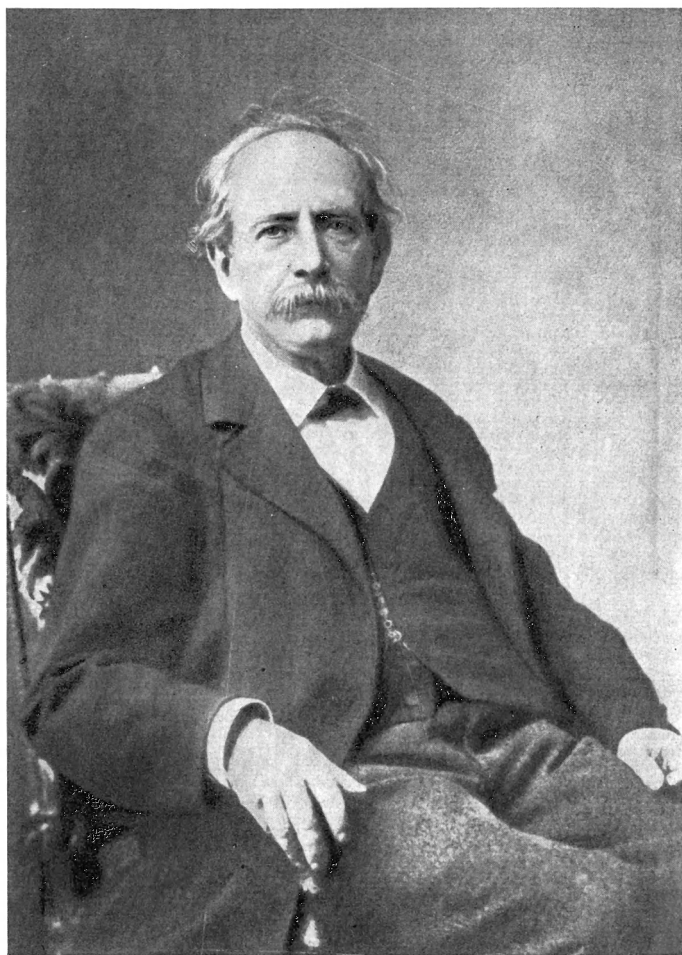


АКАДЕМИЯ НАУК СССР







*Марселен Бертло*

Ю·С·МУСАБЕКОВ

МАРСЕЛЕН  
БЕРТЛО

1827 – 1907



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
Москва 1965





## ВВЕДЕНИЕ

**М**арселен Бертло — человек необычной судьбы: еще при жизни он стал почти легендарной личностью. И действительно, его можно поставить в ряд ученых, чьи имена связаны с множеством открытий.

В его творчестве прежде всего поражают большое дарование, проникновенность исследовательской мысли и объем оставленного им научного наследства. Из-под пера Бертло вышло около трех тысяч публикаций: здесь 60 томов фундаментальных книг и много статей, заметок, речей, рецензий, газетных выступлений. Его деятельность охватывает почти все отрасли науки того времени.

Среди трудов Бертло имеются исследования, касающиеся многих разделов химии, превосходные работы по физике, биологии и агрономии, истории науки и искусства, археологии, философии, педагогике, лингвистике, этике и эстетике [1]. Наиболее глубокий след ученый-энциклопедист оставил в органической химии, термохимии, химической динамике и статике, в общей и аналитической химии, истории химии, в химии взрывчатых веществ, биохимии, а также в агрономии — этой древнейшей профессии человечества. Многочисленные свои открытия и идеи он пытался внедрить в практику при жизни; для этого он несколько лет работал на химическом заводе и четверть века проводил научные исследования на опытной сельскохозяйственной станции недалеко от Парижа.

Смело можно утверждать, что редкий ученый удостоивался таких почестей при жизни, какие выпали на долю Бертло. Он был избран в состав почти всех академий мира; юбилей, посвященный пятидесятилетию его научной деятельности, был пышно отмечен во Франции и многих других странах. В честь Бертло писались поэмы, выбивались медали, его именем названы площадь перед Коллеж де Франс и улица в столице Франции.

О Марселене Бертло написано много работ на разных языках, но все это сравнительно небольшие статьи и очерки преимущественно юбилейного характера. Наиболее содержательный очерк о жизни и творчестве Бертло составлен Эмилем Юнгфлейшем и опубликован в 1913 г. в журнале Французского химического общества [2]. Однако это произведение можно назвать лишь материалами для научной биографии Бертло, так как оно очень фрагментарно, в нем делается упор на биографию ученого и нет систематизированного анализа его трудов в различных отраслях знания. Впрочем, то, что сам Юнгфлейш хорошо понимал это, отражено даже в названии его статьи — «Notice sur la vie et les travaux de Marcellin Berthelot», т. е. «Заметка (справка, статейка) о жизни и работах Марселена Бертло».

Из других источников, которые могут быть использованы для научной биографии Бертло, следует назвать хорошо иллюстрированный сборник документов о праздновании 50-летия научной деятельности ученого [3]. Здесь собраны описания торжеств в Париже 24 ноября 1901 г., тексты приветствий, приводится перечень делегаций и т. д.

Интересными литературными источниками являются также статьи У. Рамзая [4], К. А. Тимирязева [5], Г. Бредига [6], содержащие личные воспоминания о Бертло. Почти все остальные произведения о Бертло написаны на основе упомянутых статей, особенно широко использованы статьи Юнгфлейша [2] и сборника [3].

Специального упоминания заслуживают следующие работы о Бертло на русском языке: брошюра Добросердова, выпущенная в Казани в 1902 г. [7]; большая статья Вальдена [8], вначале появившаяся в «Chemiker-Zeitung», а затем выпущенная отдельным изданием в Риге; содержательная брошюра Шарвина [9], изданная в Ленинграде в 1928 г. Эти три работы написаны ярко, содержат некоторые оригинальные трактовки, но также в основном базируются на источниках [2, 3]; к тому же они изобилуют неточностями и фактическими ошибками библиографического, хронологического и переводческого характера. Особенно это касается работы Вальдена.

В период празднования столетия со дня рождения Бертло Академия наук СССР выпустила сборник [10], который состоит из четырех статей, написанных Д. П. Коноваловым, И. А. Каблуковым, С. П. Вуколовым и Б. Н. Мен-

шуткиным. Оригинальной является статья С. П. Вуколова о работах Бертло со взрывчатыми веществами; три других автора написали свои статьи на основе уже опубликованных работ и не внесли почти ничего нового в трактовку творческих достижений Бертло.

Из этого беглого обзора основной литературы \* о Бертло можно заключить, что хотя о крупном французском ученом написано немало, но до сих пор нет монографического исследования даже на французском языке.

Автор настоящей книги делает попытку заполнить этот пробел в историко-научной литературе. Многолетнее изучение научного наследства Бертло, всех написанных о нем произведений, а также изучение архивных материалов позволило автору установить ряд неизвестных в литературе фактов и прийти к новой трактовке отдельных сторон творчества великого энциклопедиста.

Бертло больше, чем кто-либо другой из французских химиков, находился в контакте с русскими учеными. Взаимное влияние Бертло и русских химиков было значительно большим, чем считалось до сих пор. Из архивных документов и некоторых французских источников выясняются чрезвычайно интересные подробности парижских юбилейных торжеств 1901 и особенно 1927 гг. Большой и неизвестный в литературе фактический материал о столетнем юбилее Бертло мы находим в манускриптах В. Е. Тищенко, В. Н. Илатьева и в других рукописях, хранящихся в архиве АН СССР. Эти материалы позволяют также уточнить и освежить некоторые трактовки трудов Бертло.

При систематизации трудов Бертло, знакомстве с библиографией его печатных работ было установлено, что число его опубликованных книг, статей, заметок и речей почти в два раза больше по сравнению с ранее приводимым его биографами. Один этот факт убеждает нас в недостаточном внимании историков науки к одному из самых крупных ученых XIX и начала XX в.

В семи главах книги (III—IX) рассматриваются труды Бертло в различных отраслях химии, сельского хозяйства и истории науки. Указанные главы написаны на основании первичных источников — сочинений Бертло, это позволило внести коррективы, а также развить многие высказывания Бертло по отдельным вопросам.

---

\* Дополнительные источники см. в библиографии [15—25].

Большой интерес представляют философские и общественно-политические взгляды Бертло, которые не были проанализированы химиками — биографами ученого. Поэтому было целесообразным отдельную главу книги посвятить мировоззрению ученого.

Описать жизнь и творчество Бертло — значит в какой-то мере описать историю культурной и политической жизни Франции второй половины XIX в., полной ярких и потрясающих событий. Вот почему повествование о Бертло мы попытались вести на фоне социально-политической истории его родины.

Длительное изучение трудов Бертло, переписки, биографических материалов естественно вызвало у автора любовь и привязанность к этому ученому. Но подлинная любовь должна сопровождаться большой взыскательностью. Именно поэтому автор считал нужным останавливаться на заблуждениях и ошибках Бертло, которые старались обойти и затушевать другие его биографы, писавшие преимущественно юбилейные статьи. Критический подход ко всем идеям Бертло тем более оправдан, что в глубокой старости мудрый химик-мыслитель нашел в себе силы отказаться от большей части своих заблуждений и воспринять наиболее прогрессивные и перспективные взгляды.

Очень полезным оказалось широкое обсуждение рукописи. Автор выражает искреннюю благодарность за помощь и ценные советы С. А. Погодину, Н. М. Раскину, Ю. И. Соловьеву, В. И. Кузнецову, А. А. Макарене, В. В. Разумовскому, С. А. Щукареву.



**ЖИЗНЕННЫЙ ПУТЬ МАРСЕЛЕНА БЕРТЛО****Детство и годы учения**

**Ш**ьер Эжен Марселен Бертло родился 25 октября 1827 г. в Париже в семье врача. Отец будущего химика доктор Жак Мартен Бертло и мать Эрнестин Софи Клодин Биард воспитывали сына в республиканском духе.

О своем детстве Марселен Бертло говорит: «На нашем угловом доме висел один из тех фонарей, которые сыграли такую роковую роль в эпоху великой революции, но ни мы никого и никто нас на нем не вешал... Я был воспитан, окруженный любовью близких, в республиканских традициях, под грохот пушек и треск ружей, среди баррикад и восстаний эпохи Луи Филиппа, революции 1848 года и июньских дней» [26, стр. 59]. Первыми воспоминаниями ребенка были окровавленные раненые, которых приносили перевязывать и лечить к его отцу.

Жак Бертло, сын кузнеца, волонтера 1792 г., жил в густо населенном районе Парижа, работал врачом, преданным своей гуманной профессией и своим скромным пациентам. Мать свою Бертло запомнил как веселую, живую, экспансивную и властную женщину. От отца, который ввел его в науку, Бертло перенял свободолобие, твердость характера и верность долгу. Рос ребенок болезненным и сохранил о детстве преимущественно тяжелые воспоминания. «Я знал ласку матери и преданную любовь отца, однако я не сохранил в памяти счастливого детскогорая, о закрытых золотых дверях которого сожалеет так много людей. Детство мое, омраченное болезнями, оставило во мне больше воспоминаний о тяжелых днях, чем о радостных и безмятежных. И в тот счастливый час, когда мне исполнилось 10 лет, меня начала мучить неуверенность в безопасности

будущего. С тех пор меня никогда не удовлетворяло настоящее. Это заставило меня напрягать волю и смотреть вперед, чтобы предвидеть опасность и смело бороться с встречающимися трудностями» [27, стр. 7],—говорит Бертло во введении к переписке с Ренаном. Из-за отсутствия домашнего благосостояния мальчик скоро встретился с материальными трудностями.

Почти вся жизнь Бертло, за исключением непродолжительных путешествий, прошла в небольшом бедном квартале Парижа на улице Монту вблизи башни Сен-Жак-ля-Бушери. Любимым местом прогулок мальчика был тенистый сад позади Собора Парижской Богоматери.

Исключительно одаренному Бертло учеба давалась очень легко. Вначале он посещал маленькую школу по соседству; там Бертло научился быстрому устному счету, что очень пригодилось ему в дальнейшем при изнурительных вычислениях аналитического и термохимического характера. Затем он продолжал учебу в коллеже Генриха IV. Обучение здесь было поставлено хорошо. Опытные преподаватели старались развивать различные дарования учеников, прививали им навыки систематического труда. Особое внимание уделялось литературе, истории и философии; естественные науки играли тогда второстепенную роль. «В моей юности в коллеже Генриха IV я увлекался латинскими стихами, риторическими четверостишиями. В то время процветали такие упражнения, ныне устаревшие; я не буду приводить вам моих старых латинских стихов. В тот же период я писал много французских стихов на близкие мне сюжеты» [26, стр. 62].

В коллеже Генриха IV вокруг Бертло собрался кружок друзей, из которых в дальнейшем выдвинулось много видных деятелей французской культуры: академики Фуке, Леблан, профессора Лениен, Абут, Тене, сенаторы Кламагеран, Дельсоль, Амель и другие.

Все экзамены в коллеже, а затем в Парижском университете Бертло сдавал блестяще, всегда первым. На многих учебных конкурсах он оказывался победителем.

Бертло одинаково хорошо усваивал все науки — точные, естественные и гуманитарные. Знание нескольких языков (он владел немецким, английским, латинским, греческим, санскритским, древнееврейским) наряду с хорошей естественнонаучной и гуманитарной подготовкой всю жизнь помогало ему в универсальной научной деятельности. Клас-

сическое образование, полученное Бертло, оказывало влияние и на его отдых. Во время каникул, которые он проводил в деревне, Бертло читал Платона в оригинале, он редко расставался с томиками Лукреция, Тацита или «Божественной комедией» Данте.

Многие труды Бертло в дальнейшем поражали современников не только оригинальностью содержания, но и изысканностью формы, проявлением в них энциклопедической образованности автора.

На общем конкурсе всех лицеев Франции юный Бертло получил премию за философское сочинение. Вскоре он сдал экзамен на бакалавра (аналогично получению у нас аттестата о среднем образовании) «по литературе», а затем «по наукам». Он долго колебался в выборе специальности, ему нравилось многое. Идя по стопам отца, он два года изучал медицину, прослушал несколько курсов лекций профессоров-медиков, одновременно занимаясь точными науками. Уже в конце первого года занятий медициной, т. е. в 1849 г., он получил на физико-математическом факультете университета степень «лиценциата физических наук». И все же окончательный выбор области исследований еще не был сделан; интерес к гуманитарным наукам у Бертло не исчезал.

На время подготовки к степени бакалавра Бертло, как это было тогда принято, поместили в пансион, который оплачивался за счет небольшой стипендии, выдаваемой коллежем. Здесь он встретился и крепко сдружился на всю жизнь с Эрнестом Ренаном, будущим историком, востоковедом и философом. Бертло было тогда 18 лет, а Ренану 22 года; он только что отказался от церковной карьеры, к которой его готовили, и занял скромное место репетитора в пансионе Крузе. Из изданной в 1898 г. переписки Бертло с Ренаном мы узнаем многие подробности этой плодотворной дружбы, длившейся тридцать лет. В предисловии к «Переписке» Бертло писал: «И в юности, и в зрелом возрасте у меня были, конечно, друзья и кроме Ренана, но теперь, когда почти все мои современники ушли, я должен признать, что ни с кем я не был связан узами более тесными и никто, сходя в могилу, не причинил мне более острого горя и не оставил в моей душе более зияющей пустоты» [27, Introduction].

Друзья-юноши, одинаково жадные к знанию, вышли из разной среды и прошли разную школу. Интересны выска-



звания Ренана об этой дружбе: «То, что нам удавалось увидеть вместе, мы считали верным. Когда мы познакомились, у меня оставалась еще нежная привязанность к христианству. Бертло также сберег остатки христианских верований, заимствованных у отца. Однако нескольких месяцев было достаточно, чтобы перенести все это в область воспоминаний».

Бесконечные дружеские беседы сопровождались взаимным подтруниванием, колкостями. Например, как-то они вместе проходили мимо кладбища, и Ренан заметил: «Это единственное место, получить которое ты не стремился». Ренан шутил над поношенным сюртуком художавшего Бертло, а тот в свою очередь прохаживался по поводу трусливости толстяка Ренана и т. д.

Философские взгляды Бертло и Ренана объединяла вера в объективность законов природы, хотя эти взгляды были во многом различными.

Во время подготовки к экзаменам на бакалавра Бертло вместе с Ренаном посещал также Коллеж де Франс, где они слушали лекции по философии и физико-химическим наукам. Из ученых, оказавших на него наибольшее влияние, Бертло называет Пелуза, Реньо, Дюма, Бальяра, Шевреля, Био, Клода Бернара, Сент-Клер-Девилья. Всем им впоследствии Бертло посвятил опубликованные в разное время очерки. С исключительной теплотой пишет Бертло о Реньо, отзываясь о нем как о человеке, который, может быть, и не обладал энциклопедичным образованием, но дал никем не превзойденные образцы точного экспериментирования.

Работать в лаборатории Бертло начал сравнительно поздно, в 1849 г., т. е. в возрасте 20 лет; он избрал частную химическую лабораторию Пелуза.

В те времена государственные ассигнования на развитие науки почти не выделялись. Во Франции, Германии, Англии, России по инициативе отдельных химиков создавались лаборатории, в которых молодые люди могли за скромную плату (в Париже за 100—150 франков в месяц), на принципе самокупаемости, изучить методику химического эксперимента и под квалифицированным руководством опытного ученого провести самостоятельное исследование.

Т. Ж. Пелуз, занимая должность «директора опытов в Монетном дворе», организовал лабораторию, и она успеш-

но выполняла свои функции в течение десяти лет — с 1849 по 1859 г. Лаборатория находилась в просторном помещении, занимающем два этажа в глубине двора, перед садом. Начинаящие ученики работали в больших залах, а более опытные химики проводили свои исследования в комнатах поменьше. Посредине самого большого зала находилась застекленная будка, из которой лаборант присматривал за учениками. Одновременно в лаборатории работало до 30 человек; в основном это были сыновья промышленников, готовивших своих детей к деятельности в развивающейся во Франции индустрии. У Пелуза работали многие крупные открытиями: Жерар, Лоран, Каур, Собреро, Барресвиль, Жирар и др. Пелуз впоследствии заслуженно гордился громкими именами своих бывших учеников. Работой лаборатории очень интересовались и ученые смежной специальности, например знаменитый физиолог Клод Бернар.

Начав экспериментировать в лаборатории Пелуза, Бертло вскоре был назначен ассистентом с оплатой 600 франков в год. Он руководил занятиями начинающих по общей и прикладной химии.

Колебания в выборе специальности, по-видимому, кончились. Бертло за кратчайший срок настолько освоился в лаборатории, что не только обучал студентов, но и проводил оригинальные исследования на собственные темы в области физики и химии, двух смежных наук, которые уже в то время развивались, взаимно оплодотворяя друг друга. В 1850 г. в докладах Парижской академии наук и затем в *Анналах химии и физики* появились первые статьи Бертло, с которых начинается творческий путь молодого ученого.

### **Расцвет дарований**

Первые исследования Бертло относились больше к физике, чем к химии. Он изучал сжижение газов, в частности углекислоты, аммиака и хлора, под влиянием расширяющейся ртути, а также исследовал некоторые явления принудительного расширения жидкостей. В статье «О простом и безопасном приеме демонстрирования сгущения газов, в частности углекислоты», представленной Парижской академии наук 27 мая 1850 г., Бертло пока-

зал, что сжижение газа при известных температурных условиях нельзя осуществить при помощи одного лишь давления. Это положение неоднократно затем подтверждалось в трудах Менделеева, Дьюара, Эндрьюса и других ученых и сформировалось в представление о критическом состоянии газов.

В начале 1854 г. Бертло занял должность препаратора (ассистента) у Баляра в Коллеж де Франс, заменив Жели, и оставался в этой скромной должности восемь лет. В письме от 23 февраля 1851 г., адресованном министру, с просьбой назначить Бертло лекционным ассистентом Баляр писал: «Можно надеяться, что господин Марселен Бертло сумеет использовать для развития науки положение, которое я для него прошу» [2, стр. XVIII—XIX]. Трудно было лучше оправдать надежды Баляра, чем это сделал Бертло. Он развернул обширную научную деятельность, которая всегда поощрялась и поддерживалась его добродушным шефом. Впоследствии, в некрологе, посвященном Баляру (1 апреля 1876 г.), Бертло подчеркивал, что главной заботой влюбленного в науку профессора была помощь всем, кто желает творить.

В лаборатории Баляра Бертло выполнил блестящие работы по глицерину, многоатомным спиртам и углеводам, изучил терпены и синтезировал камфору; он осуществил знаменитые синтезы спирта из этилена и воды, а также муравьиной кислоты из окиси углерода и воды. В эти же годы Бертло доказывает возможность синтеза из элементов и очень несложных исходных веществ огромного числа разнообразных органических соединений: бензола, нафталина и фенола из уксусной кислоты при температуре красного каления, а также различных других продуктов. Всемирную славу Бертло принес синтез в 1853—1854 гг. жиров из глицерина и высших органических кислот. Об этих научных победах Бертло изучающие органическую химию узнают обычно уже на вводных лекциях или из первых страниц учебников.

В апреле 1854 г., продолжая занимать должность ассистента, Бертло получил научную степень доктора физических наук за диссертацию «О соединении глицерина с кислотами и о синтезе основ животных жиров» (1854). Через четыре года он приобрел степень фармацевта первого класса за другую диссертацию — «Новые исследования веществ, аналогичных тростниковому сахару»

(1858), в которой описал два новых сахара: трегалозу и мелизитозу.

Баляр гордился своим помощником. Правда, Бертло, углубившись в свои исследования, иногда забывал своевременно приготовить нужные препараты. Это вызывало недовольство профессора, которое он высказывал публично; но уважение и привязанность Баляра к Бертло возрастали. Баляр засвидетельствовал это своими многими добрыми делами.

Когда в 1859 г. для Бертло (не без участия Баляра) организовали кафедру органической химии в Высшей фармацевтической школе, он был уже большой знаменитостью. В Фармацевтической школе до этого времени органическая химия рассматривалась как приложение к минеральной; ведение ее поручалось помощникам профессора. До Бертло эти функции выполнял Каванту, затем Клобри. Последний изъявил желание перебраться на кафедру токсикологии. Жан Батист Дюма, инспектор народного образования, поддерживал инициативу создания отдельной кафедры органической химии, что и было оформлено правительственным декретом. 2 декабря 1859 г. Марселена Бертло пригласили возглавить эту новую самостоятельную кафедру.

В дальнейшем Бертло параллельно с экспериментальными работами начинает публиковать крупные монографии, в которых критически обобщает свои достижения и работы предшественников и закладывает основы новых направлений в химии. Прежде всего он делает это в его ставшей классической двухтомной «Органической химии, основанной на синтезе», первое издание которой вышло в 1860 г. [28].

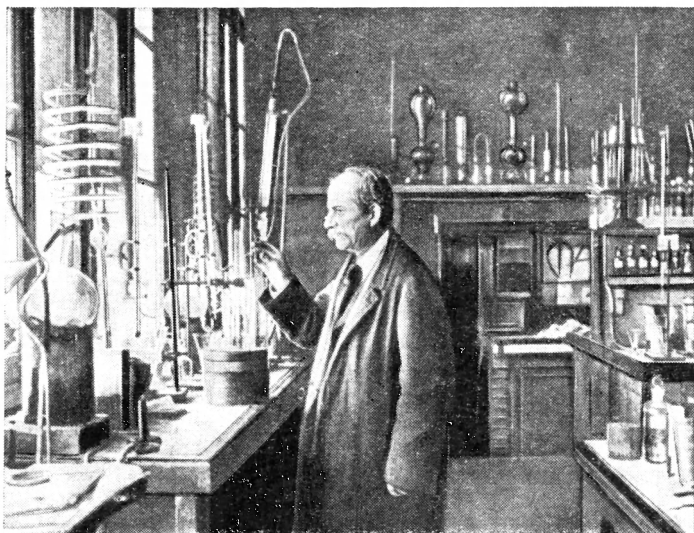
В 1864 г., при содействии историка и министра Дюрюи, для Бертло была создана отдельная кафедра органической химии в самом прославленном, старейшем и демократичном высшем учебном заведении Парижа — в Коллеж де Франс.

Основанный в 1530 г. Коллеж де Франс имеет свои традиции. Здесь обязательного студенчества нет; лекции читаются бесплатно и всем доступны, экзамены и зачеты отсутствуют. Поэтому слушать профессоров приходят только подлинно заинтересованные люди. Анатоль Франс восхвалял этот университет в следующих своеобразных выражениях: «Я очень люблю Collège de France, и по разным причинам. Там преподают самые старые науки в мире

наряду с самыми новыми. Образование, которое дают там, ничему не служит и поэтому сохраняет несравненное благородство. Лекторы и профессора, гласит афиша, говорят о чем хотят и как хотят. В этом старом доме приятно то, что он открыт для всех новостей. Там учат всему, и я хотел бы, чтобы учили еще и остальному... Я не знаю ничего более привлекательного, чем молодые науки, которые не простились еще с детскими сказками. И я хотел бы, чтобы Collège de France снисходительно принял всех в свое лоно... Это учреждение соединяет в себе старые приемы и новые методы. Это телесное общество, где каждый свободен, потому что все мудры. Там понимают, что юность иногда бурлива, а старость любит вздремнуть. Там должны быть счастливы. У каждого учителя своя аудитория. Одного слушают молодые ученые, другого — элегантные женщины, третьего — несколько заябших стариков. И каждый имеет собственную белую афишу у дверей своего дома» [9, стр. 20—21]. Бертло быстро привязался к Коллеж де Франс и впоследствии посвятил статью-воспоминание этому демократичному французскому учебному заведению. В воспоминаниях Бертло тепло отозвался о своих учителях и друзьях по коллежу — Баляре, Дюма, Био, Клоде Бернаре, Мажанди, Реньо и других [26, стр. 50—52].

Бертло начал свою деятельность в Коллеж де Франс с объявления о том, что им будет прочитан курс «Общие методы синтеза в органической химии», включающий 32 лекции. Первая лекция состоялась 2 февраля 1864 г. В том же году этот первый курс органической химии Бертло появился в печати [29] в виде большого тома в 545 страниц, а затем переиздавался за рубежом [30]. В последующие годы Бертло читал другие оригинальные курсы, например, по термохимии и химической механике, по анализу газов, которые также издавались, переиздавались и переводились.

Баляр уступил Бертло часть своей лаборатории в Коллеж де Франс; затем это помещение было несколько расширено, но никогда оно не отличалось достаточными размерами и удобствами. В светлых комнатах верхнего этажа проводились термохимические исследования, внизу — синтетические и аналитические. По свидетельству В. Ф. Лугина, отопление термохимической лаборатории было устроено нецелесообразно. В этой лаборатории Бертло проработал 42 года и приходил туда накануне своей кончины.



*М. Бертелло в лаборатории*

Шестидесятые годы XIX в. можно охарактеризовать как следующий период в творчестве Бертелло. Это время ознаменовалось не менее блестящими открытиями. В области органического синтеза Бертелло осуществил получение ацетилена из элементов в пламени электрической дуги и конденсацию ацетилена в ароматические углеводороды, т. е. провел свои знаменитые пирогенные синтезы. Совместно с Пеан де Сент-Жилем были экспериментально разработаны теория эфиобразования и представление об обратимых реакциях, т. е. заложены основы кинетических исследований и учения о химическом равновесии. Эти работы помогли Бертелло в 1863—1865 гг., частично в сотрудничестве с Флирье (после смерти Сент-Жиля), изучить процессы созревания и старения вина. Далее Бертелло предложил несколько других методов синтеза ацетилена, он осуществил ряд изящных синтезов при помощи электрических разрядов, перебросил «мосты» между жирными и ароматическими соединениями, выдвинул теорию минерального происхождения нефти из металлоуглеродов (карбидов) через ацетилен. К этому же периоду творчества Бертелло

относится разработка им универсального метода гидрирования органических веществ при помощи йодистого водорода.

В 1869 г. Бертло вместе с Баляром, Тенаром и Вюрцем поехал в Африку и принимал там участие в торжествах по случаю открытия Суэцкого канала. Это путешествие направило мысли Бертло в сторону историко-химических исследований; но ученый осуществил свои замыслы только через несколько лет, так как в это время (1870) на родину Бертло надвинулась большая беда — началась франко-прусская война.

Прусские войска осадили Париж. Обескровленная неудачной войной Франция делала отчаянные усилия, чтобы отстоять свою столицу. Страна обратилась к ученым, и они мобилизовали все свои знания, чтобы изыскать ресурсы для спасения родины.

Бертло возглавил Ученый комитет защиты Парижа, развернув энергичную деятельность. В состав комитета входили химики и физики Альмейда, Бреге, Фреми, Жамеи, Ружери, Шютценберже. По просьбе президента республики, в помощь этому комитету был организован второй комитет, в который входили Деленэ, Кэль, Клапаред, Жевело и Ролан. За короткий срок в осажденном Париже удалось наладить литье пушек, превосходивших по качеству немецкие, обеспечить производство селитры и черного пороха, пироксилина и динамита, которые только начали тогда применять. Работы по взрывчатым веществам в этот тяжелый для Франции период настолько захватили Бертло, что он до конца жизни занимался ими, поставил изучение взрывчатых веществ на физико-химические рельсы, разработал научные основы химической баллистики. Подробности фундаментальных исследований Бертло, посвященных химии и технологии взрывчатых веществ, теории взрывных процессов вместе с описанием некоторых интересных деталей обороны Парижа, читатель найдет в шестой главе книги. Здесь же мы упомянем нехимические работы ученого комитета, возглавляемого Бертло.

Из всех вопросов, связанных с обороной страны, наиболее остро выдвигался вопрос об изыскании средств связи отрезанной столицы с окрестностями. Трудность была преодолена, хотя и упрощенно: почта в виде микроскопических текстов, отпечатанных на фотопленках, пере-

правлялась при помощи азростатов и голубей. Одновременно исследовалась возможность использования оптического телеграфа и электрической связи, при которой бы Сена играла роль проводника.

Рассматривалась также возможность применения дирижаблей. Один дирижабль уже начали строить, но не успели закончить до капитуляции. Парижане высоко ценили патриотическую деятельность Ученого комитета и всячески ему помогали.

После восстановления республиканской жизни Франции научный и общественный авторитет Бертло достиг своей высшей степени. Он был избран членом Парижской академии наук (1873), постоянным сенатором, генеральным инспектором высшего образования (1876), был награжден высшими орденами, председательствовал и состоял членом в многочисленных комиссиях. Иностранные академии, различные научные корпорации и высшие учебные заведения соперничали в выборе в свой состав первого химика Франции. В 1876 г., по предложению А. М. Бутлерова и других русских ученых, Марселен Бертло избирается членом-корреспондентом Петербургской академии наук.

Бертло — активный член Парижского химического общества, в которое он вступил 9 июня 1858 г., т. е. почти с момента его возникновения. В течение тридцати лет он оставался советником общества, в развитии которого был всегда глубоко заинтересован. Общество издало ряд его книг, написанных в форме лекций по актуальным проблемам химии. В 1866 г. Бертло в первый раз избирается президентом общества; в 1875 и 1892 гг. его избрание повторяется, а с 1900 г. общество избирает Марселена Бертло своим бессменным почетным президентом, отмечая, что «общество выражает ему благодарность за поддержку, которую он часто оказывал ему, и за тот успех, которым оно пользуется благодаря его гениальности».

Естественно, что общественно-научная и просветительская деятельность отнимала у Бертло много сил и времени. Но, к счастью, он был настолько влюблен в научные поиски, что ни на день не прекращал этих поисков, не покидал лаборатории. Бертло всегда был прежде всего ученым-исследователем. За последние тридцать пять лет своей жизни он создал и развил еще несколько важнейших циклов исследований.



Свои термохимические исследования Бертло начал в шестидесятые годы; первая статья, посвященная этой тематике, появилась в 1865 г., однако на нее не было обращено должного внимания. Большинство биографов неточно считает, что начало его термохимических разработок относится к 1869 г. В то время они уже вылились в новое, широко обобщенное и систематизированное научное направление; наряду с обширным потоком статей и лекций на эту тему были выпущены монографии и справочники. Пожалуй, термохимия прославила Бертло в такой же степени, как и химический синтез. Химическая механика и теория взрывных процессов разрабатывались им на термохимической основе.

Уже в преклонном возрасте Марселен Бертло еще раз удивил научный мир серией фундаментальных монографических трудов о древнем периоде возникновения и развития химических знаний. Одновременно он выпустил очень интересную книгу о Лавуазье и многочисленные статьи о своих современниках — химиках и физиках. В историко-научных исследованиях Бертло в полной мере проявились оригинальные стороны его творчества — обширные знания как в естественных, так и в гуманитарных науках, превосходное владение языками, критический ум и способность к смелым обобщениям.

Из естественных наук Бертло проявлял живой творческий интерес к физиологии животных и растений, к вопросам агрономии. Сотни статей и шесть томов книг по этим вопросам, подытоживших его изыскания в течение тридцати лет, дают основание причислить его к основоположникам и биологической и агрономической химии. Наиболее оригинальным открытием Бертло в биохимии и агрономии было выявление им причины и механизма теплообразования в живом организме, а также открытие основного пути связывания свободного атмосферного азота микроорганизмами в почве. Все эти работы французского химика проводились на высоком научном уровне, с замечательным экспериментальным мастерством и со смелыми, но хорошо обоснованными выводами.

Философские и общественно-политические взгляды Бертло отражены в четырех томах его сочинений, выпущенных в 1886—1906 гг. Это — «Наука и философия» (1886), «Наука и мораль» (1897), «Наука и воспитание» (1901) и «Наука и свободная мысль» (1906). Увлекательно,

остроумно и с изяществом написанные статьи названных четырех сборников вместе с опубликованным томом его переписки с Ренаном достойны самого тщательного изучения.

### На посту министра

В период царствования бездарного Наполеона III, которого К. Маркс и Ф. Энгельс охарактеризовали как «посредственного и смешного» человека, Бертло держался в тени. Но когда во Франции восторжествовала республика, единственная форма правления, которую Бертло признавал, он считал себя обязанным посвятить часть своего времени общественному служению в государственном аппарате. В 1871 г. он был избран депутатом в Париже, хотя и не выставлял своей кандидатуры. В дальнейшем он сделался бессменным сенатором и занимал ряд ответственных постов: главного инспектора высшего образования, вице-президента комитета народного просвещения, члена высшего совета изящных искусств.

По рекомендации сената 11 декабря 1886 г. Бертло был назначен министром народного образования и изящных искусств. В течение почти шести месяцев, с присущей ему добросовестностью, он старался улучшить состояние просвещения в родной стране, много писал по этому поводу, произносил речи, отличавшиеся неумолимой логикой и красотой формы. Некоторые из этих выступлений дошли до нас и даже спустя восемьдесят лет читаются с большим интересом. В сенате, в палате депутатов он горячо говорил о настоящем и будущем народного образования во Франции, о необходимости критики, развития демократии, об исторической неизбежности отделения церкви от школы. Любопытна его речь, произнесенная на кладбище Пер-Лашез, на могиле жертвам пожара в здании Комической Оперы.

Из министерства народного образования он ушел 30 мая 1887 г., после этого пожара. Тимирязев пишет: «Бертло считал, что, стоя во главе ведомств, он несет главную ответственность за то, что в одном из них (театральном.— Ю. М.) не были приняты все меры безопасности. После трогательной, покаянной речи на могиле многочисленных, по большей части молодых жертв, он подал в отставку. Как это далеко от нравов и обычаев других стран, где в подобных случаях виновным всегда оказывался какой-нибудь стрелочник». [5, стр. 175].

Здесь необходимо подчеркнуть, что на посту министра народного образования Бертло нанес и существенный ущерб делу просвещения. Это был период, когда он противостоял передовым атомистическим теориям и своим авторитетом насаждал во французской высшей и средней школе консервативные взгляды, тормозя тем самым научный прогресс. Более подробно мы это рассмотрим на стр. 207—213.

Второй раз возглавить министерство Бертло дает согласие уже в возрасте 68 лет. Хорошо знавшие и высоко ценившие Бертло как ученого люди были естественно удивлены новым его назначением 2 ноября 1895 г. на должность министра иностранных дел, сферы, далекой от обычного для него круга интересов. Франсис Шарме, заместитель министра иностранных дел, ведавший политической информацией, и соратник Бертло по Французской академии, так дипломатично оценил деятельность своего шефа: «Неожиданное назначение его на должность министра иностранных дел оправдывается некоторыми обстоятельствами. У нас имеется тенденция не увольнять со службы хорошо зарекомендовавших себя людей: такая же участь постигла и Бертло; причиной этому действительно послужила его настоящая работа. Но эти щекотливые вопросы мало кому известны, и я думаю, имею право сказать, что Бертло был мудрым, осторожным и хорошо знавшим свое дело министром... Находясь в разногласиях с коллегами, он предпочел уволиться, чем покориться им. Выслушивая мнения других о себе, он был прост, скромен, сдержан; я не знаю поступков более благородных в жизни народного слуги» [2, стр. XXXV]. В этой неясной, завуалированной оценке Шарме пытается представить все в розовом свете. Нам трудно судить о том, насколько он прав, так как многие теневые стороны деятельности Бертло-дипломата остаются пока не выясненными.

Министр иностранных дел Бертло произносил речи, вошедшие в сборники его гуманитарных произведений, писал ноты иностранным державам. Когда в Турции проходила волна зверских избиений армян и некоторые «христианнейшие державы» были озабочены охранением «суверенных прав султана», Бертло послал в Турцию ноту протеста.

С поста министра иностранных дел Бертло ушел 29 марта 1896 г. Тимирязев ссылается на «слухи о столк-

новениях с представителями одной державы», причем считает, что это была царская Россия. Рамзай придерживается другого мнения. Он считает, что с поста министра иностранных дел Берто ушел потому, что был противником англо-французского соглашения, отражающего колониальные притязания обоих европейских государств по отношению к Сиаму (Таиланду). С трудом удалось заставить Берто подписать англо-французский договор относительно Сиам, после чего он немедленно подал в отставку.

В общих чертах деятельность Берто на двух министерских постах можно, пожалуй, оценить следующим образом. По складу своего характера, по образу жизни этот ученый-естествоиспытатель навряд ли был удачной кандидатурой на такие высокие административные должности в государственном аппарате. И, по-видимому, французам не следует сожалеть, что Берто понедолгу стоял во главе министерств.

### **Пятидесятилетие научной и общественной деятельности**

Очень немногие ученые с мировым именем при жизни удостоивались такого признания и таких почестей, которые выпали на долю Марселена Берто. Еще в 1861 г. он стал кавалером ордена Почетного легиона; в 1863 г. был избран членом Медицинской академии по отделению медицинской физики и химии; в 1876 г. становится почетным профессором; в 1880 г. — членом высшего совета искусств; в 1881 г. — бессменным сенатором. Он получал много наград, например Лондонское королевское общество отметило его медалью Дэви, затем медалью Коплея.

В 1894 г. Немецкое химическое общество избрало Берто (вместе с Менделеевым, Бейльштейном и Фриделем) в число почетных членов; в 1900 г. он получил большой крест ордена Почетного легиона по случаю Всемирной парижской выставки.

В 1854 г. Парижская академия наук присудила Берто премию в 2000 франков за работу по синтезу жиров. К этой премии его представила комиссия, в которую входили Шеврель, Вельпо и др. В 1860 г. Берто от Академии наук получил премию Жекера, в 1867 г. — второй раз ту

же премию; в обоих случаях они были присуждены за достижения в области органического синтеза.

Но избрание Бертло в состав Парижской академии наук проходило с осложнениями. В 1857 г. со смертью Тенара появилась вакансия по отделению химии. Бертло в списке кандидатов стоял третьим и получил 7 голосов; но был избран Фреми. В 1867 г. умер Пелуз. В рекомендованном списке химиков Бертло вместе с Кауром стоял за Юрцем, который и был избран. Через год Дюма стал непременным секретарем Академии, опять освободилась вакансия. В этот раз Бертло в списке числился первым, но избрали Каура.

В 1873 г. со смертью Дюамеля появилась вакансия по физической секции. В списке кандидатов на это место было тринадцать человек. Бертло стоял третьим; при выборах, состоявшихся 3 марта, Бертло, наконец, был избран большинством голосов. Итак, крупнейший химик Франции попал в число академиков в качестве физика. Впрочем, мы знаем, что у него было много заслуг и в этой отрасли науки. В 1889 г. Бертло стал непременным секретарем Академии, заменив Пастера, решившего оставить эту хлопотливую должность.

Благодарность современников особенно ярко проявилась в день пятидесятилетия научной деятельности Бертло и вылилась в большой международный праздник науки и культуры. Французская академия избрала Бертло в 1901 г. в число «сорока бессмертных»\*, в качестве премника математика Жозефа Бертрана.

Первая научная работа Бертло увидела свет в 1850 г. Поэтому полувекковой юбилей его научного творчества должен был отмечаться в 1900 г. Бертло писал об этом Тимирязеву в 1898 г., в пору празднования тридцатилетней деятельности последнего. Через год Бертло подтвердил это на словах при встрече с Тимирязевым в Париже; он сказал, что его юбилей, по-видимому, совпадает с открытием памятника Лавуазье, по случаю чего Бертло должен был произнести речь. «Единственным учреждением, поздравившим его, по моему предложению, в надлежащий срок, — пишет Тимирязев, — был Московский университет.

---

\* «Бессмертными» французы в шутку называют сорок членов Французской академии литературы. Естествоиспытателю быть избранным в состав этой академии считается особенно почетным.

Но когда мы с В. Ф. Лугининым приехали в Париж на открытие памятника Лавуазье и привезли Бертло приветственный адрес, оказалось, что юбилей, неизвестно почему, отложен. Сам Бертло заболел (или сказался больным) и даже не присутствовал на открытии памятника, к чему, будучи председателем комитета по сооружению, так давно готовился. Мне всегда казалось, что ему хотелось услышать из уст своих собратий те слова, которые поставлены мною в заголовке этой статьи («Лавуазье XIX столетия». — *Ю. М.*) и которые невольно напрашивались бы при совпадении чествования двух великих химиков. И он их, наконец, услышал через год, — но из уст беспристрастного немца (Эмиля Фишера. — *Ю. М.*). Эта отсрочка юбилея была, конечно, делом многочисленных завистников и врагов Бертло, на что, как увидим, будто намекает в своей речи Лейг» [5, стр. 175—176].

В 1901 г. был создан юбилейный комитет, который возглавил Дарбу — неперемный секретарь Парижской академии наук. В состав этого международного комитета вошли многие видные ученые различных стран: Аррениус, Байер, Бейльштейн (от Петербургского университета), Каяниццаро, Э. Фишер, Гребэ, Либен, Лугинин (от Московского университета), Муассан, Патерно, Рамзай, Розебом, Роско, Ван-дер-Ваальс, Лебо и др. Торжества прошли 23—24 ноября.

В. В. Шарвин очень образно описывает прибытие самого Бертло на торжественное заседание в Сорбонну: «В воскресенье 24 ноября 1901 г. в Париже по направлению от набережной Вольтера к Сорбонне шел пожилой и заметно согнувшийся человек среднего роста. На его высокий лоб был надвинут не первой свежести цилиндр, из-под которого выбивались с боков седые пряди волос и блестели серые с пронизательным взором глаза. Седые, довольно длинные усы свешивались над тонко очерченными губами. Бритый подбородок уходил в белый, небрежно повязанный шарф, торчавший из-под воротника наглухо застегнутого, тоже весьма немодного пальто. Этого человека, который как будто несколько спешил и не хотел быть узнаваемым, легко можно было принять за старого профессора, скромного доктора или поседелого в делах бюрократа.

Однако торопился он на этот раз не по делам службы, а направлялся к большому амфитеатру Сорбонны, где

появления его ждали 3800 человек. Здесь были председатели обеих палат, министры, послы, депутаты, академики и целый совет ученых знаменитостей — французских и иностранных. Там должен был его встретить сам президент Французской республики, который только что предлагал доставить его в собрание в своей коляске с почетным эскортом кирасир. Все это блестящее общество собралось, чтобы приветствовать в день пятидесятилетнего юбилея первого химика Франции Марселена Бертло, и это он торопливо шагал по направлению к Сорбонне, стыдливо пряча ленту Почетного легиона Большого креста под своим пальто» [9, стр. 5].

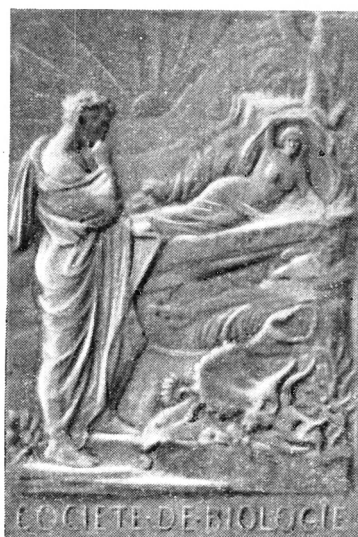
В президиуме торжественного заседания сидели президент республики, многие министры, сенаторы, известные ученые. Первые речи произнесли министр народного образования Лейг, председатель юбилейного комитета академик Дарбу, от Академии наук академик Фуке. Далее выступили крупнейшие ученые, преимущественно химики. Все они были единодушны в высочайшей оценке заслуг Бертло перед наукой и человечеством. И это естественно. Полувековой юбилей такого выдающегося ученого, как Бертло, проходил в столь торжественной обстановке, что для описания его заслуг могли быть пригодны эпитеты только в превосходной степени.

Ниже мы приведем ряд наиболее ярких выдержек из речей и адресов, преподнесенных юбиляру представителями чуть ли не всех государств.

От имени французской общественности министр Лейг обратился к Бертло со словами: «Отечество вас прославляет. Весь цивилизованный мир вас приветствует здесь голосами своих послов. Ваши труды завоевали вам будущее. Все споры смолкли. Ваше имя окружено покоем и великим блеском. Вы, полный жизни и сил, присутствуете здесь с нами, но мы видим вас уже сквозь даль истории, в глубоком покое бессмертия».

Анри Муассан обратился к Бертло со словами: «Вы уничтожили мистическое действие жизненной силы и показали, что если ученый и не может приготовить клетки или сосуда, то он в состоянии воспроизвести известные процессы, непосредственно протекающие в этой клетке или сосуде» [3, стр. 28].

Эмиль Фишер в адресе от Берлинской академии наук чествовал Бертло следующими словами: «Королевская



*Медали Сельскохозяйственного общества, выбитые к 50-летию научной деятельности М. Бертелло*



Прусская академия наук в Берлине дала мне почетное поручение сердечно поздравить вас с сегодняшним праздником и передать, что она считает себя счастливой иметь вас иностранным членом нашей академии... В экспериментальных науках быстрое накопление новых фактов и непрерывное совершенствование методов исследования имеет своим досадным и в то же время неизбежным следствием суживание круга идей, в котором ученый чувствует себя как дома. Так и в химии выявилась далеко идущая специализация, которая привела к тому, что эта большая наука породила ряд дисциплин. Единственный из живущих химиков, сумевший оградить себя от этого раздробляющего влияния роста нашей науки, — это вы. Ваш гений, ваша беспримерная способность к труду позволила вам не только охватить, но и обогатить все области науки. Минеральная химия и органические синтезы, физическая и биологическая химия получили одинаково много вкладов из рога изобилия ваших наблюдений, глубины вашего ума и вашей способности охватывать многочисленные отрасли науки. Мы благодарны вам за ряд монументальных трудов, как «Термохимия», «Органическая химия», которые считаются классическими произведениями химии. Но стремительные научные исследования, которые стимулируют возникновение нового, приобрели для вас также историческое значение. Овладев в совершенстве современной наукой и вооружившись превосходным знанием языков, вы создали труды «Химия в средние века» и «Собрание древних химических рукописей». Оглядываясь на длинную вереницу ваших блестящих достижений и гениальных творений, мы приносим вам наше почитание и сердечные поздравления. Вместе с народами всего мира мы храним надежду, что вы еще многие годы сможете служить мировой науке. Эмиль Фишер» [3, стр. 44—45].

Не менее ярким было и послание Немецкого химического общества. «Общество в Берлине, — пишется в послании, — считало за счастье занести ваше прославленное имя в список своих почетных членов и теперь плет вам сердечные поздравления в связи с годовщиной начала вашей научной деятельности.

С обоснованной гордостью вы можете сегодня оглянуться более чем на пятидесятилетнюю неутомимую исследовательскую деятельность, которая в такой мере доступна только немногим ученым. Бесперывно во все час-

ти нашей многоразветвленной науки вливался широкий поток ваших экспериментальных исследований, и мы всегда видим вас, участвующего с неослабевающим энтузиазмом в этом развитии. Описать влияние этих бесчисленных работ на прогресс химии может решиться только историк. Но некоторые вехи этого длинного и прекрасного пути исследований мы сегодня вспоминаем, как проявление дани уважения к вам.

Классической работой о глицерине, к которой прикнули многочисленные эксперименты с углеводами, вы создали представление о многоатомных спиртах, принесшее органической химии несомненную пользу. Искусственное получение муравьиной кислоты, углеводов и спиртов из элементов, приготовление жиров из глицерина и кислот принадлежат к блестящим достижениям органического синтеза и являются источником для многих дальнейших открытий в этой области. Известными способами образования сложного эфира вами была создана основа для систематического исследования обратимых химических процессов. Аналогично этому, основополагающее значение получило исследование вами взрывчатых веществ.

Не меньшим обязана вам биология за важные наблюдения в процессах брожения и ассимиляции атмосферного азота.

Но прямо исполинской является та работа, которую вы в продолжение почти сорока лет посвятили термохимии; не считая отличных методов, которые вы ей подарили и которые с изобретением калориметрической бомбы достигли высшей степени точности, преобладающее большинство величин, собранных в вашем монументальном труде «Термохимия», определены вами или вашими учениками.

Бесперывная интенсивная работа над разнообразными экспериментальными проблемами не помешала вам одновременно осуществлять обширную писательскую деятельность. Изданные вами малые и большие учебники стали и вне Франции богатым источником знаний для химиков, а своими историческими трудами вы затмили все, что было создано после Германа Коппа в историческом аспекте нашей науки.

Учитывая все эти великие дела, будущий историк химии, не колеблясь, причислит вас к столпам химической

науки и поставит ваше имя рядом с именами ваших соотечественников—Лавуазье, Гей-Люссака, Дюма, Пастера.

Нам, вашим современникам, приятно выразить свою благодарность и искреннее пожелание вам плодотворно работать многие годы на благо человечества.

Я. Г. Вант-Гофф, президент, Эмиль Фишер, вице-президент, Адольф Пиннер, секретарь, Вильгельм Вилль, секретарь» [3, стр. 47—49].

От имени Амстердамской академии наук ее президент Бакузен и секретарь Ван-дер-Ваальс отмечали, что Шведская академия считает честью иметь Бертло «с 1881 г. среди своих знаменитых иностранных членов». Далее особенно подчеркивались заслуги Бертло в создании новых методов исследований, его смелые научные обобщения.

В большом адресе Амстердамского университета было написано: «Мы приветствуем в вашем лице ученого, который создал главную базу синтеза в органической химии и на основе термохимии провел обширные и фундаментальные исследования; который создал новые методы очень важные как для физики и физиологии, так и для химии, который научил нас измерять и вычислять силу взрывчатых веществ; который на основе представления о химическом равновесии сделал наблюдения исключительной важности; который расширил наши познания о технических растениях и химических превращениях в процессе их развития» [3, стр. 124].

От Копенгагенской академии теплое поздравление прислал долголетний соперник Бертло в области термохимии: «Датская королевская академия, счастливая считать вас среди своих членов, передает вам свои горячие поздравления и выражает самое живое восхищение вашими научными работами, важность и оригинальность которых она высоко оценила. Мы надеемся, что в будущем вас ожидает много счастливых лет и что вы еще очень долгое время сохраните силу и несравненную энергию, таким красноречивым показателем которой является непрерывный тяжелый труд. Юлиус Томсен, президент» [3, стр. 129].

Описание юбилейных торжеств 1901 г. составило большой и хорошо иллюстрированный том «Пятидесятилетие

1851-1901

CINQUANTENAIRE SCIENTIFIQUE

DE

M. BERTHELOT

24 NOVEMBRE 1901



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Quai des Grands-Augustins, 55.

—  
1902

*Титульный лист сборника документов о праздновании 50-летия научной деятельности М. Бертелло*

научной деятельности М. Берто», изданный в Париже в 1902 г. [3]. Значительную часть книги занимают поздравительные адреса (общее число их достигает 140) от научных учреждений и деятелей разных стран. Кроме цитированных приветствий можно упомянуть адреса от президента Лондонского королевского общества Хуггинса, от Королевского института, подписанный Круксом, большое число поздравлений из русских городов и от русских ученых. Поздравления прислали Аррениус, Байер, Розебом, Канныцаро, Патерно и др. Тексты наиболее интересных приветствий вошли в сборник [3]. Далее в нем приводятся длинные списки авторов телеграмм и писем из различных стран: Франции, Германии, Англии, Аргентины, Австралии, Бельгии, Болгарии, Дании, Египта, США, Венгрии, Греции, Италии, Японии, Мексики, Норвегии, Нидерландов, Португалии, Сербии, Швеции, Швейцарии, Турции.

После речей Лейга, Дарбу, Муассана, Париса, Гуйона, Шаво, иностранцев Рамзая, Гладстона, Рейнгольца, Либена, Гвареска и после того как Трост огласил список зарубежных обществ, приславших приветствия, поднялся на трибуну Берто, встреченный бурей продолжительных оваций. Наконец, он получил возможность говорить. Речь его была настолько яркой и содержательной, что мы считаем полезным привести из нее наиболее примечательные места.

«Господин президент, господин министр, мои дорогие собраты, коллеги и друзья, и вы, молодые люди, мои ученики и друзья!

Я глубоко тронут и смущен приемом, который вы сейчас мне оказали. Эти почести служат выражением не только вашего уважения ко мне; я должен их отнести также и к моему возрасту, и к моему длительному труду, и к некоторым услугам, которые я смог оказать родине и своим ближним. Что касается моего возраста, то ваша симпатия заставляет гореть последним пламенем светильник, готовый угаснуть в вечной ночи...

Мы можем заявить во всеуслышанье, что ни один из ученых, сделавших величайшее открытие, не может претендовать на признание каких-то своих исключительных заслуг. Наука — главным образом коллективное творчество, осуществляемое в течение продолжительного времени усилиями тружеников всех возрастов и всех наций,



*Медаль работы Шапленя*

объединенных в силу молчаливого соглашения стремлением найти истину и применить ее к условиям существования всех людей.

Господа! Прежде на ученых смотрели, как на небольшую группу любителей и праздных людей, живших за счет тружеников и занимавшихся наукой лишь из любопытства и собственного развлечения. Это несправедливое мнение, это предубеждение, которые так неверно отражали нашу преданность истине и наши заслуги, исчезли, когда развитие науки показало, что законы природы применимы на практике промышленности, результатом чего явилась замена старых методов более прогрессивными, основанными на наблюдении и опыте. Кто сегодня осмелится смотреть на науку как на бесплодную забаву, когда она обеспечивает общий рост личного и национального благосостояния...

Наука — благодетельница человечества. Осязаемая польза научных достижений заставила власти понять, что научная работа должна поощряться, так как она приносит всеобщую пользу в области экономики и здравоохранения. Но это только одна сторона применения науки; она все больше распространяет свои притязания. Сегодня наука вторгается одновременно и в сферу материального производства, и в области культуры и общественной мора-

ли. Под ее влиянием современная цивилизация осуществляется все более быстрыми темпами...

Значение ученого, как индивидуума и как класса, в современном государстве непрерывно растет. Не забудем, что соответственно растут и его обязанности по отношению к другим людям. Не ради удовлетворения его личного, эгоистического чувства оказывают такое внимание ученому. Нет, а потому, что уже сознают, что ученый, достойный этого имени, посвящает свой бескорыстный труд великому делу нашего времени; я хочу сказать, делу улучшения, — на наш взгляд, слишком медленного улучшения, — участи не только богатой и благоденствующей, но и самой бедной, обездоленной части человечества...

Вот что мой друг Шаплен нашел нужным выгравировать на этой прекрасной медали, которую мне собирается вручить президент республики. Я не знаю, в какой мере я соответствую этому благородному идеалу, созданному мастером, но я знаю, что всегда старался сделать из служения родине и истине единственную цель моей жизни» [3, стр. 75—78].

Почти каждая фраза вдохновенной речи прерывалась аплодисментами, которые затихали, чтобы вскоре вспыхнуть с еще большей силой. Когда речь была закончена, многотысячная аудитория, стоя, долго приветствовала великого ученого. Президент обнял Бертло и вручил ему от имени Франции большую памятную медаль.

Талантливо выполненная Шапленом медаль изображает Бертло сидящим за лабораторным столом. Ученый задумчиво смотрит вперед, занятый какими-то своими мыслями. Две женские фигуры, олицетворяющие Родину и Истину, возвышаются над ним. Истина при помощи зеркала отражает на Бертло лучи от светильника, а Родина венчает его лаврами. На медали выгравированы даты пятидесятилетия 1851—1901 и три надписи: «Химический синтез. Проводник знания человечеству. За Родину и Истину».

Чествование ученого в Париже завершилось под звуки «Марсельезы» и возгласы «Да здравствует республика!», «Да здравствует Бертло!» Так химики всего мира чествовали старейшину своей науки\*.

---

\* Вальден отмечает, что «интернациональный ученый мир не удостоил его до сих пор величайшего отличия — Нобелевской пре-

## Трудоспособность Марселена Бертло

Индивидуальные особенности творчества Бертло представляют большой интерес. Обширностью своих знаний, быстротой интеллектуальной реакции, превосходной памятью, строго логичным мышлением, организованностью и феноменальной трудоспособностью он поражал всех, знавших его в течение более чем семи десятилетий — от школьных лет до глубокой старости. С юных лет он наладил ритмичный и хорошо продуманный образ жизни, позволявший ему полностью раскрывать свое природное дарование. «Я решил, — писал он впоследствии, — с наивным доверием молодости пополнить мои знания основами всех наук и распределил часы моего тяжелого труда на дни и недели, полагаясь на мою работоспособность и способность запоминать все мгновенно. Мне не нужно говорить, что уже тогда я почти понимал сущность моих стремлений» [27, стр. 6].

Бертло называли чудом, исполином духа. Рамзай в 1878 г. говорил, что не встречал человека с более быстрым мышлением. Задерживаясь на какой-либо мысли, Бертло тут же видел многие подробности ее разветвлений, предусматривал многочисленные следствия, делал остроумные и забавные замечания; он был очаровательным собеседником, охотно прислушивался к альтернативным доводам и удивлял всех последовательностью и восхитительной мечтательностью. Вместе с тем у Бертло с юношеских лет проявились сильный характер и чувство долга — черты, унаследованные им, очевидно, от отца и воспитанные родителями и школой. Будучи очень подвижным, он сохранил на всю жизнь лихорадочную страсть к работе, трудился при всяких условиях и обстоятельствах. Он работал непрерывно, считая, что длительное напряжение мысли, длительный интерес и внимание приводят к появлению новых идей и открытий. «Судьба одаривает только подготовленные умы», — говорил его собрат по науке Луи Пастер.

---

мии» [8, стр. 87]. Аналогичный упрек Шведской академии наук можно сделать и по поводу ее недостаточного внимания к гениальным открытиям Менделеева. Но частично можно и оправдать амстердамских «научных судей». Нобелевские премии начали присуждать с 1901 г., когда открытия Бертло и Менделеева были уже в прошлом.



Вальден поражался тем, что кажущийся слабым Бертло выдержал свыше пятидесяти лет напряженной непрерывной работы. Однако Вальден ошибался; несмотря на кажущуюся внешнюю слабость, Бертло всю жизнь, с юношеских лет, отличался завидным здоровьем. По свидетельству Лугинина, гостивший у него 77-летний Бертло ежедневно совершал горные прогулки. В 80-летнем возрасте, накануне смерти, он прошелся пешком от железнодорожной станции до своей лаборатории в Медоне.

Нам хочется остановиться на одном из количественных показателей творческой энергии Бертло. Он — автор огромного числа печатных трудов. Его биографы называют разные числа опубликованных им статей и книг — от 600 до 1800. Мы установили, что даже вторая цифра сильно занижена. Бертло (как и некоторые другие ученые) имел привычку одно и то же исследование в разных вариантах и с различной полнотой публиковать в двух-трех журналах и изданиях. Все эти статьи, брошюры и книги закономерно рассматривать как отдельные библиографические единицы. Подсчеты показали, что при жизни Бертло за пятьдесят семь лет (1850—1907) вышли из печати 2872 его произведения.

Это — книги (около шестидесяти томов), брошюры, журнальные и газетные статьи, речи, сборник писем. При дальнейших уточнениях это число, по-видимому, еще немного увеличится, но и без того оно не может не поражать воображение своей исключительностью. За всю историю науки ни один химик не был автором стольких публикаций, среди которых очень многие считаются по праву классическими, оказали огромное влияние на развитие науки и до сих пор продолжают служить делу научного и культурного прогресса.

Небезынтересно привести некоторые подробности численной характеристики публикаций Бертло. Если привести данные о публикации работ по десятилетиям, то это будет выглядеть так:

Годы	Число публикаций	Годы	Число публикаций
1850—1859	150	1880—1889	729
1860—1869	404	1890—1899	605
1870—1879	657	1900—1907	328

Три десятилетия (1870—1900) принесли наибольший количественный «урожай» — по 600—700 публикаций каж-

дое десятилетие. В отдельные годы Бертло печатал более чем по сто статей \*. Например, в 1877 г. их было напечатано 123, в 1880 г. — 101 и т. д. Другими словами, он в эти годы в среднем каждую неделю публиковал по две работы. Недаром Ю. Либих, представляя своего французского коллегу в 1869 г. в состав Баварской академии наук, писал: «Бертло должен быть отнесен к тем из современных химиков, кто оказал наиболее сильное и решительное влияние на развитие органической химии; он продолжает обогащать ее почти ежедневно (разрядка наша. — Ю. М.) новыми и удивительными открытиями» [9, стр. 27].

Кроме необозримого числа статей и книг Бертло, вызывает удивление и их тематическое разнообразие. Сегодня он пишет о перегное и его роли в развитии растения, завтра сообщает об окрашивании драгоценного камня радиоактивным излучением, послезавтра — об анализе бронзы из древних Египта и Персии; почти в то же время он публикует статьи о газопроницаемости кварцевых сосудов при высокой температуре, о термохимии гемоглобина, о составе алкалоидов стрихнина и бруцина и т. д. Перечисленные работы были выполнены почти восьмидесятилетним человеком.

В старости Бертло меньше времени находился в лаборатории, но больше засиживался за письменным столом. Читал он по-прежнему очень много, делая постоянно многочисленные выписки и сортируя их в строгом порядке. Хорошо систематизированными сохранились и его лабораторные журналы. Все вычисления результатов опытов он производил сам, быстро и точно, расходуя горы бумаги. Подвижнический труд Бертло достоин пристального изучения и подражания.

В последние годы жизни число публикуемых Бертло работ несколько снизилось, но и тогда выходило из печати еще очень много его статей и книг: в 1904 г. вышло 43 работы, в 1905—35, в 1906 г. — 24. В последний год жизни Бертло успел выпустить новую большую монографию «Практический учебник анализа газов» (495 стр., Париж, 1906 г.), книгу «Археология и история наук», второе

---

\* Все числа, которые приводит Вальден [8, стр. 86] для характеристики «продуктивности гения» Бертло, неверны; они сильно занижены. Еще более далеки от истины сведения Бредига [6], Добросердова [7] и других биографов ученого.

издание «Науки и философии» и серию оригинальных статей по калориметрии, биохимии и истории науки. Умереть стоя, «это наша обязанность!» — писал в 1892 г. Бертло Ренану, и он это выполнил. В 1897 г. в предисловии к «Термохимии» Бертло говорит, что «это, без сомнения, последний значительный труд, который я призван написать», но в последнее десятилетие своей жизни он опубликовал еще 16 томов трудов и около шестисот статей, сообщений и заметок.

Угасание ученого-энтузиаста, каким был Бертло всю жизнь, сопровождалось не мерцанием, а яркими последними вспышками.

### **Помощники и ученики**

Во времена Бертло почти все ученые проводили свои исследования самостоятельно, без большого штата сотрудников, как это стало необходимо в XX столетии. Хотя Бертло, будучи уже выдающимся ученым, и имел помощников, но обычно их было немного — всего 1—3 человека. В выборе помощников он был очень разборчив. В свою лабораторию он допускал небольшое число практикантов, из них он выбирал наиболее способных и снабжал их темами, указывая подробности продуманного исследования. Единственным научным руководителем оставался он сам. Подобно многим крупным ученым, Бертло относился к достижениям своих учеников как к общему достоянию и публиковал труды совместно с ними.

Бертло больше всего любил работать в тиши своей лаборатории, вдали от жизненной суеты, о чем высказался так: «Преданный с первых дней моей сознательной жизни культу чистой истины, я никогда не вмешивался в борьбу практических интересов, которая столь разъединяет людей. Я жил одиноко в моей лаборатории, окруженный несколькими учениками, моими друзьями» [4, стр. 112]. Пожалуй, исключением из этого были периоды жизни Бертло, когда он дважды, хотя и неподолгу, занимал пост министра.

За полстолетия много молодых ученых охотно помогали Бертло в его исследованиях, проходя замечательную школу. Бертло умел организовать работу ассистентов и лаборантов с большой пользой для них и для себя. Многие из них впоследствии стали знаменитыми.

В Фармацевтической школе штатными лаборантами Бертло были Персо, затем Юнгфлейш, Жак Кюри, Прюнье и Ожье. Фактически они выполняли функции лекционных ассистентов, подготавливая демонстрации к курсу неорганической, а затем органической химии. В исследованиях профессора они принимали скромное участие. В Коллеж де Франс препараторами Бертло работали: Лоррен (1864—1865), Амага (1865—1866), Барре (1866—1869), Г. Бушарда (1869—1894), Барбье (1874—1875), Ожье (1875—1882), Форкранд (1882—1884), Андрэ (1884—1885), Брассэ (1885—1890), Тасилли (1890—1895), Деляпин (1895—1902) и Транной (1902—1907). В Практической школе Коллеж де Франс его помощниками были: Жоанни (1880—1882), Гюнц (1882—1884), Рекура (1884—1887), Пти (1887—1889), Матиньон (1889—1892), д'Алядерн (1892), Лемуль (1892—1895), Риваль (1895—1897), Валер (1897—1898), Леруа (1898—1900), Буза (1900—1903) и Ландре (1903—1907). В Практической школе помощь Бертло оказывали также Олен (1880—1881), Андрэ (1881—1885), Варэ (1885—1896), Монтре-Жакар (1896—1897), Брион (1896—1897), Бон (1897—1898), Транной (1898—1902), Бонамо (1902—1904), Галуа (1904—1905) и Умберт (1905—1907).

Некоторые ассистенты Бертло работали в Коллеж де Франс безвозмездно, в качестве волонтеров. Другие проводили там свои собственные исследования. Из помогавших Бертло молодых людей он особо выделял Антуана Вилье, Шарля Ришэ, Шарля Танрэ, Аллена ле Каню, Ришара и Фабра.

На опытной станции в Медоне помощниками Бертло были Г. Андрэ (1885—1898) и Г. Годешон (1898—1907).

Некоторые помощники и ученики Бертло впоследствии прославились своей исследовательской и профессорской деятельностью во Франции и во многих зарубежных странах.

В период 1865—1907 гг. лаборатория Бертло стала местом паломничества иностранных химиков. Ее посещали представители многих наций, а некоторые ученые задерживались в лаборатории надолго, чтобы провести исследование под руководством или в сотрудничестве с первым химиком Франции. Среди них из немцев можно назвать Вернера, Бредига, Штомана; из англичан Гартога; австрийца Гаммерля, бельгийца Анри младшего, датчанина

Фога, испанца Кальдерона, венгра Илосвая, поляка Брюнера, шведов Вернера, Шмидлина. У Бертло работали и русские — многолетний его сотрудник В. Ф. Лугинин, И. П. Осипов, И. М. Чельцов, К. А. Тимирязев, Е. В. Вернер и др. Подробнее об этом мы расскажем в отдельном разделе книги.

### **Семья. Последние годы жизни**

Женился Бертло тридцати трех лет, жена его была на десять лет моложе. Знакомство с Софи Ниодэ, предки которой основали известную часовую фирму, состоялось в салоне академика-математика Жозефа Бертрана. Салон был достаточно демократичным; его посещали известные ученые с семьями и молодые профессора. Софи Ниодэ бывала там как племянница академика Бреге. Расположенные к Бертло Пелуз и другие посматривали на Софи как на хорошую партию для талантливой ученой. Однако бедность Бертло и его критическое отношение к религии могли стать препятствием к браку. И действительно, мать Софи вначале проявляла по этому поводу явное неудовольствие.

Вот как описывает первое сближение молодых людей один из биографов Бертло — знаменитый Уильям Рамзай. Бертло, погруженный, как обычно, в свои мысли, переходил Сену по Новому мосту, не замечая, что впереди него шла в шляпке из флорентийской соломки прелестная, как всегда, Софи. Вдруг сильный порыв встречного ветра почти сорвал с головы девушки легкую широкополую шляпу. Схватив ее руками, она быстро повернулась спиной к ветру и попала в объятия своего будущего жениха. [4, стр. 112]. Если это и не было любовью с первого взгляда, то это была любовь с первого прикосновения.

Соппротивление матери Софи (которое испортило Бертло немало крови) было постепенно преодолено. Это видно из писем к Ренану. 7 февраля 1861 г. Бертло писал своему другу: «Я нахожусь сейчас в очень подавленном состоянии и очень хотел бы иметь поддержку с вашей стороны и со стороны ваших. Уже в течение года я осужден на странное мучение... Я не могу ни управлять обстоятельствами своей жизни, ни бросить их на произвол судьбы, но я не могу об этом сказать в письме более подробно» [27, стр. 237]. Через неделю, 15 февраля, читаем следую-

щее: «Я с нетерпением жду момента вашего возвращения... Ваше расположение и расположение вашей сестры изменили мне в последние недели... Часто мне бывает трудно удержать душевное равновесие...» [27, стр. 244]. Полная смена настроения чувствуется в письме от 3 мая 1861 г.: «У меня хорошая новость... Через восемь дней я женюсь. Я вам не говорил об этом раньше, потому что на таком расстоянии юткровения такого рода невозможны. Я женюсь на племяннице месье Бреге, которая очень серьезна и подходит мне во всех отношениях. Вы это увидите, мы часто говорим о вас» [27, стр. 269].

Свадьба состоялась в мае 1861 г.

Новая семья обосновалась на улице Принса, в доме № 25, недалеко от лаборатории. По воспоминаниям современников Бертло, его жена была образованной и красивой женщиной. В ней сочетались все достоинства, которые составляют прелесть домашнего очага. Семейную идиллию Бертло красочно описали братья Гонкур шесть лет спустя в своем дневнике. Жаркие дни Бертло с семьей часто проводил на даче в Севре: «Маленький домик среди леса. В саду много детей, в салоне много женщин. Мадам Бертло — женщина исключительной незабываемой красоты\*, красоты интеллигентной, глубокой, магнетической, красоты духа и мысли, напоминающей нездешние создания Эдгара По. Широкие свободные пряди волос в виде нимба, выпуклый спокойный лоб, большие лучезарные в окружающей их тени глаза, немного плоская ангелоподобная фигура. И вдобавок к тому музыкальный голос эфеба, а в обхождении чуть заметная небрежность выдающейся женщины. К ней подбежал и прижался ее ребенок, ее первенец, прелестный, как херувим» [9, стр. 19].

Эта картина вполне отражала настоящее счастье, царившее в семье Бертло. Оно основывалось на взаимной любви, уважении и понимании. «Мой отец и моя мать обожали друг друга, — вспоминал их сын, — ни малейшая тень сомнения никогда не омрачала их счастья. Они понимали друг друга с первого дня и были созданы как бы для взаимного дополнения» [4, стр. 42].

Жена Бертло, женщина высокой и тонкой культуры, старалась оставаться в тени возле мужа. Бертло часто

---

\* Изображение святой Елены в церкви Сан-Этьен дю Мон сохранило поколениям черты Софи Нмодэ.

жаловался на душевную тревогу; жена умела успокоить его и отвлечь.

Вокруг семьи Бертло собирались многочисленные друзья из разных кругов общества. Чаще всего это бывало в воскресные вечера. Ученики Бертло, присутствовавшие на этих вечерах, навсегда запомнили оживленные разговоры и дискуссии со светилами науки, литературы и искусства. Иногда предпринимались короткие путешествия по Франции и соседним странам. Супруги прожили вместе около полувека — 46 лет; это были годы почти безоблачного счастья. По свидетельству современников, в их чувствах и мыслях никогда не было разлада.

С многочисленными друзьями Бертло встречался и вне дома. Чаще всего это были обеды и ужины в ресторане Маньи, так живо описанные в дневнике братьев Гонкур. Встречи выдающихся людей Франции с гостившими в Париже деятелями других стран проходили в спорах и дискуссиях на общественно-политические и научные темы, сопровождались остроумными и едкими шутками. Много внимания уделялось прогнозам о будущем человечества, науки. Как-то Бертло заявил, что через сто лет физических и химических исследований человек будет знать, что такое атом, и, зная это, сможет по своему желанию изменять землю, планеты, солнце. Клод Бернар заявил, что через сто лет изучения физиологии можно будет создавать людей, конкурируя с природой. Однажды Бертло высказал примерно следующее. Так как всякое тело при движении оказывает химическое воздействие на тела, с которыми оно хоть на секунду находилось в контакте, то все, с тех пор как мир существует, и дремлет, и сохраняется, сфотографировано в миллиардах естественных снимков; и, быть может, это и есть единственный след, оставшийся от того, что мы прошли через вечность... И кто знает? Наука так прогрессирует, что, пожалуй, она когда-нибудь найдет возможность проявить как фотографию портрет Александра Македонского на скале, куда на мгновение упала его тень... На обедах у Маньи высказывались и другие, не менее фантастические идеи!

У Бертло было шестеро детей — четыре сына и две дочери. Всех их родители увидели взрослыми и хорошо устроенными. Старший, Андрэ, кандидат исторических наук, был муниципальным советником, затем депутатом, заведовал железнодорожной сетью парижского метропо-

литена. Второй сын, Даниель, — доктор наук, профессор физики Высшей фармацевтической школы Сорбонны, автор важных физико-химических исследований растворов, некоторое время сотрудничал с отцом на сельскохозяйственной станции в Медоне. Третий, Филипп, избрал дипломатическую карьеру и был полномочным министром и заместителем директора в министерстве иностранных дел. Четвертый сын, Ренэ, стал профессором философии в Брюсселе. Старшая дочь Элен вышла замуж за преподавателя философии лицея Генриха IV в Лионе; позднее он стал профессором и ректором Лильского университета. Вторая дочь, Камиль, была женой Ланглуа, профессора словесности Парижского университета.

Только в глубокой старости супруги Бертло пережили тяжести утраты. После болезни в 1895 г. умерла совсем еще молодой их старшая дочь Элен, оставив после себя сына, на которого старики перенесли привязанность и любовь. Внук избрал военную карьеру. В 1904 г. девятнадцатилетним юношей он приехал из Индии в Париж провести отпуск у прародителей и погиб при железнодорожной катастрофе. Этот удар сильно пошатнул здоровье четы Бертло и ускорил их кончину. У мадам Бертло появились сердечные приступы, очень беспокоившие мужа. Оба старика всегда очень тревожились за здоровье друг друга. «Что будет с моим мужем, когда я умру?» «Я чувствую, что не переживу вашу мать», — такие слова Марселен и Софи Бертло часто говорили своим взрослым детям.

В роковой день 18 марта 1907 г. врачи выразили опасение за состояние жены Бертло. Он ненадолго отлучился, чтобы предупредить секретаря Академии о невозможности участвовать в заседании. Вскоре после возвращения Бертло к изголовью больной она умерла у него на руках. Изнуренный волнениями и усталостью, Бертло вошел в свой рабочий кабинет и прилег на диван. У него начался сильнейший сердечный приступ, и меньше чем через три часа после смерти жены Бертло не стало. «Эти два сердца были так крепко связаны, так привыкли согласно биться вместе, что одно не могло уже жить, когда остановилось другое» [9, стр. 45].

На следующий день о смерти Бертло было доложено в палате депутатов, и парламент вынес решение устроить гражданские похороны и прах ученого поместить в Пантеон. Министр народного образования высказался о про-



екте решения в следующих выражениях: «Марселен Берто умер. Правительство приняло решение, к которому вы единодушно присоединитесь, — устроить торжественные гражданские похороны в честь знаменитого ученого, великого гражданина, глубокого мыслителя, своей блестящей славой, неподражаемым патриотизмом, оригинальностью научной мысли высоко поднявшего известность Франции».

Дети Берто резко запротестовали против того, чтобы их родителей хоронили отдельно. Общественное мнение поддерживало их протест: смерть не должна разлучать их, если при жизни они были неразлучны.

Правительство было вынуждено пересмотреть свое решение. Перед закрытием траурного заседания 23 марта палаты парламента предложили следующий проект: «Палаты постановили, что гражданские похороны будут устроены в честь Марселена Берто. Из чувства высокого уважения и для увековечения памяти этого великого гражданина мы предлагаем поместить останки Марселена Берто и его супруги в Пантеон в один и тот же день». Парламент принял решение, состоявшее из одной единственной статьи: «Останки Марселена Берто и мадам Берто перенести в Пантеон».

Похороны Берто вылились в демонстрацию национальной и международной любви к памяти ученого, они выражали всеобщую скорбь по поводу его кончины. Делегации почти из всех стран и огромная толпа французов во главе с президентом республики и министрами проводила своего любимца в последний путь и поместила прах супругов Берто рядом с останками Виктора Гюго, Сади Карно и других величайших людей Франции. Похороны проходили без участия духовенства. С речью выступил министр народного образования Бриан. Он высоко оценил заслуги всемирно известного естествоиспытателя, философа, воспитателя и гражданина, вобравшего в себя лучшие черты человеческого характера. По образному замечанию Тимирязева, идилия Нового моста завершилась апофеозом Пантеона.

Вальден, знавший Берто при жизни, в несколько патетических выражениях описывает внешность мастера научного творчества: «Природа, создав в этом муже образец творения, как будто особенно наглядно хотела показать, что дух может быть тираном и властелином тела.

Этому исполинскому духу с большой головой соответствовало слабое, стройное тело: маленький, согнувшийся вперед человек, широкое, скорее обыкновенное, лицо с небольшими усами и глубоко сидящими серыми глазами, высокий лоб с благородно сложенным черепом, покрытым редкими волосами; простой маленькой фигуре соответствовала бесстрастная, точно на самого себя рассчитанная манера речи и доклада» [8, стр. 112].

По свидетельству других современников, Бертло был очень простым, душевным и обаятельным человеком.

Президент Парижского химического общества Луи Буво (автор большого числа трудов по химии душистых веществ, терпенов и один из создателей «женевской номенклатуры» органических соединений) на траурном заседании общества провел параллель между значением творчества двух великих своих соотечественников для человечества: «Среди гениальных ученых, прославивших своими научными трудами вторую половину XIX в., двое особенно выделялись своей популярностью, подготовкой ученых и академиков, широкой известностью в современном обществе. Эти два человека: французы-химики Луи Пастер и Марселен Бертло. Весь мир был в восторге от результатов трудов первого из них, которые оставили глубокий след в гигиене, медицине и хирургии. Кто может сказать что-либо неблагодарное по отношению к тому, кто спас его от смерти? Духовные запросы Бертло были более обширны и разнообразны. Это может встретиться лишь у людей широкого кругозора. Поэтому его труды носят более философский, чем практический характер. Его первые органические синтезы знаменуют качественно новый этап. Они дали возможность человеку выяснить материальность органической жизни на простейших элементах. С другой стороны, его термохимия позволила с достаточной точностью изучить и измерить химическую энергию. Поле деятельности Бертло невозможно охватить. Он освоил целину, а нам предстоит собирать урожай мудрости и истины» [2, стр. XXXI].

В 1908 г. прошла международная подписка по сбору средств на сооружение памятника Бертло. Работу по изготовлению монумента выполнил талантливый скульптор Сан Марсо. Открытие памятника состоялось в 1913 г.

## **Международный праздник памяти Марселена Бертло**

В 1927 г. весь культурный мир отмечал столетие со дня рождения Марселена Бертло, «короля химии», как его стали называть французы. Этот юбилей выпался в международный праздник науки, в первую очередь химии. Естественно, что инициатива проведения праздника принадлежала французам, и «центр тяжести» его находился в Париже. В организации и проведении юбилея принимали участие не только химики, но и представители других наук, а также государственные деятели. Подготовка к юбилею началась за несколько лет; особенно энергично она велась в 1926 г. и в первой половине 1927 г. Во многих странах были подготовлены и изданы книги, брошюры, проводились заседания, на которых выступали ученые, широко освещая многогранную деятельность Бертло.

Торжества в честь столетия со дня рождения Бертло проходили с 23 по 26 октября 1927 г. в Париже в памятных местах. В этих торжествах участвовали тысячи французов и сотни иностранцев, делегированных более чем из шестидесяти различных стран. В Париже собрался цвет химической науки того времени, представители смежных дисциплин, крупнейшие работники культуры, государственные деятели. Делегатами от Советского Союза были Луначарский, Курнаков, Ипатьев, Коновалов, Тищенко, Зелинский и Арбузов.

Огромное число людей собиралось в зданиях Сорбонны, на площади Бертло, возле его памятника, на улице его имени, около дома, где многие годы жил ученый, во дворцах Версаля, в Пантеоне, в Гранд Опера и в других примечательных местах столицы.

23 октября вечером в залах Сорбонны состоялся первый прием иностранных и французских делегатов. У входа прибывших гостей встречали ректор университета М. Шарлети, вице-президент юбилейного организационного комитета Донат Агаш, президент Общества химической промышленности и члены Парижской академии наук Огюст Бегаль, Габриель Бертран, знаменитый французский академик и почетный член Русского физико-химического общества Анри Ле Шателье и генеральный секретарь организационного комитета Жан Жерар. Обширные залы Сорбонны с трудом вместили собравшихся.

Каждый делегат получал пакет с двумя иллюстрированными изданиями «Souvenir de Marcelin Berthelot, octobre 1927» и «Centenaire de Marcelin Berthelot. Paris, octobre 1927» [34]. Последняя книга представляет собой один из основных источников документальных сведений о столетнем юбилее. В пакет были вложены бронзовая медаль с изображением Бертло и бронзовый знак в форме рамки с карточкой, на которой стояла четко написанная фамилия делегата. Эти прикрепляемые к груди «визитные карточки» облегчали личное знакомство ученых, ранее знавших друг друга по печатным трудам. Такой простой и удобный способ знакомства стал в дальнейшем обычаем, широко распространенным на многих международных съездах и симпозиумах.

«На всех торжественных собраниях присутствовали также члены семьи покойного М. Бертло. От ректора университета гостям было предложено роскошное угощение». — вспоминал Тищенко в своем отчете о поездке в Париж.

Официальные торжества начались на следующий день, 24 октября. В 10 часов утра состоялось открытие и осмотр музея Бертло на фармацевтическом факультете Высшей медицинской школы. Здесь были выставлены все печатные труды Бертло, большая коллекция собственноручно синтезированных им препаратов, его приборы и аппараты. Затем перешли к осмотру памятника ученому на площади его имени и лаборатории в Коллеж де Франс, где Бертло много лет работал препаратом Баляра. Об этом времени Бертло с удовлетворением писал Ренану: «Я был тогда поглощен открытиями, поставившими органическую химию на новое основание — на путь синтеза». Здесь, в маленькой комнате нижнего этажа, сделал он свои блестящие открытия, сюда восьмидесятилетним старцем приходил он накануне смерти.

В лаборатории были произнесены речи, среди которых русским делегатам особенно понравилось выступление профессора К. Шленка (Берлин) о роли Коллеж де Франс в развитии химии.

В 11 часов 30 минут делегаты прошли на улицу Сан-Мартина, чтобы присутствовать при установлении мемориальной доски на доме № 113, где жил Бертло. В 17 часов состоялся прием, устроенный мэром города, в Отель де Виль, где был дан концерт артистами Гранд Опера.

Около девяти часов вечера 24 октября в обширном амфитеатре Сорбонны, который рассчитан на 3500 человек, украшенном скульптурными статуями Сорбона, Декарта, Лавуазье, Роллена, Ришелье и портретами знаменитых ученых Франции работы Пювис де Шаванна, состоялось основное заседание, посвященное Бертло.

Юбилейный комитет приложил большие усилия для того, чтобы события носили высоко торжественный характер. Сильное впечатление производили крупнейшие ученые, большинство из которых были одеты в старинные традиционные докторские шелковые мантии разных цветов или в расшитые мундиры и фраки с орденами и лентами. Дамы были в балльных платьях. В глубине эстрады на высоком пьедестале, под веером из французских и иностранных флагов стоял красивый бронзовый бюст Бертло; его охраняли два кирасира национальной гвардии в изящной парадной форме с обнаженными саблями. В президиуме занимали места президент республики Гастон Думерг, председатель организационного комитета Поль Пенлеве, члены юбилейного комитета и министр народного просвещения Чехословакии Ходза, который по программе должен был выступить от имени всех зарубежных делегаций. В партере и амфитеатре находились члены семьи Бертло, члены дипломатического корпуса, Парижской академии наук и Французской академии, академий других стран, профессора высших учебных заведений, французские и иностранные делегаты. Особые места были отведены для дам и представителей печати. Торжественность обстановки подчеркивалась присутствием почетной стражи и оркестра национальной гвардии.

При звуках «Марсельезы» все поднялись и, стоя, выслушали государственный гимн. Преемник Бертло по кафедре органической химии, академик Шарль Муре сделал общий доклад о жизни и деятельности Бертло. Затем выступили директор Французской академии Жорж Лекант, президент Медицинской академии Глей, президент Земледельческой академии Вери, которые обрисовали деятельность Бертло в различных специальных областях науки и культуры. Чехословацкий министр Ходза говорил об интернациональном характере юбилея и упомянул в своей речи великих русских людей: Д. И. Менделеева и Ф. М. Достоевского. Затем в алфавитном порядке происходило поднесение адресов от шестидесяти стран. Президент

Парижской академии наук и ее неперемный секретарь благодарили делегации и также отмечали международное значение торжеств. Речей было произнесено множество, но они, по воспоминаниям участников, не утомляли присутствующих, поскольку были, в большинстве случаев, яркими и чередовались превосходным исполнением музыкальных произведений. После заключительного слова Пенлеве присутствующие около двенадцати часов ночи покинули зал под звуки военного марша Шуберта.

25 октября в 10 часов утра под председательством премьер-министра Пуанкаре в Пантеоне состоялась гражданская панихида по Бертло и его супруге. На панихиде присутствовало французское правительство, члены семьи Бертло и делегаты. Все, одетые строго траурно, входили прямо с улицы и рассаживались по деревянным скамьям. В надгробии виднелась надпись золотом «1827 — Marcellin Berthelot — 1927». Величественная архитектура Пантеона в сочетании с зеленоватым колеблющимся светом, исходящим от пламени, которое вырывалось из щелей двух светильников, создавала особое настроение, усугублявшееся звуками реквиема. После исполнения «Марсельезы» Пуанкаре произнес прочувствованную речь, охарактеризовав Бертло как ученого, общественного и государственного деятеля и образцового семьянина. Оркестр и хор парижской консерватории исполнили ораторию Шарля Франца Гуно «Смерть и жизнь», после чего министр иностранных дел Аргентины выступил кратко от имени иностранных делегатов. Артист «Комеди франсез» Альбер Ламберт выразительно прочел стихотворение Огюста Валлерой, написанное в честь Марселена Бертло. Под звуки героического марша Сен-Санса участники панихиды медленно вышли из Пантеона.

Иностранные делегаты на автомобилях отправились в Версальский дворец, в Батальной галерее которого был приготовлен завтрак на тысячу человек. Во время завтрака речи произносили французский министр Эдуард Эррио, известный швейцарский ученый Аме Пикте, с яркой речью выступил народный комиссар просвещения РСФСР А. В. Луначарский.

По воспоминаниям В. Н. Ипатьева, превосходная архитектура Версальского дворца очень выигрышала в обрамлении золотого осеннего наряда парка и полностью соответствовала пышному торжеству, устроенному в честь


человеческого разума. Со стен залов живопись великих мастеров рассказывала историю Франции. Хотелось верить, что «народ, давший человечеству столько гениев и героев, и в дальнейшем будет принимать такое же участие в общечеловеческой культуре».

Вечером в Гранд Опера делегаты наслаждались тремя спектаклями: одним актом из французского балета, оперой «Саломея» Рихарда Штрауса и русским балетом с участием известной балерины Спесивцевой.

Последний день торжеств — 26 октября — начался с закладки «Дома химии» Бертло на Иенской площади. Опять выступил Эррио, изложивший цели воздвижения Дома. К тому времени на сооружение здания собрали 14 миллионов франков, из них 8 миллионов франков было собрано во Франции и 6 в других государствах. Генеральный секретарь организационного комитета Жан Жерар огласил список пожертвований, поступивших от различных стран и учреждений. Под звуки военного оркестра представители французского и иностранных правительств (от Советского Союза присутствовал Луначарский) произвели закладку первых камней фундамента «Дома химии».

Затем зарубежные делегаты совершили на автомобилях интересную прогулку, которая закончилась приемом во дворце Шантильи. Здесь все любовались живописью картинной галереи и красотой окружающей природы. Вечером президент республики Думерг устроил роскошный прием в Елисейском дворце, где и завершилось празднование в Париже 100-летия со дня рождения Бертло.

«Являясь выражением глубокого уважения к памяти великого мирового ученого, эти празднества имели и другое, весьма важное значение, — справедливо подчеркивал в 1927 г. В. Е. Тищенко. — Под знаменем науки, пред памятью великого ее служителя М. Бертло замолкла вражда, возбужденная войной, и восстановились добрые отношения между химиками воевавших государств».



### МАРСЕЛЕН БЕРТЛО И РУССКИЕ УЧЕНЫЕ

**К**онтакты русских и французских деятелей науки, культуры, писателей и художников являются традиционными и имеют богатую историю.

О научных связях многих русских и французских химиков в XIX и XX вв. уже говорилось в статьях [32, 33] и в книге об Адольфе Вюрце [34]. В настоящем разделе очерка хочется рассказать об обширных контактах Бертло с представителями нашей отечественной науки.

Отношения между Бертло и русскими учеными всегда отличались взаимным уважением и симпатией; в то же время они нередко критически оценивали теоретические высказывания или экспериментальные данные друг друга. Это явление естественное. Ведь подлинные ученые обычно борются с неприемлемыми идеями, а не с их носителями.

Прежде всего интересно выявить, как относился французский химик к научным достижениям своих русских коллег.

Бертло при изложении эволюции той или иной научной концепции как объективный ученый всегда принимал во внимание мнение всех своих предшественников. Его обширные знания позволяли делать это с достаточной полнотой. Будучи поборником сотрудничества в науке и владея многими языками, Бертло в своих трудах отражал достижения исследователей различных стран.

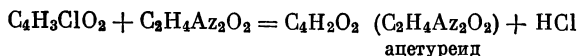
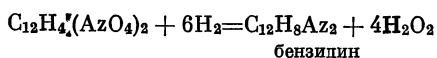
Бертло не знал русского языка, но внимательно следил за работами своих русских коллег по их публикациям во французских, немецких и английских изданиях, а также по рефератам в химических журналах, и ссылался на них в своих книгах и статьях. Характерен в этом отношении двухтомный «Элементарный учебник органиче-



ской химии», выдержавший за период 1872—1904 гг. четыре издания [35]. Первое издание книги вышло из-под пера Бертло, а последующие были выпущены в соавторстве с Э. Юнгфлейшем. На этом подробном курсе воспитывалось несколько поколений молодежи; учебник отличался полнотой, превосходной систематизацией обширного материала и доходчивостью изложения. В основу классификации органических соединений было положено разделение их на углеводороды, кислородсодержащие, азотсодержащие, металлоорганические и гетероциклические соединения. Эта оригинальная унитарная классификация оказала большое влияние на создание в XX столетии руководств по органической химии, например книги Ю. Брауна, И. С. Иоффе, К. Д. Неницеску.

В обоих томах книги Бертло и его многолетний помощник Юнгфлейш отмечают и высоко оценивают важные открытия русских химиков: Зинина, Воскресенского, Фрицше, Соколова, Шишкова, Бейльштейна, Бутлерова, Алексеева, Энгельгардта, Меншуткина, Зайцева, Савича и многих других.

Бертло и Юнгфлейш указывают, что первый общий метод синтеза ароматических аминов предложен Зининым. Приводятся особенности и подробности получения анилина, нафтиламина, бензидина, гидразобензола, азоксибензола, описываются свойства этих веществ, их константы. В соответствующем разделе курса говорится о синтезе Зининым первого уреида, исследовании им аллиловых производных. Авторы приводят уравнения ряда реакций, осуществленных Зининым. Например, во втором издании 1881 г. учебника, когда еще Бертло пользовался эквивалентными обозначениями, синтезы бензидина и ацетуреида по Зинину изображены следующим образом:



Ю. Ф. Фрицше представлен в учебнике как исследователь, получивший анилин действием поташа на индиго; он же получил впервые антрахиловую кислоту, восстановил индиго сахаром и был одним из первых исследователей антрацена. А. А. Воскресенский впервые получил хинон путем окисления хинной кислоты.

В различной связи в нескольких местах учебника рассказывается о подробностях первого синтеза третичного бутилового спирта А. М. Бутлеровым. К сожалению, другие исследования великого русского химика, особенно его основополагающие теоретические взгляды не получили отражения в учебнике. Напомним, что Бертло был несколько десятилетий главным противником во Франции теории химического строения и, по-видимому, не считал нужным излагать эту теорию в учебнике для студентов. «Обращен» был Бертло лишь в 90-е годы, после смерти Бутлерова.

Любопытен курьезный эпизод, произошедший при первой встрече Бертло с Бутлеровым в 1857 г., который рассказал о нем С. Ф. Глинке. Узнав, что Бутлеров — профессор химии в Казани, Бертло заметил: «Это близ Астрахани». Бутлерову показалась странной такая неосведомленность Бертло в географии России [36, стр. 192—193]. Пожалуй, это единственный случай в биографии Бертло, когда кто-то удивляется его неосведомленности; обычно всех поражала его эрудиция.

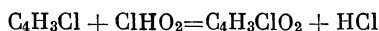
Бутлеров считал очень полезными свои встречи с Бертло. «Свидания и разговоры с Бертло, — писал он в отчете о первой поездке в Западную Европу, — которого научные взгляды и работы отличаются оригинальностью, были для меня особенно интересны» [37, стр. 74]. Контакты Бертло с Бутлеровым продолжались долго. Французский химик даже исследовал своими методами синтезированные впервые Бутлеровым некоторые органические соединения, что видно, например, из письма от 29 апреля 1880 г., в котором Бертло пишет: «Мой дорогой коллега, я получил сегодня вашу маленькую коробку и ваши образцы третичных спиртов и триметилуксусной кислоты. Все было в прекрасном состоянии» [38, стр. 89]. Далее говорится о трудностях, которые связаны с необходимостью вести термохимические определения с абсолютно чистыми продуктами; Бертло надеется использовать щедрый и любезный дар Бутлерова.

Бертло и Юнгфлейш в учебнике органической химии много раз ссылаются на труды Ф. Ф. Бейльштейна: при изложении вопросов галогенирования, нитрования толуола (работы, проведенные совместно с А. Кульбергом), химии молочных кислот, барбитуровой кислоты, при исследовании цинкэтила; сообщается об открытии Бейльштейном и Кульбергом *мега*-толуидина и т. д.

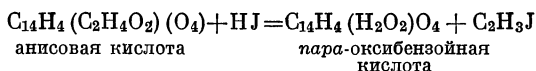
Из работ П. П. Алексеева рассматривается получение азобензола из нитробензола под действием амальгамы натрия. Отмечено, что одновременно азобензол синтезировал А. А. Вериго действием на нитробензол железа и уксусной кислоты.

Л. Н. Шишков получил трихлортолуол  $C_{14}H_5Cl_3$  действием пятихлористого фосфора на цианид  $C_{14}H_5CuO_2$ .

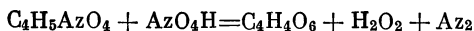
Большое внимание уделено исследованиям и открытиям А. М. Зайцева с сотрудниками. В учебнике говорится, что Зайцев и Грабовский получили бутиленгликоль действием цинкэтила на монобромэтилен; даются константы этого гликоля и сообщается, что он, как установили русские авторы, окислением переходит в гликолевую кислоту. Зайцев и Г. Н. Глинский действием хлорноватистой кислоты на хлорэтилен (хлорвинил) получили монохлоральдегид



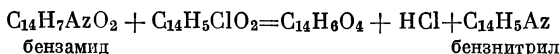
Зайцев открыл, что янтарный альдегид — гомолог глиоксаля. Он же установил, что *para*-оксibenзойная кислота изомерна салициловой и по реакциям присоединения сходна с терефталевой. При действии йодистого водорода и нагревании анисовая кислота переходит в *para*-оксibenзойную:



Н. Н. Соколов (совместно с А. Штреккером) открыл в 1851 г. гликолевую кислоту. С этой работы начинается раздел учебника Бертло и Юнгфлейша, посвященный оксикислотам. Метод Соколова состоял в разложении гликоламина азотистой кислотой и выражался Бертло уравнением

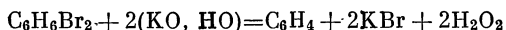


Французские химики пишут, что Соколов (одновременно с Дебусом) получил глицириновую кислоту окислением глицерина; он же получил бензнитрил действием на бензамид хлористого бензоила



Далее в учебнике Бертло находим, что А. Н. Энгельгардт и П. А. Лачинов выявили изомерию тимола и *alcoöl cimetique*. Н. А. Меншуткин изучил ордин и его изомер

$\beta$ -орцин. В. И. Савич и М. М. Мясников получили аллилен и установили его генетическую связь с пропиленом. В эквивалентных формулах уравнение образования аллилена из бромированного пропилена под влиянием калийной щелочи изображено так:



Лугинин изучил теплоту образования аммонийных солей. Ловиц в 1792 г. впервые получил чистую глюкозу и индивидуализировал ее. Кирхгоф в 1811 г. получил глюкозу гидролизом крахмала. Фудаковский приготовил галактозу повторной кристаллизацией из спирта.

В учебнике Бертло отмечается, что Я. Натансон (польский химик, работавший в Юрьеве, ныне Тарту) синтезировал мочевины из аммиака и двуокиси углерода. М. В. Ненцкий исследовал индол, скатол, ферментацию белков с образованием индола и другие соединения.

В двухтомнике Бертло и Юнгфлейша можно найти и некоторые другие факты, отражающие достижения химиков в России. В своей «Термохимии» Бертло приводит список исследователей, экспериментальными данными которых он широко пользовался. Здесь из русских названы Лугинин, Хрущов и Вернер из Томска. Но и приведенных многочисленных открытий и достижений наших отечественных химиков, получивших отражение только лишь в двух крупных произведениях Бертло, достаточно для того, чтобы убедиться в хорошей осведомленности французского ученого о трудах русских химиков и высоком уважении к ним. Лишним доказательством этого уважения является телеграмма Бертло в Москву, которая была послана в 1901 г. в связи с 40-летием научной деятельности Марковникова. В этой телеграмме Бертло восхищается творчеством своего русского коллеги, хотя последний не раз в печати выступал с критикой консерватизма Бертло в вопросах теоретической химии.

Одной из форм проявления большого уважения русских ученых к Бертло явилось избрание его членом-корреспондентом Петербургской академии наук в 1876 г. Это было сделано по инициативе Бутлерова. В представлении от 18 ноября 1876 г., которое подписали, кроме Бутлерова, Г. Гельмерсен, Н. Кокшаров, Ф. Шмидт и А. Гадолин, говорилось: «Почти излишне распространяться об огромных научных заслугах Бертло: его изящные, удивительные

Москва 2 Марта 1844

38.

Monsieur le Président

J'ai reçu la lettre par laquelle  
vous m'avez fait l'honneur de  
m'annoncer que  
l'Académie Impériale des  
Sciences de S<sup>t</sup> Pétersbourg  
a bien voulu me nommer  
Son Correspondant.

Je vous prie de vouloir  
bien transmettre à l'Académie  
l'expression de ma reconnaissance  
et l'assurance de mon dévoué

de me rendre digne  
de ce haut témoignage  
de son estime.

Veuillez, Monsieur  
le Président, agréer  
l'assurance de mes sentiments  
de respectueuse considération

M. Berthelot

22 Février 1877 Paris, Collège de France

синтезы органических веществ, сделавшие, можно сказать, эпоху в нашей науке, известны всем; его работы по химическому равновесию веществ при этеризации, так же как и различные термические исследования, обогатили науку капитальными данными. Наконец, новейшее открытие Бертло, поглощение атмосферного азота органическими веществами, под влиянием тихого электрического разряда, есть факт, полное значение которого в настоящее время едва ли еще обозримо, но необычайная важность этого факта в экономии природы не требует пояснения» [39, стр. 223].

Менделеев тепло отозвался о Бертло уже после первого знакомства с ним в Париже. 2 декабря 1859 г. Менделеев писал Л. Н. Шишкову: «Бертло мне очень понравился простотой своей, своими оригинальными взглядами на вещи, своей начитанностью» [40, стр. 161]. С Бертло Менделеев встречался и в интимной обстановке; например, в 1890 г. вместе с И. М. Чельцовым он обедал у Бертло (Чельцов работал в лаборатории Бертло в 1885 г.).

Менделеев высоко ценил труды Бертло; он хранил оттиски его работ в своей библиотеке. В кабинете Менделеева были размещены два больших шкафа с книгами. Над ними были развешаны портреты особо уважаемых Менделеевым великих людей — Пушкина, Бутлерова, а из французских химиков — Бертло, Девиля, Дюма и др.

В музее-архиве Менделеева при Ленинградском университете хранятся фотография Бертло с его дарственной надписью Менделееву, визитная карточка Менделеева с записями Бертло и краткий перечень некоторых трудов Бертло, записанный рукою Менделеева.

С Марселеном Бертло непосредственно общались Лугинин, Хрущов, Потылицын, Тимирязев, Коновалов, Бутлеров, Менделеев, Чельцов, Марковников, Вальден, Мечников, Ковалевская, Бейльштейн, Осипов, Каблуков, Вернер; ему писали и многие другие ученые. Некоторые из названных ученых оставили свои воспоминания о Бертло как об исследователе и человеке. Друг и многолетний сотрудник Бертло по термохимическим проблемам Лугинин в следующих словах описывает первое знакомство с великим французом, которому тогда было сорок два года: «Бертло произвел на меня огромное впечатление; он был в расцвете сил, полон жизни и энергии, хотя и тогда уже ходил несколько согнувшись. Он обладал богатейшим



*Фотография М. Берто с дарственной надписью  
Д. И. Менделееву*



запасом общих идей и методов для преодоления затруднений, встречающихся при ходе работы» [9, стр. 27—28].

Тимириязев так характеризует согласованность в творчестве Бертло и Лугинина: «Направление Лугинина в науке было именно то, которое иногда полупренебрежительно называют «погоней за четвертой десятичной», то есть стремление к возможной точности количественных определений, самым ярким представителем которого был Реньо. Если Реньо был физико-химик, то в Бертло Лугинин нашел, наконец, свой идеал химико-физика. Пребывание Лугинина у Бертло как раз совпало с переходом самого Бертло от одной его великой задачи — основания органического синтеза — к другой — основанию термохимии. В термохимии Лугинин нашел, наконец, область, вполне соответствующую его вкусу и которую он уже не покидал с конца 60-х годов до конца своей жизни, работая вместе с Бертло, а затем вполне самостоятельно» [41, стр. 474]. Лугинин в разное время четырежды создавал свои частные термохимические лаборатории (во Франции и России). Часть оборудования его лабораторий была передана им родному Московскому университету, другая часть осталась в Париже и слилась с оборудованием лаборатории Бертло.

Тимириязев был связан с Бертло дружескими узами, слушал его лекции по термохимии в Париже. Бертло подарил ему свою фотографию с теплой надписью. Этот портрет Бертло помещен в «Науке и демократии» Тимириязева.

Бертло очень высоко оценивал работы Тимириязева, особенно по газовому анализу. Он говорил, что каждый раз, когда Тимириязев приезжает во Францию, он привозит новый метод газового анализа, в тысячу раз более чувствительный.

Интересно письмо Бертло в Новороссийский университет (Одесса) с характеристикой Евгения Валериановича Вернера. Маститый ученый пишет, что Вернер работал у него в лаборатории в Коллеж де Франс, является трудолюбивым, умным и образованным человеком, превосходно знает химию и владеет термохимическими методами, опубликовал несколько интересных исследований и прекрасно выполнит любое порученное ему дело. Естественно, что рекомендация видного ученого помогла избранию Вернера на должность преподавателя физической химии в Новороссийском университете.

D. Mendeleeff  
 Дворян. М. Мстислав. Губ. 1834  
 Подполковник Кавалергардского полка  
 в 1871 М. Минеральных Вод

Бертоло М.  
 и другие труды.

Визитная карточка Д. И. Менделеева с записями М. Бертоло

Berthelot M.  
 Народ 1842 3/1  
 В. Л. Менделеев перевод. для  
 науч. работ 25/18  
 Сахар и кофеина 5/5  
 Сахар и кофеина 35/2  
 1890 La révolution chimique.  
 — Lavoisier 19/1  
 1883 Sur la série des matières  
 plastiques 25/17  
 Металлы в р. уксусного 405/7  
 Металлы в р. уксусного 1894 495/9  
 1878 Металлы в р. уксусного 1232-1233

Перечень некоторых трудов М. Бертоло, написанный  
 рукой Д. И. Менделеева

С Бертло встречался Тургенев. Это бывало на обедах в ресторане Маньи, где раз в две недели собирались выдающиеся деятели литературы, искусства и науки, в том числе Флобер, Золя, Ренан, Готье, Сент-Бев, Гаварин, братья Гонкур и др.

С Бертло и Ренаном встречалась и Ковалевская, выдающийся русский математик, живо следившая за успехами многих отраслей естествознания, в том числе и химии. Эти встречи обычно происходили на обедах в гостеприимном доме русского финансового представителя в Париже, где собирались многие деятели культуры России и Франции.

Очень высоко ценя заслуги Бертло перед наукой и человечеством, русские ученые принимали живое участие в праздновании пятидесятилетия трудовой деятельности французского химика. В международный юбилейный комитет вошли Лугинин и петербургский академик Бейльштейн, автор многочисленных трудов и основатель знаменитого многотомного справочника по органической химии.

В 1900 г. по инициативе Тимирязева Московский университет поздравил Бертло. В период же празднования его юбилея в 1901 г. от многочисленных научных учреждений, обществ и от отдельных русских людей Марселену Бертло и в юбилейный комитет пришло большое число адресов, писем и телеграмм.

В адресе от Московского университета, подписанном ректором А. А. Тихомировым, можно прочесть следующее: «Совет Московского императорского университета, гордящийся Марселеном Бертло как своим почетным членом, присоединяется к голосу ученых всего мира, которые приветствуют сегодня гениального ученого по случаю его блестящей и неутомимой пятидесятилетней деятельности».

Председатель Московского общества естествоиспытателей — известный физик Н. А. Умов — писал, что общество «счастливо считать М. Бертло своим почетным членом и выражает восхищение гению, который разработал крупные проблемы естественных наук».

Марковников в следующих выражениях отмечал заслуги Бертло: «Химическая секция Общества любителей естествознания считает почетным долгом передать вам поздравления по случаю знаменательного дня вашей большой научной деятельности. В вашем лице она приветствует одного из первых гениальных творцов органического

синтеза и термохимии, неутомимого исследователя, во всех областях точных наук, великого мыслителя, широко признающего роль наук в судьбах человечества».

Председатель Императорского общества естествознания и антропологии Д. Н. Анучин адресовал свои поздравления в Париж на имя Тимирязева с тем, чтобы тот принял участие в чествовании Бертло.

Интересен адрес от Русской высшей школы общественных наук, находившейся в Париже. Адрес подписан президентом русской группы Международной ассоциации прогресса знаний, искусства и воспитания И. Мечниковым, вице-президентом М. Ковалевским, Эженом де Роберти, секретарем Г. Гамбаровым и генеральным секретарем Е. Аничковым.

«Русская высшая школа общественных наук, основанная в Париже в год вашего научного пятидесятилетия, гордо считает вас среди своих крестных отцов. Наша школа тесно связывает поиски правдивых нравственных законов с теми неизменными законами, одним из носителей которых были вы. Социология, эта будущая химия умов, обязана вам, уважаемый учитель, в укреплении и расширении одной из своих основ — науки о материальном единстве вещества. Мы в одинаковой степени восхищаемся философом, моралистом, человеком действия. Ваше разнообразное дарование позволило вам постичь самые разнообразные отрасли знания. Молодое научное заведение присоединяется к старым, чтобы приветствовать в вашем лице одно из прекрасных и чистых дарований нашего времени».

Из Харькова поздравили Бертло И. П. Осипов, ректор университета Купленаски и председатель студенческого собрания Томбулов.

Многолетний сотрудник и друг Бертло Лугинин телеграфировал: «К своему огорчению, я не могу присутствовать на вашем славном юбилее, этому препятствует состояние моего здоровья. Всем сердцем я буду с вами, и я желаю вам активного продолжения вашей плодотворной деятельности». Лугинин был хорошим посредником между русскими и французскими учеными. Он, например, пересылал работы Менделеева Бертло, Реньо и другим французам. В письме к Менделееву 26 ноября 1874 г. Лугинин писал, что проводит с Бертло разные термохимические работы.

Другой бывший сотрудник Бертло — русский физико-химик Хрущов писал: «Бывший ученик и горячий поклонник, я передаю моему славному учителю теплые поздравления и наилучшие пожелания по случаю его пятидесятилетнего юбилея — праздника для всего научного мира. Семья присоединяется к моим поздравлениям».

Кроме того, в индивидуальном порядке Бертло поздравили следующие русские ученые — химики и естествоиспытатели: Менделеев, Тимирязев, Бекетов, Бейльштейн, Густавсон, Горбов, Кучеров, Тищенко, Курнаков, Каблуков, Шредер, Кондаков (Юрьев), Вернер (Томск), Регель, а также коллективы лаборатории органической химии Петербургского университета, служащих Государственного производства бездымного пороха.

В некоторых университетских городах России проводились заседания, на которых заслушивались доклады о жизни и деятельности Бертло. В Казани Дмитрий Добросердов 13 декабря 1901 г. на заседании университетского математического кружка, а затем 17 января 1902 г. на заседании физико-математического общества при университете прочел доклад «Итоги полувекового труда. К 50-летию научно-литературной деятельности Марселена Бертло». Брошюра Добросердова под таким названием была издана в 1902 г. Казанским университетом.

В праздновании столетия со дня рождения Бертло большое участие принимали советские ученые, деятели культуры, Академии наук, университеты и народные комиссариаты (несмотря на то что страна еще не полностью залечила раны первой мировой войны и периода интервенции). Поскольку многие интереснейшие подробности этого участия совсем не освещены в литературе и неизвестны даже старшему поколению химиков, мы расскажем о них, пользуясь почти исключительно архивными документами.

С 1921 г., по поручению В. И. Ленина (как об этом свидетельствуют воспоминания академиков А. Ф. Иоффе, И. М. Губкина), в западноевропейские страны начали посылать наших ученых для восстановления научных связей. В двадцатые годы наблюдалось оживление и франко-советских контактов между химиками.

В письме от 4 августа 1926 г. заведующий Отделом романских стран Народного комиссариата иностранных дел П. С. Каган сообщал Луначарскому, народному комиссару

просвещения РСФСР, что в Париже создан юбилейный комитет по празднованию сотой годовщины со дня рождения Бергто. В комитет вошел в качестве члена-покровителя полпред СССР во Франции. Структура комитета предусматривала создание национальных комитетов в других странах. «В состав советского комитета должны войти ученые. Очевидно, придется участвовать и в создании «Дома химии» в Париже» \*. Каган просил Луначарского высказать свои соображения по этому вопросу, а также указать, кого персонально следовало бы привлечь в национальный комитет.

В обсуждении состава национального комитета участвовал Академия наук. Хорошо продумал вопрос академик Николай Семенович Курнаков, написавший 9 августа письмо к А. Е. Ферсману, исполнявшему тогда обязанности неперменного секретаря академии. Ниже приводится полный текст этого интересного письма.

«Многоуважаемый  
Александр Евгеньевич!

По поводу предстоящего в 1927 году столетнего юбилея Бергто я полагаю, что организуемый союзный комитет должен быть составлен из представителей Академии наук СССР и Физико-химического общества. В состав этого комитета можно было бы на первое время привлечь следующих лиц: а) Академия наук — Коновалов, Курнаков, Ипатьев, б) Физико-химическое общество: 1) Ленинград — Тищенко, Фаворский, Вревский, Кистяковский, Горбов, Яковкин, Лебедев, Степанов, Вуколов, Климов. 2) Москва — Каблуков, Чичибабин, Бах, Демьянов, Зелинский, Наметкин, Шпитальский, Гулевич, Раковский. 3) Саратов — Челинцев. 4) Казань — Арбузов, Богородский. 5) Томск — Пономарев. 6) Харьков — Красуский, Орлов. 7) Киев — Реформатский, Егоров. 8) Екатеринослав — Писаржевский. 9) Тифлис — Меликов. 10) Ташкент — Ростковский, Малкин \*\*.

\* 26 мая 1927 г. в письме заместителя наркома просвещения Яковлева в отдел научных учреждений при СНК СССР Воронову сообщалось, что в фонд организации международного Дома химии имени Бергто выделено 10 000 руб.

\*\* Из перечисленных лиц четверо — Тищенко, Горбов, Курнаков и Каблуков — принимали участие в подписке по поводу чествования 50-летнего юбилея научной деятельности Бергто 25 лет назад (в 1904 г.).

АКАДЕМИЯ НАУК  
СССР  
КЛИНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ОТДЕЛЕНИЕ

9 - Августа 1926  
№ 13  
В. О. В. АННУ, 17 Тел. 230-72

Многоуважаемый  
Александр Евремович!

Куряков

По поводу представления в 1924 году стипендии  
Кем юбилей Бергману в коллегии, что органы  
Зубови Совету Комитета должен быть со  
составлен из представителей от Академии Наук  
СССР - Физико-химическое Общество. Ввиду  
этого Комитетом можно было бы на первом  
встрече избрать следующие лиц: а) Ака  
демия Наук - Комованов, Куряков, Шнайв  
б) Физико-химическое Общество - Мельников  
Мещеряков, Рабочий, Вревский, Кистенко  
ский, Горбач, Яковин, Ледевал, Степанов  
Вурков, Кимов, Москва - Каблюков,  
Тихомиров, Бая, Демин, Землянский, Налив  
кин, Шнитманский, Углевин, Раковский.  
3) Саратов - Телиманов 4) Казань - Арбузов,  
Богородский 5) Тамбов - Потомарев 6) Харь

Письмо Н. С. Курякова к А. Е. Фере

ков — Красуский, Орлов 7) Киев — Реформатский,  
Глозов 8) Екатеринослав — Тисарчевский 9)  
+ Мирин — Мелик 10) Шахкент — Ростковская  
Малкин.)

Названия лиц и будет посылка от  
низших, сбора похериваемый. Для этих  
по месту назначения, к тому же свободная  
обратиться от имени Академии Наук  
Федора Хмельского Общества с соот-  
ствующим примечанием.

Искренне предан Вам  
И. Курманов

④ Из переписки между Васильев — Тимуром  
Лорд, Курманов и Кабулов — красочным  
фрагмент в котором по поводу Васильева  
50-летием юбилей Карла Фридриха  
Эрих Бертелс 25 лет тому назад (в 1911)



Названным лицам будет поручена организация сбора пожертвований. Для этого, по моему мнению, к ним необходимо обратиться от имени Академии наук и Физико-химического общества с соответствующим приглашением.

Искренно преданный вам

Н. Курнаков»

В делах архива хранится также машинописная копия проекта обращения к лицам, которых предполагается ввести в состав юбилейного комитета. Ферсман в письме в Народный комиссариат иностранных дел приводит почти тот же состав юбилейного комитета (только представитель Тифлиса заменен в списке представителем Одессы). Наркомпрос 24 августа 1926 г. высказывает пожелание, чтобы вся работа комитета была организована в Академии наук, и выносит по этому поводу специальное решение. Состав юбилейного комитета обсуждается и в других письмах между Академией наук и двумя комиссариатами — просвещения и иностранных дел.

Интересно письмо Луначарскому от 13 сентября 1926 г.:

«Многоуважаемый Анатолий Васильевич,

С согласия состоящей при Совете Народных Комиссаров Комиссии по содействию работам Академии наук СССР и по согласованию с Народными Комиссариатами по просвещению и иностранных дел, при Академии наук СССР в настоящее время образуется комитет по организации празднования столетнего юбилея знаменитого химика Марселена Бертло. Выдающееся значение Бертло в истории науки делает необходимым особо внимательное отношение к предстоящему чествованию памяти этого всемирного ученого с организацией указанного юбилея на широких научных и общественных основаниях.

При таких условиях, по мнению Академии наук, представляется чрезвычайно важным, чтобы в состав этого комитета, как предприятия международного значения, вошел ответственный руководитель ведомства просвещения РСФСР, где сосредоточены главнейшие из наших химических научных учреждений.

Ввиду этого Академия наук СССР позволяет себе обратиться к вам с просьбой, не признаете ли вы возможным войти в состав названного выше комитета. Ваше участие

в нем как руководителя ведомства и как одного из выдающихся деятелей нашей литературы и общественности, несомненно, вызвало бы живое внимание за границей и самый сочувственный отклик со стороны наших научных учреждений и деятелей. Позвольте надеяться на ваше содействие указанному делу, к фактической организации которого Академия наук приступает в ближайшее время.

Искренно вас уважающий Ферсман.»

На следующий день, 14 сентября, Ферсман обращается также к профессору Александру Николаевичу Долгову, члену президиума ВСНХ, с просьбой войти в состав комитета. Вскоре Долгов отвечает, что президиум ВСНХ санкционировал его участие в комитете, и просит Ферсмана держать его в курсе дел.

14 октября 1926 г. Каган препровождает Ферсману копию письма Жана Жерара (генерального секретаря международного юбилейного комитета в Париже) о рекомендованной структуре национальных комитетов и просит сообщить, что сделано и что предполагается сделать в ближайшее время\*.

Через четыре дня на это письмо Кагану ответил академик И. Ю. Крачковский. Он пишет, что образован юбилейный комитет под председательством президента Академии наук; в него вошли неперменный секретарь академик С. Ф. Ольденбург, академики Курнаков, Ипатьев, Коновалов, Иоффе и Омелянский, по особому приглашению Луначарский и представитель ВСНХ Долгов. Это — основной состав комитета, который может приглашать полезных лиц, представителей высших учебных заведений. Рекомендованная Жераром структура комитета не встречает возражений, в частности очень важен патронаж со стороны правительства. В этих целях и приглашается Долгов. Вместе с тем нужно учесть особые условия промышленности страны и необходимо обсудить вопрос на специальном заседании, которое задерживается из-за болезни президента.

Ольденбург 11 мая 1927 г. направляет в комиссию по содействию работам Академии наук при Совете Народных

---

\* В деле № 68 фонда 2, оп. 1926 Архива АН СССР хранится напечатанная типографским способом на французском языке и рекомендованная Жаном Жераром структура комитета.

Комиссаров письмо. В нем сообщается, что под председательством президента Академии наук А. П. Карпинского создан советский комитет по чествованию памяти Бергло. В почетный комитет желательно просить войти товарищей Калинина, Енукидзе, Литвинова, Луначарского, Куйбышева и некоторых других членов правительства. Не встречает ли возражение это предложение? Если комиссия не возражает против этого, то Ольденбург просит указать, каким порядком может быть получено согласие представителей правительства на участие в почетном комитете.

Как уже отмечалось, из членов правительства активное участие в работе комитета принял Луначарский, который ездил в Париж на юбилейные торжества. Об интересных подробностях пребывания Луначарского в Париже в ноябре 1927 г. рассказывает его жена, известная актриса Н. Луначарская-Розенель. «Предстоящая речь Луначарского, по-видимому, беспокоила некоторые правительственные круги Франции,— пишет автор мемуаров.— Но после ряда переговоров решено было, что Луначарский выступит на приеме у министра просвещения Эдуарда Эррио, известного прогрессивного политического деятеля, хорошо знавшего Луначарского. В честь памяти Бергло премьер-министр устроил большой прием в Версале. На приеме советский поверенный в делах передал Луначарскому слухи, что правые члены кабинета стараются под каким-нибудь предлогом не допустить публичного выступления нашего народного комиссара. Но Эррио организовал конфиденциальную встречу с Луначарским и его женой в букинистическом магазине и договорился о порядке выступлений на приеме в министерстве. Речь главы советской научной делегации Луначарского прошла с успехом» [42, стр. 13].

Из различного вида работ комитета по увековечению памяти Бергло наиболее ощутительный след в истории науки оставил подготовленный и изданный сборник статей; к участию в сборнике комитет старался привлечь выдающихся русских ученых.

Ольденбург 3 мая 1927 г. предложил В. И. Вернадскому к 1 августа написать в сборник статью о работах Бергло в области истории науки. Вернадскому эта идея понравилась, но его не устраивал срок. «Я,— ответил он,— должен закончить две статьи об энергии жизни в биосфе-

ре и о каолиновом ядре, а затем уехать лечиться в Рудные Горы, где вдали от библиотек эту работу я, к сожалению, выполнить не могу. Поэтому, если срок 1-го августа непре-ложен, надо передать составление статьи кому-нибудь другому. Возвращаясь назад к середине августа, я мог бы представить статью лишь в первой половине сентября. Прошу сообщить мне ваше решение».

До праздника оставалось мало времени, и срок, пред-лагаемый Вернадским, не мог устроить комитет. Статью о трудах Бертло по истории химии написал Меншуткин.

В сборник предполагалось включить также статью Н. Д. Зелинского «Работы М. Бертло в области синтеза органических соединений» и статью П. П. Лазарева «Ра-боты Бертло по физике». Но и они, по-видимому, не были представлены в срок. Вышедший в свет сборник содержал четыре статьи: Коновалова, Каблукова, Вуколова и Мен-шуткина [10].

В архиве Академии наук хранится большое число до-кументов, свидетельствующих о многократном обсужде-нии состава комитета, об уточнениях списка его членов. Значительное место в деле занимает также обсуждение состава советской делегации, направляемой в Париж.

Ольденбург в письме к Луначарскому спрашивает, не может ли тот к 15 сентября прибыть в Ленинград на за-седание юбилейного комитета. Но заседание было перене-сено на две недели. Со специальным полномочием от Лу-начарского на заседание прибыл ответственный сотрудник Наркомпроса Александр Романович Эйгес.

Интерес представляет протокол № 3 заседания от 26 сентября 1927 г., под которым имеются собственноруч-ные подписи участников заседания: Чичибабина, Каблу-кова, Кистяковского, Тищенко, Ольденбурга, Эйгеса, Ипатьева, Зелинского, Омелянского, Курнакова, Карпин-ского (председательствовал) и Яковкина. Секретарству-ющий Г. Н. Соколовский доложил о предшествующих ра-ботах комитета. Затем определилась программа заседания; она состояла из четырех пунктов: 1) о составе делегации, направляемой в Париж; 2) о приветственном адресе; 3) о сборнике памяти Бертло; 4) о мерах по чествованию памяти Бертло в СССР.

Учитывая прежние предложения и пожелание Курна-кова о широком представительстве советских ученых на юбилейных торжествах, комитет признал целесообразным

следующий состав делегации: от Академии наук — Курнаков, Ипатьев, Коновалов, Крылов, Лазарев. (Трое последних уже находились за границей; поэтому было рекомендовано просить Академию взять на себя расходы по продлению их командировки, а Ипатьева командировать от ВСНХ.); от Первого Московского университета — Зелинский; от Института химии — Каблуков; от ленинградских научных учреждений — Фаворский, Тищенко, Кистяковский; от прочих научных учреждений РСФСР — Арбузов. Этим ученым следует командировать за счет Наркомпроса, а Чичибабина — за счет Научно-технического управления ВСНХ. Эйгес заявил, что намеченный состав делегации очень обширен, однако Наркомпрос постарается пойти навстречу пожеланиям комитета.

Далее Ольденбург прочел проект адреса, который был одобрен. Вынесли решение, чтобы адрес подписали президент Академии наук и президент Русского физико-химического общества.

Торжественное заседание в Москве рекомендовано было провести 25 октября с участием Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, Ассоциации научно-исследовательских институтов, научно-технического управления Главнауки и физико-математического факультета университета. Докладчиками наметили Шарвина, Гулевича и Каблукова.

Высказано было пожелание, чтобы в Ленинграде на аналогичном заседании выступили с докладами авторы статей, вошедших в сборник, и чтобы была сделана информация о торжествах в Париже. Заседание целесообразно провести в середине ноября, когда советская делегация вернется из Франции. (Фактически оно состоялось 5 декабря.)

В конце заседания комитета, происходившего 26 сентября, обсуждался вопрос о праздновании предстоящего 100-летия со дня рождения Бутлерова. Комитет решил просить Академию наук, Русское физико-химическое общество и Главнауку РСФСР взять на себя проведение празднования и увековечения памяти Бутлерова, приурочив эти торжества к химическому съезду в Казани летом 1928 г. Обсуждение на одном заседании порядка чествования двух гениальных основателей синтетического направления в органической химии — Бертелло и Бутлерова — носило символический характер.

27 сентября 1927 г. в срочном письме в Наркомпрос Украинской ССР неперенный секретарь академик И. Ю. Крачковский сообщал, что комитет считает желательным привлечь в состав делегации, направляющейся в Париж, представителя научных учреждений Украины и рекомендует профессора Константина Адамовича Красуского. Комитет просит решить этот вопрос быстро, поскольку в середине октября в Париже предстоит конгресс химиков, в котором могли бы принять участие и члены юбилейной делегации.

Планы юбилейного комитета в суммированном виде отражены в письме от 28 октября 1928 г. академика Ольденбурга в Комиссию по содействию работам Академии наук. Он сообщает о составе комитета, который к тому времени уже был окончательно откорректирован; в комитет вошли: Карпинский, Ольденбург, Луначарский, Долгов, Курнаков, Ипатьев, Лазарев, Коновалов, Иоффе, Омелянский, Кистьяковский, Бах, Зелинский, Чичибабин, Фаворский, Тищенко, Каблуков. Дальнейшее содержание письма Ольденбурга в значительной степени совпадает с текстом решений комитета, процитированным по протоколу его заседания 26 сентября. В конце письма Ольденбург просит решить вопрос о командировании во Францию на шесть недель Курнакова, так как финансирование поездки других академиков можно считать урегулированным.

Переписка о поездке в Париж советской юбилейной делегации продолжалась до середины октября. В делах архива хранятся полномочные удостоверения Крылова и Лазарева на французском языке о их представительстве в Париже; записка Каблукова; письмо Ольденбурга в Париж с просьбой своевременно выслать визы Курнакову, Ипатьеву и Коновалову для участия в торжествах и конгрессе по прикладной химии; благодарственное послание из Франции по поводу издания в Ленинграде сборника памяти Бергло со статьями Коновалова, Каблукова, Буколова и Меншуткина; текст советского адреса на французском языке с подписями президента Академии наук и президента Химического общества и многие другие документы, свидетельствующие о тщательной подготовке русских к этому международному празднику науки.

Во французском тексте советского адреса ярко подчеркиваются заслуги Бергло во многих отраслях науки и техники, универсальность его дарования. Примечательны

следующие места адреса. «Вскрыв роль микроорганизмов в связывании азота в почве, Бертло внес неопенимый вклад в сельскохозяйственную химию... Поколения будут вечно чтить в этом великом учителе свободного и оригинального мыслителя, смелого и неутомимого искателя, чудесного экспериментатора, великого человека, непоколебимого в своих убеждениях, столь нужных для науки, которой он служил до последнего дня своей долгой и знаменитой карьеры».

Члены делегации (в нее вошли не все ученые, назначенные комитетом) наконец собрались в столице Франции. В торжествах по чествованию памяти Бертло, проходивших 23—26 октября 1927 г., приняли участие Луначарский, Коновалов, Ипатьев, Крылов, Лазарев, Чичибабин, Тищенко, Зелинский, Арбузов.

Чрезвычайно интересные подробности пребывания советских ученых на парижских торжествах по поводу столетия со дня рождения Бертло мы восстановим по рукописным воспоминаниям Тищенко и Ипатьева и по некоторым другим архивным документам.

Пребывание в Париже русские ученые старались использовать с максимальной пользой; в свободное от торжественных заседаний время они посещали лаборатории, мастерские, заводы, музеи изящных искусств, исторические места. Большое внимание уделялось знакомству с видными французскими учеными, обмену трудами, налаживанию научных контактов. Французы проявляли большое гостеприимство, устраивали в честь иностранцев приемы. На обратном пути на родину члены советской делегации ненадолго задерживались в некоторых городах, чтобы завязать новые знакомства с западноевропейскими химиками.

Тищенко прибыл в Париж 23 октября. В тот же день состоялся первый прием иностранных делегатов. Здесь Тищенко познакомился и беседовал с известными французскими химиками: В. Гриньяром, Ж. Урбаном, К. Матиньоном, П. Муре и др.

27 октября французские химики пригласили своих иностранных коллег на товарищеский завтрак. Русские профессора — Тищенко, Чичибабин и Арбузов — подготовили речь, но произнести ее никому из них не пришлось, так как число речей было ограничено, и с приветствием от СССР как старший член делегации выступил академик

Коновалов. Председатель Французского химического общества академик Урбэн и главный секретарь Фурно взяли у Тищенко заготовленную речь для напечатания в бюллетене общества. На этом же завтраке был урегулирован вопрос об обмене изданиями РФХО (отдел химии) и Французского химического общества.

28 октября русские химики были приглашены на обед, устроенный в честь нашей делегации Обществом культурной связи с СССР, а 5 ноября Тищенко, Арбузов и Зелинский, по приглашению ректора Сорбонны, присутствовали на торжественном открытии занятий зимнего семестра в Парижском университете.

«За время пребывания в Париже, — пишет в отчете Тищенко, — я осматривал, кроме художественных музеев, лабораторию в Collège de France, где работал М. Берто, биотерапевтическую лабораторию, где по способу нашего соотечественника Безредка, члена Пастеровского института, вырабатываются предохранительные таблетки против различных инфекционных заболеваний. Осмотрел также мастерскую изготовления ртутных ламп и других приборов из прозрачного кварцевого стекла».

По пути на родину Тищенко остановился на два дня в Берлине, где прежде всего осмотрел «Гофман-хауз», или Дом немецкого химического общества. По описанию Тищенко, в этом обширном научном учреждении помещаются великолепная библиотека, получающая едва ли не все мировые химические журналы, зал заседаний общества, украшенный портретами знаменитых германских химиков, хорошая лаборатория, отдельные помещения редакций «Berichte» и многотомных справочников по органической химии Бейльштейна и по неорганической химии Гмелина. Посещение «Дома Гоффмана» позволило познакомиться с некоторыми руководителями Немецкого химического общества, которые обратились к Тищенко с просьбой возбудить в Русском физико-химическом обществе и в Академии наук СССР вопрос об однообразной на всех языках транскрипции русских имен и фамилий латинскими буквами, так как употребляемый способ их написания крайне затрудняет составление указателей.

В Ленинграде 4 декабря 1927 г. в большом конференц-зале Академии наук на совместном заседании Академии наук и Русского физико-химического общества при широком представительстве научной общественности состоялся



заключительный акт торжеств в память столетия со дня рождения Марселена Бертло. На заседании присутствовал посол Французской республики.


В ярком вступительном слове президент Академии наук рассказал о том, что на днях вернулась из Парижа многочисленная делегация ученых нашей страны и представителей правительства. Как дань уважения к трудам замечательного ученого Бертло, который более двадцати лет состоял членом-корреспондентом русской Академии наук, выпущен посвященный ему сборник статей. «Как ученый Марселен Бертло принадлежит всему человечеству,— продолжал президент.— Его гениальные исследования и замечательные труды являются достоянием мировой науки и мировой культуры. Но, конечно, мы никогда не забудем того, что он — сын славной Франции, что его проникновенная творческая мысль, поражающая глубиной и ясностью, и его блестящий философский синтез — выражение гения французской нации. Франция, которой человечество обязано такими замечательными достижениями во всех областях знания, дала нам и одного из величайших химиков прошлого столетия.

Мне особенно приятно говорить об этом сегодня в этом зале, где мы имеем удовольствие видеть посла Французской республики — полномочного представителя дружественной нам страны, с которой нас связывают давнишние, самые тесные культурные связи.

С благоговением склоняясь перед светлой памятью замечательного ученого — одного из истинных творцов науки, каким был Марселен Бертло, мы вместе с тем шлем горячий братский привет его родине и приветствуем (...) великий французский народ, его многовековую культуру и его славных ученых».

Далее были прослушаны доклады авторов статей академического сборника «М. Бертло», а также доклады академика Лазарева «Работы М. Бертло по биологической химии», профессора Тищенко «О праздновании памяти М. Бертло в Париже 23—26 октября 1927 г.» и академика Курнакова «Об основании международных учреждений по химии».

Различным сторонам многогранной деятельности Бертло неоднократно уделялось внимание советских химиков и после 1927 г. [9—14].



## ТРУДЫ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**М**арселен Бертло прежде всего был химиком-органиком и одним из основателей синтетического направления в химии. Открытия Бертло в химическом синтезе настолько значимы и велики, что его имя наряду с именем Бутлерова даже в лекционных курсах по органической химии встречается наиболее часто. Одних синтетических работ Бертло вполне хватило бы для увековечения его имени. Бертло справедливо подчеркивал, что благодаря созидательному синтетическому направлению органическая химия обрела существенную роль в материальном устройстве мира, способствовала применению химических продуктов в промышленности и быту, оказала огромное влияние на развитие человеческого сознания.

Проблемы искусственного получения органических веществ рано привлекли внимание Бертло, и он продолжительное время занимался этими проблемами.

Органические соединения синтезировались и до Бертло, но это были разрозненные достижения, они носили часто случайный характер, толковались неверно, не были целенаправленными и не составили нового мощного научного потока. Развитие новых крупных исследовательских направлений можно уподобить зарождению больших рек из ручейков и речушек постепенным слиянием их в одно мощное русло. Так развивался и органический синтез, превратившийся в основное направление органической химии в трудах корифеев этой науки, и в первую очередь в трудах Бертло. Лавуазье основную цель химии видел в многократном разложении тел на все более простые вещества, т. е. в анализе. Бертло противопоставил этому высказыванию утверждение, что химия настолько же является наукой о синтезе.

Особо дальновидные естествоиспытатели еще в XVIII в. поняли, что синтез — весьма действенное средство исследования вещества. Так, еще в 1749 г. Ломоносов говорил: «В химии синтез нередко более достоверен, чем анализ, и даже только он один достаточен для показания составляющих... Но в сочетании с синтезом анализ придает ему немало веса и много приобретает сам» [43, стр. 225]. Тогда еще не было экспериментальных данных для подтверждения этой правильной мысли, в теоретическом же отношении нельзя было сколько-нибудь серьезно говорить о строении молекул, поскольку само атомно-молекулярное учение находилось в стадии начальной разработки. Реальные возможности химического синтеза выявились только в XIX столетии благодаря трудам многих химиков.

В 1822 г. Велер получил циановокислый калий окислением цианистого калия, а через два года — щавелевую кислоту из циана [44, стр. 117]. В 1825 г. Гмелин приготовил кроконовую кислоту из окиси углерода и калия [45, стр. 3].

В 1824 г. Велер наблюдает и через четыре года описывает [46, стр. 25] образование мочевины из цианата аммония — факт, привлекающий внимание химиков и философов до сих пор. (Современной оценке синтеза Велера мы посвятили отдельное исследование [47, стр. 66]). Далее Пелуз [48, стр. 48 и 395] получает муравьиную кислоту из синильной (1831), Винклер [49, стр. 310] готовит миндальную кислоту из бензальдегида (1832). В 1845—1848 гг. Кольбе осуществил синтезы трихлоруксусной, затем уксусной кислоты, а электролизом ее — углеводорода этана. Но все упомянутые работы и многие другие другие аналогичные исследования не составили еще нового синтетического направления в органической химии, не смогли решительно изгнать «жизненную силу» из химико-органического толкования. Они были предысторией синтетического направления.

Заслуга осуществления массового синтеза (его тогда называли тотальным синтезом) органических соединений, получившего небывалый размах, принадлежит Бертло. Подытоживая свои первые крупные достижения по органическому синтезу, он имел полное основание с гордостью заявить о том, что поставил себе целью изгнать жизненную силу из химических толкований. Бертло утверждал, что органическая химия сама создает объект своего

исследования; это является одним из ее отличий от исторических и биологических наук. Синтезы Бертло поражали современников своим изяществом и неожиданностью.

Подлинное могущество органического синтеза стало возможным, когда была разработана его теоретическая основа в виде бутлеровской теории химического строения веществ. Ее появление дало возможность осуществлять синтез уже не эмпирически, как это в основном происходило в трудах Бертло, а с предвидением состава и строения ожидаемых веществ, с выбором наиболее благоприятствующих данному синтезу путей, методов осуществления. Творческие экспериментальные достижения Бертло, найдя обоснование в теории Бутлерова, обеспечили расцвет органического синтеза, изгнали остатки витализма из химии. Энгельс писал о гносеологическом значении органического синтеза: «А то, что мы сами можем сделать, мы уже, конечно, не можем назвать непознаваемым. Подобными таинственными существами для химии первой половины нашего столетия были органические вещества. Теперь нам удастся составлять их одно за другим из их химических элементов и без помощи органических веществ» \*. Об этом же Энгельс писал и в «Диалектике природы»: «Новосозданная органическая химия, научившаяся получать из неорганических веществ одно за другим так называемые органические соединения и устранившая благодаря этому последний остаток непостижимости этих органических соединений; датирующаяся с 1818 г. научная эмбриология; геология и палеонтология; сравнительная анатомия растений и животных — все эти отрасли знаний доставили новый материал в неслыханном до того времени количестве» \*\*.

Бертло синтезировал настолько много веществ, относящихся к разнообразным классам органических соединений, что удобно рассмотреть эти работы, логически сгруппировав их по признакам сходства состава и учитывая роль, которую они сыграли в истории науки. Попутно будет рассмотрена также сущность новых методов синтеза и исследований, введенных Бертло в органическую химию.

---

\* К. Маркс и Ф. Энгельс. Избранные произведения в двух томах, т. II. Госполитиздат, 1955, стр. 91.

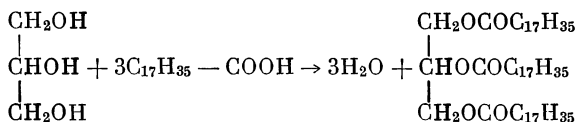
\*\* Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат, 1952, стр. 155.

## Спирты. Жиры. Углеводы

В истории органического синтеза важное значение имели работы Бертло, опубликованные в 1853 [50, стр. 398] и 1854 гг. [51, стр. 216]. Они составили предмет его докторской диссертации и легли в основу знаний о производных глицерина; эти работы увенчались синтезом жиров и введением в химию представлений о многоатомных спиртах. Это был первый триумф двадцатипятилетнего французского химика, о котором заговорил весь научный мир.

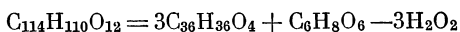
С глицерином как продуктом расщепления жиров химиков познакомил еще в конце XVIII в. швед К. Шееле. Соотечественник Бертло Э. Шеврель, проживший сто три года (1786—1889), высказал отличную мысль, что жиры можно рассматривать как продукт ангидридации (обезвоживания) глицерина и органической кислоты. Несколько позднее Пелуз и Жели заявили о получении первого искусственного жира **б у т и р и н а** комбинированием глицерина с масляной кислотой. Все эти работы следует рассматривать лишь как подступы к решению основной проблемы.

Бертло нагреванием в запаянных трубках глицерина с жирными кислотами (стеариновой, пальмитиновой, олеиновой и другими) получил аналоги природных жиров — тристеарин, трипальмитин, триолеин и др. Он убедительно доказал, что синтезированные им вещества составляют основу животных и растительных жиров и образованы из комбинации частицы глицерина и трех частиц кислот с выделением трех частиц воды. Таким образом, правильная мысль Шевреля подтвердилась; в то же время было установлено, что нейтральные жиры — это триглицериды и что глицерин — спирт, способный насыщаться одной, двумя или тремя частицами кислоты, т. е. он трехатомен. Реакцию образования, например, тристеарина можно изобразить на языке структурных формул следующим образом:



Правда, Бертло, осуществивший эти реакции, когда еще не была разработана теория химического строения, изображал их иначе, в виде эмпирических брутто-формул

и в эквивалентных весах ( $C = 6$ ,  $H = 1$ ,  $O = 8$ ) вместо атомных. То же уравнение у Бертло выглядело так:



Для современного химика подобные уравнения без разъяснительного «ключа» непонятны.

Бертло ясно показал, что, варьируя условия опыта и соотношение глицерина и кислоты, можно получить одно-, двух- и трехзамещенные глицериды. Например, моностеарин получается при нагревании на горелке до  $200^\circ$  в течение 36 часов в запаянной трубке равных частей глицерина и стеариновой кислоты. Тристеарин же образуется нагреванием до  $270^\circ$  в течение 3 часов моностеарина с 15—20-кратным (по весу) количеством стеариновой кислоты и т. д. Таким образом был осуществлен синтез жиров и расшифрована природа глицерина как трехатомного спирта. Жиры, наряду с углеводами и белками, относили уже давно к типичнейшим органическим соединениям, играющим большую роль в живом организме. После синтеза так называемых нетипичных органических веществ позиции виталистов были уже поколеблены. Но виталисты не сдавались и продолжали настаивать на невозможности синтеза подлинных органических соединений. Вот почему синтез жиров Бертло произвел огромное впечатление на современников, причем не только на химиков, но и на представителей биологии, физиологии, медицины и философии. Витализм получил один из наиболее сокрушительных ударов. Материалистическая философия праздновала новую победу — еще в одной отрасли знания проявилось превращение «вещи в себе» в вещь для нас. В этом — выдающееся методологическое значение трудов Бертло по расшифровке природы жиров и их синтезу. Эти работы вошли во все учебники органической, биологической химии, а также в трактаты по философии, истории естествознания и т. д.

Синтез жировых веществ по Бертло, который показал его принципиальную возможность, оказал влияние и на промышленность. На Лондонской промышленной выставке 1863 г. среди других синтетических препаратов Бертло экспонировался и синтезированный им тристеарин.

За сто с лишним лет, прошедших после появления этих работ Бертло, неоднократно предпринимались попытки внедрить его достижения в производство. В период второй

мировой войны Германия, находясь в большом экономическом затруднении из-за нехватки жиров, осуществила их получение из глицерина и жирных кислот непищевого происхождения. Но масштабы производства были невелики, а главные вкусовые качества получаемых жиров настолько уступали натуральным продуктам, что с окончанием войны выпуск синтетических жиров прекратился.

Развитие производства синтетических жиров для пищевых целей зависит не только от наличия сырья — дешевых синтетических кислот и глицерина, — но также, и притом в большей степени, от того, удастся ли достигнуть высокой биохимической чистоты получаемых триглицеридов и найти для добавления к ним соответствующие вкусовые, пахучие и витаминные препараты. Таким образом, это вопрос будущего, но в положительном его решении не может быть никаких сомнений. Синтетические жиры — вкусные, питательные, полезные, по всем качествам не только аналогичные натуральным, но и превосходящие их, будут получены в дальнейшем несомненно. Возможности органического синтеза не ограничены — в это верил Бертло и был прав\*.

Синтезируя триглицериды, Бертло разработал методику проведения химических реакций в запаянных стеклянных трубках, т. е. в замкнутом сосуде, обеспечивающем по мере его нагревания повышение давления. Таким приемом пользовались некоторые современники Бертло для разнообразных целей: Фарадей для сжижения газов; Франкланд для получения металлоорганических соединений; Сенармон для получения искусственных минералов; Шреттер для превращения белого фосфора в красный; Гофман для синтеза аминов из аммиака и галогенопроизводных и т. д. Бертло превратил эту методику в общий эффективный синтетический прием органической химии, и химики стали им пользоваться еще шире.

Описывая свое знакомство с европейскими лабораториями в первую поездку за границу (1857—1858), Бутле-

\* Недавно большая группа советских химиков и инженеров (П. И. Левенко, С. В. Арбузов, П. Д. Александров, И. Н. Веретенников, Г. Г. Виннер, Г. Е. Гарзаков, И. Е. Добкин, М. П. Захаров, А. И. Метелкин) разработала и успешно применила в промышленности новые методы обработки кож синтетическими жирами взамен натуральных. Масштабы внедрения этого важного химико-технического способа растут, протворяя в жизнь одно из достижений Марселена Бертло.

ров следующим образом оценил достижения Бертло в разработке метода исследования химических реакций под высоким давлением в запаянных трубках: «Далее осмотрена мною лаборатория в Collège de France, небольшая, но весьма интересная по печам, примененным к нагреванию веществ под давлением и к опытам по брожению, которыми особенно занимался тогда работающий здесь известный молодой ученый Бертло. Реакции под высоким давлением, составляющие ныне способ употребительный и чрезвычайно полезный, обязаны своим распространением работам этого химика» [37, стр. 69—70].

Из русских ученых М. И. Коновалову этот метод позволил открыть знаменитую реакцию нитрования парафиновых углеводородов, а С. В. Лебедеву — стать пионером в исследовании полимеризации диеновых углеводородов и т. д. Ныне большинство химико-органических и «полимерных» лабораторий пользуются методикой проведения реакций в запаянных трубках, которые играют роль своего рода микроавтоклавов.

Установление Бертло трехатомности глицерина способствовало дальнейшим исследованиям, которые привели к новым важным открытиям. Адольф Вюрц, учитывая существование одноатомного и трехатомного спирта, предпринял шаги к получению промежуточного двухатомного спирта; в 1856 г. его исследования увенчались блестящим синтезом этиленгликоля, а затем и его гомологов — пропиленгликоля, бутиленгликоля, амиленгликоля и т. д.

Вскоре сам Бертло развил дальше представление о многоатомных спиртах, доказав четырехатомность эритрита и шестиатомность маннита, сладкого природного спирта, весьма близкого к сахарам. Бутлеров высоко оценивал работы Бертло и Вюрца по выяснению природы многоатомных спиртов, считая, что эти работы обогатили систему и теорию органической химии. В то же время Бутлеров справедливо не соглашался с толкованием Бертло химического поведения глицерина как аналогичного превращению угольной и фосфорных кислот.

Заинтересовавшись углеводами, Бертло вначале думал, что сахара представляют собой многоатомные спирты, еще более сложные, чем маннит, но затем, в 1862 г., он пришел к правильному заключению о смешанности альдегидной (карбонильной) и спиртовой функций в сахаристых веществах.

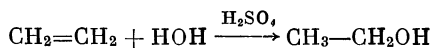


В трудах Бертло достаточно ясно разграничены понятия обыкновенных сахаров типа глюкозы (позднее названных моносахаридами) и более сложных — типа сахарозы (вообще полисахаридов, в случае сахарозы — дисахаридов). Присоединяя воду, сложные сахара распадаются, согласно Бертло, на обыкновенные; сахара → это продукты фиксации растениями элементов воздуха; при действии азотной кислоты из сахаров образуются взрывчатые нитраты — азотнокислые эфиры многоатомных спиртов. Бертло путем этерификации сахаров получил большое число разнообразных сложных эфиров углеводов. В 1863 г. он предложил в обобщенном виде метод опознавания различной атомности спиртов их ацилированием уксусной кислотой. В том же году попутно он синтезировал гидроксильные производные углеводов ароматического ряда — фенол, крезол и тимол.

При исследовании углеводов Бертло открыл неизвестные до этого времени сахара — мелизитозу, трегалозу. Эти сахариды впоследствии изучались другими химиками, в том числе и русскими. Так, в 1884 г. Марковников показал, что сахар из «туркестанской манны» тождествен мелизитозе Бертло. А. В. Алехин подробно изучил мелизитозу (1884—1889) и установил, что она представляет собой трисахарид и имеет состав  $C_{18}H_{32}O_{16}$ ; при гидролизе ее Алехин получил глюкозу. Позднее установили более точный состав мелизитозы, образованной из двух остатков глюкозы и одного остатка фруктозы.

Бертло посвятил углеводам серию работ; к изучению углеводов он возвращался и впоследствии, когда занимался агрономической и биологической химией на сельскохозяйственной станции Медон. В 1863 г. вышел из печати небольшой курс (152 страницы) его лекций по сахарам, прочитанный в Парижском химическом обществе [52].

Особое значение имеет труд Бертло, посвященный синтезу этилового или винного спирта из этилена. Этот классический синтез был осуществлен в конце 1854 г. и опубликован в январе 1855 г. [53, стр. 102]. Сущность его заключалась в том, что этилен в присутствии серной кислоты гидратировался, т. е. присоединял воду по схеме, изображаемой в настоящее время так:



В первом сообщении на эту тему 15 января 1855 г. Бертло рассказывает о своем открытии следующее. Большая колба емкостью 31—32 л была заполнена этиленом (в свою очередь получаемым, например, взаимодействием йодистого этилена с ртутью); понемногу туда же добавлялось 900 г чистой прокипяченной серной кислоты, затем несколько килограммов ртути. Все это сильно и продолжительно взбалтывалось. Постепенно этилен поглощался. После 53 000 взбалтываний, когда поглощение газа замедлилось, опыт прекратили и установили, что поглотилось 30 л этилена. К сернокислому слою было добавлено 5—6 л воды, и эта смесь подверглась перегонке.

В результате повторных перегонки и очистки поташом всего было приготовлено 52 г спирта, соответствующего 45 г абсолютного. При этом было израсходовано  $\frac{3}{4}$  этилена; остальной потерялся в процессе работы.

Идентификация этилового спирта не вызывала сомнений. «Таким образом,— писал Бертло в конце сообщения,— впервые был получен спирт без помощи брожения» [53, стр. 106]. Далее Бертло аналогичным образом обработал пропилен и также приготовил спирт, принятый им за пропиловый. Но в дальнейшем выяснилось, что в этих условиях образуется изопропиловый спирт.

Открытие сернокислотной гидратации этилена, сопровождающейся синтезом этилового спирта, произвело большое впечатление, как впрочем и многие другие крупные достижения Бертло. Правда, нашлись химики (Шеврель и другие), оспаривавшие оригинальность открытия Бертло; они отыскивали старую работу Геннеля и начали утверждать, что Бертло просто повторил ее. Конечно, это было передержкой, хорошо разъясненной Юнгфлейшем [2, стр. VI], который, изучив этот вопрос документально, писал, что по совокупности фактов нельзя оправдать попытку приписать Геннелю синтез алкоголя в 1826 г. и тем менее возможно считать его работу первым из когда-либо осуществленных синтезов органического вещества. Напротив, в ней содержится доказательство, что синтез алкоголя принадлежит Бертло как с экспериментальной точки зрения, так и с точки зрения философии науки. Любопытно, что до этого заключения Юнгфлейша, сделанного в 1913 г., в разных изданиях многотомного справочника Бейльштейна, этой энциклопедии химика-органика, открытие гидратации этилена приписывается

то Бертло, то Геннелю, затем опять Бертло. Итак, заслуга Бертло в разработке серноокислотной гидратации этилена несомненна.

Экспонированный на выставке в Лондоне в 1863 г. образец (объемом 1 л) синтетического этилового спирта, полученного Бертло, привлекал внимание не только ученых-химиков, но и промышленников, как об этом писал в своем обзоре А. В. Гофман. Открывались перспективы получения спирта не из сахаров и крахмала методом брожения, а из продуктов переработки угля и нефти. Кроме образца этилового спирта, на Лондонской выставке экспонировались и многие другие вещества, «полученные Бертло синтетическим путем». Все они пользовались успехом у посетителей.

Гидратация этилена с получением этилового спирта привлекала внимание многих химиков после Бертло; ныне этот метод внедрен в промышленность в широких масштабах.

Развитием работ Бертло в этом направлении нужно считать исследование Бутлерова и Горяинова «О полимеризации углеводородов этиленового ряда и о превращении этилена в этильный алкоголь» [54, стр. 284]. Авторы предложили проводить гидратацию при повышенной температуре. Прозорливость Бутлерова подтверждается следующими его словами в этой работе: «Удобное и быстрое поглощение этилена концентрированной серной кислотой при температуре около 160° составляет факт, обещающий со временем практическое значение; если бы удалось открыть дешевый способ приготовления этилена, то он составил бы материал для добывания спирта» [54, стр. 285]. Здесь необходимо подчеркнуть, что Бутлеров заслугу убедительного доказательства прохождения реакции гидратации этилена справедливо приписывал Марселену Бертло. В «Историческом очерке развития химии», разбирая односторонность дуалистических теорий, Бутлеров писал: «Тогда не было достаточно фактов для доказательства перехода, например, этилена в винный спирт, что сделано было позднее Бертло» [37, стр. 185].

В Советском Союзе бакинские химики В. С. Гутыря и М. А. Далин осуществили промышленный синтез этилового спирта из этилена серноокислотным методом в 30-е годы. В качестве источника этилена были использованы широко доступные газы крекинга нефти. Продолжая эти работы,

Далин с сотрудниками осуществил в производственном масштабе и прямую гетерогенно-каталитическую гидратацию этилена в спирт. Многочисленные советские заводы синтеза этилового спирта получают этот ценный технический продукт, имеющий широкий диапазон применений, из этилена, тем самым демонстрируя живучесть и прогрессивность научно-технических идей Марселена Бертло.

## Углеводороды

Менделеев в своем учебнике, вышедшем в 1861 г., подчеркивал: «все органические соединения группируются вокруг углеродистых водородов» [55, стр. 191]. Одно из лучших определений предмета органической химии принадлежит К. Шорлеомеру: органическая химия — это химия углеводородов и их производных [24, стр. 122]. По-видимому, и в возникновении органического вещества на Земле в отдаленную геологическую эпоху углеводородам, как материнским веществам, принадлежало первенствующее значение. Хорошо понимавший роль углеводородов во всей системе химии Бертло с 1856 г. направил свои творческие усилия на синтез этих веществ [56, стр. 236] и уже вскоре достиг изумительных результатов. Им были синтетическим путем получены углеводороды многих классов — парафиновые, олефиновые, ацетиленовые, ароматические, конденсированные ароматические, терпеновые. Эти достижения ознаменовались разработкой большого числа новых методов синтеза и исследований. Характерной особенностью рассматриваемых работ Бертло является следующее. Обычно он синтезировал вначале простейшие представители различных групп углеводородов: метан, этилен, ацетилен, бензол, а затем уже получал более сложные представители тех же классов соединений. Свои полувековые труды по исследованию углеводородов Бертло обобщил в трехтомнике «Углеводороды» [57]. Много места химия углеводородов занимает и в других фундаментальных сочинениях французского ученого: в двухтомнике «Органическая химия, основанная на синтезе» [58]; в лекциях «Об изомерии», читанных в Парижском химическом обществе в 1863 г. и вышедших из печати тремя годами позже [59]; в «Лекциях по общим методам синтеза в органической химии», прочитанных в Коллеж де Франс в 1864 г. [29] и переведенных на испанский язык [30];

в «Химическом синтезе», выдержавшем десять изданий [28] и переведенном на немецкий язык; в «Элементарном учебнике органической химии», написанном совместно с Юнгфлейшем [35], а также в монографиях по термохимии и химической механике, которые будут рассмотрены в последующих главах настоящего очерка. Среди названных книг особое место по своей оригинальности и методологической направленности занимает «Органическая химия, основанная на синтезе». Об этой книге Тимирязев написал следующие восторженные слова: «вся органическая химия предстала удивленным взорам современников в совершенно новом освещении. Книга эта, к сожалению, никогда не перепечатанная \* и давно ставшая библиографической редкостью, должна быть отнесена к числу классических не только в области химии, но и всего естествознания вообще. Ее первые и заключительные главы представляют глубокое научно-философское значение по развиваемому в них воззрению на значение экспериментального знания вообще и химии в особенности, где ученый так ясно выступает в своей двойной роли пророка и творца, пророка, на основании прошлого тел предсказывающего их будущее, и творца, по желанию осуществляющего не только то, что осуществляет природа, но и многое такое, чего она сама не осуществляет» [5, стр. 170].

Вначале Бертло получил алифатические углеводороды: метан, этилен, пропилен, бутилен, амилен при сухой перегонке (пиролитическом распаде) солей муравьиной и уксусной кислот. Для синтеза метана (или формена, как он чаще называл этот простейший углеводород) Бертло нашел и другой интересный способ — пропускание смеси сероуглерода и сероводорода над раскаленной медью. Все эти приемы синтеза отличаются простотой оформления и часто служат лекционной демонстрацией. Таким образом, источниками синтеза углеводов явились сероуглерод, сероводород, а также муравьинокислые и уксуснокислые соли, т. е. вещества, которые можно получить из элементов.

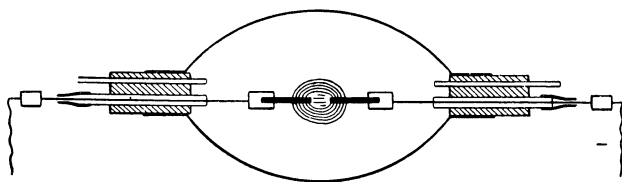
---

\* Тимирязев здесь ошибается. «Органическая химия, основанная на синтезе», составив вторую книгу «Химического синтеза» Бертло [7], переиздавалась много раз: девять изданий этого произведения вышло при жизни автора, а десятое издание появилось после кончины Бертло, в 1910 г. Эту ошибку в 1927 г., ссылаясь на Тимирязева, повторил Каблуков [20].

## La Synthèse chimique.

Les types conçus par le savant, s'il ne s'en point trompé, sont les types mêmes des existences. Son objet n'est point idéal, mais réel. La chimie possède cette faculté créatrice à un degré plus éminent que les autres sciences; parce qu'elle pénètre plus profondément et atteint jusqu'aux éléments naturels des êtres. Non seulement elle crée des phénomènes, mais elle a la puissance de refaire ce qu'elle a détruit par ses analyses; elle a même la puissance de former une multitude d'êtres artificiels, semblables aux êtres naturels et participant de toutes leurs propriétés. Les êtres artificiels sont les images réalisées des lois abstraites, dont elle poursuit la connaissance. C'est ainsi que, non contents de remonter par la pensée aux transformations matérielles qui se sont produites autrefois et qui se produisent tous les jours dans le monde minéral et dans le monde organique, non contents d'en saisir les traces fugitives par l'observation directe des phénomènes et des existences actuels, nous pouvons prétendre, sans sortir du cercle des expériences légitimes, à concevoir les types généraux de toutes les existences possibles et à les réaliser; nous pouvons, dès ce point, prétendre à former de nouveau toutes les matières qui se sont développées depuis l'origine des choses, à les former dans les mêmes conditions, en sorte des mêmes lois, par les mêmes forces que la nature a fait concourir à leur formation.

M. Berthelot



*Установка Берто для синтеза ацетилена из элементов*

Следовательно, полный синтез углеводородов из элементов был освоен.

Далее Берто превратил метан через хлористый метил в метиловый спирт, осуществив такого рода переход в жирном ряду впервые. Спирты могут быть превращены в другие кислородсодержащие органические соединения (кислоты, альдегиды, эфиры); стало быть, полный синтез и этих веществ можно считать осуществленным, рассуждал Берто. Так постепенно понятие «жизненная сила» изгонялось из органо-химических толкований.

В синтетических исследованиях Берто особое место занимает получение ацетилена; название этому продукту Берто дал сам. Вначале Берто получал ацетилен пропусканьем спирта и эфира через раскаленную трубку, изолируя газ в форме ацетиленида меди. Получение ацетилена, по Берто, сжиганием эфира в цилиндре до сих пор широко используется как хороший демонстрационный опыт в курсе органической химии. Берто предложил и несколько других методов получения ацетилена: пропускание хлороформа над раскаленной медью; действие электрических разрядов на метан, на этилен и на смесь циана с водородом; неполное сжигание углеводородов и некоторых других органических соединений.

Но затем Берто перешел к попыткам прямого синтеза ацетилена из углерода и водорода. Здесь интересен ход мыслей ученого и вариации экспериментов, опубликованных в 1863 г. в статье «Исследование ацетилена» [60, стр. 52]. Приведем отрывок из этой принципиальной статьи (в переводе А. Ф. Платэ). «После того как мной были осуществлены синтезы спиртов и их эфиров из углеводородов,— писал Берто,— я направил свои усилия на синтез самих углеводородов прямо из элементов.

При помощи различных методов я получил простейшие углеводороды, исходя из углерода и водорода... Однако если эти методы не вызывают сомнений в своих конечных результатах, все же они подчас являются косвенными и представляют собой окольные пути для получения углеводородов из углерода и водорода. В то время у нас не было возможности действовать иначе. Каждому известна химическая инертность углерода при обыкновенной температуре к действию самых сильных реагентов. Эта инертность исчезает только при температуре красного каления, и то лишь по отношению к кислороду и сере. Что же касается водорода, то все соединения его с углеродом, полученные до сих пор из органических веществ, наоборот, разрушаются под влиянием температуры красного каления. Таким образом, попытки их прямого синтеза казались фантастическими...

Ацетилен в то же время является наиболее стойким из всех углеводородов. Он образуется в большом количестве не только из этилена и метана под влиянием нагревания или электрической искры, но образуется также, хотя и в меньшем количестве, даже из бензола и нафталина, т. е. из таких углеводородов, которые до сих пор рассматривались как наиболее стойкие. Основываясь на этих фактах, я решил попытаться получить ацетилен прямым синтезом из элементов...

Сначала я прибегал к действию тепла: я докрасна нагревал очищенный уголь в токе водорода, но безуспешно. Желая достигнуть более высокой температуры, я прибег к любезности Сент-Клер-Девиля, который предоставил в мое распоряжение свою аппаратуру в Нормальной школе и свой большой опыт в этой области. Однако успеха я не достиг... Солнечные лучи, сконцентрированные при помощи большой линзы, также не дали лучших результатов... Для дальнейших исследований оставалось только использовать электричество с его непосредственными мощными эффектами, в которых оно конкурирует с теплотой... Я пользовался искрами (от катушки Румкорфа.— Ю. М.) как длинными и тонкими, так и широкими и короткими. В этих различных условиях опыт не удался...

В конце концов я решил применить электрическую дугу, которая образуется между двумя концами угля, причем температура постепенно повышается, и уголь переносится с одного полюса на другой...



В этих новых условиях опыт удался полностью. Соединение водорода с углеродом происходит мгновенно... (В скобках даны атомно-молекулярные формулы.— Ю. М.)



Я имел честь продемонстрировать этот опыт перед Академией. Ацетилен, образующийся вокруг полюсов, постепенно уносится током газа» [11, стр. 736—738].

Электрическая дуга питалась батареей, состоящей из пятидесяти гальванических элементов Бунзена. Этот синтез настолько прост в оформлении и показателен, что уже в течение ста лет демонстрируется на лекциях по органической химии.

В дальнейшем Бертло нашел еще несколько способов получения ацетилена. Среди них представляет интерес образование ацетилена в процессе неполного сгорания многих органических веществ, сжигание эфира в цилиндре, пропускание хлороформа над накаленной медью, действие электрических искр на метан, этилен и смесь циана с водородом — при всех этих реакциях Бертло наблюдал образование ацетилена. Ни один химик не описал такого большого числа способов получения ацетилена; часть способов используется в качестве лекционных демонстраций, а электрокрекинг метана разработан как промышленный метод и внедрен в производство.

Когда ацетилен стал доступным веществом, Бертло провел ряд синтезов на его основе. Из ацетилена гидрированием он получил этилен



Эта реакция осуществлялась действием аммиачной воды на цинк в присутствии ацетиленистой меди.

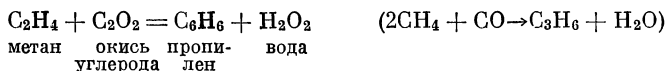
Было показано, что если далее гидрировать этилен, образуется «ацетен», т. е. этан



Этилен Бертло превращал в этан методом, который был им разработан пятью годами раньше: действием брома на этилен он получал бромид, а затем замещал бром на водород при помощи йодистого калия и воды.

Окислением ацетилена Бертло получал кислоты — уксусную и щавелевую. Смесь ацетилена с хлором взрывалась. Поэтому для синтеза дихлорида и тетрахлорида ацетилена Бертло совместно с Юнгфлейшем использовал хлористую сурьму. Это достижение также нашло применение в химической промышленности для получения упомянутых хлорпроизводных ацетилена.

Пропилен синтезировался из болотного газа (метана) под воздействием окиси углерода по уравнению, которое Бертло изображал в эквивалентных формулах следующим образом



Из метана Бертло синтезировал нафталин, перебросив таким образом первый мост между углеводородами жирного и ароматического рядов. Метан нагревался в запаянной трубке из бемского стекла до тех пор пока стекло не начинало размягчаться.



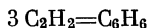
Постепенно усложняя процесс, Бертло из элементов и очень несложных веществ (метана, ацетилена, окиси углерода, воды, получаемых, в свою очередь, из элементов) синтезировал этан, этилен, пропилен, бутилен, амилен, нафталин и другие углеводороды. Состав многих из этих соединений доказывался переводом их в соответствующие спирты через галогенопроизводные.

Каскад синтезов непрерывно разрастался. Особенно большой рывок вперед был сделан, когда Бертло с большим мастерством использовал ацетилен для получения различных ароматических систем. Соответствующая серия синтезов была впервые описана Бертло в апреле 1866 г. в докладах Парижской академии наук, а в конце года и в *Анналах химии и физики* [61], т. е. в излюбленных местах его научных публикаций.

Бертло писал, что ароматические углеводороды составляют основу лекарственных, красящих, душистых веществ, фенолов, кислот и имеют огромное практическое значение. С другой стороны, бензол является родоначальником всех ароматических соединений, и вот почему ему, Бертло, давно хотелось осуществить синтез бензола. Еще в 1851 г. он

показал, что бензол образуется из спирта при температуре красного каления. Позднее он получил спирт из этилена, а этот последний — из элементов. Таким образом, можно сказать, что бензол получался из элементов. Но этот многостадийный синтез не удовлетворял Бертло, поскольку не проливал света на строение\* бензола. Весовые отношения углерода и водорода в бензоле и ацетилене одинаковые. Это навело Бертло на мысль, что конденсацией трех частиц ацетилена можно получить одну частицу бензола. Синтез им был осуществлен в более широком плане превращения ацетилена не только в бензол, но и другие ароматические и конденсированные углеводороды.

Ацетилен, нагретый в стеклянной реторте до температуры 550—600°, постепенно конденсировался, превращаясь в желтоватую жидкость (называемую Бертло полимерами ацетилена). Накопив достаточное количество жидкости, Бертло подверг ее фракционированной перегонке и выделил из нее бензол, стирол, гидрированные нафталин, антрацен и некоторые более сложные флюоресцирующие углеводороды. Бензол составлял около половины всего продукта и четко идентифицировался по физическим константам, а также серией химических превращений. Синтез бензола был повторен с очищенным ацетиленом и с ацетиленом, полученным из углерода и водорода. Ацетилен превращался в бензол при прохождении через нагретую металлическую трубу. Сомнений не оставалось: бензол — это триацетилен. В упомянутых статьях [61] 1866 г. Бертло пользуется атомными (не эквивалентными) обозначениями, что делает работу чрезвычайно понятной современному читателю

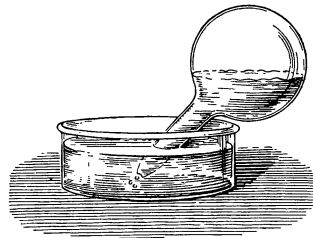
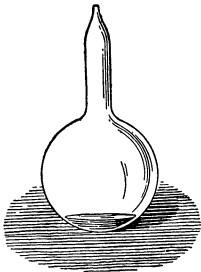
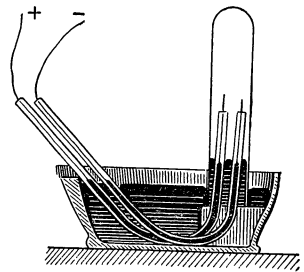
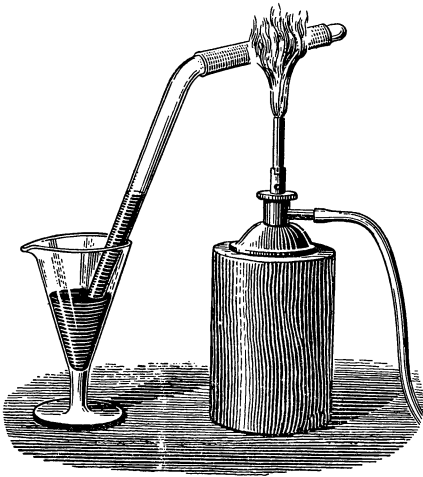
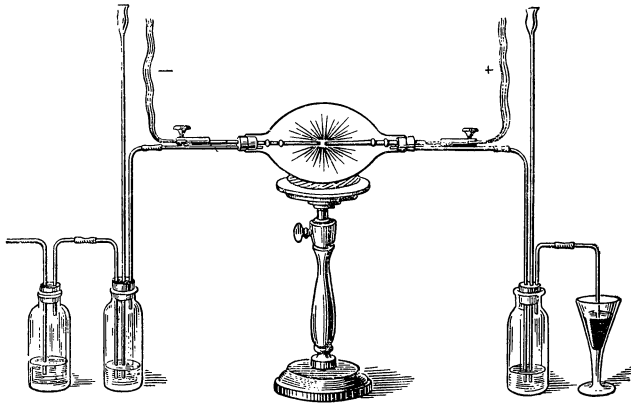


Синтез бензола из элементов показан здесь таким прямым и простым опытом, какого только можно пожелать, справедливо подчеркивает Бертло.

Синтез бензола из ацетилена по Бертло привлек внимание многих исследователей. Н. Д. Зелинский и Б. А. Казанский усовершенствовали его. Они показали, что выход

---

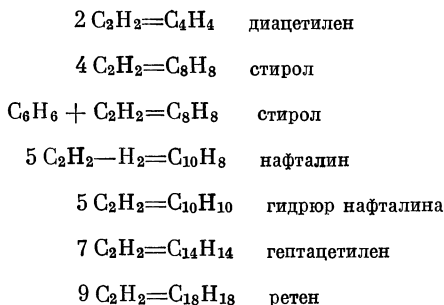
\* Под «строением» Бертло понимал состав и некоторые отношения группировок эквивалентов, т. е. не то, что эта категория отражает в структурной теории.



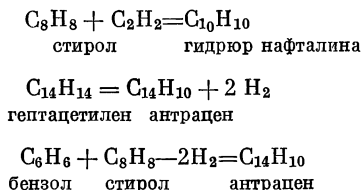
Приборы Бертелло для синтеза ацетилена (вверху), бензола (слева в середине), синильной кислоты (справа в середине) и муравьиной кислоты (внизу)

бензола во много раз увеличивается и превышает 70%, если ацетилен пропускать над активным углем.

В цитированной работе Бертло рассказывает о синтезе из ацетилена серии других углеводородов, изображая химические реакции простыми уравнениями

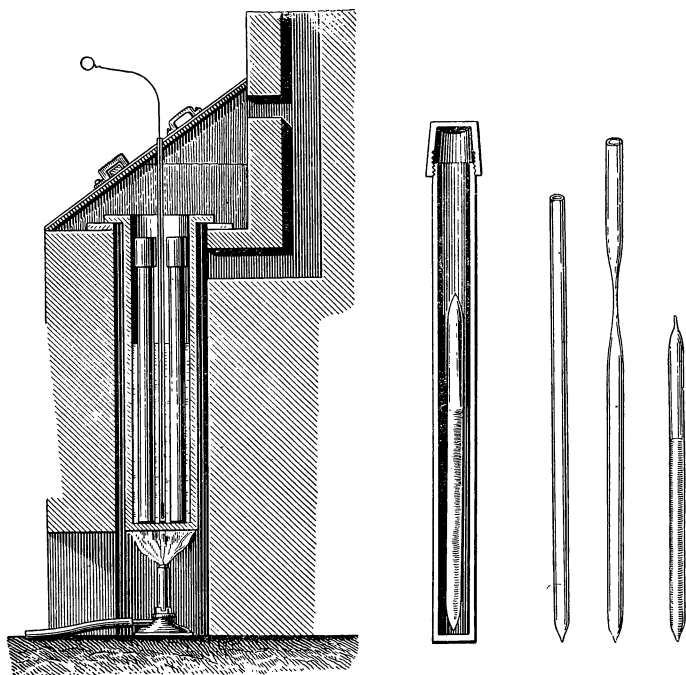


В статье имеются и некоторые другие уравнения, отражающие взаимные превращения ряда ароматических углеводородов, например:



В аналогичных условиях Бертло провел и много других чрезвычайно интересных синтезов: из смеси бензола и метана (и его гомологов) он получил толуол (и его гомологи); из бензола и этилена — стирол и нафталин; из бензола — дифенил; из толуола — антрацен. Все эти превращения являются первыми реакциями алкилирования и арилирования ароматических соединений. Исключительный интерес представляет получение Марселеном Бертло анилина из бензола и аммиака, правда, с малым выходом. Это перспективное наблюдение Бертло не оценено в должной мере и ожидает своей разработки.

Серия работ с ацетиленом относится к наиболее интересным трудам Бертло, отражающим одно из его крупнейших открытий. При входе в Коллеж де Франс в музей выставлены вещества, полученные Бертло, и прибор (неболь-



*Приборы Бертелло для проведения химических реакций  
в запаянных трубках*

шая согнутая металлическая труба), в котором он синтезировал бензол [62, стр. 583].

Синтезы на основе ацетилена Бертелло проводил, используя часто очень малые количества вещества; обычно он получал всего несколько капель продукта. Тем не менее исследование было полным и убедительным. Повторение этих работ через несколько десятилетий в больших масштабах, с образованием нескольких килограммов продуктов реакции, подтвердило результаты Бертелло. Таким образом, его можно считать одним из основателей микросинтеза и микроанализа органических соединений.

Углеводороды, которые образуются при температурах от темно-красного каления  $400-500^{\circ}$  до белого каления  $1500^{\circ}$ , Бертелло назвал пирогенными, т. е. рожденными жаром, и посвятил им второй том своей большой монографии

[57]. Первый том трактует вопросы химии ацетилена и его производных, а третий — взаимодействие углеводородов с водородом, кислородом и элементами воздуха.

Марселен Бертло — не только один из основателей химии ацетилена, но и ученый, открывший пиролиз углеводородов и подробно изучивший пиролитические (пирогенные) процессы. Эта отрасль химии представляет исключительный интерес для современной переработки углеводородного сырья и химии нефти. Естественно, что и сам Бертло занимался химией нефти. В частности, ему принадлежит первая теория минерального происхождения нефти. Он считал, что в недрах земли в результате взаимодействия металлоуглеродных соединений (карбидов) с водой образуется ацетилен, который под влиянием давления и нагревания конденсируется в жидкие и твердые углеводороды, составляющие нефть [63, стр. 945]. Эти мысли, высказанные в 1866 г., позднее были положены в основу теорий Д. И. Менделеева, А. Муассана, П. Сабатье и Ж. Сандерена, В. Н. Ипатьева, Н. Д. Зелинского и др. И сам Бертло несколько раз возвращался к идее минерального образования нефти. Веским доводом в пользу своих взглядов он считал образование (при действии им на углеродистые метеориты йодистоводородной кислотой) смеси углеводородов, напоминающей пенсильванскую нефть.

Развивая мысль о различных путях полимеризации ацетилена, Бертло высказал идею о том, что каменноугольный деготь (смола) мог образоваться в результате конденсации ацетилена в процессе пиролитического добывания светильного газа. Эта гипотеза пользовалась популярностью полвека, но затем была заменена более обоснованными взглядами.

Из различных групп углеводородов Бертло специальное внимание уделил терпенам и их взаимоотношениям с камфарными соединениями. Большую часть четвертой «книжки» (как тогда называли разделы больших произведений) первого тома монографии «Углеводороды» [57, стр. 355—554] он посвятил этим веществам. Терпенами он занялся рано и неоднократно возвращался к ним. Еще в 1852 [64, стр. 736] и 1853 гг. [65, стр. 425] Бертло опубликовал в «Докладах Академии наук» и других журналах статьи по терпенам, в которых исследовалось действие температуры порядка  $250^{\circ}$  на французское «терпентинное

масло» (скипидар), а также его оптическая вращательная способность. Химия терпеновых углеводов была обогащена Бертло многими фундаментальными фактами. Он первый заговорил о «непрерывности строения» (т. е. о цикличности структуры) терпенов. При исследовании терпенов Бертло установил алкогольную природу борнеола, а попутно холестерина и меконина.

Бертло изучал терпилен, янтарную камфору и установил, что при действии кислорода воздуха на камфен в присутствии платиновой черни образуется обыкновенная камфора. Несколько позднее (1870) он предложил применять в качестве окислителя хромовый ангидрид. Эти замечательные наблюдения легли в основу разработок синтетического получения камфоры из скипидара заводским путем, например, в трудах Тищенко.

Бертло различал терпены, образующие с хлористым водородом монохлоргидраты, от терпенов, дающих дихлоргидраты; он показал идентичность дихлоргидратов скипидара и лимонного масла. Эти идеи были развиты в трудах Флавицкого и сформировались в представление о бициклических и моноциклических терпенах. Бертло начал изучать оптическую вращательную способность терпенов и эфирных масел, что должно быть отнесено к первым шагам физических приемов исследования органических соединений. Все последующие видные исследователи терпенов (О. Валлах, В. Тильден, А. Байер, Ф. Землер, из русских Ф. Р. Вреден, Ф. М. Флавицкий, И. И. Канонников, Е. Е. Вагнер и др.) в своих работах многократно ссылались на труды Бертло, развивали их, иногда исправляли некоторые его данные. Но это удел всех пионеров, — к ним и относился Бертло в этой весьма запутанной тогда области органической химии.

Марселен Бертло открыл (одновременно с Э. Ляутеманом) и ввел в органическую химию весьма эффективный универсальный метод восстановления при помощи йодистого водорода, примененный им и при изучении переходов между терпенами и другими классами соединений.

Насыщенный водный раствор йодистого водорода готовился при 0°, а восстановление проводилось при нагревании до 280°. Этим приемом Бертло переводил многие кислород- и азотсодержащие вещества, а также непредельные углеводороды, в вещества парафинового ряда. Так, этиловый спирт, ацетальдегид и уксусную кислоту



он превратил в этан; глицерин и ацетон — в пропан; масляную и янтарную кислоты — в бутан; этиламин и дициан — в этан. Следовательно, при восстановлении йодистым водородом различных кислород- и азотсодержащих веществ и непредельных углеводородов получают предельные углеводороды того же углеводородного скелета. У Бертло древесный уголь образовывал жидкую смесь предельных углеводородов, т. е. даже обугливание не полностью разрушало углеводородный скелет исходных органических соединений.

Результаты, полученные при действии йодистым водородом, позволили Бертло установить (впервые) способность ароматических и конденсированных систем присоединять водород, т. е. гидрироваться. Он синтезировал ряд гидрированных производных бензола, нафталина, антрацена, аценафтена и других соединений. Было показано, что гидрированием йодистым водородом ароматические углеводороды можно превратить в циклопарафины. «Бертло справедливо может считаться основателем гидрогенизации органических соединений», — писал в своей неопубликованной рукописи В. Н. Ипатьев.

Восстановлением йодистым водородом широко пользовались химики других стран, в частности, русские. Например, Вреден, применив этот метод, открыл новый класс углеводородов, названный им «ароматическими парафинами» [66]. Фактически же это были циклопарафины. Н. М. Кижнер открыл изомеризацию шестичленного кольца в пятичленное, происходящую в процессе гидрирования, и т. д.

До открытия каталитического гидрирования газообразным водородом восстановление по Бертло было наиболее часто употребляемым методом перевода ненасыщенных соединений в насыщенные, кислород- и азотсодержащих веществ — в углеводороды, циклических систем — в парафиновые и т. д. Вместе с тем этот метод Бертло является одним из убедительных приемов установления углеводородного скелета вещества.

Свои исследования по восстановлению йодистым водородом Бертло завершает термохимическими рассуждениями, которые поясняют легкость гидрирования йодистым водородом. Так возникает переход в новую область, в термохимию. Пожалуй, после этих исследований Бертло больше не возвращается к крупным систематическим исследо-

ваниям, составляющим новые циклы органических синтезов. Это более поздние работы в области синтеза касаются преимущественно дополнений к прежним открытиям. Но и они иногда весьма значительны, как, например, выполненный в 1872 г. вместе с Барди синтез аценафтена из этилнафталина.

### **Другие химико-органические работы**

Мы вкратце рассмотрели основные химико-органические исследования Бертло, сгруппировав их вокруг синтеза жиров, многоатомных спиртов и углеводов. Этим далеко не исчерпывается даже самое главное из выполненного Бертло в области органической химии. Ведь кроме серии фундаментальных монографий по органической химии он опубликовал сотни статей, в которых, может быть несколько разрозненно, описано необъятное количество важнейших наблюдений, фактов, открытий, вошедших, как принято выражаться, в золотой фонд органической химии. Многое из того, что сделал Бертло, излагается в различных курсах и учебниках для высшей и средней школы, как давно известное, элементарное. Кто же и как это впервые установил?— над этим вопросом часто и не задумываются. Такова судьба многих открытий классиков науки; часть этих открытий постепенно становится анонимной.

Попытаемся рассказать о некоторых «рядовых» наблюдениях и открытиях Бертло в органической химии. Уже его первая органохимическая работа «Разложение алкоголя и уксусной кислоты действием краснокалильного жара» выполненная им в 1851 г., когда он претендовал на должность препаратора у Баляра в Коллеж де Франс, носит «пирогенный» характер, и ею начинается полувекковая серия исследований углеводов [57]. В этой работе Бертло разложением этилового спирта получил бензол, фенол и нафталин, что и навело его на мысль о возможности синтеза сложных органических веществ из элементов.

В 1855 г. в небольшой статье «Превращение окиси углерода в муравьиную кислоту» [67, стр. 955] Бертло описал один из своих лучших синтезов. Молодой ученый исходил из того, что окись углерода относится к муравьиной кислоте так же, как этилен к спирту; оба газа отличаются от соответствующих соединений нехваткой

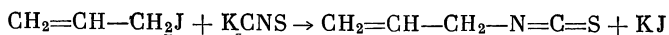
элементов воды. В случае этилена им была удачно использована серная кислота, которая хорошо соединяется с этим газом. При гидратировании окиси углерода не менее удачно была выбрана калийная щелочь. Осуществленный в шестидесяти запаянных литровых колбах при длительном (70 часов) нагревании влажного КОН с СО синтез с последующим выделением из муравьинокислой соли самой кислоты можно изобразить современной схемой



Метод синтеза муравьиной кислоты по Бертло в усовершенствованном его виде применяется в промышленности. В дальнейшем французский химик предложил еще один лабораторный способ получения муравьиной кислоты — нагревание щавелевой кислоты с сухим глицерином. Образование муравьиной кислоты гидратацией СО, нам кажется, дает основание считать окись углерода ангидридом муравьиной кислоты и исключить СО из списка «безразличных окислов», приводимого в элементарных школьных учебниках химии.

К свойствам муравьиной кислоты Бертло возвращался и в последующие годы. Например, в 1864 г. сухой перегонкой формиатов (солей муравьиной кислоты) он получил метан, этилен и его гомологи. Таким образом был переброшен еще один синтетический мост между простейшими и более сложными органическими веществами.

1855 год ознаменовался для Бертло двумя очень интересными работами, проведенными совместно с Люка. В первой из них описывалось получение из глицерина ряда галогенпроизводных пропана — трихлорпропана, трибромпропана, эпихлоргидрина глицерина, йодистого аллила [68, стр. 257]. Последнее вещество послужило исходным материалом для второй работы. Йодистый аллил при действии сульфизоцианата калия привел к синтезу (совершенно независимо и «немного позже» Н. Н. Зинина, как пишет Буглеров) горчичного масла [69, стр. 21]. В современной символике получение аллил-горчичного масла изображается так:



Этот синтез установил возможность искусственного воспроизведения еще одной группы природных соединений.

Йодистый аллил использовался Бертло, Люка, Гофманом и другими химиками для синтеза большого числа разнообразных органических соединений.

В 1857 г. Бертло получил метиловый спирт действием едкого кали на хлористый метил. В 1860 г. он осуществил получение йодистого этила присоединением йодистоводородной кислоты к этилену. Это была его первая работа с использованием йодистоводородной кислоты; через несколько лет на ее основе был разработан универсальный метод восстановления органических соединений.

В течение длительного ацетиленового цикла исследований Бертло осуществил два интересных синтеза. Прямым окислением ацетилена кислородом воздуха он получил уксусную кислоту; при окислении же перманганатом калия ацетилен превращался в щавелевую кислоту, что впоследствии стало весомым доводом в пользу существования кратной связи между углеродными атомами в ацетилене. Когда ацетилен стал доступным для промышленности сырьем, химики много раз возвращались к идее одностадийного превращения его в уксусную кислоту; но решение этого вопроса еще до сих пор упирается в ряд трудностей.

Большое разнообразие синтетических реакций наблюдал Бертло, когда стал систематически изучать действие на различные органические и неорганические вещества электрического тока и электрических разрядов. Так, действием газообразного азота на ацетилен под влиянием электрических разрядов получался цианистый водород — вещество, пограничное между органическим и минеральным миром. В этих же условиях азот был присоединен к бензолу, терпенам, клетчатке и к другим органическим веществам, но природу образовавшихся в результате реакций соединений четко установить не удалось, хотя и было показано, что все они при нагревании с известью выделяют аммиак. Бертло показал, что даже самые слабые электрические разряды вызывают реакции связывания азота с органическими веществами.

Перечислить все сделанное Бертло в органической химии чрезвычайно трудно. Недаром Юстус Либих в 1869 г. отмечал, что Бертло делает открытия чуть ли не ежедневно. После этого Бертло еще около сорока лет продолжал свою интенсивную новаторскую деятельность в органической химии и в других областях естествознания.

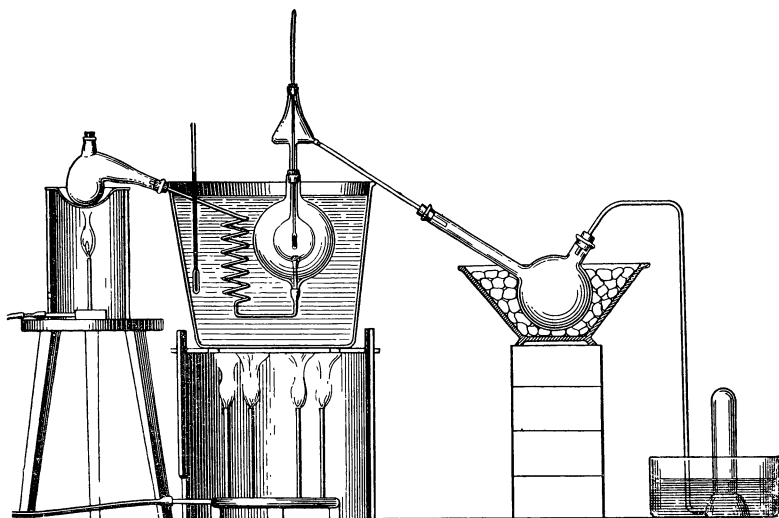
## Связи Бертло с промышленностью

Во многих биографических статьях о французском химике отмечается, что он, будучи теоретиком-экспериментатором, сделал крупные открытия, впоследствии оказавшие влияние на развитие химической промышленности. Это несомненно правильно. Большое число открытий Бертло уже внедрено в промышленность, и они приносят огромную пользу человечеству. Из этих открытий следует упомянуть пирогенизацию углеводородного сырья; гидрирование с сохранением углеродного скелета молекул; получение спиртов гидратацией олефинов; синтез жиров из глицерина и органических кислот; получение камфоры окислением скипидара; синтез ацетилен и его полимеризацию; получение этилена из ацетилен; алкилирование и арилирование ароматических углеводородов; получение галогенированных продуктов присоединения к ацетилену; синтез уксусной кислоты из ацетилен; получение персульфатов; приготовление богатых азотом микробиологических удобрений и т. д. Если добавить к этому большое число усовершенствований, осуществленных в химии и технологии взрывчатых веществ, методов химического и термохимического контроля многих производств способами, впервые предложенными Бертло, то исключительное влияние его на развитие промышленности будет неоспоримым.

Как показал в 1954 г. Деляпин [19], Бертло сам сотрудничал в заводской лаборатории, и его связи с промышленностью несколько лет были непосредственными и очень тесными.

С 1860 по 1863 г. Марселен Бертло работал на химическом заводе Менье в Нуазье и одновременно был научным консультантом владельца завода. Сохранился лабораторный дневник ученого и контракт о сотрудничестве; контракт был проникнут заботой об увеличении химической и фармацевтической продукции завода, и в нем отмечалась необходимость содействия завода организации специальной кафедры в Высшей фармацевтической школе.

Участие Бертло в делах завода Менье (где главным образом изготавливались фармацевтические препараты и шоколад) в течение трех лет возрастало. Бертло бывал на заводе почти каждый день, планировал работу, давал советы и ставил актуальные эксперименты. Из собствен-



*Одна из лабораторных установок Бертелло*


норучных записей в лабораторном журнале Бертелло следует, что, например, 23 ноября 1860 г. он давал рекомендации по синтезу метилового эфира щавелевой и уксусной кислот, а также по извлечению стрихнина из коры хинного дерева. В записях, сделанных в январе 1862 г., много места занимают вопросы синтеза этилового спирта из «маслородного газа», т. е. этилена.

Идя навстречу пожеланиям Бертелло, Менье организовал специальную выставку синтетических продуктов, о достоинствах которой писал Гофман. На выставке хорошо были представлены этиловый и пропиловый синтетические спирты, горчичное масло, муравьиная кислота, камфора, триглицериды. Особое внимание уделялось этиловому спирту; возле образца спирта было описание метода его получения. Из фармацевтических препаратов на посетителей большое впечатление производили чистые крупные и красивые кристаллы алкалоидов опиума; журнал «*Moniteur scientifique de Quesneville*» [70, стр. 433] сообщал, что вид их расстраивал английских промышленников.

Молодой химик Котель посвятил пять лет разработке метода Бертелло и добился того, что ежедневно стал получать из газа (образованного пиролитическим разложением

масла), при промежуточном использовании серной кислоты, несколько гекталитров этилового спирта. Подробности успеха Котеля приводились в статье, опубликованной в «Moniteur» [71, стр. 54]. В дальнейшем на различные варианты синтеза спирта из этилена по методу Бертло были взяты патенты другими авторами во Франции и Англии. Но разница заключалась лишь в источниках газов, содержащих этилен. Идея Бертло использовалась повсюду.

В. Н. Ипатьев следующим образом в обобщенном виде характеризует судьбу исследований Бертло в органической химии: «Судьба научных исследований Бертло в области органической химии — это судьба почти всех крупных научных достижений. Ставя себе целью лишь достижение известных чисто научных, казалось бы лишенных практического значения, результатов, эти исследования, освещая чудесным светом труднейшие и запутаннейшие тайны природы, дают могущественнейший толчок к прикладному знанию. Общепризнанным является в настоящее время тот факт, что лишь там может существовать мощная химическая промышленность, где одновременно даны возможности для беспрепятственного развития чисто химического знания, не направленного на непосредственное удовлетворение нужд практического характера. В наши дни соединения синтетические все больше и больше вытесняют естественные продукты, а это заслуга поколений ученых, разработавших органический синтез путями, указанными его творцом — Бертло».



## РАБОТЫ ПО ТЕРМОХИМИИ

**М**арселен Бертло около сорока лет интенсивно занимался термохимическими исследованиями, и эти работы ознаменовались важными открытиями и достижениями. Пожалуй, труды по термохимии вместе с блестящими синтезами больше всего прославили ученого. Немецкое химическое общество во главе со своим президентом Вант-Гоффом в приветственном адресе в 1901 г. охарактеризовало эту сторону деятельности Бертло как исполинскую. Бредиг поражался «давящим изобилием» экспериментальных работ Бертло по термохимии.

Французы называют Бертло «изобретателем термохимии». Но это — преувеличение. Термохимические исследования проводились и до Бертло. Кроме того, связывать создание целой науки или даже ее большого раздела с именем одного ученого, сколь бы гениальным он ни был, неверно. Новые отрасли науки возникают постепенно и в результате деятельности значительного числа ученых, заслуги которых, естественно, не одинаковы. В таком аспекте Бертло следует назвать одним из выдающихся творцов термохимии.

Зачатки термохимических исследований можно найти в трудах Ломоносова, Рихмана, Блэка. Замечательные работы по калориметрии были проведены Лавуазье и Лапласом в конце XVIII в. Англичане Румфорд, Дэви, Дальтон, французы Дюлонг, Пти, Дебре — вот далеко не полный перечень ученых, которые участвовали в формировании термохимии. Выдающийся петербургский химик Герман Иванович Гесс (1802—1850) первый предпринял систематическое экспериментальное исследование тепловых эффектов химических реакций и открыл два основных закона термохимии [72, стр. 42, 52]: закон постоянства



сумм тепла и закон термонеutrальности. Поэтому Гесс больше чем любой другой ученый мог бы претендовать на титул основателя термохимии. И все же справедливее говорить о творцах термохимии во множественном числе, отводя Марселену Бертло одно из наиболее почетных мест в плеяде создателей этой отрасли химической науки.

В 1865 г. появилась первая\* термохимическая работа Бертло под названием «О теплоте, высвобождаемой в химических реакциях», в которой он сформулировал один из трех основных принципов своей будущей термохимической системы: «Если система простых или сложных тел, взятых в известных условиях, испытывает физические или химические превращения, способные привести ее в новое состояние, не произведя внешнего механического действия, то количество выделенной или поглощенной теплоты при этих превращениях зависит только от начального и конечного состояния системы. Оно то же самое, какова бы ни была природа и порядок промежуточных состояний» [73, стр. 294]. О совпадении этого принципа с законом Гесса мы еще скажем. Здесь же нужно отметить, что вслед за процитированной статьей систематические исследования термохимических проблем были организованы Бертло спустя несколько лет, начиная с 1869 г.

В этих исследованиях большое участие принимал Лугинин (1834—1911), длительное время сотрудничавший с ним [74, стр. 83]. Уже одну из первых термохимических работ о количестве тепла, выделяемого при гидролизе галоидангидридов органических кислот, они опубликовали в 1869 г. вместе [75, стр. 626]. Кроме того, Бертло и Лугинин еще три раза выступали с совместными статьями на термохимические темы.

В 1869 г. возобновил свои термохимические исследования (после пятнадцатилетнего перерыва) известный датский ученый Юлиус Томсен, с которым у Бертло иногда возникали споры, в том числе и по вопросам приоритета. Параллельные работы Бертло и Томсена являлись хорошим взаимным контролем полученных результатов, а также несомненно подстегивали темпы исследования. В предисловии к «Очерку химической механики, основанной на

---

\* Утверждения Шарвина [9, стр. 34], Коновалова [40, стр. 12] и некоторых других авторов, датирующих первую термохимическую работу Бертло 1869 г., неверны.

термохимии» Бертоло говорит: «Эти опыты с 1869 г. заняли почти все мое время. Одновременно, вследствие счастливого и редкого в истории наук совпадения, датский ученый профессор Ю. Томсен, исходя из других точек зрения, выполнил ряд численных определений, которые во многих пунктах были параллельны моим. Это обстоятельство придало согласным результатам, т. е. почти всем полученным с обеих сторон величинам, исключительную степень достоверности. Я, впрочем, воспользовался этим неожиданным контролем для усовершенствования моих методов и для улучшения некоторых моих прежних результатов» [76, т. 1, préface].

Термохимические исследования Бертоло были настолько обширны и разносторонни, что они распространились на проблемы химической кинетики, теорию взрывных процессов и происхождение тепла в живом организме. По всем этим вопросам Бертоло опубликовал сотни статей в научных журналах и выпустил большое число фундаментальных монографий.

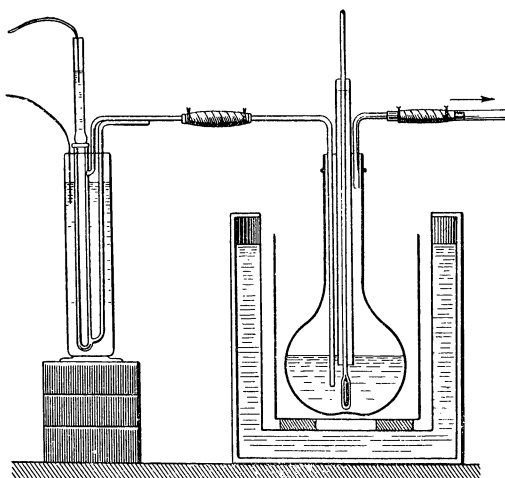
Бертоло ввел в естествознание общеупотребительные понятия об экзотермических (идущих с выделением тепла) и эндотермических (с поглощением тепла) химических реакциях.

Еще Гесс высказывал мысль, что количество выделяемого тепла может служить мерой химического средства, но четко и ясно эта идея была сформулирована лишь в работах Бертоло и Томсена. Современные представления об энергии химических связей являются дальнейшим развитием этих положений.

Ф. Энгельс в письме к Лассалю 18 мая 1859 г. писал: «...личность характеризуется не только тем, что она делает, но и тем, как она это делает» \*. Это положение полностью применимо к оценке деятельности ученого. Вообще метод исследования в науке, а иногда даже новый оригинальный прибор, служит решающим фактором достижения результатов. Это хорошо понимал Бертоло, создавший новые методы исследований и большое число остроумных термометров, установок и приборов для термохимических изысканий. Их описанию посвящены многие страницы двухтомника «Термохимия. Величины и числовые законы» (1897) [77]. Здесь по рисункам и тексту можно подробно

---

\* К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. XXV, стр. 259.

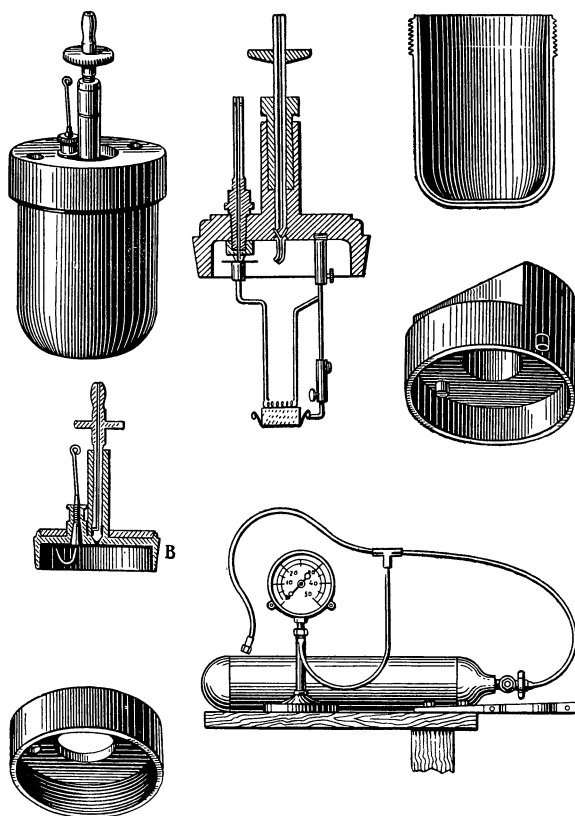


*Одна из установок Бертелло для исследования теплового эффекта реакции*

ознакомиться с термометрами, калориметрами и вспомогательными приборами, которыми пользовался Бертелло. В термохимии, да и в других экспериментальных отраслях науки, Бертелло, как пионер, уподоблялся первым мореплавателям, строившим для себя корабли. Революционизирующее влияние на развитие термохимии и ряда других областей естествознания оказало изобретение Марселеном Бертелло в 1881 г. «калориметрической бомбы».

К своему изобретению Бертелло пришел постепенно. Дюлонг, а затем Фавр и Зильберман предложили особую металлическую камеру, в которой сжигали вещества в токе кислорода и определяли их теплотворную способность. Вначале Бертелло заменил металлическую камеру стеклянной и определил теплоту сгорания серы. Достоинством этого усовершенствования была прозрачность камеры, позволяющая хорошо контролировать полноту сгорания вещества.

Теплоты горения CO и углеводородов Бертелло определял в аналогичных камерах, но несколько измененных. Для CO Бертелло получил величину  $+68,20$  ккал. Такие определения требовали длительного времени и проходили с большими трудностями; к тому же они давали часто



*Калориметрическая бомба Берто и детали к ней*

ненадежные результаты. Впрочем, эти приемы калориметрирования имеют теперь только историческое значение, и мы не будем на них подробно останавливаться, тем более, что Берто и сам пошел значительно дальше, предложив принципиально новый метод — калориметрическую бомбу.

Бомба Берто представляет собой небольшой металлический сосуд, обложенный внутри платиной. В него помещают небольшую навеску исследуемого вещества и нагнетают кислород давлением до 25 ат. Специальное зажигательное устройство (электрическое) вызывает

бурное сгорание вещества; тепловой эффект реакции определяется по разности температуры воды до и после сжигания в калориметрическом кожухе бомбы. Калориметр или бомба является неотъемлемой принадлежностью всех лабораторий, изучающих тепловой эффект реакций, причем не только химических лабораторий, но и топливных, физиологических и биохимических лабораторий по изучению силы взрывчатых веществ и других. Однако платиновая обкладка делает бомбу Берто дорожной и малодоступной. Было сделано много попыток усовершенствовать ее. Наиболее удачными оказались работы Малера, который заменил платину специальным эмалевым покрытием; бомба стала доступной для каждой лаборатории. Об усовершенствовании Малера докладывал Парижской академии в ноябре 1891 г. Берто. Благодаря упрощениям Малера прямой метод калориметрирования, разработанный в принципиальной основе Берто, получил еще большее распространение. Здесь уместно заметить, что для особо ответственных измерений бомба Берто с платиновой обкладкой является более подходящей, чем бомба Малера; сам Малер вернулся впоследствии к бомбе Берто.

С 1924 г., по предложению Рота, калориметрические бомбы начали изготавливать из особой нержавеющей стали, стойкой к кислороду и кислотам. Коррозию бомбы вызывают только галогены.

Калориметрическая бомба позволила уже самому Берто довести точность определений теплот горения до 0,1% и значительно упростить измерения. Берто провел в бомбе огромное число экспериментов по определению тепловых эффектов реакций нейтрализации, растворения твердых тел и газов, удельной теплоты жидкостей и твердых веществ, теплот плавления, испарения, теплот горения твердых, жидких и газообразных тел, теплот изомеризации.

Экспериментальные приемы калориметрирования с выведенными закономерностями и числовыми результатами подробно описаны во многих трудах Берто, в частности в «Практическом учебнике по химической калориметрии», вышедшем в 1893 г. и затем переизданном в расширенном виде в 1905 г. [78], а также в упоминавшейся «Термохимии» [77], переведенной на немецкий язык. При определении теплот сгорания Берто совершенно игнорировал соответствующие данные Томсена,

считая его методику ошибочной. Тем не менее Бертло часто критически сопоставлял термические константы свои и Томсена и нередко отдавал предпочтение последним.

Следует еще подчеркнуть, что в «Термохимии» 1897 г. Бертло, наконец, пользуется общепринятыми атомными и молекулярными весами, отказавшись от эквивалентных обозначений, которые существенно затрудняли понимание его многих прежних работ. А в «Практическом учебнике химической калориметрии» в 1905 г. всю свою термохимическую концепцию он называет молекулярной механикой. Более четверти века понадобилось, чтобы упрямый ученый пришел к атомистике и в своих термохимических трудах фундаментальной значимости.

Собирание, обработка и приведение к единой системе несметного числа термохимических данных потребовали от Бертло длительного и кропотливого труда. Он критически просмотрел оригинальные статьи-первоисточники, произвел пересчеты для получения сопоставимых результатов. В предисловии к «Термохимии» Бертло показывает, как нужно совершать такую работу: необходимо отобрать наиболее надежные данные из обширного материала, разбросанного по различным журналам. Когда для одного и того же химического соединения известно несколько (иногда до десяти) результатов, полученных различными исследователями, а нужно выбрать одно наиболее точное, то можно пойти двумя путями. Первый — вычислить из всех чисел среднее — метод, по справедливому мнению Бертло, неточный, так как полученные различными методами данные имеют неодинаковую ценность, как бы искусны ни были исследователи; такое различие неизбежно ввиду неуклонного совершенствования методов. По второму пути выбирают работы более новые, принадлежащие более авторитетным исследователям. К этому Бертло добавляет, что предпочтительнее выбирать результаты, достигнутые одним и тем же методом, чтобы можно было получить однородную систему чисел, сравнимых между собой. Наибольшим доверием у Бертло пользовались данные работ его учеников, а из иностранных — полученные датским ученым Юлиусом Томсеном.

Методы калориметрирования по Бертло быстро распространились во многих странах. Длительное время наблюдалось паломничество иностранных исследователей в Париж, в лабораторию Бертло, для освоения новой

точной методики термохимических измерений, причем почти каждый увозил с собой домой калориметрическую бомбу. Точность калориметрических измерений с введением бомбы чрезвычайно возросла — эксперименты стали хорошо воспроизводимыми. Лугинин повторял в своей парижской лаборатории опыты Бертло, и полученные данные совпадали до долей процентов. Из русских авторов, популяризовавших термохимические достижения Бертло, кроме Лугинина [79], можно назвать Осипова, Хрущова, Потылицына [80], Каблукова [81] и других [82].

Принципиальные теоретические основы термохимии занимают большое место и в «Практическом учебнике по химической калориметрии» (стр. 1—94), который издавался дважды — в 1893 и 1905 гг. [78] и, пожалуй, пользовался наибольшей популярностью из всех термохимических монографий Бертло. В 1894 г. в Одессе С. Танатар перевел и издал эту книгу Бертло под названием «Практическое руководство по термохимии». В предисловии к ней академик Бекетов писал: «Знаменитому французскому ученому Бертло наука особенно много обязана за разработку всех новейших вопросов термохимии и за усовершенствование и изобретение новых методов для определения термохимических данных...» [83, стр. 5].

В дальнейшем усовершенствовании методов калориметрирования особое место занимают труды Лугинина и польского физико-химика В. В. Свентославского.

Лугинин довел точность термохимических измерений до  $0,002^\circ$ . Применяя фосфоресцирующие растворы (Гейслеровы трубки с сернокислым хином или флюоресцином), он освещал термометры в пасмурную погоду. Он же ввел экранирующий сосуд для уменьшения конвекционного теплообмена в калориметре. Лугинин увеличил требования и к чистоте исследуемых веществ. Один из помощников Лугинина, Д. И. Дьяконов, для термохимических определений теплот горения каменных углей пользовался лучшим в то время типом калориметра и бомбой Бертло, которые незадолго до того были усовершенствованы Лугининым. Кстати сказать, это было время, когда политическое преследование Лугинина доходило до курьезов. Царская охранка, узнав о работе ученого с «бомбой» Бертло, выслеживала его на улице, врывается к нему в дом, когда у него собирались знакомые. Лугинин не мог вынести этого произвола; он заявил

Русскому техническому обществу, что по «семейным обстоятельствам» вынужден отказаться от намерения лично исследовать теплотворную способность русского топлива и предложил поручить это Дьяконову. Научная деятельность последнего, кстати сказать виртуозного стеклодува и очень трудолюбивого человека, к сожалению, оказалась очень короткой: он был арестован, год просидел в крепости, тяжело заболел и вскоре умер [74, стр. 59—60].

К началу XX в. было установлено, что для возможно более точного определения теплот горения веществ в данные калориметрирования необходимо вводить до двадцати поправок (ранее удовлетворялись тремя-четырьмя поправками). Поэтому цифровые величины, полученные в различных лабораториях, оказывались часто несопоставимыми. Особенно много путаницы вносило отсутствие вещества-эталоны, которым бы пользовались все термохимики. В 1922 г. на Международной химической конференции в Лионе, по предложению Свентославского, эталоном при определении теплот горения химических соединений и топлива стала бензойная кислота; это позволило упорядочить решение одной из главных термохимических задач [84, стр. 306—307].

Следует специально остановиться на теоретических взглядах Бергло в области термохимии, поскольку они легли в основу его химической механики, теории взрывных процессов и биохимических воззрений. Бергло считал, что термохимия зиждется на трех принципах; эти принципы он высказал в семидесятые годы.

Первый принцип термохимии Бергло называл принципом молекулярных работ и формулировал его так: тепловой эффект реакции есть мера физической и химической работы, соответствующей этой реакции. Нетрудно видеть, что это положение переключается с взглядами Гесса, а вообще говоря, является частным следствием эквивалентности и взаимной превращаемости различных форм энергии. К тому же еще Томсен за двадцать лет до Бергло писал, что количество тепла, выделившееся при химической реакции, может служить мерой химической силы. Под силой Томсен понимал то, что позднее стали называть энергией. Таким образом, первый принцип термохимии давно назрел и был высказан до Бергло.

Второй основой термохимии Бергло считал принцип калорического эквивалента химических пре-



вращений и формулировал его следующим образом: при переходе веществ из одного состояния в другое (т. е. при химических реакциях) тепловой эффект зависит только от начального и конечного состояния системы (если отсутствует внешняя работа), но не зависит от промежуточных состояний. Этот принцип полностью совпадает с известным основным законом термодинамики, законом постоянства сумм тепла, сформулированным Гессом в 1840 г.

Наконец, третьим принципом термодинамики Берто считал принцип максимальной работы: каждое химическое превращение, проходящее без вмешательства посторонней энергии, стремится к образованию такого тела (или системы тел), которое возникает с выделением наибольшего количества тепла. Это положение известно в физической химии как принцип максимальной работы Берто — Томсена. Фамилию датского ученого иногда ставят первой, поскольку он еще в 1854 г. в «Анналах Поггендорфа» писал, что всякий простой или сложный чисто химический процесс сопровождается выделением тепла; поэтому, если мы имеем систему тел, то в ней должны получаться исключительно те вещества, при образовании которых выделяется наибольшее количество тепла. В химии, добавлял датский ученый, господствует право сильного.

Между Томсеном и Берто в семидесятые годы XIX в. проходила полемика о приоритете [85, стр. 428]. Берто настаивал на наибольшей оригинальности третьего принципа термодинамики. Объективную оценку этому спору о приоритете дал Каблуков, использовавший аналогичные мысли Менделеева в вопросе о заслуге ученых в том или другом открытии. «Здесь мы встречаемся с явлением, — писал Каблуков, — не раз повторявшимся в истории науки: одинаковые и близкие идеи зарождаются почти одновременно и независимо в умах лиц, изучающих одни и те же явления, но признательные современники, а также и последующие поколения ученых, приписывают заслугу тому, кто, с одной стороны, наиболее рельефно выразил известное положение, с другой стороны, вывел из него ряд выводов, которые так или иначе подвергаются опытной проверке. Подобно тому, как периодическая система элементов связана с именем Менделеева, хотя ранее его Ньюлендс, Шанкуртуа и другие и почти одновременно с ним Лотар Мейер высказывали аналогичные идеи, так и

Бертло, несомненно, принадлежит заслуга не только формулирования закона наибольшей работы, но и создания на основании его опыта химической механики.

Положения, высказанные Бертло, как бы носились в воздухе, но ему принадлежит ясная формулировка их и затем создание теории химических явлений, позволяющей предсказывать направление химических реакций.

Для подтверждения своего закона Бертло произвел массу исследований, причем ему пришлось прибегать ко многим гипотетическим объяснениям наблюдаемых отступлений» [10, стр. 44—45].

В самом деле, принцип наибольшей работы, казалось, противоречит, например, существованию эндотермических реакций, идущих с поглощением тепла; какая же тут «максимальная работа»? Для выхода из этого затруднения Бертло прибегает к следующему объяснению. Нужно различать физические и химические изменения. Из них только химические явления подчиняются принципу максимальной работы. Поскольку химические изменения сопровождаются физическими, то, если на последние затрачивается большее количество тепла, чем на химические, в целом система будет изменяться эндотермически. Бертло полагал, что поглощению тепла благоприятствуют растворение и различные побочные процессы. Если же химическую реакцию брать в чистом виде, в отсутствии воды и других приводящих факторов, то она обязательно экзотермична и управляется принципом максимальной работы.

Категоричность такого утверждения и противоречивость наблюдений ряда явлений (обратимые реакции, термическая диссоциация молекул в работах Девиля и др.) не могли не вызвать критики принципа наибольшей работы. Этот принцип встретил большое сопротивление со стороны видных ученых — современников Бертло — и долго дебатировался. Против принципа максимальной работы выступали Больцман, Дюгем, Гельмгольц, Менделеев, Потылицын, Вант-Гофф, Оствальд и другие; его многократно подвергали экспериментальной проверке. Например, Потылицын в упоминавшейся уже диссертации приходит к выводу, что «химические превращения не следуют правилу наибольшей работы» [80, стр. 72]; в одних и тех же условиях реакции идут в ту и другую сторону.

К осторожному применению принципа максимальной работы призывал и Бутлеров в 1884 г. в подробном

положительном отзыве на книгу Чельцова «Взрывчатые вещества»: «г. Чельцов,— писал Бутлеров,— быть может, с несколько излишней решительностью опирается на принцип «максимума работы», введенный Бертло и представляющий в сущности частный случай направления реакций при некоторых определенных случаях» [39, стр. 195].

Менделеев писал еще определеннее: «не следует принципу наибольшей работы придавать значение существенного закона, определяющего ход химических реакций» [86, стр. 169].

В «Кратком курсе термохимии» Лугинин посвятил принципу максимальной работы специальный раздел — «Закон Бертло». Он показал, что этот принцип «не имеет характера закона природы, обоснованного теоретически». Вместе с тем Лугинин признавал, что закон Бертло, сформулированный на основании огромного экспериментального материала, «может служить во многих случаях полезным указанием для определения направления, по всей вероятности, возможного для данной реакции» [87, стр. 116]. Лугинин сделал много для того, чтобы было возможно шире пользоваться принципом максимальной работы. Он пришел к убеждению, что для точного определения теплот сгорания органических веществ из экспериментально найденных величин необходимо вычесть полные теплоты испарения с той целью, чтобы иметь возможность предвидеть ход реакции по термохимическим уравнениям, если пользоваться правилом Бертло. Для этого нужно было знать теплоемкость веществ от 0° до точки кипения и теплоту парообразования при температуре кипения. Все эти данные были определены для небольшого числа веществ; при этом достоверными были только величины, полученные Реньо. Все это побудило Лугинина заняться систематическими определениями скрытых теплот парообразования и теплоемкостей многих органических жидкостей. Обширные эксперименты Лугинина в этом направлении позволили рациональнее пользоваться «законом Бертло», а попутно и уточнить пределы применимости так называемого «правила Трутона».

Пожалуй, на современном этапе развития термохимии наиболее целесообразное толкование принципа Бертло о том, что химические процессы имеют тенденцию протекать в сторону достижения минимума энергии, мы находим в оригинальных «Лекциях по общему курсу химии»

[88, стр. 72, 313—315]. Автор этих лекций, профессор С. А. Шукарев, показывает, что в химических процессах наряду со стремлением к минимуму энергии имеется еще более важная тенденция — стремление к максимуму вероятности состояния материи (принцип Гиббса). Эти противоположные тенденции приводят к тому, что изотермически протекающая химическая реакция бывает направлена в сторону уменьшения свободной энергии реагирующей смеси и достигает предела при минимуме значения этой энергии. При абсолютном нуле все процессы стремятся к минимуму энергии.

Дискуссии вокруг принципа максимальной работы посвящена обширная литература.

Мы назвали авторитетных оппонентов этого принципа. Но было и немало его сторонников, уточнивших условия, при которых принцип Бертло оказывается верным. Введением в науку очень плодотворных понятий об энтропии (Клаузиус) и свободной энергии (Гельмгольц) многое прояснилось. Беспристрастную оценку принципа Бертло—Томсена с различных позиций дали Потылицын, Ле Шателье, Бекетов, Вант-Гофф, Планк, Нернст. «Закон наибольшей работы Бертло подвергался не раз критике, и ему противопоставлялся более общий закон стремления к энтропии, которым математически выражаются условия равновесия материальной системы при действии как внутренней, так и внешней энергии. Энтропия, однако, несколько не противоречит и не умаляет значение закона Бертло, так как большинство химических процессов происходит при обыкновенной температуре и вообще при малом притоке внешней энергии,— тогда закон наибольшей работы является законом, наиболее применимым к химическим процессам» [10, стр. 80—81].

Отношение Бекетова к принципу наибольшей работы эволюционировало. В его курсе «Физико-химия» (Харьков, 1886) есть специальный раздел «Законы, высказанные Бертло», где он пишет: «Таким образом, непосредственно из закона сохранения сил вытекает, что химическая перемена без затраты внешней энергии может происходить только в сторону выделения теплоты и никогда — в сторону поглощения. В своей первой части так называемый принцип Бертло есть не что иное, как перифраза закона сохранения сил... Закон Бертло вполне приложим в том случае, если бы реакции происходили при идеальных

условиях: температуре абсолютного 0° (—273), отсутствии всякого электрического напряжения, отсутствии света, словом, при условиях, не существующих в действительности. Это обстоятельство выпущено из виду Бертло» [89, стр. 226, 227]. Более определенно за принцип Бертло Бекетов высказался через двадцать лет.

Потылицын, а затем на более широкой основе Вант-Гофф убедительно показали, что принцип максимальной работы является предельным принципом и в полном объеме применим только при абсолютном нуле, а в обычных условиях в химических реакциях выделение тепла должно наблюдаться чаще, чем его поглощение [90, стр. 147]. Это касается и реакции между твердыми веществами, для которых, как известно, существует почти полное равенство удельных теплот в разных состояниях.

Нернст справедливо отмечает: «В основании «принципа наибольшей работы» сокрыт некоторый закон природы, дальнейшее выяснение которого чрезвычайно важно. Когда он прилагается в своей настоящей формулировке, без сомнения он ведет иногда к неверным результатам, однако химические процессы чаще, особенно при так называемых необратимых реакциях, протекают согласно его требованиям. Поэтому ничего нельзя иметь против осмотрительного применения положения Бертло, как правила, часто согласного с данными опыта; но возведение его в руководящий принцип термохимии было бы совершенно ошибочным» [91, стр. 552—553]. К этой характеристике принципа максимальной работы Нернст добавлял, что «дальнейшее его разъяснение представляется чрезвычайно важным». Остается отметить, что к «третьему началу» термодинамики Нернст пришел по этому пути.

Интересно и справедливо высказывание Анри Ле Шателье, этого замечательного химика-мыслителя, слова которого мы цитируем в переводе Шарвина: «Закон, известный под именем принципа наибольшей работы, предвиденный еще Гессом, высказанный в более точной форме Томсеном и развитый во всей своей полноте Бертло, явился предметом страстных споров. Поклонники Бертло, иногда с не совсем бескорыстным желанием угодить столь влиятельному ученому, так злоупотребляли этим принципом, что в результате дискредитировали его совсем. В то же время умы более свободные, но также сверх меры стремящиеся подчеркнуть независимость своего характера,

пустились в критику, совершенно несправедливую и неуместную, стараясь высмеять этот знаменитый принцип. В действительности же принцип наибольшей работы является первым и в высшей степени интересным приближением к общему закону, точная формулировка которого относится к области науки об энергии» [9, стр. 39]. Кстати сказать, Бертло очень высоко ценил мнение Ле Шателье, которого считал одновременно химиком и математиком. Бертло был уверен, что он, как химик, защищает свой принцип от нападений «математиков», не понимающих химические явления; Ле Шателье составлял исключение.

В девяностых годах XIX столетия под влиянием критики Бертло отказался от категорической формулировки принципа максимальной работы и не настаивал на построении всей термохимии на этой основе, хотя продолжал думать, что его принцип в большинстве случаев оправдывается. «Такой гениальный стрелок, как Бертло, не мог все же попасть слишком далеко от цели, все-таки в самом деле имеется большое число химических процессов, в которых вполне логично применять его и томсеновский принцип просто как приближенное правило», — справедливо подчеркивает Бредиг [6, стр. 689].

Развитие термодинамики не могло не оказать влияния на Бертло, и он первую главу «Термохимии» посвящает закону максимальной работы и энтропии. Об энтропии он отзывается весьма критически: «Я не знаю, — говорит он, — какие открытия принесет нам будущее, но до настоящего дня и в смысле физико-химическом, как это часто случается, когда приходится переходить от чисто термодинамических определений к реальным механизмам физических явлений, энтропия — понятие темное и величина неизвестная (*une notion obscure et une quantité inconnue*), не доступная опыту в большинстве случаев, определение которой бросает мало света на предвидение при истолковании большей части химических явлений» [77, vol. 1, p. 16]. Тем не менее Бертло там же показывает, что закон наибольшей работы вполне согласуется с принципом термодинамики.

В 1882 г. Гельмгольц в статье «Термодинамика химических процессов» применил второй закон термодинамики к химическим явлениям и ввел в науку понятие о свободной энергии, т. е. энергии, способной сполна переходить в работу (например, электрический ток), в отли-

чие от связанной энергии, способной переходить только в тепловую энергию. Гельмгольц показал, что свободную энергию можно рассматривать как работоспособность химических веществ, связанную же — как скрытую теплоту. Ко всем этим прогрессивным нововведениям Бертло вначале отнесся скептически, но затем стал пользоваться ими, правда, без особой охоты, когда не имел, с его точки зрения, лучших объяснений.

К существенным недостаткам общей термохимической концепции Бертло относится игнорирование им длительное время представлений о химической структуре молекул, что приводило к ошибкам в определениях термохимических констант изомерных органических соединений. Об этом принципиальном недостатке взглядов Бертло хорошо высказался Бутлеров в 1867 г. в отзыве на кандидатскую диссертацию своего ученика М. И. Фатьянова «Опыт определения зависимости теплоты сгорания органических соединений от их химического строения». Бутлеров писал: «Главнейшая попытка обобщить факты, относящиеся к теплоте горения веществ, принадлежит, как известно, Бертло — ученому, который вовсе не признает научного значения взглядов на строение (конституцию) веществ. Между тем трудно сомневаться, что исследование теплот горения и обобщения, на них основанные, могут приобрести особенный интерес, тогда как химическое строение веществ не будет оставлено в стороне, а напротив, составит основной, руководящий принцип» [39; стр. 50]. Дальнейшее развитие термохимии полностью подтвердило прогноз Бутлерова. Особенно убедительно выглядело доказательство различия теплот сгорания спиртов изомерного строения в диссертации Каблукова «Глицерины, или трехатомные спирты и их производные» (1887).

Термохимия была наиболее излюбленной областью экспериментальных исследований Бертло. Он публиковал статьи и книги, посвященные термохимии, с 1865 по 1897 г., т. е. «ровно тридцать лет и три года». Впрочем, и в дальнейшем многие его работы по биохимии и физиологии имели явную термохимическую направленность. Например, двухтомник «Chaleur animale» (1899) является в основном применением принципов термохимии к физиологии. В первой части монографии излагаются теоремы термохимии, относящиеся к выделению теплоты живыми существами; затем приводятся эксперименты по измере-

нию теплоты действия свободного кислорода на кровь, а также теплоты сгорания мочевины и синильной кислоты. Четвертая, заключительная, глава первой книги посвящена вопросу о происхождении глюкозы и гликогена в организме животных. Во второй части двухтомника сообщаются подробности опытов по определению теплот горения многих веществ — от аллотропических видоизменений углерода (алмаза, графита, угля) до белковых соединений.

Последнее сообщение Бертло, вышедшее 4 марта 1907 г., незадолго до его кончины, касалось биохимического вопроса о теплоте горения и образования гемоглобина, гематина и билирубина (статья написана совместно с Ландрие) [92, стр. 458].

Большой вклад Бертло в термохимию имеет неоценимое значение для естествознания.





**ХИМИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА И СТАТИКА**

**В**елики заслуги Бертло и в разработке учения о химическом равновесии — одной из центральных глав физической химии.

Обширные исследования Бертло в этой области продолжались длительное время и могут быть условно разделены на две категории. Первая из них объединяет труды по изучению закономерностей образования сложных эфиров; сюда же примыкает изучение распределения вещества между двумя растворителями. Вторая категория теснейшим образом переплетается с термохимическими работами Бертло и связана с установлением основных положений химической механики.

Исследования механизма химических процессов привлекали внимание ряда химиков и до Бертло. В этой связи можно упомянуть работы К. Ф. Венцеля, который изучал скорость действия различных кислот на куски металлов с одинаковой формой и поверхностью. С помощью таких образцов он стремился сделать вывод о силе или сродстве кислот. Общеизвестен его замечательный труд «Учение о сродстве тел» (1777).

В современной химической литературе особенно высоко оценивается работа Л. Вильгельми по инверсии сахара (1850). Этот богатый берлинский ученый-любитель приобрел поляриметр Био, в котором, как показал автор прибора, можно было изучать превращение тростникового сахара без каких-либо нарушений реагирующей системы; наблюдения за оптическим вращением плоскости поляризации луча света помогали проследить за гидролизом тростникового сахара в смесь глюкозы и фруктозы. Основполагающий трактат Вильгельми в русском переводе опубликован в 1939 г. под названием «Закон действия кислот на тростниковый сахар». Вильгельми дает правильное

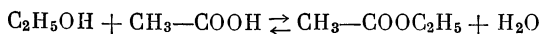
толкование и математическое выражение скорости химического превращения: в единицу времени происходит превращение постоянной одинаковой доли наличного количества реагирующих веществ. Но работа Вильгельми долго оставалась незамеченной, достойную оценку она нашла только в годы бурного развития химической кинетики.

Заинтересовавшись химической кинетикой, Бертло избрал очень удачный объект исследования — медленно протекающую реакцию этерификации, которая позволила четко рассмотреть закономерности процесса, провести своего рода «замедленную съемку» химической реакции.

Первое сообщение о результатах совместного с Пеан де Сент-Жилем исследования «Об образовании и разложении эфира» Бертло сделал 9 сентября 1861 г. [93, стр. 474]. В следующие годы он провел многочисленные и подробные исследования в том же направлении, причем Пеан де Сент-Жиль оказался превосходным соавтором [94]. В результате их длительного и плодотворного сотрудничества были созданы классические методики и выявлены закономерности, вошедшие во все учебники органической, физической химии; эти работы были затем продолжены и развиты другими учеными.

Бертло и Сент-Жиль ввели в науку понятия об ограниченных и обратимых реакциях, независимо от Вильгельми они разработали вопрос о скорости химической реакции. Оставалось высоко оценивать работу «передового исследователя» Бертло и его сотрудника Сент-Жиля и особо отмечает их удачный выбор объекта исследования [95, стр. 174].

Бертло и Сент-Жиль показали, что взаимодействие между спиртом и кислотой, будучи обратимым процессом, протекает медленно и с различной глубиной в зависимости от температуры, объема и концентрации; давление на жидкую смесь практически не оказывает влияния на предел этерификации. Глубину этерификации авторы определяли путем титрования непрореагировавшей кислоты. Примечательно, что предел этерификации при взаимодействии спирта с кислотой всегда совпадал с пределом гидролиза эфира водой, т. е. первый тип реакции относился к типичным равновесным процессам обратимого характера. Взаимодействие этилового спирта с уксусной кислотой ныне изображается следующей схемой:



Если спирт и кислота взяты в эквивалентном соотношении (23 : 30 вес. ч.), то в комнатных условиях этерификация достигнет своего предела через 16 лет (Бертло установил это уже после кончины своего помощника); при этом образуется 66,5% уксусноэтилового эфира. При легком нагревании смеси равновесие установится за 150 дней, а при 200° — за 22 дня; при комнатной температуре за год образуется 55% уксусноэтилового эфира. Передвигать предел этерификации можно также изменением количественного соотношения исходных веществ. Так, при нагревании смеси, содержащей кислоту и спирт в соотношении 1 : 3, этерифицируется 88% кислоты.

Бертло и Сент-Жиль установили, что в каждый данный момент количество образовавшегося сложного эфира прямо пропорционально свободно реагирующим массам и обратно пропорционально занимаемому ими пространству. Свои результаты они выразили математически.

Описываемая работа вместе с исследованиями Н. Н. Бекетова реакции вытеснения водорода металлами оказала заметное влияние на развитие химической кинетики. Известные датские ученые Гульдберг и Вааге, формулируя закон действия масс, подчеркнули сколь многим обязаны они работам Бертло и Сент-Жиля. Труд Бертло послужил отправной точкой для знаменитой работы Вант-Гоффа (1877) по изучению кинетики образования эфира. Н. А. Меншуткин, используя метод Бертло, подробно исследовал закономерности реакции этерификации первичных, вторичных и третичных спиртов. Он тоже отметил, что предпринял свои исследования, опираясь на классическую работу Бертло и Сент-Жиля, посвященную изучению образования и распада сложных эфиров; уже результаты первых опытов по выяснению изомерии спиртов и кислот превзошли все ожидания русского ученого. Меншуткин не только продолжил и развил работы Бертло и Сент-Жиля по химической кинетике, но и исправил их. Он доказал ошибочность одного из основных выводов французских химиков о том, что эквивалентные количества соединяющихся спирта и кислоты не зависят от их природы. В действительности предел реакции растет с увеличением молекулярного веса спиртов и уменьшается от предельных спиртов к непредельным. На этерификацию влияет также положение гидроксильной группы у первичного, вторичного и третичного углерода. С максимальной скоростью этерифициру-

ются простейший спирт (метилловый) и простейшая органическая кислота (муравьиная). Абсолютная начальная скорость этерификации первичных спиртов составляет 46—47%, вторичных — 19—20% и третичных — всего 0,89—2,51%. Скорость этерификации фенолов соизмерима со скоростью этерификации третичных спиртов. Эти исправления и закономерности, открытые Меншуткиным, явились серьезным вкладом русского ученого в науку о химической кинетике [96, стр. 114—115].

Безвременная кончина друга и ближайшего сотрудника — Пеан де Сент-Жиля — на долгое время прервала исследования Бертло реакций этерификации. Только спустя 16 лет он вернулся к этой тематике и занялся изучением ускорения эфиобразования под влиянием газообразного хлористого водорода. Работая с новым сотрудником Флерье, Бертло приложил выявленные ранее закономерности к процессу старения вина, уксуса; при этом он впервые установил наличие в винах сложных эфиров [97, стр. 394] и разработал методику определения винного камня и винной кислоты, которая была использована виноделами.

Бертло и Сент-Жиль установили, что процессы этерификации не подчиняются законам электропроводности и электролиза. Этот важный факт хорошо укладывается в учение об электролитической диссоциации, ведь сложные эфиры — неэлектролиты. Тем непонятнее отрицательное отношение Бертло к теории электролитической диссоциации Аррениуса, появившейся через четверть столетия после работ Бертло и Сент-Жиля.

Интересна сопоставительная оценка Бутлеровым работы Бертло и Сент-Жиля, которую он дал при представлении Меншуткина к Ломоносовской премии (1882—1884) и к избранию в члены-корреспонденты Академии наук (1883). В первом из этих документов Бутлеров писал: «Указав на разных примерах существование предела этерификации, Бертло далеко не исчерпал предмета вполне, и честь подробной, терпеливой, искусной и плодотворной его разработки принадлежит нашему ученому» [39, стр. 212—213]. И во втором: «С 1877 года начинается появление ряда замечательных исследований профессора Меншуткина над образованием эфиров. Вопрос этот, разработанный несколько Бертло и Пеан де Сент-Жилем, скоро приобретает под руками нашего ученого неожиданный объем и первостепенное значение» [39, стр. 271].

Несколько обособленно стоят работы Бертло, осуществленные совместно с Юнгфлейшем. Они посвящены другой важной проблеме физической химии — распределению растворимого вещества между двумя растворителями, которые практически нерастворимы друг в друге. На эту тему Бертло в 1869—1872 гг. в соавторстве с Юнгфлейшем [98] и самостоятельно [99] опубликовал серию статей. Из растворителей были изучены вода, этиловый эфир, хлороформ, бензол, сероуглерод и их комбинации. Исследуя количественные закономерности экстракции различных веществ с помощью этих растворителей, ученые пришли к выводу, что вещество распределяется между двумя растворителями таким образом, что отношение его концентрации остается постоянным, и ввели в научный обиход новое понятие о коэффициенте распределения. Эти работы логически связаны с изучением процессов этерификации и омыления, в частности с вопросом влияния пограничного слоя между водой и эфиром. Указанная закономерность широко используется в лабораторной и промышленной практике, везде, где применяются растворители для целей экстракции (извлечения). Однако в учебниках химии постоянство отношения концентрации вещества в двух растворителях именуется «законом распределения Нернста», поскольку последний теоретически обобщил этот закон и дал ему более четкую формулировку спустя 25 лет после Бертло. В изучение распределения и растворения веществ в жидкостях большой вклад внесли русские ученые: Яковкин, Сеченов, Щукарев и др. [100, стр. 385—386].

Бертло интересовал также вопрос о связи между составом вещества и его светопреломляющей способностью. В 1856 г. он предложил понятие о молекулярной и эквивалентной рефракции. Первую из них в неизменном виде, а вторую замененную атомной широко использовали Ландольт и Брюль. Ныне ни один химик, работающий в этой области, не обходится без столь важных характеристик вещества, как молекулярная и атомная рефракция.

Крупнейшим достижением Бертло в области химической кинетики несомненно следует считать разработанное им на основе термохимии новое оригинальное направление, именуемое химической механикой. В своем «Опыте химической механики, основанной на термохимии» (двухтомник в 1380 страниц, увидевший свет в 1879 г.) Бертло пытается создать новую науку, преобразовать

химию на основе принципов и законов механики. Эта грандиозная задача оказалась труднее, чем думал Бертло, но он много сделал для ее решения.

Во введении к «Опыту химической механики» дается понятие о механической теории тепла, приводятся основные категории механики, данные о строении материи, об определении химической энергии и химического сродства. Выделяющаяся при реакциях теплота рассматривается как эквивалент израсходованной химической энергии. Основными положениями химической механики Бертло считает те же три принципа, которые легли в фундамент его термодимической концепции.

Вслед за введением в первом томе «Химической механики» идут три раздела, или три «книги», как их раньше называли. В первом разделе описываются общие приемы и правила калориметрии, второй раздел посвящен калориметрическим экспериментам, третий раздел состоит из таблиц численных результатов определения количеств выделенной или поглощенной теплоты при химических реакциях или при изменении физического состояния тел.

Второй том «Химической механики» разделен на две книги. Первая половина тома («Книга четвертая») отражает то, что в наше время называется химической динамикой. В «Пятой книге» излагается химическая статика, основанная на принципе максимальной работы.

Бертло обстоятельно и критически рассматривает законы химической статики, сформулированные еще Клодом Бертолле. Согласно взглядам последнего, большое число реакций управляется летучестью или растворимостью продуктов реакции и условиями, при которых происходит разделение или образование веществ в системе, содержащей элементы конечных продуктов. Как известно, принципам Бертолле подчиняются многие реакции между растворами солей, но реакции между другими веществами часто отклоняются от них. Теперь установлено, что и реакции между солями нередко отступают от принципов Бертолле, например в случае действия сильных кислот на нерастворимые соли, вытеснения растворимых оснований некоторыми нерастворимыми основаниями и т. д. Бертло показал, что законы Бертолле подтверждаются только в тех случаях, когда они отвечают принципу максимума работы, и такое согласование наблюдается не только для солей. По мнению Бертло, система,

выделившая наибольшее возможное количество теплоты, не содержит в себе энергии, необходимой для выполнения нового превращения. Всякое новое изменение потребует работы, которая не будет выполнена без притока посторонней энергии. К таким внешним источникам энергии Бертло относил обогрев, освещение, электричество, энергию дезагрегации, развиваемую растворением.

Изложенный в такой интерпретации принцип максимальной работы объясняет только возможность реакции, но не позволяет делать заключение о ее необходимости. Эту сторону дела подробно вскрыли критики термохимической концепции Бертло, которые, пожалуй, больше всего нападали на «Опыт химической механики», поскольку именно в этой монографии Бертло пытался наиболее последовательно провести свой три принципа термохимии.

Свою книгу Бертло завершает знаменательными словами: «Конечно, я не скрываю от себя пробелы и несовершенства труда, который я предпринял. Но этот труд, как он ни ограничен, представляет тем не менее первый шаг по пути, который все приглашаются развивать и двигать дальше до тех пор, пока не будет преобразована вся химическая наука. Цель тем более высокая, что такой эволюцией химия стремится выйти из числа описательных наук, чтобы связать свои принципы и проблемы с науками чисто физическими и механическими. Таким образом она все более и более приближается к тому идеальному состоянию, преследуемому в течение стольких лет усилиями ученых и философов, в котором все рассуждения и открытия направляются к единству мирового закона движений и естественных сил» [76, т. II, стр. 758].

Значение химической кинетики из года в год возрастает. Некоторые крупные ученые даже склонны рассматривать ее не как раздел химии, а как отдельную науку. Например, Н. Н. Семенов еще в 1940 г. писал: «Я рассматриваю химическую кинетику не как раздел физической химии, но как отдельную науку — науку о химическом процессе — охватывающую на базе химико-физического теоретического анализа всю сумму процессов органической и неорганической химии» [101, стр. 31].

В возникновении и становлении химической кинетики выдающееся место занимают основополагающие исследования Марселена Бертло.

**РАБОТЫ ПО ВЗРЫВЧАТЫМ ВЕЩЕСТВАМ**

**У**бежденный республиканец и большой патриот Бертло при Наполеоне III держался в стороне от политики. Но когда надвинулась война 1870 г. и над Парижем нависла серьезная угроза, Бертло, увезя детей в провинцию к родственникам, вернулся с женой в столицу и всецело посвятил себя обороне города.

Проникновенно и с вполне понятной горечью рассказывает об этих днях Бертло: «Когда наступила осада Парижа — последний этап наших неудач,— обратились к науке, подобно тому, как зовут врача к изголовью больного в агонии. Несомненно, сотрудничество ума и научного метода было бы эффективнее, если бы их призвали намного лет раньше, чтобы организовать материальные и духовные силы Франции... Как бы то ни было, отечество не ошиблось в преданности ученых, к которым оно обратилось в грозную минуту. Многочисленные комитеты, созданные в этот высокий момент гибели, отдали родине свое время, свое здоровье, свои знания без меры, без остатка. Если они не спасли отечество от разгрома, неизбежного благодаря уже совершившемуся уничтожению нашей военной организации, то они, однако, придали осаде Парижа некоторые характерные особенности, которые будут отмечены историей... Только с помощью науки можно было отлить в Париже те четыреста полевых пушек нового образца, превосходившие по дальности стрельбы прусские пушки, которые с высоты Аврона делали бесплодными усилия немцев на дороге в Шель. Только благодаря науке могло быстро возникнуть производство динамита, до того почти неизвестного во Франции, без специальных средств и в условиях на вид наиболее неблагоприятных... Но во время величайшего кризиса, который переживала Франция, никому не поз-



волено было оставаться безучастным. Каждый должен был вложить свою долю сотрудничества, как бы мала она ни была. Вот каким образом я был оторван от своих отвлеченных исследований и должен был заниматься фабрикацией пушек, порохов и взрывчатых веществ. Я старался исполнить свой долг, не разделяя узкой ненависти к Германии, в которой я уважал науку, презирая безжалостное честолюбие ее правительства» [102, préface].

Как тесно перекликаются эти слова с высказыванием Менделеева, посвятившего несколько творческих лет исследованию и созданию нового типа бездымного пороха. Менделеев писал, что, изучая бездымный порох, он по мере сил своих стремится служить и мирному развитию своей страны и научному пониманию вещей.

Пожалуй, не только нужды, связанные с обороной Франции, стимулировали изучение теории взрывов. И в мирное время того периода много людей гибло и страдало от взрывов в угольных шахтах. Внедрение безопасной «лампы Дэви» только частично разрядило напряжение с несчастными случаями под землей. Требовалось глубокое научное исследование явлений возникновения и распространения взрывов. Но этот стимул не имел для Бертло первостепенного значения. Прежде всего надо было заняться усилением обороны столицы родины.

Парижане требовали «пороха и хлеба», и правительство национальной обороны в конце сентября 1870 г. обратилось к Бертло с просьбой указать наиболее целесообразные способы получения селитры для изготовления пороха, запасы которого истощались.

Очень быстро, уже в начале октября, Бертло представил доклад [103, стр. 363], в котором описывались доступные приемы сбора материалов, содержащих селитру, и древесной золы, из которой можно извлекать поташ для получения калийной селитры. Было указано, как сдирать налет со стен конюшен и погребов, снимать там неглубокий слой земли, как собирать штукатурку и известку разрушенных зданий, как сушить все это и как очищать. В докладе отмечалось, что достаточно одного месяца, чтобы с помощью населения извлечь нужное количество селитры, т. е. сотни тысяч килограммов!

Были созданы специальные отряды «селитренников», которые отыскивали и извлекали селитру. В Париже за 25 дней был построен пороховой завод, несмотря на то,



**Удостоверение Берто на право свободного хождения в осажденном Париже**

что это было опасно (в 1794 г. аналогичный завод взлетел на воздух, было много жертв и большие разрушения в центре столицы). На заводе работало 300 человек, и он давал до 7000 кг пороха в сутки. До января 1871 г. (перемирие состоялось 28 января) было выработано 300 000 кг пороха. В то время как строился завод, было налажено производство пироксилина для начинки снарядов. Фабриковался этот бездымный порох в двух небольших мастерских. О технике этого производства можно судить по следующим данным. Двухсотграммовые порции хлопка погружали в два литра нитрующей смеси (азотная и серная кислоты), а затем промывали в Сене. Далее шли отжимка и сушка. Однако этим примитивным путем каждые сутки изготовлялось 500 кг пироксилина. Взрыв сушильни приостановил работу мастерских. Причиной взрыва послужила небрежность паяльщика, который при ремонте крыши уронил каплю расплавленного металла на пироксилин.

Ученый комитет обороны Парижа возглавил также производство динамита из нитроглицерина, получаемого из глицерина и нитрующей смеси. Французские исследо-

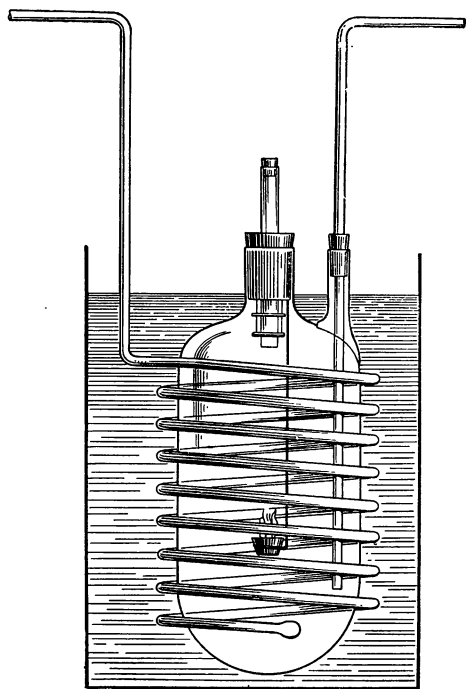
ватели Шампюион и Пелле разработали следующий способ: глицерин и нитрующая смесь по двум разным трубкам поступали в стеклянный змеевик, охлаждаемый проточной водой. Из змеевика образовавшийся нитроглицерин вытекал в резервуар с водой. Выход нитроглицерина составлял около 50% от теоретического. Две мастерские, устроенные в Париже, к концу 1870 г. давали до 300 кг нитроглицерина в сутки. Пористым поглотителем для нитроглицерина, вместо нобелевской инфузорной земли (кизельгура), французам служили кварцевый песок, глинозем или зола; было предложено использовать для этой цели даже сахар.

Первичным импульсом, побудившим Бертелло заняться взрывчатыми веществами, была безусловно оборона Парижа, но затем само явление взрыва приковало внимание ученого, заставило его после продолжать почти до конца жизни исследования порохов, инициирующих взрывчатых веществ и заняться разработкой теории процессов взрыва.

В 1876 г. Бертелло в качестве представителя Парижской академии наук вошел в состав Консультативного комитета по порохам и селитре; до него в этом комитете состояли Гей-Люссак и Пелуз. Двумя годами позже была образована отдельная Комиссия взрывчатых веществ, председателем которой назначили Бертелло. Эту должность он занимал до конца жизни. Комиссия Бертелло рассматривала все важные французские исследования взрывчатых веществ и издавала журнал «*Mémoires de Poudres et Salpêtres*» (Записки по порохам и селитре). Многие работы самого Бертелло и его сотрудников были впервые опубликованы в этом журнале.

Цитированная небольшая книга Бертелло [103] является переработанным вторым изданием собранных вместе статей и докладов 1870—1871 гг. Над этими материалами он продолжал работу долго, дополнял и углублял их новыми исследованиями. Наконец, в 1883 г. появились два тома книги объемом в 974 страницы под названием «Сила взрывчатых веществ на основе термохимии» [104], которую автор назвал третьим изданием сборника указанных статей. В сокращенном виде этот труд Бертелло выходил дважды на английском языке — в 1883 г. в Нью-Йорке [105] и в 1892 г. в Лондоне [106].

В книге собраны в обобщенном виде все основные работы Бертелло до 1883 г. по взрывчатым веществам и



*Установка Бертелло для изучения горения пороха*

теории взрывных процессов, и в дальнейшем мы будем рассматривать главным образом это сочинение Бертелло. В заключительной главе «Философия взрывчатых веществ» автор определяет значение взрывных процессов для человека: «Изучение взрывчатых веществ прельщает воображение, и это с двух точек зрения: благодаря могуществу, которое оно дает в руки человека, и благодаря более глубоким знаниям, которые оно позволяет получить относительно действия сил природы, доведенных до своего высшего напряжения» [104, стр. 444]. Эти слова в полной мере относятся к силам, высвобождаемым в наше время в еще более концентрированной форме,— к ядерным и термоядерным процессам.

В использованной нами статье С. П. Вуколова, где превосходно характеризуются труды Бертелло по взрывча-

тым веществам, справедливо отмечается, что «с именем Бертло не связано открытие новых взрывчатых веществ, которые, как гремучая ртуть, нитроклетчатка, нитроглицерин, делали новые эпохи в истории взрывчатой техники. В работах Бертло на первом месте стоит изучение силы, энергии взрывчатых веществ и тех физико-химических процессов, которые характеризуют их взрывчатое превращение» [10, стр. 91].

С самого начала исследований взрывчатых веществ Бертло постарался поставить проблему на строго научные рельсы, причем критически рассмотрел труды своих предшественников в их историческом развитии. С присущим его творчеству размахом и глубиной, Бертло написал большую обобщающую статью историко-философского характера — «Взрывчатые вещества: их открытие, непрерывный прогресс в их изучении» [107, стр. 104—150]. В статье хорошо обоснована важность значения взрывчатых веществ для развития человеческого общества. Излагая историю вопроса, Бертло отразил вклад восточных народов в дело изучения взрывчатых и пиротехнических средств. С этой статьей перекликается другой очерк Бертло «История открытия взрывчатых веществ», написанный им в качестве предисловия к словарю Даниэля по взрывчатым веществам [26, стр. 332, 341]. Здесь Бертло критически рассматривает содержание работ базельского химика Фридриха Шёнбейна, предложившего нитроклетчатку или «вату-порох», подробно рассказывает о работах шведского ученого Альфреда Нобеля с нитроглицерином и динамитами, англичанина Фредерика Абеля по стабилизации взрывчатых веществ, а также о своих работах по многим разделам теории и практики взрывных процессов.

До Бертло изучением взрывчатых веществ на основе продуктов их горения занимались Гей-Люссак, Шеврёль, Бунзен, Шишков, Линк, Федоров и др. обстоятельное исследование физико-химических процессов при горении обыкновенного черного пороха провели Бунзен и Шишков, опубликовавшие в 1859 г. монографию «Химическая теория горения пороха». Бертло очень высоко оценивает этот труд и рассматривает свою работу как его продолжение. «Бунзен и Шишков,— пишет Бертло,— в своем замечательном труде поставили проблему изучения черного пороха на рациональную почву, измеряя объем газов и выделенное тепло и стараясь из этого вывести заключение

о механизме действия пороха. Однако эти два показателя измерены только эмпирическим путем, и авторы не пытались вывести их из начального состава пороха или на основании продуктов взрыва» [104, préface].

Попытки сопоставить силу черного пороха с силой других взрывчатых веществ предпринимались и до Бертло. Например, Говард определял этот показатель, используя в ружье, стреляющем свинцовой пулей, в качестве взрывчатого вещества гремучую ртуть и порох. Однако стальной ствол ружья был разорван гремучей ртутью. Тогда Говард продолжил опыт на деревянных чурках, в которые на одинаковую глубину помещал по пол-унции пороха и гремучей ртути. Порох только расколлот дерево на три части, а гремучая ртуть разорвала его в разных направлениях. В дальнейшем аналогичные опыты привели к созданию свинцовых испытательных бомб, которые применяются и теперь. Оригинальную методику предложил Румфорд. Он взрывал черный порох в пушке, заставляя пороховые газы поднимать груз, прикрывающий ствол.

Бертло, рассмотрев эти и другие работы своих предшественников, писал: «Если я не ошибаюсь, главная новизна этих работ — определение энергии взрывчатых веществ, энергии, которая до сего времени теоретически изучалась только для военного (черного) пороха, тогда как для других веществ господствовала полнейшая неопределенность» [104, préface]. Далее он пришел к заключению, что силу взрывчатого вещества лучше всего определять величиной развиваемого при взрыве давления и количеством производимой работы. Для определения силы взрывчатого вещества нужны четыре характеристики: химический состав вещества; состав продуктов взрыва; количество тепла, выделившееся при реакции; объем образовавшихся газов. Впоследствии Бертло добавил еще и пятый показатель — скорость химической реакции взрыва. В каждом из экспериментов Бертло стремился получить все эти данные для многих взрывчатых веществ, причем проявил при опытах большое мужество и бесстрашие.

Реакции, возникающие при взрыве, имеют огромную скорость, развивается высокое давление, быстро поднимается температура. Серьезные осложнения связаны и с определением характера химической реакции взрыва. В большинстве случаев взрыв сопровождается комбинацией многих реакций, и трудно решить, какую из них

следует считать основной. Наглядным примером многообразия реакций разложения взрывчатого вещества Бертло считает распад азотнокислого аммония (аммиачной селитры), который может разлагаться семью различными способами. Вот почему и до сих пор силу взрывчатых веществ часто приходится определять эмпирическими методами, зародыши которых лежат в трудах Румфорда, Говарда и др.

Бертло с сотрудниками (Вьель, Сарро, Ле Шателье) много сделали для изучения силы и рабочих свойств большого числа взрывчатых веществ. Особое внимание при этом уделялось так называемым иницирующим веществам, которые широко используются в качестве детонаторов в запалах.

Бертло и Вьель готовили и изучали гремучую ртуть [108, стр. 946], азотнокислый диазобензол, сернистый азот [109, стр. 1307] и позднее соли азотистоводородной кислоты, так называемые азиды [110, стр. 744]. Для трех первых веществ были определены константы, необходимые, по мнению Бертло, для выяснения их взрывной силы, — количество газообразных продуктов распада  $V_0$  и количество выделенного тепла  $Q_0$  на единицу веса.

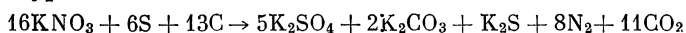
	$V_0$	$Q_0$
Гремучая ртуть . . . . . Hg (CNO) <sub>2</sub>	234,2	403,5
Азотнокислый диазобензол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	817,8	783,9
Сернистый азот . . . . . N <sub>4</sub> S <sub>4</sub>	243,2	700,7

По произведению  $V_0 \cdot Q_0$  Бертло судил о взрывной силе вещества; на первое место он ставил азотнокислый диазобензол, а на последнее — гремучую ртуть. Однако такая классификация была неправильной. В действительности гремучая ртуть по своим детонационным качествам, или так называемой бризантности (дробящему действию), значительно превосходит два других вещества. Ошибка Бертло была обусловлена тем, что он не учитывал бризантности, этого специфического свойства иницирующих взрывчатых веществ.

Из нитрованных многоатомных спиртов Бертло, Вьель и Себер изучали также нитроклетчатку, нитрокрахмал, нитроманнит, нитроглицерин и динамит, панкластит, причем особое внимание они уделяли нитроклетчатке. Результаты этих исследований были опубликованы в 1885 г.

Бертло исследовал свойства многих сортов пороха: военный, минный, охотничий, порох с избытком селитры

и др. При определении взрывной силы пороха он пользовался данными Бунзена и Шипкова. Например, в случае охотничьего пороха основную реакцию взрыва он изображал уравнением



Зная начальный состав пороха и количество израсходованной на горение селитры, он рассчитал, что 1 кг пороха выделяет 216 л газа. Затем на основании термохимических данных было определено, что при сгорании этого количества пороха выделяется 641 ккал тепла. Производство этих чисел составляет  $\approx 139\,000$ . Аналогичные вычисления были проведены и для военного пороха.

В заключение исследований порохов Бертло предсказывает открытие более совершенных взрывчатых веществ, высказывает надежду, что черный порох будет заменен веществами с таким составом, который даст возможность более полно использовать энергию азотной кислоты; горение новых веществ можно будет регулировать на основе теоретических принципов и сообразно с требованиями практического применения. Уже несколько лет спустя прогноз Бертло начал оправдываться — бездымный порох стал быстро вытеснять черный порох сначала в военном деле, а затем и в различных областях техники.

Свое определение «силы взрывчатого вещества» Бертло со временем изменял и окончательно сформулировал его в 1897 г. В этот период времени военное министерство предложило Комиссии взрывчатых веществ, возглавляемой Бертло, определить относительную силу взрывчатых веществ, используемых в горном деле, и сопоставить ее с силой «гремучего студня» (нитроклетчатка, пропитанная нитроглицерином — одно из сильнейших взрывчатых веществ). Короче говоря, требование сводилось к разработке лабораторной методики определения коэффициента использования взрывчатых веществ. Комиссия собрала сведения о применении различных взрывчатых веществ в угольном районе и сопоставила их характеристики. Выяснилось, что существует удовлетворительное согласие между коэффициентом практического использования  $P$  и силой  $F$  взрывчатого вещества, выражаемое в общем виде формулой

$$P = \frac{F \cdot \Delta}{1 - a\Delta},$$



где  $\Delta$  — плотность заряжения, т. е. отношение веса взрывчатого вещества к объему оболочки. На этом определении силы взрывчатого вещества Бертло остановился окончательно.

Мы рассказали с некоторым нарушением хронологии об исследованиях Бертло взрывчатых материалов, порохов и инициирующих веществ. Результаты этих работ собраны ученым главным образом в третьей книге двухтомника «Сила взрывчатых веществ на основе термохимии» [104, т. II, стр. 127—363]. Уже этого было бы достаточно для причисления Бертло к крупнейшим ученым-специалистам по взрывчатым веществам. Но главная его заслуга заключается в разработке теории взрывных процессов с точки зрения физико-химии, в выдвижении новых представлений о взрывной волне и сущности детонации. Вкратце рассмотрим этот вклад ученого.

Явления взрыва Бертло расчленил на три фазы: возникновение взрыва, продолжение и распространение. Сущность взрыва он рассматривал одновременно с эволюцией теоретических представлений предшественников. Таким образом здесь, как и в других случаях, проявился историзм мышления французского химика.

По оригинальной теории Абея взрыв производят звуковые колебания, нарушающие химическое равновесие частиц взрывчатого вещества; при этом соседствующее со звуком вещество мгновенно разлагается. Но для этого должно быть известное соотношение между колебаниями детонатора (звука) и колебаниями частиц взрываемого вещества. Таким образом индуцированный взрыв является резонансным процессом. Эта остроумная концепция получила экспериментальное подкрепление в интересном опыте Шампиона и Пелле. Они клали на струну контрабаса порошок йодистого азота  $\text{NJ}_3 \cdot \text{NH}_3$ ; взрыв получался только при определенной высоте звука, издаваемого струной; если число колебаний было менее 60 в секунду, взрыва не происходило.

Бертло выявил в концепции Абея ряд противоречий. Например, индукционного взрыва на струне не происходит, если количество йодистого азота очень мало, а специфический звук, обуславливающий взрыв, остается прежним. Далее, по мнению Абея, пироксилин вызывает взрыв нитроглицерина благодаря синхронности колебаний обоих веществ; но нитроглицерин не взрывает пироксили-

на. Результаты положительных опытов с йодистым азотом на струне Бертло объяснял очень высокой чувствительностью этого вещества к ударам и трению, которые возникают при вибрации подставки под веществом. Опыт, повторенный Бекманом и Фаустом (1913) уже после смерти Бертло, дал следующий результат: плотно прикрепленный к струне без подставок йодистый азот от звука струны не взрывался. Это подтвердило точку зрения Бертло.

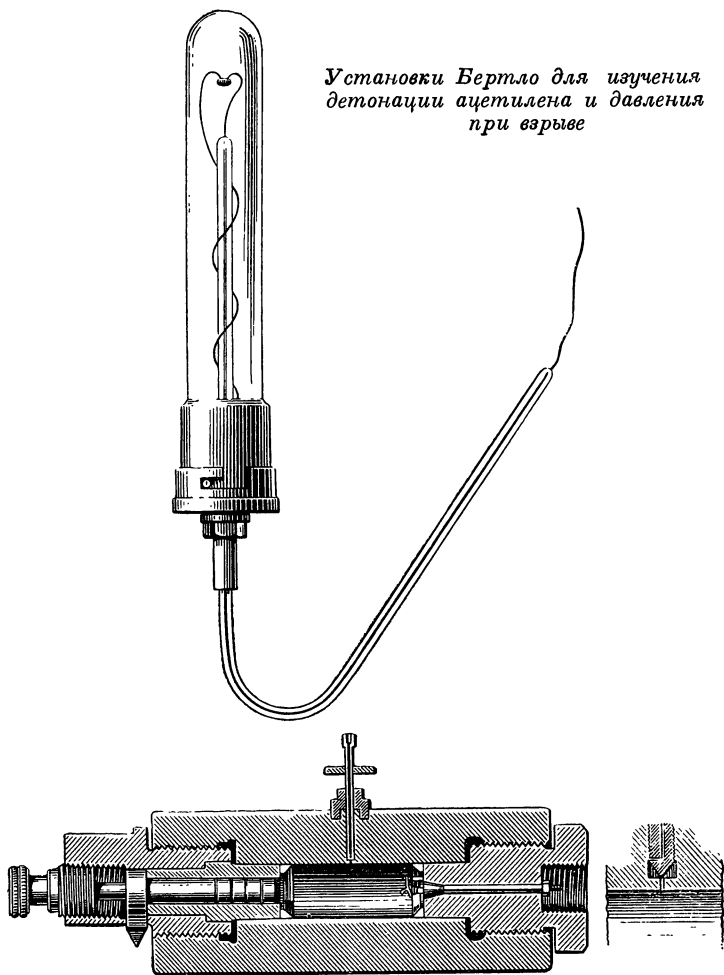
Чтобы выяснить влияние звуков на химические реакции, Бертло провел интересные эксперименты с малоустойчивыми газами и жидкостями на камертоне. На ветвь камертона с частотой колебания 100 в секунду (эта частота поддерживалась электромагнитом) он помещал небольшие склянки с исследуемыми веществами. Параллельно эти же вещества запаивались в длинные стеклянные трубки (длина 60 и диаметр 3 см), которым на диске придавалось продольное колебание 7200 в секунду: покрытый мокрой фланелью круглый диск приводился во вращательное движение с ритмичными продольными колебаниями за счет трения. Испытание в трубках проводилось в среде озона, мышьяковистого водорода, перекиси водорода и других веществ. Однако, несмотря на методическую изобретательность, Бертло не удалось обнаружить влияния звуковых колебаний на малоустойчивые вещества; никаких химических превращений он не подметил [111 и 112]\*.

Обобщив свои наблюдения и опыты предшественников, Бертло выдвинул оригинальную концепцию о взрывной волне и механизме детонации взрывчатых веществ. При детонации капсулами причиной индукции взрыва является мгновенное колоссальное давление и сильный удар, которые испытывает вещество от взрыва детонатора. При взрыве, например, гремучей ртути первоначальное давление доходит до 27 000 атм. Живая сила такого удара переходит в теплоту, резко повышается температура, что вызывает естественное в таких жестких условиях разложение взрывчатого вещества. Это — первая стадия процесса. Далее идет распространение взрывного превращения через всю толщу вещества в форме особого рода взрывной волны (*onde explosive*).

---

\* Влияние ультразвука на химические реакции — новое физико-химическое направление, развиваемое в последние два десятилетия.

*Установки Берто для изучения детонации ацетилена и давления при взрыве*



С этих позиций все причины, способствующие изменению ударного давления, должны сказаться на условиях детонации. Среди причин особое значение имеет величина первоначального импульса, лежащего в природе детонатора, его весе и плотности и скорости взрыва. Если детонатор помещен в капсулу, то и ее прочность играет большую роль в обеспечении полноты взрыва. При действии

же на расстояние возникшее в центре (детонаторе) давление распространяется во все стороны в инертной среде согласно закону распространения деформаций, ослабевая по мере удаления. Здесь большое значение приобретают свойства среды — воздуха, жидкого или твердого тела, в частности ее упругость. На границе между средой и взрывчатым веществом живая сила удара может оказаться достаточно большой, чтобы, перейдя в тепло, вызвать взрыв вещества в этих точках. Здесь реакция взрыва сопровождается мгновенным нарастанием давления, удар передается на ближайший слой, поднимается температура, опять возникает взрыв и т. д. Волна, которую Берто называл взрывной, проходит от слоя к слою через все вещество с неослабевающей, постоянной интенсивностью.

Таким образом, при явлениях взрыва возникает два рода волн — взрывная и звуковая. Первая из них развивается в массе взрывчатого вещества, поддерживается непрерывным переходом химической энергии в тепловую и механическую, которые передаются окружающим телам. Взрывная волна, однажды образовавшись, распространяется без ослабления, химическая реакция продолжает питать ее живую силу. Звуковая же волна тоже может передавать мгновенное давление, но постепенно теряет свою интенсивность, ее живая сила, определенная только лишь начальным импульсом, распределяется на возрастающую массу вещества. Взрывная и звуковая волны распространяются с различными скоростями. Первая из них весьма характерна для каждого взрывчатого вещества; но сопровождающие взрыв звуковые явления состоят из ряда волн, в безвоздушных условиях они не возникают, хотя взрыв и происходит. Таковы в самых общих чертах теоретические взгляды Берто на природу взрывных превращений. Эти взгляды для своего времени были весьма прогрессивными, они не потеряли значения и теперь.

Берто совместно с сотрудниками изучал взрывные волны преимущественно на примерах газовых смесей: водорода, окиси углерода, метана, ацетилена, циана; окислителем служил кислород, объем которого обеспечивал полное сгорание вещества. В других опытах сжигание проводилось в среде окислов азота и иногда в среде инертного газа. Берто пробовал также исследовать распространение взрывной волны в твердых и жидких взрывчатых веществах, но эти опыты оказались неизмеримо сложнее и

не привели к сколько-нибудь определенным результатам. В случае же газовых смесей методические и результативные достижения были превосходными.

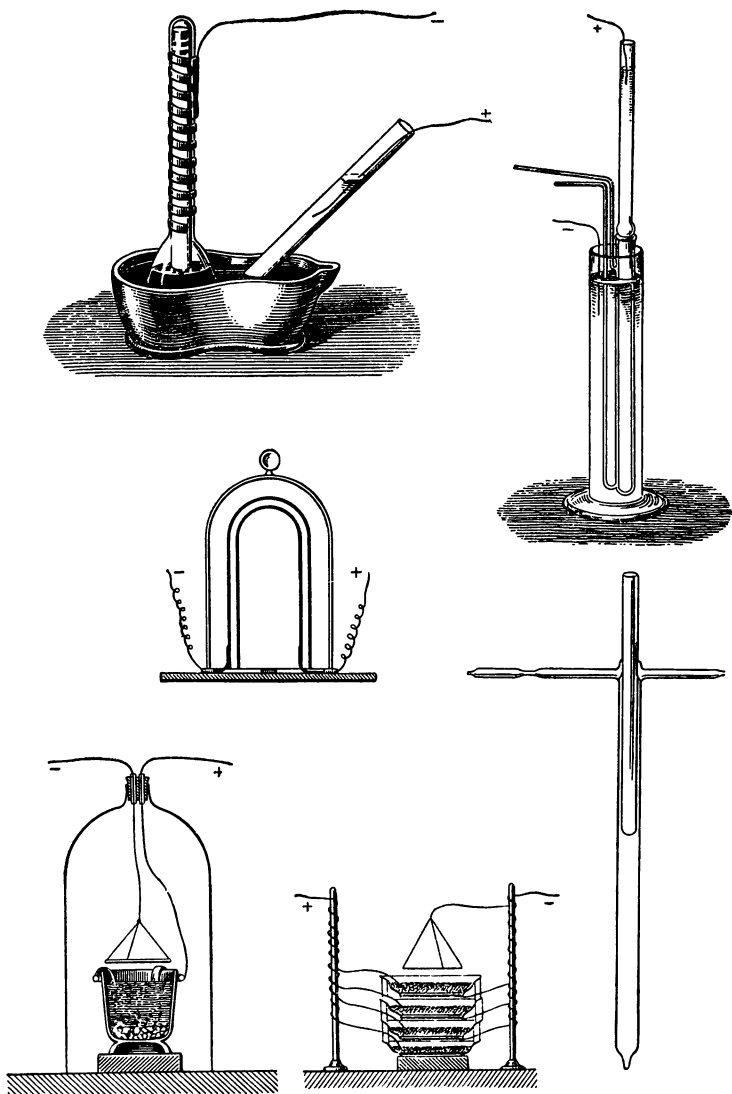
При строго измеренном давлении и температуре газовой смесью наполняли трубки, которые имели заданную длину и диаметр и были изготовлены из определенного материала. Трубки были прямыми или зигзагообразными. В одном конце трубки смесь зажигали с помощью электричества. Вначале пламя распространяется не быстро; затем скорость растет (передача тепла к новым слоям, нагревание, адиабатическое сжатие и другие причины) и на некотором расстоянии от места зажигания происходит взрыв. По мере движения взрывной волны по длине трубки прерывались электрические цепи, и хронограф отмечал время: так измерялась скорость взрывной волны.

Бертло изучал процессы, возникающие после взрыва; явления, предшествующие взрыву, были предметом исследований Малляра и Ле Шателье. Бертло с Вьелем выявили интересные закономерности в поведении взрывной волны. Было установлено, что она распространяется с постоянной скоростью, характерной для каждого взрывчатого вещества, не зависит от материала (стекло, каучук, свинец), а в определенных пределах (5—15 мм) и от диаметра трубки; при диаметре менее 5 мм скорость волны уменьшается. Давление газовой смеси в условиях опытов 2 атм при отношении 1 : 3) тоже не оказывает влияния на скорость взрывной волны. По мнению авторов, существует определенная связь между скоростью взрывной волны и химической природой газовой смеси. Скорость волны зависит и от температуры горения, обуславливающей живую силу поступательного движения частиц. Из кинетической теории газов Бертло вывел величину скорости  $Q$  взрывной волны

$$Q = 29,354 \sqrt{\frac{T}{P} \cdot M},$$

где  $T$  — абсолютная температура горения газовой смеси,  $P$  — плотность продуктов горения по воздуху,  $M$  — молекулярный вес.

Процесс распространения взрыва газовой смеси Бертло представлял следующим образом: некоторая часть газовых молекул первого слоя горения устремляется вперед со скоростью, отвечающей максимальной температуре химического разложения; их удар вызывает взрыв соседнего



*Приборы Берцло для изучения влияния электричества на химические реакции*

слоя и т. д. со скоростью, соизмеримой со скоростью движения самих молекул.

К изучению взрывной волны горения ацетилена (при давлении до 36 атм) Бертло вернулся в 1898 г. [103, стр. 18 и 24]. Эти работы преследовали научную и практическую цель — выяснение возможности использования ацетилена для освещения. Эксперименты проводились в тонких длинных стеклянных трубках (диаметром 2—6 мм, длина 1 м), которые при бризантном взрыве ацетилена обычно раздроблялись и распылялись; движение пламени изучалось с помощью фотографии. Было установлено, что в отличие от газовых смесей детонация ацетилена распространяется с возрастающей скоростью. Теоретического обоснования этим наблюдениям Бертло не дал.

Наиболее интересными итогами своих работ со взрывчатыми веществами Бертло был склонен считать учение о взрывной волне, термохимическое исследование реакций взрыва и определение энергии новых взрывчатых веществ. С нашей точки зрения труды Бертло по взрывчатым веществам являются блестяще разработанным новым этапом в химии и энергетике — важной области науки и техники, приобретшей особое значение в XX в.



## РАБОТЫ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**В** эпоху, когда творил Бертелло, такие крупные отрасли химической науки, как органическая, неорганическая, аналитическая химия и некоторые другие, уже достаточно обособились, и среди химиков наблюдалась специализация исследований по этим отраслям. Бертелло же своим универсальным дарованием смог объять почти все разделы химии. В настоящей главе мы расскажем о важных исследованиях Бертелло в области минеральной и аналитической химии.

В отличие от стройных систематических исследований по органической химии, термохимии, химии взрывчатых веществ и истории химии труды Бертелло по неорганической и аналитической химии носят несколько разрозненный характер. Часто это проверка каких-либо важных данных других ученых, их критика или подтверждение, иногда — получение новых неорганических веществ при разработке нового синтеза. По аналитической химии Бертелло выпустил большую монографию, но она имела преимущественно методический и учебный характер.

Из общих проблем неорганической химии Бертелло больше всего, пожалуй, занимался вопросами аллотропии и изучением свойств простых веществ и элементов. Почти каждая заявка об открытии нового элемента или его аллотропной разновидности находила живой отклик у Бертелло: он немедленно приступал к исследованию элемента или вещества, публиковал по этому поводу заметки и статьи.

В 1857 г. он изучал различные модификации серы [114, стр. 318, 378], обращая особое внимание на мягкую серу, приготовляемую разложением гипосульфита [115, стр. 376]. Разновидности серы, серебра и других элементов (аллотропия, полимерия и полиморфизм простых веществ) Бертелло рассматривает в широком плане и отводит им много

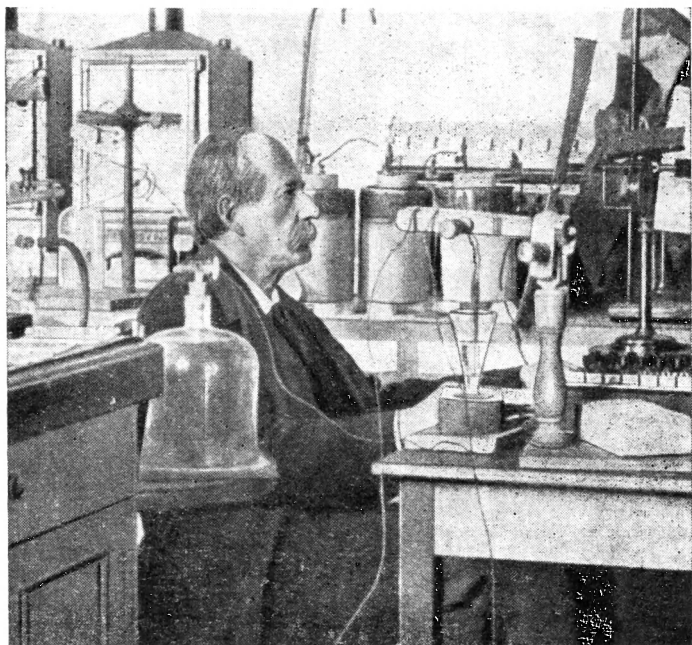


места в лекциях «Об изомерии», читанных в 1866 г. в Парижском химическом обществе; в 1869 г. эти лекции вышли отдельным изданием [59]. В этот же период времени он ставит опыты с целью выяснить возможность ослабить действие соляной кислоты на металлический цинк путем изменения давления (опыты не дали положительных результатов), публикует множество сообщений о составе античных металлических изделий. Его интересуют хлор и его соединения [116, стр. 1514], разновидности углерода (уголь и графит), входящие в состав обломков небесных тел, метеоритов [117, стр. 419], различные формы окиси графита. Этим вопросам Бертло посвящает ряд статей 1873 г., а затем несколько раз возвращается к ним. Особенно подробно о свойствах и значении аллотропных форм углерода — алмазе, графите и аморфном углероде — Бертло рассказывает в 1899 г. во втором томе монографии «Теплота живого организма» [118, стр. 5—46]. Большое внимание он уделяет здесь энергетической характеристике аллотропных видоизменений; в дальнейшем эти сведения были использованы учеными при разработке теории химической связи.

Бертло изучает реакции, проходящие под влиянием водорода в момент его выделения (*in statu nascendi*), когда частицы элемента особенно активны. В качестве источника водорода он использует амальгаму щелочных металлов [119, стр. 1108], причем попутно изучает «конституцию» самой амальгамы [120, стр. 1335]. Эти работы относятся к 1879 г.

Большой интерес представляют многочисленные труды Бертло по озону (изучение его стабильности [121, стр. 76] и действия на разнообразные соединения), приведшие к открытию новых веществ. Бертло добывал озон в озонаторе собственного изобретения [76]. Работы с озоном он проводил параллельно с изучением другого сильного окислителя — перекиси водорода — и исследованиями процессов электролиза [122, стр. 71].

Для Бертло 1878 год ознаменован открытием надсерной кислоты  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$  и ее ангидрида  $\text{S}_2\text{O}_7$ , полученного в виде чистых крупных игольчатых кристаллов сантиметровой длины. Надсерный ангидрид Бертло синтезировал путем воздействия электрического разряда (8—10 часов) на смесь кислорода с сернистым ангидридом. Реакция оказалась равновесной. Надсерную кислоту он получил несколь-



*Бертло за изучением действия электричества на химические реакции*

ко позднее электролизом концентрированных растворов серной кислоты. Бертло установил, что надсерный ангидрид — малоустойчивый окисел, распадающийся на кислород и серный ангидрид при контакте с платиной и при нагревании; со щелочами надсерный ангидрид образует соли, персульфаты [123, стр. 20]. Изучение соединений, представляющих собой высшие степени окисления серы, другими химиками (Маршалем, Каро) привело к тому, что эти новые серосодержащие окислители, в особенности кислота Каро  $\text{H}_2\text{SO}_5$  и персульфаты, сделались промышленными продуктами.

Из новых неорганических соединений, полученных Бертло с помощью озонирования, следует также назвать ангидриды надазотной и надугольной кислот. Публикации о них в докладах Парижской академии наук относятся к 1881 [124, стр. 82] и 1906 гг. [125, стр. 533].

Длительное время Берто интересовала проблема синтеза аммиака из элементов. Он посвятил ей специальное исследование [126, стр. 385] и в дальнейшем возвратился к ней в годы, когда возглавлял сельскохозяйственную станцию в Медоне. На данном примере мы видим редкое умение Берто правильно выбрать направление, которое из многих вопросов химии представляет наиболее актуальный интерес для развития народного хозяйства. Ведь проблема связывания азота воздуха — одна из самых животрепещущих проблем химической науки и техники в течение целого столетия.

Более тридцати лет Берто, занимаясь изучением природы химических элементов, периодически выступал с оригинальными соображениями по этому вопросу. Еще до историко-химических изысканий, в 1873 г., он опубликовал статью по поводу идей Н. Локьера о природе элементов [127, стр. 1352 и 1399], а на склоне лет живо откликнулся на открытие новых химических элементов — инертных газов — Рамзаем, Релеем и Траверсом [128, стр. 1613] и радиоактивной эманации в 1904 г. [129, стр. 289].


И в области неорганической химии теоретические концепции Берто весьма противоречивы и со временем подверглись существенной эволюции. Долгое время он пользовался эквивалентными обозначениями, хотя высоко оценивал работы Берцелиуса и некоторых других поборников атомизма, выступал против теории электролитической диссоциации, не придавал большого значения периодическому закону и периодической системе элементов даже после того как Лекок де Буабодран впервые выделил галлий, подтвердив тем самым гениальное предвидение Д. И. Менделеева о существовании неоткрытых элементов. Но все эти заблуждения Берто носили преходящий характер.

О возможности превращения химических элементов и даже об их искусственном получении, «фабрикации», Берто высказывался еще в 1885 г. «Основная тождественность, содержащаяся в наших современных элементах материи, — писал он, — и возможность трансмутации одних элементов в другие могут быть допущены, как вероятные гипотезы... Конечно, я повторяю, никто не может утверждать, что приготовление простых тел было бы, а priori, невозможно» [130, стр. 310 и 320]. Эволюция теоретических взглядов Берто и обращение его к атомизму подробно рассмотрены в главе о его мировоззрении.

Бертло всегда интересовали не только сами химические элементы, но и их многочисленные соединения. Среди нескольких сотен его статей по неорганической и аналитической химии можно видеть исследования соединений галогенов, циана, серы, хрома, меди, платины, щелочных металлов, водорода, кислорода, азота, многочисленных кислот, оснований и солей, работы по изучению поведения этих соединений в растворенном состоянии, исследования роли давления на вещества и т. д. Поистине трудно указать какие-либо границы научных интересов этого удивительно «жадного на науку» человека.

Свой огромный опыт аналитика, накопленный за шесть десятилетий, Бертло обобщил в 1906 г. незадолго до смерти в «Практическом трактате (учебнике) анализа газов» [131]. Трактат почти в пятьсот страниц петитом разделен на пять больших глав. Они охватывают все разделы анализа газов того времени, хорошо систематизированы и иллюстрированы. Учебник, после введения, начинается с таблицы атомных весов элементов, что само по себе примечательно и свидетельствует о бесповоротном переходе Бертло на позиции атомизма. В руководстве подробно представлены аппаратура и методика работ, анализ не только отдельных газов, но и встречавшихся тогда вариантов их смесей. Для своего времени отлично описаны спектральный анализ, анализы с использованием электрического тока.

Например, в главе IV (стр. 273—385) рассмотрены методы анализа кислорода, азота, аргона, гелия, водорода, фтора, хлора, брома, йода, окислов азота, аммиака, окислов хлора, хлорноватистой кислоты, хлористого водорода, бромистого водорода, йодистого водорода и многих других газообразных соединений фтора и хлора, двуокиси серы, сероводорода, селеноводорода, мышьяковистого водорода, сурьмянистого водорода, окиси и двуокиси углерода, хлорциана, цианистого водорода, фосфинов. Из органических газов приведен анализ всех известных тогда углеводородов от  $C_1$  до  $C_4$ , паров бензола и некоторых других веществ. Уже этот перечень содержания одного из пяти разделов руководства Бертло должен убедить читателя в высоких достоинствах «Практического трактата анализа газов» — этой лебединой песни французского химика.

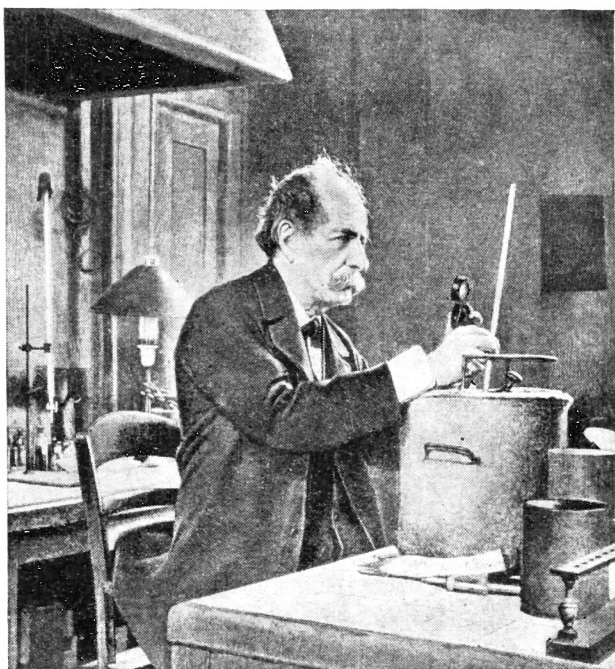


## ТРУДЫ В ОБЛАСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ И АГРОНОМИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**Р**азносторонний талант и жадный интерес Бертло почти ко всем отраслям науки не давали ему возможности оставить в стороне такие важные в теоретическом и практическом отношении науки, как биологическая и агрономическая химия. «Существует мало случаев применения химии к другим наукам, которым бы я остался чужд», — говорил Бертло.

Достижения Бертло в области синтеза жиров, углеводов, азотсодержащих органических веществ имели некоторую биологическую направленность. Но некоторые циклы его исследований носят несомненно биохимический и агрономический характер; к таким работам относятся исследования спиртового брожения, теплоты живого организма, фиксации атмосферного азота с помощью электричества, химического состава почв, открытие связывающих азот микроорганизмов. По этим вопросам Бертло опубликовал десятки оригинальных статей, шесть томов книг, не говоря уже о других многочисленных монографиях, где он рассматривал проблемы биологической и агрономической химии попутно с другими вопросами.

Из биохимических проблем Бертло прежде всего заинтересовался брожением углеводов, это было в 1860 г. В специальной статье о брожении глюкозы и тростникового сахара он показал, что сахароза под влиянием пивных дрожжей переходит в некристаллизующееся состояние. Это наблюдение согласовывалось с предшествующими работами Дюбрунфо и Персо. Но Бертло пошел дальше них, сопоставив действие на тростниковый сахар кислот и дрожжей. Он выяснил, что после обработки сахарозы кислотой, а затем водной вытяжкой дрожжей, сахар сбраживается полностью; в присутствии азотистой



*Бертло в период изучения теплоты живого организма*

кислоты процесс брожения ускоряется. Развивая взгляды предшественников — Каньяр де Латура, Пастера и Либиха,— Бертло считал, что растения и микроорганизмы вызывают бродильное разложение сахаров своими ферментами.

Из дрожжей Бертло выделил водорастворимый фермент, гидролизующий сахарозу. Этот катализатор получил название глюкозный фермент, а затем инвертин или сахароза. Бертло показал, что первая стадия спиртового брожения сахарозы — это инверсия, причем она называется инвертином и вне организма дрожжей. Это принципиальное открытие Бертло было заслонено его другими выдающимися достижениями, а также блестящими работами Пастера. Но со временем все стало на место: труды М. М. Мапассиной и особенно Бухнера подтвердили точку зрения Бертло, внося смятение в

лагерь виталистов. Было установлено, что брожение вызывается не «жизненной силой» самого грибка, а ферментом, подобным инвертину, открытому Бертло и названному Бухнером в 1897 г. зимазой. Дальнейшие исследования показали, что зимаза — это смесь нескольких ферментов.

К работам по брожению примыкают исследования Бертло по химии созревания и букету вин. Обширные исследования в этом направлении составили содержание второй части IV тома «Растительной химии и агрономии» [132, стр. 349—517], выпущенной в 1899 г. Любопытны исследования Бертло (1877) состава древнеримского вина, пролежавшего в заплавленных бутылках многие века.

Разрабатывая термохимию, Бертло и здесь уделял много внимания биологическим результатам своих открытий.

Истоки учения о животной теплоте лежат в трудах Лавуазье. Это он уподобил дыхание медленному горению. Питательные вещества организма непрерывно окисляются кислородом, поставляемым через легкие током крови. Тепло человека и животных поддерживается медленным горением углеродистых веществ с участием кислорода. К такому выводу пришли Лавуазье и Лаплас в 1783 г. при изучении теплового баланса в калориметре. В дальнейшем Лавуазье говорил об участии в образовании животного тепла и процесса горения водорода питательных веществ. Он установил, что количество теплоты, образуемой в теле животного, равно количеству теплоты из горящей свечи, если в результате выделяется одинаковый объем углекислого газа. Эта идея пропорциональности между окисляемостью и теплотворной способностью органических веществ в дальнейшем была использована и развита П. Бертье, Д. П. Коноваловым и др.

П. Л. Дюлонг в 1820 г., проведя новые измерения в калориметре Лавуазье и Лапласа, показал, что теплота сгорания веществ пропорциональна сумме теплот, которые соответствуют массе выделяющихся углекислоты и воды. Аналогичные заключения можно найти в трудах Либиха и некоторых других предшественников Бертло.

Бертло указал на неточность косвенного вычисления животной теплоты по продуктам горения, считая, что для правильных умозаключений необходимо определять непосредственно само тепло. Он установил далее, что в обра-

зовании тепла в живом организме большую роль играют процессы гидратации и расщепления, реакции неполного окисления и восстановления органических веществ. Существенным развитием и уточнением идей Лавуазье и Либиха является положение Бертло о том, что теплота живого организма может возникать и без окисления и горения органических веществ, а вследствие процессов их гидратации и расщепления. Отдельные заключения Бертло по этим вопросам можно встретить в его книгах по термехимии и химической механике, в обобщенном виде он изложил их в двухтомнике небольшого формата под названием «Теплота живого организма» [118]. Первый том (187 страниц) отражает «Общие понятия». Здесь рассматриваются химические основы образования животного тепла, энергия действия свободного кислорода на составные части крови, теплота образования и горения мочевины и циановой кислоты, а также энергетическая экономика превращения сахаров и других питательных веществ. Вторым том, «Числовые данные» (151 страница), объединяет большой экспериментальный материал по теплоте сгорания элементарных разновидностей углерода (алмаза, графита, аморфного угля), многочисленных углеродистых соединений биологической значимости (составных частей пищи, углеводов, жиров, особенно белков и других азотсодержащих веществ). Здесь же подробно рассмотрены вопросы энергетической экономики живых организмов, исследовано выделение тепла при действии кислорода на кровь. Последняя его работа в этом направлении посвящена теплоте сгорания и образования гематина, гемоглобина и билирубина. Нам представляется, что современные биохимики незаслуженно забывают названный двухтомник Бертло, там можно найти начала многих идей, не потерявших значение и сегодня.

Огромный вклад Бертло в агрономическую химию. Основопологающие работы в этом направлении он проводил вначале на крыше Коллеж де Франс и на метеорологической станции Монсури, а затем на специально созданной им сельскохозяйственной станции в Медоне.

После многочисленных представлений в парламент и министерство народного образования Бертло удалось наконец получить место и средства для организации агрохимической станции. Недалеко от Парижа, по существу на его окраине, находился замок Медон, расположенный на



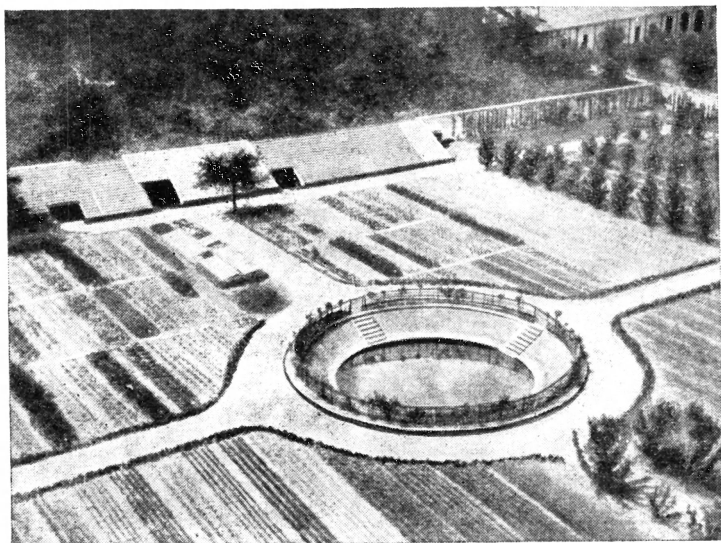
опушке леса. Обширный земельный участок, прилегающий к замку, пустовал около 13 лет. Правительственным декретом от 18 января 1883 г. участок земли в 4,5 га с несколькими гектарами леса был передан кафедре органической химии Бертло для устройства там станции химии растений. Финансирование исследовательского учреждения поручалось министерству народного образования, но и министерство сельского хозяйства охотно присоединилось к этому полезному делу. Двойная помощь помогла Бертло быстро организовать и четверть века успешно проводить обширные исследования по агрономической химии и почвоведению. В разное время помощниками и соавторами его трудов были Андрэ, Годешон и Даниель Бертло, сын ученого. Для опытов во влиянию атмосферного электричества на растения использовалась каменная башня высотой 28 м.

Зимой Бертло проводил агрономические исследования в лаборатории Коллеж де Франс, а четыре летние месяца — в Медоне. Ежегодное длительное пребывание на Медонской станции, на лоне природы способствовало не только обильному научному урожаю, но несомненно благотворно действовало на здоровье ученого и удлинено его творческую жизнь.

Результаты агрохимических опытов Бертло регулярно публиковал в «Comptes rendus» Парижской академии наук, в «Annales de chimie et de physique» и в меньшей степени в других журналах. В 1899 г. он выпустил большой четырехтомник «Медонская станция растительной химии, 1883—1894. Растительная химия и сельское хозяйство» [132], где были объединены основные результаты, полученные за первые 12 лет существования станции.

Первоначально может показаться, что в агрономических исследованиях Бертло отошел в сторону от своих обычных научных направлений. Но это не так. Его агрономические работы тесно связаны с разрабатываемыми ранее проблемами и фактически являются развитием химико-органических идей в приложении к сельскому хозяйству. В этих работах еще раз проявляется завидная черта творчества Бертло — стремление как можно быстрее воплотить в практику научные достижения.

В работах Бертло по синтезу новых соединений особое место занимает разработка способов непосредственного введения азота, одного из наиболее инертных элементов,



*Сельскохозяйственная станция Бертло с опытными полями в Медон*

в молекулы органических соединений. Это направление, возникающее в работах Бертло в 1876 г., послужило отправным пунктом для развития его агрохимических исследований.

Синтез синильной кислоты из ацетилена и азота под действием электрического разряда был блестящим достижением Бертло на этом пути, но этот синтез он осуществил в условиях, глубоко отличных от природных.

Ученые, работающие в области сельскохозяйственной химии, придавали очень большое значение проблеме связывания атмосферного азота. По уточненным современным подсчетам выяснено, что растительный покров земли ежегодно усваивает из почвы около пяти миллиардов тонн азота. Долгое время роль свободного газообразного азота в связывании его растениями была неясной. В 70-е годы XIX в. химики и агрономы, за небольшим исключением, не допускали возможности прямой фиксации азота растениями и почвой. Бертло решил проверить обоснованность такого мнения. Ведь сомнения в правильности общепринятой точки зрения и желание убедиться в ее правомерности или отвергнуть ее — удел многих крупных ученых.

Критический подход к устоявшимся взглядам нередко приводил к фундаментальным открытиям. Так произошло и с Бертло, когда он попытался выяснить причину уже установленной ранее факта: количество связанного азота, снимаемого с поля в форме урожая, во много раз превышает количество азота, которое растения могут получить из почвы. Удобрения возмещают лишь небольшую долю взятого у земли азота. Очевидно существует какой-то другой источник, достаточно обильный, чтобы возместить указанную разницу. Естественнее всего было предположить, что азот каким-то образом фиксируется из воздуха. По этому руслу и направил Бертло свои исследования.

Первый важный результат опытов в Медоне — это установление факта фиксации атмосферного азота почвой как покрытой растениями, так и голой. Затем Бертло занялся выяснением механизма фиксации азота. Еще раньше им было показано, что некоторые органические соединения, например скипидар и терпены, ароматические углеводороды, формалин, клетчатка (целлюлоза), способны соединяться с элементарным азотом под влиянием электрического разряда, причем образовавшиеся азотистые соединения в некоторых условиях могут возвращать азот в форму аммиака. Бертло задумался: не происходит ли связывание газообразного азота под влиянием атмосферных электрических разрядов. Эксперименты подтвердили такую возможность. Вспомнились работы англичанина Кэвендиша, установившего, что составные части воздуха соединяются под действием электричества; правда, Кэвендиш толковал свои опыты с флогистических позиций, но это не меняло существа дела. Кроме того, было известно, что при интенсивном горении также может происходить частичная фиксация азота. Образующиеся кислородные соединения азота могут поставлять растению значительные количества усвояемого азота. Позднее (1900) Бертло проводил опыты с растениями, помещенными в закрытые сосуды, которые находились в электрическом поле. Этим приемом он пытался воспроизвести условия, частично отражающие влияние атмосферного электричества.

Однако расчеты Бертло не подтвердили его первоначальных предположений: ни атмосферное электричество, ни поглощение азота тканями растений под влиянием электричества не могут дать той огромной массы азота, которая собирается в растениях. И Бертло перенес свое

внимание на химико-биологические процессы, происходящие в почве.

В 1884—1885 гг. ему удалось доказать, что азот воздуха фиксируется самыми разнообразными почвами. На поверхности полевой почвы, во всей ее толще, в земле, положенной на высокой башне в широкие банки или сосуды, сообщающиеся с воздухом через узкую трубку, везде желтый песок, глина, садовая почва и многие другие образцы земли за несколько месяцев связывают заметное количество атмосферного азота. С другой стороны, в тех же образцах почв, но предварительно стерилизованных, никакой фиксации азота не наблюдается. Эти интересные опыты привели Бергло к заключению: почва обогащается азотом из атмосферы при участии микроорганизмов, которые содержатся в почве в большем или меньшем количестве. В холодное время года фиксация азота замедляется.

Исследование почв под микроскопом позволило увидеть мельчайшие живые существа, которым почва обязана своими ценнейшими для любых живых организмов свойствами. «Исходный пункт фиксации азота, — писал Бергло, — нужно искать не в высших растениях, а в некоторых простейших организмах, которые населяют почву».

Увидеть что-либо новое — большая заслуга; но увидев, не пройти мимо, изучить явление — еще большая. Так бывало в истории науки много раз, то же произошло и тогда, когда Бергло проник в секрет связывания атмосферного азота микроорганизмами. Его открытие имело огромное значение для агрономии, поскольку оно указало основной путь естественного обогащения почвы азотом, позволило человеку действительно вмешаться в процесс биохимического фиксирования атмосферного азота. Открытие вскоре получило подтверждение в работах Шлезинга младшего, Лорана и особенно в классических трудах С. Н. Виноградского и Г. Гельригеля. В 1886 г. Гельригель заявил, что толчком к постановке его опытов по выяснению роли микроорганизмов почвы явилась работа Бергло.

Продолжая заниматься проблемой связывания атмосферного азота, Бергло установил основную причину продолжительности плодородия почв.

Совместно с Андрэ он систематически наблюдал за изменениями, происходящими в химическом составе однолетних растений в период их роста — от посева до момента созревания семян. Особое внимание уделялось изменениям

в содержании серы, фосфора, нитратов, щавелевой кислоты. Данные о накоплении и распределении в растении щавелевой кислоты привели Бертло к заключению, что синтез белков в растениях осуществляется с участием этой кислоты. Не менее подробно изучался состав различных почв на содержание в них углерода, азота, фосфора, калия, кальция, серы, кремния, хлора, ряда органических соединений. В настоящее время доказана биологическая активность сорока химических элементов. Из них «три кита» (азот, фосфор и калий) и многие другие исследовались, как видит читатель, уже Бертло и его сотрудниками. Особое значение придавалось изучению влажности и адсорбционной способности почв. Внимание Бертло и Андрэ привлекли к себе и гуминовые кислоты; интерес к последним в дальнейшем сильно возрос в связи с проблемой происхождения каменных углей.

В трудах Бертло имеются исследования фотохимического характера. Он показал, что мерой светового действия могут служить только эндотермические реакции, когда световая энергия осуществляет работу. В экзотермических процессах свет служит только толчком, инициатором, побуждающим к действию химическую энергию. С присущей его языку образностью Бертло писал: измерять работу света экзотермической реакцией, вызванной светом, все равно, что измерять работу спички взрывом пороха, который ею подожжен.

Объем агрохимических и биохимических исследований Бертло очень велик. Трудно переоценить значение их для современности, хотя они часто остаются недостаточно известными многим представителям сельскохозяйственной науки. Особо значительны заслуги Бертло в разрешении вопроса использования атмосферного азота биологическими объектами. Выдвинутая и частично разрешенная им проблема фиксации азота со временем приобретает все большее значение, поскольку развитие всего органического мира в значительной степени определяется наличием доступных усвоению форм азота. Между тем большая часть азота на поверхности земли (около  $4 \cdot 10^{15}$  г) находится в молекулярном состоянии и недоступна для подавляющего большинства живых существ. Только некоторые микроорганизмы — сами или в симбиозе с высшими растениями — усваивают молекулярный азот и переводят его в связанное состояние.

Подсчитано, что из 100 млн. т азота, ежегодно уносимого из почвы с урожаем, лишь 12 млн. т возвращается в виде минеральных удобрений; остальные 88 млн. т должны компенсироваться биологической фиксацией. Развитие работ Бертоло, Виноградского, Гельригеля, Буссенго и других ныне направлено на повышение урожаев путем получения активных рас клубеньковых бактерий, изменения их наследственных свойств и заражения (инокуляции) ими почвы. Большое значение имеет фиксация азота синезелеными водорослями в водоемах и на поверхности почвы. Использование метода меченых атомов, в частности изотопа  $N^{15}$ , позволяет открывать среди микроорганизмов новые виды фиксаторов азота, более глубоко изучать механизм связывания атмосферного азота.

Инертность молекулы  $N_2$  может быть обусловлена высокой энергией тройной связи  $N \equiv N$ , равной 225 ккал/моль, тогда как энергия для двойной и одинарной связи атомов азота равна всего 98 и 38 ккал/моль. Однако в процессе биологической ферментативной фиксации этот высокий энергетический барьер каким-то образом преодолевается. С другой стороны, от элементарного азота до аминокислот, белков и других жизненно важных веществ — огромное «химическое» расстояние. Каковы промежуточные фазы этих многостадийных превращений? То ли это гидразин  $\rightarrow$  азины  $\rightarrow$  аминокислоты  $\rightarrow$  белки, то ли какие-то другие вещества — все это остается пока невыясненным. Правда, имеются исследования, в частности работы Ф. В. Туркина, склоняющие в пользу мысли, что аммиак является продуктом биологической фиксации азота [133]. Но это лишь предварительный ответ на один из многочисленных теоретических вопросов, решение которых имеет исключительно важное практическое значение. Оно поможет целенаправленно управлять процессом связывания азота атмосферы не только биологическим, но и искусственным каталитическим путем [134, стр. 44].

Потомство благодарно Марселену Бертоло за то, что его проникновенная исследовательская мысль сделала первые важные шаги к овладению в этой области силами природы.



## БЕРТЛО КАК ИСТОРИК ХИМИИ

Уже в преклонном возрасте Бертло приступил к новому для него интересному циклу исследований по истории химии. Материалы к этим трудам он накапливал более четверти века, а затем воплотил их в десять больших томов монографий. В этих книгах читателя изумляет свежесть мысли автора, новое трактование им проблем зарождения химических знаний. Работая над ними, Бертло проявил исключительную для человека его лет работоспособность и увлеченность трудом, несмотря на то, что он писал их будучи занятым многими другими делами: он работал в лаборатории, преподавал и очень часто участвовал в совещаниях и заседаниях, занимая общественные и государственные посты, занимался составлением отчетов и проектов.

Уже в ранний период своей творческой деятельности Бертло интересовался историко-научными проблемами и опубликовал несколько статей экспериментально-исторического характера. Например, в 1861 г. в докладах Парижской академии наук [135, стр. 583], а затем в двух других журналах [136, стр. 186; 137, стр. 82] появились статьи Бертло о синайской и сирийской монетах; в 1863 г. им были опубликованы результаты исследования зерна из Помпеи [138, стр. 402]. Уже в этих первых трудах Бертло выступил в научной литературе как один из основателей экспериментального метода историко-научных изысканий, метода археологической химии [139]. В дальнейшем он писал интересные статьи о химическом составе древнеримского вина, сохранившегося в запечатанной склянке, и античных металлических изделий. Таким образом, мнение биографов Бертло о том, что он только в старости занялся историко-химическими иссле-

дованиями, является ошибочным: уже в семидесятые годы XIX в. он проводил систематические изыскания в этом направлении.

Внешним стимулом для работ по истории химии послужила поездка Бертло вместе со старшими товарищами по науке — Баляром, Тенаром, Вюрцом — в Египет по случаю открытия Суэцкого канала (1869). Путешествие, сопровождавшееся знакомством с памятниками высокой культуры древнего Египта, вызвало у Бертло желание заняться историей возникновения практической химии и алхимии. Обширные познания в области исторических и естественных наук, древних языков помогли Бертло создать превосходные книги, без которых освоение истории химии и археологии было бы значительно затруднено.

Бертло кропотливо изучал и переводил папирусы и рукописи музеев и библиотек Парижа, Лейдена, Берлина, Венеции, Ватикана, Эскуриала, подвергал химическому анализу археологические находки — сплавы, орудия труда, оружие, предметы украшения. Трудная задача, поставленная им перед собой в начале исторических изысканий, была успешно разрешена: он проследил первый период развития химии — зарождение практической химии и алхимии у восточных народов, у египтян и вавилонян, движение этих знаний через Иудею в Грецию, оттуда — к арабам и итальянцам и, наконец, к алхимикам Западной Европы. Он собрал много новых материалов и о других народах древней культуры — китайцах, индусах, иранцах.

Историческая концепция Бертло отличается одной важной чертой: объективностью оценки вклада восточных народов в мировую культуру. До Бертло многие историки химии (да и после него, вплоть до нашего времени), как правило, пренебрегали данными о развитии этой отрасли знания у неевропейских народов — индусов, африканцев, персов, арабов. Это объясняется отчасти малым числом первоисточников, но главной причиной является установившаяся в свое время традиция излагать историю науки на основе культуры только европейских народов, поскольку за последние шесть-семь веков именно там имеются наиболее крупные успехи в развитии знаний. Между тем, в древности народы Востока находились в авангарде культурного развития, и истоки многих современных зна-



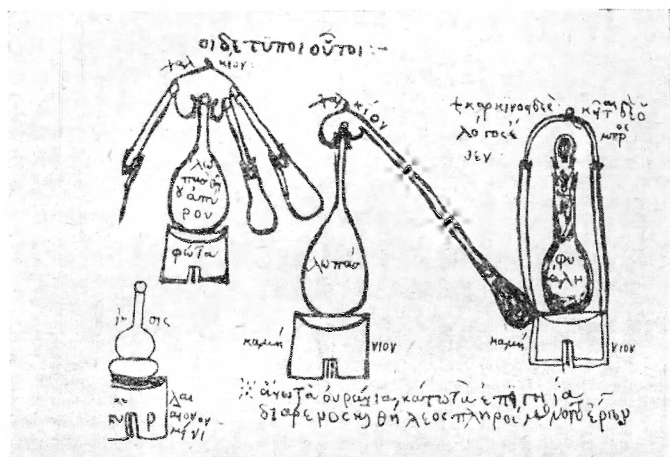
ний исходят из периода расцвета ремесла и практических достижений восточных народов. Одним из первых и весьма аргументированно это показал Бертло, в чем состоит его большая заслуга. Историческая документальность и применение химико-аналитических методов исследования украшают труды Бертло и делают их очень интересными.

### **Древний период**

Первая большая историко-химическая монография Бертло под названием «Происхождение алхимии» [130] вышла в Париже в 1885 г. В предисловии Бертло рассказывает об обстоятельствах, побудивших его заняться историей древнего периода химии и о путях преодоления трудностей в этой работе. Далее он подчеркивает, что эволюция идей и знаний представляет интерес не только для ученого, но и для техника, строителя, художника, ибо она отражает меру интеллектуальной власти и материального могущества человека.

Алхимию и астрологию Бертло рассматривает как переходные ступени между чистой магией, в которой господствует мистика, и научными методами исследования, возникшими после средневековья. Ранее всех наук от религиозных и мистических элементов обособилась математика. Позже это сделала астрономия, ведь отголоски астрологии дошли до XIX и XX вв. Еще длительнее избавлялась от магии и мистицизма химия, ее научные основы заложены только в конце XVIII столетия.

Прежде всего Бертло встретился с недостатком или полным отсутствием первоисточников по истории древнего периода развития химии. Многие так называемые первичные источники фактически оказывались вторичными и подчас существенно искаженными. Все, что было издано после изобретения и распространения книгопечатания, требовало тщательной проверки, особенно если это касалось перепечатки древних авторов, произведения которых были широко распространены в позднее средневековье. Хорошо обрисовал это положение Н. А. Морозов, широко пользовавшийся трудами Бертло: «Все, что мы знаем о сочинениях древних авторов, почти целиком берется современными историками из сборников XV, XVI и XVII вв., т. е. от лиц, живших через целую тысячу лет после смерти цитируемых ими писателей, от лиц, в высшей



*Алхимическая аппаратура*

степени легковерных, испестривших свои сообщения невероятными рассказами о всевозможных чудесах. Отличить в них истину от правдоподобных (самых худших из всех!) измышлений и позднейших дополнений почти невозможно. Благодаря этому обстоятельству все наши первоисточники по древнему периоду допечатной эры представляют из себя настоящие Авгиевы конюшни, где много веков стояли монахи, и для очистки которых нужен новый Геркулес. Но даже Геркулес в одиночку здесь ничего не мог бы сделать. Здесь нужно специальное международное общество разработки исторических первоисточников древней истории» [140, стр. 287—288].

Доверие внушали только папирусы и манускрипты. Поскольку египтологи его времени не могли рассказать что-либо определенное о химических знаниях в древнем Египте, Бертло предпринял в Париже энергичные поиски первичных источников по древнему периоду химии. В Национальной библиотеке он обнаружил несколько алхимических рукописей на греческом языке и преодолел большие трудности, чтобы прочесть и понять их. Далее, разузнав об аналогичных рукописях в хранилищах Лейдена, Лондона, Венеции, Ватикана, Эскуриала, он стал изучать и их; круг исследований расширился, охватывая все

новые интереснейшие памятники, не тронутые до Бертло. За несколько лет ему удалось воссоздать документальный исторический очерк хода развития химических знаний в древности и выяснить возникновение алхимии.

Книга «Происхождение алхимии» (463 страницы) разделена на введение, четыре раздела и приложения. В первом разделе описываются источники; во втором — авторы рукописей, алхимики; в третьем — алхимические опыты, манипуляции, наблюдения, применяемые алхимиками реактивы, посуда, аппараты; в четвертом — теоретические взгляды алхимиков в исторической последовательности и в сопоставлении с теориями XIX в. Бертло приходит к общему заключению, что химия не представляет собой первичной науки, вроде математики. Она возникла из полунучного алхимического комплекса, который в свою очередь развился из многовековых практических наблюдений в медицине, металлургии и других отраслях ремесла. Алхимия, пишет Бертло, обещала обогатить своих адептов, научив их приготавливать золото и серебро, защитит от всяких болезней с помощью панацеи, доставить совершенное счастье путем слияния с душой мира и всеобщим духом. В то же время попытки многих древних мастеров, не склонных к философским размышлениям, превращать металлы основывались не на каких-то теоретических положениях, а были вызваны корыстным желанием обмануть своих клиентов, всучив им малоценный материал вместо золота и серебра.

Бертло считал, что алхимия — египетского происхождения. Это мнение подкреплялось надписями на гробницах и храмах, которые доказывали тесную связь химических знаний с религией с самых древних времен; химические манипуляции относились к «священному искусству».

К важнейшим химическим производствам египтян и других народов глубокой древности относится добыча и обработка металлов. Ф. Энгельс справедливо подчеркивал, что на первых ступенях развития человечества особенно важное значение имели «плавка металлических руд и обработка металлов. Медь и олово и выплавляемая из них бронза были важнейшими металлами; бронза давала пригодные орудия и оружие, но не могла вытеснить каменные орудия; это было под силу только железу, а добывать железо еще не умели. Начали употреблять для украшения и в качестве драгоценностей золото и серебро, которые,

по-видимому, уже имели большую ценность, чем медь и бронза» \*.

В египетских погребениях доисторического времени часто находили металлические изделия. По всей вероятности египтяне, по мнению Бертло, раньше всего научились обрабатывать свинец, поскольку он легко плавится даже в глиняном сосуде и при этом не требуется специальных печей. Богатые месторождения свинца находились на берегу Красного моря. С медью и ее месторождениями египтяне столкнулись также в древнейшее время. Надписи на Синае времен первой династии и остатки шлаков показывают, что медь в значительных количествах выплавлялась из бирюзы. В Египте медь получали главным образом из малахита и силикатных руд. Олово в Египет привозили из других стран; его употребляли исключительно для изготовления бронзы.

В древнем Египте хорошо знали способы получения и обработки золота. Надписи (в Луксоре) Рамсеса II свидетельствуют о многочисленных месторождениях «металла фараонов». Египтяне умели очищать золото от примесей. Серебро, или «белое золото», как его называли египтяне, привозили из других стран, поскольку этого металла в Египте не было. Оно стоило вначале дороже золота.

Начиная со Среднего царства в Египте стал широко применяться «азем», или «электрон», — легко обрабатывающийся сплав золота и серебра. Со временем долю золота в электроне стали уменьшать, применять подделки золота. Один из наиболее распространенных способов подделки — добавление к медным сплавам сернистых соединений мышьяка. Умение получать похожие на золото сплавы приводило древних химиков к мысли, что превращение одного металла в другой — вполне реальный процесс. В этом следует искать начало мечты алхимиков о трансмутации металлов.

Производство драгоценных металлов в Египте было монополизировано фараонами. Способы обработки металлов держались в строгом секрете; они были известны только жрецам, фараонам и их сыновьям. При многих храмах имелись мастерские и музеи, где готовили мастеров. Лаборатории возглавляли сыновья фараонов и высшие

---

\* Ф. Энгельс. Происхождение семьи, частной собственности и государства. Госполитиздат, 1952, стр. 166.

сановники; черновую работу выполняли рабы и осужденные преступники.

Египтяне познакомились с золотом очень рано. Основным месторождением его была Нубия. Руду, получаемую оттуда, измельчали в огромных каменных ступах и промывали водой до получения золотого песка, который затем очищали химическим способом: несколько дней его нагревали в закрытых тиглях вместе с веществами, понижающими температуру плавления (плавнями), в частности со свинцом, оловом, солью, отрубями. Получался продукт, называвшийся «хюма»; возможно, что от этого слова произошло название науки — химия. Хюма хранилась в тайниках, известных только посвященным, и выдавалась для выделки вещей в строго учитываемых количествах. Следует подчеркнуть, что уже египтяне в своих химических манипуляциях широко использовали весы. Золотые изделия изготовлялись для фараонов. Отголоски былой золотой роскоши фараонов дошли до нас; например, на посетителей египетских пирамид большое впечатление производит гробница Акенатана, на изготовление которой ушло 110 кг чистого золота.

Железные украшения и амулеты найдены в доисторических погребениях Египта. Для других целей железо стало употребляться позже, видимо только с Нового царства. Ограниченное применение железа объясняется не отсутствием месторождений этого металла в Египте, а высокой температурой его плавления. Несовершенная конструкция египетских печей для выплавки металла из руды и плохое топливо (кустарник и сушеный навоз) не позволяли довести нагревание до нужного уровня. Другие известные египтянам металлы плавятся при более низкой температуре.

Исключительно высокая для своего времени техническая культура Египта проявилась не только в умении добывать и перерабатывать металлы, но и в других химических ремеслах. Среди египетских жрецов и мастеров, надо полагать, были люди, которых можно было бы назвать учеными с определенной системой взглядов. Недаром происхождение химии и многих других «герметических искусств» связывают с именем мифического египетского мудреца Гермеса Трисмегистоса («Трижды величайшего»), который якобы был автором 42 трактатов. Бертоло посвящает ему отдельный параграф в своем

«Происхождении алхимии» [130, стр. 133—136]. Но достоверных сведений о выдающихся древних ученых-химиках Египта мы не имеем.

В первые века нашей эры знания египетских жрецов и мастеров постепенно получают распространение. Во II—IV вв. важнейшим источником научных и ремесленных знаний становится знаменитая Александрийская академия с обширной сетью научных учреждений — библиотекой, музеем, высшей школой, обсерваторией, анатомическим театром. Химические изыскания проводились в основном центре естественных и медицинских наук — в храме Сераписа, где имелись различные лаборатории. В Александрии греческая культура весьма удачно скрестилась с египетской. Бертло предполагает, что соединение этих культур в единое целое произошло под влиянием иудейских философов. Небольшой промежуток времени алхимия процветала у иудеев, затем, обрстая экспериментальными данными и теоретическими воззрениями, перекочевала к грекам. Влияние иудейских философов Бертло видит в нередких ссылках греческих авторов на химию Моисея, например на его рецепт для удвоения веса золота за счет неблагородных металлов. Но первичные иудейские алхимические источники не сохранились. В III в. (296 г.), борясь с наводнением рынка фальшивым золотом, император Диоклетиан приказал сжечь все египетские рукописи с рецептами изготовления поддельного золота, хранившиеся в Александрийской библиотеке.

В период крушения античного рабовладельческого общества были варварски разгромлены многие центры древней культуры, в том числе и Александрийская академия с ее ценнейшей сокровищницей мудрости — библиотекой, насчитывавшей до 700 тысяч свитков. Храм Сераписа разрушили. На алхимии, естественно, отразилась гибель александрийского культурного центра. Некоторые ученые академии были убиты, например знаменитая Ипатия — женщина-математик, астроном, философ, общественный деятель и превосходный лектор (по наущению епископа Кирилла ее растерзала толпа); многие переселились в страны Ближнего Востока — Византию, Сирию, Иран. Ремесла и производства этих стран нуждались в практических и технических рецептах, разрабатываемых египетскими и греческими алхимиками. А «теории» алхимиков, их мечтания имели настолько большую притяга-

тельную силу, что продолжали изучаться в Константинополе и других центрах, но в великой тайне, под страхом жестоких репрессий. Вместе с другими знаниями алхимия перекочевала и в Рим.

Бертло показал, что алхимия, кроме Египта, процветала и у древних вавилонян и халдейцев. Эти народы также можно считать пионерами алхимических знаний; и у них химические операции облекались в магию и мистику священного искусства. Именно в Вавилоне зародились первые представления о связи между металлами и планетами. Металлы стали обозначать символами небесных светил: золото — Солнцем, серебро — Луною, медь — Венерой, железо — Марсом, свинец — Сатурном, олово — Меркурием (или Гермесом); азем, или электрон, у разных авторов соответствовал Юпитеру или Меркурию. Ртуть в глубокой древности игнорировалась, позднее она отождествлялась с Гермесом или Меркурием. Семи металлам и семи планетам Бертло посвятил отдельное интересное исследование [141, стр. 155].

От вавилонян и халдейцев, согласно Бертло, алхимия перешла к персам в Иран, а оттуда, возможно, проникла к другим азиатским народам — индусам и китайцам. Бертло пишет, что в первые века нашей эры китайские химики пытались превратить в золото неблагородные металлы. После книг Бертло появились исследования, подтверждающие древность алхимических знаний в Индии.

Исключительный интерес представляют данные Бертло о химии у сирийцев и арабов. Эти сведения, приведенные во II и III томах фундаментального труда «Химия в средние века» [142], заполняют большой пробел, который существовал в истории химии переходного периода между работами греческих и западноевропейских алхимиков. Химии у арабов Бертло посвятил и отдельное обобщающее исследование этико-философской направленности [143, стр. 416].

Предпошлем данным Бертло некоторые общие замечания о высокой культуре арабских племен Ближнего и Среднего Востока в VII—XI вв. Возникновение ислама было отражением важных социально-экономических сдвигов. Первобытный общинный строй разлагался: обострялись взаимоотношения кочевых и оседлых племен, ощущался кризис торговли, росли классовые противоречия.

Все это послужило предпосылками магометанской революции\*.

Ислам оказался подходящим идеологическим орудием для объединения арабов и вскоре наряду с буддизмом и христианством превратился в одну из мировых религий. Под знаменем ислама феодальная и торговая арабская аристократия предпринимает военные походы, завоевывает Палестину и Сирию (640), Египет (643), Иран (651) и другие страны. Арабский халифат превращается в самое могущественное государство мира, включившее в свой состав, кроме названных стран, всю северо-западную Индию, северное побережье Африки и Пиренейский полуостров. Ускорился процесс развития хозяйственной жизни в арабском халифате; значительных успехов достигли искусное городское ремесло, скотоводство, земледелие. Шла обширная торговля по сухопутным и морским путям, где арабский язык стал играть роль международного (как латинский язык в Западной Европе).

Создалась многонациональная своеобразная и очень высокая арабская культура; ее творцами, кроме собственно арабов, были египтяне, иранцы, таджики, узбеки, берберы, мавры и другие народы. Культура арабского Востока ассимилировала, переработала и подняла на высшую ступень достижения древнего Востока и античного мира. Арабская наука VII—XI вв. превзошла западноевропейскую науку того времени и в дальнейшем стала одним из главных источников европейской цивилизации.

Арабские правители принимали все меры для распространения культуры и просвещения. Во многих городах были основаны высшие школы, астрономические обсерватории, богатые библиотеки. Культурным и научным центром государства стала столица халифата Багдад, в которой проживали наиболее известные арабские ученые, врачи. Багдадский университет прославился высоким уровнем естественнонаучных, особенно медицинских знаний. Там впервые были приняты методы исследования и обучения, основанные на наблюдениях и опытах. Из других культурных центров арабского владычества можно назвать город Пиренейского полуострова Кордову, а также Дамаск.

Из наук у арабов особое развитие получили математика, астрономия, механика, физика, химия, медицина. Некото-

---

\* К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. XXI, 1929, стр. 493—495.



рые достижения физиков и механиков имели большое значение для последующего развития химии. Например, аль-Хазини в книге «Весы мудрости» (1121—1122) дал описание довольно точных весов, при помощи которых он определил удельный вес многих веществ.

Доступ к древним египетским и греческим литературным источникам арабские ученые, вероятно, получили через сирийские и персидские переводы. В истории естествознания, в том числе и химии, литература на сирийском языке сыграла несомненно большую роль, чем та, которую ей обычно отводят. Установлено, что произведения античных авторов, например Аристотеля, Галена, переводили сначала на сирийский, а затем на арабский язык, и только в немногих случаях — непосредственно на арабский. Только пройдя такой сложный путь, античная наука становилась достоянием латинского мира. О высокой культуре сирийцев говорит и тот факт, что на рынках рабы и рабыни сирийского происхождения очень высоко ценились за свои познания в области искусств и ремесел. В восстаниях рабов позднеримского времени сирийцы обычно выступали в роли организаторов, что также свидетельствует о более высоком уровне их развития.

Больших успехов сирийцы добились в развитии химических промыслов, они же развивали и направление, которое значительно позднее, особенно после трудов Парацельса, получило название иатрохимии, или медицинской химии. Сирийцы хорошо разбирались в целебных свойствах трав, минеральных веществ, с искусством выполняли операции по изготовлению, или «смешиванию», как это называли в прошлые века, лекарств и ядов; расширяли представления о диететике. Сирийская медицина выдвинула известных врачей, которые занимались и химией. Например, арабские источники приписывают авторство ряда химических сведений врачу и химику Сергию Решайскому; в «Книге весов» о нем говорится, как об авторитетном исследователе. Другой ученый, Хунайн ибн Исхак (родился в 809 или 810 г., умер в 876 г.), считался одним из образованнейших людей своего времени. Он в совершенстве владел сирийским и арабским языками, и ему приписывают многие труды, написанные на этих языках. Вероятно, Хунайн был автором «Книги о камнях» (во всяком случае книга вышла из его школы). В ней содержатся интересные сведения о рудах, минералах, драгоценных камнях и

о камнях, имеющих значение для химических процессов, например, употребляемых в качестве плавней. Некоторые указания «Книги камней» имеют технический, практический и рецептурный характер [144, стр. 329].

Несколько важных сирийских химических трактатов, написанных в различное время, опубликовано Бертло совместно с Дювалем (знатоком сирийского языка) во втором томе книги «Химия в средние века» [142, т. 2, стр. 4—120 и 203—332]. Эти трактаты Бертло разыскал в Британском музее и Кембриджском университете.

Практический, чисто эмпирический характер многих химических сведений раннего средневековья отчетливо выступает в образцовой оценке эксперимента, которую дает сирийский ученый Зосима: «Как необходимо есть и пить каждый день, так же необходимо и познание, которое приходит извне. Только путем производства над веществами опыта, который требует много терпения, можно действительно научиться науке о металлах» [142, т. II, стр. 216].

Бертло в цитированной книге привел интересные рисунки сирийских химических приборов и химических знаков, мало отличающихся от греческих.

Правда, на сирийском языке больше переводных, в основном греческих, сочинений, но есть и оригинальные трактаты, которые можно считать одним из источников арабских химических знаний.

Химические знания проникли к арабам не только через Сирию, но и через Иран и Византию. Многие арабские химики были родом из Ирана. Достоверным считается следующий исторический факт: халиф Аль-Мэ-Мун, царствовавший в 813—833 гг., получил из Византии от императора Леона большое количество античной научной литературы и построил в Багдаде «Дом Мудрости», своего рода академию наук, где работали и жили ученые и переводчики.

В изложении некоторых европейских авторов арабский период развития химических знаний представлен тенденциозно и неверно. Не утруждая себя изучением вопроса хотя бы по трудам Бертло, авторы вычеркивают все, что сделано замечательными арабскими химиками; например, Поль Таннери без всякого основания называет великого арабского химика Джабира шарлатаном [145, стр. 28]. В желании принизить роль арабского народа в развитии

химии особенно активен Густав Фестер. Он уверяет, что успехи прикладной химии в арабский период ее развития незначительны, многие достижения якобы следует приписать соседним народам и вообще невозможно установить национальность авторов с арабскими именами [146, стр. 92—97]. Если верить Фестеру, то успехи в технике перегонки, развитии стеклодельного производства, изучении и применении селитры, минеральных кислот не являются результатом деятельности арабских исследователей, которые будто бы не пошли дальше специалистов греко-александрийской эпохи. Другой, более умеренный автор, Эрнст Мейер, признает выдающиеся заслуги арабов в развитии наук после VII в.: «Казалось бы, от этих арабов следовало скорее ожидать уничтожения наук и искусств, нежели их возрождения». Но далее он отмечает, что арабский «народ принялся за изучение наук и довел их до неимоверно высокой степени развития в то именно время, когда большинство других стран Европы стояло на низших ступенях культуры» [147, стр. 24].

Значение арабов в развитии химии довольно объективно рассматривает Б. Н. Меншуткин, но и он иногда переходит на традиционный в западноевропейской литературе тон: «На долю арабских алхимиков выпала очень важная историческая роль, ими, конечно, и не подозревавшаяся: роль передатчиков химических сведений от греков к ученым Западной Европы...» [148, стр. 45]. Или: «Европейские алхимики, унаследовав от арабов искаженную греческую химию, естественно были, особенно первое время, точными подражателями своих учителей» [148, стр. 49].

Двадцатые годы нашего столетия ознаменовались интересными находками в истории химии, которые подтвердили, что Бертло правильно оценил выдающийся вклад арабского народа в химию. Немецкий ученый Ю. Руска [149] из Гейдельберга и англичанин Э. Холмъярд [150] из Оксфорда, хорошо знающие арабский язык, опубликовали ряд подлинных сочинений арабов, которые свидетельствуют о высокой культуре этого народа в раннем средневековье. Ими обнаружено, что уже в VIII в., а может быть и ранее, арабские ученые сумели не только хорошо усвоить все сделанное до них египтянами, греками, персами, но и значительно превзошли их. Авторы выявили выдающиеся достижения великого арабского химика и энциклопедиста Джабира ибн Хайяна (латинизированное имя — Гебер),

жившего примерно в 721—815 гг. Сочинения Джабира содержат много новых практических сведений, наблюдений и очень важные указания о теоретических представлениях ученого. Большая заслуга Джабира (как и многих других арабских ученых) состоит в том, что он ясно излагал свои мысли и называл вещества, операции, посуду без мистических аллегорий. Его рецепты четки и воспроизводимы. Если вспомнить насколько туманны и мистичны сочинения греческих авторов, то здесь прогрессивность арабских химиков не вызовет сомнений. Джабир был несомненно самым выдающимся арабским химиком. Тем похвальнее, что Бертло удалось одним из первых вскрыть величие этого арабского энциклопедиста, найти, опубликовать и прокомментировать его сочинение «Семьдесят книг» [151, стр. 308—363].

Арабские тексты с переводом Гудаса на французский язык и комментарии к ним составляют основное содержание третьего тома «Химии в средние века» [142]. Сюда же входят тексты нескольких сочинений, приписываемых арабским ученым. Но Бертло, после изучения манускриптов и сопоставления их с давно известными латинскими переводами, пришел к твердому убеждению, что только «Семьдесят книг» Джабира являются подлинником. Все остальное — подделки. Это заключение Бертло помогло найти в 1926 г. в Каире два подлинных арабских списка названного сочинения Джабира.

Бертло справедливо считает арабскую алхимию главным путем, по которому греческие химические знания (с усовершенствованиями) переходили к алхимикам Западной Европы. Само слово алхимия, с арабским артиклем «ал», тоже говорит об этом. Но Бертло указывает и второй путь — в XIV в. через Италию, где сохранились знания греков. Этот второй путь преемственности культур через латинский мир относительно полно освещен предшественниками Бертло, им самим, а также последующими авторами. В этом отношении большой интерес представляют два других фундаментальных сочинения Бертло — трехтомное «Собрание древнегреческих алхимических рукописей» [152] и «Введение в изучение химии в древние и средние века» [153], где содержатся материалы, частично рассмотренные нами в предыдущем изложении и подробно проанализированные Юнгфлейшем [2, стр. СXXXIII] и Б. Н. Меншуткиным [10, стр. 132].

Вопросу о вкладе арабских ученых в сокровищницу химических знаний, впервые поставленному Бертло на объективную документальную почву, посвящено специальное исследование [154, стр. 437—453]. Но здесь необходимо указать, что Бертло, в целом правильно оценивавший большой вклад арабских народов в химию, иногда сбивался на традиционное пренебрежение к их достижениям. Например, в статье «Арабская химия» он пишет: «С тех пор (с средневековья.— Ю. М.) арабская алхимия отошла на второй план: и действительно, арабы не являются создателями науки, они являются лишь ее продолжателями» [143, стр. 417]. Вторая половина этого утверждения абсолютно несостоятельна, что было доказано трудами самого же Бертло и других авторитетных европейских авторов, например Руска, Холмъярда.

### Новая химия

Кроме глубокого исследования истории химии в древний период и средние века, Марселен Бертло посвятил ряд работ химии в конце XVIII в. и некоторым своим современникам. Эти труды Бертло вместе с изучением древнего периода как бы окаймляют историю химии с двух сторон.

Превосходно написанную монографию «Химическая революция. Лавуазье» Бертло посвятил своему гениальному соотечественнику [155]. Поводом для этой работы послужили избрание Бертло непререкаемым секретарем Парижской академии наук и столетие выхода в свет важнейшего сочинения Лавуазье «*Traité élémentaire de Chimie*». Первоначально Бертло посвятил этой теме заметку [156, стр. 1119], которая затем превратилась в книгу в 344 страницы.

Биографические сведения о Лавуазье занимают в ней всего 15 страниц. Это и понятно — в 1888 г. Э. Гримо издал подробную биографию Лавуазье [157], Бертло же поставил целью проследить по первоисточникам ход мыслей Лавуазье, приведших его к созданию антифлогистической химии. Были использованы, кроме печатных трудов, 13 томов лабораторных журналов Лавуазье за 1772—1788 гг., составивших одну треть книги Бертло. Публикация неизвестных ранее материалов произвела большое впечатление на современников Бертло.

Чаще всего в книгах о великих людях для читателя остается неясным процесс творчества корифея мысли,

преподносится только конечный результат его работы. Это и понятно: мало кто из гениальных людей оставляет мемуары о всех перипетиях своей творческой работы. Многие из творцов духовных ценностей и сами не отдают отчета в психологии своего творчества. Вот почему книга Бертло о Лавуазье так ценна попыткой автора раскрыть эволюцию творчества основателя антифлогистической химии.

Анализируя содержание лабораторных журналов, Бертло показывает, что Лавуазье, прежде чем приступить к экспериментальному исследованию, разрабатывал подробную программу опытов; обсуждал возможные методики исследования, сопоставлял доводы за и против того или другого варианта эксперимента и останавливался на наиболее многообещающем. Лавуазье обычно записывал свое отношение к мнениям современников и предшественников, оценивал их и критиковал. Подробности сооружения приборов и установок, описание хода эксперимента, возникших при этом предположений, идей новых опытов — все это, к счастью, Лавуазье оставил в своих журналах.

Для лучшего понимания вклада Лавуазье в науку Бертло в начале книги излагает сжатую историю эволюции основных химических теорий, господствовавших до Лавуазье. Далее последовательно рассматриваются работы Лавуазье по окислению металлов, открытию состава воздуха; отношение Лавуазье к достижениям химиков-пневматиков, к явлениям горения, теплообразования, к природе теплоты, к анализу и синтезу в химии. Особое место, естественно, занимает вопрос об отношении Лавуазье к теории флогистона, об отказе от этой концепции.

В последующих главах книги рассмотрены новая химическая номенклатура, разработанная Лавуазье в сотрудничестве с де Морво, Бертолле и Фуркруа, начала органической химии в трудах Лавуазье, исследование им дыхания и возникновения животной теплоты. Последняя глава книги (перед публикацией рукописей) посвящена трагической смерти Лавуазье, гильотинированного 8 мая 1794 г. вместе с 27-ю генеральными откупщиками.

Написанная мастерски и с любовью к памяти Лавуазье эта книга должна быть отнесена к числу наиболее замечательных трудов Бертло. Книгой широко пользовались все последующие биографы Лавуазье, в том числе и советские ученые — С. А. Погодин [158, стр. 329], Б. М. Кедров [159, стр. 42] и Я. Г. Дорфман [160]. Она сыграла существенную

роль в объективной оценке огромного вклада Лавуазье в естествознание. Наиболее четко значение этого вклада было сформулировано Энгельсом. По его мнению, «теория флогистона своей вековой экспериментальной работой впервые доставила тот материал, с помощью которого Лавуазье смог открыть в кислороде реальный антипод фантастического флогистона и тем самым ниспровергнуть всю флогистонную теорию» \*.

Наряду с монументальными монографиями по истории химии Берто писал и скромные по объему, но очень яркие историко-научные статьи, составившие серию биографий и творческих характеристик ученых — химиков, физиков, естествоиспытателей, философов, общественных и государственных деятелей. В большой галерее выдающихся химиков, которым Берто посвятил статьи, критические обзоры и речи, мы встречаем Шевреля, Аррениуса, Баляра, Вюрца, Пристли, Реньо, Девиля, Пастера, Андрэ и др. Вкратце отметим наиболее интересные из этих статей.

Своему предшественнику в изучении жиров и глицерина М. Э. Шеврелю (1786—1889) Берто посвятил журнальную статью [161, стр. 1—15], а затем большой очерк в книге «Наука и свобода мысли» [26, стр. 228—287]. До сих пор очерк Берто является главным источником сведений о долгой и поучительной жизни и творчестве химика, который оставил глубокий след в органическом анализе, синтезе, а также в истории науки, как один из первых исследователей химии у арабов. Этот очерк написан с особым блеском и остроумием, изобилует оживляющими повествование описаниями курьезов из истории науки. Среди них запоминаются высказывания Шевреля как колориста о дамских шляпах, рецепт Клода Бернара прерывать длинные монологи Шевреля в обществе, факты о высокомерии Фуркруа, рассказ о том, как Шеврель избежал службу в армии и др. Написанный на широком историко-научном фоне очерк содержит интересные сведения о многих западноевропейских ученых — Галилее, Ньютоне, Лавуазье, Пристли, Кэвендише, Бертолле, Шееле, Венцеле, Гей-Люссаке, Тенаре, Дюлонге, Дальтоне, Фарадее, Берцелиусе, Эрстеде, Либихе, Воклене, Кювье, Сент-Илере, Прусте, Беккереле, Броньаре, Дюма, Пелито, Браконно и др.

---

\* Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат, 1952, стр. 27.

Очень содержательна речь Берто об Аррениусе, взгляды которого автор долгое время не разделял. Эта речь под названием «Эволюция наук в XIX в.» входит в сборник «Наука и свобода мысли». Аррениус по приглашению Парижского химического общества в мае 1904 г. выступил с докладом о своих работах. Председательствовавший на заседании Берто произнес вступительное слово, из которого примечательны следующие места: «Я вам представляю профессора Аррениуса, члена Шведской академии наук, одного из инициаторов самых новейших теорий в электрохимии; я вас прошу встретить его со всем вниманием, которого заслуживают его открытия, и со всем доброжелательством, приносимым нации, которую он представляет. Шведы когда-то были нашими союзниками; они всегда оставались нашими друзьями. Король Швеции — французского происхождения; Шведская академия наук в прошлом году присудила одну из своих больших премий двум французским ученым, Беккерелю и Кюри\*. Это, разумеется, достаточные основания для симпатии. Но Аррениус имеет еще более веские основания, базирующиеся на его личном таланте, взглядах и открытиях. Наука сегодня быстро изменяется... Законы физики и механики, открытые в XVII и XVIII вв. Галилеем, Декартом, Ньютоном, Лавуазье, остались незыблемыми. Претерпели изменения теории, системы, язык и символика, интерпретации. Последние расширяются в непрерывном развитии, в то же время знания беспрестанно пополняются новыми фактами... В начале XIX в. естественные науки думали втиснуть в окончательную форму. Это была иллюзия, которая рассеялась: все наши теории были изменены. Теория теплоты, основанная на воображаемой тепловой жидкости, сменилась механической теорией теплоты, которая стала основой наших актуальных идей и промышленных применений, относящихся к взаимным превращениям всех сил природы. Не менее значительную эволюцию претерпевают сегодня прежние теории о световой и электрической жидкостях... Невидимые излучения заставляют предусматривать в редких явлениях не подозреваемые глубины. Даже сами наши взгляды на природу материи, кажется, готовы измениться... Наука не разрушается по мере роста ее сооружений. Она

---

\* Нобелевская премия 1903 г. была разделена между Беккерелем и супругами Кюри.



непрерывно обогащается новыми этажами и по мере того, как поднимается выше, ей открываются более широкие горизонты» [26, стр. 225—227].

В статье об А. Ж. Баляре (1802—1876) Бертло очень тепло отзывался о своем добром учителе, который «всегда старался подбодрить все вновь возникающие начинания и меньше симпатизировал тем добрым делам, которые уже сделаны. Все те, кто его знал, никогда не забудут, насколько он был добр, услужлив, влюблен в науку, всегда готовый помочь тем, кто творит; он никогда не обнаруживал ни тени зависти или ревности. Это было, можно сказать, его главной заботой» [107, стр. 215—218]. Свидетельство Бертло должно рассеять несправедливые слухи, длительное время распространявшиеся вокруг имени открывателя нового химического элемента брома. Как известно, Либих в 1826 г. проглядел новый элемент в бурой жидкости, принятой им за «хлористый йод», а через месяц Баляр объявил об открытии «мурида», позднее переименованного им же в бром. Либих, видимо раздосадованный неудачей, с едкой заметил, что не Баляр открыл бром, а бром открыл Баляра. Из Франции распространились устные рассказы об отсутствии таланта у Баляра, о его зависти к своему одаренному ассистенту Бертло. Но все поведение Баляра и его труды говорили о противоположном. Открыть новый элемент может только человек, одаренный пытливостью настойчивого исследователя и большой наблюдательностью. Кроме открытия брома, Баляр известен анализом состава жавелевой воды и белильной извести, разработкой промышленного способа получения сульфата натрия и калийных солей из морской воды. О завистливости Баляра также не может быть речи, — посещая парижские лаборатории, он любил подавать коллегам свежие идеи, не претендуя на ссылки на него. В 1844 г. Баляр был избран членом Парижской академии наук.

Когда Бертло работал ассистентом Баляра, последний предоставлял ему возможность сколь угодно заниматься исследованиями на собственные темы и нервничал только в том случае, если его талантливый ассистент, увлекшись работой в лаборатории, забывал о подготовке демонстраций к лекциям. На кафедре Баляра Бертло пользовался помощью молодых химиков — Люка, Пеан де Сент Жилия, Бинье, а когда получил профессию в Высшей фармацевтической школе и три года затратил на создание там

лаборатории, Баляр разрешил ему продолжать свои исследования на своей кафедре. Баляр был инициатором создания в Коллеж де Франс кафедры органической химии специально для Бертло, охотно уступил ему часть своей лаборатории и вообще всячески старался создать для своего талантливого ученика благоприятные условия научной работы. Можно ли после всего этого усомниться в доброжелательности Баляра и называть его завистником? Статьей о Баляре Бертло отдал дань справедливости своему бескорыстному учителю и послужил восстановлению доброй славы о нем.

Адольф Вюрц (1817—1884), пожалуй, был самым ярким противником Бертло в бурных теоретических спорах 60—80-х годов XIX в. Академические дискуссии между двумя ведущими химиками Франции носили бурный характер, изобиловали драматическими (а иногда и юмористическими!) моментами; взаимные колкости переходили допустимые границы, выливались в оскорбления. Русский химик А. Л. Потылицын в 1877 г. в письме к Е. Е. Вагнеру с большим юмором описывает обстановку научного спора между Бертло и Вюрцем на заседании Парижской академии наук: «Попал на одно из самых интересных заседаний Академии наук. Вюрц с Бертло спорили об атомах и эквивалентах. Первый стоял, конечно, за новую номенклатуру, Бертло отвергал атомы и отстаивал эквиваленты. Ужасно только видеть Вюрца! С Бертло они не здороваются, сидят через кресло, повернувшись спиной друг к другу. Вюрц уже в начале заседания был возбужден, корчил немилосердно рожи, стучал по столу, потом начал грызть метр, который был у него в руках. Он начал битву. Нового в защиту атома, кроме того, что у него есть в книгах «Современные химические теории», ничего не прибавил. Но зато с таким жаром говорил, так наускаивал на Бертло, что я думал, он его свистнет по голове. Бертло тоже нового не сказал; все то же, что было в его *Synthèse*. Он не жестикулировал, но в голосе заметна была дрожь. Конечно, друг друга не убедили. Старички ведь на стороне Бертло, молодые — на стороне Вюрца» [162, стр. 366].

Тем похвальней тот факт, что именно Бертло по случаю кончины Вюрца, забыв все распри, произнес 14 мая 1884 г. яркую речь, в которой очень высоко оценил научные заслуги своего оппонента. Речь была опубликована

[107, стр. 246—251]. Вот что мы читаем в ней: «Среди друзей и собратьев, любивших и уважавших его, вряд ли найдутся такие, которые могли бы оценить труд Вюрца так, как его может оценить автор этих строк. Тридцатилетнее соперничество, вызванное общей любовью к науке, соревнование, никогда не выходящее из рамок вежливости по отношению друг к другу, увы, прекратилось навсегда. Никогда еще наука не ощущала такой пустоты, которую она ощутила после смерти Вюрца, и вся Франция испытывает невыразимую скорбь по этому поводу». Далее Бертло рассказывает о замечательной научной эстафете, которую пронесли французы Лавуазье, Гей-Люссак, Тенар, Шеврель, Дюма, Сент-Клер-Девиль и Вюрц. Основными заслугами Вюрца Бертло считает открытие гликолей, сложных аммиаков (аминов) и разработку атомистической теории. Незадолго до Вюрца скончался Дюма: «Умерли два учителя химии, два цветка национальной научной короны,— заключает Бертло.— Единственное утешение тех, кто остался жить в ожидании своей очереди, это возможность провозгласить во весь голос славу соперникам и отдать себя служению человечеству» [107, стр. 246, 251].

В 1890 г. в журнале «Научное обозрение» появилась небольшая статья Бертло об английском химике-флогистике и философе-материалисте Пристли (1733—1804), труды которого рассматривались в сопоставлении с достижениями Лавуазье [163, стр. 513—514].

В большой статье об Анри Викторе Реньо (1810—1878), этом замечательном экспериментаторе, одним из первых внедрившем физико-химические методы исследования природы органических соединений, Бертло пишет, что из учителей именно Реньо оказал на его научное формирование наибольшее влияние [107, стр. 218—235]. В том же сборнике «Наука и философия» можно прочесть очень содержательную статью Бертло [107, стр. 236—245] о другом его современнике, также французском физико-химике Сент-Клер-Девиле (1818—1881).

При всей значимости историко-химических исследований Бертло они содержали ряд недостатков, на которые указывали последующие авторы и среди них Липшман, посвятивший французскому химiku специальный раздел «Бертло как историк» в своей фундаментальной монографии «*Enstehung und Ausbreitung der Alchemie*»

[164, стр. 647—659]. Липшман старается быть объективным и вначале подчеркивает большой объем проделанной Бертло работы, превосходное изложение и блестящий стиль его книг, но далее обрушивается на своего коллегу потоком обвинений, из которых только часть можно признать справедливыми. Остановимся на аргументации Липшмана подробнее.

В вину Бертло Липшман ставит то, что тот, зная греческий язык (биографы сообщают, что он в оригинале читал Платона и других греков), совершенно не владел арабским и сирийским, и это якобы снижает качество опубликованных им восточных химических рукописей. Здесь несомненно имеется передержка. Во-первых, Бертло широко пользовался помощью весьма сведущих в восточных языках сотрудников — Руэля, Дюваля, Худаса (что отмечает и Липшман). Во-вторых, все древние рукописи Бертло публиковал рядом с их переводами, что позволяло производить сопоставления. Липшман искусственно разжигает конфликт, отмечая, что Бертло эксплуатировал Руэля, Дюваля и Худаса и они «должны были чувствовать себя оскорбленными, а также самым обидным образом поставленными на ступеньку ниже». Бертло неоднократно и с похвалой отзывался о помощи переводчиков, до нас не дошли жалобы ни одного из них. Наоборот, их длительное сотрудничество с Бертло говорит о том, что они выполняли свою долю работы без принуждения и, по-видимому, с удовольствием. Поиск рукописей, их научно-химический анализ, толкование, выявление их места в истории знаний — все это делалось Бертло, и он имел полное основание публиковать их от своего имени с указанием фамилий и титулов переводчиков.

Липшман справедливо упрекает Бертло в некотором игнорировании достижений своих предшественников. Прежде всего это относится к трудам известного немецкого историка химии Германа Коппа. На это же указывал и Э. Мейер, считавший, что Бертло бесцеремонно игнорирует известный четырехтомник Коппа. Кстати сказать, когда Копп решил выступить в защиту своих прав и послал небольшую статью во французский журнал «*Annales de chimie et de physique*», Бертло сумел убедить редакцию не печатать статьи Коппа. Пользуясь своим высоким положением в руководящих кругах, Бертло нарушал

иногда нормы взаимоотношений в научной среде, и это не могло не вызывать протестов.

В пренебрежении к трудам предшественников обвиняли Бергло также Велер и Гофман. Поэтому к его мнению о приоритете того или иного открытия следует относиться критически, сопоставлять его данные с первичным источником.

При всем этом историко-химические исследования Бергло без сомнения должны быть отнесены к крупным и фундаментальным достижениям химической и исторической наук. Недаром Берлинская академия наук в адресе (1901), подписанном Фишером, отмечала его «достойные удивления исторические работы».



**О МИРОВОЗЗРЕНИИ БЕРТЛО****Философские взгляды**

**В**сю сознательную жизнь Марселен Бертло был склонен к философским и общественно-политическим размышлениям. И это естественно — человек, который делит свое творчество между многими науками, естественными и гуманитарными, обычно становится философом. Если здесь напомнить о дружбе Бертло с Ренаном, о постоянном общении с мыслителями Франции того времени, о жадном чтении всех новинок в науке, литературе и искусстве, то станет еще более понятным, почему Бертло сделался философом.

Бертло — один из самых образованных мыслителей XIX в. Это хорошо известный факт, и о нем упоминается почти во всех биографиях ученого, но почему-то никто еще не подверг эту сторону творчества Бертло сколько-нибудь подробному обсуждению. Нам думается, недостаточное внимание к Бертло-философу объясняется тем, что, во-первых, даже на родине ученого нет полного монографического исследования о нем и, во-вторых, все написанное о Бертло принадлежит химикам, которые очень редко отваживаются на критико-философские отступления. Материал настоящего раздела является первой робкой попыткой нарушить установившуюся традицию, и автор ни в коем случае не претендует на полноту изложения вопроса.

Как все крупные естествоиспытатели-мыслители Бертло был представителем естественнонаучного материализма, убежденно верил в существование материального мира, возможность его познания и действительного вмешательства в его перестройку соответственно пожеланиям человека, вооруженного наукой. Изредка он поднимался до диалектических обобщений и смелых философских прогнозов, но все это носило стихийный характер, как и у всех естество-

испытателей-мыслителей, не владевших методом диалектического и исторического материализма. Впрочем, «профессиональный материализм» естествоиспытателей, который принято именовать стихийным, часто приводит их к материализму вполне осознанному — так это происходило и с Бертло.

Французы справедливо считают Бертло продолжателем славных традиций просветителей-энциклопедистов XVIII в. Но к такой характеристике необходимо добавить следующее. Отличительной чертой энциклопедистов XVIII в. была универсальная образованность, часто не приносящая никаких реальных плодов в естественных науках, Бертло же внес крупные вклады в различные области естествознания — химию, физику, биологию, агрономию, историю науки.

Философские и общественно-политические воззрения Бертло рассредоточены во многих его книгах по химии, биологии, истории науки, в необозримом множестве его статей, биографических очерков, путевых заметок, речей, писем. Кроме того, он опубликовал пять крупных томов — «Наука и философия» (первое издание — 1886 г., третье — 1906 г.), «Наука и мораль» (1897), «Наука и воспитание» (1901), «Наука и свободная мысль» (1905) и свою интереснейшую переписку с Ренаном (1898). В этих книгах собрано и критически доработано наиболее существенное из трудов Бертло по философии, социологии, этике, эстетике и педагогике. Свое рассмотрение мировоззрения Бертло мы будем основывать главным образом на этих сочинениях, так как они представляют собой своего рода нравственную и интеллектуальную автобиографию ученого.

В предисловии к «Науке и свободной мысли» Бертло в следующих словах говорит о своих книгах на общественно-политические темы. «В этих томах я собрал свидетельства своей разносторонней деятельности, сочетаемой с непрерывным усилием, направленным к современному идеалу. Этому идеалу я посвятил всю свою жизнь, что является обязанностью каждого не только перед самим собой, но и перед другими. Выбранный мною путь был поддержан и одобрен большим числом людей, которые разделяют мысли о растущем значении науки, о мирной солидарности, о свободе мысли в интеллектуальной жизни, о морали и политике человеческого общества» [26, стр. 1].

Бертло ратовал за союз естествознания и философии, считая, что прогрессивные философы всегда опирались на достижения естественных наук и в свою очередь способствовали развитию этих знаний. В статье «Наука и мораль» из одноименного сборника он писал: «Каждый из древних философов имел свой взгляд на мир, и эта традиция сохранилась до нашего времени, она была присуща Декарту, Лейбницу, Гегелю. Анализ различных философских систем показывает, что каждая из них всегда имеет прочную научную базу, покоящуюся на уровне современных знаний, но знаний, развитию которых способствовали усилия и эрудиция каждого из философов» [1, стр. 11]. Конец этой выдержки примечателен признанием влияния философии на естествознание, тогда как обычно естествоиспытатели охотно признают существенное влияние наук о природе на философию, а об обратном влиянии или не говорят, или даже вообще его отрицают.

Первый из сборников «Наука и философия» \* начинается с большого письма, адресованного Ренану и условно названного «Наука идеальная и наука позитивная». Позитивными Бертло называет естественные науки, которые экспериментальным путем достигают положительных знаний. Идеальные науки — это философия, теология, строящие свои выводы на умозрительных заключениях. Степень достоверности знаний, методы исследования в позитивной и идеальной науке совершенно различны: «Идеальная наука, — писал Бертло, — возвращается к старым метафизическим проблемам... она не может достигнуть такой же достоверности, какая достигается в положительной науке».

Бертло, как и все естествоиспытатели, наиболее достоверными признавал экспериментальные знания и критически относился к умозрительным высказываниям, от кого бы они ни исходили. «Научные истины импонируют силой своих экспериментальных доказательств, а не личным авторитетом высказавшего», — писал он в письме к Ле Шателье [2, стр. ХСІХ]. Это утверждение перекликается со словами Бэкона о том, что «истина есть дочь времени, а не авторитета». Кстати, эта мысль так понравилась Бутлерову, что он использовал ее в качестве эпиграфа

\* Кажущееся противопоставление в заглавии «Наука и философия» опровергается текстом сборника, где категорией наука Бертло объединяет естественные науки.



к «Историческому очерку развития химии в последние 40 лет» [37, стр. 167].

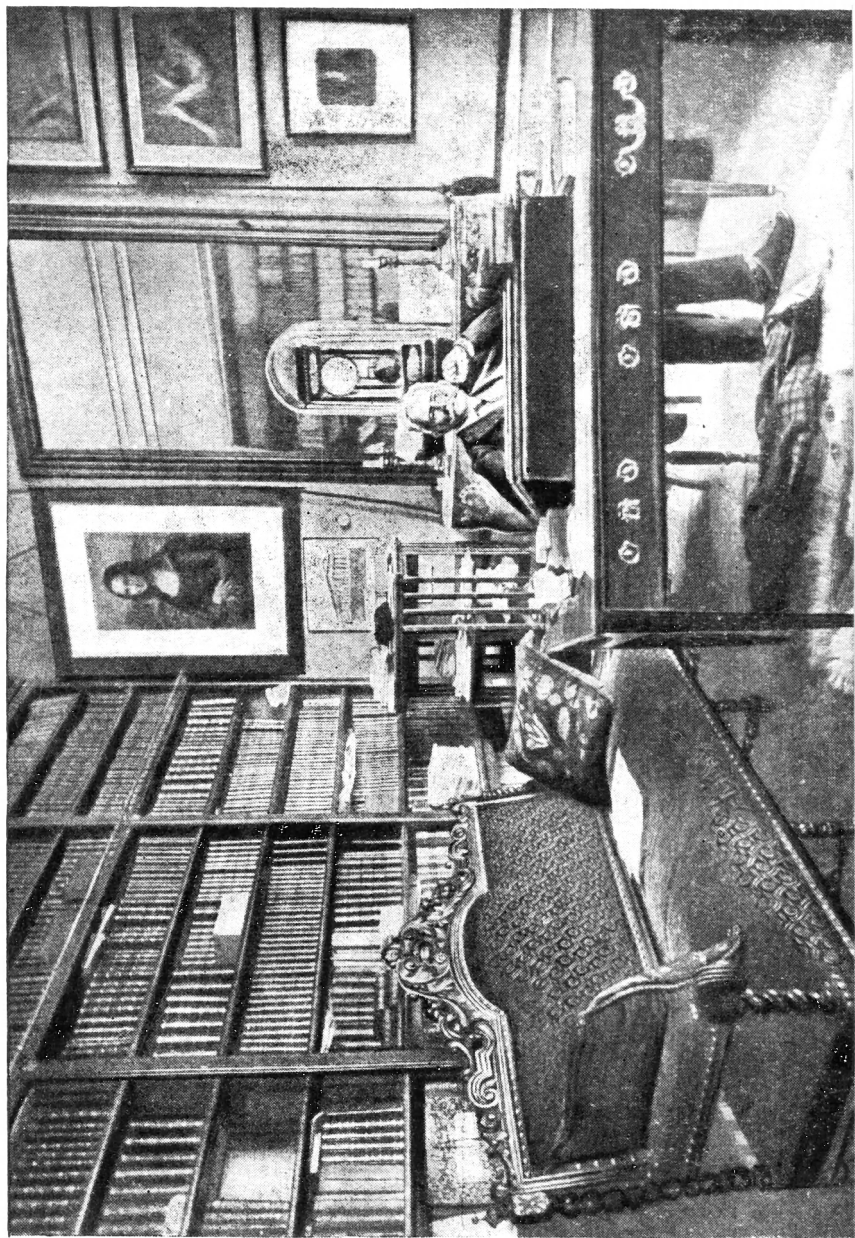
К известному призыву Ньютона «не сочинять гипотез» Бертло относился критически, однако, несмотря на это, так же как и гениальный английский физик, считал наукой только совокупность открытых законов природы, а не предположения и гипотезы. В наше время ясна несостоятельность такого крайнего рационализма, так же как и крайнего эмпиризма. Ни одна наука, ни одна система знаний не могут обойтись без гипотез — этих зародышевых форм теорий и законов. Важное значение гипотез подтверждает творчество самих Ньютона и Бертло. В трудах и того и другого нетрудно обнаружить немало научных предположений, гипотез, в дальнейшем развитых, уточненных или отброшенных. Гипотеза — это форма развития естествознания, как показал Энгельс. Многие великие естествоиспытатели-мыслители, например Бутлеров, Менделеев, стояли именно на такой точке зрения.

### **Бертло и Ренан**

При первом знакомстве с философским наследием Бертло создается впечатление, что его взгляды часто сходны со взглядами Эрнеста Ренана (1823—1892). Об этом писал еще В. Ф. Лугинин, который долгое время сотрудничал с Бертло. Работая в одной комнате с обоими французами, он был молчаливым, но заинтересованным слушателем их интересных бесед и споров. Позднее, читая «Диалоги и философские фрагменты» Ренана, Лугинин с удивлением нашел в них воспроизведение этих бесед. Впрочем, Лугинин мог и не удивляться, ведь Ренан посвятил свою книгу Марселену Бертло и отметил в предисловии, что он излагает мысли, много раз обсужденные вместе со своим другом и общие для них обоих.

В посвящении к «Диалогам» Ренан обращается к Бертло: «Не раз находя на этих страницах некоторые мысли, которые мы обсуждали вместе, я спрашиваю себя, ваши они или мои. За тридцать лет наши мысли так сплелись, что для меня невозможно в нашей умственной ассоциации отделить мое от вашего. Это все равно, что в ребенке отделять части, принадлежащие отцу или матери. Иногда зародыш мысли принадлежит вам, а развитие ее мне; иногда начало принадлежит мне, а вы его углубляете. Все

*М. Бергло в своей кабинете*



хорошее, что я могу сказать о вселенной, это то, что я хочу пожелать ей быть увиденной вашими глазами. С другой стороны, я требую утверждения вашего философского воззрения, потому что не могу придумать лучшего». Этот отрывок, как и многие другие места в «Диалогах», говорит о большом влиянии Бертло на мировоззрение Ренана. Это вполне естественно, Бертло был несомненно более одаренным ученым-естествоиспытателем, чем Ренан, который, кроме того, являлся представителем «идеальной», умозрительной науки с чрезвычайно шаткой идеалистической базой.

Во введении к переписке с Ренаном Бертло так описывает взаимоотношения со своим другом: «В первый раз я увидел Ренана в ноябре 1845 г.; он был на четыре года старше меня, но у него было, может быть, меньше опыта в жизни, если можно вообще говорить об опыте юношей... Мы подружились, годы и перипетии жизни только укрепляли дружбу и делали ее все более тесной, до последнего момента окончательной разлуки. Ренан часто в своих книгах говорил об этом постоянном чувстве, которое не могли поколебать ни резкие конфликты страстей, честолюбия, самолюбия, ни коренные разногласия по способу понимания жизни личной и общественной... Между нами возникло глубокое чувство, сблизившее нас с первого дня: мы были оживлены, мало того, мы пылали пламенем коммуны, мы были бескорыстны, это принесло нам любовь к обездоленным, к искусству и правде; отсюда — склонность к вещам, которые постоянно поддерживали нашу привязанность, тогда как наши карьеры развивались параллельно, разными путями, по которым каждый из нас следовал со своим характером и направлением.

Наши браки совершились с интервалом в несколько лет, мы, не нарушая прежней привязанности, сблизились еще больше, с новой исключительной нежностью, как иногда бывает. Нашим женам, преданным моральной жизни и службе того, чье имя она приняла, это не вредило, и между ними возникла такая же привязанность... Это участие женщин внесло что-то очень прочное и хорошее в эту мужественную дружбу» [27, стр. 1—2 и 11].

Из приведенных отрывков видно, что Бертло и Ренан всячески старались убедить себя и читателей в исключительной общности своих воззрений. Однако критическое изучение их трудов убеждает нас в противоположном.

Впрочем, такая мысль проскальзывает и в некоторых высказываниях Бертло; например, в том же введении к переписке с Ренаном он пишет: «Между тем, наши основные взгляды были достаточно различными. Если мы оба были равным образом преданы науке и свободной мысли, Ренан, в силу своего бретонского происхождения и духовного созерцательного воспитания, обращался чаще к прошлому, меньше интересовался демократией, французской революцией и особенно разумным промышленным и социальным переворотом, в который вовлечена современная цивилизация... Напротив, парижское происхождение моей матери, мое детство, воспитанное медицинскими традициями и примером беспрестанной деятельности моего отца, дали мне возможность понимать новый коллективный разум, т. е. эволюцию человеческого общества» [27, стр. 4].

Расхождение во взглядах наметилось в самом начале сближения молодых людей, а со временем оно привело их к противоположным философским воззрениям. Однако неослабевающая дружба нашла основу в одинаковом восприятии искусства, событий социальной жизни, в общей интеллектуальной среде. Различия в мировоззрении Бертло и Ренана становятся понятными, если проследить условия развития их творчества. Бертло, занимаясь в основном науками о природе, не мог не прийти к естественнонаучному материализму. Ренан же, работая в Национальной библиотеке, занимался сначала историей семитических языков, а затем историей религии. Эти исследования превратили его в идеалиста и дилетанта, насыщающего свои сочинения сугубым субъективизмом. Он часто сожалел, что Бертло не посвятил себя чисто гуманитарным наукам, укорял своего друга в том, что тот, имея открытый для всего возвышенного ум, недостаточно искал это возвышенное. Преданность религии и субъективность восприятий пронизывают многие письма Ренана. Например, в 1850 г. он пишет своему другу из Неаполя: «Рим в первый раз заставил меня понять величие религии, безраздельно овладевшей всей духовной жизнью народа. А в Неаполе я в первый раз понял, до какой степени может быть смешна и бессмысленна религия, перерожденная и униженная оскопленными людьми. Вы не можете себе представить, что стало с религией в Неаполе. Бог здесь так же неизвестен, как и у диких островитян Океании, поклоняющихся гениям. Здешний народ не знает бога, а знает только святых.

А что такое для него святые? Это не образцы твердой веры и нравственности, а какие-то фокусники, не то колдуны, при помощи которых можно вывернуться в случае болезни или каких-нибудь житейских затруднений. Есть даже святые — покровители воров» [27, стр. 17].

На Ренана безусловно оказал влияние Гегель, его понятие идеи бога. Как-то на обеде у Маньи он высказал мысль, что бог рассеян в огромном неопределенном пространстве, в котором миры — это только пузырьки, атомы. В одном из писем Ренан упрекает Бертло в излишней преданности логике, «сухой диалектике», в любви к Прудону.

Наиболее известные книги члена Французской академии словесности Ренана — это «История семитических языков» (1855), «История происхождения христианства» в восьми томах (1863—1883) [«Жизнь Иисуса» (1863), «Апостолы» (1866), «Святой Павел» (1869), «Антихрист» (1873), «Евангелия» (1879), «Христианская церковь» (1879), «Марк Аврелий» (1882)...], «История израильского народа» в пяти томах (1887—1893).

Бесплодность религиозного мировоззрения Ренана хорошо высмеял Альфонс Доде: он сказал, что мозг Ренана похож на бездействующий собор, в котором сложены дрова, солома, разное старье, но религиозная архитектура которого все-таки сохранилась.

Может ли быть общим мировоззрение таких представителей человеческого интеллекта, какими являлись Бертло и Ренан? Сочинения первого и простой перечень названий книг второго приводят к явно отрицательному ответу на этот вопрос. Различий в воззрениях Бертло и Ренана несравненно больше, чем сходства, и различия носят принципиальный характер. Недаром в истории науки блеск имени Бертло не тускнеет, а имя Ренана мало кто помнит и немногие знают о нем, как об ученом.

Мы сочли своим долгом уточнить и исправить освещение вопроса «Бертло — Ренан».

## Критика религии

Большой интерес представляет отношение Бертло к религии. Воспитанный в революционных и республиканских традициях, на трудах великих французских материалистов-энциклопедистов, юноша не мог быть верующим, и его

атеизм укреплялся со временем, когда он творчески познавал естественные науки, изучал историю наук и народов. Напомним, что религиозные взгляды молодого профессора служили препятствием его женитьбе на Софи Ниодэ. Отношение религиозной клики к Бертло достигло кульминационной точки в момент похорон великого ученого: в них принял участие весь французский народ, но духовенство демонстративно отсутствовало.

В речи «Освобожденная наука», произнесенной 5 апреля 1895 г. перед республиканской молодежью, Бертло с высоким пафосом говорил о Великой французской революции, ее очищающем моральном влиянии, об учении энциклопедистов: «Наши ближайшие предки, философы XVIII в., заставили со всей очевидностью разуть их гениальные и неопровержимые учения. Я имею в виду Вольтера и Дидро, Даламбера и Кондорсе! Французская революция восходит к тем временам!» По мнению Бертло, ни одна революция не заходила в своем развитии так далеко, как французская: «Ни реформы в Германии, ни английская революция, и ни та революция, в результате которой возникли Соединенные Штаты, не могли покончить с догматизмом и всякими религиозными пережитками, хотя в своем начале ставили цели обосновать человеческое общество на прочных определениях науки и разума» [1, стр. 46—47].

За два года до смерти Бертло дал согласие сотрудничать в журнале «Философское обозрение верований» и участвовать в работе Общества свободных мыслителей. Примечательна следующая выдержка из письма Бертло Гастону Мартену. «Я вам даю согласие тем более охотно; что оно не опирается на абсолютную доктрину новой религии, вытекающую из развития лжеучения предыдущих религий... Во все исторические эпохи над реальной действительностью, над познаниями, чувствами, страхами и надеждами людей поднимались представительные призраки (*fantomes representatifs*): боги и религии; и благодаря своеобразной иллюзии, люди представляли себе, что эти призраки создали саму действительность, на самом деле они были созданы человеческой мыслью. Сегодня мы входим в новую эру. Уже не только самые интеллигентные индивидуумы, но и цивилизованные народы начинают понимать истинный характер этих призраков. То, что хотят они, то, что хотим мы — это мирный триумф современной науки и разума.

Опираясь на факты, благодаря наблюдению и опыту, только наука и разум способны служить окончательному установлению истинного знания и его применению. Каждый день приносит этому доказательства... Изменяется материальный и моральный мир людей для счастья индивидуумов и наций. Вот почему сегодня объединилось столько просвещенных людей, столько преданных и бескорыстных граждан, чтобы освободить народное воспитание от недавних предрассудков, чтобы создать организацию общества на новых началах» [26, стр. 34—36].

В этих мыслях нет дифференцированного, классового подхода к решению общественной проблемы, но не надо забывать, что Бертло был, хотя и прогрессивным, но буржуазным мыслителем и многое идеализировал.

Вера Бертло в могущество науки как средства борьбы с мистикой и предрассудками была безгранична. Он неоднократно утверждал, что «наука — благодетельница человечества, благодаря ей рано или поздно падут требования всякой мистической веры и всех предрассудков» [130, стр. 5]. Он справедливо подчеркивал, что уже победа Французской революции, провозгласив новые нравственные принципы, поколебала основы религиозной морали. На посту министра народного образования Бертло настаивал на «неизбежности отделения церкви от школы».

В биологических науках Бертло разделял идеи дарвинизма, о чем он написал в письме к Сюлли-Прюдому. Это письмо под названием «Конечные причины» вошло в сборник «Наука и свободная мысль» [26, стр. 70—72]. В нем Бертло утверждал, что, посвятив всю свою жизнь культу истинной правды, он не может поверить в мистику и поддаться религиозному дурману.

## **О роли науки в развитии общества** **Социальные идеалы**

В наше время торжества науки и техники, когда навряд ли найдется хоть один человек, отрицающий роль науки в общественном прогрессе, интересно установить, что думал об этом Бертло. Оказывается, многое из того, что сейчас пропагандируется наиболее передовыми учеными-общественниками, как Джон Бернал, Бертран Рассел, Лайнус Полинг, академик Н. Н. Семенов, в первоначальной форме встречается в трудах Бертло. Некоторые его

мысли об использовании научных достижений для увеличения благосостояния человека уже претворены в жизнь в наши дни, а другие — ждут своего осуществления.

Бертло считал, что к завоеваниям науки относятся не только материально-технический прогресс, но и изменения социального и морального уклада общества.

О благотворном влиянии науки на общественный прогресс и нравственность он особенно убедительно рассказывает в книге «Наука и мораль» (1897). В одной из статей сборника Бертло пишет: «Мы видим каждый день, как научные теории, применяемые в промышленности, способствуют непрерывному умножению богатств и процветанию наций... Использование научных открытий в гигиене и медицине способствует уменьшению более и риска заболеваний и увеличивает продолжительность жизни... Наука обеспечит человечество максимумом счастья и нравственности» [1, стр. 35].

Науке, в частности химии, он справедливо приписывает способность оказывать преобразующее влияние на природу, сознание и человеческое общество. «Химия обладает творческой силой в высокой степени,— писал он. — Благодаря этой созидательной способности химия приобрела существенную роль в материальном устройстве мира, из нее вытекает применение химии в промышленности и в обществе. Этот характер придает ее методам и результатам способность огромного влияния на общее развитие человеческого сознания» [28, préface]. Всей своей деятельностью Бертло создавал вокруг себя интеллектуальную среду, в которой господствовал культ науки и правды.

В 1894 г. 5 апреля, на банкете Синдикальной палаты химических продуктов Бертло произнес замечательную речь, опубликованную вскоре под названием «В 2000 году». В речи отображены мечты и чаяния ученого о светлом социалистическом будущем человечества. Правда, социализм Бертло имеет несомненно утопический характер, но его мысли и мечтания о преобразующей силе разума и науки безусловно прогрессивны. Основа развиваемой идеи Бертло заключается в следующем: «Наука создаст благословенные времена равенства и братства всех перед святым законом труда... Мы тогда уже будем готовы осуществить мечты социализма» [1, стр. 510]. Он говорит о праве «выступить за укрепление союза науки и промышленнос-



ти, который характеризует современное общество». Из наук Бергло, естественно, более подробно останавливается на химии, поскольку и он и его слушатели являются представителями именно этой науки: «Химическая промышленность в настоящее время переживает недостаток в природных продуктах», а посему особая роль принадлежит «органическому синтезу, известному своими чудесами в производстве красителей, душистых веществ, терапевтических агентов и антисептиков».

«Разрешите поведать вам мои мечты,— продолжает Бергло.— Момент вполне благоприятный, чтобы сделать признание. Очень часто говорят о будущем человеческого общества; я хочу, в свою очередь, представить его таким, каким оно будет в 2000 г., который я представляю чисто химическим годом, годом химии, о которой мы говорим за этим столом. К тому времени в мире не будет ни земледелия, ни пастухов, ни земледельцев; проблема существования посредством обработки земли будет вытеснена и разрешена химией. Не будет больше ни угольных шахт, ни подземных работ и, разумеется, тяжелого труда шахтеров. Проблема горючего будет разрешена с помощью физики и химии. Не будет больше ни таможенных пошлин, ни протекционизма, ни войн, ни границ, орошаемых человеческой кровью» [4, стр. 510].

Мечтая о светлом будущем человека, Бергло увлеченно говорит об эволюции транспорта, энергетики, средств связи, играющих такую важную роль в гражданских и международных отношениях: «Воздушная навигация со своими моторами, работающими на химической энергии, предстает забвению устаревшие машины... Основная проблема промышленности заключается в открытии неисчерпаемых источников энергии, восполняемых почти без труда... Надо использовать солнечную энергию, надо использовать внутреннее тепло нашей планеты» [4, стр. 511—512]. Бергло хорошо понимает практическую неисчерпаемость энергии солнечного излучения; ведь человечество до сих пор в самых различных и неравноценных формах потребляет всего сотысячную долю энергии излучения Солнца, падающей на Землю. Наряду с этим он подробно рассматривает возможность неисчерпаемого извлечения из недр Земли через глубокие скважины не только тепла, «термоэлектрической энергии», но и чистой, стерильной воды для нужд быта и промышленности.

В союзе химии и энергетики он видит грядущий основной источник повышения пищевого потенциала человечества. «Кто говорит об источнике тепловой и электрической энергии, он говорит об источнике химической энергии. С нахождением этого источника производство всех химических продуктов станет легким, экономным, постоянным и доступным для всех уголков нашей Земли. Самая большая проблема, которую поднимает современная химия,— это производство продовольственных продуктов. В принципе эта проблема уже разрешена: синтез жиров и масел осуществляется уже сорок лет, производство сахаров осуществляется в наши дни \*, и недалеко то время, когда разовьется синтез азотистых соединений... Если энергия будет использоваться экономично, то не за горами тот день, когда будут производить пищевые продукты всех видов... Все эти продукты будут производиться в необходимых количествах на наших заводах; производство этих продуктов не будет зависеть от погоды, идет ли дождь, засуха ли, выжжет ли солнце поля, или заморозки, ставящие урожай под сомнение; и наконец, этот способ производства избавит нас от болезнетворных бактерий, вызывающих эпидемии и являющихся врагами человеческой жизни. Наступит день, когда химия произведет в мире коренной переворот» [1, стр. 513].

В заключительной части речи Бертоло говорит о веке расцвета красоты и изобилия на Земле, причем такая жизнь породит не безделье — украшением будущего благоденствия явится вдохновенный труд: «Земля превратится в огромный сад, орошаемый подземными водами, где человек будет жить в изобилии и счастливо. Но нельзя, однако, думать, что такая жизнь вызовет лень и моральное разложение. Труд будет составлять основную часть жизни... Вот что говорится в книге мудрости: «Кто приумножает науку, тот приумножает труд». В будущем каждый будет работать как никогда. В этом преобразованном мире каждый будет работать с энтузиазмом,... повышать свой духовный, моральный и эстетический уровень... Таков мой и всех нас идеал. Я пью за труд, за правду и за счастье человечества» [1, стр. 515]. Этими словами Бертоло закончил свою речь.

---

\* Жиры и углеводы в эпоху Бертоло синтезировали лишь в лабораторном масштабе.

«Помыслы об окончательно определившемся положении или личном счастье, стремление к будничному покою и наслаждению мне всегда казались самой скучной стороной бытия», — говорит Бертло. И эта мысль о том, что счастье нужно искать в труде, а не в безделье, перекликается с высказываниями других творцов культуры, например со словами Л. Н. Толстого: «Одно из самых великих заблуждений — заблуждение о том, что счастье человека в том, чтобы ничего не делать».

Нельзя не удивляться проникновенной силе прогнозов Бертло. Его речь на банкете была произнесена 70 лет назад, но она звучит как речь человека наших дней. В 1962 г. в Москве на Международном симпозиуме по высшему образованию лауреат Нобелевской премии академик Н. Н. Семенов, говоря о будущем науки и техники, в числе самых важных проблем отметил использование энергии земных недр, солнечных лучей, развитие органического синтеза.

Конечно, в настоящее время эти проблемы будут решаться наукой и техникой, стоящими на более высоком уровне, но историк науки обязан отметить, что истоки этих проблем лежат в трудах Бертло, которые в то время были весьма прогрессивными.

Роль науки в развитии человечества была предметом обсуждения и в других работах Бертло. В 1894 г. известный французский историк и литературовед Фердинанд Брюнетьер, исходя из ханжеских, религиозных, мистических и лживых предпосылок о роли науки, особенно естествознания, организовал гонение на науку, объявил ее банкротство. Эта инициатива мракобеса была поддержана церковниками. Марселен Бертло, научный и общественный авторитет которого в то время был непререкаем, решительно возглавил борьбу прогрессивной французской интеллигенции за идеалы науки. В борьбе с мракобесами уже пожилой ученый проявлял одновременно и юношескую горячность и тончайший такт. Аргументация его, основанная на естественнонаучном и историческом опыте развития человечества, была непоколебима, и победа осталась за ним. «Мнимый кризис в науке — это вымысел людей, которым чуждо научное мышление», — таков был окончательный приговор Бертло противникам прогресса.

К этому же времени относится письмо Ренану из Флоренции, в котором Бертло, размышляя о путях развития

искусства, приходит к оптимистическому выводу, что на смену погибшим цивилизациям возникают новые, более высокие. «История Флоренции и Тосканы, — пишет он, — один из выдающихся примеров в пользу прогресса. На этой земле жили уже две цивилизации. Жила и погибла Этрурия \*, почти не оставив за собой следов, если это не был росток, из которого расцвела римская культура. И на этой истощенной почве, на месте угасшей цивилизации через две тысячи лет развивается новое искусство, новая цивилизация, которая вновь представляет гуманность. Наш мир еще очень молод, а здесь — уже прошлое, которое должно внушать нам лучшие надежды. Окончательной гибели нет; и если кажется, что искусство меркнет после какого-то блестящего периода, то это говорит лишь о том, что его характер непостоянен, периодичен. Угасшее на долгие столетия, оно опять явилось, чтобы с полнотой, равной прежней, выражать высшие идеалы» [27]. Неутомимое стремление к познанию природы, истории, искусства было связано у Берто со стремлением быть полезным современному обществу и будущим поколениям. В этом смысле он — один из самых замечательных просветителей Франции.

В 1902 г. министр внутренних дел Дании обратился к наиболее известным деятелям науки и культуры с предложением высказать мнение о перспективах прогресса человечества. В частности Берто он просил рассказать о возможностях искусственного получения пищевых продуктов. Ответом Берто была статья «Химический синтез пищи». Здесь ученый-химик убедительно доказывает, что стремительное развитие химической науки позволяет твердо надеяться на создание экономичных способов искусственного получения пищевых веществ, которые постепенно будут вытеснять продукты сельскохозяйственного производства. Подобное положение, по мнению Берто, «с самого начала захватывает подготовленные умы, но вызывает еще улыбки консервативных людей и ужасает их. Однако они вправе видеть в этом знамение настоящего времени, когда современная наука начинает входить в житейские дела с диктованием своих законов и методов,

---

\* Этрурия, или Тусция, — историческая область Италии, населенная этрусками, современная Тоскана. Этруски добывали медь, свинец, олово; остров Илья (Эльба) снабжал их железом. В III в. до н. э. Этрурия была подчинена Римской республике.

с активностью и успехами, увеличивающимися с каждым днем. Минеральный мир будет управляться физикой и химией, в ожидании отдаленного дня, когда наука, может быть, возьмется за превращение живых существ» [26, стр. 186—187].

Бертло рассказывает об успехах в синтезе жиров и углеводов, о скромных достижениях в области получения азотистых веществ, приводит примеры промышленного синтеза ализарина и индиго, вытеснившего получение этих красителей из растений, искусственного получения муравьиной кислоты, карбида, ацетилена, сопоставляет экономику нового способа добывания металлической меди и древнеегипетского, основанного на переработке бирюзы, рассказывает о возникновении и бурном развитии производства алюминия. На основании всех этих примеров ученый-мыслитель утверждает, что «творческая власть науки превосходит власть живой природы» и что «мы будем получать пищевые продукты более вкусные, более душистые, лучше перевариваемые и усвояемые, чем естественные продукты». Сама по себе природа, мир растений и животных только в незначительной степени использует возможности органического синтеза. Человек призван непрерывно расширять эти возможности. Все последующее развитие синтетической химии полностью подтверждает этот смелый оптимистический тезис французского ученого.

Здесь необходимо указать, что мнение Бертло о развитии промышленного синтеза пищевых и кормовых веществ к 2000 г. разделяют не все ученые. Например, академик С. И. Вольфкович в статье «Современные проблемы химизации сельского хозяйства» на вопрос, будут ли в отдаленной перспективе природные кормовые вещества полностью заменены химическими, отвечает следующим образом: «Мне представляется, что в XX и, вероятно, XXI вв. эта задача не будет острой и экономически важной» [133, стр. 47]. Позволим себе не согласиться с таким утверждением. Если уже в наши дни в корме животных белковый азот можно заменить азотом синтетического карбамида, если искусственные жиры успешно заменяют природные в кожевенной промышленности, если принципиально решен вопрос синтеза сахаров, если витамины изготавливаются преимущественно синтетически, то почему при современных темпах научно-технического прогресса через несколько десятилетий нельзя ожидать массового промыш-

ленного синтеза кормовых и пищевых веществ? Академик А. Н. Несмеянов предсказывает технологию «будущих заводов искусственных пищевых продуктов, которые будут далеко превосходить по качеству, целесообразности состава и усвояемости сегодняшние естественные продукты».

Можно не соглашаться с речью Бергло о 2000 г., где он вскользь и ошибочно упоминает о возможности питания небольшими таблетками. Но зато в статье о «Химическом синтезе пищи» Бергло поправляет самого себя. Рассуждения о питании человека он подкрепляет расчетом массы и энергии ежедневно необходимой пищи. «Некоторые думают,— пишет он,— что химические продукты питания позволят уменьшить пищу до конфет и таблеток. Это — настоящее заблуждение. Человек съедает каждый день, в зависимости от здоровья, такое количество пищи, которое содержит 250 или 300 г углерода и выделяет 15 или 20 г азота. Следует также добавить, что седьмая часть этих элементов уходит с отходами. Столько веществ содержится в ежедневной естественной пище для поддержания жизнедеятельности. Это заставляет думать, что такую порцию веществ нельзя сконцентрировать и уменьшить в продуктах, получаемых химическим путем» [26, стр. 190—191].

Время, потребное на создание методов синтеза пищевых веществ, Бергло предлагает использовать на освоение новых земель, на «производство хлеба из зерна с новых земель». В области энергетики он снова указывает на целесообразность использования энергии земных недр, водопадов «с участием электричества, этой всеобъемлющей трансформирующей естественной силы»; тогда «земля станет повсюду пригодной для заселения». В заключение еще раз призывает к коллективному творческому труду: «Наука — коллективное творчество. Она выгодна для всех, она всех заставляет работать... Непрерывно возрастает значение деятельности каждого индивидуума, каждого народа, глубже используются духовные силы солидаризирующихся индивидуальностей и всех народов во исполнение всеобъемлющего труда человечества» [26, стр. 193].

Выступления Бергло по вопросам научно-технического прогресса пользовались большим успехом и несомненно оказывали благотворное влияние на широкие круги общества. Он получал массу писем с самыми разнообразными вопросами, на многие из которых отвечал в своих статьях и заметках, публикуемых в газетах и популярных научных

журналах. Например, отвечая на вопрос о научном определении понятия пищи, Бертло предложил считать пищей восприимчивые вещества, способные восполнить расходы важнейших тканей и органов тела и поставлять энергию организму [26, стр. 196]. Ответ на вопрос о роли спирта в рационе человека Бертло дал в статье под названием «Является ли спирт пищей?» Ответ носит не только биохимический, но и этический характер. Начинается статья с сообщения, что «спирт горит лучше, чем восстанавливающая пища. Конечно, спирт поглощается частично как поддерживающий горение продукт, но часть его выделяется в виде пара, это проявляется при дыхании у любителей выпить, а сгорание происходит без пользы для восстановления тканей организма» [26, стр. 197]. Отсюда автор заключает, что спирт не пищевое вещество; он не входит в состав организма и может иметь только терапевтическое значение, и то в небольших дозах: «Спирт, употребляемый в небольших количествах, действует как возбудитель нервной системы; употребление его в очень малых дозах может быть использовано как медицинское средство, как, например, хинин». Далее идет историко-этическое рассуждение и предлагаются энергичные меры против алкоголизма: «История человечества показывает, что злоупотребление спиртом ведет обязательно к смерти. Таким образом исчезли к настоящему времени дикие племена. Сегодня тоже наблюдается элемент упадка физического состояния и падение морали у большинства европейских национальностей. Спасение может прийти только с помощью энергичных законов против алкоголизма, как, например, применяемые в скандинавских странах. Если мы хотим сохранить энергию французской расы, мы должны бороться таким же образом, выдвигая естественные законы и невзирая на давление, вытекающее из избирательных интересов; иначе бедствие возымеет последствия для нашего разума» [26, стр. 198].

Бертло не устал повторять, что распространение научных знаний способствует свободе мышления человека, утверждает его в понятии неприкосновенности личности. Наука — «источник освежения мысли», и к ней надо относиться с большим уважением. Бертло часто подчеркивал, что его беспокоит не собственная судьба, а судьба обездоленных людей, «жизнь которых должна быть облегчена на основе достижений науки» [27, стр. 12—13].

Сохранились материалы, свидетельствующие, что Берто много размышлял о сельском хозяйстве, которое, по его мнению, не только обеспечивает пропитание людей и снабжает промышленность сырьем, но и способствует развитию культуры нации, укреплению нравственности, увеличивает оборонную мощь страны. «Земледелие благоприятствует одновременно как развитию материальных сил страны, так и нравственности человека,— пишет он в сборнике «Наука и мораль».— Зажиточный, трудолюбивый и умный крестьянин всегда являлся национальной силой страны, и, собственно говоря, мы многим обязаны крестьянству, которое не раз спасало нас в трудных положениях. Благодаря свободному, деятельному и образованному крестьянину станет возможным процветание и величие нашей родины!» [1, стр. 146].

Берто длительное время занимал пост президента Национального общества сельского хозяйства Франции. Здесь его деятельностью руководила мысль, что из всех отраслей знания развитию агрономии наиболее способствуют механика, химия и физиология.

Наука освобождает мысль, а свободная мысль освобождает народ и облегчает его жизнь, любил повторять Берто.

### **Отношение к атомистике и другим теоретическим проблемам естествознания**

Теоретические проблемы химии были «ахиллесовой пятой» прославленного химика. Именно здесь для него характерны непоследовательность мышления и серьезные методологические ошибки. Берто отрицал важность роли теории в развитии естествознания и больше защищал труды эмпирического направления. В своих работах он считался главным образом с фактами и явлениями, которые можно непосредственно наблюдать и измерить.

Очевидно поэтому, несмотря на рационалистические воззрения, Берто разделял позитивистские взгляды. Правда, он выступал против мистицизма в науке, мастерски опровергал выдуманное идеалистами банкротство науки, но вместе с тем часто проповедовал агностицизм и эмпиризм.

Все это не могло не сказаться на химических воззрениях французского ученого. Он долгое время являлся упор-



ным и активным противником атомистической теории и стройного атомно-молекулярного учения, теории химического строения и ее логического продолжения — стереохимии. Бертло не разделял также идеи периодической системы химических элементов, теории электролитической диссоциации, осмотической теории растворов. В нем удивительным образом уживались разносторонность и глубина мышления с предвзятостью и близорукостью в оценке новых теорий. Трудно представить, каким образом такой теоретический негативизм, даже нигилизм совмещались с выдающимися экспериментальными достижениями Бертло, а еще более с его теоретическими трудами в области термодинамики, кинетики, с исследованиями взрывчатых веществ, с его прогрессивной историко-химической концепцией.

На серьезные ошибки во взглядах Бертло указывали уже его современники. Особенно убедительны критические замечания русских химиков, в частности Бутлерова и Марковникова. В отчете о заграничной поездке 1861 г. Бутлеров писал: «Что же касается до многочисленных синтезов органических веществ, осуществленных Бертло, до его опытов, показавших значение времени и количеств тел в реакциях, то огромное значение их для науки слишком понятно для того, чтобы нужно было распространяться о них. Однажды Бертло на вопрос мой, каким образом дошел он до своих оригинальных способов образования того или другого вещества, отвечал: «*c'est en pensant*» (размышляя.— *Ю. М.*). И в самом деле, читая изложение его работ, часто приходится удивляться своеобразному ходу могучей мысли, приведшей его к тому или другому открытию, кажущемуся с первого взгляда совершенно неожиданным. Бертло — поборник эмпиризма, реакционер в науке, и как обыкновенно бывает с оппонентами, слишком далеко увлекается своим отрицанием теорий. Указывая на соотношения между продуктами разложения веществ и способами их синтетического образования, он в то же время отказывается выражать эти соотношения в формулах и не хочет истолковывать их. Не значит ли это добровольно отказываться от шага вперед?» [37, стр. 80]. В «Историческом очерке развития химии» Бутлеров дважды упоминает о несогласии Бертло с прогрессивными взглядами Лорана и Жерара: «Противниками лорановских воззрений были Кольте (в Германии) и до некоторой степени Бертло

(во Франции). Впрочем, я не могу назвать Бертло вполне противником лорановских идей, так как он выше всего ставил факт и придерживался, согласно со старыми воззрениями, старых формул» [37, стр. 239].

Марковников также критически отзывался о некоторых работах Бертло. В «Московской речи о Бутлерове» он пишет, что условия экспериментов Бертло иногда не позволяют проникнуть во внутреннее строение молекул, выяснить характер связи в молекуле и познать химизм процесса: «Блестящие синтезы Бертло без сомнения имели громадный интерес в свое время, показав возможность искусственно, в лаборатории создавать весьма сложные вещества, исходя из самых простых соединений, но они мало содействовали разъяснению внутреннего строения синтетически образованной частности потому, что осуществлялись большей частью при таких высоких температурах, когда происходит целый ряд сочетаний и новых расщеплений частиц. Так что нет возможности точно определить, какие формы вещества послужили материалом происхождения тел в последнюю стадию их образования» [165, стр. 151]. Несогласие с некоторыми теоретическими положениями Бертло Марковников высказывал и в письмах к своему учителю и другу Бутлерову [166, стр. 234, 236, 243].

Критические замечания по адресу Бертло (относительно его мнения о химии углеводов, терпенов, эфирных масел) можно найти в статьях и письмах Ф. М. Флавицкого, Ф. Р. Вредена, А. Н. Попова, Н. М. Кижнера, П. П. Орлова. Например, Флавицкий в письме Бутлерову пишет: «до сих пор многие показания Бертло остаются непроверенными, а известно, с какою осторожностью надо ему доверять» [167, стр. 273]. Бутлеров подтверждал сомнения своего ученика: «Я, правду сказать, давно сомневаюсь в точности наблюдений Бертло; ваши же наблюдения теперь обещают упростить и разъяснить дело и связать терпены с другими углеводородами» [там же].

Когда в 1860 г. химики многих стран собрались на Международный конгресс в Карлсруэ разрешить наиболее важные вопросы теоретической химии, Бертло отказался от участия в конгрессе.

В результате знаменитой дискуссии на конгрессе восторжествовала атомно-молекулярная теория, но Бертло до девяностых годов продолжал упорно придерживаться

устаревших взглядов, употребляя в формулах и уравнениях эквиваленты вместо атомных весов. На заседаниях Парижской академии наук часто разыгрывались бурные дискуссии вокруг атомно-молекулярного учения, и Бертло всегда противопоставлял свой атомистический нигилизм взглядам Вюрца, швейцарского химика Жана Мариньяка и других атомистов.

Любопытен следующий исторический эпизод. В восьмидесятых годах два сенатора — Бертло и Накэ — разговорились о теоретических проблемах химии. Накэ спросил, почему Бертло считает атомный вес кислорода равным восьми, а затем во всех формулах вынужденно удваивает эту величину. Бертло ответил: «Я не хочу, чтобы химия выродилась в какую-то религию и чтобы в атомы верили так, как добрые христиане верят в присутствие Христа в остии» [9, стр. 32]. На это Накэ не очень уверенно возразил, что атомическая теория — это только вспомогательное орудие мышления и на атомы не надо смотреть как на действительно существующие. Как же так, сыронизировал Бертло, ведь Вюрц их видел!

В 1877 г. в специальной статье, представляющей собой ответ Вюрцу, Бертло писал: «Понятие молекулы с точки зрения наших положительных знаний неопределенное, в то время как другое понятие — атом — чисто гипотетическое» [168, стр. 1189]. Поэтому он отвергает атомно-молекулярное учение, внесшее в науку только путаницу, и остается верным языку эквивалентов. Позднее Бертло длительное время самым удивительным образом признавал молекулы, но не признавал атомы. Патисон Мур в «Истории химии» справедливо отмечает, что Бертло принимал молекулярную идею о строении элементов и сложных тел, но пользовался молекулярной и атомистической теорией лишь наполовину, предпочитая мыслить и молекулами и эквивалентами и, таким образом, создавая путаницу, от которой Авогадро и Канниццаро давно освободили химиков. Итак, не атомно-молекулярное учение вносило путаницу в химию, как утверждал Бертло, а он сам запутывал эту стройную концепцию.

Неверие Бертло в атомно-молекулярное учение распространялось и на структурно-химическую теорию как логическое продолжение атомизма. Более 20 лет Бертло игнорировал структурные представления, хотя часто бывал вынужденным пояснять свои формулы с позиций

теории химического строения. Только в девяностых годах он стал пользоваться структурными формулами.

В принесшем автору заслуженную славу «Химическом синтезе» (1876) Бертло воспользовался атомными обозначениями, но вскоре от них отказался. В двухтомном «Элементарном учебнике органической химии», написанном совместно с Юнгфлейшем, в других книгах и статьях он пользуется эквивалентами, формулы и уравнения пишет согласно своеобразной разновидности теории замещения, так называемой теории генераторов. Под генераторами он подразумевал исходные вещества, образующие данное соединение. Например, состав этилового эфира уксусной кислоты (этилацетата) Бертло изображал в эквивалентах следующим образом: спирт + кислота — вода. Сами исходные вещества выглядели тоже необычно: этиловый спирт —  $C_4H_4(O_2H_2)$ ; уксусная кислота —  $C_2H_4(O_2)$ ; вторичный пропиловый спирт —  $C_4H_2(C_2H_4)(O_2H_2)$ ; третичный бутиловый спирт —  $C_4H_2(C_2H_4O_2)[C_2H_4]$  и т. п.

В основе этих формул Бертло лежат типы и замещения. При замещении в «формене» (метане)  $C_2H_4$  двух водородов на эквивалентное по объему количество хлора получается хлорный метил  $C_2H_2(Cl_2)$ , а при замещении кислородом ( $O_4$ ) — муравьиная кислота  $C_2H_2(O_4)$ ; если водород в формене замещается самим же форменом, то образуется «гидриур этилена», т. е. этан  $C_2H_2(C_2H_4)$  и т. д. Углеводород, спирт и кислота — три главные типа органических соединений, они служат родоначальниками веществ других классов.

Представления о радикалах и остатках Бертло считал экспериментально недоказанными; к совсем иллюзорным категориям он относил учение о валентности, это важнейшее приобретение структурной химии.

Отжившую свой век и уже непонятную многим эквивалентную систему химической символики Бертло защищал следующим образом: «Прогресс химической науки,— писал он в «Учебнике органической химии»,— совсем не зависит от системы обозначений, не имеющих отношения к изучению сложных вещей... Все основные понятия, все наши законы могут быть выражены посредством обеих систем обозначений (эквивалентной и атомной) с той же ясностью, часто с одним и тем же количеством слов, отождествляющих наши рассуждения. История развития науки показывает, что важнейшие открытия, включая и самые

современные, были выполнены учеными, независимо от того, придерживались они эквивалентных записей или атомных... Определение эквивалента является ясным и доходчивым, и может быть проверено точными опытами. Совсем по-другому обстоит с формулировкой атома, которая обосновывалась то на понятии скрытого эквивалента, то на понятии газовой молекулы, хотя они принципиально различны, то на понятии удельной теплоты тяжелых элементов, между тем непрерывно меняющееся ее количество не может служить основой для точной формулировки» [2, стр. CXLIII]. Несостоятельность такой аргументации стала очевидна не только химикам XX столетия, но была ясна и современникам самого Бертло, которые с трудом расшифровывали его формулы. К тому же защищаемая Бертло теория генераторов приводила к необходимости признания несуществующих видов изомерии.

В 1890/91 учебном году Гюие, прослушав курс лекций Бертло, удивлялся, что в первой части курса лектор говорил об эквивалентах, а во второй — об общепринятых атомно-молекулярных представлениях, причем этот переход был сделан резко, без какого-либо объяснения. Видимо, это был трудный период жизни Бертло, когда он боролся сам с собой.

Возражая против теории химического строения, Бертло отрицал идею атомности (валентности) и статичность структурных формул и доказывал невозможность отразить с их помощью пространственную конфигурацию частиц. С развитием учения о динамической изомерии (таутомерии) и стереохимии все эти возражения Бертло полностью отпали.

По-видимому, отрицательная реакция Бертло на стереохимическую концепцию Вант-Гоффа и Ле Беля частично объясняется тем, что эта естественная ветвь развития структурной химии нанесла новый ущерб воззрениям проповедника теории генераторов. В 1884 г., подводя десятилетний итог развития стереохимической теории, Вант-Гофф говорил, что в Германии оппозиция против нее исчезла со смертью Кольбе, но во Франции сохраняется в лице Бертло. «Кажется удивительным, что Бертло, крупный органик-синтетик, мог придерживаться таких отсталых взглядов и все же успешно работать без теории химического строения,— пишет Г. В. Быков.— Но если проанализировать работы Бертло за всю его долгую

деятельность, то можно прийти к выводу, что его синтезы являются, как правило, «синтезами из очень простых веществ (подобно знаменитому синтезу бензола из ацетилена), причем большей частью продукты реакции с теоретической стороны объяснялись другими учеными. Во второй половине своей деятельности Бертло большое внимание уделял термохимии, и собственно синтетических работ с задачей построить определенное соединение у него не было» [169, стр. 242].

Весь просвещенный мир отмечал в 1890 г. триумф теории химического строения, прошло 25 лет с момента установления строения бензола и других ароматических соединений, но Марселен Бертло продолжал изображать бензол формулой  $C_{12}H_6$ , нитробензол —  $C_{12}H_5(AzO_4)O_2$  и т. п. Даже экспериментальные данные В. Майера о расщеплении молекулы йода на атомы не были признаны Бертло; он объяснял наблюдения Майера тем, что к галогенам неприменимы газовые законы Бойля — Мариотта и Гей-Люссака.

Как известно, величайшим триумфом атомистики явилось открытие Менделеевым периодического закона и создание периодической системы элементов. Но Бертло отрицал и эти достижения, поскольку закон Менделеева не мог быть сформулирован с помощью эквивалентов. Удивление и восхищение ученых, вызванные открытием предсказанных Менделеевым новых элементов, Бертло не разделял, считая, что гениальное предвидение Менделеева основано не на периодической системе, а вытекает из издавна известных законов и аналогий.

Бертло принадлежал к лагерю противников и других результатов развития химической атомистики — осмотической теории растворов Вант-Гоффа и теории электролитической диссоциации Аррениуса — и первоначально противился введению в термодинамику важнейшего представления об энтропии.

Методологически правильную критику и оценку синтетических достижений Бертло дает современный французский ученый-марксист и историк химии Ж. Жак, труды которого рассмотрены в статье Быкова [170, стр. 173]. В обстоятельной статье о витализме в первой половине XIX в. Жак опровергает распространенное мнение о том, что крушение витализма в органической химии вызвано синтетическими работами Бертло 50-х годов XIX в.

По мнению Жака, во-первых, витализм нельзя рассматривать как концепцию, не изменяющуюся с течением времени, а во-вторых, в органической химии еще до Бертло, кроме известного синтеза мочевины, осуществленного Велером, было выполнено много синтезов органических соединений (кстати сказать, этот аргумент выдвинут и автором настоящей книги в 1955 г. в статье «Историческая оценка синтеза Велера»). Были известны синтезы метана, его хлоридов и сульфидов, этана, этилена, этилового спирта, муравьиной кислоты, трихлоруксусной и из нее уксусной кислоты, ацетона, щавелевой и молочной кислот, оксамида, аланина и т. д. Эти работы сводили на нет возможность существования «жизненной силы» и несомненно оказали влияние на эволюцию взглядов Берцелиуса, Жерара. Но даже в начале века, пишет Жак, имелись ученые, верившие в возможность органического синтеза или во всяком случае пытавшиеся научно объяснить неудачи в его осуществлении. Между тем Бертло в своей знаменитой книге «Органическая химия, основанная на синтезе», оказавшей большое влияние на современников и историков химии, искаженно представил историю витализма в органической химии, приписав своим синтезам главную заслугу в его опровержении. Сюда нужно добавить, что даже после работ Бертло, Бутлерова, Кекуле, Кольбе и других мастеров органического синтеза середины XIX в., которые нанесли сокрушительные удары витализму, для его полного изгнания из органохимических толкований потребовались многие десятилетия [171, стр. 32].

Весьма интересны высказывания Жака по некоторым вопросам истории химической атомистики [172]. Эту историю он рассматривает как арену ожесточенной борьбы главным образом между химиками-позитивистами (к которым Жак причисляет и Бертло) и теми химиками, мышление которых носило стихийно-диалектический характер. Некоторые из позитивистов занимали высокие государственные должности и в силу этого, отвергая атомистические теории, они оказывали мощное противодействие творческой деятельности своих идеологических противников. Жак хорошо вскрывает философскую подоплеку ожесточенных академических споров атомистов и их теоретических противников, лидером которых долгое время являлся Бертло.

Итак, в отношении фундаментальных теоретических достижений химии второй половины XIX в. (атомно-молекулярное учение, теория химического строения, периодическая система элементов, стереохимия, физическая теория растворов и теория электролитической диссоциации) Марселен Бертло с поразительным упорством, даже с упрямством, придерживался оппозиционных взглядов, уже отброшенных современной ему наукой. Чтобы так долго удерживать всеми покинутые рубежи, нужна не только смелость, но и твердая уверенность в своей правоте. Уильям Рамзай вспоминает разговор с Бертло в конце 80-х годов: отстаивая свою традиционную точку зрения, Бертло заявил, что представители противоположного взгляда (т. е. весь химический мир, разъясняет Рамзай) напоминают ему защитников теории флогистона. Бертло здесь удивительно несамокритичен — как раз его отсталая позиция в гораздо большей степени, чем прогрессивная точка зрения его оппонентов, походила на позицию защитников флогистона.

Непоследовательность и противоречивость воззрений Бертло проявились и в других случаях. Например, выступая против атомов и молекул, он утверждал возможность превращения химических элементов, считал, что в дальнейшем их, по-видимому, удастся «фабриковать». Или другой пример: приняв в штыки представления об энтропии и диссоциации, несколько лет спустя он подчеркивал существенную роль энтропии в процессах диссоциации.

Возникает естественный вопрос, как же мог столь часто ошибавшийся ученый делать столь крупные открытия? По-видимому, причина такого парадоксального явления заключалась в том, что Бертло обладал острой научной интуицией, огромным опытом, и это часто заменяло ему теоретические предпосылки, подсказывало правильное направление эксперимента. И затем Бертло чутко прислушивался к трезвой критике по своему адресу, которой всегда было более, чем достаточно, и умел перестраиваться, хотя иногда и с опозданием.

Во Франции борьба старого (эквиваленты) и нового (атомно-молекулярное учение) течений в теоретических проблемах химии проявилась в столкновениях сторонников Бертло и сторонников Вюрца. Правда, Вюрца нельзя назвать ортодоксальным атомистом, в его мировоззрении



было много эклектического\*, но все же именно он возглавлял атомистов Франции в их дискуссиях с Бертло, как с представителем отживающих теорий.

Высокое положение Бертло в науке и правительственных кругах делало позицию «эквивалентистов» официальной и затрудняло борьбу с ними. Бертло — влиятельнейшее лицо в народном образовании Франции — вводил в программы высшей и средней школы все, что считал нужным он сам. Его точка зрения была обязательной для молодежи, и эквиваленты легли в основу всего химического образования. В результате школы выпускали людей с устаревшими химическими знаниями, на экзаменах писались формулы, непонятные уже многим химикам, воспитанным в традициях атомно-молекулярных представлений. Безнадёжно устарели многие французские учебники химии. И все это происходило в то время, когда структурная теория из господствующей концепции в теоретической химии превратилась в основу расцветающей промышленности органического синтеза. (Как это ни парадоксально, но последняя была многим обязана экспериментальным работам Бертло.) Но молодые химики Франции, воспитанные в традициях Бертло, оставались в неведении относительно структурно-химических представлений. Таким образом, Бертло невольно превратился в тормоз развития химии, за что Бутлеров имел основание назвать его «реакционером» и «оппозитором».

Естественно, такое положение не могло долгое время оставаться без изменения. «Глуп тот, кто не изменяется», — говорил Вольтер. Изменился и Марселен Бертло. В 1891 г. он был «обращен», отказался от эквивалентных обозначений, начал писать формулы в духе атомно-молекулярного учения; такие формулы впервые появились в его трудах после 1897 г. К сожалению, Бутлеров не дождался до того счастливого времени, когда во Франции сдался основной противник его теории химического строения.

Отрадно отметить, что Марселен Бертло уже убежденный сединой, в конце своего славного творческого пути нашел силы отказаться от своих прежних представлений и принять передовые взгляды, которым так долго проти-

---

\* Это подробно рассмотрено в книге автора «Шарль Адольф Вюрц» [34].

вился. В 1890 г. в письмах к Ле Шателье Бертло самокритично замечает: «Научные истины становятся обязательными только силой доказательств, экспериментальных и рациональных, но не давлением личного авторитета» и далее: «Главная обязанность ученого не в том, чтобы пытаться доказать непогрешимость своих мнений, а в том, чтобы всегда быть готовым отказаться от всякого воззрения, представляющегося недоказанным, от всякого опыта, оказывающегося «ошибочным» [5, стр. 187—188].

Пример эволюции теоретических воззрений Бертло еще раз показывает, что спор с самим собой — самый мучительный из конфликтов, выпадающих на долю ученого. Поистине путь больших достижений обычно тернист, тяжел и драматичен.

### **Лингвистика, эстетика**

Ничто значительное в жизни общества не ускользало от внимания Бертло. Сборник «Наука и воспитание» [173] отражает его взгляды в области филологии, педагогики, реорганизации образования, реформы университетов и технических училищ. В отдельных статьях сборника обсуждается постановка среднего образования во французских и вообще европейских школах, указывается на необходимость их коренной перестройки. Бертло, сам получивший классическое образование и придававший большое значение углублению знаний молодежи в области литературы, истории и философии, всегда ратовал за усиление подготовки в области естественных наук и их приложения к технике и агрономии. Его внимание занимала и физическая подготовка молодежи.

К этой серии статей примыкает его интересная речь по поводу реформы французского языка, с которой он выступил примерно за месяц до своей смерти. Реформы требовали не в меру ретивые лингвисты, не считавшиеся с законами естественного развития французского языка и желавшие втиснуть его в противоестественно жесткие грамматические правила. Бертло резко раскритиковал предлагаемую реформу. Он считал, что, исключая два древние языка — санскритский (древнеиндийский) и древнееврейский, которые установились под влиянием догматов священнослужителей, — все другие языки сложились без подчинения орфографии разговорных форм

абсолютным правилам, навязываемым теперь реформистами литераторам и ученым. Обе формы реального языка — письменная и устная, принадлежат не только небольшой группе грамматиков и учителей; язык — это коллективное творчество многих поколений, неотъемлемая часть личной жизни каждого гражданина. Искусственные изменения в языке сталкиваются с нашими привычками, обычаями, с логическими, духовными и эстетическими понятиями о вещах. И это достаточный мотив для крайне бережного обращения с всегда имеющимися недостатками существующего языка. Конечно, любой язык будет изменяться в будущем, как он изменялся и ранее, а административное вмешательство воздвигает препятствия на пути его свободного развития. Французские школьники были бы сбиты с толку неестественной орфографией; многие утратили бы культуру языка, которую так высоко подняли французские писатели; не следует компрометировать вековые положительные традиции.

Однако французский язык не должен оставаться неизменным, только мертвые языки не развиваются, но эволюция языка — это дело веков, она произойдет медленно, свободно. Орфография преобразится в процессе своего свободного развития, обогащения, а не в принудительном уставном порядке.

Эта яркая страстная речь восьмидесятилетнего ученого-мыслителя и знатока многих языков вызвала восторг его собратьев по Французской академии литературы и изящных искусств. Они восхищались решительностью Бертоло, с которой он встал на защиту слагавшейся веками культуры французского языка.

Любовь и тонкий вкус к изящному слову, к архитектуре и скульптуре, к театру и живописи и, конечно, к красотам природы, родившись очень рано, сопровождали Бертоло всю жизнь. Наиболее четко эстетические идеалы ученого проявились в его речах и письмах — хорошим примере изложения мыслей о возвышенном и красивом. Здесь уместно вернуть внимание читателя к «Переписке» с Ренаном, в частности, к двум большим письмам Бертоло из Египта [27, стр. 367—385], где выпукло выражены его вкусы, эстетические и этические воззрения. Письма написаны на корабле в период октября — ноября 1869 г. и носят характер путевых заметок.

В связи с торжественным открытием Суэцкого канала в Египет выехала группа французских ученых, деятелей культуры и представителей государственного аппарата. Перед официальными торжествами французы совершили интересное путешествие по Нилу с посещением Каира, Ассуана, Бен-Хасана, Луксора, Тебеса, Кене, Гирге, Абидоса, Суэца, Минье, Александрии, Бен-Суэфа, Сиу, Дендера, Карнака. Целью путешествия было ознакомление с памятниками древнейшей культуры: с гробницами фараонов, сфинксами, гrotтами-храмами и т. п. Французы разместились на двух пароходах. Бертло оказался в компании Баляра, Лепсигуса, Бертрана, Турнемина, Шеневье. Второй более комфортабельный корабль занимала французская императрица с приближенными. Кстати, Бертло в одном из писем не особенно лестно отозвался о культуре этой коронованной особы. «10 ноября. Плыдем в Суэц. В час дня пароход императрицы встретился с нашим. Она путешествует, не останавливаясь в исторических и красивых местах, не осматривает их, так как ничего не понимает в этих вещах».

С тонким художественным чутьем остроумно, живо, красочно описывает Бертло подробности и приключения этого экзотического вояжа. Много места отводит он описаниям природы и климата, вернее тропической жары. «Великолепен заход солнца на фоне пальм и гор... Буйволы с наслаждением резвятся в воде, вызывая в нас зависть. Наши каюты невыносимо раскаляются в течение дня, и мухи преследуют нас в такой степени, что занятия и чтение почти невозможны. Нужна большая преданность, чтобы писать письма в этих условиях. Одна рука занята истреблением мух, в то время как другая пишет на столе, содрогающемся от толчков парохода. Купил финики и гончарные изделия... Приобрел серию эстампов, изображающих прекрасную и характерную голову Клеопатры-Изиды», — читаем в записях 28 октября.

Естественно, что наибольшее внимание Бертло уделяет описаниям храмов, гробниц, сфинксов, кариатид, колонн; он потрясен их размерами и красотой архитектурных форм. «На площади в несколько квадратных километров, — пишет Бертло о Карнаке, — видны нагроможденные пилоны, аллеи сфинксов, огромные залы с колоннами высотой в 20 и 30 метров и колоссальными капитолиями, все еще окрашенными в голубой и красный цвета... Мы

посетили и внутренний храм из розового гранита, и часовню, где находится фигура Александра. Это огромное сооружение, воздвигнутое Рамзесом II, время от времени достраивалось в течение двух тысяч лет до новой эры, до времен Рима». В Бен-Хасане Бертло пришел в восторг от храма в скалах: «Это погребальные гроты, вырезанные в скалах за три тысячи лет до нашей эры; они имеют прекрасные дорические колонны, которые относятся к 23 веку до н. э. Стены расписаны красочными фресками из жизни пастухов, здесь изображены антилопы, буйволы и стада других животных, сцена появления семитских пастухов, платящих дань египтянам, и т. д.»

На остановках паромов для передвижения от Нила в глубь страны путешественникам предоставляли обычно ослов и верблюдов. Однажды этих средств передвижения не хватило и ослы были буквально «нарасхват». «Один из путешественников, сотрудник Французского института, был обделен; он забыл про чаевые, ему достался плохенький ослик. Этот почтенный человек совершенно серьезно заявил, что ослов следует распределять по чинам», — острит Марселен Бертло.

Большое впечатление произвели на Бертло народные игры-танцы, показанные путешественникам в Эдфоне 2 ноября возле одного из храмов. «Это самый лучший из сохранившихся храмов эпохи Птолемеев. Там нам показали игры и танцы с мечами и щитами племени бихарис. Эти танцы имеют изумительный характер... Почти обнаженные, вооруженные широким мечом или щитом из кожи гипшотама, они сражались двое против двух, испуская крики хищных животных, показывая свои белые зубы; они, не переставая, качали курчавыми головами с длинными серьгами в ушах. Все это сопровождалось неопишуемой музыкой игравшего на инструменте, подобном гитаре».

Весело описаны запомнившиеся встречи с крокодилом и коброй, остроумно высмеяны многочисленные случаи распродажи европейцам фальшивых реликвий. На остановках предприимчивые местные жители предлагали: «Кто голову, кто ногу мумии, кто часть деревянного ящика, выдаваемого за саркофаг мумии, кто кусок полотна, кто искусственного скарабея (священного жука древнего Египта. — Ю. М.), кто поддельную статуэтку (поблизости была фабрика по производству поддельных предметов античного мира)».

В письмах Берто можно найти описания работы крестьян на полях пшеницы, кукурузы, сорго, сахарного тростника, по сбору хлопка. Все это делает путевые египетские заметки Берто интереснейшим познавательным материалом и вместе с тем раскрывает перед читателем новые стороны духовного восприятия ученого.

### **Международные научные связи**

Берто был большим патриотом Франции. Об этом говорил он сам, говорили его современники и друзья на различных торжествах, это отмечено на медалях, выбитых в честь ученого, это проявилось в его деятельности во время франко-прусской войны. Одновременно с этим, как и многие другие высокообразованные люди, исполненные патриотизма, Берто всегда ратовал за сближение народов; в совместных усилиях ученых различных национальностей он видел залог прогресса всего человечества.

Между французскими и немецкими учеными всегда существовало соперничество. В разные периоды долгой творческой жизни Берто вспыхивали распри по поводу оценки заслуг той или другой нации в развитии науки и культуры. Особенно жаркая дискуссия, выходящая за рамки академического спора, возникла вскоре после появления в свет книги Вюрца «История химических доктрин от Лавуазье и до настоящего времени» (1868). В этой книге Вюрц неправильно назвал химию французской наукой, основанной Лавуазье, и это вызвало негодование немецких ученых — Фиттига, Фольгарда и Кольбе. В этом случае немцы были правы: ни одна наука не может составлять собственности отдельной нации, не может быть создана трудом одного ученого, сколь бы гениальным он ни был. И химия создавалась работами представителей многих народов. Но возражения немецких ученых Вюрцу исходили не из этих позиций, а носили резко выраженный шовинистический характер. Немецкие химики ударились в другую крайность, они пытались умалить историческую роль Лавуазье и принизить уровень развития химии во Франции. К особенно грубым нападкам, смешанным с клеветой и ложью, прибежал Кольбе. По озлобленности выражений его статья «О состоянии химии во Франции» выделялась даже среди его других писаний, прославившихся грубой манерой обсуждения спорных вопросов.

Передовые ученые многих стран, среди которых были и немцы (например Гофман), и особенно русские (Бутлеров, Зинин, Менделеев, Энгельгардт), осудили и националистические высказывания Вюрца и шовинистические выступления Кольбе, Фиттига и Фольгарда. Подробный объективный анализ этой международной полемики читатель может найти в статье С. А. Погодина [174, стр. 633].

Бертло сначала не принимал участия в этом споре. Но, когда Кольбе опубликовал статью «Знамения времени и состояния немецкой науки» (1876), где сопоставил состояние химии у себя на родине и во Франции и сделал вывод в пользу французов, Бертло перевел эту статью на французский язык, снабдив ее интересными комментариями: «Еще вспоминают прикрытые выпады сотен немецких ученых в течение нескольких лет, направленные против французской культуры. Французский разум, говорили они, становится неспособным для всякого применения и для всякой серьезной работы: его неизлечимая фривольность, легкомыслие, его привычка начать работу над той или иной проблемой, а затем тотчас же бросить — все это препятствовало ему заниматься серьезной работой. Впрочем, эти недостатки были характерными для французской нации, их находили и раньше у прославленных людей прошлого времени; нападки наших критиков касались таких знаменитых личностей, как Лавуазье и ученых-философов, сыгравших большую роль в XVIII столетии в развитии естественных наук» [107, стр. 364—365]. Бертло предлагает французским читателям познакомиться со статьей выдающегося немецкого ученого профессора Кольбе, который ранее всегда находил время для нападок на французскую науку. «Но сегодня,— пишет Бертло,— гнев его прошел и он пришел, кажется, к более беспристрастным оценкам».

И действительно, в указанной статье Кольбе делает «поворот на 180°» и рассказывает об исторических заслугах французских химиков, о том, как к ним ездили учиться молодые немецкие ученые. Он сожалеет, что ныне молодых немцев обучают в Германии не химии, а натурфилософии: «Для серьезных занятий химией наши молодые люди должны избрать путь Парижа, как некогда сделали Розе, Рунге, Митчерлих, Либих и другие, потому что в Германии нельзя больше обучаться химии, но можно

обучаться философии... Французские журналы отличаются большим количеством новых наименований. Это — доказательство того, что после периода застоя, несмотря на скудные и жалкие материальные средства, которыми располагали наши соседи, изучение химии для них было путем роста. Но важно и то, что французские химики, молодые и старые, за исключением немногих, остались верными хорошим традициям точных наук... Как мы видим, около шестидесяти лет французские ученые мало одобряли идеи натурфилософии и немецкой метафизики. Главными причинами упадка немецкой химии являются, как я уже впрочем указывал, недостатки обучения максимально большого числа молодых химиков. Больше того, они не только почти ничего не знают за пределами химии, но и изучают главным образом только какую-нибудь одну из химий, например органическую, и поэтому значительное число наших доцентов химии имеет недостаточный запас знаний» [107, стр. 364, 369].

Бертло не совсем уверен в правильности суждений немецкого ученого. Но в его комментариях чувствуется большое удовлетворение тем, что Кольбе сменил свои шовинистические выступления на более объективные.

Бертло часто говорил о необходимости объединить усилия ученых разных стран, особенно плодотворным ему представлялось сотрудничество французов и немцев, которые как близкие соседи должны жить в тесной дружбе. «Я сторонник возможно тесных духовных и социальных взаимоотношений между цивилизованными народами и в частности между Францией и Германией» [1, стр. 11]. В предисловии к своей монографии по взрывчатым веществам Бертло пишет, что, возглавляя научный комитет по организации защиты Парижа, он исполнял свой патриотический долг, но даже тогда он не испытывал ненависти к Германии в целом, всегда уважал культуру немецкого народа; его неприязненные чувства ограничивались неуважением правительства, отличавшегося, по его мнению, чрезмерным и безжалостным честолюбием. В речи на похоронах Вюрца 14 мая 1884 г. Бертло сказал: «Вюрц был одним из самых блестящих представителей счастливого союза между германским и французским гением, союза очень плодотворного» [107, стр. 247.]

Для Бертло как политика характерна нетерпимость к правителям, угнетающим свой народ. Так, будучи минист-



ром иностранных дел, он написал открытое письмо в Армению (1894), где гневно возмущался узурпаторским режимом турецкого диктатора Абдул-Хамида. «Муки вашего народа, — писал Бертло, — глубоко возмущают всех людей, посвятивших себя пользе человечества и современной цивилизации. Ничего нет более трагического в истории, чем судьба Армении, ценности, честь, жизнь которой без ограничения вверены самому худшему насилию разбойников, в высшей степени разнузданных... Зверства совершались против безобидных людей, стариков, женщин, детей, и беспрестанно повторялись в Курдии при участии режима Хамида и войск турецкого губернатора... Обещанные реформы, декларированные Берлином, и гарантии крестьянам постоянно и нагло нарушались». Бертло предложил французскому правительству «отправить свой флот в воды Эгейского моря, и эта отправка помогла помешать истреблению армян» [26, стр. 168—169].

Работая в министерстве народного образования, Бертло прилагал большие усилия к улучшению воспитательной и педагогической работы в африканских владениях Франции. Его прогрессивные взгляды по этим вопросам выражены в речи, произнесенной в Алжире в связи с открытием там высшего учебного заведения.

Стремление Бертло к международному сотрудничеству отчетливо видно из его высказываний в книге «Наука и свободная мысль», в частности в главе «Мир и интернациональный арбитраж» [26, стр. 143—182]. Здесь собраны выступления ученого о взаимоотношениях Франции с Англией, Италией, Македонией, Арменией, о новой скандинавской цивилизации, о правовых вопросах мирной жизни.

Однако, отмечая прогрессивность взглядов Бертло, нельзя вместе с тем забывать, что он вышел из мелкобуржуазной среды и имел идеологию, соответствующую этой среде. Например, в принципе он сочувствовал коммунистическому укладу жизни, но восстание парижских коммунаров в 1871 г. привело его в смятенное состояние, вызвало уныние и подавленность. Волнуясь за судьбу своей семьи, он увез ее на дачу в Севр, а затем и еще далее — в Онфлер; сам он, правда, вернулся в Париж.

С этим периодом совпали материальные затруднения ученого. Семья его заметно увеличилась к тому времени, и ему становилось все труднее обеспечивать ее. Однако,

несмотря на это, Бертло решительно отклонил замалчиваемое предложение переехать в Англию, где ему сулили высокие научные и общественные должности. Мое место теперь и навсегда — во Франции, ответил он. Ренан узнал о предложении англичан Бертло, и это сильно взволновало его: «Я встретил месье Ниодэ (брата жены Бертло.— Ю. М.), который мне рассказал о вас, что к вам обращались из Англии. Ради бога, прошу вас отказаться от этой мысли. Иначе вы не выполните своего долга. Чем несчастнее наше отечество, тем меньше мы имеем права его покидать. ...Мы очень нужные стране люди... Покидая ее, мы уклонились бы от богатого наследства, полученного от нее... Мы можем покинуть Францию только тогда, когда она сама нас выгонит, помешает нам свободно развивать нашу интеллектуальную деятельность или оставит нас совсем умирать с голоду. О, так далеко мы еще не зашли» [27, стр. 403]. Опасения Ренана были напрасны, Бертло еще до его письма отверг предложение переехать в Англию.

### **Автор биографических очерков**

В четырех томах сборников Бертло по философии, этике и педагогике значительное место занимают биографические очерки, некрологи, краткие заметки, посвященные великим людям — предшественникам и современникам ученого. Отдельные статьи химико-биографического цикла были рассмотрены в IX главе настоящей книги. Здесь же мы хотим остановиться на некоторых выступлениях Бертло о людях, не имеющих отношения к химии.

В 1904 г. отмечалось столетие со дня смерти известного немецкого философа Иммануила Канта (1724—1804). В заметке по этому случаю Бертло называет Канта глубоким мыслителем, присоединившимся со всей симпатией к Французской революции, отмечает влияние его книг «Критика чистого разума» и «Критика практического разума» на мировоззрение физиков, математиков и вообще исследователей XVIII и XIX вв. [26, стр. 29]. Большую статью Бертло посвятил французскому государственному деятелю Герольду [107, стр. 370—415], который был его политическим единомышленником и личным другом.

Статьи о великих французских ученых Луи Пастере [1, стр. 243—255] и Клоде Бернаре [1, стр. 256—264],

носящие характер некрологов, содержат много интересного фактического материала, который в дальнейшем использовали биографы микробиолога и физиолога. К этой же категории писаний относится статья о Фредерике Андрэ [1, стр. 277—289], талантливым помощнике Бертло по Медонской сельскохозяйственной станции. Революционные и демократические симпатии Бертло видны из его краткой заметки о Джузеппе Гарибальди, народном герое Италии, одном из крупнейших вождей итальянской революционной демократии [1, стр. 296], а также из статьи «Ж. Ж. Руссо и Французская революция» [1, стр. 290—295].

В сборнике «Наука и воспитание» помещены очерки о Мильн-Эдварсе, Малляре, Броун-Секаре, Нодене. Особый научный и исторический интерес представляет очерк «Погребение Вольтера и Руссо» [154, стр. 321—340]. Это—своего рода научное расследование фактов об установлении двух гробниц в Пантеоне. В Европе бытовала легенда, будто останки Вольтера и Руссо при реставрации могил в Пантеоне были уничтожены: их якобы выбросили в ямы с едкой известью. С разрешения правительства Бертло вскрыл саркофаги, исследовал их содержимое и доказал, что прах великих демократов-мыслителей не был потревожен. Ему удалось развеять и другую легенду — о самоубийстве Руссо выстрелом из пистолета в висок. Бертло тщательно осмотрел череп великого писателя и не нашел на нем следов огнестрельной раны.



## ЛИТЕРАТУРА

1. M. Berthelot. Science et Morale. Paris, 1897.
2. E. Jungfleisch. Notice sur la vie et travaux de Marcelin Berthelot. Bull. de la Société Chimique de France, 1913, 4 sér., t. 13, p. I—CLVI.
3. Cinquantenaire scientifique de M. Berthelot, 24 novembre 1901. Paris, 1902.
4. W. Ramsay. Pierre Eugène Marcellin Berthelot. В сб.: *Vergangenes und Künftiges aus der Chemie*. Leipzig, 1909. См. также У. Рамзай. Пьер Эжен Марселен Бертло. В кн.: Рамсей — Оствальд. Из истории химии. Перев. Г. А. Котляра, 2 изд. Пг., 1920, стр. 109—119. W. Ramsay. *Essays, Biographical and chemical*. London, 1909, p. 101—114.
5. К. А. Тимирязев. Лавуазье XIX столетия (Марселен Бертло, 1827—1907). Наука и демократия, М., 1926, стр. 164—196; Соч., т. VIII. Сельхозгиз, 1939, стр. 266—307.
6. G. Bredig. Marcelin Berthelot. *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1907, Bd. 20, S. 689—694.
7. Д. Добросердов. Итоги полувекового труда. К 50-летию юбилею научно-литературной деятельности Марселена Бертло. Казань, 1902.
8. П. И. Вальден. Марселен Бертло. В кн.: Наука и жизнь, ч. II. Пг., 1919, стр. 84—113; *Chemiker-Zeitung*, 1907, Bd. 31, S. 367.
9. В. В. Шарвин. Марселен Бертло. Л., 1928.
10. М. Бертло. 1827—1927. Вып. III серии АН СССР «Очерки по истории знаний», Л., 1927.
11. Классические синтезы Бертло. *Успехи химии*, 1939, т. 8, вып. 5, стр. 731—747.
12. Г. В. Быков. Органические синтезы Марселена Бертло. В сб.: Книга для чтения по химии, ч. 2. М., 1956, стр. 462—466.
13. Ю. С. Мусабеков. Марселен Бертло. Химическая наука и промышленность, 1957, т. 2, № 3, стр. 367—379.
14. Ю. И. Соловьев, П. И. Старосельский. Из истории физической химии. Труды Ин-та истории естествознания и техники, 1962, т. 39, стр. 24—48.
15. C. Graebe. *Berichte*, 1907, Bd. 40, S. 1215; 1908, Bd. 41, S. 4805.
16. E. Färber. Marcelin Berthelot. Zur hundertsten Wiederkehr seines Geburtstages. *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1927, Nr 43, S. 1217—1218.

17. A. Béhal. La chimie et la société moderne. Paris, 1927, p. 1—7.
18. H. S. von Klooster. Bunsen, Berthelot and Perkin. Journal of Chemical Education, 1951, t. 28, N 7, p. 359—363.
19. M. Delépine. Marcelin Berthelot and industry. Journal of Chemical Education, 1954, t. 31, p. 634—634.
20. И. А. Каблук о в. Памяти Марселена Бергло. Журнал химической промышленности, 1927, т. 4, № 8, стр. 627—632.
21. C. Graebe. Geschichte der organischen Chemie. Berlin, 1920, Bd. 1.
22. P. Walden. Geschichte der organischen Chemie. Berlin, 1941.
23. Э. Гьельт. История органической химии с древнейших времен до настоящего времени. Харьков — Киев, 1937.
24. К. Шорлеммер. Возникновение и развитие органической химии. М., 1937.
25. К. Матиньон. Труды и деятельность Марселена Бергло. Успехи физических наук, 1928, т. 8, вып. 1, стр. 1—12.
26. M. Berthelot. Science et libre pensée. Paris, 1905.
27. E. Renan, M. Berthelot. Correspondance, 1847—1892. Paris, 1898 (частично переведена на русский язык: Переписка Ренана с Бергло. Новый журнал иностранной литературы, искусства и науки, 1897, стр. 1—36; 1898, стр. 7—22).
28. M. Berthelot. La Synthèse chimique, 10. éd. Paris, 1910 (Livre premier. Exposition historique de progrès de la chimie organique. Livre second. La chimie organique fondée sur la synthèse).
29. M. Berthelot. Leçons sur les méthodes générales de Synthèse en Chimie organique, professées en 1864 en Collège de France. Paris, 1864.
30. M. Berthelot. Lecciones sobre los metodos generales de sintesis en quimica organica. Madrid, 1874.
31. Centenaire de Marcelin Berthelot. Paris, 1927.
32. Ю. С. Мусабек о в. Научные контакты русских и западноевропейских химических школ. Ученые записки Ярославского технологического института, 1959, т. 3, стр. 317—342.
33. Ю. С. Мусабек о в. Из истории научных связей русских и французских химиков. Вопросы истории естествознания и техники, 1961, вып. 2, стр. 88—91.
34. Ю. С. Мусабек о в. Шарль Адольф Вюрц. М., 1963.
35. M. Berthelot, E. Jungfleisch. Traité élémentaire de Chimie organique, 4 éd. Paris, 1904, 2 vol (1 éd.—1872).
36. С. Ф. Глинка. Александр Михайлович Бутлеров в частной и домашней жизни. Труды Ин-та истории естествознания и техники, 1956, т. 12, стр. 182—199.
37. А. М. Бутлеров. Соч., т. 3, М., 1958.
38. G. V. Вуко в. La correspondance des chimistes étrangers avec A. M. Boultierov, Archives internationales d'Histoire des Sciences, 1961, N 54—55, p. 85—97.
39. А. М. Бутлеров. Научная и педагогическая деятельность. Сборник документов. М., 1961.
40. М. Н. Младенцев и В. Е. Тищенко. Дмитрий Иванович Менделеев, его жизнь и деятельность, т. 1, М., 1938.
41. Люди русской науки, т. 1, М., 1961.
42. Н. Луначарская - Розенель. Память сердца, М., 1962.

43. М. В. Ломоносов. Диссертация о рождении и природе селитры. Полн. собр. соч., т. 2, М.—Л., 1951, стр. 222.
44. F. Wöhler. Analytische Versuche über die Cyansäure. Poggendorff's Annalen der Physik. 1824, Bd. 77, S. 117—124.
45. L. Gmelin. Über einige merkwürdige, bei der Darstellung des Kaliums nach der Brunnerschen Methode, erhaltene Substanzen. Poggendorff's Annalen der Physik, 1825, Bd. 80, S. 31—62.
46. F. Wöhler. Über die künstliche Bildung des Harnstoffes. Annalen der Physik und Chemie, 1828, Bd. 12, S. 25.
47. Ю. С. Мусабеков. Историческая оценка синтеза Велера. Вопросы истории естествознания и техники, 1957, вып. 5, стр. 66—73.
48. T. Pelouze. Annales de chimie et de physique, 1831, t. 11, p. 48 et 395.
49. F. Winkler. Annalen der Chemie und Pharmacie, 1832, Bd. 18, S. 310.
50. M. Berthelot. Sur les combinaisons de la glycérine avec les acides, et sur la synthèse des principes immédiats des graisses des animaux. Comptes rendus, 1853, t. 37, p. 398—405.
51. M. Berthelot. Combinaisons de la glycérine avec les acides et reproduction artificielle des corps gras neutres. Thèse de doctorat es sciences. Paris, 1854; Annales de chimie et de physique, 1854, t. 41, p. 216—319.
52. M. Berthelot. Sur les principes sucrés. Leçons professées devant la Société chimique de Paris. Paris, 1863.
53. M. Berthelot. Mémoire sur la reproduction de l'alcool par le bicarbonate d'hydrogène. Comptes rendus, 1855, t. 40, p. 102—106; Annales de chimie et de physique, 1855, t. 43, p. 385—405.
54. А. М. Бутлеров (совместно с В. Л. Горяиновым). Соч., т. 1, М., 1953, стр. 284—286.
55. Д. И. Менделеев. Органическая химия. Соч., т. 8, 1948, стр. 191.
56. M. Berthelot. Synthèse des carbures d'hydrogène. Comptes rendus, 1856, t. 43, p. 236—238.
57. M. Berthelot. Les carbures d'hydrogène, 1851—1901. Recherches expérimentales. Paris, 1901, 3 vols. (I. L'acétylène: synthèse totale des carbures d'hydrogène. II. Les carbures pyrogénés. Séries diverses. III. Combinaison des carbures d'hydrogène avec l'hydrogène, l'oxygène, les éléments de l'eau).
58. M. Berthelot. Chimie organique fondée sur la synthèse, 2 vols. Paris, 1860.
59. M. Berthelot. Sur l'isométrie. Leçons de chimie professées devant la Société chimique de Paris en 1863. Paris, 1866.
60. M. Berthelot. Recherches sur l'acétylène. Annales de chimie et de physique, 1863, 3 sér., t. 67, p. 52—77.
61. M. Berthelot. Action de la chaleur sur quelques carbures d'hydrogène. Comptes rendus, 1866, t. 62, p. 905—909 et 947—949; Annales de chimie et de physique, 1866, 4 sér., t. 9, p. 445—469.
62. А. Д. Петров, Н. И. Шуйкин. Месяц среди химиков Франции. Химическая наука и промышленность, 1956, т. 1, вып. 5, стр. 583.
63. M. Berthelot. Sur l'origine des carbures et des combustibles minéraux. Comptes rendus, 1866, t. 62, p. 945—951.

64. M. Berthelot. Sur le bichlorhydrate d'essence de térébenthine. Comptes rendus, 1852, t. 35, p. 736—738; Annales de chimie et de physique, 1853, 3 sér., t. 37, p. 223—255.
65. M. Berthelot. Sur les diverses sortes d'essence de térébenthine. Comptes rendus, 1853, t. 36, p. 425—429.
66. Ф. Р. Вреден. I. Гидрогенизация монобензоловых углеводородов. II. О продуктах гидрогенизации и о строении нафталина. Докторская диссертация. СПб., 1876.
67. M. Berthelot. Transformation de l'oxyde de carbone en acide formique. Comptes rendus, 1855, t. 41, p. 955.
68. M. Berthelot, Luca. Action de l'iode de phosphore sur la glicérine. Propylène et dérivés iodés. Annales de chimie et de physique, 1855, 3 sér., t. 43, p. 257—283.
69. M. Berthelot, Luca. Production artificielle de l'essence de moutarde. Comptes rendus, 1855, t. 41, p. 21—23.
70. Moniteur scientifique de Quesneville, 1862, t. 4, p. 433.
71. Moniteur scientifique de Quesneville, 1863, t. 5, p. 54.
72. Ю. И. Соловьев. Герман Иванович Гесс. М., 1962.
73. M. Berthelot. Sur la chaleur dégagée dans les reactions chimiques. Annales de chimie et de physique, 1865, 3 sér., t. 6, p. 294.
74. Ю. И. Соловьев, П. И. Старосельский. Владимир Федорович Лугинин. М., 1963.
75. M. Berthelot, V. Louguinin. Recherches thermochemique sur les corps formés par double décomposition. Comptes rendus, 1869, t. 69, p. 626—640; Bulletin de la Société chimique de France, 1870, 2 sér., t. 13, p. 292—303; Journal de Physique et de Chimie, 1870, t. 11, p. 353—359, 433—441.
76. M. Berthelot. Essai de Mécanique chimique fondée sur la Thermochemie, 2 vols. Paris, 1879 (1. Calorimetrie; 2. Mécanique).
77. M. Berthelot. Thermochemie. Données et lois numeriques, 2 vols. Paris, 1897 (Les lois numeriques. Les données experimentales).
78. M. Berthelot. Traité pratique de Calorimétrie chimique, 2 éd. Paris, 1905 (1 éd. 1893).
79. В. Ф. Лугинин. Описание различных методов определения теплот горения органических соединений. М., 1894; Краткий курс термохимии, М., 1903 (совм. с А. Н. Щукаревым). Руководство к calorimetрии. М., 1905; Труды, т. 1. М., 1917.
80. А. Л. Потылицын. О способах измерения химического сродства. СПб., 1880.
81. И. А. Каблукон. Термохимия, изд. 2. М.—Л., 1934.
82. Ю. С. Мусабекон. Краткое руководство по бихроматному методу определения calorийности. М., 1943; Хроматометрическое окисление древесины и углей. Ученые записки Ярославского технологического института, 1956, т. 1, стр. 85—91.
83. М. Бертло. Практическое руководство по термохимии. Одесса, 1894.
84. Ю. И. Соловьев, П. И. Старосельский. Научная деятельность В. В. Свентославского в России. В сб.: Очерки по истории химии. М., 1963.
85. J. Thomsen. Eine Prioritätsfrage bezüglich einiger Grundsätze der Thermochemie. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, 1873, Bd. 6, S. 428.

86. Д. И. Менделеев. Основы химии, изд. 4. СПб., 1881.
87. В. Ф. Лугинин. Краткий курс термохимии. М., 1903.
88. С. А. Шукарев. Лекции по общему курсу химии. Л., Изд-во ЛГУ, 1962.
89. Н. Н. Бекетов. Избранные произведения по физической химии. Харьков, 1955.
90. Я. Вант-Гофф. Очерки по химической динамике. Л., 1936.
91. В. Нернст. Теоретическая химия. СПб., 1904.
92. M. Berthelot, Landrien. Sur les chaleurs de combustion et de formation de quelques principes immédiats azotés jouant un rôle physiologique.— Comptes rendus, 1907, t. 144, p. 458—459.
93. M. Berthelot, Pean de Saint-Gilles. Sur la formation et la décomposition des éthers. Comptes rendus, 1861, t. 53, p. 474—478; Journal de Physique et de Chimie, 1961, 3 sér., t. 40, p. 247—251.
94. M. Berthelot, Péan de Saint-Gilles. Recherches sur les affinités. Comptes rendus, 1862, t. 54, p. 1263—1266; t. 55, p. 39—43, 210—214; t. 56, p. 393—397, 648—653, 1131—1135, 1168—1170; Journal de Physique et de Chimie, 1862, 3 sér., t. 42, p. 100—108; Annales de Chimie et de Physique, 1862, t. 66, p. 5—110; t. 68; p. 225—359, p. 385—422; Journal de Physique et de Chimie 1863, 3 sér., t. 44, p. 199—212.
95. В. Оствальд. Путеводные нити в химии. М., 1903.
96. Н. И. Родный. Развитие химической кинетики в России. В сб.: Очерки по истории химии, М., 1963.
97. M. Berthelot, Fleurien. Sur le dosage de la crème de tartre, de l'acide tartrique et de la potasse contenus dans les vins. Comptes rendus, 1863, t. 57, p. 394—398; Ann. de Chim. et de Phys., 1864, 4 sér., t. 5, p. 177—264.
98. M. Berthelot, E. Jungfleisch. Sur les lois qui président au partage d'un corps entre deux dissolvants. Comptes rendus, 1869, t. 69, p. 338—342; Journal de Physique et de Chimie, 1869, 4 sér., t. 10, p. 161—166; Bull. Soc. Chim. et de Phys., 1869, 1 sér., t. 26, p. 396—407.
99. M. Berthelot. Sur les lois qui président au partage d'un corps entre deux dissolvant: théorie. Comptes rendus, 1869, t. 69, p. 404—408; Journal de Physique et de Chimie, 1870, 4 sér., t. 11, p. 97—102; Bull. Soc. Chim. de Paris, 1870, 2 sér., t. 13, p. 307—311; Ann. de Chim. et de Phys., 1872, 4 sér., t. 26, p. 408—417.
100. Ю. И. Соловьев. История учения о растворах. М., 1959.
101. Н. Н. Семенов. Химическая кинетика и теория горения. Советская наука, 1940, № 3.
102. M. Berthelot. Sur la force de la poudre et des matières explosives, 2 éd. Paris, 1872.
103. M. Berthelot. Rapport sur les salpêtres par le Comité scientifique de la défense de Paris. Bull. Soc. Chim. de Paris, 1870, 2 sér., t. 14, p. 363—367.
104. M. Berthelot. Sur la force des matières explosives, d'après la Thermochemie, 2 vols, 3 éd. Paris, 1883.
105. M. Berthelot. Explosive materials. N.-Y., 1883.
106. M. Berthelot. Explosives and their powers. London, 1892.
107. M. Berthelot. Science et Philosophie. Paris, 1886.
108. M. Berthelot, Vieille. Etude des propriétés explosives du fulminate de mercure. Comptes rendus, 1880, t. 90, p. 946—952.



109. M. Berthelot, Vieille. Recherches sur le sulfure d'azote. Comptes rendus, 1884, t. 92, p. 1307—1309.
110. M. Berthelot, Vieille. Sur quelques sels de l'acide azothydrique. Bull. Soc. Chim. de Paris, 1894, 3 sér., t. 11, p. 744—748; Mém. des Poud. et Salp., 1895, t. 8, p. 7—16.
111. M. Berthelot, Vieille. Recherches sur les mélanges gazeux détonants. Pression. Ann. de Chim. et de Phys., 1885, 6 sér., t. 4, p. 29—39.
112. M. Berthelot. Sur la vitesse de propagation de la détonation dans les matières explosives solides et liquides. Comptes rendus, 1885, t. 100, p. 314—320.
113. M. Berthelot, Vieille. Nouvelles recherches sur les propriétés explosives de l'acétylène. Ann. de Chim. et de Phys., 1898, 7 sér., t. 13, p. 5, 18—23, 24—29.
114. M. Berthelot. Recherches sur le soufre. Comptes rendus, 1857, t. 44, p. 318—322, 378—381.
115. M. Berthelot. Note sur le soufre mou de hyposulfites. Ann. de Chim. et de Phys., 1857, 3 sér., t. 50, p. 376—378.
116. M. Berthelot. Recherches sur le chlore et ses composés. Comptes rendus, 1873, t. 76, p. 1514—1522.
117. M. Berthelot. Nouvelle contributions à l'histoire des carbonés, du graphite et des météorites. Ann. de chim. et de phys., 1873, 4 sér., t. 30, p. 419—431.
118. M. Berthelot. Chaleur animale. Principes chimiques de la production de la chaleur chez les êtres vivants, 2 vols. Paris, 1899; Notions générales, t. 1; Données numériques, t. 2.
119. M. Berthelot. Sur les amalgames alcalins et sur l'état naissant. Comptes rendus, 1879, t. 88, p. 1108—1112.
120. M. Berthelot. Sur la constitution chimique des amalgames alcalins. Comptes rendus, 1879, t. 88, p. 1335—1340.
121. M. Berthelot. Sur la stabilité de l'ozone. Comptes rendus, 1878, t. 86, p. 76—77.
122. M. Berthelot. Sur la formation de l'eau oxygénée, de l'ozone et de l'acide persulfurique pendant l'électrolyse. Comptes rendus, 1878, t. 86, p. 71—76.
123. M. Berthelot. Sur l'acide persulfurique, nouvel acide oxygéné du soufre. Comptes rendus, 1878, t. 86, p. 20—26.
124. M. Berthelot. Observation sur l'acide perazotique. Comptes rendus, 1881, t. 92, p. 82—83.
125. M. Berthelot. Les sous-oxydes de carbone. Comptes rendus, 1906, t. 142, p. 533—537.
126. M. Berthelot. Sur la synthèse de l'ammoniaque par les éléments. Ann. de chim. et de phys., 1880, 5 sér., t. 21, p. 385—386.
127. M. Berthelot. Sur la nature des éléments chimiques; observations à propos d'une communication de N. Lockyer. Comptes rendus, 1873, p. 1352—1357, 1399—1403.
128. M. Berthelot. Remarque au sujet d'une communication de Ramsay et Travers sur un nouvel élément constituant de l'air atmosphérique. Comptes rendus, 1898, t. 126, p. 1613.
129. M. Berthelot. Emanations et radiations. Comptes rendus, 1904, t. 138, p. 289—293.
130. M. Berthelot. Les origines de l'Alchimie. Paris, 1885.
131. M. Berthelot. Traité pratique de l'analyse des gaz. Paris, 1906.

132. M. Berthelot. Chimie végétale et agricole. 4 vols. Paris, 1899 (t. 1. Fixation de l'azote libre sur la terre et sur les végétaux; t. 2. Recherches générales sur la végétation actions chimique de la lumière; t. 3. Recherches spéciales sur la végétation. Eléments. Azotales. Acides sucres. Composés oxydables. Oxydants; t. 4. La terre végétale. La vin et son bouquet).
133. С. И. Вольфович. Современные проблемы химизации сельского хозяйства. Вестник Академии наук СССР, 1962, № 9, стр. 30—48.
134. Т. А. Калининская. Биологическая фиксация азота. Вестник Академии наук СССР, 1962, № 7, стр. 44—50.
135. M. Berthelot. Sur la manne du Sinai et sur la manne de Syrie. Comptes rendus, 1861, t. 53, p. 583—586.
136. M. Berthelot. Compte rendus. Société de Biologie, 1861, t. 13, 186—188.
137. M. Berthelot. Journal de Physique et de Chimie, 1861, 3 sér., t. 67, p. 82—86.
138. M. Berthelot. Sur le blé de Pompéi. Journal de Physique et de Chimie, 1863, 3 sér., t. 44, p. 402—405.
139. Ю. С. Мусабеков. Взаимное стимулирование исторических, теоретических и экспериментальных работ в естествознании. Ученые записки Ярославского технологического института, 1959, т. III, стр. 307—316.
140. Н. А. Морозов. В поисках философского камня. СПб., 1909.
141. M. Berthelot. Les sept métaux et les sept planètes. Science et Philosophie, Paris, 1886, p. 155—171.
142. M. Berthelot. La Chimie au moyen âge, 3 vols. Paris, 1893, t. 1. Transmission de la science antique; t. 2. Alchimie syriaque; t. 3. Alchimie arabe.
143. M. Berthelot. La chimie chez les arabes. Science et Morale. Paris, 1897, p. 416—452.
144. Н. В. Пигулевская. Сирийская алхимическая литература средневековья. Труды Ин-та истории науки и техники, 1936, сер. 1, вып. 9, стр. 329—334.
145. П. Таннери. Исторический очерк развития естествознания в Европе. М.—Л., 1934.
146. Г. Фестер. История химической техники. Харьков, 1938.
147. Э. фон Мейер. История химии от древнейших времен до наших дней. СПб., 1899.
148. В. Н. Меншуткин. Химия и пути ее развития. М.—Л., 1937.
149. J. Rusca. Arabische Alchemisten. Bd. I—II. Heidelberg, 1924.
150. E. J. Holmyard. The Works of Geber. London, 1928.
151. M. Berthelot. Archéologie et histoire des sciences. Paris, 1906.
152. M. Berthelot. Collection des anciens Alchimistes grecs. Texte et traduction avec la collaboration de M. Ch.-Em. Ruelle, 3 vols. Paris, 1888 (1 vol. Introduction; 2 vol. Texte grec, avec variantes, notes et index; 3 vol. Traduction avec notes, commentaires, tables et index).
153. M. Berthelot. Introduction à l'étude de la chimie des anciens et du moyen âge. Paris, 1889.
154. Ю. С. Мусабеков. Химия у арабов и ее истоки. В сб.: Из истории науки и техники в странах Востока, вып. 1, М., 1960, стр. 437—453.

155. M. Berthelot. La Révolution chimique. Lavoisier. Paris., 1890.
156. M. Berthelot. Notice historique sur Lavoisier. Compte rendus, 1889, t. 109, p. 1119.
157. Ed. Grimaux. Lavoisier (1743—1794) d'après sa correspondance, ses manuscrits, ses papiers de famille et d'autres, documents inédits. Paris, 1888 (3 éd. 1899).
158. С. А. Погоди н. Антуан Лоран Лавуазье — основатель химии нового времени. Успехи химии, 1943, т. XII, вып. 5, стр. 329—358.
159. Б. М. Кедров. Лавуазье — великий преобразователь химии.— Под знаменем марксизма, 1943, № 12, стр. 42—54.
160. Я. Г. Дорфман. Лавуазье. М., 1963. (1 изд. 1948).
161. M. Berthelot. Biographie de Chevreul. Revue scientifique, 1903, 4 sér., t. 19, p. 1—15.
162. Ю. И. Соловьев. Из неопубликованных писем А. Л. Потылицына.— Труды Ин-та истории естествознания и техники, 1956, т. 12, стр. 365—370.
163. M. Berthelot. Lavoisier et Priestley. Revue Scientifique, 1890, 3 sér., t. 20, p. 513—514.
164. E. O. Lippmann. Entstehung und Ausbreitung der Alchemie. Berlin, 1919.
165. В. В. Марковников. Московская речь о Бутлерове. Труды Ин-та истории естествознания и техники, 1956, т. 12, стр. 135—181.
166. Научное наследство. Т. 4. Письма русских химиков к А. М. Бутлерову. М., 1961.
167. Ю. С. Мусабекков. Ф. М. Флавицкий и его работы по химии углеводов. Труды Ин-та истории естествознания и техники, 1956, т. 12, стр. 258—284.
168. M. Berthelot. Réponse à la note á Wurtz relative à la loi d'Avogadro et à la théorie atomique. Comptes rendus, 1877, t. 84, p. 1189—1195.
169. Г. В. Быков. История классической теории химического строения. М., 1960.
170. Г. В. Быков. О работах французского историка химии Ж. Жака. Вопросы истории естествознания и техники, 1959, вып. 7, стр. 173—175.
171. J. Jacques. Le vitalisme et la Chimie organique pendant la première moitié du XIX-e siècle. Revue d'Histoire des Sciences, 1950, vol. 3, p. 32—66.
172. J. Jacques. Lucrèce et l'histoire de l'atomisme chimique. La pensée, 1955, N 62, p. 8.
173. M. Berthelot. Science et éducation. Paris, 1901.
174. С. А. Погоди н. Выступление русских химиков — Н. Н. Зинина, А. М. Бутлерова, Д. И. Менделеева и А. Н. Энгельгардта — против национализма и шовинизма в науке. Успехи химии, 1946, т. XV, вып. 5, стр. 633—643.



## О Г Л А В Л Е Н И Е

<b>Введение . . . . .</b>	5
<b>Глава первая. Жизненный путь Марселена Бергло . . .</b>	9
Детство и годы учения . . . . .	9
Расцвет дарований . . . . .	13
На посту министра . . . . .	21
Пятидесятилетие научной и общественной деятельности . . . . .	23
Трудоспособность Марселена Бергло . . . . .	35
Помощники и ученики . . . . .	38
Семья. Последние год жизни . . . . .	40
Международный праздник памяти Марселена Бергло . . . . .	46
<b>Глава вторая. Марселен Бергло и русские ученые . . .</b>	51
<b>Глава третья. Труды по органической химии . . . . .</b>	77
Спирты. Жиры. Углеводы . . . . .	80
Углеводороды . . . . .	87
Другие химико-органические работы . . . . .	101
Связи Бергло с промышленностью . . . . .	104
<b>Глава четвертая. Работы по термохимии . . . . .</b>	107
<b>Глава пятая. Химическая динамика и статика . . . . .</b>	124
<b>Глава шестая. Работы по взрывчатым веществам . . . . .</b>	131
<b>Глава седьмая. Работы по неорганической и аналитической химии. . . . .</b>	147
<b>Глава восьмая. Труды в области биологической и агрономической химии . . . . .</b>	152
<b>Глава девятая. Бергло как историк химии . . . . .</b>	162
Древний период . . . . .	165
Новая химия . . . . .	176
<b>Глава десятая. О мировоззрении Бергло . . . . .</b>	185
Философские взгляды . . . . .	185
Бергло и Ренан . . . . .	188
Критика религии . . . . .	192
О роли науки в развитии общества. Социальные идеалы . . . . .	194
Отношение к атомистике и другим теоретическим проблемам естествознания . . . . .	203
Лингвистика, эстетика . . . . .	213
Международные научные связи . . . . .	217
Автор биографических очерков . . . . .	221
<b>Литература . . . . .</b>	223

**Юсуф Сулейманович Мусабеков**  
**МАРСЕЛЕН БЕРТЛО 1827—1907**

■

Утверждено к печати  
редколлекцией научно-биографической серии  
Академии наук СССР

■

Редактор *С. И. Бабушкина*  
Редактор издательства *В. М. Тарасенко*  
Художник *Л. М. Шаров*  
Технические редакторы  
*Н. Д. Новичкова, В. И. Зудина*

■

Сдано в набор 26/XI 1964. г. Подписано к печати 11/V 1965 г.  
Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Печ. л. 7,25 + 1 вкл.=11,89 усл. печ. л. + 1 вкл.  
Уч.-изд. л. 12,1+1 вкл. (12,2 уч.-изд. л.). Тираж 4500 экз.  
Т-06846. Изд. № 5029/04 Тип. зак. № 1494. Темплан НИЛ 1965 г., № 77

■

*Цена 72 к.*

■

Издательство «Наука», Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

---

2-я типография издательства «Наука», Москва, Г-99 Шубинский пер., 10

72 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО · НАУКА ·

ЮС-МУСАБЕКОВ

МАРСЕЛЕН БЕРТЛО

МАРСЕЛЕН  
БЕРТЛО





Ю·С·МУСАБЕКОВ

МАРСЕЛЕН  
БЕРТЛО

М. БЕРТЛО

Ю·С·МУСАБЕКОВ

72 75