

Междисциплинарный характер принципа Ле Шателье

Д. И. Мычко, доцент кафедры неорганической химии БГУ,
кандидат химических наук

В 1884 году голландский физико-химик Я. Вант-Гофф указал на зависимость положения химического равновесия от температуры. Эту зависимость описывают уравнением Вант-Гоффа: $d(\ln K)/dT = \Delta H^\circ(T)/RT^2$, где K — константа равновесия.

В том же году французский химик Анри Ле Шателье обобщил эту зависимость на другие величины (давление, объём, концентрацию компонентов системы) в виде «закона смещения химического равновесия».

В 1887 году немецкий физик Карл Фердинанд Браун (1850—1918) в рамках термодинамики обосновал этот закон, точнее принцип, поскольку у закона должно быть одно уравнение функциональной зависимости. С тех пор этот принцип носит полное название «принцип Ле Шателье—Брауна», или «принцип подвижного равновесия». Строго этот принцип выводится из второго начала термодинамики и общего условия термодинамического равновесия.

Поскольку это принцип, в литературе у него нет строгого определения. В близкой к классической форме он имеет следующую формулировку: *«Если на систему, находящуюся в равновесии, оказывать внешнее воздействие, изменяя температуру, давление или концентрацию, то в системе будут протекать те процессы, которые сместят положение равновесия в направлении, компенсирующем это изменение»*.

Таким образом, этот принцип устанавливает, что внешнее воздействие, выводящее систему из состояния термодинамического равновесия, вызывает в системе самопроизвольные процессы,

стремящиеся ослабить эффект воздействия, и позволяет предсказать направление протекания этих процессов.

Студенты Сорбонны, слушавшие лекции профессора Ле Шателье в 1907—1908 годах, так записывали в своих конспектах: *«Изменение любого фактора, могущего влиять на состояние химического равновесия системы веществ, вызывает в ней реакцию, стремящуюся противодействовать производимому изменению. Повышение температуры вызывает реакцию, стремящуюся понизить температуру, то есть идущую с поглощением тепла. Увеличение давления вызывает реакцию, стремящуюся вызвать уменьшение давления, то есть сопровождающуюся уменьшением объёма...»*.

Теоретическое осмысление содержания этого принципа было начато в физике работой П. Эренфеста (1909), продолженной затем длинным рядом исследований (М. Планк, И. Пригожин и др.). Оказалось, что принцип Ле Шателье—Брауна представляет собой частный случай более общего подхода, известного под названием «теоремы об умерении». Их формулировки можно найти в литературе [1].

Попытки применить этот принцип для анализа поведения различных систем показали, что внешнее воздействие, выводящее систему из состояния равновесия, стимулирует в любой из них процессы однотипного характера, стремящиеся ослабить (компенсировать) результаты воздействия. Это определило общенаучное значение принципа Ле Шателье—Брауна, позволяющего предсказать (качественно определить) реакцию любой системы на воздействие внешних факторов: *«При возмущении сис-*

темы, находящейся в равновесии, она отвечает на возмущение таким путём, чтобы снять эффект возмущения». В обобщённом виде принцип Ле Шателье—Брауна получил название «принцип смещения равновесия».

Если в химии он используется для проектирования повышения эффективности технологических процессов (вспомним синтез аммиака), то в фармакологии — для уточнения условий баланса биологической системы при связи лигандов с рецепторами. В экономике этот принцип позволяет объяснить равновесие цен в эффективных экономических системах. Американский экономист Поль Самюэльсон в 1947 году выразил принцип Ле Шателье—Брауна с помощью экономических терминов с целью описания условий экономического равновесия [2].

Читателям нашего журнала будет интересно знать, что этот же принцип объясняет многие стороны живых систем и поведения человека. Например, внезапная значительная внешняя угроза приводит к полной блокаде деятельности человека. Постоянные попытки

давления на человека с целью детерминации его поведения, сделанные неуклюже (например, навязчивые советы детям, высказанные в повелительном наклонении), приводят к противоположным результатам: почти любой ребёнок обычно поступает вопреки таким советам.

В рамках аппарата структуродинамики (теория систем) принцип смещения равновесия описывает общесистемную закономерность, согласно которой *любое изменение состояния системы, вызванное как внешними, так и внутренними причинами, порождает в системе процессы, направленные на компенсацию этого изменения.*

С более общей, философской точки зрения принцип Ле Шателье—Брауна относят к проявлению философского закона сохранения и изменения организации системы, который формулируется следующим образом: *«В процессе развития система стремится сохранить свою равновесную организацию и перестраивает её до нового оптимального значения, противодействуя всем влияниям или силам, изменяющим организацию»* [3].

Список использованной литературы

1. Пригожин, И. Химическая термодинамика / И. Пригожин, Р. Дефэй. — Новосибирск, 1966.
2. Samuelson, P. A. Foundations of Economic Analysis. Harvard University Press, 1947.
3. Федосин, С. Г. Физика и философия подобия от преонов до метagalactic / С. Г. Федосин. — Пермь : Стиль-МГ, 1999.