

Додаток до лабораторної роботи №1

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ГАММА КВАНТІВ ПО ПОГЛИНАННЮ В РЕЧОВИНІ

Мета роботи: навчити студентів роботі із програмою, призначеною для моделювання проходження гамма квантів крізь речовину.

КОРОТКІ ВІДОМОСТІ

Для моделювання проходження гамма квантів крізь речовину була написана програма на C++, використовуючи *Geant 4*.

Geant4 являє собою набір інструментів для моделювання проходження частинок через речовину. Її області застосування включають високоенергетичні розрахунки, моделювання процесів ядерної та прискорювальної фізики, а також дослідження в галузі медичної та космічної наук.

ОПИС ДОСЛІДЖУВАНОЇ СИСТЕМИ:

Досліджувана система являє собою набір пластинок квадратної форми, виготовлених з певного матеріалу (можна змінювати в процесі компіляції, за замовчуванням – свинець) та розташованих у вигляді «матриці».

Пластинки мають однакові геометричні розміри в площині XY (16 x 16 см), але різні в площині Z (від 1 до 16 мм). За пластинками розташований набір детекторів у формі круга (матеріал детектора також може бути змінено в процесі компіляції). В процесі моделювання відбувається розрахунок енергії, поглинутої детектором (пропорційна до кількості променів, що пройшли крізь пластинку).

Радіоактивний розпад описується розподілом Пуассона

$$p(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

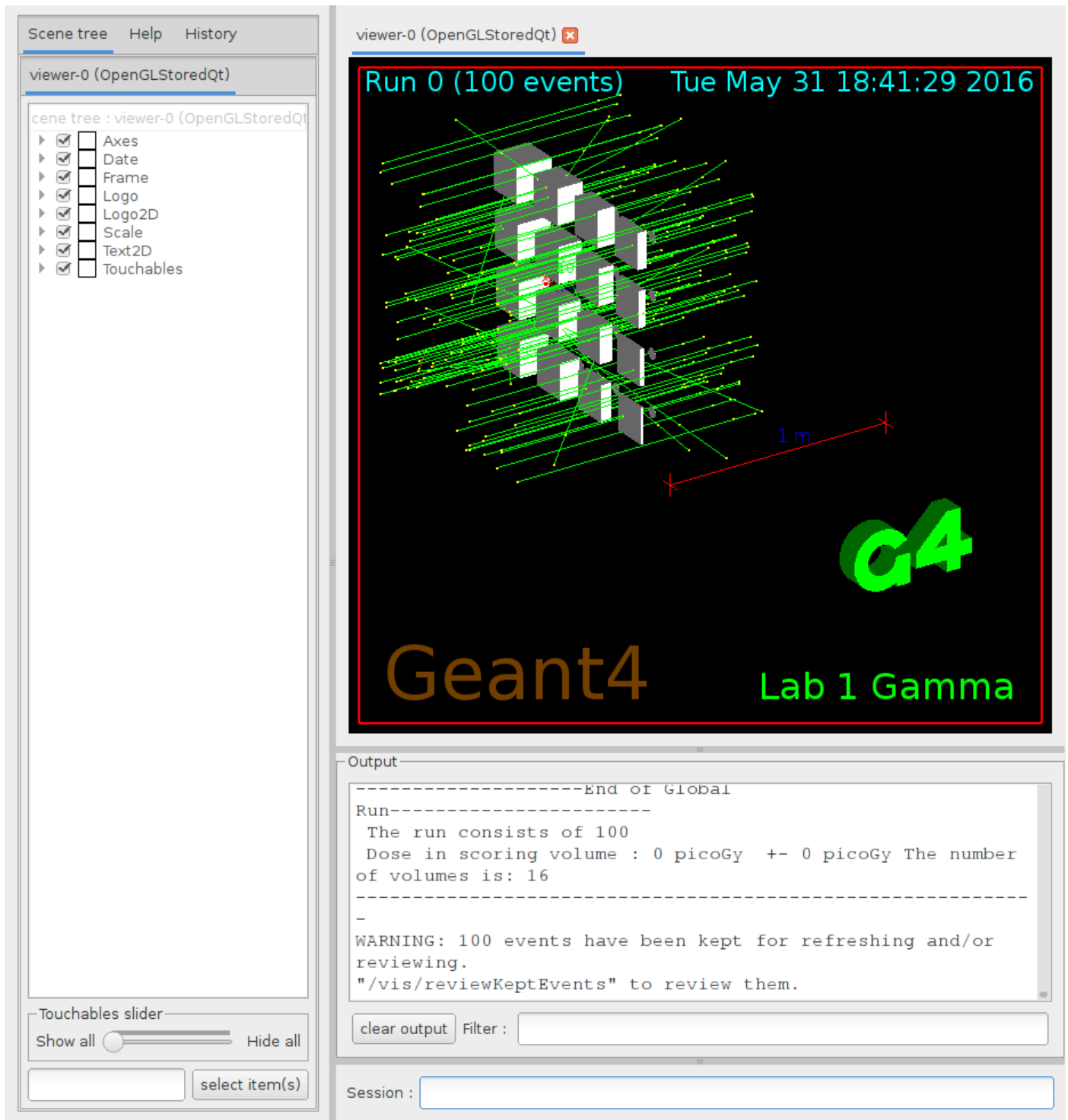
де $p(k)$ — ймовірність k розпадів в одиницю часу, λ - параметр розподілу Пуассона, який визначає найбільш ймовірну кількість розпадів. При великих λ розподіл Пуассона переходить у розподіл Гаусса з середнім значенням λ та дисперсією $\sigma = \sqrt{\lambda}$:

$$p(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\lambda}} e^{-\frac{(k-\lambda)^2}{2\lambda}}$$

В програмі потрібний розподіл генерується за допомогою функції бібліотеки CLHEP пакету Geant4:

$$N_{\text{Gamma}} = \text{CLHEP}::\text{RandGauss}::\text{shoot}(\text{engine}, N_0, \text{sqrt}(N_0))$$

де N_0 – кількість променів, що в середньому надходять в систему за 30 секунд.
 N_{Gamma} перераховується відповідно до введеного користувачем часу вимірювання.



КОМПІЛЯЦІЯ ПРОГРАМИ

Програма побудована на базі прикладу *B1* від *CERN*. Текст програми знаходиться в папці *NuclearPracticum/lab1*.

Для компіляції програми потрібно виконати наступні кроки

1. Відкрити термінал (комбінація клавіш **Ctrl + Alt + T**, або з меню програм). Потім перейти у директорію практикума з ядерної фізики.

```
cd ~/Documents/NuclearPracticum
```

2. В папці *NuclearPracticum* запустити програму `./build DIR`, яка створить робочу директорию і всі необхідні для роботи файли. Параметром `DIR` цієї програми є назва директорії; при запуску без параметрів буде створена директорія `lab1-build`.

```
./buildlab1
```

ЗМІНА ПАРАМЕТРІВ ПРОГРАМИ

Для зміни матеріалу пластинок, детекторів та товщини пластинок в робочій директорії запустити програму `./setlab`, на запити якої потрібно ввести матеріал пластинок, матеріал детекторів (ідентично до позначень елементів у періодичній таблиці) та товщину пластинок у мм (енергія гамма квантів задається викладачем). Наприклад:

Enter the array material:

Al

Enter the detector material:

Pb

Enter the plate thickness in mm:

10

The array material is Al, the detector material is Pb, the plate thickness is 10 mm, the default particle energy is 5.1 MeV

ЗАПУСК ПРОГРАМИ:

Для запуску програми потрібно перейти у щойно створену робочу директорию:

```
cd '/home/petrychuk/Documents/NuclearPracticum/lab1-build'
```

Запустити програму можна в двох режимах:

1. Інтерактивний режим. Даний режим використовується для наочності. В ньому відбувається запуск графічних компонент і можливо «побачити» проходження гамма променів крізь досліджувану систему. Для запуску програми в інтерактивному режимі потрібно виконати команду:

```
./run
```

Для того, щоб запустити моделювання, у графічному вікні (*session*) потрібно ввести команду:

```
/run/beamOn number_of_rays
```

де *number_of_rays* – кількість гамма квантів для моделювання.

За замовчуванням, енергія квантів становить 5.1MeV. Змінити її можна командою:

```
/gun/energy energy_value MeV
```

де *energy_value* – енергія в MeV-ах.

2. Режим вимірювань. Даний режим використовується для отримання та аналізу даних про проходження гамма променів заданої енергії крізь досліджувану систему. Для запуску програми в цьому режимі потрібно виконати команду:

```
./run time_of_measurement
```

де *time_of_measurement* – час вимірювання, заданий в секундах (наприклад 30).

Результатом запуску програми в режимі вимірювань є два файли: **ConsoleOutputData.txt** (містить інформацію про кількість гамма променів, використаних для розрахунків для кожної пластинки, енергію гамма променів та дозу опромінення, що отримав відповідний детектор) та **ResultsToPlot.txt** (містить номер сектора, товщину пачки пластинок: $\text{Товщина пластинки} = \text{номер пластинки} * \Delta z [\text{мм}]$, масу пачки пластинок, та дозу опромінення, яку отримав детектор, що знаходиться за відповідним екраном з пластинок).

ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Задати наступні параметри програми: матеріал пластинок – Pb, матеріал детекторів – Al, товщина однієї пластинки — 10 мм.
2. Запустити програму в інтерактивному режимі для ознайомлення з її можливостями та для наочності.

Увага! Після кожного запуску програми, потрібно КОПІЮВАТИ отримані результати (файли ConsoleOutputData.txt та ResultsToPlot.txt) у вашу особисту директорію!

3. Запустити програму в режимі вимірювань для різних матеріалів пластинок та детектора. Побудувати графіки отриманих залежностей та зробити висновки.