

N. B.:

Our present quantum theory is very good, provided we do not try to push it too far — we do not try to apply it to particles with very high energies and we do not try to apply it to very small distances. When we do try to push it in these directions, we get equations which do not have sensible solutions. We have our interactions always leading to infinities. This question has bothered physicists for 40 years, and they have not made any very substantial progress.

It is because of these difficulties that I feel that the foundations of quantum mechanics have not yet been correctly established. Working with the present foundations, people have done awful lot of work in making applications in which they can find rules for discarding the infinities. But these rules, even though they may lead to results in agreement with observation, are artificial rules, and I just cannot accept that the present foundations are correct.

One can thus make quantum electrodynamics into sensible mathematical theory, but only at the expense of spoiling its relativistic invariance. I think, however, that that is a lesser evil than departing from standard rules of mathematics and neglecting infinite quantities.

I disagree with most physicists at the present time just on this point. I cannot tolerate departing from the standard rules of mathematics. Of course, the proper inference from this work is that the basic equations are not right. There must be some drastic change introduced into them so that no infinities occur in the theory at all and so that we can carry out the solution of the equations sensibly, according to ordinary rules and without being bothered by difficulties. This requirement will necessitate some really drastic changes: simple changes will not do, just because the Heisenberg equations of motion in the present theory are all so satisfactory. I feel the change required will be just about as drastic as the passage from the Bohr orbit theory to the quantum mechanics.

/P. A. M. Dirac, "Direction in Physics", John Wiley, 1977./

От ред.: Ниже мы даем два перевода: 1) аутентичный,
2) известный перевод под ред. Я. А. Смородинского.

1. *Наша современная квантовая теория очень хороша, если только мы не пытаемся протолкнуть ее слишком далеко — не пытаемся применять ее к частицам с очень высокими энергиями и не пытаемся применять ее на очень малых расстояниях. Когда мы пытаемся протолкнуть ее в этих направлениях, мы получаем уравнения, которые не имеют разумных решений. Мы имеем взаимодействия, всегда ведущие к бесконечностям. Этот вопрос беспокоил физиков в течении 40 лет, но они не сделали каких-либо очень существенных успехов.*

Это из-за этих трудностей я чувствую, что основы квантовой механики еще не были правильно заложены. Работая с современными основами, люди сделали громадную работу в процессе развития приложений,

в которых они могли найти правила для отбрасывания бесконечностей. Но эти правила, даже не смотря на то, что они могли привести к результатам, согласующимся с наблюдениями, были искусственными правилами, и я совсем не могу принять, что современные основы правильны.

Так, можно сделать квантовую электродинамику разумной математической теорией, но только ценой нарушения ее релятивистской инвариантности. Я думаю, однако, что это меньший грех, чем отступление от стандартных правил математики и игнорирование бесконечных величин.

Я не согласен с большинством физиков в настоящее время именно в этом пункте. Я не могу допустить отклонений от стандартных правил математики. Конечно, надлежащий вывод из этой (т. е. упомянутой выше — Ред.) работы таков: основополагающие уравнения не правильны. Некое коренное изменение должно быть введено в них, чтобы бесконечности вообще не встречались в теории и чтобы мы могли разумно находить решения этих уравнений в соответствии с обычными правилами и не будучи озабоченными трудностями. Это требование неизбежно повлечет за собой некоторые действительно коренные изменения: простые изменения не подойдут именно потому, что в современной теории уравнения движения Гейзенберга все так хороши. Я чувствую, что требуемое изменение будет именно почти таким же коренным, как переход от теории орбит Бора к квантовой механике.

2. Современная квантовая теория прекрасно “работает” до тех пор, пока мы не требуем от нее слишком многого — пока мы не пытаемся применять ее к частицам очень высоких энергий и использовать на очень малых расстояниях. Если мы все же попробуем это сделать, то получим уравнения, решения которых не имеют смысла. Взаимодействия, с которыми мы имеем дело, всегда приводят к бесконечностям. Эта задача волнует физиков вот уже 40 лет, но пока в ее решении нет сколько-нибудь существенного прогресса.

Трудности, о которых мы говорили, заставляют меня думать, что основы квантовой механики еще не установлены. Исходя из современных основ квантовой механики, люди затратили колоссальный труд на то, чтобы на примерах отыскать правила устранения бесконечностей в решении уравнений. Но все эти правила, не смотря на то, что вытекающие из них результаты могут согласовываться с опытом, являются искусственными, и я не могу согласиться с тем, что современные основы квантовой механики правильны.

Ситуация, которая сейчас сложилась с бесконечностями, напоминает мне время, когда использовали волновое уравнение, содержащее член $\partial^2/\partial t^2$. Думаю, что люди зря слишком легко принимают теорию, наделенную принципиальными недостатками; очевидно, продвижение вперед возможно лишь в том случае, если будет произведено какое-нибудь фундаментальное изменение теории, почти такое же фундаментальное, как переход от уравнения (7) к уравнению (9).

/П. А. М. Дирак, “Пути физики”. (Пер. с англ. Н. Я. Смородиной. Под ред. Я. А. Смородинского.) М.: Энергоатомиздат, 1983, с. 25./