

УДК 168.2

ЭКСПЕРИМЕНТ И ЕГО РОЛЬ В ПОСТРОЕНИИ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

А.А. Шестаков*, М.В. Евстегнеева**

*ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,
г. Самара

** ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева», г. Самара

Накопление знаний в химии и их последующее структурное оформление получило осмысление в процессе изучения эмпирического и теоретического уровней научного знания. Особое внимание в статье уделяется экспериментальному подходу, роль которого в научном исследовании постоянно возрастает. В статье показано, как последовательный переход от констатации качественных взаимосвязей химических явлений к установлению строгих количественных соотношений между ними сделал возможным концептуализацию процесса протекания химического процесса. Обосновывается вывод, что теоретические знания, включающие как исходные, так и новые, полученные в результате экспериментальных подтверждений, являются истинной целью учёного-химика.

Ключевые слова: *химический эксперимент, научное знание, методы научного познания, основания познания.*

Научное знание, как известно, являет собой сложноорганизованную систему, которую можно рассматривать в различных аспектах, отражающих бытие науки и характеризующих её системообразующие элементы. Первый из названных выше аспектов структурирования науки связан с её истолкованием как вида познавательной активности, целью которой является получение новых знаний. Второй – деятельностный аспект – предполагает эмпирический и теоретический уровни, порождающие, соответственно, эмпирические и теоретические знания.

Согласно теории концептуальных переходов, включающих в себя формы перехода от одних теоретических концептов к другим, химия так же, впрочем, как и другие науки имеет особую направленность и на определённом этапе своего развития достигает стадии экспериментального исследования. Причём значение такого исследовательского приёма в научном познании постоянно возрастает. С точки зрения этимологии «эксперимент» восходит к греческому слову *pieira*, означающему *испытание, проба* [1, с. 103]. Вместе с тем, несмотря на достаточно длительный этап развития экспериментального естествознания, многие исследователи придерживаются точки зрения, что собственно философская теория эксперимента всё ещё пока не создана. Более того, анализ истории развития философских представлений относительно эксперимента показывает, что в современной ситуации по данному вопросу получил распространение некоторый скепсис (см. подр.: [2]). Остановимся подробнее на обозначенной выше проблеме.

При осмысленной экспериментальной деятельности следует, во-первых, разделять понятия «объект» и «предмет» исследования. В ходе экспериментального исследования приобретает информация об объекте в контролируемых, искусственно созданных условиях, что, собственно, и отличает эксперимент от наблюдения. Эксперимент, далее, располагает потенциальными возможностями познания законов природы. Можно утверждать, что принципиальное различие экспериментальных методов различных дисциплин – физики, химии, биологии или, скажем, геологии определяет специфику и непреходящую ценность каждой естественной науки, их несводимость в специфических предметных областях [3, с. 58–63]. Вне зависимости от типа научно-познавательной деятельности в основании любого научного метода лежат три основополагающих принципа: объективность, систематичность и воспроизводимость.

Если говорить предельно обобщенно, то эксперимент – это такой метод познания, при помощи которого в контролируемых условиях исследуются явления действительности; сами экспериментальные процедуры осуществляются на основании теории, определяющей как постановку задач исследования, так и интерпретацию его результатов. Нередко главной задачей эксперимента служит проверка гипотез и предсказание теорий, имеющих принципиальное значение. В связи с этим эксперимент как одна из форм практики выполняет функцию критерия истинности научного познания в целом. Эксперимент, далее, служит подспорьем формирования методологии конкретной научной дисциплины, роль последней заключается в отслеживании изменений, происходящих в науке, а также в предсказывании появления новых научных «сдвигов».

Что касается собственно методологии химии, то предметом последней является анализ результатов изучения химической формы движения материи и синтез тех конструктивных идей, которые ведут к созданию новых методов исследования. Признано, что основой как эмпирического, так и теоретического знания в химии выступает сравнительный метод. В химии определение абсолютных значений свойств иногда необязательно, так как важнейшие химические свойства относительны (кислотно-основные, окислительно-восстановительные). Поэтому ведущим методом формирования теоретического знания из эмпирического стало составление рядов активности, плеяд соединений, гомологов и аналогов. Помимо сравнительного метода в химии используются ещё три ведущих метода: термодинамический, кинетический и квантовомеханический. Основным звеном, или концептуальной системой, связывающей химическую статику и динамику, является учение о химическом равновесии, которое рассматривается на энергетическом уровне [4, с. 37].

Учёными-химиками не только ставились опыты в отдельности, ими были созданы натурфилософские системы, в которых были соотнесены приобретенные опытным путём познания с существующей картиной мира, что способствовало внесению в последнюю нужных поправок и дополнений. Без использования фактов фундаментального научного познания справедливо считалось невозможным дать корректное разъяснение частным физическим явлениям. Процесс становления нового естествознания в XVI–XVII вв. утвердил новые идеалы и нормы обоснования знания, согласно которым основной целью познания стало именно изучение и раскрытие свойств и связей предметов внешней реальности, обнаружение законов природы. В контексте решения этой задачи главным способом доказательства и обоснования знания стало выступать требование его

опытной проверки; а эксперимент, соответственно, стал позиционироваться как важнейшее условие истинности знания (см. подр.: [5]).

В начале XIX в. одним из основоположников современной химии шведским химиком Йёнсом Якобом Берцелиусом опытным путем были подтверждены многие химические законы, известные к тому моменту. Учёный получил новые доказательства действия закона кратных отношений, который ранее был предложен и истолкован Дальтоном с позиций атомизма, связав тем самым атомистическую теорию с электрохимической. Также Берцелиусом был введен сам термин «органическая химия», а затем и формулы известных органических соединений. В 40-е г. XIX в. широкое распространение получила электрохимическая теория названного учёного, согласно которой все элементы могут быть разделены на два класса по роду преобладающего на атомах заряда, основываясь на свойствах образуемых ими соединений с наиболее электроотрицательным элементом (кислородом). Из этого следовал вывод относительно электрохимического ряда элементов и их подразделение на металлы и неметаллы [6, с. 191–197]. Подчеркнем, что к этому времени в органической химии уже был накоплен большой эмпирический материал, не объединённый единой теорией, а потому и крайне разрозненный. Существовавшие на тот момент представления о структуре органических соединений, характере их химических превращений были ограниченными; они не могли ни объяснить уже имеющиеся, ни предсказать новые факты и явления (см. подр.: [7]). Что же касается электрохимической теории Берцелиуса, то в органической химии она нашла выражение в виде теории радикалов, в развитии которой сыграли значительную роль другие выдающиеся учёные – Лавуазье, Вёлер и Либих, попытавшиеся обобщить и осмыслить уже имеющиеся факты. До этого предполагалось, что молекулы радикалов могут переходить из молекулы одного вещества в молекулу другого, подобно элементам неорганической химии. Однако проведённые вскоре Дюма, Лораном и Жераром исследования показали, что данная теория не может объяснить образование многочисленных органических соединений. Именно поэтому на смену теории радикалов пришла теория типов Жерара, согласно которой в определении химического поведения частицы преимущественно учитывался состав соединений, которой имел решающее значение: все органические соединения построены по определенному характерному типу простейших неорганических веществ (водород, вода, аммиак и др.). Таким образом, в центр внимания попали наиболее изменчивые части молекулы, и задачей теории стало объяснение тех причин, от которых эта изменчивость зависит [8, с. 50–72]. Несмотря на все свои исторически обусловленные недостатки теория радикалов Берцелиуса, также как и теория типов Жерара оказали большое влияние на развитие органической химии в целом и привели к новому методу изучения вещества – структурному принципу.

Наиболее показательное формулирование названного принцип получил в теории строения органического вещества А.М. Бутлерова. Подчеркнём, что последняя объединила все положительное, что уже имелось в предшествующих ей теориях и открыла путь к дальнейшему поступательному развитию органической химии. А.М. Бутлеров на принципиально новой основе создал современную теорию химического строения органических соединений. Одно из основных положений теории химического строения этого выдающегося химика говорит о том, что в молекулах существует определенный порядок химической связи

атомов, что, собственно, и свидетельствует о химическом строении. Другим важным утверждением является констатация, что химические свойства какого-либо соединения зависят от его состава и строения. Учёный считал, что истинное строение молекулы может быть выражено формулой, и эта формула должна быть единственной для данного вещества. Иными словами, отечественный химик был убеждён в объективном содержании химических формул, в возможности познания этой сущности через строение. Бутлеров подчеркивал, что каждой данной химической молекуле свойственно одно определенное строение [9, с. 9–33].

Стоит отметить, что сам факт возникновения теории химического строения знаменовал качественно новый этап в развитии химической науки. Признав существование радикалов, способных при химических превращениях переходить без изменения из одной молекулы в другую, эта научная дисциплина отбросила ошибочное, сугубо метафизическое положение об абсолютной неизменности, прочности радикалов. На основе теории А.М. Бутлеров не только впервые научно обосновал явление изомерии, того принципиального факта, что вещества, обладающие различными химическими свойствами, имеют одинаковый, установленный анализом состав и одинаковую эмпирическую формулу, но и теоретически подсчитал возможное число изомеров для данного соединения [10, с. 65–77]. Итак, исторически обусловленный переход в химии от качественного к количественному этапу был ознаменован установлением законов, отражающих количественную сторону (можно сказать, что химический закон является количественным выражением условий качественного перехода). Этот переход открыл возможность точного предсказания протекания химических процессов и их результат. Что же касается собственно философских оснований открытия основных законов и создания базовых химических теорий, то ими были материализм и стихийная диалектика. Собственно, законы стехиометрии, теория Бутлерова, центральное положение которой гласит о связи строения вещества с его свойствами – всё это частные естественнонаучные выражения основополагающих философских принципов о неуничтожимости материи, материальном единстве мира, связи и взаимобусловленности всех его частей (см. подр.: [11]). Наглядный исторический факт о всё большей абстрактности теорий, их «оторванность» от живых реалий мира наглядно свидетельствует, что роль теоретического мышления в научном познании возрастает, оно становится всё более институционально оформленным и самостоятельным.

Список литературы

1. Канке В.А. История и философия химии. М.: НИЯУ МИФИ, 2011. 232 с.
2. Хон Г. Идолы эксперимента: трансцендирование «списка “etc”» // Философия науки. 2004. №3. С.31–61.
3. Курашов В.И. История и философия химии. М.: КДУ, 2009. 608 с.
4. Макареня А.А., Обухов В.Л. Методология химии. М.: Просвещение, 1985. 80 с.
5. Степин В.С. Научное познание и ценности техногенной цивилизации // Вопросы философии. 1989. № 10. С. 3–18.
6. Джуа М. История химии. М.: Мир, 1975. 479 с.

7. Зоркий П.М. Критический взгляд на основные понятия химии // Российский химический журнал. 1996. Т. 40. № 3. С. 5–25.
8. Травень В.Ф. Органическая химия. М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. Т.1. 727 с.
9. Бутлеров А.М. Избранные работы по органической химии. М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1951. 694 с.
10. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2006. 107 с.
11. Caldin E. Chemistry as a practical science // Foundations of Chemistry. 2016. V. 18. Iss. 2. P. 213–223.

THE EXPERIMENT AND ITS ROLE IN THE CREATION OF THE CHEMICAL THEORY

A.A. Shestakov, M.V. Evstegneeva

Samara State Technical University, Samara

The accumulation of knowledge in chemistry and its subsequent structuring was understood on the basis of reflection of empirical and theoretical levels of research in this scientific discipline. Specific attention is paid to the experimental approach whose role in scientific research is constantly increasing. The article reveals how a consistent transition from the description of qualitative interrelationships of chemical phenomena to the establishment of strict quantitative relationships between them made it possible to conceptualize the chemical process. As a result, it is possible to come to the conclusion that the theoretical knowledge that includes both the original and new obtained experimental evidence is the true goal of a scientist-chemist.

Keywords: *chemical experiment, scientific knowledge, methods of scientific knowledge, the foundation of knowledge.*

Об авторах:

ШЕСТАКОВ Александр Алексеевич – доктор философских наук, профессор кафедры социально-гуманитарных наук ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара. E-mail: shestakovalex@yandex.ru

ЕВСТЕГНЕЕВА Мария Вадимовна – магистрант химического факультета, ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара, Самара. E-mail: evstegneeva.starkova@yandex.ru

Authors' information:

SHESTAKOV Alexandr Alexeevich – Ph.D., Prof. of the Samara State Technical University, Samara. E-mail: shestakovalex@yandex.ru

EVSTEGNEEVA Maria Vadimovna – master of chemical faculty, Samara National Research University named after academician S. P. Korolev, Samara. E-mail: evstegneeva.starkova@yandex.ru