

ОТКРЫТИЯ НА БОЛЬШОМ АДРОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ



РГПУ им. А.И. Герцена
Факультет физики
4 курс 1 группа
Андрющенко Юлия

Поиск Новой Физики

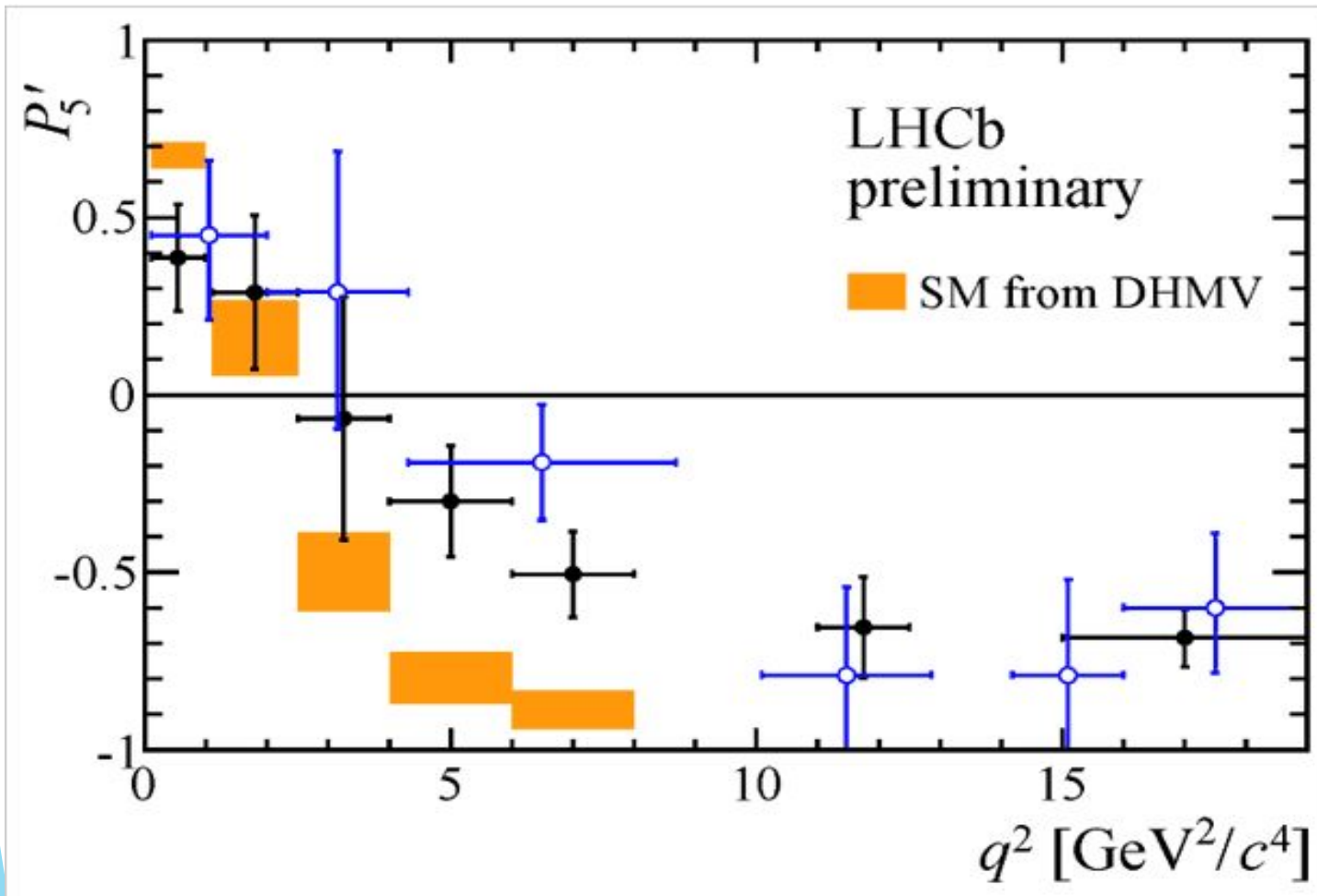
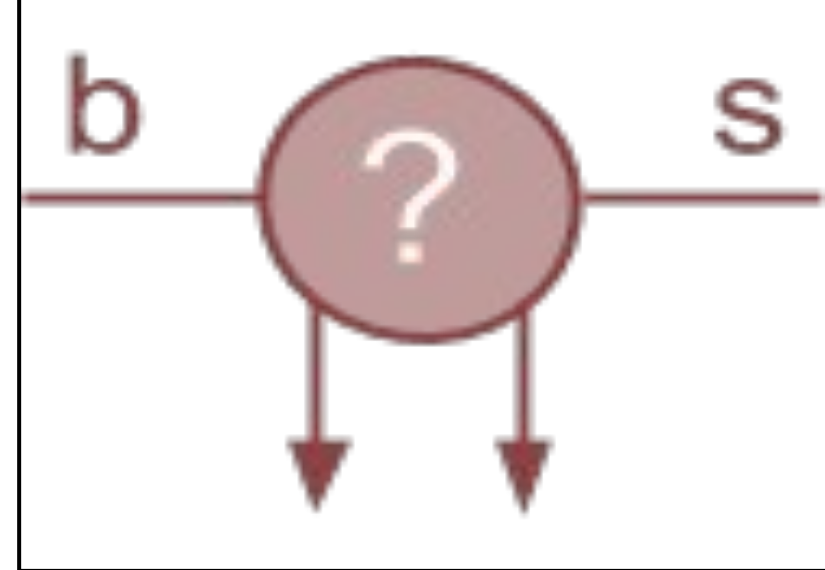
загадки коллайдера

январь 2018

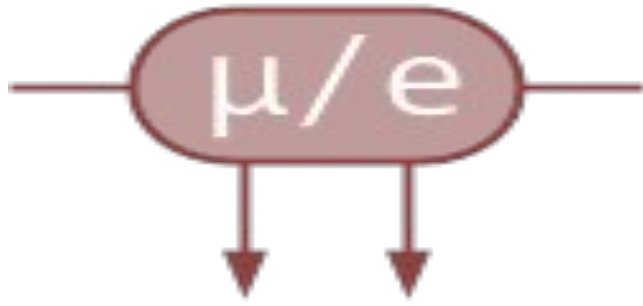
отклонения от Стандартной модели более чем на 2σ , обнаруженные на LHC



Распад b -кварка на s -кварк и мюоны



На графике показано распределение величин по инвариантной массе мюонной пары: $q^2 = m_{\mu\mu}^2$. Черные точки с погрешностями — данные 2015 года, синие точки — данные 2013 года, цветные области — теоретические предсказания.



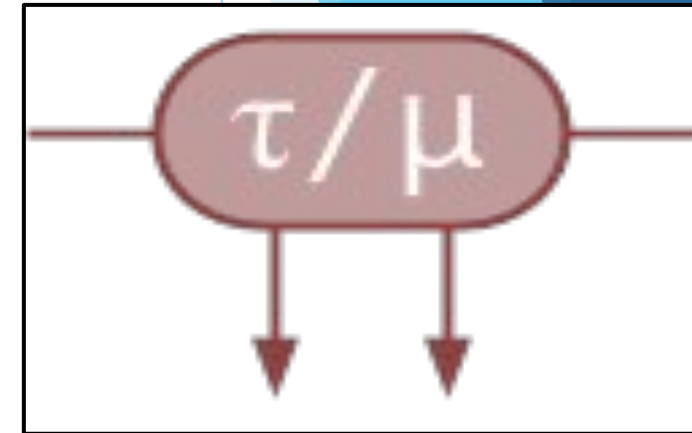
Проблемы с лептонной универсальностью - 1

$$B^+ \rightarrow K^+ \mu^+ \mu^- \text{ и } B^+ \rightarrow K^+ e^+ e^-.$$

$$R_K = 0.745^{+0.090}_{-0.074} \pm 0.036$$

Проблемы с лептонной универсальностью - 2

$$R = \frac{B(\bar{B} \rightarrow D\tau^-\bar{\nu})}{B(\bar{B} \rightarrow D\mu^-\bar{\nu})}, \quad R^* = \frac{B(\bar{B} \rightarrow D^*\tau^-\bar{\nu})}{B(\bar{B} \rightarrow D^*\mu^-\bar{\nu})}.$$



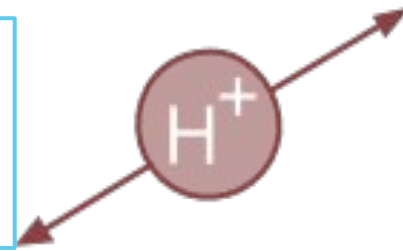
$$R_{SM} = 0,297 \pm 0,017 \text{ и } R^*_{SM} = 0,252 \pm 0,003$$

$$R^* = 0,336 \pm 0,027 \pm 0,030$$

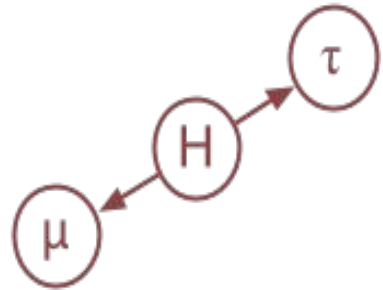
Разрешившиеся загадки



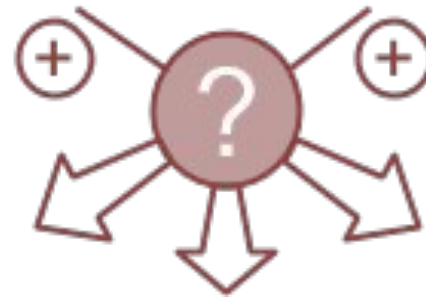
*Сверхредкий распад
B-мезона*



*Заряженный бозон
Хиггса*



Распад $H \rightarrow \mu\tau$



*Лептоны одного
знака*



*Комбинация
топ-анти-топ-
хиггс*



*Электрон-
позитронная пара
при 2,9 ТэВ*



Поиски суперсимметрии — 1

Поиски суперсимметрии — 2

Поиски суперсимметрии — 3

Поиск отклонений от Стандартной модели: результаты

- Благодаря [открытию хиггсовского бозона](#), физики получили возможность **напрямую измерять его свойства** и сравнивать их с предсказаниями Стандартной модели. В целом, **никакие измеренные свойства бозона Хиггса не показывают статистически значимого отклонения от Стандартной модели.**
- Все новые измерения процессов рождения тяжелых частиц Стандартной модели (W -бозонов, Z -бозонов, топ-кварков) находятся в полном согласии с предсказаниями Стандартной модели.

КАЛИБРОВОЧНЫЕ БОЗОНЫ

0 0 1	ν_μ	0 0 1	γ	91,2 ГэВ/ c^2 0 1	Z	80,4 ГэВ/ c^2 ± 1 1	W	126 ГэВ/ c^2 0 0	H
	глюон		фотон		Z -бозон		W -бозон		бозон Хиггса

В 2011 году коллаборация LHCb обнаружила аномально сильное **прямое CP-нарушение в распадах D-мезонов**, которое одно время было самым сильным отклонением от предсказаний СМ, обнаруженном на БАК (статистическая значимость эффекта $3,5\sigma$).

На БАК впервые за десятилетия поисков был зарегистрирован сверхредкий распад B_s -мезонов: $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-$. С этим распадом связывают большие надежды на обнаружение ярких эффектов вне Стандартной модели. Первое измерение показало, что его вероятность не противоречит предсказаниям Стандартной модели.



Поиск суперсимметрии: результаты

- Проверена область масс суперчастиц, в несколько раз превышающая достижимые ранее области: массы глюино вплоть до **1–1,3 ТэВ**, массы скварков вплоть до **400–700 ГэВ**, массы суперчастиц, не участвующих в сильных взаимодействиях, вплоть до **300–600 ГэВ**.

Ни в одном из вариантов поиска нет никаких указаний на существование суперсимметричных частиц.

- Таким образом, **низкоэнергетическая суперсимметрия** (с массами суперчастиц в несколько сот ГэВ) , **по-видимому закрыта**.

Поиск экзотических частиц: результаты

Частицы группируют:

- *новые тяжелые лептоны или кварки (l' , q') либо новые бозоны (W' , Z');*
- *возбужденные состояния известных фундаментальных частиц в моделях, где они считаются не точечными, а обладающими структурой;*
- *резонансы — новые метастабильные частицы, легко возникающие при столкновении обычных частиц и легко распадающиеся на них (например, лептокварки, топ–анти топ-резонансы и т. д.);*
- *новые контактные взаимодействия обычных частиц, проявляющиеся только при высоких энергиях столкновений;*
- *проявления неожиданно сильной гравитации: тяжелые аналоги гравитона, микроскопические черные дыры и т. д.*

Ограничения, полученные ATLAS и CMS, находятся в следующих диапазонах:

- возбужденные электроны или мюоны: $m > 1,75\text{--}2,2$ ТэВ;*
- возбужденные кварки: $m > 0,9\text{--}3,8$ ТэВ;*
- лептокварки: $m > 400\text{--}800$ ГэВ;*
- тяжелые бозоны Z' : $m > 1,4\text{--}2,9$ ТэВ;*
- тяжелые бозоны W' : $m > 0,4\text{--}3,3$ ТэВ;*
- тяжелые резонансы: $m > 0,8\text{--}1,8$ ТэВ*
- тяжелые аналоги гравитона: $m > 0,8\text{--}4,7$ ТэВ;*
- новые контактные взаимодействия: энергетический масштаб $> 2,5\text{--}13,9$ ТэВ;*
- микроскопические черные дыры: $m > 4\text{--}5$ ТэВ.*