

muon detector simulation by using GEANT4

罗鑫

luox46@mail2.sysu.edu.cn

2017 年 9 月 13 日

Introduction to geant4

Geant 4 是由欧洲核子中心 (CERN) 和日本高能物理中心 (KEK) 主导开发的蒙特卡罗辐射输运计算通用程序包, 主要应用在高能物理领域, 可方便模拟强相互作用、弱相互作用等高能、超高能物理过程。

什么是蒙特卡罗

比如计算圆周率:

- 以直画圆
- π 的理论展开公式
- ○ ○ ○ ○

简单的一个算法:

- 撒点

优点

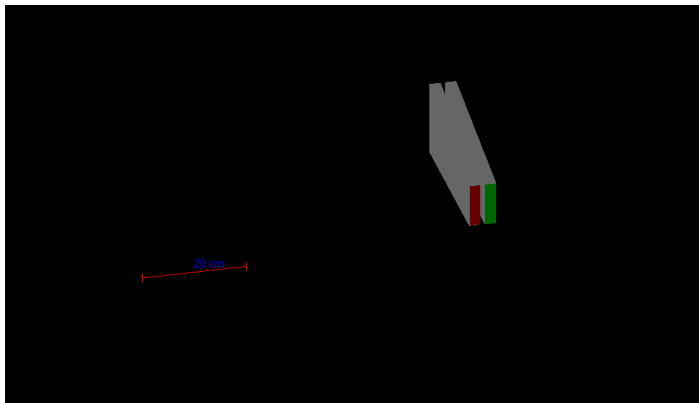
缪子是一种与电子相似的基本粒子，符号 μ^- ，它带有 1 单位负电荷，自旋为 $1/2$ ，质量为 $105 \text{ MeV}/c^2$ 。缪子的反粒子是 μ^+ ，拥有 1 单位正电荷。

地球上绝大部分自然生成的缪子都由宇宙线中的 π 介子产生 ($\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$, $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$)。大多数缪子在海平面以上 15km 处产生。

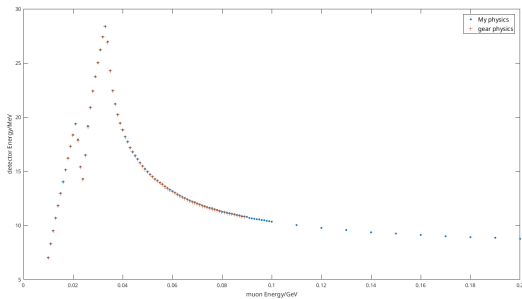
缪子的平均寿命约为 $2.2\mu\text{s}$ ，准确值为 $2.1969811(22)10^6\text{s}$ ，缪子的衰变方式：

$$\mu^- \rightarrow e^- + \nu_\mu + \bar{\nu}_\mu \quad (1)$$

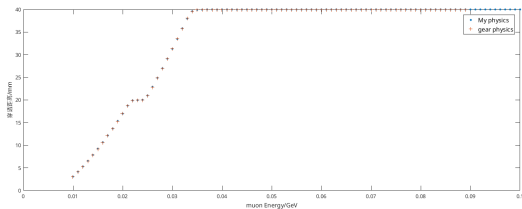
$$\mu^+ \rightarrow e^+ + \bar{\nu}_\mu + \nu_\mu \quad (2)$$



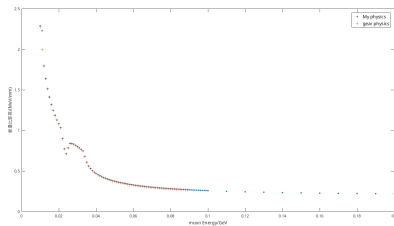
Video



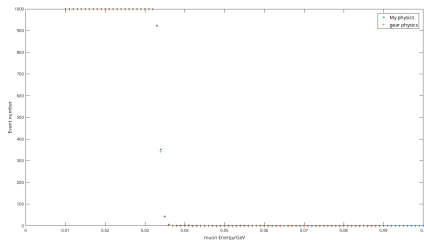
(a) mu detector 沉积能量



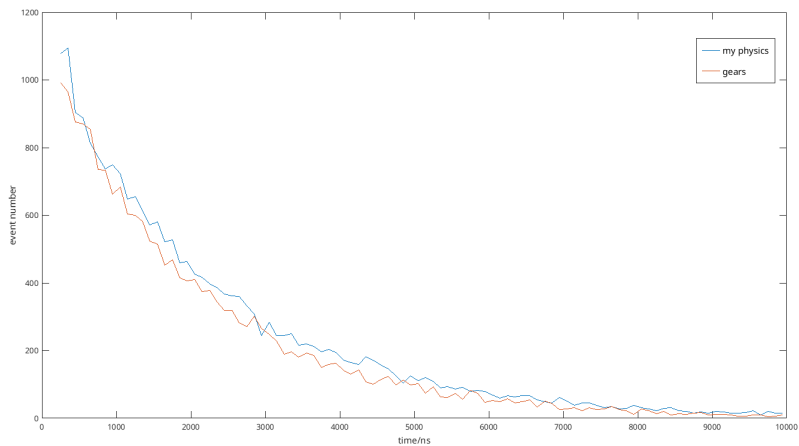
(b) mu detector 穿透距离



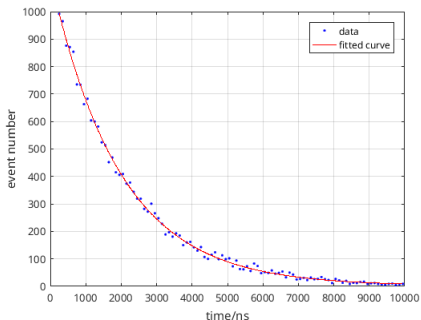
(c) mu detector 沉积能量除以穿透距离



(d) mu detector 衰变事例数



(e) PMT 读出光子信号与他人对比



(f) 自己的物理过程的产生 PMT 信号的拟合

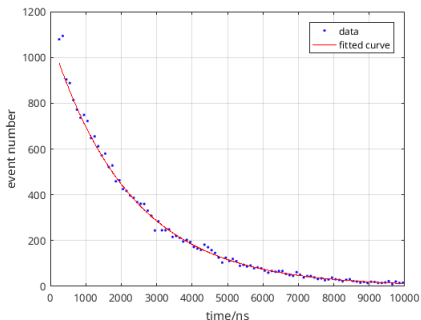
$$f(x) = ae^{-\frac{x}{b}} + c$$

Coefficients (with 95% confidence bounds):

$$a = 1126(1112, 1140)$$

$$b = 1959(1913, 2006)$$

$$c = 1.84(-3.07, 6.75)$$



(g) 他人的物理过程的产生 PMT 信号的拟合

$$f(x) = ae^{-\frac{x}{b}} + c$$

Coefficients (with 95% confidence bounds):

$$a = 1090(1080, 1100)$$

$$b = 2246(2202, 2290)$$

$$c = -0.3383(-4.785, 4.108)$$

- 增加光导结构
- 增加 PMT 复杂度, 读取 PMT 产生的电子信号, 模拟出实际信号
- 测量 μ 衰变出来的电子能谱