

24Г  
Б9Г

16



*Г. В. Быков*

**А. М. БУТЛЕРОВ**



---

**Г. В. БЫКОВ**

**А. М. БУТЛЕРОВ**  
**ОСНОВОПОЛОЖНИК**  
**ТЕОРИИ СТРОЕНИЯ**  
**ОРГАНИЧЕСКИХ**  
**СОЕДИНЕНИЙ**

**ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ**

54 (09)

Б95

**Быков Г. В.**

**Б 95** А. М. Бутлеров. Основоположник теории строения органических соединений. Пособие для учащихся. М., «Просвещение», 1978.—93 с. с ил. (Люди науки).

В книге описана жизнь и деятельность А. М. Бутлерова — основоположника теории химического строения, автора многих выдающихся открытий в области органической химии, создателя крупнейшей школы химиков в дореволюционной России, общественного деятеля. Особое внимание автор уделяет раскрытию содержания классической теории химического строения и ее дальнейшему превращению в современную теорию строения органических соединений. Книга рассчитана на учащихся старших классов средних школ.

**Б** 60601-660—298-78  
103(03)-78

54(09)+547

«В его жизни внешне не было ничего выдающегося» — так об Авогадро написал М. Джуа, автор книги «История химии». Эти слова можно отнести к жизни большинства ученых, за исключением, вероятно, географов-путешественников. Однако у настоящих ученых нет жизни вне науки, а жизнь в науке только внешне благополучна. У настоящего ученого, ученого-новатора, жизнь проходит в непрестанной борьбе...

А. М. Бутлеров, провозгласив принципы теории химического строения, как и всякий творец нового слова в науке, выступил против уже сложившихся традиций, против мировых авторитетов и не только ни разу не отступил, а выстоял и в конечном счете победил. Точно так же позднее он выступил, имея всего лишь нескольких союзников, притом далеко уступавших ему в боевом духе, против большинства Императорской Академии наук. И в этих событиях из жизни Бутлерова-ученого не меньше напряжения, чем в эпизоде из жизни Бутлерова-путешественника, когда он был на краю гибели в бурных волнах Средиземного моря...

Дать описание научной деятельности ученого, каким драматизмом она ни была бы наполнена, так, чтобы захватило любого читателя, трудно. Самая блестящая шахматная партия может быть прочувствована только тем, кто сам играет в шахматы, и, чем выше его разряд, тем глубже. Однако можно партию прокомментировать таким образом, чтобы ее логика и красота осуществленных

в ней идей были понятны даже и начинающему шахматисту. И чтобы он, переигрывая эту партию, чему-то сам научился.

Автор этой небольшой книги в какой-то степени пошел по линии комментаторов шахматных партий. Сама партия — интересная и богатая событиями жизнь А. М. Бутлерова — известна от первого до последнего хода. Надо только представить ее в легко читаемой и всем понятной записи и снабдить необходимыми пояснениями.

Вдумчивое чтение любой книги такой же труд, как и вдумчивое переигрывание шахматной партии. И автор хотел бы предупредить, что главу III, стоящую по характеру изложения особняком, иначе читать и невозможно. Эта глава для тех, кто хотел бы лучше понять, что представляет собой бутлеровская теория строения органических соединений и как она перевоплощается в наши современные теоретические представления.

## НАЧАЛО ЖИЗНЕННОГО ПУТИ

### АВТОБИОГРАФИЯ ДВЕНАДЦАТИЛЕТНЕГО

Известна лишь одна автобиография А. М. Бутлерова. И эта автобиография написана им в 12 лет. Заглавие ее — «Моя жизнь», а эпиграф к ней по своему тону вполне подошел бы к воспоминаниям человека на склоне лет: «Жизнь наша проходит и не возвращается, подобно водам, текущим в море». Но содержание автобиографии выдает возраст автора. Начинается она так: «Наша фамилия, как одни говорят и думают, английского происхождения, а по мнению других, мы приходим из немецкой нации»<sup>1</sup>.

Маленький Бутлеров не знал, видимо, что в архивах сохранились документы о его далеких предках и обстоятельствах их поселения в Казанской губернии. Так, в одном документе говорится, что родоначальником их рода был некто Юрий Бутлер, который «выехал в Россию из Курляндии в дальних летах и был в службе, а какой службе и в котором году выехал, неизвестно, и по выезде его пожаловано ему было в оном (Казанском.— Г. Б.) уезде деревня Ия да в том же уезде по Ногайской дороге деревня Бутлеровка»<sup>2</sup>.

Отец А. М. Бутлерова, Михаил Васильевич, был участником Отечественной войны 1812 г., вышел в отставку в чине подполковника и поселился в деревне Бутлеровке.

<sup>1</sup> Цит. по кн.: Быков Г. В. Александр Михайлович Бутлеров. Очерк жизни и деятельности. М., 1961, с. 5. Во всех случаях архивные документы цитируются по изданиям, где они опубликованы, без ссылки на соответствующий архив.

<sup>2</sup> Там же, с. 7.

Мать А. М. Бутлерова, Софья Александровна, умерла через несколько дней после рождения единственного сына.

Относительно даты рождения А. М. Бутлерова до недавнего времени не существовало никаких сомнений. Принималось, что он родился 6 сентября (по новому стилю) 1828 г. в г. Чистополе Казанской губернии. Однако любитель-архивист Б. Е. Нагирнер обнаружил в 1961 г. копию свидетельства о рождении А. М. Бутлерова, из которой следовало, что он родился 15 сентября по новому (3 сентября по старому) стилю 1828 г.

«Но дело не в родословном списке нашей фамилии,— продолжает двенадцатилетний Бутлеров,— но в описании моей жизни, которую я решил описать вкратце.

[Я лишился матери, когда мне было только 11 дней, и я не мог чувствовать своей потери; сначала, как обыкновенно бывает, я только и знал бегать и резвиться, в чем мне было раздолье».

По-видимому, эти воспоминания относятся к пребыванию мальчика в семье деда по материнской линии, куда его взяли после смерти матери, но когда он подрос, он проводил время и в деревне у дяди — человека образованного, любознательного и начитанного, охотно и безвозмездно лечившего всех к нему обращавшихся.

«Пришло время,— пишет Бутлеров,— меня посадили за ученье, и я, выучивши азбуку, стал складывать *ба, ва*, а потом *бра, вра* и, наконец, стал читать по верхам. После надобно было начинать писать: и, едва выучился писать по-русски крупно по линейкам, меня заставили учиться по-французски и по-немецки».

[То, что Бутлерова с детства «заставили» заниматься иностранными языками, он не раз вспоминал с благодарностью, потому что и тем и другим языком он овладел в совершенстве и это помогло ему в научной работе и в общении с иностранными учеными, особенно во время поездок за границу.]

Автобиография Бутлерова заканчивается так: «Прошло, может быть, года полтора после того, и я уже знал несколько фраз на память и изрядно писал, хотя и крупно, на этих языках, как вдруг меня вздумали везти в пансион в Казань учиться. Вот это-то уже было для меня совершенно громовым ударом: ибо я тогда еще не понимал своей пользы».

## ПАНСИОН

Частный пансион, в котором учился Бутлеров, был открыт учителем французского языка в Первой казанской гимназии. Надзирателями в пансионе были один немец и один француз — бывший барабанщик армии Наполеона по имени Роланд и прозванный по аналогии с героем французского эпоса «неистовым». Так что и в пансионе Бутлеров мог продолжать совершенствоваться в языке, особенно разговорном.

Товарищ Бутлерова по пансиону вспоминает: «В один из праздничных дней, когда мы попарно, с «неистовым» Роландом во главе, возвратились от обедни, в приемную вошел почтенный благообразный господин, казанский помещик Бутлеров, в сопровождении очень похожего на него мальчика, в серой курточке, с открытой шеей и большим отложным воротничком рубашки. Мальчик, точно предчувствуя беду, прижимался к отцу и робко осматривал своих будущих товарищей. После обычных переговоров, солидный господин удалился, а миловидный мальчик остался в пансионе, поместившись в одной комнате со мной. Прежде всего новобранцу пришлось пережить тяжелый период искуса, т. е. неизбежных придинок, насмешек и потасовок со стороны необузданных сынов Волги, Камы и Дона. Бутлеров переносил все это с редким терпением, никогда не жаловался, а его большие серые глаза все также доверчиво смотрели на истязателей. При всем том истязания продолжались, большинству невыносимо было добродушие нового товарища, его опрятность и порядочность»<sup>1</sup>.

Наверное, особенно первое время пребывания в пансионе Бутлерову скрашивало неприятности его непрерывное стремление к деятельности. Сначала он увлекся рисованием, затем учитель физики, видимо, познакомив любознательного ученика с началами химии, направил его увлечения по другому пути. Возле кровати Бутлерова появился маленький, всегда запертый шкафчик, где он держал свои «химикалии». Один из его опытов, проведенный на кухне, закончился оглушительным взрывом. Провинившегося мальчика поместили в карцер. В обеденный зал

---

<sup>1</sup> Назарьев В. Н. Жизнь и люди былого времени. I. А. М. Бутлеров. — «Исторический вестник», 1890, т. 42, с. 424.

служители выводили Бутлерова с черной доской на груди, на которой было написано «Великий химик». Преподаватели пансиона думали, что, высмеяв его увлечение, они отобьют желание заниматься химическими опытами. Однако история посмеялась над ними, потому что их воспитанник посвятил свою жизнь именно химии.

### ГИМНАЗИЯ. УНИВЕРСИТЕТ

Пансион, в котором находился Бутлеров, просуществовал четыре года. В 1842 г. во время большого пожара пострадало здание пансиона и Бутлеров был переведен в 6 класс Первой казанской гимназии. Среди преподавателей было несколько профессоров Казанского университета, и своим ученикам они давали прекрасную подготовку. В гимназии Бутлеров написал конкурсное сочинение «Письмо о пожаре 24 августа 1842 года», признанное «отличнейшим» из представленных сочинений.

В 1844 г. Бутлеров поступил в Казанский университет и учился в нем пять лет, тогда как обычным сроком обучения в университете было четыре года. Биографы Бутлерова объясняют этот факт тем, что по молодости лет он не был сразу зачислен в число студентов и пробыл на первом курсе два года. Теперь на основании архивных документов<sup>1</sup> в сведения о студенческих годах Бутлерова можно внести уточнения, о чем будет сказано далее.

### ПЕРВЫЕ ГОДЫ ПО ДОРОГЕ В ХИМИЮ

Биографы пишут, что отец Бутлерова хотел, чтобы его сын стал математиком, а сын протестовал, ссылаясь на отсутствие у него необходимых способностей. Все же А. М. Бутлеров поступил в Казанский университет на физико-математическое отделение, но вскоре перевелся в разряд естественных наук. Видимо, сказалось его увлечение химией, приобретенное еще в пансионе и которое усилилось после поступления в высшее учебное заведение.

В это время в университете работали два химика: К. К. Клаус и Н. Н. Зинин. Клаус занимался исследованием металлов платиновой группы и как раз в год посту-

---

<sup>1</sup> См.: Отдел рукописей научной библиотеки им. Н. И. Лобачевского Каз. гос. ун-та, № 7801, 7825.

ления Бутлерова в университет сообщил об открытии нового элемента этой группы — рутения. Н. Н. Зинин незадолго до поступления Бутлерова в университет вернулся из трехлетней командировки за границу, во время которой он большую часть времени провел в Гиссене, работая в лаборатории Ю. Либиха. Эта лаборатория привлекала к себе молодых химиков тем, что ее руководитель впервые ввел систематическое обучение студентов-химиков экспериментальным работам в лаборатории. В 1842 г., будучи уже в Казани, Зинин сообщил об открытии им реакции вос-



Карл Карлович Клаус  
(1796—1864).

становления нитросоединений в аминосоединения — реакции, которая приобрела огромное значение в препаративной, в том числе и прикладной органической химии.

Зинин перенес в лабораторию Казанского университета лучшее из опыта преподавания Либиха, возможно придав им некоторый русский оттенок. «В лаборатории Н. Н., — пишет Бутлеров, — держался с руководимыми им практикантами совсем по-товарищески. К тем из них, к которым был особенно расположен, он зачастую обращался с патриархальной бесцеремонностью на «ты»; но это обращение никто никогда не считал унижительным, в нем слышалось не начальническое пренебрежение, а родственная теплота. И теплота искренних отношений, действительно, несомненно связывала профессора с учениками»<sup>1</sup>.

Именно Зинин и укрепил в Бутлерове увлечение химией. И никто лучше Бутлерова не может рассказать об этом: «Шестнадцатилетний студент-новичок, я в то время, естественно, увлекался наружной стороной химических явлений и с особенным интересом любовался красивыми

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. III. М., 1958, с. 98.



Николай Николаевич Зинин  
(1812—1880).

красными пластинками азо-бензола, желтой игольчатой кристаллизацией азоксибензола и блестящими серебристыми чешуйками бензидина (Бутлеров перечисляет те самые соединения, которые были получены Зининым в середине 40-х гг.—Г. Б.). Н. Н. обратил на меня внимание и скоро познакомил меня с ходом своих работ и с различными телами бензойного и нафталинового рядов, с которыми он работал прежде. Мало-помалу я стал работать по преимуществу под руководством Н. Н., который не ограничивался собственными исследованиями, но зачастую интересовался также

повторением чужих опытов. Поручая их отчасти ученикам, он большую часть опыта успевал, однако, всегда вести собственными руками... При этих разнообразных опытах ученику приходилось волей-неволей знакомиться с различными отделами органической химии, и это знакомство напрашивалось само собой, облекалось, так сказать, в плоть и кровь, потому что вещества из того или другого отдела в натуре проходили перед глазами. А неприлежным быть не приходилось, когда работалось вместе и заодно с профессором! Какой живой интерес к делу вселялся таким образом в учащегося, видно из того, что, не довольствуясь опытами в университетской лаборатории, я завел у себя и домашнее приготовление кой-каких препаратов... нередко навлекая на себя их приготовлением упреки живших в одном доме со мной... Так умели наши наставники — и Н. Н. в особенности — возбуждать и поддерживать в учащихся научный интерес<sup>1</sup>. Однако руководством своего учителя Бутлеров мог пользоваться не более двух лет, так как в 1847 г. Зинин переехал в Петербург, приняв кафедру химии в Медико-хирургической академии.

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. III. М., 1958, с. 96—97.

## СТУДЕНТ И ЕГО ХОББИ

Товарищи Бутлерова по университету пишут в воспоминаниях, что он был красивый, высокого роста и крепкого сложения, голубоглазый блондин, правда, с несколько длинным носом и выдававшимся подбородком. Он обладал неизменно ровным характером, и на губах его постоянно играла приветливая улыбка. [По сравнению с другими студентами Бутлеров выглядел более серьезным и сдержанным, однако ни у него, ни у них глубоких интересов еще не было.] К лекциям они относились более с «формальной и фактической стороны», тщательно записывали их, и эти записи при отсутствии подходящих учебников были единственными пособиями при подготовке к экзаменам. К последним обычно готовились втроем: Бутлеров читал по записям, а двое его товарищей затем повторяли прочитанное.

[После отъезда Зинина Бутлеров, видимо, стал меньше интересоваться химией. Клаус занимался неорганической химией. Первое задание, которое он дал Бутлерову, было приготовление производных сурьмы, но, видимо, эта область химии мало привлекала Бутлерова.] [Смена увлечений, которую заметили в нем еще во время пребывания в пансионе, не оставляла его и в университете.

Одним из увлечений, тем, что теперь именуют словом «хобби», возможно под влиянием приезжих акробатов, были физические упражнения. Бутлерову удалось скопировать некоторые акробатические номера, хотя, по воспоминаниям, он был «тяжел, неуклюж и неловок». Бутлеров настолько развил в себе физическую силу, что, приходя к одному из своих приятелей, сгибал кочергу в форме буквы «Б» и оставлял ее в таком виде вместо визитной карточки, а один раз разогнул руками массивный металлический крюк, на который запиралась дверь в университете. Одно время Бутлеров увлекался немецкими студенческими песнями и даже подбирал к ним аккомпанемент. Ближе к химии стояли его занятия пиротехникой: приготовление к праздникам фейерверков.

Еще на первом курсе Бутлеров увлекся коллекционированием жуков, а потом дневных бабочек. Вероятно, это увлечение возникло под влиянием профессора зоологии Э. А. Эверсмана, изучавшего долгие годы животный мир арало-каспийских степей. Близкий друг Бутлерова — бу-

душий профессор зоологии Н. П. Вагнер вспоминает: «Мы рыскали по всем окрестностям Казани, ездили за 5, 18, даже за 30 верст, отыскивая еще не виданные нами формы»<sup>1</sup>. Бутлеров в результате собрал коллекцию, содержащую 1133 вида бабочек, которую он потом передал в дар Казанскому университету. Он составил определитель «Дневные бабочки волго-уральской фауны», который был издан в 1848 г. За эту работу Бутлерову была присуждена степень кандидата естественных наук (степень кандидата получали студенты, отличившиеся успехами и представившие оригинальную работу).

Интерес Бутлерова к этой области энтомологии не ослабевал и после окончания университета. До середины 50-х гг. он вел переписку с отечественными и иностранными энтомологами, предполагая подготовить каталог бабочек европейской части России и даже каталог европейских бабочек, и помогал другим энтомологам в описании дневных бабочек. За эти работы он был избран в 1850 г. членом Штеттинского энтомологического общества в Германии.

! Серьезное увлечение энтомологией благоприятно сказалось на воспитании у молодого Бутлерова качеств, необходимых и для исследователя: стремления к строгой систематичности в работе, наблюдательности и внимания к кажущимся мелочам и их анализу.]

## ПЕРВОЕ ПУТЕШЕСТВИЕ

С занятиями энтомологией связана и поездка Бутлерова в южно-уральские степи. В марте — августе 1846 г. он был включен в экспедицию, организованную профессором минералогии П. И. Вагнером.

Около двух месяцев (май и июнь) Бутлеров изучал фауну окрестностей Индерского соляного озера, в результате чего появилась статья, опубликованная в 1851 г. в журнале Пражского общества натуралистов. Вторая статья, связанная с этой экспедицией, «Из путевых записок натуралиста во время поездки в степь Внутренней киргизской орды» была напечатана в 1852 г. в газете «Санкт-Петербургские ведомости». На обратном пути

---

<sup>1</sup> Чеснова Л. В. Работы А. М. Бутлерова по энтомологии. — «Вопросы истории естествознания и техники», вып. 12, 1962, с. 171.

Бутлеров заболел брюшным тифом и в тяжелом состоянии был привезен в Симбирск. В связи с болезнью ему пришлось пробыть на втором курсе университета два года, и этим объясняется, что он учился в университете пять лет.

## Глава II

### ДОРОГА В ХИМИЮ

#### МОЛОДОЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ — УНИВЕРСАЛ

{ По окончании Казанского университета Бутлерову почти сразу же предложили читать лекции по неорганической и органической химии. В апреле 1850 г. Клаус обращается в физико-математический факультет «насчет удержания рекомендуемого мною молодого человека при университете, для которого он весьма может быть полезен»<sup>1</sup>. Клаус при этом замечает, что Бутлеров собирается в скором времени приобрести степень магистра химии. Совет факультета выразил уверенность в том, что «Бутлеров своими познаниями, дарованием, любовью к наукам и химическим исследованиям сделает честь университету и заслужит известность в ученом мире». При этом Бутлерова заверили в том, что «путь к ученой службе при Казанском университете не будет ему прегражден, дабы он с этой уверенностью не искал для себя другого рода службы»<sup>2</sup>.

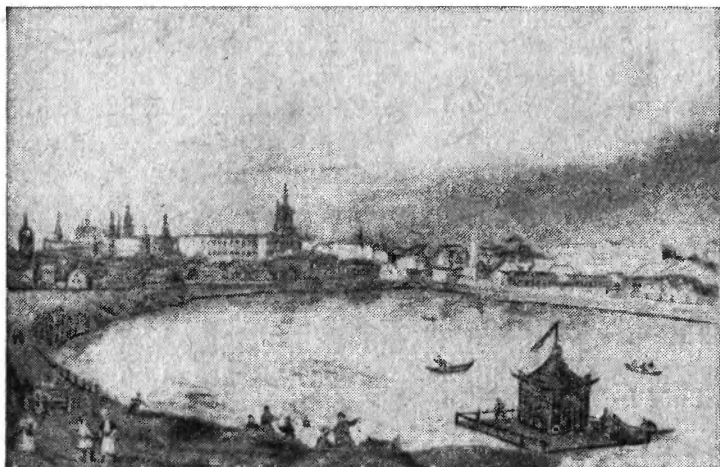
Ректор университета Н. И. Лобачевский поддержал решение совета и предложил, если будет возможность, командировать Бутлерова за границу для «знакомства с знаменитыми учеными по части химии».

Однако до такой поездки было еще далеко, а пока Бутлерову поручили чтение не только неорганической химии, но и физики и физической географии с климатологией для студентов медицинского факультета. За «безвозмездное, усердное и успешное» преподавание, при котором Бутлеров проявил свои педагогические способности, совет университета вынес ему благодарность.

---

<sup>1</sup> «Научное наследство», 1951, т. 2. М., с. 23 (публикация Д. С. Гутмана).

<sup>2</sup> Там же, с. 23—24.



Вид г. Казани со стороны озера Кабан. Справа на горе здание университета. *Рисунок К. К. Клауса.*

### МАГИСТР И АДЪЮНКТ

В течение одного года Бутлеров сдал экзамены, подготовил и защитил магистерскую диссертацию «Об окислении органических соединений». Она представляет скорее литературно-исторический обзор этой важной области химии, чем экспериментальное или теоретическое исследование. Правда, к тому времени Бутлеров уже выполнил и экспериментальное исследование об окислении органических соединений осмиевой кислотой, т. е. как бы соединил предметы исследований своих учителей химика-органика Н. Н. Зинина и специалиста по металлам платиновой группы К. К. Клауса. В теоретическом отношении диссертация Бутлерова отражает полностью взгляды, которых придерживался Клаус. Однако в ней проскальзывают мысли, которые затем нашли полное развитие в теории химического строения. К ним относятся, например, замечания Бутлерова о том, что «изомерия основывается на молекулярном строении» и что химические свойства зависят от структуры веществ.

После защиты диссертации, в феврале 1851 г. Бутлерову было присвоено звание адъюнкта химии (что соответствует примерно званию ассистента в наших вузах) и

он был официально назначен помощником Клауса по преподаванию химии, а когда в 1852 г. Клаус переехал в Дерпт, на Бутлерова были полностью возложены обязанности по преподаванию химии в Казанском университете.

### ДОКТОРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Вслед за магистерской диссертацией Бутлеров очень скоро подготовил докторскую «Об эфирных маслах». В начале 1853 г. он писал С. Т. Аксакову, на племяннице которого, Надежде Михайловне Глумилиной, он женился: «Всегда отрадно мне вспоминать о предстоящем лете с его деревенской жизнью, а ныне и еще приятнее думать, что предстоит проводить его всем вместе. Пока, однако ж, мои развлечения более сухие, но тем не менее приятные: химия и цветоводство. Диссертацию я кончил и подал к прочтению, надеюсь, что ей будут довольны, и думаю в этом месяце приступить к экзаменам, а к лету уже быть доктором»<sup>1</sup>.

Докторская диссертация представляла собой уже чисто литературный труд.

Осложнение вызвало то обстоятельство, что в те времена была степень доктора химии и физики. Диссертация поступила на отзыв к профессору физики А. С. Савельеву, известному своими работами в области электрохимии. Тот дал на нее отрицательный отзыв. Бутлеров взял свою диссертацию из Казанского университета и после некоторых колебаний (не подать ли ее в Дерпт, но его отпугнула необходимость, как он понял из письма Клауса, держать экзамен и защищать диссертацию на немецком языке) выбрал Московский университет.

В феврале 1854 г. Бутлеров приехал в Москву, сдал экзамены и в марте защитил диссертацию.

### ПРОФЕССОР — ЛЕКТОР

После защиты докторской диссертации ему было присвоено звание экстраординарного, а в марте 1857 г. — ординарного профессора<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> В сб.: А. М. Бутлеров. Научная и педагогическая деятельность. М., 1961, с. 358.

<sup>2</sup> Разница в звании между экстраординарным и ординарным профессором существенно сказывалась на их, как мы сказали бы теперь,

Студенты любили слушать лекции Бутлерова. Один из них вспоминал, что в 1853 г., «в начале учебного осеннего полугодия, в полукруглую аудиторию, где читалась химия, собрались студенты-медики, естественники и камералисты Казанского университета. Из кабинета вышел очень молодой профессор, с легкой поступью и живыми манерами, и заговорил таким ясным, отчетливым языком, какого никто из нас, учеников гимназии, никогда не слышивал. Профессор этот сразу полюбился аудитории... А. М. Бутлеров (почти прямо со студенческой скамьи перешедший к профессуре) уже тогда владел и речью, и способностями к наглядному преподаванию в совершенстве. Для многих из нас он представлялся чем-то совершенно выделявшимся из профессорской братии — и по внешнему виду своему, и по манере держать себя, и по голосу, помимо уже чисто умственных качеств... Бутлеров и посреди паники и волнений экзамена привлекал своим обликом и обхождением, хотя и не считался экзаменатором «спустя рукава»<sup>1</sup>.

О том, что Бутлеров был прекрасным лектором, свидетельствует и успех его публичных лекций по технической химии. Они сопровождались эффектными опытами, и было одно время даже модным их посещать. Интересно в связи с этим письмо к Бутлерову талантливого изобретателя-самоучки З. С. Боброва. Письмо это написано в 1881 г. «Я, крестьянин Вятской губернии, назад тому 25 лет приезжал из деревни в Казань, чтобы послушать Ваши лекции... удостоен был Вами милостивого внимания так, что даже обласкан был Вами и допущен прослушать несколько и рядовых Ваших лекций в числе студентов. Наконец, позволено было мне даже произвести несколько опытов в лаборатории. Такое высокое Ваше ко мне внимание настоль ободрило любовь мою к наукам и утвердило желание учиться, что я тут же дал себе слово изучить во что бы то ни стало все естественные науки, насколько хватит мозгов моих. Для этого... я тогда же запасся необходимыми первоначальными руководствами по химии, физике, механике... и поехал в деревню добиваться познания этой святыни самоуком, так как я, будучи сирота, не имел тогда ни средств, ни возможности поступить в какое-

---

зарплате: экстраординарный профессор получал во времена Бутлерова 2000 руб. в год, а ординарный — 3000 руб.

<sup>1</sup> Боборыкин П. Д. «Русское слово», 23 авг. 1911 г.

то ни было учебное заведение... Я вышел из профанов по отношению знаний этих наук настолько, что я вот уже двадцать лет с желаемым успехом работаю по химии, физике, механике и медицине»<sup>1</sup>.

### **БОТАНИКА — КОНКУРЕНТ ХИМИИ**

До середины 50-х гг. продолжалось занятие Бутлерова энтомологией, а потом началось новое и очень серьезное занятие прикладной ботаникой. Связано это было с очень активной деятельностью Бутлерова в Казанском экономическом обществе. В «Записках» этого общества Бутлеров опубликовал в 1854—1857 гг. свыше десятка статей и заметок. Печатался он также в «Журнале садоводства» и в аналогичных изданиях за границей. В этой области Бутлеров выступал как экспериментатор. Бутлеров был сторонником культуры цветочных растений в открытом грунте, рекомендовал на основе своего опыта выращивание луковиц цветочных растений в садах (вместо того чтобы ввозить их из-за границы), показывал возможности комнатного цветоводства, включая и зимний период, рекомендовал способ прививки на корнях. Бутлеров интересовался возделыванием плодовых деревьев и ягодных кустарников, и особенно культуры персиков в оранжереях. Он писал, что «в редкой оранжерее не найдется персика — они у нас любимцы садоводов». Рекомендации Бутлерова «представляют интерес и в настоящее время, хотя, к сожалению, эта культура у нас сейчас полностью перешла в открытый грунт и сосредоточена только в южных районах страны»<sup>2</sup>.

### **ПОЕЗДКА ПО ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЕ**

Казалось бы, Бутлеров все дальше и дальше отходил от химии и увлечение ботаникой почти полностью отвлекло его от основного предмета занятий. Но во второй половине 50-х гг. все изменилось.

Поражение царской России в Крымской войне повлекло за собой наступление эпохи «реформ сверху». Затро-

<sup>1</sup> Письма русских химиков к А. М. Бутлерову.—«Научное наследство», 1961, т. 4. М., с. 73.

<sup>2</sup> Базилевская И. А. Ботанические работы А. М. Бутлерова. Вопросы истории естествознания и техники, вып. 8. 1959, с. 111.

нули эти реформы и систему высшего образования в России, что, в частности, выразилось в предоставлении возможности для учебных поездок в командировки за границу. В 1856 г. Бутлеров обратился с просьбой о предоставлении ему командировки. [Он указывал на необходимость ознакомиться с новейшими теоретическими взглядами, что особенно важно для него, работающего в области органической химии — науке, как он писал, с «неустановившейся достаточно теоретической частью». К этому времени Бутлеров уже отошел от теоретических взглядов, которых он придерживался под влиянием Клауса. Во время поездки для защиты докторской диссертации он навестил Н. Н. Зинина, который посоветовал ему оставить теорию радикалов и руководствоваться системой Жерара. «Непродолжительных бесед с Н. Н. в это мое пребывание в Петербурге,— вспоминает Бутлеров,— было достаточно, чтобы время это стало эпохой в моем научном развитии... Я последовал этим советам, и они двинули меня настолько по научному пути, что пребывание за границей в 1857—1858 гг. могло уже вполне довершить мое превращение из ученика в ученые»<sup>1</sup>.

В июле 1857 г. Бутлеров вместе с женой выехал из Казани. Остановившись на некоторое время в Петербурге, они затем доплыли до Штеттина, две недели провели в Берлине. В сентябре Бутлеров принял участие в съезде немецких врачей и естествоиспытателей. Затем они отправились на юг, пробыли несколько дней в Гейдельберге, где у Бутлерова завязалось знакомство с Кекуле. После недолгого переезда через Швейцарию Бутлеровы почти два месяца провели в путешествии по Италии. Оттуда в самом начале декабря они через Марсель отправились в Париж, где и оставались до начала мая. Научную командировку Бутлеров использовал очень успешно для знакомства с постановкой преподавания за границей, с устройством лабораторий, для закупки оборудования для нужд Казанского университета и т. д.

Сохранилась тетрадь, в которой Бутлеров вел записи во время поездки. Здесь и подробнейший перечень всех затрат, и записи о лекциях и лабораториях, и «заметки по части фабричной и ремесленной», «заметки по садоводству», а также путевые записи, названные им «мысли

---

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. III. М., 1958, с. 101.

и воспоминания». В них много сопоставления между тем, что видел Бутлеров у себя дома и за границей, и выводов из них, таких, как: «Уничтожение гнета неволи — условие, необходимое для движения вперед». Или же: «Неужели вправе человек отнять почти вовсе право собственности у другого и присвоить распоряжение чужой мыслью?.. Это уже — уничтожение человеческого права. Пора это понять господам помещикам!»<sup>1</sup>. Но, разумеется, в этих «мыслях» Бутлерова нет ничего революционного, эти взгляды были свойственны либералам из дворян «эпохи реформ».

Характерной для этой эпохи было и стремление многих людей класса, к которому принадлежал и Бутлеров, заняться практической деятельностью. С этим, вероятно, связано посещение Бутлеровым бумажной фабрики в Англии и мыловарен.

Еще перед поездкой за границу он пытался построить мыловаренный завод, но потерпел неудачу. Как сказано в одних воспоминаниях: «...он не знал, что в промышленности важно знать, как подать товар лицом. Он стал варить на своем заводе прекрасное яичное мыло из яичных желтков — оно не могло стоить дешево и не могло иметь яркого желтого цвета, конкуренты его окрашивали простое мыло желтой краской, называли эту смесь яичным мылом, продавали такое мыло дешево, а покупатели охотно покупали, принимая его за яичное»<sup>2</sup>. Потерпел неудачу Бутлеров и в предпринятом им производстве «зажигательных спичек».

Больше всего интересовал Бутлерова осмотр химических фабрик, а особенно заводов по производству газа из дерева. Преимущество зарубежных лабораторий, пользовавшихся газом, над химической лабораторией Казанского университета было совершенно очевидным, что Бутлеров и подчеркивает в своем отчете о поездке. Много интересного вынес Бутлеров и из посещения лекций. Так, после посещения в Париже лекций по физике Анри Реньо, славившегося разработкой методов термометрии, Бутлеров записал: «Вот как работают, не боясь труда и всех его мелочей!»<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. III. М., 1958, с. 294, 298.

<sup>2</sup> Там же, с. 336.

<sup>3</sup> Там же, с. 337.

По приезде в Париж Бутлеров был принят в члены только что организованного и носившего в начале интернациональный характер Парижского химического общества. В нем Бутлеров выступил с несколькими сообщениями, в том числе с докладом о «конституции веществ», который показывает, что его мысль уже приняла направление, которое в конечном итоге привело Бутлерова к созданию теории химического строения.

В лаборатории Медицинской школы благодаря любезности ее руководителя А. Вюрца Бутлеров проработал около двух месяцев, начав цикл своих исследований над производными метилена. С тех пор Бутлеров в течение 20 лет не прекращал систематических экспериментальных исследований в области органической химии.

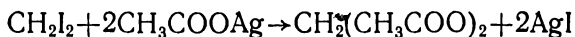
### **ПЕРВЫЕ УЧЕНИКИ И ПЕРВЫЙ ЦИКЛ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

По возвращении из-за границы Бутлеров принялся за переоборудование химической лаборатории. Он добился средств на устройство аппарата («генератора») для производства газа из масла или смолы, после чего в его лаборатории спиртовки были заменены газовыми горелками. У Бутлерова появились и первые ученики-химики. Это Н. А. Головкинский (в будущем видный русский геолог), М. М. Мясников и В. В. Марковников. Все трое, будучи студентами, выполнили работы, опубликованные затем в химических журналах. Особенно удачной была работа Мясникова, предложившего новый удобный способ получения ацетилена. В. В. Марковников, закончивший университет со степенью кандидата, оставался в качестве помощника Бутлерова. В лаборатории Бутлерова прошел обучение и К. М. Зайцев (старший из плеяды братьев Зайцевых, ставших химиками), он окончил университет в 1861 г., был командирован за границу и специализировался по химической технологии.

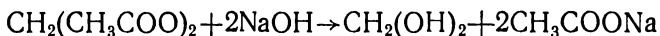
В лаборатории Вюрца Бутлеров начал цикл экспериментальных исследований производных метилена. Испытывая действие иода на этилат натрия  $C_2H_5ONa$ , Бутлеров получил тяжелое маслянистое вещество, которое, видимо, имели в руках до него и другие химики, но не сумели правильно установить его состав. Это был иодистый метилен  $CH_2I_2$ .

Стимулом для этой работы А. М. Бутлерова было желание проверить аналогию между едким натром NaOH и этилатом натрия C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>ONa при действии на них иода. Такие исследования «от аналогии» были характерны для органической химии не только XIX, но и XX в. В продуктах реакции иода на этилат натрия А. М. Бутлеров обнаружил этиловый спирт C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, формиат натрия HCOONa, иодид натрия NaI, иодистый метилен и иодоформ CHI<sub>3</sub>. Бутлеров попытался выяснить, какие условия благоприятствуют большему выходу каждого из этих иодопроизводных. При этом он обнаружил, что иодоформ служит промежуточным продуктом реакции, из которого при действии этилата натрия образуется иодистый метилен. Таким образом была открыта реакция для получения до того времени труднодоступного соединения. После этого Бутлеров стал систематически исследовать свойства иодистого метилена.

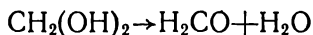
Незадолго до этой работы Бутлерова Вюрц открыл этиленгликоль CH<sub>2</sub>OH—CH<sub>2</sub>OH, который он получил действием на дихлорэтан CH<sub>2</sub>Cl—CH<sub>2</sub>Cl ацетата серебра CH<sub>3</sub>COOAg с последующим омылением этилендиацетата CH<sub>3</sub>COO—CH<sub>2</sub>—CH<sub>2</sub>—OOCCH<sub>3</sub>. И поэтому еще в лаборатории Вюрца Бутлеров провел реакцию между иодистым метиленом и ацетатом серебра, получив метиленди-ацетат:



При омылении различными средствами, например щелочью, должен был, как думал Бутлеров, получиться метиленгликоль:



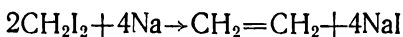
Однако вместо этого получился продукт с запахом формальдегида. Происходила самопроизвольная реакция разложения метиленгликоля с образованием формальдегида:



Но получающийся по этой реакции формальдегид тотчас же полимеризовался с образованием кристаллического параформальдегида неопределенной молекулярной массы (H<sub>2</sub>CO)<sub>n</sub>, который Бутлеров первоначально принял за димер (H<sub>2</sub>CO)<sub>2</sub> и назвал поэтому «диоксиметиленом». В то

время не было еще известно, что две гидроксильные группы не могут быть соединены с одним и тем же атомом углерода и что формальдегид при обычных условиях полимеризуется. Работы Бутлерова послужили первым указанием на эти факты.

Не было тогда известно, что органические соединения двухвалентного углерода при обычных условиях неустойчивы. И впервые на этот факт указал Бутлеров после того, как он различными галогеноотнимающими средствами (в частности, амальгамой натрия) пытался воздействовать на иодистый метилен, чтобы выделить метилен в свободном виде. Вместо метилена он получил его димер — этилен:



и другие более сложные продукты полимеризации метилена.

Химики XIX в., получив новое вещество, стремились изучить его реакции, действуя на него всеми имевшимися в лаборатории реактивами. Так поступил и Бутлеров со своим «диоксиметиленом». Он изучал, например, взаимодействие раствора этого соединения с аммиаком и при этом синтезировал известное в медицине и в производстве фенолоформальдегидных пластиков вещество — гексаметилентетрамин — уротропин. И наконец, принципиально важным для того времени было получение при обработке полимера формальдегида щелочами сахаристого вещества. Если учесть, что исходной точкой для получения формальдегида служит спирт, который, как уже известно, можно было синтезировать из элементов, у Бутлерова были основания написать, что «это первый полный синтез сахаристого вещества»<sup>1</sup>. Марковников, на глазах которого происходила вся работа Бутлерова в Казани, сообщает: «Она (эта работа. — Г. Б.) очень замедлялась вследствие высокой цены иодоформа, который по недостатку средств лаборатории на его покупку приходилось делать самим. Я живо помню, как в эти годы мы все, работавшие в лаборатории, ходили пропитанные запахом иодоформа, потому что каждый поступивший в лабораторию должен был сделать порцию иодоформа, и все-таки А. М. приходилось работать с небольшими количествами. Благодаря,

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 66.

вероятно, этому обстоятельству А. М. сделался таким мастером производить свои работы с весьма малыми количествами точно, чисто и отчетливо»<sup>1</sup>.

## ДОСТРУКТУРНЫЕ ТЕОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Однако основной вклад Бутлерова в органическую химию лежит не в области экспериментальных исследований, а в области теоретической органической химии. Теория в химии выполняет несколько задач: это и объяснение наблюдаемых фактов, и основа их систематизации, и предсказание существования еще неизвестных соединений и их свойств. Когда накапливаются факты, противоречащие теории, она перестраивается: некоторые ее положения отбрасываются и добавляются новые.

Рассмотрим кратко с этой точки зрения доструктурные теории.

Первые теоретические представления в органической химии берут свое начало от Лавуазье, у которого центральное место в его антифлогистической системе занимал кислород. Согласно его учению, органические соединения можно рассматривать как бы состоящими из двух частей: кислорода и радикала, заключающего все остальные элементы.

В первой половине XIX в. господствовали теории радикалов. Одна из таких теорий принадлежала крупнейшему химику того времени — Я. Берцелиусу. Берцелиус правильно предполагал, что силы, связывающие атомы в соединениях, носят электрический характер, но конкретная модель этого взаимодействия была у него неверной. А именно он считал, что атомы обладают двумя полюсами — положительным и отрицательным. Частицы из двух атомов, связанные между собой разноименными полюсами, в свою очередь обладают двумя полюсами, в результате чего могут происходить дальнейшие осложнения — образовываться молекулы или радикалы из нескольких атомов и т. д. Самый электроотрицательный элемент, т. е. по Берцелиусу, обладающий наибольшим отрицательным зарядом (в те времена представления об электроотрицательности элементов были иными, чем сейчас), —

---

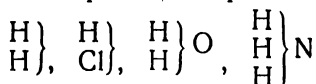
<sup>1</sup> «Труды Ин-та истории естествознания и техники», т. 12, 1956, с. 149.

кислород, поэтому он не может входить в состав радикалов.

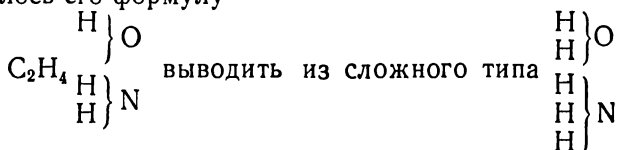
В 1832 г. Ю. Либих и Ф. Вёлер показали, однако, что радикал бензоил  $C_6H_5CO$  — без изменения входит в состав ряда соединений и обладает способностью соединяться как с электроотрицательным хлором, так и с типично электроположительным водородом. Были найдены и другие подобные факты. Кроме того, также в 30-х гг. XIX в. Ж. Б. Дюма и О. Лоран показали, что замещение в органических соединениях электроположительного водорода на электроотрицательный хлор (или даже кислород) ведет во многих случаях лишь к незначительным изменениям в свойствах. Поэтому к концу 40-х гг. представления Берцелиуса были отвергнуты, хотя их и пытались спасти с помощью дополнительных гипотез. Теория радикалов удерживалась в химии в той форме, которую ей придал Либих, т. е. без оговорки, что в состав радикалов не может входить кислород.

Еще в 20-х гг. XIX в. было открыто несколько соединений одинакового состава, но различающихся по свойствам. Этому явлению Берцелиус дал название *изомерия*. Существование изомеров опровергало положение Лавуазье, что свойства определяются элементарным составом соединений. Требовалось другое объяснение. И французские химики выдвинули предположение, что свойства молекул определяются преимущественно их пространственным строением. Последнее же мыслилось по аналогии со строением кристаллов (Лоран) или с планетарной системой (Дюма). Дюма также проводил механическую аналогию со зданием, построенным из кирпичей. Чтобы здание органической молекулы не разрушилось, надо, убирая кирпичи водорода, класть на их место кирпичи других элементов, например хлора. В качестве типовых соединений, из которых путем замещения образуются другие соединения, Дюма избрал углеводороды. Его теория получила название теории механических типов. Очевидно, что в основе этой теории лежала ошибочная модель и это объясняет, почему теорию механических типов Дюма нельзя было распространить на широкий круг органических соединений. Последних же появлялось все больше и больше. Требовалось найти приемлемый принцип их классификации, а также классификации органических реакций.

Такой принцип с использованием как идеи типов, так и идеи радикалов и был предложен в начале 50-х гг. Ш. Жераром. Он рассматривал органические соединения как происходящие из простых неорганических соединений



путем замещения в них водорода на те или иные радикалы. Например, при замещении на углеводородные радикалы водорода в типе водорода образуются углеводороды, в типе HCl — хлорпроизводные, в типе воды — спирты и простые эфиры, в типе аммиака — амины. Поэтому *теория типов Жерара* была удобна для классификации, она позволяла путем аналогии с реакциями простейших неорганических соединений легко объяснять органические реакции двойного разложения, но она имела и свои недостатки. Ее трудно было применить для объяснения все увеличивающихся в числе реакций присоединения и отщепления, а для изображения соединений с несколькими функциональными группами приходилось прибегать к сложным типам, составленным из нескольких простых. Например, чтобы объяснить свойства этаноламина, приходилось его формулу

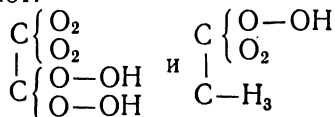


Возникла таким образом теория многоатомных радикалов, которая уже не имела преимуществ простоты первоначальной теории типов Жерара и допускала произвол в отнесении многофункциональных соединений к различным типам, так что химики для одних и тех же соединений писали формулы, не похожие друг на друга. Теория многоатомных радикалов была вытеснена теорией химического строения к середине 60-х гг.

## ВАЛЕНТНОСТЬ И ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Теория типов оставила в наследие две важные идеи, которые послужили предпосылками для создания теории химического строения,— это понятия о валентности и

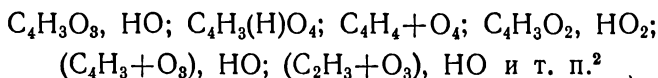
междуатомной химической связи. Из приведенных выше четырех формул — типов Жерара — легко было заключить, что водород и хлор могут соединяться с одним атомом водорода, кислород — с двумя, а азот — с тремя. Это свойство соединяться с определенным числом атомов водорода было названо первоначально *атомностью*, а затем *валентностью*. Легко было из соединения с водородом других элементов заключить и об их валентности. Так, уже в 1857 г. А. Кекуле указал на четырехатомность (четыревалентность) углерода. В то время это было огромным достижением теоретической органической химии. Атомность (валентность) элементов отождествлялась с числом *единиц сродства*, которым обладают их атомы. Соединение атомов происходит, как тогда думали, в результате взаимного потребления единиц сродства этих атомов. Таково было первое представление о *химической связи* — представление, введение которого также имело огромное значение для развития органической химии. Понятие о химической связи в такой форме было высказано почти одновременно в 1858 г. А. Кекуле и А. С. Купером. Купер впервые в истории химии иллюстрировал формулами с черточками, изображавшими химические связи, распределение сродства в молекулах органических соединений. Приведем в качестве примера формулы для щавелевой и уксусной кислот:



Для кислорода он принимал не молекулярную, а вдвое меньшую эквивалентную массу. Однако даже если отвлечься от этой детали, т. е. считать, что сдвоенные эквиваленты кислорода соответствуют одному атому, то тем не менее из двух приведенных формул только формула для уксусной кислоты будет правильной. Вюрц заметил по поводу формул Купера, что они слишком произвольны и удалены от опыта, а Бутлеров в критической статье раскрыл, в чем суть этого произвола, а именно принятое Купером распределение единиц сродства в этих формулах никак не аргументировано, никакой связи со свойствами соединений и таким распределением он не устанавливал. Купер никак не ответил на эту критику: он вскоре заболел и поэтому отошел от научной деятельности.

## ПОИСКИ ТЕОРЕТИКА И ОБЯЗАННОСТИ РЕКТОРА

К концу 50-х гг. в органической химии почти все предложенные теоретические представления имели своих сторонников, но ни одно из них не имело решающих преимуществ. «Это переходное положение науки нашей рождает массу частных теоретических воззрений и различных способов означать их», — писал в связи с этим Бутлеров в 1861 г.<sup>1</sup> Кто из современных химиков, не знающих истории этой науки, может догадаться, что следующие формулы изображают одно и то же соединение — уксусную кислоту?



Теоретические представления в то время отставали от быстрого накопления фактов, не укладывавшихся в их рамки. Сам Бутлеров после поездки за границу находился в непрестанных теоретических поисках. Это особенно хорошо видно из его курсов лекций по органической химии. Сначала он вел преподавание, как ему и рекомендовал когда-то Зинин, на основе теории типов Жерара. Затем перешел к углеродистым типам, которые по своей идее близки к механическим типам Дюма, и, наконец, в 1860/61 учебном году стал читать курс на основе теории химического строения. Переходу от старых теорий к теории химического строения способствовало и то, что в 1860 г. состоялся конгресс химиков в Карлсруэ, на котором были сформулированы понятия атома и молекулы и было рекомендовано применять в дальнейшем атомные формулы, а не формулы со знаками, отвечающими эквивалентам (как в большинстве приведенных выше формул).

После такой реформы, конечно, и понятие валентности, и понятие химической связи приобретали гораздо более определенный смысл.

Бутлеров был приглашен на конгресс в Карлсруэ, но поехать не смог, так как его назначили (3 марта по новому стилю 1860 г.) исполняющим обязанности ректора Ка-

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. III. М., 1958, с. 79.

<sup>2</sup> См.: Книга для чтения по органической химии. М., 1975, с. 17—18.

## О ХИМИЧЕСКОМЪ СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВЪ \*)

ПРОФ. ХИМИИ А. БУТЛЕРОВА.

Нынѣ, послѣ открытій массы неожиданныхъ и важныхъ фактовъ, почти всѣ сознають, что теоретическая сторона химии не соответствуетъ ей фактическому развитію. Теорія тирозъ, принятая теперь большинствомъ, начинаетъ оказываться недостаточною; несмотря на то, что она возникла еще недавно и много сдѣлала для развитія химии, нѣкоторые изъ фактовъ, открытыхъ въ новѣйшее время, подтверждаютъ даже справедливость прѣзвѣстныхъ воззрѣній: образование окисноземныхъ щелочей открытій Вюрдвѣ, говорить въ пользу взгляда Берцелиуса, принимавшаго алкалоиды за парныя соединенія амміака, а земная теорія земныхъ соединеній является справедливою до известной степени, если принять во вниманіе образование алкоголя изъ земли и воды, йодистаго эфира изъ земли и йодоводорода и проч.

Дѣло въ томъ, что большинство старыхъ воззрѣній, также какъ и новыя справедливы лишь для опредѣленнаго круга фактовъ, и преимущественно для тѣхъ, которые легли въ ихъ основаніе.

---

\*) Статья эта была уже напечатана въ *Zeitschrift f. Chemie und Pharmacie* 1861, p. 349. (Einige über die chemische Struktur der Körper.) Но такъ, какъ она, вѣроятно съ слѣдующей статьёй, составляетъ приложеніе къ отчету о заграничной поездкѣ проф. Булгерева, помѣщенному во II нѣмъ отдѣлѣ этого выпуска и при томъ обѣ эти статьи имѣють неоспоримую солидарность, то редакция и сочла необходимымъ съ одобреніемъ факультета поместить въ Ученыхъ Запискахъ статью уже напечатанную въ заграничномъ изданіи.

Учен. Зап. 1862 г. отд. 1.

занского университета. Не чувствуя призвания к административной деятельности, сожалея, что это назначение отрывает его от работ в области химии, понимая свое бессилие на посту ректора принести реальную пользу университету, Бутлеров уже через полгода просит освободить от этих обязанностей. Отставку его не приняли, и он согласился остаться при условии, что получит командировку за границу на лето следующего года. Он обращается к министру народного просвещения с предложениями о реформировании университетского образования. Эти предложения во многом были учтены при составлении университетского устава 1863 г.—самого либерального устава за все время существования «императорских» университетов.

В мае 1861 г. с чувством большого удовлетворения Бутлеров сдал дела ректора и отправился в заграничную командировку. Середину лета он провел на берегу Атлантического океана во французском городке Фекане. И там, в спокойной обстановке, продумал еще раз свои теоретические взгляды и написал статью «О химическом строении веществ», которую и прочитал 19 сентября 1861 г. на съезде немецких врачей и естествоиспытателей, состоявшемся в г. Шпейере.

Суть доклада можно изложить так: Бутлеров предлагает отказаться от теории типов во всех ее разновидностях; говорит о том, что надо подразумевать под химическим строением; высказывает основное положение теории химического строения, отличающее ее от всех предшествующих взглядов; намечает способы определения строения; высказывается о форме и содержании формул химического строения.

Через 35 лет после этого доклада Марковников говорил о нем: «Это документ, доказывающий, что А. М. был не только первым, кто наметил главные основания нынешнего учения совершенно ясно и определенно, но и развил их настолько, насколько позволяет объем журнальной статьи.

В самом деле, прочитывая ныне этот символ веры теории строения, мы не найдем в нем никакой разницы от тех принципов, которые служат руководством для современных химиков»<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> «Труды Ин-та истории естествознания и техники», т. 12, с. 159.

## ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

### А. М. БУТЛЕРОВА И ЕЕ ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

Основные положения и понятия теории химического строения образуют стройную логическую систему, вне которой немислима работа современного химика-органика.

В эту систему входят следующие положения:

атомы в молекулах соединены друг с другом попарно химическими связями в соответствии с их валентностью;

молекулы обладают определенным порядком (или последовательностью) в распределении связей между атомами, т. е. определенным химическим строением;

свойства химических соединений зависят от химического строения их молекул; из этого положения следует ряд выводов:

а) изучая свойства веществ, можно составить представление об их химическом строении, а зная химическое строение даже еще не полученных веществ, можно предсказать, какими свойствами они будут обладать;

б) причиной изомерии является различие в химическом строении веществ, имеющих одинаковый состав;

в) формулы химического строения дают представление и о свойствах соединений;

атомы в молекулах влияют друг на друга, это влияние не одинаково сказывается на свойствах атомов одних и тех же элементов, если химическое строение молекул различно.

Рассмотрим теперь каждое из этих положений и понятий подробнее.

#### ПОНЯТИЕ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

Вводя понятие химического строения, Бутлеров говорил: «Исходя от мысли, что каждый *химический* атом, входящий в состав тела, принимает участие в образовании этого последнего и действует здесь определенным количеством принадлежащей ему химической силы (средства), я называю *химическим строением* распределение действия этой силы, вследствие которого химические атомы, посредственно или непосредственно влияя друг на друга, соединятся в химическую частицу»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 70.

Проведем сопоставление входящих в эту формулировку понятий с понятиями, употребляемыми в наше время, без чего мы рискуем неправильно истолковать высказывания Бутлерова. Понятие «химический атом», или «пай», соответствует современному понятию «атом»; понятие «химическая частица» — понятию «молекула». Под «химической силой», или «средством», во времена Бутлерова понимали способность атомов к взаимному соединению. «Количество химической силы, или средства», принадлежащее атому, — это валентность. В результате взаимодействия, «потребления», по выражению Бутлерова, двух единиц средства (по одной от каждого атома) возникает соединение атомов между собой, образуется *химическая связь*.

Все эти понятия получили признание химиков лишь накануне создания теории химического строения.

Основное значение предложенного Бутлеровым понятия о химическом строении заключается в том, что в этом понятии удачно обобщены достижения теоретической химии, выраженные в понятиях атома, молекулы, химической связи, валентности, и оно явилось опорным элементом теории химического строения. Вместе с тем введение понятия химического строения впервые создало реальную возможность для изучения зависимости свойств веществ от строения их молекул.

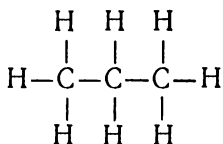
### **ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ ОТ ИХ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ**

До создания теории химического строения большинство химиков считало, что лишь состав и пространственное расположение атомов в молекулах определяют химические свойства органических соединений. После многих попыток дать заключения о пространственном расположении атомов в молекулах на основании химических свойств веществ ученые пришли к убеждению, что нужно пользоваться физическими методами исследования. Эти методы, однако, находились еще в совершенно недостаточном для достижения этой цели развитии. Создался тупик, из которого Жерар и его последователи видели один выход: отказавшись от всяких предположений о строении молекул, изучать только реакционную способность органических

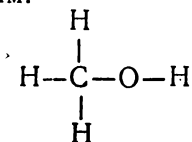
соединений и писать формулы, показывающие лишь направления, по которым расщепляются соединения при химических реакциях. Однако отказ от попыток проникнуть в сущность явлений и вскрыть таким образом внутренние причины, определяющие свойства вещества, привел к тому, что накапливающийся фактический материал не стал обобщаться теоретически, в результате чего затормозилось развитие органической химии. Но если нельзя было в те времена изучать зависимость свойств веществ от пространственного строения молекул, то, как показал Бутлеров, были основания рассчитывать на успех при изучении зависимости свойств веществ от химического строения.

Отсюда очевиден революционный характер высказанного Бутлеровым в 1861 г. положения о том, что *«химическая натура сложной частицы определяется натурой элементарных составных частей, количеством их и химическим строением»*. Иными словами, в более привычной для современного химика формулировке, *химические свойства молекулы определяются ее составом и химическим строением*.

Для простейших соединений химическое строение выводится уже из элементного состава веществ и валентности входящих в них элементов. Так, согласно формуле  $C_3H_8$ , зная валентность углерода и водорода и способность атомов первого элемента к цепеобразному соединению друг с другом, мы придем только к одной формуле химического строения:



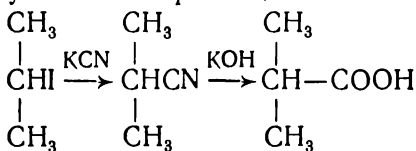
То же самое можно сказать о метиловом спирте: в нем распределение связей между одним атомом углерода, одним атомом кислорода и четырьмя атомами водорода, отвечающее нормальной валентности этих элементов, может быть только одним:



В более сложных случаях для суждения о химическом строении веществ надо уже прибегнуть к изучению химических реакций.

Историческая заслуга Бутлерова и состоит в том, что он увидел этот путь, призвал химиков идти по нему и сам первый показал пример плодотворного применения новых взглядов. «Возможность судить о химическом строении достаточно доказывается настоящим состоянием наших знаний»<sup>1</sup>,— говорил он в своем докладе 1861 г., подчеркивая при этом, что *все* реакции, применяемые химиками в своей практике, могут быть использованы для установления химического строения веществ.

Лучше всего о химическом строении веществ, по мнению Бутлерова, можно судить на основании *реакции их образования*, в особенности если можно следить за ходом постепенного усложнения молекул. Так, например, совершенно очевидно химическое строение кислоты, полученной Марковниковым при взаимодействии цианистого калия с вторичным иодистым пропилом с последующей обработкой полученного нитрила щелочью:



Эта кислота в отличие от кислоты с неразветвленной углеродной цепью была названа изомазляной.

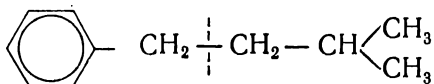
Наряду с синтетическими реакциями Бутлеров предлагает для установления химического строения пользоваться реакциями расщепления и реакциями двойного разложения.

В реакциях двойного, или обменного, разложения путем простого обмена ионами или радикалами из одной пары веществ образуется другая пара. В приведенном примере строение промежуточного соединения — нитрила изомазляной кислоты — как раз и определяется с помощью правила протекания реакций двойного разложения.

Применение реакций расщепления для установления строения исходного соединения можно пояснить на примере установления строения алкилбензолов по методу

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 70.

А. Н. Попова. Он в сотрудничестве с Т. Цинке провел окисление хромовой смесью алкилбензола:



Как нашли Попов и Цинке, расщепление (показано пунктиром) происходит так, что образуются бензойная кислота и продукт окисления отщепляющегося радикала — изомаляновая кислота. Природу этой кислоты установить было легко, а тем самым и сделать вывод, что строение первоначального продукта отвечает изоамилбензолу.

Говоря о возможности изучать химическое строение с помощью химических реакций, Бутлеров подразумевает, что остатки, на которые распадаются при этом молекулы, сохраняют свое строение. Бутлеров почти не входит в подробности относительно этого положения, известного в химической литературе под названием *принципа наименьшего изменения строения при химических реакциях*. Очевидно, он считал его само собой разумеющимся развитием понятия о радикале как о составной части ряда соединений. Для суждения о химическом строении по реакции расщепления, по мнению Бутлерова, необходимо принять, что происшедшие из исследуемого соединения «простейшие вещества, или остатки (радикалы) их, находились готовыми в разложившейся частице, т. е. принять, что способ взаимодействия элементарных паев, входящих в эти простейшие тела, остался и после их выделения тот же, каков был внутри сложной частицы»<sup>1</sup>.

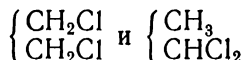
Обычно для определения химического строения вещества достаточно лишь немногих реакций из тех, к которым оно способно, знание же его химического строения позволяет предвидеть все остальные химические свойства. Кроме того, зная, с какими особенностями в строении молекул связаны определенные реакции, можно предвидеть свойства еще не полученных веществ. Совершенно очевидно отсюда все великое значение учения о зависимости свойств веществ от химического строения их молекул для экспериментальной органической химии; вместе с тем это учение послужило исходным пунктом и для дальнейшего развития самой теории химического строения.

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 71.

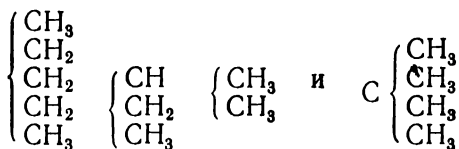
## ИЗОМЕРИЯ

Химикам давно были известны вещества, обладающие одинаковым составом, но различными свойствами. Такие вещества и получили название изомеров, т. е. состоящих из одинаковых частей. Объяснение причин изомерии было труднейшей задачей, стоявшей перед учеными более 30 лет. Только Бутлерову удалось впервые объяснить это явление. Согласно его теории, химические свойства веществ определяются их составом и строением. Различие в свойствах двух или более органических соединений, имеющих одинаковый состав, должно объясниться различием в их химическом строении. Таково гениально простое решение проблемы изомерии, намеченное Бутлеровым еще в 1862 г. и развитое в статье «О различных объяснениях некоторых случаев изомерии»<sup>1</sup>.

До Бутлерова оставались загадочными причины этого явления даже в таких простых случаях, как изомерия хлористого этилена и хлористого этилидена. Формулы, данные Бутлеровым для этих соединений, вскрыли причину их изомерии<sup>2</sup>:



На основе работ Бутлерова стал возможен систематический и исчерпывающий вывод структурных формул органических соединений, соответствующих эмпирической формуле. Схема таких выводов, основанная на понятиях химического строения молекул и валентности элементов, была дана Бутлеровым в 1864 г. Применяя эту схему, он пришел к заключению о существовании трех изомерных пентанов:



Вывод формул теоретически возможных изомеров помог определить строение многих уже известных соедине-

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 101.

<sup>2</sup> Бутлеров употреблял формулы химического строения, в которых фигурные скобки соответствуют черточкам современных формул.

ний, а в ряде случаев выявить тождество веществ, считавшихся ранее различными; он облегчил планомерный синтез органических соединений и, что особенно важно, позволил обнаружить факты, противоречащие теории и приведшие к ее дальнейшему развитию.

### ВЗАИМНОЕ ВЛИЯНИЕ АТОМОВ В МОЛЕКУЛАХ

В изомерах особенно наглядно проявляется зависимость химических свойств молекул от их химического строения. Возникает вопрос: почему происходит изменение в химических свойствах веществ при изменении их строения, если состав изомеров одинаков? И на этот вопрос впервые дал ответ Бутлеров. Свободные атомы, из которых построены молекулы изомеров, конечно, одинаковы, но в молекулах под влиянием других атомов (влиянием, зависящим от химического строения молекул) они способны изменять свое «химическое значение», т. е. по-разному вести себя в химических реакциях.

В разработке мыслей Бутлерова о взаимном влиянии атомов наибольшая заслуга принадлежит его ученику В. В. Марковникову, который высказал интересные соображения о сущности этого явления и из рассуждений которого вытекает, что взаимным влиянием атомов обуславливается характер их «единиц химического сродства», или, говоря современным языком, характер (индивидуальные особенности) химических связей в молекулах.

Химическое значение атомов какого-либо элемента может изменяться в зависимости от того, с каким другим элементом он связан непосредственно. Это положение Марковников формулирует так: «характер каждого из составляющих сложное тело элементарных паев обуславливается свойствами того элемента, с которыми он вошел в соединение, и наоборот»<sup>1</sup>. Действительно, если сравнить поведение водорода в HCl с его свойствами в других соединениях: HI, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> и т. д., то видно, что все элементы, с которыми водород связан в этих молекулах, по-своему влияют на его «химическое значение». Бутлеров приводит еще такой пример: «Хлор, соединенный с углеродом в CCl<sub>4</sub>, трудно вступает в обменные разложения, а хлор, соединенный с водородом в HCl, напротив, всту-

<sup>1</sup> Марковников В. В. Избранные труды. М., 1955, с. 194.

пает в обмен очень легко»<sup>1</sup>. Из этих примеров видно, что влияние атомов в молекулах является взаимным.

Атомы оказывают взаимное влияние не только тогда, когда они связаны непосредственно, но и тогда, когда это влияние может также передаваться, постепенно ослабевая, вдоль линии связей между атомами, через другие атомы. Бутлеров в качестве примера приводит хлорокись углерода  $\text{COCl}_2$ : «Здесь О соединен с С, как в  $\text{CO}_2$ , и  $\text{Cl}_2$  соединен с тем же С; но хлор этот, благодаря влиянию О, гораздо легче вступает в обмен, чем хлор соединений, заключающих, кроме него, только С и водород»<sup>2</sup>. В. В. Марковников приводит пример передачи влияния через несколько углеродных атомов. Он пишет, что в «хлористом амиле  $\text{CICH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  хлор действует сильнее всего на первый с ним непосредственно соединенный атом углерода и два принадлежащих последнему атому водорода и слабее всего на последний член, метил, с которым он связан через четыре атома углерода»<sup>3</sup>.

С середины 60-х гг. Марковников приступил к систематическому собиранию экспериментального материала, относящегося к зависимости «химического значения» атомов от химического строения молекул, в состав которых они входят. Результатом его работы явилось открытие закономерностей, касающихся направления некоторых реакций замещения, присоединения и расщепления. Эти закономерности получили название «правил Марковникова». Наиболее широкой известностью пользуется правило о том, что при низкой температуре элементы галогеноводородной кислоты присоединяются к непредельным углеводородам так, что галоген связывается с менее гидрогенизированным, а водород — с более гидрогенизированным атомом углерода. Это правило является прекрасным руководством в препаративной органической химии. Согласно другому правилу в спиртах (или галогенопроизводных) элементы воды (или галогеноводородных кислот) отщепляются всегда от разных и притом соседних атомов углерода. Последний вывод имел теоретическое значение, так как оказал существенную поддержку гипотезе кратных связей в тот момент, когда она оспаривалась многими химиками.

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 430.

<sup>2</sup> Там же.

<sup>3</sup> Марковников В. В. Избранные труды. М., 1955, с. 140.

Марковников впервые показал, что перегруппировки и реакции изомеризации также вызываются взаимным влиянием атомов в перегруппировывающихся и изомерирующихся соединениях. И в этой области были открыты многие закономерности. Так, в 1877 г. А. П. Эльтеков пришел к выводу, что виниловый спирт  $\text{CH}_2=\text{CHOH}$  и его гомологи не способны существовать в свободном состоянии, поскольку спирт изомеризуется в уксусный альдегид  $\text{CH}_3\text{CHO}$ , а гомологи его — в альдегиды и кетоны. Таким образом, определенные особенности в химическом строении веществ (в рассмотренном примере — наличие в молекулах группы  $\text{>C=C<OH}$ ) приводят к перегруппировкам последних в другие, более устойчивые соединения.

Дальнейшие успехи в развитии учения о взаимном влиянии атомов в молекулах были достигнуты уже на основе электронных представлений, о чем будет идти речь в заключительном разделе главы.

### ФОРМУЛЫ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

В докладе «О химическом строении веществ» (1861 г.) Бутлеров высказал мысль о формулах химического строения, которая полностью сохраняет свое значение и в настоящее время. Он говорил, что для каждого тела возможна... лишь одна рациональная формула (химического строения.— Г. Б), и когда сделаются известными общие законы зависимости химических свойств тел от их химического строения, то подобная формула будет выражением всех этих свойств. Отсюда глубочайший смысл формул химического строения: они не только схематически показывают распределение связей в молекуле, позволяя, словно по чертежу или модели, строить нужное вещество, но они еще говорят о химическом значении каждого атома в молекуле, о химических свойствах молекулы в целом. Формулы химического строения позволяют чрезвычайно удачно, кратко, наглядно выразить самое главное из того, что мы знаем о молекулах: их строение и их реакционную способность, являющуюся функцией строения.

Бутлеров сначала оставлял открытым вопрос о конкретном виде формул, о графическом выражении химического строения. Он писал, что время и опыт всего лучше покажут, каковы именно должны быть формулы химиче-

ского строения. Сначала Бутлеров пользовался формулами, в которых были показаны только валентность радикалов и отдельных атомов. Например, для циановой кислоты он так писал формулу:  $(C^IVN^{III})'(HO)'$ , затем он стал применять формулы с фигурными скобками, подобные приведенным ранее, а с начала 70-х гг. перешел уже к общепринятым и ныне формулам, в которых связи между атомами изображаются черточками.

### ПРОСТРАНСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ

Предположения о существовании определенных пространственных группировок атомов в органических соединениях высказывались еще в начале XIX столетия. Однако все они оказались бесплодными, так как изучение химических превращений не могло им дать решающего подтверждения. К началу 60-х гг. сложилось мнение «химия, имеющая дело с веществом в состоянии превращения, не может без помощи физических исследований судить о механическом строении тел»<sup>1</sup>.

Однако Бутлеров относится отрицательно к тем, кто утверждал, что суждение об этом строении останется недоступным и в будущем. В то же время он призывал химиков к изучению в первую очередь *химического* строения веществ, потому что от него преимущественно зависят их химические свойства. Изучение же *пространственного* или, как он говорил, *механического строения* молекул может быть успешным, когда будут выявлены те более тонкие особенности в свойствах веществ, которые уже не определяются одним только их составом или химическим строением.

Лет за десять до создания теории химического строения было обнаружено, что две винные кислоты, имея одинаковый состав и химические свойства, отличаются отношением к поляризованному лучу света. Кристаллы их, так же как, например, левая и правая перчатки, являются как бы зеркальным отражением друг друга и не могут быть совмещены. Были изучены вещества, которые при одинаковом химическом строении отличались не только физическими, но и химическими свойствами. Один из наиболее ярких примеров такой изомерии представляют малеиновая и фумаровая кислоты. Обе они — сильные

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 70.

двухосновные непредельные кислоты, т. е. способны замещать два атома водорода на металлы, способны присоединить два атома водорода или галогена, воду и т. д. Отличие же их заключается не только в физических свойствах, но и в том, что малеиновая кислота способна к образованию ангидрида, а фумаровая — нет. С точки зрения одной теории химического строения объяснить различие свойств этих двух кислот не удавалось.

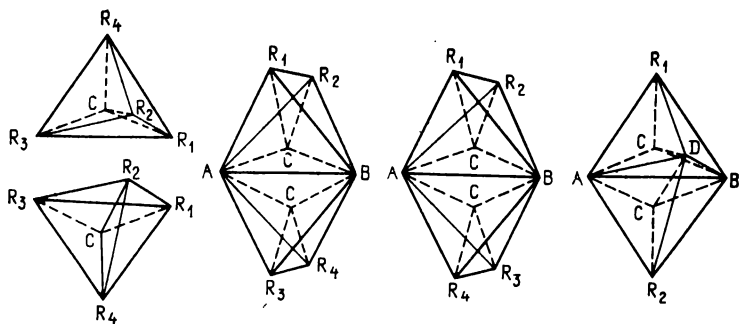
К началу 70-х гг. русские и иностранные химики чувствовали необходимость пополнить теорию химического строения новыми, пространственными представлениями. «Трудно, — говорил Марковников, — ...себе представить, чтобы между химическим взаимодействием и физическим положением атомов в частице не существовало прямых, определенных соотношений... Существуют наконец некоторые факты, которые весьма сильно говорят в пользу существования таких соотношений. Каковы эти соотношения, мы теперь сказать не можем, но это — один из ближайших очередных вопросов, который должен быть разрешен так или иначе»<sup>1</sup>. Приведенные слова Марковникова относятся к 1872 г., а в 1874 г. сразу двое химиков — Вант-Гофф и Ле Бель — выступили с попыткой ответить на этот вопрос.

Согласно учению Вант-Гоффа, сделавшему из одних и тех же посылок значительно более далекие выводы, чем Ле Бель, молекула, в которой атом углерода соединен с четырьмя атомами другого элемента, представляет как бы правильный *тетраэдр*, в центре которого находится углерод, а в вершинах — другие атомы. Химические связи между ними расположены в пространстве так, что соединяют центр и вершины тетраэдра. Если все четыре атома или группы, соединенные с углеродом, различны, то они могут быть расположены двояко, а именно так, что одно расположение является зеркальным изображением другого и несовместимо с ним. Атом углерода, соединенный с четырьмя различными атомами или группами, был назван *асимметрическим*, и с наличием в молекулах асимметрических атомов углерода были связаны их оптическая деятельность и существование оптической изомерии.

Изомерия малеиновой и фумаровой кислот, если отбросить первоначальные модели, оказавшиеся неверными,

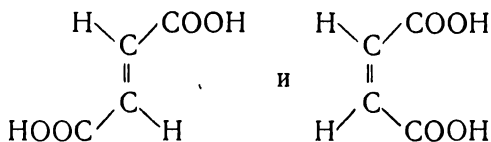
---

<sup>1</sup> Марковников В. В. Избранные труды. М., 1955, с. 284.

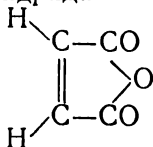


Модель молекулы углерода и кратных связей по Вант-Гоффу.

объяснялась тем, что вокруг двойной связи в отличие от простой не может быть вращения и поэтому должно существовать различие между двумя веществами, изображенными формулами



Первая формула была приписана фумаровой, а вторая — малеиновой кислоте, так как очевидно, что образование малеинового ангидрида

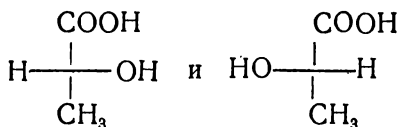


возможно только при пространственном сближении карбоксильных групп. В дальнейшем учение о пространственном положении атомов в молекулах, оказавшееся чрезвычайно плодотворным, получило название *стереохимии*, т. е. химии в пространстве.

Понятие о механическом строении молекул, как об относительном расположении атомов в пространстве, обусловленном определенным направлением химических связей между атомами, занимает в стереохимии центральное положение. Было бы, однако, ошибочным связывать

с этим понятием представление о жестком закреплении атомов в каком-то определенном положении. Первыми еще в 50-х гг. XIX в. к выводу о том, что атомы в молекулах находятся в колебательном состоянии, пришли физики-спектроскописты, затем такое представление приняли и химики. «Мы смотрим на химическое соединение,— говорил Бутлеров,— не как на что-либо мертвое, неподвижное; мы принимаем, напротив, что оно одарено постоянным движением, заключенным в его самых мельчайших частичках, частные взаимные отношения которых подлежат постоянным переменам, суммируясь при этом в некоторый постоянный средний результат»<sup>1</sup>. В другом месте он писал, что «...представление, предполагающее прикрепление или неподвижность...» атомов, «...является совершенно ненужным и произвольным»<sup>2</sup>. Справедливость этих положений была подтверждена современными физическими методами исследования.

С развитием стереохимии формулы химического строения были приспособлены также и для схематического выражения направления связей в пространстве, или, что то же, относительного положения атомов. Так, две оптически изомерные молочные кислоты условно изображаются формулами



в которых точки пересечения прямых соответствуют асимметрическому атому углерода. Как легко видеть, эти формулы нельзя совместить вращением в плоскости чертежа. Примером изображения геометрической изомерии могут служить приведенные выше формулы фумаровой и малеиновой кислот.

## РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ В XX В.

В результате накопления фактов, не укладывавшихся в рамки теории химического строения, а также дискуссии вокруг нее в 70—80-х гг. прошлого века наметился ряд во-

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 372.

<sup>2</sup> Там же, с. 424.

просов, разрешение которых было необходимо для ее новых успехов. Особенно важен был вопрос о природе валентности и химической связи, т. е. требовалось дальнейшее углубление тех представлений, которые лежали в основе самого понятия о химическом строении. Это было связано отчасти с тем, что гипотезы, предложенные для решения частных задач теории химического строения — исследования строения непредельных и ароматических соединений, оказались в явном противоречии с некоторыми хорошо и неоднократно проверенными фактами. Было непонятно, почему молекулы с сопряженными двойными связями имеют свойства, которые отсутствуют у молекул с двойными связями, разделенными более чем одной простой связью. Предложенная Кекуле формула бензола с тремя двойными связями противоречила тому факту, что для бензола не характерны реакции, свойственные этилену и другим непредельным соединениям. Кроме того, согласно той же формуле для каждой пары заместителей должны бы существовать два изомерных ортопроизводных бензола, что опровергалось фактами, и т. д. Очевидно, что традиционные структурные формулы непредельных и ароматических соединений уже не могли считаться точно передающими их строение.

С другой стороны, для более глубокого изучения реакционной способности органических соединений, для предсказания направления реакций в зависимости от реагента и условий, для понимания механизма химических превращений, в особенности изомеризации, необходимо было вскрыть внутренний механизм взаимного влияния атомов в молекулах.

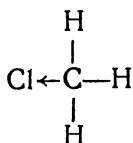
Успехи физики в XX в. оказали огромное влияние на развитие теории химического строения почти во всех направлениях. Особенно большое значение имело в этом отношении открытие электрона (1897 г.), создание затем учения о строении атома и электронное истолкование природы химической связи. Могущественную помощь в пополнении наших знаний о внутреннем строении молекул оказали физические методы исследования. Наконец, к обычным, хотя и усовершенствованным, химическим методам исследования прибавился новый, особенно плодотворный при изучении химического строения и механизмов химических реакций, — изотопный метод, известный также под названием метода меченых атомов.

Согласно современным представлениям, для органических соединений характерна так называемая ковалентная связь, которая образуется за счет двух электронов (чаще всего по одному электрону от каждого атома) и представляет собой электронный мостик между двумя атомами. Существование такого электронного мостика, играющего роль связки между двумя атомами, было доказано физическими методами исследования. Кратные связи возникают за счет четырех (по два от каждого атома) или шести (по три от каждого атома) электронов. Одна из пар электронов в кратных связях образует электронный мостик, такой же, какой существует в простых (ординарных) связях. Остальные одна или две пары электронов образуют электронные мостики иного строения и иных свойств. Поэтому различают два вида связей:  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи. Все простые связи, например между атомами углерода или углерода и водорода в этане,— это  $\sigma$ -связи; этиленовая связь состоит из одной  $\sigma$ - и одной  $\pi$ -связей, а ацетиленовая связь — из одной  $\sigma$ - и двух  $\pi$ -связей; соответственно и электроны, образующие ту или иную связь, называются  $\sigma$ - и  $\pi$ -электронами.

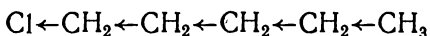
Электрон в атоме или молекуле образует электронное облако различной формы (сферической, гантелеобразной и др.). Следует только помнить, что это модели электронов, служащие для наглядного представления об электронном строении атомов и молекул. Что эти модели отвечают действительности, прямых доказательств нет. Если воспользоваться названной моделью электрона, можно сказать, что электронный мостик между связанными друг с другом атомами образуется в результате перекрывания облаков валентных электронов, принадлежащих этим атомам. Суммарное электронное облако, образующее простую связь, не обязательно равно двум электронам, как это принималось на заре электронных представлений в химии. Так, например, в молекуле водорода электронное облако, расположенное между двумя атомами водорода (или между двумя воображаемыми плоскостями, проходящими через ядра этих атомов перпендикулярно линии, их соединяющей), равно примерно 1,2 электрона. Также, как правило, не равны целому числу электронов и электронные заряды других связей.

Электроны, связывающие два атома различной природы, не расположены симметрично между ними, а более

или менее сильно оттянуты к одному из них, иными словами, плотность электронного облака между двумя атомами больше вблизи одного из них. Например, в химической связи хлора с углеродом в хлористом метиле электроны оттянуты больше к хлору, что изображается стрелкой:

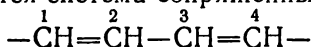


В хлористом этиле  $\text{ClCH}_2-\text{CH}_3$  электроны, осуществляющие химическую связь между атомами углерода, будут несколько оттянуты в сторону атома, связанного с хлором. Если имеется цепь углеродных атомов, то такое оттягивание электронов будет, постепенно ослабевая, распространяться вдоль этой цепи:



В соответствии с этим, чем ближе к хлору в этой цепи находится углеродный атом, тем сильнее он оттягивает на себя электроны, связывающие его с водородом, тем слабее связаны атомы водорода с углеродом и тем легче они обмениваются на другие элементы в реакциях замещения. Таков в грубых чертах электронный механизм того взаимного влияния атомов в хлористом амиле, на которое, как было отмечено выше, впервые указал Марковников. Наличие подобного смещения электронов подтверждается физическими методами исследования (например, измерением дипольных моментов молекул).

$\pi$ -электроны значительно подвижнее  $\sigma$ -электронов, поэтому если имеется система сопряженных связей



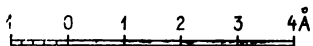
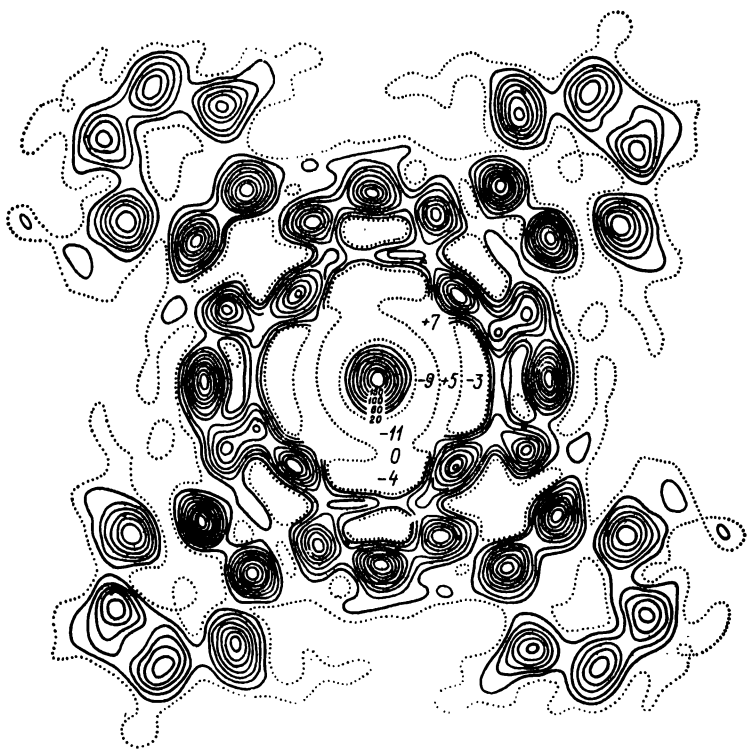
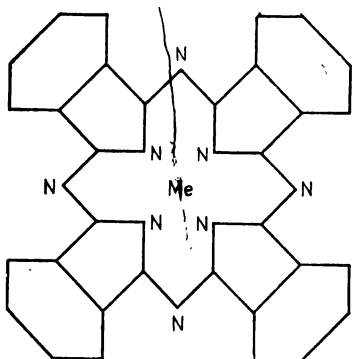
то перемещение электронов в одном каком-либо направлении влечет за собой почти одинаковое смещение электронов вдоль всей цепи, причем возможен переход их на соседние связи. Так, например, если в системе, изображенной формулой, к углероду, обозначенному цифрой 1, подойдет протон, то он оттянет на себя  $\pi$ -электроны связи  $\text{C}_1-\text{C}_2$ , что вызовет перемещение в ту же сторону  $\pi$ -электронов связи  $\text{C}_3-\text{C}_4$ , а когда оба  $\pi$ -электрона связи  $\text{C}_1-\text{C}_2$  будут использованы для образования связи между  $\text{C}_1$  и

протоном, то в результате частичного смещения  $\pi$ -электронов со связи  $C_3-C_4$  на связь  $C_2-C_3$  на атоме  $C_4$  образуется положительный заряд и к нему может легко присоединиться отрицательно заряженный атом или группа атомов. Если число двойных связей, чередующихся с простыми, еще больше, то, подобно предыдущему, водород присоединяется к первому атому цепи сопряженных связей, а галоген — к последнему. Однако, если двойные связи разделены не одной, а двумя или большим числом простых связей, такого взаимодействия между  $\pi$ -электронами двойных связей уже нет и каждая из двойных связей реагирует отдельно, присоединяя к себе и водород, и отрицательно заряженные атомы или группу атомов. Таково применение электронных представлений для объяснения особенностей реакций молекул, обладающих сопряженными двойными связями.

Физические методы исследования (электронографические, рентгенографические, спектроскопические) позволяют ныне нарисовать более точную картину строения молекул, чем ранее. С помощью этих методов можно определять средние (равновесные) расстояния между атомами. Например, как это и предвидели химики, расстояния между атомами углерода уменьшаются от этана к ацетилену, суммарный ( $\sigma$ - и  $\pi$ -) электронный заряд связи в котором наибольший: в этане  $H_2C-CH_3$  это расстояние равно  $1,54 \cdot 10^{-8}$  см, в этилене  $H_2C=CH_2$   $1,34 \cdot 10^{-8}$  см и в ацетилене  $HC \equiv CH$   $1,20 \cdot 10^{-8}$  см, тогда как в ароматических соединениях оно находится в пределах от  $1,39$  до  $1,42 \cdot 10^{-8}$  см, что согласуется с меньшим, чем в этилене,  $\pi$ -электронным зарядом связей  $C-C$  в бензоле и других ароматических циклах.

О среднем расстоянии приходится говорить потому, что атомы находятся в постоянном колебательном движении относительно друг друга. Сами колебательные движения, вращательные движения атомов и групп, средние значения углов между связями — все это также поддается определению и численному выражению. Таким образом, с помощью физических методов исследования можно очень хорошо судить о пространственном строении молекул. Наконец, физические методы исследования дают до известной степени представление также об электронных оболочках атомов и электронных мостиках между ними, т. е. об электронном строении молекул. Примером может

Химическое строение фталоцианина.



Карта распределения электронной плотности во фталоцианине.

служить «карта» электронной плотности, полученная рентгенографическим методом.

К этой же цели — изучению строения молекул — теоретики стремятся подойти с другой стороны. Опираясь в первую очередь на известные им данные о строении атомов, о свойствах электронов и на знание химического строения веществ, они пытаются с помощью уравнений теоретической физики рассчитать механическое (геометрическое) и электронное строение молекул и некоторые свойства их. Этими вопросами занимается *квантовая химия*. Ей удалось показать причину образования химической связи за счет валентных электронов и подтвердить существование определенной направленности химических связей в пространстве, в частности подтвердить тетраэдрическую модель соединений типа  $CX_4$ . Однако из-за сложности уравнений и необходимости прибегать к многочисленным допущениям и приближениям при их решении, не всегда вообще возможном, широкие перспективы квантовой химии в изучении строения многоатомных молекул открылись лишь в 60-е гг. XX в. с введением в употребление вычислительных машин.

Для того чтобы современная теория химического строения помогала в познании химических и физических свойств веществ — помогала в своей области человеку овладеть закономерностями природы для еще большего господства над ней, необходимо непрерывное развитие этой теории с привлечением достижений физики и химии. Но как бы в дальнейшем ни углубились ее понятия, как бы ни расширилось ее содержание, в грандиозном здании будущей теории строения органических соединений сохраняются основные черты классической теории химического строения, созданной Бутлеровым.

## Глава IV

### ПОСЛЕДНИЕ ГОДЫ В КАЗАНИ

#### ПОРАЖЕНИЕ НА ПОСТУ РЕКТОРА

Будучи еще за границей, Бутлеров обращается с просьбой освободить его от должности ректора. Однако он был уволен только в августе 1862 г. В это время подготовка

нового устава университетов шла полным ходом, и еще до его утверждения было решено ввести одно из его положений в действие, а именно выборы (а не назначение) ректоров. И в ноябре 1862 г. состоялись выборы ректора Казанского университета, по положению баллотировались все ординарные профессора, поэтому Бутлеров, несмотря на свое нежелание, не мог уклониться от выборов. И он стал первым выборным ректором Казанского университета.

Однако деятельность Бутлерова на посту ректора продолжалась недолго. Выступления против отсталых и бездарных преподавателей в Казанском университете продолжались. К таким профессорам принадлежал, например, профессор медицинского факультета И. И. Зедерштедт, написавший единственную научную работу и продвигавшийся по служебной лестнице благодаря личной поддержке влиятельных представителей медицинского факультета. О степени его компетентности говорит одно выступление, когда Зедерштедт утверждал, что температура кипения воды зависит от силы огня. Как видно из рукописного полемического памфлета того времени, сообщение это сопровождалось «гомерическим смехом профессора Бутлерова».

На этот раз Бутлеров занял четкую позицию сторонника освобождения университета от подобного рода невежд и от практики личного протекционизма. Образовались две партии: одна из профессоров физико-математического факультета, солидарных с Бутлеровым, другая из профессоров, хотя и не всех, медицинского факультета. Недавно назначенный попечитель Казанского учебного округа стал на сторону медиков. Дело обострилось в связи с тем, что профессора физико-математического факультета заявили, что попечителя, «как не физика и не медика», они, «к крайнему своему сожалению», не могут считать компетентным судьей.

Для выяснения дела в Казань был прислан попечитель Петербургского учебного округа И. Д. Делянов. В объяснительной записке Бутлеров писал, что разлад между двумя факультетами — это «не случайный спор, возникший по поводу горячности одних и желания других провести вперед покровительствуемого во что бы то ни стало. Корень несогласий лежит глубже; дело идет о первенстве того или другого из двух принципов: принципа

личного произвола, взаимной угодливости, стремления окружать себя людьми, сочувствующими защищаемым началам, и другого принципа — принципа правды и соблюдения пользы университета прежде всего<sup>1</sup>. Этому принципа Бутлеров придерживался и в последующие годы работы в университете. В докладе Делянова министру народного просвещения говорилось, что Бутлеров, «которому, впрочем нельзя не отдать справедливости как ученому, отличному преподавателю и благороднейшему человеку»<sup>2</sup>, по своему положению ректора должен был стоять вне партии, тогда как он примкнул к одной из них. Однако в Петербурге решающее значение имела, видимо, характеристика Бутлерова и всего дела, которую дал попечитель. Бутлерову пришлось уйти в отставку (июнь 1862 г.).

Вся эта история произвела на Бутлерова тяжелое впечатление. Он даже искал возможности для перехода в другой университет, однако семейные обстоятельства (рождение второго сына) да отсутствие подходящих условий в других городах помешали ему покинуть Казань.

### **БУТЛЕРОВСКАЯ ШКОЛА В КАЗАНИ**

Ремонт и перестройка химической лаборатории по проекту Бутлерова были закончены к началу 1863 г. Преподавание химии было реорганизовано. Первое поколение учеников Бутлерова — В. В. Марковников и К. М. Зайцев, а затем А. Н. Попов (уже с 1869 г. занявший кафедру химии Варшавского университета), А. М. Зайцев (с 1871 г. профессор химии Казанского университета) и другие — помогали Бутлерову в преподавании аналитической и неорганической химии. Преподавание органической химии оставалось за Бутлеровым.

### **ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ РУКА ОБ РУКУ**

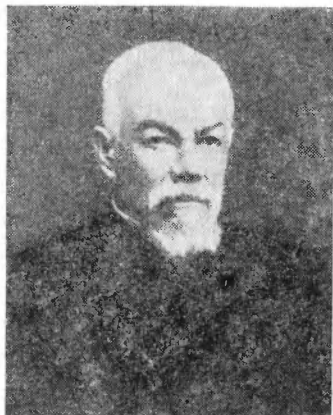
После возвращения из-за границы в 1861 г., когда химическая лаборатория еще не была подготовлена для научных исследований, Бутлеров публиковал работы главным образом теоретического содержания. В неболь-

<sup>1</sup> В сб.: А. М. Бутлеров. Научная и педагогическая деятельность. М., 1961, с. 104.

<sup>2</sup> Там же, с. 365.

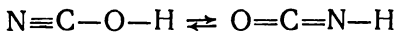


Владимир Васильевич  
Марковников  
(1837—1904).



Александр Михайлович Зайцев  
(1841—1910).

ших статьях, посвященных частным вопросам теории химического строения, Бутлеров высказал мысли, которые нашли развитие лишь в последующие годы. В одной статье он впервые описал модель углеродного тетраэдра, в другой высказал совершенно правильный взгляд на то, что в аминах и аммиаке три «единицы сродства» азота одинаковы и от них не отличается четвертая «единица сродства» в производных аммония. Там же он впервые указывает на то, что два атома азота в азогруппе —  $N_2$  — соединены двойной связью. Впервые в истории на примере циановой кислоты он пишет о возможности таутомерии, т. е. самопроизвольного превращения одной формы циановой кислоты в другую:



Наибольшее влияние на современников Бутлерова оказала, однако, его большая теоретическая статья «О различных способах объяснения некоторых случаев изомерии» (1863 г.), в которой он подверг критике взгляды на изомерию Кекуле и Кольбе и предложил свое объяснение, которое было затем принято химиками и вошло как составная часть в теорию химического строения.

В экспериментальном и теоретическом плане эту же тему в бутлеровской лаборатории разрабатывал Марков-

ников, который в 1865 г. защитил магистерскую диссертацию «Об изомерии органических соединений», получившую высокую оценку Бутлерова. Марковников по рекомендации Бутлерова после этого был командирован за границу, где отстаивал теорию химического строения в спорах с маститыми зарубежными химиками.

Важнейшие результаты экспериментальных исследований Бутлерова и его учеников были достигнуты как методами аналитической, так и синтетической органической химии. В 1864 г. Бутлеров сообщил, что вещество, полученное им при действии хлорокиси углерода (фосгена) на диметилцинк, представляет собой третичный бути-

ловый спирт («триметилкарбинол»)  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{OH} \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$  — первый

представитель тогда еще неизвестных третичных спиртов.

Уже в следующем году Бутлеров мог сообщить о получении новых третичных спиртов, по поводу чего он писал: «Результаты опытов вполне оправдали мои ожидания и показали, что алкоголи эти, названные мною *третичными*, лишь на основании теоретических соображений, опиравшихся на принцип химического строения, действительно заслуживают это название по своему содержанию (поведению.— Г. Б.) при окислении»<sup>1</sup>. Бутлеровым и Поповым были разработаны и изучены реакции окисления органических соединений, позволяющие по продуктам окисления судить о строении исходных веществ. Так был создан первый метод структурного анализа — деструктивное окисление. Применяя этот метод, Попов показал в середине 60-х гг., что кетоны, которые на основании неодинаковых способов их получения считались изомерными, в действительности, как это и следовало из теории химического строения, представляют одно и то же вещество. Марковников, синтезировавший изомазляную кислоту  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCOOH}$ , дал «первый пример изомерии между одноосновными кислотами жирного ряда», а синтезировав оксиизомазляную кислоту  $(\text{CH}_3)_2\text{C(OH)COOH}$ , показал, что кислоты, полученные другими путями и считавшиеся изомерными, в действительности представляют одну кислоту.

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 162.

Крупнейшим успехом теории химического строения было предсказание Бутлеровым в 1864 г. на примере бутанов и пентанов изомерии в ряду предельных углеводов. В 1866 г. он сообщил уже о получении им изобутана, а в 1867 г.— изобутилена и их производных. По поводу доказательства изомерии бутанов Бутлеров писал: «Что два углеводорода  $C_4H_{10}$  действительно не тождественны, а только изомерны между собой — в этом теперь нельзя сомневаться. Они представляют первый случай, в котором изомерия предельных углеводов объяснена полностью определенным различием в химическом строении, химическое строение частиц вполне известно и который заранее был предвиден теорией»<sup>1</sup>.

### КНИГА, СОСТАВИВШАЯ ЭПОХУ

Теоретическое и экспериментальное решение проблемы изомерии явилось лучшим доказательством преимущества теории химического строения перед другими теориями того времени. Однако почти перед каждой из структурных теорий также ставилась задача обобщить и систематизировать имевшийся материал органической химии.

Курс органической химии с позиций теории химического строения Бутлеров впервые прочитал в 1860/61 учебном году. Однако первым дошедшим до нас в виде литографированных записей были лекции, прочитанные им в 1862/63 учебном году. В теоретической части эти лекции близки к докладу Бутлерова «О химическом строении веществ». В этом курсе даже еще более четко указано на то, что вопрос о химическом строении вещества решается всесторонним изучением реакций.

Имея в руках этот курс, Бутлеров стал готовить для печати руководство по органической химии для лиц, которые посвящают себя химии. Эта книга вышла тремя выпусками в Казани под названием «Введение к полному изучению органической химии» в 1864—1866 гг. В первом выпуске, посвященном полностью теоретическим вопросам, целые абзацы заимствованы из упомянутого литографированного курса, а в параграфах об изомерии нашли отражение взгляды Бутлерова, изложенные в статье

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 191.

«О различных способах объяснения некоторых случаев изомерии». Во втором и третьем выпусках дано описание с позиций теории химического строения основных представителей различных классов органических соединений. Заключительный раздел третьего выпуска посвящен опять теоретическим вопросам, а именно в нем подробно обсуждается различие в поведении атомов в химических реакциях в результате взаимного влияния атомов. И наконец, самая последняя (после указателей) страница, текст которой набран особым крупным шрифтом, содержит заявление Бутлерова приоритетного характера. Бутлеров напоминает, что свои теоретические суждения он формулировал в статье «О химическом строении веществ». «Принцип химического строения был положен им вслед за тем в основу своего преподавания и всех научных работ, а потом и в основание этого сочинения, первый выпуск которого издан более двух лет назад. Между тем в химической иностранной литературе последних двух лет все чаще и чаще встречались статьи, следующие более или менее тому же принципу»<sup>1</sup>.

### БОРЬБА ЗА ПРИОРИТЕТ

Из цитированного заявления Бутлерова читатель легко мог сделать вывод, что иностранные химики обратились к теории («принципу» у Бутлерова) химического строения спустя три года после первого основополагающего выступления ее автора. Для Бутлерова наступил уже момент, о котором хорошо сказал академик П. И. Вальден в «Очерке истории химии в России»: «Впоследствии Бутлерову неоднократно приходилось защищать перед химиками Запада не столько правильность предложенного им принципа химической структуры, ...сколько отстаивать свой приоритет против присвоения этих взглядов другими химиками»<sup>2</sup>.

Для этого много было причин. И субъективная причина — «ненаучное соревнование, переходящее иногда в нетерпимость, которое мы встречаем между первоклассны-

---

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. II. М., 1953, с. 462.

<sup>2</sup> Вальден П. И. Очерк истории химии в России. Одесса, 1917, с. 478—479.

ми иностранными учеными»<sup>1</sup>, как об этом сказал Марковников еще в 1865 г., и объективная причина — тот факт, что в качестве предпосылок для создания теории химического строения служили понятия валентности и химической связи, что с помощью этих понятий можно было правильно написать структурные формулы для некоторых простейших соединений и поэтому вольно или невольно, не обратив внимания на положение Бутлерова о зависимости между химическим строением и свойствами, отождествить эти два положения со всей теорией химического строения. Поясним это примером. Исходя из валентности углерода —4, кислорода —2 и водорода —1 и зная, что в спиртах имеется гидроксильная группа, можно написать только одну формулу этилового спирта:  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH}$ , но уже две для этиленгликоля: правильную  $\text{CH}_2\text{OH—CH}_2\text{OH}$  и неправильную  $\text{CH}_3\text{—CH} \begin{matrix} \text{OH} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{matrix}$  — и несколько формул для глицерина, из которых правильна лишь одна:

$\begin{matrix} \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} \\ | & | & | \\ \text{CH}_2\text{—CH—CH}_2 \end{matrix}$ . Купер предложил для этиленгликоля правильную формулу, а для глицерина неправильную. Неправильны также были его формулы для глицериновой и щавелевой кислот и т. д. Следовательно, и правильную формулу для этиленгликоля он получил случайно. Правильное химическое строение глицерина и других органических соединений, формулы которых нельзя было вывести, руководствуясь единственно валентностью элементов, можно было установить путем изучения их реакций. На необходимость идти этим путем и указал Бутлеров.

Сознательно или бессознательно оставляя без внимания этот факт, легко приписать создание теории химического строения Кекуле, тем более что сам Кекуле в 1864 г. в одной из статей прямо написал, что его взгляды, которые он «в общей форме высказал о способе связи атомов, составляющих молекулу, мало изменятся, если при этом будут говорить о «химическом строении». На этом основании некоторые зарубежные (и не только зарубежные) историки видели заслугу Бутлерова в области теории лишь в введении удачного термина «химическое строение».

<sup>1</sup> Марковников В. В. Избранные труды. М., 1955, с. 103.

Первым, кто с историко-химической точки зрения попытался показать в правильном освещении роль Бутлерова в создании теории химического строения, был Марковников. Вот что писал он в своих воспоминаниях о Бутлерове: «Первые неопределенные попытки высвободиться из оков схематической теории типов не привели ни к каким результатам. Купер замолчал после направленных на него нападений. Кекуле в изданной им в 1861 г. органической химии остается строгим последователем учения Жерара... В это время молодой казанский химик, только что произведенный в ординарного профессора, продолжает все глубже и глубже вдумываться в догматы своей химической веры, сравнивает ее с прежними учениями и их видоизмененными современными остатками, осматривается в массе ежедневно появляющихся новых открытий и все более и более убеждается, что пророки, которых он слушал, смотрят на сущность химических явлений одно-сторонне, и вот результатом его размышлений является новая теория. В 1861 г. А. М. едет на съезд немецких естествоиспытателей в Шпейере и там в химической секции читает свою статью...»<sup>1</sup>. Но Марковников эти мысли высказывал не только в воспоминаниях. Еще в 1865 г. в магистерской диссертации, а особенно в опубликованной в том же году на немецком языке статье «К истории учения о химическом строении» он выступил против попытки Кекуле исказить истинный ход истории, указывая, что фактически до 1864 г. Кекуле не покидал в своем учебнике теорию типов, не дал развития своим же положениям о валентности углерода и химической связи и не раз приходил в противоречие с выводами теории химического строения.

#### «ПЕРЕВОД С РУССКОГО»

Каждый ученый стремится к более широкому признанию своих идей, а следовательно, к тому, чтобы с его работами ознакомились и коллеги по ту сторону «языкового барьера». Уже в 1863 г., когда Бутлеров задумал русское издание своей книги, он начал зондировать почву и для издания его на немецком или французском языке. Когда же Бутлеров столкнулся с замалчиванием его роли

---

<sup>1</sup> Марковников В. В. Избранные труды. М., 1955, с. 827.

в создании и развитии теории химического строения, перевод книги на немецкий язык стал представляться особенно желательным. После долгих поисков удалось найти издателей. Это были молодые и предприимчивые лейпцигские издатели Квандт и Гендель, издававшие журнал «Zeitschrift für Chemie», в котором особенно много было статей, принадлежащих русским авторам. За перевод взялся один из казанских преподавателей. В январе 1867 г. соглашение с издателями о переводе было оформлено при помощи Марковникова, работавшего тогда в лаборатории Кольбе при Лейпцигском университете.

В качестве гонорара Бутлеров запросил лишь 50 экземпляров своей книги. Условия эти были настолько скромны, что Марковников посоветовал ему в письме «вести дело обстоятельнее и не подавать особенно виду, что Вы так нуждаетесь в издании перевода. Это будет по-коммерчески. Вы же хотите за ничто отдать Вашу собственность в чужие руки. Издатели, кажется, это очень хорошо поняли»<sup>1</sup>. Бесконечно уступчивый во всех деталях и пойдя на компромисс в вопросе о названии книги (издатели хотели обязательно, чтобы оно начиналось словом «Учебник»), Бутлеров в одном остался непреклонен — против желания издателей опустить на титульном листе указания на то, что перевод сделан с русского. Бутлеров писал им: «Что касается всего остального, относящегося к титульному листу, я охотно соглашаюсь на Ваше предложение, однако при условии, что будут добавлены слова *«перевод с русского»*. Помещение этих слов на титульном листе я считаю *совершенно необходимым*, так как в противном случае только тот, кто ближе ознакомится с книгой, будет знать, что оригинальное издание этой книги — русское... Вам, без сомнения, должно казаться совершенно естественным, что русский ученый не хочет умолчать о том факте, что его труд первоначально был издан на *русском языке*»<sup>2</sup>.

Это условие было принято. Со своей стороны, Бутлеров взял на себя редактирование перевода и дополнение его в соответствии с новыми данными.

---

<sup>1</sup> Письма русских химиков к А. М. Бутлерову. — «Научное наследство», 1961, т. 4. М., с. 238.

<sup>2</sup> В сб.: А. М. Бутлеров. Научная и педагогическая деятельность. М., 1961, с. 300.



## СНОВА ЗА ГРАНИЦУ

Редактировать перевод в Казани было бы неудобно, поэтому Бутлеров просил командировать его за границу. В своем заявлении в физико-математический факультет он писал, что хочет в личных контактах с западноевропейскими учеными добиться справедливой оценки своего вклада в теоретическую химию, а также указывал на необходимость отдыха. И факультет постановил: «Желая дать г. Бутлерову возможность лично выяснить пред заграничными химиками право его на главное участие в развитии того направления, которое приняла современная химия, и вместе с тем восстановить силы для дальнейших работ, факультет имеет честь просить ходатайства совета о командировании г. Бутлерова за границу на десять месяцев с 1 августа настоящего года по 1 июня 1868 г.»<sup>1</sup>.

В хорошо шедшем сначала издании перевода произошла под конец неожиданная задержка — переводчик прервал свою работу в связи с командировкой, а затем в связи с переездом в Петербург. В результате этого 4-й выпуск книги Бутлерова вышел только в июле 1868 г. и Бутлеров, не дождавшись появления последнего выпуска книги, вынужден был вернуться в Россию, но цель — редактирование немецкого перевода «Введения» — была им в общем достигнута. «Эта книга составила тогда эпоху в развитии теоретических представлений, положенных в основу современной химии»<sup>2</sup>, — говорил Марковников (1893 г.), а Э. Мейер, химик из школы Кольбе и один из наиболее объективных историков химии того времени, писал: «Бутлеров своим превосходным учебником органической химии, появившимся в 1868 г. на немецком языке, оказал глубокое влияние на развитие и распространение структурной теории»<sup>3</sup>. Во время пребывания Бутлерова за границей появилась в ведущем немецком журнале заметка Л. Мейера, в которой полностью отвергались какие-либо заслуги Бутлерова в разработке теории строения органических соединений, а структурные формулы объявлялись само собой разумеющимся следствием положений о че-

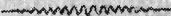
<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Избранные работы по органической химии. М., 1951, с. 497.

<sup>2</sup> Марковников В. В. Избранные труды. М., 1955, с. 683.

<sup>3</sup> Цит. по кн.: Быков Г. В. Александр Михайлович Бутлеров. М., 1961, с. 112.

ВВЕДЕНІЕ  
КЪ ПОЛНОМУ ИЗУЧЕНІЮ  
ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМІИ,

А. Бутлерова,  
ОРИГИНАЛЬНОГО ПРОФЕССОРА ХИМІИ ПРИ ИМПЕРАТОРСКОМЪ КАЗАНСКОМЪ  
УНИВЕРСИТЕТѢ.



КАЗАНЬ.

Издание П. Н. Фальк-дере-Флига

1864.

LEHRBUCH  
DER  
ORGANISCHEN CHEMIE

ZUR EINFÜHRUNG  
IN DAS SPECIELLE STUDIUM DERSELBEN

VON

A. BUTLEROW,  
ORD. PROFESSOR DER CHEMIE AN DER KÄISERLICHEN UNIVERSITÄT  
ZU KASAN



AUS DEM RUSSISCHEN ÜBERSETZTE

DEUTSCHE AUSGABE,

VOM VERFASSEN REVIDIRT UND MIT ZUSÄTZEN VERMEHRT

---

LEIPZIG  
VERLAG VON QUANDT & HANDEL.

1868.

изучению органической химии».

тырехвалентности углерода и способности его атомов к цепеобразному соединению друг с другом. Л. Мейер утверждал затем, что Кекуле «соединением обоих положений, их последовательным проведением и широким применением впервые представил значение формул строения в истинном свете»<sup>1</sup>. В своем ответе Л. Мейеру Бутлеров писал: «В мои намерения, конечно, не входит доказывать свои притязания цитатами; однако если сравнить (в хронологическом порядке) мои работы, вышедшие с 1861 года, с работами других химиков, то придется признать, что эти притязания не необоснованы»<sup>2</sup>. К сожалению, многие историки химии не пожелали воспользоваться советом Бутлерова, а приняли на веру слова Л. Мейера и его трактовку теории химического строения, при которой из теории выпадает ее основное, бутлеровское положение о зависимости свойств органических соединений от их химического строения и о возможности, основываясь на этой зависимости и изучая ее, устанавливать экспериментальным путем строение, а следовательно, и выводить формулы этих соединений. Правильная точка зрения и правильный подход к исследованию этой проблемы был только в марковниковской школе. Ее традиции были восприняты советскими историками химии.

### ПУТЕШЕСТВИЕ В АЛЖИР

Зиму Бутлеров провел в Ницце. Но «как ни хорош климат Франции, но в его прохладных сырых вечерах, в пронзительном ветерке, который почти всегда ощущаешь в тени, еще слышится близость севера. НевоЛЬНО хотелось далее, на юг. Да и как было не воспользоваться случаем заглянуть в другую часть света, до которой из Ниццы через Марсель чуть не рукой подать. Я решил съездить в Алжир»<sup>3</sup>. Так начинает Бутлеров описание своего путешествия, которое чуть было не кончилось трагично. На море разыгралась страшная буря. Пароход швыряло из стороны в сторону. Огромные волны унесли восемь человек команды. Машинное отделение было залито водой. Хотя надежды на спасение почти не было,

<sup>1</sup> Цит. по кн. Быков Г. В. Александр Михайлович Бутлеров. М., 1961, с. 108.

<sup>2</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 224.

<sup>3</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. III. М., 1958, с. 321.

выдержка капитана и команды помогла победить в этой схватке со стихией. Пассажиров пригласили работать наряду с матросами. Бутлерову вместе с другими пришлось встать в цепь при откачке воды ведрами, а затем при переброске угля от одного борта к другому. В конце концов пароходу удалось дойти до Алжира. Бутлеров в художественной форме описал это переполненное необычными впечатлениями путешествие.

В июле 1868 г. Бутлеров вернулся в Казань, но к этому времени он уже был избран ординарным профессором Петербургского университета. Почти полгода в спокойной обстановке он передавал кафедру химии Казанского университета своему ученику Марковникову.

## *Глава V*

### **ПЕТЕРБУРГ**

#### **ОРДИНАРНЫЙ ПРОФЕССОР ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Переход в Петербургский университет отвечал давнишнему желанию Бутлерова, который связывал с этим надежду на избрание в Академию наук, что могло бы обеспечить, как он думал, спокойные условия для работы. Однако единственную кафедру химии в Петербургском университете в середине 60-х гг. занимал Менделеев, а от кафедры технической химии Бутлеров отказался, так же как и от предложения перейти на кафедру химии в качестве экстраординарного профессора. Поэтому в мае 1868 г. Бутлеров был избран ординарным профессором Петербургского университета и для него специально была создана кафедра органической химии. При избрании в совете университета блестящий отзыв о Бутлерове прочитал Менделеев: «А. М. Бутлеров — один из замечательнейших русских ученых. Он русский и по ученому образованию, и по оригинальности трудов. Ученик знаменитого нашего академика Н. Зинина, он сделался химиком не в чужих краях, а в Казани, где и продолжает развивать самостоятельную химическую школу. Направление ученых трудов А. М. не составляет продолжения или развития идей его предшественников, но принадлежит ему самому. В химии



А. М. Бутлеров — профессор Петербургского университета.

существует *бутлеровская* школа, *бутлеровское* направление... У Бутлерова все открытия истекли и направлялись одною общею идеей. Она-то и сделала школу, она-то и позволяет утверждать, что его имя навсегда останется в науке. Это есть идея так называемого *химического строения*»<sup>1</sup>.

В Петербургском университете Бутлеров, кроме основного курса органической химии, читал специальные лекции, посвященные отдельным классам органических соединений. Эти лекции изданы литографским способом.

В 1878/79 учебном году Бутлеров вследствие командировки Менделеева за границу взял на себя чтение курса неорганической химии. Эти лекции Бутлерова были изданы (также литографским способом) под названием «Металлоиды».

В 1880 г. исполнялось 30 лет официальной преподавательской деятельности Бутлерова, и он полагал, что ему следует выйти в отставку. В связи с этим он прочитал в 1879 г. специальный курс истории химии. Уже в первой лекции он проводит мысль о том, что для понимания сложных и противоречивых вопросов теоретического естествознания необходимо обращаться к их истокам и к истории их дальнейшего развития. Особенностью курса Бутлерова является то, что он подробно анализирует оригинальные работы крупных химиков первой половины и 50-х гг. XIX в. Это хороший пример обращения к первоисточникам, которое только и позволяет воссоздавать истинную картину какого-либо явления в прошлом,— пример, которому либо из-за незнания языков, либо из-за нежелания заниматься «черновой» работой, к сожалению, не следуют иногда и современные историки химии — профессионалы.

В апреле 1880 г. Бутлеров прочитал, как он думал, последнюю лекцию в Петербургском университете по органической химии и распрощался с аудиторией. Еще раньше он официально известил совет физико-математического факультета о своем намерении выйти в отставку. Но 102 его слушателя и ученика подали ему коллективное письмо, в котором были такие слова: «Вы покинете университет — аудитория потеряет незаменимого лектора, лаборатория — незаменимого руководителя... Каждый год

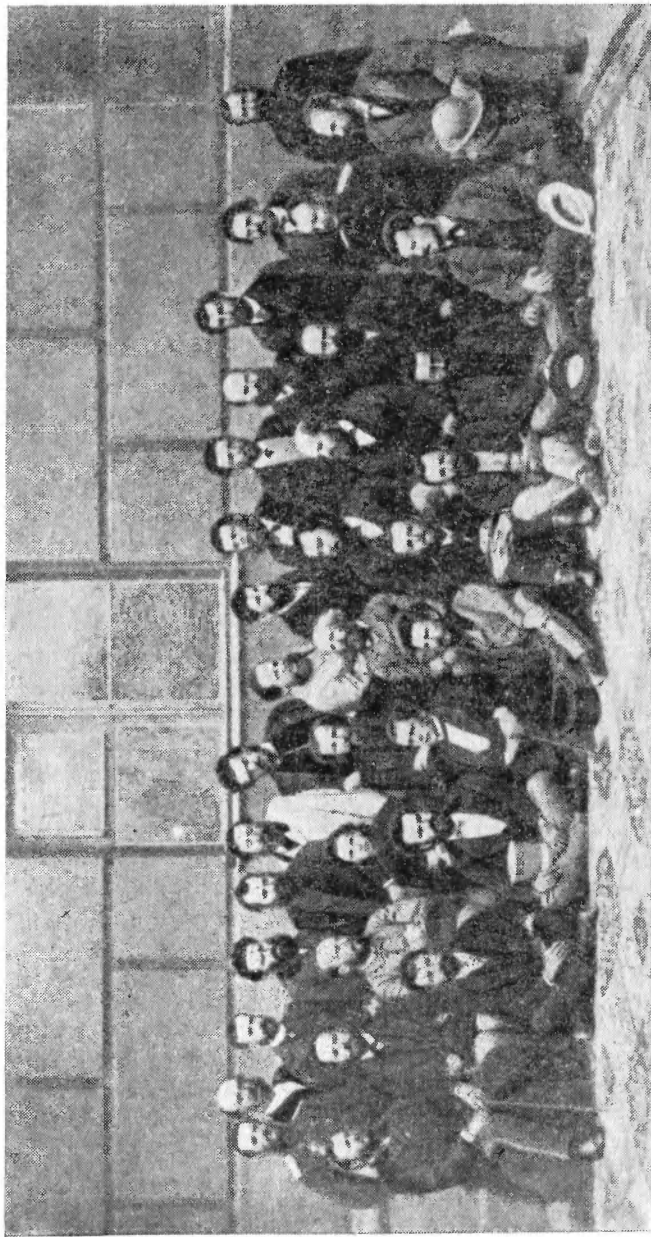
<sup>1</sup> «Журнал Министерства народного просвещения», 1868, ч. 139, с. 32.

масса молодежи из самых отдаленных концов России собирается на естественном разряде С.-Петербургского университета, пренебрегая лишениями, условиями столичной жизни, неумолимой для бедных. Каждый год эта масса выделяет из себя крупную часть химиков-специалистов, посвящающих себя химии под влиянием Ваших лекций. Всякий добивается чести заниматься под Вашим руководством, сделаться причастником Ваших идей, взглядов. Вас, Александр Михайлович, — незаменимого лектора, незаменимого руководителя, представителя честного элемента в университетской корпорации — просим мы, студенты, Ваши ученики: не покидайте университет! К нам присоединяется вся Ваша лаборатория и все Ваши бывшие ученики: не оставляйте нас!»<sup>1</sup>. Семнадцать человек из подписавших эту петицию стали впоследствии сами профессорами. К Бутлерову была также направлена депутация «старейших и младших» членов физико-математического факультета с той же просьбой. Бутлеров остался в университете на следующие пять лет, однако чтение специальных курсов уже прекратил.

В 1883—1885 гг. он прочитал свой наиболее полный двухгодичный курс органической химии, на прощальной лекции которого обратился с такими словами к своим слушателям: «Расставаясь в эту минуту с университетом, я с некоторой грустью, но вместе с тем и с радостью оглядываюсь назад на 35 лет своей деятельности. Я не могу не радоваться тем громадным изменениям, которые произошли перед моими глазами. Тридцать пять лет тому назад, пожалуй сорок, когда я сам еще учился, было не более двух-трех известных русских химиков и русской химии почти не существовало: она заимствовала свои силы из чужих источников. В настоящее время наша русская химия поставлена на одно из очень почетных мест, и мы имеем, вы знаете, такие имена, которыми по справедливости можно гордиться. Мало того, мы имеем такой контингент молодых ученых, что участь русской химии вполне обеспечена. Мы уверены, что она не остановится в своем дальнейшем развитии. Я, по крайней мере, склонен думать, что те теоретические представления, то направление, которому я главным образом служил, несо-

---

<sup>1</sup> В сб.: А. М. Бутлеров. 1828—1928. Л., 1929, с. 35—36.



Члены химической секции Третьего съезда русских естествоиспытателей в Киеве (август 1871 г.). Слева направо во втором ряду: В. В. Марковников, Г. Г. Густанов, А. М. Бутлеров, А. Ф. Волкова, Д. И. Менделеев, Н. Н. Бекетов.

мненно, найдет достойных последователей и сослужит до конца свою службу»<sup>1</sup>. Очевидно, что как успехами в своем развитии химии в России, так и созданием кадров молодых ученых-химиков русская химия была обязана в большой, если не в наибольшей, степени Бутлерову.

С 1870 г. Бутлеров в течение нескольких лет читал лекции на «Владимирских курсах», организованных для женщин, которые хотели получить высшее образование университетского характера. С 1878 г. Бутлеров читал курс неорганической химии на Высших женских курсах, известных как «Бестужевские курсы», названные так по имени их первого директора профессора истории К. Н. Бестужева-Рюмина.

Бутлеров, несмотря на большое сердце, много времени уделял преподаванию на женских курсах. Сначала при его участии на курсах была устроена небольшая лаборатория, а затем, уже в ноябре 1885 г., была открыта новая химическая лаборатория. Бутлеров был горячим сторонником женского образования и ратовал за право женщин на высшее образование.

### БУТЛЕРОВСКАЯ ШКОЛА В ПЕТЕРБУРГЕ

В Петербургском университете Бутлеров воспитал большую группу химиков, сыгравших видную роль в развитии химии в России. Первым его помощником был Г. Г. Густавсон, впоследствии профессор Сельскохозяйственной академии в Москве, его сменил М. Д. Львов — будущий профессор Технологического института в Петербурге (Львов начал работать в лаборатории Бутлерова еще в Казани, а затем перешел в Петербургский университет). К бутлеровской школе принадлежит один из крупнейших химиков-органиков академик А. Е. Фаворский и академик В. Е. Тищенко. Академики И. А. Каблуков и Д. П. Коновалов, профессора Ф. М. Флавицкий (Казань), Е. Е. Вагнер (Варшава) и многие другие, хотя и не являлись учениками Бутлерова в полном смысле слова, но практику проходили в его лаборатории: одно время в лаборатории Бутлерова работали все ассистенты химической лаборатории Петербургского университета.

---

<sup>1</sup> Цит. по кн.: Быков Г. В. Александр Михайлович Бутлеров. Очерк жизни и деятельности. М., 1961, с. 121.



Михаил Дмитриевич Львов  
(1848—1899).



Алексей Евграфович Фаворский  
(1860—1945).

Чем же привлекал к себе Бутлеров? По высказываниям тех, кто знал его как руководителя лабораторных занятий, Бутлеров удачно объединял в себе крупнейшего теоретика и замечательного экспериментатора, поэтому экспериментальные исследования «подчинялись и ярко освещались единым общим принципом», как писал Львов.

Но руководитель может держать своих сотрудников или учеников на расстоянии и его достоинства как ученого остаются практически его личным достоянием. Не таков был Бутлеров. «Может быть, самая важная черта в характере А. М., оказавшая наибольшее влияние на его учеников и слушателей, была та, что у него не было секретов ни в идеях, ни в попытках их осуществления, он в беседе с учениками делился всем, что идейно переживал в данный момент и, можно сказать, что вместе с ним вся лаборатория переживала наслаждения и восторги научного творчества»<sup>1</sup>, — отмечал Фаворский.

Таким образом, Бутлеров учил примером. И у такого мастера экспериментального исследования, конечно, научиться при желании можно было многому. «А работал он действительно артистически. Особенно поражало его

---

<sup>1</sup> В сб.: А. М. Бутлеров, 1826—1928. Л., 1929, с. 87.

умение работать с малыми количествами, пользуясь особенно сконструированными приборами, которые он сооружал сам, мастерски работая за паяльным столом и тщательно отделявая и подгоняя все части прибора. Умению обработки стекла за паяльным столом он придавал большое значение и иногда... занимался выдуванием разных вещей, чтобы не терять навыка в работе. Около него в это время собирался обыкновенно кружок работающих в лаборатории, с которыми он вел в то же время беседу... Пример учителя действовал заразительно на учеников»<sup>1</sup>, — добавляет Коновалов. И наконец, еще одна черта Бутлерова как руководителя — его товарищеское отношение к своим ученикам, что удивительно напоминает атмосферу в лаборатории Зинина. «Здесь (в лаборатории. — Г. Б.) он являлся не только добрым и хорошим учителем, который всегда готов был выслушать вопрос и дать ответ каждому из практикантов, но он был как бы товарищем всех работающих. Он не прочь был выслушать или сам рассказать какой-нибудь анекдот, и его искренний, звонкий смех покрывал всех остальных... Словом, работая в лаборатории, мы чувствовали себя как дома, совершенно свободными. Но прирожденный А. М. такт невольно передавался и всем окружающим, и чувство свободы и непринужденности никогда не переходило границы. В его лаборатории не было места панибратству и вульгарности, а работы каждого шли своим чередом, хотя в лаборатории царил веселье»<sup>2</sup>, — вспоминает Марковников.

После окончания исследования, проведенного студентом, Бутлеров или Львов докладывали о нем в Русском химическом обществе. Печаталась работа, как правило, под одной фамилией ее фактического исполнителя и лишь в конце делалось добавление (и то не всегда), что данное исследование проведено «по мысли А. М. Бутлерова». При издании работ своих учеников за границей Бутлеров поправлял переводы по языку и стилю, а иногда и сам выполнял их.

Бутлеров немало проявлял забот о дальнейшей судьбе своих учеников после окончания ими университета. Но к нему обращались за помощью и химики, формально не принадлежавшие к его школе, он вообще

<sup>1</sup> В сб.: А. М. Бутлеров. 1828—1928. Л., 1929, с. 87.

<sup>2</sup> «Труды Ин-та истории естествознания и техники», 1956, т. 12, с. 140.

придерживался мнения, что в науке не следует делить людей на «своих» и «чужих». Так, в одном письме (1875 г.) он говорит об этом достаточно ясно: «Не могу... не высказаться откровенно относительно одного обстоятельства, имеющего, по мнению моему, весьма важное значение как по отношению к успехам химии в России, так и по отношению хода преподавания нашей науки. Мне казалось бы вполне справедливым и полезным при замещении кафедр иметь в виду не местных только ученых, а всех тех русских химиков, которые достаточно заявили себя в науке, но еще не имеют преподавательских мест, хотя и обладают высшими учеными степенями»<sup>1</sup>.

Бутлерову наша страна обязана созданием крупнейшей школы химиков, к которой принадлежали не только его прямые ученики, но и ученики его учеников, воспринявших бутлеровский метод преподавания и создавшие свои собственные школы.

«Научная работа у Бутлерова,— как писал известный советский химик-органик член-корреспондент АН СССР А. Д. Петров, посвятивший одну из своих работ петербургской школе Бутлерова,— была не хорошо оплачиваемой службой, а скорее своего рода подвигом, поэтому более слабые, естественно, скоро отсеивались. Сильные и оригинальные исследователи, движимые стремлением к самостоятельности и отчасти под давлением причин материального характера, рассеивались по провинциальным высшим учебным заведениям и основывали там собственные школы»<sup>2</sup>.

## СОЮЗ ТЕОРИИ И ЭКСПЕРИМЕНТА ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Относительно благоприятные условия для работы в Петербурге позволили Бутлерову с успехом продолжать его экспериментальные исследования. Первоначально они шли в прежнем русле, намеченном еще в Казани, а именно были направлены на получение предсказанных теорией неизвестных еще соединений и на подтверждение таким образом самой теории. Одной из трудных проблем

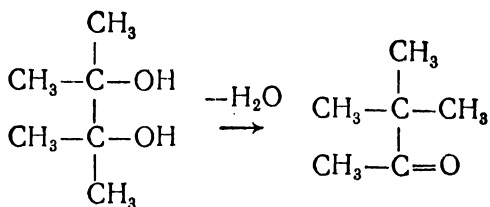
---

<sup>1</sup> В сб.: А. М. Бутлеров. Научная и педагогическая деятельность. М., 1961, с. 303.

<sup>2</sup> «Труды Ин-та истории естествознания и техники», 1961, т. 35, с. 198.

В 60-х гг. представлялась проблема о природе непредельных соединений. Наряду с гипотезой кратных связей, которую в 1862 г., а затем в 1865 г. высказал Э. Эрленмейер, а до него австрийский физик Й. Лошмидт, существовали еще гипотезы, авторы которых считали, что в непредельных соединениях атомы углерода обладают одной или двумя свободными валентностями, или, как говорили, единицами свободного сродства. Для этилена тогда возможно существование двух изомеров  $C'H_2-C'H_2$  и  $C''H-CH_2$ , для пропилена  $C_3H_6$  — трех, для бутилена  $C_4H_8$  — четырех изомеров и т. д. Согласно же гипотезе кратных связей для этилена и пропилена возможно только одно соединение, а для бутилена — три (если не принимать во внимание возможности циклических форм). Именно такое число изомеров для каждого из этих соединений и было получено к концу 60-х гг. В пользу гипотезы кратных связей говорило и правило Марковникова (1869 г.) о том, что при отщеплении от молекул состава  $C_nH_{2n+1}X$  частиц  $HX$  элементы этих частиц  $H$  и  $X$  всегда отщепляются от соседних атомов углерода. Следовательно, отщепление частиц  $HX$  от соединений  $(CH_3)_3CX$ , например отщепление воды  $H_2O$  от триметилкарбинола  $(CH_3)_3COH$ , не может происходить без распада первоначальной молекулы. Это экспериментально и показал Бутлеров. Он сопоставил данные о числе изомеров и химических свойствах непредельных углеводородов и высказался в пользу гипотезы кратных связей. Результаты своих исследований Бутлеров изложил в статье «О химическом строении некоторых непредельных углеводородов» (1870), после которой идея о кратных связях стала широко применяться и другими химиками.

Много работал Бутлеров над синтезом триметилуксусной кислоты  $(CH_3)_3CCOOH$ . Оказалось, что она тождественна с пивалиновой кислотой, полученной французскими химиками при окислении пинаколинового спирта. Бутлеров показал, что у французских химиков было неправильное представление не только о строении этого спирта, но и о кетоне — пинаколине, который Бутлеров получил из триметилуксусной кислоты. Он доказал также, в чем состояла ошибка: химики не заметили при переходе от пинакона к пинаколину перегруппировки, заключающейся в переходе метильной группы от одного атома углерода к другому:



Эта так называемая пинаколиновая перегруппировка, широко применяемая в современной препаративной химии, впервые была правильно истолкована Бутлеровым. В дальнейшем пинаколиновая перегруппировка изучалась его учениками на других примерах. Работа Бутлерова над триметилуксусной кислотой показывает, как в руках вдумчивого экспериментатора, вооруженного структурной теорией, все побочные результаты основного исследования могут дать ценную информацию для науки.

Не будем приводить примеры еще нескольких работ Бутлерова по синтезу предсказанных теорией соединений. Упомянем только, что в петербургский период он выполнил несколько работ по установлению строения природных соединений. Одна из них, проведенная совместно с его учеником А. Н. Вышнеградским, относится к установлению строения хинина и родственного ему алкалоида цинхонина. Это исследование не было доведено до конца, да и в 70-х гг., когда оно проводилось, вряд ли и можно было ожидать полной расшифровки строения этих соединений. Однако Бутлеров и Вышнеградский были на правильном пути и впоследствии пришлось внести в их результаты незначительные поправки.

### ИСТОКИ ХИМИИ ПОЛИМЕРОВ

Огромное значение для органической химии и химии полимеров имело другое, новое направление экспериментальных работ Бутлерова. Полимеризация органических соединений и существование полимерных отношений (например, между этиленом и бутиленом) были открыты давно, а сам термин Берцелиус предложил еще в 1832 г. К известным реакциям полимеризации принадлежала, например, знаменитая реакция Бертло (1866 г.) превращения трех молекул ацетилена в бензол. Однако механизм реакций полимеризации, а следовательно, и возможность

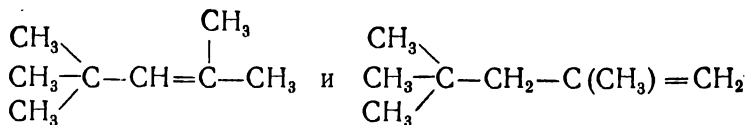
управления ими по желанию химиков (а без этого была бы невозможна и современная химия синтетических полимеров) оставались непонятными.

Бутлеров еще в конце 50-х гг. столкнулся с полимеризацией метилена в этилен и его высшие гомологи, формальдегида — в сахаристое вещество. Правда, оба исходных вещества были сами по себе неустойчивы. Но вот в 1867 г. он обнаруживает способность к полимеризации изобутилена. Верный своему правилу начинать исследование с простейших случаев, уже в Петербурге Бутлеров приступил к изучению реакций полимеризации этилена. Опыты, которые он проводил вместе со студентом В. М. Горяиновым по полимеризации этилена, однако, окончились неудачей, продуктов полимеризации дни не получили. Однако в процессе исследования было замечено, что при нагревании до 160°C этилен поглощается серной кислотой, образуется этилсерная кислота, которая при разложении водой дает этиловый спирт. Бутлеров и Горяинов пишут, что их наблюдение «составляет факт, обещающий приобрести со временем практическое значение; если бы удалось открыть дешевый способ приготовления этилена, то он составил бы материал для добывания спирта»<sup>1</sup>. Уже в XIX в., когда этилен стали получать в большом количестве при переработке нефти, этот способ был применен для промышленного производства спирта из пищевых продуктов.

Опыты с пропиленом и с бутиленом с неразветвленной цепью привели к слишком сложным продуктам полимеризации. Поэтому Бутлеров остановился на изучении «удвоения» изобутилена, «которое представляет *простейший* случай чистой и, возможно, менее сложной полимеризации углеводорода этиленного ряда, совершающейся при действии серной кислоты»<sup>2</sup>. Бутлеров тщательно исследовал условия, в которых происходит димеризация изобутилена, продукты, которые при этом получают, в том числе и кислородсодержащие. Он пришел к выводу, что реакция димеризации изобутилена начинается с присоединения к молекуле изобутилена воды. В результате изучения всех продуктов реакции Бутлеров допускает, что его диизобутилен в действительности представляет смесь двух изомеров:

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 285.

<sup>2</sup> Там же, с. 323.



Этот вывод был подтвержден другими химиками.

После выяснения строения изомеров диизобутилена и установления механизма реакции Бутлеров исследовал реакцию тримеризации изобутилена.

При изучении полимеризации изобутилена Бутлеров столкнулся со случаями химического равновесия между спиртом и получающимся из него углеводородом. По этому поводу он писал, что «частицы некоторых веществ, вследствие постоянного распада и воссоединения продуктов в новом порядке, постоянно изомеризуются, переходя из одного видоизменения в другое и обратно»<sup>1</sup>. В зависимости от природы реагентов, с которыми взаимодействует данное вещество, в реакции может участвовать одно из «видоизменений». Бутлеров в качестве примера приводит циановую кислоту. Весь комплекс таких явлений был назван затем *таутомерией*, а вещества, о которых писал Бутлеров,— таутомерами. Термин «таутомерия» предложен Лааром в 1885 г. Этот химик, однако, признавал первенство Бутлерова в открытии и объяснении явления таутомерии.

Работы Бутлерова по изучению реакций полимеризации продолжались до 1882 г. Об этих работах Марковников говорил: «Теперь указан путь, в каком направлении следует искать разгадки подобных же явлений в целом обширном ряде других аналогичных реакций»<sup>2</sup>. Так оно и произошло в истории химии, когда реакциями полимеризации непредельных углеводов химики заинтересовались уже с практической точки зрения.

Как известно, впервые задача промышленного получения синтетического каучука была решена в СССР С. В. Лебедевым. По методу его работы, как легко видеть, были прямым продолжением классических исследований Бутлерова.

В 1882 г. Бутлеров университетскую лабораторию передал Львову, а свои экспериментальные работы стал

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 343.

<sup>2</sup> «Труды Ин-та истории естествознания и техники», 1956, т. 12, с. 155.

проводить в лаборатории Академии наук. К этому времени он стал интересоваться работами в области физики. Особенно надо выделить опыты по проверке атомных масс элементов, постоянство которых Бутлеров не принимал в качестве научной догмы. И, как мы знаем теперь, в этом он был прав, хотя эти опыты по понятным причинам не привели тогда к положительным результатам.

### ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЕЩЕ НУЖДАЕТСЯ В ЗАЩИТЕ

В 70-х гг. уже не было фактически необходимости проводить специальные исследования для подтверждения теории химического строения, потому что она была принята химиками, хотя и не всеми. Для того чтобы переубедить последних противников этой теории, экспериментальные доказательства были бессильны. В самом деле, уже была решена проблема изомерии среди насыщенных соединений. Принята была гипотеза кратных связей в ненасыщенных соединениях. Теория строения ароматических соединений Кекуле позволила сделать большие успехи и в этой важной в практическом отношении области. Достаточно сказать, что расшифровка в 1868 г. Гребе и Либерманом строения ализарина позволила наладить производство этого красителя, что сказалось даже на экономике ряда стран. Трудности, возникавшие в связи с существованием большего числа изомеров, чем это допускалось теорией химического строения, были преодолены с созданием стереохимии. После выхода в свет бутлеровского «Введения к полному изучению органической химии» учебники органической химии в огромном большинстве стали основываться на структурной теории.

И тем не менее у теории химического строения оставались противники: Кольбе в Германии, Бертло во Франции, коллеги Бутлерова по Петербургскому университету — Менделеев и Меншуткин в России. Кольбе сам называл себя консерватором. Он выступал против принятой почти всеми химиками атомно-молекулярной теории, против теории химического строения и против стереохимии. Его довод прост. *Моя* теория позволила мне классифицировать большое число органических соединений и сделать ряд предсказаний, я в споре с представителями теории типов Жерара выходил не раз победителем. Значит, я

прав и теперь. Кольбе нельзя было убедить в том, что по сравнению с теорией химического строения его собственная теория выглядит как музейный экспонат. Кольбе так и остался противником всех новых теорий в химии. Бертло был принципиальным противником гипотез в науке и вместо структурных формул, например, пользовался своеобразной теорией замещения, близкой к теории углеродистых типов и сводящейся к тому, что формулы органических соединений выводились из формул простейших углеводородов путем «замещения» в них атомов водорода на другие остатки и группы.

Менделеев, когда дело касалось органических соединений, прибегал к подобной же теории замещения. Менделеев отвергал такую важнейшую предпосылку теории химического строения, которая выражалась в учении о валентности элементов. В 3-м издании своих «Основ химии» он высказался достаточно ясно: «...понятия структуристов не могут быть сочтены за истинные»<sup>1</sup>.

Меншуткин, который рассматривался как преемник Бутлерова по кафедре органической химии и сам работал в области кинетики органических реакций, имел возможность гораздо чаще высказывать свои взгляды на теорию химического строения. Сам он придерживался такого же способа изображения органических соединений и формул, как и Бертло. Приводимые в этих формулах группы атомов, как утверждал Меншуткин, фиктивны — они произошли в результате арифметических действий при замещении (на бумаге) и служат лишь для условного различения изомеров. Причина же изомерии вопреки утверждениям сторонников теории химического строения неизвестна.

Эти свои взгляды Меншуткин изложил в докладе, прочитанном в Русском физико-химическом обществе в декабре 1878 г. В апреле 1879 г. Бутлеров выступает с докладом «Современное значение теории химического строения». В нем и изложение основ этой теории, и указание на несостоятельность упреков в ее адрес, и критика «теории замещения». Судьей в споре, согласно Бутлерову, должен быть критерий практики, и этот критерий он предлагал применить при сравнении обеих теорий. «Что учение о химическом строении существует ныне законо,— говорит Бутлеров,— что оно уже отслужило нема-

---

<sup>1</sup> Менделеев Д. И. Основы химии, 1877, с. 494.

лую службу — доказательством те десятки тысяч фактов, которые были найдены благодаря именно этому учению и которые оно во множестве случаев сумело предсказать заранее»<sup>1</sup>. Бутлеров, сравнивая оба подхода, говорит: «Который же из двух принципов заслуживает предпочтения, тот ли, что может вести к ошибочным заключениям даже и таких химиков, как Кольбе, или тот, который без труда приводит почти каждого к заключению, в огромном большинстве случаев согласно с действительностью?»<sup>2</sup>.

Выступление Бутлерова произвело сильное впечатление на русских химиков. В декабре 1879 г. Менделеев на съезде Русских естествоиспытателей и врачей предложил даже создать комиссию для примирения точек зрения сторонников и противников теории химического строения. В 4-м издании «Основ химии» он уже опустил свою критику «структуристов».

Сравнивая теорию химического строения с той теорией, которую ей противопоставляли, Бутлеров опять возвращается к критерию практики: «...история науки свидетельствует, что множество фактов, неясных с точки зрения замещения, были разъяснены при помощи понятия о строении; некоторые неверные предсказания, опиравшиеся на замещение, оценены строением (т. е. теорией строения.— Г. Б.) по достоинству; наконец, тысячи предвидений, основанных на понятии о строении и недоступных понятию о замещении, оправдались на деле»<sup>3</sup>. Меншуткин еще некоторое время продолжал выступать против теории химического строения, но затем признал ее. Надо добавить, что и Бертло почти одновременно сдал свои позиции,— уж слишком отсталым выглядел бы иначе его курс органической химии.

Расхождения между Бутлеровым и противниками теории химического строения, такими, как Меншуткин, объяснялись не только разницей во взглядах на чисто научный вопрос, хотя бы и такой важный, как признание или непризнание атомистической гипотезы. Были и такие химики, которые, отрицая ее соответствие реальному строению вещества, принимали ее как модель, удобную для описания наблюдаемых явлений. Но были и другие хими-

---

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 383.

<sup>2</sup> Там же, с. 383.

<sup>3</sup> Там же, с. 435.

ки, например Бертло и Меншуткин, которые не признавали даже этого значения атомистической гипотезы и вообще отрицали право гипотез на существование в науке, считая, что в науке имеют значение только экспериментально установленные факты и систематизация их. Это были установки «позитивизма» — философского учения, разработанного в первой половине XIX в. французским философом Огюстом Контом, которого критиковали К. Маркс и Ф. Энгельс.

В полемике с Меншуткиным, а косвенно и с Бертло Бутлеров выступал — и в этом успех его выступлений — с позиций стихийного материалиста. Но он занимал и стихийно диалектическую позицию во взгляде на будущее теории химического строения. Он вовсе не рассматривал ее, несмотря на все ее успехи, как нечто раз навсегда данное. Он говорил о том, что встречаются факты, не отвечающие строго теории химического строения, но «факты, не объясняемые существующими теориями, наиболее дороги для науки, от их разработки следует по преимуществу ожидать ее развития в ближайшем будущем»<sup>1</sup>. С удивительной прозорливостью Бутлеров предвидит и судьбу теории химического строения: «Само собою разумеется, что, когда мы будем знать ближе натуру химической энергии, самый род атомного движения, когда законы механики получат и здесь приложение, тогда учение о химическом строении падет, как падали прежние химические теории, но, подобно большинству этих теорий, оно падет не для того, чтобы исчезнуть, а для того, чтобы войти в измененном виде в круг новых и более широких воззрений»<sup>2</sup>.

### **РУССКАЯ ИЛИ ТОЛЬКО ИМПЕРАТОРСКАЯ**

Первое присуждение Ломоносовских премий Академией наук состоялось в 1868 г. Одну из двух премий получил Бутлеров. Представляя его работы к премии, Зинин писал: «В последние восемь лет Бутлеров напечатал в химических журналах много замечательных статей, клонящихся к решению вопросов о химическом строении органических тел, его «Введение к полному изучению органи-

---

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. I. М., 1953, с. 380.

<sup>2</sup> Там же, с. 383.

ческой химии» есть, кажется, первый пример полного и последовательного приложения начал химического строения к изложению науки. Заслуги проф. Бутлерова по установлению самых начал химического строения ценятся высоко всеми химиками. Его самостоятельные теоретические воззрения имели неоспоримо значительное влияние на решение немаловажных задач в химии вообще и особенно в области учения об изомерии»<sup>1</sup>. Этот отзыв, наверное, был свеж в памяти академиков, когда в декабре 1869 г. Бутлеров был представлен академиками Н. Н. Зининым, Ю. Ф. Фрицше, Н. И. Кокшаровым и Б. С. Якоби к избранию в адъюнкты Академии наук. В декабре 1871 г. Бутлеров уже избран экстраординарным, а в январе 1874 г. ординарным академиком.

Почти в течение десяти лет Бутлеров добивается улучшения академической лаборатории, которая по денежным средствам и по числу лаборантов уступала университетской. Достаточно сказать, что после прихода Бутлерова в Академию наук там на трех академиков сначала был только один лаборант. Состояние печей было такое, что зимой в некоторых комнатах нельзя было работать, а полы пришли в такую ветхость, что по ним опасно было ходить. Бутлеров, поддерживаемый Зининым, добился приведения лаборатории в рабочее состояние только в 1882 г. и после этого переносит свои работы в академическую лабораторию. В обязанности Бутлерова как академика входили редактирование докладов, статей, представленных к опубликованию, различные экспертизы, отзывы на работы, выдвинутые на премии, а также участие в различных комиссиях, в частности по выдвижению новых кандидатов к избранию в члены Академии наук.

В 1870 г. по предложению Бутлерова и Зинина физико-математическое отделение присудило Ломоносовскую премию петербургским химикам А. Н. Энгельгардту и П. А. Лачинову за исследования в области ароматических соединений. Это решение должно было утверждаться общим собранием, но, до того как оно состоялось, Энгельгардт был арестован по обвинению в антиправительственной деятельности и выслан в деревню<sup>2</sup>. Премия, однако,

<sup>1</sup> Материалы по истории отечественной химии. М.—Л., 1954, с. 12.

<sup>2</sup> Там Энгельгардт занялся опытами рационального ведения сельского хозяйства. На него ссылается В. И. Ленин в книге «Развитие капитализма в России».

была назначена, но Бутлерову один академик задал вопрос: «Да неужели же и в самом деле он (Энгельгардт) заслуживает премии?» Вспоминая об этом эпизоде, Бутлеров писал: «Мне... ни разу еще не приходилось быть бесцеремонно заподозренным в чистоте моих принципов и намерений. Первый опыт в этом отношении дала мне Академия, и этот первый опыт, к величайшему сожалению, далеко не был последним»<sup>1</sup>.

Бурное столкновение Бутлерова с «академическим большинством» возникло в связи с двукратным забаллотированием Менделеева при выборах в Академию наук. Беспокойная натура Менделеева, его инициативность и всевозрастающий авторитет его как ученого внесли бы в тихое царство Академии наук, заполненное к 70-м гг. прошлого века в большинстве своем отнюдь не первоклассными представителями науки (по физико-математическому отделению), слишком много беспокойства. В октябре 1874 г. Зинин и Бутлеров предложили кандидатуру Менделеева. Физико-математическое отделение отклонило предложение предоставить вакансию адъюнкта для химии 11 голосами против 7.

После смерти Зинина Бутлеров и трое других академиков представили Менделеева для баллотировки в экстраординарные академики. В представлении было сказано: «Проф. Менделеев первенствует в русской химии, и мы смеем думать, разделяя общее мнение русских химиков, что ему принадлежит по праву место в первенствующем ученом сословии Российской империи (каковое Императорская Академия наук). Присоединением проф. Менделеева к своей среде Академия почтет русскую науку, а следовательно, и себя самое как ее верховную представительницу»<sup>2</sup>.

Менделеев был забаллотирован: 10 черных — 9 белых. После этого и не дожидаясь, когда Бутлеров, как он намеревался, представит вторую кандидатуру — профессора Харьковского университета Н. Н. Бекетова, академики выдвинули кандидатом профессора Петербургского политехнического института Ф. Ф. Бейльштейна. Баллотирование в физико-математическом отделении дало удобный большинству результат. Предстояло голосование в общем

<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. III. М., 1958, с. 119.

<sup>2</sup> В сб.: А. М. Бутлеров. Научная и педагогическая деятельность. М., 1961, с. 233.

собрании Академии наук. И Бутлеров решается на необычный для академической практики шаг — обращается к общественному мнению через газету. Статья, в которой он описал историю последних академических выборов, а также и другие «академические прегрешения», должна была появиться до голосования в общем собрании Академии, назначенного на начало марта. Поэтому Бутлеров обратился к И. С. Аксакову, издававшему в Москве газету «Русь». Бутлеров сам отвез статью в Москву и передал Аксакову, чтобы сохранить тайну, так как можно было опасаться запрещения публикации министром внутренних дел. В рукописи статья имела нейтральное название — «Современные материалы к истории Академии наук», но, безусловно, с ведома автора оно было изменено издателем на вызывающее: «Русская или только Императорская Академия наук в С.-Петербурге?»

Бутлеров писал: «Факты... до такой степени обнаружили непригодность академической атмосферы, что стало трудно, почти невозможно дышать. Не удивительно, если задыхающийся всеми силами рвется к чистому воздуху и прибегает к героическим средствам, чтобы пробить к нему путь. Таким средством теперь является для меня печатное слово... Доведенный до полной невозможности молчать долее, я делаю теперь этот шаг в надежде, что мой голос будет услышан и принят во внимание теми, которым дороги и близки к сердцу судьбы и достоинство русской науки»<sup>1</sup>.

Непосредственными результатами выступления Бутлерова было то, что при голосовании в общем собрании Академии наук Бейльштейн не был избран. Президент Литке ушел в отставку. Но даже эта перемена вселила надежду в Бутлерова. Эти надежды, однако, не оправдались. В 1882 г. при выборах членов-корреспондентов Бутлеров был вынужден снять кандидатуры предложенных им Марковникова и Зайцева. В 1883 г. оба эти кандидата, а также и Меншуткин были забаллотированы в физико-математическом отделении. Лишь в 1885 г. в члены-корреспонденты был избран Зайцев. Уже после смерти Бутлерова на два вакантных места академиков-химиков были избраны одновременно Бейльштейн и Бекетов. Императорской, а не русской Академия наук оставалась до Великой Октябрьской революции.

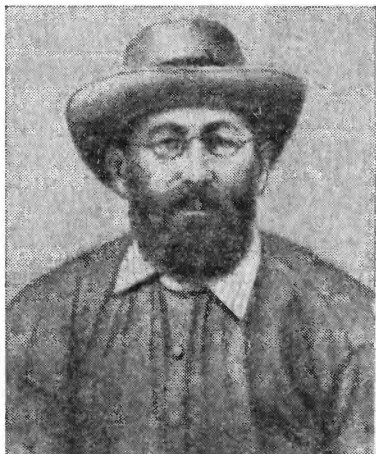
<sup>1</sup> Бутлеров А. М. Соч., т. III. М., с. 118, 138.

## КАК ВОДИТЬ ПЧЕЛ И КАК ПРИГОТОВЛЯТЬ КАВКАЗСКИЙ ЧАЙ

Зоолог Н. П. Вагнер, еще в 50-х гг. предполагая заниматься анатомией пчелы, попросил своего друга Бутлерова устроить в своем имении стеклянный улей для наблюдения за пчелами. С этих пор Бутлеров увлекся пчеловодством. Так же как и все, за что он брался, Бутлеров стремился и пчеловодство поставить на научную основу. После переезда в Петербург Бутлеров организовал и стал редактировать в «Трудах Вольного экономического общества» отдел пчеловодства, который под названием «Русский пчеловодный литок» стал выходить с 1886 г. как самостоятельное издание.

Исследовательская деятельность Бутлерова в области пчеловодства была очень разнообразной. Он разрабатывал рациональные методы ухода за пчелами, постройки ульев, обработки сот, лечения пчел от распространенной в средней полосе России болезни гнильца и др. Например, Бутлеров определил количество воздуха, необходимое пчелам при зимовке, и опроверг существовавшее мнение о том, что зимой у пчел резко понижается потребность в кислороде. Бутлеров изучал инстинкты пчел. Знакомясь с различными породами пчел, он обратил внимание пчеловодов на кавказскую породу, отличающуюся «более спокойным нравом» и невосприимчивостью к заболеваниям.

Бутлеров принял участие во Всероссийской выставке 1882 г., организовав там отдел пчеловодства. Он выпустил руководство для пчеловодов. «Пчела, ее жизнь и главные правила толкового пчеловодства», которое выдержало 11 изданий. Его брошюра «Правильное (рациональное) пчеловодство, его выгода»,



А. М. Бутлеров в costume пчеловода.

его задачи и средства» также пользовалась большим успехом, а в 1885 г. вышла в свет, может быть, самая популярная его книжка по пчеловодству — «Как водить пчел». 12-е издание ее было выпущено в Москве в 1930 г. Развитие пчеловодства в России обязано Бутлерову не менее, чем химия — Бутлеров стоял у начала научного подхода к этой своеобразной области сельского хозяйства.

Бутлеров заинтересовался возможностью приготовления чая из листьев кавказских (сухумских) чайных кустов. Такие опыты, как было известно, уже делали в 1860 г., но не привели к успеху. Знание химии и ботаники и опыт экспериментатора позволили Бутлерову испробовать различные способы приготовления чая из листьев чайных кустов, завезенных и прижившихся на Кавказе. Оказалось, наилучшие результаты получались, если листья подвергнуть «завяданию», в этом состоянии подогреть их «в закрытом пространстве», а затем высушить. Бутлеров демонстрировал приготовленный таким образом чай на заседании Вольного экономического общества, и специалисты-эксперты этот чай одобрили. «Таким образом, Бутлеров был одним из первых, доказавших возможность получения чая в нашей стране»<sup>1</sup>.

## Глава VI

### БУТЛЕРОВКА

Бутлеров умел не только много и напряженно работать, но и хорошо отдыхать. Отдых его всегда был активным, причем один вид деятельности сменялся другим. Живя в городе, он каждый свободный вечер стремился пойти в оперу или на художественную выставку. И живопись, и вокальную музыку он любил горячо и судил о них глубоко. Но лучший отдых он получал в деревне, и почти не было года в его жизни, за исключением командировок за границу, когда бы он не пробыл месяц или больше в Бутлеровке. Описание того, как проводил там время Бутлеров, очень хорошо сделано его племянником

<sup>1</sup> Базилевская Н. А. Ботанические работы А. М. Бутлерова.— «Вопросы истории естествознания и техники», вып. 8, 1959, с. 112.

В. С. Россоловским: «Пчеловодство, цветоводство, строительство, лечение больных, охота, а в последние годы и сельское хозяйство,— вот что наполняло досуг А. М. в деревне... Химии отводилось тут лишь столько времени, сколько требовалось для беглого просмотра важнейших химических журналов...

С конца 70-х гг. я почти каждую осень приезжал свидеться с родными в Бутлеровку, и каждую осень А. М. показывал мне что-нибудь вновь созданное им за лето: то появлялась прелестная цветочная оранжерея, вся ажурная, как фонарик, построенная до мельчайших подробностей по его чертежам с разными улучшениями, приспособлениями, в чем А. М. всегда проявлял большую изобретательность; то это был уютный омшаник (утепленное помещение для зимовки пчел.— Г. Б.) в русском стиле, украшенный затейливой резьбой по шаблонам, тщательно изготовленным самим А. М., с флюгером, на котором указывал направление ветра летящий вальдшнеп, искусно вырезанный из цинкового листа самим академиком; то на диво всем пчелякам округи выростала «пасека-павильон», изящно устроенная, где в шести сторонах этого павильона, менее сажени в поперечнике, помещалось восемнадцать пчелиных семейств. И здесь во всем, начиная с общего чертежа до мельчайших подробностей, от состава бетонного пола и светящейся краски, освещавшей с потолка темную внутренность павильона, и до последнего винтика, виделся заботливый, сообразительный, изобретательный и любящий изящество глаз А. М. ...

Но, конечно, главным летним занятием А. М. Бутлерова было пчеловодство: на его пасеке, расположенной над живописным прудом, под сенью старых сосен и лип, было около сотни ульев всех известных систем — и тут-то А. М. производил в течение многих лет свои наблюдения над жизнью и работой пчел... постороннему, не привыкшему к обращению с пчелами человеку, становилось даже жутко смотреть на А. М., с непокрытой головой, на которую слетали пчелы и ползали по ней, копошащегося в каком-нибудь улье и вытаскивающего из него рамку с медом и с сотнями пчел!..

Тут нередко можно было видеть, как его отрывали от пчел, вызывали из сада или отзывали от верстака и токарного станка для подачи помощи больному. И помощь эта

оказывалась им в самых разнообразных формах: кому советом, кому лекарством, кому материально — отпуском съестных припасов; А. М. часто сам делал легкие операции приходящим больным... Вообще, благодаря А. М.-чу и его жене, Надежде Михайловне, Бутлеровка представляла каждое воскресенье, летом, место сбора больных со всей округи — сюда шли охотнее, чем в соседние земские больницы, находя более внимательное и участливое обращение и более действенное лечение. Не обходилось и без курьезов: некоторые больные представлялись лишь больными, чтобы только заполучить лекарство даром (особенно хину) и затем на ближайшем базаре выгодно продавали «бутлеровские» порошки, пользуясь тем, что доброкачественность и действительность лекарственных средств, отпускавшихся на Бутлеровской усадьбе, известны были не на один десяток верст кругом.

Послеобеденный досуг А. М. часто посвящал охоте: отличный стрелок, неутомимый ходок, он в молодости и даже в зрелые годы легко исхаживал такие пространства, что укладывал в лоск свою охотничью собаку, и еще в 70—80-х гг. был настолько горячим и неутомимым охотником, что молодежь, т. е. сыновья и племянники, пасовали перед ним»<sup>1</sup>.

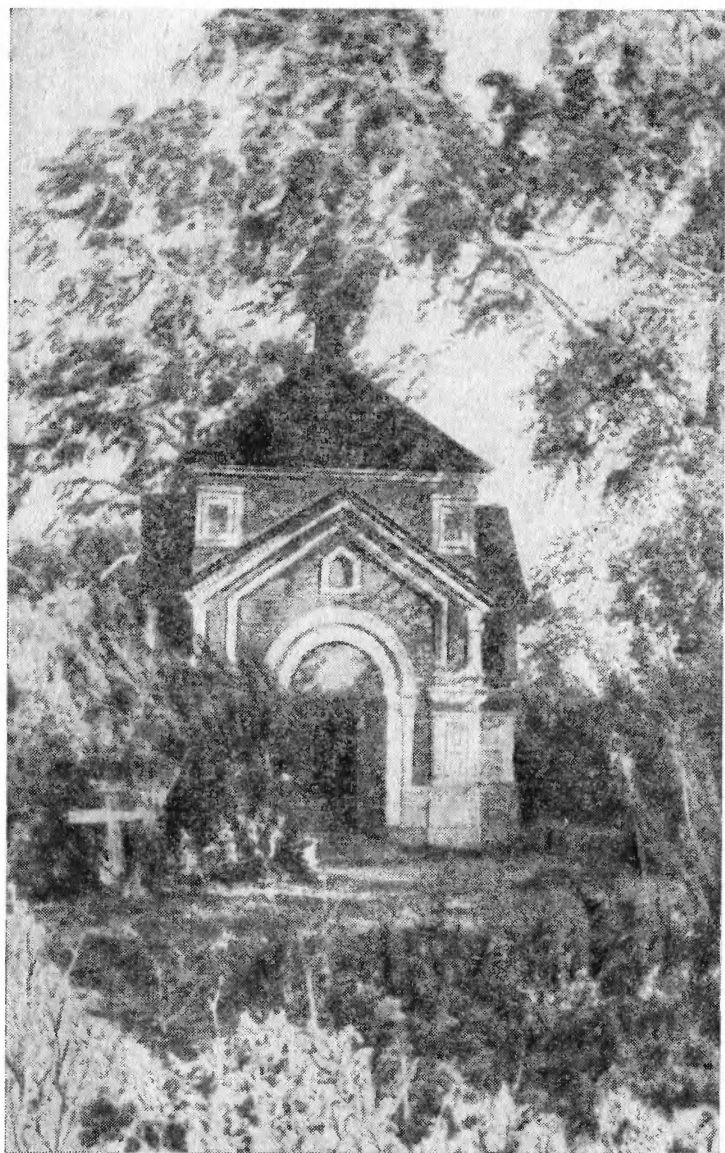
Другим видом отдыха, который очень любил Бутлеров, были путешествия. Редкий год в петербургский период его жизни проходил без того, чтобы он не поехал на Кавказ, в Крым, в заволжские степи или за границу. Он был легок на подъем и иногда уезжал из Бутлеровки на полторы-две недели к родственникам в Самарскую или Уфимскую губернию, чтобы там поохотиться.

Умением отдыхать можно объяснить удивительную работоспособность Бутлерова, которую он сохранил до конца своих дней.

В январе 1886 г. Бутлеров, доставая книгу со шкафа, сделал неловкое движение и почувствовал сильную боль в ноге. Образовалась опухоль. Состоялся консилиум врачей. Один из них высказал предположение, но, правда, на этом настаивая, что в ноге образовался тромб. Нога была забинтована в шину, и больному был предписан постельный режим. Лечение шло, казалось, успешно,

---

<sup>1</sup> В кн.: А. М. Бутлеров. Статьи по пчеловодству. Спб, 1891, с. XV—XVII, XX—XXI.

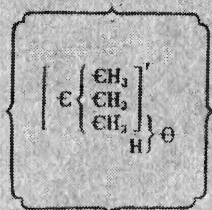


Часовня на могиле А. М. Бутлорова.  
Фото 1953 г.

А. М. БУТЛЕРОВ

ИЗБРАННЫЕ РАБОТЫ  
ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ  
ХИМИИ

РЕДАКЦИЯ, СТАТЬИ И ПРИМЕЧАНИЯ  
АКАДЕМИКА Б. А. КАЗАНСКОГО,  
ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА АКАДЕМИИ НАУК СССР  
А. Д. ПЕТРОВА И Г. В. БЫКОВА



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
1951

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

А.М. БУТЛЕРОВ  
СОЧИНЕНИЯ

ТОМ  
I

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ  
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ  
РАБОТЫ ПО ХИМИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА  
1953

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

А. М. БУТЛЕРОВ  
СОЧИНЕНИЯ

ТОМ  
II

ВВЕДЕНИЕ  
К ПОЛНОМУ ИЗУЧЕНИЮ  
ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА  
1953

Титульные листы изданий А. М. Буглерова в СССР.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

А.М. БУТЛЕРОВ  
СОЧИНЕНИЯ

ТОМ  
III

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЕ,  
ИСТОРИЧЕСКИЕ,  
КРИТИКО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ  
И ДРУГИЕ РАБОТЫ ПО ХИМИИ  
ПУТЕШЕСТВИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА  
1958

в апреле на некоторое время Бутлерову разрешили встать, затем он снова слег, снова встал, и, поскольку он рвался в деревню, ему разрешили туда поехать, хотя и пользуясь костылями. Врачи строго-настрого запретили Бутлерову ходить на охоту или приседать перед ульями и другие движения с повышенной нагрузкой на ногу.

Во время пребывания в деревне отек ноги не проходил и в ней чувствовалось постоянное онемение. Все же Бутлеров, отбросивший по приезду в деревню костыли, решил нарушить предписания врачей и отправился на охоту за болотной дичью. К вечеру он заметил, что отек ноги уменьшился и к ней вернулась чувствительность. На другой день утром Бутлеров побывал в поле, вернулся домой он в хорошем настроении, но после обеда у него началось сильное головокружение, а затем нестерпимая боль в руках и ослабление деятельности сердца. Спустя два-три часа после начала приступа Бутлерова не стало. Характер и быстрый исход болезни, по мнению врачей, указывал на то, что в результате резких движений тромб сдвинулся с места, распался и закупорил мелкие сосуды. Это произошло 17 августа 1886 г. Похоронили Бутлерова на местном кладбище в семейном склепе.

Памятник Бутлерову сооружен перед зданием химического факультета Московского университета. Другой памятник — издание его трудов Издательством Академии наук СССР (1951, 1953, 1958, 1961). Но лучший, нерукотворный памятник создал себе сам Бутлеров — это его теория химического строения, из которой выросла современная теория строения органических соединений. Без нее немыслима органическая химия — наука, влияние которой на развитие человеческой цивилизации особенно наглядно и ощутимо.

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>От автора</i> . . . . .	3
Глава I. Начало жизненного пути . . . . .	5
Глава II. Дорога в химию . . . . .	13
Глава III. Теория химического строения А. М. Бутлерова и ее дальнейшее развитие . . . . .	30
Глава IV. Последние годы в Казани . . . . .	48
Глава V. Петербург . . . . .	63
Глава VI. Бутлеровка . . . . .	84

ИБ № 1898

*Георгий Владимирович БЫКОВ*

**А. М. БУТЛЕРОВ.**  
**ОСНОВОПОЛОЖНИК ТЕОРИИ СТРОЕНИЯ**  
**ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Редактор *В. В. Баулина*  
Художественный редактор *А. И. Овчинников*  
Технический редактор *М. М. Широкова*  
Корректор *Л. П. Михеева*

Сдано в набор 22.03.78. Подписано к печати 15.06.78. 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага  
типogr. № 3. Литер. гарн. Высокая печать. Усл. печ. л. 5,04. Уч.-изд. л. 4,54.  
Тираж 100 000 экз. Заказ № 5824. Цена 10 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государст-  
венного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии  
и книжной торговли.  
Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Типография издательства «Горьковская правда»,  
г. Горький, ул. Фигнер, 32.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Арбузов А. Е. **Избранные работы по истории химии.** М., Наука, 1975.

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

Монолов К. **Великие химики.** М., Мир, 1976.

Мусабеков Ю. С. **Основатель структурной химии.**— Природа, 1967, № 5.

**Книга для чтения по органической химии**  
М., Просвещение, 1975.

*По серии «Люди науки» вышли в свет  
следующие книги:*

**М. М. Андрусев, Е. М. Андрусева,  
Н. Н. Зинин, В. В. Марковников. Выдающиеся  
русские химики-органики XIX века. М., Про-  
свещение, 1977.**

**М. М. Андрусев, Е. М. Андрусева,  
Н. Н. Бекетов, Н. А. Меншуткин. Выдающиеся  
русские физикохимики XIX века. М., Просве-  
щение, 1977.**

**В. А. Крицман. Роберт Бойль, Джон  
Дальтон, Амедео Авогадро. Создатели атомно-  
молекулярного учения в химии. М., Просвеще-  
ние, 1976.**

**А. А. Макареня, Ю. В. Рысев,  
Д. И. Менделеев. М., Просвещение, 1977.**