

Московский Государственный Университет им. М. В. Ломоносова.
Физический факультет.
Кафедра физики элементарных частиц.

ПОИСК СИГНАЛОВ ОТ БОЛЬШИХ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В МОДЕЛИ RS-1 В ЭКСПЕРИМЕНТЕ CMS НА LHC.

Презентацию подготовил студент 4-ого курса Антонов Артём.

Зададимся вопросом!

Зачем понадобилось вводить дополнительные измерения?



Под “Т” мы будем понимать СМ!

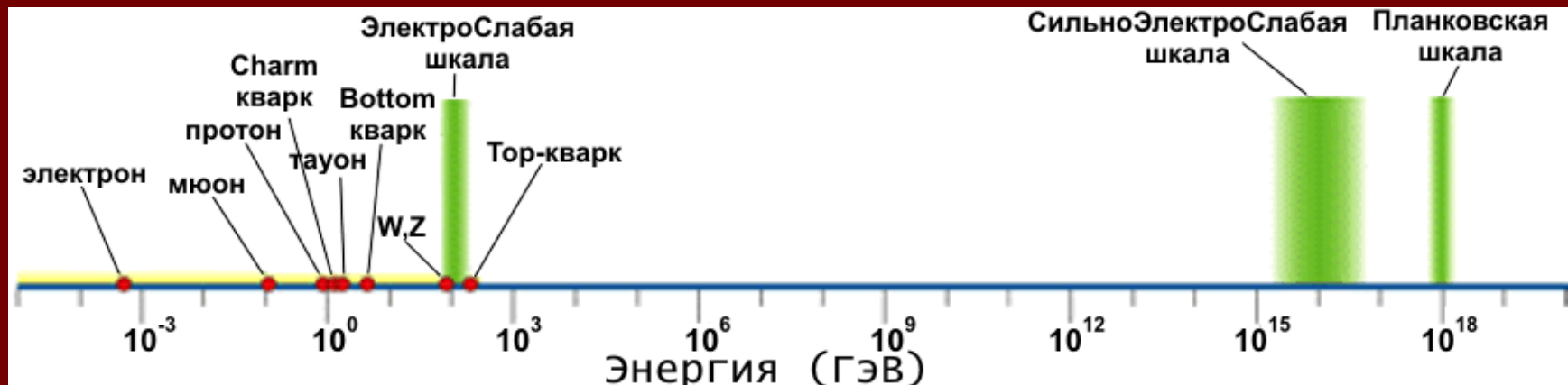
СМ – крайне успешная теория. Но она не может являться окончательной теорией элементарных частиц и взаимодействий. Она, скорее всего, должна пониматься как низкоэнергетический предел некоторой более фундаментальной теории, очевидно, до сих пор неизвестной.

Под “П” мы будем понимать:

- SM не описывает гравитацию.
- Проблема иерархий.
- Лагранжиан SM содержит большое число свободных параметров, не фиксируемых в рамках самой модели (матрицы Юкавы в хиггсовском секторе, описывающие взаимодействие полей с полями Хиггса для придания массы полям материи; величины калибровочных констант; масса самого Хиггса).
- Механизм CP-нарушения и, следовательно, эволюции Вселенной.
- Не фиксировано число поколений.

Что такое проблема иерархий?

Существование 2-х масштабов в теории, крайне сильно отличающихся по величине (масса хиггса и масштаб типа характерной шкалы ВО или даже массы Планка, характеризующая предел применимости стандартной квантовой теории поля.



Пару слов о Z-прайме.

Все эти проблемы важны, но вот №1 среди них – это проблема иерархий! Её решение –путеводная нить при построении моделей, выходящих за рамки СМ. Как известно, СМ базируется на калибровочной группе $SU(3)*SU(2)*U(1)$. Все ТВО строятся на основе более широких калибровочных групп. Плата за это – возникновение дополнительных тяжёлых векторных бозонов, переносчиков взаимодействия.

Пути выхода.

Современные успехи решения заявленной проблемы— идея рассмотрения многомерного пространства. Вот сейчас мы познакомимся с одной из таких теорий.

Модель Рэндалл-Сундрума.

Эта модель описывает пятимерное гравитационное поле, взаимодействующее с четырёхмерной браной в присутствии ненулевой кривизны в объёме. Т.е. в этой модели гравитация живёт в пятимерном пространстве (пространство анти-де-Ситтера) с единственным дополнительным измерением, компактифицированном на орбифолде.

Что такое брана?

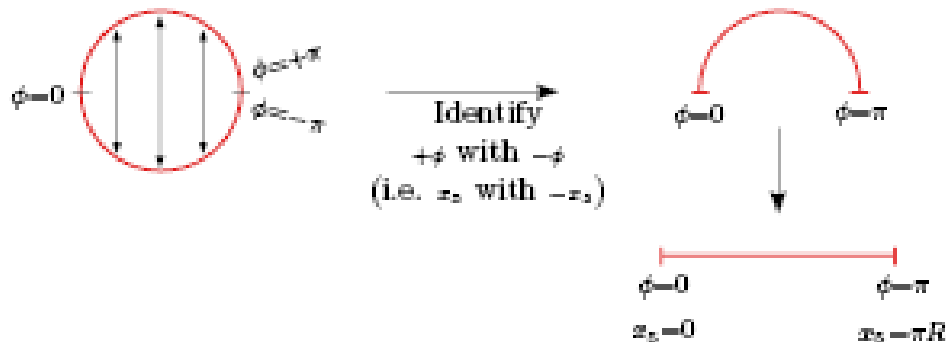
В концепции этой модели лежит следующая идея. В отличие от поля гравитации, которое живёт и распространяется в многомерном объёме, обычные поля материи локализуются на бранах и на фундаментальном уровне являются четырёхмерными. Тогда возможно выполнение условий, при котором многомерное (т.е. пятимерное) гравитационное поле тоже локализуется на бране и в низкоэнергетической области становится четырёхмерным. Из-за этого G (гравитационная постоянная или, что тоже самое, планковский масштаб гравитации) уже нефундаментальная величина! Вот и выход на проблему...

Что такое орбифолд?

В общем случае 5-мерного нелокализованного фермионного поля – **некиральные** КК-моды.

Локализация на топологическом дефекте – киральные

фермионы. Граничные условия орбифолда отсекают нежелательные моды с отрицательной энергией, в результате остаются только возбуждения с положительной энергией.



$$P(x_5) = -x_5$$

$$P(A_\mu) = +A_\mu$$

$$P(A_5^{(0)}) = -A_5^{(0)}$$

$$P(\Psi_L) = +\Psi_L$$

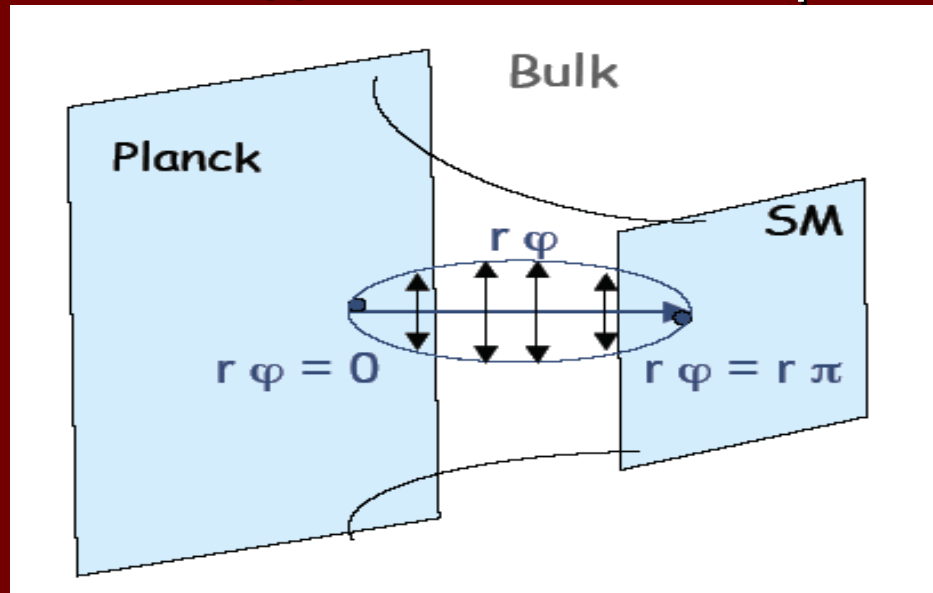
$$P(\Psi_R) = -\Psi_R$$

Конструкция (1).

Итак, мы выяснили, что пятая координата y компактифицируется на окружность конечной длины $2d$ и пробегает значения от $-d$ до d . Точки d и $-d$ отождествляются, так что точки $y=0$ и $|y|=d$ параметризуют диаметрально противоположные точки на такой окружности. Далее осуществляется дополнительное отождествление пар точек y и $-y$ (и соответствующих полей в объёме) на 2-х полуокружностях, не обладающих гладкостью в 2-х фиксированных точках. В этих точках как раз и помещают 2 браны, которые можно населить киральной фермионной материей, индуцированной из многомерного объёма.

Конструкция (2).

В модели есть две браны, с равными по модулю и противоположными по знаку натяжениями (плотность энергии на единицу трёхмерного объёма), локализованными в точке $y=d$ (так называемая тэвная брана) и в точке $y=0$ (планковская брана). Все СМ-поля находятся на тэвной бране.



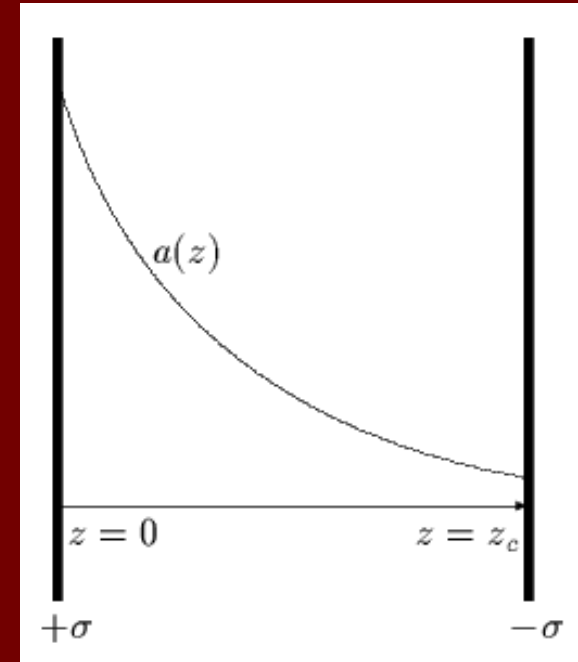
А ВОТ КАК ЭТО ВЫГЛЯДИТ.

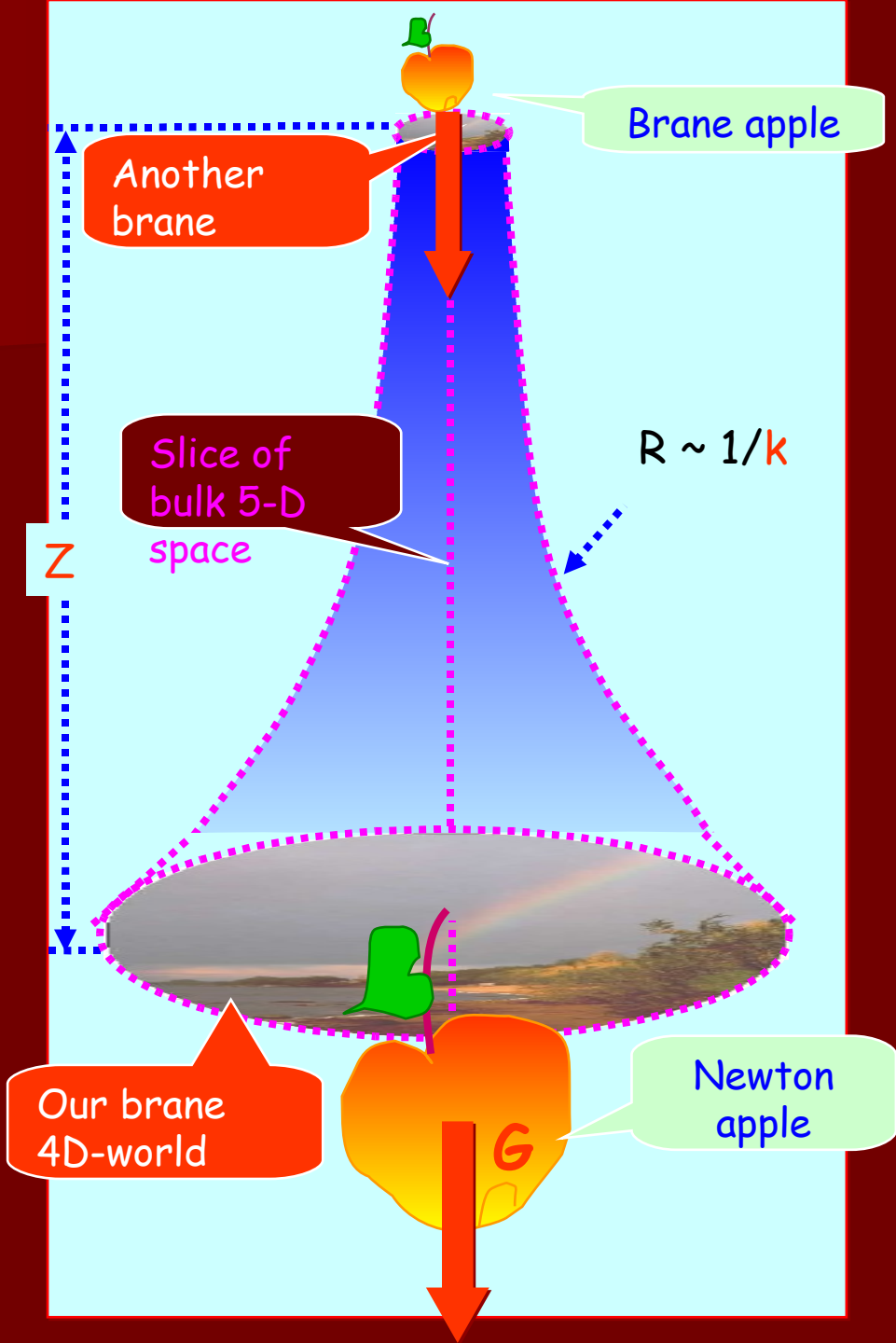
$$S_g = \frac{1}{16\pi G_{(5)}} \int d^4x dz \sqrt{g^{(5)}} R^{(5)} - \Lambda \int d^4x dz \sqrt{g^{(5)}} - \sigma \int d^4x \sqrt{g^{(4)}}$$

$$ds^2 = a^2(z) \eta_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu - dz^2$$

$$\Lambda = -\frac{4\pi}{3} G_{(5)} \sigma^2$$

$$G_{(4)} = G_{(5)} k \frac{1}{e^{2kz_c} - 1} \longleftrightarrow M_{Pl} \sim e^{kz} M_{EW}$$





Теоретический итог.

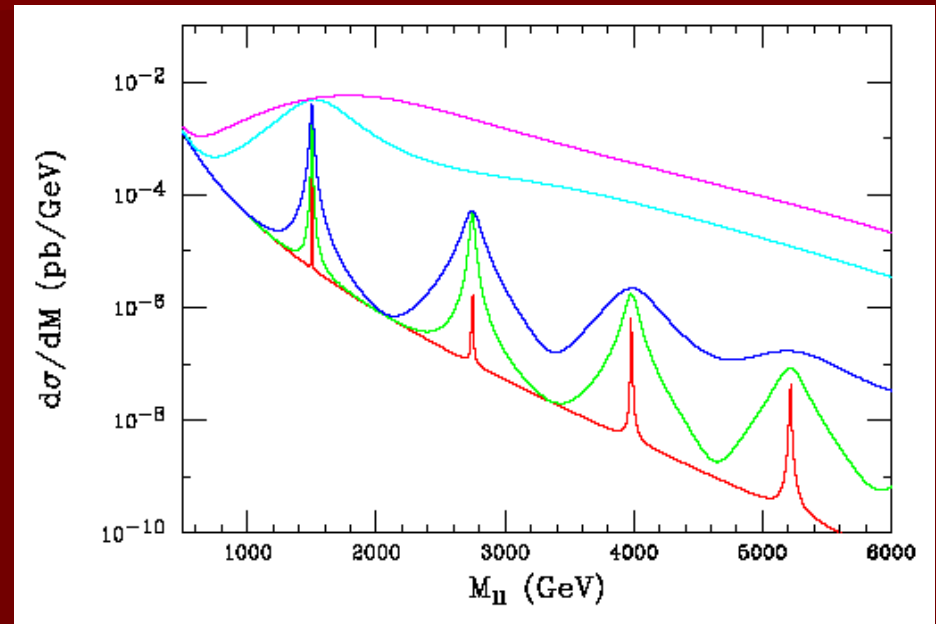
Последняя формула на предыдущей прозрачке говорит о том, что мы приблизились к решению поставленной задачи. Мы получили экспоненциальную иерархию между планковским масштабом и масштабом электрослабых взаимодействий: отношение оказывается правильным по порядку величины при значения z всего лишь в 37 раз большем обратного радиуса анти-де-Ситтера k .

$$M_{Pl} \sim e^{kz} M_{EW}$$

Моделирование.

Распределение инвариантной массы для RS-1 сценария с фоном Дрелла-Яна для различных значений параметров c .

$c = 1; 0.5; 0.1; 0.05; 0.01$.



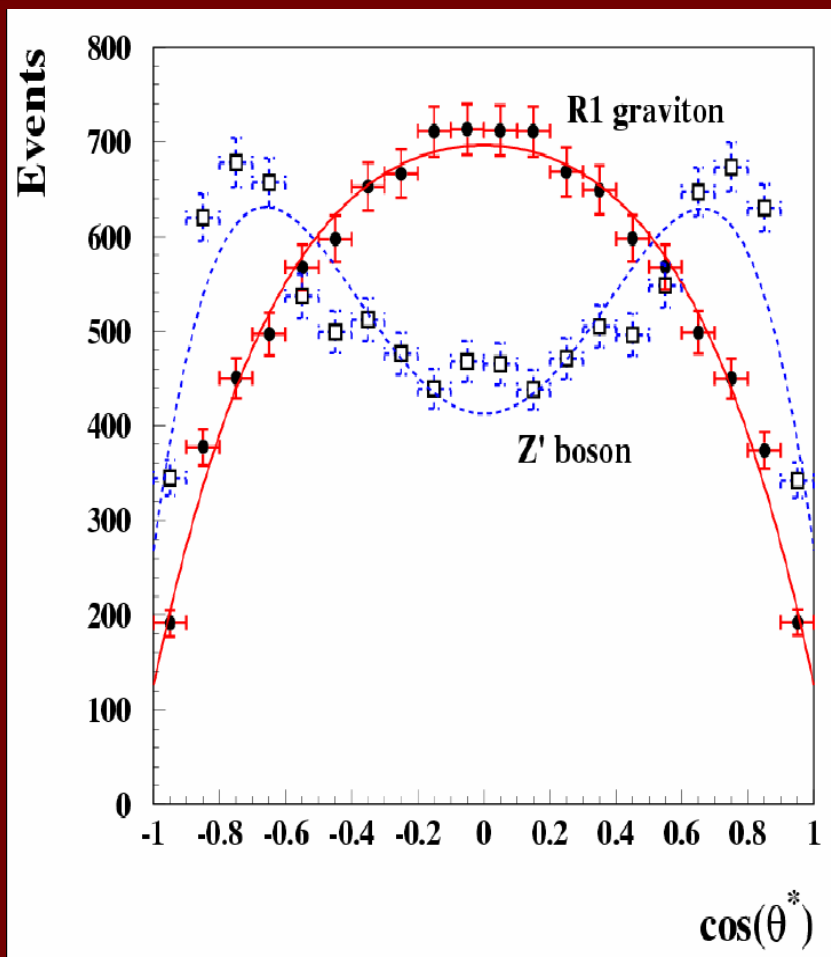
$$c = k/M_{\text{Pl}}$$

$$q\bar{q}, gg \rightarrow G_{KK} \rightarrow e^+e^-, \mu^+\mu^-, \gamma\gamma, \text{jet} + \text{jet}$$

Ссылка на коллегу...

Партонные функции распределения.

Продукты распада. Связь спина с угловым распределением.



Тяжёлый нейтральный резонанс. Либо Z-прайм (расширенный калибровочный сектор), либо гравитон. Экспериментальное разделение этих 2-х резонансов. Векторный бозон имеет спин 1, гравитон - спин 2. разница будет проявляться в угловых распределениях мюонов от распадов этих 2-х тяжёлых резонансов.

Трудности.

Эти распределения будут сильно искажены кинематическими обрезаниями, применяемыми для выделения сигнала и наблюдаемые сигналы будут отличаться от ожидаемых. Выход – статистика. Для гравитона распределение получено при $s=0.1$. масса состояний предполагалась равной $1,5 \text{ ТэВ}/c^*c$.

Итог.

Рассмотренная модель Рэндалл-Сундрума не является единственной моделью, описывающей дополнительные измерения. Более того, мы убедились, что конкурирующими являются не только теории, использующие разный подход к многомерному пространству, но и модели, построенные на более общих группах калибровочных симметрий. А итог крайне простой... Споры теоретиков как обычно разрешат экспериментаторы!

Ведущий специалист в области
многомерной физики
(и не только),
сотрудник ЛФЧ ОИЯИ и мой
научный руководитель
Мария Савина.



15/02/2006

Отсюда будет выходить один из пучков.



Вид каверны, где будет собрана установка CMS.



Мюонные камеры установки CMS.



Электромагнит, который может создавать поле до 4 Тл.

