



Моделирование моды распада бозонной и фермионной частицы скрытой массы

Басов Я.А., студент 3 курса ИЯФиТ НИЯУ МИФИ

Научный руководитель:

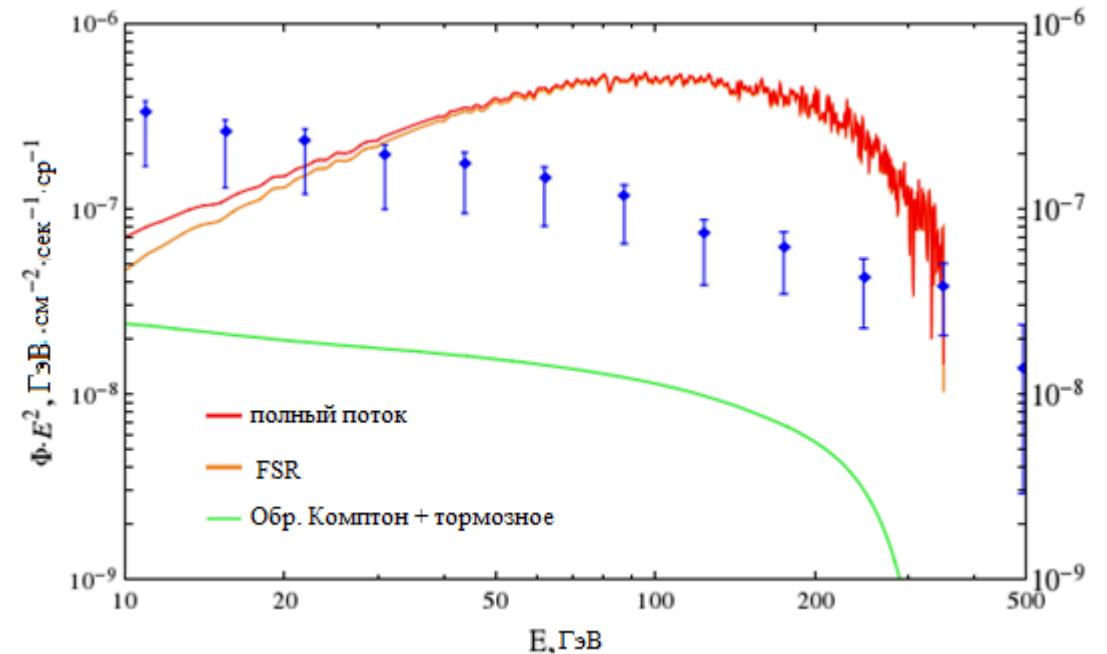
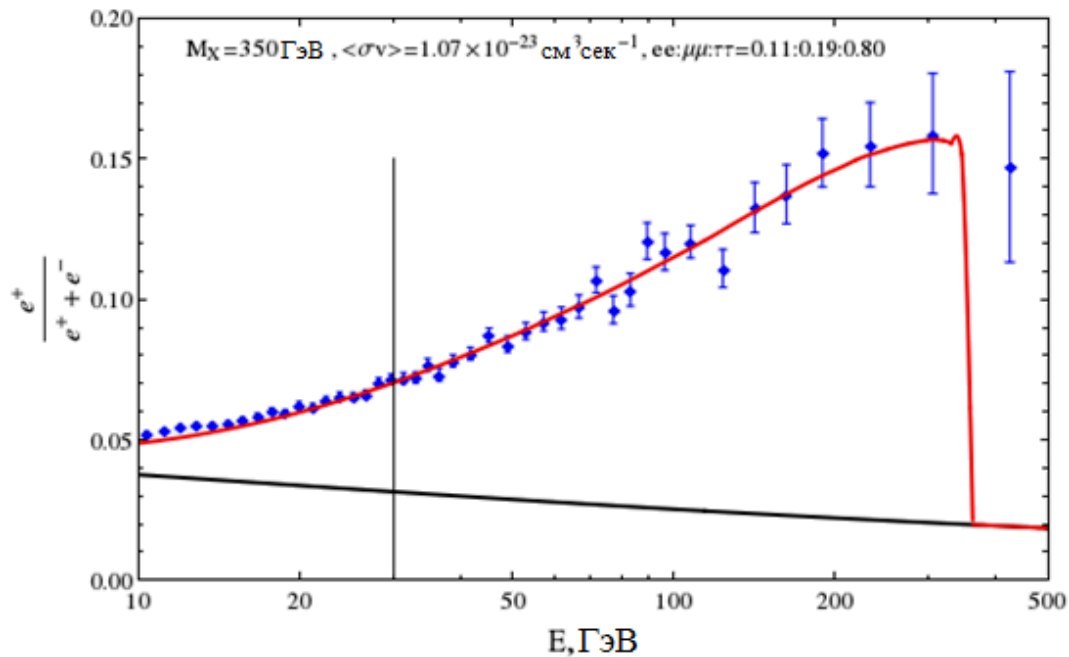
Белоцкий К.М., д.ф.-м.н., в. н. с. НИЯУ МИФИ

21.05.2025



Позитронная аномалия

Цель работы: поиск возможного решения проблемы позитронной аномалии путем рассмотрения подавления гамма-излучения в моделях распада частиц скрытой массы разных типов.

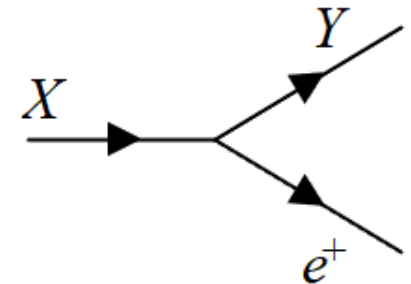


Рассматриваемая модель

Частицы скрытой массы **X** и **Y** в распаде $X \rightarrow e^+ + Y$:

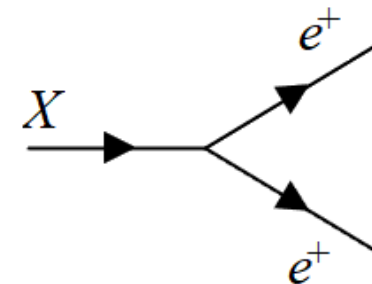
- скалярный **бозон X** (заряд 0, +1, +2), **фермион Y** (заряд -1, 0, +1);
- векторный **бозон X** (заряд 0, +1, +2), **фермион Y** (заряд -1, 0, +1);
- **фермион X** (заряд +1), скалярный **бозон Y** (заряд 0);
- **фермион X** (заряд +1), векторный **бозон Y** (заряд 0).

Масса **X** – **1000 ГэВ**. Масса **Y** – **0.1 ГэВ**.



Частицы скрытой массы **X** в распаде $X \rightarrow e^+ + e^\pm$:

- скалярный **бозон X** (заряд 0, +2);
- векторный **бозон X** (заряд 0, +2).



Рассматриваемая модель

$$\mathcal{L}_{Scalar,real} = \frac{1}{2}\partial_\mu X \partial^\mu X - \frac{1}{2}M_X^2 X^2 - \bar{\psi} X \psi,$$

$$\mathcal{L}_{Scalar,complex} = \partial_\mu X^+ \partial^\mu X - M_X^2 X^+ X - \bar{\psi} X^+ \psi^C - \bar{\psi}^C X \psi,$$

$$\mathcal{L}_{Vector,real} = -\frac{1}{4}F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + \frac{1}{2}M_X^2 X_\mu X^\mu - \bar{\psi} \gamma^\mu X_\mu \psi,$$

$$\mathcal{L}_{Vector,complex} = -\frac{1}{2}F_{\mu\nu}^+ F^{\mu\nu} + M_X^2 X_\mu^+ X^\mu - \bar{\psi} \gamma^\mu X_\mu^+ \psi^C - \bar{\psi}^C \gamma^\mu X_\mu \psi.$$

Лагранжианы частицы X

Моделирование

Моделирование распадов производилось с помощью программ **CompHEP** и **MadGraph5**. Файлы расширения Стандартной модели созданы с помощью **FeynRules** в формате UFO.

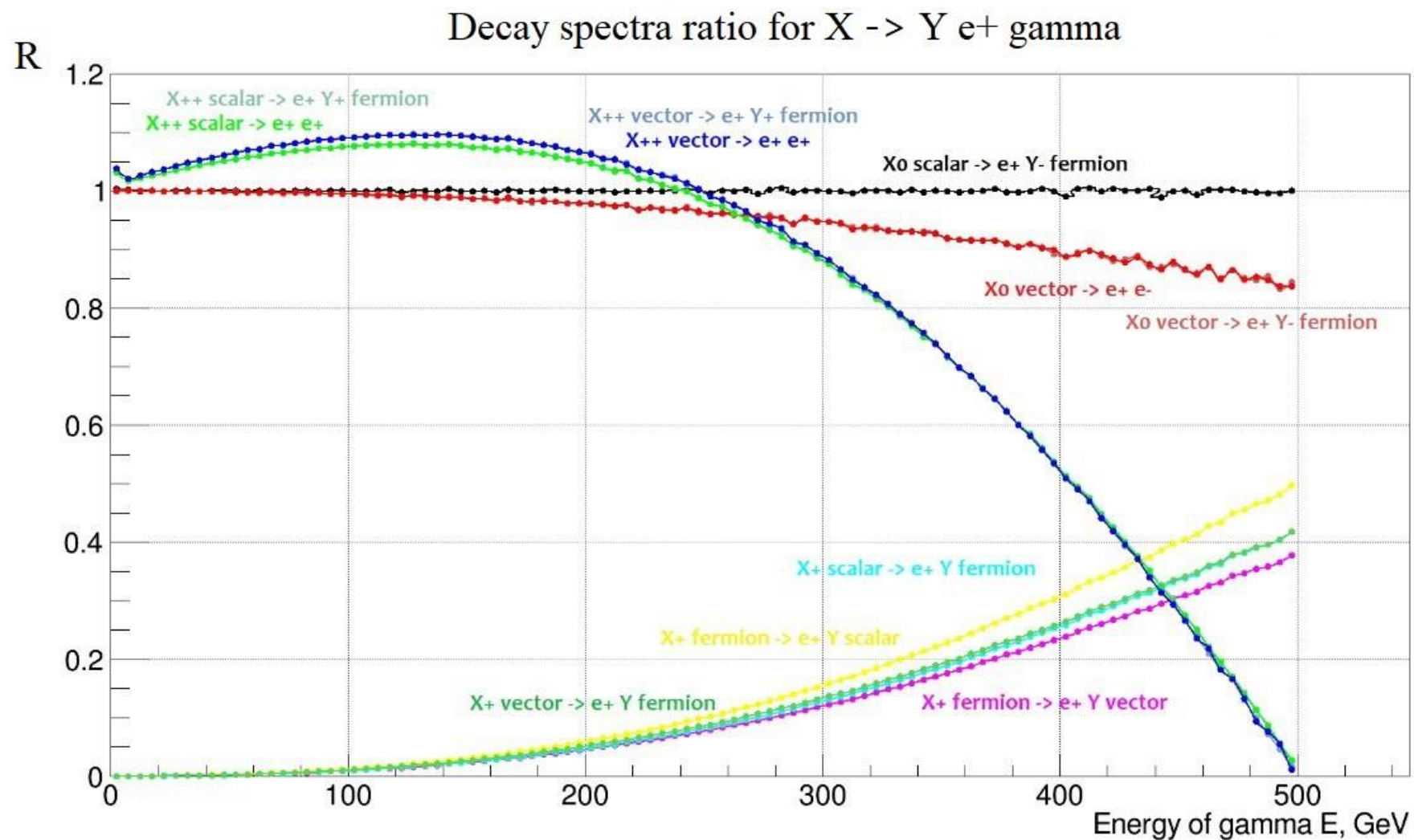
Рассматриваемые процессы распада и **отношение спектров**:

$$X \rightarrow e^+ + Y + \gamma, \quad X \rightarrow e^+ + e^\pm + \gamma,$$

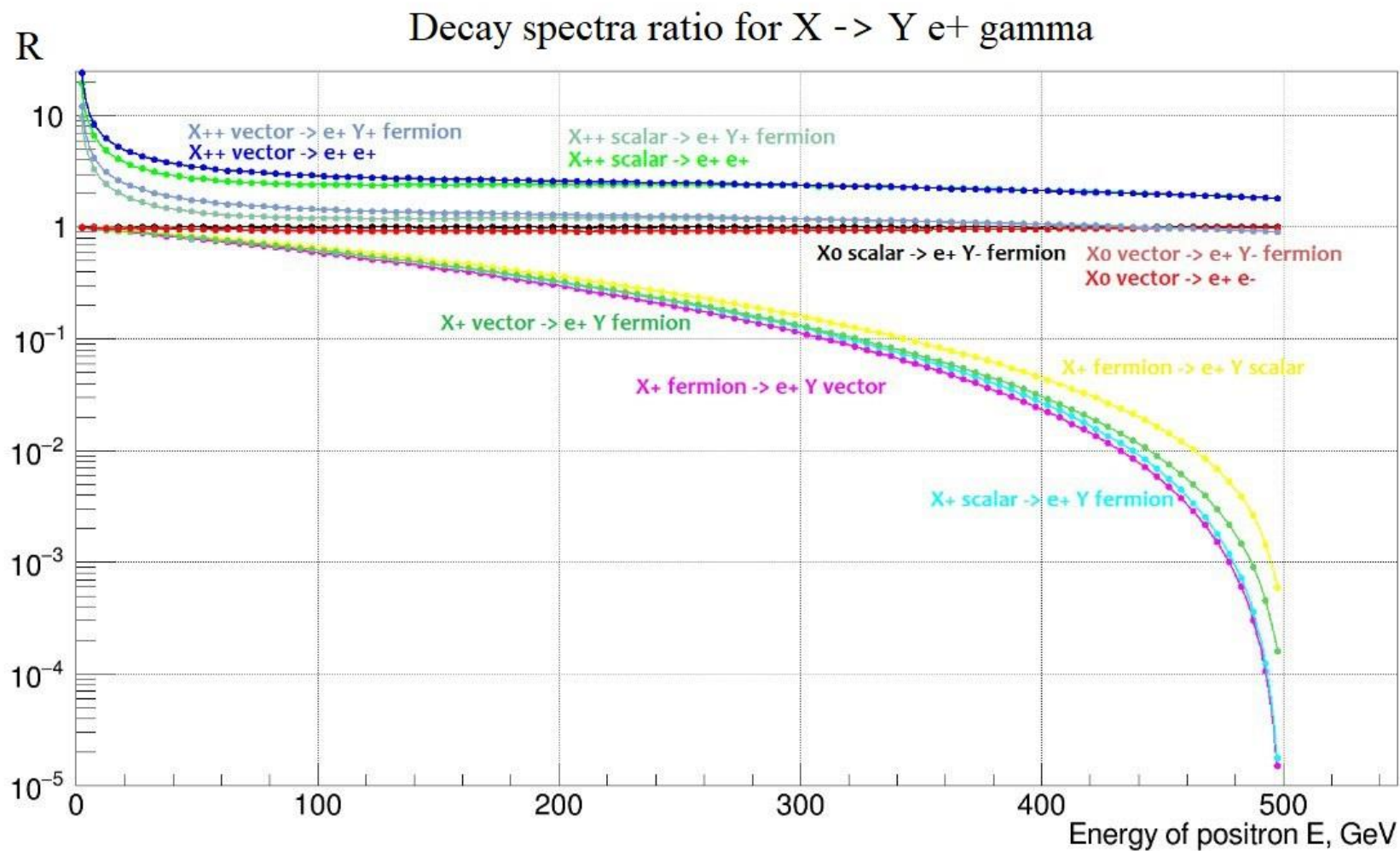
$$\frac{dBr}{dE} = \frac{1}{\Gamma(X \rightarrow eY)} \frac{d\Gamma(X \rightarrow eY\gamma)}{dE},$$

$$R = \frac{dBr(decay)}{dE} / \frac{dBr(X_{scalar}^0 \rightarrow e^- e^+)}{dE}$$

Полученные результаты



Полученные результаты



Полученные результаты

Наименьшее количество гамма-излучения наблюдается в случае частицы с **зарядом +1**, но этот случай требует дальнейшего рассмотрения и проверки.

В будущем планируется уточнить полученные результаты и найти аналитическое решение или приближения для описания основных влияющих эффектов.

В качестве отдельной задачи возможно выполнить сравнение результатов моделирования в нескольких Монте-Карло генераторах.

Спасибо за внимание

