

Планетарная модель атома и теория Бора: история, гипотезы, эксперимент

А. КОРЖУЕВ

ЗАКАНЧИВАЕТСЯ XX век. Как он будет назван: веком электроники, авиации, компьютеров? Трудно сказать, но наверняка физики XXI века, оглядываясь в прошлое, назовут его веком квантовой механики, возникновению которой и предшествовали открытия, связанные с «устройством» атома и его закономерностях. О них мы и поговорим.

Немного истории

Начнем со спектроскопии. В 1859 году Г. Кирхгоф и Р. Бунзен разработали метод спектрального анализа и объяснили, в частности, происхождение четырех темных линий поглощения в спектре Солнца. Их обнаружил еще в 1814 году Й. Фраунгофер, а теперь, 45 лет спустя, было показано, что эти линии хорошо совпадают с яркими линиями в спектрах, испускаемых накаливаемыми газами и парами различных веществ в обычных земных условиях. В 1885 году И. Бальмер опубликовал статью, в которой установил, что длины волн этих линий с хорошей точностью подчиняются формуле

$$\lambda = k \frac{m^2}{m^2 - 2^2},$$

где $m = 3, 4, 5$ и 6 , а k — некоторая постоянная, и могут быть приписаны водороду. Вскоре были обнаружены еще пять линий водорода, но уже в ультрафиолетовой области солнечного спектра поглощения, и их длины волн также с хорошей точностью укладывались в формулу Бальмера. Кстати, эта формула в 1890 году была переписана Ю. Ридбергом для волновых чисел:

$$\nu^* = \frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c} = \frac{4}{k} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right).$$

Коэффициент $4/k$ получил название постоянной Ридберга R (по современ-

ными данным $R = 10973731,77 \text{ м}^{-1}$). Затем обнаружили целых три серии линий в инфракрасной области спектра атома водорода, которые тоже охватывались упомянутой формулой. И вообще, как оказалось, все пять серий линий можно описать одной формулой — формулой Бальмера — Ридберга

$$\nu^* = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right),$$

где для каждой серии число n свое: $n = 1, 2, 3, 4, 5$, а внутри серии число m принимает ряд значений, начиная с $n + 1$. Однако, фундаментального физического обоснования закономерностей линейчатых спектров в то время не было. В частности, существовавшая «пудинговая» модель атома Дж. Дж. Томсона, согласно которой отрицательно заряженные электроны, как изюминки в пудинге, были распределены в некоем жидком положительно заряженном веществе, к указанным результатам не приводила.

Теперь следует вспомнить о том, что в 1900 году М. Планку для объяснения закономерностей теплового излучения пришлось выдвинуть идею о квантовой, дискретной структуре излучения и распространения света (уже имевшую, кстати сказать, к моменту рождения «экспериментальное подтверждение» — еще в 1887 году Г. Герц наблюдал внешний фотоэффект), и не забыть о явлениях, также подтверждавших сложное строение атома, — открытии Дж. Дж. Томсоном электрона, обнаружении радиоактивности и термоэлектронной эмиссии.

Что же было общим для всех этих явлений? Очевидно, то, что они не могли быть удовлетворительно объяснены, исходя из существовавших в то время представлений о строении атома. Однако (и история физики это

подтверждает) накопление такого рода фактов может происходить достаточно долго, пока не произойдет «скачок» — такое событие в истории науки, которое вынесет окончательный приговор либо в пользу накопившихся фактов, либо в пользу опровергаемой ими теории. Таким «скачком» в истории атома стали опыты Резерфорда, которые легли в основу создания новой теории строения атома.

Опыты Резерфорда

Еще с 1906 года Э. Резерфорд изучал прохождение α -частиц через различные по своим свойствам вещества, а в декабре 1910 года им была выведена формула, описывающая рассеяние α -частиц. Из формулы следовало, что для конкретного источника (с заданными плотностью потока и кинетической энергией частиц) число частиц ΔN , рассеивающихся в телесном угле $\Delta \Omega$, связано с углом рассеяния θ соотношением

$$\frac{\Delta N}{\Delta \Omega} \sim \frac{1}{\sin^4 \frac{\theta}{2}}.$$

Соответствующий график изображен на рисунке 1 (коэффициент пропорциональности условно принят за 1).

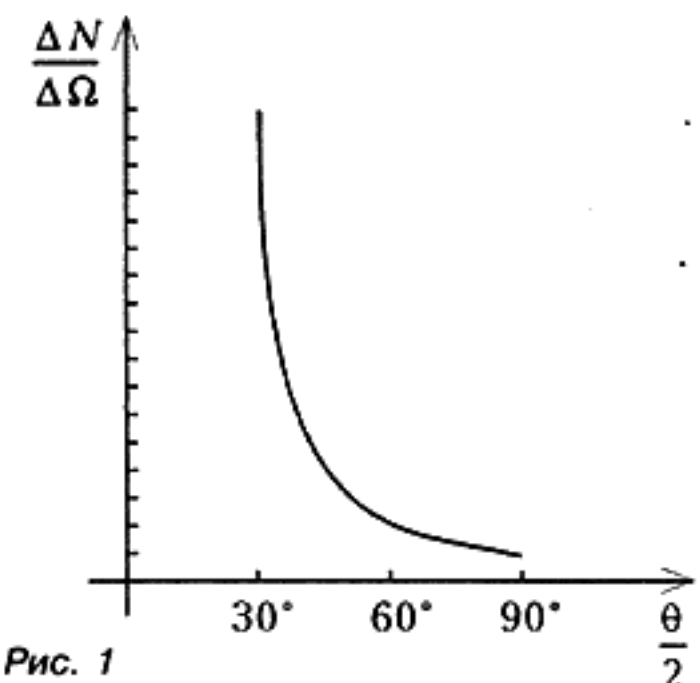


Рис. 1