

XII городская научно-практическая конференция школьников

«Первые шаги в науку»

**Опасность Большого Адронного коллайдера –
миф или реальность?**

Автор: Панова Елизавета, ученица 9 «А» класса МОБУ гимназии №44 г.Сочи

Руководители: Кириллов Андрей Михайлович, учитель физики

МОБУ гимназии №44, к.ф.м.н

Безносова Ирина Александровна, учитель математики

МОБУ гимназии №44 г.Сочи

г.Сочи, 2012

Введение

Многие считают что ученые в своем исследовании на Большом Адронном коллайдере (БАК) зашли слишком далеко. Они полагают что при столкновении частиц с такой энергией в ускорителе могут образоваться межвременные завихрения или черная дыра (ЧД), масса которой начнет расти, после чего она всосет в себя сам коллайдер, затем Швейцарию, Европу, да и всю нашу планету. Российские же участники проекта говорят, что само появление подобных дыр почти невероятно, и я в своём исследовании попыталась развеять мифы относительно возникновения этих чёрных дыр.

Основная часть

Сначала разберёмся для чего вообще создавался этот всем известный ускоритель частиц. Итак, БАК - ускоритель на встречных пучках протонов и ионов, с помощью которого будут проводиться фундаментальные эксперименты, связанные с высокими энергиями. Столкновение этих пучков высвобождает достаточно энергии, чтобы воссоздать в миниатюре условия, существовавшие в течение долей секунды после момента Большого Взрыва.

В физике уже многое открыто, но одна из последних последних неоткрытых частиц Стандартной Модели (СМ) (рис. 1) – бозон Хиггса тормозит дальнейший прогресс. Исследователи ищут свидетельства ее рождения в осколках, образующихся при «лобовом столкновении» субатомных частиц. Сегодня СМ является центром физики элементарных частиц. Она начала складываться, когда число открытых частиц перевалило за сотню, и их пришлось классифицировать. Получилось что-то наподобие таблицы Менделеева. Эта модель почти завершена, но у неё не хватает одного маленького кирпичика, правда, очень существенного. Называется он бозоном Хиггса и должен отвечать за то, чтобы у других частиц была масса. Основным недостатком СМ является то, что она не описывает гравитацию. То есть масса есть, мы её видим, но в формулах её нет.

кварки			
2,6 МэВ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ верхний	1,27 ГэВ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ очаровательный	171,2 ГэВ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{3}$ истинный	0 0 1 фотон
4,8 МэВ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$ нижний	104 МэВ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$ странный	171,2 ГэВ $-\frac{1}{3}$ $\frac{1}{3}$ прелестный	0 0 1 глюон
$0,000511$ МэВ 0 $\frac{1}{2}$ электронное нейтрино	$0,10566$ МэВ 0 $\frac{1}{2}$ мюонное нейтрино	$1,777$ МэВ 0 $\frac{1}{2}$ тау нейтрино	91,2 ГэВ 0 1 слабое взаимодействие
0,511 МэВ -1 $\frac{1}{2}$ электрон	105,7 МэВ -1 $\frac{1}{2}$ мюон	1,777 ГэВ -1 $\frac{1}{2}$ тау	80,4 ГэВ $+1$ 1 слабое взаимодействие
лептоны			бозоны

Рисунок 1 – Система элементарных частиц в рамках СМ



Рисунок 2 – За пределами Стандартной модели

Ученые всего мира соревнуются в поиске, чтобы найти бозон Хиггса и БАК является самым большим экспериментом в этом направлении. Физически бозон Хиггса ещё не найден, но ученые создали компьютерные модели (рис. 3)

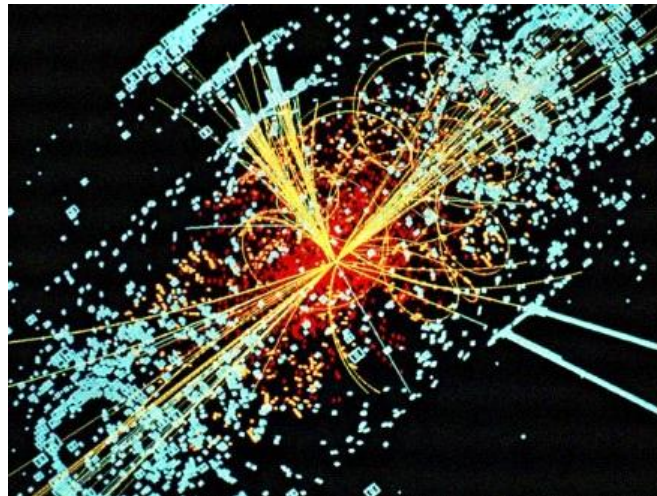


Рисунок 3 – Модель столкновения элементарных частиц

Её обнаружение укрепит СМ. Мы сможем ответить на вопрос, что такое масса и откуда она берётся, сможем обосновать наличие поля Хиггса – некой субстанции, заполняющей всё пространство вселенной. Поможет узнать что из себя представляет материя в первые мгновения жизни Вселенной после большого взрыва. Но если же будет доказано, что частицы не существует, то вся СМ будет признана недееспособной. Это откроет путь для ряда альтернативных теорий, давно готовых заменить Стандартную модель, вплоть до теории «параллельных Вселенных». При всём этом именно бозон Хиггса является основной причиной для опасения со стороны тех, кто считает, что запуск БАК на полную мощность способен привести к глобальной катастрофе (искусственное получение частицы, которая создает всю массу Вселенной, может вызвать цепную реакцию непроизвольного роста массы с появлением черной дыры).

Что же вообще представляют из себя чёрные дыры? Итак, ЧД это НЕЧТО с таким огромным гравитационным притяжением, что даже свет не может избежать их гравитации. В астрономии существует такое понятие как скорость убегания - это скорость с которой должен двигаться объект что бы избежать притяжения. Например ракета что бы избежать притяжение нашей планеты должна двигаться со скоростью 11,2 км/с. А что же на счёт скорости убегания необходимой для избежания притяжения ЧД? Сила гравитации настолько огромна, что требуется скорость убегания которая больше скорости света. Но в 1905 году Эйнштейн в своей специальной теории относительности говорил нам о том что нельзя развить скорость большую чем скорость света (300000 км/с) - это абсолютный предел! В принципе чёрной дырой может быть что угодно если сжать это до ОЧЕНЬ малых размеров. Если уменьшить землю до размера ногтя, она тоже будет обладать достаточной гравитационной силой что бы поглощать свет.

Перспективной областью астрофизики является нейтринная астрофизика.

Нейтрино несут информацию о процессах, происходящих на конечных стадиях развития звёзд. А эволюция звёзд, как известно, может заканчиваться образованием чёрных дыр. В середине 2011 в научной печати появились сообщения о возможном превышении нейтрино скорости света (проект OPERA), что даёт основание предполагать возможность покидания нейтрино чёрной дыры. Таким образом потоки нейтрино потенциально могут быть переносчиком информации из ЧД (у нейтрино длина свободного пробега порядка 100 световых лет).

Как же формируются ЧД? Звёзды тоже имеют свой жизненный цикл. Для примера возьмём звезду в 15 раз больше нашего солнца. Когда ядро звезды перестаёт излучать энергию они начинают умирать - превращаются в красных гигантов. Потом же они взрываются и интересно то, что после них остаётся. Ядро мёртвой звезды схлопывается под своей тяжестью настолько быстро что формируется крайне сжатый объект. Вот вам и ЧД. Астрофизики считают, что такие объекты находятся в центре каждого звездного скопления, в том числе и в центре нашей галактики Млечный путь. Эти гиганты появились и эволюционируют вместе с галактиками, и уже поглотили огромное количество звезд, газа, пыли, и даже менее массивных ЧД и нейтронных звезд.

Давайте же подробнее рассмотрим почему же ничто не может избежать попадания в ЧД. Кроме специальной теории относительности существует ещё и общая теория относительности, которая утверждает что в пространстве существуют три измерения и ещё есть как бы четвёртое - это время. они связаны и образуют так называемое пространство-время в четырёх измерениях. Всё что имеет массы как бы прогибает это пространство время на рис.4 видно звезду которая прогибает наше с вами пространство время, но посмотрите на эту чёрную дыру (рис.4) она создаёт огромную дыру в пространстве-времени, потому что она

очень массивна и очень сжата.

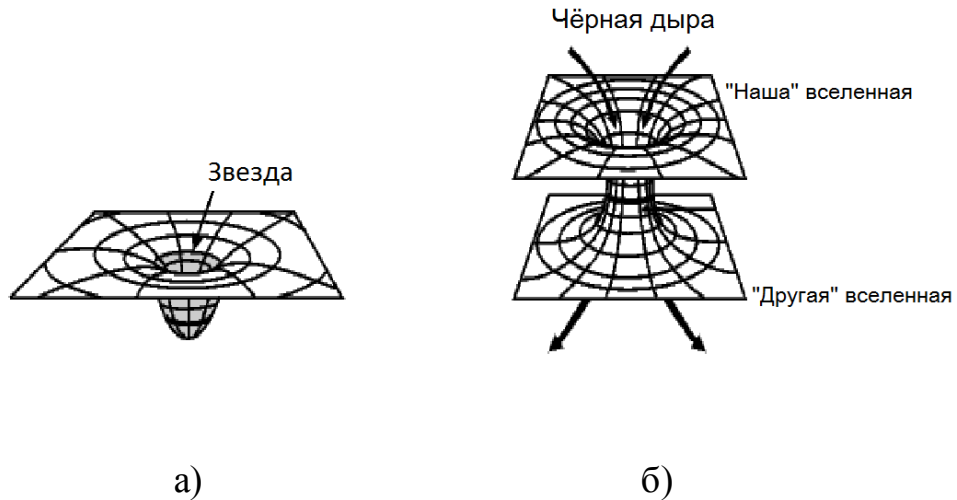


Рисунок 4 – а) положение звезды в пространстве-времени
 б) положение ЧД в пространстве-времени

Учённые считают что прямо в центре, в самом центре ЧД находится так называемая гравитационная сингулярность (рис. 5). Это то место, где вся масса сжата в точку нулевого размера. Это всегда было своего рода камнем преткновения для учёных т.к. масса там стремится к бесконечности, а в бесконечности все модели и уравнения прекращают работать.

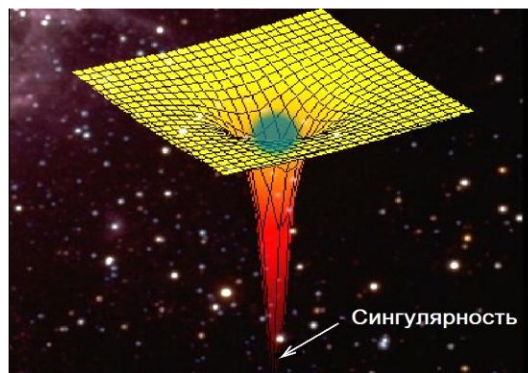


Рисунок 5 - Сингулярность

Вернёмся конкретно к ЧД которые теоретически могут образоваться на БАК. Речь идёт о подтверждении теории, согласно которой при тераэлектронновольтных энергиях и в условиях соответствующей гравитации происходит образование чёрных дыр. Т.е. при столкновение ускоренных протонов и ионов возникновение ЧД реально! Но прежде всего их не стоит путать с астрономическими ЧД. Со своей ничтожной массой рукотворные завихрения просуществуют несколько секунд. Узнать, была ли дыра, можно только изучив продукты распада фотонов.

Так вот, что касательно вопроса их опасности: С. Хокинг, автор чуть ли ни всех ныне существующих концепций ЧД, сделал ключевое для понимания физики этих объектов открытие - Интенсивность излучения ЧД растёт с уменьшением её массы. Поэтому ЧД неизбежно «испаряются» со временем. Даже самые крупные из них. Крупные - медленно, за миллиарды лет. А вот мелкие... Мелкие, такие как при столкновении на БАК исчезают моментально, за 10^{-17} секунды, и, соответственно, у них просто нет времени на то, чтобы втянуть в себя хоть сколько-нибудь существенный объём материи. Зато, испаряясь, они оставят после себя некое излучение, которое можно будет обнаружить с помощью сверхчувствительной аппаратуры БАК.

Предположим что даже если чёрная дыра возникнет и будет стабильна (иметь относительно долгое время жизни). Оценим гравитационный радиус ЧД возникшей из субъядерных частиц:

Из II закона Ньютона и закона всемирного тяготения следует что размер такой чёрной дыры будет порядка $10^{-53} - 10^{-54}$ метра. При таких размерах чёрная дыра будет иметь длину свободного пробега больше чем у нейтрино, и за время жизни не успеет встретить и поглотить существенный объём материи.

Энергии же БАК хватит только на разрыв нейтронов и протонов. От их разрыва будут появляться кварки. Почему я перешла к кваркам? Дальше ответ. Кварки удерживаются глюонами, тип взаимодействия – Сильный. Из-за него кварки не могут вырваться из конфайнмента. (Конфайнмент это английское слово обозначающее пленение, тюремное заключение.)

Особенность кварков, что при удалении друг от друга, сила взаимодействия возрастает (согласно теории струн), а не падает как у обычных сил, на расстоянии $r=1$ см сила взаимодействия – 10^{13} ГэВ!

Значит для разделения адронов, необходима огромная энергия, которую невозможно получить!

Но если предположить что энергии хватает, то: если удалять кварки друг от друга, то поле между ними будет сжиматься в трубку (струну), если продолжать отдалять кварки, то поле лопнет, и снова превратиться в кварки.

Таким образом учёные смогут наблюдать лишь частичку того что необходимо, и никаких катастроф не может быть.

Более того, Землю постоянно бомбардируют потоки космических лучей, энергия которых намного больше той энергии, которую планируют достигнуть в Коллайдере. До сих пор с Землёй ничего не произошло.

Заключение

Таким образом, проведённый анализ и сделанные оценки дают право сделать вывод о том, что исследования на БАК не представляют опасности и позволят сделать очередной шаг в открытии фундаментальных законов мироздания. Дальнейший ход моей работы будет связан с исследованием:

- 1) Стрпелек. Высказываются опасения, что при работе БАК ядра атомов могут преобразоваться в стрпелёкки, и процесс цепной реакции приведёт к превращению всей материи Земли в стрпелёкку.
- 2) Антивещества и антигравитации.

Список использованных источников и литературы

1. Гинзбург В. Л., Муханов В. Ф., Фролов В. П. О космологии сверхранней Вселенной и “фундаментальной длине” // ЖЭТФ. 1988. Т. 94, вып. 4. С. 2;
2. Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. Строение и эволюция Вселенной. М., 1975;
3. Марков М. А. Некоторые проблемы современной теории гравитации ,7 Природа. 1984. № 4;
4. Марков М. А. Макромикросимметрическая Вселенная // Теоретико-групповые методы в физике. Т. 1. М., 1986;
5. Панов В. Ф. Вращение ранней Вселенной // Изв. вузов. Физика. 1985. № 12;
6. Пенроуз Р. Структура пространства-времени. М., 1979;
7. Фролов В. П. Черные дыры и квантовые процессы в них // УФН. 1976. Т.118. вып. 3;
8. Хокинг С., Эллис Дж. Крупномасштабная структура пространства-времени. М., 1977;
9. Хокинг С. Нарушение детерминированности при гравитационном коллапсе // Черные дыры. М., 1978.



Выступление на конференции (20.01.12)