихся.** Назовем некоторые виды и формы самостоятельной деятельности учащихся, применяемые в курсе «Химия в промышленности»: на классных занятиях — работа с текстом учебного пособия и справочной литературой, составление и решение расчетных задач с производственным содержанием, чтение и вычерчивание технологических схем, выполнение лабораторных опытов, составление материальных балансов; в свободное от занятий время — работа с учебным пособием и дополнительной литературой, составление и решение задач, подготовка рефератов, сообщений и докладов, изготовление различных учебных пособий (коллекций, диаграмм, таблиц, схем, моделей, макетов и т. п.), оформление отчетов об экскурсиях.

**Экскурсии на химические предприятия. Ознакомление учащихся с производственной жизнью предприятия.** Производственные экскурсии — одна из важнейших форм учебно-воспитательной работы учащихся при изучении факультатива «Химия в промышленности». Экскурсии необходимо проводить систематически. Вместе с тем не всегда имеется возможность показать учащимся именно то производство, которое изучается по программе. Тем не менее на любом химическом предприятии можно ознакомить учащихся с общими научными принципами производства, однотипными аппаратами и установками, раскрыть технологические понятия, организацию современного химического производства.

Следует отметить, что общий проблемный подход, применяемый в преподавании факультатива «Химия в промышленности», эффективен и на экскурсиях. Часто проблемы, которые обсуждались на занятии, получают разрешение при посещении предприятия. Именно здесь ученики имеют возможность сопоставить предложенные ими в классе технологические схемы, условия течения реакций с реальными объектами и явлениями (1, с. 10).

Реформа общеобразовательной и профессиональной школы ставит перед учителем важную задачу — знакомить учащихся с производственной жизнью предприятия, раскрывать содержание труда представителей различных профессий, проводить целенаправленную профориентацию учащихся. Эту задачу можно успешно решать через производственные экскурсии, о чем свидетельствует опыт передовых учителей.

Расскажем, как знакомит своих учеников с производственной жизнью местных химических предприятий и ориентирует их на химические профессии заслуженный учитель школы РСФСР

А. Н. Фаломкина (г. Новосибирск, школа № 88). Работу по профориентации учащихся учительница проводит в системе, включающей уроки химии, факультатив, производственные экскурсии, работу в школьном химическом музее и внеклассные мероприятия. Систематически в школе или на предприятиях проводятся завершающие этапы этой работы — уроки трудовой славы.

Перед экскурсией на предприятие учащиеся самостоятельно по литературе и материалам школьного музея знакомятся с этим предприятием, готовят рефераты по его истории. На самой экскурсии помимо ознакомления с технологией и научными принципами производства учащиеся выясняют детали истории предприятия, народнохозяйственное значение выпускаемой продукции, экономические связи, наблюдают за работой операторов, аппаратчиков, вальцовщиков и других представителей химических профессий. В беседе с руководителями узнают о роли их предприятия в народном хозяйстве города, области, страны, о перспективах его развития в текущей и последующих пятилетках.

Инициативной группе учащихся поручают подготовку урока трудовой славы, на который приглашаются представители администрации завода, инженеры, лучшие рабочие, ветераны труда. Урок проводится в форме беседы, заслушиваются выступления представителей предприятия и учащихся — слушателей факультатива.

Один из уроков, проведенный в школе № 88, был посвящен Новосибирскому химическому заводу. В беседе с директором завода ученики выяснили, какая проводится работа на предприятии по внедрению в производство передовой технологии, как связан завод с научными институтами Новосибирского академгородка и что дает наука производству, какую роль играет молодежь в решении производственных проблем. Перед учащимися выступили представители отдельных профессий, ветераны производства. Бывший главный инженер завода Б. Г. Накрохин поделился воспоминаниями о работе завода в условиях военного времени после эвакуации из г. Кусково Московской области и трудностях, которые пришлось пережить коллективу. Бригадир бригады коммунистического труда рассказала о своем трудовом пути, успехах бригады, о выполняемой ею работе депутата областного Совета. Секретарь комитета ВЛКСМ, резчица завода ответила на вопросы учащихся о жизни комсомольской организации и роли молодежи в повышении производительности труда.

Уроки трудовой славы проводятся и непосредственно на предприятии после ознакомления с производством. Такой урок был проведен учителем А. Н. Фаломкиной на фармацевтическом заводе. Учащиеся не только могли наблюдать за работой представителей разных профессий: оператора-машиниста, аппаратчика, технолога, упаковщицы и др., но и многое узнать об этих профессиях из выступлений передовиков производства на уроке, задать им вопросы о путях получения профессии, условиях труда и заработной плате. Учащиеся имели возможность в реальной

производственной обстановке соотнести с объективными требованиями, которые предъявляются к различным профессиям, свои личные профессиональные намерения.

После проведения каждого такого урока слушатели факультатива оформляют альбомы трудовой славы. Эти наглядные пособия пополняют фонды школьного химического музея и используются в школе для профориентации.

**Химический эксперимент в курсе «Химия в промышленности».** Включение в состав занятий демонстрационных и лабораторных опытов значительно повышает интерес учащихся к факультативному курсу. Программа факультативного курса «Химия в промышленности» специально не предусматривает химический эксперимент. Но для достижения целей обучения в этом курсе необходимо применять химический эксперимент и как средство, и как метод обучения. Учитель, исходя из содержания программы и возможностей химического кабинета, отбирает демонстрационные и лабораторные опыты. Можно продемонстрировать получение серной кислоты контактным способом, синтез аммиака, получение азотной кислоты и минеральных удобрений, сухую перегонку каменного угля, крекинг нефтепродуктов, некоторые синтезы органических соединений. Учащиеся проводят в лаборатории опыты, иллюстрирующие свойства сырья и продуктов или закономерности протекания химических реакций. Как лабораторные можно провести некоторые опыты по получению веществ (синтез фенолформальдегидной смолы и др.).

Демонстрационные опыты желательно проводить с позиций частичного-поискового или исследовательского общего метода.

Демонстрация опытов, иллюстрирующих производственные процессы в лабораторных условиях, должна проходить со строгим соблюдением правил техники безопасности, так как придется иметь дело с повышенными количествами реактивов, некоторые из которых ядовиты, взрывоопасны или горючи (хлор, водород, углеводороды). Опыты часто продолжительны по времени.

Следует соблюдать следующие важнейшие требования:

1. Правильно собрать прибор и предварительно проверить его узлы и соединения на герметичность и надежность.

2. Проверить перед демонстрацией, не создалась ли замкнутая система в результате перегибания трубок, их закупоривания или неправильного монтажа деталей прибора.

3. Обязательно проверить горючие газы (водород, углеводороды) на чистоту.

4. Проводить опыты в строгом соответствии с описанием (с указанными в инструкции массами веществ, концентрациями, условиями).

5. При использовании в опытах горючих и легковоспламеняющихся веществ не оставлять на столе склянки с большими количествами таких веществ.

6. Предусмотреть защитные меры по противопожарной без-

опасности: оградительный прозрачный экран со стороны учащихся, защитные очки для демонстратора, средства тушения огня. При необходимости опыт следует проводить в вытяжном шкафу.

При выполнении лабораторных опытов соблюдаются общие правила техники безопасности. При этом в каждом конкретном случае учитель дает дополнительные указания по обращению с веществами и приборами.

**Применение средств наглядности.** Важным условием эффективного преподавания факультатива является применение различных средств наглядности, которые ни в одном факультативном курсе не имеют такого большого познавательного значения, как в данном. Комплекс средств наглядности включает технологические схемы разных производств и схемы реакторов, разборные, объемные и плоскостные модели (в том числе и динамические) аппаратов, реакторов, механизмов, узлов различных производств, кинофильмы, диафильмы, диапозитивы, коллекции исходного сырья и готовых продуктов и др. Многие учебные пособия могут изготовить учащиеся, выполняя индивидуальные или групповые задания, в частности модели, воспроизводящие внешний вид аппаратов и реакторов и их внутреннее устройство. Целесообразно изготовить наборы плоскостных моделей и отдельных узлов для составления технологических схем с использованием магнитной доски или специального стенда.

Изготовление моделей химических производств и методика их применения в учебном процессе описаны в литературе (6, 12).

**Экологическое воспитание и образование учащихся.** В курсе «Химия в промышленности» важное место занимают вопросы экологического воспитания и образования учащихся. Понятие об экологии как науке о взаимодействии организма и среды учащимся известно из курса биологии. На первом (вводном) занятии необходимо обратить внимание учащихся на то, что современный технический прогресс, в том числе развивающееся химическое производство, создает постоянную угрозу существующему экологическому равновесию. Экологические проблемы теперь приобрели глобальный характер и беспокоят все человечество.

Изучение конкретных производств дает возможность показать, какие природоохранные мероприятия и средства применяются в них: изменения в технологии, очистные сооружения, контроль за содержанием вредных примесей в окружающей предпринимательской среде. Необходимо подчеркивать, что любое нарушение технологического режима, пренебрежение защитными мерами на химическом заводе может нанести труднопоправимый вред окружающей среде. В периодической печати часто дублируются критические материалы по проблемам охраны природы. Их следует использовать в учебном процессе, формируя отрицательное отношение у учащихся к фактам нанесения вреда природе.

Задача учителя — разъяснить сущность партийных и советских документов по вопросам охраны природы: решений XXV и



XXVI съездов партии, последних Пленумов ЦК КПСС, постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 6 января 1973 г. «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов», статей Конституции СССР, в которых говорится, что в интересах настоящего и будущего поколений в СССР принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного использования земли и ее недр, растительного и животного мира, сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды и что граждане СССР обязаны беречь природу, охранять ее богатства.

Пути и средства экологического воспитания и просвещения учащихся в факультативном курсе различны. Основные из них следующие:

1. При изучении любого химического производства необходимо показывать, какое вредное воздействие на природу и на здоровье человека могут оказывать отходы этого производства.

2. Следует знакомить учащихся с защитными приспособлениями и технологическими решениями, применяемыми в конкретном производстве в целях предотвращения загрязнения воздуха, воды, почв. Учащимся нужно дать понятие о бесточных, безотходных, малоотходных и ресурсосберегающих технологиях, замкнутых циклах водопотребления, улавливании и утилизации отходов, а также отходящего тепла, об устройстве очистных сооружений, мощность которых в нашей стране возрастает ежегодно на 2,5 км<sup>3</sup>.

3. Во время проведения экскурсии следует ознакомиться непосредственно с работой очистных сооружений и устройств, собрать сведения о том, как на предприятии решается проблема охраны окружающей среды.

4. Организовать внеклассное чтение дополнительной литературы по экологическим проблемам, подготовку рефератов и докладов, изготовление альбомов, выпуск бюллетеней. При этом учащиеся должны использовать материалы, публикуемые на страницах научно-популярных журналов «Химия и жизнь», «Природа», «Техника — молодежи» и др., сборники «Земля людей» (изд-во «Знание»), брошюры подписных серий изд-ва «Знание»: «Человек и природа», «Химия», отдельные научно-популярные работы.

5. Организовать лекции, беседы специалистов, ученых, занимающихся экологическими проблемами, приглашение их на занятия.

Вся проводимая работа по экологическому воспитанию учащихся в итоге должна развить у учащихся отзывчивость к состоянию природы, чувств гражданского долга перед ней и готовность ее охранять (4, с. 46).

В заключение отметим, что интерес учащихся к факультативному курсу «Химия в промышленности» постоянно поддерживается использованием на занятиях различных методов обучения

(лекции, рассказы, беседы, дискуссии и выступления учащихся и приглашенных специалистов, коллективное обсуждение технологических проблем, конференции, демонстрации опытов и различные виды самостоятельной работы).

**Химическая профессия.** В заключительной теме факультатива знакомим учащихся с наиболее распространенными профессиями химического производства — аппаратчика, оператора, лаборанта, мастера, инженера.

Рассмотрим содержание квалификационной характеристики на примере профессии оператора. Учащимся разьясняем, что оператор — высококвалифицированный рабочий, управляющий работой сложного оборудования или установки и отвечающий за выполнение определенного технологического процесса или отдельной операции. В химической промышленности профессия оператора, как и аппаратчика, — ведущая. Оператор имеет дело со сложными технологическими установками, участками или линиями, где перерабатывается исходное сырье в промежуточный или конечный продукт.

Оператор химического или нефтехимического производства — специалист, технически образованный и квалифицированный. Ему обычно присваивается высокий квалификационный разряд — от 4-го до 6-го.

**Условия труда.** Оператор имеет дело со сложной техникой: аппаратами, установками, механизмами, контрольно-измерительными приборами (КИП), автоматизированными устройствами, поэтому от него требуется высокая ответственность, точность, внимательность, находчивость, оперативность действий. Оператор химического производства обычно работает в помещении, часто у дистанционного пульта управления химическим процессом, а оператору нефтехимического производства приходится работать как в помещении, так и на открытом воздухе.

**Содержание труда.** Оператор контролирует производственный процесс, управляет им. По показанию КИП судит о ходе технологического процесса: расходе сырья и вспомогательных материалов, температуре и давлении, соотношении потоков реагирующих веществ. В случае нарушения технологического режима выравнивает его. В его обязанности входит остановка и пуск аппаратов, их осмотр и текущий ремонт, простейшие виды анализа.

**Требования к подготовке.** Необходимое условие подготовки — получение будущим специалистом общего среднего образования, овладение им общетехническими и экономическими знаниями, усвоение принципов коммунистического мировоззрения.

**Профессиональные знания** включают: общие закономерности физических и физико-химических процессов, химической технологии, методы ведения процессов; устройство типовых аппаратов и принципы работы КИП; основы вычислительной техники, программирования, математической логики, управления процессом с помощью ЭВМ; конкретную технологию производства; методы

анализа, применяемые на данном производстве; технику безопасности труда и основные положения технадзора.

*Профессиональные умения и навыки оператора:* выполнение контрольно-учетных функций (наблюдения за показаниями КИП и ходом процесса по внешним признакам, замеры расхода сырья и выхода продукта, оценка качества сырья и готового продукта, записи в журнале хода процесса и др.); выполнение функций расчета и планирования, управления процессом и регулирования его, обслуживания оборудования и организации труда (подготовка установки или линии к работе, пуск, остановка, наблюдение за состоянием оборудования, текущий ремонт, содержание рабочего места в чистоте и порядке, соблюдение инструкций по технике безопасности и др.).

*Подготовка операторов широкого профиля.* Операторов готовят средние профессионально-технические училища. Оператором может стать и рабочий, пройдя специальную курсовую подготовку. Квалификационные разряды выпускникам ПТУ присваиваются в зависимости от результатов выпускных экзаменов и производственных показателей, достигнутых ими в период производственной практики. Свою квалификацию операторы повышают непосредственно на производстве. По мере повышения квалификации оператор может перейти на более сложную установку, например с автоматизированным управлением, или стать старшим оператором, начальником смены.

В заключение подчеркнем, что от работы операторов зависит выполнение плана цехом, предприятием, а также качество выпускаемой продукции. Труд оператора оценивается высоко. Лучшие из них награждаются орденами и медалями, удостоиваются почетных званий. Необходимо привести конкретные примеры лучших производственников местных химических предприятий.

Таким же образом знакомим учащихся и с другими профессиями. Более подробные характеристики профессий химического производства учитель найдет в литературе (7, 10, 11, 13).

**Химия и научно-технический прогресс.** В «Основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы» отмечается характер глубоких преобразований во всех сферах жизни людей — материальном производстве, общественных отношениях, духовной культуре. В нашей стране «...все шире разворачивается научно-техническая революция. Осуществляется переход к интенсивному развитию экономики. Реализуются крупномасштабные комплексные социально-экономические программы<sup>1</sup>. Школа должна готовить подрастающее поколение к решению этих грандиозных задач путем усиления политехнической, практической направленности преподавания как основных, так и факультативных курсов.

---

<sup>1</sup> О реформе общеобразовательной и профессиональной школы. М.: Политиздат, 1984, с. 37.

Идея связи обучения учащихся с жизнью, с практикой коммунистического строительства пронизывает содержание всех химических факультативов. На заключительных занятиях по всем курсам, и особенно по таким, как «Химия в промышленности», «Химия в сельском хозяйстве», необходимо сделать обобщения и привести данные, знакомящие учащихся с перспективными планами социального и экономического развития страны, основными направлениями химизации народного хозяйства. В основу этих занятий следует положить материалы апрельского (1985 г.) Пленума ЦК КПСС и Совещания в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса (11 июня 1985 г.).

Учащимся необходимо разъяснить, что важнейшим требованием жизни в настоящее время становится ускорение научно-технического прогресса как базы социально-экономического развития страны. На конкретных примерах раскрываем роль и место химической промышленности в научно-техническом прогрессе. В частности, отмечаем важность внедрения принципиально новой ресурсосберегающей технологии, способной резко повысить производительность труда, снизить себестоимость и улучшить качество продукции. Ускорение научно-технического прогресса зависит от использования в производстве современной техники, промышленных роботов, ЭВМ, устройств числового программного управления, открывающих путь к автоматизации всех стадий производственного процесса. Перспективно развитие таких технологий, как лазерная, плазменная, радиационная, мембранная, биологическая и другие. Учащимся разъясняем сущность указанных направлений. Например, о биотехнологии рассказываем, что это прикладное использование биологических агентов и процессов в промышленности, сельском хозяйстве и медицине. Современная биотехнология включает генетическую и клеточную инженерию, инженерную энзимологию (т. е. использование различных ферментов в качестве биологических катализаторов в промышленном производстве веществ), микробиологический синтез, использование возобновляемых биологических источников для производства энергии, биологические методы борьбы с загрязнением окружающей среды. Подчеркиваем, что сегодня одной из первоочередных задач является техническое перевооружение предприятий. В ближайшие годы в целом по стране предполагается поднять долю средств на реконструкцию в общем объеме капитальных вложений с одной трети до половины.

Обращается внимание учащихся на необходимость полного, комплексного использования природных ресурсов, а также вторичного сырья, отходов производства. Отмечаем, что природные ресурсы не безграничны, а используются они в обжитых районах всего лишь на 40—45%. Удорожается добыча руды, нефти, газа и других полезных ископаемых, так как важнейшие их месторождения переместились в труднодоступные районы страны. В связи с этим целесообразна глубокая переработка полезных ископаемых, а также продукции сельскохозяйственного произ-

водства, максимально полное извлечение всех полезных компонентов. Не менее важно использовать вторичное сырье, перерабатывать отходы, разрабатывать отвалы. Использование вторичного сырья высокоэффективно. Можно привести следующий пример: сталь, полученная из металлического лома, по удельным капиталовложениям в 25 раз дешевле выплавленной из природного сырья, а алюминий из вторичного сырья дешевле в 33 раза. Накопление же металлолома идет непрерывно, и этот процесс усиливается вместе с ускорением технического прогресса. Темпы роста последнего таковы, что через каждые десять лет техника морально устаревает и ее экономически выгодно отправлять на переплавку.

Особо подчеркиваем, что переработка вторичного сырья и утилизация отходов производства предотвращают загрязнение окружающей среды. Химическая технология должна «учиться» у природы. Так, например, в естественном круговороте органической материи в природе все отходы полностью утилизируются микробами, грибами и другими организмами. Химическая промышленность еще не достигла такого уровня, когда любой побочный продукт сразу же превращается в полезный. Но уже сегодня можно привести много положительных примеров решения этой проблемы. Например, на Нижнекамском нефтехимическом комбинате, выпускающем синтетические каучуки, долгое время не находили применения отходам стирольного производства. В последнее время их начали перерабатывать с целью получения специального лака, дающего стойкие противокоррозонные покрытия. При покрытии этим лаком труб, применяемых для мелиорации, можно снизить толщину их стенок с 10—12 до 2—3 мм, что даст большую экономию металла.

На Совещании в ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев отметил: «Эффективность народного хозяйства, темпы нашего роста во многом зависят от структуры и качества материалов»<sup>1</sup>. В связи с этим ставятся большие задачи перед подотраслями химической промышленности, производящими полимеры, керамику и другие неметаллические материалы. Современной технике нужны чистые и сверхчистые материалы, разнообразные продукты так называемой малотоннажной химии. Появление учащимся, что означает последнее понятие.

Производство минеральных удобрений, кислот, щелочей, каучука, моторного топлива и других важных для народного хозяйства продуктов исчисляется миллионами тысяч тонн в год. Это крупнотоннажное производство. Но наряду с перечисленными продуктами большой химии необходимы многие сотни и тысячи веществ, потребляемых в небольших количествах, без которых, однако, наша экономика не может обойтись. Это ингибиторы

---

<sup>1</sup> Горбачев М. С. Коренной вопрос экономической политики партии. М.: Политиздат, 1985.

коррозии металлов и катализаторы химических реакций, модификаторы химических волокон и синтетические красители, вспениватели и пеногасители, инсектициды и ростовые вещества, аналитические реактивы, стабилизаторы и другие добавки к синтетическим каучукам и пластмассам, экстрагенты и сорбенты, добавки, облагораживающие пищевые продукты, витамины, гормоны, присадки к топливам и маслам и многое другое. Ускорение научно-технического прогресса невозможно без дальнейшего развития малотоннажной химии, производящей продукты тонкого органического синтеза. Общая особенность этих веществ в том, что относительно основного продукта они применяются в малых количествах (доли процента), однако получаемый при этом эффект велик.

Необходимо отметить далее, что ускорение научно-технического прогресса всецело зависит от развития фундаментальных исследований в науке. Наука «...выступает в качестве генератора идей, открывает прорывы в новые области, дает выход на новый уровень эффективности», — подчеркивает М. С. Горбачев<sup>1</sup>.

На конкретных примерах показываем революционизирующее влияние химической науки на ускорение научно-технического прогресса, отметив при этом, что партия и правительство уделяют большое внимание разработке и реализации так называемых комплексных целевых научно-технических программ. В этих программах предусматривается полный цикл создания и освоения новой техники и технологии — от научных исследований до производства новой продукции. В одиннадцатой пятилетке в области химии были разработаны целевые комплексные программы по таким проблемам, как получение синтетического жидкого топлива, суперпрочных волокон, новых катализаторов, высоконаполненных полимеров и композиционных материалов, химических и биологических средств защиты растений и животных, продуктов малотоннажной химии. Полная реализация этих программ будет осуществлена в двенадцатой пятилетке и в последующие годы.

Ознакомление учащихся в ходе изучения химических факультативов и на заключительных занятиях с основными направлениями социально-экономического развития страны на базе ускорения научно-технического прогресса, в котором химии принадлежит одно из ведущих мест, должно вызывать у них не только глубокий интерес к самому предмету изучения, но и формировать готовность принять непосредственное участие в осуществлении намеченных задач.

---

<sup>1</sup> Горбачев М. С. Коренной вопрос экономической политики партии. М.: Политиздат, 1985.

## ЛИТЕРАТУРА

### Для учителя

1. Эпштейн Д. А., Хацинская Ю. Д., Каверина А. А. Изучение факультативного курса «Химия в промышленности». М.: Просвещение, 1978.
2. Факультативный курс «Химия в промышленности» (программа).— Химия в школе, 1983, № 4.
3. Факультативные занятия по химии/Под ред. Д. А. Эпштейна. М.: Просвещение, 1971.
4. Теория и практика проведения факультативных занятий./Под ред. В. М. Монахова и В. А. Орлова. М.: 1983.
5. Эпштейн Д. А. Учителю об основах химической технологии. М.: Просвещение, 1975.
6. Эпштейн Д. А. Наглядные пособия по химическим производствам. М.: Просвещение, 1975.
7. Загорец П. А., Князев Д. А. О профессии химика-технолога.— Химия в школе, 1973, № 3.
8. Амелин А. Г. Технология серной кислоты. М.: Химия, 1983.
9. Кузнецов Л. Д. и др. Синтез аммиака. М.: Химия, 1982.
10. Князева Р. Н. Аппаратчик широкого профиля химического и нефтехимического производства.— Химия в школе, 1982, № 4.
11. Дьякович С. В. Оператор химического производства.— Химия в школе, 1983, № 6.
12. Полосин В. С. и др. Самодельные динамические пособия по химии. М.: Просвещение, 1973.
13. Буринская Н. Н. Политехническое образование и профориентация учащихся в процессе обучения химии. М.: Просвещение, 1983.

### Для учащихся

14. Эпштейн Д. А. Химия в промышленности. 3-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1983.
15. Вольфсон С. А. От колбы до реактора. М.: Химия, 1982.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение . . . . .	3
<i>Часть первая. Общие вопросы организации и методики факультативных занятий по химии . . . . .</i>	<i>5</i>
Глава I. Факультативные занятия по химии как одна из форм учебной деятельности учащихся . . . . .	—
Глава II. Организация факультативного обучения по химии . . . . .	16
Глава III. Формы и методы факультативного обучения химии . . . . .	25
Глава IV. Самостоятельная деятельность учащихся при изучении химических факультативов . . . . .	42
<i>Часть вторая. Особенности методики изучения отдельных химических факультативных курсов . . . . .</i>	<i>61</i>
Глава V. Факультативное изучение основ общей химии . . . . .	—
Глава VI. Факультативное изучение органической химии . . . . .	88
Глава VII. Факультативное изучение основ химического анализа . . . . .	117
Глава VIII. Факультативный курс «Химия в сельском хозяйстве» . . . . .	134
Глава IX. Методические принципы изучения факультативного курса «Химия в промышленности» . . . . .	157



Семен Васильевич Дьякович

МЕТОДИКА ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ХИМИИ

Зав. редакцией Т. П. Крюкова  
Редактор С. А. Румянцева  
Художник В. В. Воронин  
Художественный редактор В. А. Галкин  
Технические редакторы Л. Б. Володина, И. Ю. Щукина  
Корректор Г. И. Мосякина

ИБ № 8505

Сдано в набор 26.03.85. Подписано к печати 16.09.85. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бум. типограф.  
№ 3. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 11. Усл. кр.-отт. 11,25.  
Уч.-изд. л. 12,70. Тираж 68 000 экз. Заказ № 1185. Цена 55 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 129846, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Областная ордена «Знак Почета» типография им. Смирнова Смоленского облуправления издательств, полиграфии и книжной торговли, 214000, г. Смоленск, проспект им. Ю. Гагарина, 2.