

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

530

**РОЛЬ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ В СИСТЕМЕ
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ *)***В. Гейзенберг*

Под «феноменологической» теорией понимают такую формулировку закономерностей в области наблюдаемых физических явлений, в которой не делается попытки свести описываемые связи к лежащим в их основе общим законам природы, через которые они могли бы быть поняты. В развитии физики такие феноменологические теории всегда играли значительную роль. Для технических и прочих приложений они часто были важнее, чем постижение связей, а с чисто прагматической точки зрения феноменологические теории могут сделать познание законов природы в значительной мере даже излишним.

Конечно, феноменологические теории развиваются всегда там, где наблюдаемые явления еще не могут быть сведены к общим законам природы. Причина этой невозможности может состоять либо в чрезвычайной сложности соответствующих явлений, которая еще не допускает такое сведение из-за математических трудностей, либо в незнании упомянутых законов. Примеры первого случая представляют: в метеорологии — полуэмпирические закономерности, применяемые для описания погоды, в химии — правила валентности или отношения между радиусами атомов и ионов, энергиями связи и возбуждения и т. д., в гидродинамике — отношения между скоростью, сопротивлением потоку, обменом теплотой и импульсом при турбулентном движении. Примеры для второго случая: в оптике — формулы дисперсионной теории Друде, выведенные на рубеже нашего века, или эмпирические правила в оптике движущихся тел; в первой половине 19 века — размышления Фарадея об электричестве и феноменологическая термодинамика, в античной астрономии — птолемеевская теория циклов и эпициклов в движении планет.

*) W. Heisenberg, Die Rolle der phänomenologischen Theorien im System der theoretischen Physik, в сб. «Preludes in Theoretical Physics» (in Honor of V. F. Weiskopf), Amsterdam, 1966. Перевод С. Г. Суворова.

В публикуемой статье В. Гейзенберг дает интересную оценку феноменологических теорий, указывая, что они не раскрывают общих законов природы, но могут играть важную роль в качестве первого шага к их познанию. Гейзенберг высказывает критическое отношение к прагматизму, поскольку он удовлетворяется установлением чисто формальных связей. Ему противопоставляется взгляд на конечную цель познания как на раскрытие существенных законов природы. И действительно, только знание этих законов дает возможность сознательного и глубокого воздействия на природу. Естествознание всегда стремилось к этой цели, правда, оно руководствовалось при этом вовсе не объективно-идеалистическими идеями Платона, которые Гейзенберг выдвигает как антитезу прагматизму.

Информация о взглядах крупного теоретика на развитие физических теорий представляет несомненный интерес для читателей УФН. (Прим. перев.)

Важнейшая общая черта этих феноменологических теорий состоит в том, что хотя они делают возможным соответствующее описание наблюдаемых явлений, и, в частности, нередко позволяют очень точно предвычислить новые эксперименты или последующие наблюдения, все же они не дают истинного познания явлений. Здесь не следует пытаться более точно определить понятие «истинное познание». Ибо что означает слово познание, — это часто узнают только из развития науки. Но это «истинное познание» принципиально и качественно отличается от содержания феноменологической теории, как это лучше всего можно видеть из приведенных примеров: движения планет в действительности были поняты только Коперником, Кеплером и ньютоновой физикой, законы химии — только атомной теорией Бора и квантовой механикой. Здесь следует привести еще более специальный пример: очень сложный аномальный эффект *D*-линии атома натрия был правильно и во всех деталях описан уже в 1912 г. В. Фохтом при помощи модели связанных осцилляторов. Но смысл фохтовской формулы был правильно понят только 15 лет спустя на основе квантовой теории.

Если касаться первого из двух названных случаев, т. е. если сведению явлений к законам природы препятствует только высокая степень сложности и вытекающие из нее математические трудности, то здесь феноменологическая теория представляет собой временное средство, которое может оказаться очень важным и полезным для практических применений. Но более интересен второй случай, в котором лежащие в его основе законы природы еще вовсе не известны. В таком случае можно надеяться, что феноменологические теории могли бы указать путь к правильной формулировке законов природы, и тогда возникает вопрос об эвристической ценности феноменологической теории.

Прежде всего устанавливается, что существуют два совершенно различных рода феноменологических теорий. В первом используются главным образом формальные связи; во втором же — даются качественные формулировки того часто еще не известного, что обозначают через сознательно неопределенное выражение — «физическая сущность». Упомянутая выше фохтовская теория аномального зееман-эффекта использовала чисто формальные связи, правда, с поразительным результатом; но она не объяснила явления. Другим примером, имеющим весьма большое значение, была созданная 2000 лет назад теория Птолемея; по существу, она использовала чисто формальные возможности представлять периодические явления через ряды Фурье. Наоборот, феноменологическая термодинамика 19 века, формулируя понятие энтропии, нашла нечто «физически существенное», как это сделала и химия, установив правила валентности. Очевидно, что эвристическое значение теорий первой группы сравнительно невелико, так как именно существенное формальная связь часто не позволяла познать. Наоборот, феноменологические теории второй группы, как правило, представляют собой первый шаг к завершающему познанию. Из изображения движения планет посредством циклов и эпициклов в астрономии Птолемея почти ничего нельзя было узнать о внутренней связи этих движений. А кеплеровские законы движения являются непосредственным шагом к ньютоновой механике.

В связи с этим считают также, что физик или астроном уже инстинктивно оценивает феноменологические теории по-разному, смотря по тому, образуется ли его философская позиция под влиянием прагматизма, или же под влиянием другого образа мышления, например, идей Платона. Кто воспитывался в духе прагматизма, тот оценивает феноменологическую теорию тем выше, чем больший успех она показывает, чем более точное предсказание позволяет она сделать. Но кто уже рано был захвачен убе-

дительностью платоновских идей, тот будет судить о феноменологических теориях прежде всего по тому, могут ли и насколько они могут привести к познанию истинной связи. Таким образом, философское мышление, господствующее в данном веке или в культурной сфере, определяет то развитие естествознания, которое становится решающим. Уже многократно говорилось, что в античности существовало представление, будто Солнце находится в центре планетарной системы. Если, несмотря на это, в поздней античности победило птолемеевское учение, то ведь это могло только означать, что в философских взглядах людей того времени прагматическое мышление одержало победу над принципиальным мышлением более ранних веков. Успешная, но все же только формальная феноменологическая теория на полторы тысячи лет преградила тогда путь к познанию истинного движения планет.

Применяя подобные рассуждения к современной физике, в особенности к теории элементарных частиц, стоящей в наше время в центре внимания, мы из анализа названных примеров узнаём, как важно рассмотреть возникающие или уже возникшие феноменологические теории с точки зрения того, указывают ли они путь к познанию истинных связей или же их природа скорее формальна. Правда, для этого нет никакого общепризнанного критерия, так что до окончательного выяснения связей различные физики будут по-разному расценивать отдельные феноменологические попытки. В этом месте стоит еще раз указать на значение тех областей теоретической физики, находящихся у прагматизма в некотором пренебрежении, которые только очень несовершенно могут характеризоваться выражением «физическое понимание». Это следует здесь подчеркнуть потому, что и Вейскопф часто делает его исходным пунктом своих физических исследований.
