

Моделирование линз Френеля при помощи Geant4

Светлана Биктемерова, Максим Гончар

Лаборатория Ядерных Проблем, ОИЯИ

02.02.2010

Geant4

Обзор

Geant4 — пакет для моделирования взаимодействия элементарных частиц с веществом.

- Широко используется для моделирования экспериментов в области физики высоких энергий.
- Предоставляет для использования большой набор физических процессов, в том числе и оптических.
- Имеет богатый инструментарий для описания геометрии детектора.
- <http://geant4.cern.ch>

Geant4

Недостатки геометрии

Почему геометрия Geant4 неудобна для описания линз Френеля:

- Небольшое число базовых форм.
- Логическое объединение форм очень сильно замедляет процесс моделирования.
- Отсутствие логического объединения вносит дополнительную погрешность на моделирование.

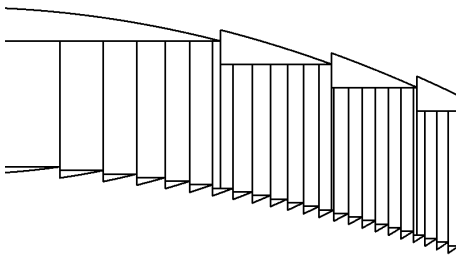


Рис. 1: Сегмент линзы Френеля, описанный средствами Geant4.

Моделирование линз Френеля

Обзор

Разработан пакет для моделирования линз и зеркал Френеля в Geant4.

Возможности:

- Позволяет создавать линзы Френеля так же, как и остальные объекты геометрии Geant4.
- Каждая сложная поверхность описывается массивом в цилиндрической системе координат $z(\rho)$.
- Для каждой поверхности Френеля задаются параметры для ограничивающих поверхностей (плоскость, сфера).
- ! Оптические свойства материала задаются стандартным образом.

Моделирование линз Френеля

Обзор

То, что происходит в „линзе“:

- Поиск пересечения с линзой.
- Вычисление нормалей.

То, что происходит в Geant4:

- Моделирование детектора.
- Моделирование физических взаимодействий (не только оптика).
- ...

Моделирование линз Френеля

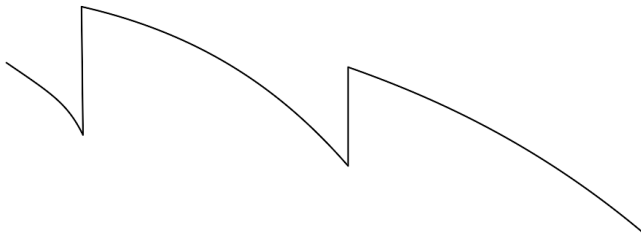
Обзор

Дополнительные возможности взаимодействия с геометрией Geant4:

- Создание объектов внутри линзы (дефекты и т.д.)
- Логические операции над объемами (объединение, пересечение и т.д.)
- Моделирование неровностей поверхности.

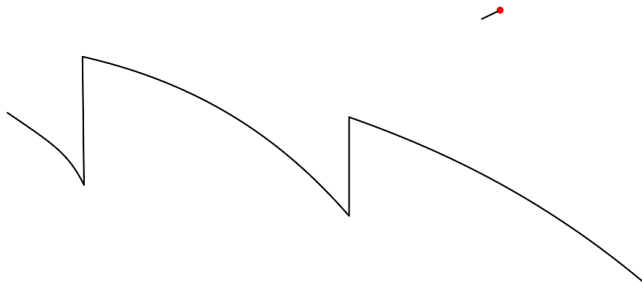
Моделирование линз Френеля

Поиск пересечений



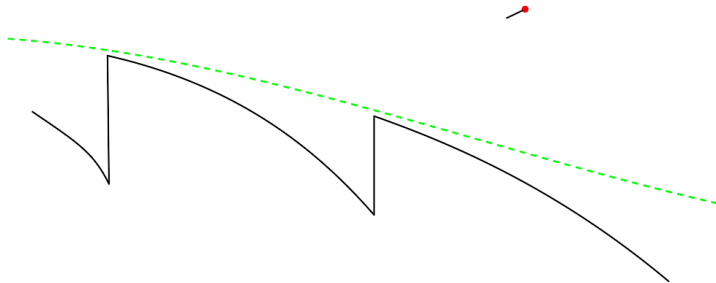
Моделирование линз Френеля

Поиск пересечений



Моделирование линз Френеля

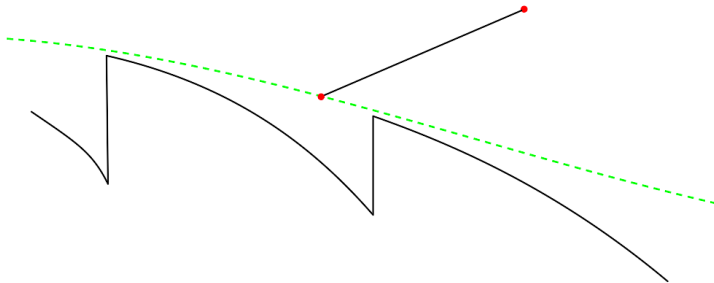
Поиск пересечений



- Поиск сегмента: поиск пересечения с ограничивающей поверхностью.

Моделирование линз Френеля

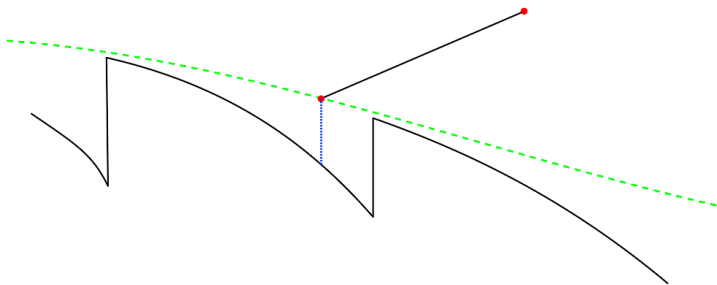
Поиск пересечений



- Поиск точки пересечения:
 - ▶ Если доступен фит — решением уравнения;
 - ▶ Иначе — перебором.

Моделирование линз Френеля

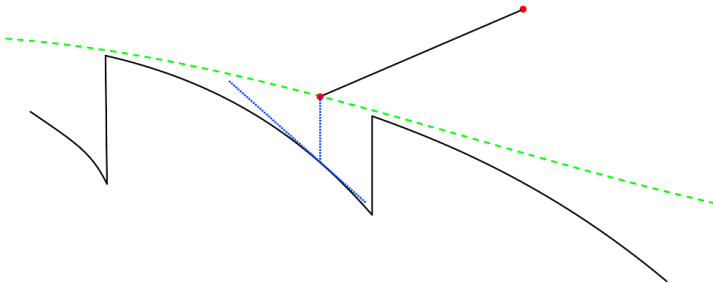
Поиск пересечений



- Поиск точки пересечения:
 - ▶ Если доступен фит — решением уравнения;
 - ▶ Иначе — перебором.

Моделирование линз Френеля

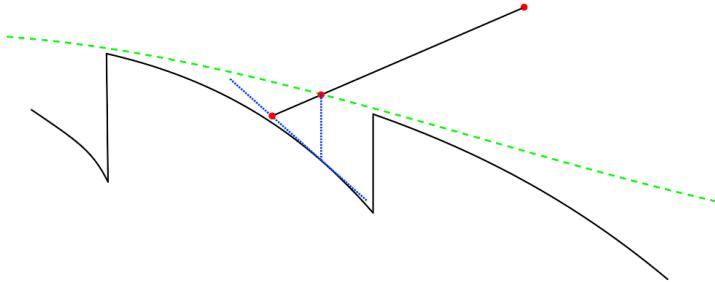
Поиск пересечений



- Поиск точки пересечения:
 - ▶ Если доступен фит — решением уравнения;
 - ▶ Иначе — перебором.

Моделирование линз Френеля

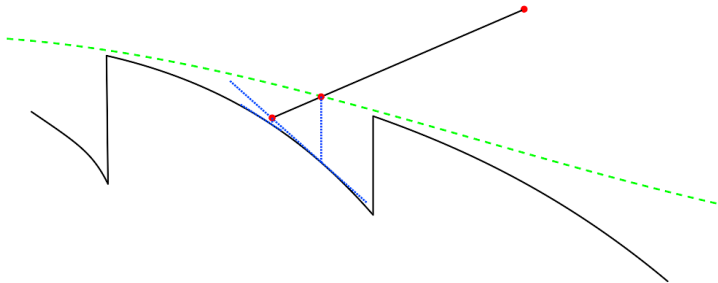
Поиск пересечений



- Поиск точки пересечения:
 - ▶ Если доступен фит — решением уравнения;
 - ▶ Иначе — перебором.

Моделирование линз Френеля

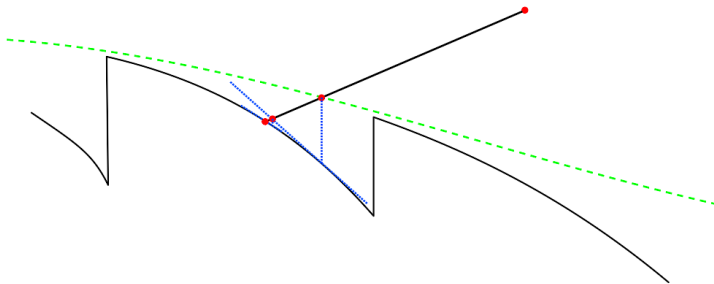
Поиск пересечений



- Поиск точки пересечения:
 - ▶ Если доступен фит — решением уравнения;
 - ▶ Иначе — перебором.

Моделирование линз Френеля

Поиск пересечений



— Поиск точки пересечения:

- ▶ Если доступен фит — решением уравнения;
- ▶ Иначе — перебором.

Моделирование линз Френеля

Поиск пересечений

- Проверка отсутствия пересечения с границами сегмента.
- Переход на другой сегмент в случае отсутствия пересечений.
- Вычисление нормали.

Практическое использование

На основе данного проекта написано программное обеспечение для расчета и моделирования линз Френеля с заданными параметрами.

Практическое использование

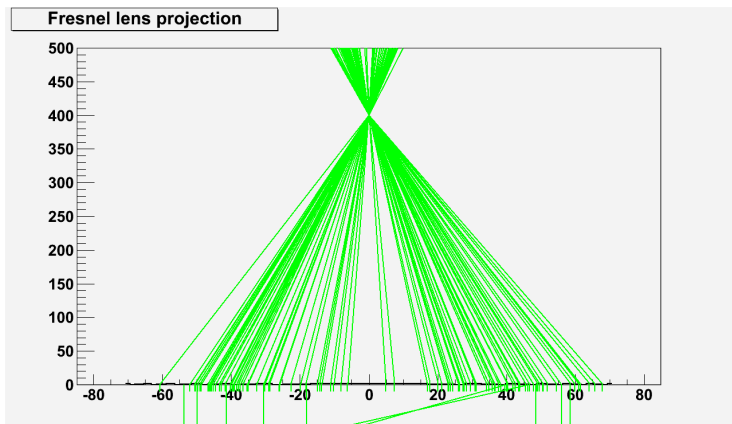


Рис. 2: Линза Френеля.

Практическое использование

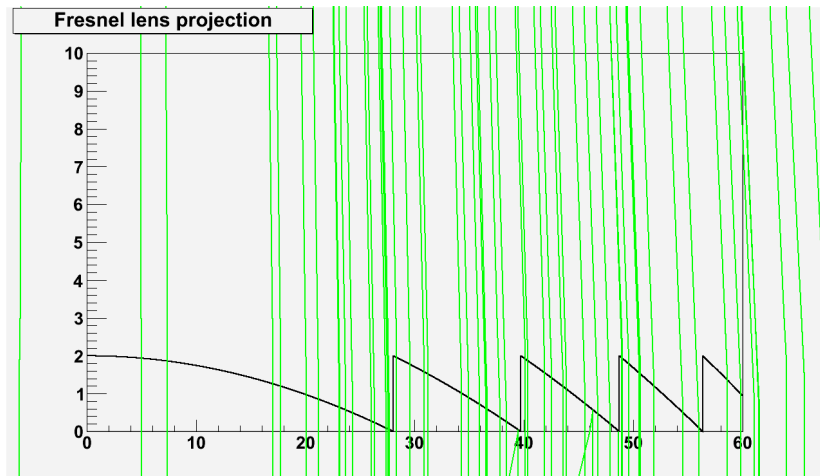


Рис. 2: Линза Френеля.

Практическое использование

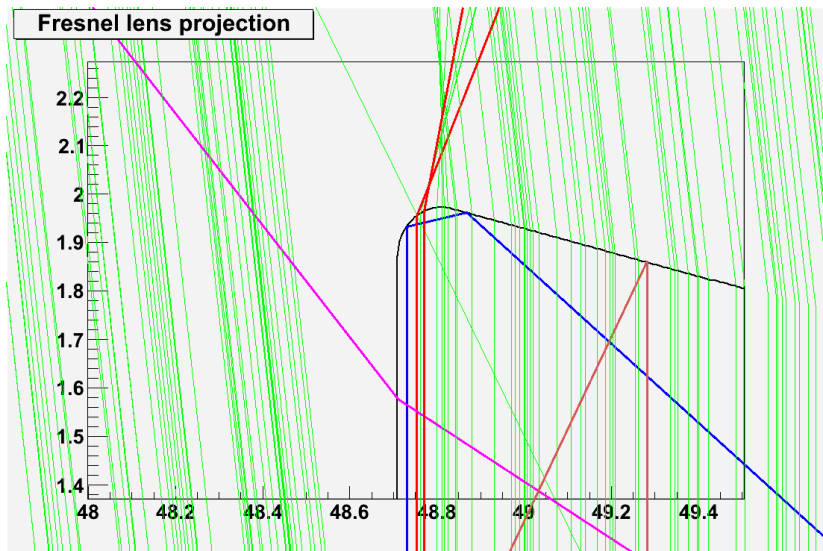


Рис. 2: Линза Френеля. Дефект.

Практическое использование

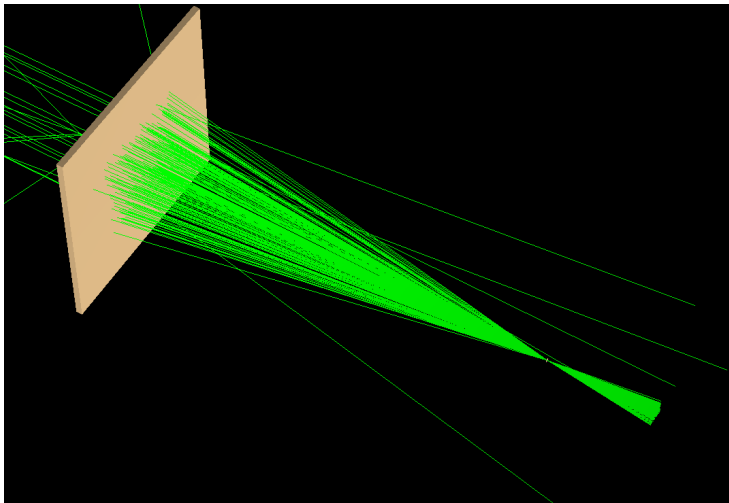


Рис. 2: Линза Френеля 3D.

Практическое использование ESAF

Моделирование на основе данного пакета включено в программу моделирования эксперимента JEM-EUSO.

Практическое использование ESAF

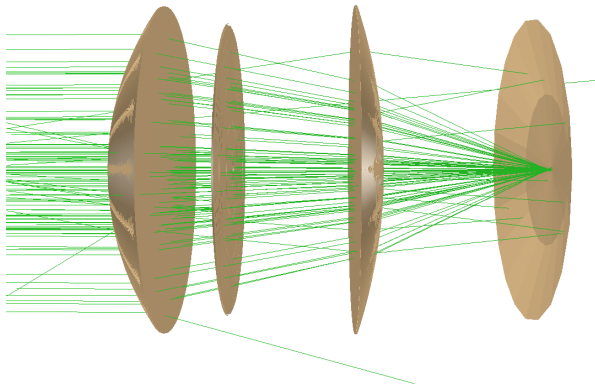


Рис. 3: Оптическая система эксперимента EUSO.

Практическое использование ESAF

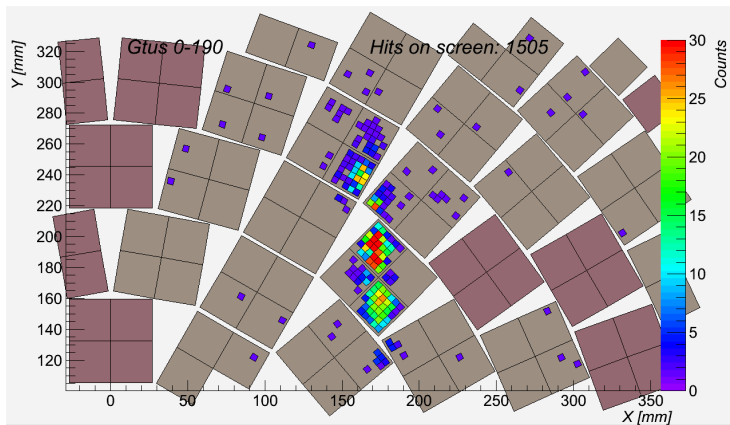


Рис. 3: Детектирование широкого атмосферного ливня. Хиты на фокальной поверхности детектора JEM-EUSO.

Спасибо за внимание.