

噪声和闪烁光衰减长度测量

宇宙线粒子探测与物理实验

王亚朋 朱宇涛

2024 年 10 月 10 日

1 实验目标

2 实验过程

3 结果分析

4 参考文献

实验目标

在本次实验中我们希望 [1]:

- ① 了解宇宙线的成因与特点;
- ② 掌握探测原理与探测器的使用方法;
- ③ 熟悉数据获取与处理的基本方式;
- ④ 观察噪声特征, 测量闪烁光衰减长度。

实验过程

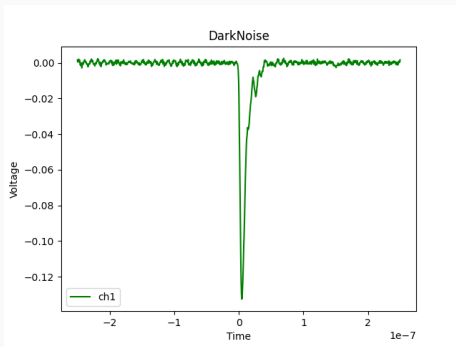


图 1: 暗噪声，根据一组测量数据作图。

通过示波器的频率显示，测量并取平均，得到暗噪声计数率 $n_d \approx 16.02 \text{ s}^{-1}$.



图 2: 电子学噪声。



图 3: μ 子信号。

测量得到信号计数率 $n_s \approx 9.98 \text{ s}^{-1}$.

我们知道，光在闪烁体中传播时按指数衰减：

$$q = q_0 e^{-\frac{L}{L_0}}, \quad (1)$$

其中 q_0 为初始光子数， q 为传播距离 L 后的光子数， L_0 是闪烁体的光衰减长度。为测量 L_0 ，我们对闪烁体两端的光信号作符合测量，分别得到两端信号的触发时间和幅度，进而确定信号的时间差和电荷量之比。

由上推导得到：

$$\ln \frac{q_1}{q_2} = -\frac{c}{L_0}(t_1 - t_2), \quad (2)$$

通过线性拟合即可实现衰减长度的测量。

闪烁光衰减后信号符合波形

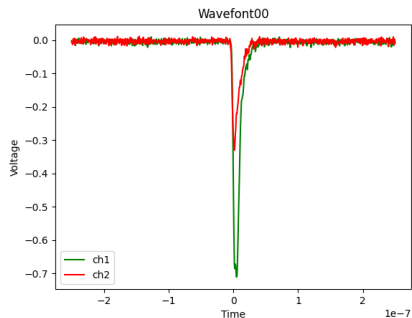


图 4: Wavefont00.

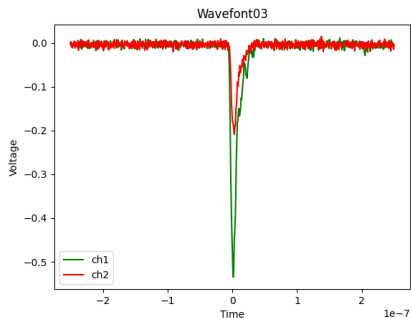


图 5: Wavefont03.

结果分析

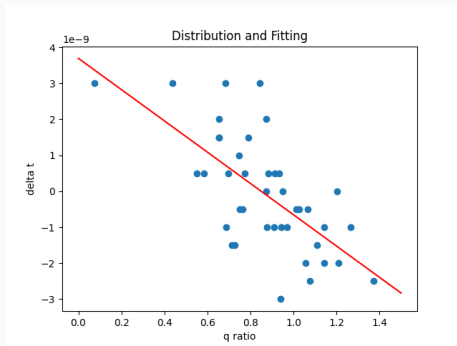


图 6: 电荷比值的自然对数与时间差的分布，以及线性拟合结果。

根据拟合结果可计算得

$$L_0 \approx 1.305 \text{ m.} \quad (3)$$

线性拟合相关系数 $R^2 \approx 0.442$, 相对不确定度为 0.180.

参考文献

[1] 高能宇宙线粒子探测实验.

<https://hep.tsinghua.edu.cn/training/cosmicRay/>.