



Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»

Кафедра “Экспериментальные методы ядерной физики”
№11

Отчет на тему:

Моделирование характеристик ядер отдачи в реакциях полного сияния с тяжелыми ионами методом Монте-Карло.

Научный руководитель:

Пятков Ю. В.

Работа

аспиранта1-ого курса

Данилкина Владислава

Дмитриевича

ИЯФИТ

г. Москва 2026

Введение и актуальность

- Реакции многонуклонных передач (МНТ) — перспективный инструмент для синтеза нейтронно-избыточных сверхтяжелых ядер.
- Продукты МНТ рождаются в **широком диапазоне углов**, что затрудняет их регистрацию сепараторами с узким угловым приемом.
- Проектируемый в ОИЯИ кинематический сепаратор **STAR** призван решить эту проблему.

Цель работы:

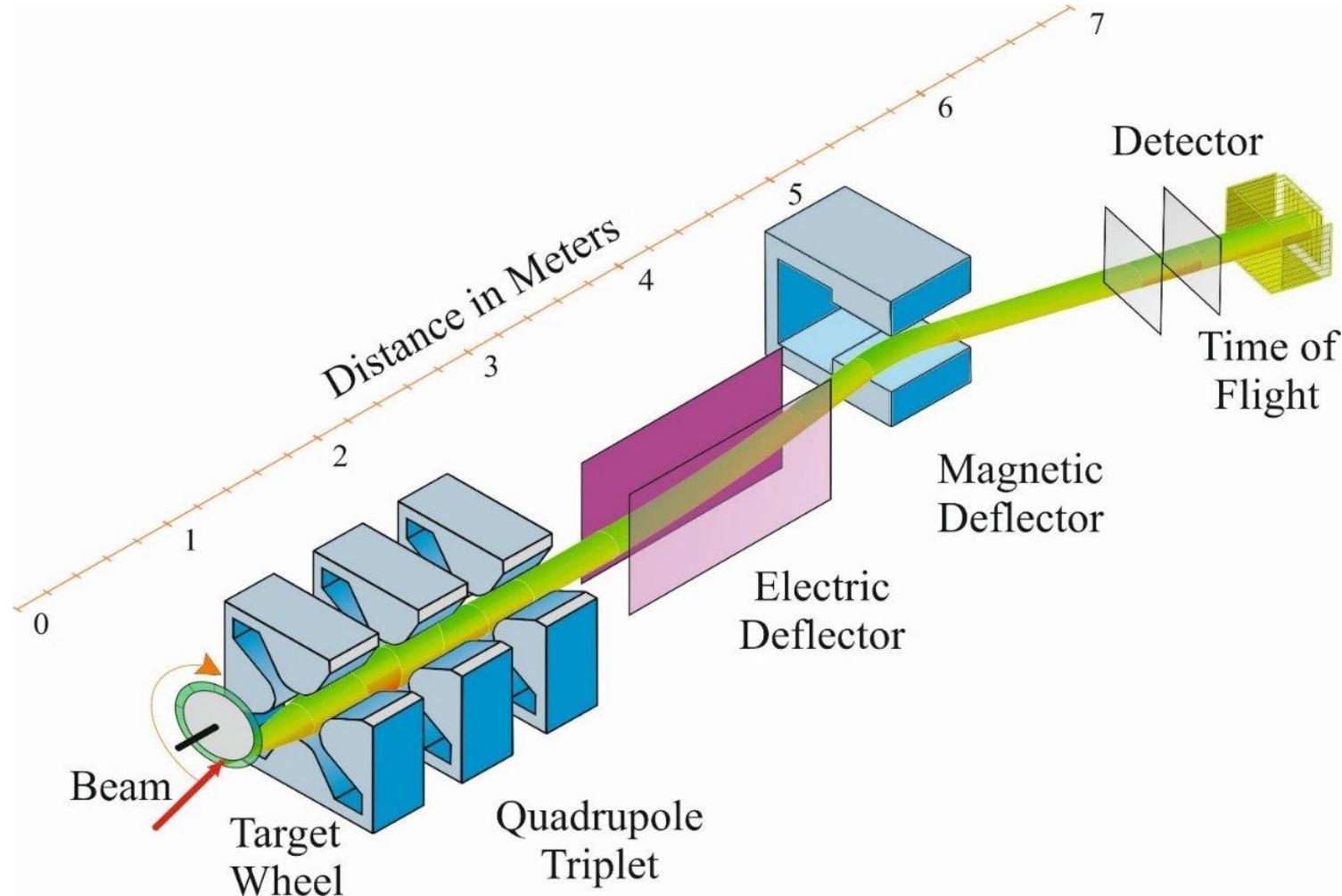
Моделирование угловых распределений продуктов МНТ.

Введение

Для моделирования МНТ существует несколько моделей:

- **Микроскопические (TDHF, QMD):** Высокая точность, но огромные вычислительные затраты.
- **Макроскопические (Ланжевен):** Хороши для интегральных сечений, но требуют калибровки параметров.
- **Полуклассические/Параметрические (GRAZING, метод Ляо и др.):** Оптимальны для инженерных оценок: быстрые, прозрачные, физически обоснованные.

Концептуальная схема сепаратора STAR



Методология и подход

Этапы работы:

- **Адаптация алгоритма:** Модификация существующего кода под параметрический метод Ляо.
- **Расчет угловых распределений продуктов:** Получение угловых спектров.
- **Учет влияния мишени:**
 - Энергетические потери.
 - Угловое уширение из-за многократного рассеяния.
- **Сравнительный анализ:** Сопоставление вклада кинематики реакции и рассеяния в мишени.

Результаты моделирования

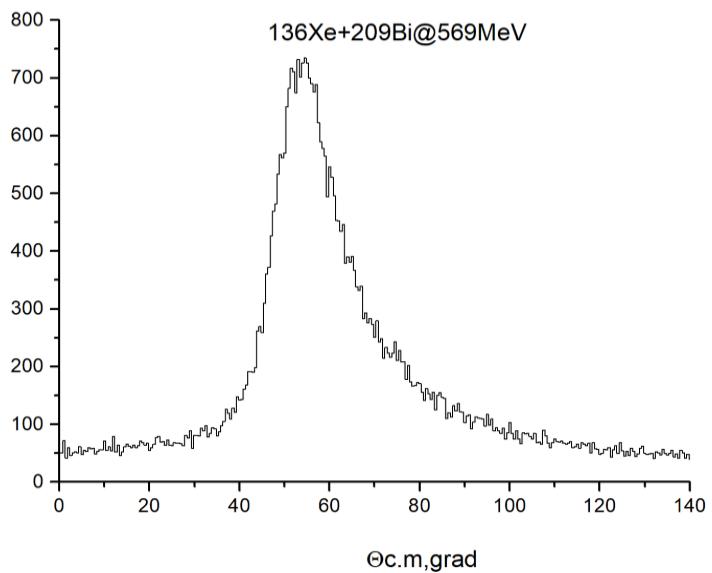


Рисунок 1 График предсказанного углового распределения для реакции $^{136}\text{Xe} + ^{209}\text{Bi}$, $E = 569\text{ MeV}$

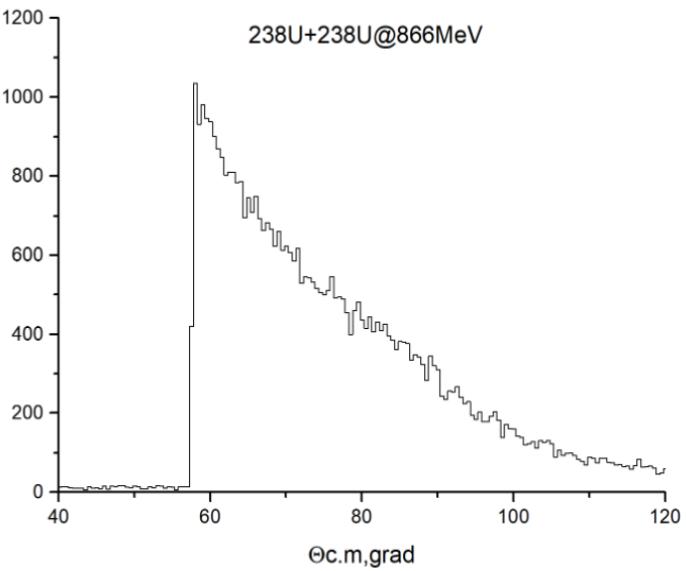


Рисунок 2 График предсказанного углового распределения для реакции $^{238}\text{U} + ^{238}\text{U}$, $E = 882\text{ MeV}$

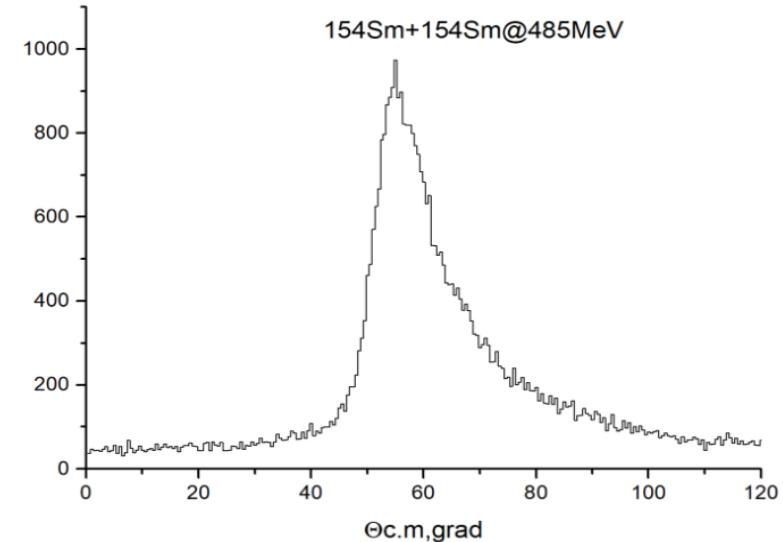


Рисунок 3 График предсказанного углового распределения для реакции $^{154}\text{Sm} + ^{154}\text{Sm}$, $E = 485\text{ MeV}$

Малоугловое многократное рассеяние

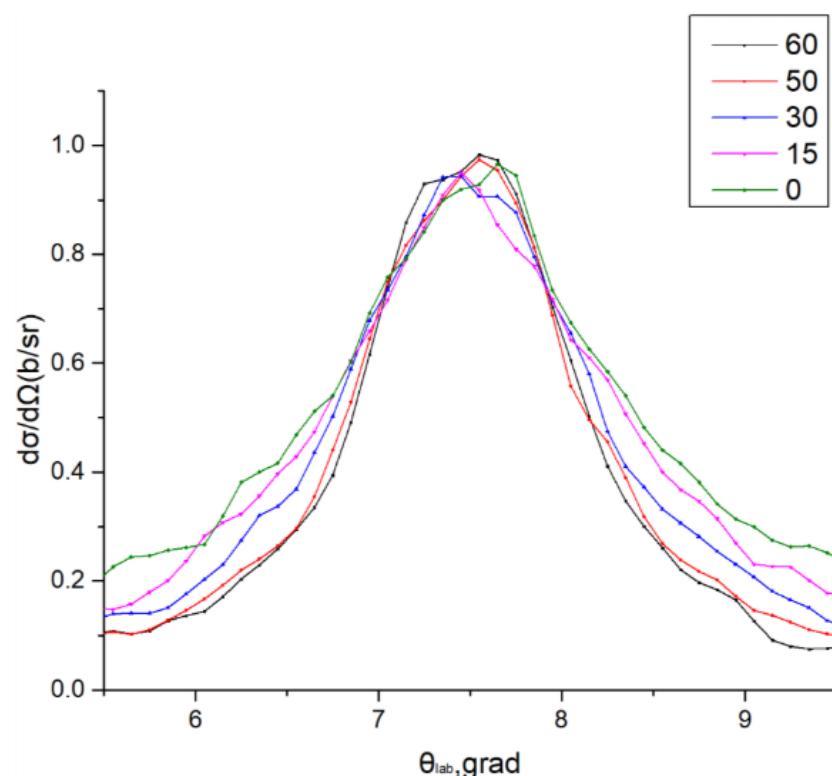


Рисунок 4 График распределения углов No257в реакции $\text{Ca}48 + \text{Cm}244 = \text{No}257(207 \text{ MeV})$ для разных углов наклона мишени (толщина мишени 150 мкг/см^2), где θ_{lab} - угол вылета продукта MNT в лабораторной системе координат.

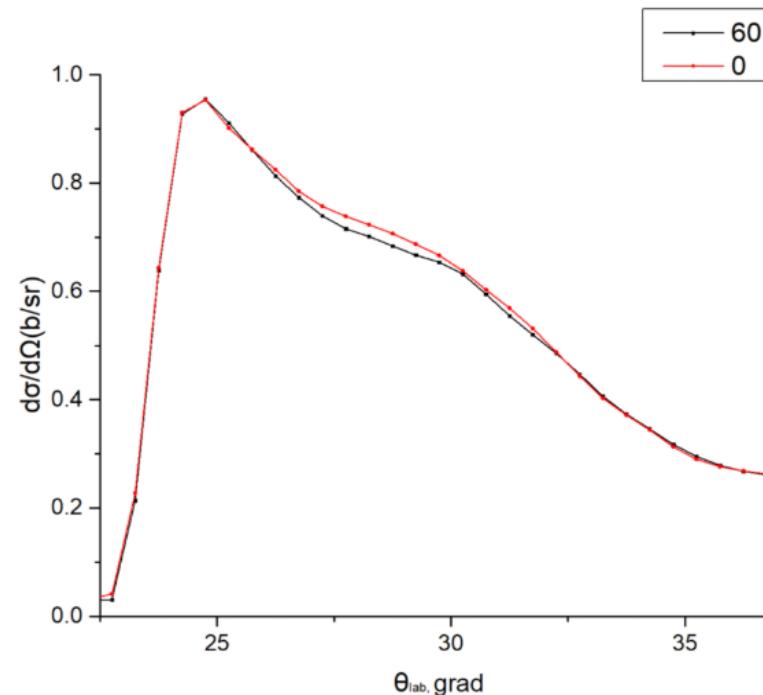


Рисунок 5 График распределения углов для реакции $\text{U}238 + \text{U}238 = \text{F}292(833 \text{ MeV})$ для разных углов наклона мишени (толщина мишени 150 мкг/см^2)

Заключение и перспективы

Итоги работы за семестр:

- Проведен анализ теоретических методов моделирования МНТ.
- Выбран и применен параметрический метод для решения прикладной задачи.
- Получены количественные оценки, **снявшие вопрос о необходимости поворотного мишленного узла для STAR**.
- Подготовлена основа для диссертационного исследования.

Следующие шаги:

- Интеграция полученных угловых распределений в расчёт магнитной оптики сепаратора STAR.
- Расширение моделирования на более широкий круг реакций для научной программы установки.
- Написание раздела «Методология» диссертации.

Спасибо за внимание!