Российский химико-технологический университет им. Д. М. Менделеева

# Кафедра философии

*Очерк на тему*

**«РОБЕРТ БОЙЛЬ»**

Выполнила студентка гр. ЭкЛ-51 Беспечная О. А.

Москва, 2000 год

Роберт Бойль был седьмым сыном Ричарда Бойля, графа коркского, вельможи времен Елисаветы Английской. Первоначальное воспитание и обучение получил дома и в коллегии в Итоне, а на двенадцатом году был послан отцом в Женеву, где учился несколько лет под руководством одного француза, а потом завершил свое образование путешествием в Италию и Францию. Возвратившись в Ирландию, Бойль после смерти отца получил значительное состояние и поселился в своем поместье Сталльбридже, занимаясь сначала преимущественно философией и религией.

Кажется, термин “химический анализ” впервые упомянут Р. Бойлем в письме к Ф. Клодию, написанном в 1654 г. в имении Бойля, которое находилось в Ирландии. “Я живу здесь в варварской стране, — пишет Бойль, — где химический дух так неправильно воспринимается, а химическим оборудованием так трудно себя обеспечить, что нечего и думать об алхимии, так как что-либо осуществить здесь невозможно... Что касается меня, то я не могу жить бесполезно или быть совершенно чуждым изучению природы. Поскольку я не имею колб и печей, чтобы выполнять химические анализы неживых объектов, я упражняюсь в анатомировании животных”.

В 1654 г. переселился в Оксфорд, где стал более предаваться занятиям физикой и химией, и участвовал в основании Общества Наук, которое потом в 1668 г. переместилось в Лондон, а впоследствии под названием Лондонского Королевского общества получило большую известность. Бойль не был женат; из должностей исправлял обязанности президента лондонского Королевского общества и много лет был одним из директоров Ост-индской компании. Все свое состояние и все свои силы он употребил на изучение природы и на распространение религиозных христианских понятий. В изучении природы он был последователем Бэкона Веруламского, противником схоластической философии и давал предпочтение опыту перед умозрением; иногда это направление мешало ему делать обобщения смысла замеченных им явлений. Весьма важный физически закон сжатия газов, который носит теперь его имя (Бойля-Мариотта закон), остался бы может быть незамеченным Бойлем, если б не первоначальное указание его ученика Richard'a Townley на правильность сжатая газов с увеличением давления в опытах Бойля. В Бойлье олицетворяется реакция прежнему схоластическому направлению, так долго господствовавшему в науке и служившему тормозом в исследовании природы: все его экспериментальные работы и сочинения выставляют на вид могущественное значение опыта в физике и химии. Кроме открытия закона сжатия газов, а именно зависимости упругости газа от занимаемого им объема, Бойль показал, что теплая вода закипает при разрежении окружающего ее воздуха, но не обобщил значения этого важного опыта, т. е. не показал, что температура кипения воды, вообще, зависит от давления воздуха и паров воды на ее поверхность. Он доказал, что явления волосности, а именно поднятие жидкостей в узких трубках, происходит в разреженном пространстве, чем и опровергнул существовавшее тогда мнение, что в этом явлении участвует атмосферное давление. Опыт ему показал также, что сифон не может в разреженном воздухе служить для переливания жидкостей, что дым, как и всякое другое тело, падает, следовательно подвержен действию тяжести, что трение тел и гашение извести отделяют теплоту и в разреженном воздушном пространстве. Эти и многие другие опыты Бойль производил при помощи воздушного насоса, незадолго перед тем изобретенного Отто фон Герике, но получившего различные усовершенствования в руках Бойля После появления сочинения Герике, в котором описаны его опыты над электричеством и магнетизмом, Бойль Занялся воспроизведением этих опытов и внес в них, как всегда, нечто новое; однако он иногда ошибался, как например в том случае, когда полагал, что железо отпадает от магнита под колоколом воздушного насоса, вследствие разрежения воздуха. Бойль производил и оптические исследования, и заключил из них, что цвета не составляют собственно принадлежности вещества, а происходят от некоторых изменений, производимых светом на поверхности тел, вследствие чего они различно действуют на зрение; вообще он полагал, что все цвета суть видоизменения белого. Было бы долго перечислять все опыты Бойля, из которых многие устанавливали тот или другой новый факт; но упомянем еще, что громадную силу расширения, обнаруживающуюся при замерзании воды, он испытывал и доказал, заморозив воду, наполнявшую железный ствол; при образовании льда железная трубка была разорвана с одного конца. Бойль убедился, что лед испаряется даже при значительно низких температурах, что соли в смешении со льдом или снегом производят охлаждение, и при этом обращаются в жидкость - важное замечание. Бойль принимает, подобно своим предшественникам, существование в природе абсолютно пустого пространства, в котором находятся материальные частицы определенной величины и формы; атомы жидкостей находятся в постоянном движении, а твердых тел - в покое, промежутки же между частицами наполнены некоторым очень тонким веществом. Для объяснения сцепления твердых тел он ошибочно принимает давление на них воздуха - общераспространенное тогда мнение. Физические и химические изменения вещества Бойль объяснял соединением и разъединением атомов, отрицал существование четырех элементов (Аристотель) или трех алхимических, и высказал проницательную догадку, что истинные элементы будут найдены при последовательном разложении тел. Последняя часть его теоретических взглядов получила подтверждение в новейшей химии; что же касается его экспериментальных химических работ, то, хотя он и показал, что воздух изменяется от горения в нем тел, и что некоторые металлы увеличиваются в весе при накаливании, и что действием уксуса на мел, или соляной кислотой на железо получаются газы, но не извлек из своих работ никаких теоретических заключений. Повторяем, что его время было эпохой протеста против схоластики, явления природы были весьма мало известны и потому опыты Бойля, описанные им с чрезвычайной точностью и подробностью, имели большую важность, даже будучи не всегда верно истолкованы и обобщены. Главной его заслугой остается все-таки формулирование закона относительно упругости и соответственного объема воздуха. Другая сторона деятельности Бойля была религиозная и богословская. В юности пылкое воображение увлекало его в сторону крайних идей. Находясь под влиянием сильных впечатлений, он выражался следующим образом о своем настроении: "Демон воспользовался моей меланхолией, наполнил душу ужасом и внушил сомнения в основных истинах религии". В таком состоянии он додумался до самоубийства, от которого его удержала только мысль, что душа его попадет в ад. Он решился рассеять свои сомнения чтением Библии в подлиннике и потому занялся изучением еврейского и греческого языков. Впоследствии его убежденность выразилась учреждением духовных миссий в Индии, переводом и напечатанием Библии на ирландском и гаэльском наречиях. Он по завещанию (1661) оставил капитал для основания ежегодных чтений о главнейших истинах откровения и естественной религии. Это было причиною появления впоследствии богословских трактатов Клерка, Бентлея, Дергема и др. Сам Бойль написал о согласовании разума с религией, о натуралисте христианине и т.п.

Бойль был одним из первых, кто попытался создать химию как теоретическую науку, построенную на принципах механической натурфилософии, представителей которой (т.е. естествоиспытателей своего времени) Бойль называл "корпускуляристами". Во времена Бойля химия все еще рассматривалась по преимуществу как особого рода искусство, целью которого было превращение металлов или создание новых фармакологических препаратов. Стремясь превратить химию в науку, Бойль считал необходимым опереться на определенные теоретические принципы - а именно принципы атомизма (корпускуляризма), рассматривая при этом все формы корпускуляризма (включая и декартовский) как имеющие основную общую предпосылку - механическое взаимодействие частиц материи. С точки зрения Бойля, атомизм дает возможность научного объяснения всех явлений природы, сущность которых ранее стремились понять с помощью перипатетических "субстанциальных форм", "скрытых качеств", "симпатии" и "антипатии" элементов и т.д. Почти все качественные определенности природных объектов и процессов могут, по Бойлю, быть объяснены с помощью движения, величины, фигуры и расположения атомов. В этом вопросе Бойль полностью разделяет убеждение Галилея, Декарта, Ньютона и других в субъективном характере чувственных качеств и пытается внедрить механистическую программу исследования в химию, где она к тому времени еще не получила широкого применения.

В отличие от античного атомизма Лукреция, а также атомизма Гассенди, Бойль не наделял атомы вечным движением; подобно Декарту, он видел основное определение материи в протяжении, а движение считал происходящим от высшего, божественного начала, а не от материи как таковой. В этом состоит специфика атомизма XVII в. в отличие от более поздних его форм: Декарт, Бойль, Гюйгенс, Ньютон - большинство ученых, в той или иной мере использовавших в своих построениях принцип атомизма, отличали его как начало материи от иного, высшего начала силы и движения. С этой особенностью связана и другая черта атомизма Бойля - рассмотрение им атомов не как неких самостоятельных субстанций, имеющих в самих себе все свои определения и все свое "содержание", как это мы видели у Демокрита, Эпикура, Лукреция. Они, скорее, вторичны, производны от движения, в том смысле, что без движения их свойства не могут вообще быть реализованы, а остаются чем-то вроде предпосылки. "...Хотя величина, фигура, покой, расположение (situation) и сочетание (texture) сопутствуют природным явлениям, однако по сравнению с движением они во многих случаях кажутся результатами, а во многих других - едва ли не более чем условиями, предпосылками, причиной sine qua non, лишь модифицирующими то воздействие, которое одна часть материи производит на другую посредством движения". Корпускулы у Бойля имеют даже меньше "субстанциональности", самостоятельности, чем мы это видели у Декарта.

Атомизм Бойля имеет и еще одну весьма характерную особенность: Бойль мыслит корпускулы не по аналогии с мельчайшими "кусочками вещества", а по аналогии с невидимыми глазу, мельчайшими "инструментами", "орудиями", благодаря которым видимый нами мир представляет собой нечто вроде гигантских часов, приводимых в движение "часовщиком Вселенной" - Богом.

Для механицизма XVII в. именно такое понимание очень характерно, мы встречаем его также и у Лейбница, который говорит, что созданная Богом "машина мира" является "машиной" вплоть до мельчайших своих деталей: все ее части и части этих частей до бесконечности представляют собой механизмы в отличие от тех машин, которые строит человек, употребляя в качестве деталей уже далее не обработанное вещество. Вот почему аналогия Вселенной с часами является такой популярной в науке XVII в.: она предполагает, что эти "вселенские часы" созданы "Мастером" и им же приводятся в движение. Объясняя целесообразность как мира в целом, так и всех его элементов, Бойль пишет: "По нашему мнению, это так, как в редкостных часах, например, находящихся в Страсбурге, где все искусно слажено; и, когда механизм приведен в движение, все происходит в соответствии с первоначальным замыслом мастера, и движения маленьких статуй, совершающих в определенные часы известные действия, как и движения заводных кукол, не требуют особого вмешательства мастера или какого-нибудь его разумного помощника, но выполняют свои функции в положенные сроки, благодаря общей и первоначальной слаженности всего аппарата".

В отличие от деистов, которые полагали, что после того, как мир был сотворен и ему было сообщено движение, механизм мира не нуждается в божественном вмешательстве, Бойль был убежден, что законы мироздания поддерживаются благодаря непрерывному содействию Бога, а потому не может быть исключена и возможность чудес. Согласие механики с библейским вероучением у протестантов Бойля, Гука, Ньютона было предметом их постоянной заботы, что существенно отличало их от Галилея, Гассенди и Декарта.

Сравнение Бойля с Гассенди интересно еще и потому, что показывает, какие большие различия существовали между атомистами XVII в. Гассенди тяготеет к эпикурейскому атомизму, признавая основные положения последнего, в том числе и убеждение в том, что мир возник в результате случайного скопления атомов, что из их случайных движений и сочетаний возникают предметы и явления внешнего мира. Гассенди также приписывал подвижность самим атомам, соглашаясь в этом пункте с Эпикуром и Лукрецием и существенно расходясь с Декартом, Бойлем и другими своими современниками, не наделявшими материю движением. Эпикуреизм близок Гассенди также и в мировоззренческом аспекте, тогда как пуританин Бойль, напротив, склонен скорее к аскетизму и, подобно Ньютону, в научной деятельности видит своего рода аскезу в миру.

Но есть и еще более важное различие между атомизмом Бойля, с одной стороны, Эпикура, Лукреция и Гассенди - с другой. Если для Гассенди все многообразие явлений зависит прежде всего от формы, размера и веса атомов, то, с точки зрения Бойля, для которого атом - не просто частица материи, но скорее инструмент, главные характеристики атомов - это их движение и связанное с этим последним взаимное отношение, расположение или сочетание атомов. Если античные атомисты описывали многообразие *форм* атомов, то Бойль описывает многообразие свойственных им движений. Движения могут быть различными по скорости, говорит Бойль, равномерными и неравномерными, при этом неравномерное движение может быть замедляющимся или ускоряющимся, тело может двигаться по прямой или по самым различным кривым, которых гораздо больше, чем их описали до сих пор геометры; движения могут быть волнообразными, тела могут обладать сложными движениями, поступательными и вращательными одновременно, и все эти виды движений могут вступать между собой в бесконечное множество соотношений. Вот эти движения и их многообразие как раз и обусловливают действие частиц, которые Бойль называл minima naturalia или prima naturalia.

Бесконечное многообразие движений порождает бесконечное многообразие отношений между корпускулами, а также, по-видимому, внутри корпускул. "Для Бойля, в сущности, безразлично, имеют ли такие корпускулы "простую" или "сложную" природу, - пишет в этой связи В. П. Зубов, - важно, что их составные части столь крепко соединены, "что их нельзя совершенно разъединить или рассеять ни посредством того градуса огня или жара, когда материя, как принято говорить, улетучивается, ни посредством осаждения", т.е. мокрым путем... Простые (неразложимые) в химическом отношении тела могут иметь, по Бойлю, весьма сложную физическую структуру".

Поскольку корпускулы, таким образом, наделены определенной структурой, а последняя может быть в принципе изменена, а тем более может быть изменена структура, составленная из этих корпускул, учитывая, что эта перестройка связана с изменением того типа движений, которыми эти структуры и определяются, то понятно, что Бойль должен допускать трансмутацию природных тел, элементов, т.е. допускать возможность превращения едва ли не любой вещи в другую. В этом пункте тоже существует принципиальное различие между атомистами древними и новыми. При химическом взаимодействии тел, по мысли Бойля, происходит не просто соединение и разъединение одних и тех же неизменных атомов, своего рода постоянных "кирпичиков" мироздания, - напротив, при этом взаимодействии видоизменяются отношения между атомами, появляются их новые сочетания. А это значит, что в атомистической концепции Бойля не столь важны сами атомы как неизменные субстанции, сколько отношения между ними, которые воплощаются в различные виды движений.

Убеждение в возможности трансмутации элементов и радикального изменения природы тел ведет у Бойля к новому пониманию эксперимента, его сущности и его главной цели. Хотя родоначальником экспериментального метода нового времени обычно считают Галилея, но большинство экспериментов Галилея, как мы уже видели, представляют собой как бы "вещественное" воплощение теоретического построения, - их целью является экспериментальное обоснование допущения, после которого это допущение становится подтвержденной теорией. Не случайно у Галилея мы так часто встречаем мысленный эксперимент.

Не так обстоит дело у Бойля. Как справедливо пишет в этой связи Т. Кун, цель эксперимента у Бойля, так же как и у Гильберта, Гука и др., состоит в "обнаружении природных реакций в таких условиях, которые раньше не наблюдались и тем самым не существовали". Главное отличие от Галилея заключается при этом в том, что Бойль заранее не может предсказать, как поведут себя природные тела в той или иной химической реакции. Хотя, как мы уже отмечали, именно Бойль хотел превратить с помощью атомистической гипотезы химию в науку, тем не менее его экспериментальная практика оставалась ближе всего к тому пониманию эксперимента, какое предложил Фр. Бэкон. И это сказывается не только в том, что Бойль подчеркивает практическую пользу науки, не только в его стремлении к изменению природы, из которого растет его экспериментальный метод, но, что не менее важно, в его ориентации на *реальный,* а не мысленный эксперимент, т.е. на такой эксперимент, исход которого неизвестен, потому что экспериментатору непонятно, какие именно изменения происходят с веществом во время соединения его с другим. Т. Кун в интересной статье, посвященной анализу математической и экспериментальной традиции в развитии физики, указывает на различие двух типов эксперимента, которые опираются на разное понимание опыта: пассивное наблюдение и активное вмешательство в ход природных процессов. Первую традицию он называет математической, или классической, а вторую - в собственном смысле экспериментальной, или бэконианской. В науке нового времени, по мнению Куна, нашли себе применение обе: первая - по большей части у Галилея, Торричелли, в ньютоновских "Началах", т.е. прежде всего в механике, вторая - главным образом в химии, а также при изучении магнетизма и электричества.

Здесь, однако, нужна оговорка. Хотя отмеченное Куном различие в понимании эксперимента действительно имело место в науке XVII-XVIII вв., однако видеть в галилеевском эксперименте продолжение античного понимания опыта как наблюдения было бы неверно. Как раз тенденция к созданию искусственной, противоречащей видимому опыту ситуации была одинаково характерна как для галилеевского, так и для бойлевского эксперимента - ведь и Галилей конструирует особые условия для изучения природных явлений, например, изучает движение различных тел в пустоте; различие, на мой взгляд, здесь надо искать в другом. А именно: эксперимент Галилея - это в основном предметное воплощение теоретического построения, а потому его достаточно мысленно смоделировать; эксперимент же для Бойля (при всем стремлении английского ученого сблизить химию с теоретической наукой - механикой) - это "experimentum crucis", попытка заставить природу выдать ее тайны, а для того необходимо "потрясти ее до основания", как говорил Бэкон, силой заставить ее открыть то, что неведомо человеку и что не может быть предвосхищено им чисто теоретически. Этот тип эксперимента ведет свое происхождение от герметической традиции и несет еще и в XVII в. черты алхимии и магии.

Обращение Бойля к корпускулярной теории обнаруживает, однако, его стремление поставить и химию на более прочный и достоверный фундамент механики, мировоззренческие предпосылки которой, ее рациональный характер и простота выявляемых ею законов, делающих возможными научные предсказания, весьма привлекательны для него.

**РОБЕРТ БОЙЛЬ** (1627—1691), английский химик и физик

|  |
| --- |
| В сравнении с Библией все человеческие книги являются малыми планетами, которые свой свет и блеск получают от Солнца. |

Существенное место в истории аналитической химии занимает английский ученый Роберт Бойль (XVII в.), который ввел термин “химический анализ”. Со времен Р. Бойля и до первой половины ХIX в. аналитическая химия была основной частью химии.

Кажется, термин “химический анализ” впервые упомянут Р. Бойлем в письме к Ф. Клодию, написанном в 1654 г. в имении Бойля, которое находилось в Ирландии. “Я) живу здесь в варварской стране, — пишет Бойль, — где химический дух так неправильно воспринимается, а химическим оборудованием так трудно себя обеспечить, что нечего и думать об алхимии, так как что-либо осуществить здесь невозможно... Что касается меня, то я не могу жить бесполезно или быть совершенно чуждым изучению природы. Поскольку я не имею колб и печей, чтобы выполнять химические анализы неживых объектов, я упражняюсь в анатомировании животных”.

Р. Бойль систематически использовал экстракты растений (лакмус, фиалка и др.) и животных тканей для определения кислотности и щелочности растворов; например, он установил, что в щелочном растворе экстракт фиалки становится зеленым. Известное с древних времен свойство экстракта дубильных орешков окрашиваться в присутствии железа и меди было дополнено наблюдением, что интенсивность возникающей при этом окраски связана с содержанием металла в растворе. Известно, что Бойль судил о составе осадков по форме образующихся кристаллов; он проводил фракционную кристаллизацию. Бойль отделил химию от медицины, это был конец эпохи иатрохимии

В пылу озлобленной отваги  
Герр Больцман вмиг схватил бумаги  
И пересчитывает счёт.  
Уж час второй давно идёт,  
А кредитор всё ждёт и ждёт.  
Герр Больцман был великий жмот,  
Поскльку нищим был и вот  
Не допускал любой просчёт,  
Злосчастный пфенинг экономя,  
Подсчёт окончен. Счастье в доме.  
  
И на бумажке аккурат  
Герр Больцман пишет результат.  
  
Кредитор, предвкушая отдых,  
Читает вслух без тормозов:  
"В один и тридцать восемь сотых  
Вы мне завысили разов  
Мой долг.  
Имею к вам почтенье".  
  
Наш скупердяй, прослушав чтенье,  
Вдруг изменяется в лице,  
Как шерсть зимою на зайце...  
  
"Один и сотых тридцать восемь!  
И десять в двадцать третьей. О!  
Нашёл проклятое число!  
Конец замучившим вопросам!"  
Так найден был коэффициент,  
Носящий больцманово имя.  
Чуть было не промчался мимо  
Фортуной посланный момент.  
  
Здесь и мораль приспела в срок,  
Что жадность вовсе не порок,  
А лишь учёным вспоможенье.  
Засим окончим изложенье.

Литература.

1. Брокгауз Ф.А., Ефрон И.А. Энциклопедический словарь.