

# Зміст

## 1 Глава 1

**2**

1.1 *QGSP\_BERT* . . . . . 2

## 2 Глава 2

**3**

2.1 Опис детектора . . . . . 3

2.2 Опис коду моделі . . . . . 4

## 3 Глава 3

**5**

3.1 Валідація моделі . . . . . 5

## Література

**5**

# 1 Глава 1

## 1.1 *QGSP\_BERT*

*QGSP\_BERT\_HP* - ця фізична модель входить в перелік стандартних фізичних моделей розрахункового пакету Geant4. Базується на каскадній моделі Бертіні та враховує реакції для нейтронів менше ніж 20 МеВ. Для валідації данної моделі необхідне виконання наступних умов  $\frac{\lambda_B}{\nu} \ll \tau_c \ll \Delta t$ ,  $\lambda_B$  - хвиля де-Бролля для налітаючої частинки,  $\nu$  - швидкість налітаючої частинки,  $\Delta t$  - час між зіткненнями. Та модель яка лягла в основу коду Geant4 була протестована на частинках з енергіями від 100 МеВ до 3 ГеВ.

## 2 Глава 2

### 2.1 Опис детектора

Для моделювання чутливого об'єму був обраний надчистий германій, з діаметром 60.6 міліметрів, та довжиною 56.7 міліметрів. Рис. 2.1

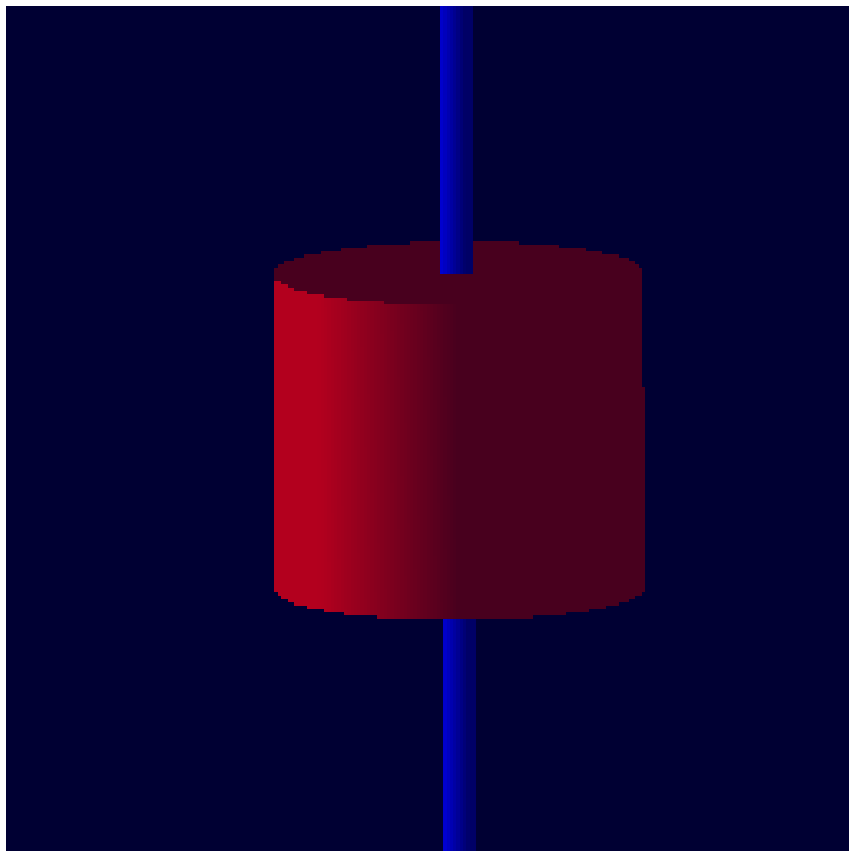


Рис. 2.1: Форма чутливого об'єму

Детектор буде розміщений поряд з джерелом нейтронів високих енергій, 14.5 MeV. Тому детектор був розміщений у трьох шаровий захист. Рис. 2.2

В захисті використовується Бор для поглинання теплових нейтронів, так як вся детекторна система буде знаходитися під водою, то нейтрони від джерела будуть втрачати енергію при пружному розсіянні на водню.

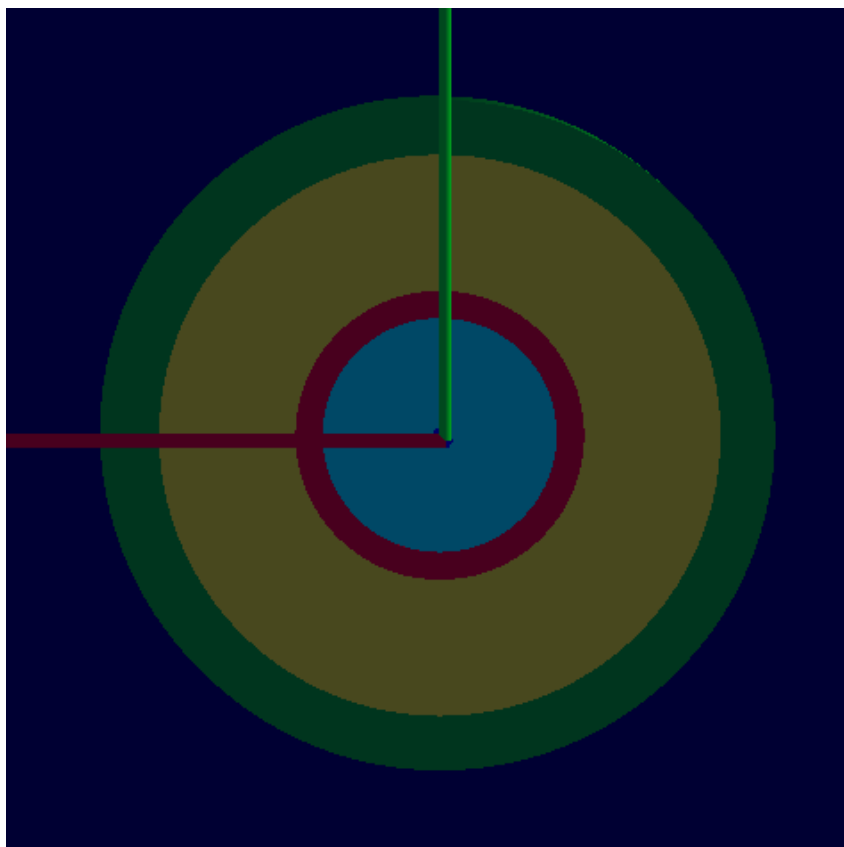


Рис. 2.2: Захист детектора, Al - зелений товщина 2 см., V - жовтий товщина 5 см., Pb - червоний товщина 1 см. Блакитний шар повітря

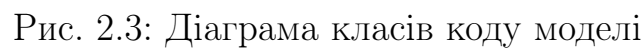
Опис реакцій на захисті – та сповільнювачі

Опис вторинного альфа випроміннення від Бор – Fano factor  $Ge = 0.13$

Ширина забороненої зони  $0,67 T = 300 K$

## 2.2 Опис коду моделі

Цілью було написати максимально зручний код для набору спектрів за різних умов та на різних мішеннях, тому були створені абстрактні класи для створення геометричних об'єктів. Для зручності створення матеріалів були створенні структури. Та для пришвидшення роботи були всі можливі константи ініціалізувалися на етапі компіляції. Для полегшення контролю над пам'яттю використовувалися розумні вказівники C++ 11 стандарту.



### 3.1 Валідація моделі

У висновках до проведеної роботи в данній статті було вказано, що найбільш вираженими і читкими були лінії  $C1\ 7,42\ 7,80\ 8,58\ \text{MeV}$ , також було вказано ряд ліній які їм не вдалося валідувати (перифразувати "лінії") На Рис. 3.2 - зображені піки  $7.42$  та  $7.80\ \text{MeV}$  Рис. 3.3 -  $8.58\ \text{MeV}$

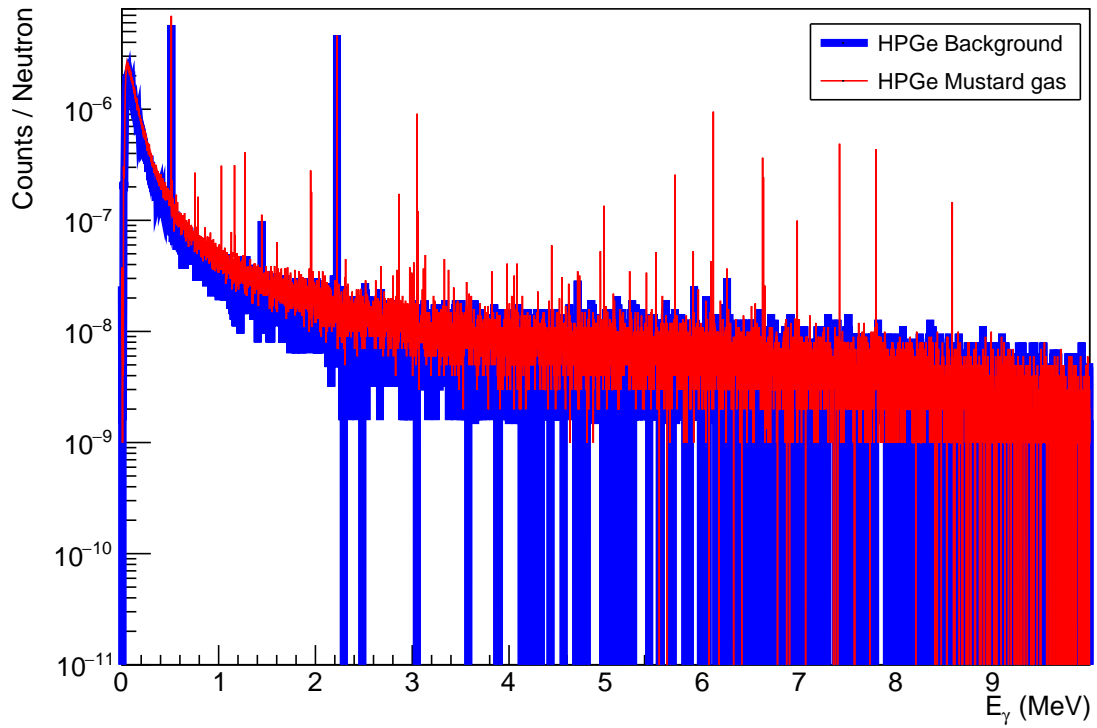


Рис. 3.1: Червоним - представлений спектор для Гірничного газу. Синім - фону

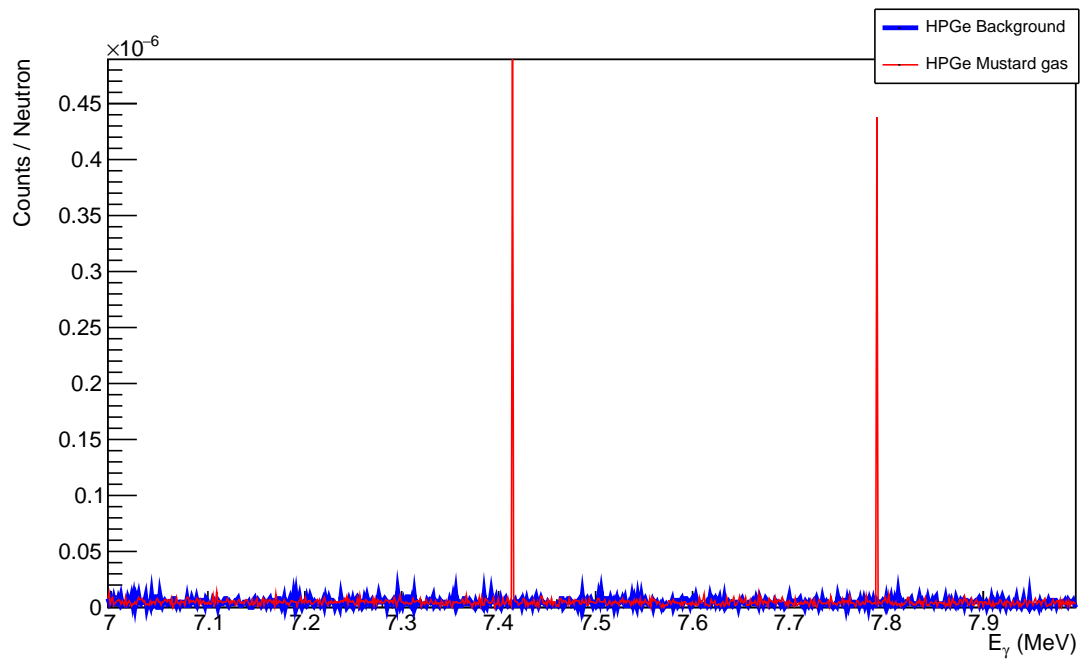


Рис. 3.2: Червоним - представлений спектор для Гірничного газу. Синім - фону

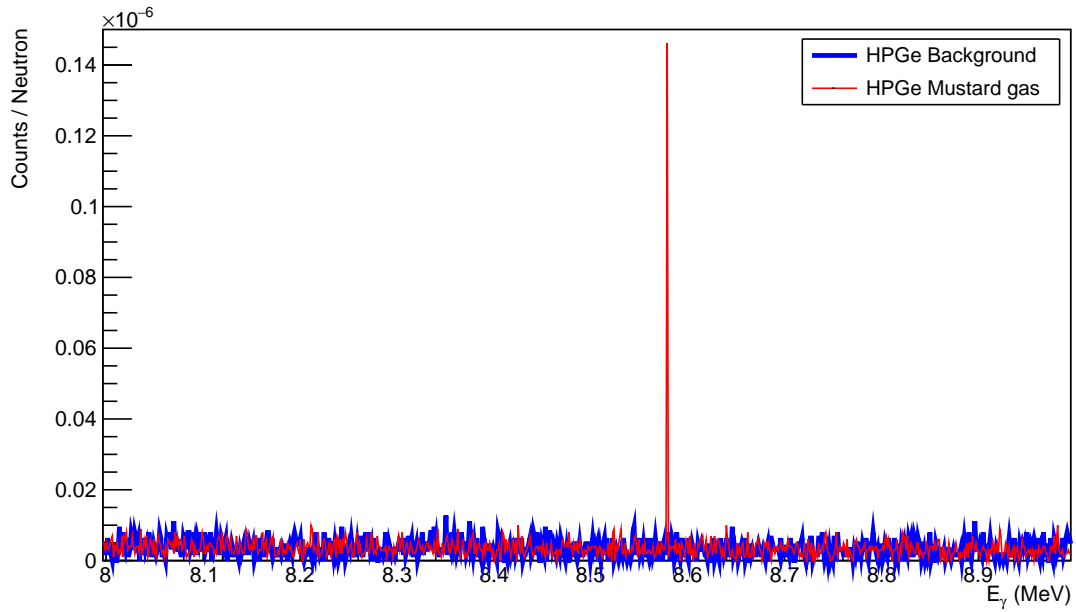


Рис. 3.3: Червоним - представлений спектр для Гірничного газу. Синім - фону

## Література

- [1] *R.M. Keyser and T.R. Twomey* - Extended Source Sensitivity and Resolution Comparisons of Several HPGe Detector Types with Low-energy Capabilities  
HPGe Detector Types
- [2] *Aatos Heikkinen, Nikita Stepanov Helsinki Institute of Physics, P.O. Box 64, FIN-00014 University of Helsinki, Finland Johannes Peter Wellisch CERN, Geneva, Switzerland* - Bertini intra-nuclear cascade implementation in Geant4 link