

В. КРАСНОГОРОВ
**ЮСТУС
ЛИБИХ**

ТВОРЦЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ





ТВОРЦЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ

В. КРАСНОГОРОВ

**ЮСТУС
ЛИБИХ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
МОСКВА
1980

24.2
К78

Красногоров В.

К78 Юстус Либих. М., «Знание», 1980.
144 с. (Творцы науки и техники)

«Генеалогическое дерево» династии химиков, основанной немецким ученым Юстусом Либихом, впечатляет: в этом именитом семействе более пятидесяти нобелевских лауреатов! Уже за одно это имя Либиха достойно того, чтобы привлечь к нему внимание читателей, интересующихся историей химии. Но Либих и сам сделал для химии невероятно много: из фраз, начинающихся со слов «открыл», «установил», «разработал», можно составить длинный список. Вместе с Берцелиусом, Дюма, Велером он заложил основы современной органической химии, многим ему обязана современная агрохимия, он впервые получил и исследовал десятки органических соединений...

Автор книги — доктор наук, химик-технолог,
Для широкого круга читателей.

К $\frac{20504-008}{073(02)-80}$ 24-80. 1803000000 24.2

© Издательство «Знание», 1980 г.

Сегодня понятие личности весьма расходится с тем, что под этим подразумевали биографы и историки прежних времен. Для них, и особенно для авторов тех эпох, когда преобладал интерес к биографиям, существенным казалось отклонение личности от нормы, аномалии, неповторимость, нередко прямо-таки патологическое, в то время как мы сегодня выдающейся почитаем личность лишь тогда, когда встречаем человека, который, не впад в оригинальничанье и избегнув всяких причуд, сумел возможно более совершенно найти себя в общности, возможно совершеннее служить сверхличному.

Г. Гессе. «Игра в бисер»

Кто учился химии лет двадцать тому назад, тому ныне должно совершенно вновь изучать ее, чтобы хотя сколько-нибудь иметь понятие об огромной важности и великих результатах этой науки, одной из драгоценнейших для человека, едва ли не самой важнейшей в наше время из всех естественных наук и уже ставшей, несмотря на свою молодость, руководительницей нашей и в сельском хозяйстве, и в промышленности, и в физиологии, и в медицине. Виновником столько быстрого и благодетельного для людей развития химии был Либих.

Н. Г. Чернышевский

ЧТО МОЖЕТ СДЕЛАТЬ ОДИН ЧЕЛОВЕК

Он всю жизнь жаловался на усталость. «Мое физическое состояние невыносимо... Я устал от жизни, и мысли о том, чтобы застрелиться, кажутся мне порой весьма успокоительными... Малейшее умственное напряжение причиняет мне такие мучения, что я должен от этого полностью отказаться».

Эти слова написаны им всего в двадцать девять лет. Год спустя он обращается с горьким упреком к руководителю своего университета:

«Когда я, расстроенный и больной, со страхом обдумывал свое будущее, а Вы с улыбкой меня уверяли, что государственная казна не имеет никаких фондов, я понял, что Вы никогда не знали горя и мучительных забот о хлебе насущном. Начиная с этого момента, я старался непрерывной работой завоевать себе независимое положение; мои усилия не были безуспешными, но они превысили мои силы и сделали меня инвалидом. Теперь я не нуждаюсь в государстве, но когда подумаю, что несколько жалких сот гульденов могли бы снять с меня часть забот, и мое здоровье не было бы подорвано в самые молодые годы, то с горечью сознаю, что всеми этими мучениями я обязан Вам, которому мое положение было известно».

Не будем пока тревожиться за его здоровье: «инвалид» работал после этого еще добрых четыре десятка лет с полной самоотдачей и отнюдь не из-за «нескольких жалких сот гульденов». К труду его влекла неумная, неуправляемая страсть, противиться которой он был не в силах. Всегда утомленный, измотанный, бесконечно усталый, он знал только один вид отдыха — работу. И непрерывное напряжение не могло пройти ему даром. Ноша, непосильная для любого другого человека, давила на него постоян-

но. Жалобы его отнюдь не были нытьем мнительного ворчуна.

«В других местах я здоров, я сплю и ем, что хочу; но все это кончается, как только я переступаю порог кабинета или лаборатории. Я страдаю несварением желудка и не сплю ночами подряд, даже если сам не предпринимаю никакой работы. Мне хочется, чтобы вся эта машина остановилась, и тогда все было бы хорошо».

Однако «машина» не останавливалась, и он продолжал работать «не с прилежанием, а со страстью». И страсть эта не осталась безрезультатной. «За свою долгую жизнь,— не без гордости пишет он другу весной 1853 года,— мы немало сделали и потрудились. Никто — я говорю совершенно правдиво — никто не сможет с нами в этом сравниться...»

Юстус Либих немного приукрасил, говоря про «свою долгую жизнь» — ему не было тогда и пятидесяти. Но в остальном великий химик был безусловно прав. Он действительно совершил столько, что мало кто может с ним сравниться. Казалось бы, что может сделать один человек? Как мы увидим, невероятно много. Попробуем назвать это многое, если только можно втиснуть в несколько строчек итог большой жизни.

Итак, Либих (поставим после подлежащего двоеточие; так не полагается, но разве суть в грамматике?):

заложил вместе с Берцелиусом, Дюма и Велером основы органической химии; впервые получил и исследовал десятки органических соединений;

разработал ряд важных химических теорий;

разработал классический метод элементного анализа органических соединений, применяемый и поныне;

открыл реакцию «серебряного зеркала»;

установил механизм дыхания, питания и образования тепла у живых организмов;

разработал методы получения и установил состав гремучей ртути и серебра;

разработал классический метод определения кислорода в газах с помощью пирогаллола;

разработал и усовершенствовал методы производства цианистого калия, берлинской лазури, кровяной соли, жидкого стекла;

разработал новые способы золочения и серебрения стекла и получения зеркал;

изобрел «мясной экстракт Либиха» — бульонные кубики, известные каждому путешественнику и туристу; основал издающийся поныне крупнейший химический журнал...

Все это сделал Либих. И не только это. Главные его заслуги пока намеренно не названы — о них речь впереди. Менее значительные работы опущены, да и разве можно все упомянуть? Например, хозяйка, добавляющая соду в тесто, чтобы оно поднялось, не имеет представления, что впервые это было предложено Либихом. Женщина, разбавляющая купленное в магазине молоко, прежде чем дать его грудному ребенку, не знает, что она делает это по совету Либиха — ведь именно он впервые исследовал состав женского и коровьего молока и определил разницу между ними.

Каждому фундаментальному достижению Либиха уделена здесь одна строчка. А ведь не всем очевидно, что за каждым этим «открыл», «установил», «изучил» кроются долгие годы труда, досадные заблуждения, бессонные ночи, шумные триумфы и порой — сокрушительные поражения. Но даже ошибки этого человека были творческие. «В руках его последователей введенный им метод точного исследования и уважение к эксперименту, которое он ставил выше уважения к любому авторитету, исправляли его ошибки. Таким образом он выполнил свою необычайно важную миссию даже тогда, когда в более узком специальном смысле не находил окончательную истину». Так писал о Либихе нобелевский лауреат Фриц Габер — сам один из «его последователей».

Путь Либиха поразительно беден внешними событиями. Двадцати лет он вошел в лабораторию и не покидал ее до самой смерти. Но его жизнь, отданная делу, оказала глубокое влияние на благосостояние всего человечества. Пытливый ученый, выдающийся педагог, бесстрашный полемист, блестящий популяризатор, неутомимый труженик, подлинный творец, он стал примером для последующих поколений исследователей.

ДЕТСТВО И ЮНОСТЬ

Род Либихов уходит в глубокую старину. Все предки химика были скромные горбжане, и мы знаем об их существовании лишь благодаря аккуратности, с которой ве-

лись записи в немецких церковных книгах. Впервые эта фамилия упоминается в 1575 году: некий Ганс Либих крестил своего сына. Его внук, тоже Ганс Либих, был одним из восемнадцати жителей, сумевших уцелеть при варварском разрушении городка Рейнхайма во время Тридцатилетней войны. Благодаря ему род Либихов не прервался, и 14 мая 1803 года в церковной книге Дармштадта была сделана следующая запись:

«У горожанина и торговца господина Георга Либиха и его супруги Марии Каролины, урожденной Мезерин, крещен сын Иоганн Юстус, родившийся 12 мая в полдевятого утра».

Дармштадт был тогда столицей Гессенского герцогства. Это скромное государство по сравнению с прочими карликовыми немецкими княжествами выглядело великаном. Из Гессенского дома происходила даже русская императрица Мария Александровна, супруга Александра II, известная своей благотворительностью (она, в частности, основала русский Красный Крест). Земля Гессен и сейчас еще существует как административная единица ФРГ. Восьмивековая история, громкое звание столицы, внушительный замок в стиле ренессанса и многочисленные памятники готики не мешали Дармштадту быть уютным провинциальным городишком. В год рождения Либиха он насчитывал всего семь тысяч жителей. На одной из его узких улочек, в крошечном домике с маленькими окнами и низкими потолками и родился будущий химик. Он был вторым ребенком в счастливой семье Либихов. За ним не замедлили появиться еще восемь детей. Мать Юстуса, простая горожанка, отличалась благоразумием, проницательностью и невероятным трудолюбием. Своим умеренным достатком семья была обязана скорее ее энергии, чем деловой сметке отца, державшего небольшую москательную лавку.

Теперь легко называть Либиха гениальным. Между тем учителя гимназии, куда был отдан Юстус, серьезно сомневались, можно ли вдолбить что-нибудь в голову столь тупого юнца. Он упорно «боролся» за последнее место в классе, и обычно эта борьба была успешной. Беда мальчишки была в том, что, по выражению одного биографа, «он рос в то время, когда послушание в ребенке ценилось выше индивидуальности». Не каждый сразу находит свое призвание, а найдя его, не всегда отдается ему целиком. Лавуазье закончил юридический факультет,

Бертолле долго был практикующим врачом, Бородин сочинял музыку, Бертло собирался стать лингвистом. Либих же был химиком от бога, экспериментатором с первых лет жизни. С самого раннего детства он помогал отцу готовить лаки, краски, лекарства. На всю жизнь ему запомнились чудеса, которые демонстрировал бродячий фокусник на ярмарке, показывая химические опыты. Известен эпизод, о котором рассказывает сам Либих. Директор гимназии, недовольный успехами Юстуса в изучении древних языков, спросил, кем, собственно, собирается стать этот незадачливый ученик. «Химиком», — ни на секунду не задумался Либих. Весь класс, включая учителя, разразился смехом. И, право, было чему смеяться. Химики в Германии были тогда не в почете, и становление Либиха на полном химическом безлюдье — явление до некоторой степени загадочное.

Во все хрестоматии вошел анекдот о том, как на уроке греческого у Либиха взорвался ранец с гремучей ртутью. Отец, убедившись, что мальчишка не создан для гимназии, забрал его оттуда и отдал в ученики аптекарю. Либих был не первым и не последним химиком, начавшим свою карьеру с приготовления микстур и порошков. Многие «отцы химии», и среди них такие корифеи, как Бертолле, Пруст и Дюма, получили начальную выучку в аптеках, а гениальный Шееле оставался аптекарем до самой своей смерти. Химия тогда еще не совсем отделилась от фармации, и аптеки были важными опорными точками молодой науки, ее школами, лабораториями и хранилищами препаратов.

Тринадцатилетний химик на новом месте почувствовал себя вполне уютно и через несколько месяцев лучше учителя знал, как составлять лекарства. Здесь было раздолье и для всевозможных опытов. По легенде, они скоро привели к очередному взрыву, и на том аптекарская карьера Юстуса закончилась. Он был выставлен хозяином за дверь и вновь оказался в родительском доме. Неунывающий юноша стал подмастерьем у собственного отца, коммерция которого от этого только выиграла. Тем временем Юстус не оставлял и любимую науку. Получив доступ в герцогскую библиотеку, он жадно поглощал химическую литературу.

«Я читал книги в том порядке, как они лежали на полке, — с улыбкой вспоминал много лет спустя Либих. — Снизу вверх или справа налево — мне было совершенно

все равно. Моя четырнадцатилетняя голова напоминала желудок страуса, в котором мирно уживались тридцать два тома химического словаря Маке, «Триумфальная колесница Антимония» Василия Валентина, флогистическая химия Штала, труды Кирвана, Кавендиша и так далее.

Я совершенно уверен, что подобный способ чтения не принес мне никакой особенной пользы в смысле приобретения знаний, но он развил во мне способность размышлять над явлениями — способность, которая химикам более свойственна, чем другим естествоиспытателям».

Разумеется, мальчик не ограничился одним чтением. Все, что было написано в этих странных, часто непонятных и противоречащих друг другу книгах, было настолько интересно, что невозможно было удержаться от соблазна самому увидеть эти чудеса. Заодно хотелось и кое-что проверить. Мальчик принялся за работу.

«Я пытался, насколько это позволяли мои возможности, повторять все опыты, описание которых я встречал в книгах. Возможности эти были весьма ограничены, и чтобы удовлетворить свою склонность, я повторял все опыты, которые мог делать, бесчисленное количество раз до тех пор, пока не находил в опыте ничего нового и пока не изучал явление со всех сторон до конца. Естественным следствием этого было развитие особой памяти, исключительной способности схватывать сходство или разницу между предметами и явлениями, что впоследствии мне очень пригодилось.

Это легко понять, если представить белый или окрашенный осадок, который образуется при взаимодействии двух жидкостей. Он образуется тотчас же или только спустя некоторое время; он может быть туманообразный, творожистый или желатинообразный; песковатый, кристаллический, матовый, блестящий, может осаждаться медленно или быстро; если он окрашен, то может иметь определенный оттенок; среди бесчисленных белых осадков каждый имеет нечто свое, свойственное только ему, и при достаточном навыке в этих делах можно безошибочно вспомнить и узнать то, что ты ранее уже наблюдал...

Так получилось, что все, что я хоть один раз видел, фотографической точностью намеренно или ненамеренно удерживалось в моей памяти».

Невероятная память и наблюдательность, выработанные в юношеские годы, впоследствии много раз сохраняли Либиха от ошибок и избавляли его от трудоемких и

ненадежных анализов. Об одном таком случае химик вспоминал с особенным удовольствием:

«В нашем совместном исследовании мочевой кислоты Велер прислал мне однажды кристаллический порошок, который он получил действием перекиси свинца на эту кислоту. Очень обрадованный, я ему немедленно написал, не анализируя порошок, что это аллантоин: это вещество я держал в руках семью годами ранее — мне прислал его на исследование Христиан Гмелин и я опубликовал результаты анализа в «Анналах» Поггендорфа. С тех пор я ни разу этого вещества не видел».

Далее Либих пишет, что при анализе вещества выяснилось, что состав его не совпадает с тем, что был установлен для аллантоина, присланного Гмелином. «Я, однако, доверял своей зрительной памяти больше, чем анализу, и был совершенно уверен, что это аллантоин. Было решено найти старое вещество и повторить анализ. Стаканчик, в котором оно хранилось, я мог описать с такой точностью, что моему ассистенту удалось наконец разыскать его среди нескольких тысяч других препаратов. Он выглядел в точности, как наше новое вещество, однако при рассмотрении его через увеличительное стекло выяснилось, что Гмелин очищал свой аллантоин углем, частицы которого попали в кристаллы при фильтровании.

Нет никакого сомнения, что, если бы не моя убежденность в идентичности обоих веществ, искусственно полученный аллантоин из мочевой кислоты был бы признан новым веществом и получил бы новое название».

Довольно скоро Юстус уже знал наизусть все книги по химии, которые нашлись в Дармштадте. Пока, однако, ничто не предвещало того, что этот семнадцатилетний недоучка через четыре года станет университетским профессором и ученым с европейской известностью.

Превращение гадкого утенка в гордого лебедя совершилось очень быстро. На пылкого любителя химии обратил внимание профессор Кастнер, и по его рекомендации в октябре 1820 года молодой человек был принят в Боннский университет. На отсутствие у юноши гимназического диплома посмотрели сквозь пальцы: к формальностям тогда не придирались. Когда Кастнер перешел через несколько месяцев в университет в Эрлангено, Либих последовал за ним и провел там три неполных семестра.

Немецкие университеты той поры — явление в высшей степени своеобразное, любопытное и поучительное. С ни-

ми неразрывно связана вся жизнь Либиха, а также жизнь и работа его друзей, соперников и учеников. Вообще наука в Германии всегда была университетской в отличие, скажем, от Англии, где она долго оставалась свободным занятием любознательных джентльменов и где ни один крупный исследователь, как правило, не знал тягот и преимуществ, которые дает преподавание. В Германии же, напротив, если называлось имя какого-нибудь ученого, то тут же следовал вопрос: «А где он преподает?» В разных университетах два года учился и сорок девять лет преподавал и Либих. Поэтому присмотримся к этому явлению поближе.

Одним из немногих благоприятных последствий раздробленности Германии было обилие в ней университетов. Каждое маленькое государство, за исключением совсем уж крошечных, считало делом чести и престижа содержать свой университет. Вот почему их было так много — больше двух десятков, и вот почему они были столь невелики: три десятка профессоров, четыре сотни студентов — таков типичный оплот науки той поры. Впрочем, небольшими такие университеты кажутся лишь в наше время, но для той эпохи четыреста учащихся выглядело весьма внушительной цифрой. Укажем для сравнения, что в 1824 году один из лучших университетов России — Казанский — насчитывал сто восемнадцать студентов. В Петербургском университете в том же году числился пятьдесят один учащийся, а всего в четырех русских университетах было одна тысяча триста двадцать шесть студентов — примерно в десять раз меньше, чем теперь в нашей стране докторов наук.

Устав, быт и традиции немецких университетов, сложившиеся в средние века, оставались почти неизменными до конца девятнадцатого века, да и сейчас еще сохраняют свою силу. В правовом отношении университет имел двойственный характер; с одной стороны, он был учреждением государственным, с другой — свободной корпорацией ученых. Профессора назначались правительством, но по рекомендации факультета. Случаи, когда эта рекомендация не принималась в расчет, были крайне редки. Профессора считались государственными служащими и, как остальные чиновники, имели звания статских и прочих советников. Они получали от государства оклад, к которому добавлялся гонорар — плата от самих студентов. Чем больше к профессору записывалось студентов, тем

выше были его доходы. В начале девятнадцатого века в некоторых университетах еще сохранился средневековый обычай часть жалования платить натурой — дровами, зерном и так далее.

Своеобразно было деление преподавателей по рангам (эта система в общих чертах была принята и в России). Тон задавали ординарные, или «полные», профессора. В те времена штат кафедры состоял, как правило, из одного-единственного человека, который был и заведующим кафедрой, и ее единственным преподавателем. Ординариус входил в ученый совет, ведающий академическим самоуправлением университета. Назначался он пожизненно, но по своему желанию мог уйти или перейти в другой университет в любое время.

В некоторых случаях на кафедре преподавал еще один профессор — экстраординарный. Оклад его был значительно ниже, чем у ординариуса. Никакого участия в делах факультета и университета он не принимал.

Социальное положение профессора было в начале века не слишком высоким — немногим престижнее гимназического учителя. К концу жизни Либиха уважение общества к преподавателю высшей школы резко возросло.

Помимо профессоров, обучением студентов занимались еще приват-доценты. Они не входили в штат университета, не участвовали в его делах и, самое странное, получали не постоянную зарплату, а гонорар, зависящий от числа записавшихся к ним студентов (само слово «приват-доцент» означает «частный учитель»). Они значились в расписании, имели право преподавать и пользоваться аудиториями. Для получения звания приват-доцента требовалось иметь научные труды, выдержать экзамен и прочитать пробные лекции.

Когда молодой Кекуле, ученик Либиха, будущий ученый с мировым именем, начинал свою карьеру приват-доцентом в Гейдельберге, он мечтал купить панаму (лето в тот год было жаркое). Поэтому долгожданного студента, который явился к нему на занятия, счастливый Кекуле встретил словами: «Вы — моя панاما!»

Талантливых преподавателей, привлекавших много студентов и не желавших связывать себя нищенством и службой, приват-доцентура вполне устраивала. Кант, например, был приват-доцентом до сорока шести лет. Наличие свободных конкурентов заставляло и профессоров

читать свои лекции более старательно; иначе студенты могли перебежать к приват-доценту.

Почти все университеты имели четыре факультета — богословский, философский, юридический и медицинский. Химию, если и преподавали, то, естественно, на медицинском факультете, который во времена Либиха был самым малочисленным и наименее уважаемым (он так и назывался — четвертым). В 1805 году в прусских университетах было сто сорок четыре студента-медика при одной тысяче тридцати шести юристах и пятистах пятидесяти пяти богословах. Иногда химию вместе с математикой и физикой преподавали на философском факультете. Либих, в частности, формально закончил университет именно по философскому факультету.

Еще в средние века у немецких студентов сложился обычай объединяться в группы — корпорации. Сначала эти группы объединяли земляков (они иногда так и назывались — землячества), потом появились и другие причины и основы для объединения — идеологические, сословные, имущественные. Иногда студент выбирал корпорацию потому, что в ней состоял когда-то отец, а иногда прельщался яркостью эмблемы или пышностью парадной формы. В дни юности Либиха в землячествах еще сохранился вольнолюбивый дух освободительных войн против Наполеона. В противовес им правительства поддерживали собственно «корпорации», в которых на первое место выпячивались чисто ритуальные, внешние черты студенческих объединений — попойки, гульба, церемониалы, обряды, дуэли. Монархическим режимам было выгодно, чтобы студенты больше пили пива и меньше думали о политике. В последующие годы разница между корпорациями и землячествами стерлась.

Каждая корпорация (или землячество) насчитывала от пяти-шести до нескольких десятков человек и имела свое знамя или эмблему, гимн и парадную форму (обычно очень яркую и экстравагантную). Это был маленький замкнутый мирок со своим предводителем, казначеем, сулом чести и сложной системой иерархии.

В прежние времена не было стремления располагать университеты в крупных хозяйственных и политических центрах. Гейдельберг и Эрланген, Иена и Гисен, Геттинген и Бонн были маленькими тихими городками, целиком отданными во власть студентам. Если в них и жили прочие обыватели, то только для того, чтобы сдавать

студентам квартиры, держать для них трактиры — кнайпы, изготавливать для них особые трости, причудливые трубки, высокие сапоги, шить великолепные, похожие на гусарские, венгерки, яркие куртки и цветные корпоративные шапочки.

Пройдемся по такому городку и бросим взгляд на его жизнь. По традиции каждый студент имеет собаку, и потому улицы полны псами всех пород. В бесчисленных кнайпах сидят, разумеется, одни студенты. Там они едят, отдыхают, разговаривают, устраивают заседания своих корпораций, поглощают в невероятных количествах пиво и состязаются в курении. Кто выкурит пятьдесят трубок подряд, тот становится магистром, кто осилит сотню — получает степень доктора. Каждая корпорация раз навсегда оккупирует отдельный кнайп. До поздней ночи гремят песни, с особенным воодушевлением исполняется гимн корпорации. Новички — фуксы — прислуживают старожилам. Бывает, что студенты кнайпуют (есть такой глагол в немецком языке) с утра до вечера неделями подряд: можно не ходить в университет, но кнайп — это дело чести. Нередко случаются и дуэли, которые обычно кончаются легкой царапиной и усердной попойкой. Повсюду красуются эмблемы корпорации — на знамени, на длинных трубках, на столах аудиторий и кнайпов, на стенах карцера, на куртках и шапочках. Во время частых праздников устраиваются факельные шествия...

Так или примерно так провел свои студенческие годы в Бонне и Эрлангене и Либих. В таком городке — Гиссене — он профессорствовал двадцать восемь лет.

Значительно больший интерес, чем бивший на внешний эффект и поражавший иностранцев быт студенческих корпораций, представляет для нас сама сущность университетского образования в Германии. В ее основе лежали два принципа — свобода учить (*Lehrfreiheit*) и свобода учиться (*Lernfreiheit*). Свобода учить означала право каждого преподавателя излагать предмет по своему усмотрению, не придерживаясь никаких программ, которые, впрочем, отсутствовали. В отличие от Франции, где министр просвещения, взглянув на часы, мог бы совершенно точно сказать, о чем в эту минуту говорят профессора во всех университетах и колледжах страны (ибо говорить они имели право только то, что предусмотрено одобренной и утвержденной программой), в Германии каждый преподаватель обучал студентов тому, что считал нужным

и в чем более всего разбирался сам. Поэтому во Франции более всего ценился ораторский дар профессора, в Германии — его научный потенциал.

Свобода учиться означала право студента заниматься в соответствии со своими наклонностями и обстоятельствами. От него требовалось только, чтобы он числился в университете в течение определенного срока (обычно от трех до пяти лет), но даже и это было необязательно. Например, Либих провел один неполный семестр в Бонне и три — тоже неполных — в Эрлангене. Последовательность предметов, их количество, выбор преподавателей, посещение или непосещение лекций — все это целиком оставлялось на усмотрение студента. Он должен был записаться хотя бы на один курс в семестр и внести за него плату в квестуру (бухгалтерию). Посещать же этот курс его никто не заставлял. Медик мог слушать философию, юрист — математику. Обязательных экзаменов не было. По окончании университета выдавался аттестат, но подавляющее большинство студентов добровольно сдавали экзамен на степень доктора, что было в какой-то мере равносильно получению нашего университетского диплома. Студент сдавал докторский экзамен тогда, когда считал для себя это удобным и своевременным. Либих получил эту степень заочно, представив докторскую диссертацию (дипломную работу) год спустя после того, как оставил Эрланген.

На первый взгляд кажется, что при такой анархии образование не могло дать никаких плодов и что студенты покидали отчий кров только для того, чтобы кнайповать, ухаживать за девушками и отстаивать на дуэлях честь своих корпораций, тем более что никакие видимые причины не отвлекали их от этих заманчивых занятий. И действительно, часть молодых людей не выдерживала искуса, поддавалась соблазнам безделья и отсеивалась из университета и из общества подобно шелухе при дуновении ветра. Государственные мужи и ученые умы отлично понимали неизбежность таких потерь. Обращаясь к студентам с ректорской речью, Гельмгольц говорил: «Свобода неминуемо влечет за собой ответственность. Она настолько же опасный подарок для людей бесхарактерных, насколько дорогой для людей, умеющих управлять собой».

Цель академической свободы как раз и состояла в том, чтобы отсеять безвольных и слабохарактерных, привить юноше с первых шагов чувство самостоятельности

и ответственности за свои действия, дать ему возможность проявить свою творческую и духовную индивидуальность. Как сказал Кант, «талант формируется в тиши, но характер — в жизненных бурях». Свобода образования и давала возможность выковать характер в борьбе с обстоятельствами и с самим собой.

У немецких студентов существовала еще одна странная, на наш взгляд, традиция — учиться не в одном, а в нескольких университетах. Отучившись год или семестр, скажем, в Лейпциге, студент продолжал слушать курс в Геттингене или Марбурге и получал наконец докторскую степень в Гейдельберге или Галле. В этом смысле переход Либиха из Бонна в Эрланген — не исключение, а правило. Такой обычай содействовал расширению кругозора студентов, помогал им лучше узнать свою страну, давал возможность изучать свою науку с разных точек зрения и слушать ее у лучших профессоров разных университетов. Ведь «свобода учить» неизбежно влекла за собой некоторую однобокость курсов. Например, Бунзен в Марбурге по скромности не считал себя специалистом в органической химии и потому не преподавал ее, а Либих в Гисене, напротив, уделял ей в своих лекциях основное внимание. Тем временем Митчерлих в Берлине демонстрировал студентам тесную связь между химией и кристаллографией, потому что сам был выдающимся творцом в этой области. Поэтому любознательные студенты учились химии последовательно и в Марбурге, и в Гисене, и в Берлине.

Если профессор оставлял свой пост или умирал, в его преемники крайне редко назначался кто-нибудь из «своих». По всей Германии объявлялся «розыск» лучшего кандидата на освободившееся место. Времени на это не жалели, иногда кафедра пустовала много лет, прежде чем находился достойный претендент. Рисковать не хотелось: ведь его назначали пожизненно, а репутацией университета надо было дорожить. Поэтому кафедру в конце концов занимал лучший специалист в Германии — в той мере, насколько это позволяли бюджет и престиж университета. Когда где-либо освобождалась кафедра, газеты всей страны оживленно обсуждали, на кого падет выбор, а возможные кандидаты запасались рекомендательными письмами и прикидывали, сколько флоринов принесет им переход в другой университет и каковы при этом виды на орден и повышение в чине. Когда профессор получал

приглашение, университет отпускал его с миром на новое место или же пытался удержать теми же способами, какими его переманивали в другой город.

Таким образом, несмотря на то что каждый университет представлял собой замкнутую ученую самоуправляемую корпорацию, все немецкие университеты вместе представляли в раздробленной Германии единый мир, своего рода живой организм с обменом и движением по своим внутренним артериям идей, студентов и профессоров.

По приезде в Эрланген Либих с увлечением окунулся в бурную студенческую жизнь и даже стал председателем одной из корпораций. Уже тогда ярко проявились благородство его характера и неотразимое обаяние — качества, которые помогли ему стать впоследствии центром и родоначальником огромной научной школы.

В Эрлангене Либих впервые встретился с приземистым круглолицым юношей — Христианом Шенбейном, впоследствии известным химиком. Однако дружба однокашников началась только через тридцать лет. Высокий белокурый Либих с его энергичными и уверенными манерами произвел большое впечатление на Шенбейна, спустя много лет живо описавшего их студенческие годы:

«Это было в начале двадцатых годов. В Эрлангене в аудитории химии ежедневно на одной скамье сидели два молодых человека, не знавших друг о друге ничего, кроме имен. Один был худощавый, стройный, с прямой походкой, смело смотрящий на мир; другой — несколько приземистый, скорее маленький, чем высокий, немного сутулый, так что физиономист принял бы его, пожалуй, за начинающего богослова или мечтательного гностика. Один носил зеленый пиджак с форменной шапочкой; другой — немецкий черный сюртук с бархатным беретом; один принадлежал к землячеству, другой держался за студенческую корпорацию, и поскольку оба объединения находились во взаимной вражде, то в повседневной жизни между их членами не было даже ни малейшего личного контакта, и как бы часто и близко они не встречались, они не перекидывались даже словом».

В Эрлангене читал тогда лекции знаменитый философ-идеалист Шеллинг. Перед его ярким красноречием не мог устоять даже Либих, однако вовремя опомнился.

«Я сам провел часть своих студенческих лет в университете, где блистал великий философ и метафизик. Кто

мог тогда уберечься от заразы?.. Он погубил два драгоценных года моей жизни; я не могу выразить страха и ужаса, которые охватили меня, когда я пришел в сознание от этого опьянения».

Эти строки написаны в полемическом пылу: на самом деле Либих был в Эрлангене чуть больше года. В автобиографических заметках он пишет о Шеллинге куда менее эмоционально:

«В Эрлангене меня привлекли некоторое время лекции Шеллинга. Однако Шеллинг не обладал основательными знаниями в естественных науках, а облачение природных явлений аналогиями и образами, что называлось «объяснением», ничего мне не говорило».

Не был удовлетворен Либих и преподаванием химии. Кастнер, который перетащил юношу из Бонна в Эрланген, обещал заняться вместе с ним научными исследованиями. «К сожалению,— писал впоследствии не без иронии Либих,— он сам не умел их делать и ни разу не провел со мной ни одного анализа». Лекции Кастнера были так же «хороши», как его анализы. Они были «наполнены беспорядочными, сумбурными сведениями, совсем как лавка старьевщика». Если таков был один из лучших немецких химиков, то легко себе представить жалкое состояние этой науки в Германии той поры.

Скоро юноша понял, что в Эрлангене, да и вообще в Германии, он не научится химии. Нужно было ехать за границу. Но куда? В «столицу мира» — Париж или в Стокгольм, к королю химии Берцелиусу? Выбор пал на Францию. Отцовский карман оказался слишком тощ для такой поездки, но, к счастью, в казне Дармштадского герцогства нашлось несколько сот гульденов, чтобы субсидировать студента, за которого усердно хлопотал Кастнер. В октябре 1822 года Либих отправился в Париж. Этот шаг означал крутой поворот в его судьбе.

ХИМИЧЕСКАЯ РОДОСЛОВНАЯ

В начале девятнадцатого века химия была еще очень молода, хотя по праву могла считаться одной из древнейших наук. В течение двенадцати столетий в Европе процветала алхимия, о которой Либих со свойственной ему категоричностью заявил, что она «никогда не была чем-либо другим, как химией». Труд алхимиков не был напрасным:

они получили несколько десятков соединений и разработали основные приемы лабораторной техники. С шестнадцатого-семнадцатого веков благодаря работам Агриколы, Палисси, Бойля и других ученых алхимия из средства магии и колдовства делается наукой, целью ее становится не превращение металлов в золото, а познание мира. Не случайно Энгельс отметил, что «Бойль делает из химии науку». От Бойля и Ван-Гельмонта ведет свое начало так называемая «пневматическая химия», химия газов, получившая блестящее завершение в трудах учителя Либиха — Гей-Люссака. Пневматики открыли основные газовые законы, создали аппараты для собирания и исследования газов, открыли разновидности «воздухов», которые позднее получили названия кислород, азот, углекислый газ, хлор, окись углерода.

В начале восемнадцатого века профессор университета в Галле Георг Эрнст Шталь создал знаменитую теорию флогистона. Она описана во множестве книг и учебников, и нам нет надобности ее характеризовать. Сначала она ускоряла развитие химии, но потом привела ее в тупик.

Теория флогистона была опрокинута лишь гением Лавуазье в конце восемнадцатого века. Исследованиями французского ученого в химии начался революционный период радикальных перемен и эпохальных открытий, который продолжался около трех десятилетий и завершился разработкой современных основ этой науки. Каковы же основные приобретения химии этого периода?

Химия из разновидности натурфилософии превратилась в точную науку, опирающуюся на эксперимент и способную предвидеть и предсказывать различные явления; установлена сущность основных химических процессов — окисления и восстановления; разработана атомная теория и определены атомные веса многих элементов; открыты основные количественные законы химии; высказана гипотеза, ставшая известной потом как закон Авогадро; разработаны современные системы обозначения элементов, названия соединений и написания формул. За эти немногие годы было открыто больше новых элементов и соединений, чем за всю предшествующую историю химии.

Детство и юность Либиха совпали с детством и юностью современной химии. Его непосредственные учителя — Гей-Люссак, Тенар, Дюлонг — и учителя этих учителей — Лавуазье, Бертолле, Фуркруа — были основате-

лями и законодателями этой обновленной науки. Их имена, а также имена других его предшественников и соратников — Воклена, Шевреля, Пруста, Дальтона, Берцелиуса, Дюма, Митчерлиха — еще не раз будут встречаться на страницах этой книги. Поэтому если на семейную родословную Либиха мы бросили лишь беглый взгляд, то его химическую родословную необходимо проследить более подробно.

Историю новой химии по праву отсчитывают с работ Лавуазье. Когда Либих приехал в Париж, он застал еще там свидетелей жизни и трагической смерти знаменитого ученого. Еще жива была Мари Лавуазье, помогавшая некогда мужу в его научных исследованиях. Французская химия, питаемая идеями великого реформатора, переживала расцвет, далеко опережая химические школы других стран.

Антуан Лоран Лавуазье родился в 1743 году в одной из богатейших семей Франции. Богатство не отняло у него способности к напряженному труду, а юридическое образование не помешало посвятить себя химическим исследованиям. Уже в двадцать шесть лет он опубликовал замечательную работу «О природе воды», в которой впервые в истории химии провозгласил точное взвешивание основным методом исследования.

Либих был одним из первых, оценившим значение этого метода для развития химии: «Всеми своими открытиями Лавуазье обязан весам — этому несравненному инструменту, который удерживает все наблюдения и открытия, побеждает сомнения и освещает истину, который показывает нам, что мы заблуждались или что находимся на верном пути. Вместе с весами положен конец господству теории Аристотеля, чей метод объяснять явления игрой человеческого духа уступил место действительному исследованию природы».

В 1772 году Лавуазье начинает штурм теории флогистона. Блестящие работы следуют одна за другой, и каждая из них подобна тарану, пробивающему очередную брешь в укреплениях противника. В 1774 году он публикует статью «Об обжиге олова в закрытых сосудах». В работе со столь неприметным названием впервые приведен количественный состав атмосферы и дано неопровержимое объяснение роли кислорода при окислении и горении. В 1777 году появляется статья «О горении вообще» и наконец в 1783 году — «Размышления о флогистоне». Бла-

годаря этим работам химия избавилась от теоретического хаоса и приобрела стройную и ясную систему: существуют элементы, у элементов есть окислы, окислам соответствуют кислоты, основания, соли... Свои новые взгляды Лавуазье изложил в «Начальном курсе химии», который подвел итог его великим открытиям и послужил школой для химиков последующих поколений. Эта книга появилась в 1789 году: начало двух революций, химической и политической, совпало. Через пять лет Лавуазье — смелый революционер в науке и весьма умеренный либерал в политике — был гильотинирован.

Мы упомянули о работах Лавуазье не только для порядка, и не только из почтения, и не только потому, что о Лавуазье нельзя не упоминать, если пишешь об истории химии. Главное для нас заключается в том, что от Лавуазье к Либиху тянутся прямые связи. Лавуазье начал разработку классического органического анализа, Либих ее завершил. Лавуазье первым истолковал дыхание как разновидность окисления, Либих превратил это предположение в стройную теорию. Либиху пришлось и опровергать некоторые ошибки Лавуазье, например его неточную теорию кислот. С другой стороны, Либиху суждено было заново создать теорию минерального питания растений, основные принципы которой открыл Лавуазье, но не успел опубликовать: никто не знает своей судьбы.

Главным союзником Лавуазье в борьбе за обновление химии был Клод Луи Бертолле, первым из крупных ученых признавших «бесполезность и ненужность» гипотезы о флогистоне. Бертолле родился в 1748 году близ местечка Аннеси, в Савойе, входившей тогда в состав Сардинского королевства. Получив в Туринском университете степень доктора медицины и проработав несколько лет в аптеке, он в 1772 году переселился в Париж, где с увлечением отдался химическим исследованиям. Первая его работа посвящена диетическим свойствам вина. В 1780 году он стал членом академии наук.

Бертолле провел множество важных экспериментальных исследований. Он установил состав аммиака, синильной кислоты, болотного газа. Пропуская хлор через горячий раствор щелочи, он получил знаменитую соль своего имени. В 1788 году он открыл гремучее серебро, с исследования которого началась впоследствии научная деятельность Либиха.

Бертолле вошел в историю химии как выдающийся теоретик. Его учение о химическом равновесии и химическом средстве разделялось всеми химиками девятнадцатого века и сохранило свое значение до наших дней. Вместе с Лавуазье, Гитоном де Морво и Фуркруа он участвовал в разработке современной системы названий химических соединений.

Не занимая никаких видных постов, Бертолле в течение двадцати лет фактически стоял во главе химической науки, образования и промышленности Франции. Он был одним из организаторов и первых профессоров Политехнической школы. Он открыл метод быстрого и дешевого белиения тканей при помощи хлора, который вызвал настоящий переворот в мануфактурном деле. Благодаря ему (а также Монжу) в трудные для Франции годы войн и революции было организовано производство соды, крашение тканей, выплавка металлов, получение пороха. Томсон, ученый, чья страна находилась в состоянии войны с Францией и организовала ее экономическую блокаду, писал о Бертолле, что «его рвение, активность, мудрость и честность спасли Францию от завоевания».

За свою долгую жизнь Бертолле пришлось увидеть и испытать многое. Он встречался лицом к лицу с Робеспьером, был дружен с Наполеоном, получил звание сенатора, пэра, графа. Но как бы высоко не возносила его судьба, он до конца жизни сохранил прямоту характера, доброжелательность, скромность и простоту привычек. С 1807 года он поселился в Аркейе, пригороде Парижа, деля свое время между домашней лабораторией и работой в саду. Там он основал Аркейское общество, своего рода маленькую академию, куда входили его друзья Лаплас, Гумбольдт, Био, Араго, Гей-Люссак и другие выдающиеся ученые.

Бертолле в отличие от большинства своих французских коллег не обладал красноречием лектора и талантом педагога. По выражению Кювье, «превосходно владея своим предметом, он предполагал в своих слушателях те же способности, тогда как преподаватель должен исходить из противоположной позиции». Поэтому учеников после себя Бертолле оставил немного, но зато таких, кем можно гордиться. Среди них были учителя Либиха — Гей-Люссак и Дюлонг.

Жозеф Луи Гей-Люссак родился в одном из маленьких городков Франции в 1778 году в семье юриста. Профессия

отца не привлекла его, и он поступил в только что основанную Политехническую школу. В 1800 году Бертолле, находившийся тогда в зените славы, попросил рекомендовать ему помощника из числа лучших студентов школы. Выбор пал на Гей-Люссака. Бертолле поручил ему экспериментально подтвердить правильность одного из своих теоретических положений, но вместо этого Гей-Люссак доказал, что метр ошибается. Будь на месте Бертолле другой ученый, он бы выставил чересчур самонадеянного юнца за дверь. Но Бертолле поступил иначе. Он поселил Жозефа в своем доме в Аркейе и предоставил ему свою лабораторию. Питались они за одним столом. Дружба учителя и ученика не прерывалась до самой смерти Бертолле.

Еще юношей Гей-Люссак открыл знаменитый закон о тепловом расширении газов — первый закон своего имени — и дал точное значение константы расширения ($1/273$), принятое и в наши дни. В 1804 году Гей-Люссак вместе со своим другом, известным физиком Био, решил исследовать состав атмосферы и магнитное поле Земли на больших высотах. При огромном стечении народа ученые поднялись на воздушном шаре, наполненном водородом, на высоту четыре тысячи метров. Через три недели Гей-Люссак повторил полет в одиночку (Био плохо перенес первый подъем). На этот раз он достиг небывалой высоты — семь километров!

Мужество и талант молодого ученого привлекли к нему внимание немецкого естествоиспытателя Гумбольдта. Их знакомство началось с научной полемики по поводу анализа газов; завершилось оно тесным сотрудничеством. По предложению Гумбольдта они совершили научное путешествие по Франции, Италии и Германии, собирая минералы, проводя метеорологические наблюдения, магнитные и химические исследования. Шесть раз они поднимались на Везувий — во время его извержения. Путешествие сделало ученых близкими друзьями. Они совместно доказали, что водород и кислород входят в состав воды в точном объемном отношении два к одному. Гей-Люссак расширил эти исследования и показал, что точные объемные отношения наблюдаются и при соединениях других газов: один объем хлора соединяется ровно с одним объемом водорода, три объема водорода — с одним объемом азота и так далее. Это дало основание сформулировать в 1808 году один из основных количественных законов химии, известный как второй закон Гей-Люссака: газы

всегда соединяются в простых объемных отношениях. Закон явился важным подтверждением атомной теории, стал мощным инструментом для точного определения атомных весов, лег в основу молекулярной теории Авогадро.

Завершив разработку газовых законов, Гей-Люссак принялся за неорганическую химию. Он открыл хлорную кислоту, детально изучил йод и его соединения. Вместе с Тенаром он открыл бор, треххлористый фосфор, перекиси металлов. Они доказали, что калий и натрий, незадолго до этого открытые Дэви, не соединения, а элементы. Им удалось сделать и другое важное открытие. В те времена хлор, открытый Шееле еще в 1774 году, с легкой руки Лавуазье считался окисью некоего гипотетического элемента мурия (мы еще вернемся к этому позднее, когда будем обсуждать либиховскую теорию кислот). Бертолле, работавший с хлором двадцать лет, нисколько не сомневался, что имеет дело с соединением мурия. И только Гей-Люссак и Тенар смогли доказать, что кислорода в «окиси мурия» нет. После этого Дэви ничего не оставалось, как счесть его элементом и дать ему название. Сейчас этот факт кажется нам очевидным, но тогда он настолько противоречил общепринятым теоретическим представлениям, что даже спустя пятнадцать лет такой опытный химик, как Берцелиус, писал об «окиси мурия, называемой также хлором».

Гей-Люссак открыл вещество, стоящее на стыке органической и неорганической химии и имеющее очень большое значение. Это вещество — соединение углерода и азота. По начальным буквам латинских названий составляющих его элементов (C и N) оно получило название «циан». Циан — сложное вещество, но ведет себя как элемент, подобный йоду или хлору: образует кислоту (синильную), цианистые соли. Группа циана входит в состав желтой кровяной соли, берлинской лазури. Во всех этих соединениях азот и углерод образуют неразлучимую пару. Такие устойчивые группы, играющие в соединениях роль своеобразных сложных элементов, химики называли радикалами. Подробная разработка теории радикалов принадлежит Либиху, и мы еще вернемся к ней. Либих много занимался также и цианистыми соединениями.

Гей-Люссак продолжил начатую Лавуазье разработку методов органического анализа. Эту работу завершил впоследствии Либих. Необходимость обеспечить многочисленную семью заставила Гей-Люссака обратиться и к техни-

ческой химии. Наиболее известное его изобретение в этой области — так называемая башня Гей-Люссака, до сих пор применяемая в производстве серной кислоты.

Помимо других постов, Гей-Люссак занимал также должность заведующего Монетным двором. Она сопровождалась значительным окладом и по традиции представлялась французским правительством выдающимся ученым для их материальной поддержки (профессорское жалованье было невелико). Находясь на этом посту, Гей-Люссак разработал методы количественного анализа драгоценных металлов.

Мы знаем Гей-Люссака как неутомимого исследователя, но Франция благодарна ему прежде всего как выдающемуся педагогу. Он был профессором химии в Политехнической школе и физики — в Сорбонне. В течение сорока лет этот стройный худощавый человек ежедневно в семь часов утра начинал лекцию в неизменно переполненной аудитории, поражая слушателей ясностью и блеском изложения. Среди учеников Гей-Люссака был Жюль Теофиль Пелуз, который еще совсем молодым человеком случайно познакомился с Гей-Люссаком в пригородном омнибусе. Маститый ученый сразу отличил одаренного юношу и разрешил ему работать в своей лаборатории. Долгие годы Пелуз жил в крошечной каморке и питался хлебом и водой, уверяя окружающих, что делает это ради диеты. Потом в это с трудом верили те, кто посещал Пелуза в роскошном особняке на набережной Конти — резиденции Монетного двора, который он возглавил после Гей-Люссака. Пелуз некоторое время учился и у Либиха и по его образцу организовал одну из первых во Франции крупных частных лабораторий, куда съезжались ученики из разных стран Европы. Школу Пелуза прошли такие крупные ученые, как Жерар, Лоран, Жирар, Собреро, Нобель, Бертло. Пелуз выполнил важные работы по изучению сахаров, органических кислот, глицерина и других соединений. Большую популярность имел его шеститомный курс химии.

Пелуз оставил нам воспоминания о заразительном темпераменте, с которым работал Гей-Люссак. Его лаборатория находилась в подвале с каменным полом, и, чтобы защититься себя от холода и сырости, химики работали и сабо — сандалиях на толстых деревянных подошвах. При получении удачного результата торжествующий Гей-Люссак подхватывал Либиха за руки и пускался с ним

в пляс вокруг лабораторного стола, отбивая деревянными башмаками чечетку.

В 1822 году Бертолле, умирая, символически завещал свою шпагу пэра Франции любимому ученику. Хотя слава, заслуги и состояние Гей-Люссака вполне отвечали достоинству пэра, ему оказали эту почесть только спустя семнадцать лет. Причиной задержки послужило то обстоятельство, что ученый каждый день работал в лаборатории... своими руками, а это в головах королевских министров никак не вязалось с величием сановника.

Многие опыты Гей-Люссака были очень опасны. Разработка нового метода получения калия чуть не стоила ему жизни. К счастью, он отделался только тяжелым ранением.

Еще более серьезному риску подвергал себя в лаборатории другой ученик Бертолле и наставник Либиха — Дюлонг. В 1811 году, действуя хлором на аммиак, он неожиданно получил тяжелую маслянистую жидкость (как потом выяснилось, хлористый азот). Попытка изучить ее привела к взрыву, который сильно контузил ученого, но, к сожалению, не удержал его от дальнейших исследований. Ровно через год, в октябре 1812 года, новый взрыв лишил Дюлонга глаза и изуродовал руку. Серьезно пострадал и второй глаз. Исследователю было тогда только двадцать семь лет. Отчет об этом печальном опыте опубликовали Бертолле и Тенар. К счастью, Дюлонг в полной мере сохранил ясный ум и необычайную трудоспособность.

Уроженец Руана, воспитанник Политехнической школы (и будущий ее профессор и директор), Дюлонг оставил глубокий след в истории химии и физики. Вместе со своим другом Алексисом Пти, умершим в возрасте всего двадцати девяти лет, он открыл один из основных количественных законов химии — о равных атомных теплоемкостях. Благодаря закону Дюлонга и Пти появилась возможность определить атомные веса большинства известных тогда элементов.

Дюлонг дружил с Берцелиусом и провел с ним несколько совместных работ в лаборатории Бертолле в его доме в Аркейе. Шведский ученый ставил Дюлонга и Гей-Люссака выше других французских исследователей. Дюлонг был блестящим лектором. Во время пребывания Либиха в Париже он читал курс физики.

Незадолго перед смертью Либих с большой теплотой вспоминал о своих французских учителях: «Сорок восемь

лет назад я прибыл в Париж для изучения химии. Случайное обстоятельство обратило на меня внимание Александра фон Гумбольдта, и его рекомендация побудила Гей-Люссака, одного из величайших химиков и физиков своего времени, предложить мне, двадцатилетнему юноше, продолжать и закончить при его помощи исследование, начатое мною. Он принял меня как сотрудника и ученика в свою частную лабораторию. Этим определился весь мой дальнейший жизненный путь. Никогда я не забуду, с какой благожелательностью обращались с немецким студентом Араго, Дюлонг, Тенар...»

Нам уже несколько раз пришлось упомянуть имя ближайшего друга и сотрудника Гей-Люссака — Тенара. Этого выдающегося химика Либих тоже считал своим учителем. В свою очередь, Тенар — ученик Фуркруа, ближайшего сподвижника Лавуазье. Таким образом, эта линия химической родословной Либиха также восходит к основателю современной химии.

Антуан Фуркруа — сын аптекаря, получивший медицинское образование, благодаря своему блестящему красноречию и разнообразным дарованиям быстро выдвинулся не только как великолепный педагог, но и как политик. В 1793 году он занял место Марата в революционном конвенте. В трагические для Лавуазье дни Фуркруа, по-видимому, ничего не сделал для того, чтобы спасти его от гильотины. Мари Лавуазье прямо обвиняла влиятельного депутата в смерти мужа, и это обвинение (быть может, необоснованное) до сих пор омрачает память о Фуркруа. В 1801 году он стал консулом (одним из трех властителей наполеоновской Франции), а после установления империи — министром образования. 16 декабря 1809 года Наполеон пожаловал ему графское достоинство, но Фуркруа наслаждался титулом всего несколько часов: в тот же день он скорострительно скончался. Ему было тогда пятьдесят четыре года.

Главная заслуга Фуркруа — организация химического образования. Он возглавлял химические кафедры всех высших учебных заведений Парижа. Его отточенный стиль, яркое красноречие и безупречная логика послужили образцом для последующих поколений французских профессоров. Вместе с другими учеными он основал несколько учебных заведений, в том числе Политехническую, Нормальную и Медицинскую школы. В 1802 году он стал почетным членом российской академии наук. Его

одиннадцатитомную «Систему химических знаний» прилежно изучали химики, врачи и аптекари всей Европы.

Свои работы Фуркруа публиковал, главным образом, с Вокленом.

Луи Никола Воклен, сын крестьянина, начал свою карьеру слугой аптекаря. Аптекарь давал уроки химии, которые Воклен тайком подслушивал и записывал. Обнаружив конспекты, хозяин пинком в зад напомнил Луи, что лакею следует заниматься лакейским делом. Воклен кое-как добрался до Парижа, подрабатывал там в аптеке, а потом устроился слугой у Фуркруа, который быстро оценил его способности. Уроженец деревни не получил хорошего образования, и писание статей давалось ему с трудом, особенно на первых порах. Зато в экспериментальном мастерстве с ним мало кто мог сравниться. Поговаривали, что все основные работы Фуркруа выполнены Вокленом, а профессор лишь излагает их со свойственными ему изяществом и точностью.

В Медицинской школе, где работал Воклен, обязанности между ним и Фуркруа распределялись примерно следующим образом: Фуркруа блистал на кафедре, Воклен трудился в лаборатории; у первого не было вкуса к экспериментальной работе, у второго — красноречия; имя Фуркруа было у всех на устах, Воклена знали только специалисты; Фуркруа в одиночку не сделал почти ничего примечательного, Воклен открыл два новых элемента (хром и бериллий). В целом эта пара составляла неплохой тандем. Не следует, однако, думать, что Воклен всю жизнь так и оставался скромным ассистентом Фуркруа. Еще в 1791 году он стал членом Академии наук, а с 1794 года занимал ряд профессорских постов. Он внес много усовершенствований в технику эксперимента и воспитал целую плеяду учеников, среди которых мы назовем только Тенара, Гмелина, Шевреля и Браконно. Именно в лаборатории Воклена начал свою научную работу в Париже и Либих. Умер Воклен в 1829 году после долгой болезни.

Фуркруа и Воклен опубликовали множество трудов, касающихся растительной и животной химии, которые непосредственно продолжил затем Либих, неоднократно ссылавшийся на их исследования. Они изучали эфир, спирт, бензойную, пикриновую и муравьиную кислоты, жиры, молоко, сыр, желчь, слезы, слюну, мочу, кровь.

Как-то раз к Воклену явился студент Медицинской

школы Тенар с просьбой разрешить ему работать в лаборатории. Это был простой крестьянский парень, который пришел пешком из Шампани в Париж, мечтая научиться аптекарскому делу. За свои скудные гроши он снял угол с одноразовой кормежкой и целиком погрузился в учение. Если он запаздывал к обеду, хозяйка оставляла его в этот день без крошки хлеба. Впоследствии барон Тенар с улыбкой вспоминал, что благодаря этой превосходной женщине он приучился к пунктуальности и точности.

За право работать в лаборатории нужно было платить, а денег у Тенара не было. Впрочем, не было места и для платного ученика, но Воклен, вспомнив свою собственную молодость, сжалился над парнем и взял его в лабораторию слугой без жалованья. Время показало, что Воклен не ошибся. В двадцать девять лет Тенар был уже профессором, в тридцать два — академиком (вместо умершего Фуркруа). Тенар счастливо соединил в себе экспериментальное мастерство Воклена и блистательное красноречие Фуркруа. Он исследовал соединения сурьмы, мышьяка, фосфора, ртути, олова, никеля. Для Севрского фарфорового завода он получил замечательную краску на основе окиси кобальта — знаменитую «тенарову синь». Он открыл перекись водорода, обнаружил каталитическое действие света на реакцию хлора с водородом. Наиболее важные исследования он провел вместе с Гей-Люссаком. Оба они в один год были избраны почетными членами российской академии наук.

Четырехтомный учебник Тенара пользовался большой популярностью, а его лекции привлекали толпы студентов. Однажды во время лекции Тенар по ошибке вместо воды вылил из другого стакана жидкость, приготовленную для демонстрационного опыта. Сделав несколько глотков, он спокойно поставил стакан на место и хладнокровно объявил: «Господа, я отравился. Мне могут помочь сырые яйца. Принесите мне их, пожалуйста». Перепуганные студенты бросились по соседним домам и лавкам, и скоро черед профессором высилась гора яиц. К счастью, все кончилось благополучно.

Когда Либих приехал в Париж, Тенар был в расцвете сил. Либих не только жадно слушал его лекции, но и пользовался его советами во время работы над гремучими соединениями в лаборатории Воклена. Свою статью об этом исследовании, принесшую ему европейскую известность, Либих закончил следующими словами:

«В заключение я должен указать, сколь многим я обязан господину Тенару, который постоянно помогал мне советами при моих исследованиях. Я искренне признаю, что благодаря ему одному я смог их продолжать... В том, как он меня ободрял,— меня, бывшего ему совсем чужим,— проявился его интерес к моим опытам и воодушевление, с которым он относится к прогрессу науки».

Судьба Либиха с самого начала сложилась счастливо: он имел хороших учителей. Дело, конечно, не только в том, что он научился у них химии — для этого, на худой конец, можно было бы прочитать их статьи и книги. Важнее всего, что он находился в живом общении с людьми, великими своей страстью к труду, неутолимой любознательностью и ярким дарованием. Их человеческое обаяние, неповторимость их духовного облика оставили чекан и на личности Либиха, помогли развить в нем свойства характера, которые позволили ему самому потом стать во главе большой научной школы и совершить множество важнейших открытий.

ХИМИЯ В 1822 ГОДУ

Рассказывая о Либихе, мы стремимся показать как можно яснее людей, с которыми он встречался, города, в которых он жил, университеты, в которых он учился и учил, лаборатории, в которых работал. Еще важнее понимать, что тогда представляла собой наука, которой он себя посвятил, а это, право, не очень просто: ведь даже коренной москвич не сможет нарисовать план родного города времен Ивана Калиты. Либих сделал свой первый шаг в науке в 1822 году. В те времена даже такие простые слова, как «состав», «формула», «анализ», «лаборатория» имели иное содержание, чем теперь, потому что и химия была совсем другой. И мы не сможем правильно оценить условий, в которых Либиху пришлось совершать свои открытия, если не представим хотя бы в общих чертах облика химии тех лет.

Основные количественные законы химии были тогда уже открыты, но не все они вошли в научный обиход. Закон постоянства состава родился в те же годы, что и Либих, и был совсем юн. Его первооткрыватель Жозеф Пруст, сын аптекаря, талантливый аналитик, был еще жив, когда Либих приехал во Францию, но мирно дожи-

нач свои дни не в Париже, а в своем родном городке — Лижере. Это он в 1806 году уверенно заявил: «Соединение есть привилегированный продукт, которому природа дала постоянный состав». Этот вывод казался тогда вовсе не столь очевидным, как теперь, и был далеко не сразу принят современниками. Против него выступил сам Бертолле, и спор маститого ученого со скромным мадридским химиком (Пруст до 1808 года работал в Испании) был затяжным и нелегким для обеих сторон. Переменные валентности металлов, кристаллизационная влага, отсутствие опыта в разделении смесей, неточность методов анализа — все это затрудняло становление нового закона, который, однако, к началу деятельности Либиха был принят повсеместно.

С большим трудом прокладывала себе путь к признанию атомная теория Дальтона — возможно, потому что ее автор, тихий и незаметный человек, не занимал никаких административных и научных постов и не пропагандировал ее с профессорской кафедры. Джон Дальтон родился в маленькой деревеньке в бедной квакерской семье. До одиннадцати лет он учился, а в двенадцать лет сам стал учителем в деревенской школе, в свободное время помогая отцу на ферме. Затем он преподавал в религиозной школе одного маленького городка и еще несколько лет — в манчестерском колледже. Наконец, он пришел к выводу, что свободное время надо ценить выше зарплаты, и уволился. Чтобы как-то кормиться, он начал давать частные уроки, беря два шиллинга в час, а когда стал знаменитым — немножко больше.

Дальтон был скорее не химиком, а философом и мыслителем. Гениальный, склонный к обобщениям ум принес ему бессмертную славу и сделал воспитанника деревенской школы почетным доктором Оксфордского университета и членом множества европейских академий. Дальтон до конца своих дней скромно прожил в Манчестере. Умер он в 1844 году, в возрасте семидесяти восьми лет.

Самый «легкий» способ попасть в историю науки — связать свое имя с открытием какого-нибудь важного закона. Однако такое счастье выпадает очень редко. Каждый школьник знает имя Авогадро, не выполнившего ни одной серьезной экспериментальной работы, но лишь специалистам известно имя титана науки Марселена Бертло, опубликовавшего почти три тысячи статей и книг по всем отраслям химии. Все дело в том, что есть «закон

Авогадро», но нет «закона Бергто». В равной степени нет законов Либиха, Берцелиуса, Велера, Дюма, и потому — надо сказать об этом прямо — их имена теперь не особенно популярны, хотя именно эти ученые создали и возглавляли химию прошлого века.

Что касается Дальтона, то он побил своеобразный рекорд: с его именем непосредственно связано целых четыре научных достижения. В 1794 году он описал «цветовую слепоту» (дальтонизм), которой, между прочим, страдал и сам. В 1803 году он открыл газовый закон (о парциальных давлениях) и в том же году впервые сформулировал один из основных количественных законов химии — закон кратных отношений. Но главной заслугой Дальтона является разработка атомной теории. Он же впервые ввел понятие атомных весов.

Основные положения атомной теории общеизвестны, и здесь нет нужды их повторять. Надо только иметь в виду, что современная атомная теория и атомная теория, предложенная Дальтоном, — далеко не одно и то же. При ее разработке Дальтон сделал неизбежные для своего времени грубые ошибки и чересчур смелые допущения. Он, например, полагал, что атомы двух веществ «при отсутствии противоречащих соображений» соединяются в отношении один к одному. Произвольность таких допущений и несовершенство методов анализа привели к тому, что атомные веса Дальтона оказались, мягко говоря, неточными. Например, для кислорода он определил атомный вес 11 вместо 16. Эти ошибки подрывали доверие к теории в целом и задерживали ее распространение. Возможность более точного определения атомных весов предоставил закон о соединении газов, открытый Гей-Люссаком (любопытно, что Дальтон не соглашался с этим законом, а Гей-Люссак не признавал атомную теорию, хотя теория объясняла закон, а закон подтверждал теорию). Но особенно много для укрепления и развития атомной теории сделал Берцелиус, имя которого будет встречаться на страницах этой книги почти столь же часто, как и имя самого Либиха.

Дальтон допустил и еще одну гораздо более серьезную ошибку: для простых веществ (водорода, кислорода и других газов) он не различал понятий «атом» и «молекула» (например, H и H₂), из-за чего оставалось необъясненным множество фактов. В 1811 году другой гениальный мыслитель, никому не известный профессор химии из Турина

Амедео Авогадро, опубликовал гипотезу, объясняющую различие между атомом и молекулой. Несмотря на то что Авогадро развивал эти идеи во многих статьях в течение десяти лет, несмотря на то, что они были поддержаны Ампером, гипотеза так и осталась гипотезой: право называться теорией она получила лишь полвека спустя. А пока мы должны считаться с необъяснимым фактом: статьи прозорливого, но недостаточно настойчивого итальянца были непоняты и забыты. Это заблуждение дорого обошлось науке. Атомно-молекулярное учение получило общее признание лишь в шестидесятые годы прошлого века. Во времена же начинающего Либиха химическая практика вполне обходилась без атомной теории.

Передо мной раскрыт том «Анналов физики и химии» за 1823 год, в котором опубликован «мемуар» Либиха о гремучих соединениях. Среди авторов журнала — Гей-Люссак, Тенар, Дюлонг, Лаплас, Дэви, Фарадей, Митчеллих... Великие имена, классические, вошедшие в историю науки работы. Но во всем томе еще нельзя найти ни одной формулы. Где-то промелькнуло робкое НО, обозначающее воду, но оно остается исключением. Вещества и процессы описываются только словами.

«Я растворил в полунции горячей азотной кислоты драхму серебра и налил затем туда 2 унции спирта...» — так, например, начинается описание своего способа приготовления гремучего серебра Либих. Даже метрическая система весов, принятая за тридцать лет до этого, была пока менее привычной, чем драхмы и унции.

К тому времени химия еще не приобрела своего общепринятого языка. Рисованные значки для обозначения элементов уже вышли из употребления, а новые еще не были приняты. Иногда химики пользовались символами собственного изобретения, которые, впрочем, никого не удивляли. Например, в статье 1820 года встречается такая формула: $2L + (2S + O) + 4W$. L здесь означает известь (Lime), S — кремнезем (Silica), O — кислород, а W — воду. Что это означало все вместе, сказать затруднительно. С 1813 года Берцелиус начал в своих сочинениях обозначать элементы их современными символами — по первым буквам латинских названий. Так появились N, C, H, Ca, Na и другие хорошо известные нам «инициалы». Систему эту сам Берцелиус проводил непоследовательно, но все же к концу двадцатых годов она постепенно привилась и стала повсеместно применяться для обозначения

отдельных элементов. Хуже обстояло дело с формулами соединений. Чтобы указать, сколько тех или иных атомов входит в состав вещества, пользовались различными способами: цифры ставили над, под или перед символами элементов, а сами символы соединяли знаком «плюс», скобками или вообще никак не соединяли, а просто писали их рядом, как принято в наше время. Например, формулу этилового спирта (в нашем написании C_2H_5OH) тогда изображали так: COH или $2C + 2O + 2H$. Либих предложил современное написание числовых индексов: $C_2H_2O_2$. Позднее Берцелиус усложнил свою систему введением новых обозначений — точек, черточек, букв: удвоенные атомы он перечеркивал черточкой, а вместо кислорода ставил точки. Когда появилась теория радикалов, которые рассматривались как «сложные атомы», он и для них придумал обозначения, которые еще больше запутали химиков. Эти «усовершенствования» были в ходу лет сорок, но потом от них пришлось отказаться. Дальтон, предложивший другую систему знаков, ревниво писал, что символы Берцелиуса так же непонятны, как буквы древнееврейского алфавита.

Дополнительный разнобой в химические формулы вносили и различные системы атомных весов. Все шло хорошо до 1831 года, когда Берцелиус вдруг объявил, что за водородную единицу удобнее брать не $H = 1$, а $H_2 = 1$. Тогда по отношению к водороду кислород получал атомный вес не 16, а 8, а углерод — 6 вместо 12. Часть химиков стала соответственно удваивать количество атомов в своих формулах, которые от этого не становились понятнее. К тому же не всегда было известно, каким атомным весом пользуется автор той или иной статьи.

Таким образом, попытки дать даже суммарные, упрощенные формулы веществ приводили к большим недоразумениям. Между тем для органических соединений, состоящих из одних и тех же трех-четырех элементов, важно было знать не только их суммарные формулы, но и «рациональные». Понятие о рациональных формулах ввел в 1833 году Берцелиус. Позднее их называли иногда конституционными (под «конституцией» — по-русски «строем») — тогда понимали то, из каких электрически заряженных составных частей складывается молекула). Эти формулы должны были указывать на отношение данного соединения к другим телам, на его «прошедшее и будущее». Решение этой задачи дала лишь структурная теория

много лет спустя, а до тех пор каждый химик писал рациональную формулу по-своему. Например, тот же этиловый спирт изображали следующим образом: $C_4H_8 + H_4O_2$ (Дюма) $(C_4H_{15})O$, H_2O (Либих), $(C_2H_6)O$ (Берцелиус), $(C_4H_{10}O_2 + H_2$ (Митчерлих) и т. д.

Вот почему до середины тридцатых годов девятнадцатого века химики избегали формул и предпочитали называть муравьиную кислоту муравьиной кислотой, а этиловый спирт — спиртом. Но называть кошку кошкой удобно лишь тогда, когда речь идет о всем известных понятиях. Если же химики имели дело со вновь открытыми, редкими и неизученными веществами, то приходилось наудачу давать им новые названия, что приводило к новым сложностям. Ведь формула — это удостоверение личности вещества, а название обманчиво и ничего не говорит о сущности. В разные годы, в разных странах и разными методами были получены кристаллин, кианол, анилин и бензидам. Понадобилось специальное трудоемкое исследование (его провел ученик Либиха Гофман), чтобы установить, что все эти продукты — одно и то же вещество.

Не следует, конечно, думать, что несовершенство формул шло от неразвитой системы обозначений. Путаница шла от незнания, незнание шло от неверных теорий и неточных опытов. Качественный анализ во времена начинающего Либиха был еще очень несовершенен, а количественный только делал первые шаги. Поэтому от химика требовались наблюдательность и интуиция. В этом смысле поучительны исследования современника Лавуазье — Карла Вильгельма Шееле. Этот шведский аптекарь прославился не только своими открытиями, но и скромностью жизни, самоотверженностью, скудостью средств, простотой приборов и убожеством лаборатории. Хозяин аптеки, в которой он работал, разрешал ему заниматься исследованиями только один день в неделю — это было как раз тогда, когда Шееле выбрали в Академию наук. Но, как сказал Дэви, «с ничтожными средствами он достиг великого». Шееле работал в то время, когда для того, чтобы отличить окись марганца от графита («карандашной руды»), необходимо было проделать трудоемкое исследование. И тем не менее он сумел открыть кислород, глицерин, перманганат калия (марганцовку), щавелевую, лимонную, молочную, яблочную и прочие кислоты, множество других соединений. «Шееле не мог прикоснуться к какому-либо веществу без того, чтобы не сделать откры-

тие», — сказали о нем позднее. Но вот самое поразительное: Шееле впервые получил и исследовал сильнейшие яды — сероводород, хлор, мышьяковистый водород, синильную кислоту. Все эти вещества он нюхал, вдыхал, пробовал. Миндальный запах и сладковатый вкус синильной кислоты описан им настолько точно, что, право, нет никакой надобности смаковать ее еще раз.

Шееле угас в возрасте сорока четырех лет не то от переутомления, не то от полного пренебрежения к себе, не то от подагры — «этой проклятой болезни аптекарей». Но недавно на основании изучения симптомов его болезни было высказано предположение, что Шееле медленно отравился: слишком много веществ он открыл и перепробовал за свою недолгую жизнь.

Разумеется, к 1822 году химия сделала значительные успехи со времени Шееле, но появление весов на лабораторном столе само по себе не могло заменить тонких аналитических процедур. Поэтому внешний вид, цвет, вкус, запах вещества долго еще оставались его основными паспортными данными, а глаз, язык и нос химика — самыми надежными приборами. Недаром Либих так зорко следил за внешним видом получаемых им осадков.

О состоянии химии того времени можно судить по справочнику Гмелина. Леопольд Гмелин принадлежал к знаменитой в Германии династии ученых — его отец, дед и прадед были известными профессорами. Закончив свое университетское образование в Геттингене и получив диплом врача, Гмелин, однако, не стал заниматься медициной, предпочтя ей химию. Пройдя хорошую школу в Париже у Воклена, он занял в 1817 году кафедру в Гейдельберге, которую возглавлял до 1851 года, передав ее перед смертью Бунзену.

Гмелин поставил себе цель — собрать воедино все многочисленные сведения о химических элементах и их соединениях. Тогда эта задача была еще по плечу одному человеку. В 1817 году вышел его «Справочник теоретической химии». Для молодого Либиха это было самое современное и полное пособие. На его девятистах тридцати четырех страницах (впрочем, не очень большого формата) изящным готическим шрифтом изложено все, что было тогда известно и теоретической и неорганической химии. Теория (главным образом учение Бертолле о химическом средстве) занимает в справочнике немного места. Страниц семьдесят отдано «химии невесомых веществ» — све-

та, тепла и электричества (эти «флюиды», унаследованные от Лавуазье, окончательно вычеркнул из списка элементов только Берцелиус несколькими годами позднее). Остальная часть справочника посвящена характеристике элементов и их соединений. К тому времени была известна примерно половина нынешней таблицы Менделеева. Даже такие «популярные» элементы, как натрий, калий, магний, хром, иод, были еще совсем «новенькими» — Либих встречался с людьми, которые их открыли.

Справочник Гмелина ясно свидетельствует о скудности химических знаний той поры. Например, серебру — элементу, известному с доисторических времен, — отведено всего двадцать две страницы. В справочнике нет еще ни одной формулы и ни одного химического символа, не применяется понятие атомного веса. Во избежание путаницы из-за отсутствия формул Гмелин вводит обязательную рубрику «синонимы», в которой приводит все употребляющиеся названия одного и того же вещества.

Отчетливое представление об уровне химии тех лет дают сведения Гмелина о соединениях углерода. Список их очень короток: 1) угольная кислота и ее соли (синонимы: воздушная кислота, меловая кислота, лесной дух, лесной газ, газ карбоникум, мефитический газ); 2) окись углерода; 3) маслородный, или олефьянтовый газ (то есть этилен); 4) углеводородный газ, он же угольный водород, тяжелый горючий воздух (то есть метан). Далее Гмелин пишет: «Прочие соединения углерода: неизвестны». Для окиси и двуокиси углерода Гмелин приводит более или менее точное весовое содержание составляющих их элементов, состав же этилена и метана был еще неизвестен. Нелегко, очень нелегко тогда приходилось химикам!

Не следует думать, что справочник Гмелина был неудачен или содержал устарелые сведения. Напротив, он принес его автору европейскую славу и многократно переиздавался, всякий раз с переработкой и дополнениями. Последнее, четвертое прижизненное издание особенно затронулось: химия стала развиваться так быстро, что Гмелин не успевал обрабатывать новые данные. Он даже обратился к химикам с просьбой прекратить на время исследования, чтобы он успел издать свой справочник. Старый профессор все же завершил главное дело своей жизни: последний, шестой, том был опубликован уже после смерти его составителя.

Трудно поверить, но справочник Гмелина переиздается до сих пор, разумеется с дополнениями. Из относительно скромного двухтомника 1817 года он превратился в своем восьмом издании в необозримую энциклопедию из сотен книг и является самым совершенным справочным аппаратом по неорганической химии. Одному только серебру этот справочник отвел теперь двенадцать книг, содержащих около пяти тысяч страниц.

Каждому химику известны два других издания подобного рода — многотомный справочник Бейльштейна по органической химии и биографический словарь Поггендорфа. Федор Федорович Бейльштейн, профессор Санкт-Петербургского технологического института и член императорской Санкт-Петербургской академии наук, слушал у Либиха лекции, а издатель, физик и фармацевт Иоганн Поггендорф был другом и сотрудником Либиха. Для нас «Гмелин», «Бейльштейн» и «Поггендорф» — это чудовищные по размерам, ужасающие своей капиталностью справочники. Для Либиха это были веселые, остроумные люди.

Неокрепшей еще химической науке того времени отвечало и зародышевое состояние химической индустрии. Собственно говоря, того, что мы теперь понимаем под химической промышленностью, тогда еще не существовало. О производстве продуктов органического синтеза: красителей, душистых и лекарственных веществ, реактивов, полимеров, растворителей, — разумеется, не могло быть и речи. Не производилось ни одного грамма и минеральных удобрений — этого стержневого продукта сегодняшней большой химии. Количество получаемых индустриальными методами химических продуктов можно было пересчитать по пальцам. Еще в XVIII веке была начата фабрикация серной кислоты сжиганием серы с добавкой селитры; из селитры же получали и азотную кислоту, а щелочи — прокалкой золы. Очень важным продуктом была сода, незаменимая для изготовления мыла и стекла. Ее производство по методу Леблана было организовано в первые десятилетия прошлого века. Одновременно с содой по этому методу получалась и соляная кислота. Если к этим продуктам добавить хлор и раствор белильной извести («жавелевую воду»), получение которых было начато благодаря исследованиям Бертолле, а также несколько минеральных красителей (свинцовые белила, берлинскую лазурь), то список продукции химической промышлен-

ности того времени будет почти полным. Кое-что еще получалось в аптеках и небольших мастерских.

Нельзя не сказать несколько слов и о состоянии химического обучения. Оно было удручающим. В школах химию не преподавали вовсе, в университетах ее изучали в лучшем случае как составную часть физики, медицины или минералогии. Кое-где существовали кафедры химии, которые обычно возглавлялись медиками или физиками. Наука без цифр, формул и уравнений, химия не могла считаться точной наукой и выглядела рядом с физикой, как грязная золушка рядом со стройной принцессой. Лишь Фуркруа своими блестящими лекциями заставил поверить, что химия может быть самостоятельным предметом. Впрочем, еще долго было неясно, к чему изучать эту бесполезную премудрость, и ею интересовались преимущественно лишь будущие аптекари.

Химических лабораторий, как мы их представляем теперь — хорошо оборудованных, поддерживаемых государством или крупным учреждением и заполненных многочисленными сотрудниками, — тогда тоже практически не было. Научные исследования за редким исключением были частным делом ученого, и он проводил их за собственный счет. Даже крупные химики обычно устраивали свои лаборатории в сарае, подвале или на кухне или же отводили ей одну-две комнаты в собственной квартире. Прекрасное описание подобной лаборатории, принадлежавшей Берцелиусу, оставил нам его ученик Велер:

«С бьющимся сердцем я остановился у дверей Берцелиуса и позвонил. Мне отворил тщательно одетый, видный мужчина со свежим лицом. Это был сам Берцелиус.

Он приветствовал меня самым дружеским образом, сказал, что давно уже ждет меня, и стал расспрашивать о моем путешествии; весь разговор происходил, разумеется, на немецком языке, которым Берцелиус владел так же свободно, как французским и английским. Когда он повел меня в свою лабораторию, я был как во сне, спрашивая себя, действительно ли я нахожусь в этих знаменитых комнатах, у цели моих стремлений.

...Лаборатория состояла из двух обыкновенных комнат с самыми простыми приспособлениями; в ней не было устроено ни печей, ни тяг, ни водопровода, ни газа. В одной из комнат стояли два простых длинных сосновых стола. По стенам стояли несколько шкафов с реактивами.

а посередине — ртутная ванна и паяльный стол, под которым находилась труба, проведенная в дымоход; кроме этого, в комнате находился отлив, состоящий из каменного резервуара, с краном; под ним стояло ведро, в котором суровая кухарка Анна мыла посуду. В другой комнате стояли весы и находилось несколько шкафов с инструментами и приборами, а рядом — маленькая мастерская с токарным станком. В соседней кухне, где Анна готовила пищу, стоял редко употреблявшийся горн и постоянно подогреваемая песчаная баня.

...Однажды, моя посуду, Анна заметила, что она сильно пахнет оксимуриевой кислотой. Берцелиус сказал: «Послушайте, Анна, вы не должны больше говорить «оксимуриевая кислота». Говорите «хлор», так будет лучше».

Так выглядела в 1823 году лаборатория главы шведской академии наук и лучшего химика Европы. Спустя много лет, когда она уже была превращена в музей, ее посетил Вильгельм Оствальд, один из основателей физической химии. Увидев простенькие весы на лабораторном столе Берцелиуса, он записал потом: «Мне стало необыкновенно ясно, как мало зависит от прибора и как много от человека, который перед ним сидит».

Изредка лаборатории столь же скромных размеров устраивали и при университетах, но студенты, разумеется, в нее не допускались. Воклен одним из первых начал принимать за плату в свою лабораторию учеников, но сколько их могло поместиться в одной или двух комнатах? Неудивительно, что химиков тогда было очень мало. Во всей Европе их насчитывалось около двухсот человек — много меньше, чем в одном современном исследовательском институте средних масштабов. И все-таки именно их руки и головы за невероятно короткий срок создали основы этой великой науки, изменившей лицо современного мира.

В то время почти не было чисто химических журналов. В революционном 1789 году Лавуазье, Бертолле и Фуркруа начали издавать «Анналы химии», однако с 1816 года они были реорганизованы в «Анналы физики и химии», редактируемые Гей-Люссаком и Араго. Но не следует полагать, что химикам тогда негде было публиковаться. Вовсе нет. Статьи печатались в записках и мемуарах многочисленных научных обществ, в журналах по медицине, фармации, физике, сельскому хозяйству, горному делу. Честолюбия у ученых было несколько не

меньше, чем в наше время, вопросам приоритета придавалось большое значение, и статьи и книги печатались типографами значительно быстрее, чем теперь. Многие химики были весьма плодовиты. Например, Пристли на вопрос о том, сколько он написал книг, ответил: «Значительно больше, чем мне хотелось бы прочитать».

Такова была химия в 1822 году — несколько островков в безбрежном океане незнания. К этому надо еще добавить, что крупицы истины, которыми тогда владели химики, были смешаны с грудой ложных наблюдений, мнений и теорий, затруднявших каждый новый шаг вперед. Вот в таких условиях — без приборов, без надежных методов анализа, без реактивов, без помощников, без финансовой поддержки, не зная даже, что такое химическая формула, — начал свой путь в науке молодой Либих.

ГРЕМУЧИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Полтора года в Париже, пожалуй, счастливейшее время в жизни Либиха. Он живет «наукой и друзьями», совершенствует свой французский, изучает английский и итальянский, у него нет ни одной свободной минуты. Наука кажется ему «крылатым конем, которого нужно нагнать». Он не пропускает ни одной лекции по физике и химии, которые читали Гей-Люссак, Тенар, Дюлонг, Шеврель, Клеман, Био. Сверх этого он жадно слушает астрономию у Лапласа, зоологию у Кювье, электромагнетизм у Эрстеда, а также курсы минералогии, геологии, анатомии и физиологии.

«Лекции Гей-Люссака, Тенара, Дюлонга и других имели для меня неизъяснимое очарование. Введение астрономических или математических методов в химию, выражение, по возможности, каждой зависимости в виде уравнения, связывание двух последовательных явлений причинной зависимостью в виде теории привело французских химиков и физиков к великим открытиям.

Я понял, или, правильнее будет сказать, в моем сознании неясно забрезжила мысль, что не только между двумя или тремя, но между всеми химическими явлениями в минеральном, растительном и животном царстве существует зависимость, которая управляется законами. Ни одно из них не происходит само по себе, но связано с каким-то другим, а то — с третьим и так далее...»

Так студент превращался в ученого. Его учеба не ограничивалась лекциями. Благодаря сложной цепи рекомендаций Либих получил доступ в превосходную лабораторию Воклена, что было неслыханной удачей (вспомним, с каким трудом туда проник когда-то Тенар). При поддержке Тенара молодой человек целиком погрузился в работу. Его мальчишеская мечта наконец сбылась: он проводил опыты не на чердаке и не в сарае, а в хорошо оборудованном (для того времени) научном центре под руководством опытейших мастеров. И тема исследований — получение гремучих соединений серебра — тоже была воплощением мечты: гремучая ртуть была первой любовью Либиха.

Первые упоминания о гремучих соединениях золота, ртути и серебра относятся еще к семнадцатому веку, но эти работы были забыты. Повторное и окончательное открытие гремучей ртути было сделано англичанином Говардом в 1799 году, а гремучего серебра — Бертолле и Монжем в 1788 году. Более подробное описание гремучего серебра дал профессор университета в Павии Луиджи Бруньятели в 1802 году. Вначале у химиков не было уверенности, что гремучие соединения не имеют разновидностей. Поэтому на всякий случай их называли «говардовская гремучая ртуть» и «бруньятелиевское гремучее серебро». Так было вернее.

Эдуард Говард происходил из старинного герцогского рода. К счастью, он считал химию занятием, достойным джентльмена, и обогатил ее рядом полезных открытий. Он впервые обнаружил никель в метеоритах, изобрел вакуумный выпарной аппарат, широко применяемый теперь в химической технологии. В докладе Лондонскому королевскому обществу он описал опаснейшие свойства гремучей ртути, способной взрываться по любому поводу, а иногда и вовсе без видимого повода. К тому же гремучая ртуть оказалась ядовита.

Открытие гремучих соединений (более строгое их название — фульминаты, что означает «молниевые») вызвало живой интерес. Бертолле, Фуркруа, Гей-Люссак, Тенар, Берцелиус, Дюма, Велер и множество других менее известных исследователей пытались изучить их более обстоятельно, но по понятным причинам дело продвигалось медленно. Уже много лет спустя, когда свойства гремучих соединений благодаря Либиху были хорошо известны, химики продолжали относиться к ним с должным

уважением. Фридрих Велер, опытнейший и аккуратнейший экспериментатор, с гордостью писал Берцелиусу: «Я отважился приготовить крошечное количество гремучего серебра». Да и у самого Либиха укрощение этой гремучей змеи сопровождалось постоянным риском. «Подобно тебе,— пишет он Велеру,— я тоже поклялся держаться подальше от этих вещей. Недавно я захотел разложить гремучее серебро сернистым аммонием. Как только первая капля упала в чашку, вся масса взорвалась перед самым моим носом. Меня опрокинуло на спину, и в течение двух недель я был глухой и чуть не ослеп».

Разумеется, он не сдержал своей клятвы. Правда, Либих всегда отличался поразительным мужеством. Когда однажды во время демонстрационного опыта при чтении лекции ему на руку пролился расплавленный свинец, он сделал вид, что ничего не произошло, и продолжал занятие. Один из его учеников вспоминает, как Либих, будучи уже зрелым ученым, занялся приготовлением гремучей ртути на песочной бане в четырех больших колбах. Лаборатория тут же опустела. Все попрятались кто куда и не появлялись, пока профессор не убрал готовую взрывчатку.

Первый печатный труд Либиха назывался «О получении и составе гремучей ртути и серебра». Либих учился тогда в университете в Эрлангене. Парадоксально называть публикацию девятнадцатилетнего студента итогом многолетней работы, но так оно действительно и было: ведь юный химик заинтересовался гремучими соединениями в тринадцать лет! Статья была опубликована в бухнеровском «Реперториуме фармации» за 1822 год. Кастнер сопроводил ее следующей рекомендацией: «Пусть читатели со снисхождением отнесутся к первой пробе исследовательского рвеня молодого химика. Господин автор еще в Бонне посвятил себя химии с достойным внимания прилежанием и продолжил здесь свои занятия с тем же воодушевлением».

Статья Либиха была написана коротко и по-деловому, как и все последующие его работы.

«Вероятно, покажется излишним к многочисленным описаниям способов приготовления этой замечательной соли добавлять еще одно. Однако старые сведения более или менее ненадежны и неопределенны, и, если им следовать, то без специальных навыков получение препарата обычно не удается. Уже в течение двух лет я готовлю

описанным ниже способом большие количества гремячего серебра, и ни разу не было случая, чтобы мне это не удавалось».

Далее следовало четкое, ясное и краткое описание способа приготовления гремячего серебра.

В лаборатории Воклена Либих при поддержке Тенара расширил и углубил свои исследования. Их результаты он изложил в обширной статье — «мемуаре», который с трепетом передал Гей-Люссаку и Дюлонгу. Метры отнеслись к работе смелого стажера весьма благосклонно. 28 июля 1823 года Гей-Люссак зачитал мемуар Либиха на заседании Парижской академии наук, проходившем под председательством Тенара. Сам Либих с колбами в руках демонстрировал свои опыты. Чтение несколько раз прерывалось аплодисментами. В тот день Либих встал в один ряд с виднейшими химиками Европы. Ему было тогда только двадцать лет. Тогда же произошло и еще одно событие, сыгравшее в жизни Либиха очень важную роль.

«В конце заседания 28 июля 1823 года, когда я занимался укладыванием моих препаратов, ко мне подошел человек из среды Академии и завел со мной беседу. Исключительной любезностью он сумел выпытать у меня тему моего исследования и все мои планы. Из неопытности и из страха я не осмелился спросить, чья благосклонность принимает участие в моей судьбе; мы расстались. Этот разговор стал фундаментом моего будущего, я приобрел для моих научных целей могучего и ласкового покровителя и друга».

«Человек из среды Академии», старомодно одетый пожилой господин, был соотечественник Либиха Александр Гумбольдт — естествоиспытатель, географ и путешественник. Родом из богатой дворянской семьи, он не унаследовал традиционного прусского идеала военной или придворной карьеры, а поставил себе иную цель — овладеть всеми знаниями, известными человечеству. Еще в юности он изучил математику, горное дело, зоологию, ботанику, географию, астрономию, медицину, минералогию, физику. В 1799 году он счел себя достаточно подготовленным, чтобы предпринять научное путешествие в Южную Америку, которое продолжалось пять лет. Собранные им ботанические, зоологические, геодезические, картографические, этнографические, астрономические, антропологические и другие данные были столь значительны, что для их публикации понадобилось тридцать четыре увесистых

тома. Когда в 1804 году корабль с Гумбольдтом на борту причалил в Бордо, он был самым популярным после Наполеона человеком в Европе.

Гумбольдт совершил и другие путешествия, в том числе и в Россию. Выдающийся геолог, этнограф и океанограф, основатель физической географии, создатель науки о климате, он оказал огромное влияние на натуралистов последующих поколений. Его именем названы города, горы, острова, река и даже кратер на Луне.

Во время Великой французской революции Гумбольдт был в Париже и навсегда проникся идеями свободы, равенства и братства. Он протестовал против публикации в Америке его труда о Кубе, потому что в переводе было изъято гневное обличение рабства на этом острове. Он поддерживал уравнивание в правах евреев и их прием в «проветренную» им прусскую академию, ранее отличавшуюся косным реакционным духом.

«Князь наук», «Аристотель XIX века», близкий друг Гей-Люссака, Араго, Лапласа, Гаусса, Гёте, Шиллера — вот кто взял неопытного студента под свое покровительство. Позднее, посвящая Гумбольдту свое главное сочинение, Либих писал: «Я погиб бы вполне, но благосклонность Гумбольдта предотвратила это... Мне открылись все двери, все институты, все лаборатории; живой интерес, который Вы проявили ко мне, добыл мне любовь и искреннюю дружбу вечно дорогих мне учителей Гей-Люссака, Дюлонга и Тенара. Ваше доверие проложило мне путь в сферу действий, в которой я уже шестнадцать лет стараюсь быть достойным».

Рекомендация Гумбольдта открыла Либиху доступ в святая святых — лабораторию Гей-Люссака. Помимо всего прочего, Гей-Люссак возглавлял еще управление порохов и селитр, ведавшее разработкой новых взрывчатых веществ. Поэтому Гей-Люссак охотно предоставил Либиху свою лабораторию в арсенале и с большим интересом принял участие в дальнейших исследованиях фульминатов. После нескольких месяцев напряженного труда учитель и ученик последний раз сплелись вокруг стола: состав гремучих соединений был наконец установлен. Теперь их результаты показались бы нам не совсем правильными, но в те времена это был выдающийся успех. Предложенная ими формула была «удвоена» по сравнению с действительной, в остальном же ее можно считать совершенно точной, а определение элементного состава

фульминатов безупречным. Что же касается структуры гремучекислых солей, то она оставалась неизвестной до конца прошлого века. Казалось бы, чего проще — расставить четыре атома (водород, кислород, углерод и азот) в нужном порядке, но эта задача оставалась неразрешимой для многих поколений ученых. Уже давно органическая химия достигла невероятных высот, уже были созданы теория валентности и структурная теория, уже были проведены эпохальные синтезы сложнейших веществ — например, индиго, — а исследователи все еще ломали голову над загадкой фульминатов. А они отнюдь не были забыты. Чтобы не быть голословным, укажу, что строение гремучих соединений изучали Жерар, Шипков, Кекуле, Грис, Вюрстер, Карстаньен, Эренберг, Штайнер, Диверс, Шолль, Голлеман — все исследователи первой величины. Но только в 1894 году американец Неф окончательно установил формулу гремучей кислоты: $\text{H}-\text{O}-\text{N}=\text{C}$. На этом, однако, история ее исследования не закончилась: еще двадцать лет формулу Нефа пытались опровергнуть. Необычность строения фульминатов заключается в двухвалентности углерода (в подавляющем большинстве случаев он четырехвалентен).

Если состав гремучей ртути, предложенный Либихом, вызвал многолетние споры, то метод ее получения остался каноническим и незыблемым по сей день.

Подчеркивать практическое значение либиховских исследований гремучекислых солей нет необходимости. Взрыватели с гремучей ртутью стали применяться в военном деле еще с 1815 года, но лишь в двадцатые годы стало возможным организовать широкое производство гремучей ртути и капсюльных ружей. В России гремучую ртуть стали впервые получать на Охтенском пороховом заводе. Капсюль — это маленькая лепешка на дне патронной гильзы. Лепешечка наполнена «ударным порохом» — смесью гремучей ртути, пороховой мякоти и бертоллетовой соли (или селитры). При ударе о нее бойка происходит взрыв пороха в патроне и выстрел. После изобретения Нобелем капсюля-детонатора в 1863 году гремучая ртуть стала широко применяться и для инициирования взрывов мирного назначения. Без детонаторов взрывчатые вещества нельзя было бы взорвать, они были бы ненужным балластом, не находящим применения в промышленности. Сама по себе гремучая ртуть во взрывном деле не применяется из-за своей крайней опасности.

Установление состава гремучих соединений имело важнейшие последствия и для теории химии. Все началось с того, что Фридрих Велер, соотечественник и ровесник Либиха (он был старше Юстуса всего на три года), открыл циановокислые соли и нашел для них тот же состав, что и Либих для гремучих солей. Их работы были опубликованы почти одновременно. Но циановокислое серебро отнюдь не взрывчато и совершенно безобидно. А поскольку два разных вещества не могут иметь одинаковый состав, то... Уязвленный Либих очертя голову бросился в драку: в мире не было более горячего спорщика. Но и Веллер оказался крепким орешком. К тому же он имел неприятное свойство никогда не ошибаться. Это был первый, но далеко не последний научный спор в жизни Либиха и, кажется, единственный, который завершился мирным исходом. Оба оказались правы. Гей-Люссак, помещая сообщение Велера в «Анналах», сопроводил его примечанием, что если обе кислоты действительно имеют одинаковый состав, то придется признать, что атомы в них связаны по-разному. Это смелое для того времени предположение впоследствии подтвердилось (формула циановой кислоты — $\text{H}-\text{O}-\text{C}\equiv\text{N}$), однако вначале Берцелиус считал его ошибочным, так же как и анализы Либиха. В 1825 году Фарадей опубликовал свое наблюдение о том, что углеводороды одного состава (бутилены и этилен) имеют разные свойства. В качестве прецедента подобного явления он сослался на работы Либиха и Велера. Фарадей предположил, что по мере развития органической химии число подобных случаев будет увеличиваться. Публикуя сообщение Фарадея, Берцелиус сопроводил его недоверчивым, но прозорливым комментарием: «Точное знание этого факта, а именно существования разных по свойствам, но одинаковых по составу веществ, имеет для учения о составе растительных и животных тел такое большое значение и столь большое влияние на органическую химию, что справедливость его можно принять не раньше, чем его действительность не будет подтверждена надежнейшим образом. Я не собираюсь оспаривать возможность или истинность этого факта, но я полагаю, что полученные Фарадеем результаты должны быть доказаны и еще для нескольких соединений, чтобы быть более в них уверенным».

Скепсис Берцелиуса продержался недолго. К счастью, именно сам Берцелиус в 1830 году обнаружил новый

пример такого явления: существование одинаковых по составу, но разных по свойствам виноградной и винной кислот. Очень скоро количество подобных примеров умножилось. Потерявший всякие сомнения метр дал этому явлению название «изомерия». Сейчас изомерия — одно из краеугольных понятий органической химии. Число известных изомеров насчитывает сотни тысяч.

Но у противоборства Либиха и Велера был и еще один результат, быть может не менее важный: дружба этих ученых. Химики встретились впервые уже после завершения спора, в 1826 году во Франкфурте-на-Майне, родном городе Велера. Именитые враги, двадцатитрехлетний Юстус и двадцатипятилетний Фридрих, с готовностью протянули друг другу руки. Эта дружба продолжалась почти полвека, до самой смерти Либиха. Их переписка — полторы тысячи писем — своего рода парный портрет и автобиография этих замечательных людей.

В судьбе Либиха и Велера много сходного. В гимназии Велер тоже не блистал успехами, зато, имея всего одну книжку по химии — допотопный учебник, по которому учился еще его отец, деревенский пастор, — Фридрих ухитрился завести дома целую лабораторию. Из кусочков цинка и старинных русских монет (они чеканились из чистой меди) он построил вольтов столб и провел с ним множество опытов. Он учился сначала в Марбургском, а затем в Гейдельбергском университете, куда перешел, чтобы слушать лекции лучшего немецкого химика той поры Леопольда Гмелина. Получив диплом врача, он последовал совету и примеру Гмелина и решил посвятить себя химии. К тому времени он уже имел опубликованную работу о составе мочи, заслужившую одобрение самого Берцелиуса, и обратился к шведскому ученому с просьбой разрешить поработать у него в лаборатории.

Берцелиус ответил очень любезно: «Всякий, кто изучал химию под руководством господина Леопольда Гмелина, наверняка найдет мало чему научиться у меня. Несмотря на это, я не хочу отказывать себе в счастливой возможности лично познакомиться с Вами и потому при- му Вас от всего сердца как своего сотрудника».

Фридрих работал у Берцелиуса в течение года и навсегда сохранил с ним тесные дружеские связи. Он переводил на немецкий язык все основные труды своего учителя. К моменту встречи с Либихом Велер, несмотря на молодость, уже имел блестящие достижения. Когда он

посетил в Лондоне Фарадея, тот решил, что перед ним не прославленный профессор Велер, а его сын. Больше всего известности ему принес синтез, который без участия «жизненной силы» казался тогда совершенно невозможным: он получил мочевины, «не нуждаясь при этом в почках и вообще в животном, будь то человек или собака». Это событие упоминается во всех школьных учебниках как первый серьезный удар по виталистам — сторонникам «жизненной силы».

В отличие от своего неукротимого друга Либиха Велер обладал спокойным характером и мирным нравом, но работал с тем же стальным упорством. Эти люди не опускали руки даже в дни скорби, заглушая ее не вздохами, а трудом. Когда в 1832 году у Велера умерла молодая жена, Либих пригласил его для утешения к себе в Гиссен — вместе поработать. В результате шестинедельных бдений в лаборатории появилась работа о радикалах бензойной кислоты, которую Берцелиус назвал «зарей новой химии».

Велер и в дальнейшем провел немало выдающихся исследований. Он впервые получил бериллий и иттрий, исследовал вместе с Либихом мочевую кислоту, открыл кокаин и гидрохинон, организовал первое в мире промышленное производство никеля, разработал принципы современного метода получения фосфора, изучал соединения титана, вольфрама, бора, кремния, тория, молибдена, впервые получил карбид кальция и из него — ацетилен. В 1827 году он разработал новый способ получения алюминия, а в 1855 году французский ученый Сен-Клер Девиля применил этот способ в промышленности. Блестящий легкий металл, подобный серебру и почти столь же драгоценный, произвел большое впечатление на современников. Чернышевский украсил им дворцы будущего в своем романе «Что делать?». Первым в мире изделием из алюминия была медаль, на которой благородный француз отчеканил имя Велера, хотя собственные заслуги Сен-Клера Девиля в разработке промышленного метода получения этого металла были велики и неоспоримы.

Велер был прекрасным педагогом. Возглавляя с 1836 года до самой смерти (в 1882 году) кафедру химии в Геттингенском университете, он воспитал десятки крупных ученых. Его учебник неорганической химии переиздавался пятнадцать раз. Когда Велер попросил однажды своего друга обеспечить место в гиссенской лаборатории для

одного из его учеников, Либих шутливо написал в ответ: «Нужно быть дураком, чтобы ехать из Геттингена в Гисен изучать химию. Это все равно что бросить лошадь ради осла».

Десятки лет ежедневно в шесть утра Велер читал лекцию и затем направлялся в лабораторию. Говорили, что за свою жизнь он научил химии восемь тысяч студентов, и вряд ли эта цифра преувеличена. В Геттингене училось немало русских студентов (вспомним, как из «Германии туманной» у Пушкина вернулся «Ленский с душою прямо геттингенской»). Поэтому неудивительно, что среди учеников Велера были Ф. Ф. Бейльштейн, глава киевской школы химиков П. П. Алексеев и первая русская женщина-химик Ю. В. Лермонтова.

«За свою долгую жизнь мы немало сделали и потрудились...» Вспомним еще раз эти слова Либиха, обращенные к Велеру, и признаем их справедливость.

Изучение гремучей и циановой кислот и установление сходства их составов — лишь один из эпизодов богатой достижениями деятельности Либиха и Велера. Но если бы даже они не совершили никаких других открытий, их имена все равно бы остались в истории химии.

Исследованиями гремучекислых солей завершилось пребывание Либиха в Париже. Срок герцогской стипендии давно истек, надо было возвращаться в Дармштадт. В апреле 1824 года Либих прощается в Гей-Люссаком, наносит последние визиты Дюлонгу и Тенару. Учение закончилось, наступила пора самому искать и прокладывать свои пути.

ГИСЕН

Либих возвращается из Парижа с такими великолепными рекомендациями (в том числе и самого Гумбольдта), что правительство, в нарушение традиций не спрашивая мнения факультета, тут же назначает молодого человека профессором химии университета в Гисене. Назначение, бесспорно, лестное, но... Жалованье скромное, университет захолустный, кафедра убогая, лаборатории нет совсем. Любой талант должен был здесь заглохнуть, раствориться в будничных заботах, засосаться ежедневной рутинной, истаять в ежедневной борьбе за каждую мелочь с косным бюрократическим аппаратом. Все предвещало, что Либих

здесь не задержится. Однако именно пребывание в Гисене — оно продолжалось двадцать восемь лет — оказалось самым блестящим периодом в жизни великого химика. Собственно, именно здесь он и стал великим.

Старинный Гисен (он получил статус города в 1248 году), расположенный в сотне километров севернее Франкфурта-на-Майне среди лесистых холмов в живописной долине реки Лан, был еще мельче, еще провинциальнее и еще скучнее, чем прочие университетские городки. О Гисене говорили: «Hier ist kein Leben, nur Studium!» — «Здесь нет жизни, только учеба!» Впрочем, его украшали два старинных замка, великолепная ратуша и другие шедевры немецкой готики.

В 1572 году в Марбурге был основан первый в Германии протестантский университет. Когда в протестантском движении появились два течения, лютеране не желали учиться вместе с кальвинистами и переехали из Марбурга в Гисен. Это произошло в 1607 году. Гисенский университет если и превосходил чем-нибудь другие учебные заведения, то лишь своей скромностью и отсталостью. Преподавание велось традиционными, почти средневековыми методами, предпочтение, разумеется, отдавалось богословию и философии, естественные науки толковались с позиций Аристотеля, профессора медицины все еще не верили в существование кислорода. Кажется просто чудом, что на этом островке схоластики нашла себе пристанище кафедра химии. Она была основана в 1777 году, вскоре после того, как при университете организовался пятый, «экономический», факультет. Некоторое время ее возглавлял профессор медицины Баумер, а после его смерти кафедра в течение тридцати лет пустовала, существуя только на бумаге.

В 1818 году на должность профессора был назначен ничем не примечательный химик Вильгельм Циммерман, которому положили в год семьсот флоринов и сверх того несколько мер зерна, овса, сена и бесплатный участок на кладбище. Участок, к сожалению, пустовал недолго: 19 июля 1825 года Циммерман в возрасте сорока двух лет утонул. Это само по себе печальное событие имело для Либиха благоприятные последствия: ведь молодой человек был назначен в университет еще при жизни Циммермана и, как мы видели, при не совсем обычных обстоятельствах. Поэтому он получил должность экстраординарного, или внештатного, профессора с неопределенными

правами и ничтожным окладом. Его трехсот флоринов едва хватало на жизнь, и, несмотря на громкое профессорское звание, Юстус оставался полуголодным юношей, продолжающим пользоваться поддержкой отца.

После смерти Циммермана Либиха назначили на его место ординариусом, то есть настоящим штатным профессором. Его оклад соответственно возрос до восьмисот флоринов. Такое более чем скромное жалованье он получал почти десять лет. На эти деньги можно было бы кое-как жить, но значительная их доля уходила на покупку реактивов, приборов, химической посуды. Научная работа считалась личным делом профессора, и большая часть расходов на содержание лаборатории покрывалась из его кармана. Поэтому письма Либиха в гисенские годы — в его лучшие годы — полны жалобами на «эти проклятые деньги». Безденежье угнетало профессора еще и потому, что он не избежал общей участи и стал женатым и семейным человеком. В июне 1825 года он пишет одному из своих друзей: «Твой бедный Либих жених и по уши влюблен». Юстус женился на Генриетте Мольденгауер, дочери дармштадского придворного чиновника. Свадьбу отпраздновали в мае 1826 года. Невесте тогда было девятнадцать лет, жениху — двадцать три. Генриетта, или, как ее звали на гессенский манер, Йеттхен, была очень красива, а главное — добра. Брак их оказался очень счастливым. И много лет спустя, когда Йеттхен подарила ему уже пятерых детей, Либих продолжал относиться к ней с неизменной любовью и при разлуке писал ей нежные письма.

«Мне все кажется, милая, что моя привязанность к тебе все усиливается и что никогда я не любил тебя так крепко, как теперь, когда мы живем вместе почти двенадцать лет — время, за которое остальные становятся равнодушными. Я знаю, ты неизменно была добра и полна любви, но раньше все-таки было не так, мы еще не созрели тогда для счастья. Возможно, мы были счастливы, но не сознавали этого подобно детям».

Генриетта умерла в глубокой старости в Мюнхене, пережив своего супруга на восемь лет.

Обаяние знаменитого химика, приветливость фрау Йеттхен и красота их дочерей привлекала к Либихам довольно большое общество. Йеттхен любила разводить цветы. Позднее, когда позволили средства, она купила небольшой садик в сотне шагов от лаборатории и по вос-

кресеньям приглашала туда гостей. Дом Либиха был гостеприимен и хлебосолен, однако сам хозяин (в отличие от многих других химиков) до конца жизни не мог привыкнуть к вину и не научился в нем разбираться. Однажды он случайно стал обладателем крупной партии рейнвейна 1811 года, одного из самых удачных за многие десятилетия. «Знатоку» Либиху прекрасный напиток показался кисловатым, и он обработал его химикалиями, после чего с восторгом отметил, что «вино приобрело мягкость, не потеряв ни одного из своих достоинств», и даже опубликовал об этом статью в «Анналах». Друзья не оценили новшества Либиха. Тайком они признавались друг другу, что у вина не осталось и тени былой привлекательности. Либих посылает ящик и Велеру, чтобы тот мог «насладиться его редкостью». Велер отвечает с присущей ему прямоотой: «Что касается подарка, то я благодарен тебе скорее за дружеские намерения, чем за само вино. Оно слишком старо и похоже по вкусу на лекарство; я поменял его на красное вино».

Но отдых занимал в жизни Либиха ровно столько места, сколько заняли эти строки в нашей книге. Все свое время в Гисене он отдает постоянному упорному труду. Никакие трудности не останавливают его. С удивительной энергией и быстротой он в корне перестраивает систему преподавания. Кафедра оживает, оборудуется лаборатория, с необычайной интенсивностью разворачиваются научные исследования. Не место украсило человека, а человек место — эти слова не кажутся банальными, если они сказаны про Либиха. Заброшенная кафедра в захудалом университете приобретает широкую известность. К Либиху начинают стекаться ученики — сначала из Германии, потом из Европы, наконец, со всего мира. Работа не останавливается с утра до позднего вечера, и все нити ее держит Либих. Он читает лекции, руководит учениками, пишет книги, но более всего экспериментирует своими руками в лаборатории, в которой пропадает чуть ли не круглые сутки.

«Это был один рабочий зал с галереей, где стояли столы вдоль окон и где с трудом помещались около двенадцати работающих. Посередине была большая печь, служившая для нагревания тиглей и реторт. Позади зала была комната, битком набитая материалами и посудой, затем еще вторая, с прибором для выдувания стекла, наковальней дляковки платиновых тиглей и весами.

К коридору, ведущему сюда, примыкал рабочий кабинет Либиха и его маленькая частная лаборатория, где было место для двух-трех лиц. Над лабораторией находилась тесная квартирка Либиха. Топили древесным углем — газ тогда еще не был известен. Не было и спичек — употребляли огниво из асбеста, погруженного в дымящуюся серную кислоту. Удобства нынешних лабораторий тогда еще никому не снились».

Работал Либих страстно и нетерпеливо, не зная «ни отдыха, ни срока». Один из его критиков сказал однажды: «Он пишет статьи, когда тигель с результатами опыта еще стоит на огне, а когда он обожжет себе пальцы, поднимая тигель, то написанное уже послано в типографию!» «Но несмотря на необычную торопливость, — вспоминает его ученик, — в лаборатории Либих был необыкновенно искусным и тщательным экспериментатором. Правда, при этом в лаборатории все переворачивалось вверх дном, и в пылу усердия никому не было пощады».

Прежде всего он разрабатывает новые приемы лабораторной работы: Либих слишком спешил и потому не жалел времени на усовершенствование трудоемких методов исследования. Он первым ввел в лабораторную практику применение платиновой посуды и резиновых деталей — пробок, шлангов, переходников.

«Без платины не было бы возможности сделать анализ минералов, без резины приборы были бы дороже и более ломки. Но главная выгода, доставляемая обоими веществами, состоит в сбережении драгоценного времени».

Первое время в Гисене Либих интересуется главным образом неорганическими соединениями. Вместе с Велером он исследует соединения титана, свинца, хрома, железа, марганца, мышьяка, фосфора, никеля, бария, сурьмы. При исследовании сложных минералов, содержащих большое число элементов, анализ их нужно проводить в строгой последовательности, растворяя, переводя в осадок, отделяя и количественно определяя один элемент за другим. Такую схему анализа неорганических соединений разработал Либих со своими учениками Карлом Фрезениусом и Генрихом Виллем — будущими основателями аналитической химии. Этот метод применяется и в наше время.

В эти же годы Либих открывает современный способ получения хлорной извести (прямым действием хлора на известь). Впоследствии он был подробно исследован и внедрен в промышленность его учеником Дж. Муспратом.

Хлорная известь производится ныне сотнями тысяч тонн и широко применяется для беления тканей и дезинфекции.

В 1826 году Либих получил неизвестную ранее зловонную едкую жидкость, похожую по свойствам на нечто среднее между хлором и йодом. Недолго думая, молодой ученый окрестил ее хлористым йодом и поставил пузырек на полку. Месяц спустя французский химик Баляр совершенно случайно нашел в водорослях новый элемент — бром, оказавшийся той самой жидкостью, образец которой хранился в гисенской лаборатории. «Не Баляр открыл бром, а бром открыл Баляра», — с досадой отозвался на эту новость Либих. Честь открытия нового элемента была упущена, а в дальнейшем таких случаев Либиху уже больше не представилось. Он долго не мог простить себе этого промаха и зарекся давать названия веществам, предварительно их не исследовав. Мы с вами будем более снисходительны: вспомним, что профессору было тогда всего двадцать три года.

Постепенно интересы Либиха стали сосредоточиваться на органической химии. Сейчас, когда мы говорим об органической химии, мы вовсе не думаем о растительных и животных организмах. Нашему мысленному взору прежде всего представляются стройные ряды углеводов, спиртов, альдегидов, цепочки полимеров, замысловатые узоры структурных формул. Но в те времена слово «органический» имело свой прямой, буквальный смысл. Недаром по-русски она часто называлась «животная химия», причем первое из этих двух слов имело своим предком не «животное», а «живот», то есть жизнь. И действительно, химики первых десятилетий девятнадцатого века, не щадя живота, изучали все живое или связанное с живым: лекарственные и полезные растения, пищевые продукты, различные органы, ткани и физиологические жидкости животных и человека. Пруст исследовал виноградный сок, сахара, молочные продукты и даже нашел в пшеничной муке вещество, которое он назвал «окись сыра». Дюма начал свой блистательный научный путь с изучения крови, Шеврель посвятил всю жизнь исследованию жиров и красителей, Либих исследовал хлеб, пиво, молоко, мясо, желчь, кровь, кости, растительные вещества. Что же касается мочи, то ее изучали все сколько-нибудь известные химики того времени: Шееле, Фуркруза, Воклен, Гмелин, Берцелиус, Дюма, Фрицше, Велер.

Различие между органическими и неорганическими веществами смутно ощущалось еще в восемнадцатом веке, но ему не придавалось особого значения. Термин «органическая химия» ввел Берцелиус в 1806 году. В первом издании своего учебника химии он проникательно отметил «Органическая химия является столь своеобразной наукой, что химик при переходе от исследований в неорганической природе к исследованиям в органической попадает в совершенно чуждую ему область...»

Большого об органической химии Берцелиус сказать тогда еще не мог. В то время принципиальное отличие, например, лимонной кислоты от серной заключалось в том, что первая получалась из лимона, а вторая — из серы. Спиртом (то есть «духом») считался не только винный спирт, но и другие летучие и пахучие вещества — нашатырный спирт (аммиак), соляная кислота. Солями вплоть до Лавуазье назывались все растворимые в воде твердые вещества, в том числе и сахар. Состав ни одного органического вещества не был известен. Поэтому, введя новый термин, Берцелиус со вздохом продолжал: «Я полагаю, что опубликование учения об органической химии должно быть отсрочено до тех пор, пока мы не будем иметь, по крайней мере, некоторых надежных результатов исследований, касающихся основных законов состава органических соединений и отношений между составляющими их неорганическими элементами...»

Отсрочка затянулась на двадцать лет, а до тех пор пришлось накапливать умение, опыт и факты. Большую помощь в этом оказали классические работы Мишеля Эжена Шевреля. Шеврель учился химии у Фуркруа и Воклена и под их руководством начал свои первые исследования. Более всего его интересовали простые и обыденные вещества — жиры. В его лаборатории можно было увидеть и подсолнечное масло, и свиное сало, и тюлений жир, и козье молоко. Шеврель установил, что все жиры являются соединениями кислот и глицерина, и получил эти кислоты в чистом виде. Он дал им названия, известные теперь каждому химику: валериановая, олеиновая, стеариновая, капроновая. Одну из кислот он назвал за ее блеск «маргариновая» (от «маргарита» — жемчужина).

Немедленным практическим итогом его исследований было появление множества превосходных сортов мыла, организация массового получения глицерина и разработка (вместе с Гей-Люссаком) промышленных методов произ-

водства стеариновых свечей, которые быстро вытеснили сальные с их коптящим и тусклым светом. Стеариновые свечи освещали путь человечеству в течение целого века. Сколько было их сожжено — миллиарды? Они и теперь не потеряли еще своей хозяйственной и декоративной ценности.

Еще большее значение имели работы Шевреля для развития теории и методики органической химии. Остается только удивляться, как, несмотря на примитивную технику эксперимента той эпохи, он сумел выделить в чистом виде и отличить друг от друга столь похожие между собой жирные кислоты. Более того, он сумел установить их состав, что потребовало от него безграничного терпения. Этот красивый статный человек словно знал, что времени у него впереди много (Шеврель прожил сто три года), и потому не суетился, не гнался за поспешными результатами, не стремился к шумному успеху.

Либих, который в зрелые годы стал весьма скуп на похвалы французам, не пожалел восторженных слов в адрес Шевреля и его исследований: «Это было отправной точкой для одной из великолепнейших работ в истории химии. Он не только открыл целый ряд доселе неизвестных соединений, но и утвердил основы ныне общепринятых методов анализа и исследования органического вещества. В те времена, когда исследования подобного рода находили весьма скромную поддержку и известность, его высокий философский дух установил, что элементарный анализ сам по себе может служить лишь слабым вспомогательным средством к надежному познанию состава сложных органических веществ, что для проверки и суждения о правильности результатов необходимо основательное изучение изменений, которым подвергаются эти вещества при воздействиях других тел, и что, наконец, только знание количества и состава получаемых при этом продуктов приводит к неоспоримому знанию состава исходных веществ... Этот верный путь привел его к бесчисленным открытиям и уберег от ошибок в те времена, когда заблуждением было все, что хоть отдаленно касалось знания органических веществ...»

Добавим, что капитальный труд Шевреля о жирных веществах появился в 1823 году, когда Либих только приступил к самостоятельной научной работе. Умер Шеврель в 1889 году, шестнадцатью годами позднее Либиха. На-

учной работой он занимался до последних своих дней, интересуюсь в основном красителями.

Несмотря на важность исследований Шевреля, его работы, ограниченные узкой областью и носящие прикладной характер, стояли несколько в стороне от стержневых путей химии. Слова «органическая химия» в начале двадцатых годов все еще оставались редко употребляемым понятием, науку же с таким названием только предстояло создать. Даже десятилетием позднее Велер признавался Берцелиусу, что органическая химия представляется ему «дремучим лесом». Расчистку и освоение этого леса взяли на себя главным образом Либих, Велер, Берцелиус и Дюма.

Много лет спустя Дюма вспоминал об этой поре: «Мы, Либих и я, устремились в неводеланную область с юношеским воодушевлением. Число органических соединений, теперь безграничное, уже и тогда было очень большим. Но изучение их, если исключить группу веществ, изученных Шевредем, не дало еще сколько-нибудь важных результатов. Природа большей части соединений была неизвестна. Причина их различия, их аналогии, их связь друг с другом были как бы под покрывалом. Чтобы находить дорогу среди этих неисследованных стран, мы не имели ни компаса, ни проводника, ни законов, ни метода... Число предстоящих открытий казалось бесконечным, и каждый мог быть довольным всей жатвой».

Жан Батист Андре Дюма — одна из самых ярких фигур в химии прошлого века. Француз с головы до ног — блестящий, темпераментный, красноречивый, даровитый, энергичный и неутомимый, он был не менее знаменит, чем его однофамилец, прославленный романист. Уроженец Южной Франции, Дюма мечтал стать моряком, но жизнь заставила его избрать скромную стезю фармацевта. Шестнадцати лет он пешком пришел в Женеву и, устроившись учеником аптекаря, начал свои первые исследования. Он доказал, что мочевины содержится в крови, а не образуется в почках, предложил лекарство от зоба на основе только что открытого йода и опубликовал статью о пищеварении и оплодотворении лягушки. Трудно сказать, на сколько времени застрял бы самодеятельный ученый в аптеке, если бы его, как и Либиха, не выручил Гумбольдт. Проезжая Женеву, европейская знаменитость сочла своим долгом навестить ученика аптекаря. В 1823 году Дюма отправился в Париж, где рекомендация Гумбольдта по-

могла ему устроиться ассистентом к Тенару. Тогда же он познакомился и с Либихом.

Широкая известность Дюма началась с классической работы «О некоторых вопросах атомистической теории» (1826 год), в которой двадцатипятилетний ученый предложил метод определения атомных и молекулярных весов по плотности пара вещества. Этот метод получил широчайшее распространение, хотя, как выяснилось позднее, его результаты интерпретировались иногда ошибочно из-за несовершенства атомно-молекулярного учения. В последующие годы Дюма открыл уретан, множество спиртов (в том числе метиловый, пропиловый, бутиловый), нашел в каменноугольной смоле антрацен, на основе которого развилось затем производство многих красителей, разработал применяемый и поныне объемный метод определения азота в органических соединениях, создал ряд важных теорий. Прекрасный лектор и оратор, он многим напоминал Фуркруа. Дюма преподавал во всех крупнейших высших учебных заведениях Парижа. В 1832 году по образцу Либиха он устроил крупную частную лабораторию, куда, впрочем, пускал учеников и бесплатно. Тщеславие и властолюбие влекло его и к политической деятельности; он был сенатором, мэром Парижа, министром, начальником Монетного двора. Стремление к блеску и изворотливость иногда вызывали к нему проницательное отношение его коллег. За хитрость и лицемерие Гей-Люссак как-то раз окрестил его «братом Игнатием» (Игнатий Лойола основал орден иезуитов). Велер тоже называл его «пустозвоном» и «иезуитом», признавая, впрочем, его невероятное трудолюбие и добросердечие.

Либиха и Дюма связывали сложные отношения дружбы и вражды, сотрудничества и соперничества. Наделенные почти равным талантом и страстным темпераментом, работая в одной и той же области, обгоняя, подтверждая и опровергая друг друга, они не могли не сталкиваться в ожесточенных спорах. Но даже во время самых жарких боев Либих признавал яркое дарование Дюма. Он писал Берцелиусу: «Меня всегда берет досада, что этот парень, несмотря на свою небрежную, невозможную и скверную манеру работы, с помощью дьявола достает из рукава удивительные штуки».

Лишь годы постепенно остудили страсти. Пути химиков разошлись, они перестали быть соперниками, и это способствовало восстановлению взаимной приязни. Оба

были осыпаны почестями, оба стали признанными вождями химии в своих странах; делить им было больше нечего. Во время визитов Либиха в Париж Дюма устраивал в его честь роскошные парадные обеды. В свою очередь Либих, посвящая своему соратнику, противнику и другу новую книгу, писал: «Любезный Дюма! Особенная судьба уже более четверти века направляет наши силы в одну сторону в науке, которой мы посвятили нашу жизнь. И если пути к общей цели не всегда были одни и те же, то вблизи цели мы всегда встречались и протягивали друг другу руки.

Не только Ваша родина, но и весь научный мир признает объем, глубину и ценность Ваших работ и открытий. Но никто лучше меня не знает трудностей, которые должен был преодолеть Ваш гений, чтобы достичь драгоценных результатов, которые по большей части составляют основание нашей новой науки. В борьбе с препятствиями Вы никогда не выходили на арену без того, чтобы не оставить ее победителем».

Главным тормозом развития органической химии в двадцатые годы прошлого века было отсутствие надежных методов анализа. Первый метод анализа органических соединений разработал еще Лавуазье. Его способ заключался в сжигании исследуемого вещества в определенном количестве кислорода под стеклянным колпаком. Вещество поджигалось лупой, собирающей солнечные лучи. По количеству образовавшейся воды и углекислого газа рассчитывали содержание углерода, водорода и кислорода — элементов, из которых состоит подавляющее большинство органических соединений. Метод был очень громоздок и неточен. К тому же не все вещества удавалось поджечь лупой, да и ждать у моря солнечной погоды было неудобно. В последние годы жизни Лавуазье догадался смешать трудносжигаемые вещества с окислителями, но его открытие осталось на страницах рабочих дневников, опубликованных лишь спустя несколько десятилетий, когда исследователи напрасно затратили годы труда.

Гей-Люссак и Тенар стали добавлять к исследуемым веществам бертолетову соль или окись меди и определили состав нескольких соединений. Коренные усовершенствования в органический анализ внес Берцелиус. Он стал сжигать вещества не под колпаком, а в горизонтальной стеклянной трубке. Воду он улавливал хлористым кальцием, как это делается и теперь. Берцелиус достиг

высокой точности, но анализ оставался сложным и трудоемким. Во всей Европе его умели делать три-четыре человека, а число исследованных соединений можно было сосчитать по пальцам.

Нетерпеливому Либиху, жаждавшему исследовать сотни соединений, неуклюжесть и медлительность органических анализов стали препятствием с первых его шагов: «В связи с моей и Гей-Люссака работой над гремучей ртутью я ознакомился с органическим анализом и сразу же убедился в том, что всякий успех органической химии существенно зависит от его упрощения, ибо в органической химии мы имеем дело не с разнородными элементами, легко определяемыми по их своеобразным свойствам, а всегда с одними и теми же элементами. Тем, чем в неорганической химии была реакция, здесь, в органической химии, должен явиться анализ».

Либих начал работу над усовершенствованием органического анализа в 1823 году еще у Гей-Люссака и продолжал ее шесть лет. В результате молодой химик создал прибор и метод, отличающийся такой простотой и совершенством, что он широко применяется и в наше время. При его разработке Либих перенял все лучшее, сделанное его предшественниками, а также внес принципиальные и конструктивные новшества. Главной отличительной особенностью либиховского метода было улавливание углекислого газа едким кали. Для этого ученый изобрел многошариковый кали-аппарат, гениальный в своей простоте.

Новый метод расковал, наконец, руки исследователям и стремительно катализировал развитие органической химии. Он быстро приобрел огромную популярность и распространился по всем лабораториям мира. Работа, которая раньше была по плечу лишь самому Берцелиусу, стала доступной для начинающего лаборанта. Кали-аппарат стал символом гисенской химической школы. Его изображение студенты носили на значках, брошках, пуговицах и знаменах корпораций.

Ученый с законным основанием гордился своим творением: «Для анализа семи органических кислот г-н Берцелиус потратил восемнадцать месяцев работы, а г-н Шеврель занимался анализом открытых им жирных веществ тринадцать лет. С помощью нашего теперешнего метода г-ну Берцелиусу потребовалось бы в крайнем случае четыре недели, а Шеврелю, возможно, два года вместо тринадцати... Успехи в органической химии немыслимы без

исследований, которые охватывают в этой отрасли анализы не отдельных тел, а ряда веществ. Шестьдесят, семьдесят, сто и более анализов не являются диковинкой при этом способе работы».

Новый метод позволил Либиху установить состав множества не изученных дотоле соединений и провести ряд блестящих аналитических исследований. Среди них выделяется изучение алкалоидов — растительных веществ, обладающих сильным физиологическим действием и ценными целебными свойствами. Само слово «алкалоид» означает «подобный щелочам», потому что эти вещества, как и щелочи, образуют с кислотами соли. Либих изучил состав хинина, никотина, морфина, кодеина и установил, что щелочной характер алкалоидам придает содержащийся в них азот.

В 1831 году Либиха захватывает новая страсть (работать по-иному он не умел). «Я болен теперь опытами по действию хлора на спирт и выздоровею не раньше, чем кончу эту работу», — сообщает он Велеру. Последствия этой «болезни» оказались очень плодотворны. Либихом были получены чрезвычайно важные продукты — хлораль, ацеталь, хлоральгидрат, хлороформ. Много лет спустя, в 1869 году, было обнаружено, что хлоральгидрат является снотворным средством. Уже на следующий год им лечили самого Либиха, и оно хорошо помогло ему. Хлороформ и серный эфир были первыми средствами, примененными для наркоза. Хлороформ был употреблен для этой цели в 1847 году, эфир — годом раньше.

Исследование спирта привело Либиха к получению алкоголятов, а затем уксусного альдегида. Уксусный альдегид получали ранее и другие исследователи (например, Шееле, а позднее — профессор химии в Иенском университете Деберейнер), но только Либих выделил его в относительно чистом виде. Деберейнер не без основания приписывал честь открытия нового вещества себе, на что Либих отвечал энергичными возражениями. Он указывал, что «легкий кислородный эфир» Деберейнера представляет собой не чистый продукт, а смесь ацетала, альдегида, уксусной кислоты и эфира и что иенский профессор имеет столько же оснований претендовать на открытие альдегида, сколько ньютоновское яблоко на открытие законов тяготения.

Само слово «альдегид», введенное Либихом (по предложению Поггендорфа), является сокращением от латин-

ских слов «алкоголь дегидрогенатус» — «спирт, у которого отнят водород». В этой области органической химии Либиху принадлежат основополагающие работы. Он впервые в чистом виде получил альдегидаммиак. Вместе со своим учеником Фелингом он обнаружил способность уксусного альдегида к полимеризации и разработал реактив для определения альдегидов («фелингову жидкость»). Либих предложил и знаменитую «реакцию серебряного зеркала», используемую для обнаружения альдегидов в сложных смесях. Но наибольшее значение имеет фундаментальное исследование Либихом и Велером «масла горького миндаля» — бензойного альдегида. Прежде всего поражает методика этой классической работы. Ее авторы систематически подвергли бензойный альдегид ряду сложных превращений, получив и исследовав продукты его реакций с хлором, бромом, серой, кислородом, водородом, синильной кислотой и так далее. Эти реакции, подобно лучам света с разных сторон, проясняли свойства исходного вещества. Работа подобного рода была проведена впервые, и она послужила образцом для последующих поисков в органической химии.

Восхищенный Пелуз недаром писал Либиху: «Химики Парижа говорят теперь только о ваших опытах. Приезжайте же с господином Велером, приезжайте, чтобы припять дань уважения, которое вы заслужили».

Из исследований бензальдегида Либих сделал важные теоретические выводы. Поскольку было установлено, что все производные этого вещества имеют в своей основе неизменную группу C_6H_5CO , он решил рассматривать эту группу как некий «сложный элемент», или радикал. Присоединяя к нему простые элементы и другие радикалы, можно получить различные соединения — C_6H_5COCl (хлористый бензоил), C_6H_5COOH (бензойную кислоту) и так далее. Представление о радикале существовало еще со времен Лавуазье, но до исследований Либиха оно было очень нечетким и приносило мало пользы. Теория радикалов получила подлинное развитие только после фундаментальных работ Либиха и Велера о бензальдегиде. Вскоре были открыты и другие радикалы, и эту теорию признали почти все химики. Только Дюма вначале отрицал ее, но Либих, приехав в 1837 году в Париж, сумел его убедить. Дюма объявил себя соавтором новой теории и со свойственной ему выпренностью изложил ее в программной статье, подпись под которой поставил и Либих.

В статье говорилось: «Для того, чтобы из трех-четырех элементов произвести бесчисленное количество соединений, многообразие которых превосходит минеральное царство, природа предложила путь столь же простой, сколь и неожиданный: она сделала из этих элементов сочетания, которые сами обладают свойствами элементов. В этом вся тайна органической химии. Таким образом, органическая химия имеет свои собственные элементы, которые играют роль то хлора или кислорода в минеральной химии, то роль металлов. Циан, амид, бензоил, радикалы аммиака, жиров, спиртов и подобных веществ — вот суть истинные элементы, с которыми имеет дело органическая химия, а вовсе не углерод, водород, кислород, азот... Эти радикалы соединяются между собой или с собственно элементами, и таким способом по простейшим законам минеральной химии получаются все органические соединения».

В определении понятия «радикал» наблюдались противоречия и путаница. Поскольку радикалы считались равноценными обычным элементам, делались попытки выделить их в свободном виде, которые, разумеется, не удавались. Иногда с критикой радикалов, особенно содержащих кислород, выступали некоторые влиятельные ученые, среди них Берцелиус и Митчерлих. Но в целом теория радикалов оказалась исключительно плодотворной для развития химии и высоко подняла авторитет Либиха. В течение нескольких десятков лет для обозначения радикалов использовались даже специальные символы. Например, циан обозначали Cy , радикал винной кислоты (тарtrat) — T и так далее. Понятие о радикалах широко используется в органической химии и в наше время, хотя теперь в него вкладывается несколько иное содержание, чем при Либихе.

Другой важный вклад немецкого ученого в теорию химии — его учение о многоосновных кислотах. В те времена было еще не совсем ясно, что такое кислота. Лавуазье ошибочно считал, что всякая кислота должна обязательно содержать кислород (откуда и название этого элемента). И действительно, серная, азотная, борная и все органические кислоты имеют в своем составе кислород. Правда, некоторые кислоты, например, соляная (HCl) и сероводород (H_2S), внушали подозрение, но Лавуазье нашел простое объяснение: и хлор и серу он объявил окислами неизвестных элементов. Однако все попытки выделить из

хлора и серы кислород оказались безуспешными. Гей-Люссак доказал существование и других бескислородных кислот — синильной, йодистоводородной. Тогда Дэви высказал мнение, что кислотность вещества порождается водородом, а не кислородом. Голос Дэви не был услышан. До конца тридцатых годов девятнадцатого века кислотами продолжали считать окислы неметаллов, а основаниями — окислы металлов. Иначе говоря, по тогдашним воззрениям кислотой считалось то, что мы называем теперь ангидридом: например, формулу серной кислоты написали бы SO_3 , а не H_2SO_4 .

Сокрушительный удар по этим путаным представлениям нанесла в 1838 году классическая работа Либиха «О конституции органических кислот». На основе изучения гремучей, винной, лимонной и других кислот он пришел к заключению об единой природе всех соединений этого класса и дал им четкое определение: «Кислотами называются определенные водородные соединения, водород которых может быть замещен металлами». Так, вместо кислородной теории кислот Либих выдвинул водородную, что вполне отвечает практике наших дней. Образование солей он совершенно правильно стал рассматривать как замещение водорода металлом, а количество атомов водорода, способное к замещению, — как показатель основности кислот. Он доказал существование одноосновных и многоосновных кислот, ввел понятие двойных солей и установил, чем различаются между собой средние, основные и кислые соли.

Работа Либиха имела огромное значение. Спустя двадцать лет Кекуле, разрабатывая теорию валентности, писал: «Значительная часть нынешних воззрений есть не что иное, как расширение и более последовательное проведение концепций, использованных в теории многоосновных кислот».

Труды Либиха по «чистой» органической химии (количество его работ прикладного характера в этой области безгранично) венчаются исследованием мочевой кислоты, проведенным вместе с Велером. Скромное название темы исследования никого не должно обманывать. Эта работа — вершина органической химии того времени. Эпитеты «фундаментальная», «классическая», «образцовая» уже исчерпаны, и все-таки их снова приходится повторить. «Работа о мочевой кислоте — одна из интереснейших и богатейших следствиями во всей органической хи-

мии. Она кладет начало разгадке химии живых тел». Так отозвался о статье Либиха и Велера Берцелиус. В своем «Годовом обзоре» за 1838 год он посвятил ей шестьдесят восемь страниц!

Мочевая кислота имеет важное биохимическое значение. Она является конечным продуктом распада белков в живом организме, и по ее содержанию в продуктах выделения можно судить о белковом обмене. Соли ее плохо растворимы и входят в состав камней, образующихся при мочекаменной болезни, а отложения их в суставах вызывают подагру. Ближайшие химические «родственники» мочевой кислоты — известные лекарственные средства кофеин и теобромин (последний был извлечен из бобов какао учеником Либиха русским химиком Воскресенским). К этому же семейству относятся и барбитураты — веронал, люминал и другие снотворные, хотя структура у них несколько иная. При разложении мочевой кислоты образуется мочеви́на (карбамид) — продукт, который производится сейчас миллионами тонн. Окисление мочевой кислоты дает аллоксан. Введение его в организм вызывает гибель клеток поджелудочной железы, вырабатывающих инсулин, и приводит к диабету. Поэтому аллоксан широко применяется в медико-биологических исследованиях. При окислении мочевой кислоты можно получить и аллантоин, открытый еще Вокленом. Именно о нем шла речь, когда Либих описывал свою необыкновенную способность запоминать и различать осадки по их внешнему виду.

Мочевую кислоту открыл Шееле в 1776 году в почечных камнях. Поэтому он назвал ее «каменной кислотой». Фуркруа и Воклен изучили свыше шестисот мочевых камней и определили, что они состоят главным образом из открытой Шееле кислоты, которую они называли мочевой. В 1815 году англичанин Проут установил, что экскременты гигантских змей — боа-констриктор — содержат до девяноста процентов мочевой кислоты. Во время своих двухлетних напряженных исследований Либих и Велер испытывали большие затруднения из-за недостатка мочевой кислоты, которая требовалась им в больших количествах. Им приходилось писать слезные письма во все зоопарки Европы. Нетерпеливый Либих то и дело подгонял своего друга: «Мочевую кислоту нужно добыть любой ценой, так как мой последний остаток находится в работе, и когда он истощится, я буду парализован. Поэтому

папиши немедленно в Гамбург или куда-нибудь еще — должно же быть где-нибудь подобное хозяйство. Во Франкфурт я уже писал. Змей там не оказалось, зато есть ослы: они были оскорблены словом «экскременты»...

С подобными же просьбами он обращается в Париж и Лондон. Тем не менее однажды в самый разгар исследований химик остался без сырья. Работу Либих остановить не мог — не таков был его темперамент — и он подверг себя болезненной процедуре: извлек мочевые камни из собственного организма, чтобы обеспечить себя материалом для опытов.

Либих и Велер установили количественный состав мочевой кислоты и пятнадцати ее производных и изучили взаимные превращения этих соединений. Им с самого начала было ясно широкое значение их исследований для всей органической химии.

«Строение и поведение этих новых веществ, возникших из мочевой кислоты, объясняют ряд давно знакомых соединений, а также много до сих пор необъяснимых явлений. Исходя из нашего опыта, нельзя эти явления считать особыми и присущими только производным мочевой кислоты — это есть проявление тех же сил, которые повторяются у всех остальных органических соединений». На основании своих исследований друзья сделали пророческое заключение, особенно смелое в ту эпоху, когда получение органических веществ считалось привилегией природы и когда самого понятия «органический синтез» еще не существовало: «Философия химии извлечет из этой работы заключение, что получение органических веществ в лаборатории должно рассматриваться не только как вероятное, но как не подлежащее сомнению. Сахар, салицин и морфин будут получаться искусственно. Правда, мы не знаем еще способов, как это будет достигнуто, потому что исходные вещества для этих продуктов нам еще не известны, но мы научимся находить их».

Подводя итоги исследований мочевой кислоты, Либих с законной гордостью писал: «Вряд ли когда-либо проводилась подобная работа, которая была бы труднее и богаче результатами. Потребуется век, чтобы привести все в ясность».

И действительно, в течение всего девятнадцатого столетия химики приводили в ясность наследие классиков. Жерар, Байер, Штреккер (все из школы Либиха), Медикус, Гримо, Горбачевский шаг за шагом продвигались к

разгадке строения мочевой кислоты. И только Эмиль Фишер после тринадцати лет упорного труда в 1895 году закончил цикл исследований, полностью решивший проблемы синтеза, анализа и структуры этого вещества*.

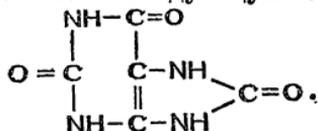
Нобелевский лауреат Эмиль Фишер также принадлежит к школе Либиха. Выражаясь по-библейски, Либих породил Кекуле, Кекуле породил Байера, а Байер породил Фишера. К слову сказать, Эмиль Фишер впервые синтезировал разнообразные сахара, оправдав тем самым пророчество своего именитого предшественника. Между Байером и Либихом есть и иная связь: препараты мочевой кислоты и ее производных, над которыми работал Байер, были получены в либиховской лаборатории еще в тридцатые годы. Их передал Байеру ученик Либиха Адольф Шлиппер.

Около 1840 года Либих охладел к органическому синтезу, и искусственное получение новых соединений не вызывает в нем больше интереса. «Эти вещества не встречаются в органической природе и не играют той роли, которая могла бы привлечь наш интерес к ним». С этого времени он разворачивает широкие химические исследования растительных и животных организмов. Он проводит подробные анализы костей, мяса, жиров, желчи, крови. За выдающиеся научные заслуги многие иностранные академии избирают его в почетные члены, правительства разных стран шлют ему ордена, он получает даже титул барона. Но барон фон Либих и не думает успокаиваться. Работа в его лаборатории достигает предельного накала, и он с гордостью сообщает Велеру: «Теперь я переработал старого тощего коня и надеюсь получить столько креатина, что смогу окончить исследования... Я переработал всего 102 курицы и около 300 фунтов мяса».

Велер отзывается немедленно: «Я мысленно вижу перед собой вонючие жидкости в твоей лаборатории, и суп, пахнувший кониной, который ты заставляешь варить».

Итоги своих исследований в области питания и дыхания животных и человека Либих изложил в книге «Органическая химия в приложении к физиологии и патоло-

* Мочевая кислота имеет следующую структурную формулу:



гии» (или попросту «Животная химия»), вышедшей в 1842 году. Оценка этого труда современниками и историками была самая разная — от бурных восторгов до полного отрицания. Высказав в ней множество замечательных мыслей, химик допустил и некоторые серьезные ошибки. Но так или иначе, ее влияние на дальнейшее развитие физиологии было очень велико. Дальнейшее развитие физиологии после Либиха стало уже немислимим без использования химических методов.

Особенно большое значение имело объяснение Либихом причин образования тепла в живых организмах. Еще Лавуазье, а позднее Дюлонг, Роберт Майер и другие исследователи полагали, что тепло в организме образуется в результате окисления продуктов питания. Однако большинство ученых во главе с Берцелиусом считало эту точку зрения абсурдной. Отвергая ее, шведский химик указывал хотя бы на то обстоятельство, что температура в легких не превышает заметно температуру в остальных частях тела. Берцелиус полагал, что источником тепла в организме является «животное электричество». Либих решил этот спорный вопрос безусловно и окончательно. Он доказал, что только часть продуктов идет на рост, развитие и обновление тканей и организмов. Он назвал эти составные части пищи «пластическими». Другие же компоненты пищи («респираторные») окисляются, «сгорают» в организме, и именно за счет этого и выделяется тепло. Деление составных частей пищи на пластические и респираторные сохранилось до сих пор. Либих выяснил также роль белков, жиров, углеводов и солей в питании и их превращения в организме человека. Раньше, например, полагали, что жиры могут образовываться только из жиров пищи. Либих же показал, что потолстеть можно и от сахара.

Мы еще не раз будем возвращаться к тому, что сделал Либих в Гисене. Этот период жизни великого химика своей продуктивностью до сих пор вызывает изумление историков, психологов и вообще всех, кто хоть бегло знакомился с трудами ученого. Но за богатые дары, которые он принес из своей лаборатории человечеству, ему самому пришлось заплатить дорогой ценой. Чрезмерный труд в конце концов сломил его. Постоянная бессонница, головные боли, непроходящее чувство усталости — это симптомы болезни, которую современная медицина называет неврозом. История знает примеры, когда люди науки подни-

мались на костер ради своих убеждений. Либих тоже сжег себя всепоглощающим огнем, пылавшим в его мозгу и сердце в течение двадцати восьми лет.

«СТРАСТЬ К БОРЬБЕ»

За письменным столом Либих работал так же неутомимо, как и за лабораторным. Его литературное наследие очень велико: около четырехсот книг и статей и несколько тысяч писем. Широкое распространение получили его учебник органической химии и обширный справочник, изданный вместе с Велером и Поггендорфом. Один из активнейших творцов химии, Либих был также ее горячим пропагандистом. Всю жизнь он не устал разъяснять важность этой науки. Он написал большой цикл популярных статей, объединенных затем в книгу «Письма о химии», немедленно переведенную на многие языки, в том числе и на русский. Это был учебник для миллионов, ясный, живой, увлекательный и точный. Велер писал другу: «Я сидел этим зимним вечером в своей маленькой комнате и читал твои «Химические письма», не могу выразить, с каким удовольствием, с какой пользой для себя. Я хотел бы обнять тебя за отдельные идеи, которые молнией осветили мне мозг. Еще никогда не говорилось миру более ясно, в какой связи стоит химия с физиологическими процессами в живой природе, с медициной, с сельским хозяйством, промышленностью, торговлей. Эти отношения показаны так ясно, что они понятны и ребенку. Уже одного этого достаточно, чтобы это произведение можно было отнести к классическим... Это — настоящая философия химии».

Пожалуй, ни одна из книг подобного жанра того времени не пользовалась такой известностью, как «Письма». У Тургенева мы читаем, как одна дама из уездного городка, изобретающая мастику, с гордостью заявляет: «Я ведь тоже практическая. Но все еще не готово. Нужно еще Либиха почитать». В этих строках (пусть слегка иронических) находит отражение огромная популярность книги Либиха. Русский перевод «Писем» был встречен теплой рецензией Чернышевского, отметившего, что «гениальных и светлых взглядов и в этих «Письмах» так же много, как и во всем, что написал Либих».

Имя Либиха встречается в сочинениях Чернышевского десятки раз. Открытия химика интересовали великого

революционного демократа не только из-за их научного и практического значения, но и в силу их важности в осуществлении социалистических идеалов Чернышевского. Теории Либиха горячо обсуждают герои романа «Что делать?». Критик указывал и еще на одну сильную черту Либиха: «Обладая всеми качествами гениального исследователя, он в то же время одарен способностью и охотой писать чрезвычайно популярно — драгоценные качества, редко соединяющиеся в одном человеке».

Стиль Либиха вообще отличался живостью, и многие ходячие ныне выражения впервые вышли из-под его пера. Например, именно он сказал, что «по количеству потребляемого на душу населения мыла можно судить о здоровье и культуре нации» или что «по масштабам производства серной кислоты можно судить о промышленном развитии страны».

Когда работы в гисенской лаборатории приобрели широкий размах, ее руководителю понадобился собственный печатный орган для публикации бесчисленных научных результатов. Ему был нужен рупор, который разносил бы его голос по всей Европе. И он соглашается стать соиздателем и редактором «Журнала фармации». «Я возложил на себя тяжелое бремя,— признается он Берцелиусу и тут же оправдывается.— Все это из-за проклятых денег... Иначе я должен был бы терпеть истинный голод».

Под энергичным руководством Либиха безвестное аптекарское издание быстро превратилось в крупнейший и авторитетнейший химический журнал мира. С изменением своих задач и содержания журнал несколько раз менял название и редакторов, пока не стал известен как «Анналы химии и фармации». Под этим названием он и прославился, став международной трибуной химиков всей Европы.

После смерти Либиха журналом руководили его ученики А. Гофман, А. Кекуле, Я. Фольгард (о них пойдет речь впереди). Впоследствии «Анналы» редактировали А. Байер, О. Валлах, Р. Вильштеттер, Г. Виланд, А. Виндаус, Г. Фишер (все нобелевские лауреаты, вышедшие из школы Либиха). И в наши дни публикация статьи в «Анналах химии Юстуса Либиха» (так теперь называется журнал) считается честью для ученого любой страны.

«Анналы» стали любимым детищем выдающегося химика. В нем опубликованы почти все работы самого Либиха и его учеников. В нем же Либих вел и пламенную

полемику. Он отстаивал свои идеи (и сокрушал чужие) с тем же пылом, с каким их разрабатывал. Сухой академизм и равнодушная объективность были ему незнакомы. В тиши его кабинета сверкали молнии и гремел гром. Как только Либиху казалось, что его честь исследователя задета, он первым с открытым забралом бросался в бой.

«Я по натуре не сварлив; но раз уж дело дошло до спора, во мне появляется какая-то страсть; тогда я бросаю все и отдаюсь борьбе. Но это не та страсть, которая делает слепым и неспособным рассуждать. Это своего рода страсть к борьбе. Все мои чувства утончаются; я чувствую приток новых сил».

Эти слова написаны им в шестьдесят лет. Каким же был темперамент бойца в расцвете сил! В то время ученые не опасались испортить между собой отношения и не насаживали тупых наконечников на свои рапиры. Никакие соображения такта, почтения к авторитетам, житейской осторожности или личной приязни не могли удержать Либиха от рукопашной. Страх тем более был ему неведом. Он не боялся никого и ничего. Мало кто из современных ему ученых, включая его близких друзей, избегал его яростных атак. Велер, Берцелиус, Шенбейн, Дюма, Жерар, Лоран и другие крупнейшие химики не раз получали от него чувствительные удары.

Когда некий Кюн из Лейпцига выдвинул вздорную гипотезу о строении гремучекислых солей, Либих разгромил его в таких выражениях, что вскоре ему самому стало известно. В декабре 1831 года он кается Берцелиусу: «Настоятельно прошу вас не читать сентябрьскую книжку журнала. Я очень на себя сержусь за помещенную в ней критику гремучих рассказней Кюна. Велер меня за это уже выбранил, но еще больше терзает меня моя собственная совесть. Хоть наглость и невежество, с которыми высунулся Кюн, и велики, он все же не заслужил такой критики. Он уже достаточно получил за основной уксуснокислый свинец. В жизни не буду больше заниматься критикой».

Когда в исследования Либиха и Велера о мочевой кислоте попытался втиснуться петербургский исследователь Фрицше, друзья опубликовали репительное заявление, что неожиданное вмешательство не заставит их прекратить начатые работы. Но в то время как Велер смягчил резкость заявления любезными фразами и приглашением Фрицше на обед, Либих устроил конкуренту публичный

разнос: «Господин Фрицше — один из тех, кого тянет на разбой. Когда он узнает, что какой-нибудь химик предпринял многообещающее исследование, он тут же начинает заниматься тем же, однако не для того, чтобы ему помочь, оказать ему услугу или нести вместе с ним бремя; нет, подобно пирату, он пытается его обчистить».

Фрицше все же решился посетить Либиха в Гисене. Разгоряченный Либих написал об этом Велеру: «Я не мог удержаться и швырнул свое презрение этому парню в лицо. Я вовсе не собираюсь называть этого типа ни уважаемым другом, ни чем-нибудь похожим. Он бросил в нашу тарелку дерьмо, и я заставляю его самого это сожрать».

Либих был горяч, но отходчив. Немного поостыв, он раскаивался в своей резкости и первым протягивал противнику руку. Чаще дружба восстанавливалась, иногда — нет. Среди тех немногих, с кем вражда тлела всю жизнь, были и очень крупные ученые. Особенно упорную борьбу он вел с Митчерлихом.

Эйльгард Митчерлих был старше Либиха на девять лет. В юности он мечтал стать востоковедом, изучил персидский язык и даже опубликовал статью об афганской династии двенадцатого века. Чтобы получить возможность поехать на Восток в составе какой-нибудь экспедиции, этот красивый молодой человек начал изучать медицину и увлекся химией. В 1818 году двадцатипятилетний Митчерлих открыл один из основных законов химии: аналогичные по составу вещества имеют одинаковую форму кристаллов. Это открытие, получившее название «закон изоморфизма», имело большое теоретическое и практическое значение. Если, например, неизвестное соединение стронция образует кристаллы той же формы, что и сульфат бария, можно с уверенностью утверждать, что перед нами сульфат стронция. Благодаря закону Митчерлиха было открыто несколько новых элементов и установлен состав множества соединений. В 1820 году Митчерлих работал у Берцелиуса и навсегда остался его другом. По возвращении в Берлин он занял химическую кафедру в местном университете (вместо умершего крупнейшего химика Германии Мартина Клапрота) и занимал ее до самой смерти в 1863 году. Благодаря содействию Гумбольдта Митчерлих был на стажировке в Париже в одно время с Либихом, и уже тогда между ними установились натянутые отношения.

Митчерлих открыл также важное явление анизотропии — неравномерность свойств кристаллов в разных геометрических направлениях. Ему же принадлежит установление полиморфизма — возможности одного и того же вещества образовывать кристаллы разных видов. Разложением солей бензойной кислоты он получил бензол (эта реакция носит его имя), а из него — нитробензол, гексахлорциклогексан, бензофенон, азобензол. Поскольку при разложении бензойной кислоты получался не либиховский бензойный радикал, а бензол, Митчерлих выступил против теории радикалов, чем заслужил сильнейшую неприязнь Либиха (само слово «бензол», правда, было предложено Либихом). Гисенец ответил на критику своего берлинского коллеги такой резкой статьей, что напуганный Поггендорф (один из издателей), получив рукопись, поспешил за помощью к Велеру, а обеспокоенный Велер попытался остановить своего не в меру разбушевавшегося друга: «Я только что получил письмо от Поггендорфа, в котором он самым настойчивым образом умоляет меня поддержать его в просьбе не печатать твою гремучую статью против Митчерлиха... Он рассказал мне ее содержание только в самых общих чертах, но я перекрестился в ожидании скандала, который ты затеял или хочешь затеять... Можешь быть уверен, что Митчерлих от твоих нападков пострадает мало или совсем не пострадает. Ты же и без того приобрел и в Германии и во Франции славу забияки. Поэтому неблагоприятное мнение будет обращено на тебя, а не на него... Что из этого получится? Ничего, кроме того, что ты немного рассердишь Митчерлиха, позабавишь публику и сам себя отравишь желчью и испортишь себе здоровье. Я прошу тебя, дорогой друг, прислушайся к моему совету, откажись от этого вздорного начинания».

Либих решительно отвечает:

«Мон шер, Поггендорф — дурак, а ты полудурак со своими наставлениями, на которые, впрочем, я не сержусь, поскольку они были даны с добрыми намерениями... Пусть Митчерлих узнает, что ему следует знать, и пусть трепещет, и этого достаточно. Всю желчь, которая накопилась во мне на его счет, я вылил на него и чувствую облегчение оттого, что проклятые полуотношения превратились в ясную открытую вражду. Никто более меня не склонен признать свою вину, если я дал маху, но, с другой стороны, за свои убеждения я буду стоять на-

смерть. Я должен защищаться против него всеми имеющимися в моем распоряжении средствами и не пощажу даже родного отца и брата, если они встанут на его сторону».

Напрасно миролюбивый Велер пытался урезонить друга.

«Какой прок вести войну с Митчерлихом или кем-нибудь другим,— увещевал он.— Перенесись в 1900 год, когда мы снова превратимся в углекислоту, воду и аммиак, а составные части наших костей войдут, быть может, в состав костей собаки, которая грязнит нашу могилу. Кому будет тогда дело до того, как мы жили,— в мире или в ссоре, кто захочет знать о твоих научных спорах и жертвах здоровьем и покоем для науки? Никто. Но твои прекрасные мысли и открытые тобой новые факты, освобожденные от всего неидущего к делу, будут известны и признаны и в более поздние времена. Впрочем, что я учу льва питаться сахаром!»

В последнем Велер был безусловно прав: сладкая водичка была не для Либиха. Это был действительно лев с острыми зубами, стальными когтями и мощными лапами. Лучше было не попадаться на его пути. Он признавал себя вождем химии и чувствовал ответственность лидера. Вот почему он взял на себя право судить и критиковать. Велер называл его критику «жестокой, язвительной, насмешливой, обидной, бесцеремонной, страстной и несправедливой». Часто так и было на самом деле. Страсть вела иной раз к поспешности, поспешность — к ошибкам. Полемический задор плодил врагов. Особенно много их было среди агрохимиков — ведь им доставалось больше всех.

«Либих и его ученики,— писал один из них,— как странствующие рыцари прошлых времен, бросали копья в каждого, кого они встречали на своем пути».

Еще выразительнее отзывался о своем противнике голландский ученый Мульдер — автор двух десятков книг по химии и сельскому хозяйству, профессор университета в Утрехте:

«Либих никогда не понимал, что такое свобода научной мысли. За эти годы в Гисене учрежден трибунал, где Либих выступает одновременно в роли обвинителя, свидетеля, прокурора, адвоката и судьи. Этот трибунал быстро вершит дела, но никогда, никогда здесь не добиться пощады или справедливости... Либих состоит здесь и в роли палача».

Герардус Иоганн Мульдер, родившийся годом раньше Либиха, получил медицинское образование и лишь позднее пристрастился к химии. Он отличался большим трудолюбием и заслужил похвалу Либиха, который писал: «Надо пожалеть, что так мало химиков следует примеру Мульдера, который своими разносторонними и добросовестными исследованиями в области животной и растительной химии открыл целый мир новинок».

Мульдер состоял в дружеской переписке с Берцелиусом и перевел его учебник на голландский язык. Несчастье Мульдера состояло в том, что областью своих исследований он выбрал белки, взвалив на себя задачу, непосильную для его времени. Он предполагал, что существует «простейший» белок, своего рода белковый радикал, который, соединяясь с серой и другими элементами, дает все остальные виды белков. Мульдер назвал этот радикал протеином («первичным»), и этот термин сохранился и в наши дни. Во времена расцвета теории радикалов взгляды Мульдера разделяли почти все химики, включая Либиха. По мере накопления новых фактов начали возникать сомнения. Решительный удар теории Мульдера нанес Николай Эрстович Лясковский, опубликовавший в «Анналах» результаты своих исследований белков, выполненных в Гисене под руководством Либиха.

Теория о белковом радикале рухнула. Либих сравнил ее по абсурдности с идеей о флогистоне: «До сих пор мне не удалось получить по указаниям Мульдера бессернистого вещества со свойствами и составом так называемого протеина. Не будет ли господин Мульдер так добр описать свой метод более обстоятельно?»

Мульдер ответил на критику своей теории взрывом слепой ярости. Из-под его пера полился поток угроз и обвинений. Он послал Либиху ультиматум, угрожая ему войной не на жизнь, а на смерть, если тот не откажется от своих утверждений в течение четырнадцати дней. Он опубликовал брошюру, в которой клеймил Либиха как бессовестного честолюбца, затеявшего эту ссору, чтобы опорочить заслуги Мульдера и присвоить их себе.

Либих хладнокровно поместил грубые выпады Мульдера в приложениях к «Анналам» — он всегда охотно предоставлял трибуну своим противникам. Тут же он дал подробный разбор утверждений Мульдера, не оставлявший от них камня на камне. «Для правильного суждения об этом человеке и его наскоках, — написал он в заключе-

ние, — я позволяю себе приложить письмо и выдержку из письма, под которыми стоит подпись самого Мульдера». Далее следовало письмо на французском языке, в котором Мульдер горячо благодарил Либиха за то, что тот своей рекомендацией обеспечил ему место профессора в Утрехтском университете. Выдержка из письма содержала горячие похвалы в адрес Либиха.

У Либиха было немало противников, и никто из них не стеснялся в выражениях, если дело доходило до споров. Но Мульдер перещеголял всех в ненависти, беспринципности и неразборчивости в средствах. Он не оставлял Либиха в покое до самой его смерти.

Да, врагов у Либиха было много, и это еще один признак его величия. Ведь в науке нельзя с кем-либо бороться, самому ничего не имея за душой. Врага еще надо заслужить. По мощи противников ученого можно безошибочно судить о его собственной силе. Скажи мне, кто твой враг, и я скажу тебе, кто ты... Карлики водятся с карликами, великаны — с великанами. Противники Либиха, так же как и его друзья, были под стать ему — трудолюбивы и талантливы. Но над всеми ними, бесспорно, высится одна фигура, затмевающая остальных, — Йенс Якоб Берцелиус. Конфликт Либиха и Берцелиуса — один из самых драматичных в истории химии, и не только потому, что это была битва титанов, за каждым из которых стояли целые армии. Дело в том, что вначале они были связаны дружескими узами, а драма, как известно, происходит не тогда, когда враг нападает на врага, а когда друг нападает на друга...

Берцелиус родился в августе 1779 года. С детства в сыне шведского крестьянина стали проявляться недюжинные способности. Его интересовало все на свете, что имело отношение к природе: минералы и насекомые, растения и птицы. Химией он увлекся только в двадцатилетнем возрасте. Кончив университет в Упсале, он стал в 1807 году профессором химии и фармации. Двадцати девяти лет он был избран членом, а двумя годами позднее — президентом шведской академии наук. Как и Либих, Берцелиус всю жизнь напряженно работал по двенадцать — четырнадцать часов в сутки. Из-за постоянного переутомления его мучили сильнейшие головные боли. Среди его учеников были Велер, Митчерлих и будущие российские академики Г. И. Гесс, Ю. Ф. Фрицше. Впоследствии и сам Берцелиус был избран в почетные члены

российской академии наук. Имя его по праву стало национальной гордостью Швеции.

Серией блестящих экспериментов Берцелиус укрепил атомистическую теорию. Он определил атомный вес всех известных тогда пятидесяти четырех элементов, число которых, кстати сказать, заметно увеличилось благодаря его собственным исследованиям: Берцелиус открыл шесть новых элементов. Он впервые получил кремний, церий, селен, торий, цирконий, тантал, описал десяток ценных минералов, исследовал свойства сотен веществ, определил состав двух тысяч соединений.

Огромный фактический материал, накопленный химиками к тому времени, требовал создания единой теории, и Берцелиус ее создал. Он предположил, что каждый элемент имеет электрический заряд. Атом с отрицательным зарядом притягивает к себе атом с положительным зарядом, благодаря чему и образуются химические соединения.

«Если электрохимические воззрения верны,— писал Берцелиус,— то из этого следует, что каждое соединение должно состоять из двух составных частей, соединенных электрохимической реакцией. Из этого следует, что каждое тело, из скольких бы частей оно ни состояло, может быть разделено на части, из которых одна будет электроположительной, а другая — электроотрицательной».

Эта теория была названа электрохимическим дуализмом (от латинского «дуо» — два), поскольку она предполагала, что каждое соединение состоит из двух разнородных частей, связанных электрическими силами. К отрицательно заряженным элементам Берцелиус отнес кислород, серу, хлор, к положительно заряженным — металлы.

К тому времени, когда Либих начал делать в науке свои первые шаги, дуалистическая теория, по словам Вюрца, «достигла своего апогея. Действительно, гипотеза, которой Лавуазье объяснял строение солей и которая послужила для дуалистической системы основанием, была столь проста сама по себе и так хорошо объясняла обыкновенный способ образования и разложения солей, что подчинила себе все умы. Она царствовала в книгах, господствовала в преподавании, из нее вышел толчок к величайшим открытиям».

Добавим от себя, что основы этой теории сохранили свое значение и в наше время. Атомы и молекулы действительно несут в себе электрические заряды, которые оп-

ределяют характер связи между элементами. Изучение рядов до сих пор стоит в центре внимания теоретиков (достаточно назвать, например, труды Лайнуса Полинга или монографию советского ученого С. С. Бацанова «Электроотрицательность элементов и химическая связь»). Автор этой книги и сам опубликовал несколько работ, посвященных исследованию электрических свойств молекул.

Но работа Берцелиуса — экспериментатора и теоретика меркла перед его деятельностью организатора. Нет, он не занимал важных административных постов и не руководил крупными институтами. Он организовал саму химию, за что и был прозван «организатором химии». Подобно своему знаменитому соотечественнику Карлу Линнею, систематизировавшему живое царство, Берцелиус привел в порядок свою науку. Для обозначения элементов вместо невразумительных значков или разноязыких терминов он предложил химическую символику — удобную, простую, понятную химикам любой национальности, — одним словом, почти такую, какую мы все знаем. Он предложил и современную систему названий соединений, основанную на использовании латинских корней, суффиксов и окончаний. Так появились известные нам термины «сульфат», «сульфит», «сульфид» и т. д. Он разработал принципы наименования химических веществ и сам дал названия сотням соединений. И, надо сказать, такое крещение было более чем своевременным, потому что разобраться в химическом хаосе было уже тогда невозможно. Пикриновая кислота, например, без излишних премудростей называлась «желтым» или «горьким веществом», а мало ли в химии желтых и горьких веществ! Берцелиус ввел понятие катализа и полимерии (а само явление полимеризации углеводов в присутствии серной кислоты впервые наблюдал Либих).

С 1822 года Берцелиус возложил на себя еще один тяжелый, но крайне нужный труд, начав ежегодно выпускать обзоры химической литературы. Ни одна полезная статья или книга, в какой бы стране Европы она ни появлялась, не избегала его внимательного разбора и критической оценки. Ежегодно в течение четверти века появлялись увесистые тома его «Годовых обзоров». Все вместе они составили двенадцать тысяч страниц! Трудно поверить, но всю эту колоссальную работу проводил он один. Химикам достаточно было читать ежегодник Берцелиуса, чтобы быть в курсе мировой литературы по всем отраслям

своей науки. Ученые всех стран сами присылали метру оттиски и рукописи своих работ в надежде, что он упомянет о них в своем обзоре и подарит таким образом им известность.

Авторитет Берцелиуса был непререкаем. Как неограниченный монарх, он вершил делами своей науки, за что получил еще одно прозвище — «диктатор химии». Одного его слова было достаточно, чтобы погубить или, наоборот, обеспечить карьеру молодого исследователя.

Один итальянский ученый писал уже известному (а впоследствии знаменитому) французскому химику Шарлю Жерару: «Я убежден, что без вмешательства общественного мнения Вы пропали... Если Либих Вас любит, он должен изложить Ваше положение Берцелиусу, просить его написать хотя бы одну фразу о Вашем мемуаре, и эта фраза, будучи повторенной французскими журналистами, сделает Вас неприступным...»

К счастью, «диктатор» был миролюбив, благожелателен и не употреблял свою власть во зло. Однако в научных спорах он мог немедленно сокрушить оппонента железной логикой и огромной эрудицией. Только кто осмелился бы ему противостоять?

Вот с таким человеком столкнула Либиха судьба. Гисенский химик познакомился с ним осенью 1830 года на съезде естествоиспытателей в Гамбурге, куда он направился специально для встречи с Берцелиусом. Легко себе представить почтение и трепет, с которыми молодой исследователь впервые пожал руку «диктатору химии». Монарх встретил своего нового подданного весьма милостиво. Оба очень понравились друг другу.

«Его скромность и любезность совсем приворожили меня,— признается Либих в одном из писем.— Я теперь понимаю, почему вы, люди, так привязались к нему».

«Как я рад, что лично познакомился с Либихом,— вторит ему Берцелиус.— Это был, несомненно, самый интересный результат моего пребывания в Гамбурге. Этот человек соединяет в себе совсем необычную скромную любезность с необыкновенной научной деятельностью».

Все предвещало долгую и плодотворную дружбу, и она действительно завязалась. Ни тот, ни другой не могли предположить, что их первая встреча окажется и последней и что через несколько лет химики всей Европы будут втянуты в их яростную борьбу. Вначале, однако, ничто не предвещало грозы. Напротив, горизонт безоблачно ясен.

Между учеными завязывается оживленная переписка. Либих пишет Берцелиусу первое письмо не сразу, а только три месяца спустя после встречи, когда получил в своей лаборатории результаты, которые, по его мнению, могли заинтересовать корифея химии. Он хотел «прийти к нему не с пустыми руками, а принести что-нибудь из своего сада».

Берцелиус отвечает молодому химику очень благожелательно: «Видимо, Ваш сад велик и превосходен, потому что в столь короткое время он принес такие великолепные плоды».

Либих платит любезностью за любезность: «Чтение Ваших сочинений для меня всегда истинная радость, потому что для Вас характерна любовь к чистой правде. Это особенно контрастирует с Дюма, который все делает ради блеска и которому кажется маловажным постигать истину».

Эти слова — не пустой комплимент, да и Либих не из тех, кто занимается вежливой болтовней. Он действительно восхищен шведским химиком и даже собирается поехать к нему, чтобы в совместной работе глубже постигнуть неорганическую химию. В 1832 году он пишет в Стокгольм: «Я сгораю от любопытства увидеть Вас в Вашей лаборатории, из которой вышло, да и сейчас еще постоянно исходит столько света и ясности. Однако я должен немножко лучше знать шведский, потому что я знаю, что Вы охотнее говорите по-шведски, чем по-немецки. Я собираюсь взять с собой целый мешок работ, так как надеюсь провести у вас не несколько недель, а несколько месяцев...»

«Никогда еще я не был так приятно поражен,— немедленно откликается Берцелиус.— Чтобы приехать сюда, Вам вовсе не нужно изучать шведский. Если же Вы все-таки захотите его изучать, мне будет приятно сделаться Вашим учителем. Приезжайте же поскорее и проведите со мной зиму. Шведская зима полезней для здоровья, чем немецкая. Мы будем работать, шутить, кататься на санях, не слишком себя перетруждать, но все же кое-что делать...»

Обстоятельства мешают Либиху исполнить свое намерение, но переписка между Гисеном и Стокгольмом становится все оживленнее и сердечнее.

В октябре 1835 года пятидесятишестилетний Берцелиус сообщает о важных переменах в своей личной жизни:

«В декабре я женюсь и теперь занимаюсь устройством своего холостяцкого дома, чтобы в нем могла поселиться жена. В связи с этим химия должна подвергнуться многим ограничениям. Однако до этих пор она занимала все, и не будет злом, если она получит соперницу».

Либих отвечает теплым шутливым поздравлением:

«Вы супруг и счастливый супруг, и Вам можно только позавидовать, потому что если бы Вы женились тридцать лет назад, у Вас бы сейчас была старая жена, которая не оживляла бы своей молодостью Вашу жизнь... Скажите мне, найдется ли друг, который мог бы сравниться с хорошей славной женой? Нет, ничем невозможно заменить то, чем является жена для мужчины... Что касается меня, то я бы хотел быть Вашей женой, если бы природа не обрела меня на ношение штанов. Ведь Вам присуще все, что нужно, чтобы принести женщине долгое счастье».

Друзья все чаще вплетают в деловую переписку сообщения о личных делах. Они пишут о том о сем и, разумеется, не перестают жаловаться на переутомление. «Мое здоровье в течение лета было очень плохим,— сообщает Берцелиус.— Я подвергся настоящей химической истерии».

Приязнь между ними растет. Это чувствуется в каждом слове Либиха: «Жаль, что я пишу в своем письме о том, что в конечном счете относится лишь к проклятой химии. Ведь Ваша дружба и благожелательность значат для меня бесконечно больше, чем Вы думаете... Я люблю Вас всей душой...»

Но даже столь душевные признания не могут удержать пылкого, как гремучая ртуть, Либиха от борьбы. Уже летом 1837 года возникают первые трения: химики не сошлись во взглядах на катализ. Необъяснимое ускорение той или иной реакции благодаря присутствию какого-либо вещества или действию света еще ранее наблюдали многие ученые. Митчерлих, изучая превращение спирта в эфир и воду в присутствии серной кислоты, тоже отметил, что кислота видимого участия в реакции не принимает, хотя и сильно ее ускоряет. Подобное ускоряющее действие некоторых веществ, непосредственно не участвующих в реакции, Митчерлих назвал контактным (этот термин принят и в наше время). Берцелиус горячо поддержал наблюдение своего ученика. Обобщив прежние разрозненные наблюдения, он высказал предположение, что ускорение реакций при контактном действии вызывается особой силой, которую он назвал каталитической.

«Эта новая сила, вызывающая химическую активность,— писал он,— свойственна как неорганической, так и органической материи. Она распространена гораздо больше, чем это до сих пор подозревали, и сущность ее для нас пока еще скрыта...»

Либих нашел эту теорию совершенно неудовлетворительной: «Она означает вот что: я вижу, что одни вещества в контакте с другими меняют свои свойства... Причины этого я не знаю и потому называю это каталитической силой». Объяснение явления неизвестной причиной Либих считает только видимостью объяснения и потому не может его принять. В противовес Берцелиусу и Митччерлиху он создает свою теорию катализа, несовершенную с нашей точки зрения, но вполне соответствующую уровню своего времени.

В 1837 году Либих публично выступил против взглядов Берцелиуса. Первая вспышка была еще относительно безобидна. Это еще не молния, а, скорее, зарница — грома не слышно. Однако растерянный Велер, ученик и почитатель Берцелиуса, поспешно призывает своего гисенского соратника образумиться. Либих отвечает ему суровой проповедью: «Разве ты не знаешь, что ослы, пишущие в Германии книги, примут его каталитическую силу без доказательств и будут забивать ею головы наших детей, потому что она удобна и не мешает их лени?.. Я уважаю его как человека; нет никого, кого бы я ставил выше как химика. Однако когда этот человек предлагает ложный путь, который кажется мне безусловно вредным, неужели же я должен поэтому не высказаться открыто, быть менее правдивым и бояться причинить ему боль? Я так не могу, это противоречит всей моей натуре».

Страсти на первый раз улеглись быстро. Более того, в декабре того же года Берцелиус делает благородный жест: по его предложению (а ему невозможно было противиться) Либиха избирают в шведскую академию наук. Берцелиус лично посылает своему другу (все еще другу!) диплом, и Либих принимает его с самой искренней благодарностью, что не мешает ему тут же выступить с острой критикой изменений, которые внес в его метод органического анализа шведский ученый вместе с Митччерлихом. Как всегда, Либих рубит с плеча, и это, естественно, вызывает недовольство ветерана. Более всего его обижает, что Либих поучал его публично, хотя находится с ним в дружеской переписке и мог уладить дело частным

образом. «Милейший Либих,— обиженно одергивает он зарвавшегося спорщика,— перестаньте быть химическим палачом».

Либих пылко оправдывается: «Каждый знает, что мои высказывания направлены не против Вас, а против моего злейшего врага, который вдвойне опасен из-за своей трусости, не позволяющей ему бороться открыто». Митчерлих, уверяет Либих, всеми средствами пытается уничтожить его честь и доброе имя. Он добился через прусское правительство, чтобы ни один пруссак не получал образования в Гисене. Митчерлих содрал кое-что у Берцелиуса и у него, Либиха, добавил к этому собственных отбросов и говорит теперь о «своем» методе, о «своем» аппарате. «И только Вы один,— продолжает Либих,— защищаете и открыто берете его под свое крылышко вопреки правде и справедливости. После того, как этот человек сделал два или три анализа, он счел вправе внести в аппарат некоторые изменения, которые в моих глазах бесполезны или ненужны, и Вы окрестили эти изменения хорошими и прекрасными и только о них и говорили в Вашем учебнике».

Далее Либих признает, что в публичной критике, он, разумеется, погорячился. «Я очень сожалею об этом и готов вытерпеть любое наказание, которое Вы на меня наложите».

На всякий случай Либих просит Велера о посредничестве в примирении. Себя он по-прежнему считает правым по существу. Но оскорблять Берцелиуса не входило в его намерения. «Берцелиус с его дружеской и ободряющей поддержкой с самого начала моего пути был моим добрым гением. Его влияние на химическую литературу, разумеется, велико, но лично на меня он влиял еще больше. Нет человека, который внутренне был бы ему ближе, чем я, кто бы больше ценил и признавал его заслуги. Все вы не знаете его так, как я, никто из вас не общается с ним в его работах так часто. Я всегда находил его правдивым, постоянно искренним, и его глубокая пронизательность всегда оказывалась в конце концов правой, даже если я полагал найти у него ошибки. Как только могло прийти мне в голову нападать на него...»

Ссора Кроноса с Зевсом разгорается, но вскоре снова следует примирение. Берцелиус находит в себе мужество первым протянуть руку. На правах «старшего брата» он дает Либиху наставление, как тому следует себя вести.

Научные разногласия, считает шведский химик, не должны вести к ссорам и разрушать дружбу.

Несколько поостыл и Либих. Он понимает, что в пылу полемики, как всегда, зашел слишком далеко, и с искренним раскаянием бьет себя в грудь: «Итак, мои грехи прощены и, я надеюсь, забыты. Ваше наставление было дано не напрасно. Я всегда хочу быть спокойным и бесстрастным, один черт знает, что иногда выделяет мое перо. И с любовью и уважением жму Вашу отцовскую руку и, как и Вы, предлагаю вечную дружбу».

Однако никакие политесы не могли прикрыть неумолимый факт: мнения ученых стали расходиться по самым коренным проблемам химии. Вскоре между двумя колоссами снова вспыхнули разногласия — на этот раз из-за двуосновных кислот. Теория Либиха, с которой мы уже знакомимся, означала отход от электрохимического дуализма, и Берцелиус не замедлил против нее выступить: «Я с большим интересом прочел изложение Ваших теоретических рассуждений. Вы создали искусственное строение, которое будет опрокинуто первым дуновением ветра. Это будет для Вас заслуженной карой за то, что Вы в один миг оставили прекрасную, простую и надежную теорию, которую Вы сами объявили символом веры».

Либих, естественно, энергично возражает. Берцелиус снова напоминает, что можно бороться за свои взгляды, оставаясь друзьями. И снова Либих отвечает, что его отношение к Берцелиусу неизменно остается чувством любящего сына. Но конфронтация сохраняется, напряженность все еще велика, и Берцелиус продолжает стремиться к разрядке. Чтобы подчеркнуть искренность своих миролюбивых намерений, в августе 1839 года он предлагает младшему оппоненту перейти на «ты». Либих отвечает ему взволнованным письмом:

«Не могу тебе описать, что я чувствовал, когда читал твое письмо, в котором ты как бы усыновляешь меня... Я чувствую себя по-настоящему несчастным, когда мне приходится так резко выступать против тебя в научных спорах. Я знаю, что без разногласий во взглядах нельзя добиться истины в науке, что все великие вопросы решались и утверждались только в борьбе. Но если для науки безразлично, чьи мнения более всего приближаются к истине, то для людей это не так. Мы видим, что в химии, так же как и в политике, противоположные взгляды разделяют людей. У нас этого не должно быть... Почему

судьба рассудила так, что я не нахожусь в одном лагере с тобой, моим дорогим отцом и другом? Однако я не могу иначе...»

Казалось, что разрыва можно еще избежать, но жизнь решила иначе. Пропасть между величайшими химиками своего времени становилась все шире, и они уже не могли достать руки, которые от всего сердца протягивали друг другу. Один уходил вперед, другой отставал.

«Мы спорим, в сущности, о принципах,— писал Либих.— Ты стоишь за сохранение настоящего, я — за его совершенствование и дальнейшее развитие».

Электрохимическая теория шведского ученого, принесшая в свое время так много пользы химии, была не свободна от серьезных ошибок. Берцелиус, особенно в поздние годы жизни, абсолютизировал свои взгляды, и постепенно его живое учение превратилось в застывшую доктрину, сдерживающую развитие науки. Ряды его сторонников редели. Накапливалось все больше и больше фактов, особенно в органической химии, которые дуализм не мог объяснить. К критике берцелиусовских взглядов присоединились французские химики. Все началось с роскошного королевского бала в Тюильри, во время которого белоснежные свечи вдруг начали таять и выделять едкий удушливый газ. Дюма, которому было поручено расследовать это событие, установил, что при белении воска часть водорода заменилась хлором. На основании этого факта Дюма провозгласил так называемый эмпирический закон замещения. Этот закон утверждал лишь, что водород в органических соединениях может замещаться хлором. О том, как влияет это замещение на строение и свойства вещества, Дюма не дал себе труда задуматься, отчего его закон и получил название «эмпирический», — он только констатировал факт.

Молодой французский химик Лоран пошел дальше. У него хватило смелости утверждать, что хлор и бром при замещении занимают место водорода и в некоторой степени играют его роль. Следовательно, полученное таким образом вещество должно обнаруживать сходство с первоначальным соединением. Это была уже настоящая теория, которая шла вразрез с электрохимическим дуализмом, не допускавшим возможность замещения положительного водорода отрицательным хлором. Поэтому Берцелиус решительно встал на защиту своего творения.

Шведский химик по ошибке решил, что взгляды Лорана и Дюма одинаковы, и энергично обрушился на старшего из них — Дюма. Тот сразу же забил отбой:

«Сказать, будто я говорил, что водород замещается хлором, играющим одинаковую с ним роль, — значит приписать мне взгляд, против которого я резче всего возражаю, так как он противоречит всему тому, что я говорил по этому предмету. Закон замещения есть эмпирический закон; он выражает связь между водородом, выделяющимся из соединения, и хлором, который при этом поглощается. Я не отвечаю за преувеличенное расширение, данное моей теории Лораном».

Лоран в отличие от Дюма не отступился от своих взглядов и стал с тех пор одним из самых энергичных противников Берцелиуса. Вскоре, однако, Дюма сделал открытие, подтвердившее правоту молодого химика: в 1839 году он получил трихлоруксусную кислоту, указав, что «этот охлоренный уксус представляет собой кислоту, совершенно подобную обыкновенному уксусу...» Разумеется, все лавры создателя теории замещения Дюма тут же присвоил себе: Лоран был потеснен в сторону.

На этот раз Дюма уже мог смело бросить Берцелиусу откровенный вызов: «Факты, открытые мною, не согласуются с электрохимической теорией Берцелиуса, который хочет, чтобы водород всегда был положительным, а хлор — всегда отрицательным, в то время как мы видим, что они замещают друг друга и играют одинаковую роль».

Либих поддержал своего парижского соперника:

«Понимание этих явлений, какое дал Дюма, кажется мне ключом для объяснения большинства явлений органической химии». Но одновременно Либих выступил против непомерных претензий Дюма, напомнив, что факты замещения давно открыты еще Гей-Люссаком, Фарадеем и самим Либихом (при получении им хлораля).

Пока Гисен и Париж ссорились между собой, Берцелиус громил оба лагеря, на что Либих отозвался Велеру: «Берцелиус дремал, пока мы работали. Когда из его рук выскользнули вожжи, он забеспокоился».

Правильность теории замещения была окончательно подтверждена работами ученика Либиха А. В. Гофмана (по хлорзамещенным анилином).

В 1840 году вышла в свет либиховская «Сельскохозяйственная химия». Берцелиус принял ее холодно. Он лишь написал ее автору, что тот, подобно Фуркруа, строит

науку из переливающихся мыльных пузырей, от которых потом не остается ничего, даже мыльных капелек, из которых они состоят. Других слов для оценки главного труда своего друга он не нашел, а ведь именно в это время Либих остро нуждался в его авторитетной поддержке! На этот раз младший вождь делает первый шаг к примирению. Он посвящает Берцелиусу свою следующую книгу, вышедшую весной 1842 года, — «Животная химия, или Применение органической химии к физиологии и медицине».

Странный парадокс: книга, которую один друг посвятил другому, стала причиной их окончательного разрыва. Берцелиус встретил «Животную химию» с открытой враждебностью. Он высмеял один из главных ее тезисов: что тепло в организме образуется при окислении пищи (теперь о «калорийности» питания мы слышаны с детства). По-видимому, наступает время, писал Берцелиус, «когда химики, не подозревая о необходимости в глубоком, специальном и детальном изучении анатомических разделов физиологии, наскоро описывают химические явления, происходящие в живых организмах. Этот легковесный род физиологической химии сочинен за письменным столом и тем опаснее, чем с большим воодушевлением преподносится».

Такого Либих, разумеется, снести не мог. Он пишет Берцелиусу гневное послание, причем в таком тоне, что диктатор химии, привыкший к почтительности, сказал, что это самое грубое письмо, которое когда-либо приходилось ему получать в жизни. Однако Берцелиус еще нашел в себе силы отразить этот выпад с достоинством. Ответ его холоден, но приличия сохраняются: «Ты жалуешься, что... я отвернулся от тебя. Да, мой дорогой друг, в этом есть истина, но это не значит, что я больше не буду твоим другом. Однако перед твоими теориями и мнениями я не буду больше преклоняться».

Теперь Берцелиус переходит в открытое наступление. Его жестокая критика Либиха звучит уже не только в частной переписке, но и публично, привлекая внимание всего научного мира. Глубоко уязвленный Либих воспринял выступление бывшего друга как личное оскорбление. Он обвинил его в измене и неблагодарности.

Прощальные строки его страстного письма, быть может, самое волнующее из того, что написал Либих: «Эти твои друзья — что они сделали, когда на тебя жестоко на-

бросился Дюма и пытался тебя уязвить? Кто из них пришел тебя защитить и доказать помощью свое расположение к тебе? Не пришел никто, только я один, и теперь я за это наказан. Ты атакуешь самые чувствительные мои места, и я даже не могу против тебя защищаться. Как я могу открыто вывести на чистую воду неправильность и несправедливость твоей критики, я, который всегда был твоим самым горячим защитником? Ты ведь не считаешь всерьез, что я посвятил тебе свою «Животную химию» лишь потому, что боялся твоей критики. То, что ты в таких случаях называешь страхом, мне совершенно неизвестно, и никогда еще я не уклонялся от борьбы...

Прощай. Пусть все это не удерживает тебя от новых нападков на меня. Я не отвечу на них ни единым словом и буду только сожалеть, что от этого будет запятнана твоя слава».

Это был конец. «В течение четырех лет я сносил недовольство и немилость Берцелиуса,— жаловался Либих Велеру.— Я делал все, чтобы примириться с ним, но ничего не мог сделать против его упрямства. Он должен дать нам идти нашим путем и не задерживать нас. Как жаль, что столь прекрасное и светлое пламя должно так угаснуть».

Появился очередной выпуск берцелиусовского «Годового обзора», который получали и читали все без исключения химики. В нем диктатор химии, как всегда, рассматривал последние работы и выносил им окончательный, не подлежащий обжалованию приговор. «Животная химия» подверглась уничтожающему разгрому. Берцелиус не принимает всерьез эту «обманчивую гипотезу», называет ее «физиологией вероятности» и тут же добавляет: «Только есть ли в действительности тут какая-нибудь вероятность?»

Либиху смысл этих язвительных упреков был понятнее, чем кому-либо другому. Ведь Берцелиус уже давно истолковал ему свои взгляды относительно «вероятности» в одном из своих прежних писем: «Мои взгляды на теоретизирование в опытных науках следующие. Кто хочет сделать ту или иную теорию достоянием человечества, тот должен предварительно подвергнуть ее испытанию по отношению ко всем имеющимся фактам, без всякого пристрастия к самой теории, и одинаково открыто выставить как слабые, так и сильные стороны ее. Он никогда не должен пытаться внушить убеждение там, где есть

только вероятность. Ибо кто выдает вероятность за истину, тот становится, сознательно или бессознательно, обманщиком».

Либих был вынужден отвести обвинения в обмане, разумеется, теперь уже не в письме, а в «Анналах»: «Когда после непрерывного восемнадцатилетнего напряжения, после затрат стольких усилий я суммирую наши результаты и подвожу итог расчетам, то появляется человек — мой друг, высший авторитет в науке, и осмеливается назвать игрой фантазии все эти работы из-за воодушевления, с которыми они выражены. Он называет наши результаты теорией вероятности...»

Летом 1845 года Берцелиус отправился на лечение в Карлсбад. Его путь должен был лежать через Гисен, и Либих сделал последнюю, безнадежную попытку примирения: он предложил шведу встретиться, чтобы попытаться найти общий язык. Но их второй встрече не суждено было состояться. Берцелиус специально изменил свой маршрут. Если Либиху позволяет время, ответил старый метр, он может приехать в Бонн или Геттинген, где Берцелиус думает пробыть несколько дней. На это не согласился уже Либих. Отныне с дружбой и даже с ее видимостью было навсегда покончено. Со слепой и непримиримой ненавистью Берцелиус обрушивается на Либиха и его школу, не упуская ни одной возможности его очернить.

Годовой обзор за 1846 год — последний, составленный самим Берцелиусом, — полон злобных нападок на бывшего друга: «По моему убеждению, долг всех друзей науки объединенными усилиями вырвать с корнем этот моральный сорняк, который начал захватывать нетронутые области науки и господствовать в них».

В мемуарах, составленных Берцелиусом незадолго до смерти, имя Либиха не упоминается ни разу. Десятилетия творческой дружбы как будто не существовало. В декабре 1847 года здоровье старого ученого резко ухудшилось. После очередного приступа подагры у него отнялись обе ноги. В ночь с 6 на 7 августа 1848 года Берцелиус скончался, примирившись с богом и людьми, но не с Либихом.

К чести последнего, оставшись на поле битвы один, гисенский химик не стал сражаться с тенью своего противника и спорить с тем, кто не мог уже ему возразить. Либих был человек страстный и ошибающийся, но не мелочный. Он отнесся к памяти великого шведа с искренним

уважением и даже взял на себя продолжение его постоянного труда — издание «Годовых обзоров успехов химии». После смерти Берцелиуса они стали выходить как составная часть либиховских «Анналов». Позднее ученик Либиха Гофман основал первый в мире реферативный журнал «*Chemisches Zentralblatt*», который заменил собою «Годовые обзоры». Этот журнал издавался до 1969 года.

ОТ ЖЕРАРА ДО КЕКУЛЕ

В начале сороковых годов прошлого века органическая химия представляла собой печальное зрелище. Три ее корифея — Берцелиус, Либих и Дюма — находились в непримиримой вражде. Они объединяли свои усилия только для того, чтобы смешать с грязью творцов новой теории, которой принадлежало будущее, — Жерара и Лорана. Споры о приоритете, взаимные обвинения в плагиате, небрежности, невежестве, фальсификации фактов не сходили со страниц научных журналов. Это был период теоретического разброда. Чуть ли не каждый год рождались новые учения: теория этерина, теория радикалов, теории замещений (первая и вторая), теория ядер, теория остатков, теории типов (их тоже было две). Чаше они скорее дополняли, чем опровергали одна другую, что не мешало их сторонникам сшибаться в жестокой драке. Это смутное время кончилось лишь в шестидесятые — семидесятые годы, когда восторжествовали, наконец, атомно-молекулярная теория, теория валентности и структурная теория.

Сам Либих принимал сначала активное участие в разработке новых теорий, но к 1840 году бесконечные споры утомили его. В письме к Берцелиусу он признается «в непреодолимой ненависти к занятиям химией в данное время. Оно доведено до крайности благодаря спорам вокруг теории замещения... Моя несчастная работа над хлоралем является матерью всех этих жалких и бесполезных исследований». С тех пор Либих теряет интерес к теории, и нельзя не пожалеть об этом. С конца сороковых годов органическая химия стала развиваться практически без участия одного из своих творцов и прежних лидеров. А между тем он оставался в строю еще четверть века. Разумеется, было бы неверно объяснять отход Либиха от теоретических проблем только усталостью, возрастом и

консерватизмом. Он покинул сотворенную им науку для того, чтобы основать другую: агрохимию. С 1840 года и до самого конца жизни главным его делом стала разработка, защита и пропаганда своего учения об удобрениях.

«Занятия теорией хороши для молодых людей», — начал ворчать «старик» Либих, которому не было еще и сорока лет. И неожиданно для себя он оказался прав. Новые химические доктрины стали создаваться именно «молодыми людьми», причем первую скрипку в этом оркестре сыграли ученики Либиха — Жерар, Гофман, Вильямсон, Франклэнд, Вюрц, Эрленмейер, Кекуле. У нас нет возможности рассказать здесь о бурной истории химических учений того времени. Мы хотим только двумя штрихами отметить участие школы Либиха в разработке теоретических основ химии.

Наиболее выдающимся теоретиком молодой органической химии единодушно считают Шарля Жерара. Человек с нелегкой судьбой, рано умерший, непризнанный при жизни, мужественно отстаивавший свои взгляды до последнего вздоха, он в полной мере испытал превратности, выпадающие на долю тех, кто опережает свое время. Сын мелкого коммерсанта, эльзасец, в равной мере владевший французским и немецким языками, Жерар начал учиться химии в Карлсруэ и Лейпциге у последователя Либиха Эрдмана. Поссорившись с отцом, он сгоряча завербовался в кавалерийский полк, откуда его пришлось выкупать Либиху, узнавшему от Эрдмана о способном юноше. Благодарный Жерар направился в Гисен и проработал с Либихом больше года. Рассказывают, что там он повсюду таскал с собой толстый портфель и на вопрос, что в нем находится, отвечал: «Химия будущего!»

В 1841 году двадцатипятилетний Жерар получил место профессора в Монпелье. Сначала он был очень доволен своим назначением и, не скрывая радости, писал Либиху: «Я не смел мечтать о большем, чем должность препаратора или, самое большее, репетитора. Я просто ошеломлен своим счастьем. Между прочим, в первую очередь я должен благодарить Вас, ибо Вы возбудили у меня интерес к науке».

Либих отвечает ему сердечным поздравлением:

«Мой дорогой друг! Я узнал с большим интересом о Вашем назначении профессором химии в Монпелье и поздравляю Вас от всего сердца с тем, что ваше правительство признало наконец Ваши заслуги... Советую Вам не

делать (как это часто бывает во Франции) из науки предмет торговли. Возможно, таким образом удастся заработать немного денег, но человек погибает как ученый».

Вскоре, однако, восторги Жерара сменились горьким разочарованием. Провинциальный городок не давал возможности для активной научной деятельности, и в 1848 году Жерар вернулся в Париж. С тех пор для него начинается трудное время безработицы, нужды и неравной борьбы против влиятельных научных авторитетов. В этой борьбе Жерар нашел себе друга и единомышленника, такого же неудачника — Лорана. Их связывала тесная дружба, общие взгляды и сходная судьба. В истории химии их имена почти всегда стоят рядом.

Огюст Лоран был старше Жерара на восемь лет. Нельзя сказать, чтобы Лоран совсем не получил признания: он был избран (неохотно и запоздало) в члены-корреспонденты Парижской академии наук и (с большим энтузиазмом) в Лондонское королевское общество. Очень скромный и мягкий человек, Лоран проявлял твердость только в своих убеждениях, и потому удел его был печален. Очень часто этот гениальный химик оставался без работы и без средств к существованию. Более обеспеченные коллеги иногда разрешали ему из милости работать в своих лабораториях. Когда в возрасте сорока лет Лоран получил скромную должность пробирера Монетного двора с подвальным помещением, где можно было устроить лабораторию, он был счастлив. Основные экспериментальные работы Лорана — классическое исследование нафталина и его производных, изучение реакций замещения. Он плодотворно работал также в кристаллографии и неорганической химии. Но главная заслуга Лорана — разработка новых химических теорий. Здесь Жерар и Лоран встретили сильнейшее противодействие со стороны Академии наук, особенно Дюма, который, используя свой авторитет ученого и политика, закрыл им пути ко всем должностям и стал главным виновником их бедственного положения. Несмотря на «состояние войны» между Гисеном и Парижем, Либих, если бы захотел, мог бы серьезно помочь молодым реформаторам, но, к несчастью, его отношения с ними сложились не наилучшим образом.

Уехав во Францию, Жерар не порывал связей с учителем и поддерживал с ним дружескую переписку. Жерар перевел на французский язык все основные труды Либиха (пять книг и множество статей).

В предисловии к одному из переводов Либих написал: «Я считаю своим долгом выразить живейшую благодарность моему другу и бывшему ученику господину Ш. Жерару за его деятельное участие в редактировании этого труда, а также за многочисленные и важные улучшения, которые позволило ему сделать пребывание в Париже. Я считаю необходимым заявить, что я искренне желаю успешного и счастливого поприща его выдающемуся таланту и основательным знаниям».

Отношение Либиха к Жерару начало меняться, когда молодой человек с необычной для его возраста самостоятельностью начал развивать взгляды, расходившиеся с мнением учителя.

Либих послал Жерару пророческое предостережение: «Поверьте моему опыту, нет более опасной почвы для теории, чем Франция. Ничего не причиняло в начале деятельности Дюма больше зла, чем его стремление к теоретизированию. Академия наук всегда присваивала себе право издавать научные законы, и каждого, кто делает это вместо нее, она считает вором и убийцей. Молодой человек, который хочет заставить и заставляет «стариков» учиться по его законам, не может больше ждать никакого продвижения вперед... Запомните, что я Вам говорю: Вы разрушите Ваше будущее и, как Лоран и Персо, приведете в раздражение всех, если будете создавать теории».

Первая стычка Либиха с Лораном произошла еще раньше, в 1838 году, когда француз указал выдающемуся химику на ошибочность его исследований нафталина. В ответ гисенский судья вынес Лорану суровый приговор: «Я считаю господина Лорана одним из самых талантливых и одаренных химиков нашего времени. Однако природа наделила его неумеренной жадностью власти и необузданной завистью, особенно к своим соотечественникам... Но кто может идти против своей судьбы! В то время, как господин Лоран никого не ценит, кроме себя, никто не хочет ценить и господина Лорана. Разумеется, и то, и другое несправедливо, однако таковы уж людские чувства и страсти».

К сожалению, подобные же чувства и страсти двигали и Либихом, когда он писал эти строки. В 1843 году Лоран посетил Либиха в Гисене, и они пришли к относительному согласию. Либих, как всегда, почувствовал, что он переборщил, и дал клятвенное обещание: «Другой раз, когда я буду что-то против кого-то писать, то спрячу на-

писанное в ящик своего письменного стола и буду хранить это шесть месяцев».

Обещания своего темпераментный химик, разумеется, не сдержал. В сентябре 1845 года Жерар и Лоран сообщили на заседании Парижской академии наук об ошибочности либиховских формул некоторых азотистых соединений. И уже через два месяца (увы, не через шесть!) появился направленный против них памфлет — страстный и несправедливый, в котором Либих называл Жерара лжецом и разбойником с большой дороги. Среди французских ученых это вызвало только злорадство. Никто, кроме Пелуза, не стал на их сторону. Молодым химикам пришлось защищаться самим, и они сделали это достаточно энергично:

«Господин барон! Вы недавно опубликовали против нас брошюру, в которой нападаете на наши работы самым оскорбительным образом. Вы вольны считать их плохими, Вы вольны также нападать на нас в таком стиле, от которого краснеет каждый воспитанный человек. Вы сами несете ответственность за Ваши выражения. Но Вы не имеете права клеветать на нас, Вы не имеете права называть нас лжецами, разбойниками с большой дороги и говорить публично, что для опровержения Ваших теорий мы обманули Академию наук, послав туда... сообщение об опытах, которых мы якобы никогда не делали.

Если бы Вы были французом, господин барон, мы могли бы привлечь Вас за эти клеветнические измышления к ответу перед судом... Но вы иностранец. Вам обеспечена безнаказанность, и у нас нет другого средства бороться с Вами, как обратиться к общественному мнению».

Обратим внимание на слова «господин барон». Для людей с социалистическими взглядами, какими были Жерар и Лоран, будущие участники революции 1848 года, такое обращение к научному коллеге означало высшую степень отчуждения и насмешки.

Либих ответил только Лорану:

«Мысль объединиться с Жераром была самым большим несчастьем, которое могло с Вами случиться. Я предсказывал Жерару, что он пропадет. Я предупреждал его много раз, но он сам этого хотел... Я не люблю и никогда не буду любить тон, которым Вы говорите о мнениях других химиков, но я считаю Вас человеком исключительной честности и порядочности, который пал жертвой неспости-

жимого рока, связав судьбу с бесхарактерным и аморальным человеком. Я сам никогда никому не позволю напасть на меня несправедливо и безнаказанно».

Лоран не отступился от своего единомышленника:

«Я всегда встречал на своем пути Вашу ненависть. Восемь лет назад я просил место препаратора, мне ответили: «Ваши работы по нафталину плохие, это сказал Либих». Сегодня я даю уроки, чтобы прокормить семью. Я злоупотребляю любезностью одного лица, которое соглашается предоставить мне свою лабораторию, чтобы я мог опровергнуть Ваши ошибочные выводы. Кто захочет оказать мне теперь помощь, когда Вы меня изображаете лжецом и сообщником разбойника с большой дороги? Это Вы, окруженный почестями, пресыщенный богатством, это Вы уже третий раз опускаетесь до того, чтобы играть роль гнусного клеветника; это Вы, новый барон, который решил отомстить своему старому другу Жерару за то, что он по некоторым научным вопросам придерживается других взглядов, чем Вы,— и Вы не побоялись бросить ему в лицо позорные слова — разбойник с большой дороги».

Острые атаки молодых мятежников было направлено против Берцелиуса. Лоран писал: «Не существует ни одной формулы, выдвинутой этим знаменитым химиком, которая не заключала бы в себе гипотезу, а многие заключают несколько гипотез». Но своими флангами фронт военных действий затрагивал и либиховскую теорию радикалов. Вот чем объяснялась острота их полемики, о которой Либих впоследствии горько жалел.

В 1850 году Жерару предложили перевести на французский язык «Сельскохозяйственную химию» Либиха. Это послужило поводом для примирения.

Первый шаг сделал Жерар: «Давайте помиримся... Я моложе Вас, и я Вам протягиваю руку лояльно и без задних мыслей, дайте мне Вашу. Мы оба преследуем одну цель — исследование истины... По сути дела, нет никакой разницы между нашими теоретическими взглядами; наши разногласия относятся главным образом к догматической форме, и я думаю, что можно будет очень легко договориться по этому поводу. Еще сегодня можно определить органическую химию как химию сложных радикалов: надо только хорошо уточнить смысл слова «радикал» и лишить его абсолютного значения, которого Вы сами никогда не допускали и которое было внедрено Берцелиусом».

Либих ответил вполне дружелюбно: «Я мог предвидеть, что Вы придете к убеждению, что я не являюсь Вашим личным врагом... Надо надеяться, что время покажет, что есть общего и истинного в наших взглядах, и я разделяю Ваше мнение, что по многим вопросам только форма и выражения различны».

Через два года Жерар провел выдающуюся работу, подтвердившую правоту его воззрений: он впервые получил ангидриды органических кислот. Либих прислал ему по этому поводу знаменательное письмо: «Открытие безводных кислот принадлежит к наиболее блестящим открытиям последнего времени, а объяснение, данное Вами их образованию, кажется мне столь же простым, как и изящным. Замечательно, что две теории, ранее противостоявшие одна другой, как будто слились теперь в единую теорию, объясняющую все явления в духе обоих воззрений».

Вскоре Либих предложил издать немецкий перевод главного труда Жерара — «Курс органической химии». По этому поводу ученик посетил учителя в Мюнхене. «Я очарован приемом, который оказал мне Либих», — писал он жене. К несчастью, последний том этого труда, содержащий основные теоретические открытия Жерара, вышел уже после его смерти: в 1856 году французский химик неожиданно умер от перитонита, не дожив нескольких дней до сорока лет. К тому времени уже не было в живых и Лорана. Постоянное нервное напряжение, полуголодное существование и работа в сыром темном подвале разрушили его здоровье. Он умер от чахотки в возрасте всего сорока четырех лет. Его главный труд — книга «Химический метод» — так же как и книга Жерара, был опубликован лишь после его смерти. Многие работы Лорана так и не увидели света.

«Злой мачехой была Франция для них при жизни, тем же остается и по смерти их; только в ней одной нет представителей их школы. Конечно, есть и там люди, понимающие невозможность или по крайней мере трудность какого-либо прогресса вне начал, положенных Жераром и Лораном, но, страшась влияния, сломившего самих учителей и еще существующего, они не смеют прямо и откровенно поднять знамя, ими руководящее».

Так писал в 1859 году Николай Николаевич Соколов, ученик Либиха, друг и сотрудник Жерара. Соколов знал, что пишет. Трудно поверить, но теория Жерара находи-

лась во Франции почти под формальным запретом до самого конца девятнадцатого века. Только Вюрц осмелился с 1866 года начать преподавание химии на основе принципов Жерара — Лорана.

Шарль Адольф Вюрц — земляк и ровесник Жерара (он родился в Страсбурге в 1817 году) — один из наиболее блестящих учеников Либиха. Гофман сравнил исследования Вюрца с жемчужинами, образующими драгоценное ожерелье. Он впервые получил многие важнейшие продукты химии наших дней — окись этилена, гликоли, этаноламины, различные амины, фенол из бензола (само название «фенол» предложено Жераром). Своими бесчисленными работами этот выдающийся органик содействовал становлению теории строения. В 1867 году он стал членом Парижской академии наук (вместо умершего Пелуза), а в 1880 году — ее президентом. Его друзьями и единомышленниками были Бутлеров, Менделеев и другие русские ученые. Своими успехами Вюрц в значительной мере был обязан тому, что один из первых признал плодотворность идей Жерара и Лорана, о которых он отзывался с огромным уважением. «Предпочитая независимость своему продвижению, свои убеждения — выгоде, они поставили любовь к науке выше земных благ для себя. Что я говорю? Выше самой жизни!»

За свою короткую жизнь Жерар написал несколько книг и сто девяносто четыре статьи, не считая многочисленных переводов, которые он делал, чтобы заработать себе на хлеб. Но не количеством работ определяется значительность его наследия. Жерар и Лоран впервые четко разграничили понятия «атом», «молекула» и «эквивалент» — понятия, которые химики того времени, включая Либиха и Берцелиуса, путали до конца жизни. Жерар изменил систему атомных весов для важнейших химических элементов (ранее они были занижены вдвое), разработал учение о гомологических рядах — одно из краеугольных представлений современной органической химии. Он же ввел понятие о производных — продуктах, получаемых простым способом из какого-либо исходного соединения.

Жерар и Лоран разработали теорию типов, которую сами они, в противовес дуализму Берцелиуса, назвали «унитарной», основанной на единстве. В соответствии с этой теорией устанавливались четыре основных типа со-

единений, формулы которых писались следующим образом:



Замещая, например, в «типе воды» один атом водорода на этильный радикал, можно было получить формулу спирта:



Так и произошло слияние теории типов с теорией радикалов «в духе обоих воззрений», о котором Либих писал Жерару.

Распространению типа воды на другие соединения и тем самым укреплению новой теории заметно способствовал английский ученик Либиха Александр Уильямсон. Он провел замечательные исследования механизма образования простых эфиров, которые Уильямсон тоже отнес к типу воды:



Тип аммиака был подтвержден классическими исследованиями аминов, проведенными учеником Либиха Гофманом. «Типические формулы», подобные изображенным здесь, господствовали около пятнадцати лет. Они позволили дать правильные формулы сотен соединений. Мы помним, как химики были в этом беспомощны прежде. Собственно говоря, появление рациональных формул стало возможным только после распространения теории Жерара — Лорана. «Типические» формулы отличаются по внешнему виду от современных отсутствием привычных нам черточек. Но чтобы сделать этот последний шаг, пришлось преодолеть огромные теоретические трудности. Прежде всего, нужно было ввести в химию понятие валентности. Впервые это сделал ученик Либиха англичанин Эдуард Франклэнд в 1852 году в статье «О новом ряде органических тел, содержащих металлы». Черточки для обозна-

чения валентностей впервые применил шестью годами позднее Арчибальд Купер, а само слово «валентность» предложил Кекуле в 1867 году.

В работах Франклэнда не был даже поставлен вопрос о валентности главного элемента органической химии — углерода. Решение этой задачи дал в основном ученик Либиха Август Кекуле. Его работами завершилось создание классической теории валентности. Кекуле указал, во-первых, на четырехвалентность углерода и, во-вторых, на способность его атомов соединяться между собой. Только после этого впервые за всю историю химии стала понятной способность углерода образовывать в сочетании с двумя-тремя элементами бесконечное множество соединений. Еще большую славу принесли Кекуле установление структуры ароматических соединений и участие в разработке вслед за Бутлеровым (которого также можно считать исследователем либиховской школы) теории строения.

Кекуле, как и Либих, родился в Дармштадте. Он поступил в Гисенский университет с намерением последовать примеру отца и стать архитектором, но, попав на лекции своего знаменитого земляка, увлекся химией. Каллиграфическим почерком он старательно записал курс «Экспериментальной химии», прочитанный Либихом в 1848 году. Этот конспект появился в факсимильном издании в 1927 году и представляет собой любопытный памятник педагогического таланта Либиха и прилежности его ученика.

Либих встречался со своим будущим студентом еще до того, как тот поступил к нему в лабораторию. Отец Кекуле — дармштадтский архитектор — построил для Либиха новый лабораторный корпус. Поэтому обе семьи не могли не знать друг друга. Более же близкое знакомство Либиха с молодым Кекуле произошло при весьма любопытных обстоятельствах.

В июне 1847 года в доме графа Герлица в Дармштадте начался пожар. Когда он был потушен, в будуаре нашли обгоревший труп графини. Медицинские эксперты пришли к выводу, что нетрезвая дама нечаянно сожгла сама себя, но по городу поползли слухи, что в смерти графини виновен ее муж. Граф потребовал нового расследования. Тем временем был арестован медник, отец камердинера графини, у которого обнаружили несколько драгоценностей, в том числе и кольцо в виде двух пере-

плетенных змей, одной желтой, другой белой. Медник заявил, что кольцо принадлежит ему с 1805 года, а граф Герлиц утверждал, что такое же кольцо было у графини с 1823 года. Суд состоялся спустя почти три года после пожара. Либих, приглашенный в качестве эксперта, доказал, что самовозгорание человеческого тела невозможно (тогда считалось само собой разумеющимся, что пьяный человек легко может сгореть благодаря горючести спирта). Кроме того, он установил, что белая змея изготовлена из платины, а не из серебра. Между тем платина стала применяться в ювелирном деле только с 1819 года, и, следовательно, медник лгал. Так удалось доказать, что убийцей графини был ее камердинер, который попытался затем сжечь труп, чтобы скрыть преступление.

Кекуле выступал на суде свидетелем. В год, когда случился пожар, он был еще гимназистом и начало пожара наблюдал из окна своего дома, расположенного напротив. Его показания произвели на Либиха большое впечатление своей четкостью. Потом возникла легенда, что драгоценность графини послужила Кекуле прообразом его знаменитой кольцеобразной формулы бензола.

Кекуле прошел длительную и разностороннюю выучку в Гисене, и в этом смысле его можно считать учеником Либиха. Но дальше их пути быстро и резко разошлись. Кекуле посвятил себя теоретической химии, к которой Либих в те годы уже потерял всякий интерес. Когда Кекуле решил отправиться в Париж, Либих охотно отпустил его, снабдив, впрочем, рекомендательными письмами к видным химикам.

Тонкие физические эксперименты не слишком привлекали Кекуле. В Париже он теснее всего сблизился с Жераром, чьи теоретические взгляды оказали на него решающее влияние. Вернувшись в Германию, Кекуле начал работать приват-доцентом в Гейдельберге. Здесь своего бывшего ученика однажды посетил Либих и увидел, как тот беззаботно манипулирует с огромным количеством гремучей ртути (Кекуле предпринял тогда честолюбивую и неудавшуюся попытку опровергнуть формулу своего учителя). Либих слишком хорошо знал опасный нрав гремучей ртути и на глазах потрясенного Кекуле хладнокровно уничтожил весь его запас, облив взрывчатку соляной кислотой. Кекуле надолго запомнил этот урок. На всю жизнь врезались в память Кекуле и слова Либиха, сказанные ему еще в Гисене: «Если Вы хотите стать хи-

миком, Вы должны разрушать свое здоровье. В наши дни в химии ничего путного не выйдет из того, кто не разрушает свое здоровье учением». Кекуле так и поступал: многие годы подряд он спал по четыре часа в сутки.

В 1858 году освободилась вакансия на кафедре химии в Гентском университете, и, хотя преподавание там велось на французском языке, бельгийские власти решили пригласить для руководства кафедрой воспитанника гисенской лаборатории. Либих горячо рекомендовал Кекуле.

В Генте Кекуле впервые испытал глубокое личное горе — в 1863 году умерла его совсем юная жена. Либих, незадолго до этого потерявший любимую дочь Агнес, утешал его из Мюнхена: «Я нашел в работе единственное и лучшее облегчение, которое никто не может дать нам, получившим такой удар».

Кекуле внял советам Либиха и целиком посвятил себя работе. Молодой ученый был одним из главных организаторов знаменитого съезда химиков в Карлсруэ в 1860 году, закрепившего победу атомно-молекулярной теории, основанной на воззрениях Авогадро и Жерара. В 1865 году Кекуле предложил формулу бензола, которая принесла ему европейскую славу. С 1868 года до самой смерти (в 1896 году) он возглавлял кафедру и крупный химический институт в Бонне. В 1886 году он был избран президентом Немецкого химического общества.

Кекуле оставил после себя множество прекрасных учеников, возглавлявших кафедры не только в немецких университетах, но и в Милане, Генте, Лондоне, Праге, Страсбурге. В Генте он организовал лабораторию по типу либиховской (в Бонне, куда потом перешел Кекуле, такая лаборатория уже существовала), в которой прошли выучку десятки ставших впоследствии знаменитыми ученых. Среди непосредственных учеников Кекуле — три нобелевских лауреата: А. Байер, Я. Вант-Гофф и О. Валлах. Байер заменил Либиха после его смерти на кафедре в Мюнхене.

Наряду с Бутлеровым, Кекуле, Марковниковым, созданию и распространению теории строения активно содействовал ученик Либиха Эмиль Эрленмейер. Возглавляя кафедры в Гейдельберге и Мюнхене, Эрленмейер прославился синтезом множества органических соединений, но еще большую известность получил как теоретик. Он предложил принятую ныне структурную формулу нафталина,

ввел понятие двойной связи. Эрленмейер состоял в дружеской переписке с Бутлеровым.

Либиховскую теорию радикалов отделяют от теории строения четыре десятилетия. И хотя сам Либих рано оставил арену жарких теоретических боев, могучее влияние его личности на поступательное движение химии в течение всего этого периода ощущается отчетливо.

БИТВА ЗА ПЛОДОРОДИЕ

В конце тридцатых годов Либих почти целиком погрузился в изучение химического состава растений. В его лаборатории определяют, из каких элементов состоят корни, стебли, листья, плоды, анализируют образцы почв и грунтовых вод. Работа не иссякает, напротив — она нарастает как снежный ком. Чтобы толкать его, требуется все большее напряжение. И снова к Велеру летят постоянные жалобы на переутомление: «О химии я не хочу ничего больше слышать — в крайнем случае, лишь мимоходом».

Университет, лаборатория, ученики, статьи, «Анналы», споры с друзьями и врагами — это еще не все. «К этому добавляется проклятое писание книг, которое повергает меня в величайшее отчаяние. Никогда более я не буду писать книг, даже если они принесут мне горы алмазов».

«Проклятое писание», о котором идет здесь речь, — это важнейший труд Либиха, вершина его творческого пути. Жалобы на «изнурительную жизнь, поглощаемую бумагой», не мешают ему довести этот труд до конца. В первые месяцы 1840 года одновременно на французском, английском и немецком языках появляется его знаменитая книга «Органическая химия в применении к сельскому хозяйству и физиологии» (или просто «Сельскохозяйственная химия»).

Хотя человечество занимается сельским хозяйством с незапамятных времен, законы, управляющие плодородием почвы, долго не были ему известны. Тысячелетняя практика помогла выработать определенные приемы земледелия, и неграмотный крестьянин пахал, бороновал и удобрял поля навозом, потому что он научился этому у своего отца, а тот — у своего. Несмотря на усердную обработку, поле со временем истощалось; приходилось забрасывать его, вырубать или выжигать новый участок леса и начинать все сначала.

К концу восемнадцатого века положение в Европе стало угрожающим. Население быстро росло, леса редели, свободных земель не осталось, истощенные поля отказывались служить человеку. Жестокие неурожаи превратились в хроническое бедствие, голодные годы повторялись все чаще. Будущее представлялось еще более мрачным.

Между тем в науке о земле продолжала царить неразбериха. Нельзя сказать, чтобы мысль ученых бездействовала. Еще в 1563 году Бернар Палисси в своем «Трактате о различных солях и сельском хозяйстве» высказал вполне здравые мысли о причине истощения земли.

«Если кто,— писал он,— засекает поле несколько лет подряд, не унавоживая, то посевы извлекут из земли соль, необходимую для своего роста. Земля, таким образом, обедняется солями и отказывается давать урожай».

Палисси не был агрономом. Он начал свой путь простым гончаром. Когда ему было около тридцати лет, он увидел расписную фаянсовую чашку и решил разгадать секрет ее изготовления. Постижению тайны он отдал семнадцать лет фанатического труда, доведшего его до полной нищеты. В погоне за своей мечтой он основательно изучил науки и приобрел репутацию лучшего химика Франции. В отличие от схоластов он придавал большое значение наблюдению и опыту. «Я не имел иной книги,— писал он,— кроме неба и земли, которая известна каждому, и каждый может узнать и прочесть эту прекрасную книгу».

В конце концов Бернару удалось получить изумительную керамику, украшенную дивными изображениями растений и животных. Она принесла ему такую славу, что католики пощадили его во время Варфоломеевской ночи. Но в 1588 году перед ним был поставлен выбор: католичество или Бастилия. Палисси любил свободу и потому предпочел тюрьму. Он просидел в заточении одиннадцать лет, до самой своей смерти. Работы его были забыты. Только в 1880 году их опубликовал Анатоль Франс.

Начало научному изучению питания растений положил голландец Ван-Гельмонт. Он всю жизнь уединенно прожил в пригороде Брюсселя, посвятив себя разнообразным исследованиям. Ван-Гельмонт был последним алхимиком и первым химиком. Он еще верил в возможность превращения ртути в золото и самозарождения взрослых мышей из зерен пшеницы. Но он же заложил основы

пневматической химии и начал применять количественные методы в химических исследованиях. В 1634 году Ван-Гельмонт был послан инквизицией в тюрьму, а потом подвергнут домашнему аресту. Большая часть трудов Ван-Гельмонта была опубликована посмертно его сыном. Среди них был и знаменитый «Опыт с деревом», начатый в 1629 году. Ван-Гельмонт посадил в кадку вербочку и стал регулярно поливать ее дождевой водой. Через пять лет деревце подросло, став тяжелее во много раз, а вес земли в кадке практически не изменился. Поскольку состав воздуха не был тогда известен, Ван-Гельмонт решил, что для питания растениям достаточно одной воды. Получалось, что земля растениям вроде бы и не нужна. На небольшую убыль веса земли исследователь не обратил внимания, а между тем именно в ней заключалась вся соль — в буквальном смысле этого слова.

Такой же опыт, только с тыквой, провел в 1661 году Роберт Бойль и пришел к тому же выводу — строительным материалом для растения является вода. Теория водного питания сохраняла силу в течение полутора веков. Даже в 1800 году Берлинская академия наук присудила премию работе Шрадера, в которой утверждалось, что растения образуют содержащиеся в них минеральные вещества из воды с помощью «жизненной силы».

В конце восемнадцатого века благодаря работам Пристли появляются первые догадки о воздушном питании растений. Пристли родился в 1733 году. Под влиянием воспитавшей его семьи (Джозеф рано осиротел) он решил стать сектантским проповедником и получил духовное образование, основательно изучив историю, древние и европейские языки. Он опубликовал свыше семидесяти работ по богословию и гуманитарным наукам. В конце концов религиозные преследования заставили его уже на склоне лет покинуть родину. Умер он в США в 1804 году.

В возрасте тридцати четырех лет у Пристли появилось хобби — точные науки. Наблюдательность, неутомимость и увлеченность исследованиями выдвинули его в число трех крупнейших химиков Европы того времени (рядом с ним можно поставить только Шееле и Лавуазье). О результатах своих опытов Пристли написал двенадцать книг и больше пятидесяти статей. Наиболее блестящие его достижения — открытие кислорода, хлористого водорода, аммиака, окиси азота. Он подробно исследовал свой-

ства углекислого газа и первым приготовил газированную воду. Пристли был избран членом Лондонского королевского общества и нескольких иностранных академий, в том числе и российской.

В 1771 году Пристли сделал наблюдение, благодаря которому его имя навсегда вошло в историю не только химии, но и ботаники. Он поместил под стеклянный колпак мышь, которая вскоре там задохлась. После этого он положил туда ветку мяты, опущенную в воду, и в течение недели коротал время, играя на флейте. «Через 8—9 дней,— сообщает он,— я нашел, что мышь прекрасно могла жить в той части воздуха, в которой росла ветка мяты, но моментально погибла в другой порции его».

Так было открыто удивительное явление, имеющее столь важное значение для всего живого: растения способны поглощать углекислый газ и выделять кислород.

Работами Пристли заинтересовался Ян Ингенхауз, голландский врач, большую часть жизни проживший в Вене. Приехав в Англию учиться оспопрививанию, он посетил Пристли и решил продолжить его опыты. Уединившись за городом, он в течение двух месяцев провел больше пятисот опытов, в результате которых установил, что воздух очищают только зеленые части растения и что этот процесс происходит только на свету. Он нашел также, что растению свойственно дыхание — незеленые части всегда, а зеленые только в темноте выделяют углекислоту.

Явление фотосинтеза нашло подтверждение и развитие в работах женеваца Жана Сенебье. Евангелический пастор, он почти всю жизнь проработал библиотекарем, что не помешало ему опубликовать семь томов научных трудов по физиологии растений. В усвоении углерода воздуха растениями под действием света он усмотрел не только химическую сторону явления, но и энергетическую.

«Нельзя себе представить,— писал он,— чтобы потоки света, изливающиеся на земной шар, проникали на него только для того, чтобы раздражать сетчатку немногих живых существ. Нет, если растения не могут существовать без света, то не вынуждены ли мы признать присутствие света в нашей пище, в нашем топливе?.. Дерево дает нам зимой тепло, огонь, который оно похитило у солнца».

Окончательное завершение теория воздушного питания получила в капитальном труде «Химические исследования растений», который опубликовал другой женевец — Нико-

ла Теодор Соссюр в 1804 году. Он же показал необходимость и минеральных солей для развития растения. Однако опыты Соссюра были встречены с недоверием, а потом и вовсе забыты. Казалось невероятным, что растения могут усваивать углекислоту, содержание которой в воздухе составляет сотые доли процента (в опытах Соссюра поддерживалась искусственная атмосфера, содержащая до восьми процентов углекислого газа). Только в 1840 году вывод Соссюра подтвердил француз Буссенго.

Проведение этого ювелирного эксперимента не обошлось без курьеза. Буссенго вел опыт вместе с Дюма, причем для соблюдения точности и объективности результатов оба исследователя делали записи в свои рабочие журналы отдельно, не показывая их друг другу. К работе был привлечен и Виктор Реньо, талантливый химик. Сначала все шло как нельзя лучше. Затем растения вдруг заупрямились и, вместо того чтобы поглощать углекислоту, стали ее выделять. Буссенго и Дюма честно молчали, но по их мрачным взглядам легко было догадаться, что опыт проваливается. Тогда Реньо признался, что он решил их разыграть: каждое утро он подкрадывался к прибору и немного в него дышал, чтобы проверить, действительно ли его друзья могут учитывать такие ничтожные количества углекислоты.

Жан Батист Буссенго по праву может считаться одним из основателей агрохимии. Он родился в 1802 году в Париже и учился в Горной школе. Двадцати лет с благословения Гумбольдта он отправился в Южную Америку искать минералы, но вместо горного инженера стал офицером в войсках освободительной армии Боливара. В Америке он заметил, как местное население использует чилийское гуано для повышения плодородия полей, и это пробудило в нем интерес к сельскому хозяйству. Вернувшись в Париж, Буссенго стал профессором сельскохозяйственной и аналитической химии в Школе искусств и ремесел, основанной Дюма. Вместе с последним он выполнил множество точных анализов воздуха. Он впервые определил количество аммиака в дождевой воде.

У Буссенго было скромное имение в Эльзасе, и большую часть своей долгой жизни он посвятил изучению физиологии питания растений и животных. Главная его заслуга — установление роли азота в питании растений. Его учеником считал себя Тимирязев. Умер Буссенго в 1885 году.

Теория воздушного питания стала одним из крупнейших научных завоеваний человечества, но она, так же как и теория водного питания, почти ничего не давала сельскохозяйственной практике. Ни та, ни другая теория не объясняли, зачем растению почва и почему на одних участках пшеница растет хорошо, а на других плохо, хотя воздух и вода везде одинаковы. И постепенно стала брать верх так называемая гумусовая теория (гумус по-латыни означает «земля», в более узком смысле — «перегной»), утверждавшая, что плодородие почвы зависит от содержания в ней перегноя, органической массы разложившихся растений. Например, жирный чернозем богат перегноем и потому плодороден, а какой-нибудь тощий песок давать хорошие урожаи не способен. Считалось, что основная масса углерода растений берется все-таки не из воздуха, а из почвы, и потому чернозем дает обильную жатву.

Гумусовая теория выглядела весьма правдоподобно и к моменту выступления Либиха царила почти безраздельно. Правда, еще Лавуазье незадолго до смерти высказал и записал гениальные мысли о минеральном питании растений и о круговороте элементов в природе, но его рукопись была найдена и опубликована Дюма только в 1860 году. У гумусовой теории были и другие противники (например, Карл Шпренгель, директор сельскохозяйственного института в Регенсвальде), но их возражения почти не были слышны. К тому же высказываемые ими здравые мысли сочетались с грубыми ошибками, которые сводили на нет их достижения и подрывали веру даже в истинные аргументы. Главный пропагандист гумусовой теории, выдающийся агроном Таэр доказывал ее правильность не только словом, но и делом. Он организовал образцовые имения с возделыванием клевера и получал неплохие урожаи. И все же эта теория не объясняла главного: почему урожайность полей постоянно падает и что нужно сделать, чтобы ее сохранить и повысить. Опасность всеобщего голода казалась все более реальной.

И тут как набат зазвучал голос Либиха. «Сельскохозяйственная химия» была написана не академическим стилем Шпренгеля и не малодоступным языком Буссенго, понятным только узкому кругу специалистов. Яркая, остроумная, полемичная, напористая, она была обращена к широким массам практиков сельского хозяйства. Успех книги был скандален. К 1848 году вышло уже семнадцать ее изданий: четыре в Германии, четыре в Англии, два в

Америке, два во Франции и по одному в Дании, Голландии, Италии, Польше и России. Либих не льстил тем, кому он адресовал свой труд.

«Для ведения такого полеводства, которое основывается на простейшем знакомстве с фактами без стремления их понять и которое вследствие этого ведет к расхищению содержащихся в почве богатств, не требуется большого ума... Ведение же рационального хозяйства, которое позволяет с одного поля непрерывно и без его истощения снимать наивысшие урожаи, при одновременной максимальной экономии в средствах и рабочей силе, требует, как ни в каком другом производстве, большого круга знаний, наблюдений и опыта. Сельский хозяин... должен научиться понимать то, что его поле говорит ему о происходящих на нем явлениях. Он должен быть человеком в полном смысле этого слова, а не получеловеком, отдающим себе отчет в своих действиях не больше, чем кошка, которая с большой ловкостью и искусством ловит в аквариуме золотых рыбок».

Энергичным штурмом Либих вдребезги разбил бастионы гумусовой теории, и 1840 год считается датой ее падения. Химик убеждал агрономов, что хозяйствование традиционными методами непрестанно и неумолимо истощает почву. Сменой растений на полях можно только замедлить истощение, но не предотвратить его. Например, горох требует много извести, а брюква извлекает из почвы калий. Однако поле, отдыхающее от гороха, не обогатится известью, и даже длительный перерыв в разведении брюквы не вернет земле калия. Рано или поздно наступит полное истощение полей, губельные последствия которого неисчислимы. Питательные вещества, которые человек отбирает у земли, сбрасываются с отходами в канализацию и уже никогда не возвращаются полям. Либих не скупится на мрачные краски, когда живописует грядущий конец света и всеобщий голод. Гибель многих мировых цивилизаций — греческой, римской — он объясняет именно истощением почвы. Его яркие афоризмы звучат как судебные приговоры: «Рим выбрасывает в сточные трубы плодородие Сицилии».

В наши дни мысли Либиха кажутся удивительно современными. Вот что пишет, например, сегодня французский ученый Андре Вуазен: «...Париж и Монреаль сбрасывают в канализацию плодородие Нормандии и равнин Св. Лаврентия. Наша цивилизация, достигающая в Евро-

пе и на севере американского континента стадии гигантской концентрации в городах, встретила лицом к лицу с теми же проблемами, с которыми столкнулись прошлые, исчезнувшие цивилизации...»

Работу Либиха высоко оценил Маркс:

«Выяснение отрицательной стороны современного земледелия, с точки зрения естествознания, представляет собой одну из бессмертных заслуг Либиха».

Маркс использовал выводы Либиха в «Капитале»:

«Капиталистическое производство, постоянно увеличивая перевес городского населения, которое это производство скопляет в крупных центрах, накапливает тем самым, с одной стороны, историческую силу движения общества вперед, а с другой стороны, препятствует обмену веществ между человеком и землей, т. е. возвращению почве ее составных частей, использованных человеком в форме средств питания и одежды, т. е. нарушает вечное естественное условие постоянного плодородия почвы».

Либих решал проблемы земледелия чисто химическим путем. Сделав сотни анализов органической и зольной части различных растений, он определил, что они содержат десять основных элементов: углерод, кислород, водород, серу, железо, кальций, магний, азот, калий и фосфор. Первые три элемента берутся из воздуха и воды. Они составляют основную массу растения. Остальные составные части, минеральные, дает земля. Анализы почвы убедили химика, что она в избытке содержит все нужные элементы, кроме азота, калия и фосфора. Об азоте Либих вначале не беспокоился — он считал, что этот элемент усваивается растением через аммиак, содержащийся в воздухе. Что же касается калия и фосфора (а в некоторых случаях и кальция), то вывод напрашивается сам собой: необходимо постоянно возвращать почве эти элементы в том количестве, в котором растения их извлекают. Тезис о необходимости возврата пашне потерянных ею минеральных веществ химик защищает со страстной убежденностью. Пламенные призывы к производству и применению минеральных удобрений — главная заслуга Либиха.

Но — банальная истина — нет пророка в своем отечестве. Книга Либиха была не только не понята его соотечественниками — ее подняли на смех. Ее называли сумасшедшей, нелепой, вздорной, бесстыдной. Особенно забавной сельским хозяевам казалась мысль о том, что плодородие земли можно поднять с помощью каких-то по-

рошков. «Профессор Либих выпустил для крестьян совершенно бессмысленную книгу,— издевался один из его противников.— На ее страницах кишели и сменяли друг друга многочисленные химические термины, как, например, калий и селитра, сера и гипс, известь и нашатырный спирт, гидраты и гидрофосфаты и т. п. Можно было прямо-таки с ума сойти от этих терминов. Однако тот, кто был готов остаться без гроша в кармане, выполняя все советы, содержащиеся в книге, но кто в то же время желал сунуть нос в науку, тот приобретал себе эту книгу и сидел над ней до тех пор, пока постепенно его голова не шла кругом...»

Но Либих был не из тех, кого можно было заставить отступить, и он защищался (нет, почему защищался? Нападал!) с удвоенной энергией: «Теперешняя система возделывания земли есть настоящая система грабежа...»

«Грабителей» явно не устраивала эта терминология, но профессор химии продолжал поучать землевладельцев: «Если большие урожаи являются следствием хозяйства, от которого поле теряет мало-помалу условия своего плодородия, от которого оно беднеет и истощается, то такая система, хотя и делает богатым того, кто получает все больший и больший урожай, есть система иррациональная».

Свои суровые нотации Либих подкреплял примерами: «Действия земледелия, основанного на грабеже, нигде не были так очевидны, как в Америке, где первые колонисты в Канаде, в штате Нью-Йорк, в Пенсильвании, Виргинии, Мэриленде и т. д. находили пространства земли, доставлявшие вследствие одной вспашки и после того много лет подряд постоянные урожаи пшеницы и табака, причем земледельцу вовсе не нужно было думать о возвращении полям того, что он у них отнимал в составе хлеба и табачных листьев.

Все мы знаем, что стало с этими полями. Менее чем в течение двух поколений эти столь богатые нивы были превращены в пустыни и во многих районах они были приведены в такое состояние, что даже после оставления их под пар в течение целого столетия, они уже не давали более вознаграждающих урожаев зерновых».

И снова предостережения великого химика перекликаются с памятными словами Маркса:

«Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам

мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь, те последствия, на которые мы рассчитывали, но во вторую и третью очередь совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых... И так на каждом шагу факты напоминают нам о том, что мы отнюдь не властвуем над природой так, как завоеватель властвует над чужим народом, не властвуем над ней так, как кто-либо находящийся вне природы, что мы, наоборот, нашей плотью, кровью и мозгом принадлежим ей и находимся внутри ее, что все наше господство над ней состоит в том, что мы, в отличие от всех других существ, умеем познавать ее законы и правильно их применять».

Великая заслуга Либиха как раз и состоит в том, что он сумел понять законы природы и пытался правильно их применять. С присущей ему образностью он писал: «Природа говорит с нами на ее собственном языке, она всегда отвечает на вопросы, и эти вопросы — опыты».

Но не все понимали язык природы так же хорошо, как Либих. Конфликт Либиха с земледельцами превратился в затяжную и утомительную войну.

Невежественные сельские хозяева были не одиноки в своем сопротивлении Либиху. Против него выступили и ученые. Агрономы, ботаники, физиологи дружно протестовали против вторжения в их область чужака. Десятки профессоров со своих кафедр предавали анафеме новую реформуацию.

Злостный соперник Либиха Мульдер написал трехтомную монографию «Химия пашни», изданную в Берлине. Имя Либиха встречается в ней сотни раз. Все его положения цитируются, объявляются ложными и разбиваются в пух и прах: «Итак, практике учение Либиха не помогает нисколько. И тем не менее он выставляет его не только за неоспоримую истину, но и за путеводную нить для практики. По его мнению, все полеводство должно основываться на его теории. Совершенно очевидно, что практика решительно восстает против этого ложного учения... И я спрашиваю со всей серьезностью: какой прок для практики от всех этих анализов золы?»

Не случайно друг Либиха, известный химик Фридрих Мор, писал ему в эти трудные годы: «Во всей Германии только два человека воспринимают твою книгу с внутренней убежденностью и без всяких задних мыслей — это ты и я...»

Но не только косность землевладельцев, оппозиция ученых, колоссальная инерция и неподатливость закостенелого тысячелетнего опыта мешали успеху новой теории. Либих создавал ее, исходя из соображений общего характера, основанных на изучении состава растений и почвы. Он был химик, а не физиолог, с растениями почти не экспериментировал, свойства почвы знал плохо и потому допустил немало ошибок. В отличие, например, от Буссенго, который всегда рекомендовал «спросить мнение самого растения», Либих придавал значение только химическим анализам. Губительные результаты такой однобокости не замедлили сказаться. Соприкоснувшись с практикой, теория потерпела серию досадных провалов. Рекомендованные Либихом «идеальные» удобрительные смеси не давали иногда никакой прибавки к урожаю. Мало-помалу идеи реформатора были отвергнуты почти повсеместно. Химик переживал свои неудачи очень мучительно. Уже спустя четверть века он признавался:

«Больше всего истинного, длительного, никогда не смягчающегося горя принесло мне то обстоятельство, что я не был в состоянии осознать причину такого медленного действия моих удобрений. Везде в тысячах случаев я видел, что каждая составная часть их действует, а когда они вместе, как в моем удобрении, так они не действуют... После того, как я узнал причину, по которой не действовали мои удобрения, я стал человеком, начавшим жизнь снова».

Одна из ошибок Либиха заключалась в том, что он недооценивал вначале роль азотных удобрений. Он полагал, что аммиак и окислы азота, которые содержатся в воздухе, попадают в достаточном количестве с дождем в почву. Игнорируя убедительные опыты Буссенго, он с апломбом утверждал: «Все факты указывают на то, что даже при интенсивном ведении сельского хозяйства содержание азота в почве не уменьшается».

Либих признавал, что в отдельных случаях поля нуждаются в азотных удобрениях, но считал, что вносить их слишком накладно. И он был не совсем неправ. Природных запасов азотных удобрений в Европе нет, чилийская селитра казалась тогда экзотическим товаром, а предвидеть промышленный синтез аммиака, осуществленный лишь через восемь десятилетий, Либих не мог.

Практический результат этой теоретической ошибки был таков, что поля, получившие изрядную подкормку

калием и фосфором, не давали ощутимого прироста урожая только потому, что продолжали испытывать азотный голод. Питание же растений, как и питание человека, должно быть гармоничным... Либих не признавал вначале и благоприятного влияния клевера на плодородие поля. Он считал, что все растения могут у почвы только брать; способность клевера обогащать почву азотом была установлена позже.

Другой промах Либиха был еще серьезнее. Он считал, что удобрения нужно вводить в почву в нерастворимом или труднорастворимом виде. Ему казалось, что в противном случае внесенные соли вымоются первым же дождем. О мощной удерживающей способности почвы он тогда еще не догадывался. Между тем растения усваивают только растворимые соединения. Потому-то составленные Либихом удобрения лежали в земле мертвым грузом.

Англичане Лэвс и Гильберт провели столь неудачные опыты по применению удобрений, что идеи Либиха казались полностью опровергнутыми. Немецкому ученому даже не позволили опубликовать в английском журнале возражения на доклад Лэвса и Гильберта. Гисенский химик и сам провел полевые испытания своих патентованных удобрений. Начал он с опытов в саду фрау Йеттхен. После того как они не дали никакого эффекта, он купил у городских властей Гисена шестнадцать моргенов земли (около четырех гектаров), выбрав самое неплодородное песчаное поле. Этот участок и сейчас еще называется «Либиховская горка». Там в течение пяти лет он усердно применял свои удобрения. Они обошлись хозяину гораздо дороже, чем сам участок, но результаты оказались весьма тощие. Через год Либих честно признается: «Урожай свеклы, клевера и картофеля не хватит даже для пропитания одной коровы». Однако «на четвертый год поле вызывало удивление всех, кто знал его первоначальное состояние».

Ошибки полководца не позволили взять крепость консерватизма разовым штурмом. Пришлось перейти к планомерной осаде, овладевая редутом за редутом. Сотни исследователей углубились в эксперименты, пытаясь поддержать или — чаще — опровергнуть Либиха. Возникла широкая сеть агрохимических станций, само название которых показывало, что Либих одержал принципиальную победу: химия проникла-таки в сельское хозяйство! Ботаники, химики, физиологи, полеводы проверяли теорию

Либиха, дополняли ее, поправляли. Исправлял свои промахи и сам реформатор. И результаты не замедлили сказаться. Уже в 1842 году немецкие исследователи Вигман и Польсторф дали первое строгое экспериментальное подтверждение теории минерального питания. Они проращивали семена салата в обрезках платиновой проволоки или промытом кислотой песке, помещенных в дистиллированную воду, и обнаружили, что ростки содержат ровно столько же золы, сколько исходные семена. Дальнейший рост салата в такой среде прекращался. Если же к песку добавлялись элементы золы и соединения азота, растение давало обильный прирост.

В 1846 году Сальм-Горстмар получил нормальные растения овса в среде, начисто лишенной органического вещества (прокаленный песок с добавками солей калия, фосфора и азотной кислоты). Он показал также, что одна зола или одни азотистые соединения не позволяют вырастить нормальные растения. Он многократно повторял эти опыты, совершенствуя методику, применяя вместо песка толченый горный хрусталь, вместо стекла — сосуды из олова, покрытые белым воском.

В последующие годы метод выращивания растений в дистиллированной воде с добавкой различных питательных солей получил широкое развитие. В 1859 году Кноп разработал полную питательную смесь для нормальных культур в том виде, в каком ею пользуются до сих пор. Так было доказано, что растения не нуждаются для своего развития ни в каком гумусе.

Научное подтверждение правоты Либиха не уменьшило хулы в его адрес. В многоголосом хоре критиков создателя агрохимии отчетливо начал слышаться новый мотив: все, что в учении Либиха верно, то уже давно известно и украдено им у Соссюра, Шпренгеля и Буссенго; а все, что им внесено нового, то неверно. Но эти крикуны, мягко говоря, лгали. Либих не занимался плагиатом. Его книга содержит более двухсот ссылок на сотню авторов. На одного только Соссюра он ссылается двадцать четыре раза. Действительно, многое, чуть ли не главное из того, что проповедовал великий химик, так или иначе было известно, но никто еще не сумел объединить все эти разрозненные факты в единое цельное учение и никто еще не пропагандировал его с такой страстной верой и яркой убедительностью. Недаром до Либиха даже такие звезды первой величины, как Дэви, Гей-Люссак,

Берцелиус, Митчерлих, Мульдер, Буссенго, Соссюр, придерживались гумусовой теории. Что же тогда говорить о десятках миллионов пахарей?

Образный ответ всем этим критикам дал Либих в «Аналах»: «В моей «Сельскохозяйственной химии» я просто попытался внести свет в темную комнату. В ней уже стояла вся мебель, все изделия, необходимые для удовольствия и удобства. Но все эти вещи были видны неясно и неотчетливо обществу, которое пользовалось комнатой для своей пользы и выгоды. Один на ощупь натыкался на стул, другой — на стол, третий — на кровать, и каждый устраивался там, как мог. Но гармония обстановки и ее взаимосвязь была для большинства глаз скрыта. После того, как на каждый предмет упал, хоть и слабый, свет, многие закричали, что свет в комнате не изменил ничего существенного, что один уже знал раньше и пользовался тем, другой — этим и что все вместе они уже ощущали и чувствовали все, что было в комнате. Однако химию, этот светоч знания, уже нельзя без ущерба удалить из этого помещения. Моя цель оказалась полностью достигнутой».

Но цель оказалась достигнутой далеко не сразу. Сломить до конца лед недоверия было очень нелегко, и непонятый пророк снова и снова жалуется на всеобщую враждебность: «В старании принести пользу сельскому хозяйству и физиологии я качу камень Сизифа, а он вновь падает мне на голову». В письме своему ученику и единомышленнику московскому агрохимику Ильенкову он советует ни при каких обстоятельствах не опускать руки: «И у нас в Баварии успехи в области сельского хозяйства продвигаются до отчаяния медленно, поскольку эту тяжелую и ленивую массу нелегко привести в движение, но... нам нельзя терять терпение, ибо мы должны выполнить свой долг».

Либих свой долг выполнил. Весь свой авторитет ученого, талант популяризатора, темперамент полемиста, принципиальность мыслителя, энергию борца он без остатка отдал битве за плодородие, и она была выиграна. К концу шестидесятых годов новое учение получило повсеместное признание. Три десятилетия борьбы завершились полным триумфом. Производство удобрений развернулось в широких масштабах, и организовать его помог все тот же Либих. С особой настойчивостью он пропагандировал фосфорные туки, потому что в зерновом хозяйстве

земля раньше всего обедняется фосфатами. Он обратил внимание на кости как на источник фосфора, и скоро тысячи тонн костей стали перерабатываться на удобрения. Фосфор в костях находится в плохо растворимых соединениях, и Либих предложил обрабатывать их серной кислотой, чтобы получать фосфаты в растворимой форме, которая хорошо усваивается растениями. С 1843 года этим же способом стали разлагать фосфориты. Так появилось самое известное удобрение — суперфосфат. В 1857 году началась и добыча калийных солей в Стасфурте (Саксония).

После Либиха промышленность минеральных удобрений уже не нуждалась в пропаганде и защите. Она уверенно и быстро набирала силу. В 1861 году была построена первая фабрика по переработке калийных солей в Стасфурте. В 1861 году действовало всего две шахты по добыче калия, в 1913 году их стало сто пятьдесят две. Перед первой мировой войной девяносто девять процентов всего калия добывалось в Германии. Практически всю мировую добычу и переработку этих ценных солей прибрал к своим рукам могучий Германский калийный синдикат, созданный в 1888 году.

К концу века стал остро ощущаться недостаток азотных удобрений: ведь их единственным источником (не считая отходов очистки коксового газа) была чилийская селитра, которая образовалась, как полагают, при гниении миллионов тонн помета, скопившегося за многие тысячелетия на местах птичьих базаров.

В течение полувека Чили снабжала поля всего мира азотом, однако к концу прошлого столетия стало ясно, что чилийские запасы не безграничны. В 1898 году английский химик и физик Крукс (ученый из школы Либиха) произнес свою знаменитую речь о проблеме связывания атмосферного азота в соединения. Будущее мира было обрисовано в самых безнадежных тонах. «Фиксация атмосферного азота,— сказал в заключение Крукс,— одна из величайших задач, разрешение которой ожидает внимания химиков и практически является залогом благосостояния в будущем всех цивилизованных рас человечества».

Во многих странах развернулись исследования. Задача выглядела почти неразрешимой: ведь инертность азота и его нежелание вступать в соединения с другими элементами были давно известны. Однако после многолетних

усилий Фрицу Габеру (химику из школы Либиха, впоследствии нобелевскому лауреату) удалось осуществить долгожданный синтез аммиака — базового вещества, из которого легко получить любое другое соединение азота. Первый мощный завод синтетического аммиака был построен инженером Карлом Бошем в 1916 году (это достижение также было отмечено Нобелевской премией).

В наше время промышленность минеральных удобрений — самая мощная отрасль химической индустрии. Она быстрее других развивается, больше производит продукции, в нее вкладывается больше всего средств и она дает максимальную отдачу. Удивляться этому не приходится: ведь каждая тонна, например, фосфорных туков — это семьдесят тонн сахарной свеклы, восемьдесят тонн картофеля, двадцать пять тонн пшеницы. Вести сельское хозяйство без минеральных удобрений теперь совершенно невысказано. Недаром Ленин писал, что «данные о расходах на удобрение и о стоимости орудий и машин служат самым точным статистическим выражением степени интенсификации земледелия». Посмотрим же, что говорит о минеральных удобрениях статистика.

В 1913 году мировое производство минеральных удобрений составило 17,1 тысячи тонн (в расчете на питательные вещества), в 1940-м — 746 тысяч, а в 1970 году оно превзошло 13 миллионов тонн! Одновременно в этой быстро прогрессирующей отрасли происходят глубокие качественные изменения: снижается доля балласта в удобрениях, улучшаются их физические свойства, возрастают мощности заводов. Теперь одно крупное современное предприятие производит столько же удобрений, сколько вся мировая промышленность в 1940 году. На земном шаре сейчас действует свыше тысячи азототуковых заводов. Построены крупные заводы-автоматы мощностью свыше трехсот тысяч тонн в год, которыми управляет один человек! Продукция такого завода обеспечивает прирост урожая в размере шести миллионов тонн (в пересчете на зерно).

Первостепенное внимание уделяется промышленности минеральных удобрений и в нашей стране. В царской России туки не получались вовсе, и молодому Советскому государству пришлось в срочном порядке создавать эту важнейшую отрасль химической индустрии. Уже в 1925 году были открыты хибинские апатиты — лучшее в мире фосфорное сырье. Тогда же были обнаружены и крупней-

шие на нашей планете запасы калийных солей в Приуралье. Азотнотуковые заводы начали строиться в первой же пятилетке. Темпы роста производства удобрений оставались неизменно высокими и в последующие годы: только с 1950 по 1970 год их выпуск возрос в десять раз! В 1977 году в СССР было получено 96,7 миллиона тонн минеральных удобрений. Их ассортимент составляет срок видов названий. По объему производства туков наша страна прочно занимает первое место в мире. Решением июльского (1978 года) Пленума ЦК КПСС поставки минеральных удобрений сельскому хозяйству еще более возрастут и в следующее пятилетие будут доведены до 135—140 миллионов тонн в год.

Ведущему положению советской туковой промышленности соответствует и высокий уровень агрохимической науки. Первые систематические агрохимические исследования в России проводили еще в шестидесятые годы прошлого века ученик Либиха Ильенков, Менделеев и Тимирязев, но русские земледельцы практически не имели возможности извлечь пользу из учения великого реформатора.

В первые же годы Советской власти положение начало круто меняться. Под руководством выдающегося агрохимика, ученика Тимирязева, академика Д. Н. Прянишникова наука о питании растений получила широкое развитие. В 1926 году был организован Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгисидам, в 1931-м — Всесоюзный институт удобрений и агропочвоведения. В нашей стране создана развитая сеть агрохимических лабораторий, в которых занято теперь двенадцать тысяч специалистов. Перед ними открыто огромное поле деятельности, потому что, как удачно заметил Прянишников, «избытком удобрений нельзя заменить недостатка знаний». Мы знаем теперь о почве, растениях и удобрениях значительно больше Либиха, но из этого вовсе не следует, что в агрономии не осталось нерешенных проблем.

Ежегодно в нашей стране выносятся с урожаем из почвы примерно одиннадцать миллионов тонн азота, четыре миллиона тонн фосфора, одиннадцать миллионов тонн калия. Мы обязаны возмещать эти потери — этого требует «закон возврата», сформулированный Либихом. Более того, оказывается, чтобы поддерживать баланс питательных веществ в почве в состоянии равновесия, мы

должны вносить их больше, чем отбираем с урожаем. Этого Либих не знал. Беда в том, что фосфор, например, в значительной части связывается почвой в нерастворимые соединения. Из внесенного в нее суперфосфата растения усваивают за год всего двадцать процентов фосфора, а за десять лет — тридцать пять процентов. Калий же легко вымывается дождями, а иногда необратимо удерживается почвой в недоступном для растений виде. Только азота нужно возвращать полю меньше, чем было его взято: тут на помощь человеку приходит природа. Как мы помним, Либих вначале полагал, что с дождями в пашню поступает вполне достаточное для земледельца количество аммиака. Теперь установлено, что с осадками вносится в почву только от трех до пяти процентов нужного количества азота. Еще столько же азота дают полю бактерии. Остальное должен возмещать человек.

Академик Д. Н. Прянишников писал: «Усвояемый азот почвы, если не принимать особых мер, увеличивающих его содержание, в настоящее время является на земле главным ограничивающим фактором жизни». И действительно, возрастание массы живого вещества на нашей планете зависит главным образом от количества связанного азота.

До сих пор, несмотря на успехи, достигнутые промышленностью минеральных удобрений, человечество сводит биологический баланс земледелия с дефицитом: из почвы оно отбирает больше питательных веществ, чем возвращает в нее. Цель, поставленная Либихом, все еще не достигнута.

Одним из примеров грандиозных народнохозяйственных задач, решение которых становится возможным только благодаря расцвету туковой промышленности, является развитие сельского хозяйства нечерноземной зоны РСФСР. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР по этому вопросу было принято в марте 1974 года. Высокопродуктивное сельское хозяйство будет создано практически заново на площади, равной примерно территории Франции. Программа всестороннего развития этого огромного района рассчитана до 1990 года, но уже к 1980 году поля Нечерноземья должны дать одну шестую часть всей сельскохозяйственной продукции нашей страны.

Нечерноземные почвы бедны. Они содержат мало перегноя, фосфора, калия. Половина всех угодий имеет повышенную кислотность. Поэтому без известкования и обиль-

ного насыщения почв удобрениями нельзя поднять их урожайность. В 1980 году землям края будет выделен 31 миллион тонн удобрений — больше, чем в 1974 году получила вся Российская Федерация.

Больше ста лет назад Либих со смелостью фантаста нарисовал идеальную картину будущего земледелия: «Придет время, когда каждое поле сообразно с растением, какое на нем имеют в виду разводить, будет удобряться свойственным ему удобрением, приготовленным на химических заводах; такое удобрение будет состоять только из тех веществ, которые нужны для питания растений, точно так, как теперь вылечивают лихорадку несколькими гранами хинина, тогда как прежде больного заставляли глотать унциями хинную кору».

Научное предвидение великого химика сбывается. Промышленный и экономический прогресс, благосостояние народов, само существование человечества теперь немислимы без широчайшего производства удобрений.

ШКОЛА

Научные исследования Либиха, его экспериментальные работы, его изобретения, статьи, речи сыграли в развитии химии и технологии исключительную роль, но — и это не парадокс — не в них заключается основная заслуга Либиха. Ни разгадка тайн гремучей ртути, ни закладка основ органической химии, ни решительное ниспровержение устаревших взглядов Берцелиуса, ни даже переворот в сельском хозяйстве, вызванный применением минеральных удобрений, ни все это вместе взятое не дало такого толчка развитию химии, как его деятельность педагога.

Теперь обучение химии во всех высших учебных заведениях мира проводят по системе Либиха, и мы считаем само собой разумеющимся, что студент постигает премудрости аналитической, органической, физической и прочих химий непосредственно в лаборатории, синтезируя, разлагая и исследуя вещества своими собственными руками. Но в те времена, когда двадцатилетний профессор Либих готовился читать свой курс в Гисенском университете, все обстояло иначе. Химию тогда преподавали так же, как философию, и она была так же неосвязаема и туманна. Ее вливали студенту только через уши, он не мог почувствовать ее живое дыхание, потрогать руками все эти со-

ли, жидкости и порошки, увидеть своими глазами их удивительные превращения.

Первую свою лекцию Либих прочитал 7 ноября 1824 года. На нее пришли двенадцать студентов. Тогда еще трудно было предположить, что скоро ученики юного профессора возглавят химические кафедры в университетах всей Европы и Америки. Либих читал лекции совсем не так, как большинство предшественников. Свои объяснения он сопровождал опытами, и химия сразу ожила, как спящая красавица от поцелуя принца. Один из его слушателей вспоминал впоследствии о впечатлении, которое производили его лекции: «Весь он был разум, который излучался через все его существо, как светили его химические соединения через сосуды. Подробности его рассказа о химическом разложении и присоединении были ясны, выразительны и излагались без всякой неточности в терминах. Иногда детали, приведенные им в обзоре некоторых исследований и теорий, особенно его собственных, воодушевляли его. Его большие глаза расширялись, а лицо сияло... Его записки состояли из нескольких формул, выписанных на двух-трех кусочках бумаги, и все же его лекции были такие систематические, как если бы он разрабатывал их тщательно и с очень большой заботой».

Лучшие химики Европы — Гей-Люссак, Дюлонг, Берцелиус — уже применяли демонстрационные опыты при чтении лекций. Но молодой реформатор пошел гораздо дальше. С огромным трудом он добился, чтобы ему отдали пустующую комнату в бывшей казарме. На свое тощее жалованье профессор переоборудовал ее в лабораторию и пригласил работать в ней студентов. Так было положено начало перевороту в химическом образовании.

Очень быстро гисенская лаборатория приобрела европейскую известность. Многих молодых людей соблазняла возможность поработать бок о бок с выдающимся экспериментатором, и со всех концов света в Гисен потянулись вереницы химических паломников. Лукавый Велер из своего Геттингена добродушно подшучивал над другом: «Разве я виноват, что ты так знаменит, что люди со всех частей света — из России, Норвегии, Англии, Ирландии и Китая снимаются с места и идут, чтобы на тебя посмотреть? Русский посетил меня только потому, что Геттинген находится по пути из Китая и России в Гисен. Правда ли, что органическим анализом у тебя теперь занимается один молодой гренландец?»

Велер не так уж и сильно преувеличивал. Действительно, в маленький немецкий городок стекались ученики из множества стран. Еще недавно Либих уезжал учиться химии на чужбину к Гей-Люссаку, теперь же сам Гей-Люссак прислал к Либиху на выучку своего сына. «То было время,— писал позднее Бутлеров,— когда благодаря трудам знаменитого Юстуса Либиха процветала гисенская химическая школа, снискавшая всемирную известность и широко распространившая и за пределы Германии свое благотворное научное влияние. Слава этой школы со всех сторон влекла в нее учеников разных национальностей; сделавшись мастерами под руководством знаменитого мастера, ученики эти в свою очередь делались центрами, около которых группировались молодые научные силы. Бывшие гисенцы всюду разносили с собой характеризовавший школу дух строгого научного исследования, бескорыстной преданности знанию и безграничной любви к истине».

Двери гисенской лаборатории были открыты для всех. Обладания дипломом или иными формальными свидетельствами не требовалось. Достаточно было заручиться рекомендацией какого-нибудь известного химика или самому зарекомендовать себя упорным трудом, чтобы стать членом дружной семьи гисенцев. Поработав год-другой, ученик возвращался домой и, навсегда зараженный страстью своего учителя и его «безграничной преданностью знанию», организовывал свою лабораторию по образцу либиховской. Строгое определение такому методу обучения найти трудно. Это было, пожалуй, нечто среднее между стажировкой и аспирантурой.

Либих как учитель вовсе не был похож на аристотелевского сапожника, который снабжал своих учеников запасом готовых сапог, вместо того чтобы научить их тачать самим.

«Я давал темы и наблюдал за их исполнением,— вспоминал Либих.— Все, таким образом, подобно радиусам круга, сходились в одном центре. Никакого руководства, в узком смысле слова, не было. Каждое утро я принимал от каждого в отдельности отчет о том, что сделано им накануне, равно как и о его взглядах на интересующий в данный момент вопрос, о его намерениях. Я соглашался с ним или возражал. Каждый вынужден был искать собственную дорогу. Благодаря совместной жизни, постоянному общению и взаимному участию в работе друг друга, каждый мог учиться у всех и все у каждого... Мы работа-

ли с самого утра и до поздней ночи; развлечений и удовольствий в Гисене не было».

Либих охотно публиковал работы своих учеников, помогая им завоевать известность.

«Ничто так не поощряет молодых людей, как возможность увидеть свое имя в печати. У французов совсем обратная система. Все, что совершается в лаборатории в Париже или в провинции, прогуливается по свету под именем профессора. Это обескураживает молодых людей, не говоря уже о том, что профессору часто приходится отвечать за чужие глупости... Люди, у меня работающие, печатаются под своим именем, даже если я им помогал».

Карл Фогт, уроженец Гисена, ученик Либиха, впоследствии знаменитый естествоиспытатель, геолог, палеонтолог, зоолог и физиолог, революционер и друг Герцена (он был приговорен к смерти в 1848 году и бежал в Швейцарию), свидетельствует, что в гисенской лаборатории все приходилось делать своими руками: собирать приборы, выдувать стеклянную посуду, ковать платиновые тигли. Либих и сам был умелым стеклодувом. Кто из химиков не применяет в своей ежедневной работе холодильник Либиха, колбы Вюрца и Эрленмейера, воронку Бюхнера? Все эти лабораторные аппараты изобретены гисенцами.

Рабочий день в Гисене начинался в шесть утра и продолжался до позднего вечера. Американский ученик Либиха Хорсфорд вспоминал, что при первом же посещении лаборатории он сразу почувствовал, что главное в ней — «работать и думать». По воскресеньям Либих часто приглашал своих учеников к себе домой на обед, где в дружеской обстановке обсуждал с ними ход их работы. Приглашения принимались охотно: хозяин и его семья были очень гостеприимны. Якоб Фольгард, один из известнейших воспитанников гисенской школы, в старости шутливо писал об этих обедах, что в его памяти смутно сохранился облик и слова самого Либиха, зато он прекрасно помнит необыкновенную красоту его дочерей, особенно Агнес.

Лаборатория и ученики отнимали у Либиха много сил, но он продолжал засеивать пустующее химическое поле с той же страстью, какую он вкладывал в каждое свое дело. В конечном счете урожай превзошел все ожидания. Неумолимый педагог воспитал целую когорту крупнейших исследователей. Его школа завяла ведущие позиции в мировой химии и еще долгие годы определяла ее развитие.

Несмотря на блестящий успех педагогического экспе-

римента гисенского профессора, его система химического образования прививалась в немецких университетах медленно. Но Либих — мы уже знаем это — был не из тех, кто ждет, что все образуется само собой. Хотя никакие личные интересы не толкали его к борьбе, он не смог удержаться от яростной атаки против старой системы образования. В своих на шумевших статьях о преподавании химии в Австрии и Пруссии он ярко обрисовал жалкое состояние преподавания этой важнейшей науки.

Статьи произвели впечатление взрыва гремучей ртути. Спустя много лет Либих вспоминал: «В глазах тогдашних референтов по вопросам образования в Берлине я совершил государственное преступление. В наказание многие годы ни один из моих учеников не получал места в прусских университетах. В Австрии моя статья возымела противоположное действие: в течение многих лет едва ли там получал кафедру кандидат, который не учился бы в Гисене или не заканчивал бы там свое образование».

Только десять лет спустя после выступления Либиха в Берлине начали неохотно признавать его правоту, и его ученики стали приглашаться в прусские высшие учебные заведения. А с приходом в Берлин на место Митчерлиха Августа Гофмана положение и вовсе изменилось. Под влиянием этого энергичного и авторитетнейшего ученого система химического образования в Пруссии была решительно перестроена по либиховскому образцу. Примеру Германии последовали и другие страны.

Трудно сказать, сколько человек прошло выучку в гисенской лаборатории — вероятно, около трехсот. Не все они избрали путь чистой химии. Многие стали аптекарями, врачами, инженерами, фабрикантами. Они активно содействовали развитию химической, фармацевтической и пищевой промышленности, виноделия, металлургии, крахмального дела.

Но, конечно, главная заслуга великого педагога — воспитание целой армии ученых. Перечисление одних только полководцев этой армии займет немало места: Ш. Жерар, Ш. А. Вюрц, Ж. Т. Пелуз, А. Гофман, А. Кекуле, Э. Эрленмейер, Э. Франклэнд, Л. Плэйфер, А. Уильямсон, В. А. Реньо, Дж. Муспрат, К. Фрезениус, Г. Вилль, Г. Копп, Я. Фольгард, А. Штреккер, И. Шерер, М. Петтенкофер, Г. Фелинг, Дж. Гладстон, К. Мейер, О. Джибс, И. Кноп, Л. Бабо, М. Траубе, К. Шмидт, Г. Буфф и многие, многие другие. О некоторых учениках Либиха мы

уже упоминали, о других следует сказать несколько слов.

Прежде всего, нельзя их представлять «учениками» — некими подмастерьями, до конца жизни составляющими микстуры по рецептам великого маэстро. Лучшие из них были крупнейшими учеными, не уступающими славой учителю и идущими каждый своим путем. Если бы это было не так, они бы не оставили потомству своих имен, а Либих не заслужил бы славу великого педагога. Он научил их стремлению к истине, а дальше они искали ее сами. Он научил их отстаивать свои убеждения невзирая ни на какие авторитеты, и потому они боролись за них иногда даже против того, в чьей лаборатории научились мастерству химика. Да и сам учитель, как мы видели на примере его отношений с Жераром, вовсе не был благостным старцем, с умилением взирающим на деяния своих апостолов. Он первым посылал огненные перуны в тех, кто, по его мнению, сворачивал на ложный путь.

Однако конфликты Либиха с учениками были скорее исключением, чем правилом. Чаще всего бывшие гисенцы сохраняли привязанность и любовь к своему учителю, создавали в подражание ему крупные лаборатории и пропагандировали его идеи. Например, химическое образование в США почти целиком обязано своим развитием ученикам Либиха И. Хорсфорду, Д. Смиту, Ч. Уетерхиллю, Д. Портеру, С. Джонсону, О. Джиббсу — профессорам университетов и колледжей в различных штатах. Особого упоминания заслуживают основатель и президент Национальной академии наук США, почетный член Немецкого и Английского химических обществ О. В. Джиббс и президент Американского химического общества, крупный агрохимик С. В. Джонсон.

Из английских учеников Либиха (кроме уже упоминавшихся) наиболее известен был Лайон Плэйфер — профессор и почетный профессор многих учебных заведений, друг Дальтона, сотрудник Джоуля и Бунзена. Плэйфер перевел на английский язык несколько книг своего учителя и был убежденным сторонником его агрохимических идей. Он воспитал ряд учеников, среди них Дьюара и Кольбе. Другой гисенец, Джеймс Муспрат, основал химический колледж в Ливерпуле. У воспитанника Либиха Александра Уильямсона прошли школу первые японские химики.

Большинство учеников Либиха, разумеется, составля-

ют его соотечественники. Среди них — химики всех направлений. Аналитики, например, представлены блестящими именами Фрезениуса, Фольгарда и Вилля. Карл Ремигий Фрезениус, ассистент Либиха, стал потом профессором в Висбадене, где организовал замечательную лабораторию. Он — один из творцов классической аналитической химии, автор многократно издававшихся на разных языках учебников по качественному и количественному анализу, основатель «Журнала аналитической химии», выходящего и поныне. Якоб Фольгард, ассистент Либиха в Мюнхене, впоследствии профессор в Эрлангене и Галле, разработал метод объемного титрования, широко используемый теперь во всех лабораториях мира. Фольгард оказался самым благодарным учеником Либиха: он написал фундаментальную двухтомную биографию своего учителя, материалами которой мы не раз пользовались при написании этой книги. Фольгард воспитал великолепную школу химиков, из которой вышло несколько нобелевских лауреатов. С 1878 года он издавал «Либиховские анналы».

Генрих Вилль, автор классического учебника по качественному анализу, родился, учился и всю жизнь преподавал в Гисене. После отъезда Либиха в Мюнхен он вместе с Германом Коппом стал преемником своего великого учителя в лаборатории. Копп начал университетское образование в Гейдельберге, закончил его в Марбурге, но потом отправился доучиваться химии в Гисен, где и задержался на двадцать пять лет. Один из любимейших учеников Либиха, он обладал энциклопедическими познаниями во всех отраслях естествознания: химии, кристаллографии, географии, метеорологии.

Коппа привлекала главным образом литературно-критическая работа. После смерти Берцелиуса он издавал вместе с Либихом «Годовые обзоры» и он же сменил Либиха на посту редактора «Анналов». Больше всего Копп прославился своей капитальной «Историей химии». Первый том этого классического четырехтомного труда появился, когда Коппу было всего двадцать шесть лет. Впоследствии он издал еще несколько работ по истории химии. Коппа можно считать и одним из основателей физической химии.

Пожалуй, самой крупной фигурой в незаурядной семье гисенцев был Август Вильгельм Гофман, первый асси-

стент Либиха. Гофман и родился в Гисене. В 1836 году он поступил в университет изучать право, но скоро его привлекла магнетическая личность Либиха. Они даже породнились (их жены были из одной семьи), и Либих часто подшучивал над пристрастием, которое якобы питал Гофман к своей роскошной бороде.

Как-то раз ученик Либиха Зелль, построивший завод по переработке каменного угля, прислал в Гисен образец каменноугольной смолы для исследования. За эту работу взялся Гофман и обнаружил в смоле анилин. Исследование этого соединения и его производных стало стержнем его научных интересов в течение всей жизни.

В то время самая развитая индустриальная держава мира — Великобритания — испытывала острую нужду в химиках. Блестящая эпоха Дальтона, Дэви и молодого Фарадея кончилась, и англичанам приходилось учиться химии в Германии и в первую очередь, конечно, в Гисене. Гора долго ходила к Магомету, но в конце концов британцы разумно решили, что будет лучше, если Магомет пойдет к горе: чем англичанам паломничать в Гисен, лучше пригласить гисенца в Англию. Лондонцы основали химический колледж и попросили Либиха (репутация которого в Англии вообще была необычайно высока) рекомендовать им профессора. Выбор метра пал на Гофмана.

В 1845 году Гофман приехал в Лондон. Он получил приглашение на два года, но его пребывание на чужой земле затянулось на двадцать лет. У англичан были все основания удерживать гостя. Он возродил британскую химическую школу, дал мощный толчок промышленности, воспитал десятки крупных учеников, среди которых были создатель бездымного пороха Абель, знаменитый химик и физик Вильям Крукс, открывший таллий, основатель химического концерна «Агфа», талантливый исследователь К. Мартиус. Из школы Гофмана вышло впоследствии немало нобелевских лауреатов. Серией блестящих работ по исследованию анилина и его производных он создал первую в мире отрасль промышленности органического синтеза — производство красителей. С тех пор все органические красители, даже если они и не имеют никакого отношения к анилину, часто называют анилиновыми. Эти исследования Гофмана имели важное значение и для теории химии, подтверждая правильность атомно-молекулярной теории Жерара.

В 1865 году ностальгия заставила Гофмана расстаться со своим блестящим положением в Англии и вернуться на родину, где он получает в Берлинском университете кафедру и огромную лабораторию, построенную по его указаниям. С переездом Гофмана в Берлин химическая гегемония в промышленности перемещается от Англии к Германии. Один за другим начинают выпускаться превосходные анилиновые красители — анилиновый голубой, гофмановский фиолетовый. Ученик и друг Гофмана Мартиус закладывает огромное предприятие для получения анилина (собственно говоря, сокращение АГФА и означает «Акционерное общество для производства анилина»). В эти же годы и с этими же задачами организуется и знаменитая BASF («Баденская анилиновая и содовая фабрика»), процветающая и поныне.

Для синтеза красителей требовалось организовать производство серной и азотной кислоты, соды, бензола, хлора, антрацена, нафталина, и решением этих задач усердно занялась армия исследователей, инженеров и фабрикантов. Почти все они были воспитанниками Либиха, Гофмана или их учеников. Успехи в получении красителей привели к появлению других отраслей органического синтеза — производству душистых веществ, лекарственных препаратов и химических реактивов. Германия быстро стала ведущей химической державой мира.

В 1867 году Гофман основал Немецкое химическое общество, которое быстро приобрело значительное влияние. Оно располагает сейчас значительными фондами и мощным издательским аппаратом. Под его эгидой издаются всемирно известные справочники (например, новые выпуски Гмелина, Бейльштейна и Поггендорфа), реферативные и научные журналы.

Гофман был замечательным лектором, прекрасным оратором, желанным гостем на международных конгрессах, на которых произносил увлекательные речи на четырех языках. Он опубликовал интересные работы по истории химии и написал пронизанные теплым чувством биографии многих великих химиков — Либиха, Велера, Дюма, Вюрца. С каждым из них его связывали тесные дружеские узы. Он с любовью подготовил к печати и опубликовал два тома переписки Либиха с Велером, которую мы так часто цитируем в этой книге. Гофман высоко ценил работы русских ученых, многих из которых он знал.

Ученый сохранял активную работоспособность до по-

следнего часа своей жизни. 5 мая 1892 года семидесяти-четырёхлетний профессор прочитал свою утреннюю лекцию, затем участвовал в заседании ученого совета и, наконец, принял два выпускных экзамена. Только в девять часов вечера он вернулся домой и внезапно почувствовал слабость. Спокойно и трогательно он попрощался с близкими и умер прежде, чем подоспел срочно вызванный врач. На письменном столе была найдена подготовленная к печати рукопись его последней статьи.

Многие ученики Либиха заслуживают отдельной книги (и такие книги написаны: в нашей стране изданы, в частности, научные биографии Кекуле, Жерара, Вюрца, Коппа), но мы вынуждены с ними расстаться. Необходимо только бросить взгляд на русскую ветвь либиховской школы — одну из самых плодоносных. Связи великого химика с нашей страной всегда были особо тесными. Уже двадцати семи лет он был избран членом-корреспондентом российской академии наук. Россия была и первым государством, попытавшимся переманить ученого из Гисена к себе. К сожалению, Либих не перебрался в Петербург, но приглашение это, сделанное в 1837 году, не осталось без практических последствий: чтобы удержать Либиха в Гисене, ему срочно предложили более выгодные условия, расширили лабораторию (чего он давно добивался) и увеличили ее бюджет.

За важные услуги земледелию в России творец «Сельскохозяйственной химии» четырежды награждался русскими орденами (всего он имел двадцать восемь орденов из тринадцати стран). Труды Либиха усердно переводились на русский язык. Его «Анналы» содействовали широкой пропаганде достижений русской науки. В них опубликованы многие статьи Воскресенского, Зинина, Шишкова, Бородина, Бутлерова, Менделеева, Меншуткина. Это имело большое значение для наших ученых, потому что русских химических журналов до шестидесятых годов прошлого столетия еще практически не существовало. Кроме того, публикация на русском языке, даже по важному вопросу, рисковала остаться незамеченной европейскими химиками. Поэтому русские исследователи более других нуждались в международной трибуне, каковой являлись «Анналы», и охотно пользовались ею. Достаточно сказать, что наиболее выдающиеся работы Зинина были напечатаны на русском языке только в 1943 году.

Велика роль Либиха и в становлении русской химической школы. Поэтому после кончины великого педагога русские химики дружно участвовали в сборе средств на его памятник. Его портретами были украшены кабинеты Менделеева, Бутлерова, Зинина.

Одним из первых русских гостей в Гисене был Александр Абрамович Воскресенский. В это время (1837 год) в Гисенском университете нередко вспыхивали студенческие волнения, и царское правительство без одобрения смотрело на пребывание русских в очаге крамолы. Воскресенскому было предложено покинуть Гисен, и Либиху пришлось хлопотать за любимого ученика в Петербурге.

Вмешательство именитого профессора помогло, и Воскресенский смог закончить свои блестящие исследования хинной кислоты. Публикуя его в «Анналах», Либих предварил статью следующей рекомендацией: «Г-н Воскресенский, выдающийся своим талантом и трудолюбием молодой химик, выполнил описанную экспериментальную работу в гисенской лаборатории, так что я постоянно мог наблюдать его точность и аккуратность».

Вернувшись в Петербург, Воскресенский занял профессорскую кафедру и быстро прославился как великолепный педагог. Он воспитал плеяду блестящих химиков: Менделеева, Соколова, Меншуткина, Алексеева, Ильенкова. Недаром Менделеев, который избрал стезю химии благодаря Воскресенскому, многократно вспоминал «обаятельность безыскусственной простоты изложения» своего учителя и с теплотой назвал его «дедушкой русской химии». А Либих и много лет спустя отзывался о Воскресенском с большим уважением. Менделеев «сам лично слышал от Либиха (в 1860 году) в Мюнхене отзыв о том, что среди всей массы его учеников он считал Воскресенского наиболее талантливым, которому все трудное давалось с легкостью, кто на сомнительном распутии сразу выбирал лучший путь, которого любили и верно ценили окружающие».

Некоторых своих воспитанников Воскресенский направлял «по знакомству» для завершения образования в Гисен. К ним, например, принадлежал Павел Антонович Ильенков, который работал у Либиха больше двух лет. Вернувшись в Россию, Ильенков организовал химическую лабораторию при Петровской земледельческой и лесной академии (ныне Тимирязевской) и много лет трудился

над повышением урожайности русских полей. Между ним и Либихом поддерживалась оживленная переписка. Ильенков перевел ряд сочинений Либиха на русский язык. Либих называл его своим другом.

Другой протеже Воскресенского, Николай Николаевич Соколов, изучал в Гисене свиную желчь и продукты ее разложения азотной кислотой. Эти работы стали важной составной частью будущей книги Либиха — «Животной химии». В 1852 году Соколов работал с Жераром в Париже и стал его убежденным сторонником. Вернувшись в Россию, он возглавлял университетские кафедры в Петербурге и Одессе, а потом стал профессором Лесного института в Петербурге. Соколов издавал первый в России «Химический журнал».

Исследованиями в области физиологической химии занимался в Гисене и Николай Эрастович Лясковский, будущий профессор Московского университета.

У Либиха в разное время учились также А. И. Ходнев, Ф. Ф. Бейльштейн, А. А. Фадеев, К. Э. Шмидт (профессор Дерптского университета, учитель В. Оствальда). Но, бесспорно, самым известным из русских учеников Либиха является Н. Н. Зинин.

Получив от Казанского университета в 1837 году заграничную командировку для завершения образования, он попал в Гисен мимоходом, но задержался там надолго. В письмах на родину он восторженно отзывался о лаборатории Либиха: «Самостоятельных работ нигде в Германии с таким успехом и в таком числе не производят, да и нигде нельзя с равным удобством производить их: превосходно устроенная лаборатория, возможность иметь за довольно умеренную цену все материалы и мелкие снаряды (те и другие — преимущественно для особенно предпринимаемых работ — должны быть собственные) и, сверх всего, превосходный руководитель — творец в своей науке (органической химии), которому, бесспорно, нет равного в Германии; почти все молодые химики, ознаменовавшие себя успехами на поприще науки, вышли из лаборатории Либиха. Все это заставило меня, быть может, пробыть долее в Гисене, чем я предполагал; во всяком случае, в дальнейший путь отправлюсь не прежде, как по окончании предпринятой работы».

Работа, о которой упоминает Зинин, — изучение производных бензальдегида. Она легла в основу его докторской диссертации, которую он защитил, вернувшись в Пе-

тербург. Дальнейшие исследования русского химика скоро привели к открытию знаменитой реакции Зинина, принесшей ее автору мировую известность. Зинин воспитал множество учеников, среди которых были Бутлеров, Бородин, Бекетов, Шижков, Энгельгардт.

Зинин умер в 1880 году. На заседании Немецкого химического общества Гофман произнес речь его памяти, в которой сказал следующие, столь часто цитируемые, слова: «Сегодня я должен сообщить Обществу, что славный, великий мастер химической науки, почетный член нашего Общества, муж, оказавший на развитие органической химии прочное влияние, выбыл из ряда живых... Он сделал такое открытие, какие выпадают на долю лишь немногих счастливых. Если бы Зинин не сделал ничего более, кроме превращения нитробензола в анилин, то имя его и тогда осталось бы записанным золотыми буквами в истории химии!»

Создание могучей научной школы — ярчайшее достижение Либиха и его величайшая заслуга. Как сказал Дюма, «одного пламени достаточно, чтобы зажечь тысячу других, не уменьшая собственного света». Тысяча факелов, зажженных от пламени, горевшего в Гисене, на многие десятилетия осветили пути в запутанных лабиринтах химии.

МЮНХЕН

Гисенская лаборатория дала бы науке еще немало выдающихся творцов, если бы в жизни ее основателя вдруг не произошел крутой перелом. На пятидесятом году жизни Либих почувствовал, что он устал, устал по-настоящему — той усталостью, от которой не избавит уже никакой отдых и которая не покидает человека до конца его дней. Всему есть предел. Долгие годы страстного, непрерывного, всепоглощающего труда требовали расплаты. «Химическая истерия» изнурила даже такого колосса.

Между тем руководство Гисенского университета не желало снять с Либиха хотя бы часть его обязанностей. Знаменитого химика уже дважды приглашали в другие университеты (в Петербург и Вену), и он начинал подумывать, не совершил ли он ошибку, оставшись в Гисене. Наконец, в 1851 году пришло третье приглашение — в

Гейдельберг (на место Гмелина), причем на чрезвычайно выгодных условиях, которых еще не предлагали ни одному химику. Либиху спешно были пообещаны золотые горы в Гисене, и он снова отказался от переезда. Однако обещания остались пустым звуком, что расстроило и возмутило маститого профессора. Узнав о недостойных фортелях дармштадтского правительства, ученик и друг Либиха Макс Петтенкофер посоветовал баварскому королю Максимилиану Второму переманить выдающегося ученого в Мюнхен. Совет был принят, и Петтенкофер отправился с тайным дипломатическим поручением в Гисен: следовало еще убедить своенравного профессора покинуть насиженное гнездо.

Петтенкофер, врач по образованию, не первый раз был в Гисене. Он работал здесь в лаборатории Либиха и провел после этого немало чисто химических исследований. Потом его интересы склонились к физиологии (он, в частности, сконструировал сложный аппарат для точных исследований процесса дыхания) и, наконец, к профилактике заболеваний. Он основал первый в мире гигиенический журнал, а в 1882 году опубликовал огромный труд «Справочник по гигиене». Петтенкофер получил широчайшую известность как самоотверженный борец против холеры и основатель науки о гигиене. Во время переговоров, о которых идет здесь речь, он был профессором медицинской химии в Мюнхенском университете, членом баварской академии наук и заведующим королевской аптекой.

Миссия Петтенкофера удалась. Весной 1852 года Либих приехал в Мюнхен и был немедленно принят королем. Взволнованный Петтенкофер остался ждать за воротами дворца — он имел слишком низкий чин, чтобы присутствовать на королевской трапезе (дворянство и другие почести пришли к Петтенкоферу позднее), а Либих как никак был бароном. Наконец, Либих явился. «Петтенкофер, — сказал он, — я продался. Король и королева были так любезны, что я не смог больше противиться. Осенью я переезжаю в Мюнхен».

Конечно, блестящий Мюнхен не походил на захолустный Гисен. Кроме того, король обещал и высокое жалованье, и почетное положение, а главное — освобождение от руководства лабораторными занятиями. Последнее окончательно соблазнило Либиха. Печальный парадокс: химик, первым призвавший к новым методам химического образо-

вания, ставил теперь условием своего перехода отказ от личного участия в лабораторной работе.

Перебравшись на новое место, Либих объяснил Велеру причины своего «мюнхенского соглашения»: «Я твердо решил не продолжать здесь практический курс, который меня утомлял и из-за которого я покинул Гисен. Я не принимаю учеников в мою лабораторию с обязательством преподавать им, но я хочу разрешить некоторому количеству молодых людей работать в лаборатории.

Дорогой друг, ты поймешь меня. Двадцать восемь лет я тянул эту лямку, и у меня не хватает сил продолжать это. Если я хочу сохранить активность в других областях, я должен себя ограничивать...»

Блестящий гисенский период жизни великого химика завершился. Никогда более Либих не поднимался до высот, достигнутых им в скромном университете маленького городка.

Первое время в Мюнхене Либих занимается преимущественно хозяйственными хлопотами. Под его наблюдением строится лаборатория, которая после гисенской выглядела превосходной и просторной, а нам бы сейчас показалась весьма скромной. Однако ее помещения часто пустовали, а отличное оборудование простаивало. Бутлеров, посетивший Либиха в Мюнхене, с грустью писал: «К сожалению, в лаборатории этой мало работают, и в этом отношении она далека от того состояния, в каком была под управлением Либиха гисенская, заслужившая по справедливости знаменитость и наделившая всю Европу своими учениками, к числу которых принадлежит большинство лучших химиков настоящего времени».

Да и сам Либих честно признается Велеру: «Я здесь из принципа ничего не делаю и чувствую себя при этом весьма уютно».

18 ноября 1852 года в парадной обстановке состоялась первая лекция. В огромной аудитории собралось двести пятьдесят слушателей, среди них министр культуры и другие высокопоставленные лица. Однако историкам химии более памятна первая лекция молодого профессора в Гисене, на которую пришло двенадцать студентов...

В январе приезд Либиха был отпразднован официально и с большой помпой. На банкет в ратуше собралось больше двухсот человек, поток речей не иссякал два часа. Но Либих долго еще чувствовал себя чужим в этом городе. К тому же мюнхенские бюргеры не могли ему

простить уничтожающей характеристики питательной ценности пива — предмета национальной гордости баварцев и (что важнее) основного источника их дохода. Раньше считалось как-то само собой разумеющимся, что пиво очень питательно, но Либих имел несчастье высказаться по этому поводу в «Анналах»: «Если принять, что какой-нибудь человек так счастливо устроен, что может ежедневно поглощать 5,7 литра пива, то за год он примет столько питательных веществ, сколько содержит одна буханка хлеба. Если бы этот человек принимал 5,7 литра воды, в которых разболтана щепотка муки, он откармливал бы себя с тем же эффектом».

Не следует удивляться, что великий химик писал о таких «пустяках». Для него все было важно, все интересно, он не гнушался самыми прозаическими, но нужными исследованиями. Он, к примеру, установил состав минеральных вод чуть ли не всех источников Германии, разработал рецепт супа для грудных детей, предложил способ удаления чернильных пятен, изучил состав мрамора Парфенона, описал метод получения водки из сока рябины. Его живо интересовали подробнейшие технологические детали различных производств, и в письмах к своим ученикам он постоянно советует им регулярно посещать фабрики и заводы. Сам Либих еще с детства «увидел, как варят мыло, узнал, что такое «ядро» и «шлифование» и как делается белое мыло. В мастерской кожевника и красильщика, кузнеца и медника я был как дома, и все их приемы были мне знакомы...» Поэтому неудивительно, что он внес множество усовершенствований в химическую технологию, причем как раз в мюнхенский период, когда со всех концов мира фабриканты обращались к нему за советами. Он предложил простые способы получения чистой окиси алюминия, никотина, киновари высокого качества, цианистого калия. Еще при жизни Либиха было построено множество заводов, получавших жидкое стекло по изобретенному им способу: действием едкого натра на инфузурную землю.

Разумеется, баварцы со временем простили своему новому соотечественнику его промах с пивом. В 1870 году он даже единогласно был избран почетным гражданином Мюнхена. Вообще мюнхенский период — это период сплошных почестей. Гисенской весной он сеял, мюнхенской осенью — пожинал плоды. Россия, Франция, Австрия, Италия, Испания, Греция, Швеция, Мексика, Брази-

лия и, конечно, немецкие государства шлют ему ордена. Недаром про Либиха говорили, что орденов у него больше, чем у Бисмарка. Он получает чин тайного советника, что соответствует генеральскому званию. В 1859 году его избрали президентом баварской академии наук. По уставу на этот пост выдвигали на три года, но избрание Либиха возобновлялось пожизненно. Коронованные особы искали с ним встречи. Из разных стран ему посылали редкие подарки и торжественные адреса. Европейские знаменитости — Пастер, Бунзен, Кирхгоф, Бутлеров, Вюрц, Роберт Майер — специально ехали в Мюнхен, чтобы побеседовать с легендарным химиком. Его заграничные командировки превращаются в триумфальные поездки с бесчисленными парадными обедами, торжественными церемониями и дворцовыми аудиенциями.

В 1867 году он возглавлял делегацию Баварии на Всемирной выставке в Париже и был очень тронут встречей со своими прежними соратниками: «Общение с моими старыми друзьями из академии очень меня обрадовало. Среди них выделяется Девиль своей любезностью и всем своим открытым, честным характером. Вюрц, Фреми, Пелиго, Шеврель тоже прекрасные люди. Очень больно мне было узнать, что мой добрый Пелуз тяжело болен и находится в таком состоянии, что каждый час можно ожидать его смерти.

Я присутствовал на двух или трех обедах. Один из них был дан французскими учеными для иностранных. Дюма был председателем, он произнес тост за гостей, Баляр — за меня, а я — в память Гей-Люссака и Тенара».

В отличие от Гисена в Мюнхене Либих ведет очень размеренный и спокойный образ жизни. Он рано ложится спать, перед сном долго читает. Сердечность и гостеприимство Либихов привлекают к ним много гостей, но после приступа, случившегося с хозяином в 1859 году, дом их становится менее оживленным.

Время от времени к Либиху приезжают старые друзья. Вместе с Велером он совершает во время каникул прогулки в горы (Мюнхен расположен у подножия Альп), заодно собирая минералы и растения. Впоследствии к ним присоединяется и Шенбейн, с которым до тех пор Либих не был знаком (хотя сидел с ним когда-то в одной аудитории в Эрлангене) и с которым тем не менее заочно был в натянутых отношениях.

Христиан Фридрих Шенбейн, подучившись грамоте в

церковной школе, с четырнадцати лет сам начал зарабатывать себе на жизнь. С химией он познакомился будучи подмастерьем на химической фабрике и затем продолжил свое образование в Эрлангене, Лондоне и Париже. В 1835 году он получил в Базельском университете кафедру физики и химии и навсегда остался в Швейцарии. Шенбейн вел свои исследования по старинке, не утруждал себя теоретическими рассуждениями, но обладал незаурядным трудолюбием, живой наблюдательностью и здравым смыслом крестьянина. Эти качества позволили ему провести немало интересных исследований. Два из них — открытие озона и получение пироксилина — принесли Шенбейну громкую известность (из пироксилина был получен впоследствии бездымный порох). Несколько академий выбрали его в свои члены, Берцелиус хлопотал для него у шведского правительства орден Полярной звезды, а общество естествоиспытателей одного из городов присвоило ему почетное прозвище «Бертольд Шварц».

Однако Шенбейн имел несчастье заслужить немилость у Либиха, и вовсе не потому, что в юные годы они состояли во враждующих корпорациях. Причина неприязни состояла в том, что Либих не принимал всерьез основных достижений Шенбейна. Он открыто противился разработке пироксилинового пороха (и не без оснований), а в существование озона не верил вовсе. Поэтому Шенбейн побаивался язвительного и беспощадного к врагам вождя химии. Тем не менее когда в 1853 году базельский профессор оказался проездом в Мюнхене, Петтенкофер силой привел упирающегося гостя к Либиху. На другой день потрясенный Шенбейн писал жене: «Прием был сверх меры дружеским и сердечным, и уже через несколько минут между нами установились отношения, которые я считал невозможными, так как мы очень разные по своей натуре и стремлениям. Он по-своему прекрасный человек и может, как я обнаружил, быть исключительно любезным, даже ребячливым. А раз он был таким, то как я мог быть другим?»

Либих не только сердечно принял бывшего оппонента у себя дома, но и публично сделал по отношению к нему благородный жест, о котором Шенбейн сообщил Фарадею: «Вы будете смеяться, если я Вам скажу, что Либих попросил меня прочитать вместо него лекцию перед огромной аудиторией и что господин Шенбейн, хоть и упираясь, согласился. Темой лекции была странная штука

под названием озон, который один из ваших соотечественников, ученик Либиха, десять или двенадцать лет назад объявил чепухой. Теперь мне было легче легкого доказать, что это вещество действительно существует, и наш друг Либих, несмотря на прежнее отвращение к моему детищу, на этот раз отнесся к нему милостиво и даже, кажется, в него влюбился».

С тех пор Либих всегда был рад обществу маленького, толстого, неизменно веселого, подвижного, как шарик, бавельца. В свою очередь и Шенбейн высоко ценил дружбу с Либихом. В одном из писем к нему он признается: «О чем я давно жалею и что больше всего огорчало меня во время последнего визита к Вам, это то, что мы сблизились только в поздние годы нашей жизни, хотя судьба предоставляла нам случай стать друзьями еще в юности».

Не ослабевает переписка Либиха и с неутомимым Велером. Геттингенский ветеран не выпускал из рук оружия, и чуть ли не в каждом его письме сообщалось о новом открытии. Либих отвечает ему теплыми словами поощрения: «Ты приходишь ко мне со своими работами, как персонаж индийской сказки, у которого при каждой улыбке падает изо рта роза... Я чувствую себя седым стариком по сравнению с тобой — юношей, когда ты рассказываешь мне о твоих новых соединениях кремния».

Велер предлагает другу снова начать совместные исследования. Либих отказывается, но не может скрыть своего волнения: «Твои письма, подобно сказке старых времен, унесли меня домой и пробудили во мне старый огонь, и юность, и прошедшие годы, и отзвучавшие речи, они вновь вернули меня к цветущим дням нашего дружеского, не знающего зависти сотрудничества...»

Но было бы большим заблуждением считать, что испытанный труженик сдал дела и удалился на покой. О нет, он сделал в Мюнхене еще немало интересных открытий, продолжал вести войну за свою «Сельскохозяйственную химию», закладывал научные основы целых отраслей промышленности, писал статьи, книги, письма, читал университетские и публичные лекции, выступал с речами — одним словом, делал больше, чем любой другой человек, и меньше лишь, чем прежний Либих.

В эти годы он занимался, главным образом, прикладной химией. Большую популярность получил разработанный им способ серебрения зеркал (взаимодействием раствора окиси серебра с глюкозой с осаждением на стекло

чистого серебра). Одновременно он разработал приемы золочения и меднения. Прежние способы с использованием амальгам (ртутных сплавов) вызывали многочисленные отравления. Например, при покрытии позолотой купола Исаакиевского собора отравилось насмерть около ста двадцати человек.

Вскоре его увлекло новое дело. «Весной 1862 года,— рассказывает он,— меня посетил господин Гиберт, инженер из Гамбурга, который провел много лет в Южной Америке и, в частности, в Уругвае, где сотни тысяч быков и овец убиваются только ради шкур и жира. Он рассказал мне, как тяжело ему, европейцу, было наблюдать напрасную потерю мяса этих животных, ничтожная доля которого засаливается, а остальное выбрасывается в реки. Его живейшим желанием было как-нибудь использовать это мясо. Тут ему попались мои «Письма о химии», в которых описан мясной экстракт. С этой целью он отправился в Мюнхен и решил освоить производство экстракта и организовать его выпуск в Южной Америке».

Получение мясного экстракта Либих разработал еще в сороковые годы в Гисене, когда варил «суп из конины», создавая основы своей «Животной химии».

Благодаря высокому содержанию питательных веществ и ферментов, мясной экстракт оказался очень полезен для пищеварения и продавался сначала в аптеках. Получение его в лекарственных целях впервые начал Петтенкофер. Вскоре было организовано крупное акционерное общество, построившее в Уругвае и Аргентине огромные заводы, на которых ежегодно перерабатывали более трехсот тысяч туш скота. Экстракт в жестяных пятидесятикилограммовых банках отправляли в Европу, где его расфасовывали в фаянсовые горшочки или металлические коробочки и в таком виде пускали в продажу. Все побочные продукты находили применение: шкуры выделывали, жиры вытапливали, вываренное мясо размалывали и использовали в корм скоту.

В 1865 году Либих сообщает Велеру, что ему предлагают место номинального директора химического отделения фирмы для контроля качества экстракта с окладом двенадцать тысяч флоринов и что за прежние заслуги ему выплачивают «небольшое» вознаграждение — шестьдесят тысяч флоринов. «Не говори ничего об этом, потому что все настолько безумно и сказочно, что нельзя даже отдаленно поверить, что оно происходит в действительности.

За это я должен дать обязательство не вступать ни с кем другим в деловые отношения по этому поводу. Вот пример того, как высоко при некоторых обстоятельствах оплачивается имя».

Либиху, не привыкшему наживаться на своих открытиях, эта история действительно не могла не показаться сказочной. Когда-то в Гисене без усталости работающий профессор получал восемьсот флоринов в год, из которых он немалую долю тратил на лабораторию, а теперь ему вдруг «за просто так» сделали подарок, равный его гисенскому жалованью за семьдесят пять лет!

Много лет спустя с развитием холодильной промышленности мясной экстракт перестал вырабатываться в массовых количествах и стал использоваться только путешественниками, туристами и вообще во всяких полевых, походных и выездных кухнях. Масштабы производства его значительны и в наше время.

На склоне лет Либих заинтересовался еще одной отраслью пищевой химии — выпечкой хлеба. При добавлении в тесто дрожжей происходит брожение крахмала с образованием углекислого газа, благодаря которому хлеб становится пористым, мягким и вкусным. Но при брожении напрасно теряется два-три процента хлеба. Ученый предложил вместо дрожжей вводить в тесто «пекарский порошок»: смесь соды с другими солями. Дело на практике оказалось непростым, но Либих, как обычно, отдался ему с юношеской страстью. Он пишет Мору: «Я погружен в работу о питании и продуктах питания и, как всегда, нахожусь в таком состоянии духа, что ничто другое меня не интересует и не занимает мои мысли».

Само собой разумеется, что в доме увлекающегося химика тотчас перестали пользоваться дрожжами и стали печь булочки и крендели только с помощью соды и пекарского порошка. Самому Либиху казалось, что его хлеб вкуснее и полезнее для желудка. «Раньше я, как и ты, — пишет он Велеру, — не мог съесть куска хлеба, чтобы не вызвать расстройства пищеварения, теперь же я стал настоящим едоком хлеба. Мои новые методы... дают идеальный хлеб».

Несмотря на воодушевление автора, его метод в Германии не привился. Но в США он приобрел большую популярность. Добавление соды и других солей и сейчас широко применяется в домашнем хозяйстве и кондитерской промышленности.

В 1863 году умер давний противник Либиха — Митчерлих. Прусское правительство пригласило Либиха занять его место в Берлинском университете. Старому химику было приятно признание его заслуг в Пруссии, которая ранее относилась к нему неприязненно, но сниматься с места не захотел и рекомендовал вместо себя Гофмана. Велеру он дал следующий комментарий: «Ты, вероятно, слышал, что меня собирались пригласить в Берлин в качестве украшения в стиле рококо. Меня хотели заполучить, главным образом, ради сельского хозяйства. Однако большое поле деятельности, к которому я раньше стремился, не подходит моему нынешнему возрасту».

Баварский король, узнав об отказе Либиха покинуть Мюнхен, прислал ему в благодарность орден.

Годы шли, и все чаще они приносили не радости и достижения, а огорчения и потери. В 1864 году умер Генрих Розе, известный химик, ученик Берцелиуса, старый знакомый Либиха и Велера. Это событие привело друзей в уныние. «Смерть Генриха Розе, — размышлял в Геттингене Велер, — была для нас настоящим «мemento мори». Нужно постараться насладиться оставшимися нам годами. Но что значит «наслаждаться» в нашем возрасте, когда мы уже насытились всем, что радует людей, — деньгами и достатком, почестями и признанием, путешествием в чужие края, красотой моря и Альп? Заключается ли наслаждение в работе? Конечно, так оно и было в юности, но теперь, когда механизм изнашивается, это не получается».

«Мы стареем, — вторит другу Либих, — и наш механизм следует щадить и обхаживать, чтобы он тянул еще некоторое время». Отдав дань жалобам, он тут же прибавляет: «Во время каникул я много и с удовольствием работал».

В 1868 году умер Шенбейн, и Либих написал его вдове трогательные слова сочувствия: «В моем возрасте смерть — как бы тяжело ни воспринимали ее близкие — не считают большим злом. В последние годы я потерял множество лучших и старейших друзей, и эти потери напоминают, что уже близка и наша очередь. Да будет так! С утратой тех, кого мы любим, все слабее становятся узы, привязывающие нас к жизни».

Весной 1870 года заболел и сам Либих, причем настолько серьезно, что даже заказал себе гроб и составил завещание, отказав Велеру пятьдесят штук сигар (Велер

был заядлый курильщик). К счастью, гроб пока не понадобился. Вставший на ноги Либих спрятал его в чулан, а сигары выкурил сам, извинившись перед другом и выразив надежду, что тот не будет этим слишком огорчен. Однако полностью от болезни Либих так и не оправился. Его мучили постоянные головные боли и бессонница. Врач применил новейшее снотворное средство — хлоральгидрат, открытый его пациентом сорок лет назад. Лекарство приносило покой и сон, но ненадолго. Либих мужественно и спокойно ждал неизбежного.

«Нужды в религии и в особенности нелепого страха, что с нами будет после смерти, я не испытываю. Это, пожалуй, главное достижение, которое мне принесло изучение природы и ее законов».

В начале апреля 1873 года в Мюнхене установилась прекрасная солнечная погода. Для Либиха вынесли в сад диван, на котором он отдыхал после прогулки. 5 апреля он уснул на диване и проспал около часа. Хотя солнце пригревало довольно сильно, воздух был еще прохладен, а земля очень сырой. Когда Либих проснулся, он почувствовал себя нездоровым. Простуда перешла в воспаление легких. У больного поднялась температура, затруднилось дыхание, быстро нарастала слабость, в бреду он произнес речи перед академией. Жизнь, исполненная труда, близилась к концу. 18 апреля 1873 года сердце великого химика остановилось. Но знания, опыт и страсть Либиха, воплотившись в мозг и руки десятков его учеников, продолжали и после его смерти давать стремительный импульс развивающейся химии. У его учеников были уже сотни воспитанников, а у тех — тысячи...

Немецкий исследователь Ф. Кренке составил «генеалогическое древо» химической династии, основанной Либихом. На нем изображены его «сыновья», «внуки» и «правнуки» — ученики, ученики учеников и так далее. Древо, разумеется, неполное, на нем представлены только самые «знатные» фамилии, некоторые могучие ветви (например, русские) не показаны совсем. И тем не менее оно впечатляет: в этом именитом семействе больше пятидесяти нобелевских лауреатов. Много желудей упало с могучего дуба! В этих именах живая история всей химии двадцатого века.

Вот сколько может сделать один человек...

СОДЕРЖАНИЕ

Что может сделать один человек	4
Детство и юность .	6
Химическая родословная .	18
Химия в 1822 году	30
Гремучие соединения .	41
Гисен	50
«Страсть к борьбе»	70
От Жерара до Кекуле	91
Битва за плодородие	103
Школа	121
Мюнхен	133

В. Красногоров

ЮСТУС ЛИБИХ

Зав. редакцией научно-художественной литературы

М. Новиков

Редактор *Н. Яснопольский*

Мл. редактор *М. Вержбицкая*

Художник *А. Сергеев*

Худож. редактор *Т. Егорова*

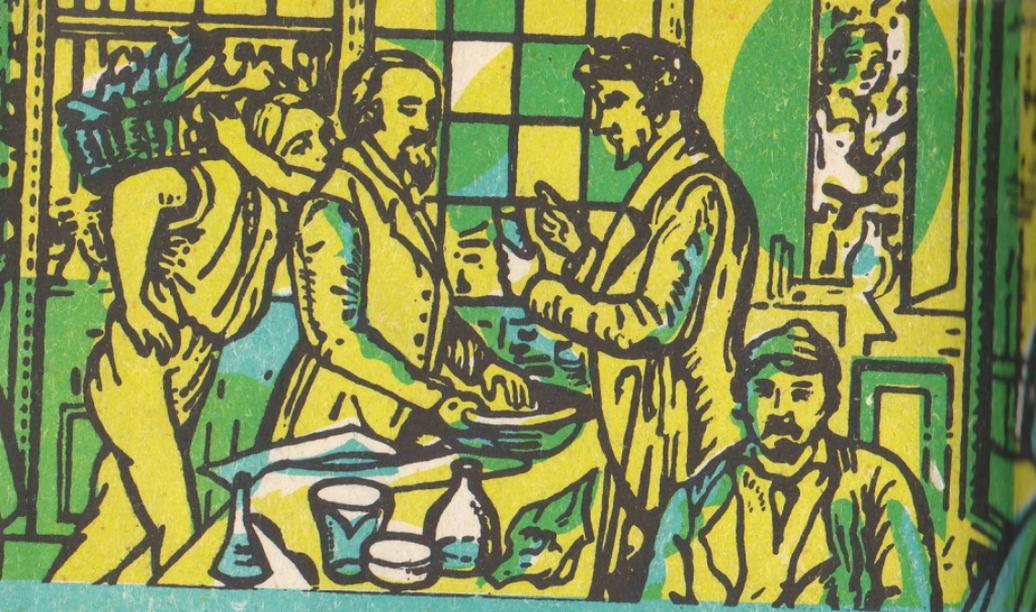
Техн. редактор *Т. Луговская*

Корректор *В. Калинина*

ИБ № 2523

Сдано в набор 08.06.79. Индекс заказа 807706. Подписано к печати 30.11.79. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 1. Гарнитура обыкновенная новая. А 07451. Печать высокая. Бум. л. 2,25. Печ. л. 4,5. Усл. печ. л. 7,56. Уч.-изд. л. 8,13. Тираж 95 000 экз. Изд. № 242. Заказ 9—1518. Цена 30 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4.

Головное предприятие республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, 252057, Киев-57, ул. Довженко, 3.



30 коп.