

余波, 能量刻度与 μ 寿命测量

宇宙线粒子探测与物理实验

朱宇涛 报告人: 王亚朋

2024 年 10 月 24 日

1 实验目标

2 实验装置

3 实验结果

实验目标

- ① 重新测量 μ 信号与余波的一些参数;
- ② 测量单光子电荷;
- ③ 进行能量刻度;
- ④ 测量 μ 寿命。

实验装置

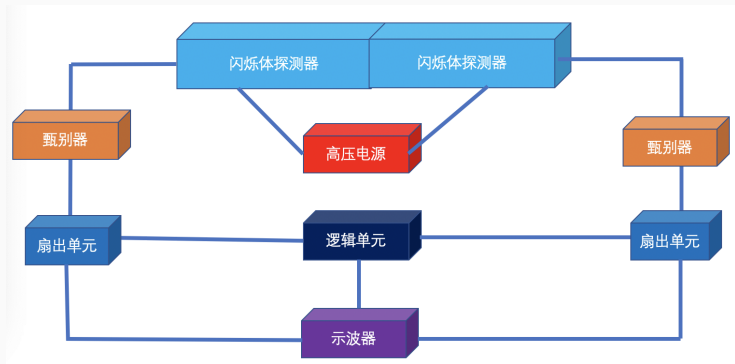


图 1: 实验装置

实验结果

使用甄别器的 4、7 道（甄别电压 15 mV），测量符合信号。¹

- 左：电压 1350V.
信号宽度： $\Delta X(\text{CH1}) = 43.4 \text{ ns}$.
计数率： $n(\text{CH1}) = 2995 \text{ min}^{-1}$.
- 右：电压 1500V.
信号宽度： $\Delta X(\text{CH2}) = 38.4 \text{ ns}$.
计数率： $n(\text{CH2}) = 2014 \text{ min}^{-1}$.
- 符合
计数率： $n = 859 \text{ min}^{-1}$.

计算得到偶然符合计数率：

$$n_a = 0.176 \text{ min}^{-1}. \quad (1)$$

¹后续实验条件不变.

对闪烁体, 测得长 60.5cm, 宽 15.5cm, 由此可计算 μ 通量:

$$\phi_{\mu} = 0.916 \pm 0.031 \text{ min}^{-1} \text{ cm}^{-2}. \quad (2)$$

余波出现的概率为 13.9%.

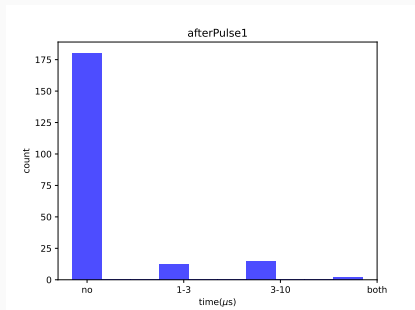


图 2: 所有信号的余波分布

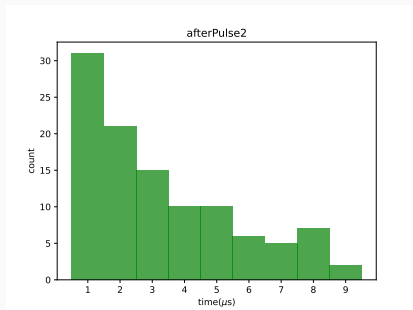


图 3: 存在余波信号的余波分布

余波时间分布

余波时间分布比较符合指数规律, 对其作拟合得到:

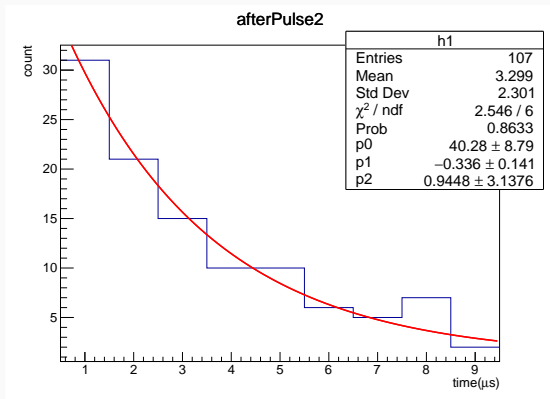


图 4: 余波分布拟合

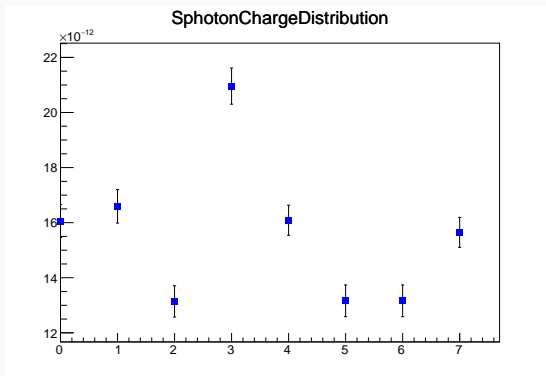


图 5: 单光子电荷

单光子电荷量:

$$q = (1.560 \pm 0.245) \times 10^{-11} \text{ V} \cdot \text{s}. \quad (3)$$

衰减长度

考虑 Error Bar, 重新计算衰减长度²与相关系数:

$$L = 1.643 \pm 0.131 \text{ m} \quad (4)$$

$$R^2 = 0.442. \quad (5)$$

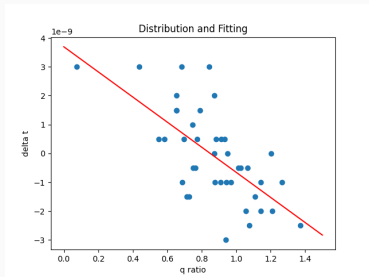


图 6: 衰减长度

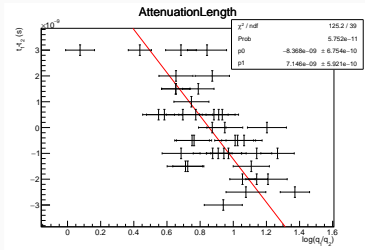


图 7: 衰减长度 (考虑 Error Bar)

²不确定度优于上次结果 (0.1494m).

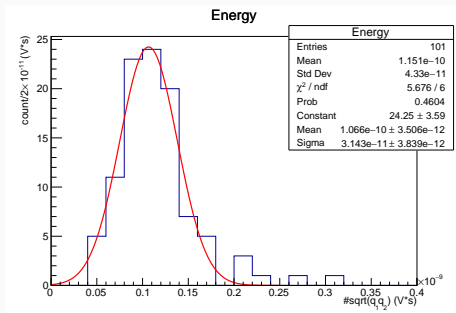
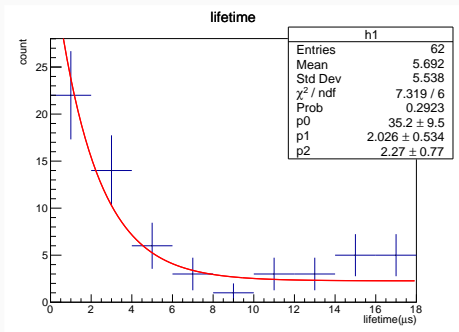


图 8: 能量刻度

- 刻度系数为 9.356×10^{10} .
- 能量分辨率为

$$\frac{2.35\sigma}{\mu} = \frac{7.386 \times 10^{-11}}{1.066 \times 10^{-10}} = 69.3\%. \quad (6)$$



测得 μ 寿命:

$$\tau = 2.026 \pm 0.534 \mu\text{s}. \quad (7)$$

图 9: μ 寿命

同时观察这一部分事例的时间电荷分布, 同样服从线性分布, 且:

$$R^2 = 0.239. \quad (8)$$

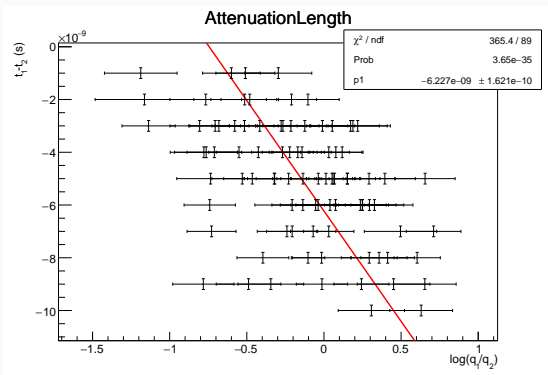


图 10: 时间电荷分布