

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ДЕТЕКТОР НЕРЕЛЯТИВИСТСКИХ КВАРКОВ И ТЯЖЕЛЫХ
ОДНОЗАРЯДНЫХ ЧАСТИЦ

В. В. АВАКЯН, И. П. КАРАБЕКОВ

Вопрос о существовании частиц с $M \gg M_p$, $Z = 1, 2/3, 1/3$ представляет большой интерес для построения теории элементарных частиц. Поэтому в последнее время проводятся эксперименты по обнаружению этих частиц как на ускорителях [1, 2, 3], так и в космических лучах [4, 5, 6]. Проведенные эксперименты позволили оценить ожидаемую интенсивность и сечение образования искомых гипотетических частиц. В [6] интенсивность кварков в релятивистской области в космических лучах оценивается цифрами $J\left(\frac{1}{3}e\right) \ll 8,7 \cdot 10^{-9} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1} \text{ стp}^{-1}$; $J\left(\frac{2}{3}e\right) \ll 18 \cdot 10^{-9} \text{ см}^{-2} \text{ стp}^{-1} \text{ сек}^{-1}$. Столь малая интенсив-

ность создает значительные трудности для обнаружения этих частиц в космических лучах, а энергетический потолок действующих ускорителей не позволяет генерировать частицы с $M > 3M_p$. Поэтому установки, предназначенные для обнаружения кварков в космических лучах, должны быть свободны от физического фона известных частиц.

Во всех приведенных выше экспериментах применялись установки, которые анализировали проходящие частицы по ионизационным потерям. Этот метод позволяет выделять частицы только с дробным зарядом в релятивистской области энергий. Однако, если предположить, что кварки являются сильно взаимодействующими частицами, то на уровне моря можно ожидать большую интенсивность именно нерелятивистских кварков. Более того, сильно взаимодействующие кварки в релятивистской области должны идти с большим сопровождением, которое может принципиально исключить возможность их регистрации в земных условиях. С экспериментальной точки зрения идентификация кварков измерением только ионизационных потерь имеет следующие недостатки. Во-первых, этим методом исключается возможность регистрации частиц с $Z = 1$. Во-вторых, если количество кварков, проходящих через установку, меньше или сравнимо с количеством случаев, отмечаемых установкой из-за флуктуации ионизации, то возникает неопределенность.

В настоящей работе предлагается метод детектирования нерелятивистских кварков в потоке космических лучей, который принципиально может быть свободен от физического фона известных частиц. Метод заключается в следующем. Пороговые черенковские счетчики

исключают возможность регистрации частиц, имеющих скорость, превышающую $\beta_{\text{порог}}$. Это позволяет регистрировать частицы лишь в определенной области скоростей. Исключение регистрации случаев прохождения частиц с $\beta \leq \beta_{\text{порог}}$ и имеющих массу $M \leq 3M_p$ осуществляется поглотителем, толщина которого выбирается так, чтобы эти частицы и генерируемые ими продукты были бы полностью поглощены. В этом случае метод позволит выделить лишь случай прохождения частиц с $\beta \leq \beta_{\text{порог}}$ и $M > 3M_p$ при $Z \leq 1$. Предлагаемый метод может быть осуществлен в следующем варианте установки. Установка состоит из двух пороговых черенковских счетчиков с $\beta_{\text{порог}} = 0.7$, между которыми расположен сцинтилляционный телескоп из поглотителя, имеющего 1100 г.см^{-2} , и сцинтилляционного счетчика, расположенного под поглотителем. Выбранная толщина поглотителя позволяет исключить частицы с $M \leq 3M_p$ при $\beta \leq 0.7$ и продукты, генерируемые ими. При этом будет исключена возможность ложного срабатывания и в случае, когда частица с $M = 3M_p$ (третий) в верхних слоях поглотителя с коэффициентом неупругости равным единице рождает один релятивистский π -мезон. Приведенный график демонстрирует диапазон скоростей регистрируемых частиц при различных значениях их масс и зарядов.

Командный импульс отбирает частицы, которые при прохождении через установку не вызывают высвечивания в черенковских счетчиках, создают импульсы во всех слоях сцинтилляционного телескопа, проходят поглотитель и дают отметку в сцинтилляционном счетчике. При этом будут исключены частицы с $M \leq 3M_p$ и $Z = 1$. Ядра с $M > 3M_p$ и $Z > 1$ будут также исключены, так как ионизационный пробег для них равен или меньше пробега протона. Поэтому при выработке командного импульса величина ионизации не участвует. Тем самым масса детектируемых частиц не ограничивается. Вместе с тем величины импульсов, выдаваемых сцинтилляционным телескопом, позволяют судить также о величине заряда регистрируемых частиц.

Расчеты показывают, что для дискриминации $\beta_{\text{порог}}$ с точностью $\Delta\beta = \pm 0.01$ с помощью современных высокочувствительных фотоумножителей достаточно иметь толщину черенковского счетчика $10 \div 12 \text{ см}$.

Возможны ложные срабатывания установки из-за одновременного прохождения двух частиц, одна из которых имеет $\beta < 0.7$ и попадает на установку вертикально, другая попадает на установку сбоку, не задевая черенковские счетчики, и проходит через сцинтилляционный счетчик. Для исключения этих случаев необходимо боковые торцы поглотителя покрыть сцинтилляторами, которые будут включены в схему антисовпадений.

Проведена оценка вероятности ложных срабатываний установки от следующих физических явлений: эффекта перезарядки и флуктуации длины ионизационного пробега частицы. Расчеты показали, что вероятность срабатывания установки при двойной перезарядке $p \rightarrow p \rightarrow p$

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. D. R. O. Morrison, Phys. Lett., 9, 199 (1964).
3. H. H. Bingham et al., Phys. Lett., 9, 201 (1964).
3. L. B. Leipuner et al., Phys. Rev. Lett., 12, 432 (1964).
4. A. W. Sunyar et al., Phys. Rev., 136 B, 1157 (1964).
5. D. A. Delise and T. Bowen, Phys. Rev., 140 B, 458 (1965).
6. H. Kascha, Bulletin of the American Physical Society, NT-4, AD3, 429 (1965).

ՈՉ ՌԵԼԱՏԻՎԻՍՏԻԿ ԿՎԱՐԿՆԵՐԻ ԵՎ ԾԱՆՐ ՄԻԱԿԱՅՔ
ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԴԵՏԵԿՏՈՐ

Վ. Վ. ԱՎԱԳՅԱՆ, Ի. Պ. ԿԱՐԱՐԵԿՈՎ

Առաջարկվում է մեծ լուսառժ ունեցող հարմարանք, որը ազատ է ֆիզիկական ֆոնից և թույլ է տալիս դետեկտել ոչ ռելյատիվիստիկ էներգիաների տիրույթում ($\beta < 0.7$) երեք պրոտոնային զանգվածից մեծ զանգված ունեցող միալիցք մասնիկներ և կվարկներ:

DETECTOR FOR NON-RELATIVISTIC QUARKS AND HEAVY
SINGLE CHARGED PARTICLES

V. V. AVAKIAN and I. P. KARABEKOV

An arrangement with a large acceptance and free of physical background may be used for the detection of quarks and single charged particles with mass larger than three proton masses in non-relativistic energy region ($\beta < 0.7$) is suggested.