

Изучение курса химии в средней школе базируется на использовании периодической системы химических элементов и теории химического строения органических веществ. На их основе раскрываются и сущностные связи между свойствами химических элементов и образуемых ими веществ, и метод познания этих свойств. Они структурируют содержание курса химии, задают научный уровень его предъявления, определяют методологию обучения химии.

В сентябре 2008 года исполняется 180 лет со дня рождения Александра Михайловича Бутлерова — одного из основоположников теории химического строения. Эта памятная дата, на наш взгляд, должна стать поводом для организации в различных формах мероприятий по ознакомлению учащихся с созданием и развитием теории химического строения, деятельностью её создателей, в которой раскрывается особенность научного познания, черты, присущие лучшим представителям науки: целеустремлённость и трудолюбие, оригинальность мышления, преданность науке и патриотизм.

В связи с этим наш журнал начинает публикацию материалов, посвящённых А. М. Бутлерову и разработке теории химического строения. Эти материалы, мы надеемся, помогут учителям не только в подготовке к урокам и внеклассным мероприятиям, но и самим лучше разобраться в значении и характере сделанных в прошлом научных открытий.

Александр Михайлович БУТЛЕРОВ

Д. И. Мычко, кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии БГУ

15 сентября 2008 года исполняется 180 лет со дня рождения русского химика **Александра Михайловича Бутлерова** (1828—17 августа 1886). В скудных биографических данных, помещённых в справочной исторической литературе, о нём можно прочесть как об одном из создателей теории химического строения органических веществ, лежащей в основе современной химии. Он предсказал и объяснил изомерию многих органических соединений, синтезировал и установил строение нескольких спиртов, был председателем Отделения химии Русского физико-химического общества, профессором Петербургского университета, академиком Петербургской академии наук, почётным членом многих научных обществ.

Эти данные, которые скорее могут обосновать необходимость размещения в учебнике портрета или установку на стене дома барельефа учёного, вряд ли

смогут привлечь внимание ученика. Для ребёнка интересен живой человек, а не застывший в бронзе образ. Поэтому цель этой публикации — попытаться рассказать о Бутлерове так, чтобы за перечнем его величайших научных достижений ученики могли бы увидеть жизнь человека со всеми её испытаниями.

Александр Михайлович Бутлеров родился в имении своего отца близ города Чистополе Спасского уезда Казанской губернии.

Мать Бутлерова умерла, когда Саше было 11 дней от роду. Смерть наступила внезапно. Взрослили и воспитали его отец и тётки.

Отец будущего учёного — дворянин, в прошлом офицер, участник Отечественной войны 1812 года. Он много внимания уделял воспитанию сына, с детства приучал к систематическому труду. Например, юный Александр сам

смастерил на токарном станке гири для занятий гимнастикой. Впоследствии он слыл силачом. Однажды оставил вместо визитной карточки кочергу, которую согнул в форме буквы Б. Бутлеров был прекрасным охотником, пловцом, наездником.

Юный Александр изучал языки, хорошо играл на фортепьяно. Мальчишкой бродил с отцом по лесам, увлекался охотой. Много путешествовал, видел великолепие Италии, экзотику Африки, белые швейцарские пики, любил Париж, но Бутлеровка — имение отца — осталась для него самым желанным местом в мире: здесь прошли его детство и лучшие минуты юности, и нигде ему не было так хорошо, как в далёкой усадьбе под Чистополем. Редкое лето мог прожить он, чтобы не увидеть этих полей и лесов. Увлечение природой стало исходным мотивом к раннему увлечению естественными науками.

Систематическое обучение Бутлеров начал в частном пансионе Топорнина в Казани, затем учился в Первой Казанской гимназии. Там он увлёкся собиранием коллекций растений и бабочек.

В те годы химия для него была просто забавой. Он изготавливал порох для фейерверков, что-то выпаривал, перегонял. Однажды юный химик нечаянно устроил взрыв, за что был выставлен преподавателями перед учениками с дощечкой на груди, на которой было написано: «Великий химик».

После окончания гимназии в 1844 году шестнадцатилетний Саша поступил на естественно-научное отделение физико-математического факультета Казанского университета сначала как слушатель, а в 1845 году — как студент.

В первые годы студенчества Бутлеров увлекался не химией, а ботаникой и энтомологией. Участвуя в энтомологической экспедиции и изучая насекомых в киргизских степях, он заболел брюшным тифом. Полуживого юношу привезли в Симбирск. Приехавший к нему отец выходил его, но сам заразился и умер. Это было сильнейшим по-

трясением для Александра, для которого отец был лучшим другом. Он пережил в это время подлинный душевный кризис. Те, кто был тогда рядом с ним, вспоминали, что вчера ещё жизнерадостный здоровяк, прославленный силач, он превратился на какое-то время в мрачного, больного человека. Впрочем, современники отмечают, что характер Бутлерова всегда был неровным, часто жизнерадостность сменялась задумчивостью. Он не любил одиночества, никогда не уединялся, а когда работал дома, был рад, если из других комнат слышались музыка и детский смех. Была в нём какая-то энергичная непоседливость, но не суетливая, а живая, весёлая.

На первых порах учёбы химия как наука Бутлерова почти не интересовала. Он считал, что по-настоящему интересным может быть только живая природа и изучающие её науки — зоология, ботаника, энтомология. Химия для него была развлечением, фокусом. Он получал удовольствие от самого зрелища тонкой причудливой посуды, булькающих разноцветных жидкостей, бледных струек пара с непривычным, резким запахом, от взрывов пороха.

К занятиям химией Бутлерова привлёк Николай Николаевич Зинин — родоначальник гигантской русской химической школы. А. Гофман сказал: «Если бы Зинин не сделал ничего более, кроме превращения нитробензола в анилин, то имя его и тогда осталось бы записанным золотыми буквами в истории химии». Н. Н. Зинин читал курс органической химии в университете и проводил практические занятия в лаборатории. С его помощью Бутлеров оборудовал свою домашнюю лабораторию и синтезировал в ней такие сложные препараты, как кофеин, изатин, азобензол, бензидин и др. Но вскоре Зинин переехал в Петербург, и начинающий учёный остался без руководителя.

На завершающем этапе обучения в университете Бутлеров, как и все студенты, чтобы получить учёную степень кандидата, должен был представить

диссертацию (в современном понимании — дипломную работу). Поскольку Александр оказался без научного руководителя, он вернулся к своему любимому занятию — энтомологии. Для кандидатской работы Бутлеров подготовил статью «Дневные бабочки Волго-Уральской фауны».

Интересно, что, даже окончив университетский курс, он не считал себя химиком. Химию он любил, но не более. Вспоминают, что в нём не было страсти молодого Лавуазье, который буквально бредил этой наукой. Бутлерова она лишь интересовала. Однако обстоятельства сложились так, что Александру Михайловичу всё-таки пришлось вернуться к химии. Единственный оставшийся после Н. Н. Зинина в Казанском университете профессор химии Карл Клаус нуждался в помощнике. Им он выбрал Бутлерова. Карл Клаус (кстати, он впервые выделил новый химический элемент, названный в честь России рутением) рекомендовал оставить юношу при кафедре химии для подготовки к профессорскому званию. Ему было поручено чтение лекций по физике и физической географии для медиков и по неорганической химии для натуралистов и математиков. Одновременно он занимался и научными исследованиями.

Осенью 1850 года Бутлеров сдал экзамены на учёную степень магистра химии, а в 1851 году защитил магистерскую диссертацию «Об окислении органических соединений».

С 1852 года, после перехода Клауса в Дерптский университет, Бутлеров возглавил преподавание всей химии в Казанском университете.

Русский химик-органик Владимир Васильевич Марковников писал, что «в течение целых десяти лет Бутлеров на первых порах был предоставлен самому себе в самом восточном университете, вдали от оживляющих сношений с другими учёными». Видимо, полная свобода и отсутствие подавляющего влияния авторитетов создали благоприятные

условия для формирования талантливой химика.

В 1853 году в Московском университете А. М. Бутлеров защитил докторскую диссертацию «Об эфирных маслах». 4 июня 1854 года он получил подтверждение о присуждении ему учёной степени доктора химии и физики. Сразу же после этого учёный был назначен экстраординарным (исполняющим обязанности), а в 1857 году — ординарным профессором химии Казанского университета.

В этом же году он отправляется в свою первую научную командировку за границу, где в течение года работает в Париже в лаборатории Вюрца. Во время заграничной поездки Бутлеров познакомился со многими ведущими химиками Европы, в том числе с Ф. А. Кекуле и Э. Эрленмейером, и провёл около полугода в Париже, активно участвуя в заседаниях только что организованного Парижского химического общества. В Париже в лаборатории Шарля Адольфа Вюрца учёный начал первый цикл экспериментальных исследований, открыв новый способ получения иодистого метилена.

Вернувшись в Казань, Бутлеров переоборудовал химическую лабораторию и в течение трёх лет (1858—1861) интенсивно работал в ней по изучению производных иодистого метилена — вещества, послужившего ему источником целого ряда открытий. Иодистый метилен (дииодметан) (CH_2I_2) был получен из иодоформа действием этилата натрия ($\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$). Исходя из иодистого метилена и щавелевокислого серебра (оксалата серебра), Бутлеров получил так называемый оксиметилен (CH_2O)_n, превращающийся при нагревании в простейший альдегид (муравьиный) и снова при охлаждении переходящий в твёрдое, полимерное состояние — полимерный формальдегид. Действуя на оксиметилен известковой водой, формальдегид переходил в сахаристое вещество (содержащее, как было установлено Э. Фишером, акрозу* состава $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Эмиль Фишер писал: «Среди

*Акроза представляет собой смесь пространственных изомеров фруктозы.

всех искусственных сахарообразных продуктов, о которых литература сообщала до 1887 года, только один выдержал проверку временем. Это сахарный сироп, полученный А. М. Бутлеровым». Это был первый полный синтез сахаристого вещества — «синтетической фруктозы». Бутлеров из полимера формальдегида $((\text{CH}_2\text{O})_n)$ и аммиака (NH_3) впервые синтезировал уротропин (гексаметиленetetрамин) — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{N}_4$.

Занимаясь изучением углеводов, Бутлеров понял, что они представляют собой совершенно особый класс химических веществ. Анализируя их строение и свойства, учёный заметил, что здесь существует строгая закономерность, которая и наметила новое направление в исследовательской работе Бутлерова — разработку теории химического строения.

В 1861 году во время второй поездки за границу на 36-м съезде немецких естествоиспытателей и врачей в Шпейере (сентябрь 1861 г.) он делает доклад перед химической секцией, тема которого носила более чем скромное название — «Нечто о химическом строении тел». В нём он излагает основные положения своей теории. Бутлеров впервые произнёс, что «химическая натура сложной частицы определяется натурой элементарных составных частей, количеством их и химическим строением. Каждый химический атом, входящий в состав тела, принимает участие в образовании этого последнего и действует здесь определённым количеством принадлежащей ему химической силы (средства)».

С этими постулатами прямо или косвенно связаны и все остальные положения классической теории химического строения. Бутлеров намечает путь для определения химического строения и формулирует правила, которыми можно при этом руководствоваться. Предпочтение он отдаёт синтетическим реакциям, проводимым в условиях, когда радикалы, в них участвующие, сохраняют своё химическое строение. Оставляя открытым вопрос о предпочтитель-

ном виде формул химического строения, Бутлеров высказывался об их смысле: «...когда сделаются известными общие законы зависимости химических свойств тел от их химического строения, то подобная формула будет выражением всех этих свойств». При этом учёный был убеждён, что структурные формулы не могут быть просто условным изображением молекул, а должны отражать их реальное строение. Он подчёркивал, что каждая молекула имеет вполне определённую структуру и не может совмещать несколько таких структур.

После 1861 года Бутлеров выступает с рядом блестящих теоретических и критических статей, в которых с замечательной ясностью и силой излагает главнейшие основания учения о химическом строении веществ: «О химическом строении веществ» (1861); «О различных способах объяснения некоторых случаев изомерии» (1863, в Эрленмейровском «*Kritische Zeitschrift f. Chemie*» на немецком языке и в «Учёных записках Казанского университета»).

Учение Бутлерова, исходя из немногих допущений, опиралось на факты уже известные, объясняя их и предсказывая новые, но окончательное его признание и укрепление могло произойти только после всестороннего испытания путём новых экспериментов. К ним и приступил Бутлеров начиная с 1863 года. До этого его дважды в период с 1860 по 1863 год назначали исполняющим обязанности ректора Казанского университета. Ректорские обязанности чрезвычайно тяготили учёного. В июне 1863 года, несмотря на усиленные просьбы своих сослуживцев, он оставил ректорство.

Ряд классических его работ начинается с открытия им первого третичного спирта — триметилкарбинола (третичный бутиловый спирт), изомерного с Вюрцевским бутиловым спиртом брожения, и синтеза других его гомологов. Получив третичный бутиловый спирт, он сумел расшифровать его стро-

ение и доказал (совместно с учениками) наличие у него изомеров. В 1864 году Бутлеров предсказал существование двух бутанов и трёх пентанов, а позднее и изобутилена. Им было высказано также предположение о существовании четырёх валериановых кислот: строение первых трёх было определено в 1871 году Эрленмейером и Галлем, а четвёртая получена самим Бутлеровым в 1872 году.

В этих, как и в других бутлеровских исследованиях, наряду с чрезвычайно глубокими и часто новыми соображениями теоретического характера, выступает мощь таланта экспериментатора, редко останавливающегося перед трудностями задач. В обширном мемуаре «Об изодибутидене» (1876—1877) приведено в нескольких строках совершенно новое, так сказать, динамическое воззрение о значении условий превращения на строение некоторых веществ — воззрение о таутомерии.

В статье «О различных способах объяснения некоторых случаев изомерии», опубликованной в 1863 году на немецком и в 1864 году на французском языках, Бутлеров сделал вывод: «Если при одинаковом составе вещества отличаются свойствами, то они должны также отличаться и своим химическим строением».

Успех принёс учёному уверенность, но в то же время поставил перед ним новую, более трудную задачу: необходимо было применить структурную теорию ко всем реакциям и соединениям органической химии.

В 1862/63 учебном году студенты Казанского университета впервые услышали на лекции Александра Михайловича: «В смысле химического строения может для каждого тела существовать только одна рациональная формула, выражающая это строение. От химического строения зависят реакции, следовательно, зная эту зависимость и выражая формулой строение, мы выражаем все те превращения, которым вещество может подвергнуться». Впоследствии материал этих лекций лёг в основу

книги «Введение к полному изучению органической химии» — нового учебника по органической химии, где все явления рассматривались с точки зрения новой теории строения. Бутлеров работал над учебником почти два года без перерыва. Книга вышла из печати тремя выпусками в 1864—1866 годах. Вскоре после этого вышли издания почти на всех основных европейских языках.

Сейчас нам представляется вполне естественным существование теории химического строения. Но во времена Бутлерова далеко не все её принимали. Два наиболее значительных русских химика — Д. И. Менделеев и Н. А. Меншуткин — лишь спустя десять лет после смерти Бутлерова признали справедливость теории химического строения. Но эти разногласия не делали учёных врагами, их научный спор не перерос в личную неприязнь.

Учитывая научный уровень А. М. Бутлерова, в 1868 году, по представлению Менделеева, учёный был избран на кафедру органической химии в Петербургском университете. В начале 1869 года учёный переехал в Петербург и 23 января прочитал свою первую лекцию. Бутлеров разработал новую методику обучения студентов, предложив лабораторный практикум. Его преподавательская деятельность длилась 35 лет и проходила в трёх высших учебных заведениях: Казанском, Петербургском университетах и на Высших женских курсах (он принимал участие в их организации в 1878 г.).

В 1885 году Бутлеров вышел в отставку, но продолжал читать в университете специальные курсы лекций.

Исследования Петербургского периода являются продолжением работ Казанского периода. Своими исследованиями, начатыми ещё в Казани, Бутлеров заложил основы многих синтезов, имеющих в настоящее время огромный практический интерес.

В своих исследованиях учёный продолжал развивать структурную теорию. Он задался целью доказать, что развет-

влённую и прямую углеродные цепи могут иметь все типы органических соединений. Усилия Бутлерова увенчались успехом: был получен изобутилен. Ему удалось доказать существование разветвлённой цепи углеводов.

В 1870 году он был избран адъюнктом, в 1871 году экстраординарным, а в 1874 году ординарным академиком Петербургской Императорской Академии наук и заведовал сначала вместе с Зининым, а затем одной академической химической лабораторией. Менделеев впоследствии писал: «Александр Михайлович Бутлеров — один из замечательнейших русских учёных. Он русский и по учёному образованию, и по оригинальности своих трудов. Ученик знаменитого академика Зинина, он сделался химиком не в чужих краях, а в Казани...». В связи с этим интересно вспомнить, что Бутлеров, будучи уже академиком, представлял на это звание Д. И. Менделеева, которого так и не избрали. Александр Михайлович был удостоен звания заслуженного профессора Петербургского университета, профессора химии Высших женских курсов, состоял почётным членом Казанского, Киевского и Московского университетов и Медицинской академии, различных учёных обществ в России и за границей. В 1878—1882 годах преемник Н. Н. Зинина на посту председателя Отделения химии Русского физико-химического общества.

Умер учёный от закупорки тромбом кровеносных сосудов 5 августа 1886 года. Это случилось во время отпуска в своём имении Бутлеровка. Утро дня своей смерти он встретил в поле у новой сеялки. Ещё в петербургской квартире тянулся за книгой на полке, упал со скамеечки, порвал мышцу под коленом, запустил, хромал, потом лечился, но опухоль осталась. Оттуда и пошёл тромб, убивший его.

Вся непродолжительная, но полная плодотворнейшей деятельности жизнь покойного Бутлерова была посвящена избранной им науке и её распространению. Имя его неразрывно связано

с формированием и развитием химии в России и блестящего периода органической химии на Западе, как в области её теорий, так и в области фактов их подтверждающих.

Он предсказал существование изотопов и высказал мысль о делимости атома. Бутлеров — один из основателей целой химической школы, получившей название «Казанская химическая школа». Своё начало ей положили труды двух замечательных учёных: К. К. Клауса, открывшего в 1844 году элемент рутений, и Н. Н. Зинина, осуществившего превращение нитробензола в анилин, положившее начало промышленному органическому синтезу.

Н. Н. Зинин, а позднее и А. М. Бутлеров, будучи избранными академиками Петербургской академии наук, в соответствии с традициями того времени перенесли свои исследования из Казани в Санкт-Петербург. Возникла «Петербургская ветвь» Казанской химической школы.

В. В. Марковников, покинув Казанский университет, продолжил исследования в Новороссийском (ныне Одесском), а затем в Московском университетах — образовалась «Московская ветвь».

Ученики А. М. Бутлерова, а позднее ученики А. М. Зайцева возглавили кафедры химии и в других университетах: А. Н. Попов, Е. Е. Вагнер — в Варшаве, С. Н. Реформатский — в Киеве, А. А. Альбицкий — в Харькове. К школе Бутлерова принадлежат, за малым исключением, все русские химики.

Чтобы быть творцом научной школы в стране, для этого требуется соединение многих редких личных качеств, которыми в избытке обладал А. М. Бутлеров. С редкой живостью, ясностью мысли и речи в нём соединялась замечательная простота в общении и отзывчивость. Бутлеров был поборником высшего образования для женщин, участвовал в организации Высших женских курсов в 1878 году, создал химические лаборатории этих курсов. В Казани и Петербурге он прочитал много популярных лек-

ций, главным образом, на химико-технические темы.

Увлечение в детстве и молодости ботаникой и энтомологией не прошли даром. Будучи именитым химиком Бутлеров много внимания уделял практическим вопросам сельского хозяйства, садоводству, а позднее также и разведению чая на Кавказе. Через всю жизнь учёный пронёс ещё одну страсть — пчеловодство. Своей книгой «Пчела, её жизнь и правила толкового пчеловодства» Бутлеров гордился едва ли не больше, чем научными работами. Александр Михайлович пчёл не просто любил, а был крупнейшим в этом деле знатоком. И если бы была такая книга — «История пчеловодства» (а может быть, она есть), то в ней о Бутлере написано было бы не меньше, чем в «Истории химии». Часами просиживал он подле

сделанного по его чертежам улья со стеклянной стенкой, наблюдая за жизнью пчелиной семьи. Пчёлы ползали по его лицу, лысине, гудели в бороде, но это вроде бы и не мешало ему. Целые дни проводил он на пасеке.

К концу жизни всё больше интересовался он сельским хозяйством, покупал сеялки, бороны, плуги, приваживал крестьян к технике.

С конца 1860-х годов Бутлеров активно интересовался спиритизмом и медиумизмом, которым посвятил несколько статей. Это его увлечение и попытки дать спиритизму научное обоснование стали причиной его полемики с Менделеевым.

Всё, что ни делал Александр Михайлович Бутлеров отвечало его же девизу: «Служить моему отечеству верою и правдою».

Список литературы

1. Шикман, А. П. Деятели отечественной истории : биографический справочник / А. П. Шикман. — М., 1997.
2. Биографии великих химиков; перевод с нем. под редакцией Г. В. Быкова. — М. : Мир, 1981.
3. Волков, В. А. Выдающиеся химики мира / В. А. Волков, Е. В. Вонский, Г. И. Кузнецова. — М. : Высшая школа, 1991.
4. Быков, Г. В. Александр Михайлович Бутлеров: очерк жизни и деятельности / Г. В. Быков. — М., 1961.
5. Марковников, В. В. Московская речь о Бутлере, «Труды института истории естествознания и техники». — 1956. — Т. 12. — С. 135—181.
6. Брокгауз, Ф. А. Энциклопедический словарь / Ф. А. Брокгауз, И. А. Ефрон.