

Анализ на данни от NA61/SHINE с копие на въглеродната мишена на T2K

Симона Илиева

докторант към катедра Атомна физика, Физически факултет,
Софийски университет "Св. Климент Охридски"

Научен ръководител доц. д-р Мариян Богомилов

Атестационен семинар
27 юни 2019 г.



1 Въведение

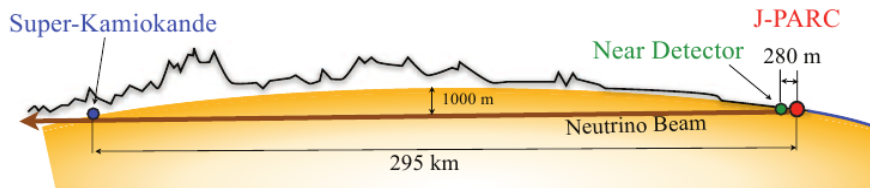
- описание на експеримента T2K
- описание на експеримента NA61/SHINE
- описание на поставената задача

2 Актуално състояние на извършения анализ

- критерии за подбор на събития
- анализ на следите в детекторната система на NA61

3 Следващи етапи

Описание на експеримента T2K



детектори:

- ND280 - изследва съдържанието на ν_e в началния сноп ν_μ и взаимодействията на неутриното и INGRID - измерване на интензивността и направлението на началния сноп ν_μ
- Super-Kamiokande - детектиране на заредени токове с ν

сноп - протони с енергия 30 [GeV]

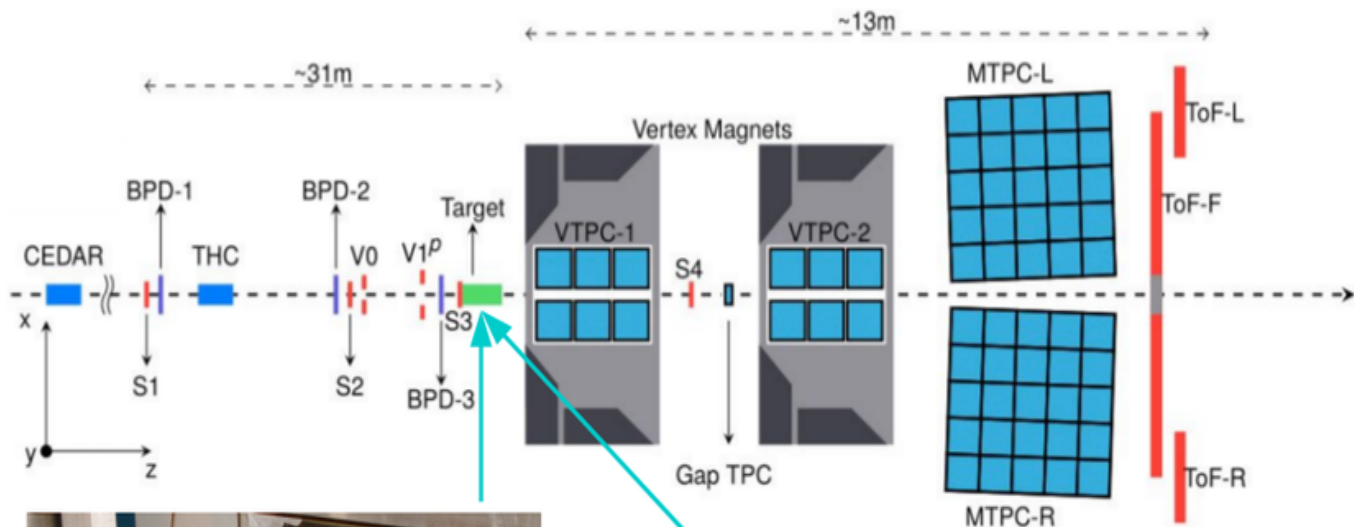
мишена - дълъг графитен цилиндър с радиус 1.3 [cm]

източници на ν : $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$, $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$

90% от тях са резултат на взаимодействието сноп-мишена

Различните МК модели за описание на взаимодействията в мишената дават различни предсказания за адронните добиви \rightarrow доминантен фактор в систематичната неопределеност на потока ν е неопределеността на тези добиви \rightarrow необходимо е прякото им измерване

Описание на експеримента NA61/SHINE



T2K replica target



Описание на поставената задача

Определяне на вероятността за еластично и квазиеластично взаимодействие на протоните от началния сноп в дългата мишена и оценка на сечението им за взаимодействие с раждане на нови адрони:

$$P_{survival} = e^{-Ln\sigma_{prod}},$$

L - дължина на траекторията на частицата в мишената

n - брой въглеродни атоми в единица обем

Необходимост от силно магнитно поле

- закривяване на траекториите на високоенергетичните протони към детекторната система на NA61
- постига се чрез 2 диполни магнита с интензитет 1.1Т и 1.5Т ($\int_L Bdl = 9Tm$)

Класификация на видовете взаимодействия

- еластично взаимодействие \rightarrow Кулоново отблъскване ($p+C$) и кохерентно еластично разсейване от нуклоните в ядрото
- нееластично взаимодействие \rightarrow продукция и квазиеластично взаимодействие
- продукция \rightarrow процеси, при които нови адрони са получени в крайното състояние
- квазиеластично взаимодействие \rightarrow процеси, при които след взаимодействието налитаща частица е оцеляла, а ядрото е фрагментирало (knock-out реакция)

Критерии за подбор на събития

- данни: 1.2М събития
- FLUKA 2011.2с.5 + Geant3: 3М събития
- (подготвя се) Geant4 10.4.03: 3М събития
- (подготвя се) Geant4 10.05: 3М събития

Критерии за началния сноп:

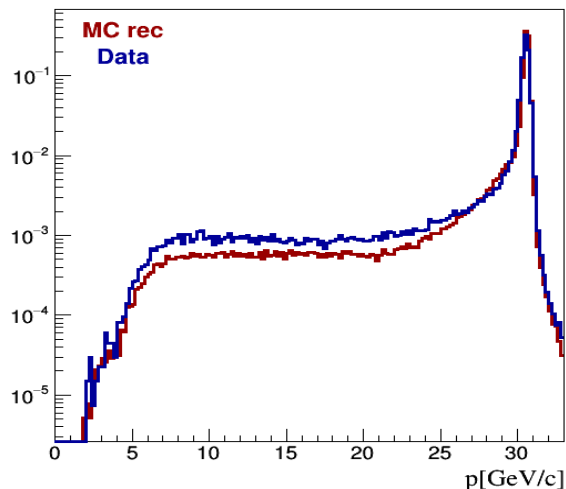
- ТЗ тригер: S1 S2 \bar{V}_0 \bar{V}'_1 CEDAR T $\bar{H}C$
- началният сноп е регистриран във всеки от трите Beam Position Detector
- протоните попадат на челото на мишената в радиус 1.3 [cm] около геометричния ѝ център

Критерии за реконструиранияте следи

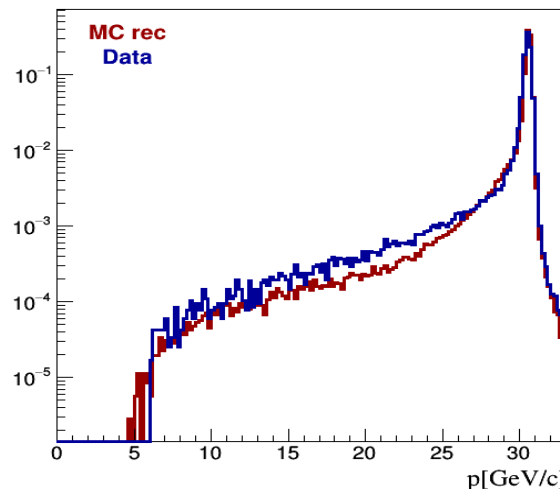
- следите да са екстраполирани до околност на мишената
- в събитието да има само една реконструирана следа
- с положителен заряд
- да достига до TOF детектора
- частицата е преминала през задната основа на цилиндричната мишена т.е. през т.нар z_6 bin
- и екстраполираната ѝ изходна позиция попада в окръжност с $r = 1.28$ [cm] около определения геометричен център на тази основа
- селекция по енергетични загуби

Параметри на реконструираниите следи - импулс

Before selection



After selection



дълга опашка към ниски импулси → следи от нееласт. взаимодействия, които преминават селекцията

възможни кандидати: събития с повече от една частици в крайно състояние, които

→ не са напуснали мишената

→ имат много малки импулси и не са реконструирани в TPC

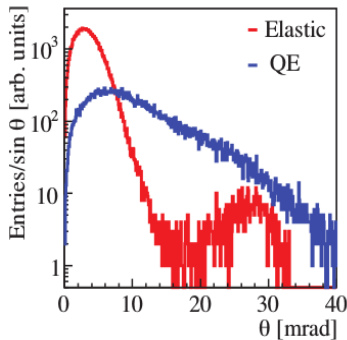
→ са неутрални ($\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$)

Ъгъл на разсейване

$$\theta_{scatt} = \arccos \left(\frac{\vec{p}_{beam} \cdot \vec{p}_{trk}}{p_{beam} \cdot |p_{trk}|} \right)$$

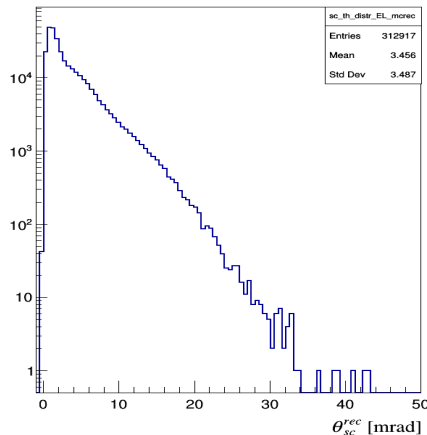
Какво е разпределението по ъгъл на разсейване в случаите на еластично и нееластично взаимодействие?

GEANT4 симулации с
тънка мишена (2.5cm C)



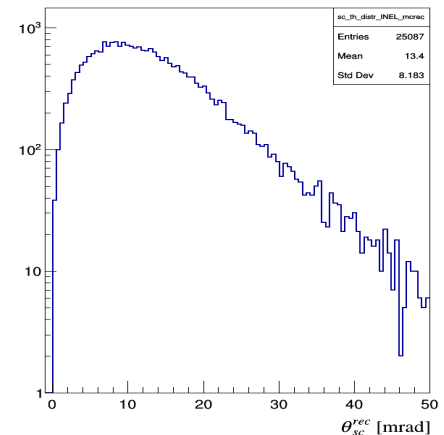
MC truth: само 1 p да
напуска мишената -
еласт. взаимодействие

MC rec: Scattering angle in EL events



MC truth: π , K и др. да
напускат мишената -
продукция

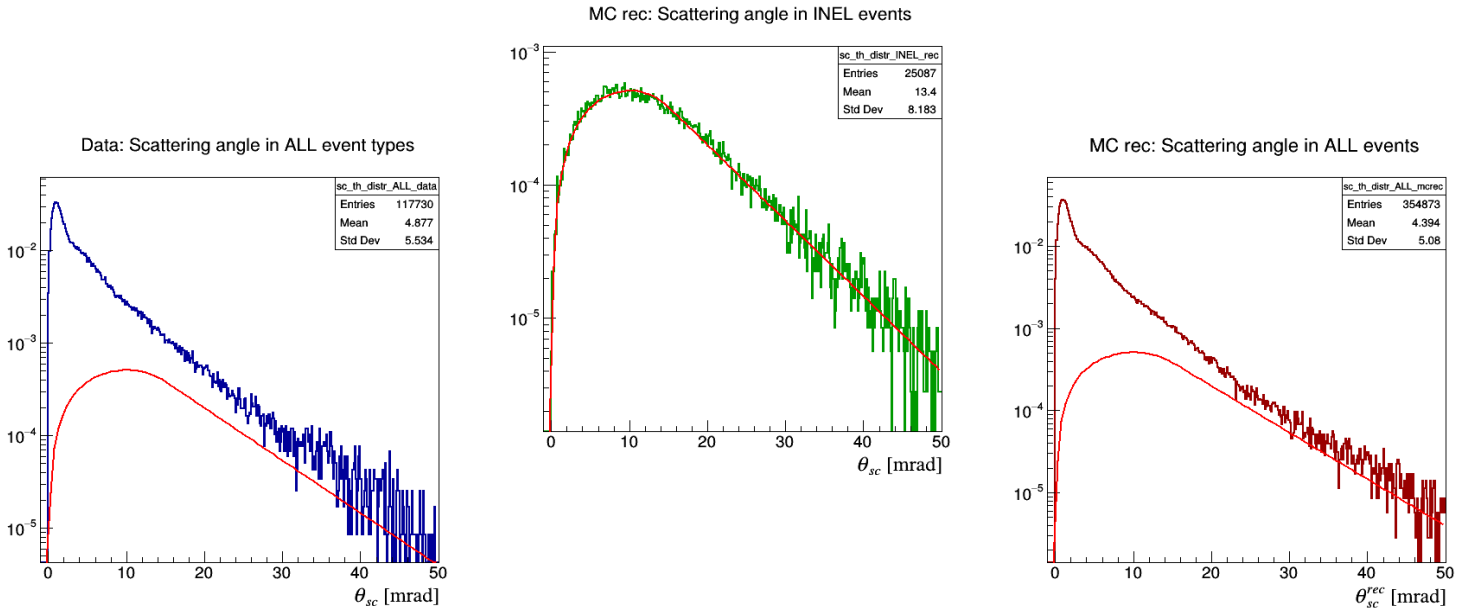
MC rec: Scattering angle in INEL events



Моделиране на ъгъла на разсейване

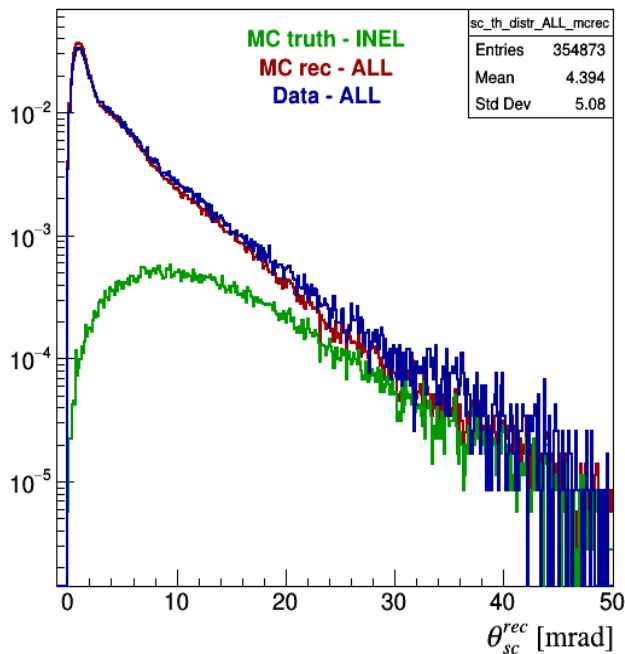
за следи от събития тип продукция, определени като такива от MC truth, е моделиран ъгълът на разсейване с функция от типа:

$$\begin{aligned} x \leq A & \quad y = ax^2 + bx + c \\ x > A & \quad y = \exp(d + fx) \end{aligned}$$

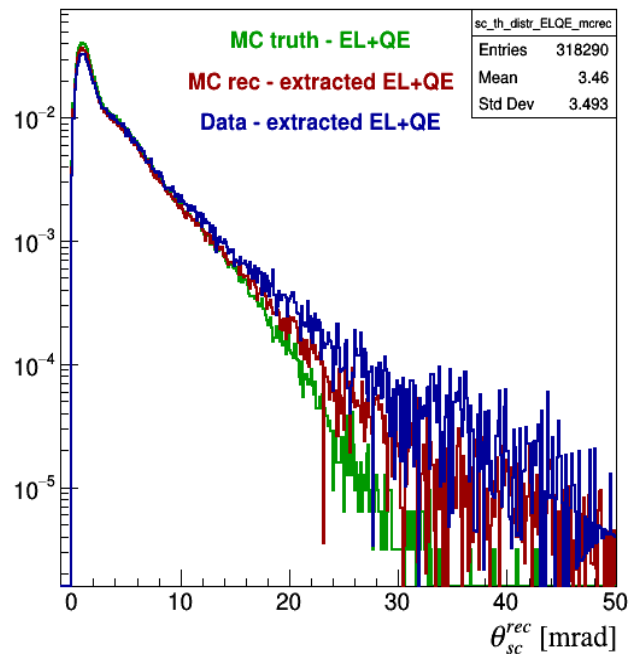


Моделиране на ъгъла на разсейване

MC rec: Scattering angle in ALL events

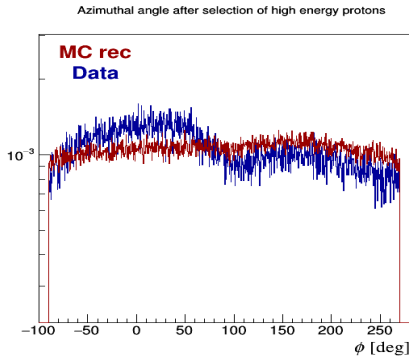


After extraction of INEL contribution

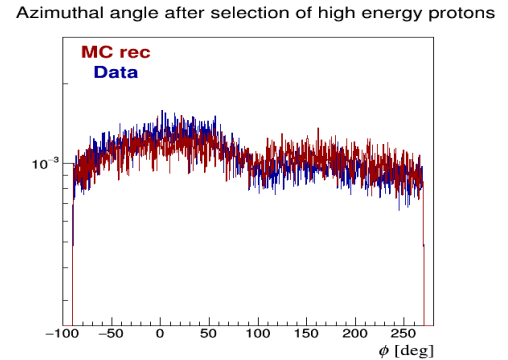


Азимутален ъгъл и Монте Карло симулации

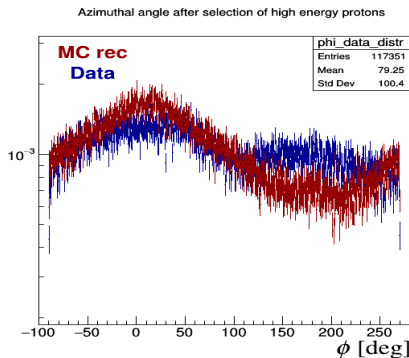
FLUKA 2011.2c.5



ЕхВ
ефект
→



GEANT4 10.05



→ проверени са ЕхВ + clusterizer
софтуерни модули

Следващи етапи в обработката на данните

- да се изчислят МК корекциите: ефективност при реконструирането на следите (реконструиране в детекторите на NA61 + екстраполация назад към мишената), геометрична ефективност (свързана с ϕ), ефективност на детекторите (TOF-F)
- оценка на систематичните неопределености - свързани с наложените корекции

През втората година от докторантурата

- разработих и тествах софтуерен модул в рамката SHINE за корекция на ExB ефект в TRC
- редовно участвам в традиционните за NA61 видео срещи "Неутрино и Космични Лъчи провеждащи се през седмица, както и в тези, свързани с МК и софтуера SHINE
- състоянието на анализа бе представено и на три общи срещи на NA61 - през септември 2018, февруари и май 2019 година
- изпълнена е предвидената в индивидуалния план точка с участие в лабораторните (а и в семинарните) упражнения по ФЯЕЧ
- участвах в лятно училище Invisibles19 School на тема 'Неутрино, тъмна материя тъмна енергия'

Тази работа е подкрепена от

- Агенция за ядрено регулиране и ОИЯИ, Дубна (договор № 4799-1-18/20)
- Фонд "Научни изследвания" (договор ДН08/11)

Благодаря за вниманието!