

Отчёт 12.05.25

Дашицыренов Цыден



Эксперимент NA64. Поиск неизвестных частиц из гипотетического “Тёмного сектора”.

Часть экспериментов включают в себя реакцию на протоне и на ядре:

$$\pi^{-}(K^{-}) + p \rightarrow M^0 + n$$

$$\pi^{-} + (A, Z) \rightarrow M^0 + (A, Z - 1)$$

$$M^0 = \pi^0, \eta, \eta', \omega, f_2$$

Процессы обмена зарядом служат фоном в этих экспериментах.

Они были реализованы в Geant4

Какие процессы реализованы?

Процессы на нуклонах

$$\pi^{-} + p \rightarrow \eta + n$$

$$K^{-} + p \rightarrow \bar{K}^0 + n$$

$$\pi^{+} + n \rightarrow \pi^0 + p$$

$$\pi^{+} + n \rightarrow \eta + p$$

$$K^{+} + n \rightarrow K^0 + p$$

$$K^0 + p \rightarrow K^{+} + n$$

$$\bar{K}^0 + n \rightarrow K^{-} + p$$

Реакции обмена зарядами
зарядами на ядре:

$$\pi^{-} + (A, Z) \rightarrow \pi^0 + (A, Z - 1)$$

$$\pi^{-} + (A, Z) \rightarrow \eta + (A, Z - 1)$$

$$\pi^{+} + (A, Z) \rightarrow \pi^0 + (A, Z + 1)$$

$$\pi^{+} + (A, Z) \rightarrow \eta + (A, Z + 1)$$

$$K^{-} + (A, Z) \rightarrow \bar{K}^0 + (A, Z - 1)$$

$$K^{+} + (A, Z) \rightarrow K^0 + (A, Z + 1)$$

Сечение

Полное значение сечения образования η и π^0 , во взаимодействии с частицами вычисляется по формулам, которые получены из аппроксимации экспериментальных данных

$$\begin{aligned}\sigma(s)_{\pi^0} &= (122 \pm 8) \left(\frac{s}{s_0}\right)^{-1.23 \pm 0.02} \times 10^{-30} \text{ cm}^2 \\ \sigma(s)_{\eta} &= (31 \pm 3) \left(\frac{s}{s_0}\right)^{-1.53 \pm 0.03} \times 10^{-30} \text{ cm}^2\end{aligned}\quad s_0 = 10(\text{GeV})^2$$

где s - инвариантная масса взаимодействующих частиц ($E^2 - p^2$). Для образования K^0 имеем другую формулу, полученную также из экспериментальных данных

$$\sigma(p)_{\bar{K}^0} = (56.3) \left(\frac{p}{p_0}\right)^{-1.60} \times 10^{-30} \text{ cm}^2 \quad p_0 = 10(\text{GeV}/c).$$



где p - импульс налетающего мезона.

Расширение на ядра.

$$\sigma(s) = \sigma(s)_{\pi^0} Z^{2/3} A^{-\beta' \ln A}$$

где β' – подгоночный параметр (поглощение вторичных частиц ядрами). Для процесса с образованием η имеем такую формулу с соответствующей заменой. Для реакций с π^+ формулы сечений имеют вид

$$\sigma(s) = \sigma(s)(A - Z)^{2/3} A^{-\beta' \ln A}$$

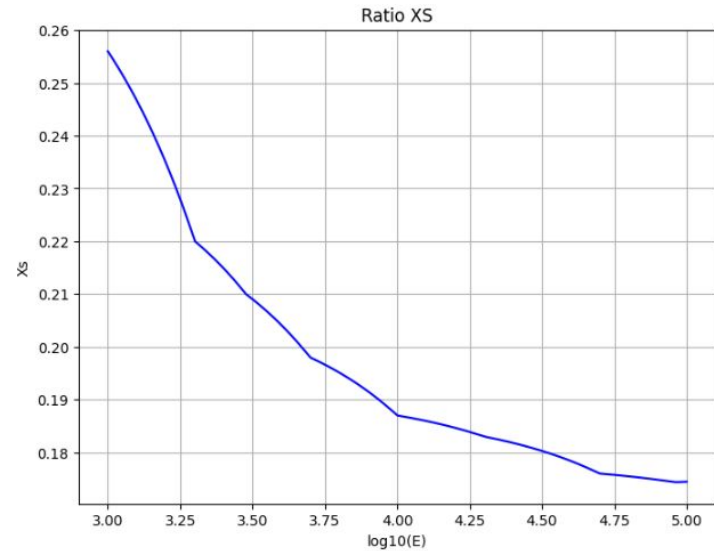
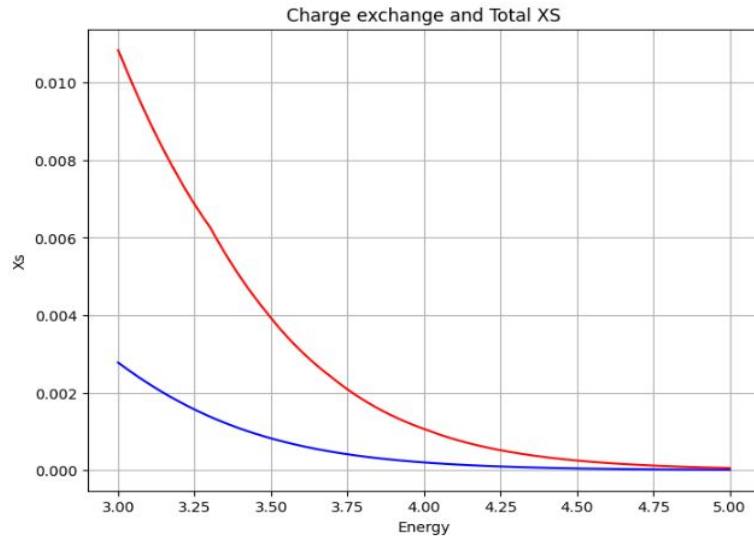
Для K^+ и K^- имеем такие формулы для расчёта сечения

$$\begin{aligned}\sigma(p)_{K^+} &= \sigma(p)_{\bar{K}^0} (Z)^{2/3} \\ \sigma(p)_{K^-} &= \sigma(p)_{K^0} (A - Z)^{2/3}\end{aligned}$$



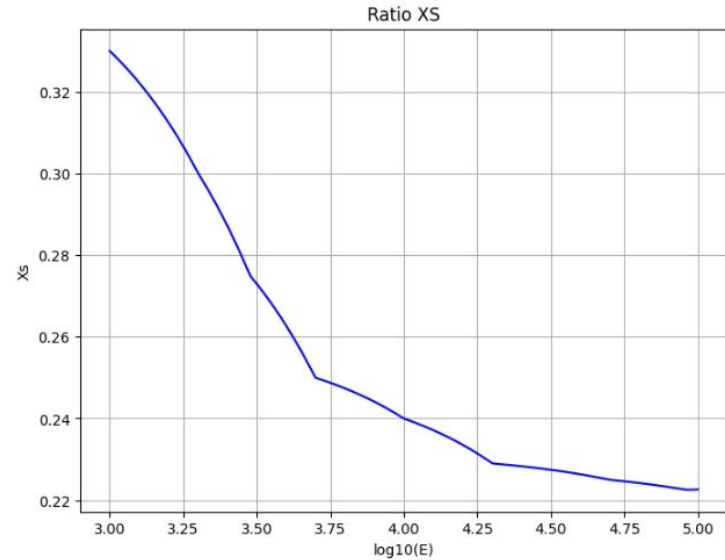
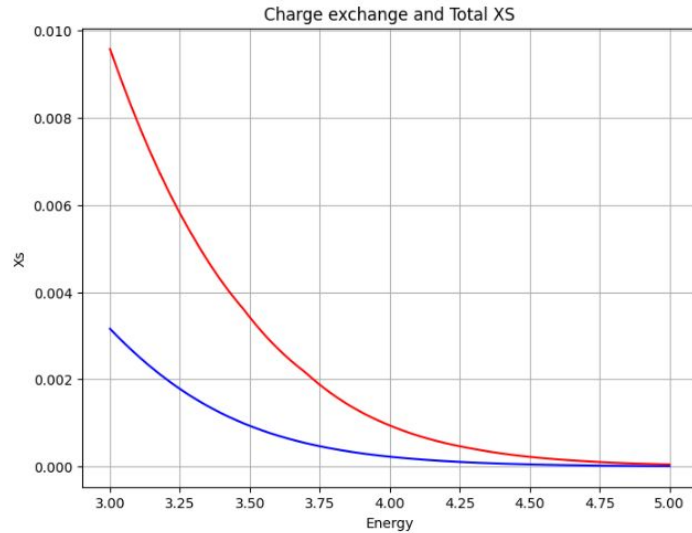
Графики значений сечений от энергии (примеры):

$A = 12$, $Z = 6$, π^- , $E_{\min} = 1 \text{ GeV}$, $E_{\max} = 100 \text{ GeV}$



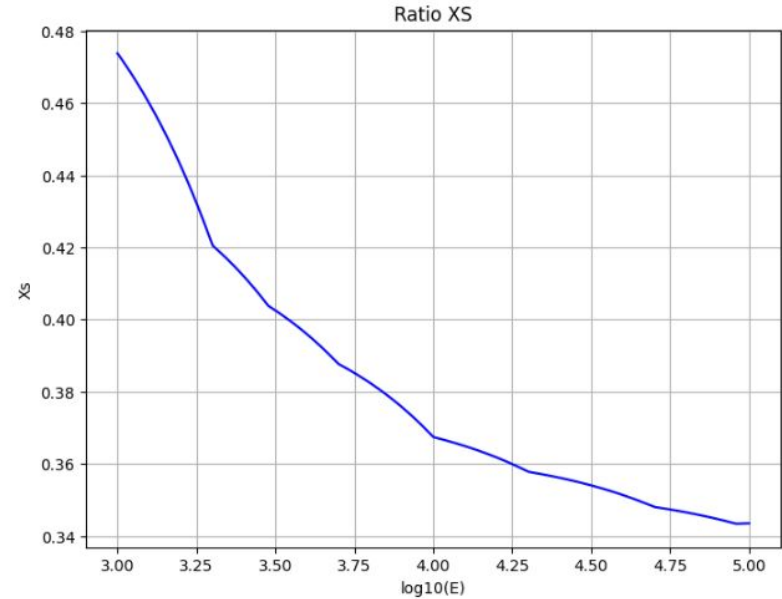
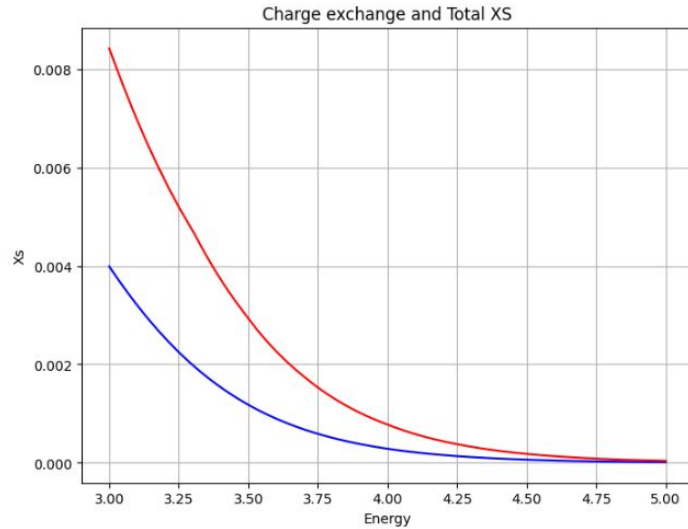
Графики значений сечений от энергии (примеры):

$A = 16$, $Z = 8$, π^- , $E_{\min} = 1 \text{ GeV}$, $E_{\max} = 100 \text{ GeV}$



Графики значений сечений от энергии (примеры):

$A = 29$, $Z = 14$, π^- , $E_{\min} = 1$ GeV, $E_{\max} = 100$ GeV



Сделано:

Установил версию с измененным классом “Charge Exchange”

Планы:

Проверить значения сечений на новой версии

Добавить проверку моделирования конечного продукта (Генератор конечных состояний частиц)