

О СУЩНОСТИ ОТКРЫТОГО М. ПЛАНКОМ ПРИНЦИПА КВАНТОВАНИЯ (МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

Н.Т. Квасов, Ю.И. Савилова

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, г. Минск

Настоящее сообщение имеет своей целью еще раз обудить с преподавателями физики методику изложения одной из величайших гипотез XX века – идеи М. Планка о квантовании энергии. Такая необходимость связана, в первую очередь, с неоднозначностью ее интерпретации в современной учебной литературе. В докладе предполагается также затронуть подобные проблемы, возникающие при изложении ряда вопросов теории относительности, квантовой и статистической физики, теории атомного ядра и элементарных частиц.

Диалектическую противоречивость и парадоксальность процесса познания человеком окружающего мира наиболее емко и эмоционально выразил В.И. Ленин: «...она (физика) идет к единственно верному методу и единственно верной философии естествознания не прямо, а зигзагами, не сознательно, а стихийно, не видя своей «конечной цели», а приближаясь к ней ощупью, шатаясь, а иногда даже задом».

Действительно, здание современной физики стоит на фундаменте, краеугольные камни которого – основные законы мироздания – угаданы у природы и по настоящее время не имеют достаточного обоснования. Это постулаты Бора и уравнение Шредингера, принцип Паули и гипотеза Уленбека и Гаудсмита о наличии спина электрона и др. Особняком, в стороне, уходя в запредельные выси познания, стоит гипотеза М. Планка о существовании неделимых порций энергии. Как сейчас мы знаем, эта идея ознаменовала развитие всей науки и техники XX века и открывает фантастические перспективы в XXI веке. Тем более удивительным, в связи с этим, является отсутствие на сегодняшний день единого понимания самой квантовой идеи: Что предлагал квантовать М. Планк, и имеют ли сами кванты право на жизнь.

В работах Планка не конкретизируется физическая форма объекта, энергия которого квантуется, и который называется то осциллятором, то резонатором. Принято считать, что это синонимы, но разные авторы интерпретируют это понятие по-разному. Одни утверждают, что квантуется энергия излучающего электрического диполя-осциллятора (это наиболее распространенная точка зрения), другие – что квантуется энергия электромагнитного поля, заключенного в замкнутой полости, в которой, как и в любой ограниченной области пространства, т.е. в резонаторе, возникают стоячие волны. Обратимся к первоисточнику: «Таким образом, законы теплового излучения сведены к нахождению вероятности W определенного значения лучистой энергии...» (из выступления Планка на Первом Сольвеевском конгрессе, 1911 г.) «При этом получился замечательный результат, что это отношение ... совершенно не зависит от природы резонатора,

даже от его постоянной затухания — обстоятельство, особо благоприятное и радостное для меня, так как благодаря ему, всю проблему можно было упростить, заменяя энергию излучения энергией резонатора, отчего запутанная система со многими степенями свободы заменилась простой системой с одной-единственной степенью свободы (Нобелевская речь М. Планка 02.07.1920 г.). Анализируя эти и другие рассуждения Планка, можно сделать вывод, что осциллятор вводится как вспомогательный модельный элемент для описания свойств электромагнитного поля и согласиться с Ч. Киттелем, уточнившим суть планковской теории: «Планк ввел понятие гармонического осциллятора с частотой ω для представления собственного колебания, или моды электромагнитного поля с частотой ω в полости. Осциллятор следует ассоциировать с электромагнитным полем, а не со стенками полости». Приведем еще один аргумент в пользу названного подхода. В работах Планка плотность энергии равновесного теплового излучения связана со средней энергией гармонического осциллятора соотношением:

$$\rho(\nu, T) = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \langle E \rangle,$$

где $\langle E \rangle$ — средняя энергия осциллятора, значение которой, согласно современной квантовой теории, равно

$$\langle E \rangle = \frac{h\nu}{\exp(\frac{h\nu}{kT}) - 1} + \frac{h\nu}{2},$$

где $\frac{h\nu}{2}$ — энергия основного («нулевого») состояния, которая, кстати, была впервые получена опять же М. Планком (о чем, между прочим, нигде не упоминается).

В формулу Планка входит только первое слагаемое, второе — не учитывается, что нельзя считать физически обоснованным. Если же учесть ангармоничность реальных излучателей, то объяснение выбора выражение для $\langle E \rangle$ будет еще более затруднительным. В то же время подобных проблем не возникает, если под $\langle E \rangle$ подразумевать среднюю энергию мод, образующихся в объеме полости.

Заметим также, что энергетическая дискретность возникает и при движении микрочастиц в ограниченных областях пространства (например, электронов в атомах). Свободные же электромагнитные поля и свободные частицы этой дискретностью не обладают.

Таким образом, возникает вопрос: не является ли преждевременным переход от квантовой гипотезы к представлению о квантах как реальных физических объектах? Нам представляется, что идея квантования, как и другие гениальные идеи, еще не получила окончательного физического обоснования.