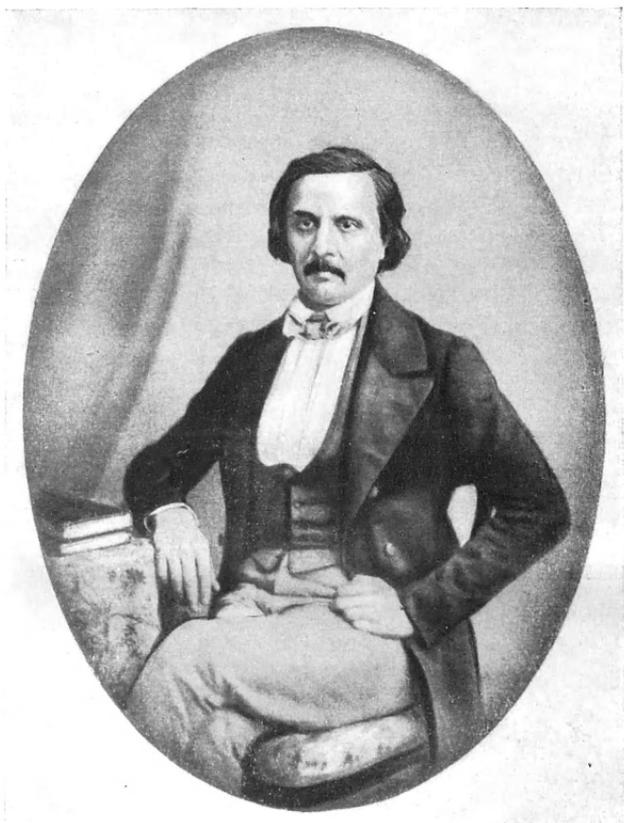


А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р



В 1966 г. исполнилось 150 лет со дня рождения Шарля Жерара, одного из самых выдающихся химиков XIX в. В истории химии Жерар оставил неизгладимый след как самоотверженный борец против теорий, тормозивших развитие химии, как ученый, способствующий утверждению атомно-молекулярного учения. Русские ученые прошлого века высоко ценили труды Жерара, были убежденными сторонниками его идей. В России раньше, чем в других странах, учение Жерара вошло в научный и учебный обиход, способствуя развитию химической науки.

Книга о Жераре — это повесть о борьбе старых, отживших идей с новыми, прогрессивными идеями. Она рассчитана на широкий круг читателей, интересующихся историей естествознания.



Edw. J. Phelps

М. Г. ФАЕРШТЕЙН

ШАРЛЬ ЖЕРАР

1816—1856



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1968

Редакционная коллегия серии
«Научно-биографическая литература»

академики: *А. Л. Яншин* (председатель), *В. М. Кедров*;
доктора физико-математических наук:
А. Т. Григорьян, Я. Г. Дорфман, И. Б. Погребысский;
доктора технических наук: *Л. Д. Белькинд, С. В. Шухардин*;
доктора химических наук: *Ю. И. Соловьев,*
Н. А. Фигуровский (заместитель председателя),
доктора биологических наук *Л. Я. Бляхер, А. Н. Купцов*;
доктор экономических наук *Б. Г. Кузнецов*;
кандидаты технических наук:
З. К. Соколовская (ученый секретарь),
А. С. Федоров (заместитель председателя),
А. И. Федосеев, А. А. Чеканов;
кандидат исторических наук *Д. В. Ознобишин*

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

д-р хим. наук *С. А. ПОГОДИН*

ПРЕДИСЛОВИЕ



21 августа 1966 г. исполнилось 150 лет со дня рождения выдающегося французского химика Шарля Жерара. С его именем связан один из самых важных и бурных периодов истории химии.

В середине XIX в. химия переживала вторую революцию. Новые факты не укладывались в рамки царившей до того времени атомистики Дальтона — Берцелиуса, и историческая логика развития химии вела к возрождению молекулярной теории Ломоносова и Авогадро. Однако новые идеи натолкнулись на метафизическое мышление химиков старой школы, не понимавших диалектики новых фактов. Для преодоления силы традиций и привычек нужны были смелые, бескорыстные ученые, убежденные в правоте своих идей и умеющие отстаивать их до конца. И такими учеными были Шарль Жерар и его соратник Огюст Лоран. Их труды в значительной степени способствовали зарождению новой системы химических понятий, составляющих ядро современного атомно-молекулярного учения. Они подготовили почву для создания теории химического строения А. М. Бутлерова и для открытия периодического закона Д. И. Менделеева.

Жизнь и творчество Жерара полны волнующего драматизма. В них отражается и бурная историческая обстановка во Франции середины XIX в., и весь сложный процесс борьбы за торжество передовых научных идей.

Биография Жерара поучительна во всех отношениях. Изучение того, как утверждались его идеи, убеждает нас в огромном вреде догматизма в науке, во вреде «научной монополии», приводящей к подавлению прогрессивных идей и мешающей равноправному развитию различных научных направлений. Историческая судьба гипотезы Авогадро, возрожденной Жераром, — это, с одной стороны, наглядный пример важности роли гипотез и, с другой стороны, доказательство вреда узкого эмпиризма и пренебрежительного отношения к истории науки.

Русские химики всегда высоко оценивали огромный вклад Жерара в развитие химии, одними из первых они примкнули к его идеям. Однако, как это ни странно, в отечественной литературе нет ни одной подробной работы о Жераре, кроме статьи его ученика Н. Н. Соколова «О современном направлении в химии» (1859), содержащей общую и довольно одностороннюю характеристику творчества Жерара. В 1910 г. вышел русский перевод книги Оствальда «Великие люди», в которой имеется краткая биография Жерара. Оствальд уделяет главное внимание чисто психологическим моментам жизни Жерара, а его научному творчеству дает субъективное и тенденциозное освещение. В результате вклад Жерара в историю химии остался недостаточно освещенным. Очевидно, это явилось причиной неправильной и противоречивой оценки воззрений Жерара, с которой иногда приходится встречаться. Настоящий труд имеет целью исправить это положение.

Мы пользовались обширными материалами о Жераре, опубликованными в разное время во Франции. Из них прежде всего следует назвать фундаментальную книгу о жизни и творчестве Жерара, написанную его сыном Шарлем Джеймсом и профессором Гримо в 1900 г. «Char-

les Gerhardt, sa vie, son oeuvre, sa correspondance» («Шарль Жерар, его жизнь, его творчество, его переписка»), два тома переписки Жерара с Лораном и другими современниками («Correspondance de Charles Gerhardt»), опубликованные в 1918—1925 гг., и 11 неопубликованных писем Жерара к Дюма (J. Jacques. Onze lettres inédites de Ch. Gerhardt à J. V. Dumas). Нами изучены учебники и главные научные труды Жерара, монографии и статьи о его исследованиях. Стремясь объективно осветить основные этапы жизни и творчество Жерара, мы подошли критически ко всей этой литературе и постарались уделить должное внимание анализу его научного метода и мировоззрения. Выражаем надежду, что наш труд даст советскому читателю правильное представление о Жераре и о его большом вкладе в химию.

Считаем своим приятным долгом выразить глубокую благодарность С. А. Погодину, Г. В. Быкову и Ю. И. Соловьеву за ценную помощь в создании книги.

Кишинев, май 1966 г.

ДЕТСТВО И ГОДЫ УЧЕНИЯ



21 августа 1816 г. в г. Страсбурге у Самюэля и Шарлотты Жерар родился сын Шарль Фредерик.

Его отец, уроженец Швейцарии (Берн), родился в семье Карла Жерара, владельца пивоварни, родом из Франкентала¹. Карл Жерар происходил из французов, проживавших во Франш-Конте² и служивших в свое время в войсках Филиппа II. У деда Шарля Жерара был твердый, упрямый и вспыльчивый характер; эти черты унаследовал и его отец.

Отец Жерара владел французским и немецким языками, был большим любителем музыки и живописи. Переехав в 1802 г. из Швейцарии в Страсбург, он поступил на работу в банкирский дом Тюркгейма, которая материально неплохо обеспечивала его. В 1810 г. он женился на Шарлотте Генриетте Вебер — молодой вдове, оставшейся после смерти мужа с маленьким сыном Виктором. Она была красивой, сердечной женщиной, обладавшей живым умом. Ее отец Самюэль Реньяр Вебер (сын архитектора Жана Жоффруа Вебера) — энергичный и высокообразованный человек (кандидат прав Страсбургского университета и доктор юридических наук Геттингенского университета) — увлекался математическими науками, живо интересовался социальными и политическими проблемами, сыграл в свое время известную роль в Великой французской рево-

¹ Франкенталь — маленький городок недалеко от Рейна на территории Германии.

² Франш-Конте (или Бургундия) — провинция дореволюционной Франции; ныне департаменты Верхней Соны, Ду и Юры.

люции. Он занимал различные посты в судебных органах Франции; был членом магистрата (мэри) Страсбурга.

Семья Шарля Жерара была дружной и счастливой — счастливым было и его детство. У него было два брата — Шарль Виктор Лобштейн (от первого мужа матери) и Густав Адольф — и одна сестра Шарлотта Эмма. Его старший брат Шарль Виктор изучал юриспруденцию и стал потом дипломатом, а младший брат Густав — офицером кавалерии.

Шарль Жерар был красивым мальчиком, с черными блестящими глазами и черными локонами. Он обладал большими способностями, легко и быстро овладевал знаниями. В 1824 г. его отдали в Страсбургскую гимназию, основанную еще в 1538 г. и сохранившую немецкие методы обучения, несмотря на то что преподавание велось на французском языке. Программа обучения приближалась к университетской; кончавшие гимназию в совершенстве владели немецким языком. Шарль успешно окончил курс в возрасте 15 лет³, и ему предсказывали блестящее будущее.

Но на судьбу юноши сильно повлияло желание его отца получить надежного помощника. Отец Жерара, занимавший до 1825 г. хорошо обеспеченное положение в банкирском доме Тюркгейма, соблазнился большими выгодами, которые ему сулил некто Шутценбах из Мангейма, будто бы имевший патент на производство свинцовых белил. Отец внес большую сумму и стал компаньоном Шутценбаха. Но когда фабрика белил была построена, Шутценбах скрылся, присвоив часть денег. Отцу Жерара пришлось продолжать дело одному. Он проявил большую настойчивость, предприимчивость и сумел пустить фабрику, не обладая никакими техническими знаниями. Чтобы иметь помощника, Самюэль Жерар послал своего сына в Карлсруэ (Германия) учиться в тамошнем политехникуме. Это среднее техническое учебное заведение, основанное в 1825 г., пользовалось большим авторитетом; в 1865 г. политехникум стал Высшей технической школой. Программа по химии включала отдельные вопросы неорганической (в частности, теорию солей) и органической химии (особенно подробно изучались органические кислоты, основания и соли, растительные вещества, процессы броже-

³ Его соучениками по гимназии (классом ниже) были Шарль Адольф Вюрц (1817—1884) и Эмиль Копп (1817—1875) — будущие знаменитые химики.



Дом (с арками), в котором родился Жерар

ния, спирты, эфиры и т. д.). Этот предмет преподавал профессор Вальхнер⁴, мало проявивший себя как исследователь.

Шарль Жерар учился в политехникуме два года. Первый год он изучал главным образом теоретические дисциплины (химию, физику, математику). В конце первого года Вальхнер пишет в официальной справке: «Ш. Жерар прилежно посещал в 1831—1832 гг. курс химии и минералогии и дал доказательство больших успехов как на собеседованиях, так и на публичных экзаменах... Он прошел с усердием и успехом лабораторные работы по аналитической химии в лаборатории политехникума» [1, стр. 17]. В следующем учебном году Жерар проходил лабораторный практикум по химии и слушал курс технической химии.

⁴ Фридрих Август Вальхнер (Walchner, 1799—1865) — минералог и геолог; опубликовал несколько минералогических исследований и одну статью по химии (о виноградной кислоте).

В октябре 1833 г. по окончании Шарлем политехникума отец направил его в Лейпцигскую коммерческую школу. Там химию преподавал Отто Линне Эрдман (1804—1869 гг.), пользовавшийся большой известностью как педагог, исследователь и редактор «Журнала практической химии». Отец устроил сына на полный пансион к Эрдману, который оценил способности юноши к химии и привлек его к своим исследованиям, поручая делать различные анализы. В лаборатории Эрдмана Шарль проработал 1833/34 учебный год, получив серьезные навыки в технике химического эксперимента. Здесь он выполнил свою первую научную работу, посвященную пересмотру химических формул природных силикатов. Ему было тогда всего 18 лет. Эту работу [2], опубликованную в 1835 г., Берцелиус в своем «Ежегоднике» за 1837 г. [3] назвал «очень похвальной», несмотря на то что в ней оспаривались некоторые его собственные результаты. Уже в этой первой статье Жерар применил теорию замещения и закон изоморфизма.

В конце лета 1834 г. Жерар вернулся в Страсбург. Жерар-отец благодаря своей исключительной трудоспособности и настойчивости сумел так поставить изготовление белил, что его продукция могла конкурировать с немецкой и голландской. На фабрике отца Шарль должен был применить полученные им знания. Но технология изготовления белил была весьма примитивной. Их получали из свинца, причем процесс получения длился 6—7 месяцев; это повышало себестоимость белил и затрудняло коммерческие обороты фабрики. Отец с нетерпением ждал возвращения сына, рассчитывая на него как на преданного, знающего помощника. Первые месяцы Жерар работал с интересом, внес некоторые усовершенствования, которые ускорили производственный процесс. Но потом его стали тяготить однообразные производственные операции, скучные занятия бухгалтерскими расчетами, коммерческая корреспонденция — все те обязанности, которые возложил на него отец. Пытливый, живой ум юноши стремился к углубленному изучению химии, к серьезным научным исследованиям. И вот Шарль занялся на фабрике своими собственными исследованиями, начал посещать лекции Персо⁵

⁵ Жан Франсуа Персо (Persoz, 1805—1868) — химик, профессор Страсбургского университета (с 1832 г.) и Консерватории искусств и ремесел в Париже (с 1852 г.).

и Опшермана⁶ в Страсбургском университете. У нас нет данных, но можно предположить, что Жерар активно посещал Страсбургское общество естествоиспытателей и, может быть, делал там какие-либо сообщения, так как в 1835 г. он был избран членом-корреспондентом этого общества.

Все это вызывало упреки со стороны отца; между ним и сыном часто возникали ссоры. Отца удручало крушение надежд на помощь сына, научную карьеру которого он считал бесперспективной. В конце концов, после бурного разговора с отцом, Шарль покинул родительский дом. Но как жить дальше без средств, без определенной специальности? — и Жерару пришлось зачислиться в 13-й кавалерийский полк, расположенный в Хагенау. Он наивно надеялся продолжать в обстановке казармы свои научные занятия. И как ни странно, но первое время ему это удавалось. Правда, однажды Шарля чуть было не наказали за то, что он ночью пользовался освещением, нарушая казарменные правила. Но затем командир полка, поняв непреодолимую тягу молодого человека к науке, разрешил ему в виде исключения заниматься по ночам. Но так продолжалось недолго: наряды, дежурства в конюшне, вся система обучения, царившая тогда во французской армии, вызвали у Жерара столь сильное отвращение к военной службе, что он решил уйти из полка. Однако для этого требовалось внести значительную сумму, и Шарль стал просить отца выкупить его из армии. Отец отказался наотрез; не помогли ни просьбы родных и друзей, ни угроза сына дезертировать из армии. В отчаянии Жерар написал своему бывшему учителю Эрдману и просил помощи. И этот призыв не остался без ответа — Жерар получил 2000 франков и освобожден от воинской службы. Как потом выяснилось, деньги послал Либих, который знал ученика Эрдмана и, предвидя в нем талантливого ученого, намеревался принять его в свою знаменитую лабораторию.

После освобождения от военной службы, в начале 1836 г., Жерар отправился в Гиссен, где посещал лекции Либиха и работал в его лаборатории в области органической химии. Исследуя пикриновую кислоту, Жерар установил ее правильную химическую формулу, которая отли-

⁶ *Отперман (Oppermann) — химик, ученик Либиха, изучал природные соединения.*

чалась от формулы, данной Либихом. Не имея никаких средств, Жерар зарабатывал на жизнь переводами на французский язык. Он перевел книгу Либиха «Введение к изучению химии»; перевод был опубликован в Париже в 1837 г. [4]. Жерар проработал в лаборатории Либиха немногим больше года и в апреле 1837 г. вернулся в Страсбург. О причине его отъезда из Гиссена нельзя сказать ничего определенного, но, очевидно, причина была серьезной, так как ему пришлось бросить занятия в лаборатории Либиха, к которым он так стремился, и вернуться на фабрику отца. Либих дал Жерару хорошую характеристику, подчеркивая самостоятельность характера и научных исканий молодого ученого, снабдил его рекомендательными письмами к Персо и Опшерману.

Вернувшись в родительский дом, Жерар возобновил работу на фабрике. Устроиться в лаборатории Персо не удалось, так как Персо занимался в то время не экспериментальными исследованиями, а теоретическими вопросами. Отец, желая отвлечь сына от науки, часто посылал его в разные города Франции в качестве комиссионера по сбыту белил. Но Жерар не оставлял работ, начатых в Гиссене; их результаты он изложил в статье «О строении спирта и его производных» [5].

Перемирие с отцом длилось недолго, снова возникли ссоры, и Шарль покинул родной кров уже на долгое время. С 200 франками в кармане он отправился в Париж, и 22 октября 1838 г. прибыл в столицу Франции, пройдя часть пути пешком.

Молодой эльзасец был хорошо принят химиками Парижа: его блестящие способности и солидные рекомендации Либиха произвели должное впечатление. Знаменитый французский химик Дюма встретил Жерара весьма доброжелательно и зачислил вольнослушателем факультета естественных наук Сорбонны.

Дюма был тогда кумиром парижского студенчества. Одаренный выдающимся живым умом и глубокой научной интуицией, он захватывал и очаровывал молодежь своими смелыми рассуждениями в области «химической философии». Его лекции в Сорбонне и особенно лекции в Коллеж де Франс были образцом красноречия и критического анализа. Дюма — один из основоположников теории замещения — обсуждал все коренные проблемы теоретической химии того времени: общие вопросы химической атомисти-

ки, конституцию химических соединений, перспективы развития химической науки. Весьма характерно, что многое он оставлял без окончательного ответа, как бы предоставляя сделать это своим слушателям. Лекции Дюма пробуждали у слушателей пытливість, воспитывали самостоятельное мышление, вызывали горячее желание заняться научными исследованиями.

Жерар прослушал полный курс химии и получил свидетельство за подписью Дюма: «Я, нижеподписавшийся, профессор химии Парижского факультета естественных наук, удостоверяю, что г-н Жерар посещал курс моих лекций в течение 1839, 1840 и 1841 гг. с большим рвением и с таким же успехом» [1, стр. 33]. Но для поступления в студенты требовалось звание бакалавра, и Жерар сдал экзамены по гуманитарным наукам в январе 1839 г., а в мае того же года — по естественным наукам, и был официально зачислен студентом Сорбонны.

Студенческие годы Жерара были тяжелыми. Лишенный материальной поддержки отца, он вынужден был и учиться и зарабатывать на жизнь. Сперва ему удалось устроиться сотрудником журнала «*Répertoire de chimie scientifique et industrielle*» («Собрание работ по научной и промышленной химии»), где реферировались зарубежные и французские статьи по химии и химической технологии. Но главный редактор журнала Готье де Клобри⁷ платил Жерару мало, неаккуратно и эксплуатировал его как мог. По мнению Готье, студент должен был считать себя достаточно награжденным уже тем, что на титульном листе журнала его имя стояло рядом с именем Готье. «Поэтому он «платил» мне бессонными ночами и многочисленными хлопотами по редактированию его плохонького журнала», — жалуется Жерар Либиху [1, стр. 36]. Через три месяца Жерар оставил этот журнал и устроился в Школе иезуитов репетитором за 75 франков в месяц.

Во время работы в «*Répertoire de chimie*» Жерар напечатал там статью «О рациональной формуле винной кислоты и о некоторых разложениях в органической химии» [6], в которой высказал интересные мысли о меха-

⁷ Анри Франсуа Готье де Клобри (*Gaultier de Claubry*, 1792—1878) — врач и химик, профессор фармацевтической школы в Париже; редактировал названный журнал совместно с Ш. Марпенж (*Martin*) и Ф. Л. Гофманом (*Hoffmann*).



Жан Батист Дюма

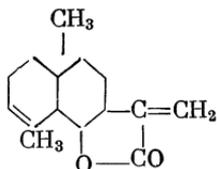
низме некоторых реакций, в частности о гидролизе органических соединений, о действии на альдегид едких щелочей (с 1853 г. последняя реакция получила название реакции Канниццаро). В 1839 г. он опубликовал свой французский перевод «Ежегодника» Берцелиуса за 1838 г.

Следующей работой Жерара было изучение природного соединения геленина, полученного из корневища девясила высокого (*Inula helenium*). Однако, не имея постоянной лаборатории, он должен был прервать это исследование, и только осенью 1839 г. ему удалось получить разрешение работать вместе с Кауром⁸ в лаборатории Ботанического сада (*Jardin des Plantes*); руководителем лаборатории был Шеврель⁹, Каур работал препода-

⁸ Огюст Андре Тома Каур (*Sahours*, 1813—1891) — химик-органик, пробирер Монетного двора, профессор Парижской политехнической школы; известен открытием изоамилового спирта и ряда металлалкилов.

⁹ Мишель Эжен Шеврель (*Chevreul*, 1786—1889) — основатель химии жиров, член Парижской академии наук.

ратором. Здесь Жерар закончил работу над геленином, определив его правильную эмпирическую формулу ($C_{15}H_{20}O_2$). Позже (1895) Бредт и Пост установили, что геленин (алантолактон) является лактоном алантовой кислоты



Далее Жерар вместе с Кауром занялся исследованиями эфирных масел. В этот период времени он написал две статьи — о геленине и «О конституции органических солей комплексных кислот и об их отношении к солям аммония» [7]. Свои статьи он, вероятно, посылал Либиху, так как имеется письмо, в котором Либих, отвечая на просьбу Жерара высказаться о его статьях, пишет: «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 (Парижская.— М. Ф.) всегда присваивала себе право издавать законы науки, и каждого, кто делает это вместо нее, она считает вором и убийцей; молодой ученый, который хочет заставить и заставляет «стариков» учиться по его законам, не может больше ждать никакого продвижения вперед <...> Есть только одно средство завоевать симпатии всех — это открывать новые и интересные факты, полезные и нужные всем. Запомните то, что я Вам говорю: Вы разрушите Ваше будущее и, как Лоран и Персо, приведете в раздражение всех, если Вы будете создавать теории» [4, стр. 43].

Эти слова Либиха оказались пророческими. Многие из предсказанного им сбылось на жизненном пути Жерара.

В апреле 1840 г. Жерар становится редактором химического отдела нового журнала «Revue scientifique et industrielle» («Научное и промышленное обозрение»). Его издавал доктор медицины Кеневииль¹⁰, человек передовых взглядов и республиканских убеждений, выступав-

¹⁰ Гюстав Огюстен Кеневииль (Quesneville, 1810—1889) — врач и химик, владелец фабрики химических и аптекарских товаров. С 1857 г. его журнал выходил под названием «Moniteur scientifique du chimiste et du manufacturier» («Научный вестник химика и промышленника»).



Огюст Каур

ший против догматизма, за свободу дискуссий и интернационализм в науке. Передовая статья первого номера журнала заканчивалась словами: «Приходите к нам все те, кто мечтает об единой нации в будущем, об едином свете, озаряющем ее!» [1, стр. 44].

В письме Либиху Жерар так характеризует журнал Кеневилля: «Столбцы нашего журнала открыты для всех; мы вывесили нейтральное знамя, и борцы всех партий смогут высказаться за и против Вас, за и против Дюма, с условием, что споры не будут выходить за рамки научной дискуссии. Таким образом установятся более тесные связи между нашими учеными и учеными всего мира» [1, стр. 45]. Члены редакционной коллегии «Анналов физики и химии» неодобрительно смотрели на появление нового химического журнала, ибо «Анналы» были как бы официальным органом Парижской академии наук, а журнал Кеневилля представлял собой свободную трибуну, где оспаривались взгляды академиков.

Работа Жерара в журнале Кеневилля, а также публикация в нем статей Либиха несколько охладила симпатию Дюма к Жерару, так как взаимоотношения Дюма и Либиха к этому времени испортились. Жерар писал Либиху: «Между прочим, Дюма, мне кажется, косо смотрит на наши добрые отношения. Мое положение критическое; дайте мне некоторые советы, я нуждаюсь в них <...> Так как я не владею искусством интриговать и *лицемерить*, мне будет очень трудно выкрутиться. Правда, у меня еще нет ученых степеней и званий, но как я могу их добиться, не имея лаборатории? Мне говорят: работайте и Вас устроят. Но как работать, когда тебе не дают возможности?» [1, стр. 45].

В журнале Кеневилля Жерар переводил иностранные труды по химии, писал обзорные и критические статьи, редактировал весь химический раздел журнала. Он завязал много знакомств с французскими и зарубежными химиками. Весь ежегодник 1840 г. и часть за 1841 г. (раздел «Химия») подготовлены непосредственно Жераром. В это же время он перевел на французский язык «Курс органической химии» Либиха [8].

В ноябре 1840 г. Жерар и Каур представили Парижской академии наук работу об эфирных маслах, законченную ими в лаборатории Шевреля. Эта работа получила высокую оценку ведущих академиков — Тенара, Дюма и Реньо.

Зимой 1841 г. Жерар усиленно готовился к сдаче последних экзаменов. 3 апреля 1841 г. он получил степень лиценциата (licencié) физических наук, а 8 апреля защитил докторскую диссертацию о геленине. 16 апреля 1841 г. Жерар, при поддержке Дюма, был назначен исполняющим обязанности профессора химии факультета естественных наук университета в Монпелье. Эту кафедру занимал до него Балар¹¹, переведенный в Париж. Сообщение о назначении министр Вильмен¹² сопроводил любезным письмом: «Присвоение Вам степени доктора наук Парижского университета и внушительный успех Ваших предшествующих научных трудов дают мне уверенность

¹¹ Антуан Жером Балар (Balard, 1802—1876) — химик, прославившийся открытием брома (1826 г.), член Парижской академии наук.

¹² Абель Франсуа Вильмен (Villemain, 1790—1870) — историк и литературный критик, член французской академии, министр народного просвещения (с 1839 по 1844 г.).

в том, что Вы успешно справитесь с работой на вверенном Вам посту» [1, стр. 48].

Либих писал ему: «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 замечается во Франции) из науки предмет торговли; возможно, что таким образом можно заработать немного денег, но человек погибает как ученый» [1, стр. 53].

Жерар был очень рад этому назначению. Теперь он может надеяться, что отношение отца к нему изменится, а главное, появится возможность заниматься научной работой: у него будет своя лаборатория. «Я не смел мечтать о большем,— пишет он Либиху,— 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. Хотя я оставил Ваше учение (о радикалах), я все же всегда буду Вашим признательным учеником» [1, стр. 48].

Таким образом, благодаря исключительным способностям, большому трудолюбию и настойчивости Жерар без поддержки со стороны родителей, совмещая учение с работой, окончил за два с половиной года курс химического отделения факультета естественных наук Сорбонны, получил степень доктора наук, выполнил несколько самостоятельных научных работ, опубликовал их в ведущих журналах Франции и в 25 лет стал профессором химии.

ПРОФЕССУРА В МОНПЕЛЬЕ



10 мая 1841 г. Жерар прочитал свою первую лекцию. Она была посвящена происхождению органических веществ. Молодой профессор изложил новые идеи своего учителя Либиха о питании растений, почерпнутые из его книги «Органическая химия и ее приложение к земледелию и физиологии», недавно вышедшей в свет. Жерар перевел эту книгу на французский язык и был одним из первых, кто познакомил французских студентов и ученых с ее содержанием.

В письме своему брату Виктору Жерар рассказывает, как восторженно его приняла аудитория, как горячо ему аплодировали после первой лекции: «Многие университетские знаменитости и другие лица присутствовали на моей лекции; все меня засыпали поздравлениями, и поистине о лучшей встрече нельзя было даже мечтать» [1, стр. 52]. Об этом же он пишет Кауру: «Мои первые лекции были хорошо приняты, и я могу только хвалиться своей студенческой аудиторией, которая, между нами говоря, все время более многочисленна, чем у моих коллег. У профессора физики — три слушателя, иногда четыре; у профессора астрономии их два; у ботаника — 5 или 6; у зоолога — 2 или 3; никто не имеет десяти студентов. У меня обычно 40 или 50 слушателей. Если бы у меня не было бы этого маленького успеха, я бы совсем потерял всякое мужество» [9, т. II, стр. 5]. «Мой курс кончился торжественно: в конце лекции — залп аплодисментов, — писал он позже Кауру. — Но учтите, что на этой лекции я во время демонстрации опытов убил синильной кислотой кролика и произвел



Шарль Жерар (1844 г.)

взрыв гремучей ртути. Вы понимаете, что это все их подогрело; хотят видеть дым, вот как!» [9, т. II, стр. 11].

Однако, несмотря на явный успех, Жерар не был удовлетворен своим новым положением. Его особенно угнетали скудость оборудования лаборатории и отсутствие необходимого обслуживающего персонала. В июне 1841 г. он жаловался Кауру: «Вы не можете себе представить, в каком ужасном беспорядке я нашел здесь все <...> Добавьте к этому, что нам дают 150 франков в год на все расходы для ведения курса и 300 франков на приобретение приборов, и Вы сможете понять, какая у нас нищета. На средства, которыми факультет располагает, можно, как Вы сами видите, только приобрести уголь для лаборатории. Я деморализован <...> Затем учтите, что препаратор по химии готовит одновременно и курс физики, а также курс ботаники, так что ему едва хватает времени для подготовки работ

по химии <...> Больше того, нет слуги для уборки лаборатории; человек, который иногда приходит помыть посуду, в то же время является швейцаром факультета и слугой профессоров <...> Вы были бы очень любезны, мой дорогой Каур, если бы сооблаговостили поговорить о моем положении с Дюма» [1, стр. 55].

Такие же жалобы находим мы и в письме брату Виктору, написанном месяцем позже: «Вне Парижа нет истинного научного развития. Правительство предоставляет так мало средств своим несчастным провинциальным факультетам, что не удивительно, почему здесь столько вялости и пичтожества. Мы находимся в таком нищенском состоянии, что я вынужден временно оплатить из своего кармана часть расходов для ведения моего курса» [1, стр. 57].

На письмо Жерара о плачевном состоянии лаборатории Каур ответил, что Дюма, со слов Балара, знает об этом, но все же настаивает, чтобы несмотря ни на что Жерар начал научно-экспериментальную работу, и обещает добиться ассигнования необходимых для этого средств. Жерар и сам прилагал все усилия для организации своей лаборатории; в первый же год пребывания в Монпелье он выполнил в ней ряд научных работ. В Париж были посланы для опубликования сообщения о методах получения валериановой и салициловой кислот, а также о тождестве «драконовой» кислоты, полученной Лораном, и «анисовой» кислоты, полученной Кауром. Кроме того, он сообщил об исследовании эфирных масел тмина.

Несмотря на обещания Дюма увеличить отпуск средств для лаборатории, положение не изменилось: на 1842 г. ассигновали всего 700 франков. Жерар все больше и больше падает духом. Он жалуется Либиху, что на факультете никто не ведет научной работы и поэтому никто его не поддерживает.

Несмотря на трудности, Жерар все же не хотел оставлять профессию в Монпелье. Узнав, что из-за интриг некоторых влиятельных лиц его хотят заменить местным бездарным химиком, он попросил через Каура поддержки у Дюма и Тенара. Каур ответил, что парижские покровители Жерара советуют ему не обострять отношений с ректоратом и подготовить хорошую научную работу для Парижской академии наук. Лично он, Каур, предлагает ему послать в академию работу о классификации органических соединений. Дюма давал Жерару советы более обще-

го характера. «Я советую Вам, — пишет он, — более чем когда-либо — осторожность, благоразумие и предупредительное отношение к окружающим. Сделайте так, чтоб Вас любили, это само по себе очень приятно, а кроме того — это средство сделаться счастливым и блаженным» [1, стр. 57].

Жерар последовал совету Каура и 5 сентября 1842 г. представил в Парижскую академию наук статью о классификации органических соединений [10]. С самого начала педагогической деятельности Жерар почувствовал, как затрудняет преподавание химии отсутствие единой рациональной классификации органических веществ, как необходима систематизация всего эмпирического материала, опирающаяся на опытные данные, а не на предвзятые гипотезы. И он приступил к этой работе. Уже в октябре 1841 г. он сообщает в Академию наук: «Я предполагаю представить ряд статей, в которых изложу опыты, предпринятые мною, чтобы связать между собой некоторые ряды органической химии и главным образом чтобы найти некоторый общий закон, который позволил бы координировать существующий разрозненный материал и установить на его основе систему классификации» [1, стр. 317].

Статья, представленная в академию, была предварительно напечатана в «Revue scientifique» [10]. Основной вывод статьи заключался в том, что для рациональной классификации органических соединений необходимо исходить из единого критерия установления химических формул. В качестве такого критерия автор предложил молекулярный объем вещества, находящегося в газообразном состоянии, считая, что в этом состоянии молекулярный объем всех веществ должен быть одинаковым. Такой вывод в те времена был очень смелым, так как химические формулы соответствовали тогда разным молекулярным объемам. Изменив химические формулы многих веществ, Жерар считал необходимым изменить ошибочные атомные веса некоторых неметаллов; его предложение об изменении атомных весов металлов было менее удачным.

Идеи Жерара были встречены в штыки большинством академиков. Об этом он пишет 27 сентября 1842 г. Кауру: «Тенар осудил главным образом выводы, которые я прочитал в Академии, ибо стиль этих выводов, по его мнению, не подходил бы даже такому ученому, как Лавуазье. Дюма, как Вы знаете, хотел бы, чтоб я выбросил всю тео-

ретическую часть, так как Академии не нравится, когда другие, посторонние, выдвигают идеи, ибо она сохраняет за собой эту монополию. Реньо был задет тем, что я в такой откровенной форме показал, что его формулы стрихнина и кодеина ложны, и в то же время не сопроводил перечень моих опытов «взмахами кадила». Что Вам еще сказать? Даже о разбойнике и убийце нельзя было бы сказать больше плохого, чем сказали сегодня обо мне». Далее Жерар описывает свою беседу с Тенаром. «Я ему преподнес оттиск моей работы; а он мне отвечает ворчливым тоном, который Вам известен: «Я совсем не доволен Вашей статьей». Я начинаю удивляться и робко просить его объяснения. Тенар повысил голос, я сразу подумал, что он меня съест. Он кричал вовсю, что моя работа не академична, что даже знаменитый Лавуазье не осмелился бы писать так, как я <...> что это не во французском духе, что воспитанный человек так не пишет. «К сожалению,— ответил я Тенару,— я не подхалим, когда у меня есть убеждение, я его выражаю без уверток», но <...> Тенар не дал мне кончить. Он кричал: «Я не люблю подхалимов, но я говорю Вам, что пять или шесть членов Академии держатся точно такого мнения о Вашей статье <...> Вы убеждены?» Я, плохо расслышав последнюю фразу и поняв ее, вероятно, в другом смысле, сказал: «Нет». Тогда Тенар разъяренно встает: «До свиданья, мосье! До свиданья, мосье!» Повторив это раз десять, он меня выставил за дверь (в буквальном смысле) в присутствии слуги. Я ожидал получить пинок ногой в <...>, удивляюсь, что мне на самом деле не дали пинка. Вот кто является истинным французом, по мнению барона Тенара, вот как университет обращается со своими членами. Это оскорбление вначале чуть было не лишило меня дыхания, я задышался. Несколько минут размышления было достаточно, чтобы я пришел в себя. Я не паду духом потому, что слишком люблю науку, но весь Париж узнает об этом красивом поведении Тенара и никто не удивится, если впредь моей ноги у него не будет. Поверьте мне, я спокоен: я внутренне удовлетворен тем, что выполнил свой долг, и, если бог мне поможет, я буду продолжать дальше свою работу, несмотря ни на какие превратности, которые меня ждут в будущем» [9, т. II, стр. 25].

Либуху Жерар пишет, что, по имеющимся у него сведениям, его неуспех в академии связан до некоторой сте-

пени с интригами бездарного химика Провостаи¹, который добывается места профессора в Монпелье.

Обида Жерара на корифеев науки вполне понятна, но он не прав, считая причиной отрицательного отношения к своим новым идеям интриги или дурной характер того или иного академика. Причина гораздо глубже и гораздо принципиальнее. Это его совершенно новый подход к установлению химических формул, подход, противоречащий дуалистической концепции, господствовавшей тогда в химии. И это господство еще не поколебали успехи нового направления в химии, выраженного теорией замещения Лорана и Дюма.

Холодный душ, который получил Жерар в Академии наук, не погасил творческого пыла ученого, и он продолжал поиски истины. В июне 1843 г. Жерар опубликовывает статью «Соображения об эквивалентах простых и сложных тел» [11], где развивает идеи, изложенные ранее в статье, направленной в академию. Он доказывает, что принятые тогда дуалистами химические формулы органических соединений удвоены по сравнению с истинными. Выходит в свет его работа о «сочетанных солях», во время летних каникул он заканчивает первую часть «Краткого учебника органической химии» [12]. Наряду с теоретическими исследованиями он ведет большую экспериментальную работу по изучению свойств алкалоидов.

В августе 1843 г. Жерар после пятилетней разлуки приехал в родительский дом. Встреча была очень теплой, состоялось окончательное примирение с отцом, который наконец понял, что его сын выбрал правильный жизненный путь.

Отдохнув под родительским кровом, Жерар отправился в Париж. Там он впервые встретился с Вюрцем, работавшим в то время заведующим лабораторией (*chef des travaux*) на медицинском факультете университета. Вюрц согласился перевести «Краткий учебник» Жерара на немецкий язык². Сам Жерар этим заняться не мог, так как он

¹ Фердинанд Эрве де Ла Провостаи (*de La Provostaye*, 1812—1863) — физик и химик, преподаватель парижских лицеев. Его исследования о кристаллических формах винной кислоты и ее солей (1841—1843) были повторены Пастером и оказались ошибочными.

² Этот перевод (в двух томах) вышел в свет в 1844—1846 гг. в Страсбурге.

работал над переводом второго издания книги Либиха «Органическая химия в применении к земледелию и физиологии». Кроме того, Либих предложил ему добавить к этому изданию обзор работ французских ученых в этой области. При этом глава немецких химиков пишет своему бывшему ученику: «Вы за последние годы сделали столько же, сколько все французские химики, вместе взятые. Жаль, что Вы находитесь не в Германии» [1, стр. 463].

Начало 1844 г. Жерар ознаменовал выпуском статьи о продуктах сухой перегонки роданистых соединений, в которой смело оспаривал теорию радикалов Либиха и доказывал обоснованность теории типов Дюма. Естественно, последний был доволен, что его ученик поддерживает его идеи и выступает против идей Либиха. В устном отзыве о первой части «Краткого учебника» Жерара, где автор выдвигает на первый план теоретические вопросы на прочной основе фактов и применяет свою новую систему атомных весов и формул, Дюма высказался следующим образом: «Автор (Жерар) больше, чем кто-либо, мог убедиться в недостаточности теории радикалов, принятой Либихом в качестве основы его труда <...> Учебник Жерара представляет систему идей, связанную с работами, выполненными в течение нескольких лет во Франции, и этот учебник будет много способствовать распространению тех идей, которые я со своей стороны уже давно стараюсь распространить на своих лекциях» [1, стр. 78].

В этом же году произошло важное событие в личной жизни Жерара, которая до того времени складывалась далеко не счастливо. Два года назад он, по-видимому, был влюблен и собирался жениться. Но роман оказался неудачным. Это настолько сильно повлияло на чувствительную натуру Жерара, что он тяжело заболел. Может быть, его брак расстроили какие-то материальные соображения, так как он писал брату: «У меня вызывает отвращение, когда вижу, что мужчины считают женщину товаром, а брак — коммерческой сделкой» [1, стр. 71].

И вот в мае 1844 г. Жерар женился на шотландке Джейн, дочери эдинбургского врача Джеймса Сендерса. Сендерс приехал в Монпелье, где собирался отдохнуть и поправить свое пошатнувшееся здоровье. Однако болезнь оказалась запущенной, и через несколько месяцев он умер. Подготовка сыновей Сендерса к поступлению на филологический факультет университета в Монпелье задержала

PRÉCIS
DE
CHIMIE ORGANIQUE

PAR
M. CHARLES GERHARDT,

Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, membre correspondant
de la Société philomatique de Paris, etc.

TOME PREMIER.

PARIS.

CHEZ FORTIN, MASSON ET C^o, LIBRAIRES,

1, PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE,
MÊME MAISON, CHEZ L. NICHOLSEN, A LEIPZIG.

Juillet 1842.

*Титульный лист «Краткого учебника
органической химии» Жерара*

отъезд осиротевшей семьи на родину. Дочери покойного врача, Джейн и Мэргерит, изредка посещали лекции молодого профессора истории Тайяндье. Жерар был близким другом Тайяндье и часто бывал на его лекциях. Обаятельные девушки привлекли внимание друзей, и знакомство состоялось. Судьбе было угодно, чтоб Жерар и Джейн полюбили друг друга, и немного времени спустя Жерар попросил ее руки. Либих, поздравляя Жерара, пишет: «Ваша женитьба является самым разумным, что Вы сделали в

Вашей жизни, ибо для успокоения Вашей пылкой крови Вам нужна была женщина. Я искренне поздравляю Вас с тем, что Вы избрали англичанку, и с тем, что Вы вытянули такой завидный лотерейный билет» [1, стр. 85]. Это счастливое событие совпало с другим, тоже важным и приятным событием. За день до свадьбы Жерар узнал о своем утверждении в штатной должности профессора органической химии в университете в Монпелье. «Сразу две удачи», — в восторженном тоне сообщает он матери.

Летом Жерар и его молодая жена отправились в свадебное путешествие. Они побывали в Страсбурге у родителей Жерара, пожили в окрестностях этого города, а затем отправились в Баден-Баден. Они наслаждались красотой всех этих живописных мест, хорошо отдохнули в кругу родных. Пожалуй, это был единственный полный отдых Жерара за всю его короткую жизнь. Его женитьба оказалась очень удачной. Джейн Сендерс стала настоящим другом Жерара, чутким, внимательным, готовым прийти на помощь в трудную минуту. Она жила его интересами, делила с ним редкие радости и частые невзгоды. У них было трое детей. Старший сын, Шарль Джеймс, окончил Политехническую школу в Париже и стал инженером; младший сын Гастон Виктор умер в возрасте 25 лет; единственная дочь Жерара Джейн Мэргэрит вышла замуж за военного врача. После смерти Жерара жена и сын Шарль, свято чтя его память, тщательно, с любовью собирали все, связанное с жизнью и деятельностью замечательного ученого. Благодаря их трудам многие поучительные и интересные подробности биографии Жерара дошли до наших дней.

Осенью Жерар защитил в Страсбургском фармацевтическом институте диссертацию под названием «Образование и конституция этилового эфира» и получил степень доктора фармации. В этой работе он снова оспаривает дуалистические взгляды Берцелиуса и Либиха и высказывает более правильные идеи. Степень доктора фармации давала Жерару право занять вакантную должность профессора в фармацевтическом институте в Монпелье.

К 1844 г. относится еще одно очень важное событие — Жерар сблизился и подружился с Лораном. Их познакомил Кеневилль еще осенью 1843 г., и, по-видимому, между ними сразу же возникла симпатия. Они откровенно обменялись своими взглядами, долго беседовали о трудностях борьбы с представителями официальной науки. Между

учеными установилась тесная дружеская связь, сопровождавшаяся интенсивной и содержательной перепиской, которая с небольшими перерывами длилась с 1844 по 1848 г. В одном из писем Кауру Жерар пишет о Лоране: «Я никогда не видел человека, столь богатого идеями. Его письма для меня нечто очень ценное; я изучаю их, как Евангелие» [1, стр. 147].

Жерар предложил Лорану издавать совместно научный химический журнал, который подробно освещал бы работы ученых провинциальных университетов и таким образом противодействовал «всесилию Парижа». Лоран охотно согласился. Оба они встретили холодное и даже враждебное отношение к своим идеям со стороны видных химиков Франции, и такой журнал, по их мнению, мог бы служить трибуной для борьбы за торжество новых идей. Они хотели привлечь к работе в журнале Либиха и Гофмана, но из этого ничего не получилось. Первый номер журнала под названием «Comptes rendus des travaux chimiques»³ («Отчеты о работах по химии») вышел в феврале 1845 г. В предисловии к нему Жерар сообщает, что в новом журнале будут излагаться и критически оцениваться работы не только французских ученых, но и химиков других стран. Необходимость в таком журнале объясняется тем, что не всегда ученые беспристрастны к работам своих зарубежных коллег. Например, известный химик севера (Берцелиус) плохо относится к тем работам французских химиков, которые не соответствуют его воззрениям. Одна из целей нового журнала — протестовать против такой пристрастности «и содействовать распространению новых идей, которые в течение последних нескольких лет двигают науку вперед» [1, стр. 91].

Официальная наука Парижа плохо встретила новый журнал. Как пишет Лоран Жерару, все считают это издание большой дерзостью: «Начинающий — против патриарха химии! <...> Меня спрашивают, как я смог объединиться с таким молокососом, как Вы? <...> с таким легкомысленным и бесхарактерным человеком?» [1, стр. 92].

Кеневилль увидел в новом журнале сильного конкурента своему «Научному обозрению» и, чтобы избавиться

³ Последний (седьмой) том журнала вышел в 1852 г. под редакцией Лорана, Жерара и Шанселя.

от него, решил поссорить Лорана с Жераром. «Жерар создает себе бесчисленных врагов,— пишет он Лорану,— которые потом обрушат всю свою ненависть и на Вас. Все химики Вас очень любят, а Ваше сотрудничество в этом журнале приведет к тому, что Вы потеряете это уважение. Верьте мне, оставьте его и вернитесь к нам» [9, т. I, стр. 57].

За рубежом новый журнал был принят хорошо, идеи Лорана и Жерара нашли там благожелательный отклик.

В мае 1845 г. Жерар предложил Лорану встретиться в Париже, чтобы подробно обсудить вопросы, связанные с изданием журнала. Но Лоран не мог позволить себе поездки в Париж: «Я так стеснен своими 3800 франками [в год], что вынужден каждый день рассчитывать, класть один или два кусочка сахара в мою чашку кофе. Отправиться в Париж после того, как я совершил поездку на пасхальные каникулы, будет для меня несколько трудно» [1, стр. 95]. Тогда Жерар сам приехал к Лорану в Бордо, и три дня друзья обсуждали волновавшие их вопросы.

Из Бордо Жерар поехал в Париж. Его последняя работа об анилидах произвела на парижских химиков хорошее впечатление, и корифеи смягчили свое отношение к нему. «Тенар пригласил меня на будущее воскресенье на завтрак,— пишет Жерар жене.— Впервые он делает мне такую честь».

Химическая секция Парижской академии наук выдвинула кандидатуры Жерара и Лорана в члены-корреспонденты. Кандидатуру первого отклонили, избрали только Лорана, но Жерар был искренне рад за друга, ибо считал его вполне достойным этого звания.

Вскоре после выборов Лоран переехал в Париж. В октябре 1845 г. он представил в академию статью «О способах соединения веществ», в которой критиковал теорию радикалов. При этом Лоран отмечает следующее странное обстоятельство: он и Жерар, исходя из своей системы вывода и проверки химических формул, убедительно доказали ошибочность многих химических анализов, но несмотря на это их идея о «гидратированных кислотах» (водородная теория кислот), противоречащая дуалистическим представлениям, не признается учеными. В академии статья Лорана встретила ироническое отношение, многие ученые порицали его. Лоран спешит сообщить обо всем этом Жерару, и тот, отвечая ему, выдвигает следующее предложение: «Мне пришла в голову мысль. Возможно, что нам сле-



Огюст Лоран

довало вместе направить в Академию письменное заявление, нечто вроде манифеста, в котором мы бы потребовали от химиков, чтобы они нас опровергли. Видите ли, надо нападать открыто, ибо, если дискуссия не будет перенесена в Академию, никто не обратит на нас внимания» [9, т. II, стр. 106].

Жерар и Лоран мечтали жить в Париже и работать там вместе, вместе бороться за признание своих идей. Но осуществить эту мечту было трудно. Представители официальной науки не хотели помочь Лорану устроиться в Париже; наоборот, министр Сальванди⁴ хотел заставить его вернуться в Бордо. С большим трудом и только благодаря

⁴ *Нарсис Ашиль граф де Сальванди (Salvandy, 1795—1856) — писатель и реакционный политический деятель; министр народного просвещения (1837—1839 и 1845—1848 гг.).*

поддержке Пуйе⁵, высоко оценившего работы Лорана по кристаллографии, ему удалось остаться в Париже. Но получить там работу Лоран не смог, и причиной этому послужило отрицательное отношение корифеев к его идеям. Например, Шеврель писал Шанселю следующее: «В Вашей последней статье Вы, мне кажется, разделяете взгляды Лорана. Это абсурд, архаический абсурд, так же, как и эквиваленты Жерара. Я не отдам свой голос человеку, который придерживается таких взглядов» [1, стр. 109].

Выступление Лорана и Жерара против теории радикалов вызвало недовольство Либиха. Но более серьезным поводом для обострения отношений послужило следующее. Исследуя роданистые соединения, Либих пришел к заключению о существовании сложного радикала меллона C_6N_8 (в наших обозначениях C_3N_4), который образует ряд соединений — меллонидов. Формулы, предложенные Либихом для этих соединений, противоречили правилу четности Жерара и Лорана, и они решили проверить его опыты. В результате французские ученые установили, что и анализы и формулы Либиха неверны: меллон содержит еще и водород, а так называемые меллониды являются смесью полимеров различных цианамидов. Еще до начала исследований Жерар писал Либиху о своих сомнениях в правильности формул меллонидов, но Либих ничего не ответил, что весьма удивило Жерара, всегда бывшего в хороших отношениях с Либихом. «Он мне еще не ответил,— сообщает Жерар Лорану.— Я напишу ему еще раз. Я не хотел бы поссориться с ним публично, хотя его меллониды противоречат нашим взглядам и надо бы их критиковать» [1, стр. 103].

В сентябре 1845 г. Жерар и Лоран сообщили на заседании Академии наук о своей работе, оспаривавшей взгляды Либиха. Два месяца спустя Либих написал памфлет под названием «Господин Жерар и органическая химия» [13], и Кеневилль опубликовал его в своем журнале. Форма и содержание памфлета не делали чести знаменитому немецкому химику. Он утверждал, что Жерар и Лоран вообще не исследовали производных меллона и поэтому все их выводы ложны, назвал Жерара «разбойником с большой дороги», присваивающим себе чужие работы. Кроме того,

⁵ Клод Серве Мариус Марк Ролан Пуйе (Pouillet, 1790—1868) — физик, профессор Сорбонны, член Парижской академии наук.

он указал, что в жераровском «Кратком учебнике» многое принадлежит не автору, а Персо, а то, что принадлежит Жерару, «является памятником разочарования и произвола, который еще не встречался в научной литературе». Либих подверг резкой, несправедливой критике жераровские исследования бруцина, индиго, хинолина и других соединений, сделал много клеветнических выпадов против Жерара и Лорана. В результате всего он предал их «научной анафеме» [1, стр. 119].

Печальный факт, — но никто из французских химиков не выступил в защиту Жерара и Лорана. В печати появилось лишь одно, да и то анонимное письмо (его приписывают Пелузу), в котором осуждался грубый тон Либиха, но не было защиты работ и идей Жерара и Лорана. Многие химики (например, Миллон⁶), наоборот, даже одобряли нападки Либиха.

Друзья-ученые были возмущены поведением Либиха. Удивило ли оно их, трудно сказать, так как Лоран вспоминает, что еще в 1838 г. Либих напал на него из-за того, что он указал маститому ученому на ошибочность его анализа нафталина; время показало, что в этом споре прав был Лоран. Тогда Лоран поехал к Либиху, чтобы доказать ему свою правоту, и Либих дал дружеское обещание: «Я был неправ, не будем больше об этом говорить. Другой раз, когда буду что-то писать против кого-то, я спрячу написанное в ящик своего письменного стола и буду хранить это шесть месяцев» [1, стр. 121], о котором, по-видимому, забыл.

Жерар и Лоран послали Либиху ответ: «Господин барон! Вы недавно опубликовали против нас брошюру, в которой нападаете на наши работы самым оскорбительным образом. Вы вольны считать их плохими, Вы также вольны 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 22 сентября прошлого года сообщение

⁶ *Никола Огюст Эжен Миллон (Millon, 1812—1867) — химик, профессор госпиталей Валь де Грас.*

об опытах, которые не существуют, 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, ибо эти опыты проводились в Париже в лаборатории Пелуза, чаще всего в присутствии самого Пелуза и его сотрудников, над веществами, полученными от Пелуза, или в Монпелье в лаборатории факультета естественных наук, частично с веществами, полученными также от Пелуза, и частично с веществами, приготовленными в этой лаборатории. Полученные новые вещества были показаны многим лицам, в том числе и декану факультета.

Все это уже достаточно показывает, какое значение имеют Ваши прочие утверждения. Но Вы иностранец. Вам обеспечена безнаказанность, и у нас нет другого средства бороться с Вами, как обратиться к общественному мнению.

Будьте так добры, господин барон, признайте нашу жалобу справедливой и возьмите свои слова обратно. Примите наши усердные приветствия» [1, стр. 121—122].

Либих адресовал свой ответ только Лорану: «Разрешите мне сказать Вам, что мысль объединиться с Жераром была самым большим Вашим несчастьем, которое могло с Вами случиться. Я предсказывал Жерару, что он пропадет. Я предупреждал его много раз, но он этого сам хотел. Пусть он говорит обо мне всякое воображаемое зло, но Вы должны понять, что его дело проиграно. Чтобы выступить, я ждал не шесть месяцев, а целых три года, пока эта маэна Жерара обращаться с наукой не стала невыносимой. Самый лучший совет, который Ваши друзья могут Вам дать,— это оставить Жерару заботу об окончании спора. Если Вы присоединитесь к нему, Вы будете единственным, кто потеряет на этом деле, ибо ему уже нечего терять. Прочтите мою статью и скажите сами, есть ли в душе этого человека правда? Я не люблю и никогда не буду любить тон, которым Вы говорите о мнениях других химиков, но я Вас считаю человеком исключительной честности и порядочности, который пал жертвой непостижимого рока, связав свою судьбу с бесхарактерным и аморальным человеком. Я сам никогда никому не позволю нападать на меня несправедливо и безнаказанно» [1, стр. 125].

Из этого письма видно, что Либих относился отрицательно к новым идеям Жерара еще тогда, когда тот только

что выступил с ними, когда между учителем и учеником еще были хорошие отношения. Либих открыто не сказал об этом. Его отрицательное отношение крылось в советах не заниматься теоретическими вопросами, так как Франция — неблагоприятная почва для развития теорий.

Лоран ответил Либиху не письмом, а статьей в «Научном обозрении», из которой видно, что ничего не может поколебать его веру в Жерара. «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 свою 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 еще Вы, новый барон⁷, который решил отомстить своему старому другу Жерару за то, что он по некоторым вопросам науки придерживается других взглядов, чем Вы, и Вы не побоялись бросить ему в лицо позорные слова — разбойник с большой дороги» [1, стр. 126].

В этом резком споре французские ученые заняли нейтральную позицию, хотя имели полную возможность проверить выводы Жерара и Лорана о меллонидях Либиха. Только в газете «Ероque» появилась статья, написанная в благожелательном тоне, но содержащая упреки Жерару и Лорану в непочтительном отношении к знаменитым химикам — Либиху и Берцелиусу.

Все это, конечно, весьма затрудняло утверждение научных идей Жерара и Лорана. В мае 1846 г. Лоран пишет Жерару: «Запомните следующее: с нами нет никого; мы можем только сказать, что Пелуз не против нас. Что касается других — Дюма, Балара, Тенара, Реньо, Шевреля, то они хотят видеть нас «погребенными» в провинции, чтоб о нас больше не слышали» [1, стр. 141].

И Лоран был прав, видя в этих ученых врагов. Например, Балар, предшественник Жерара на кафедре в Монпелье, написал на последнего клеветнический донос.

⁷ За свои научные заслуги Либих получил в 1845 г. титул барона.

«Я давно подозревал, что Балар относится ко мне неблагоприятно, — писал Жерар Лорану, — но не был уверен в этом. Сегодня у меня уже нет никаких сомнений. Представьте себе, что вчера мой декан получил от Балара письмо, в котором он приписывает все мои работы моему лаборанту и в котором пишет, что я должен заплатить лаборанту деньгами за все выполненные им работы! И он предлагает, что я нанял себе одного или двух молодых людей, которые помогали мне в моих работах, и что я им платил по несколько сот франков в год. Вы понимаете, что это за клевета? В то время как в действительности мой лаборант даже не следил за порядком в шкафу с реактивами и я вынужден все делать сам! Таким образом, Балар (и Дюма, который теперь единомышлен с ним) сегодня поддакивает моим врагам. Кроме того, Балар говорит, что я пренебрегаю моими обязанностями преподавателя, в то время как у меня на лекциях всегда больше студентов, чем у кого-либо; он упрекает меня в том, что я излагаю на лекциях содержание своих работ <...> дальше он меня упрекает, что я использую все деньги, которые выделяются для ведения моего курса, на свои исследовательские опыты, в то время как здесь ничего не было, когда он был профессором этой кафедры, и все, что теперь имеется здесь, приобрел я! Во всяком случае здесь теперь все имеет какой-то вид, в то время как при Баларе это была конюшня!» [9, т. I, стр. 183].

Подобные выпады клеветников, по-видимому, устраивали реакционное правительство, которое вообще было против того, чтобы профессора использовали лаборатории учебных заведений для научных исследований; в 1846 г. министр Сальванди издал приказ в этом духе.

В летние каникулы 1846 г. Жерар едет в Париж, чтобы встретиться с Лораном. Но пробыл там он очень недолго, так как, несмотря на обещанный творческий отпуск, 16 августа его отозвали обратно в Монпелье и отказали в отпуске. Жерар подозревал, что это дело рук Дюма; еще весной между ними начал назревать конфликт, поводом для которого послужил спор о приоритете в установлении гомологии как общей закономерности для органических соединений. Сотрудники Дюма — Фавр и Зильберман — утверждали (1846), что эту закономерность открыл Дюма. Жерар тоже вспоминает, как в беседе с ним, примерно два года назад, Дюма пытался назвать себя автором

открытия гомологии, ссылаясь на свою работу о типе спирта, альдегида, кислоты и т. д. Но, пишет Жерар Лорану, «я ему указал, что во всех его рядах (séries) не было ни малейшего сходства с моими [гомологическими] рядами. Тогда он уже больше ничего не сказал» [9, т. I, стр. 178].

Вначале Дюма не выступал открыто по этому вопросу, но через год он сам заговорил о своем приоритете, и конфликт разгорелся вновь. По-видимому, выступление Дюма объясняется ухудшением отношений между ним и Лораном. Осенью 1847 г. Лоран читал лекции по химии в Сорбонне, излагая ее на основе унитарных (антидуалистических) воззрений. Студенты встречали его лекции громкими аплодисментами. Но результатом этого успеха был приказ министра Сальванди о немедленном возвращении Лорана в Бордо. «Вот что значит иметь больших покровителей,— пишет Жерару Лоран,— вот куда нас приводит манера писать SO_4K_2 , когда все пишут $SO_3 \cdot KO$. Что касается Вас, то извлеките пользу из моего случая: пишите $SO_3 \cdot KO$ » [9, т. I, стр. 246]. Поскольку Дюма пользовался большим влиянием у министра народного просвещения, Лоран и Жерар заподозрили, что приказ — дело рук Дюма, и Жерар написал ему письмо, полное упреков: «Что Вы делаете с Лораном? Он мне написал письмо с жалобой на то, что его высылают из Парижа. Это мне кажется невероятным. Так как Сальванди знает химиков только с Ваших слов, то, очевидно, Вы побудили его отнять у Лорана право преподавать в качестве заместителя. Я считаю, что для университета позор не давать этому человеку возможности заниматься наукой, чтобы не умереть с голоду; университет имеет, между прочим, в своих рядах немного таких голов, как его голова» [9, т. I, стр. 249].

Лоран отказался вернуться в Бордо и вновь остался без работы.

Здесь мы приведем фотокопию отрывка одного из писем Лорана Жерару. Рисунки и карикатуры, которые мы видим, очень характерны для писем Лорана; с их помощью он пополнял изложение своих мыслей. В приводимом отрывке Лоран нарисовал шаржи на французских ученых: в первом ряду — Балар, Жерар и Пелуз; во втором — Дюма (с двуликой маской), Лоран и Тенар. В начале письма Лоран высмеивает сложную номенклатуру химических соединений, предложенную Гмелином, а далее пишет: «Вы

vous n'êtes en jalousie qu'il n'est pas
 possible à tantôt de chloroforme de faire le
 Sottisatti. D'ailleurs vous le chloroforme est un
 illusion. Jamais en va la cause de ses semblables
 comment vous y êtes vous été madame. J'aurais
 lui, cette petite robe que y en est complice
 for mistri!

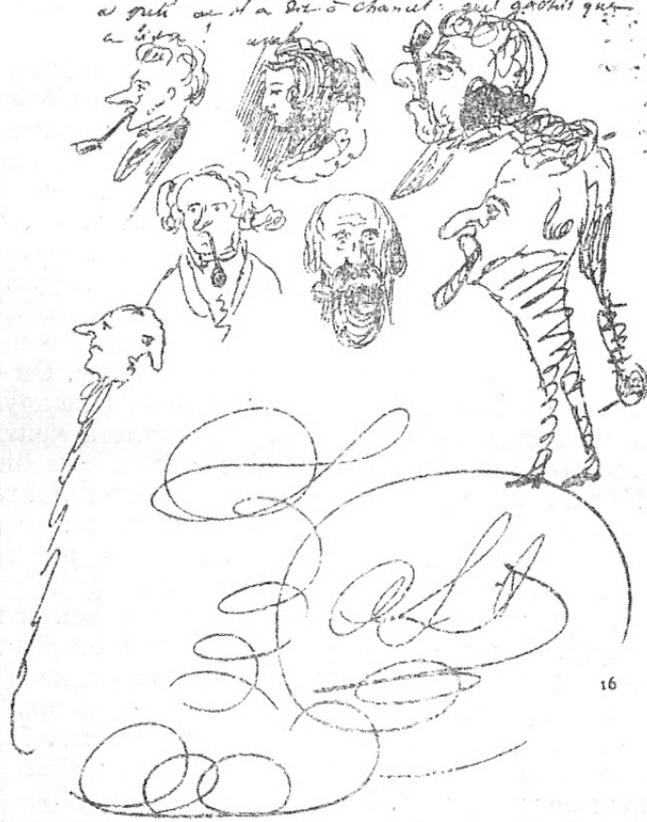


qui m'ont, qui chienne de vie! j'ai un son
 dans la [] j'ai une malheureuse l'ère de 1 heure
 ce que que ton me j'ai 5 francs c'est tout ce que
 j'ai pu rassembler depuis que je suis à Paris. Dans
 quelques mois, Dieu il faudra que je jure

et ça il ne se fait donc plus rien en chemin
 vos écrits rendent tout long j'ai

à propos de la faire est parvenue
 est le vous - à droite ou à gauche il tire les vous
 il est lui affaibli le langage avec Dieu, à propos
 de la réimpression du protocole de la que se fait
 dans d'été comme on a tel un que se fait et l'été
 nous en dit il, il n'est ni dans l'été, ni dans l'été
 je lui ai fait dire qu'il était dans l'été, que c'était
 mille, qui la seule, réimpression et l'été que
 vous avez en tout de la faire l'été, il dit
 que vous ne faites que des personnes l'été
 non de la réimpression.

Une n'est pas blonde s'ci. mais laiffy & Bladisa
 compate des comp' rindri conce-tariat-emp'is quand
 il s'agit de se m'p'neri pas un man de blanc, mais
 d'eff' pas un man d'blanc. supp'it'ion du f'act'ion
 app'ic'it'ion au v'it'ion. conce-tariat-emp'is qui
 des m'p'it'ion conce-tariat-emp'is avec le Dr Tommaride.
 il av'it'ion conce-tariat-emp'is qui av'it'ion conce-tariat-emp'is
 ai rivi'ion conce-tariat-emp'is qui av'it'ion conce-tariat-emp'is
 he v'it'ion conce-tariat-emp'is qui av'it'ion conce-tariat-emp'is
 de v'it'ion conce-tariat-emp'is qui av'it'ion conce-tariat-emp'is
 a v'it'ion conce-tariat-emp'is qui av'it'ion conce-tariat-emp'is



смеетесь, думая, что автор «хлородилюза» (Гмелин.— *М. Ф.*) не может выделять «батти-батти». Перестаньте заблуждаться — «хлородилюз» это большой обман.

Вот один из каламбуров: «как Вы беседуете с женой». Покажите ей этот маленький ребус, который я сочинил для мадам (изображены Жерар с женой на прогулке.— *М. Ф.*).

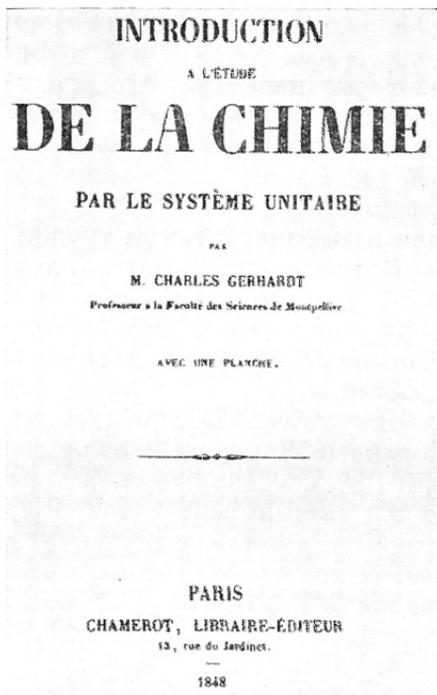
Какая собачья жизнь! У меня нет ни копейки [в кармане]. У меня всего один несчастный урок — за один час и три четверти мне платят 5 франков; это все, что я смог найти с тех пор, как я в Париже. Через несколько месяцев мне придется броситься в [Сену] (Нарисован человек, бросающийся в Сену.— *М. Ф.*).

Эх, в химии ничего нового! Ваши *Comptes rendus* (журнал «Отчеты о работах по химии». — *М. Ф.*) очень бледны! Между прочим, г-н Фавр разгневан против Вас; он нападает на Вас со всех сторон. Он очень оскорблен тем, что Вы написали, что разложение закиси азота (о котором сообщил Фавр.— *М. Ф.*) было известно и раньше. «Где он видел, что этот факт не является новым? О нем нет ничего ни в учебнике [Тенара], ни у Берцелиуса» [говорит Фавр]. Я ему указал, что об этом есть у Гмелина, что Пристли впервые наблюдал это явление. Несмотря на это, он все же считает, что Вы неправильно поступили, написав об этом. Он сказал, что Вы занимаетесь личными вопросами, а не наукой. Вы здесь не совсем непогрешимы. Перестаньте критиковать и пишите Ваши *Comptes rendus* сжато, серьезно и точно⁸. Когда пойдет речь об этих господах, не пишите ни одного порицания, но также ни одного хвалебного слова; давайте только изложение факта и его оценку — вот и все.

Еще одна личность, которая Вас сильно презирает, — это г-н Помаред; он говорит, что Ваши эквиваленты принадлежат ему. Я ему закрыл рот и заставил его признать, что он никогда не читал Вашу книгу и что он не имеет ни малейшего представления о Ваших эквивалентах. Тогда он у меня попросил эту книгу, чтоб ее прочесть. Я ему ее одолжил, и он после этого сказал Шанселю: «Эта книга — полная неразбериха». Проглотите и это. *О. Л.*»

В декабре 1847 г. Лоран сообщает Жерару, что «война снова объявлена». Под этим он подразумевает выступление Дюма с претензией на приоритет в открытии гомологии. Здесь следует отметить, что гомология отдельных

⁸ При выходе первого выпуска «*Comptes rendus*» Жерар обещал в предисловии, что журнал будет писаться «сжато, серьезно и точно».



*Титульный лист учебника Жерара
«Введение к изучению химии по унитарной системе»*

классов органических соединений была замечена и до Дюма и до Жерара. Шиль⁹ еще в 1842 г. подметил сходство состава отдельных спиртов, но не указал, в чем именно оно заключается, и ошибочно причислил глицерин к одноатомным спиртам. Год спустя Дюма указал, что подобная аналогия существует в ряду жирных кислот [14, 15]. Тиффено¹⁰ считает, что Дюма открыл эту закономерность под влиянием новых идей Жерара, изложенных им в статье о классификации органических соединений (1842); сам Дюма признал тогда, что «формулы (гомологов жирных кислот.— М. Ф.) подтверждают эквиваленты Жерара» [1, стр. 254]. Жерар в своем «Кратком учебнике» (1844), ис-

⁹ Якоб Генрих Вильгельм Шиль (Schiel, 1813—1889) — химик, приват-доцент Гейдельбергского университета.

¹⁰ Марк Эмиль Пьер Адольф Тиффено (Tiffeneau, 1873—1945) — химик, специалист по химии алкалоидов, член Парижской академии наук.

ходя из предложенных им химических формул и классификации, приходит к выводу об общей закономерности гомологии для всех органических соединений, правильно указав на существование постоянной разности в составе каждых двух соседних членов гомологического ряда. Из всего сказанного видно, что притязания Дюма не были серьезно обоснованными.

Идеи Жерара и Лорана, с таким трудом пробивавшие себе дорогу во Франции, довольно легко получили признание за рубежом. В Германии Гмелин¹¹ применил в своем справочном руководстве классификацию органических соединений, основанную на теории ядер Лорана; в Канаде Хант¹² отказывается от дуалистической теории и принимает воззрения Жерара, о чем извещает его письмом; об успехе идей Лорана и Жерара в Англии сообщает Жерару Грегори¹³.

В 1847 г., в год смерти своего отца, Жерар начал писать новый учебник «Введение к изучению химии по унитарной системе». В предисловии к нему он так охарактеризовал свои задачи: «Я старался <...> насколько возможно, сочетать в изложении явлений точность с ясностью, приняв за образец математиков, которые всегда предварительно определяют смысл каждого термина. Настанет время, когда учебники химии будут писаться так, как теперь пишется геометрия или алгебра; только таким образом химия может распространиться в массы. Наши теперешние химические учебники скорее сборники рецептов, описания аппаратов, полезных применений и т. д. В них чистая наука недостаточно отделена от прикладной части» [16, стр. VIII]. Новый учебник явился стройным изложением основных понятий унитарной системы. В нем впервые в духе идей Жерара и Лорана дано определение понятий «молекула», «атом» и «эквивалент».

Февраль 1848 года. В Париже вспыхнула революция, возбудившая у Жерара и Лорана много радужных надежд. В марте Жерар, получив временный отпуск, отправился в столицу Франции, чтобы поработать вместе со своим другом и соратником Лораном.

¹¹ Леопольд Гмелин (*Gmelin, 1788—1853*) — химик, профессор Гейдельбергского университета; автор многотомного справочного руководства по химии (4-е издание в 13 томах начало выходить в 1843 г. и было закончено Краутом в 1870 г.).

¹² Томас Стерри Хант (*Hunt, 1826—1892*) — химик и геолог, профессор университета в Квебеке, затем в Монреале и Бостоне.

¹³ Вильям Грегори (*Gregory, 1803—1858*) — химик, ученик Либиха, профессор университета в Глазго, затем в Эбердине и Единбурге.

В ПАРИЖЕ



*Жерар
и революция 1848 года*

Ухудшение положения рабочих во Франции к концу 1840-х годов, в связи с разразившимся экономическим кризисом, приведшим к еще большему обострению классовой борьбы, и борьба за власть внутри самой буржуазии против диктатуры финансовой аристократии привели к революционному взрыву в феврале 1848 г.

Сложная политическая обстановка не могла не отразиться на научной жизни Франции середины XIX в. В период Июльской монархии, когда безраздельно господствовала финансовая аристократия, условия для развития передовой науки были неблагоприятными. На образование уделялись весьма скудные средства, в особо тяжелом положении оказались провинциальные университеты. В высших учебных заведениях, особенно парижских, имело место кумовство, власть захватили немногие «избранные» ученые. Парижская академия наук стала оплотом консерватизма и научной монополии. Естественно, что идеи Жерара, которые должны были революционизировать химию и вывести ее из тупика, были встречены там в штыки.

Н. Н. Соколов¹, работавший с Жераром в 1852 г. в Париже, так описывает отношение представителей официальной науки к Жерару и Лорану. «Злой мачехой была

¹ Николай Николаевич Соколов (1826—1877) — химик, ученик Либиха, профессор университета в Петербурге, затем в Одессе; с 1872 г. — профессор Лесного института в Петербурге. Совместно с А. Н. Энгельгардтом (1832—1893) издавал первый в России «Химический журнал» (1859—1860). Был убежденным сторонником воззрений Лорана и Жерара.

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 бы ни было прогресса вне начал, положенных Жераром и Лораном, но, страшась влияния, словившего самих учителей и еще существующего, они не смеют прямо и откровенно поднять знамя, ими руководящее» [17, стр. 114].

Революция 1848 г. возбудила у Жерара надежду на изменение его научной судьбы, на создание более здоровой обстановки для развития передовых теорий.

Приехав в Париж в самый разгар политических событий 1848 г., Жерар становится горячим сторонником революции. Он не просто симпатизирует революционным демократическим идеям, но принимает активное участие в революционном движении. Симпатии Жерара к идеям революции 1848 г. не случайны. Еще в 1846 г. на страницах местной газеты Монпелье он критиковал действия правительства и защищал демократические свободы. Тенар через Лорана предупредил Жерара о пагубных последствиях таких выступлений для его карьеры. Лоран в письме Жерару приводит следующую выдержку из письма Тенара: «Ректор из Монпелье написал министру, что господа Жерар, Марие, Тайяндье и др. выступили в газете «Независимый», издаваемой в Монпелье, со статьей, в которой критикуют: 1. Наши политические учреждения. 2. Правительство. 3. Конституцию. 4. Короля и его священные права, которые он имеет от нации. Правда, эти господа (Жерар и др.— *М. Ф.*) являются несменяемыми, но в распоряжении министра всегда найдутся тысячи средств заставить их молчать <...> Скажите, таким образом, Жерару, чтоб он воздержался писать, пусть даже о науке, в какой-либо газете» [1, стр. 146].

Но когда началась революция, отношение парижских ученых к Жерару резко изменилось. «Ты не можешь себе представить,— пишет он жене,— как меня теперь окружают вниманием <...> Я теперь разговариваю с ними (представителями официальной науки.— *М. Ф.*) с поднятой головой, и так как они уже давно знают, что я человек с независимыми взглядами, они меня теперь боятся» [1, стр. 173]. В другом письме Жерар описывает свою встречу с Дюма: «Я вчера пошел встретиться с Дюма, чтобы просить у него объяснения по поводу его обвинений,

выдвинутых им против меня в беседе с Лораном; далее я жаловался на его поведение по отношению ко мне и упрекал его в том, что он был причиной плохого отношения ко мне министра Сальванди. Дюма, вначале недовольный и холодный, рассердился и был, мне кажется, готов выставить меня за дверь; тогда я, не знаю как это произошло, начал ему указывать на то, что его политическое поведение в последних событиях было весьма недостойным². Он сейчас же стал робким как овечка, он испугался. Я тогда изменил тактику и сказал ему, что он поступил неправильно, когда отказался от прекрасного положения, которое мог занимать в науке, чтобы заняться политикой и административной работой, что только один он мог понять мои идеи (Лорана и мои) и что было печально видеть, как столько бездарностей достигало успеха благодаря протекции и благосклонной поддержке. Дюма тогда стал уверять меня в своей преданности науке; он начал отрицать свою враждебность по отношению ко мне и заплакал. Был ли он тогда искренен? Не знаю, но хочу ему верить. Он мне несколько раз пожимал руку на прощание, и мы расстались очень хорошо <...> никто еще не смел сказать ему так откровенно правду в глаза, как я» [1, стр. 174]. Позже, с изменением политического положения Франции, изменились и отношения Дюма к Жерару, тем более что Дюма оказался в лагере победившей реакции и достиг высоких правительственных постов, а Жерар остался активным сторонником социалистов.

Для Франции и особенно Парижа было характерно научное «совместительство»: часто бывало, что ученые, пользовавшиеся благосклонностью правительства, занимали несколько кафедр одновременно. После Февральской революции началась борьба против «совместителей». Безработные интеллигенты собирали подписи на петициях Временному правительству, в которых просили издать закон о запрещении совместительства. Жерар в революционной газете выступал против старых порядков в научном мире и разоблачал монополистов в науке: «Кафедра является не более непоколебимой, чем королевский трон, а научные „династии“ должны быть не в большем почете, чем королевские династии» [1, стр. 174].

² Жерар имел в виду политическую «перекраску» Дюма, выступившего в защиту республики, хотя до революции он открыто защищал реакционное правительство.

Жерар надеялся, что после свержения ненавистной монархии ему удастся добиться места в Париже и он сможет работать вместе с Лораном; последний, живя в Париже, больше двух лет не имел работы, только после Февральской революции Лоран смог устроиться пробирером в лаборатории Монетного двора.

На приеме у министра Карно³ Жерар сказал: «Хочу обратить ваше внимание на положение некоторой категории трудящихся, к которой принадлежу и я. Когда молодые ученые начинают работать в Париже в направлении, которое не совпадает с направлением руководящих и влиятельных ученых, то эти ученые стараются избавиться от них и посылают их в провинцию. Но где бы они ни работали, их судьба одна и та же <...> Если они продолжают работать, никто их не поддерживает, у них нет средств, никакой помощи, которая так необходима химикам <...> Я могу вам привести в связи с этим один поразительный пример. Лоран, наиболее видный химик нашей эпохи, оставался девять лет в Бордо. Против него были все влиятельные люди; он видел, как ему предпочитали молодых людей, которые льстили этим влиятельным лицам и добились таким образом хорошего положения в Париже. Усталый от несправедливости Лоран не хотел вернуться в Бордо; он два года боролся с нуждой в Париже, пока революция не спасла его и он получил место. Я лично боролся восемь лет против злой воли руководящих ученых. Это потому, что я тоже работаю в этом направлении; мои работы не создали мне сторонников во Франции, и это понятно, потому что я должен был нападать на многих химиков, так как нашел ошибки в их работах. Впрочем, Лоран и я, мы идем вместе; мы единственные химики, придавшие новый облик химической науке. Я не могу хвалить свои работы, но между тем, как мне кажется, на некоторое значение этих работ указывает, во-первых, ожесточенная борьба, которую ведут против моих идей Берцелиус, Либих и другие знаменитые химики старой школы, во-вторых, принятие моих идей другими, не менее знаменитыми людьми, между которыми Гмелин и главным образом молодые люди и друзья прогресса». Жерар объяс-

³ Лазар Ипполит Карно (*Carnot, 1801—1838*) — политический деятель, республиканец, сын известного деятеля французской революции и математика Лазара Никола Карно (1753—1823).

няет министру свое стремление остаться в Париже желанием иметь трибуну для распространения своих идей. «Мои претензии кажутся мне тем более законными, что на всех 15 или 20 кафедрах химии Парижа преподают одно и то же <...> это та же рутина, которая тянется уже 30 или 40 лет» [1, стр. 180].

К сожалению, ничего конкретного, кроме торжественного обещания удовлетворить просьбу Жерара, эта беседа с министром не дала.

Во время восстания парижского пролетариата в июне 1848 г. мы видим Жерара среди восставших. Сторонник социалистической партии, он видел в ней залог перестройки общества на началах справедливости. В мае 1849 г. он выступает кандидатом на выборах по списку социалистов. «Выборы прошли отлично⁴, даже лучше наших предположений. С сегодняшнего дня республика более жизненна, чем когда-либо, а главное — это республика социальная» [1, стр. 193].

Жерар искренне верил, что небольшой успех мелкобуржуазной социалистической партии приведет к коренному изменению политического положения во Франции. Когда 13 июня 1849 г. мелкобуржуазные партии вышли на улицу, чтобы поднять бунт против президента и его правительства, пославших французские войска в Италию для подавления вспыхнувшей там революции, Жерар писал: «Если и на этот раз восстание потерпит поражение, это будет смертью демократии во всей Европе. Эта мысль приводит меня в ужас!» [1, стр. 194]. Восстание потерпело поражение, ибо мелкая буржуазия не привлекла к нему трудящихся масс и не подготовилась к вооруженному сопротивлению. После подавления восстания силы реакции окрепли.

В годы разгула реакции (1850—1852), когда буржуазия в страхе перед революционным пролетариатом пошла по пути контрреволюции, который привел к восстановлению монархии, Жерар остался на стороне левых республиканцев, все так же стойко защищал революционные идеи. «Во Франции имеются две партии: это люди прошлого и будущего. Последних <...> называют сегодня социалистами, потому что они убеждены, что прогресс состоит главным образом не в политических, а в социальных рефор-

⁴ Был избран друг Жерара Эмиль Копп.

мах <...> Это борьба слабого с сильным, справедливости против грубой силы <...> Вам описали социалистов как разрушителей общества; уверяю Вас, что они его истинные защитники» [1, стр. 185]. Это цитата из его письма теще, постоянно упрекавшей его в том, что он стал социалистом.

В период жестокого подавления демократических и социалистических элементов Франции Жерар стал членом подпольной группы людей свободных профессий, собиравшейся вместе с рабочими-активистами в подвале кафе «Французский театр». Кроме политических вопросов, здесь обсуждались проблемы передовой науки и искусства. Жерар выступал с лекциями, поясняя роль химии в деле улучшения благосостояния народа, рассказывал о будущем химической науки, когда химики смогут получать синтетическим путем очень многое из того, что до сих пор давала только природа. После государственного переворота 2 декабря 1851 г. Жерар укрывал у себя дома Альфреда Сабатье⁵, которого преследовала полиция, помог ему убежать за границу. В конце марта 1852 г. Жерар был арестован вместе с другими участниками подпольных собраний; через сутки все арестованные, кроме двух активных революционных руководителей, были освобождены.

Борьба за кафедру. Смерть Лорана

Весь парижский период своей жизни (1848—1855) Жерар плодотворно трудился на научном поприще: Его окрыляла возможность работать вместе со своим другом и единомышленником Лораном, а также надежда, что революция в конце концов приведет к улучшению обстановки в научном мире. «У меня теперь такое рвение к работе, какого никогда не было», — пишет он Шанселю⁶ [1, стр. 187].

В сентябре 1848 г. Жерар сделал в Академии наук сообщение, в котором доказывал, что формулы винных кислот, предложенные Фреми⁷, неверны, так как противоре-

⁵ *Альфред Сабатье (Sabatier, 1822—1874) — инженер, с 1852 по 1860 г. был политическим эмигрантом.*

⁶ *Шарль Бонавантур Гюстава Шансель (Chancel, 1822—1890) — химик, занял кафедру в Монпелье после Жерара (в 1851 г.).*

⁷ *Эдмон Фреми (Frémy, 1814—1894) — химик, профессор Политехнической школы, член Парижской академии наук.*

чат правилу четности. (Согласно этому правилу химические формулы, выраженные дуалистически (удвоенные), должны содержать четное число атомов углерода и кислорода; число атомов водорода должно быть кратным четырем). В статье, опубликованной в следующем году, «О соединениях органических оснований с кислотами» [18] Жерар исправляет предложенные Зининым формулы фенилендиамин и нафтилендиамин⁸ C_3H_4N и C_5H_4N (в современной системе атомных весов). Ошибка Зинина объясняется тем, что химики того времени давали соединениям, обладающим основными свойствами, формулы, отвечающие количеству вещества, соединяющемуся с одним эквивалентом кислоты. Жерар и Лоран, исходя из правила четности, предложили формулу $C_6H_8N_2$ вместо C_3H_4N ; при этом они считали, что формулы семибензидама и бензидама (анилин) должны соответствовать формуле бензола, содержащего шесть атомов углерода. Таким образом, Жерар и Лоран пришли к выводу о существовании органических оснований, насыщающих различное число молекул одноосновных кислот. Это противоречило принципам дуалистической системы.

Исследуя производные фенола, Жерар и Лоран сделали заключение, что он является «пограничным телом», примыкающим с одной стороны к спиртам, а с другой — к кислотам. Они обратили внимание на особенности химических свойств фенола и его производных, указывающие на отличие фенола от обычных спиртов.

Когда в 1848 г. Франкланд и Кольбе объявили об открытии ими свободных радикалов CH_3 и C_2H_5 , Жерар, исходя из своего правила четности, доказал, что истинные химические формулы этих соединений C_2H_6 и C_4H_{10} . Этим он предсказал возможность существования смешанных радикалов — этил-метила, амил-метила и др., и действительно эти соединения были впоследствии получены Вюрцем.

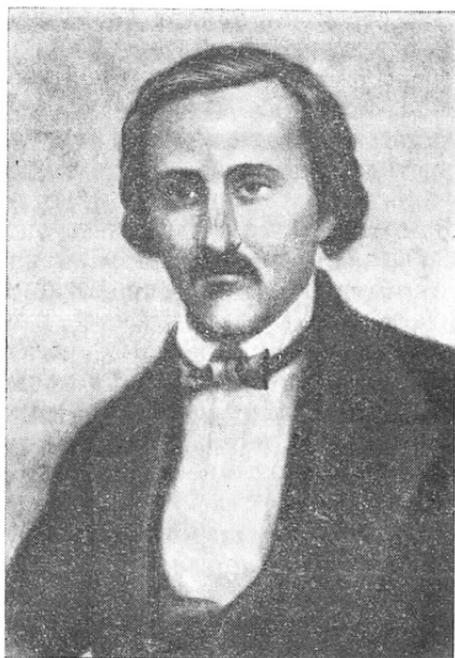
В Париже Жерар и его семья жили в тяжелых материальных условиях. Университет в Монпелье обещал ему отпуск с сохранением половины содержания, но потом отказался от своего обещания. Тенар, желая помочь Жерару и Лорану, предложил им редактировать новое издание своего учебника, отказавшись в их пользу от авторского гонорара. Однако Дюма, узнав об этом, убедил Тенара

⁸ Зинин называл их «семибензидама» и «семинафталидама».

отказаться от своего предложения. «Эти люди не только захватили все места, но препятствуют нам зарабатывать на жизнь, трудясь. Они играют крупную игру, но наступит новая Февральская революция, и тогда мы не будем больше такими благородными до глупости» [1, стр. 192], читаем мы в письме Жерара жене.

Осенью 1850 г. был объявлен конкурс на кафедру химии Коллеж де Франс. Жерар подал документы, список своих научных работ и краткую аннотацию их. Он писал: «Если я правильно понял особую роль этого знаменитого учреждения, его цель — предоставить новым идеям трибуну, где они могли бы свободно и широко высказываться, без ограничения, которое по необходимости накладывает на них официальное преподавание в университете. Работы, которые я веду вот уже 15 лет, то совершенно новое направление, которое они дали химии, в частности органической, тот общепризнанный импульс, который получила общая философия (теория) науки, — вот мои заслуги, с которыми я предстаю перед моими судьями» [19, стр. 1]. Он указывает на созданную им систему атомных весов и химических формул, на открытие гомологических рядов и правила основности сочетанных соединений, напоминает о том, что работы Вильямсона по этерификации подтвердили правильность взглядов Жерара и Лорана на формулы эфиров и спиртов, подчеркивает, что его система помогла исправить многие ошибки в химических формулах, применявшихся представителями дуалистической школы. Об истории своего сотрудничества с Лораном Жерар рассказывает так. «Сперва мы были противниками, но скоро поняли тождество наших стремлений и наших принципов. Принося каждый свою долю работы и мыслей, мы занялись последовательно пересмотром проблем, метода, классификации, общей теории. Если нам еще не удалось разрушить старое здание, здание дуалистической химии, то многочисленные бреши, которые мы сделали в нем, уже предвещают его ближайшее крушение» [19, стр. 2].

Однако очень скоро Жерар убедился, что его шансы получить кафедру весьма невелики, и он снял свою кандидатуру в пользу Лорана. Но и это не помогло — выбрали Балара, который уже заведовал двумя кафедрами. Балар прославился открытием брома (1826), но с того времени не сделал ни одной крупной работы; химики шутя говорили, что не Балар открыл бром, а «бром открыл Балара».



Шарль Жерар
(1850-е годы)

По словам Био, «звание академика было для Балара привилегией, которая обеспечила ему успех; это звание было также привилегией на бездеятельность» [1, стр. 206].

Неудача с кандидатурой Жерара была вполне закономерной: Коллеж де Франс не мог быть прибежищем республиканца-социалиста в тот момент, когда контрреволюция становилась хозяином положения, он не мог принять сектанта-еретика в химии тогда, когда сторонники старой химии снова приобрели влияние. Большую роль сыграло и то обстоятельство, что Дюма стал министром в реакционном правительстве Луи Бонапарта: «Легко понять, что Дюма, униженный до слез 26 марта 1848 г., когда Жерар упрекал его в такой настойчивой и незаслуженной враждебности, получил теперь полную возможность взять реванш» [1, стр. 205]. Отношение Дюма к Жерару хорошо охарактеризовывает Соколов: «Конечно, становится грустно, если видишь, что и во Франции, одной из самых

цивилизованных стран, ни талант (наверное, выходящий далеко из обыкновенного уровня, если еще не более), ни искренняя любовь к науке не могут бороться с авторитетом, слишком самолюбивым, завистливым и вследствие малой законности своей слишком трусливым. Конечно, делается еще грустнее когда знаешь, что этот авторитет получен только иногда с помощью истинных заслуг, хотя и давних и немногих, а чаще с помощью шарлатанства и часто с помощью явной недобросовестности» [16, стр. 12].

Итак, власть имущие французские химики, лишив Жерара возможности занять кафедру в Коллеж де Франс, снова закрыли дорогу его передовым идеям. Но, как и всегда, новое и прогрессивное не могло не найти себе сторонников. Во Франции стали появляться единомышленники Жерара и Лорана. Шансель, Малагути⁹, Каур, Вюрц, хотя и не всегда открыто, становились на их сторону, начиная использовать в своих работах идеи и выводы обоих новаторов. За рубежом же число их последователей росло: в Англии к ним присоединились Вильямсон, Грегори; в Америке — Хант, Силлимен¹⁰ и др.

В октябре 1850 г. состоялось примирение Жерара с Либихом, причем первым протянул руку Жерар. Когда ему предложили перевести на французский язык «Агрономическую химию» Либиха, он написал автору книги: «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; много путей ведут к ней. Ребенком я следовал по пути, по которому Вы меня научили ходить, до тех пор, пока, будучи уже в состоянии сам руководить собой, я не нашел маленькую тропинку, по которой я счел удобным пойти <...> По сути дела нет никакой существенной разницы между нашими теоретическими взглядами; наши разногласия относятся главным образом к догматической форме, и я думаю, что можно будет договориться очень легко по этому поводу. Еще сегодня можно определить органическую химию как химию сложных радикалов: надо только хорошо уточнить

⁹ Фаустино Иовито Мариано Малагути (Malaguti, 1802—1878) — химик, политический эмигрант, жил и работал в Париже (с 1831 г.), профессор в Ренне (с 1850г.).

¹⁰ Бенджамин Силлимен-младший (1816—1885) — химик-неорганик, профессор Иэльского университета в Нью-Хейвене (США).

смысл слова «радикал» и лишить его абсолютного значения, которого Вы сами никогда не допускали и которое было внедрено Берцелиусом» [1, стр. 202]. (Жерар правильно отмечает, что представления Либиха о радикалах существенно отличалось от концепции Берцелиуса, ибо Либих, исходя из новых идей теории замещения, признавал изменчивость радикалов и не считал их замкнутыми группами.) «Я мог предвидеть,— отвечает Либих,— 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» [1, стр. 203].

Между тем материальное положение Жерара становилось все хуже. Желая остаться в Париже, он был вынужден оставить кафедру химии в Монпелье, поскольку там ему отказали в отпуске. Совместная работа с другом прекратилась, так как Лоран заболел туберкулезом. Обстановка работы Лорана в лаборатории Монетного двора способствовала развитию болезни. Лаборатория находилась в тесном, сыром и холодном полуподвальном помещении, куда солнце никогда не заглядывало; в лаборатории с трудом размещались шесть человек.

Не имея никаких средств к существованию, не имея постоянной работы, Жерар решил открыть частную химическую лабораторию (Ecole de chimie pratique) по образцу гиссенской лаборатории Либиха. В ней Жерар предполагал обучать лабораторной технике молодых людей, решивших посвятить себя химии, медицине, фармации или химической промышленности, а также дать им теоретическое образование в духе новых идей. Должны были читаться лекции по общей, органической и аналитической химии и специальные курсы. Наиболее одаренные студенты должны были иметь возможность заниматься научными исследованиями.

Деньги для организации лаборатории дали теща Жерара, г-жа Сэндерс, и его старший брат Виктор, занимавший тогда дипломатическую должность. Было снято престорное помещение, достаточное для размещения лаборатории на 30 мест, библиотеки, кабинетов и кладовых. Тут же находилась удобная квартира для семьи Жерара и его личная лаборатория. Жерар надеялся, что плата за обучение студентов не только покроет все расходы, но и даст воз-

возможность платить жалование преподавателям. Убежденный социалист, Жерар хотел показать, что он не преследует коммерческих целей, и доходы лаборатории решил распределять между преподавателями и студентами. Но это оказалось несбыточной мечтой — два года спустя он едва сводил концы с концами, хотя первый год дела шло неплохо: в лаборатории работали 12 студентов.

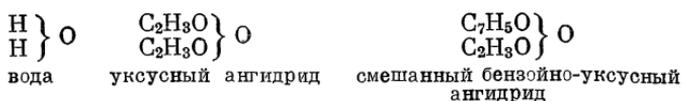
Лаборатория Жерара просуществовала около четырех лет (до начала 1855 г.). Среди его студентов были французы и представители других наций: русский Соколов, поляк Рогожский, итальянец Киоцца и др. В лабораторию приходили его коллеги и единомышленники из научных учреждений Франции, приезжие химики из-за рубежа. Велись оживленные беседы, носившие характер научных дискуссий. Среди таких посетителей мы встречаем Вюрца, Шанселя, Малагути, Пастера, Грэма, Вильямсона, Бернара, Эрдмана, Кекуле.

Явно назревала необходимость выразить идеи Жерара в большом подробном труде. «Я вижу в Ваших формулах, — писал Вильямсон Жерару, — будущее [химии], но каждый день встречаю доказательства того, что невозможно добиться принятия каких-либо изменений у химиков, придерживающихся старого обозначения. Добиться окончательного успеха можно, только воздействуя на «неиспорченные» умы, т. е. на начинающих, и поэтому учебник химии нам нужен скорее, чем научные статьи, которые адресованы уже сформировавшимся химикам <...> Гораздо лучше написать новое издание органической химии, а предварительно напишите, если можете, не теряя много времени, — элементарный учебник неорганической химии. Я отвечаю за успех такого труда и смею утверждать, что этот учебник — самое главное, что необходимо для утверждения Ваших важных воззрений среди научной общечеловечности» [1, стр. 221]. В этом же письме Вильямсон советует Жерару поехать в Лондон и изложить свои идеи на заседании Королевского общества. «Ваши работы здесь в Англии более известны и более признаны, чем на континенте». Писать учебник советовал Жерару и Малагути.

В 1851 г. Жерар приступил к работе над учебником и к сентябрю следующего года первый том «Учебника органической химии» («*Traité de chimie organique*») был уже почти закончен. В это же время Жерар получил предложение одного издателей продолжить незаконченный при жизни

учебник органической химии Берцелиуса. Жерар считал, что «Органическая химия» Берцелиуса устарела, и ему не хотелось заниматься неблагодарным трудом — «класть заплаты на труд Берцелиуса», но он соглашался издать учебник органической химии под заглавием: «Курс органической химии Берцелиуса, полностью переработанный и обогащенный новейшими открытиями и изданный Ш. Жераром» [1, стр. 238]. Потом Жерар отказался и от этой мысли и издал свой учебник под своим именем, оставив на заглавном листе фразу «Продолжение учебника Берцелиуса».

Большим событием было открытие Жераром ангидридов одноосновных органических кислот (1852), которое подтвердило его систему химических обозначений. Ангидриды он рассматривал как молекулы воды, в которых оба атома водорода замещены кислотными остатками, например:



В мае 1852 г. Жерар доложил об этой работе Парижской академии, и ему был оказан вполне благосклонный прием. «Вы не можете поверить,— пишет он Шанселю,— как все изменили свое отношение ко мне: Реньо крепко пожимал мне руку, Дюма чуть было не расцеловал меня и даже Фреми говорил мне слащавые комплименты» [1, стр. 235].

Вильямсон, докладывая об открытии Жерара в Лондонском химическом обществе и в Британском королевском обществе, сказал: «Объяснение указанных выше реакций состоит в соединении двух способов рассуждений, развивавшихся отдельно двумя школами и преуспевавшими в течение долгих лет независимо друг от друга. Жерар, исследования и труды которого содействовали в значительной мере развитию теории типов, думал прежде, что истины, которые он наблюдал с этой точки зрения, несоместимы с идеей о радикалах, но теперь он сам устанавливает связь, которая объединит химиков, ибо они найдут в каждом из этих понятий необходимое и естественное дополнение другого» [1, стр. 406]. Либих также весьма лестно отзывался о работе Жерара: «Открытие ангидридов органических кислот является одним из самых блестящих открытий последнего времени, а объяснение, которое

Вы даете способу их образования, мне также кажется столь же простым, сколько изящным. Весьма странно, что обе теории, некогда совсем противоположные, теперь слились в одну, которая объясняет все явления в обоих смыслах» [1, стр. 405].

В статье об ангидридах Жерар развивает свою теорию типов, иногда называемую новой теорией типов. Он считает, что все химические соединения можно рассматривать как производные четырех типов: типа воды (H_2O), типа водорода (H_2), типа хлористого водорода (HCl) и типа аммиака (NH_3). Замещая атомы водорода другими атомами или группами (радикалами), можно получать самые различные соединения.

Новая теория типов выросла на основе обобщения фактов, открытых Франкландом, Вюрцем, Гофманом, Вильямсоном, Жераром. Главное отличие новой теории — это то, что она основывается на определении объема веществ в газообразном состоянии. Типы Жерара соответствуют двум объемам (если принять объем одной весовой части водорода за единицу), в то время как формулы по теории типов Дюма фактически были старыми формулами Берцелиуса, перекроенными на новый лад. Типы Дюма относились только к органическим соединениям, и число их было очень большим и неопределенным. Теория типов Жерара, объединяя и органические и неорганические соединения, исходила всего из четырех типов. Дюма приписывал главное значение числу и расположению атомов молекулярного типа, Жерар же определял свойства соединений не только формой типа, но и природой радикалов (остатков), замещающих атомы водорода в данном соединении. Новая теория типов сыграла известную роль в правильном понимании понятия «радикал».

* * *

Болезнь Лорана прогрессировала. «Я сильно огорчен, видя, как он чахнет. Выражение его лица вызывает у меня жалость», — писал Жерар Шанселю. Но, не оставляя надежды на выздоровление, он мечтал о том, как, отдохнув и подлечившись, его друг будет работать у него в лаборатории, оставив мрачный подвал Монетного двора. И действительно, здоровье Лорана после двух поездок в деревню немного окрепло. Вернувшись в Париж, он смог работать,

и осенью 1852 г. представил в академию несколько научных работ. Но передышка была недолгой — свой учебник «Méthode de chimie» («Метод химии») Лоран заканчивал тяжело больным, в «объятиях смерти», которая настигла ученого 23 апреля 1853 г. Похороны Лорана были весьма скромными; за гробом шло не более 30 человек, и над свежей могилой не было произнесено ни одной речи.

В Англии смерть Лорана произвела большое впечатление. Вильямсон просил Жерара прислать ему материалы о Лоране для некролога. Химики Англии выразили вдове Лорана соболезнование и прислали денежную помощь. «Во Франции никто еще не подумал это сделать. Какой позор», — писал Жерар [1, стр. 242]. Слова английского ученого Грегори подтверждают справедливость возмущения Жерара. «У нас ценят Лорана больше, чем на его родине, — говорил Грегори еще в 1845 г., — ибо наши химики, читая его работы, не знают, что ведущие химики Парижа не хотят признать его большой талант, его чудесный гений <...> Те, кто немного знает Францию и что такое Париж для Франции, не могут понять, почему Лоран находится все время в Бордо, игнорируемый и почти презираемый своими соотечественниками» [1, стр. 100]. О том же пишет Вильямсон Жерару: «Существует, я думаю, общее чувство сожаления, что те люди его родины, которые должны были больше других оценить его высокие качества, недостаточно заботились о том, чтобы его заслуги стали общеизвестными» [1, стр. 242].

«Méthode de chimie» вышел уже после смерти Лорана (1854) и явился как бы его научным завещанием. Книга написана в остро полемическом духе в защиту новой системы Жерара — Лорана; в этом труде Лоран стремился определить, какой вклад внес в создание системы каждый из них. Еще до выхода книги в свет Жерар опасался, что она не будет иметь большого успеха: «Боюсь, что эта книга не произведет того эффекта, который она произвела бы три или четыре года назад. Время критики прошло. Мы разрушили то, что надо было разрушить, но сегодня идет речь о строительстве, и я думаю, что с этой точки зрения идеи Лорана не соответствуют актуальным потребностям науки» [1, стр. 243].

Жерар надеялся получить место в лаборатории Монетного двора, освободившееся после смерти его друга, но его опередил Каур, что очень изумило Жерара: Каур обещал

не претендовать на это место, так как имел кафедру в Центральной школе искусств и мануфактур и был репетитором в Политехнической школе. У Жерара же дела шли неважно: в лаборатории работали всего 4 студента, и он с трудом покрывал расходы.

В 1853 г. Жерар и Киоцца опубликовали статью об откритии вторичных и третичных амидов, предсказанных Жераром на основе его теории типов. В этой работе, как сообщает Жерар Шанселю, активное участие принимал Соколов, работавший в мае — июне 1852 г. в лаборатории Жерара.

В сентябре вышел в свет первый том «*Traité de chimie organique*» [20] Жерара и сразу же произвел хорошее впечатление. Одлинг попросил разрешения перевести книгу на английский язык, а Либих предложил Жерару сделать немецкий перевод. Отвечая Либиху, Жерар писал: «Я хотел бы, с Вашего разрешения, дать этому (немецкому.— *М. Ф.*) изданию особый отпечаток, восстановив в нем мои обозначения, более известные в Германии, чем у нас; я не осмелился пользоваться ими во французском издании, чтобы не восстановить против себя официальных представителей науки, с которыми я теперь в хороших отношениях» [1, стр. 246]. Для организации издания немецкого перевода своей книги Жерар отправился в Германию и в первую очередь посетил Либиха в Мюнхене. «Я очарован приемом, — писал он жене, — который мне оказал Либих <...> Либих считает, что моя книга будет иметь в Германии больше успеха, чем во Франции» [1, стр. 248]. Жерар побывал также в Лейпциге, где познакомился со своим бывшим учителем Эрдманом, с коллегами по Коммерческой школе. Всюду его встретил очень теплый прием.

В 1854 г. вышел немецкий перевод первого тома жераровского «Курса органической химии» [21]. За год до этого Жерар и Шансель задумали издать учебник аналитической химии вместо устаревшего руководства Фрезениуса¹¹. Первая часть (качественный анализ) вышла в 1855 г., вторая (количественный анализ) — в 1859 г. Учебник [22]

¹¹ Карл Ремигий Фрезениус (*Fresenius*, 1818—1897) — химик-аналитик, автор классического руководства по химическому анализу, выдержавшего множество изданий. Устаревшими в этом руководстве были только дуалистические обозначения; в остальном же каждое новое издание тщательно исправлялось и дополнялось автором.

TRAITÉ
DE
CHIMIE ORGANIQUE,

PAR
M. CHARLES GERHARDT.

TOME PREMIER.



PARIS,
CHEZ FIRMIN DIDOT FRÈRES,

IMPRIMEURS DE L'INSTITUT DE FRANCE,
CITE JACOB, N° 30.

MÊME MAISON A LEIPZIG.

M DCCC LIII.

*Титульный лист
«Курса органической химии» Шарля Жерара*

пользовался успехом; его дополненный перевод вышел на русском языке (1864—1866) под редакцией Д. И. Менделеева.

В начале 1854 г. было объявлено о вакантной кафедре физики в Фармацевтическом институте в Париже, и Жерар подал документы на конкурс. «У меня много шансов,— читаем мы в его письме к Шанселю.— Я только боюсь, что мой конкурент Грасси будет назначен благодаря поддержке Реньо, который не хочет меня поддержать, потому что

физика, говорит он, не мое направление. А что сделал Реньо последние 15 лет в химии? И, несмотря на это, он является профессором химии. Эти люди очень твердо придерживаются так называемых принципов, когда речь идет о том, чтобы применять эти принципы к другим, а не к себе» [1, стр. 253]. Но и на этот раз Жерар потерпел поражение, несмотря на некоторое преимущество, которым он обладал, имея две степени — доктора естественных наук и доктора фармации. В этом случае, как и всегда, он встретил злую волю представителей официальной науки. Напомним, что Дюма достиг к тому времени высокого положения: он был сенатором, мэром Парижа и личным советником императора. Если бы он хотел, он мог помочь Жерару получить любую кафедру химии в Париже, но предпочел ограничиться пустыми обещаниями.

Большая перегрузка работой и личные неприятности пошатнули здоровье Жерара. В июне 1854 г. он заболел и по совету врачей и настоянию родных после выздоровления поехал отдыхать в Медон. В Париже его ожидала приятная новость. Керн¹², председатель Швейцарского совета по народному образованию, предложил ему занять любую из трех кафедр химии (общей, промышленной и фармацевтической химии) во вновь организуемом Политехническом институте в Цюрихе. Столь лестное предложение свидетельствовало об авторитете, о признании научных заслуг Жерара за рубежом, и это, по-видимому, заставило парижских ученых пересмотреть свое отношение к Жерару. Когда он пришел в академию, чтобы посоветоваться с ее непременным секретарем Флурансом, тот воскликнул: «Как? Покинуть нас, когда первое вакантное место в академии будет Вашим? Разве кто-нибудь может с Вами конкурировать?» — и всячески уговаривал Жерара отказаться от предложения Керна. Жерар решил дать окончательный ответ после возвращения из отпуска руководящих химиков академии (Тенара, Пелуза, Дюма и др.), а пока начал хлопотать о разрешении выезда в Швейцарию.

Вернувшийся после отдыха Дюма начал горячо убеждать Жерара отказаться от приглашения в Цюрих и занять две кафедры химии в Страсбурге — в университете и в Фармацевтическом институте. Дюма уверял, что там у

¹² Конрад Керн (Керн, 1808—1888) — политический деятель и дипломат.

Жерара будут прекрасные лаборатории, большая студенческая аудитория, сулил хорошие материальные условия, и Жерар принял предложение Дюма. Однако спустя несколько дней Дюма сообщил ему, что министр народного просвещения Фортуль¹³ не соглашается дать Жерару две кафедры. Свой отказ министр мотивировал тем, что в свое время Жерар бросил университет в Монпелье и поэтому не может претендовать на какие-либо привилегии. Кроме того, Фортуль подозревал, что переезд Жерара в Париж был вызван желанием принять участие в политическом движении 1848 г. Зачисляя Жерара на службу, министр, по его мнению, делал Жерару большое одолжение. Дюма, играя двойную роль, стал убеждать Жерара в том, что иметь одну кафедру это даже лучше, так как больше времени останется для научной работы. Жерар был возмущен: «Простите, господин Дюма, позвольте мне напомнить Вам, что не я просил у Вас две кафедры, а Вы сами предложили их; что же касается положения профессора, занимающего одну кафедру в условиях провинции, Вы сами знаете, что это разорение: я не могу согласиться» [1, стр. 257].

Все это стало известно ученому миру Парижа и вызвало возмущение не только среди друзей Жерара. В его защиту выступил Тенар. «Вчера, господин министр,— пишет он Фортулю,— я говорил Вашему превосходительству, что считаю, что за его (Жерара.— *М. Ф.*) большие заслуги ему надо дать две кафедры. Сегодня я без колебания поддерживаю это предложение. Назначение Жерара будет большой честью для факультета естественных наук и Фармацевтического института. Все ученые одобряют Ваш выбор. Они увидят в этом награду за прекрасные научные исследования Жерара, и, если бы была вакансия в химическом отделении Парижской академии, он вполне достоин занять это место» [1, стр. 259]. Благодаря ходатайству Тенара Жерар был, наконец, назначен заведующим двумя кафедрами химии в Страсбурге (с 25 января 1855 г.). Кроме того, Тенар обещал Жерару, что в скором времени он будет избран членом-корреспондентом Академии наук.

¹³ *Ипполит Никола Оноре Фортуль (Fortoul, 1811—1886) — историк литературы, реакционный политический деятель, после государственного переворота 2 декабря 1851 г. — министр народного просвещения.*

ПРОФЕССУРА
В СТРАСБУРГЕ



Впервые Жерар получил обеспеченное положение, которого так долго добивался. Многие ученые искренне поздравляли его с назначением в Страсбург, но одновременно сожалели о том, что он вынужден покинуть Париж. «Я был удивлен,— пишет Малагути,— и в то же время огорчен, узнав, что Вы оставляете Париж. Но все равно, не смотря ни на что, Вам необходимо будет вернуться. Если откроется вакансия в Академии, кто сможет заместить ее, если не Вы? Не думаю, что Академия осмелится все время пренебрегать мнением всей Европы, которое всецело на Вашей стороне. Но, в ожидании времени, когда справедливость восторжествует, я спрашиваю: почему не создали при Коллеж де Франс или, еще лучше, при Сорбонне кафедру органической химии специально для Вас? Когда думаешь о том, что теперешнее преподавание органической химии в Сорбонне — просто насмешка, когда думаешь о том, что Ваши идеи стали мощным потоком, который преодолевает все препятствия, то начинаешь действительно считать чем-то невероятным, когда видишь, что Вы покидаете Париж. Но надеюсь, что это будет последним испытанием, или, еще лучше, последней несправедливостью по отношению к Вам» [1, стр. 263].

Вагнер¹ писал ему: «Я уверен, что Ваш пост в Эльзасе — это временный пост, и Вы здесь долго не задержи-

¹ Иоганн Рудольф Вагнер (Wagner, 1822—1880) — химик-технолог, профессор Вюрцбургской высшей технической школы; перевел на немецкий язык учебник Жерара «Lehrbuch der organischen Chemie».

тес, а займете в Париже, в Академии и в государстве место, теперь занятое теми, которые, как Дюма, уже давно ничего не делают. Ваша система завоевывает все больше и больше сторонников» [1, стр. 264].

Горячо поздравил Жерара его бывший учитель Эрдман: «Ваша система составляет теперь основу моего курса» [1, стр. 264].

«Примите мои самые лучшие поздравления, — писал ему Либих, — по поводу этого счастливого события, которое Вам даст возможность, по всем предвидениям, оставить Ваши критические работы, приносившие Вам только неприятности, и Вы сможете всецело посвятить себя Вашим любимым экспериментальным работам. Мы должны определенно ожидать от Вас целый ряд важных работ» [1, стр. 284].

5 февраля 1855 г. Жерар прибыл в Страсбург. О том, как его встретили там, видно из его письма жене, которая временно осталась с семьей в Париже: «Ректор, декан, коллеги, словом, все меня горячо поздравляли. Они зашли так далеко, что называли меня «краеугольным камнем» Страсбургской академии (университета. — М. Ф.). Меня еще никогда в жизни так не хвалили и не поздравляли <...> В Монпелье у меня была конюшня, а здесь у меня целый дворец <...> у меня прекрасные весы, штук двадцать тиглей и чашек из платины, золота и серебра разных размеров и в хорошем состоянии. Одним словом, я теперь имею лабораторию, о которой мечтал всю жизнь» [1, стр. 266]. Лаборатория Фармацевтического института оказалась меньше университетской, но тоже в хорошем состоянии.

19 февраля Жерар прочел первую лекцию в Фармацевтическом институте, а 22 февраля — в университете. «Я наконец вчера начал свои лекции, — пишет он жене. — Полный успех. Лекция мне очень удалась. Я еще никогда не говорил с такой легкостью. Безусловно, мое решение приехать сюда было хорошей мыслью» [1, стр. 268].

Лот² так вспоминает о его лекциях: «Я был тогда студентом Фармацевтического института и факультета естественных наук в Страсбурге. Когда мы узнали о назначении Жерара к нам, эта новость вызвала порыв энтузиазма и естественного любопытства. Хотя преподавание химии у

² Шарль Лот (Lauth, 1836—1913) — химик, крупный специалист по синтезу красителей, земляк Жерара (эльзасец); у нас его фамилию обычно произносят по-немецки — Лаут.

нас велось знаменитыми профессорами, оно было таким, каким могло быть в эту эпоху. Я хочу сказать, что нам излагали историю, методы получения веществ, химические реакции кислот, органических щелочей, нейтральных тел (крахмал, сахар, клей и т. д.), спиртов, эфиров, эфирных масел, жиров и т. д.; все это без всякой идеи о классификации, без малейшего понятия об отношениях этих веществ между собой.

Отсюда понятно, с каким нетерпением мы ждали приезда реформатора органической химии. Я увидел, как он прошел через сад Фармацевтического института, и сейчас же через все лаборатории прошло известие о его прибытии: вот он! И действительно, было кем восхищаться: Жерар был весьма красивым мужчиной с длинными и вьющимися черными волосами, обрамлявшими его лицо, освещенное глазами поразительной живости. Он был сравнительно высокого роста, элегантным, подтянутым, до некоторой степени оригинальным; все это придавало ему какое-то особое обаяние <...> То, что оставило очень четкое и ясное воспоминание — это его метод преподавания; мы никогда ничего подобного не слышали и не подозревали. Не теряя много времени, он нам излагал свои идеи о типах, о химических функциях, о радикалах, о смысле химических формул, о двойном разложении и т. д. Он нам говорил о своих рядах, показывал свои проекты классификации. Для нас, молодежи, это было полной революцией; мы даже не могли себе представить те высоты, к которым он нас возносил. Его новые теоретические взгляды нас восхищали и ошеломляли в то же время.

Жерар не был, собственно говоря, большим оратором, если мне дозволено выразить мысль совсем молодого человека, но у него было горение пророка. Он настаивал с горячим желанием убедить слушателей в основных положениях своего учения, стараясь, чтобы мы усвоили его новые идеи не только благодаря ясности изложения и многочисленным примерам, которые он писал на доске, но еще и благодаря его мимике, блеску его взгляда» [1, стр. 267—268].

Аудитория Жерара была всегда полна, и, по-видимому, ее состав удовлетворял ученого. «Мой курс полностью революционен (химически говоря). Мои студенты производят впечатление очень зубастых», — делится он с женой [1, стр. 271].

В июне 1855 г. Вильямсон сообщил Жерару о его избрании членом Лондонского химического общества.

В июле Жерар поехал в Гейдельберг, чтобы ознакомиться с бунзеновской и другими немецкими лабораториями, посоветоваться о новых методах анализа в связи с изданием второй части своей аналитической химии. Бунзен оказал французскому ученому очень теплый прием, охотно ознакомил его со своей лабораторией. Правда, его очень удивило, что Жерар из-за материальных соображений имеет две кафедры. «В вашей стране, — сказал Бунзен, — убивают ученого для того, чтобы мог существовать человек» [1, стр. 274].

Жерар был в восторге от немецких лабораторий: «Лаборатории, которые я видел, величественны. Лаборатория в Гейдельберге (Бунзена) стоила 150 000 франков. Это настоящий дворец. Все здесь есть» [1, стр. 274]. По-видимому, под влиянием всего виденного Жерар проектировал создать в Страсбурге одну центральную лабораторию, которая обслуживала бы все три высших учебных заведения этого города и была бы научным центром химических исследований; руководство университета и городские власти Страсбурга поддержали этот проект.

Два летних месяца Жерар провел в Париже в кругу своей семьи. Здесь он закончил работу об амидах. В конце сентября семья Жерара переехала в Страсбург.

Осенью того же года Жерар начал писать общую часть (Généralités) четвертого тома «Курса органической химии» [20], в которой изложил свои теоретические воззрения. Работа Жерара над окончанием учебника была нарушена событием, которое его очень расстроило. Либих, с которым Жерар восстановил хорошие отношения, опять выступил против него. Поводом послужили злополучные «меллониды». Их формулы Жерар предложил еще в 1851 г., в учебнике органической химии он только воспроизвел эти формулы. Поскольку Жерар ни одним словом не выступил против Либиха, он не знал, чем объяснить его нападки на книгу, о которой Либих ранее давал хвалебные отзывы. «Либих, очевидно, разгневан, — пишет Жерар Шанселю, — видя успех новых идей. Лимприхт³, ученик его друга Ве-

³ *Генрих Франц Петер Лимприхт (Limpricht, 1827—1909) — химик-органик, ассистент Велера в Геттингене, затем профессор в Грейфсвальде; много способствовал распространению воззрений Жерара в Германии.*

лера, пишет небольшой очерк для распространения этих идей. Я также получил письмо о присоединении (к моим идеям) от Листа, продолжателя Гмелина; и на этой же неделе три русских химика (Зинин, Шишков и Эйзен) написали мне письмо, в котором они меня поздравляют и заявляют о своем присоединении к моим идеям. Это является для меня веским возмещением гнусных нападок барона (Либиха.— *М. Ф.*), которое меня весьма утешает» [1, стр. 279]. По совету друзей нападки Либиха Жерар оставил без ответа.

Отношение со стороны академии также оставляло желать лучшего. Свою рукопись об амидах Жерар передал Дюма, но тот в течение четырех месяцев не выполнил своего обещания сообщить об этой работе академии. Если бы Дюма не был так небрежен, Жерар мог бы просить у академии субсидии для продолжения своих работ.

И когда в январе 1856 г. в правительственном «Вестнике» («*Moniteur*») был опубликован список ученых, награжденных орденом Почетного легиона (обычно это награждение приурочивалось к празднику Нового года), фамилии Жерара там не было.

«Из моих современников, имеющих печатные работы, только мне все еще не дано это свидетельство почета», — пишет Жерар [1, стр. 281]. По этому поводу Флуранс⁴ сказал Кауру: «Просто невероятно, что такой заслуженный человек, как Жерар, еще не награжден, в то время как награждают столько людей, имеющих весьма посредственное значение для науки» [1, стр. 282].

Ордена Жерар так и не получил никогда. Правда, в июне 1855 г. его избрали членом Лондонского химического общества, а 21 апреля 1856 г. он получил звание члена-корреспондента Парижской академии наук. Этим он во многом обязан Тенару, который горячо поддерживал его кандидатуру.

Жерар получил тогда много поздравлений. Некоторые видели в этом избрании доказательство коренного изменения взглядов ученых академии. «Ваши идеи стали теперь в глазах высокопоставленных и всемогущих господ менее подпольными, чем раньше? Или они заметили, что Ваша «химическая алгебра» (которую считали такой революци-

⁴ *Марк Жан Пьер Флуранс (1794—1867) — физиолог, член Парижской академии наук и ее непреременный секретарь (с 1833 г.).*

енной) заключает научные истины, которые заслуживают признания?» — пишет Жерару Дрион⁵ [1, стр. 284]. Конечно, о коренном изменении во взглядах химиков академии не могло быть и речи: официальные представители химической науки Франции, как и прежде, не признавали жераровскую систему атомных весов и химических формул. Зато за рубежом Жерар пользовался огромным авторитетом, его считали главой современной химии. Напомним, что горячими последователями Жерара были Зинин, Шишков, Эйзен, Ходнев, Бекетов, Менделеев.

Жизнь и работа в Страсбурге не вполне удовлетворяли Жерара. Он мечтал о возвращении в Париж, ему не хватало интеллектуальной атмосферы столицы, где он мог обмениваться мыслями, дискутировать, выслушивать серьезную авторитетную критику. Он вспоминал страстные «сражения» у доски с Вюрцем, беседы с Кауром, Сент-Клер Девиллем⁶, Пелузом⁷, Тенаром и другими крупными химиками. В письмах к парижским друзьям он с грустью говорит об этом. «Я не жалею о своей теперешней судьбе, напротив, я теперь устроен очень хорошо, у меня есть все удобства. Но мне не хватает парижской атмосферы, где дышится так легко», — писал он Орфила⁸ [1, стр. 285]. Но, пожалуй, Жерар переоценивал обстановку в научном мире Парижа: она была отнюдь не благоприятной для развития теоретической химии. Его друг Рейнозо⁹ так описывал парижскую атмосферу 1856 г.: «Здесь в Париже — мертвый штиль в науке; все, что называется «чистой» наукой, никого не интересует и проходит незамеченным. Сегодня надо бороться за промышленные применения; таким образом, человек должен стараться исчезнуть, чтобы уступить место тем, кто как-то умеет использовать науку (для практических целей. — М. Ф.). Мы теперь очень далеки от той эпохи, полной страстей и энтузиазма, когда наука, как тако-

⁵ Шарль Дрион (Drion, 1827—1862). Работал в лаборатории Жерара в Париже. Профессор физики и химии в университете Безансона.

⁶ Анри Этъенн Сент-Клер Деви́ль (Sainte-Claire Deville, 1818—1881) — химик, профессор Высшей нормальной школы, член Парижской академии наук.

⁷ Теофиль Жюль Пелуз (Pelouze, 1807—1867) — химик, профессор Коллеж де Франс и Политехнической школы, член Парижской академии наук.

⁸ Матео Хозе Бонавентура Орфила (Orfila, 1787—1853) — химик и врач, профессор Медицинской школы в Париже.

⁹ Альваро Рейнозо (Reynoso, 1829—1889) — химик, профессор Мадридского, а затем Гаванского университета.

вая, нас полностью удовлетворяла и захватывала. Теперешнее поколение считает, что для того, чтобы достичь чего-либо, надо спрятаться под крылышками покровителей, сделаться «маленьким» и проявлять возможно меньше индивидуальности» [1, стр. 286].

Жерар мечтал хорошо отдохнуть на каникулах в живописных местах Шварцвальда, а потом побывать в Париже, повидаться с друзьями. В июне 1856 г. он писал Кауру: «Я должен, наконец, признаться, что у меня теперь совершенно нет (научных) новостей. Два курса, которые я читал в этом году, и работа над окончанием моей книги отняли у меня все время. Добавьте к этим причинам некоторую дозу скуки — той скуки, в которую невольно впадаешь после нескольких месяцев пребывания в провинции, — и Вы поймете, почему у меня нет результатов лабораторных работ, о которых я бы мог сообщить Вам. Надеюсь приехать к Вам на ближайшие каникулы и «закаляться» возле Вас» [1, стр. 287]. Это письмо было последним письмом Жерара.

Каникулы начинались 19 августа. Жерар заблаговременно снял летнюю дачу в Баденском герцогстве, где собирались отдыхать его коллеги с семьями. Но 15 августа он внезапно заболел, резко повысилась температура. Положение с каждым днем ухудшалось, а три дня спустя лечащий врач установил диагноз — острый перитонит. Врач не уходил от постели больного. Когда Жерару становилось немного легче, он не переставая говорил о химии. Его последние слова были: «Мне надо бы еще 15 лет, чтобы закончить свой труд!.. Да! Да! через пятьдесят лет скажут, что я кое-что сделал!.. Я опередил химию на пятьдесят лет» [1, стр. 290].

Ранним утром 19 августа после короткой агонии Шарль Жерар скончался. Так, неожиданно для родных и друзей, закончил свой короткий жизненный путь один из самых выдающихся химиков Франции.

21 августа, в день сорокалетия Жерара, состоялись его похороны. На могиле директор Фармацевтического института Ошперман произнес речь, в которой описал короткий, но славный жизненный путь Жерара, его необычайное трудолюбие, его самоотверженное служение науке. Позже на страсбургском кладбище был установлен надгробный памятник из шотландского гранита, украшенный пальмовой ветвью и лавровым венком из бронзы — эмблемой университетов Франции. При открытии памятника Вюрц сказал:

«Жерар будет жить своим гением и своими трудами, и эти гранит и бронза будут менее долговечными, чем его имя» [1, стр. 294].

Парижская академия наук посвятила памяти Жерара траурное заседание. Президент Академии Дебре¹⁰ выступил со следующими словами: «С сожалением сообщаю Академии о смерти одного из самых молодых и самых активных членов-корреспондентов — Шарля Жерара, профессора естественно-научного факультета и Фармацевтического института Страсбурга. Авторитетные люди считают, что Жерар являлся одним из самых ученых и самых искусных химиков Европы. Жерара постигла та же судьба, что и его несчастного друга и соратника Лорана. Он был отнят у науки в расцвете своего таланта, в тот момент, когда он хотел в последний раз приложить свою руку для издания своего обширного труда, охватывающего всю органическую химию. Он оставил вдову и трех малолетних детей без обеспечения. Желательно, чтобы друзья науки объединили свои усилия, чтобы помочь этой семье, достойной нашего внимания, и чтобы облегчить тяжелое бремя, которое ложится теперь на плечи вдовы Жерара» [1, стр. 291].

По инициативе Тенара, потрясенного безвременной смертью Жерара, было организовано общество «Друзья науки». Целью общества служило оказание помощи ученым или их семьям, впавшим в нужду; общество позаботилось и о семье Жерара.

Последний (IV) том «Курса органической химии»¹¹ Жерар закончил при жизни, но опубликовать не успел: об издании этого тома позаботился его ученик Дрион. Жерар предполагал написать пятый том, посвященный химии природных растительных и животных веществ.

Учебник Жерара выгодно выделяется среди других не только новой трактовкой материала, изложением теории типов и других важных обобщений, подкрепленных новейшими открытиями, утвердившими идеи автора. Книга отличается прекрасной архитектуроникой, ясным и система-

¹⁰ Сезар Мансюзет Дебре (*Despretz, 1791—1863*) — физик, профессор факультета естественных наук в Париже, член Парижской академии наук.

¹¹ Первый том посвящен анализу органических веществ, второй — их классификации, третий — веществам, которые подлежат классификации, четвертый — обобщениям и теоретическим вопросам. Новые идеи изложены во втором томе и главным образом в четвертом, где подробно рассматривается теория типов.

гичным изложением, критическим отношением к излагаемому материалу. Жерар исправляет неверные формулы, принятые дуалистами, не оставляет ни одного явления без попытки объяснить его, критикует устаревшие представления; методы получения веществ описаны обстоятельно, со всеми необходимыми деталями, весь материал сопровождается богатой библиографией. Еще одно достоинство учебника — его энциклопедичность.

Книга Жерара с большим энтузиазмом была встречена молодыми химиками и скоро стала одним из наиболее популярных учебников, пользовавшимся авторитетом и у друзей и у противников Жерара; его «Traité» можно было найти на рабочем столе любой лаборатории.

За свою короткую жизнь Жерар опубликовал 194 научных статьи (часть из них написана совместно с Кауром, Лораном, Шанселем или Кюоцца). Кроме того, за 17 с лишним лет он написал пять учебников, перевел на французский язык пять книг Либиха [4, 8, 23—26] и один ежегодник Берцелиуса; общий объем его произведений превышает 600 печатных листов. И все это помимо большой экспериментальной и педагогической работы. Если учесть тяжелые материальные условия и все те препятствия, которые встречались на трудовом пути Жерара, то можно смело сказать, что это был человек исключительных способностей и невероятного трудолюбия.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ



Развитие атомно-молекулярного учения до 1840-х годов

Итогом и вершиной умозрительного периода истории атомистики явилась корпускулярно-кинетическая теория Ломоносова, который впервые связал свойства элементов со свойствами их атомов, правильно разграничил понятия «атом» и «молекула», определил отличительные особенности молекул простых и сложных веществ. Развитие химии во второй половине XVIII в. подготовило предпосылки и условия для перехода атомистики из области натурфилософии на твердую почву химической науки. В начале XIX в. возникает атомная гипотеза Дальтона, объяснившая основные стехиометрические законы, открытые в конце XVIII и начале XIX в. Возникновение и утверждение атомистики Дальтона связано с запросами химической промышленности, развитие которой пошло к этому времени более быстрыми темпами и поставило к концу XVIII в. перед химической наукой задачу — создать такую теорию, которая позволила бы делать более точные расчеты химических реакций, научно обосновывать контроль и технологию производства.

Дальтон ввел понятие атомного веса и связал количественные данные о составе химических соединений с представлением об атомном строении веществ. Согласно гипотезе Дальтона, простые вещества состоят из отдельных «простых» атомов, а сложные вещества — из молекул, которые он называл «сложными атомами». Однако, выражая состав этих сложных атомов, он исходил из произвольных правил. Так, например, он считал, что если два элемента образуют только одно соединение, то атомы этих элементов

соединяются в соотношении 1:1. Ограниченность и произвольность этих правил связана с невозможностью одним химическим путем, исходя только из весовых данных, решить вопрос об атомном составе молекул. Эти правила привели Дальтона к смешению понятий «атом» и «химический эквивалент». Так, предлагая для воды формулу HO , он принял атомный вес кислорода равным приблизительно 8, а атомные веса многих металлов — соответствующими их эквивалентам. Формулы соединений также во многих случаях соответствовали их эквивалентам.

Открытие Гей-Люссаком (1809) закона объемных отношений газов изменило положение вещей. В 1811 г. Авогадро, обобщая закон Гей-Люссака, высказал гипотезу, обосновывающую необходимость возродить понятие молекулы как первичной частицы простых и сложных веществ. Он конкретно указал, что молекулы простых газов — кислорода, водорода, азота, хлора и др. — должны состоять из двух атомов. Другое важное положение его гипотезы гласило что в равных объемах любых газов при одинаковых температуре и давлении находится одинаковое число молекул. Эта гипотеза объяснила закон объемных отношений и устранила противоречие между атомной гипотезой Дальтона и этим законом, основанном на изучении реакций между газами.

Авогадро с помощью своей гипотезы установил атомный состав, атомный и молекулярный вес газообразных веществ. При определении молекулярного веса простых газов он исходил из пропорциональности молекулярного веса и плотности газов (считая молекулы этих газов двуатомными). Молекулярный вес газообразных соединений он вычислял из плотности составных газов и их объемных отношений при реакции соединения. Например, сложив плотность кислорода с удвоенной плотностью водорода и деля эту сумму пополам, он получил теоретическую плотность водяного пара, которая совпала с опытными данными¹. Таким путем он подтвердил правильность химической формулы воды. Хотя такой способ расчета молекулярного веса газообразного соединения сложен и до некоторой степени произволен, все же результаты Авогадро во многих случаях были правильными, так же как и предло-

¹ Расчет теоретической плотности водяного пара по воздуху:

$$\frac{1,1034 + 2 \cdot 0,0689}{2} = 0,6206.$$

женные им химические формулы [27]. В статьях 1814 и 1821 гг. Авогадро, развивая свои идеи, подверг критике выводы других химиков, и действительно его система атомных весов и химических формул [28], предложенная в 1821 г., очень близка к современной. Это объясняется тем, что в большинстве случаев химические формулы Авогадро для газообразных соединений соответствуют одинаковым молекулярным объемам (двум объемам, если принять объем «атома» водорода, т. е. одной весовой части, за единицу). Однако признание гипотезы Авогадро задержалось на 50 лет, и это объясняется самим процессом развития химической науки. Случилось так, что историческая линия познания молекулы оказалась длиннее и запутаннее, чем логическая.

Одна из основных трудностей познания микромира атомов и молекул — это то, что закономерности микромира устанавливаются косвенным путем — по макросвойствам веществ. Другая трудность (до некоторой степени связанная с первой) — это то, что ученые вынуждены определять атомный вес элемента по атомному составу и молекулярному весу соединений данного элемента. Однако химики не сразу пошли по этому трудному, но правильному пути. Долгое время считалось, что молекулярный вес является производной величиной атомного веса элементов и атомного состава молекулы, и его определяли химическим путем по предполагаемой формуле. Но так как и атомные веса и формулы часто были неверными, то и молекулярный вес оказывался далеким от истинного.

Логическая линия в познании молекулы должна была идти от свойств веществ к составу молекул и от состава к строению молекул. Однако исторический процесс познания шел более сложным путем. Химики занялись изучением строения молекул, не познав до конца их состава. Неправильные представления о строении молекул приводили к искажению формул, отражающих их состав. Иными словами, химическим соединениям «навязывали» дуалистические формулы.

Дуалистическая концепция строения веществ, возникшая еще в конце XVIII в. и получившая обоснование в электрохимической теории Берцелиуса, привела к смешению понятий «атом», «молекула» и «эквивалент» и к таким химическим формулам, которым соответствовали разные молекулярные объемы. И это понятно, ведь молеку-

лярный вес, как мы уже говорили, вычисляли по предполагаемым химическим формулам. Например, дуалистическую формулу уксуснокислого кальция, который считали состоящим (как и все соли) из «кислоты» (кислотного ангидрида) и «основания» (окисла металла), изображали $C_4H_6O_3 \cdot CaO$, считая, что гипотетическое соединение $C_4H_6O_3$ — это «безводная» уксусная кислота, а $C_4H_6O_3 \cdot H_2O$, или $C_4H_8O_4$, — это «водная» уксусная кислота. Исходя из формулы щавелевокислого кальция ($C_2O_3 \cdot CaO$), считали, что C_2O_3 — это безводная, а $C_2O_3 \cdot H_2O$, или $C_2H_2O_4$, — водная щавелевая кислота. Таким образом, уксусная кислота (как и большинство органических соединений) имела в дуалистической системе удвоенную химическую формулу, а щавелевая кислота — обычную. Далее, приняв объем «атома» водорода (объем одной весовой части) за единицу, молекулярный объем щавелевой кислоты в газообразном состоянии следовало считать равным двум объемам, тогда как объем уксусной кислоты в виде газа соответствовал четырем объемам. Аналогичные примеры можно привести и из области неорганической химии: например, формулу соляной кислоты изображали H_2Cl_2 , а сероводорода H_2S ; первое соединение соответствовало четырем объемам, а второе — двум.

Таким образом, существование соединений с разными молекулярными объемами противоречило одному из основных положений гипотезы Авогадро — о равенстве молекулярных объемов всех газообразных веществ.

Необходимо отметить, что до 1828 г. в химической литературе гипотеза Авогадро совсем не дискутировалась, так как в тот период времени главной задачей химии было определение атомных весов и многие химики считали, что для этого достаточно установить косвенным путем атомный состав молекул; молекулярный вес при этом не учитывался. Это, однако, не значит, что гипотеза Авогадро не оказала косвенного влияния, и это влияние, пожалуй, больше всего сказалось на работах Берцелиуса [28].

Действительно Берцелиус, по-своему интерпретируя закон объемных отношений Гей-Люссака и используя некоторые положения гипотезы Авогадро, широко применял данные о плотности простых газов и объемные отношения

² Здесь и везде числа, указывающие, сколько атомов содержится в молекуле, мы пишем внизу, а не сверху, как было принято во времена Жерара.

газов, вступающих в реакцию. Берцелиус, как и Дальтон, считал, что простые газы состоят из отдельных атомов (а не молекул) и, значит, в равных объемах простых газов (при одинаковых условиях) находится одинаковое число атомов. В равных же объемах сложных газообразных веществ может быть разное число молекул, т. е. молекулярные объемы сложных веществ могут быть неодинаковыми. Система атомных весов Берцелиуса (1814—1818) и особенно его система 1826 г. опираются на объемные данные.

В 1826—1832 гг. Дюма провел эксперименты, которые исходили из гипотезы Авогадро и должны были ее подтвердить: он определял атомные веса негазообразных элементов, переводя их в газообразное состояние. Однако неправильная интерпретация результатов опытов (плотность паров серы, фосфора, мышьяка, ртути), а также произвольный метод определения молекулярного веса газообразных веществ на основе дуалистических формул привели Дюма к разному значению молекулярных объемов веществ, несмотря на то что эти значения он контролировал определением плотности веществ. Кроме того, Дюма пользовался нечеткой терминологией: под словом «атом» он подразумевал и атом и молекулу. Все это дало повод Берцелиусу выступить с критикой гипотезы Авогадро о существовании молекул простых газов и о равенстве числа молекул в равных объемах любых газов. Больше того, Берцелиус отказался от признания своей прежней интерпретации закона Гей-Люссака и теперь считал, что не все простые вещества, а только элементарные газы (кислород, водород, азот и т. д.) содержат в газообразном состоянии одинаковое число атомов. Годен³, ученик Ампера и Дюма, развивая гипотезу Авогадро, в работе, посланной Парижской академии наук в ноябре 1831 г. и опубликованной в 1833 г., предложил четко разграничить понятия «атом» и «молекула». Он вел представление об одно-, двух- и четырехатомных и вообще многоатомных молекулах простых веществ и на его основе правильно объяснил значения плотности паров серы, фосфора, мышьяка и других элементов, исследованных Дюма. Молекуле серы Годен приписал

³ Марк Антуан Огюст Годен (Gaudin, 1804—1830) — вычислитель в Бюро долгов (Париж); в свободное время занимался теоретической и экспериментальной химией, астрономией, фотогравией и др.

формулу S_6 , фосфора — P_4 , ртути — Hg . Однако работа Годена была оставлена без внимания Парижской академией наук и не встретила поддержки химиков того времени, — он выступил в неблагоприятной исторической обстановке в период укрепления электрохимического дуализма и утверждения в органической химии теории радикалов.

Укрепление теории радикалов в начале 1830-х годов связано с тем, что после открытия изомерии и метамерии⁴ проблема строения органических соединений стало особо актуальной. Кроме того, к этому времени в неорганической химии утвердился электрохимический дуализм, что не могло не отразиться и на органической химии. Наконец, вопрос о строении органических соединений становится центром внимания главным образом потому, что об этих соединениях накопилось множество разрозненных опытных данных, требовавших обобщения. Простой перевод результатов анализа соединений на язык эмпирических формул уже не удовлетворял химиков, надо было систематизировать соединения по какому-то общему принципу.

Следует заметить, что и до 1830-х годов идея о дуалистическом строении органических соединений и наличии в них сложных радикалов, высказанная Лавуазье и развитая Берцелиусом, не встречала принципиальных возражений. Спорным был лишь вопрос, что считать сложными радикалами и как их определять. Для органических и для неорганических кислот этот вопрос решался довольно просто и однозначно: от формулы соли отнималась формула окисла металла. Так находили формулу «кислоты». Группа атомов углерода и водорода, входящая в состав гипотетической органической кислоты, считалась радикалом. Например, в формуле уксусной кислоты $C_4H_6O_3$ за радикал принимали группу C_4H_6 , которая называлась ацетилом. Однако к определению строения других органических соединений не было единого подхода. Некоторые ученые (Гей-Люссак, Деберейнер, Дюма), исходя из реакций разложения и некоторых аналогий с неорганическими веществами, расчленяли формулы органических соединений на две более простые формулы; например, этиловый спирт изображали $C_2H_4 + H_2O$, этиловый эфир — $2C_2H_4 + H_2O$. Берцелиус считал такой метод недостаточно обоснованным и вос-

⁴ Научное понятие изомерии и его отличие от метамерии и полимерии было дано Берцелиусом в 1831—1832 гг.

торженно встретил результаты опытов Либиха и Велера. Исследуя производные бензойного альдегида (1832), немецкие ученые показали, что в этих соединениях имеется одна и та же группа ($C_{14}H_{10}O_2$)⁵; при реакциях она переходит из одного соединения в другое. Так гипотеза о сложных радикалах, играющих роль химических элементов, получила наконец эмпирическое обоснование. Берцелиус указал, что истинный радикал «бензоил» будет иметь формулу $C_{14}H_{10}$, ибо он не допускал, чтобы в состав радикала (считавшегося электроположительным) входили электроотрицательные элементы, например кислород.

В скором времени были открыты другие радикалы, переходящие без изменения из одного соединения в другое. Постепенно стало укрепляться мнение, что органическая химия — это по существу химия сложных радикалов. Берцелиус считал, что радикалы органических соединений могут существовать в свободном виде, так же как и химические элементы, хотя ни один радикал не был еще получен.

Теоретической опорой теории радикалов послужил электрохимический дуализм как общий принцип строения всех веществ. Дуалистические формулы, в отличие от эмпирических, назывались рациональными. Либих и Берцелиус пытались создать классификацию органических соединений, исходя из природы сложных радикалов, входящих в состав этих соединений.

Однако наряду с утверждением теории радикалов шло накопление новых данных, противоречивших ей, что неизбежно должно было привести к крушению этой теории. В 1830-х годах многочисленными опытами было доказано, что хлор способен замещать водород в органических соединениях. Дюма первым обобщил эти опыты (1834), не видя тогда никакого противоречия между их результатами и своей дуалистической (этериновой) теорией органических соединений⁶. Позже (1836—1837) Лоран, проведший много опытов по хлорированию, пришел к выводу, что продукты хлорирования аналогичны исходным веществам. Лоран объяснил это тем, что хлор, занимая место водорода, игра-

⁵ Они исходили из удвоенной формулы бензойного альдегида $C_{14}H_{12}O_2$ ($C_{14}H_{10}O_2 + H_2$); современные обозначения C_7H_6O и C_7H_5O .

⁶ Этерин — удвоенная формула этилена (C_4H_8). По этой теории спирт имеет формулу $C_4H_8 \cdot 2H_2O$, а эфир — $C_4H_8 \cdot H_2O$.

ет его роль в новом соединении. Связывая свои наблюдения с явлением изоморфизма, Лоран сравнивает химическое соединение, подвергающееся реакции замещения, с призмой: «Призма, у которой отняли одно ребро, разрушится, если не поставить на место этого ребра другое эквивалентное ребро из кислорода, хлора или азота и т. д.» [29, стр. 165]. Здесь уже содержится идея о том, что молекула является цельным сооружением, имеющим свою «архитектуру». Исходя из этой идеи, Лоран создает свою рациональную классификацию органических соединений, выделяя определенные классы, которые образуются путем замещения в «основном радикале». Согласно Лорану, «основной радикал» — это реальный или гипотетический тип, состоящий из определенного числа «эквивалентов» (атомов) углерода и водорода.

Открытие хлоруксусных кислот, аналогичных уксусной, реакции их обратного превращения в уксусную подтвердило правильность идей Лорана, и тогда Дюма выступил (в 1839 г.) против электрохимической теории Берцелиуса, утверждая, что «Лоран настаивал на тождественности роли хлора и водорода в телах, образованных замещением, еще задолго до того, как опыт решил это в положительном смысле» [30, стр. 165].

Развивая идеи Лорана и Реньо, Дюма предлагает в 1840 г. свою теорию типов. Типом он считал «все вещества, полученные путем замещения и имеющие одно и то же число эквивалентов (атомов)». Типы подразделяются на механические и химические. Например, «спирт, уксусная кислота, хлоруксусная кислота принадлежат к одному и тому же естественному семейству (механическому типу.— *М. Ф.*). Но уксусная кислота и хлоруксусная кислота принадлежат также к одному и тому же роду (химическому типу.— *М. Ф.*)» [30, стр. 164]. Дюма подчеркивает, что его идея противоположна идеям Берцелиуса. Перефразируя слова Лорана, он писал: «Органическая молекула, органический тип представляет собой сооружение, в котором можно заменить одну «стену» водорода другой «стеной» хлора, брома или кислорода, не разрушая при этом внешних очертаний здания. Необходимо, однако, удаляя одну «стену» водорода, ввести на ее место что-либо взамен во избежание разрушения или преобразования всего здания» [30, стр. 177].

Лорану позже пришлось отстаивать свой приоритет в

создании теории замещения и теории типов. «В течение пяти лет я был первым и единственным, который все это время пробивал брешь в теории постоянных радикалов, теории, поддержанной еще два года тому назад Дюма и Либихом перед самой академией <...> Дюма не имеет основания на что-либо претендовать в теории типов, если не считать только то, что он поставил слово «тип» вместо слов «основной радикал», «производный радикал» [31, стр. 411, 413].

Развивая свою идею далее, Дюма утверждал, что «с точки зрения электрохимии основные свойства тел обуславливаются *природой* их элементарных частей, в то время как по теории замещения эти свойства определяются преимущественно *расположением* элементов» [30, стр. 172]. Дюма отвергал полярность химических сил, считая эти силы едиными и независимыми от природы атома.

Берцелиус упорно защищал свою электрохимическую теорию и выдвигал все новые, явно надуманные гипотезы. Но его упорство, граничащее с упрямством, лишь ускорило падение дуалистической теории. Либих оказался более гибким. Не оставляя теории радикалов, он признавал, что эти группы изменчивы и путем замещения атомов водорода другими атомами можно получать новые радикалы с одинаковыми или разными свойствами. Он не считал, что способность органических радикалов существовать в изолированном виде является их обязательным признаком.

Другой не менее мощный удар нанесли дуализму новые представления о кислотах, возникшие к концу 1830-х годов. Вся дуалистическая система базировалась на предположении, что соли являются бинарными соединениями «безводной кислоты» (реальный или гипотетический ангидрид) и «основания» (окисел металла); например, сульфату кальция приписывали формулу $\text{SO}_3 \cdot \text{CaO}$, уксуснокислому кальцию — $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 \cdot \text{CaO}$. Считалось, что кислотными свойствами обладает главным образом кислород «кислоты». В свое время Дэви и Дюлон иначе определили понятие «кислота», выдвинув так называемую водородную теорию кислот, которая объясняла кислотные свойства кислоты наличием в ней водорода⁷. Однако их теория не получила признания и была забыта.

⁷ А. И. Горбов. История вопроса о конституции кислот. ЖРФХО, ч. химич., 1914, т. 46, вып. 4, отд. 2, стр. 94—149.

Позднее (1838) Либих [32], опираясь на опытные данные о некоторых органических кислотах, фактически возродил водородную теорию кислот. В первую очередь он доказал, что идея об одноосновности всех кислот неверна, и среди органических и неорганических кислот имеются кислоты различной основности: «Кислотами являются <...> определенные водородные соединения, в которых водород может замещаться металлами» [32, стр. 181]. И именно Либих, один из основоположников теории радикалов, подготовил почву для крушения дуализма. И несмотря на то что он изображал формулы кислот дуалистически ($\text{SO}_4 + \text{H}_2$), ему принадлежит честь первого утверждения новой точки зрения на кислоты. И рано или поздно эта точка зрения должна была неизбежно привести к пересмотру вопроса об установлении химических функций кислот и солей, их молекулярных весов, к разграничению понятий «молекулярный вес» и «эквивалент» кислоты.

Но Либих не был последователен. Он ошибочно считал серную, угольную, хромовую и щавелевую кислоты одноосновными. Кроме того, он рекомендовал применять водородную теорию только для органических кислот, где уже было привычно пользоваться гипотетическими радикалами; для неорганических же кислот такие радикалы, как SO_4 , P_2O_8 , были необычными. Либих высказал свои идеи только предположительно и не отстаивал их. Позже они были развиты Жераром и Лораном более глубоко и последовательно на основе унитарной точки зрения.

Все указанные нами предпосылки, распатавшие устой дуалистической системы, не могли не отразиться и на системе атомных и соединительных весов того времени.

Первая система атомных весов Дальтона имела произвольную основу, не способствующую определению истинных атомных весов элементов. Путь для этого наметили Авогадро (1824) и Берцелиус (1826). Их методы определения атомного состава газообразных веществ уже приближались к современным, давая возможность устанавливать атомные веса. Но наряду с их методами существовали эмпирические системы «пропорций», «соединительных весов», «эквивалентов», которые считались тогда свободными от произвольных правил Дальтона и гипотетических интерпретаций закона объемных отношений Гей-Люссака. В 1830-х годах значение таких систем, в частности системы эквивалентов, увеличилось, и они получили почти все-

общее признание. Это объясняется, во первых, укреплением дуализма и, во-вторых, тем, что физические методы определения атомных весов были настолько несовершенными, что приводили к большим ошибкам.

Дуалистическая трактовка состава и строения солей привела Берцелиуса к выводу, что в состав соединений всегда входят удвоенные молекулы галогеноводородных кислот, аммиака (H_2Cl_2 ; N_2H_6)⁸ и др. В связи с этим он начал применять для некоторых элементов перечеркнутые знаки, изображавшие «двойные атомы», например $\text{H}=\text{H}_2$, $\text{N}=\text{N}_2$, $\text{Cl}=\text{Cl}_2$. В третьем издании своего учебника химии, опубликованном в 1833 г., Берцелиус предлагает пользоваться наряду с системой атомных весов, в которой $\text{O}=100$ и $\text{H}=6,24$ (эта система близка к современной), и другой системой, в которой $\text{H}=1$ или $\text{H}_2=1$; в последнем случае значения атомных весов близки к эквивалентам. Таким образом, сам Берцелиус подготовил почву для перехода к эквивалентам Гмелина (1843), который вовсе не отрицал атомистической гипотезы. Стремясь устранить двусмысленность формул Берцелиуса, Гмелин освобождает символы многих элементов от поперечной черты и принимает удвоенные атомные веса за истинные. Этим Гмелин провозгласил тождество эквивалентов и атомных весов. Но его система игнорировала объемные данные, так как по мнению Гмелина опыт не подтвердил того, что плотность паров простого вещества пропорциональна его атомному весу.

Спор вокруг системы атомных весов и системы эквивалентов не мог быть решен вне связи с понятиями «молекула» и «молекулярный вес». Распутывание этого узла могло начаться только тогда, когда четко выявилась необходимость разграничить эти понятия и установить правильный критерий для определения молекулярного веса. В свою очередь эта необходимость явилась следствием развития органической химии.

Открытие явлений замещения и многоосновности кислот привело к возникновению унитарного направления. От рациональных формул в духе теории радикалов стали возвращаться к эмпирическим формулам. Это произошло в 1839—1840 гг., когда Дюма, развивая свою теорию типов, открыто выступил против электрохимического дуализма Берцелиуса. Дюма пользовался очень большим автори-

⁸ Берцелиус считал, что низшие окислы металлов имеют формулу RO .

тетом, и благодаря ему идеи Лорана получили дальнейшее развитие и распространение. Однако, предлагая выражать формулы унитарно, сам Дюма в большинстве случаев исходил из старых формул Берцелиуса и Либиха с той лишь разницей, что выражал их суммарно. Таким образом, он только высказал идею унитарных формул, но не указал единого критерия для их установления. А такой критерий для формул органических соединений был жизненно необходим для обобщения, систематизации и классификации огромного эмпирического материала.

Система химических обозначений, созданная Жераром

Итак, с началом крушения дуалистической системы возник вопрос о новых критериях классификации органических соединений. Химическая практика требовала, чтобы классификация исходила из химических свойств соединений и генетических связей, опиралась на единые химические формулы, которые выводились бы из объективных эмпирических данных, а не из гипотез о внутренних группировках атомов. Именно в такой обстановке рождается система Жерара — попытка создать естественную и рациональную классификацию органических веществ.

Уже в первых работах Жерара проявляется его склонность к обобщениям и систематизации эмпирического материала. Так, в 1835 г. он подвергает пересмотру формулы природных силикатов [2] и предлагает свою классификацию этих соединений. Эта работа восемнадцатилетнего Жерара получила положительную оценку маститого Берцелиуса: «Жерар проделал весьма похвальную работу, пересчитав результаты анализов большого числа природных силикатов, чтоб сравнить с принятыми для них формулами. Он обнаружил, таким образом, много ошибок, более или менее значительных, которые являлись или ошибками расчета, или опечатками, переписанными различными авторами друг у друга. Кроме этой кропотливой и полезной работы, он еще способствовал установлению новых формул» [3, стр. 165].

В начале своей педагогической деятельности Жерар невольно был вынужден обратить внимание на отсутствие единой классификации органических веществ. Исходя из

опытных данных о разложениях и превращениях органических веществ, он приходит к важным теоретическим выводам о химических формулах органических соединений и о системе атомных весов. «Я доказываю, — пишет молодой ученый, — что химик делает противоположное тому, что делает живая природа: он сжигает, разрушает, действует методом анализа. Только жизненная сила действует методом синтеза, она восстанавливает здание, разрушенное химическими силами. Отсюда следует, что хорошая классификация может быть создана на основе продуктов разложения веществ» [33, стр. 498]. Далее Жерар указывает, что при окислении или разложении органических веществ всегда выделяются угольная кислота C_4O_4 и вода H_4O_2 , а при разложении азотистых соединений — еще и аммиак N_2H_6 ⁹. Здесь Жерар пользуется удвоенными формулами, принимая $C=6$ (система Дюма). Так, разложение бензойной кислоты он изображает



В системе Либиха и Берцелиуса, где $C = 12$, эта реакция выражалась иначе.



(а в современных формулах эта же реакция выглядит так: $C_7H_6O_2 = CO_2 + C_6H_6$).

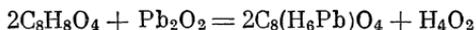
Жерар замечает, что молекулярный объем C_4O_4 , H_4O_2 и N_2H_6 в газообразном состоянии равен четырем. Поскольку угольная кислота и вода имеют такой же объем, как и всеми признанный эквивалент аммиака, значит их истинными эквивалентами будут C_4O_4 ¹⁰ и H_4O_2 . Отсюда он делает вывод, что понятия «эквивалент» и «объем» тождественны. Исходя из этого, Жерар отвергает формулу HO для воды, которую принимали сторонники системы эквивалентов (формула H_4O_2 соответствовала $2H_2O$ в системе Берцелиуса), и считает, что эквивалент (молекула) воды состоит из одного эквивалента (O_2) кислорода и двух эквивалентов (H_4) водорода, ибо если O_2 соответствует одному объему, то H_4 соответствует двум объемам. Он пишет: «Вода содержит 2 эквивалента, или атома, или объема, во-

⁹ Знак *Az*, принятый во Франции для азота, мы везде заменили международным знаком *N*.

¹⁰ В системе Дюма двуокись углерода обозначалась C_2O_2 , а окись углерода — C_2O ($C = 6,0 = 12$).

дорода и 1 эквивалент, или атом, или объем кислорода; ее формула должна быть H_2O ($\text{H}=12,5$, $\text{O}=200$)» [9, т. I, стр. 313]. Таким образом, Жерар, хотя и смешивая понятия атома и эквивалента, возвращается к формуле воды H_2O , впервые предложенной Авогадро и применявшейся в системе Берцелиуса 1826 г.

По мнению Жерара, во всех химических формулах имеется только четное число атомов кислорода. Кроме этого, при разложении органического вещества никогда не выделяется C_2O_2 , C_6O_6 или $\text{C}_{10}\text{O}_{10}$, а всегда C_4O_4 (в современных формулах 2CO_2 или $2n\text{CO}_2$) или кратное ему количество. «Не только эквивалент угольной кислоты будет C_4O_4 и, следовательно, окись углерода C_4O_2 , но по этим же соображениям эквивалент углерода будет $\text{C}_4 = 150$, если принять $\text{O} = 100$. Но мы сейчас увидим, что согласно нашему обозначению эквивалент кислорода будет $\text{O}_2 = 200$, эквивалент водорода $= 12,5$; так что формулы C_4O_4 и C_4O_2 будут изображаться в эквивалентах таким образом: окись углерода $\text{CO} = 350$; угольная кислота $\text{CO}_2 = 550$; $\text{H} = 12,5$ »¹¹. Жерар считает, что его новые формулы подтверждают правильность водородной теории кислот: «Если в действительности эквивалент воды H_4O_2 <...> то конституция солей, принятая всеми химиками, не может быть признанной, ибо тогда, например, свободная уксусная кислота уже никак не может быть ацетатом воды $\text{C}_8\text{H}_3\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ($\text{C} = 6$), так как H_2O будет только половиной эквивалента воды. В этом отношении только теория типов находится в соответствии с опытом» [9, т. I, стр. 314]. Этот вывод привел Жерара к необходимости изменить атомные веса металлов. Так, исходя из своих правил, он пишет реакции образования уксуснокислого и сернокислого свинца следующим образом:



Формула R_2O_2 для окислов металлов при $\text{O} = 100$ становится R_2O при $\text{O} = 200$. Исходя из этого, Жерар считает нужным и «эквиваленты» металлов уменьшить вдвое по сравнению со значениями, которые они имели в системе эквивалентов или в системе Берцелиуса. Дело в том, что обе

¹¹ Если вместо $\text{H} = 12,5$ взять $\text{H} = 1$, то получится, что $\text{O} = 16$, $\text{C} = 12$, $\text{CO} = 28$, $\text{CO}_2 = 44$.

эти системы исходили из формулы RO для низших окислов металлов.

Поскольку все химические формулы должны соответствовать тому же объему, что и C_4O_4 и H_4O_2 (т. е. четырем объемам, если принять, что объем одного атома H равен 1), Жерар предлагает исправить те формулы органических соединений, которые отклонялись из этого правила: например, удвоить формулы щавелевой кислоты и этилового эфира, соответствовавшие двум объемам.

Таким образом, Жерар вводит объективный критерий для установления химических формул — они должны соответствовать четырем объемам. Но это положение он дополняет правилом: в формуле органического соединения число атомов углерода должно делиться на 4 ($C=6$), или на 2 ($C=12$), число атомов водорода — на 4, а число атомов кислорода — на 2. Это так называемый закон четности или закон четных паев. В действительности это правило справедливо только для соединений, не содержащих азота. Оно является следствием удвоения формул органических соединений, четырехвалентности атома углерода и четности суммы всех единиц валентностей атомов элементов, образующих соединение.

Новая классификация органических соединений, по мнению Жерара, должна исходить, во-первых, из правильных химических формул (четырёхобъемных) и, во-вторых, устанавливая формулы надо путем постепенного разрушения более сложных объединений. Эти принципы классификации Жерар развил и применил в «Кратком учебнике органической химии» [12].

Главным же выводом рассматриваемой работы Жерара явилось предложение унифицировать все формулы органических соединений, а именно: считать объемы молекул всех соединений в газообразном состоянии одинаковыми. Одновременно он предлагал изменить атомные веса («эквиваленты») некоторых элементов, например, следующим образом:

Принятая система эквивалентов	Система «эквивалентов» Жерара	Принятая система эквивалентов	Система «эквивалентов» Жерара
H = 1	H = 1	N = 14	N = 14
O = 8	O = 16	Na = 23	Na = 23
C = 6	C = 12	K = 39	K = 39
S = 16	S = 32	Pb = 103,5	Pb = 103,5
Cl = 35,5	Cl = 35,5		

Согласно новым эквивалентам воды и кислорода (по сравнению с эквивалентом водорода 12,5), пишет он, *«плотности простых газов становятся пропорциональными их эквивалентам»* [9, т. I, 314].

Несмотря на то, что Жерар смешивал понятия «эквивалент», «атомный вес» и «молекулярный вес», этот весьма важный вывод способствовал сближению его новых «эквивалентов» с атомными весами Берцелиуса (1826) и возрождению объемного метода Авогадро. Жерар пришел к этому стихийно, исходя из чисто химических соображений в области органической химии. Его система атомных весов и химических формул явилась следствием развития унитарных идей Лорана и Дюма.

Как мы уже писали, новые идеи Жерара были приняты в штывки Парижской академией наук (стр. 23). Берцелиус в годовом отчете об успехах химии посвятил работе Жерара несколько полных пренебрежения строчек: «Жерар применяет весьма удобный метод создавать теории, главное преимущество которого состоит в том, что все известные факты, которые не согласуются с его теорией, объявляются неверными» [1, стр. 327]. Столь отрицательное отношение Берцелиуса объясняется тем, что идеи Жерара распатывали все здание дуализма, хотя предложенные им атомные веса были близки к атомным весам Берцелиуса.

Более странным кажется отношение Дюма, который предложил Жерару выбросить всю теоретическую часть его статьи. Ведь Дюма был одним из первых, кто выступил против электрохимической теории Берцелиуса, он был единственным членом академии, понимавшим передовое значение идей Жерара для развития унитарного направления.

Жерара поддержали только его друзья — Малагути и Каур (с Лораном Жерар тогда еще не был знаком). Правда, Каур указал Жерару на то, что форма изложения его статьи производит отрицательное впечатление. Каур, очевидно, имел в виду нескромность и категоричность выражений Жерара — «я утверждаю», «я доказываю», «этот атомный вес неверен», «данная формула ложна» и т. д. Многие общепринятые формулы Жерар объявлял неверными, не учитывая того, что некоторые из них были установлены членами академии, слушавшими его выступление. Так, например, он объявил ошибочными формулы

стрихнина и кодеина, установленные Реньо, чем тот, конечно, был возмущен. Но все же истинными причинами враждебного отношения к прогрессивным идеям Жерара были косность и рутинность большинства академиков, которые не представляли себе химию без дуализма.

Их враждебное отношение не остановило Жерара, он продолжал развивать свои идеи, будучи твердо убежденным в их правильности. В январе 1843 г. он сообщает Кауру о том, что несколько изменил свою систему эквивалентов: «Мои идеи об эквивалентах были бы, возможно, лучше приняты, если вместо того, чтобы исходить из органической химии, я исходил бы из минеральной химии, ибо я должен был сохранить $O = 100$. Но тогда пришлось бы уменьшить вдвое почти все наши формулы органической химии. Вот, например, несколько тел, выраженных таким образом согласно истинным эквивалентам <...>

$O = 100$ (1 экв.)	CH_4 — болотный газ
$H = 6,25$ (1 экв.)	$C_2H_4O_2$ — уксусная кислота
$Cl = 225$ (1 экв.)	C_2H_4 — маслородный газ
$H_2O = 112,2$ ($H^2=2$ экв.)	C_2H_6O — спирт
HCl = соляная кислота	$C_4H_{10}O$ — эфир

Вы позже увидите, что я прав» [9, т. II, стр. 29]. Здесь Жерар впервые предлагает исходить из двухобъемных формул для всех соединений и в связи с этим уменьшить вдвое общепринятые тогда формулы большинства органических соединений.

В этом же письме Жерар касается статьи Дюма [14] о гомологии жирных кислот, опубликованной в ноябре 1842 г., т. е. после статьи Жерара: «Закон Дюма о жирных кислотах полностью согласуется с моими идеями. По его мнению, эти кислоты образуются добавлением или отнятием $C_4H_4^{12}$ ($C_4=1$ экв., $H_4=2$ экв.), а Вы ведь знаете, что в телах, не содержащих азота, я всегда допускаю четное число эквивалентов водорода, так как этот водород происходит из воды (H_4O_2)» [9, т. II, стр. 29]. В мае 1843 г. Дюма опубликовал более подробное исследование об органических кислотах [15], где указал, что его выводы согласуются с выводами Жерара. По мнению Тиффено, Дюма пришел к открытию гомологии жирных кислот под влиянием системы эквивалентов Жерара и предполагает,

¹² В современных обозначениях C_4H_4 соответствует CN_2 .

что Дюма узнал об этой системе еще в июле 1842 г. от Каура, которому Жерар писал о ней в мае того же года [9, т. 2, стр. 18].

Вторую статью на эту же тему Жерар опубликовал в июне 1843 г. В ней он подробно изложил свою систему в новом виде. Он сообщает, что из его исследований вытекают два вывода: «или H_4O_2 и C_4O_4 выражают один эквивалент, или они выражают два эквивалента. В случае первой гипотезы надо было бы удвоить формулы минеральной химии для того, чтобы они согласовывались с органическими формулами; во втором случае надо было бы уменьшить вдвое большинство формул органических соединений» [9, т. 1, стр. 316]. Сам Жерар склоняется ко второму выводу, ибо формулы органических соединений удваивались искусственно из-за дуалистического подхода к строению (конституции, как тогда говорили) солей. Так критическое отношение к принципам дуализма привело Жерара к правильному решению.

Для установления формулы уксусной кислоты, пишет он, исходили из количества серебра, получаемого при прокаливании уксуснокислого серебра. Отсюда определяли вес «эквивалента» окиси серебра, приписывая ей формулу AgO : «эквивалент» соли устанавливали, считая соль состоящей из окисла и «кислоты». Так, формулу уксуснокислого серебра изображали $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 \cdot \text{AgO}$ ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4\text{Ag}$), приписывая серебру удвоенный атомный вес. «Если бы считали формулу воды и формулу соответствующих окислов металлов R_2O , а не RO , то наиболее естественный путь, по которому надо следовать, например в случае уксусной кислоты,— это считать эквивалентом органического вещества то количество соли, которое содержит один эквивалент металла (половину R_2): уксусная кислота $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$; уксуснокислое серебро $\text{C}_2(\text{H}_3\text{Ag})\text{O}_2$; хлоруксусная кислота $\text{C}_2(\text{Cl}_3\text{H})\text{O}_2$; хлоруксусное серебро $\text{C}_2(\text{Cl}_3\text{Ag})\text{O}_2$ » [9, т. I, стр. 317]. Жерар указывает, что новые формулы говорят в пользу водородной теории кислот, ибо, например, новая формула хлоруксусной кислоты ясно показывает, что нельзя допускать предсуществование воды в кислоте, а новая формула уксуснокислого серебра — на невозможность существования в нем окиси серебра, ибо окись серебра имеет формулу Ag_2O .

Жерар, конечно, ошибался, приписывая всем окислам металлов формулу R_2O , по аналогии с H_2O , но то, что он

в принципе признал возможность существования таких окислов, привело ко многим важным следствиям. Прежде всего это помогло ему правильно разграничить кислоты по их основности. Поскольку хлористоводородная, бромистоводородная, азотная кислоты — одноосновны, он предложил уменьшить принятые для них формулы вдвое (HCl , HBr , HNO_3 , вместо H_2Cl_2 , H_2Br_2 , $\text{N}_2\text{H}_2\text{O}_6$). Далее Жерар приводит следующую таблицу:

Вода	H_2O	
Окись калия	K_2O	
Гидрат окиси калия	$(\text{KH})\text{O}$	} половина старых эквивалентов
Соляная кислота	HCl	
Хлористый калий	KCl	
Серная кислота	SH_2O_4	
Сульфат калия (нейтральный)	SK_2O_4	
Сульфат калия (кислый)	$\text{S}(\text{HK})\text{O}_4$	
Азотная кислота	NHO_3	} половина старых эквивалентов
Нитрат калия	NKO_3	

«Надо полностью изменить наши определения кислот и солей,— пишет он.— Я называю *солью* всякую молекулярную систему, заключающую определенное число эквивалентов водорода или металла, которые могут быть замещены непосредственно или путем двойного разложения таким же числом эквивалентов другого металла или водорода. Эквиваленты водорода или металла, которые могут таким образом замещаться, называются *основанием соли*» [9, т. I, стр. 321]. Одноосновные соли содержат один эквивалент металла, двуосновные — два и т. д. Таким образом, Жерар причисляет кислоты к солям, ибо, последовательно применяя теорию типов Дюма, считает, что кислоты и соли принадлежат к одному и тому же типу. Основанием соли он считает не окислы металлов, а металлы или водород. Идеи водородной теории кислот Жерар развивает более последовательно, чем Либих. Если последний ограничился только органическими кислотами, то Жерар, не признавая теории радикалов и рассматривая кислоты и соли унитарно, не видит причин не применять водородную теорию ко всем кислотам. Жерар идет дальше и в вопросе об основности кислот. Либих считал серную, хромовую и угольную кислоты одноосновными и рассматривал их кислые соли как соединения одной молекулы соли с одной молекулой кислоты, Жерар же, исходя из своей

системы, делает правильный вывод о двуосновности указанных кислот и правильно объясняет состав их кислых солей.

Среди интересных выводов второй статьи находим, между прочим, такие: «Атомы, эквиваленты и объемы — синонимы». «Плотности газов пропорциональны их эквивалентам». Еще в первой статье Жерар писал, что благодаря его системе химических формул «исчезает противоречие между теорией эквивалентов и теорией объемов. По-моему, вода состоит из 2 эквивалентов или объемов водорода и 1 эквивалента или объема кислорода» [9, т. II, стр. 20]. Он делает вывод, что эквиваленты и простых и сложных тел соответствуют одинаковому объему (сложные вещества — 2 объемам, а простые — одному). Он называет эти числа эквивалентами, ибо они получены на основе эмпирических данных о химических реакциях веществ, а не на основе каких-либо гипотез. И поскольку система атомных весов Берцелиуса исходила из объемных данных, то, естественно, Жерар не видит теперь никакого различия между атомами и эквивалентами.

Следует заметить, что в то время существовали три разных подхода к вопросу о химических обозначениях. Были сторонники системы атомных обозначений, признававшие объемные данные или не признававшие их, сторонники системы эквивалентов, категорически не признававшие объемных данных, и, наконец, сторонники системы объемных обозначений, признававшие только объемные данные без какой-либо атомистической интерпретации (например, Гей-Люссак). Жерар видел достоинство своей системы в том, что она примирила все три точки зрения, стерла грань между понятиями «эквивалент», «атом» и «объем». Здесь надо, конечно, отметить, что первое понятие отличалось от современного. Под эквивалентами понимали «соединительные веса», определяемые химическим путем, и, естественно, эквиваленты многих веществ совпадали с их атомными весами. Так получилось и тогда, когда Жерар изменил некоторые значения этих эквивалентов для неметаллов (O, C, S): их атомные веса и эквиваленты стали тождественными. Но если с неметаллами все оказалось благополучным, то изменения, предложенные Жераром для металлов, были неудачными. Атомные веса многих металлов оказались равными их эквивалентам, так как Жерар изображал формулы низших окислов всех

металлов как R_2O . Отсюда ясно, что изменения, предложенные Жераром, были удачными только для щелочных металлов. Таким образом, атомные веса Жерара приближали его систему к системе Берцелиуса (за исключением атомных весов металлов).

Вывод Жерара о том, что плотность газов пропорциональна их «эквивалентам» (молекулярному весу), является важным шагом вперед, при этом данное положение он распространяет на все газообразные соединения. Конечно, его подход к этому вопросу недостаточно последователен, ибо, как мы уже говорили, определяя атомный вес элементов, он исходил из одного объема, а устанавливая формулы сложных веществ, считал молекулярный объем соединений равным двум.

Известный интерес представляет метод определения молекулярной формулы и молекулярного веса органических веществ, описанный Жераром в его «Кратком учебнике». Для этого определения Жерар рекомендовал пользоваться не только химическими методами (изучение реакций замещения, соединения и разложения), но и физическим, основанным на измерении плотности веществ в газообразном состоянии. Он писал: «Уже давно с успехом пользуются определением плотности паров летучих неразлагающихся веществ. Для того чтобы полученное опытное число согласовалось с формулой вещества, необходимо, чтобы сумма плотностей элементов данного вещества была бы почти в два раза больше этого числа. Тогда говорят, что эквивалент вещества представляет два объема паров. Если, например, формула вещества C_2H_6O , тогда мы имеем:

$$2 \times \text{плотность паров углерода } 2 \times 0,826 = 1,652$$

$$6 \times \text{плотность газа водорода } 6 \times 0,068 = 0,408$$

$$1 \times \text{плотность газа кислорода } 1 \times 1,105 = 1,105$$

$$\text{сумма} = 3,165$$

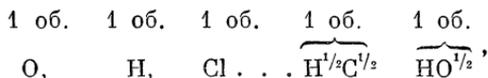
Сумма $\frac{3,165}{2} = 1,582$ должна совпадать с числом, полученным непосредственно для плотности вещества, если принятая формула правильна» [12, стр. 57].

Таким образом, определяя молекулярный вес сложного вещества, Жерар исходил не из его плотности в газообразном состоянии (как делается теперь), а из относительной плотности элементов по воздуху. Подобно Дюма,

он складывает значения плотности элементов согласно своей эмпирической формуле. Но предшественники Жерара для согласования теоретических данных с опытными делили сумму значений плотности обычно на 2 или на 4, Жерар же предлагает делить эту сумму *всегда* на два, и если результат не совпадает с опытными данными, то надо изменить формулу вещества. Такой метод определения молекулярного веса до некоторой степени произволен, так как зависит от точности анализа и от гипотетической плотности пара некоторых элементов (C, S, P, As, Si и т. д.).

Итак, предлагая свою систему атомных весов и химических формул, Жерар стихийно признал основные положения гипотезы Авогадро о равенстве числа молекул в единице объема, а также его метод определения молекулярного веса газообразных веществ. Однако Жерар еще не различал понятий «атом» и «молекула» простых веществ; работы Авогадро, Ампера и Годена ему, очевидно, не были знакомы.

Употребляя нечеткую терминологию, смешивая атом с эквивалентом и называя эквивалентом и атомный и молекулярный вес, Жерар затемнял смысл своих идей, что очень препятствовало их восприятию. Правильному разграничению основных понятий атомно-молекулярного учения и распространению гипотезы Авогадро на простые вещества много содействовал Лоран. Он неоднократно указывал Жерару на слабые места его системы, подсказывал ему направление, в котором ее надо развивать. Главным недостатком системы Жерара Лоран считал ее непоследовательность в применении принципа единой объемной основы. «Мне кажется,— пишет он Жерару,— что надо все свести к единице объема и выразить тела так:



т. е. показать, что соединение образовано путем реакции двойного разложения (или сгущения) простых реагирующих веществ... Атомы должны быть делимы. Вы мне возрадите, что Вы против дробей. Но их можно избежать, употребляя какое-то условное обозначение» [9, т. I, стр. 22]. Таким образом, применяя ту же нечеткую терминологию, которой в свое время пользовался Дюма, го-

вора об атомах и полуатомах, Лоран фактически подходит к мысли о том, что простые газы состоят из двухатомных молекул.

В более позднем письме Лоран развивает эту идею, употребляя теперь термин молекула и полумолекула: «Из правила о постоянной четности числа эквивалентов я прихожу к важному следствию о расположении атомов. (Вы только не пугайтесь этого слова.) Водород, хлор, азот, металлы имеют двойные молекулы. Если отнимают половину одной из этих молекул, надо ее обязательно заменить полумолекулой другого тела этой же группы» [9, т. I, стр. 81]. «Существует различие между 1 объемом кислорода и 1 объемом хлора, водорода, азота... в реакцию никогда не вступает один объем хлора, водорода, но всегда два объема, из которых, правда, один может быть замещен веществом того же семейства: H_2 , (HCl) , $(MeCl)$ и т. д. Это точно, что нельзя замещать H через O. Одним словом, H не является эквивалентом O. Это смешение происходит, возможно, из-за нечеткости формулировок» [9, т. I, стр. 103].

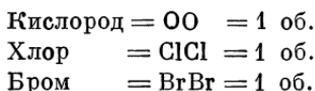
Здесь Лоран впервые разграничивает понятия «эквивалент» и «атом». Более подробно этот вопрос Лоран рассматривает в письме от 6.IV 1846 г.: «Я вам, кажется, говорил, что не понимаю, почему только металлы привилегированы в том смысле, что могут иметь два эквивалента? Я думаю, что это же должно быть и у неметаллических тел. Я много думал об эквивалентах. Слова «эквиваленты», «атомы», «объемы» не могут быть синонимами. Существуют тела, между которыми нет эквивалентности... Существует эквивалентность между O, S, Se, Te; существует эквивалентность между H, Cl, Br, металлами. Но эти группы между собой не эквивалентны: здесь есть атомы, пропорциональные числа, но нет эквивалентов» [9, т. I, стр. 201]. Лоран фактически подошел к пониманию различной валентности элементов, хотя и не выразил этого четко. Разграничение понятий «атом» и «эквивалент» привело Лорана к пересмотру вопроса об объемах, соответствующих простым веществам. Он предлагает относить понятие «объем» только к понятию «атом». «Эквивалент <...> это количество простого вещества, которое при замещении другого простого вещества играет его роль. Не все простые вещества эквивалентны <...> Эквивалент и атом не являются, таким образом, синонимами» [9, т. I,

стр. 204—205]. В таблице атомов Лоран подразделяет их на две подгруппы: «монады» и «диады»; первые, по его мнению, могут существовать в виде одного атома, а вторые (диады) только в виде двух атомов. Эти группы соответствуют нашим современным представлениям об элементах с четной и нечетной валентностью.

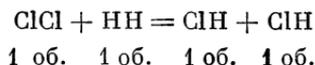
Вот таблица Лорана

«АТОМЫ»			
Монады		Диады	
экв. углерода	экв. O S Se Te	экв. водорода	N P As
		Металлы	Cl Br J

Допустим, что один объем содержит один атом и что каждый атом является бинарным



Вот что происходит между хлором и водородом:



Диады всегда существуют только в *четном* числе (атомов)... В то же время у монад молекула такая же, как у диад, но она может существовать половинкой (в виде одного атома.— М. Ф.) без замещения» [9, т. I, стр. 205].

В этой таблице Лоран считает водород «амфидным»: атом водорода может замещаться и атомом металла, и атомом галогена.

Идея Лорана о диадах и монадах исходит из правила четности Жерара, которое Лоран дополнил правилом азота [34]. Согласно объединенному правилу, число атомов углерода и кислорода в органическом соединении (в современных формулах) может быть либо четным, либо нечетным, в то время как число атомов водорода всегда должно быть четным. Если же соединение содержит и азот, то сумма атомов водорода и азота (или фосфора, мышьяка) должна делиться на два. Впоследствии идеи Лорана в более четкой форме высказал Канниццаро [35], который

доказал, что элементы и радикалы с четной валентностью могут существовать в свободном виде, а элементы или радикалы с нечетной валентностью в свободном виде существовать не могут. В 1869 г. Бломстранд создал свою классификацию элементов, подразделяя их на элементы с четной и нечетной валентностью [36].

Свои идеи Лоран подробно изложил в статье, опубликованной осенью 1846 г. Он пишет: «Если вместо того, чтобы взять, как Жерар, один объем для простых тел и два объема для сложных, мы выразим все тела как простые, так и сложные, *одним объемом*, мы получим более правильное обозначение <...> Мы допускаем, что каждая молекула простого тела делится по меньшей мере на две части, которые мы можем назвать атомами <...> Атом Жерара представляет наименьшее количество простого тела, которое может существовать в соединении. Моя молекула (простого вещества) представляет наименьшее количество простого тела, которое необходимо взять для получения соединения и которое делится на две части во время самой реакции. Так, хлор может входить в соединение, но для образования этого соединения надо взять Cl_2 » [34, стр. 295—296]. Как довод в пользу своих идей Лоран приводит понятие об активности веществ в момент выделения: «Если привести в соприкосновение две свободные молекулы брома и водорода (BrBr_1) и (H_1H_1), то сродство Br к Br_1 и H к H_1 , возможно, является достаточным, чтоб воспротивиться соединению Br и Br_1 с H и H_1 . Но если мы имеем в наличии только $\text{Br} + \text{H}$, то ввиду того, что эти два тела (атома.— *М. Ф.*) не должны разрушать никакого сродства, они могут очень легко соединиться» [34, стр. 297].

Эти цитаты выявляют то новое, что внес Лоран в систему Жерара. Чисто химическим путем он пришел к необходимости четкого разграничения понятий «атом», «молекула», «эквивалент», к более последовательному применению гипотезы Авогадро. И его путь к идее двуатомности молекул элементарных газов был вполне самостоятельным. Только впоследствии он подкрепил свои выводы ссылкой на гипотезу Ампера, который высказал в 1814 г. те же мысли, что и Авогадро, но тремя годами раньше.

Идеи Лорана нашли свое отражение в новом учебнике Жерара [16], где Жерар поместил специальное посвящение Лорану:

«Другу моему Огюсту Лорану, члену-корреспонденту Академии.

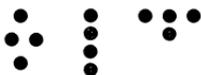
Посвящая Вам эту книгу, я хочу напомнить читателю, сколько хорошего в ней принадлежит Вам, и живейшее уважение, которое я чувствую к Вам.

III. Жерар»

В этом учебнике Жерар уже не считает молекулу и эквивалент синонимами. «Мы рассматриваем всякое тело, — пишет он, — как строение, как унитарную систему, образованную соединением в *определённом*, но неизвестном порядке, бесконечно малых и неделимых частиц, называемых атомами. Эта система называется частицей (*molécule*) тела. В частице простого тела и атомы однородны или однокачественны, т. е. современная наука не видит пока никакой разницы. В частице сложного тела атомы разнородны и разнокачественны <...> Важно установить различие между словами: атом и молекула, потому что часто их смешивают в сочинениях по химии. Атом неделим, но он и не существует в отдельном состоянии; молекула есть группа атомов, держащихся вместе притяжением материи. Эта группа делима нашими химическими или механическими средствами, но только до известной степени: частица должна состоять по меньшей мере из двух атомов» [16, стр. 32, 33]. Мы видим, что Жерар уже четко разграничивает понятия «атом», «молекула» и «эквивалент», указывает, что величина эквивалента сложного вещества зависит от того, «какому другому телу, каким отправлениям (реакциям. — *М. Ф.*), каким свойствам соответствует этот эквивалент», признает, что один и тот же элемент может иметь два эквивалента или несколько. Приводя формулы кислот СН , SO_4H_2 , PO_4H_3 , он подчеркивает, что эквивалентные количества этих кислот будут СН , $\frac{1}{2}[\text{SO}_4\text{H}_2]$, $\frac{1}{3}[\text{PO}_4\text{H}_3]$. «Химические обозначения не всегда могут изображать эквиваленты, потому что эти последние изменяются, смотря по химическим функциям» [16, стр. 68].

Хотя Жерар под влиянием Лорана и признал, что молекулы простых веществ состоят из атомов одного рода, но он не высказался достаточно четко о числе атомов, входящих в состав таких молекул. Например, обсуждая образование СО из элементов, он пишет: «Если представить это графически, молекула углерода была бы резуль-

татом притяжения четырех сферических атомов, сгруппированных так:



Молекула кислорода состояла бы из одной из следующих групп:



тогда молекула, составленная из атомов разного рода (из атомов кислорода и углерода), могла бы иметь одну из следующих форм:



При химическом соединении молекулы обмениваются своими *атомами*. Когда углерод и кислород соединяются, то частицы угля обменивают известное число атомов углерода на известное число атомов кислорода и обратно» [16, стр. 33].

Конечно, такое графическое изображение — не более как дидактическая модель, но она хорошо поясняет идею Жерара о том, что все реакции надо считать реакциями двойного обменного разложения, и эта идея вытекает из нового понятия о молекуле простых веществ. Кроме того, эти модели подчеркивают отсутствие принципиального различия между молекулами простых и сложных веществ. Как видно из этих моделей, Жерар допускает многоатомность молекулы кислорода, не считая при этом окончательно установленным, что она состоит именно из двух атомов¹³.

В новом учебнике Жерар называет атомный и молекулярный вес «пропорциональными числами», а не эквивалентами, как называл в «Précis»; метод определения молекулярного веса одинаков в обоих учебниках.

Основные положения своей системы Жерар излагает в IV томе «Курса органической химии» [20]. В первых

¹³ Надо отметить, что такой категоричности не было и у Авогадро, хотя он считал молекулу кислорода двуатомной.

трех томах он еще пользуется системой эквивалентов, но все химические формулы сводит к одинаковому объему (4 объема). Только в IV томе он применяет свои атомные веса и двухобъемные формулы. Очевидно, Жерар поступил так, желая облегчить рядовым химикам усвоение новых формул, — ведь больше всего нареканий вызывала его попытка заменить ими общепринятые эквиваленты¹⁴.

Лоран тоже советовал Жерару не настаивать из-за тактических соображений на новой системе атомных весов; главное внимание следует обратить на исправление неверных химических формул, тех, которые не удовлетворяют правилу четности. «Можете ли Вы удовлетвориться тем, — спрашивает Лоран друга, — что Вы будете говорить, видя какую-нибудь формулу: «Она неверна», не указывая на то, что Ваши эквиваленты привели Вас к этому выводу?» [9, т. 1, стр. 26]. Сам Лоран не решался сразу перейти к «эквивалентам» Жерара и до 1845 г. пользовался эквивалентами Дюма.

Следует отметить, что во Франции новая система обозначений Жерара не преподавалась вплоть до 1863 г., когда Делаво (Delavaud), профессор Тулонской морской медицинской школы, первым заговорил о ней с кафедры. Два года спустя появилась книга Наке¹⁵ «Принципы химии на основе современных теорий» [37] — первый учебник, составленный по системе Жерара.

В 1866 г. расстаться с эквивалентами и применить новые атомные веса решился наконец Вюрц. По этому поводу Гримо пишет: «Если бы он это сделал раньше, министр призвал бы его к порядку» [4, стр. 433]. Однако большинство химиков Франции продолжали пользоваться системой эквивалентов вплоть до конца XIX в. Эмпирическое направление в химии, которое возглавлял такой крупный ученый, как Бертло, бывший ярким противником атомно-молекулярного учения, сыграло в этом отношении отрицательную роль. В других же странах переход к новой системе атомных весов и химических фор-

¹⁴ Как мы говорили, Жерар хотел применить новую систему атомных весов в немецком переводе своего учебника [21]. Однако перевод вышел в том же виде, что и оригинал.

¹⁵ Альфред Жозеф Наке (1834—1916) — врач, химик, политический деятель, профессор медицинского факультета в Париже; в 1869 г. лишен кафедры за свои левые убеждения. В 1887 г. примкнул к реакционному движению генерала Буланже, после его падения (в 1891 г.) отошел от политики.

мул начался намного раньше. В России уже в 1850-х годах систему Жерара стали применять Бекетов (1853) [38], Менделеев (1856) [39], Соколов (1859) [17] и др.

После Первого международного конгресса химиков в Карлсруэ (1860) система Жерара с предложенными Канницаро исправлениями атомных весов металлов получила распространение в Италии, Англии, а несколько позже и в Германии. В 1861 г. вышел учебник Менделеева «Органическая химия», построенный по системе Жерара. Как отмечал в свое время русский ученый, утверждение этой системы на конгрессе в Карлсруэ подготовило почву для открытия периодического закона химических элементов.

Открытия, способствовавшие утверждению и развитию учения Жерара

Руководствуясь правилом четности, Жерар и Лоран исправили много неверных эмпирических формул органических соединений: жирных кислот, гликоколя, лейцина, орцина, анисовой, хинной и винной кислот, фосфида азота, хинона, теобромина, хлорпикрина, кодеина и т. д. В большинстве случаев эти исправления были правильными.

Интересно отметить такой случай. Воскресенский, открыв хинон и его производные (1838), придал хинону формулу $C_{12}H_8O_4$ [40], вполне соответствующую современной формуле $C_6H_4O_2$. Через шесть лет Велер выразил состав хинона формулой $C_{15}H_{10}O_5$, а еще позже исправил ее на $C_{25}H_8O_8$, принимая $C = 6$ и $O = 8$. В 1845 г. Жерар на основе своего правила четности доказал, что формула Велера ошибочна, а формула Воскресенского правильна, но ее надо уменьшить вдвое; Лоран подтвердил мнение Жерара опытным путем [1, стр. 381]. Позже Велер признал правильность формулы Воскресенского, но, сообщая об этом, не сослался на Жерара, указавшего на его ошибку. В связи с этим Жерар пишет: «Когда мы высказываем какое-либо мнение, идею, которая затрагивает общепринятые догмы, которая направлена против рутинных, то поднимают большой крик и применяют против нас самые резкие слова. Но потом, когда оказывается, что мы правы, присуждают честь другим. Всегда повторяется одно и то же: вначале считают это абсурдом, а когда

правда наконец всплывает на поверхность, тогда говорят, что мы это давно знали» [1, стр. 381].

Самым слабым местом в теории Берцелиуса являлась гипотетичность радикалов и невозможность выделить их в свободном виде. Поэтому вполне понятным было стремление защитников устаревшей теории радикалов во что бы то ни стало доказать существование сложных радикалов в свободном виде. Кольбе и Франкланд, действуя металлическим калием на цианистый метил и цинком на йодистый этил, получил два соединения (1848—1849), которые приняли за свободные радикалы — «метил» (CH_3) и «этил» (C_2H_5). Жерар предложил удвоить эти формулы, чтобы привести эти соединения к двум объемам. Кроме того, он заметил, что эти соединения являются гомологами метана CH_4 ; Франкланд позже согласился с мнением Жерара, считая свой метил водородистым этилом $\text{C}_2\text{H}_5\text{H}$. Гофман, сравнив физические константы обоих соединений, тоже присоединился к мнению Жерара. «Если, между прочим, опыт подтвердит мнение Лорана и Жерара, — писал он, — если эти тела действительно являются гомологами болотного газа, это обстоятельство еще больше увеличит интерес к ним» [1, стр. 377]. Жерар был очень доволен, что Гофман, зять Либиха, химик Гиссенской школы, примкнул к нему.

Жерар предвидел существование «смешанных радикалов», т. е. углеводородов, которые можно рассматривать как соединения более низших радикалов. «Так же, как существует этилметиловый эфир, надо допустить, что можно будет получить смешанные радикалы: этилметил, амилметил» [1, стр. 378]. В 1853 г. Вюрц с помощью разработанного им синтеза углеводородов (действуя натрием на галогеналкилы) получил «смешанные радикалы». Это открытие не только опровергло теорию радикалов, но и послужило убедительным подтверждением унитарной системы Жерара, ее объемной основы, ее правила четности. Вюрц химическим путем доказал, что существуют органические соединения, аналогичные H_2 , т. е. состоящие из двух одинаковых или разных радикалов.

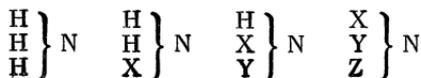
Для утверждения и развития идей Жерара немалое значение имел синтез аминов. В 1842 г. Зинин создал удобный и доступный способ получения анилина действием сернистого аммония на нитробензол. Через пять лет Вюрц получил метиламин и этиламин и высказал не-



Шарль Шансель

сколько гипотез о их строении; одна из них заключалась в том, что амины можно рассматривать как продукты замещения водорода в аммиаке соответствующими спиртовыми радикалами [41]. Гофман, установив, что анилин аналогичен эминам Вюрца, получил этиланилин и диэтиланилин, и это привело его к мысли о существовании вторичных и третичных аминов [42].

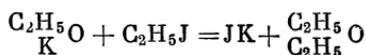
Действуя аммиаком на бромистый этил, Гофман получил три амина, отличающихся друг от друга числом атомов водорода, замещенных этилом. Отсюда он счел, что аммиак можно рассматривать как «тип» аминов, а сами амины — как продукты замещения водорода в аммиаке. Схематически Гофман изобразил это следующим образом:



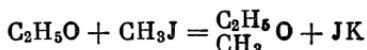
Ему удалось также получить амины-метамеры с разными спиртовыми радикалами.

Все эти синтезы подтвердили правильность формулы аммиака, предложенной Жераром (NH_3 вместо N_2H_6), его правила четности и правила остатков, а также существование нового гомологического класса. Жерар писал: «Читая о замечательных опытах Гофмана с этиланилином, диэтиланилином, каждый узнает остаток, т. е. радикалы унитарной системы. Этил — такой же остаток, как и нитрозный пар (NO_2) в нитрованных телах» [1, стр. 378].

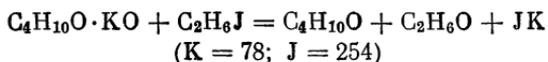
В 1850 г. была опубликована работа Вильямсона об образовании эфира [43]. Вильямсон получил этиловый эфир из этилата калия и йодистого этила. Эту реакцию он объяснил с помощью унитарных идей Жерара и Лорана, а также предположения Лорана, что спирт и эфир (как едкое кали и окись калия) являются продуктами замещения атомов водорода в типе воды (HNO , KNO , KKO , EtHO , EtEtO). Реакцию образования этилового эфира Вильямсон записал следующим образом:



Вильямсон получил также простые смешанные эфиры



Опыты Вильямсона опровергли выводы теории радикалов о составе спирта и эфира, так как согласно этой теории при взаимодействии этилата калия и йодистого этила должны были бы получиться два разных эфира.



Жерар с восторгом воспринял результаты опытов Вильямсона. «Люди, наиболее предубежденные против новых идей, вынуждены сегодня сдаться; они должны, как это так хорошо доказывает Вильямсон, или удвоить формулы эфира, воды и другие употребляемые формулы, или раздвоить формулу спирта и большинства органических веществ <...> Восемь лет назад я впервые обратил внимание на это противоречие в системе наших формул, но большинство химиков во главе с Берцелиусом видели в моем обозначении странную фантазию, смешное новшество,

ECOLE Paris, 1852
 de
 CHIMIE PRATIQUE, Nov. 1852
 rue Mondoulet-le-Prince, 25.

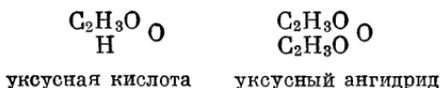
L'acide nitrique est
 (NO_2)
 H^O
 L'acide nitrique anhydre se compose
 de deux volumes, l'un de l'autre
 $(2NO_2)$
 H^O
 Il faut deux volumes
 $(2NO_2)$
 $(2NO_2)O$
 Le corps est fait. Il faut aussi trouver
 $(2NO_2)$
 $(NO_2)O$
 C'est une erreur, qui n'a été faite que
 l'autre jour. Or, il est encore fait.
 On doit, et même avoir
 $(2NO_2)$
 $(2NO_2)O$
 de de tout cela et beaucoup

Фотокопия начала письма Жерара Шанселю

которое даже не стоит обсуждать. Сегодня мои противники, возможно, будут более человечными» [1, стр. 384]. Жерар напоминает, что еще в 1842 г. он предложил двухобъемные формулы спирта (C_2H_6O) и эфира ($C_4H_{10}O$), и опыты Вильямсона подтверждают мысль Жерара о том, что все молекулярные формулы имеют два объема. Шансель почти одновременно с Вильямсоном опубликовал статью, сообщающую о получении сложных смешанных эфиров (эфиры угольной и щавелевой кислот); этим он подтвердил мнение Жерара о двухосновности данных кислот.

Вильямсон, продолжая исследования в этой области, в статье [44] 1851 г. указывает, что уксусную кислоту можно рассматривать как продукт замещения одного

атома водорода в воде группой C_2H_3O . Отсюда, по аналогии с эфиром, он приходит к мысли о существовании ангидрида уксусной кислоты



Почти одновременно со статьей Вильямсона Жерар опубликовал большую теоретическую работу о строении органических соединений [45], выполненную им вместе с Шанселем. В этой работе авторы подробно останавливаются на проблеме химических формул, на их смысле и значении, обсуждают научную классификацию органических соединений, но главное, что здесь мы находим первый набросок теории типов Жерара. Он предсказывает возможность существования «смешанных радикалов» и изомеров углеводородов. В этой же статье он признает, что и одноосновные кислоты могут давать ангидриды. В следующей статье Жерар поднимает вопрос о критериях основности кислот и приходит к выводам, совпадающим с современными. Исходя из опытов Девиля, получившего азотный ангидрид (1849), он уже признает, что и одноосновные кислоты дают ангидриды. Но в противоположность сторонникам теории радикалов, приписывающим азотной кислоте формулу $NO_5 \cdot HO$ ($O = 8$), а ангидриду NO_5 , предполагая, что NO_5 предсуществует в кислоте, Жерар доказывает, что формула азотного ангидрида N_2O_5 и он образуется из двух молекул азотной кислоты путем отнятия молекулы воды: $2NO_3H - H_2O = N_2O_5$ [1, стр. 398]. В конце 1851 г. Жерар начинает исследования, которые привели его к открытию ангидридов одноосновных органических кислот — бензойной, уксусной, масляной, кориичной, куминовой кислот, смешанных ангидридов и хлорангидридов этих кислот. В апреле 1852 г. Жерар закончил эти исследования и сообщил о них Шанселю. В частности, он пишет:

«Париж 5 апреля 1852
Мой дорогой друг!

Так как формула азотной кислоты $\begin{array}{c} (NO_2) \\ | \\ H \end{array} O$, а безводной азотной кислоты должна быть $\begin{array}{c} (NO_2) \\ | \\ (NO_2) \end{array} O$, следовательно, бен-

зойная кислота будет $\begin{matrix} (C_7H_5) \\ H \end{matrix} O$ Итак, надо открыть $\begin{matrix} (C_7H_5O) \\ (C_7H_5O) \end{matrix} O$.

Это тело (вещество, — *М. Ф.*) приготовлено. Наконец, надо получить $\begin{matrix} (C_7H_5O) \\ (NO_2) \end{matrix} O$ — нейтральное тело, которое не было бы бензойной кислотой. А ведь оно тоже получено.

Также следует получить $\begin{matrix} (C_7H_5O) \\ (C_2H_3O) \end{matrix} O$ и т. д. и т. д. И многое другое получено Вашим покорным слугой» [1, стр. 403].

Эти работы Жерара подтвердили мысль Вильямсона о том, что спирты, эфиры, кислоты и их ангидриды являются производными типа воды, а также взгляды Жерара о радикалах как об остатках, замещающих определенное число атомов водорода. Получила подтверждение и формула молекулы воды H_2O , которую сторонники эквивалентов писали HO , а Берцелиус $\dot{H}O$, считая, что в соединениях всегда участвует двоякий атом водорода (H_2 или \dot{H}).

В заключение следует отметить тот факт, что открытия, подтвердившие унитарную систему, показавшие, что на ее основе возможно предугадывать еще не открытые соединения, были сделаны главным образом не самим Жераром, а другими учеными. Среди них были и сторонники теории радикалов (Франкланд, Кольбе, Гофман), и это имело большое значение для признания и распространения новых идей.

Жерар и рациональные формулы

Впервые термин «рациональная формула» ввел Берцелиус (1833) в связи со статьей Либиха и Велера об открытии радикала бензоила. Он писал: «Для большей легкости выражения я буду пользоваться в дальнейшем изложении двумя видами формул для состава органических веществ. Одни я буду называть эмпирическими, они вытекают из правильного анализа и являются неизменными. Вторые я буду называть *рациональными*, ибо они дают понятие об обоих электрически противоположных телах, из которых, по нашему воззрению, образован атом (молекула. — *М. Ф.*)» [27, стр. 184]. Позже рациональные формулы стали иногда называть конституционными.

Жерар уже в первых своих работах пользуется эмпирическими, а не рациональными дуалистическими формулами. В его «Кратком учебнике органической химии» даны только эмпирические формулы, что для того времени было большой смелостью. Эмпирическими формулами пользовались и ранее Жерара (Лоран, Бодримон¹⁶, Дюма), но его формулы отличались от формул предшественников, ибо они были выведены на основе идеи Жерара об одинаковом молекулярном объеме всех веществ в газообразном состоянии и в противоположность формулам Дюма были свободны от всяких гипотетических предпосылок. Здесь следует напомнить, что каждый химик-дуалист изображал рациональные формулы по-своему. Так, Дюма давал этиловому спирту формулу $C_4H_8 + H_4O_2$, Либих — $(C_4H_{10})O, H_2O$, Берцелиус — $(C_2H_6)O$, Митчерлих — $C_4H_{10}O_2 + H_2$, Малагуги — $C_4H_6O + H_4 + H_2O$ и т. д. «Только суммарные или эмпирические формулы имеют научное значение, которое нельзя приписывать рациональным формулам, являющимся эфемерным продуктом более или менее богатой фантазии», — писал Жерар [1, стр. 336]. «Если я в своей книге отдал предпочтение эмпирическим формулам, если я в ней применял химические типы, то я это сделал для того, чтобы легче достичь общих законов, независимых от всякой теории о расположении молекул (атомов.— М. Ф.)» [12, стр. IX]. И именно правильные эмпирические формулы помогли Жерару прийти к идее о гомологии как общей закономерности органических веществ, они же послужили ему основой для классификации органических веществ.

Когда Жерар под влиянием Лорана признал важную роль «расположения» атомов в молекуле, он изменил свое отрицательное отношение к рациональным формулам. «В связи с тем, что химики не могут видеть бесконечно малых частичек, — писал ему Лоран, — Вы отбрасываете все попытки, которые были сделаны раньше в этом отношении... Скажите, что идеи о расположении (атомов) Берцелиуса и Дэви и других Вас не удовлетворяют, но не отбрасывайте вообще любую попытку определить это располо-

¹⁶ Александр Эдуард Бодримон (Baudrimont, 1806—1880) — фармацевт и химик, профессор в Бордо (с 1842 г), где был преемником Лорана. Автор учебников и монографий, в которых уделял много внимания теоретическим вопросам.

жение, ибо, независимо от Вас, Вы во многих случаях применяете эту идею. <...> Я хочу вместе с Вами отбросить рациональные [дуалистические] формулы, но при условии, что мы постараемся создать синоптические формулы, указывающие на отношении между различными классами [соединений] и их свойствами. Другие химики будут искать формулы «расположения», и мы сможем их критиковать хотя бы потому, что они не нашли *истинной формулы*» [9, т. 1, стр. 36].

В «Кратком учебнике» Жерара уже находит отражение влияние взглядов Лорана. Критикуя эмпирические формулы Бодримона, Жерар пишет: «Мы до некоторой степени разделяем мнение Бодримона, но не отклоняем, как это делает он, всякую идею о расположении молекул (атомов.— *М. Ф.*) <...> Рациональные формулы весьма полезны, когда речь идет о выявлении графическим путем некоторых аналогий в реакциях, некоторых отношений между телами различного состава. Каждый может изменять их по своему желанию в зависимости от того, какое отношение он хочет изобразить, но строить формулы *только* согласно *дуалистическим* взглядам — значит придавать им слишком узкое значение, противное духу науки» [12, стр. 11—12]. Далее, подчеркивая, что дуалистическая система связана с такими веществами (радикалами), которые никогда никем не были получены, он добавляет: «Все же нельзя отрицать, что органические молекулы содержат две или несколько обособленных частей, но трудно уточнить графически это различие в расположении атомов» [12, стр. 58].

Жерар, таким образом, хотя и признает значение рациональных формул, относится осторожно к их применению. В своем «Кратком учебнике» он в основном применяет эмпирические формулы, но иногда мы встречаем у него и рациональные формулы веществ, получаемых согласно его правилу остатков. «Когда сложное тело реагирует с другим сложным органическим телом, то в результате этого образуется за счет одного элемента первого тела и другого элемента второго тела вещество весьма простого состава, как, например, вода, хлористый водород, в то время как оставшиеся элементы одного и другого соединений, реагируя, остаются соединенными вместе» [1, стр. 448]. Так, формулу нитробензола он изображает $C_6H_5(NO_2)$, бензамида — $C_7H_6\left\{ \begin{matrix} O \\ Am \end{matrix} \right.$ (где $Am = NH$).

Во втором учебнике [16] Жерар начинает называть свою систему химических формул унитарной, подчеркивая тем, что он, в отличие от сторонников дуалистической системы, рассматривает молекулу вещества как единое целое. «По системе, предлагаемой мною, все тела рассматриваются как *единые* молекулы, атомы которых расположены в определенном порядке; химические реакции указывают на этот порядок только относительно... Из того, что два тела соединяются непосредственно для образования третьего, еще не следует, что и в полученном соединении они будут находиться в том же виде, как и в отдельном состоянии» [16, стр. 30]. Далее он приводит пример образования сульфата бария SO_4Ba_2 . Поскольку это соединение можно получить разными путями, ему можно приписать разную конституцию: 1) $SO_3 + OBa_2$; 2) $SO_2 + O_2Ba_2$; 3) $SBa_2 + 2O_2$.

О расположении атомов в молекуле он пишет: «Знание абсолютного молекулярного расположения в одном теле, очевидно, предполагает значение его и при всех тех метаморфозах, при которых тело образуется. *Пока это вещь невозможная* (курсив наш.— М. Ф.), нам остается еще много сделать, чтобы это осуществилось. Притом, кроме химических видоизменений, надо изучить физические свойства тел, а именно — отношения, которые существуют между их составом и кристаллической формой. А для этого у нас только несколько отдельных данных, без сомнения драгоценных, но из которых нельзя вывести общих заключений о молекулярном расположении тел. Кристаллографические работы Митчерлиха, Лорана и Коппа уже обогатили науку и дают возможность предчувствовать *близкое разрешение этих вопросов* (курсив наш.— М. Ф.)» [16, стр. 32]. Таким образом, Жерар не отрицал принципиальной возможности определить расположение атомов, как и раньше, подразумевая под этим физическое расположение атомов в молекуле.

Жерар признавал существование определенных групп атомов в молекуле, которые переходят из одной молекулы в другую без изменения. Солями, двучленами, двойными или парными телами он называет все химические соединения, составленные из двух частей — металлической и неметаллической; при двойном разложении части могут меняться местами следующим образом:

до взаимодействия	после взаимодействия
NM	NM ¹
N ¹ M ¹	N ¹ M

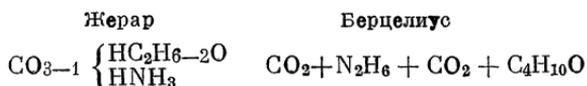
Здесь Жерар подчеркивает, что рассматривает две части в молекуле NM не электрохимически расчлененными, что такое раздвоение проявляется только при реакциях, а в молекуле все атомы образуют единое целое. Он говорит о сохранении групп SO₄, NO₃ и др. и допускает существование металлических групп (например, группы NH₄), которые тоже сохраняются после реакции двойного разложения.

Жерар указывает на взаимное влияние атомов в молекуле: «Роль металла и неметалла не зависит единственно от природы элемента, но и от его количества, *равно и от природы и количества тех элементов, с которыми он соединен* (курсив наш.— М. Ф.). Элемент, который обыкновенно бывает металлом, может в другом соединении вести себя как неметалл» [16, стр. 52]. В качестве примера он приводит роль атома железа в обычных солях и в железистосинеродистом калии. Атомы водорода в органических соединениях обладают двоякими химическими функциями: металептическими (замещаются атомами галогенов) и металлическими (замещаются атомами металлов). В органических кислотах имеются и «металлический» и металептический водород; например, в уксусной кислоте три атома водорода металептические, а четвертый атом — металлический. В этих высказываниях вновь проявляется мысль о взаимном влиянии атомов, отрицательное отношение Жерара к концепции дуалистов о неизменности природы атомов.

Говоря о группах неметаллов (Cl, Br, J; O, S, Se; N, P, As), Жерар указывает, что элементы одной и той же группы эквивалентны между собой, а элементы разных групп — неэквивалентны. Например, один атом O или S эквивалентен 2H и 2Cl; один атом азота эквивалентен 3H, группа NH эквивалентна O [9, т. I, стр. 51]. Здесь под влиянием Лорана Жерар признает, что некоторые металлы имеют два эквивалента (например, железо). Во всем этом содержится зародыш понятия валентности элементов. Правило четности числа атомов водорода в органических соединениях выражает идею о четном числе единиц валентности в соединении.

В теоретической работе, сделанной вместе с Шанселем [45], Жерар признает, что если в своем «Précis» он пользовался главным образом эмпирическими формулами, то теперь он перешел к рациональным формулам, которые выражают реакции получения веществ, указывают на остатки, из которых вещества образовались. Эти формулы не имеют ничего общего с рациональными формулами дуалистов, так как не показывают расположения атомов в электрохимическом смысле.

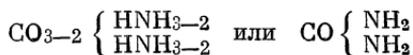
Жерар отмечает, что его рациональные формулы (по предложению Лорана он называет их синоптическими) являются сокращенными уравнениями реакции. Например, свою рациональную формулу карбоната этиламмония он сопоставляет с рациональной формулой этого же соединения, данной Берцелиусом [1, стр. 390].



Если формулу Жерара несколько упростить:



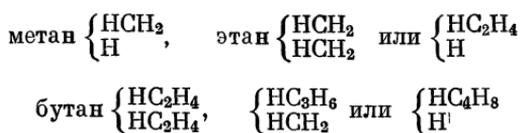
мы получим формулу, мало отличную от современной. То же самое относится и к жераровской формуле мочевины



Формулы Жерара говорят о том, что данные вещества образуются в результате выделения воды из соответствующих веществ и соединения получающихся при этом остатков [46]. С другой стороны, они указывают на определенную группировку атомов. И эти группировки во многих случаях соответствовали реальным, хотя сам Жерар это отрицал. По мнению Жерара, установить конституцию — значит установить не расположение атомов в молекуле, а гомологический ряд, к которому принадлежит данное вещество, и место, которое оно занимает в ряду и во всей системе классификации.

В рассматриваемой работе Жерар дает первый набросок теории типов. Он называет углеводороды гомологами водорода $\left\{ \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{H} \end{array} \right.$, считая, что их формулы можно получить,

прибавляя к атому водорода $n\text{CH}_2$, где $n = 1, 2, 3\dots$



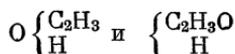
Исходя из этого предположения, Жерар ошибочно предсказывал существование двух изомеров этана и трех — бутана, хотя в принципе он был прав, указав на возможность существования изомеров углеводородов. Между прочим, он предсказал еще не известные «смешанные радикалы», открытые позже Вюрцем.

В «Курсе органической химии» Жерар подробно останавливается на относительности рациональных формул: «Химические формулы выражают и могут выражать только отношения, аналогии; наилучшие формулы это те, которые выражают больше таких отношений и больше аналогий» [20, IV, стр. 563]. Однако он признает, что формулы могут указывать на наличие каких-то групп атомов в молекуле, и называет эти группы радикалами, подчеркивая их отличие от дуалистических радикалов: «Я называю радикалом или остатком элементы всякого тела, которые могут быть перенесены в другое тело в результате реакции двойного разложения или были введены в это тело подобной реакцией. Так, хлористый бензоил, ангидрид бензойной кислоты, бензамид содержат радикал $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}$ (бензоил); аммиак, вода, едкое кали содержат радикал H (водород) <...> Как видно из всего этого, в противоположность большинству химиков, я понимаю понятие «радикал» как отношение, а не как тело, которое можно получить в свободном виде или которое существует в свободном виде» [20, IV, стр. 568].

Если объективно понятие радикала в интерпретации Жерара соответствовало определенной, относительно неизменной обособленной группе атомов в молекуле, то нельзя сказать, что и сам Жерар именно так рассматривал свои радикалы. По его мнению, каждая рациональная формула вещества соответствует только одному способу его получения; при получении другим способом рациональная формула меняется — меняются и радикалы. Кроме того, Жерар изменял рациональные формулы в зависимости от того, в какие химические реакции вступает данное веще-

ство. При переходе к своей теории типов он часто подчеркивал это, указывая, что любое соединение можно рассматривать как производное разных типов. Например, альдегиды он считал производными соединений типа водорода $\left\{ \begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \right\}$ и типа воды $\text{O} \left\{ \begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \right\}$; исходя из этого, уксусный

альдегид он изображал



Теория типов Жерара является важным шагом в обобщении и развитии его унитарной системы. Открытия Франкланда, Вюрца, Гофмана, Вильямсона, Шанселя и Жерара (1848—1852) способствовали ее утверждению, но одновременно требовали интерпретации новых фактов. Рациональные формулы должны были объяснять генетическую связь между различными соединениями, а также предсказывать существование еще не известных веществ. Теория типов Жерара — это итог развития органической химии за десятилетие, считая с первого выступления Жерара со своей новой системой химических обозначений.

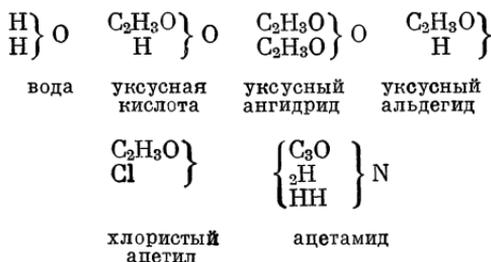
Основные положения теории Жерар изложил в статье об ангидридах органических кислот [47]. «Органические соединения могут быть сведены к трем или четырем типам: каждый из них способен давать ряды (гомологические. — *М. Ф.*), подобные тем, к которым принадлежат муравьиная и стеариновая кислоты; этими типами являются: вода H_2O ; водород H_2 ; хлористый водород HCl ; аммиак NH_3 . Обменивая свой водород на определенные группы, эти типы дают начало кислотам, спиртам, эфирам, гидридам, радикалам, органическим хлоридам, кетонам, щелочам» [47, стр. 902].

Жерар отличает положительные одноатомные радикалы, замещающие один атом водорода в перечисленных типах; они дают соединения, имеющие основной (или нейтральный) характер. Эти спиртовые радикалы подобны металлу калию, дающему гидроксид и оксид калия





Отрицательные радикалы происходят от спиртовых радикалов путем замещения двух атомов водорода одним атомом кислорода. Они также способны замещать один атом в соответствующем типе и дают соединения с кислотными свойствами:



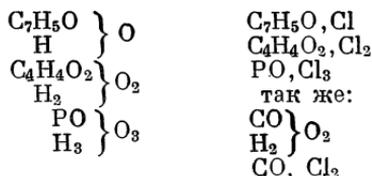
Кроме этих соединений, существуют промежуточные (нейтральные) соединения, которые образуются при замещении атомов водорода в типе воды и типе водорода одним положительным и одним отрицательным радикалом. Например:



В «Traité» Жерар расширяет теорию типов: «Тип воды включает окислы (основания, кислоты, соли, спирты и т. д.), сульфиды, селениды и теллуриды, тип хлористого водорода — хлориды, фториды, бромиды, иодиды и цианиды; тип аммиака — азотиды и фосфиды; тип водорода — металлические гидриды и металлы» [20, IV, стр. 589].

Еще в 1852 г., развивая идеи Вильямсона, Жерар предложил, помимо обычных типов, еще удвоенные и утроенные. «Двухосновные кислоты являются двумя молекулами воды H_4O_2 , в которых половина водорода замещена слож-

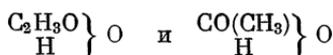
ной группой. Трехосновные кислоты являются тремя молекулами воды H_6O_3 , в которых половина водорода замещена



CO замещает H_2 , PO замещает H_3 . Это может вести далеко» [1, стр. 404]. Таким образом, Жерар различает одноатомные, двухатомные и трехатомные радикалы, замещающие один, два, три атома водорода.

Типические формулы Жерара объективно отражали основную закономерность элементов, их валентность. Сам Жерар и не выявил это свойство, но он подготовил почву для возникновения понятия «валентность». Первый шаг в этом направлении он сделал, введя правильные эмпирические формулы органических и простейших неорганических соединений. Вместе с Лораном Жерар на основе реакций замещения устанавливает, что галогены эквивалентны одному H, O и S — двум, а N и P — трем атомам водорода. Вторым шагом можно считать установление того факта, что радикалы тоже имеют определенную эквивалентность и играют ту же роль, что и элементы. Это сблизило органические и неорганические соединения, способствовало установлению четырехвалентности атома углерода и в неорганических и в органических соединениях.

Среди типических формул Жерара можно встретить составные радикалы, в частности радикалы кислот. Так, формула уксусной кислоты имела у него два вида:



Радикалы муравьиной, пропионовой, масляной кислоты он изображал так: $\text{CO}(\text{H}) =$ формил, $\text{CO}(\text{C}_2\text{H}_5) =$ пропионил, $\text{CO}(\text{C}_3\text{H}_7) =$ бутирил. В этих формулах уже содержится мысль о четырехатомности углерода в органических соединениях и о наличии в органических кислотах карбонильной группы.

Типы и типические формулы Жерара объективно отражали связь между атомами водорода и атомом кислорода

($\begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \text{O}$), атомами водорода и атомом азота ($\begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \text{N}$), а так-

же между атомами водорода в молекуле H_2 и между атомами хлора в молекуле Cl_2 . «Изучение реакций приводит к изображению газа водорода двумя радикалами HH , а газа хлора — двумя радикалами ClCl . В современной номенклатуре газ водород — это гидрид водорода, а газ хлор — хлорид хлора; это значит, что как газ хлор, так и газ водород получают в результате реакции двойного разложения, точно так же, как и те реакции, которые привели к тому, что мы называем горькоминдальное масло гидридом бензоила, а хлорированное соединение этого масла — хлоридом бензоила» [20, т. IV, стр. 568].

Интересно отметить, что Жерар рассматривает газ азот как третичный амин NN , в котором все атомы водорода аммиака замещены атомом азота, и называет его азотидом азота. Этим он молчаливо признает наличие трех связей между атомами азота в его молекуле. Таким образом, Жерар догадывался о связи и между различными и между одинаковыми атомами и, кроме того, о связи между атомами водорода, хлора, кислорода, азота, с одной стороны, и радикалами, замещающими атомы водорода в типических формулах, с другой. Но следует признать, что, допуская для одного и того же вещества разные типические формулы, он приходил к неправильным, неоднозначным выводам.

Все эти предположения о химической связи, в скрытом виде содержащиеся в типах Жерара, были впоследствии развиты Кекуле.

Типические формулы Жерара по-новому поставили вопрос о химических функциях соединений. Если в его первой системе классификации свойства соединений гомологических рядов связаны с количественным составом, выраженным эмпирически, то, исходя из типических формул, Жерар показывает, что данные свойства зависят не только от типа исходного соединения, но и от радикала (или элемента), замещающего атом водорода в данном типе. Это поясняет, почему изменчивая часть молекулы соединения чаще всего является остатком типа (или, точнее, «типическим» водородом), а относительно устойчивая часть молекулы — радикалом, замещающим атом водорода. Из теории типов следовало, что «металлический» водород принадлежит типу, а «металлентический» водород — радикалу,

замещающему водород в типовой формуле. Тем самым косвенно выяснилось особое значение гидроксильной группы $(\frac{R}{H})O$ в органических соединениях.

Типические формулы до некоторой степени указывали на функциональные группы соединений, а также на зависимость лабильности «типического» атома водорода от природы радикала типической формулы.

Для изображения типических формул многоосновных кислот Жерар пользовался кратными типическими формулами; метамеры некоторых соединений, например хлористый салицил и хлорбензойную кислоту, он изображал следующим образом:



Из первой формулы видно, что в соединении имеется альдегидная группа, вторая формула подчеркивает кислотные свойства хлорбензойной кислоты. Однако в первом случае не указывается на наличие в хлористом салициле гидроксильной группы.

Типические формулы Жерара не могли выразить конституцию многофункциональных химических соединений. Типические формулы получались весьма относительными, ибо они исходили только из реакции замещения (двойного разложения), причем одно и то же соединение часто изображалось несколькими формулами. Иногда типические формулы отражали скрыто химическое строение, но их нельзя назвать формулами строения, так как они не опирались на химические связи между атомами и не были связаны с понятием «валентность», которого тогда вообще не существовало. Вполне естественно, что и сам Жерар не придавал им абсолютно однозначного значения, так как не допускал мысли, что типические формулы могут отобразить «расположение» атомов в молекуле, которое он понимал как трехмерное геометрическое расположение, а не как взаимные связи между атомами. Этого понятия еще не было в химии.

Система классификации Жерара и ее эволюция

Новая система химических обозначений Жерара явилась следствием необходимости создать рациональную классификацию органических соединений. Огромный эмпирический материал, накопленный к тому времени, требовал научного обобщения, логической систематизации. Отсутствие такой классификации тормозило развитие органической химии и очень осложняло преподавание этой науки. Лоран писал: «Факты и новые соединения растут так быстро, что едва успеваешь быть в курсе всего того, что ежедневно печатается; это потому, что нет никакого метода классификации, и можно уже предвидеть время, когда каждый химик будет исследовать свою собственную «жилу», не интересуясь тем, что делает его сосед» [9, т. I, стр. 241]. По его мнению, классификация органических соединений мало чем отличалась от оценки своего товара бакалейщиком: «Класс смол? Ответ: то, что скрипит между пальцами. Класс жирных тел? То, что скользит между пальцами. Эфирные масла? Вещества, которые бывают с приятным или скверным запахом. Красящие вещества? То, что употребляется для крашения <...> ленты ордена Почетного легиона» [9, т. I, стр. 169].

Классификация Берцелиуса была смесью нескольких систем, так как исходила из многих критериев: происхождение вещества, его свойства, методы получения, рациональная формула и т. д. Тем же недостатком страдала и классификация Тенара, хотя последний пытался исходить главным образом из химических свойств веществ. Классификация Либиха — более последовательна, его семейства объединяли вещества, содержащие один и тот же радикал. Но поскольку он исходил из гипотетических радикалов, соответствующих гипотетическим формулам, то во многих случаях ему приходилось создавать искусственные связи, которые маскировали действительные.

Идея Лорана об «основных радикалах», состоящих из углерода и водорода, из которых путем замещения получают разные «производные радикалы», была более объективной и менее связанной с априорными гипотезами (хотя среди основных радикалов было много гипотетических). Но и эта система имела ряд недостатков. Главный из них —

это отсутствие объективного критерия при установлении химических формул; многие из формул Лорана еще носили дуалистический отпечаток.

В «Précis» Жерар рассматривает все предшествующие классификации и, в частности, систему Лорана. «Теории (классификации.— М. Ф.), которые мы только что просмотрели, не показывают, какие *общие* отношения существуют между всеми веществами органического царства; они не указывают нам в общем виде, каким правилам мы должны следовать для того, чтобы перейти от одного типа к другому; одним словом, они не классифицируют органические вещества в одну полную систему» [12, стр. 16].

Отсюда мы видим, что, по мнению Жерара, новая система классификации должна была не только систематизировать соединения по отдельным группам, но и указать на связь между этими группами.

Коренным отличием его системы классификации 1844 г. от предыдущих систем являлось то, что она опиралась на эмпирические суммарные формулы, установленные не только по данным анализа, но и по молекулярному весу веществ в газообразном состоянии, определенному по их плотности. Жерар считал, что только такие формулы могут послужить основой классификации органических веществ, только таким путем можно прийти к открытию общих и однозначных закономерностей, связывающих состав и свойства веществ. Второе важное условие — это выражение реакций такими химическими уравнениями, из которых исключены все чисто гипотетические тела. «Если я настаиваю, в частности, на этом пункте, то это не потому, что выражение уравнением исходных и полученных веществ является новой идеей, но в последнее время так произвольно пользовались этим методом, так подчиняли факты требованиям электрохимической теории, что эти уравнения становились мнимыми» [12, стр. VIII].

Химики-дуалисты мало пользовались химическими уравнениями, так как далеко не всегда удавалось уложить дуалистические формулы в уравнения; если же уравнения и применялись, то они редко отражали истинный ход химической реакции. Одна из заслуг Жерара, Лорана и других сторонников унитарной системы — широкое использование химических уравнений с суммарным выражением формул.

В 1844—1845 г. Жерар пополнил свою классификацию органических веществ «лестницей сгорания» и гомологией. Под «лестницей сгорания» Жерар понимал следующее. Все вещества должны быть расположены в виде своеобразной лестницы, высшие ступени которой заняты наиболее сложными, а нижние — наиболее простыми веществами таким образом, чтобы при окислении (сжигании), т. е. при отнятии углерода и водорода, из высших соединений получались бы низшие. С другой стороны, в этой же «лестнице сгорания» Жерар выделял гомологические ряды соединений. Он писал: «Сравнивая между собой тела, которые имеют некоторое сходство с точки зрения их состава и химических свойств, я пришел к установлению гомологических рядов, и эти ряды сами по себе привели меня к общим законам. Наконец, эти ряды указали мне метод классификации органических веществ по естественным семействам, и этого я достиг, расположив их в нечто вроде лестницы сгорания» [12, стр. X].

Необходимо подчеркнуть, что уже в самом начале работы над классификацией (1842—1843) Жерар исходил из принципа упрощения более сложных веществ путем окисления или разложения, т. е. имел в виду ту же «лестницу сгорания». По-видимому, эта идея уже носилась в воздухе. Шиль в 1842 г. установил, что спирты могут быть расположены в ряд, в котором каждые два соседние спирта отличаются по составу на одно и то же число атомов углерода и водорода. Дюма в 1843 г. указал, что и жирные кислоты образуют подобный же ряд, каждый член ряда отличается от соседнего на C_4H_4 , если исходить из удвоенных формул (или на C_2H_2 , если исходить из обычных формул и $C = 12$). Заслуга Жерара заключается в том, что он выявил гомологию как общую закономерность для всех органических соединений. И сделать это ему помогла его «лестница», на каждой ступени которой он расположил органические соединения с одинаковым числом атомов углерода; такие группы соединений он неудачно называл семейством. Среди членов каждого семейства имеются различные классы, отличающиеся и составом и свойствами, Жерар отмечает, что в одноосновных кислотах число атомов водорода всегда вдвое больше числа атомов углерода; кроме того, в состав этих кислот всегда входят два атома кислорода. Он изображает все одноосновные кислоты одной формулой RO_2 , где $R = nCH_2$ или C_nH_{2n} , все они образуют

один положительный ряд. Общая формула спиртов имеет вид $R_{+2}O$ (число атомов водорода равно $2n + 2$), а двухосновных кислот — $R_{-2}O_4$ (число атомов водорода равно $2n - 2$) и т. д. Гомологические ряды образуют вертикальные ряды классификации Жерара, а также роды (genres) его системы.

По мнению Жерара, не все соединения с одинаковой формулой имеют одни и те же свойства, т. е. являются членами одного и того же гомологического ряда. «Часто случается так, что некоторые тела имеют такое отношение составляющих элементов, которое необходимо для того, чтобы быть гомологами, но все же по своим свойствам не могут считаться таковыми. Это связано с *особой группировкой* их атомов, о которой наука еще не собрала достаточных сведений. Так, например, метиловый эфир C_2H_6O имеет тот же состав и тот же эквивалент (молекулярный вес.— *М. Ф.*), что и обычный спирт, и все же это два совершенно различные тела. Обычный эфир $C_4H_{10}O$, несмотря на то что он принадлежит к форме $R_{+2}O$, не является гомологом древесного и винного спирта, ибо его свойства полностью отделяют его от спиртов. Таким образом, надо будет еще добавить в качестве условия гомологии тождественность изомерной модификации (свойств.— *М. Ф.*)» [12, стр. 33]. Жерар правильно отмечает существование метамеров, соответствующих одной и той же гомологической формуле, но его классификация не учитывает изомеров с разным химическим строением.

Жераровские семейства, объединившие все органические соединения с одинаковым числом атомов углерода, были до некоторой степени искусственными, так как один горизонтальный ряд включал соединения, между которыми не было никакой генетической связи, а это противоречило понятию «семейство». Например, в семействе веществ с символом C_4 мы находим такие различные вещества, как эфир $C_4H_{10}O$ и масляная кислота $C_4H_8O_2$. Этот недостаток системы Жерара подметил Лоран. В письмах к Жерару и в отзыве о его «Précis» [9, т. I, стр. 270] Лоран сделал много критических замечаний и указал направление, в котором надо было усовершенствовать систему Жерара. «Ваша классификация не хороша,— пишет он,— пользуйтесь [только] Вашими гомологами, и пусть они служат Вам основой Вашей классификации. Без руководящей идеи невозможно что-то сделать» [9, I, стр. 19]. «Принцип генези-

са (так чтобы число атомов оставалось постоянным) кажется мне прекрасной основой для классификации, ибо он позволяет сближать тела с точки зрения их непосредственных превращений (спирт, уксусная кислота, альдегид, эфир). Все это увязывается» [9, т. I, стр. 20].

Лоран в своей системе классификации 1836 г. исходил из типовых углеводородов (основные радикалы) и путем замещения выводил производные данного типа. В 1845 г. он пишет: «Я купил большую регистрационную книгу, в которую хочу попытаться записать *мои ряды* в вертикальных рядах и *Ваши* гомологи в горизонтальных рядах. Но мне кажется, что, если я буду пользоваться брутто-формулами (суммарными.— *М. Ф.*), я не приду ни к чему хорошему. Вы говорите, что оксамид и оксанилид являются гомологами, но тогда Вы уже не сравниваете больше суммарные формулы» [9, т. I, стр. 36]. В этом же письме Лоран предлагает Жерару классифицировать соединения по классам, например: карбиды [углеводороды] и их гомологи, амиды и их гомологи, кислоты и их гомологи и т. д., указывая, что все классы можно рассматривать как производные углеводородов, образующиеся путем замещения.

При классификации органических соединений, по мнению Лорана, надо применять синоптические формулы, т. е. такие, по виду которых можно было бы узнать происхождение, превращение и место, которое должно занять данное тело в системе классификации. «Если расположение атомов [в молекуле] оказывает влияние на свойство, то здесь должен быть какой-то закон. Его надо искать, постоянно сравнивая свойства с формулами, пытаюсь использовать гипотетические группировки атомов, с условием, что мы не будем менять гипотезу для каждого тела. *Найти такую классификацию — это значит открыть всемирное тяготение.* Мы не можем обольщаться мыслью, что достигнем этого. Но мы должны поставить перед собой эту задачу и искать» [9, т. I, стр. 60—61].

Таким образом, Лоран указывал Жерару на то, что, помимо классификации по гомологам, надо показать еще генетическую связь между классами и установить связь между свойствами соединений и расположением атомов в молекуле соединения.

Жерар учел эти замечания частично при издании второго тома «Précis» (1845). В этот том он добавил отдельную главу, в которой по-новому подошел к классификации

веществ, подчеркивая значение двух законов органической химии для создания классификации. Это — закон замещения и закон остатков, который он высказал впервые в 1839 г.; первый относится к замещениям элементарными атомами, второй — к замещениям группами атомов.

Теперь Жерар уже не применяет своей «лестницы стограния», а основывается в первую очередь на гомологических рядах, в которых располагает вещества (углеводороды, спирты, кислоты и др.) по их химическим функциям. Кроме этой классификаций, он дает и другую таблицу, ряды которой состоят из генетически связанных соединений; например, ряд метана содержит все его производные — метиловый спирт, муравьиный альдегид, муравьиная кислота, муравьинокислый метил, муравьинокислый этил и т. д.

Система классификации Жерара еще расширяется в его учебнике 1848 г. [16]. Исходя из унитарной системы, он излагает основы общей теоретической химии, органической и неорганической, приводит общую классификацию всех химических соединений, причем более четко определяет их классы. Соли, например, он относит к молекулярным системам, состоящим из двух частей — металла и неметаллической части; в результате двойного разложения эти части могут обмениваться с частями других солей или кислот. В отличие от дуалистической системы, соли и кислоты Жерар считает соединениями одинакового порядка, образующими один тип; природа типа определяется, очевидно, природой неметалла, входящего в состав данной кислоты. Наличие двух частей в соли он признает не в электрохимическом смысле. Называя соли, кислоты и щелочи двучленными соединениями, он подразумевает, что они способны к реакциям двойного обмена.

Жерар впервые вводит понятие и термин «химическая функция», связывая, например, кислотные свойства с наличием водорода, играющего роль металла; он называет этот водород «основным», подчеркивая, что не все атомы водорода органической кислоты обладают этим свойством. Жерар отличает одноосновные, двухосновные, трехосновные кислоты, правильно определяет признаки кислых, основных и нейтральных солей, отграничивает кислоты от кислотных ангидридов, которые рассматривались дуалистами как истинные (безводные) кислоты. Он вводит понятие «химический ряд», которое он определяет следующим образом: «Химический ряд состоит из неопределенного

числа родов или молекулярных систем, заключающих один общий элемент и которые могут взаимно превращаться» [1, стр. 365]. Химические ряды состоят из солей определенных кислот, основой которых являются неметаллы. Так, имеются ряды серы (род — сульфиды, сульфиты, сульфаты), азота (нитриты, нитраты), кислорода (производные воды), хрома (хромиты, хроматы), олова (станниты, станнаты) и т. д. Наконец, имеется ряд углерода, состоящий (кроме карбонатов) из всех соединений органической химии. Этот ряд делится на подгруппы (роды): формиатная (муравьиная), ацетатная (уксусная), бутиратная (масляная) и т. д.

Мы видим, что эта классификация Жерара исходит из генетических связей определенных типовых соединений, содержащих общий элемент. В соединениях одного и того же рода сохраняется определенная архитектоника молекулы, определенная связь между атомами, что и обуславливает, очевидно, то общее, что имеется между всеми членами рода. Однако кроме этой общей системы классификации, в которой явно чувствуется влияние Лорана, Жерар приводит в своем учебнике еще и классификацию по химическим функциям органических соединений.

В теоретической статье [45], опубликованной совместно с Шанселем в 1851 г., Жерар несколько иначе характеризует «химические ряды»; он называет их совокупностью тел, образующихся друг из друга по определенным реакциям. Далее он пишет, что ряды можно рассматривать по-разному: «Если рассматривать только отношения родства некоторых тел, т. е. метод генезиса веществ, отличающихся по своим свойствам, то мы имеем дело с *гетерологическими* рядами <...> Если, расположив параллельно много таких гетерологических рядов, мы объединим между собой подобные члены, т. е. те соединения, которые подчиняются одинаковому закону превращения, мы, таким образом, обнаружим новые ряды, которые развиваются в другом направлении и которые можно назвать *изоологическими* рядами. Среди этих последних можно отличить такие члены ряда, которые разнятся друг от друга на $n\text{СН}_2$; эти соединения между собой сходны во всех отношениях — это *гомологические ряды*. Попробуем сделать нашу мысль более понятной более простым сравнением: на столе располагают игральные карты, ставя в одном вертикальном столбце все карты одной и той же масти; параллельно с этим ставят другие вертикальные столбцы с подобными же кар-

тами, но другой масти. Все карты одной и той же масти, но различного значения, расположенные в вертикальных столбцах, образуют *гетерологический* ряд; карты различной масти, но одинакового значения, расположенные горизонтально, образуют или *изологический*, или *гомологический* ряд» [1, стр. 392].

Под изологическими соединениями Жерар понимал соединения с одинаковой химической функцией, но с разными химическими формулами. Например, к изологическим веществам относятся этиловый и аллиловый спирты. Оба первичные спирты, но общая формула первого $C_nH_{2n+2}O$, а второго — $C_nH_{2n}O$, так как они принадлежат к разным гомологическим рядам. Этиловый же и пропиловый спирты относятся к одному гомологическому ряду.

Жерар подчеркивает огромное значение классификации органических соединений по рядам, так как она позволяет предсказывать формулы и свойства тех членов ряда, которые еще не открыты. Так, например, он сам предсказывает существование не известного тогда пропилового спирта, его формулу, его свойства, указывая, что его температура кипения должна быть равна 98° (истинная $97,2^\circ$), а удельный вес 0,7 (истинный 0,8). Эта классификация «имеет то преимущество, что обращает внимание на пробелы, которые надо заполнить, и указывает наперед место всех тел, которые надо еще открыть, она предсказывает даже поведение этих тел, если уже известны реакции некоторых веществ этого ряда» [12, стр. X].

Сравнивая высказывания Жерара о классификации органических веществ в рассматриваемой статье и в работах 1844—1845 гг., надо отметить, что в статье, где он связывает понятие генетической связи с понятием о гомологии и отграничивает истинные гомологи от мнимых, его взгляды более прогрессивны. Классификация, данная в статье, выгодно отличается от всех существовавших тогда систем, она основана на правильных формулах и совершенно свободна от дуалистических предубеждений. Эта система Жерара явилась как бы компасом для химиков, блуждавших в море органических соединений. Недостатком гомологических рядов Жерара было то, что в них не учитывались изомеры, связанные с внутренним химическим строением. Но тогда этого и нельзя было сделать, это стало возможным значительно позже, тогда, когда А. М. Бутлеров создал теорию химического строения.

В 1851 г. Жерар опубликовал статью [46] об основности кислот, в которой указал химические критерии определения основности. Одноосновные кислоты образуют одну аммониевую соль, один нейтральный эфир, один нейтральный амид; двухосновные и трехосновные кислоты — два или три таких соединений, одно нейтральное, а остальные — кислые. Этот критерий, основанный на опытных данных, подтвердил унитарные взгляды Жерара на кислоты и помог правильно классифицировать их.

После создания теории типов (1852—1853) Жерар возвращается к принципам классификации. Если в первых томах «Traité» он придерживается классификации на основе генетической связи с учетом гомологии соединений, то в IV томе «Traité» он дает новую систему, основанную на теории типов и на химических функциях соединений. Все соединения, как это видно из приведенной ниже таблицы [20, т. IV, стр. 612—613], он систематизирует по четырем типам (H_2O , HCl , NH_3 , H_2) и каждую типовую группу разбивает на подгруппы. Так, группа типа воды разбита на подгруппы окислов $\begin{matrix} H \\ | \\ H \end{matrix} O$ и сульфидов $\begin{matrix} H \\ | \\ H \end{matrix} S$, группа хлористого водорода — на подгруппы хлоридов $\begin{matrix} H \\ | \\ Cl \end{matrix}$ и цианидов $\begin{matrix} H \\ | \\ CN \end{matrix}$ и т. д. Каждая подгруппа, в свою очередь, разделена на классы и подклассы по химическим функциям соединений, в зависимости от природы радикалов, замещающих водород в типе. Так, в подгруппе окислов, соответствующих типу H_2O , мы находим производные положительных (окислы, основания, спирты, простые эфиры, альдегиды) и отрицательных (кислоты, ангидриды кислот) радикалов, промежуточные соединения (соли, сложные эфиры и т. д.).

Эта классификация наиболее стройная и наиболее общая. Она охватывает органические и неорганические соединения, указывает на генетическую связь и на химические функции всех этих соединений. В частности, она дала возможность предугадать существование вторичных и третичных амидов, «диацетиллов» (дикетоны или диальдегиды). Главный принцип классификации — систематизация по химическим функциям, которые Жерар связывает в первую очередь с природой замещенного радикала и с кислотно-щелочными свойствами.

Классификация веществ по их химическим функциям

Тип воды		Тип хлористого водорода		Тип аммиака		Тип водорода	
Оксиды	Сульфиды (селениды, теллуриды)	Хлориды (бромиды, йодиды), фториды	Цианиды	Азотиды (фосфиды)	Металлы (металлоиды)		
Истинные основания 1. Первичные или гидратированные основания (калия, арсенетилла)	Сульфиды основаный 1. Первичные сульфиды или сульфидраты (калия, анилина)	Хлориды основаный 1. Первичные хлориды или хлориды металлов (хлорид калия, хлоридрат анилина)	Цианиды основаный 1. Первичные или металлеские цианиды (цианид калия, ферроцианид калия)	Азотиды (фосфиды) 1. Первичные азотиды (амид калия)	Металлы (металлоиды) 1. Первичные металлы или гидриды металлов		
2. Вторичные или безводные основания (окись калия)	2. Вторичные сульфиды или сульфиды металлов (сульфид калия)			2. Вторичные азотиды	2. Вторичные металлы или собственно металлы		
Спирты или углеводородные основаный 1. Первичные истинные спирты (дрезенный спирт, гидрат фенила, глицерин)	Сульфиды спиртов 1. Первичные сульфиды или меркантиан (сульфидрат этила)	Хлориды спиртов 1. Первичные хлориды или хлористые эфиры (хлорид этила)	Цианиды спиртов 1. Первичные цианиды, цианисые эфиры или нитрилы (ацетонитрил)	3. Третичные азотиды (азотид калия)	Металлы спиртов 1. Первичные металлы или гидриды спиртов (болотный газ, бензол)		
2. Вторичные спирты или простые эфиры (окись этила)	2. Вторичные сульфиды или эфиры сульфидрица (сульфид этила)			2. Вторичный азотид (диэтиламин)	2. Вторичные металлы, так называемые радикалы (этиламин)		
				3. Третичные азотиды (триэтиламин)			

Промышленные вещества по их химическим функциям

<p>Альдегиды</p> <p>1. Первичные альдегиды (уксусный, бензойный)</p>	<p>Сульфиды альдегидов</p> <p>1. Первичные альдегиды (сульфобензол)</p>	<p>Хлориды альдегидов</p> <p>1. Первичные альдегиды (хлорид альдегидена)</p>	<p>Цианиды альдегидов</p> <p>1. Первичные цианиды</p>	<p>Азотиды альдегидов</p> <p>1. Первичные азотиды</p>	<p>Металлы альдегидов</p> <p>1. Первичные металлы или радикалы альдегидов (масло-родный газ)</p>
				<p>2. Вторичные азотиды</p>	
				<p>3. Третьичные азотиды</p>	
<p>Кислоты</p> <p>1. Первичные или гидратированные (серная бензойная, циановая)</p>	<p>Сульфиды кислот</p> <p>1. Первичные (роданистая кислота)</p>	<p>Хлориды кислот</p> <p>1. Первичные (хлорид бензола, оксид хлорид фосфора, свободный хлор, хлористый циан)</p>	<p>Цианиды кислот</p> <p>1. Первичные (цианид бензола, свободный циан)</p>	<p>Азотиды кислот</p> <p>1. Первичные (бензамид, цианамид, амид янтарной кислоты)</p>	<p>Металлы кислот</p> <p>1. Первичные металлы (гидрид бензола, хлористоводородная кислота)</p>
<p>2. Вторичные или безводные (серный ангидрид, бензойный ангидрид)</p>	<p>2. Вторичные (сульфид бензола)</p>			<p>2. Вторичные (амид янтарной кислоты, бензоил, сульфениламид, чипуровая кислота)</p>	<p>2. Вторичные металлы или металлоиды (бензоил, хлор, циан)</p>
				<p>3. Третьичные азотиды (дибензоил, саплициламид, обрамид, свободный азот)</p>	
<p>Кислородные соли</p> <p>Сульфаты, нитраты, цианаты металлов)</p> <p>Сложные эфиры</p>	<p>Сернистые соли</p> <p>Сульфацианиды, сульфосантимониды</p> <p>Сложные сернистые эфиры</p>			<p>Соли амидов</p> <p>Бензамидат ртути, алкаламид, оксантимид, этилацетамид</p>	<p>Здесь можно поместить много других веществ, которые находят среди других классов; например, цианиды спиртов, со-держашие радикал дианисной кислоты и радикал спирта</p>
<p>Сульфаты, цианаты, оксалаты этила и фенила, глицерины олеина, стеарина, сложные альдегиды</p>	<p>Трицетат, этил, роданистый этил</p>				

Промежуточные Промежуточные Промежуточные Промежуточные Промежуточные Промежуточные

Принадлежность к тому или иному типу определяет другие химические свойства, указывает, какие подвижные характерные группы атомов содержат данное соединение. Например, у спиртов и кислот такими группами являются остатки типа воды OH , у аминов и амидов кислот — группы NH_2 , NH .

Все классификации Жерара сыграли положительную роль в развитии химии. Это была первая научная систематизация химических соединений на основе правильных представлений о составе веществ, послужившая важным орудием исследований в руках химиков. Последняя классификация наиболее четко выявляла связь между свойствами и составом вещества и, в частности, наличие в соединении определенных групп атомов. Конечно, и эта система была ограниченной, ибо не объединяла свойств вещества с внутренними связями атомов. Эта задача была решена позже на основе теории химического строения Бутлерова.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ



Жерар обессмертил себя главным образом теоретическими работами. Он не раз подчеркивал, что придает первостепенное значение научным обобщениям и не может согласиться с теми, кто своей самоцелью считает открытие единичных экспериментальных фактов. В 1851 г. он писал: «Нас упрекают с некоторым презрением, что мы занимаемся *химической алгеброй*. Принимаем это слово с удовлетворением, ибо думаем, что настоящий прогресс химии состоит не в том, чтобы умножать число фактов и опытов без всякой связи между ними, но в том, чтобы устанавливать аналогии, обобщать их соответствующими формулами и открывать законы, знание которых дает возможность с уверенностью предвидеть те или иные явления» [1, стр. 397]. Свои теоретические обобщения Жерар строил на основании своих опытных данных, а также данных, полученных другими химиками.

Его интерпретация механизма многих реакций очень часто совпадает с современными представлениями. Так, в одной из первых работ [7] он правильно объясняет реакцию нитрования бензола, нафталина и других углеводородов тем, что группа NO_2 замещает водород в них и оспаривает мнение Берцелиуса, считавшего нитропроизводные нитритами (солями) гипотетических окислов. Позже, в «Кратком учебнике» Жерар обобщает ряд реакций и приходит к закону «остатков», который распространяет на реакции образования не только нитропроизводных, но и сульфопроизводных, эфиров, амидов, солей и т. д. «Один элемент (водород) одного тела, вступающего в реакцию,

поясняет он, соединяется с элементом (кислородом) другого тела, в результате чего образуется вещество (вода), которое выделяется, в то время как оставшиеся элементы остаются связанными» [1, стр. 339].

Интересно, что Жерар задолго до Канницаро объяснил действие щелочи на бензальдегид как реакцию самоокисления-восстановления. В статье [6] Жерар пишет: «Всегда, когда гидратированное основание разлагает органическое вещество, это действие происходит за счет элементов воды таким образом, что молекулы органических веществ группируются так, чтобы это благоприятствовало образованию более окисленного вещества, с одной стороны, и более богатого водородом соединения, с другой стороны, не разложимого при температуре реакции» [1, стр. 313].

Вклад Жерара в экспериментальную химию очень богат. Он открыл несколько новых классов соединений, свыше 160 индивидуальных веществ, из них больше половины самостоятельно, а остальные совместно с Кауром, Лораном, Шанселем, Киоцца. И все его открытия прямо или косвенно связаны с теоретическими изысканиями и обобщениями. Ряд экспериментальных работ он провел с целью изучения индивидуальных веществ, извлеченных из природного сырья (эфирные масла, алкалоиды), при этом он не только впервые выделил эти вещества и установил их формулы, но и получил многие производные.

В 1841 г. Жерар вместе с Кауром исследовал эфирное масло римского тмина [48]. Они выделили из этого масла углеводород цимол $C_{10}H_{14}$ (изопропилтолуол) и куминовый альдегид (производное кумола) $C_{10}H_{12}O$, доказав, что последний образует соединения, аналогичные бензальдегиду. Из соли куминовой кислоты $C_{10}H_{12}O_2$ они получили новый углеводород кумол C_9H_{12} (изопропилбензол). Это навело их на мысль, что таким же образом можно получить из коричной кислоты $C_9H_8O_2$ соответствующий углеводород, и действительно получили новый углеводород стирол C_8H_8 (фенилэтилен). В более поздних работах Жерар возвращался к этим соединениям, синтезируя их производные.

Есть основания полагать, что эти работы, в частности изучение разложения куминовой и коричной кислот, сыграли известную роль в процессе возникновения идей Жерара о химических формулах и «эквивалентах», изложенных в статье 1842 г. [10]. Во второй части этой статьи опи-

саны результаты изучения салицина, алкалоидов и эстрагонового масла. Жерар указывает, что салицин, открытый итальянским химиком Пирия, имеет много общего с амигдалином (гликозидом бензальдегида), содержащимся в масле горьких миндалей. Установив, что салициловая кислота при разложении дает фенол, Жерар приходит к выводу, что между салициловым альдегидом, салициловой кислотой и фенолом, с одной стороны, и бензальдегидом, бензойной кислотой и бензолом, с другой, есть какое-то соответствие. Далее Жерар сообщает, что он получил хинолеин (хинолин), нагревая с едким кали стрихнин, хинин или цинхонин. Об этом открытии он сообщил Дюма: «Новая щелочь (хинолеин.— *М. Ф.*) дает очень характерные соли с кислотами и, между прочим, дает хорошо кристаллизующийся хлороплатинат хинолеина <...> в виде очень блестящих желтых иголочек» [49, стр. 1316]. (Эта соль $[C_9H_7N]_2H_2PtCl_6 \cdot 2H_2O$, как известно, характерна для хинолина и для платинохлористоводородной кислоты.) Первая формула, предложенная Жераром для хинолина, была неточной. Некоторое время спустя после более тщательных анализов очищенного хинолина он предложил правильную формулу. Хинолин впервые обнаружил Рунге (1834) в каменноугольной смоле и назвал его лейколем. В 1845 г. Жерар доказал тождество хинолина и лейколя [49, стр. 1316]; в литературе осталось название хинолин, данное Берцелиусом.

Жерар установил тождество эстрагонового и анисового масел и показал, что драконовая кислота, полученная из эстрагонового масла Лораном, тождественна анисовой кислоте, полученной Кауром из анисового масла. Лоран, который тогда еще не был знаком с Жераром, признал его критику справедливой, но исправил формулу анисовой кислоты, предложенную Кауром. С этого началось научное общение Лорана и Жерара.

Продолжая изучение эстрагонового и анисового масел, а также алкалоидов, Жерар уточнил формулы и свойства этих веществ [50, 51]. Он получил димер анетола — твердый дианетол, строение которого было установлено только в 1940 г. [52].

В марте 1845 г. Жерар сообщил Дюма об открытии нового класса соединений, которые назвал анилидами, и в апреле того же года опубликовал о них первую статью [53]. Полученные им анилиды щавелевой, муравьиной и бензой-

ной кислот Жерар считал «гомологами» амидов, так как анилиды вместо остатка аммиака содержат остаток анилина, аналогичного по свойствам с аммиаком; он видел в этом открытии подтверждение правила остатков. Работу над анилидами Жерар продолжал в 1848 г. совместно с Лораном. Установив соответствие между амидами и анилидами, они синтезировали оксаниловую кислоту, подобную оксановой кислоте, а также анилиды янтарной, корковой (субериновой) и камфорной кислот. Получив анилид оксалуровой кислоты, они указали, что эта кислота принадлежит к новому классу уреидов — соединений, образующихся из мочевины и органической кислоты с выделением воды. Уреиды многоосновных кислот, как и амиды, могут быть и нейтральными и кислыми. В 1850 г. Жерар и Лоран получили уреиды бензойной кислоты. К их заслугам относится также первый синтез кислых анилидов — сукцинаниловой и фталаниловой кислот. В 1850 г. они получили сульфаниловую кислоту.

Интересна экспериментальная работа Жерара и Лорана по исправлению формул, принятых в то время для лейцина и орсина. Мульдер предложил для лейцина формулу $C_6H_{12}NO_2$, противоречащую правилу Лорана о четности суммы атомов водорода и азота. Тщательно очистив лейцин и сделав его анализ, Жерар и Лоран нашли, что формула лейцина — $C_6H_{13}O_2N$, т. е. подчиняется правилу Лорана и отличается от формулы Мульдера только на один атом водорода (установить это практически было в то время очень трудно). Подобным же образом им удалось доказать, что истинная формула орсина $C_7H_8O_2$, а не $C_8H_8O_2$, как считал Либих; при этом они установили, что орсин является изомером (метамером) салигенина. Это только два из очень многочисленных случаев исправления формул, не удовлетворяющих правилу четности Жерара и Лорана.

В 1843 г. Жерар опубликовал статью о соединениях серной кислоты с органическими веществами [54], в которой развивает мысль о сочетанных соединениях, высказанную им ранее¹. Он указывает, что некоторые минеральные кислоты могут давать с различными органическими веществами новые соединения типа солей, но эти соли отлича-

¹ В 1839 г. Берцелиус (*Ann. chim. t. 72, p. 184*) заимствовал этот термин у Жерара (см. Э. Гьельвгт. *История органической химии, Харьков — Киев, 1937, стр. 85*).

ются от обычных; он называет их сочетанными солями. Особенно легко такие соединения образует серная кислота. На основе опытных данных Жерар вывел «правило насыщения», согласно которому основность B сочетанного соединения на единицу меньше суммы основностей $(b + b^1)$ исходных веществ: $B = b + b^1 - 1$. В этих реакциях, пишет Жерар, одна молекула вещества соединяется с одной молекулой серной кислоты, в результате чего образуется сочетанное соединение и выделяется одна молекула воды; нейтральные органические вещества (углеводороды) и даже органические кислоты также образуют сочетанные соединения.

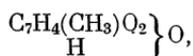
Изучая действие серной кислоты на некоторые эфирные масла [48], в частности на лимонное масло и масло перечной мяты, Жерар обнаружил, что в этих маслах после обезвоживания и перегонки кроме углеводорода $C_{10}H_{16}$ остается немного кислородсодержащих веществ. Очистив масло с помощью калия от этих примесей, он получил углеводород $C_{10}H_{16}$ с очень сильным запахом лимона. Калий не действует на углеводороды, а только на соединения, содержащие кислород, пишет Жерар. Опыты с различными эфирными маслами приводят его к выводу: «Очень возможно, исходя из всего этого, что бергамотовое, «лиметовое», апельсиновое масла <...> перечная мята и др. содержат один и тот же углеводород, не отличающийся по запаху от того, который получается из обычного лимонного масла, как только различными кислородсодержащими веществами» [9, т. I, стр. 172]. Этот вывод правилен; теперь известно, что многие эфирные масла содержат лимонен $C_{10}H_{16}$, входящий в состав лимонного масла.

Жерар находит своему правилу об основности сочетанных соединений важное практическое применение: с его помощью можно определять молекулярный вес органических веществ и устанавливать (путем сочетания с серной кислотой) основность органических кислот. В 1845 г. он опубликовал более обобщенную работу об основности сочетанных соединений [54], в частности о нитропроизводных ароматических углеводородов, которые по его правилу должны быть нейтральными.

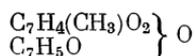
В совместной с Лораном работе о «фенидах» (phénides), т. е. о производных фенола (1849), авторы правильно отмечают, что фенол является не истинной кислотой, а пограничным соединением (corps limite), которое с одной

стороны примыкает к спиртам, а с другой — к кислотам. Действуя бензойной кислотой на фенол и его нитропроизводные, Жерар и Лоран получили сочетанные соединения — «фениды». Согласно правилу Жерара, фенол и его нитропроизводные, так же как и спирты, не обладают основностью кислот и образуют с бензойной кислотой сложные эфиры, тоже подобно спиртам. Эти превращения противоречили взглядам дуалистов, которые рассматривали нитропроизводные как соли азотистой кислоты и гипотетического радикала; такие соли не должны были вступать в реакцию с бензойной кислотой. Таким образом, применяя правило остатков и закон насыщения, Жерар и Лоран доказали опытным путем, что свойства фенола сохраняются, несмотря на введение в него нитрогрупп.

Изучая свойства салициловой кислоты (1853), Жерар показал, что ее эфиры в свою очередь способны взаимодействовать с органическими кислотами, образуя эфиры, подобные спиртам [55]. В ноябре 1853 г. он пишет Шанселю: «Салицилат метила, следовательно, является спиртом! Это скорее всего гидрат метилсалицилата



а мое новое вещество — бензоат — соответствует



Я также получил его гомолог, исходя из салицилата этила. Кроме того, я получил эфиры куминовой и янтарной кислоты (салицилата метила. — *М. Ф.*); все эти вещества прекрасно кристаллизуются» [9, т. II, стр. 137]. Итак, Жерар выявил две химические функции салициловой кислоты и выразил это своими типическими формулами.

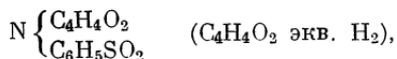
Жерар и Лоран исследовали нитро- и другие производные азобензола и азоксибензола, которые они ошибочно считали производными углеводорода $\text{C}_{12}\text{H}_{12}$ [56].

Большим событием в истории органической химии было открытие Жераром нового класса органических веществ — ангидридов одноосновных кислот [47]. Это был триумф унитарной системы и зарождавшейся теории типов. Открытие подтвердило правильность жераровских формул кислот, опровергло мнение о предсуществовании в них воды, утвердило понятие «радикал» в духе правила остатков. Жерар и Вильямсон открыли эти кислоты не случайно:

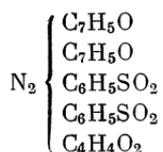
они предсказали их существование, исходя из типа воды, а затем опытным путем подтвердили это предсказание; наряду с простыми ангидридами они получили и смешанные ангидриды, что полностью соответствовало теории. Жерар открыл ангидриды уксусной, масляной, бензойной, салициловой, коричной, куминовой и других кислот. Он синтезировал смешанные ангидриды: уксуснобензойный, уксусносалициловый, бензосалициловый, уксуснокоричный, бензокоричный, уксуснокуминовый, бензокуминовый и др. Кроме того, он получил хлорангидриды: хлористый ацетил, хлористый бутирил, хлористый салицил и др.

Руководствуясь своей теорией типов, Жерар предсказывает существование вторичных и третичных амидов, получающихся в результате замещения двух или всех трех атомов водорода в молекуле аммиака, а также diketонов и диальдегидов (результат замещения обоих атомов водорода в $\begin{matrix} \text{H} \\ | \\ \text{N} \\ | \\ \text{H} \end{matrix}$ двумя кислотными остатками). Его исследования 1852—1854 гг. подтвердили, что такие соединения действительно существуют. В июне 1852 г. он сообщает Шанселю, что Кюнца получил $\left. \begin{matrix} \text{C}_{10}\text{H}_{11}\text{O} \\ \text{C}_{10}\text{H}_{11}\text{O} \end{matrix} \right\}$, т. е. дикуминил (дикетон). В этом же письме Жерар пишет: «Соколов вместе со мной занимается исследованиями амидов» [9, т. II, стр. 126]. Жерар продолжил эту работу и вместе с Кюнца опубликовал ее результаты [57].

«Работа над амидами, которую я выполняю совместно с Кюнца заочно, — пишет Жерар Шанселю, — будет закончена через месяц — два. Между прочим, мы получили интересные вещества: сульфофениламид янтарной кислоты:



чудесное вещество в виде красивых иголочек. А что Вы скажете о следующем диамиде?

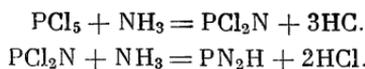


Надеюсь, что это нечто монументальное! дибензоилдисульфофенилсукциниламид! Оно кристаллизуется в иголочках»

[9, т. II, стр. 140]. Исследования амидов Жерар продолжал в Париже и Страсбурге, но эти работы [58, 59] были опубликованы уже после его смерти. В первой статье Жерар сообщает, что одноосновные кислоты дают вторичные и третичные амиды. Из двухосновных кислот образуются амиды — две молекулы аммиака, в которых два атома водорода замещены одним и тем же двухатомным отрицательным радикалом (сукцинилом, оксалилом и др.). Во второй статье описано получение хлорамидов действием пятихлористого фосфора на амид.

Открытия Жерара и Кюоцца этим не ограничились. Они синтезировали новый класс амидов — алкаламиды, в которых один атом водорода аммиака замещен кислотным остатком, а другой (или другие) — спиртовым радикалом. Перечень смешанных амидов и алкаламидов, полученных Жераром самостоятельно и совместно с Кюоцца, велик, он включает сукцинимид (амид янтарной кислоты), салицилбензоиламид, салицилкумиламид, фенилацетамид, фенилсукцинимид, фенилфталимид, фенилсуберамид, сульфобензилбензиламид, сульфобензилдибензиламид, сульфобензилдибензилсукциниламид, хлоробензамид и др.

Жерар был прежде всего органиком; больше всего внимания он уделял органической химии. Но среди его экспериментальных работ мы находим интересные исследования, посвященные неорганическим соединениям, и все они в той или иной мере связаны с разработкой его системы химических формул. Например, когда Розе открыл фосфид азота и придал ему формулу PN_2 , противоречащую правилу Лорана, Жерар [60] доказал, что фосфид Розе содержит водород и имеет формулу PN_2H [53]; по современным данным это вещество (фосфам) — полимер $(\text{PN}_2\text{H})_x$ [61, стр. 698]. Проверяя формулу Либиха для фосфонитрилхлорида $\text{P}_3\text{N}_2\text{Cl}_5$, Жерар предложил вместо нее формулу PCl_2N . По современным представлениям это соединение — полимер $(\text{PNCl}_2)_n$ [61, стр. 696]. В письме Лорану [9, т. 2, стр. 90] Жерар так объясняет образование этих соединений:

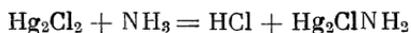


Эти исследования еще раз подтвердили правило четности. Было время, когда внимание Жерара привлекали ам-

миакааты платины. В 1850 г. он сообщил Шанселю о завершении работ над получением аммиакаатов четыреххлористой платины: «Вот как я их открыл. Я себе сказал: оба хлорида Рейзе имеют формулы $PtClN_2H_6$ и $PtClNH_3$, а хлорид Гро — $PtCl_2N_2H_6$ — получается из первой соли действием хлора². Следовательно, должен существовать другой хлорид, который можно получить из второго хлорида Рейзе действием хлора. Я действительно получил это соединение: оно кристаллизуется в октаэдрах цвета серы» [9, т. II, стр. 97]. В статьях 1849—1850 гг. [62, 63] Жерар доложил о всех полученных им аммиакатах платины и палладия; для четырехвалентного палладия он получил такое же соединение, как и для платины. Позднее установлено, что жераровский аммиакат платины («соль Жерара») является неэлектролитом, в котором лиганды находятся в *транс*-положении: $[Pt(NH_3)_2Cl_4]$. Жерару удалось получить нитраты и другие производные этого соединения.

Жерар и Лоран считали аммиакааты платины продуктами замещения водорода аммиака металлом. В соединениях двухвалентной платины, по мнению Жерара, атом платины замещает один атом водорода аммиака, а в соединениях четырехвалентной платины — два атома водорода. Так, второй соли Рейзе он дал формулу $NH_2Pt\}HCl$, а соли, полученной хлорированием соли Рейзе, формулу $NHPt\}H_2Cl_2$ ³. Первая соль Рейзе и полученная из нее соль Гро имеют, по Жерару, формулы $N_2H_5Pt\}HCl$ и $N_2H_4Pt\}H_2Cl_2$. Таким образом, Жерар, и Лоран считали, что платина и другие металлы способны давать соединения, подобные аминам; $NHPt$ они называли платинамином, а N_2H_4Pt — диплатинамином. Жерар обращает внимание на существование двух эквивалентов платины — одноатомного, замещающего в аммиаке один атом водорода, и двухатомного, замещающего два атома водорода.

Жерар исследовал также аммиакааты ртутных солей и свойства нитратов ртути [64]. Он правильно установил, что хлорная ртуть образует с аммиаком амидохлорид по реакции



² Современные формулы хлоридов Рейзе $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$ и $[Pt(NH_3)_2]_2Cl_2$, соли Гро — $[Pt(NH_3)_4]Cl_2$.

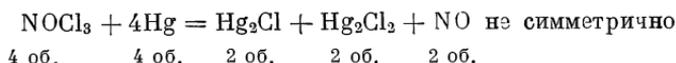
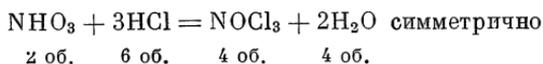
³ Принимая для платины атомный вес, равный половине истинного, Жерар изображал хлориды платины $PtCl$ и $PtCl_2$, называя их хлоридом и бихлоридом платины.

Здесь Hg_2Cl_2 соответствует HgCl_2 ; современное уравнение этой реакции



Жерар доказал существование двух основных нитратов свинца; $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ и $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ [9, т. II, стр. 185].

Жерар оспаривал мнение Бодримона, который предложил для «газов», выделяющихся из царской водки, формулу $\text{N}_2\text{O}_3\text{Cl}_4$ (6 объемов). Исследовав плотность и химические свойства этого «газа», Жерар дал ему формулу NOCl_3 . «При соприкосновении со ртутью, — пишет он, — этот газ превращается в двуокись азота (половина объема исходного газа. — *М. Ф.*), давая дихлорид и протоклорид ртути; получение последнего соединения не было замечено Бодриконом. Уравнения реакции:



Азот, очевидно, имеет два эквивалента, как и железо; возможно, что разница в объемах происходит вследствие перехода одного эквивалента в другой» [9, т. I, стр. 199]. Выводы Жерара о реакции, протекающей в царской водке, близки современным. NOCl_3 — это $\text{NOCl} + \text{Cl}_2$, которые действительно занимают четыре объема. В уравнении Жерара 4Hg соответствует 2Hg в современных атомных весах.

Для некоторых реакций органических веществ Жерар впервые начал применять хлорид цинка [65], который, по его мнению, должен заменить фосфорный ангидрид как реактив. Он пишет: «Хлорид цинка был для меня весьма полезным в реакциях получения некоторых углеводородов. Я получил с его помощью цимол⁴ из камфоры очень легко» [9, т. II, стр. 172]. Хлорид цинка применяется теперь как катализатор во многих реакциях органической химии.

Наконец, интересно отметить, что Жерар изучал точки кипения органических веществ, в частности углеводородов и органических кислот, желая найти закономерности меж-

⁴ В 1841 г. Дюма получил цимол, действуя на камфору P_2O_5 .

ду составом и температурой кипения. Так, в 1842 г. одновременно с Кошпом он предложил определять молекулярный вес углеводородов по их температуре кипения [66]. Позже он опубликовал по этому вопросу еще две статьи [67, 68], в которых пытается установить эмпирические правила аддитивности для гомологических рядов.

Из всего сказанного видно, что экспериментальные исследования Жерара обогатили химию открытиями новых классов органических соединений и многих индивидуальных веществ. Его немногочисленные работы в области неорганической химии тоже представляют несомненный интерес.

НАУЧНЫЙ МЕТОД И МИРОВОЗЗРЕНИЕ ЖЕРАРА. ПРИЗНАНИЕ И РАЗВИТИЕ ЕГО ИДЕЙ



Каждому исследователю истории химии, как и истории любой науки, понятно, что нельзя произвести правильной оценки вклада ученого в процесс становления современной науки без учета научно-исторической обстановки, в которой он творил.

К тому времени, когда Жерар вошел в науку, было открыто огромное число органических соединений. Но в химии царила дуалистическая система, искажившая многие химические формулы; не меньшие осложнения вносило применение разных систем атомных и эквивалентных весов. Поиски рациональной классификации органических соединений заставили Жерара возвратиться к эмпирическим брутто-формулам, создаваемым на основе объективных данных и не связанным с гипотезами дуалистической системы, которая допускала неопределенное число решений. Однозначность эмпирических формул должна была облегчить создание единой объективной классификации органических веществ.

Жерар не знал гипотезы Авогадро, но его идеи об унификации химических формул, о пересмотре системы атомных весов исходили из стихийного признания основного положения этой гипотезы — равенства молекулярных объемов газообразных веществ. Далее, под влиянием Лорана Жерар приходит к необходимости возродить в химии понятие молекулы как основной структурной единицы простых и сложных веществ.

Этот трудный путь к правильным химическим формулам, к разграничению понятий «атом», «молекула» и «эквивалент» Жерар и Лоран проходят медленно, ощупью. Здесь мы встречаемся с наглядным примером того, как не-

знание истории науки может стать тормозом ее развития. Путь Жерара и Лорана мог быть значительно сокращен, если бы они в начале своей деятельности познакомились с работами Авогадро.

Заслуга Жерара и Лорана, возродивших атомно-молекулярное учение, огромна. Несмотря на то, что исходные идеи этого учения были высказаны Ломоносовым еще в XVIII в., а затем на твердой экспериментальной основе возрождены Авогадро в начале XIX в., учение фактически не прижилось в химии. И только бурное развитие органической химии сделало выявление понятия молекулы исторической необходимостью, ибо истинные химические формулы органических соединений нельзя было устанавливать, не зная истинного молекулярного веса. Признание гипотезы Авогадро диктовалось острой нуждой в единой системе атомных весов и химических формул, в устранении путаницы, к которой привели атомные веса Берцеллуса и различные системы эквивалентов и химических формул дуалистического толка.

Успех Жерара объясняется прежде всего тем, что он выдвинул научный метод, коренным образом отличающийся от методов дуалистов. Жерар восстановил в химии индуктивный метод, введенный еще Лавуазье. Основой теоретических выводов Жерар считал только строгие, твердо установленные факты. По словам Бутлерова, «унитарному воззрению принадлежат весьма важные заслуги: оно изгнало немало гипотез и научило ставить факты везде на первом плане» [69, т. 1, стр. 68]. Изучение эмпирического материала органической химии привело Жерара к выводам количественного характера, дало возможность установить важнейшие правила и закономерности. Сам Жерар так характеризовал свой метод: «Он состоит в том, чтобы всегда сводить разнообразные и часто весьма сложные химические реакции органических соединений к вопросам *числового* выражения и к нахождению *отношений*» [1, стр. 388]. Жерар гордился тем, что он занимается «химической алгеброй»; самым важным для развития науки он считал установление аналогий и обобщение их в виде математических формул.

Определение молекулярного веса и установление химических формул на основе измерения плотности веществ в газообразном состоянии, установление правила четности числа атомов, открытие гомологии как общей закономерности, установление общих химических формул для ве-

ществ разных гомологических рядов — вот блестящие примеры применения Жераром количественного метода исследования. Благодаря Жерару химики все чаще стали пользоваться уравнениями реакций. Дуалисты редко прибегали к таким уравнениям, но зато часто искажали их в угоду требованиям дуалистической системы. Жерару же уравнения реакций помогали делать теоретические выводы. Так, на основании уравнений реакций разложения органических веществ он установил, что дуалистические формулы многих из этих веществ записываются в неправильном, удвоенном виде. Его правило остатков и его вывод о том, что большинство реакций является реакциями двойного разложения, тоже в известной мере вытекают из последовательного применения химических уравнений. Именно уравнения помогли ему доказать существование молекул простых газов на основе их взаимодействия с органическими веществами (например, реакции взаимодействия галогенов с органическими веществами).

Правило Жерара об основности сочетанных соединений имело ограниченное значение, но в свое время оно принесло большую пользу. Количественный подход дал возможность Жерару и Лорану установить тот факт, что некоторые элементы, например железо, имеют разные эквиваленты. Правило четности числа атомов помогало проверять химические формулы, обнаруживать ошибки анализов, верно истолковывать новые факты.

По мнению Жерара, систематизация эмпирического материала о химических соединениях была в его время наиболее важной задачей химии. Одними химическими методами нельзя узнать истинное геометрическое расположение атомов в молекуле, поэтому нужно стремиться установить хотя бы место каждого химического соединения в системе классификации. «Установить конституцию вещества, по нашему мнению, означает *не* определить расположение составляющих его элементов в молекуле, а узнать, к какому ряду оно принадлежит и какое место оно в нем занимает» [1, стр. 391]. Жерар не раз подчеркивал, что систематизация химических соединений по объективным однозначным признакам является важным орудием научного исследования. Примером может служить классификация по гомологическим рядам, а затем по типам, которая дала возможность предсказывать новые, еще не открытые, соединения.

Главная особенность научного метода Жерара — новый взгляд на молекулу как на единое целое. Эта концепция привела его к мысли о взаимном влиянии атомов в молекуле, о зависимости свойства каждого атома в молекуле от свойств остальных атомов.

Применяя принцип единства, Жерар обращает внимание на отсутствие принципиального различия между молекулами простых и сложных веществ; их внутреннее строение и химическое поведение одинаковы. Жерар считает, что нет резкой грани между органической и неорганической химией; первая — это не химия сложных радикалов, как полагали Дюма и Либих, а химия углерода. Создав общую классификацию всех веществ по химическим рядам, он включает органические соединения в ряд углерода. «Я не делаю никакого различия между неорганической и органической химией, ибо эта последняя охватывает ряд химических соединений углерода, образованный по тем же принципам, что и минеральные ряды» [70]. Позже, создав теорию типов, он еще более наглядно выразил единство органических и неорганических соединений.

Чем последовательнее Жерар применял свою концепцию об единстве, тем более правильные научные выводы он делал. Если в начале своей научной деятельности (до 1845 г.) Жерар еще придерживался учения о жизненной силе, то позже он постепенно отходит от этой концепции. Уже в 1845 г. он пишет: «Искусственное получение соединений, которые создаются в растениях и животных, становится более частым вместе с усовершенствованием химии» [71, стр. 125], а в 1853 г. высказывает мнение, что «задачей органической химии является исследование методов синтеза органических веществ вне живого организма» [20, т. I, стр. 4].

Однако, соглашаясь с тем, что химик может синтезировать из менее сложных органических соединений более сложные вещества, входящие в состав живых организмов, Жерар не признает возможным синтез белковых веществ, а тем более таких сложных систем, как кровь, мускулы, нервы и т. д. В связи с этим он выступал против сведения биологических явлений к химическим, указывая, что надо разграничить сферу биолога от сферы химика [16, т. I, стр. 4—5].

Таким образом, еще до блестящих синтезов Бертло (1850-е годы) Жерар защищал материалистическую точку зрения на роль органического синтеза, выступал против

созданной виталистами искусственной пропасти между органической и неорганической химией [72].

Не менее важной чертой мировоззрения Жерара является то, что он не абсолютизирует научных истин, подчеркивая их относительность и изменчивость. Он убедительно доказывает, что именно догматизация дуалистических формул была источником заблуждений и искажений, которые нанесли большой вред химической науке. О научных выводах Жерара Соколов, например, писал: «Они не заключают в себе ничего абсолютного, неизменного. Они способны с лучшим и более полным изучением фактов значительно расширяться» [17, стр. 19]. В предисловии к «Traité», рассматривая теории, существовавшие в органической химии в первой половине XIX в., Жерар пишет: «Каждая из этих теорий истинна в пределах фактов, на которые она опирается, и каждая из них удаляется более или менее от истины, когда она переходит эту границу и стремится стать абсолютной» [20, т. I, стр. III]. Жерар правильно понимал диалектику развития теоретических воззрений. «Я вовсе не стремлюсь недооценивать здесь те воззрения, которые история всегда будет вспоминать, ибо они имели весьма плодотворное влияние на науку. Но так как все идеи и все теории подчинены закону развития и должны мало-помалу расширяться и изменяться, думаю, что пришло время, когда необходимо привести в соответствие современные открытия и более старые теории относительно эфиров и других органических групп» [1, стр. 409].

Жерар всегда утверждал, что каждая гипотеза должна опираться только на факты, но никогда не делал из фактов фетиша. Истинный прогресс, по его мнению, состоит не в том, чтобы «умножать факты и опыты без какой-либо связи между ними, а в установлении аналогий и в их обобщении <...> только общие идеи способствуют истинному прогрессу» [1, стр. 380].

Весьма важно отношение Жерара к проблеме познаваемости внутреннего строения молекул. Чтобы правильно понять истинную точку зрения этого ученого, следует вспомнить, что его переход к эмпирическим формулам в начале научной деятельности был необходим, так как в то время рациональные формулы отождествлялись с дуалистическими. Признавая, что свойства веществ зависят от числа, природы и «порядка» расположения атомов в молекуле, он, однако, не мог согласиться с мнением дуалистов,

считавших, что в соединениях сохраняются группировки атомов исходных веществ. Расположение атомов он считал чисто физическим (геометрическим) свойством и полагал, что познать его можно главным образом физическими методами, что станет возможным в будущем. Убеденный Лораном, Жерар начал пользоваться рациональными формулами, но подчеркивал, что они выражают не расположение атомов, а только происхождение вещества и его способность к тем или иным превращениям. Именно это имел он в виду, когда говорил, что химические реакции дают возможность познать прошедшее и будущее молекулы. Однако объективно его рациональные формулы указывали на наличие определенных групп в молекуле (NO_2 , NH_4 , кислотные остатки и т. д.). Его типические формулы выражали валентность элементов, выявляли изменчивую и относительно неизменную часть молекулы. Сам Жерар не придавал своим рациональным формулам абсолютного значения, но допускал, что одно и то же вещество можно изображать несколькими рациональными формулами, которые, однако, не выражают истинного физического расположения атомов в молекуле.

Изложенное мнение Жерара нельзя считать проявлением какого-либо агностицизма в вопросе познания внутреннего строения молекул. Ведь речь шла не о формулах химического строения и не о химических связях между атомами. Все эти представления и понятия вошли в химию только после смерти Жерара. Отношение Жерара к типическим формулам надо оценивать исторически: в свое время они послужили как бы лесами строящегося здания, помогли перейти от эмпирических формул к формулам химического строения. Их историческую роль отрицать нельзя.

Бутлеров всегда подчеркивал важную роль теории типов, утверждая, что взгляды Жерара, несмотря на некоторую искусственность, были в свое время очень плодотворными, и после того, как идеи атомности получили развитие, стало очевидным значение типов Жерара. В связи с критикой теории типов Бутлеров писал: «в уости этот взгляд можно упрекнуть, но в ненаучности нельзя» [69, т. III, стр. 260]. В споре с Купером Бутлеров говорит: «Хотя типические формулы двойного разложения не могут выразить внутренней конституции тел, но это еще не значит, что такая конституция не может

быть познана, и я полагаю, что сам Жерар, считая невозможным обозначение молекулярной структуры современными химическими формулами, не думал, что познание этой структуры никогда не будет возможным» (курсив наш.— М. Ф.) [60, т. I, стр. 38]. Выступая против Н. А. Меншуткина, защищавшего «теорию замещения», Бутлеров писал: «Будь Жерар еще жив, он, конечно, не ограничился бы «замещением», потому что вполне бы сознавал его недостаточность» [69, т. I, стр. 434].

Таким образом, взгляды Жерара нельзя оценивать, исходя из современного состояния науки. Вместе с тем нельзя отрицать, что последователи Жерара, в частности Кекуле (в 1859—1862 гг.), а позже Меншуткин, ссылаясь на авторитет Жерара, высказывали ту же мысль о непознаваемости строения молекул уже после того, как возникло учение о валентности и была создана теория химического строения. После утверждения идеи Бутлерова о том, что химическое строение молекул можно установить на основе изучения химических свойств веществ, по меньшей мере анахронизмом было стремление придерживаться устаревших взглядов Жерара.

Жерар не раз высказывался в том смысле, что разрушение старого здания дуализма уже заканчивается, наступает время строить новое здание теоретической химии. Жерар никогда не преувеличивал своих заслуг. С помощью своего научного метода он создал новую систему понятий и химических обозначений, установил ряд эмпирических обобщений, создал удобные типические формулы, отражавшие новые опытные данные. Все это он считал не более как методом исследования, подготовившим почву для возникновения новой общей теории. В 1853 г. он писал: «Я, конечно, понимаю, что наука, кроме своего метода, требует своей теории (philosophie), и сегодня, мне кажется, пришло время строить (эту теорию.— М. Ф.), ибо почва уже достаточно подготовлена последними работами Малагути, Вильямсона, Гофмана, Шанселя, Каура, Вюрца, Франкланда и многих других замечательных химиков» [20, т. I, стр. III]. Из этой цитаты видно, насколько скромно и объективно оценивал Жерар свои труды. Нам же хочется подчеркнуть здесь, что он близко подошел к учению о валентности и, может быть, если бы не его безвременная смерть, он был бы одним из создателей этого учения.

Сейчас, как нам кажется, никто не будет оспаривать

того, что Жерар был одним из самых передовых и крупных ученых середины XIX в., способствуя утверждению основных положений атомно-молекулярного учения и тем самым объективности атомов и молекул. Этим самым он содействовал укреплению материалистического направления в химии. Эволюция Жерара в сторону материализма, в то время, когда господствовал витализм, характеризует передовой характер его мировоззрения. Материалистическое мировоззрение Жерара было стихийно-диалектическим; он вскрыл диалектику многих явлений и понятий. Восстановив в химии идею о двух дискретных частицах — атоме и молекуле, он утвердил представление о молекуле как об единой системе взаимосвязанных атомов, влияющих друг на друга. Не менее важно установление гомологии как общей закономерности для органических веществ. Это указало на подчиненность этих веществ одному из основных законов диалектики о переходе количества в качество. По этому поводу Маркс писал: «Молекулярная теория, нашедшая себе применение в современной химии и впервые научно развитая Лораном и Жераром, основывается именно на этом законе»¹. «Жерар открыл гомологию как общее свойство органических соединений, как некоторую закономерность, объективную связь, пронизывающую весь многообразный конкретный материал органической химии. Этот принципиально новый подход к явлению гомологической закономерности можно считать одним из самых существенных вкладов Жерара в теорию органической химии», — пишет Ю. А. Жданов [73, стр. 148].

По сравнению с господствовавшими в то время идеями взгляды Жерара были полностью революционными, он проявил большую научную и гражданскую смелость, выступая вместе с Лораном против представителей официальной науки. Активное участие Жерара в революции 1848 г. на стороне демократических и социалистических сил Франции говорит о тесной связи его научной концепции с передовым мировоззрением и прогрессивными политическими взглядами. Жерар верно оценил внутреннее направление развития науки, ход исторических событий своего времени и правильно определил свое место и как ученый, и как гражданин Франции.

¹ К. Маркс. *Капитал*, т. I, Госполитиздат, 1955, стр. 314.

Научное творчество Жерара нельзя отделить от работ Лорана. В предыдущих главах мы стремились подробно показать, каким активным было влияние Лорана на своего друга. Он способствовал усовершенствованию системы классификации, разграничению понятий «атом», «молекула», «эквивалент». С именем Лорана связано возрождение понятия — молекула простого вещества. Критические замечания и советы Лорана Жерар принимал с благодарностью, но иногда их взгляды расходились. Друзья-ученые не нашли, например, общей точки зрения в вопросе о расположении атомов в молекуле. Лоран считал, что, отбрасывая дуалистические рациональные формулы, надо стремиться к созданию других рациональных формул, хотя бы отдаленно отражающих группировки атомов в молекуле. Он признавал, что пока невозможно изображать трехмерное расположение атомов в молекуле на бумаге, но это является ближайшей задачей химии. По его мнению, открытие закона, связывающего свойства атомов с их расположением, и создание классификации, опирающейся на этот закон, было бы равносильным открытию закона всемирного тяготения в химии.

В 1845 г. Лоран писал Жерару: «В нашей совместной работе один из нас должен будет потерять свою индивидуальность. Или мы примем Вашу систему классификации, тогда я исчезну, или же, если моя классификация будет господствовать, Вы исчезнете таким же образом. Я считаю, что Ваша система будет нужна еще долгое время. Я смотрю на свою систему как на набросок, который должен каждый день подвергаться изменениям. Только Ваша классификация устанавливает четко то, что имеется *сегодня*, другая ищет то, что должно быть *завтра*. Сохраним, следовательно, нашу индивидуальность, поддерживая друг друга. Что касается меня, то я Вам обещаю горячо поддерживать Ваши идеи, которые мне кажутся правильными» [9, т. I, стр. 80].

Общность научных интересов Жерара и Лорана, их бескорыстная и беззаветная преданность науке взяли верх над личным самолюбием, и они прошли тяжелый, но славный путь борьбы за торжество передовых идей рука об руку, поддерживая друг друга морально и материально. В истории химии их имена всегда стоят рядом.

Соколов интересно характеризует научные методы Жерара и Лорана: «В Жераре особенно поражает реальность его способностей, инстинкт, руководящий им в выборе

предметов для исследования. Он постоянно берется за решение таких только задач, которые чрезвычайно важны и решение которых, кроме того, возможно при **настоящем состоянии науки**. А это не всегда случается с Лораном: иногда он увлекается вопросами, еще не разрешимыми в настоящее время, и впадает в ошибки, конечно другие, но того же самого рода, как и его предшественники» [17, стр. 10].

Ж. Жак [74] полагает, что главным предметом научного творчества Жерара была рациональная классификация химических соединений, а Лорана — познание расположения атомов в молекуле. Если согласиться с этим, то следует признать, что Жерар действительно решал задачу сегодняшнего дня химии, а Лоран — задачу завтрашнего дня. Но вместе с тем Лоран сыграл огромную роль в развитии, утверждении и распространении идей Жерара.

Мы не можем согласиться с мнением Жака о том, что мировоззрение Жерара навеяно позитивизмом, поскольку он, считая атомы и молекулы реальными и познаваемыми, не верил в возможность познания химическим путем расположения атомов в молекуле. Можно говорить о позитивизме Берглю, отрицавшего во второй половине XIX в. атомистику в целом, в том числе систему атомных весов и химические формулы Жерара, но никак нельзя приписывать Жерару те же взгляды только потому, что он до 1856 г. не видел возможностей познать геометрическое расположение атомов химическим путем. Надо учитывать, что в то время дуализм еще не был окончательно побежден и были опасения возрождения «неодуализма» под видом новых рациональных формул. И эти опасения оказались не напрасными. Как известно, после смерти Жерара многие химики, считавшие себя его последователями, начали абсолютизировать типические формулы Жерара, считая их истинными формулами строения.

Еще при жизни Жерара его идеи получили признание у наиболее передовых ученых мира. Во Франции, кроме Лорана, Малагути и Шанселя, его горячими сторонниками стали Вюрц, Наке и Делабо. Вюрц не сразу примкнул к идеям Жерара. Возможно, что здесь сказалась боязнь испортить отношения с Дюма — его покровителем, и некоторый антагонизм между Жераром и Вюрцем, но потом они сблизились и часто встречались в лаборатории Вюрца. Шерер-Кестнер², ученик Вюрца, пишет в

² Август Шерер-Кестнер (Scheurer-Kestner, 1833—1899) — химик-технолог.

своих воспоминаниях: «В то время, в 1853 г., Вюрц, профессор Медицинского института, следил с интересом за работами своего друга Жерара. Благодаря соседству их двух лабораторий Жерар часто приходил в лабораторию Медицинского института. Здесь сейчас же возникали живые, страстные научные дискуссии между ними. Жерар — человек цельного характера, резкий и неистовый, и Вюрц — пылкий, но тонкий и деликатный, спорили об атомах и молекулах. Иногда Жерар-человек, глубоко убежденный в правоте своих идей, выходил из терпения из-за возражений своего противника, и я видел, как он ломал пальцами мел, которым чертил формулы на доске» [1, стр. 198].

С 1854 г. Вюрц стал убежденным сторонником Жерара и после его смерти много способствовал развитию и распространению его идей [75]. Опираясь на теорию типов Жерара и, в частности, на представления о кратных типах, Вюрц открыл гликоль и его гомологи. Он писал: «Теория типов позволила автору этой книги дать верное толкование фактам, относящимся к глицерину. Эта же теория служила ему путеводной звездой при открытии гликоля» [76, стр. 72]. Вюрц один из первых начал преподавать систему Жерара, горячо убежденный в ее значимости: «Что касается химических теорий, то наш век не знает ничего более величественного, чем его теория» [1, стр. 441].

В Германии горячим сторонником Жерара стал Кекуле. Они познакомились еще в 1851 г. в Париже; первая их беседа длилась 12 часов [77, стр. 17], а затем они встречались не реже двух раз в неделю почти год [78].

Тесное общение с Жераром оказало большое влияние на формирование мировоззрения Кекуле, на признание им теории типов. Чтобы устранить трудности при изображении типических формул соединений со смешанными функциями, Кекуле выдвинул гипотезу о смешанных типах (1857). Главная же заслуга Кекуле в развитии идей Жерара — это то, что он раскрыл теоретический смысл его типов. Кекуле довел до логического конца понятие многоатомных радикалов, введенное Вильямсоном и Жераром, и установил прямую связь между «атомностью» (валентностью) радикалов и «атомностью» элементов; это привело его к мысли о валентности элементов, в частности о четырехвалентности углерода [79]. Исходя из своего представления о способности атомов углерода соединяться



Шарль Вюрц

цепеобразно, Кекуле объяснил смысл общей формулы Жерара для гомологического ряда насыщенных углеводов (C_nH_{2n+2}) [80]. В 1859 г. Кекуле опубликовал первый том своего учебника органической химии, построенного на основе системы Жерара. При определении молекулярного веса газообразных веществ он пользуется методом Жерара.

Важный вклад в распространение и развитие идей Жерара внесли русские ученые [27, стр. 310—321; 81]. Одним из первых в защиту идей Жерара и Лорана выступил еще в 1840-х годах А. И. Ходнев [82]. По выражению Бутлерова, «пламенным единомышленником Лорана и Жерара» был и Н. Н. Зинин. Зинин, пишет Бутлеров, «указал мне на значение учения Лорана и Жерара, на только что появившийся «*Méthode de chimie*» первого и на начало «*Traité de chimie organique*» второго; он добавил к этому

указание на значение различного характера водорода в органических соединениях и советовал руководствоваться в преподавании системой Жерара. Я последовал этим советам, и они двинули меня настолько по научному пути, что пребывание за границей в 1857—1858 г. могло уже вполне довершить мое превращение из ученика в ученого» [69, т. III, стр. 104].

В 1855 г. Зинин, Шишков и Эйзен написали Жерару теплое письмо, в котором сообщили, что они присоединяются к его учению и поздравляют с успехами жераровской системы (стр. 66). Жерар был особенно тронут тем, что Зинин, бывший ученик Либиха, порвал с теорией радикалов.

Унитарная система Жерара нашла в России благоприятную почву — ее с энтузиазмом встретило молодое поколение химиков. Об этом свидетельствует хотя бы то, что темы магистерских диссертаций Бекетова и Менделеева были посвящены развитию идей Жерара. В своей диссертации «О некоторых новых случаях химического сочетания» [38] Бекетов пользуется системой обозначений Жерара и уточняет его представления о сочетанных соединениях [83, стр. 214]. Он доказывает, что вопреки мнению Жерара, в этих реакциях выделение воды происходит за счет атомов водорода, отнимаемых от обоих исходных веществ. В этой же работе Бекетов расширяет применение правила Жерара об основности сочетанных соединений.

Бывший ученик Жерара Соколов много писал о трудах Лорана и Жерара в «Химическом журнале», издававшемся Соколовым совместно с А. Н. Энгельгардтом. «Без сомнения, «Химический журнал», — пишет Меншуткин, — не остался без влияния на легкое и быстрое распространение новых воззрений Лорана и Жерара. В конце 50-х годов преподавание в России почти повсеместно восприняло эти новые воззрения» [84, стр. 11].

Соколов не только пропагандировал новые химические воззрения, его труды явились важным вкладом в учение Жерара. Экспериментальным путем Соколов доказал существование многофункциональных атомов водорода, что вполне отвечает современным представлениям о водороде гидроксильной, карбоксильной и радикальной группы [85]. Напомним, что в теории типов Жерара не было различия между водородом гидроксильной и карбоксильной групп.

В 1856 г. появляется магистерская диссертация Менделеева «Удельные объемы» [39]. Эта работа имела большое значение для утверждения унитарной системы. Поправляя и дополняя Жерара, Менделеев приходит к весьма важным выводам, а в некоторых случаях идет дальше Жерара. Например, Жерар был явно непоследователен, когда отказался от мысли о том, что его правило — все вещества в газообразном состоянии имеют одинаковый молекулярный объем — универсально. Напомним, что его отказ объяснялся большими отклонениями, которые получались при определении плотности пара некоторых соединений (PCl_5 , NH_4Cl , H_2SO_4). Менделеев отстаивал общность гипотезы Авогадро, доказывая, что наблюдающиеся отклонения связаны с разложением этих веществ при температуре опыта. Через год Сент-Клер Девиль открыл явление термической диссоциации паров, чем подтвердил правильность предположения Менделеева.

В своей диссертации Менделеев впервые предложил формулу для определения молекулярного веса газообразных веществ по их плотности ($M = 29D_{\text{возд}}$) [86]. Пользуясь этой формулой, можно определять молекулярный вес, не зная химического состава веществ. Это был последний и наиболее важный шаг в развитии идей Авогадро и Жерара, так как и тот и другой определяли молекулярный вес искусственным методом, основанным на предполагаемой формуле вещества и плотности образующих его элементов в газообразном состоянии. Кроме того, исходя из своей формулы, Менделеев сделал заключение, что молекулы простых веществ могут состоять больше чем из двух атомов. Так, он пишет: H_2 , O_2 , S_6 , P_4 , As_4 , тогда как Жерар и Лоран ошибочно считали, что молекулы всех простых веществ состоят из двух атомов.

Уже ранние работы Менделеева много способствовали распространению унитарного учения в России [87]. Менделеев всегда подчеркивал, что для открытия периодического закона большое значение имел Первый международный конгресс химиков в Карлсруэ (1860). Он был участником этого съезда и там приветствовал новую систему атомных весов Жерара — Канницаро. Немалое влияние на создание периодической системы элементов оказала и жераровская система классификации органических соединений по гомологическим рядам [88, 89].

Унитарные идеи Менделеев последовательно проводил в жизнь при изучении любого вопроса. Считая себя убеж-

денным последователем Жерара, он часто указывал, что он широко пользовался учением французского химика в своих «Основах химии» [90].

Большую помощь утверждению атомных весов и химических формул Жерара и внедрению унитарных взглядов в неорганическую химию оказали труды Канниццаро. Итальянский ученый независимо от Менделеева, пришел (в 1858 г.) к формуле $M = 2D_{H_2}$ и, приняв гипотезу Авогадро за основу всех своих рассуждений, обнаружил непоследовательность Жерара в применении этой гипотезы при определении атомных весов металлов. Канниццаро установил правильные атомные веса металлов, соответствующие плотности паров их соединений и закону Дюлонга и Пти; система Канниццаро почти полностью отвечает современной системе атомных весов. Считая атомный вес производным молекулярного веса, Канниццаро дал объективный метод определения атомных весов и химических формул. Тем самым он способствовал установлению валентностей большинства металлов, и благодаря ему учение о валентности приобрело твердую опору. Франкланд писал: «До тех пор пока Канниццаро не положил определение атомных весов на современные прочные основы, невозможно было удовлетворительное развитие учения о валентности» [91, стр. 101].

Свои труды Канниццаро опубликовал в 1858 г. [35], но его книга не была известна широкому кругу химиков до Первого международного конгресса химиков. Центральной темой конгресса было уточнение понятий «атом» и «молекула», и именно тогда восторжествовали идеи Жерара и Лорана. Но официально это не было признано [92]. Сначала при обсуждении системы атомных весов Жерара и исправлений, внесенных Канниццаро, комиссия по редактированию решений записала, что новая система основана на «принципах Жерара». Затем, под давлением председательствовавшего Дюма, комиссия изменила «принципы Жерара» на «принципы Берцелиуса». Канниццаро был возмущен и горячо отстаивал первую формулировку. Обращаясь к Дюма, он воскликнул: «Хотя бы теперь, когда Жерар уже умер, можно было отдать ему должное!» [9, т. II, стр. 165]. Спустя несколько лет Вюрц так объяснял замену имени Жерара именем Берцелиуса: «Это была дипломатическая уловка с целью успокоить недоверчивость и оппозицию старых химиков, привести их так, чтобы они не подозре-

вали, к идеям Жерара, скрыть от них имя известного и несчастного химика» [93, т. VI, стр. 167]. Канниццаро через 11 лет после конгресса писал об этом инциденте: «Я возражал тогда, доказывая, что реставрация системы атомных весов Берцелиуса будет представлять большую двусмысленность, введенную в науку, если одновременно не будет провозглашено полное падение его дуализма <...> т. е. если открыто не будут приняты основные идеи Жерара, развитые, измененные и завершенные таким образом, как они изложены в моем «*Sunto di philosophia chimica*» [там же].

Описанный случай лишний раз показывает, как несправедливо Дюма относился к Жерару; вместе с тем он говорит о том, что позиции дуалистов были сильны и в 1860 г.

Конгресс в Карлсруэ заложил основу для развития современной химии, сделав первый важный шаг в утверждении атомно-молекулярного учения. Б. М. Кедров пишет: «На съезде в Карлсруэ столкнулись две атомистики, старая и новая, столкнулись два взгляда на дискретность материи — механистический и по существу диалектический. Победа осталась за новой атомистикой, за диалектическим по существу взглядом на строение материи, и эта победа нового над старым, диалектики над метафизикой в одном из коренных вопросов химии, победа, хотя неполная, не окончательная, имела огромное прогрессивное значение, ибо она, эта победа, стимулировала дальнейшую борьбу новых, передовых идей в химии против старых, отживших идей, дальнейшее наступление диалектики на метафизику в химии» [94, стр. 229].

В Германии и Англии новая система стала общепринятой в 1870—1880-х годах, а на родине Жерара — только в самом конце XIX в. «Все зарубежные страны,— писал Гримо,— присоединились к учению Жерара, в то время как французские химики, отказавшись от обозначений Берцелиуса, сохранили эквиваленты предложенные немецким химиком Гмелином, который сам их оставил несколько лет спустя» [1, стр. 434]. Крупнейшие химики Франции во главе с Бертло, занимавшие ответственные посты в науке и государстве, всячески препятствовали распространению идей Жерара, Лорана, Канниццаро и Бутлерова, с удивительнейшим упрямством отказывались от признания основных положений атомно-молекулярного учения, и только несколько передовых французских химиков отстаивали его.

Очевидно, здесь сказалось влияние позитивизма, который привел Бертелло и других ведущих химиков к агностическим выводам о невозможности познать атомы и молекулы, а в связи с этим и к отрицанию их реальности.

Создание Бутлеровым теории химического строения — важнейший этап развития идей Жерара. Эта теория, с одной стороны, подвела итог всему предшествующему периоду учения о молекуле, а с другой — явилась качественно новой ступенью в истории теоретической химии. Мы уже указывали, что Бутлеров высоко ценил заслуги Жерара и Лорана в разграничении понятий «атом», «молекула» и «эквивалент», в создании теории типов, подготовившей почву для учения о валентности. Но, будучи некоторое время сторонником теории типов, он в 1858—1859 гг. осознал ее отставание от накопленного фактического материала и необходимость идти «дальше Жерара» [95, стр. 56—58]. Одним из главных недостатков теории типов Бутлеров считал то, что она основывается только на реакциях двойного разложения, оставляя в стороне реакции иных видов. Обычные типические формулы не могли выразить соединений с разными функциональными группами; для этого потребовалось ввести смешанные типы (Кекуле), что сделало теорию еще более искусственной и громоздкой. Кроме того, типические формулы были весьма относительными: одному и тому же веществу придавали несколько формул.

Учение о валентности, установление четырехатомности углерода и способности его атомов соединяться цепеобразно за счет единиц валентности (идеи Кекуле и Купера) создали предпосылки для возникновения качественно новой теории строения органических соединений. Но Кекуле не смог освободиться от теории типов: он применял понятие «валентность» только для объяснения типических формул и не считал возможным познать истинное строение молекул, которое рассматривал как «физическое». Купер создал искусственные формулы, опираясь только на валентность, и часто приходил к выводам, противоречившим опытным данным. Бутлеров смело порвал с теорией типов и ввел новое понятие о химическом строении молекул, о химических связях между атомами, доказав, что это строение можно познавать с помощью химических методов, исходя из реакций превращения данного вещества. Бутлеров подтвердил свою теорию экспериментальными

работами, открыл соединения, предсказанные этой теорией. Многие закономерности и представления унитарного учения получили, благодаря теории химического строения, правильное объяснение [97].

* * *

Оценивая вклад Жерара в историю химии, его влияние на дальнейшее развитие химии, можно смело сказать, что он не просто основатель новой научной школы, а создатель нового направления в развитии химии. Жерардизмом называл это направление Гофман, ближайший ученик Либиха, перешедший затем на сторону Жерара. Благодаря Жерару и Лорану химия вышла из тупика, в который завел ее дуализм, и нашла, наконец, свое правильное русло.

Значение творчества Жерара и Лорана еще возрастет, если учесть ожесточенное сопротивление старой школы и неизмеримо трудную обстановку, в которой им приходилось работать. Соколов писал: «Мало того, что Лоран и Жерар, никогда не получали материальных средств для своих занятий, средств, играющих такую важную роль во всякой экспериментальной науке и так щедро рассылаемых во Франции другим, без сомнения менее достойным. Они были лишены даже возможности иметь непосредственных учеников, за исключением двух-трех иностранцев, совершенно свободных от местных влияний. Если с ничтожными средствами, в короткое время, только личными трудами произведено так много, если учение их, распространяемое только с помощью их сочинений, принимается уже почти всеми, то чего же можно было бы ожидать при лучших средствах, при искусных помощниках, при множестве учеников, воспринимавших живое слово, а не более или менее мертвую книгу» [17, стр. 14]. «Поиски истины,— пишет о Жераре и Лоране Вюрц,— вот их страсть, и предпочитая свою независимость своему продвижению, свои убеждения своим интересам, они поставили любовь к науке выше земных благ для себя. Что я говорю? Выше самой жизни» [1, стр. 441]. На фоне таких горячих и вполне справедливых высказываний странным кажется мнение Оствальда. Проследившая весь трагический путь Жерара и Лорана в науке, зная, как они боролись в атмосфере непонимания и преследования против устарелых воззрений, видя, как Жерар, по словам Оствальда, «пытался своей крепкой го-

ловой пробить существующие стены» [96, стр. 213], Оствальд приходит к выводу, что Жерар «большой частью *сам* воздвиг на своем пути те препятствия, о которые он должен был физически разбиться» [96, стр. 235]. Горько звучит упрек Оствальда в том, что Жерар в свое время не послушался «разумных» советов Либиха — не создавать теорий, а заниматься только открытием фактов. «При упрямстве Жерара эти советы упали на неблагоприятную почву», — пишет Оствальд [96, стр. 212—213]. И уж никак нельзя согласиться с выводами Оствальда, что центр тяжести дарования и деятельности Жерара «лежал в литературной работе», что «среди его экспериментальных открытий нет ни одной вполне оригинальной работы».

Самое поверхностное ознакомление с теоретическими и экспериментальными исследованиями Жерара полностью опровергает выводы Оствальда. И чем дальше развивалась химия, тем ярче выявлялось значение трудов Жерара. «Творчество Жерара сегодня — через сорок лет после его смерти — получает еще больше признания вместе с продвижением науки вперед», — пишет Канниццаро в 1897 г. [1, стр. 438].

В 1896 г. в Монпелье, к 80-летию со дня рождения Жерара, был установлен его бюст. Директор Института химии в Монпелье, открывая этот памятник, сказал: «Задумайтесь над биографией Жерара. За свои 15 лет борьбы получил ли он большое удовлетворение? Получил ли он какие-либо почести? Он их не знал. Но здание, которое он построил, осталось непоколебимым. И сегодня когда уже прошли годы, мы хотели бы поднять его бюст на самый высокий пьедестал. Работайте же, господа, с единственным стремлением полностью выполнить свой долг, с единственной страстью в вашем сердце — познать истину. И если иногда разочарования в жизни начнут подавлять вас и ваше мужество, то обратите ваши взоры к образу этого «великого непонятого» («le grand incompris») и продолжайте следовать по прямому пути, который указывает вам ваша совесть. Это приведет вас к единственному стоящему вознаграждению на нашем свете — беспристрастному признанию последующих поколений» [1, стр. VI].

Оратор был прав. Образ Жерара остается для нас примером беззаветного служения науке, страстной борьбы за торжество передовых идей.

ЛИТЕРАТУРА



1. *E. Grimaux, Ch. Gerhardt-fils*. Charles Gerhardt, sa vie, son oeuvre, sa correspondance. Paris, 1900.
2. *Ch. Gerhardt*. Ueber die Formeln der natürlich vorkommenden Silicate. *J. prakt. Chemie*, 1835, Bd. 4, S. 144.
3. *J. Berzelius*. Jahresbericht, Jg. 16, 1837, S. 165.
4. *J. Liebig*. Introduction a l'étude de la chimie. Paris, 1837 (Trad. de l'allemand par Ch. Gerhardt).
5. *Ch. Gerhardt*. Ueber die Constitution des Alcools und der davon abgeleiteten Verbindungen. *J. prakt. Chemie*, 1838, Bd. 15, S. 17.
6. *Ch. Gerhardt*. Sur la formule rationnelle de l'acide tartrique. Répertoire de chimie, 1838, t. 5, p. 222.
7. *Ch. Gerhardt*. Sur la constitution de sels organiques à acides complexes, et leur rapports avec les sels ammoniacaux. *Ann. chim. phys.*, 1839, t. 72, p. 184.
8. *J. Liebig*. Traité de chimie organique. Paris, 1840—1844, v. 1—3 (Trad. de l'allemand par Ch. Gerhardt).
9. *Ch. Gerhardt*. Correspondance de Charles Gerhardt, v. 1—2. Paris, 1918—1925.
10. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur la classification chimique des corps organiques. *Rev. scient. de Quesneville*, 1842, t. X, p. 145; t. XII, p. 592; t. XIII, p. 610; t. XIV, p. 580.
11. *Ch. Gerhardt*. Considérations sur les équivalents de quelques corps simples et composés. *Ann. chim. phys.*, 1843, t. 7, p. 129—143; t. 8, p. 238—245.
12. *Ch. Gerhardt*. Précis de chimie organique, t. 1. Paris, 1844.
13. *J. Liebig*. Herr Gerhardt und die organische Chemie. *Ann. Chem. Pharm.*, 1846, Bd. 57, S. 93—118.
14. *J. B. Dumas*. Loi de composition des principaux acides gras. *C. r. Acad. sci.*, t. 15, p. 935.
15. *J. B. Dumas*. Recherches sur l'engraissement des bestiaux et la formation du lait. *Ann. chim. phys.*, 1843, t. 8, p. 71.
16. *Ch. Gerhardt*. Introduction à l'étude de la chimie par le système unitaire, Paris, 1848; цит. по русск. пер. «Введение к изучению химии по унитарной системе Шарля Жерара». СПб., 1859.
17. *Н. Н. Соколов*. О современном направлении в химии. *Химический журнал*, 1859, т. I, стр. 1—26, 78—92, 167—192.

18. *Ch. Gerhardt*. Remarques sur les combinaisons des acides avec les alcalis organiques. Rev. Scient. de Quesneville (3), 1849, t. III, p. 160.
19. *Ch. Gerhardt*. Notice sur les travaux de M. Ch. Gerhardt. Comptes rendus de Gerhardt, 1850, Novembre, p. 426.
20. *Ch. Gerhardt*. Traité de chimie organique, t. 1—4. Paris, 1853—1856.
21. *Ch. Gerhardt*. Lehrbuch der organischen Chemie. Deutsche Originalausgabe vom Verfasser besorgt. Leipzig, 1854, Bd. 1—2.
22. *Ch. Gerhardt et G. Chancel*. Précis d'analyse chimique qualitative. Paris, 1855; Précis d'analyse chimique quantitative. Paris, 1859.
23. *J. Liebig*. Chimie organique appliquée à la physiologie végétale et à l'agriculture. Paris, 1841 (Trad. de l'allemand par Ch. Gerhardt).
24. *J. Liebig*. Chimie organique appliquée à la physiologie animale et à la pathologie. Paris, 1842 (Trad. de l'allemand par Ch. Gerhardt).
25. *J. Liebig*. Lettres sur la chimie. Paris, 1847 (Trad. de l'allemand par Ch. Gerhardt).
26. *J. Liebig*. Nouvelles lettres sur la chimie. Paris, 1849.
27. *М. Г. Фаерштейн*. История учения о молекуле в химии (до 1860 г.). М., 1961.
28. *A. Avogadro*. Opere scelte di Amedeo Avogadro. Torino, 1911.
29. *E. Grimaux*. Aug. Laurent. Rev. scientifique, v. 6. Paris, 1896, p. 164.
30. *J. Dumas*. Mémoire sur la loi de substitution et la théorie des types. C. r. Acad. Sci., 1840, t. 10, p. 149.
31. *A. Laurent*. Réclamation de priorité relativement à la théorie de substitution et celle de types ou radicaux dérivés. C. r. Acad. Sci., 1840, t. 10, p. 409.
32. *J. Liebig*. Über die Constitution der organischen Säuren. Ann. Chem. Pharm. 1838, Bd. 26, S. 113.
33. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur la classification chimique des substances organiques. C. r. Acad. Sci., Sept., 1842, t. 15, p. 498.
34. *A. Laurent*. Recherches sur les combinaisons azotées. Ann. chim. phys., 1846, t. 17, p. 286—298. Цит. по 9.
35. *S. Cannizzaro*. Sunto di un corso di filosofia chimica. Pisa, 1858.
36. *C. Blomstrand*. Die Chemie der Jetztzeit. Heidelberg, 1869.
37. *A. Nacquet*. Principes de chimie fondée sur les théories modernes. Paris, 1865; éd. 2, v. 1—2. Paris, 1867.
38. *Н. Н. Бекетов*. О некоторых новых случаях химического сочетания и общие замечания об этих явлениях. СПб., 1853.
39. *Д. И. Менделеев*. Удельные объемы. Соч., т. I, Л., 1937, стр. 139—323; т. 25, Л.—М., 1952, стр. 109—228.
40. *Ю. С. Мусабетков*. История органического синтеза в России. М., 1958.
41. *A. Wurtz*. Sur une série d'alcalis organiques homologues de l'ammoniaque. C. r. Acad. Sci., 1840, p. 223.
42. *A. W. Hofmann*. Recherches sur la constitution des bases organiques volatiles. C. r. Acad. Sci., 1850, t. 30, p. 146.
43. *A. W. Williamson*. Theory of aetherification. Philos. Mag., 1850, 37, p. 350; Ann. Chem. 1851, Bd. 77, S. 37.
44. *A. W. Williamson*. On constitution of salts. Chem. Gaz., 1851, p. 334.
45. *Ch. Gerhardt et Ch. Chancel*. Sur la constitution des composés organiques. C. r. Acad. Sci., Comptes rendus de Gerhardt. Rev. scient. de Quesneville, 1851, t. 41.

46. *Ch. Gerhardt*. Sur la basicité des acides. Rev. scient. de Quesneville, Juin, 1851.
47. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur les acides organiques anhydres. C. r. Acad. Sci., Juin, 1852, p. 902; Ann chim. phys., 1853, t. 27, p. 285.
48. *Ch. Gerhardt*. Recherches chimiques sur les essences (avec Cahours). Ann. chim. phys., 1841, t. 1, p. 60.
49. *J. Jacques*. Onze lettres inédites de Ch. Gerhardt. à J. B. Dumas. Bull. de la Société chimique de France, 1956.
50. *Ch. Gerhardt*. Sur l'identité de l'essence d' Estragon et de l'essence d'anis. C. r. Acad. Sci., Sept., 1844, Mai, 1845.
51. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur les alcalis organiques. Ann. chim. phys., 1843, t. 7, p. 251; C. r. Acad. Sci., Nov., 1844.
52. *W. Baker, J. Enderby*. The Structure of Metanetole. J. Chem. Soc., 1940, p. 1094.
53. *Ch. Gerhardt*. Sur une nouvelle classe de composés. C. r. Acad. Sci., Avr.—Juil., 1845; Suite de recherches sur les anilides, Sept. 29, 1845; Ann. chim. phys., t. 14, p. 125.
54. *Ch. Gerhardt*. Sur les combinaisons de l'acide sulfurique avec les matières organiques. C. r. Acad. Sci., Août, 1843; Sur la loi de saturation des corps copulés. C. r. Acad. Sci., Juin, 1845.
55. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur de nouvelles combinaisons salicyliques. C. r. Acad. Sci., Janv., 1854.
56. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur la série diphénique. C. r. Acad. Sci., Nov., 1849.
57. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur les amides (avec Chiozza). C. r. Acad. Sci., Mars, 1854.
58. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur les amides. Ann. chim. phys., 1856, t. 46, p. 129.
59. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur les amides. Ann. chim. phys., 1858, t. 53 (posthume).
60. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur les combinaisons du phosphore avec l'azote. C. r. Acad. Sci., Mai, 1846.
61. *Г. Рему*. Курс неорганической химии, т. I. Перев. с нем. под ред. А. В. Новоселовой. М., 1963.
62. *Ch. Gerhardt, A. Laurent*. De l'action de l'ammoniaque sur le chloroplatinate d'ammoniaque. Rev. scient. de Quesneville, 1849. t. 3, p. 113.
63. *Ch. Gerhardt*. Sur les combinaisons ammoniacales du platine C. r. Acad. Sci., Aout, 1850.
64. *Ch. Gerhardt*. Sur les nitrates de mercure. J. de Pharmac. et de chimie, 1848, t. 13, p. 465.
65. *Ch. Gerhardt*. Sur l'emploi du chlorure de zinc en chimie organique. Rev. scient. de Quesneville, 1843, t. 14, p. 182.
66. *Ch. Gerhardt*. Sur le point d'ébullition des hydrogènes carbonés, comme moyen de déterminer l'équivalent. Rev. scient. de Quesneville, 1842, t. 8, p. 300.
67. *Ch. Gerhardt*. Sur le point d'ébullition des hydrogènes carbonés. Ann. chim., 1845, t. 14, p. 107.
68. *Ch. Gerhardt*. Sur le point d'ébullition des acides de la série des acides homologues RO₂. Comptes rendus de Gerhardt, 1845, t. 1, p. 77.
69. *А. М. Бураев*. Соч., т. 1—3. М., 1953—1958.
70. *Ch. Gerhardt*. Recherches sur les sels. Journal de Pharmac., Paris, 1848, t. 14, p. 67.

71. *Ch. Gerhardt*. Sur une nouvelle classe de composés organiques. Ann. chim. phys., 1845, t. 14, p. 125.
72. *J. Jacques*. Le vitalisme et la chimie organique pendant la première moitié du XIX siècle. Rev. d'histoire des sciences. 1950, III, N 1, p. 32—66.
73. *Ю. А. Жданов*. Очерки методологии органической химии. М., 1960.
74. *J. Jacques*. Essai bibliographique sur l'oeuvre et la correspondance d'Auguste Laurent-Institut Grand-Ducal de Luxembourg, Section des Sciences naturelles, physiques et mathématiques. Archives. t. 22. Luxembourg, 1955.
75. *Ю. С. Мусабеков*. Ш. А. Вюрц. М., 1963.
76. *А. Вюрц*. История химических доктрин. СПб., 1869.
77. *Г. В. Быков*. Август Кекуле. М., 1964.
78. *Ю. С. Мусабеков*. Юбилей бензола. Природа, 1965, декабрь, стр. 103.
79. *А. Kekulé*. Über die Konstitution und die Methamorphosen der chemischen Verbindungen. Ann. Chem. Pharm., 1858, Bd. 106, S. 129.
80. *А. Kekulé*. Über die sogenannten gepaarten Verbindungen und die Theorie der mehratomigen Radikale. Ann. Chem. Pharm., 1857, Bd. 104, S. 129.
81. *Г. В. Быков*. Структурные теории органической химии в России. Тр. Ин-та истории естествозн. и техн. М., 1958, т. 18, стр. 165—212.
82. *Н. А. Фигуровский, Ю. И. Соловьев*. Алексей Иванович Ходнев. Тр. Ин-та истории естествозн. и техн., 1954, т. 2, стр. 19.
83. *Н. А. Меншуткин*. Очерк развития химических воззрений. СПб., 1888.
84. *Н. А. Меншуткин*. Памяти Н. Н. Соколова. Некролог. ЖРФХО, 1878, т. 10, вып 1, стр. 1—11.
85. *Н. Н. Соколов*. Рассуждение о водороде в органических соединениях. Химический журнал, 1859, т. I, стр. 118—142, 247—288.
86. *М. Г. Фаерштейн*. О роли Д. И. Менделеева в утверждении закона Авогадро. Тр. Ин-та истории естествозн. и техн., 1955, т. 6, стр. 68—85.
87. *С. А. Щукарев, Р. Б. Доброгин*. О работах Д. И. Менделеева в области атомно-молекулярной теории в период 1856—1859 гг. Тр. Ин-та истории естествозн. и техн., 1956, т. 12, стр. 1—11.
88. *Д. И. Менделеев*. Лекции по теоретической химии (литогр. текст), 1882, стр. 99—100. Архив Д. И. Менделеева при ЛГУ.
89. *Д. И. Менделеев*. Периодический закон. М., 1958, стр. 28—29.
90. *Д. И. Менделеев*. Основы химии. 8-е изд. СПб., 1906, стр. 475.
91. *A. Meldrum*. Avogadro and Dalton. The standing in Chemistry of their Hypotheses. Edinburgh, 1906.
92. *М. Г. Фаерштейн*. К столетию Первого международного конгресса в Карлсруэ. Вопр. ист. естествозн. и техн., 1960, вып. 10, стр. 24—34.
93. *С. Канниццаро*. Исторический обзор применения атомистической теории к химии. Университетские известия, Киев, 1873, № 1—6.
94. *Б. М. Кедров*. Атомистика Дальтона. М.—Л., 1949.
95. *Г. В. Быков, А. М. Бутлеров*. М., 1961.
96. *В. Оствальд*. Великие люди. Перев. с нем. СПб., 1910.
97. *Г. В. Быков*. История классической теории химического строения, М., 1960.

О Г Л А В Л Е Н И Е



Предисловие	5
Глава первая. Детство и годы учения	8
Глава вторая. Профессура в Монпелье	20
Глава третья. В Париже	43
Жерар и революция 1848 года	43
Борьба за кафедру. Смерть Лорана	48
Глава четвертая. Профессура в Страсбурге	62
Глава пятая. Теоретические работы	71
Развитие атомно-молекулярного учения до 1840-х годов	71
Система химических обозначений, созданная Жераром	82
Открытия, способствовавшие утверждению и развитию учения Жерара	99
Жерар и рациональные формулы	105
Система классификации Жерара и ее эволюция	117
Глава шестая. Экспериментальные работы	129
Глава седьмая. Научный метод и мировоззрение Жерара. Признание и развитие его идей	140
Литература	159

Моисей Герцович Фаерштейн

ШАРЛЬ ЖЕРАР

1816—1856

*Утверждено к печати
редколлегией научно-биографической серии Академии наук СССР*

Редактор *В. М. Тарасенко*

Художник *В. Алексеев*

Технический редактор *Т. И. Анурова*

Сдано в набор 14/VIII 1967 г. Подписано к печати 28/XI 1967 г.
Формат 84×108¹/₃₂. Бумага № 1. Усл. печ. л. 8,61+0,1 на мелов. бум.
Уч.-изд. л. 8. Тираж 10.500 экз. Т-16236. Тип. зак. 3341.

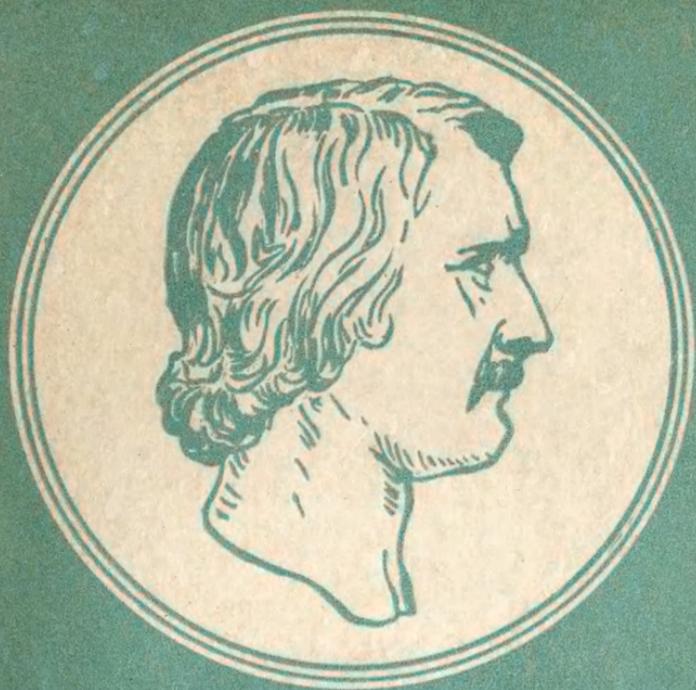
Цена 51 коп.

Издательство «Наука». Москва, К-62, Подсосенский пер., д. 21
2-я типография издательства «Наука». Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

О П Е Ч А Т К И

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
36	8 св.	что	чтобы
36	9 св.	что	чтобы
49	8 св.	C_5H_4N	C_5H_5N
92	8 св.	$H^{1/2}C^{1/2}$	$H^{1/2}Cl^{1/2}$
113	2 форм. снизу правая	$\left. \begin{array}{c} C_3O \\ {}_2H \\ NH \end{array} \right\} N$	$\left. \begin{array}{c} C_2H_3O \\ H \\ H \end{array} \right\} N$
126	2-я кол. справа 4 св.	Азотиды (фосфиды)	Азотиды оснований
126	1-я кол. справа 4 св.	Металлы (металлоиды)	Металлы оснований
126	1-я кол. справа 20 св.	(этил-амин)	(этил-амил)
127	2-я кол. слева 9 св.	бензола	бензоила
127	2-я кол. слева 2 св.	Тиоацетат, этилы	Тиоацетат этила
136	4 св.	ЗНС.	ЗНСІ.
137	5 св.	$[Pt (NH)_3_2Cl_2]$	$[Pt (NH)_3_2Cl_2]$

Шарль Жерар



ШАРЛЬ ЖЕРАР

51 коп.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»