

Большой Адронный Коллайдер и его безопасность

Большой Адронный Коллайдер (Large Hadron Collider - LHC) рассчитан на рекордно большие энергии столкновений частиц, недостижимые в экспериментах на ускорителях элементарных частиц в прошлом. С каждым таким шагом, расширяющим наши знания, возникает естественная озабоченность - является ли безопасным проведение экспериментов на все более высоких энергиях? Следует сразу отметить, что в природе, в столкновениях частиц, составляющих космические лучи, регулярно происходят процессы с еще большими энергиями. В свете новых экспериментальных данных и дальнейшего развития теории, группа ученых, созданная для оценки безопасности LHC (LHC Safety Assessment Group - LSAG) обновила анализ, сделанный в 2003 году аналогичной группой независимых экспертов.

LSAG подтверждает и расширяет выводы, представленные в отчете 2003 года: столкновения частиц на LHC не представляют опасности, и озабоченность потенциальными рисками не является научно обоснованной. Все физические процессы, которые будут происходить на LHC, естественным образом протекали и протекают в природе, на Земле и на других небесных телах в течении всего времени их существования.

Отчет LSAG был рассмотрен и одобрен Комитетом Научной Политики ЦЕРН.

Ниже приведена основная аргументация, представленная в отчете LSAG. Заинтересованные в деталях, могут найти их как непосредственно в отчете, так и в технических работах, на которые отчет опирается.

Космические лучи

LHC, также как любой другой ускоритель частиц, воссоздает естественный феномен космических лучей в контролируемых лабораторных условиях, давая возможность для их детального исследования. Космические лучи представляют собой элементарные частицы, ускоренные до высоких энергий вне Земли. Значительная доля этих частиц ускорена до энергий, превосходящих достижимую на LHC. Поток таких частиц на Земле и их энергия достоверно измерены. Мы знаем, что за время существования Земли, которое измеряется миллиардами лет, в Земной атмосфере произошло столько же столкновений элементарных частиц на сверхвысоких энергиях, сколько можно было бы получить, повторив весь LHC проект примерно миллион раз – а наша планета существует. Более того, в видимой части Вселенной наблюдается огромное количество астрономических объектов большего размера, и все из них также бомбардируются космическими лучами. Каждую секунду во Вселенной происходит 100 миллионов миллионов экспериментов, подобных LHC. Вероятность опасных последствий таких экспериментов исключена астрономическими наблюдениями – галактики и звезды их образующие продолжают существовать.

Микроскопические черные дыры

Черные дыры образуются в природе в процессе коллапса звезд, потерявших устойчивость в конце жизни. В черной дыре сконцентрировано вещество всей звезды в очень маленьком, по астрономическим масштабам, объеме. Астрономические черные дыры несоизмеримо тяжелее любого гипотетического объекта, который мог бы возникнуть на LHC, где энергии столкновений пар

протонов сравнимы с кинетической энергией комара в полете. Микроскопическая черная дыра это объект из мира элементарных частиц.

В соответствии с хорошо проверенными законами гравитации, описываемыми общей теорией относительности Эйнштейна, образование микроскопических черных дыр на ЛНС невозможно. Однако, некоторые спекулятивные теории предсказывают возможность рождения подобных частиц на ЛНС. Во всех таких теориях предсказывается также, что соответствующие объекты немедленно распадутся. Следовательно, процесс аккреции вещества на микроскопические черные дыры даже не начнется и макроскопических эффектов не возникнет.

Хотя стабильные микроскопические черные дыры в теории не ожидаются, исследование последствий их рождения космическими лучами показывает безобидность таких, совсем гипотетических частиц. Здесь нужно принять во внимание, что столкновения на ЛНС и столкновения космических лучей с астрономическими телами, подобными Земле, отличаются тем, что частицы, рожденные на ЛНС будут иметь меньшие скорости, чем частицы рожденные в столкновениях космических лучей. Последние покинут Землю не произведя никакого вреда, если их взаимодействие с веществом Земли мало. Первые могут остаться в Земле. Стабильные черные дыры могут быть как электрически заряженными так и нейтральными. Заряженные будут замедляться и захватываться веществом Земли, даже если они были рождены космическими лучами и имеют высокие начальные скорости. Поэтому, тот факт, что Земля все еще существует, исключает катастрофический сценарий с заряженными черными дырами. Электрически нейтральные стабильные черные дыры, рожденные космическими лучами, останавливаются плотным веществом нейтронных звезд и белых карликов. Продолжающееся существование таких астрономических объектов исключает возможность возникновения на ЛНС каких либо потенциально опасных черных дыр.

Стрейнджлеты

Стрейнджлетом называют гипотетический сгусток “странного вещества”, содержащий равные количества кварков трех сортов: верхних, нижних и странных (обычное вещество содержит только верхние и нижние кварки). Ожидается, что распад стрейнджлетов в обычное вещество произойдет за тысячные доли микросекунды. Но не может ли стрейнджлет оказаться стабильным и, объединившись с обычным веществом, превратить его в себе подобное странное вещество? Этот вопрос был впервые поставлен перед пуском ускорителя тяжелых релятивистских ионов (Relativistic Heavy Ion Collider - RHIC), в 2000 в США. Специальные исследования проведенные перед запуском ускорителя показали, что причин для озабоченности нет. RHIC уже работает в течение восьми лет, и образование стрейнджлетов не наблюдалось. Время от времени на ЛНС также будут ускоряться пучки тяжелых ионов. Пучки на ЛНС будут иметь большую энергию, но это может лишь привести к меньшей вероятности образования стрейнджлетов, если они вообще могут образовываться. В самом деле, высокая температура плазмы, возникающая на таких ускорителях, препятствует образованию сгустка странного вещества – лёд не образуется в горячей воде. В дополнение к этому, кварковая плазма на ЛНС будет более разряженной, что также препятствует образованию сгустков странного вещества. Поэтому, образование

стрейнджлетов на LHC менее вероятно по сравнению с RHIC, а опыт, накопленный на RHIC, уже подтвердил, что стрейнджлеты действительно не могут образовываться.

Пузыри другого вакуума

Можно вообразить такую модель мира, в котором нынешняя Вселенная не находится в наиболее стабильном состоянии (вакууме квантовой теории поля), и в котором возмущения, произведенные LHC, могут спровоцировать переход в более стабильное состояние - состояние, в котором наше существование невозможно.

Однако, столкновения частиц на LHC в этом отношении ничем не отличаются от столкновений космических лучей. Если LHC может привести к такому переходу, то тогда и космические лучи уже давно спровоцировали бы эту реакцию. Поскольку нигде в видимой части Вселенной изменение вакуума не произошло, оно не будет вызвано работой LHC.

Магнитные монополи

Магнитный монополи – это гипотетическая частица с магнитным зарядом, который соответствует либо северному, либо южному магнитному полюсу. Согласно некоторым неподтвержденным теориям, магнитные монополи могут вызывать распад протонов. Предсказываемые такими теориями магнитные монополи слишком тяжелы и не могут быть рождены на LHC. Существование же легких монополей противоречит не только ожиданиям теоретиков, но и эмпирическим фактам. Лёгкие монополи уже производились бы в столкновениях космических лучей с атмосферой Земли и, захватываясь веществом нашей планеты, накапливались бы в её недрах. Продолжающееся существование Земли и других астрономических объектов исключает возможность существования опасных, поедающих протоны магнитных монополей, достаточно легких, чтобы рождаться на LHC.