

ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

530.145.61(09),

**К 50-ЛЕТИЮ РАБОТЫ М. А. ЛЕОНТОВИЧА И Л. И. МАНДЕЛЬШТАМА
(«К ТЕОРИИ УРАВНЕНИЯ ШРЁДИНГЕРА»*)**

Возникновение и становление квантовой механики в 1925—1927 гг. создание ее математического аппарата вызвало поток теоретических исследований в этой области. Это привело к более глубокому пониманию природы вещества и в конечном счете позволило построить принципиально новую картину физики микромира. Большой интерес в этой связи представляет статья М. А. Леонтовича и Л. И. Мандельштама.

Авторы поставили вопрос: как меняется характер решений стационарного уравнения Шрёдингера при замене обычного осцилляторного потенциала $V(x) = \frac{\alpha x^2}{2}$ на

потенциал, даже сколь угодно слабо «заваленный» по краям (скажем $V(x) = \frac{\alpha x^2}{2} \cdot e^{-kx^2}$ при малом k)? В первом случае, как известно, энергетический спектр целиком дискретен, тогда как во втором он оказывается целиком непрерывным.

Разбор этой, несколько парадоксальной, ситуации авторы провели на примере осциллятора с обрезанным (на большом расстоянии) потенциалом (см. взятый из статьи рисунок).

Как выяснилось, в зависимости от соотношения между энергией частицы и уровнем энергии соответствующего «необрезанного» осциллятора, реализуются две качественно различные физические картины. При достаточном различии указанных двух энергий осуществляется (более обычный) случай свободного движения частицы, сопровождаемого отражением и, добавим, просачиванием через потенциальный барьер (рис. а). При совпадении же или близости энергий, несмотря на непрерывность энергетического спектра, «существуют собственные функции, которые практически отличны от нуля только в ограниченной области вблизи начала координат» (рис. б). В этом случае частица может находиться и за пределами потенциальной ямы, и тем самым ее состояние внутри ямы оказывается, говоря на «временном» языке, квазистационарным.

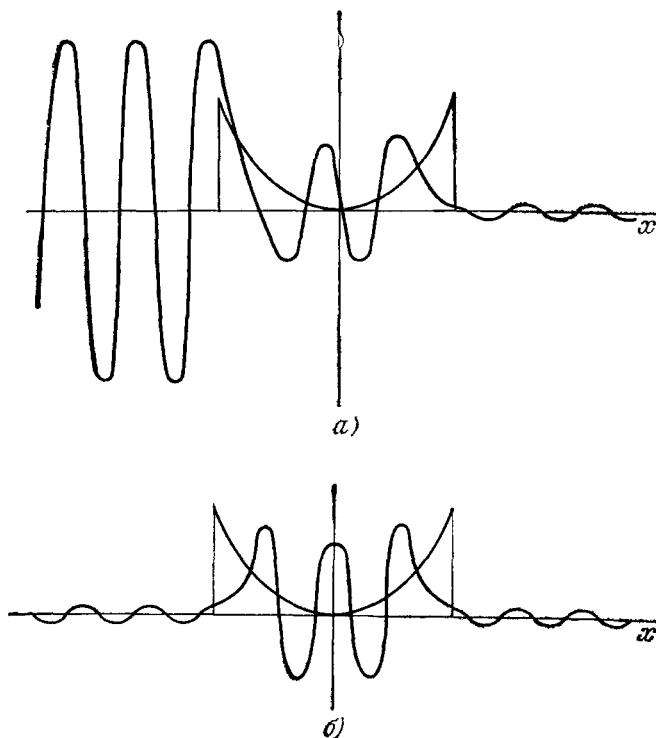
Таким образом, в работе М. А. Леонтовича и Л. И. Мандельштама впервые дана трактовка плавного перехода между дискретным и сплошным энергетическими спектрами и углубленная трактовка концепции «квантования», не исчерпывающегося отысканием спектра уровней, а требующего исследования поведения волновых функций. В известном смысле можно сказать, что квантуются не просто уровни, а, вообще говоря, состояния.

Работа М. А. Леонтовича и Л. И. Мандельштама замечательна тем, что в ней схвачена суть сразу двух важнейших квантовых концепций — туннельного эффекта и квазистационарных состояний. По справедливому замечанию Папалекси², «эта работа содержит в себе, в сущности, все основы теории прохождения частиц через потенциальный барьер, представляющей собой одно из замечательнейших достижений квантовой механики. И действительно, она послужила непосредственным толчком и базой для последующих работ по теории радиоактивного распада».

Глубина анализа соотношения между дискретным и непрерывным энергетическими спектрами, проведенного М. А. Леонтовичем и Л. И. Мандельштамом, особенно ясна в наше время, когда концепции туннельного эффекта и квазистационарных

*) М. А. Леонтович, Л. И. Мандельштам, К теории уравнения Шрёдингера, Zs. Phys. 47, 131 (1928).

состояний являются основой теории целого ряда важных физических явлений. К ним относятся такие явления, как α -распад радиоактивных ядер, холодная эмиссия электронов из металла, распад атомов во внешнем электрическом поле, процессы



Жирная кривая схематически изображает ход собственной функции, тонкая — ход потенциала.

а) Энергия частицы находится посредине между двумя соседними уровнями «необрезанного» осциллятора; б) энергия частицы совпадает с одним из указанных уровней.

перезарядки при атомных столкновениях и химические реакции с переходом атомов, миграция электронов в кристаллической решетке и многие другие.

Пользуясь случаем, мы сердечно поздравляем одного из авторов этой работы Михаила Александровича Леонтовича с 75-летием и желаем ему крепкого здоровья и творческих успехов.

Институт атомной энергии
им. И. В. Курчатова

*Б. Б. Кадомцев, В. И. Коган,
Б. М. Смирнов, В. Д. Шаfranов*

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Успехи физических наук, т. 122, вып. 4, август 1977 г.
2. Н. Д. Папалекси, в сб. Трудов Л. И. Мандельштама, под ред. С. М. Рытова, т. I, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, с. 52.