

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ**ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ПОИСКУ ДРОБНОЗАРЯЖЕННЫХ КВАРКОВ
В ВЕЩЕСТВЕ**

Гипотеза Гелл-Манна ¹ и Цвейга ² о возможности существования частиц с дробными зарядами $-\frac{1}{3}e$ и $+\frac{2}{3}e$ — кварков (и соответственно $+\frac{1}{3}e$ и $-\frac{2}{3}e$ для антикварков), из которых могут быть построены адроны, сразу же повлекла за собой попытки ее экспериментальной проверки. Работы по поиску кварков, выполненные на ускорителях протонов, а также поиски в космических лучах, дали пока отрицательные результаты. (Подробный анализ ситуации дается в статье Е. Л. Фейнберга ³.)

В трех недавних экспериментах кварки искали в веществе: в воздухе, воде и железных метеоритах ⁴, а также в графите ^{5,6}. В статье ⁴ в экспериментах со всеми исследуемыми веществами использовалось то замечательное свойство кварков, что атомы и молекулы, их присоединившие, никогда не могут стать электрически нейтральными. Изучаемые образцы пропускались в газообразном виде через достаточно сильное электрическое поле, чтобы выделить дробнозаряженные атомы или молекулы. В большинстве экспериментов любые собранные электрическим полем атомы затем концентрировались на маленькой платиновой нити, находившейся под положительным потенциалом, удерживающим отрицательно заряженные частицы. Этим методом предполагалось выделить атомы или молекулы, присоединившие кварк с зарядом $-\frac{1}{3}e$.

Кварк с зарядом $+\frac{2}{3}e$ имел бы ионизационный потенциал 6,04 эв и в большинстве случаев испарялся, главным образом ассоциировавшись с электроном или отрицательным ионом. Поэтому такой кварк также должен был попадать на платиновую нить. Сильно нагретая отрицательно заряженная нить была установлена таким образом, чтобы гарантировать, что кваркоатомы, испарившиеся в гораздо менее всroyтой форме положительно заряженных ионов, были бы собраны, переиспарены и возвращены на маленькую платиновую нить. Эта нить помещалась затем в устройство, прогоняющее выделенные отрицательные ионы через разность потенциалов 15 кВ и направляющее их на первый диод электронного умножителя, импульсы с которого затем записывались как функция времени. В некоторых экспериментах использовался 100-дюймовый масс-спектрометр с целью идентификации масс.

О химических свойствах кваркоатомов невозможно сказать что-либо определенно, однако можно предположить, что благородные газы, например, аргон, присоединившие кварк с зарядом $-\frac{1}{3}e$, сохраняют свои химические свойства. Единственное отличие от обычного аргона состояло бы в улучшении растворимости в воде и увеличении адсорбируемости поверхностями. В экспериментах с атмосферным воздухом большие его количества (10^{10} — 10^{11} литра за 24 часа) прогонялись через электрический фильтр, состоящий из алюминиевых трубок диаметром 0,6 см. причем напряженность электрического поля была не ниже, чем 350 в/см (напряжение 20000 в). Любые выделенные заряды снимались при комнатной температуре и при температуре алюминиевых трубок 200° С, причем выделенное вещество промывалось инертным газом, текущим через электрическое поле. Чтобы учесть возможность прилипания кваркоатомов к атмосферной пыли, некоторое количество ее, собранное с фильтров здания лаборатории, было исследовано таким образом: пыль нагрели до 400° С и промыли инертным газом, затем вещество с инертным газом прошло через электрическое поле и были собраны все заряженные частицы. Если заряды, адсорбированные поверхностью платиновой нити в малой концентрации, удалять с помощью нагрева нити, их интенсивность должна экспоненциально падать вследствие уменьшения поверхностной концентрации. Работа системы, детектирующей заряды, зависит от знака ускоряющего поля. Если знак меняется, испарение должно идти неизменно, так как (основная

идея эксперимента) все известные вещества, образующие отрицательные ионы, испаряются в основном только в форме нейтральных атомов, поэтому поверхностная концентрация их падает экспоненциально независимо от знака поля. Включив олять ускоряющее поле, мы должны получить ту интенсивность отрицательных ионов, которая отвечает этой экспоненциально уменьшившейся концентрации. Вещества, образующие положительные ионы, например, цезий, в аналогичных условиях ведут себя по-другому. Когда ускоряющее поле меняет знак, концентрация на нити уже не падает, так как вещество должно испаряться в основном в виде положительных ионов, а они не могут уходить из-за поля. Переключение поля дает тот эффект, что скорость счета в детектирующей системе начинается с того же уровня, который имелся до момента запыриания. Так как отрицательно заряженные молекулы или атомы, присоединившие кварк, не могут стать нейтральными, они должны испаряться как цезий. В некоторых измерениях с воздухом и пылью обнаружен именно такой эффект для отрицательных

ионов; однако такое поведение наблюдалось лишь в небольшом количестве опытов и было плохо воспроизводимо, что авторы работы ⁴ относят на счет неконтролируемых метеорологических факторов. Очень подробно была изучена морская вода. Испарялось 20 литров воды и пар пропусклся через электри-

Вещество	Число молекул	Предел на число дробно-заряженных частиц	Концентрация нуклона
----------	---------------	------------------------------------------	----------------------