

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

РОССИЙСКАЯ СОЦИАЛИСТИЧЕСКАЯ ФЕДЕРАТИВНАЯ СОВЕТСКАЯ РЕСПУБЛИКА.

Народный Комиссариат по Просвещению.

ОТДЕЛ ЕДИНОЙ ТРУДОВОЙ ШКОЛЫ.

U 66
U 575

Рамсей-Оствальд.

ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ

Перевод Г. Я. КОТЛЯРА.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПЕТЕРБУРГ 1921 г.

Рамсей-Оствальд.

У 66
575

ИЗ ИСТОРИИ ХИМИИ.

Перевод Г. Л. КОТЛЯРА.

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ.



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПЕТЕРБУРГ © 1920 г.

Джозеф Блэк, его жизнь и деятельность.

Есть счастливые натуры, которым удается избежать многих испытаний, составляющих удел большинства людей. Марк Аврелий благодарил своего приемного отца за то, «что он развил в нем ровное и дружественное ко всему настроение, постоянство в отношении к друзьям; без усталости или особых нежностей; развил способность быть всегда довольным и веселым, обращать свои взоры в будущее и с этим сообразовать свои действия, не пренебрегать самыми ничтожными мелочами, но без поспешности и путаницы». И вот таким характером обладал Джозеф Блэк. Его биограф, д-р Робисон, издавший его лекции и занявший его место в Глазговском университете, пишет: «Когда он состарился, черты его лица сохранили приятное выражение внутреннего довольства, располагающее к себе всякого. Его манеры были приятны, вполне свободны, без всякой аффектации. Он был очень доступен, любезен и всегда готов вступать в беседу, будь то на серьезную тему, или на тему о злобах дня. Так как он обладал умом, весьма богатым фактами, то беседа его бывала всегда приятной и содержательной. Ни одно из изящных совершенств жизни не было ему чуждо». Друг его, д-р Фергюсон, говорит о нем следующее: «Никогда не желая казаться тем, что он не есть, д-р Блэк бывал всегда тем, чего требовал момент и никогда ничего более. Никогда не случалось, чтобы он спешил делать вещи, которые он раньше пропустил сделать. Всякая вещь делалась им в определенное время и на своем месте. Казалось, будто у него всегда достаточно досуга, и он всегда готов был принимать друзей и знакомых и с радостью принимать участие в беседе». Преемник его, д-р Томсон, нашел описание характера Блэка, сделанное Робисоном, настолько правильным, что он почти дословно воспроизвел его в своей истории химии, не считая нужным даже снабдить его ковычками.

Ученик его, Генри Брум, один из основателей колледжа, в котором я имею честь преподавать, изображает его в своей книге «Философы эпохи Георга III», как «человека, взгляды которого по всякому вопросу отличались спокойствием и мудростью, который был совершенно свободен, как от страсти, так и от предубеждений, и кому притворство было известно только из комедий, которые ему случалось читать. Настроение его оставалось одинаковым во всех условиях жизни». Основательность его суждений во всех вещах, в вопросах литературы, как и в делах повседневной жизни, так характеризуется Адамом Смитом: «В его голове гораздо меньше бессмыслицы, чем в голове любого другого человека». В последние годы Брум писал: «Мне доставляет наслаждение отдаваться этим воспоминаниям и восстанавливать в памяти то восхищение, которое я переживал, когда мне приходилось слышать этого знаменитого мудреца. Он излагал нам шаг за шагом все работы, которые привели его к его открытиям, иллюстрируя свои лекции анекдотами, которые приходили ему в голову, и демонстрируя все то множество экспериментов, которые впервые раскрыли перед ним важнейшие тайны природы. На ряду с удовольствием быть вблизи него, когда он добился победы, мы находили чрезвычайное наслаждение в том, чтобы слышать его рассказы о затруднениях, которые ему приходилось преодолеть и о которых он рассказывал весьма просто, с философским спокойствием и с полнейшей скромностью. Он знакомил нас со всеми ступенями, по которым ему приходилось подниматься во время своей блестящей карьеры, он на наших глазах снова проходил как бы тот длинный путь, на который он первый вступил много лет тому назад, показывал нам те самые, быть может, инструменты, которыми он тогда пользовался, и играл пред нашими глазами ту самую роль, которая послужила глубоким и широким основанием его непреходящей славы. Этот чрезвычайный интерес, с которым мы его слушали, в значительной степени, конечно, был связан с тем обстоятельством, что он так долго пережил эпоху своих знаменитых открытий,—тому сознанию нашему, что вот перед нами сидит этот знаменитый ученый в старые свои годы, на покое, среди лавров, пожатых им в ранней юности. Одним словом, впечатление было таково, что трудно себе и представить его. Мне приходилось слышать знаменитейших людей нашего времени, излагавших в совершенной по внешности форме результаты своих многолетних трудов, мне приходилось слышать мощные периоды великолепного оратора Питта, пламенное красно-

речие Фокса, строго логическую, точную цепь доказательств Гранта; я не раз бывал увлечен смесью фантазии, язвительности и основательных соображений у Плэнкета, но ради одного уже интеллектуального наслаждения (хотя я и понимаю, какую важную роль здесь играет ассоциация), я ставлю выше всего этого выпавшее на мою долю некогда счастье слушать, как первый естествоиспытатель того времени обзревает, как историк, собственные свои открытия, быть очевидцем экспериментов, которые его в свое время привели к тем открытиям и которые он теперь перед нашими глазами повторял собственными своими руками».

Можно смело сказать, что Шотландия в последние годы XVIII столетия была родиной множества великих людей. Адам Смит, первый политико-эконом, Давид Юм, историк, Джемс Гэттон, геолог и Джемс Уатт, инженер— все они были близкими друзьями Блэка и каждый из них был творческим умом первого ранга. И моя приятная задача дать вам отчет об открытиях Блэка и их последствиях. Я попытаюсь показать вам, что его деятельность открыла новую эпоху в развитии химии и физики.

О молодости Блэка мало что можно рассказать. В его жизни не было приключений. Его жизненный путь может быть рассказан в немногих словах.

Джозеф Блэк родился на берегах Гаронны, близ города Бордо в 1728 году.

Отец его, Джон Блэк, был родом из Бельфаста и происходил из одной шотландской семьи, поселившейся там. Он жил в Бордо, где он вел торговлю вином и был близким другом президента Монтескье. Было у него всего тринадцать детей и среди них восемь сыновей. Двенадцатилет от роду, Джозеф был послан в школу в Бельфаст и, подобно многим другим мальчикам, он из Северной Ирландии переехал в Глазго для посещения университета, ибо в то время колледжа в Бельфасте, разумеется, еще не было. Было это в 1746 году. Д-р Робисон упоминает о письмах, отца Блэка к своему сыну Джозефу, в которых он рисуется как хороший сын и прилежный студент. Он получил обычное общее образование. Мы узнаем, по крайней мере, что он хорошо писал по латыни. Этику он изучал у Адама Смита. Его склонность к естественным наукам находили, вероятно, поддержку в его близкой дружбе с сыном доктора Р. Дика, профессора естественных наук. Впоследствии этот друг его занял кафедру отца, но занимал он ее лишь несколько лет, ибо умер в молодости. Очень многим обязан был также Блэк Кэллену, о котором можно про-

честь очень интересный отчет в истории химии Томаса Томсона. Кэлэн был доцентом химии при университете в Глазго от 1746 до 1756 года. В 1751 г. он был назначен профессором медицины, ибо в это время и вплоть до назначения Томаса Томсона химию читал только один доцент. Томсон пишет, что Кэлэн обнаруживал особую любовь к порядку, ясное произношение, живость в жестах и глубокое знание своей специальности. Все эти свойства делали его кумиром студентов. Он старался приобрести их дружбу, часто оставаясь в их обществе, и нет сомнения, что он рано заметил большие дарования Блэка. Единственно, что он внес в физико-химическую литературу, это—исследование процесса кипения эфира при уменьшенном давлении и происходящего при этом охлаждении. Причина наблюдаемых при этом явлений была впоследствии открыта Блэком, ибо Кэлэн ограничился одним сообщением своего наблюдения. Вскоре Блэк стал ассистентом Кэлэна, и последний часто упоминает имя своего ассистента в своих лекциях, как имя, авторитетное в определенных вопросах.

Следуя своим методическим привычкам, Блэк вел нечто в роде журнала, куда он заносил не только результаты своих экспериментальных исследований, но и различные замечания, относящиеся к медицине, к юриспруденции, или к искусству. При этом он практиковал «двойную бухгалтерию»: он вел еще особые книги, в которых эти заметки были распределены по различным специальностям. Вот из этих то журналов и могут быть заимствованы данные относительно большинства его важных открытий.

В то время химия была служанкой медицины. Влияние школы ятрохимиков, основанной Парацельсом, еще не исчезло, несмотря на то, что некоторые отдельные смелые исследователи и среди них Бойль, Мэйо и Хэльский успели сбросить с себя оковы еще до этого времени. Доцентура химии в Глазго рассматривалась, как ступень к лучше оплачиваемым должностям, и Кэлэн занимал ее одновременно с кафедрой по медицине с 1751 до 1756 года. Вероятно, по его совету Блэк в 1750 или в 1751 году отправился в Эдинбург для довершения своего медицинского образования. Сделал он это еще по той причине, может быть, что он имел в этом университете родственника, Джемса Русселя, профессора естественных наук, у которого он и поселился. Здесь он получил степень доктора медицины в 1754 г. Правда, он мог получить эту степень и в Глазго на три года раньше, но по основательности своего характера он хотел сделать действительно ценную

работу. И действительно, именно эта докторская работа доставила ему славу, но об этом позже.

В 1756 году, д-р Кэлэн получил кафедру химии в Эдинбурге, и Блэк, занимавшийся со времени получения им степени доктора медицины врачебной практикой, получил кафедру анатомии и доцентуру своего учителя по химии, ибо его авторитет в науке, которой он занялся, был уже тогда довольно высок.

Кафедру анатомии Блэк сохранил за собой ненадолго. Он был более склонен к практической медицине и с одобрения университета он обменялся кафедрой с профессором практической медицины. Занимая эту кафедру, он продолжал заниматься и врачебной практикой и Робисон говорит, что в эту пору своей жизни—ему было 32 года—он был очень любезен и имел очень приятные манеры. Он вообще был очень популярен, но особым любимцем был у дам. Насколько мы знаем, он не отличил ни одной из них, ибо до конца своей жизни он остался холостяком. Повидимому, дамы чувствовали себя весьма польщенными его вниманием, и нам рассказывают, что это внимание не бывало уделом всех без различий, а оказывалось только тем, которые отличались своим духовным ли развитием, или тонкими манерами, красотой и изяществом.

В 1766 году, д-р Кэлэн обменял свою кафедру химии в Эдинбурге на кафедру медицины, и университет и город единогласно решили пригласить на вакантную кафедру д-ра Блэка. Был он предложен университетом на эту кафедру еще в 1756 г., но городские советники, от которых зависел выбор, не обратили внимания на эту рекомендацию и выбрали Кэлэна. Теперь же Блэк был выбран единогласно и переехал в Эдинбург, где он и оставался до конца своей жизни.

С этого времени он всецело посвятил себя преподаванию и не жалел трудов, чтобы сделать свои лекции интересными и поучительными. Он иллюстрировал их многими опытами. Робисон рассказывает нам, что, при презрении Блэка к тщеславию актера, простота, элегантность и точность, с которыми Блэк производил свои опыты, были изумительны. Да и Брум хвалит его ловкость. «Я видел, как он переливал кипящую кислоту из одного сосуда в другой, из сосуда без носика—в трубку, держа при этом сосуды настолько далеко друг от друга, что струя получалась тонкая и вертикальная и ни одна капля не пропадала. Длинный стол, за которым он производил свои различные опыты, оставался до конца лекции таким же чистым, каким он был раньше,

чем на нем поместили аппараты. Ни капли жидкости, ни пылинки на нем не было видно».

Блэк оказал сильное влияние на отношение населения Эдинбурга в науке. Слава, которую он приобрел, как профессор, заставляла многих посещать его лекции не столько ради изучения химии, сколько ради интеллектуального наслаждения, которое эти лекции доставляли, и посещение его лекций стало модой.

После открытия Блэком углекислоты, изучение химии газов пошло быстрыми шагами вперед. Но в этом развитии он сам участия уже не принимал. Здоровье его никогда не было удовлетворительным, он много страдал от расстройства пищеварительного аппарата, да и легкие и дыхательные пути, повидимому, были поражены, ибо он харкал кровью. Но он усвоил изречение: «познай самого себя», и он с таким успехом урегулировал свою работу и так строго соблюдал диету, что он прожил долгую и спокойную жизнь.

«Счастливы народ, который не имеет истории», и бедная событиями жизнь Блэка была прожита счастливо. Он занимал свою кафедру более тридцати лет и дожил до счастливой старости в кругу многих близких друзей. Некоторое время его обвиняли в алчности, и Брум сообщает нам причину этого слуха: рассказывали, что на его рабочем столе стояли весы, на которых он взвешивал гиней, получаемые как гонорар. Но Брум защищает эту, может быть, несколько комическую привычку и возмущается этими обвинениями, а Робисон, который тоже об этом упоминает, замечает в примечании, что он знает не мало случаев, когда Блэк рисковал значительной частью своего состояния, чтобы помочь другу.

Когда силы его стали убывать, Блэк стал посвящать все больше и больше внимания своему здоровью, становясь все воздержнее в своей пище. Один из его близких друзей, д-р Фергюсон, так описывает его смерть, вполне достойную такого тихого и мирного философа. «26-го ноября 1799 г. он умер на 71-м году жизни, без всяких конвульсивных движений или удара, которые указывали бы на приближение смерти. Он сидел за столом за обычным своим обедом: немного хлеба, несколько слив и небольшое количество молока, разбавленного водой. Он держал стакан в руке, когда раздался последний удар пульса. Опустив руку со стаканом на колени, он удержал его, как человек, который прекрасно себя чувствует. В этом положении он умер, не пролив ни капли и не переменившись даже в лице, как будто

он хотел показать своим друзьям на опыте, как легко можно умирать».

Никто не мог себе представить, что он своей практикой составил такое состояние, которое он оставил. Завещание его носило немного фантастический характер: он разделил свое состояние на 10.000 частей, распределив их между множеством людей в различных частях и долях, соответственно его взглядам на их потребности или заслуги.

В «Эдинбургских портретах» Кей приведен рассказ о Блэке и Хэттоне, бывших почти неразлучными друзьями. Разговорившись на тему о дороговизне питательных продуктов, они обратили внимание на то, что морские моллюски очень ценятся в качестве питательного продукта, между тем как сухопутные моллюски не употребляются в пищу. Решив провести свои воззрения в жизнь, они собрали массу улиток, сварили их и сели за обед. Оба они приступили к еде весьма веселые и ни тот, ни другой не хотели обнаружить своих истинных чувств. Наконец, Блэк нарушил молчание, но осторожно, осведомляясь как будто о мнении своего сотрапезника. «Доктор, обратился он к нему в своем определенном и спокойном тоне, не полагаете ли вы, что у них немного... немного странный вкус?» «О, да, ужасно странный, уберите их, уберите их», вскричал доктор Хэттон, вскочив из-за стола и дав волю чувству отвращения.

Сообщенные здесь черты рисуют Блэка, как натуру спокойную, созерцательную. Но каррикатуры Кей указывают на то, что у него был достаточно развит юмор и он мог обнаруживать даже кое-какие следы едкой иронии. Портрет, изображающий его во время одной лекции, может быть, относится к лекции, в которой он едко анализирует возражения, сделанные против его учения о едких веществах немецким химиком Майером. Как сообщает нам Брум, «этот человек допускал, что существует некоторая кислота (он называл ее «Acidum pingue»), которая есть причина мягкости щелочей. Беспощадная суровость этой лекции, в которой Блэк бичевал невежество и догматизм этого нелепого теоретика, никогда не будет забыта его слушателями». Мне кажется однако, что Брум вряд ли правильно понял теорию Майера (ибо она чрезвычайно сходна с объяснением самого Блэка) или она была неправильно понята самим Блэком. На другом портрете Кей изображены Блэк и Хэттон, с подписью «философы». И здесь также Кей дал заметить, что Блэк, умел ценить шутку. Третий портрет изображает его на прогулке, и он дает нам представление о Блэке на 59-м году его жизни.

У Кэя мы находим также портрет д-ра Кэлэна, предшественника Блэка в Глазго и Эдинбурге и его друга в течение многих лет. Кэлэн умер в 1790 году, 81 года от роду.

В старые годы казалось каким-то чудом, что газ может быть собран на небольшом пространстве или что воздух может быть в большом количестве выделен из камня. Это было таким же чудом, как аравийский джин, огромной величины и дикого вида, выскакивающий из бутылки, о котором рассказывается в «Истории рыбака», одной из предельных сказок «Тысячи и одной ночи». Правда, еще в середине семнадцатого столетия Роберт Бойль сделал знаменитое открытие свое относительно давления воздуха, доказав, что, чем больше давление, которое испытывает газ, тем меньше пространства он занимает. Но как бы ни было велико давление, воздух Бойля оставался воздухом. Можно было бы подумать, что превращение воды в пары могло бы убедить людей в том, что, по меньшей мере, жидкость может быть превращена в газ. Но так как пары легко переходят опять в воду, то не было, повидимому, обращено внимания на сравнительно большое пространство, занимаемое самими парами. Только с открытием Блэка, что из мрамора выделяется двуокись углерода или «фиксируемый воздух», как он называл ее, было обращено внимание на то, что газ может быть выделен из твердого тела. Кроме того, особое свойство этого газа—что он может быть фиксирован—совершенно отличало его от обыкновенного воздуха. Правда, Стивен Хельс, ботаник, подверг перегонке много веществ растительного, животного и минерального происхождения, среди которых было не мало таких, которые должны были дать нечистый водород, болотный газ, двуокись углерода или кислород. Но он ограничился только определением объемов газов, которые он получал из известного веса тех веществ, а свойствами их не интересовался. На основании многих своих опытов он пришел к выводу, что «наша атмосфера есть хаос, состоящий не только из упругих, но и из не упругих частичек воздуха, содержащихся в нем массами, как сернистых, соляных, водяных и землистых частичек, которые никоим образом не могут быть приведены в такое перманентно-упругое состояние, так и из таких частичек, которые образуют истинный перманентный воздух». Таково было обычное в то время представление о природе воздуха.

Интересен повод, давший толчок к знаменитому открытию Блэка. Роберт Вальполь и брат его, Гораций, впоследствии лорд Вальполь, страдали от камней в моче-

вом пузыре. Им казалось, что они получили некоторое облегчение от лекарства, придуманного некоей мистрис Стефенс.

При их содействии она получила 5.000 фунтов стерлингов за раскрытие своей тайны, которая и была напечатана в «Лондонской Газете» 19-го июня 1739 г. Описание его было таково:

«Мои лекарства суть: порошок, отвар и пилюли. Порошок состоит из яичной скорлупы ¹⁾ и улиток ²⁾ прокаленных. Чтобы получить отвар, нужно варить некоторые травы ³⁾ с шаром, приготовленным из мыла ⁴⁾, обугленного кресса и меда. Пилюли состоят из прокаленных улиток, семени дикой репы, репейника и овса (все они должны быть обуглены), мыла и меда».

Д-р Кэден и его коллеги оспаривали действительность столь странного и едкого средства и, чтобы найти более мягкую щелочь для медицинских целей, Блэк приступил к своим опытам над магнезией. Опыты эти были описаны в статье, носящей заглавие «Опыты над белой магнезией, едкой известью и некоторыми другими щелочными веществами». Это была химическая часть его докторской диссертации, которую он представил в Эдинбурге в 1754 году. К опытам же он приступил в 1752 году. Вся же его докторская диссертация носила следующее латинское заглавие: «De humore Acido a Cibis orto, et Mgnesia Alba». В следующем году работа эта была напечатана.

Средства, употреблявшиеся в медицине для растворения мочевых камней, обладали все едкими свойствами: «Lapis causticus» или едкое кали и едкий натр.

Вещества эти получались из мягких щелочей, т. е. карбонатов, растворы которых варились с гашеной известью, получаемой из едкой извести с водой. Едкая же известь образуется нагреванием на огне известкового камня, откуда он и получает свои едкие свойства. Принимали, что эти свойства исходят от огня, эссенция которого, так сказать,

¹⁾ Яичная скорлупа и улитки прокаливались в течение восьми часов в тигле, окруженном углем, и затем помещались в глиняном сосуде в сухую комнату, где они и оставались в течение двух месяцев. Здесь скорлупа становилась мягкой на вкус и распадалась в порошок.

²⁾ Улитки нагревались в тигле до полного удаления запаха и затем в ступке истерты в порошок. Пропорция была такова: 6 частей яичной скорлупы на одну часть порошка улиток. Последний мог быть приготовлен только в мае, июне, июле и августе.

³⁾ Травы для отвара: зеленая ромашка, сладкий укроп, петрушка и репейник; листья или корни.

⁴⁾ Лучшее аликантское мыло.

поглощается. При варке мягких щелочей с известью эта эссенция, как предполагали, переходит к щелочам, которые вследствие этого и становятся едкими. В качестве растворителя мочевых камней употреблялась известковая вода или раствор едкой извести, и желание получить из горькой соли менее едкое растворяющее средство побудило Блэка к его исследованиям.

Как это доказывает лабораторный дневник его, Блэк приступил к своим опытам со старыми представлениями. Он пытался добыть материю огня в тот момент, когда она выделяется из извести, между тем как последняя на воздухе становилась мягче. Он произвел, повидимому, несколько опытов в этом направлении, ибо в дневнике записано: «ничего не выделяется, сосуд сильно приподымается, так как воздух поглощается». Двумя страницами дальше он заносит в дневник опыт, в котором он хотел сравнить потерю в весе, испытываемую унцией известкового камня при накаливании, с той потерей, которая получается при растворении ее же в «Spiritus salis» (соляной кислоте). Здесь, повидимому, ему стала выясняться причина мягкости и едкости веществ.

Несколькими страницами дальше, другая запись доказывает, что ему удалось разрешить загадку. «Если я осаждаю известь обыкновенной щелочью, то никакой пены нет. Воздух оставляет щелочь и переходит к извести. Но это уже не известь, а с. с. с. Теперь это пенится, чего при хорошей извести не бывает».

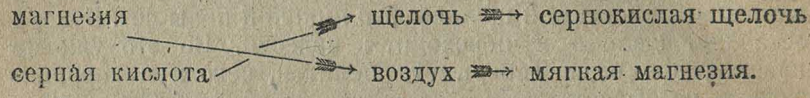
Обратимся теперь к тому ходу мыслей, который привел его к этому выводу.

Получив «мягкую магнезию» осаждением из горькой соли или сернокислой магнезии с углекислым калием (поташем), он нашел, что она «быстро-растворяется с бурным выделением воздуха кислотами купороса, селитры или обыкновенной соли, а также дистиллированным винным уксусом». Далее, он нашел, что свойства полученных при этом солей, сернокислой, азотнокислой, хлористой и уксуснокислой магнезии, были совершенно другие, чем свойства обыкновенных щелочных земель, что если он перегонял их с нашатырем или хлористым аммонием, то на горлышке реторты осаждались летучие кристаллы нюхательной соли (углекислого аммония); эти кристаллы с остатком, образовавшимся в реторте (хлористой магнезией), давали снова мягкую магнезию. Затем он нашел, что тот же результат получается, если варить мягкую магнезию с любыми «известковыми веществами» (известковыми солями); в то время, как кислота оставляет известь, чтобы соединиться с магне-

зией, снова осаждается мягкая магнезия, если обработать образующиеся растворы щелочами (т. е. карбонатами).

Если сильно нагреть мягкую магнезию, то она превращается в белый порошок, растворяющийся в кислотах, без выделения пузырьков. Кроме того она при накаливании теряет $\frac{7}{12}$ своего веса. Внимание Блэка устремляется на эту улетающую часть. Чтобы снова получить ее, он растворяет остаток в серной кислоте и снова осаждает его щелочью (карбонатом). Полученный белый порошок растворяется в кислотах с обильным выделением пузырьков и «снова получает все свойства, которые он потерял при накаливании. Кроме того он увеличился в весе почти на столько же, сколько он потерял при накаливании; а так как он растворяется в кислотах с образованием пузырьков, то часть его веса, без сомнения, должна быть приписана воздуху».

Блэк сделал здесь огромный шаг вперед; он взвесил газ в связанном состоянии. Он приходит, далее, к следующему выводу: «отсюда ясно, что кислота вытеснила воздух из щелочи и он перешел к магнезии». Происшедшее здесь взаимодействие мы можем наглядно представить следующим образом:



Ближайший шаг вперед был узнать, не теряет ли мягкая магнезия столько же в весе при растворении в кислотах, как при накаливании. Может быть, вследствие растворимости фиксируемого воздуха в воде, потеря в весе при растворении магнезии оказалась значительно меньше (35 гран из 120), чем при накаливании (78 гран из 120). Количество же кислоты, необходимой для растворения магнезии, практически оставалось одним и тем же, нагревалась ли она раньше или нет (267 и 262 грана)¹⁾.

Теперь Блэк обратил свое внимание на известь. Он растворил известковый камень в соляной кислоте и обработал раствор щелочью; между вновь полученным известковым камнем и первоначальным не оказалось никакой разницы. Так он впервые отделил фиксируемый воздух от известки и затем опять соединил их. Эти опыты заставили Блэка сделать тот вывод, что фиксируемый воздух должен иметь

¹⁾ Так как Блэк, по всей вероятности, работал с основным карбонатом, то полученное им понятно, ибо при накаливании удаляется и углекислота и вода, а при растворении в кислотах — только первая. Оствальд.

свойства кислоты, ибо он превращает едкую известь, жесткую землю, как он называл ее, в известковый камень, или мягкую землю, а причина мягкости должна заключаться в соединении с фиксируемым воздухом.

Этим объясняется также тот странный факт, что мягкая магнезия при смешении с известковой водой дает чистую воду: фиксируемый воздух оставляет магнезию и соединяется с известью, а образовавшаяся мягкая известь, как и магнезия, не растворима в воде. Подобным же образом объясняется действие едкой извести, каустизирующее фиксируемые щелочи: едкая известь извлекает фиксируемый воздух из щелочей, вследствие чего эти последние становятся едкими, а она становится мягкой.

Развивая эти свои мысли далее, Блэк пришел к заключению, что, если прибавить едкую щелочь к горькой соли или сернокислой магнезии, то должна получиться магнезия, не дающая пузырьков с кислотами, ибо здесь фиксируемого воздуха нет, и что едкие щелочи должны осаждать из известковых солей известь, обладающую едкими свойствами, но связанную с водой.

Были произведены соответственные опыты над известковым камнем с кислотами и прокаливанием и получены те же результаты, что и при магнезии.

Оставалось еще доказать, что фиксируемый воздух не имеет свойств обыкновенного воздуха. Для этого Блэк поместил сначала 4 унции известковой воды и потом 4 унции обыкновенной воды под колокол своего воздушного насоса и высосал воздух, в обоих случаях он получил почти равное количество воздуха. Отсюда следовало, что воздух, притягиваемый известью, отличается от воздуха, растворенного в воде. Едкая известь не притягивает воздуха, обладающего обычными своими свойствами, а она способна соединяться только с особым видом его, «рассеянным в воздухе или в виде очень тонкого порошка, или — что вероятнее — в виде упругой жидкости. Вот эту жидкость я, может быть, весьма неудачно, назвал фиксируемым воздухом; при всем том мне кажется лучшим пользоваться названием, нашедшим уже применение в науке, чем придумывать новое название раньше, чем будут более выяснены природа и свойства этого вещества».

Далее, необходимо было исследовать природу едких щелочей и установить, увеличиваются ли они в весе, когда они становятся мягкими. Это и было достигнуто косвенным путем, когда было определено, сколько нужно по весу кислоты для насыщения едкой щелочи с одной стороны и

винного камня, т. е. углекислого калия—с другой. Оказалось, что в первом случае нужно шесть мер кислоты, а во втором—пять. Определение Блэка довольно точно; ошибка его не превышает четырех процентов. Прибавив серную кислоту, он доказал, что едкая щелочь не содержит извести и потому не ей обязана своими едкими свойствами.

Чтобы доказать, что известковый камень, или магнезия «теряют свой воздух», когда они растворяются в кислотах, и снова его получают при прибавлении мягкой щелочи, а кислота переходит к щелочи, Блэк прибавил едкую щелочь к раствору горькой соли и получил осадок магнезии, растворявшийся в кислотах без образования пены, что доказывало, что здесь нет фиксируемого воздуха. Прибавив едкую щелочь к раствору извести, полученному при помощи соляной кислоты, он получил известь, растворявшуюся в воде с образованием известковой воды, которая ничем не отличалась от обыкновенной известковой воды. Он приходит к следующему выводу: «Будь у нас метод, чтобы освободить фиксируемую щелочь от ее кислот и предупредить при этом соединение ее с фиксируемым воздухом, мы получили бы ее в едком состоянии». Это, правда, может быть достигнуто нагреванием селитры с древесным углем, но щелочь оказывается тогда насыщенной воздухом. То же самое происходит, если прокалывать щелочные соли растительных кислот. Блэк подозревает, что фиксируемый воздух должен образоваться (в первом случае) или из селитры, или из угля (в действительности он образуется из обоих; ибо селитра дает кислород, а уголь — углерод). Во втором случае, замечает он, растительные кислоты огнем не отделяются от щелочей, а скорее разрушаются. Как близок он был к открытию, что фиксируемый воздух образуется из угля!

Таково исследование Блэка о фиксируемом воздухе. И доказав, что газ удерживается твердым телом, а прокаливанием или действием кислоты может быть из него выделен, он несколько позже задается вопросом о причине этого. Он открыл, что причина фиксирования воздуха заключается в том, что он назвал скрытой теплотой. Исследование это не было, однако, произведено с этой целью; связь между обоими исследованиями была чисто случайной, хотя она и имеет фундаментальное значение.

От 1759 до 1763 года он развил свои представления о количествах теплоты, необходимой для того, чтобы нагреть различные тела равного веса до одной и той же температуры. Бургаве принимал, что в равных пространствах различных тел содержатся равные количества те-

плоты, независимо от природы материи, наполняющей эти пространства; основание для этого допущения он усматривал в том, что термометр, приведенный в соприкосновение с различными телами в одном и том же помещении, показывает всегда одну и ту же температуру. Здесь перед нами смещение теплоты с температурой. Это было замечено Блэком, который указал на то, что необходимо различать между количеством и интенсивностью теплоты. Последняя есть то, что мы в настоящее время называем температурой. Он цитирует слова Фаренгейта, что равные количества воды различных температур, смешиваясь, дают, правда, среднюю температуру, но для того, чтобы достигнуть того же, если взять ртуть и воду, то первой приходится брать три количества на два количества второй, что соответствует двадцатикратному весу ртути.

Блэк и выражает это, говоря, что теплоемкость ртути значительно меньше теплоемкости воды.

Еще раньше, в 1757 году, Блэк произвел эксперименты, которые привели его к таким воззрениям. Он заметил, что когда лед, или какое-нибудь другое твердое вещество переходит в жидкое состояние, то поглощается гораздо больше теплоты, чем это можно констатировать на нем при помощи термометра. Вещества поглощают значительное количество теплоты, не становясь, однако, заметно теплее. И наоборот, если жидкость отвердевает, то из нее выделяется значительное количество теплоты, которая то же не могла быть констатирована раньше при помощи термометра.

Тогда он приступил к определению количества теплоты, поглощаемой определенным количеством льда при плавлении. В большом пустом пространстве, где температура оставалась достаточно постоянной, он повесил в 18 дюймах друг от друга две колбы; в одной он поместил пять унций льда температуры 31° по Ф., а в другой — воду температура 33° по Ф. Во вторую он поместил также точный термометр. Температура помещения была 47° по Ф. Через полчаса температура воды поднялась до 40° по Ф., а лед весь расплавился через $10\frac{1}{2}$ часов. Итак, для того, чтобы расплавился лед, потребовалось в 21 раз больше времени, чем для того, чтобы вода нагрелась на $40 - 33 = 7^{\circ}$, что составляет $7 \times 21 = 147$ единиц. Пять унций воды тем же количеством теплоты нагрелись бы на 147° по Ф. Но по истечении $10\frac{1}{2}$ часов температура ледяной воды была только на 8° выше точки таяния, так что $139 - 140$ градусов, «были поглощены тающим льдом и скрыты в воде, в которую этот лед превратился».

Затем форма опыта была изменена. Блэк взвесил кусок льда и опустил его в воду определенного веса и известной температуры. Теплая вода стала гораздо более холодной, чем в том случае, если бы к ней прибавили равное количество воды 32° Ф. В этом втором опыте количество теплоты, необходимой для таяния льда, оказалось равным количеству, которое необходимо, чтобы нагреть равное количество воды на 143° Ф.

Затем был произведен третий опыт, из которого явствовало, что если поместить кусок льда в воду равного веса и температуры 176° Ф., то он расплавляется и вся смесь принимает температуру 32° Ф. Ясно, следовательно, что для того чтобы растаял лед, потребовалось $176 - 32 = 144$ градуса—результат, вполне совпадающий с предыдущим. Таким образом, скрытая теплота воды составляет в единицах Ф. около 142 или 143. Самые точные современные измерения дают 79,5 единиц Ц., соответствующих 143 единицам скалы Фаренгейта. Как ни странно, эта основная величина не установлена до сих пор с привычной для нас точностью и цифры тут колеблются до $\frac{1}{700}$. Определение Блэка замечательно хорошо, если принять в соображение те грубые средства для измерения, которыми он вынужден был тогда пользоваться.

Содержание этих исследований было сообщено философскому клубу или обществу профессоров и других членов университета в Глазго в 1762 году и в ближайшем же году излагалось на лекциях студентам. Блэк предложил Ирвину, своему ученику и будущему преемнику на кафедре в Глазго, определить скрытую теплоту спермацета и пчелиного воска, и тот нашел, что и эти вещества при плавлении поглощают теплоту, не отмечаемую термометром. Когда же он захотел распространить это положение на область, лежащую далее отношений, существующих между твердым и жидким, он впал в заблуждение. Так, он полагал, например, что значительное повышение температуры при ковке железа, когда ловкий кузнец может добиться даже накаления железа до красна, следует сводить к «развитию скрытой теплоты, благодаря ударам молота». Он не понял того, что теплота создается механической работой и что работа может быть превращена в теплоту. Это открытие было сделано лишь 80 слишком лет спустя Майером и Джоулем, хотя его и предвидели еще в начале XIX столетия Румфорд и Дэви.

Подобные же опыты Блэк произвел для определения

скрытой теплоты пара. Он сравнивал здесь время, необходимое определенной количеству воды, чтобы нагреться до определенной температуры под влиянием постоянного источника теплоты, с временем, необходимым ей, чтобы превратиться в пары. Определение его—что для превращения одной части воды в пары необходимо 830 единиц тепла—не оказалось точным, ибо в действительности для этого нужно 967 единиц скалы Фаренгейта. Блэк приводит опыты Бойля, Робисона, его преемника на кафедре в Глазговском университете и предшественника своего Кэлэна, которые получали понижение точки кипения с уменьшением давления; он правильно приписывает это более свободному удалению паров, как и поглощению теплоты парами, вследствие чего жидкость, из которой выделяются пары, более охлаждается.

Этими воззрениями Блэка друг его, Джеймс Уатт, воспользовался для конструкции конденсатора, который, как известно, произвел целую революцию в постройке паровых машин и тем самым во всей нашей промышленной и социальной жизни. Воззрения эти были затем развиты далее многими учеными и среди них такими великими учеными, как Джоуль, Клерк Максвелль, Раякин, Джеймс Томсон, лорд Кельвин, Клаузиус со стороны физической и американец Вильярд Гиббс—со стороны химической, так что они в настоящее время образуют истинный фундамент обоих, близко родственных наук, физики и химии.

Великое химическое открытие Блэка—что существует газ, несомненно отличный от атмосферного воздуха, так как он фиксируется щелочами и щелочными землями,—привело к народжению, так называемой, «пневматической химии» и имело своим последствием открытие кислорода Пристлеем, азота Рутерфордом, водорода Кэвэндишем и Уаттом, как и новейшие открытия аргона и родственных ему газов, содержащихся в атмосферном воздухе. В действительности все газы атмосферы были открыты шотландцами и англичанами¹⁾.

Далее, Блэк доказал, что как разложение сложного соединения на более простые его составные части, так и образование его из этих частей могут быть прослежены при помощи весов; и это доказательство имело своим послед-

¹⁾ Справедливость требует, однако, сказать, что одновременно с Пристлеем кислород был открыт также шведским ученым Шееле.

ствием все дальнейшее развитие химии. Только в последние годы Беккерель открыл действие урановых руд и соединений на разряжение электроскопа, г-жа Кюри открыла одну из причин этого явления, именно существование нового элемента радия, а Рутерфорд и Содди изолировали развивающиеся из радия и тория газы, и химик получил в электроскопе ещё более чувствительный прибор. Мы находимся в начале новой эры. Каждое открытие нового принципа исследования знаменует собой начало новой эры в развитии науки, и сложный характер некоторых, так называемых, элементов выступает в их электрических свойствах почти таким же образом, как разложимость химических соединений была доказана Блэком в 1752 году.
