

16. Любошиц В. Л., Подгорецкий М. И. Проблема тождественности в квантовой механике.— В кн.: Сообщения ОИЯИ, P2-6116. Дубна, 1971.
17. Любошиц В. Л., Подгорецкий М. И. О работе И. П. Базарова «Парадокс Гиббса и его решение».— Журн. физ. химии, 1972, т. 46, с. 1896.
18. Базаров И. П. Парадокс Гиббса и его решение.— Журн. физ. химии, 1972, т. 46, с. 1892.
19. Базаров И. П. Об ответе В. Л. Любошица и М. И. Подгорецкого.— Журн. физ. химии, 1973, т. 47, с. 2456.
20. Базаров И. П. Методологические проблемы статистической физики и термодинамики. М.: Изд-во МГУ, 1979.
21. Варшавский Ю. С., Шейнин А. Б. Об энтропии смеси, содержащей трудно различимые компоненты.— Докл. АН СССР, 1963, т. 148, с. 1099.
22. Варшавский Ю. С., Шейнин А. Б. Гиббс о парадоксе Гиббса.— Вопр. ист. естествозн. и техники, 1983, № 1.

## О РОЛИ МЫСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В РАЗВИТИИ ФИЗИКИ

НГУЕН ЗУЙ КУН (СРВ)

С давних пор в физике широко используются две формы эксперимента: реальный и мысленный эксперимент.

Взаимосвязь между реальным и мысленным экспериментом глубоко диалектична, она непосредственно затрагивает такие фундаментальные проблемы, как отношение между практикой и теорией, конкретным и абстрактным. Мысленный эксперимент предполагает существование в сознании теоретической конструкции, в процессе создания которой использовались данные, почерпнутые из наблюдений над материальными объектами и полученные при исследовании их средствами реального эксперимента [1, с. 101].

Мысленный эксперимент — одно из средств создания новой теории. Его можно рассматривать как своеобразную форму познания, в которой абстрактное тесно связано с чувственным, наглядным [2, с. 10]. Мысленный эксперимент начинается с построения идеальной модели. Он является экспериментом с идеализированными объектами, проведенным в соответствии с законами той или иной теории. При этом оценка истинности его результатов не абсолютна и достигается косвенным путем, при помощи реального эксперимента [3, с. 37].

А. В. Славин [4, с. 264] делит мысленные эксперименты на два вида (или типа): эксперимент, который служит частью подготовительной работы для последующего проведения реального эксперимента, и такой идеализированный эксперимент, который на практике невозможно осуществить. Мы придерживаемся классификации А. В. Славина, но при этом нам кажется не лишним подчеркнуть, что первый тип мысленного эксперимента применяется относительно широко в исследовательской работе с целью выбора наилучшего варианта проведения реального эксперимента (и именно здесь видна тесная связь между мысленным и реальным экспериментами); второй тип мысленного эксперимента обычно используется в фундаментальных научных исследованиях.

Рассмотрим некоторые применения мысленного эксперимента в истории физики. Античные ученые обращались к мысленному эксперименту, не выделяя его как особую форму познания. Атомисты, например, оперировали такими гипотетическими телами, которые в принципе могли быть объектом экспериментального исследования, но фактически оказывались мысленными аналогами реальных макротел [5, с. 14—15].

Анализ трудов Архимеда также свидетельствует о том, что в античной науке использовались простейшие формы мысленного эксперимента [6].

Галилей использовал этот метод в создании основ механики. Принцип инерции по существу опирался на мысленный эксперимент, поскольку в реальном эксперименте невозможно полностью исключить влияния трения и других внешних воздействий на движущиеся тела. Галилей раскрыл стороны движения, принципиально недоступные наблюдению, именно поэтому Эйнштейн столь высоко оценивал этот мысленный экспе-

римент Галилея: «Открытие, сделанное Галилеем, и применение им методов научного рассуждения были одним из важных достижений в истории человеческой мысли, и оно отмечает действительное начало физики. Это открытие учит нас тому, что интуитивным выводам, базирующимся на непосредственном наблюдении, не всегда можно доверять, так как они иногда ведут по ложному следу» [7, с. 14]. Сам Эйнштейн также широко применял этот метод исследования. Касаясь роли мысленного эксперимента в генезисе идей специальной теории относительности, он писал: «В этом же году в Аарау у меня возник вопрос: если бы можно было погнаться за световой волной со скоростью света, то мы имели бы перед собой не зависящее от времени волновое поле? Такое все-таки кажется невозможным! Это был первый детский мысленный эксперимент, который относился к специальной теории относительности» [8, с. 350—351]. Образцовыми являются и мысленные опыты Эйнштейна, обосновывающие относительность одновременности в специальной теории относительности [9, с. 8—10].

Анализ истории возникновения новых открытий позволяет выделить две основные роли, которые играет в этом процессе мысленный эксперимент: это его роль в формировании новых понятий, принципов, законов природы и его роль в их обосновании.

Благодаря мысленному эксперименту с идеальной паровой машиной Сади Карно заложил основы термодинамики: он «изучил паровую машину, проанализировал ее, нашел, что в ней основной процесс не выступает в чистом виде, а заслонен всякого рода побочными процессами, устранил эти безразличные для главного процесса побочные обстоятельства и сконструировал идеальную паровую машину (или газовую машину), которую правда, так же нельзя осуществить, как нельзя, например, осуществить геометрическую линию или геометрическую плоскость, но которая оказывает, по-своему такие же услуги, как эти математические абстракции<sup>1</sup>.

При разработке релятивистской теории тяготения А. Эйнштейн использовал мысленный эксперимент с равноускоренной системой отсчета, позволивший преобразовать факт равенства инертной и гравитационной масс в некоторую форму принципа относительности. Упомянутое равенство позволяло считать эквивалентными однородное поле тяготения в покоящейся системе отсчета и равноускоренную, движущуюся относительно нее систему отсчета (принцип эквивалентности). Этот принцип оказался исходным пунктом при создании общей теории относительности.

Широкому использованию абстрактных моделей при изучении микромира способствует и возрастание роли мысленного эксперимента, который вместе с другими средствами познания дает нам возможность «видимое, лишь выступающее в явлении движение свести к действительному внутреннему движению»<sup>2</sup>, т. е. познать сущность непосредственно не наблюдаемых явлений.

Хорошо известны, например, мысленные эксперименты В. Гейзенберга, связанные с физической интерпретацией квантомеханического принципа неопределенности (или соотношения неопределенностей). Положение частицы (электрона) может быть определено при помощи микроскопа; точность такого определения зависит от длины волны  $\lambda$  используемого света:

$$\Delta q \approx \lambda.$$

Но стремление уменьшить  $\Delta q$ , т. е. использование коротковолнового света, ведет ко все более заметному изменению импульса частицы:

$$\Delta p \approx \frac{\hbar}{\lambda},$$

где  $\hbar$  — постоянная Планка.

Поэтому неопределенности положения и импульса частицы оказываются связанными соотношением

$$\Delta q \cdot \Delta p \approx \hbar,$$

не имеющим аналога в классической физике.

Принцип неопределенности позволяет ввести в физику представление о виртуальных процессах и частицах, существенно расширяющее класс идеализированных объек-

<sup>1</sup> Энгельс Ф. Диалектика природы.— В кн.: Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Т. 20, с. 543—544.

<sup>2</sup> Маркс К. и Энгельс Ф. Соч. Т. 24. Ч. 1, с. 343.

тов теории и тем самым возможности мысленного эксперимента в микрофизике [10, с. 167—168].

Проблемы мысленного эксперимента в методологическом плане разрабатывались позитивистами. Эффективность мысленного эксперимента в научном познании они объясняли с позиций принципов «экономии мышления», «наименьшей затраты сил», упуская из виду его объективную сторону и тем самым отрицая его возможности в раскрытии объективной сущности научного познания [11, 12].

Ленинская критика воззрений Э. Маха и его последователей в полной мере может быть отнесена и к позитивистской концепции мысленного эксперимента.

В настоящее время существуют две крайние позиции в оценке роли мысленного эксперимента в научном познании. Одна явно преувеличивает его роль сводя к нему чуть ли не все методы научного мышления [13, с. 75—87]. Другая связана с принижением роли мысленного эксперимента в современной физике. Так, канадский ученый М. Бунге пишет: «Мысленные эксперименты могут обладать эвристической ценностью, но они не могут ничего доказать и ничего опровергнуть. Иными словами, когда говорят об эксперименте, то необходимо фактически выяснить реальность экспериментальной установки. В противном случае речь идет лишь о некотором плане эксперимента или просто о фокусе иллюзиониста» [14, с. 120].

Отрицательная позиция М. Бунге в оценке роли мысленного эксперимента обусловлена чрезмерным преувеличением значения аксиоматических средств познания. Нельзя согласиться с Бунге в том, что «вне аксиоматических систем остается мало надежд на установление порядка, убедительности и даже на уместность тех или иных понятий и формул» [14, с. 41].

Высоко ценил метод мысленного эксперимента М. Планк: «В мысленном эксперименте ум исследователя поднимается над миром действительных орудий, они помогают ему выдвинуть гипотезу и сформулировать вопросы, проверка которых экспериментальным путем открывает перед ним закономерные связи, и даже такие, которые недоступны прямому измерению. Мысленный эксперимент не связывается никаким пределом точности, ибо мысли свободнее, чем атомы и электроны, и, кроме того, здесь отпадает опасность влияния измерительного инструмента на измеряемый процесс. Единственным условием, от которого зависит успешное проведение мысленного эксперимента, является предпосылка действительности непротиворечивых связей между рассматриваемыми процессами» [15, с. 62].

Современное развитие физики свидетельствует о возрастании роли мысленного эксперимента в разработке научных теорий.

#### Литература

1. Глинский Б. А. Эйнштейн о мысленном эксперименте в научном творчестве.— В кн.: Новые философские вопросы физики. М., 1977.
2. Новиков В. Т. Мысленный эксперимент как метод научного исследования (на материале физической науки): Автореф. дис. на соискание уч. ст. канд. филос. наук. Минск, 1977.
3. Курочкина М. С. Роль мысленного эксперимента в познании физических явлений.— Вестн. Харьков. политехн. ин-та, 1976, № 117. Философия, вып. 5.
4. Славин А. В. Проблема возникновения нового знания. М.: Наука, 1976.
5. Кузнецов Б. Г. Пути физической мысли. М.: Наука, 1968.
6. Ахутин А. В. История принципов физического эксперимента (от античности до XVII в.). М.: Наука, 1976.
7. Эйнштейн А. и Инфельд Л. Эволюция физики. М.: Наука, 1966.
8. Эйнштейн А. Собр. науч. тр. Т. 4. Автобиографические наброски. М., 1967.
9. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел.— В кн.: Собр. науч. тр. Т. 1. М., 1965.
10. Готт В. С., Тюттин В. С., Чудинов Э. М. Философские проблемы современного естествознания. М.: Высш. школа, 1974.
11. Мах Э. Познание и заблуждение. М.: Изд-во С. Скимунда, 1909.
12. Энгельмейер П. К. Теория творчества.— СПб., 1910.
13. Lazlo E. The ideal scientific theory: a thought experiment.— Philos. sci., 1973, v. 40. № 1.
14. Бунге М. Философия физика. М.: Прогресс, 1975.
15. Planck M. Wege zur physikalischen Erkenntnis. B. 2, Leipzig, 1943.