Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

Кафедра физики элементарных частиц №40

Научная исследовательская работа студента на тему:

Исследование рождения легких векторных мезонов в ультраперифирических столкновениях тяжелых ионов

Научный руководитель:
Тимошенко С.Л.

Работа
студента 4-ого курса
Захарова Арсения
Михайловича
ИЯФиТ

г. Москва 2021

Что такое STARlight?

STARlight - это Монте-Карло генератор, моделирующий двухфотонное и фотон-померонное взаимодействие между релятивистскими ядрами и протонами.

Данная программа была написана специально для образования частиц в ультрапериферических взаимодействиях при энергиях RHIC для эксперимента STAR. Программный пакет учитывает возможность перехода ядра из основного состояния в возбужденное при обмене дополнительным фотоном. В программе также разыгрывается распад частиц по двухчастичному каналу, с учетом мод распада данной частицы.

Поставленные задачи

Выполнено:

Задача 1:
Ознакомление с программным пакетом. Симуляция 10.000 распадов $\rho_0 \longrightarrow \pi^+\pi^-$ с построением характерных гистограмм;

Задача 2:
Введение нового канала распада $\varphi \longrightarrow K_S^0 K_L^0$, построение распределений;

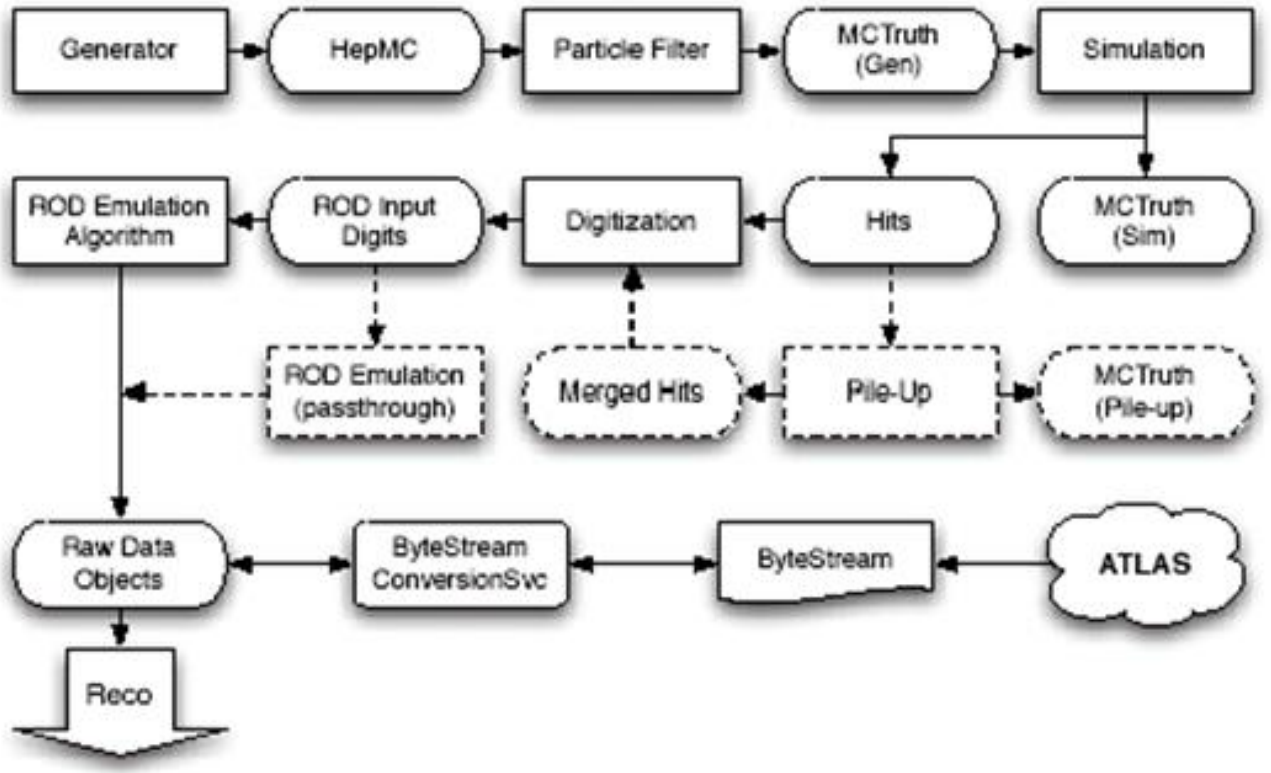
Текущий этап:

$K_S^0 \longrightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$

Полное моделирования двухэтапного распада $\varphi \longrightarrow K_L^0 K_S^0 \longrightarrow \pi^+\pi^-\pi^0 K_L^0$

С помощью ATLAS софта; Последующий анализ данных.

Полное моделирование



Упрощенная схема полного моделирования

Основные блоки: генерация физического сигнала, процесс моделирования, оцифровка, реконструкция, создание AOD файла и анализ полученных данных. Хиты полученные в результате моделирования могут быть непосредственно обработаны алгоритмом преобразования в цифровую форму и преобразованы в формат «Объекты Сырых Данных» (RDOs). **Модификация кода -> standalone**

Генерация – MC, standalone выходной файл – ASCII. Для симуляции, оцифровки и реконструкции необходим EVNT.pool.root (HepEVNT).

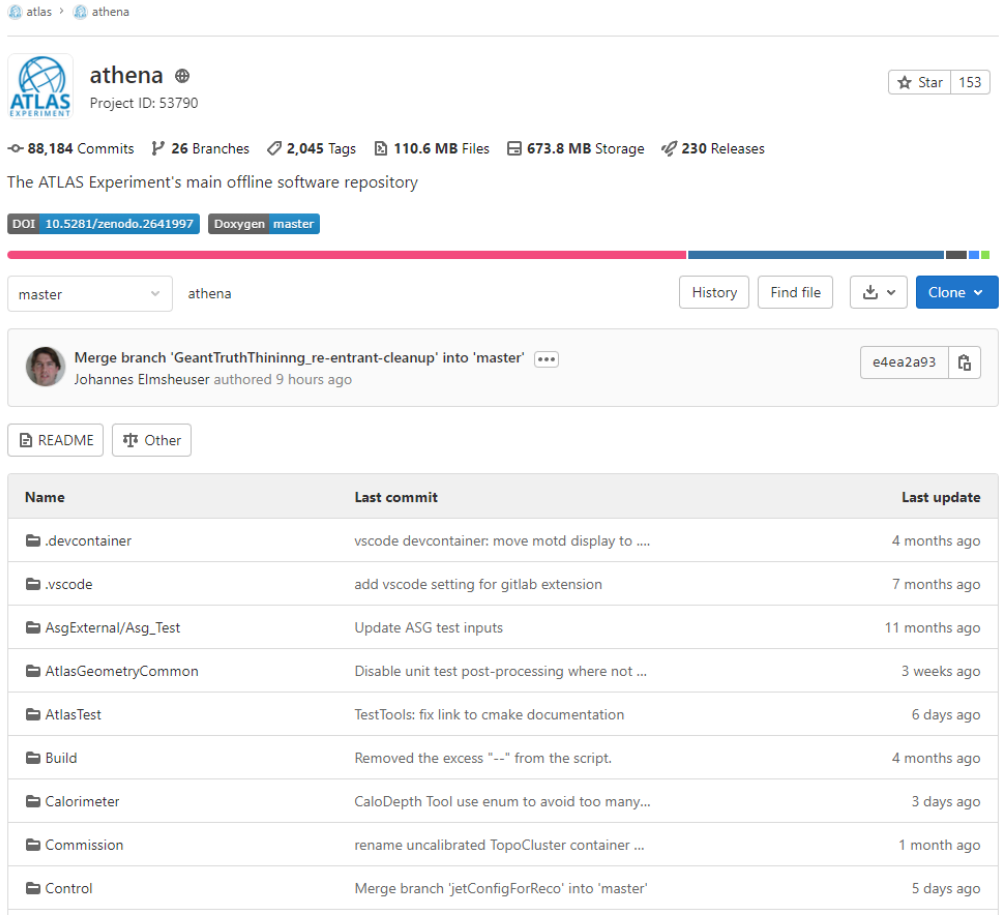
Методы решения: 1. Написание/поиск конфига перевода;

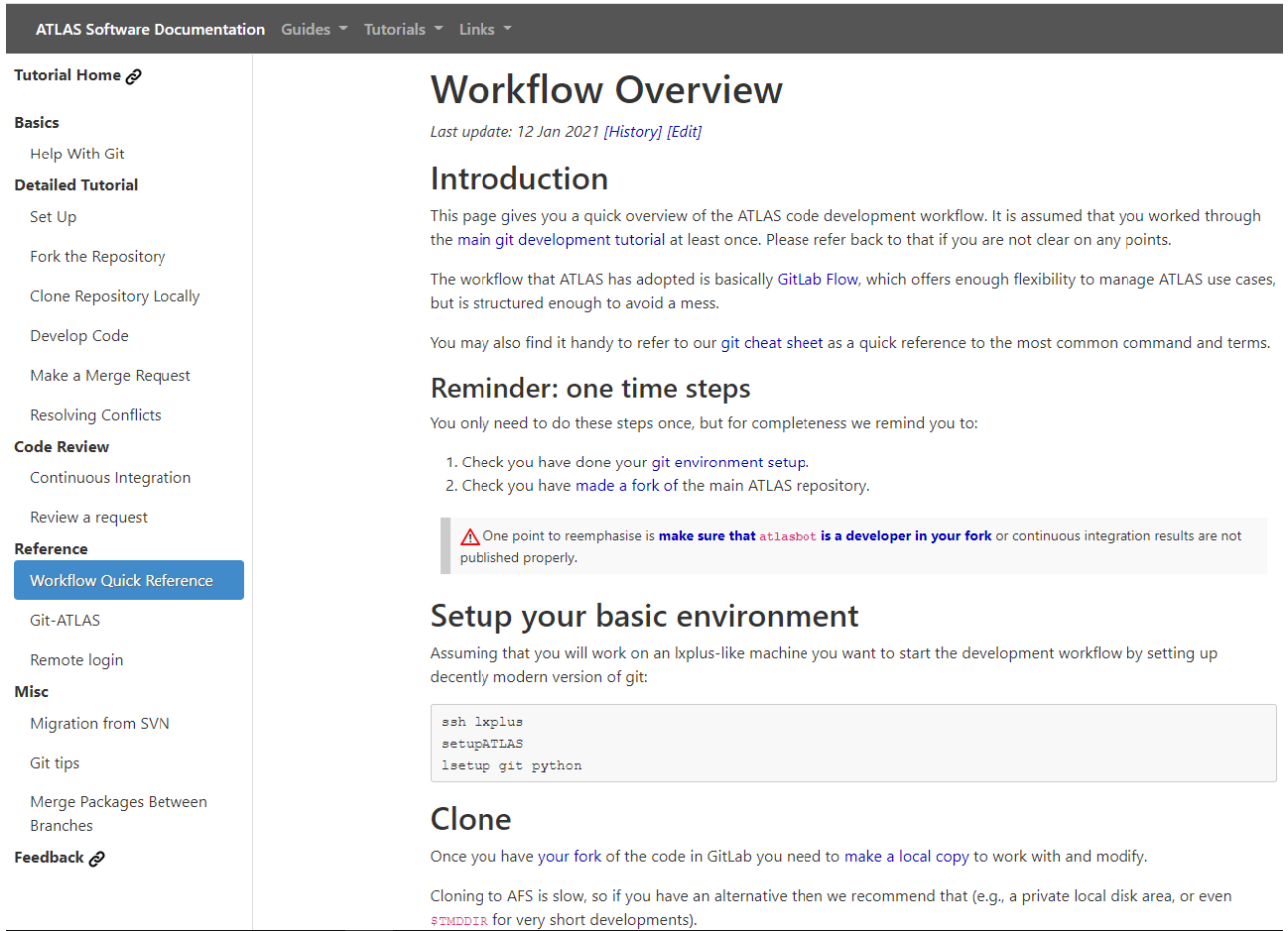
2. Git -> копия Athena -> Подключение локальных библиотек -> Генерация (**Atlassian Tutorial**)

Что такое Git?

Git —современная система управления версиями. Это развитый проект с активной поддержкой и открытым исходным кодом. Git применяется для управления версиями в рамках колоссального количества проектов по разработке ПО, как коммерческих, так и с открытым исходным кодом. Система используется множеством профессиональных разработчиков программного обеспечения.

Workflow Overview – возможность скопировать Athena/Generators/Starlight_i -> подключение локальных библиотек -> генерация 334 канала на внутреннем StarLight -> выходной файл EVNT.pool.root





Проблемы с симуляцией

Ошибка, связанная с написанием канала

Написан на основе существующих -> распад на частицу и античастицу -> pdgIdCode = ± 130 – ошибка на первой же стадии, -130 не существует

STRANGE MESONS

K_L^0	130
K_S^0	310
K^0	311
K^+	321

До

```
EVENT: 1 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  0 0.124297 0.0562912 -14.1068 1 0 0 -130
TRACK:  10 -0.0649924 -0.033287 -18.2177 1 1 0 130
EVENT: 2 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  10 0.00863557 0.0637147 11.5942 2 0 0 130
TRACK:  0 -0.102671 -0.0125661 8.55472 2 1 0 -130
EVENT: 3 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  0 0.0948404 0.0129457 -0.253868 3 0 0 -130
TRACK:  10 -0.0993462 0.00168524 -0.232482 3 1 0 130
EVENT: 4 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  0 0.00606019 -0.0517015 -3.02633 4 0 0 -130
TRACK:  10 -0.0263082 0.0337192 -1.82674 4 1 0 130
EVENT: 5 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  0 0.0350755 0.0909863 -9.4007 5 0 0 -130
TRACK:  10 -0.00774562 -0.0731236 -7.17847 5 1 0 130
EVENT: 6 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  0 0.0962332 -0.0623385 1.26656 6 0 0 -130
TRACK:  10 -0.138833 0.0997447 1.22634 6 1 0 130
```

Добавлен метод Rndom()

xtest < 0.5 -> ipId track1 = 130

ipId track2 = 310

else -> ipId track1 = 310

IpId track2 = 130

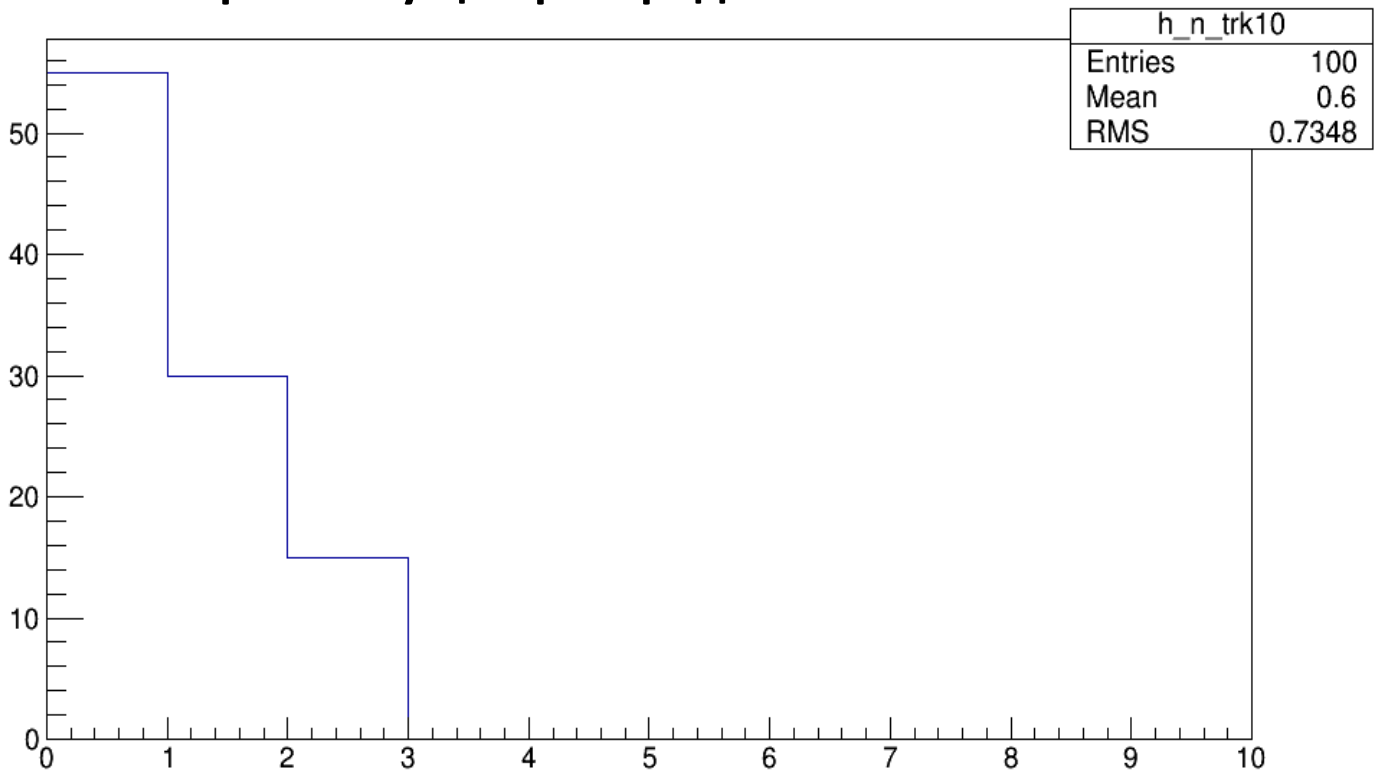
После

```
EVENT: 1 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  10 0.11779 0.0748806 -18.4373 1 0 0 130
TRACK:  16 -0.0584851 -0.0518764 -13.8872 1 1 0 310
EVENT: 2 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  10 -0.0941778 0.119586 10.2507 2 0 0 130
TRACK:  16 0.000142336 -0.0684372 9.89822 2 1 0 310
EVENT: 3 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  10 0.0313727 -0.123665 -35.8798 3 0 0 130
TRACK:  16 -0.0163072 0.0810673 -32.7521 3 1 0 310
EVENT: 4 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  16 0.0736513 0.0971558 -11.6445 4 0 0 310
TRACK:  10 -0.0767498 -0.0354239 -13.2126 4 1 0 130
EVENT: 5 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  16 0.0580088 0.0845076 9.59819 5 0 0 310
TRACK:  10 -0.0548169 -0.140689 10.0215 5 1 0 130
EVENT: 6 2 1
VERTEX: 0 0 0 0 1 0 0 2
TRACK:  10 -0.00438089 0.0982987 0.705422 6 0 0 130
TRACK:  16 0.0441684 -0.0545008 0.587536 6 1 0 310
```

Проблемы реконструкции

Время обработки команды на lxplus ограничено -> реконструкция занимает большое количество времени -> ограничение по количеству событий на данном этапе (возможно около 0<nEvents (= 100)<1000) -> малая статистика. Данные сырые, возможно в будущем использования GRID.

Некоторые текущие распределения

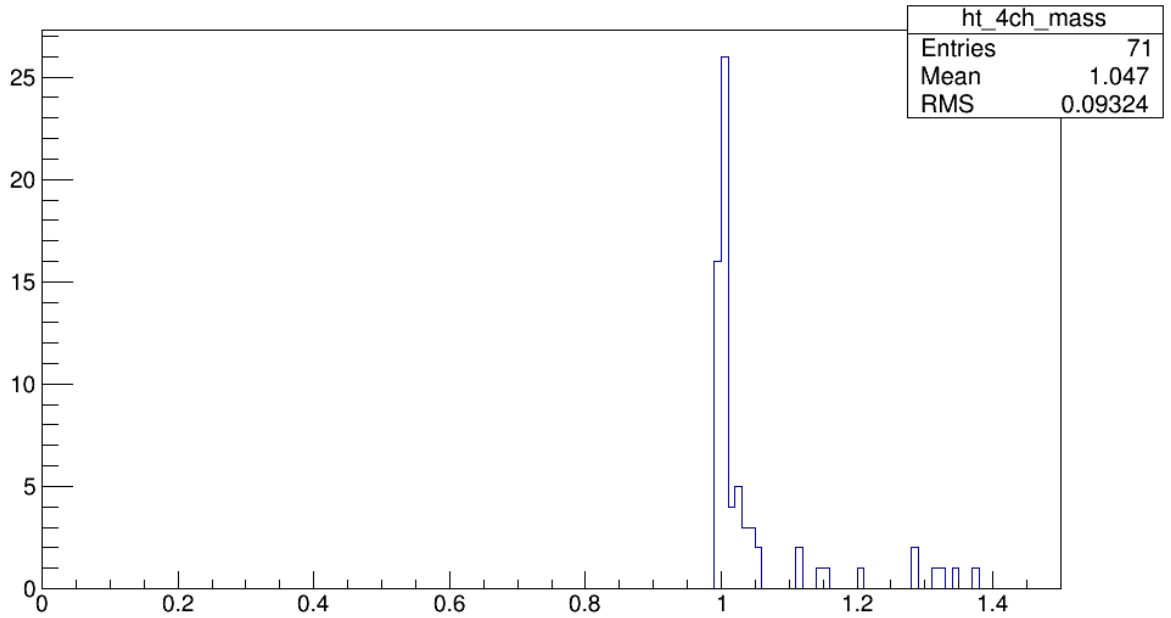


Около 50 событий без треков

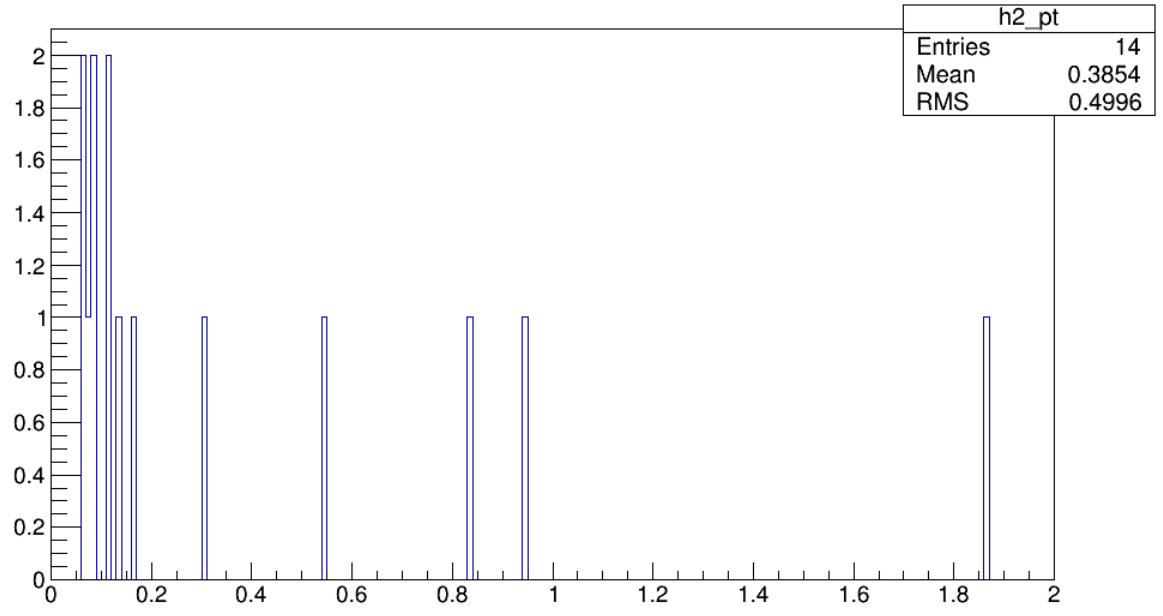
30 событий с 1 треком и 14 с 2 треками

Некоторые текущие распределения

Распределение по инвариантной массе



По поперечному импульсу



Распределение по инв. массе (пик в ≈ 1 GeV)

$$M_{K_L} = M_{K_S} = 0.497614\ \mathrm{GeV}/c^2$$

-> 2*0.497614 ≈ 1 GeV

Пики достаточно небольшие -> объясняется тем, что при ультраперифирических взаимодействиях поперечный испульс образованной частицы очень мал

Заключение

Сейчас:

- Теоретические сведения о программном пакете STARLight уже были освещены;
- Включен новый канал распада;
- Процесс полного моделирования практически освоен, решена проблема формата выходного файла и ошибки кода;

В будущем:

- Увеличение статистики, попытки загрузить в GRID;
- Сравнение полученных данных с моделью, построенной с помощью ParticleGun;
- Сравнение итоговых данных с полученными в ходе экспериментов ATLAS

Команды

setupATLAS

1. Генерация: Asetup 21.6.20,AthGeneration

Gen_tf.py --ecmEnergy=5020 --jobConfig=421120 --maxEvents=10 --outputEVNTFile = test_starlight_.EVNT.pool.root

2. Симуляция: asetup Athena,21.0.93,here

Sim_tf.py --inputEvgenFile 'EVNT.pool.root' --outputHITSFile 'HITS.pool.root' --AMIConfig s3469

3. Оцифровка, Реконструкция: asetup Athena,21.0.97,here

Reco_tf.py --inputHITSFile 'HITS.pool.root' --outputAODFile=AOD.pool.root --outputESDFile=ESD.pool.root --AMIConfig r11509

```
include("Starlight_i/Starlight_Common.py")

genSeq.Starlight.Initialize = \
    ["beam1Z 82", "beam1A 208", #Z,A of projectile
     "beam2Z 82", "beam2A 208", #Z,A of target
     # TODO: Calculate this from runArgs.ecmEnergy
     "beam1Gamma 2705",   #Gamma of the colliding ion1, for sqrt(nn)=5.02 TeV
     "beam2Gamma 2705",   #Gamma of the colliding ion2, for sqrt(nn)=5.02 TeV
     "maxW 4", #Max value of w
     "minW 0.6", #Min value of w
     "nmbWBins 200", #Bins n w
     "maxRapidity 3", #max y
     "nmbRapidityBins 200", #Bins n y
     "accCutPt 0", #Cut in pT? 0 = (no, 1 = yes)
     "minPt 0", #Minimum pT in GeV
     "maxPt 10.0", #Maximum pT in GeV
     "accCutEta 0", #Cut in pseudorapidity? (0 = no, 1 = yes)
     "minEta -2.7", #Minimum pseudorapidity
     "maxEta 2.7", #Maximum pseudorapidity
     "productionMode 2", #(1=2-phot,2=vmeson(narrow),3=vmeson(wide))
     "nmbEventsTot 1", #Number of events
     "prodParticleId 334", #Channel of interest
     "beamBreakupMode 5", #Controls the nuclear breakup
     "interferenceEnabled 0", #Interference (0 = off, 1 = on)
     "interferenceStrength 1.", #% of intefernce (0.0 - 0.1)
     "coherentProduction 1", #Coherent=1,Incoherent=0
     "incoherentFactor 1.", #percentage of incoherence
     "maxPtInterference 0.24", #Maximum pt considered, when interference is turned on
     "nmbPtBinsInterference 120", #Number of pt bins when interference is turned on
     "xsecMethod 1", #Set to 0 to use old method for calculating gamma-gamma luminosity
     "nThreads 1", #Number of threads used for calculating luminosity (when using the new method)
     "pythFullRec 1" #Write full pythia information to output (vertex, parents, daughter etc)
    ]
```