

винтовых электронов. Такое различие отвечало ожиданиям теории Глешоу — Вайнберга — Салама.

В 1979 г. Вайнберг, Салам и Глешоу были удостоены Нобелевской премии.

Реальность W- и Z-бозонов

На основе теории Глешоу — Вайнберга — Салама было предсказано, что слабое взаимодействие осуществляется за счет обмена W- и Z-промежуточными бозонами — квантами поля слабого взаимодействия.

Вероятность процесса слабого взаимодействия определяется в теории Глешоу — Вайнберга — Салама величиной, пропорциональной $[e^2/M_W^2]^2$, где M_W — масса W-бозона. Сравнивая эту величину с соответствующей величиной, определяемой из вероятности β -распада нейтрона (или распада мюона), можно было однозначно предсказать значение массы W-бозона, а из вероятности взаимодействия нейтральных токов — массы Z-бозона. Из-за большой массы бозонов W- и Z-взаимодействия и оказываются слабыми.

Существование фотонов буквально «очевидно» — мы убеждаемся в этом, открывая глаза их потокам. Существование W- и Z-бозонов было далеко не так просто установить. Из-за большой массы W- и Z-бозонов требуется очень большая энергия частиц, в столкновениях которых эти бозоны рождаются. Более того, родившись с такой затратой энергии, W- и Z-бозоны долго существовать не могут. Вследствие своей большой массы они распадаются на более легкие частицы. Например, W⁻-бозон распадается на $e^-\bar{\nu}_e$, а Z — на пару e^+e^- . Время, за которое поток частиц уменьшается в e раз из-за их распада, называется в физике *временем жизни* этих частиц. Время жизни W- и Z-бозонов оказывается очень малым. Оно меньше, чем 10^{-24} с. Поэтому непосредственно наблюдать W и Z невозможно. Их кратковременное существование отражается только в появлении продуктов их распада.

В начале 80-х гг. в Европейском центре ядерных исследований вступил в строй так называемый *коллайдер* — установка, в которой протоны и антипротоны разгонялись навстречу друг другу до энергии 270 ГэВ. Эта энергия намного превышает порог обра-

зования W - и Z -бозонов *). События их рождения и распада нужно было выделить на фоне в сто миллионов раз большего числа событий рождения других частиц. Это оказалось возможным благодаря тому, что продукты лептонных распадов W и Z , рождающихся почти в покое, могут разлетаться под любыми углами к направлению сталкивающихся пучков протонов и антипротонов (рис. 28) и изолированы от адронных струй, а легкие частицы сохраняют направление движения, породивших их струй адронов.

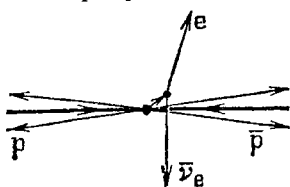


Рис. 28. Рождение W -бозона в столкновении протона p и антипротона \bar{p} на коллайдере наблюдали в событиях с одиночным электроном с большим импульсом и энергией, вылетающим под большим углом к сталкивающимся протону и антипротону. Поскольку $\bar{\nu}_e$ от распада W -бозона в эксперименте не регистрируется, большой импульс электрона от распада W -бозона оказывается нескомпенсированным

кулярном пучку направлении был не скомпенсирован, поскольку нейтрино в установке не наблюдалось. Рождение Z наблюдалось по рождению пары e^+e^- и $\mu^+\mu^-$.

Измеряя энергию и импульс продуктов распада W и Z , можно было установить массу этих частиц. Измеренные значения массы W - и Z -бозонов точно соответствовали предсказанию теории.

Предсказанное очарование

Обобщение теории Глешоу — Вайнберга — Салама на случай странных частиц приводило к явному противоречию. При таком обобщении в тео-

*) У порога их образования в столкновении p и \bar{p} вероятность образования W и Z ничтожна. Эта вероятность становится заметной, если энергия столкновения одного кварка из p и одного антикварка из \bar{p} достигает порога рождения W и Z .