



Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

Кафедра физики элементарных частиц №40



Научная исследовательская работа студента на тему:

Физика тяжелых ионов. Программный пакет STARlight

Работа
студента 3-ого курса
Захарова Арсения
Михайловича
ИЯФит

г. Москва 2020

Введение

Что?

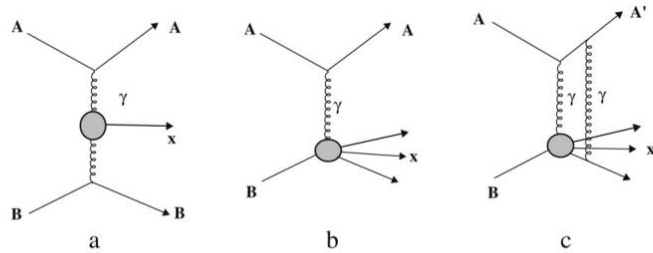


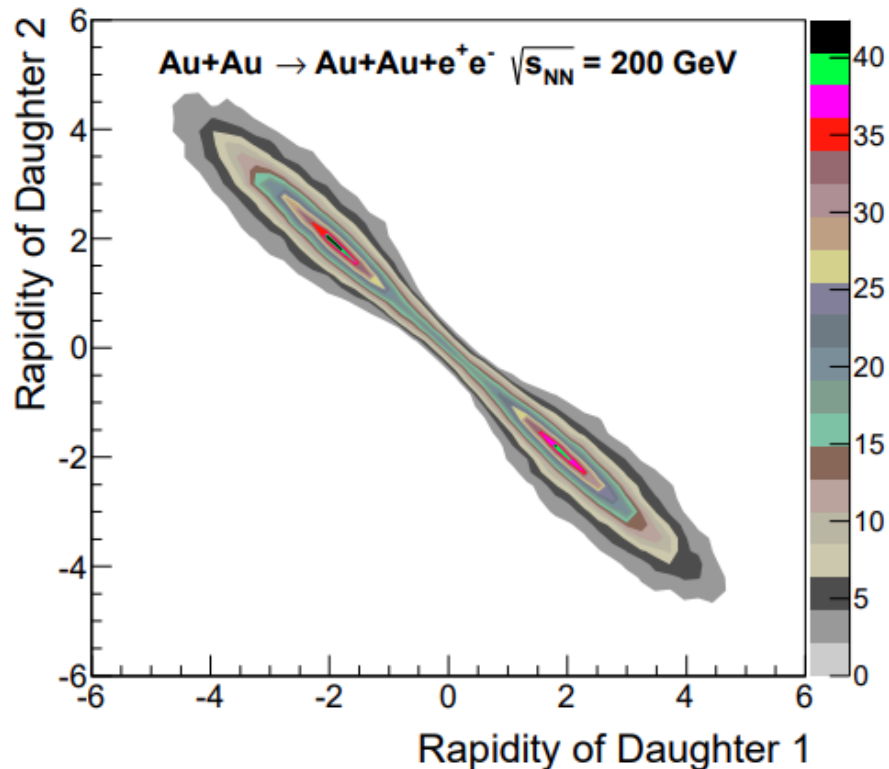
Fig. 2. A schematic view of (a) an electromagnetic interaction where photons emitted by the ions interact with each other, (b) a photon–nuclear reaction in which a photon emitted by an ion interacts with the other nucleus, (c) photonuclear reaction with nuclear breakup due to photon exchange.

Тяжелые ионы это ионы элементов с $Z > 2$ и $A > 4$ (тяжелее гелия). Взаимодействие тяжелых ионов с ядрами характеризуется коренной перестройкой участвующих в реакции ядерных систем, содержащих сотни нуклонов. Все это приводит к разнообразию каналов реакции путей, по которым проходят изменения взаимодействующих ядер.

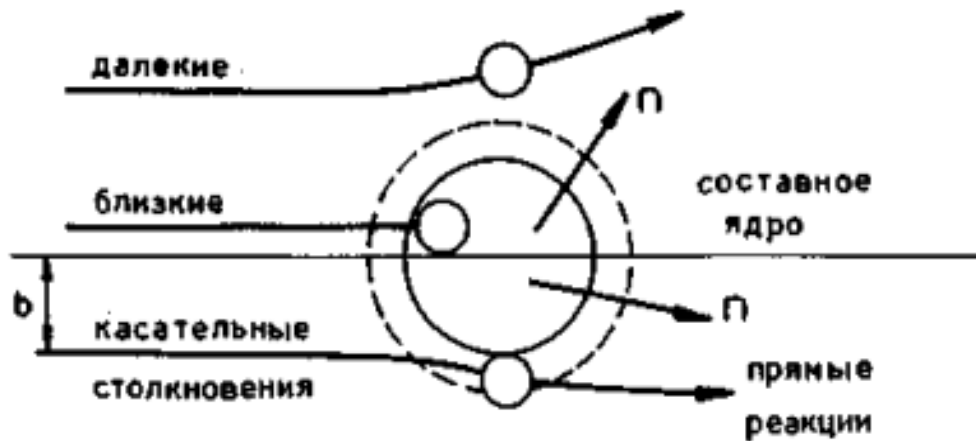
Для чего?

Уникальные свойства тяжелых ионов позволяют получать и исследовать ядра, существенно отличающиеся от известных по нуклонному составу, либо находящиеся в необычных состояниях

Тяжелые ионы позволяют также получать ядра с очень высокой энергией возбуждения до 300–400 МэВ и с предельно большим угловым моментом.



Классификация реакций с тяжелыми ионами



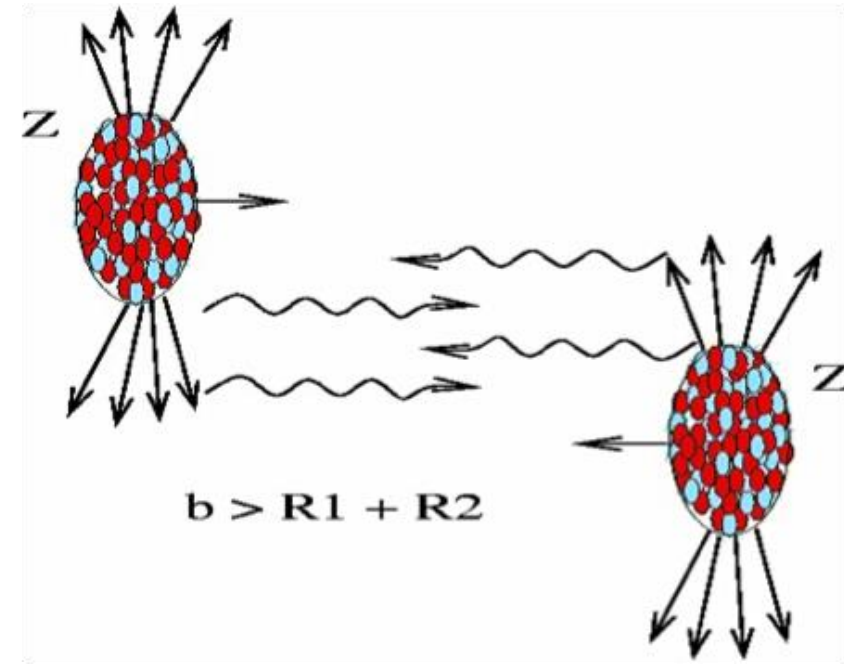
Классификация реакций тяжелых ионов с ядрами основана на параметре их столкновения b . В зависимости от величины этого параметра различают три типа реакций — дальние, касательные и близкие (лобовые).

При дальних столкновениях ($b > R$) поверхности ядер не соприкасаются, и между ядрами действуют лишь электромагнитные силы.

При касательных взаимодействиях ($b \approx R$) поверхности ядер частично перекрываются, и в действие вступают ядерные силы, определяющие характер реакции.

При лобовых столкновениях ($b \approx 0$) или близких к ним ($b < R$) происходит слияние ядер и образование составного ядра.

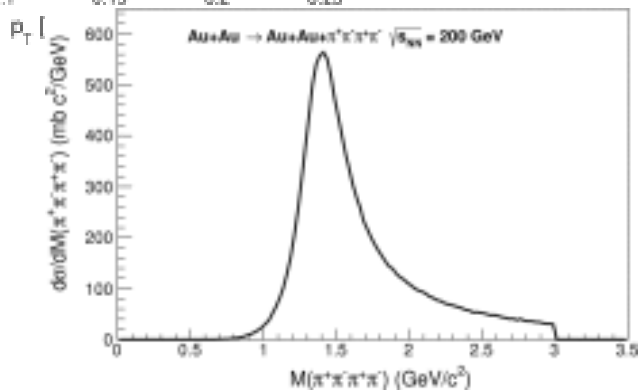
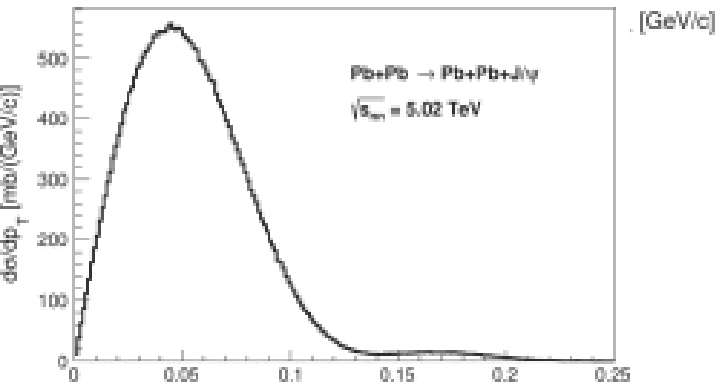
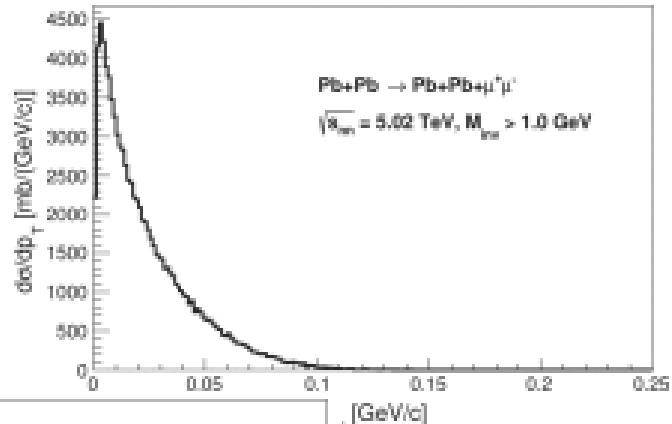
Периферические взаимодействия



Для анализа был выбран случай периферического взаимодействия, при котором столкновение ядер происходит при больших значениях прицельного параметра b между центрами ядер, превышающим сумму радиусов ядер, то есть $b > (R_1 + R_2)$

Быстро движущиеся высоко заряженные ионы несут в себе сильные электромагнитные поля, которые действуют как пучок фотонов. При таких параметрах адронные взаимодействия невозможны, и ионы взаимодействуют через фотонные и фотон-фотонные столкновения, известные как ультра-периферийные (UPC). Ультра-периферические адрон-адронные столкновения предоставляют уникальные возможности для изучения электромагнитных процессов.

Программный пакет STARlight



STARlight - это Монте-Карло генератор, моделирующий двухфотонное и фотон-померонное взаимодействие между релятивистскими ядрами и протонами. Программа производит множество конечных состояний. Для двух фотонов она моделирует лептонные пары и множество мезонов, а для фотоядерных взаимодействий она моделирует образование когерентных и некогерентных векторных мезонов.

Программа STARlight рассчитывает поперечные сечения для различных конечных состояний UPC, а также создает с помощью моделирования Монте-Карло события для определения эффективности детектора.

Возможности STARlight

Каналы взаимодействий представлены ниже

Two-Photon Channels

Particle	Jetset ID
e^+e^- pair	11
$\mu^+\mu^-$ pair	13
$\tau^+\tau^-$ pair	15
$\tau^+\tau^-$ pair, polarized decay	10015*
ρ^0 pair	33
$a_2(1320)$ decayed by PYTHIA	115
η decayed by PYTHIA	221
$f_2(1270)$ decayed by PYTHIA	225
η' decayed by PYTHIA	331
$f_2(1525) \rightarrow K^+K^-(50\%), K^0\bar{K}^0(50\%)$	335
η_c decayed by PYTHIA	441
$f_0(980)$ decayed by PYTHIA	9010221

Vector Meson Channels

Particle	Jetset ID
$\rho^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$	113
$\rho^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ and direct $\pi^+\pi^-$ production, including the interference.	913
$\omega \rightarrow \pi^+\pi^-$	223
$\phi \rightarrow K^+K^-$	333
$J/\psi \rightarrow e^+e^-$	443011
$J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$	443013
$\Psi(2S) \rightarrow e^+e^-$	444011
$\Psi(2S) \rightarrow \mu^+\mu^-$	444013
$Y(1S) \rightarrow e^+e^-$	553011
$Y(1S) \rightarrow \mu^+\mu^-$	553013
$Y(2S) \rightarrow e^+e^-$	554011
$Y(2S) \rightarrow \mu^+\mu^-$	554013
$Y(3S) \rightarrow e^+e^-$	555011
$Y(3S) \rightarrow \mu^+\mu^-$	555013
$\rho' \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$	999

Спасибо за внимание!