



Viktor Botin

О ЕДИНСТВЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ЗНАНИЙ *)*Нильс Бор*

Долгое время изучение свойств веществ и их превращений стояло заметно в стороне от того подхода к исследованию природы, который характеризуется стремлением описать поведение тел в нашем окружении на основе понятий пространства и времени, а также причины и следствия; этот подход может быть назван физическим. Действительно, такое стремление было фундаментом всего здания ньютоновой механики и основанной на открытиях Эрстеда и Фарадея электромагнитной теории, технические приложения которой так сильно изменили самый уклад нашей повседневной жизни.

Имевшее место в прошлом столетии развитие древних идей об атомном строении материи стимулировало поиски более тесной связи между химией и физикой. С одной стороны, выяснение понятия о химических элементах помогло понять закономерности, определяющие те пропорции, в которых эти элементы входят в состав химических соединений. С другой стороны, изучение замечательно простых свойств газов привело к развитию механической теории теплоты, теории, дающей обоснование общих законов термодинамики, которые нашли такое плодотворное применение также и в физической химии.

Основанные на электромагнитной теории исследования равновесного теплового излучения привели, однако, к раскрытию свойства цельности атомных процессов, противоречащего идеям классической физики. Действительно, открытие Планком универсального кванта действия научило нас следующему: широкая применимость обычных принципов к описанию поведения материи в ее массе всецело основана на том обстоятельстве, что в явлениях обычного масштаба все величины размерности действия настолько велики, что квантом действия можно совершенно пренебречь. В индивидуальных же атомных процессах мы встречаемся с закономерностями нового рода, и эти закономерности позволяют объяснить своеобразную устойчивость атомных систем, от которой в конечном счете зависят все свойства материи.

Упорядочение опытных фактов, полученных в этой новой и богатой области исследований, потребовало радикального пересмотра предпосылок для однозначного применения наших самых элементарных физических понятий. Чтобы сообщить о том, что мы фактически проделали и что мы узнали в данном физическом эксперименте, нужно, конечно, чтобы описание экспериментальной установки и запись наблюдений (отсчетов) велись

*) Речь, произнесенная Нильсом Бором на Международном конгрессе по фармацевтическим наукам в Копенгагене 29 августа 1960 г. Печатается с рукописи, любезно предоставленной автором. Вгодные и заключительные фазы, обращенные специально к фармацевтам и не имеющие общего интереса, в перевод опущены. Перевод В. А. Фока и А. В. Лермонтовой.

на обычном языке. Однако при изучении атомных явлений мы встречаемся со следующей своеобразной ситуацией: во-первых, повторение опыта в одной и той же установке может привести к разным отсчетам, а во-вторых, опыты с разными установками могут дать результаты, которые на первый взгляд кажутся противоречащими друг другу.

Разъяснение этих кажущихся парадоксов оказалось возможным благодаря признанию того, что в области квантовой физики взаимодействие между объектами исследования и нашими орудиями наблюдения составляет неотъемлемую часть самого явления, в то время как в обычных опытах этим взаимодействием можно пренебречь или учесть его отдельно. В силу этого факта нельзя уже обычным способом комбинировать данные, получаемые из различных опытов, но приходится рассматривать различные явления как дополнительные друг к другу, в том смысле, что взятые вместе они исчерпывают всю информацию об атомных объектах, какую можно однозначно выразить словами.

Надлежащие математические средства для исчерпывающего описания на основе понятия дополнительности были созданы в виде формального аппарата квантовой механики: этот аппарат и дал нам возможность столь обстоятельно описывать физические и химические свойства материи. Шуточный спор между физиками и химиками о том, была ли химия поглощена физикой, или же физика сама стала химией, иллюстрирует характер и размах этого развития.

Подробный рассказ о великих успехах атомной науки в наши дни заведет нас слишком далеко от нашей темы. Я напомним только, что связь электронов с ядром атома и роль, которую они играют при сочетании атомов в молекулы химических соединений, представляют типично квантовые эффекты, не поддающиеся наглядному изображению. Тем не менее, благодаря большой массе ядер по сравнению с массой электронов, можно с большой точностью рассчитывать конфигурации атомов в молекулах; эти конфигурации соответствуют хорошо известным структурным формулам, которые оказались столь необходимыми для упорядочения химических данных.

Весь этот подход не только вполне согласуется с обычной химической кинетикой, но и выявляет значение тех простых предположений, на которых она основана. Так, во всяком процессе, приводящем к химическим соединениям, свойства новых молекул непосредственно зависят не от состава исходных молекул, а только от взаимного расположения тех атомов, из которых состоят вновь образованные молекулы. Всякого рода побочные признаки, характеризующие состояние этих последних, как, например, колебания, оставшиеся от процесса их образования, не будут сколько-нибудь заметно влиять на их химические свойства; благодаря же общему тепловому движению в среде такие колебания быстро потеряют всякую связь со своей предыдущей историей.

Квант действия дал ключ к общему пониманию типичных свойств материи, и это послужило началом периода быстрого развития естественных наук, развития, во многих отношениях напоминающего научную революцию шестнадцатого и семнадцатого веков. Среди достигнутых успехов одним из наиболее замечательных является современный расцвет биохимии, оказавшийся одинаково благотворным как для физиологии, так и для фармакологии. В частности, далеко зашедшее стирание граней между органической и неорганической химией вновь подняло старую проблему о том, в какой мере физические науки в состоянии объяснить явления жизни.

Развитие анатомии и физиологии привело к постепенному признанию огромной сложности строения живых организмов и тех многообразных уточненных регулирующих устройств, которые управляют их функциями;

это признание часто порождало сомнения в том, является ли сохранение строгой упорядоченности в организмах совместным с общими законами термодинамики. Однако с точки зрения современной химической кинетики никаких противоречий здесь ожидать нельзя; тщательное исследование обмена энергией и энтропией, сопровождающего обмен веществ и движение организмов, не обнаружило никакого нарушения или ограничения принципов термодинамики.

За последние годы был достигнут большой прогресс в нашем знакомстве со сложными молекулярными структурами в живых клетках и в особенности с характерными молекулярными цепями, переносящими наследственную информацию от поколения к поколению. Кроме того, быстро возрастает наше понимание процессов органического катализа (энзимы); этими процессами наследственная информация направляет образование других характерных молекулярных структур, подобных протеинам. В самом деле, все говорит в пользу того, что мы имеем здесь дело с неуклонным увеличением устойчивости строения клеток, сопровождаемым расходом свободной энергии; это стремление соответствует возрастанию энтропии в обычных необратимых химических процессах.

На основе этих идей напрашивается следующая точка зрения: вся жизнь организма состоит в процессах необратимого (вообще говоря) характера в направлении возрастающей устойчивости, соответствующей данным условиям питания и дыхания.

Несмотря на все различия масштабов и назначения, мы встречаемся здесь с довольно далеко идущим сходством между живыми организмами и автоматами, поскольку последние достижения техники позволяют сконструировать машины, реагирующие любым предписанным образом, включая их собственную починку и воспроизведение, при условии доступа к нужным материалам и источникам энергии. Но в этом много обсуждавшемся вопросе о сравнении организмов с машинами необходимо прежде всего иметь в виду то существенное обстоятельство, что органическая жизнь есть проявление ресурсов природы, гораздо более богатых, чем те, какие используются при конструировании машин. В самом деле, при описании действия счетных и контролирующих аппаратов мы можем в основном пренебрегать атомной структурой вещества; в таком описании можно ограничиться отчетом о механических и электрических свойствах использованных материалов и приложением простых физических законов, управляющих взаимодействием между частями машины. С другой стороны, вся история органической эволюции представляет нам картину результатов испытания в природе необъятных возможностей атомных взаимодействий.

Неудивительно, что благодаря своей безграничной сложности живые организмы обнаруживают свойства и скрытые возможности, поразительно несхожие с теми, которые проявляет при простых воспроизводимых условиях опыта так называемая неживая материя. На этом-то основании и нашли себе плодотворное применение в биологических исследованиях такие относящиеся к организму как целому понятия, как целесообразность и самосохранение.

В дискуссиях об основах биологии главной темой служил вопрос о роли тех понятий, которые не могут быть выражены на языке физики. С одной стороны, высказывалось мнение, что такие понятия, несмотря на их очевидную плодотворность, могут в конечном счете оказаться излишними. С другой стороны, выставлялся тот аргумент, что здесь мы имеем дело с первичными элементами всякого отчета о проявлениях жизни.

Преподавший нам квантовой физикой урок, касающийся нашего положения как наблюдателей природы, создал новые предпосылки для

таких дискуссий. Действительно, этот урок наводит на мысль, что ситуация с объективным описанием биологических явлений отражает неодинаковые подходы, применяемые в обычной физиологии и современной биохимии. В биологии основания для дополнительного способа описания не связаны с проблемами контроля над взаимодействием между объектом и измерительным прибором, поскольку эта сторона дела уже принимается во внимание в химической кинетике; необходимость дополнительного описания связана там с практически неисчерпаемой сложностью организма.

Эту ситуацию едва ли можно рассматривать как временную; скорее она представляется неразрывно связанной с путями развития всей нашей системы понятий. Наши понятия развивались от самых примитивных, служащих для нужд повседневной жизни, до самых сложных, способных справиться с ростом знаний, полученных из систематических научных исследований. Таким образом, пока слово «жизнь» сохранится (будь то по причинам практического или гносеологического порядка), до тех пор двойственный подход в биологии несомненно останется.

В наших рассуждениях мы до сих пор рассматривали живые организмы как объекты исследования, подобно тому как мы это делаем, стремясь обобщить опыт в любой другой части природы. Когда же мы подходим к проблемам психологии, мы вступаем в новую область знания, в которой вопрос об анализе и синтезе нашего опыта во все времена возбуждал жгучий интерес. Самый язык, которым мы пользуемся при общении с людьми для передачи нашего душевного состояния, сильно отличается от языка, обычно употребляемого в физических науках. Такие слова, как «созерцание» и «решимость», употребляются с самого возникновения человеческого языка для обозначения ситуаций, взаимно исключающих друг друга, но одинаково характерных для сознательной жизни, и это словоупотребление является типично дополнительным.

Тесная связь между нашими психическими переживаниями и физико-химическими процессами в нашем теле доказывается хотя бы применением лекарств при лечении душевных болезней. Необратимый характер физиологических процессов, связанных с психическими, явственно отображается тем, в какой мере все доходящее до нашего сознания удерживается в нашей памяти. Конечно, очень соблазнительно было бы продолжить такие рассуждения и дальше; но здесь на каждом шагу возникают новые трудности, неразрывно связанные с тем, что понятий, имеющихся в нашем распоряжении, для такого исследования недостаточно.

В этом докладе я пытался показать, как проникновение в мир атомов предоставило новые возможности проследить ту гармонию, которую Эрстед называл гармонией природы, но которую мы предпочли бы назвать единством человеческого знания. Только осознание этой гармонии или единства и может придать устойчивость нашему положению как наблюдателей природы и тем самым может способствовать избежанию той путаницы понятий, которая так легко могла бы возникнуть в результате бурного прогресса науки и техники, наблюдаемого почти во всех областях человеческих интересов.
