

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

К ВОПРОСУ ОБ "АТОМЕ ШРЁДИНГЕРА"

Л.П. Питаевский

(Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН, Москва)

(Письмо поступило 14.06.93 г.)

В т. 163, № 2 "УФН" за 1993 г. в разделе "Из истории физики" была опубликована статья А.Д. Власова "Атом Шрёдингера" [1]. Интерес к личности и работам Шрёдингера, конечно, вполне оправдан. Гениальный физик Э. Шрёдингер наряду с В. Гейзенбергом является создателем математического аппарата квантовой механики. Этот аппарат сразу был сформулирован в столь совершенном виде, что не претерпел сколько-нибудь заметных изменений до настоящего времени.

В статье [1], однако, имеются утверждения, которые, по моему мнению, могут ввести в заблуждение читателя.

Заметная часть статьи посвящена защите физической теории, которую автор называет "моделью атома Шрёдингера", отличающейся от обычной квантовой механики. В применении к атому водорода эта теория получается из обычной, если добавить к потенциальной энергии электрона в поле ядра величину " U_s — потенциальную энергию электронного заряда в его собственном поле". Таким образом, вместо обычного уравнения Шрёдингера получается нелинейная система:

$$\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi + (E - U - U_s) \psi = 0, \quad (1)$$

причем "величина U_s определяется из уравнения Пуассона"

$$\Delta U_s = -2\pi e \psi \psi^*. \quad (2)$$

При этом автор ссылается на работу Шрёдингера 1926 г. [2]. Уравнения (1), (2), однако, в указанной статье отсутствуют. Единственное замечание, которое имеет отношение к рассматриваемому вопросу,

содержится в примечании на с. 70 перевода [2]: "Нужно считаться, однако, с возможностью того, что перенос утверждения о потенциальной энергии из обычной механики больше не окажется позволятельным, если оба "точечных заряда" в действительности являются размазанными колебательными состояниями, проникающими друг в друга". Здесь Шрёдингер говорит о возможности (впоследствии отброшенной) изменить вид взаимодействия между частицами, а не о введении "самодействия" электрона.

Важнее, однако, что система уравнений (1), (2), несомненно, неправильна, поскольку противоречит хорошо установленным опытным данным. Действительно, одним из первых успехов квантовой механики было количественное объяснение спектра водорода (а потом и гелия) в полном согласии с экспериментом. Это согласие, однако, немедленно нарушится, если мы попробуем использовать вместо обычного уравнения Шрёдингера уравнения (1), (2), поскольку дополнительный член U_s вовсе не мал. Например, уже в первом приближении будет снято вырождение по квантовому числу l , являющееся характерным для атома водорода. Потеряет смысл вся теория тонкой структуры линий атома водорода, основанная на учете релятивистских эффектов и также находящаяся в блестящем согласии с экспериментом. Невозможность такого рода изменения квантовой механики была ясна Шрёдингеру уже в 1927 г. Он писал в работе [3]: "... С потенциалом нейтрализации нельзя поступать подобным образом, при этом полностью изменились бы значения термов". (Потенциал нейтрализации здесь соответствует потенциалу U_s .)

Тем более невозможно принимать всерьез

систему (1), (2) в наше время, когда справедливость "обычной", да и релятивистской, квантовой механики подтверждена огромной совокупностью точнейших экспериментов.

Заметим, что система уравнений, аналогичная (1), (2), действительно возникает при приближенном описании атомных состояний методом Хартри—Фока. Этот метод, однако, не имеет смысла в применении к атому водорода.

В статье [1] имеется и ряд других положений, с которыми нельзя согласиться. Так, например, электрон никак не может иметь радиус "порядка 10^{-8} см". В этом случае рассеяние быстрых электронов на ядрах, имеющих, как известно, гораздо меньший размер, решительно отличалось бы от наблюдаемого. Цифра 10^{-8} , кстати, отнюдь не следует и из защищаемой автором теории. В этой теории электрон вообще не имеет фиксированного размера, поскольку размер электронного облака зависит от рассматриваемого состояния. Указанная цифра — лишь "размер" электрона в атоме водорода. Из упоминаемых в [1] электронов с длиной волны $3,7 \cdot 10^{-10}$ см можно составить пакет такого же размера, так что радиус электрона в теории [1] для этого случая будет как раз порядка $3,7 \cdot 10^{-10}$.

Нет никаких оснований считать, что уравнение Шрёдингера лучше (или хуже) описывает состояния дискретного спектра ("внутренние", по терминологии

[1]), чем непрерывного.

Вывод уравнений Максвелла "на основе специальной теории относительности" вовсе не был впервые дан М. Боулером в 1976 г., как говорится в приложении к статье [1]. Это было сделано Г. Минковским на заре теории, и соответствующий материал можно найти в любом нормальном учебнике. Кстати, такой вывод, как уже общеизвестный, используется Шрёдингером в [3].

В заключение еще раз сформулирую свою точку зрения. Существующая квантовая механика, включая релятивистскую квантовую теорию Дирака и квантовую электродинамику, подтверждается экспериментом с высокой точностью и в мельчайших деталях. Всякое "улучшение" основ теории, меняющее ее наблюдаемые следствия, нарушит это согласие. Поэтому любое предложение такого рода должно, как минимум, сопровождаться аккуратным сравнением с экспериментом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власов А. Д. УФН. 1993, **163**; **2**, 100.
2. *Schrodinger E.* Ann. d. Phys. 1926, **79**, 734; перевод: Шрёдингер Э. Избранные труды по квантовой механике. М.: Наука, 1976. С. 56.
3. *Schrodinger E.* Ann. d. Phys. 1927, **82**, 178; перевод: Шрёдингер Э. Избранные труды по квантовой механике. М.: Наука, 1976. С. 145.