

## РЕФЕРАТЫ СТАТЕЙ, ПОМЕЩЕННЫХ В ВЫПУСКЕ

PACS: 95.30.-k; 95.35.+d; 14.80.Ly; 12.60.Jv

**Возможно ли с помощью ускорителей обнаружить частицы темной материи?**

*Бедняков В. А.* Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2016. Т. 47, вып. 5. С. 1315.

В работе содержится последовательное описание характерных свойств частиц галактической темной материи (Dark Matter, DM), возможных путей детектирования этих частиц, метода прямого детектирования DM в наземных условиях, подходов к оценке различных возможностей детектирования DM, первых попыток поиска частиц DM на коллайдерах в рамках эффективной теории поля, а также полный обзор результатов коллаборации ATLAS по поиску возможных кандидатов на роль DM на LHC (Run I) и, наконец, несколько менее полный обзор поиска «экзотических» частиц темной материи на других ускорителях.

На основе этого обсуждения показано, что невозможно доказать, особенно модельно-независимым способом, что имеет место факт обнаружения частицы DM на ускорителе или коллайдере. Единственное, что можно утверждать, так это то, что имеет место регистрация нейтральной слабовазаимодействующей (массивной) частицы, которая может быть, а может и не быть кандидатом на роль частицы DM.

Текущая программа поиска DM на LHC фактически базируется на изучении только событий с сигнатурой потерянной (или недостающей) поперечной энергии. Ненаблюдение (в том числе в данной совокупности событий) какого-либо превышения над ожиданиями Стандартной модели вынуждает все эксперименты по поиску DM на LHC вступать в соревнование на предмет получения наилучшей кривой исключения (exclusion curve), в котором уже длительное время принимают участие практически все эксперименты, нацеленные на прямой и косвенный поиск DM в наземных условиях. Однако это соревнование, к сожалению, имеет очень мало общего с реальной возможностью обнаружения частиц DM. Настоящие частицы DM обладают эксклюзивной галактической сигнатурой — годовой модуляцией сигнала, которая сегодня достижима только в экспериментах по прямому детектированию DM. Эту сигнатуру никак нельзя обнаружить с помощью коллайдера или ускорителя.

Поэтому для доказательства принадлежности обнаруженного (если такое случится) на коллайдере DM-кандидата к числу настоящих частиц DM обязательно необходимо зарегистрировать его в эксперименте по прямому детектированию DM и продемонстрировать его галактическую сущность. Более того, будучи зарегистрированной, эта частица DM должна будет найти себе место в рамках некоторой (новой, за рамками SM) теоретической концепции. На сегодня наилучшей такой концепцией представляется концепция суперсимметрии, которой пока нет адекватной альтернативы с точки зрения когерентного описания всех данных по поиску частиц темной материи.

Табл. 3. Ил. 54. Библиогр.: 382.

PACS: 11.25.Nf; 11.27.+d; 11.15.Yc

**Свойства конформных блоков, гипотеза АГТ и полиномы узлов.** Морозов А. А. Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2016. Т. 47, вып. 5. С. 1428.

В данном обзоре рассмотрены различные свойства корреляторов двумерной конформной теории поля. В частности, рассмотрена их связь со статистической суммой четырехмерной суперсимметричной теории. Помимо интереса, который представляет само наличие связи такого рода, данное соотношение приносит и практическую пользу. Так, известные выражения для статистической суммы суперсимметричной теории рассчитать намного проще, нежели напрямую выражения для корреляторов в конформной теории. Для этой же цели полезно и рассмотренное представление корреляторов конформной теории как матричной модели. Интегральная форма этих корреляторов позволяет обобщить полученные результаты для алгебры Вирасоро на более сложные случаи алгебры  $W$  или квантовой алгебры Вирасоро. Это позволяет рассматривать более сложные конфигурации в конформной теории поля.

Вторая часть обзора посвящена трехмерной теории Черна–Саймонса. Во многом тем вниманием, которое она привлекает в настоящее время, эта теория обязана своей связи с математической теорией узлов. Математическая теория узлов — это довольно старая область математики, которую начали изучать еще в XVII в. Основная задача этой теории состоит в построении алгоритма, позволяющего отличить друг от друга различные узлы — замкнутые контуры в трехмерном пространстве. Основным методом, используемым для достижения этой цели, состоит в построении так называемых инвариантов узлов.

Табл. 3. Ил. 14. Библиогр.: 132.

PACS: 21.60.Jz; 12.90.+b; 11.15.Kc

**Слабое связанное состояние с ненулевой плотностью заряда как ЛНС-состояние с энергией 126,5 ГэВ.** Сыска Дж. Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2016. Т. 47, вып. 5. С. 1546.

В качестве аналога квантовой электрослабой модели сформулирована самосогласованная модель взаимодействий классических полей, которая приводит к однородным решениям для бозонов в основном состоянии в присутствии ненулевых флуктуаций протяженной фермионной заряженной плотности. Рассмотрены две разные электрослабые конфигурации полей. Первая содержит ненулевые флуктуации электрического и слабого зарядов. Вторая является электрически нейтральной, но при этом ее слабый заряд не равен нулю. Обе конфигурации имеют два физически интересных решения с массой 126,67 ГэВ при значении параметра скалярного потенциала флуктуаций  $\lambda \sim 0,0652$ . Электрически нейтральная капля с нулевым спином, образующаяся в результате распада заряженной капли, интерпретируется как состояние с энергией  $\sim 126,5$  ГэВ, обнаруженное в эксперименте на ЛНС. Две другие конфигурации соответствуют решениям с массами, равными первой — 123,7 ГэВ с  $\lambda \sim 0,0498$  и вторая — алгебраическому среднему масс двух основных решений, а именно: 126,67 и 123,7 ГэВ, т. е. 125,185 ГэВ. Проблема масс капель такого типа рассматривается на основе явления экранирования флуктуаций заряда. Их массы вычисляются в приближении тонкой стены.

Табл. 1. Ил. 8. Библиогр.: 84.

PACS: 87.53.Jw; 87.56.bd

**Современные компактные ускорители циклотронного типа для медицинских применений.** *Смирнов В. Л., Ворожцов С. Б.* Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2016. Т. 47, вып. 5. С. 1589.

Ионная и адронная терапия — два типа радиотерапии на основе соответствующих пучков частиц. В последнее время для лечения пациентов с раковыми заболеваниями наибольшую популярность получило облучение протонами и ионами углерода. Основными источниками таких пучков являются ускорители типа циклотронов и синхротронов. Интуитивно очевидно, что в условиях госпиталя для медицинской диагностики и терапии частиц лучше всего подходят компактные установки. Другим критерием для выбора ускорителей частиц, упоминаемых в данной статье, является применение технологии сверхпроводимости при разработке магнитных систем ускорительных установок. Компактные изохронные циклотроны для ускорения протонов в диапазоне энергий 9–30 МэВ широко используются для производства радионуклидов. Энергия 230 МэВ является общепринятой во всех ускорителях для протонной терапии. Соответствующее применение углеродного пучка требует энергии частиц 430 МэВ/нуклон. Благодаря применению сверхпроводящих обмоток магнитное поле в этих машинах может достигать 4–5 и даже 9 Тл в некоторых случаях. Медицинские циклотроны с безжелезными или почти безжелезными магнитными системами, которые имеют ряд преимуществ над классическими ускорителями, находятся в настоящее время в стадии разработки. В данной работе сделана попытка описания некоторых концептуальных и технических черт современных ускорителей с упором на магнитные и ускоряющие системы, а также на систему вывода пучка из вакуумной камеры. Эти системы чрезвычайно важны с точки зрения компактности установок, а также их соответствия весьма жестким условиям медицинского применения.

Табл. 9. Ил. 23. Библиогр.: 42.

PACS: 52.20.-j; 52.25.Fi; 52.27.Jt; 29.27.-a

**Стационарные самосогласованные распределения для пучка заряженных частиц в продольном магнитном поле.** *Дривотин О. И., Овсянников Д. А.* Физика элементарных частиц и атомного ядра. 2016. Т. 47, вып. 5. С. 1622.

Представлен обзор аналитических решений уравнения Власова для пучка заряженных частиц. Эти результаты проанализированы на основе единого подхода, развитого авторами статьи. В рамках этого метода вводится пространство интегралов движения, в котором в качестве координат рассматриваются интегралы движения частиц. При этом задание самосогласованного распределения сводится к заданию плотности распределения в этом пространстве. Такой подход позволяет упростить построение и анализ различных самосогласованных распределений. В частности, в некоторых случаях можно получать новые решения, рассматривая линейные комбинации известных решений. Этот подход позволяет также дать во многих случаях наглядное геометрическое представление самосогласованных распределений в пространстве интегралов движения.

Ил. 6. Библиогр.: 89.