

1、

辐射长度：表示一个高能电子通过轫致辐射能量损失到原始能量的  $1/e$  时在介质中所经过的平均路程。

核相互作用长度 $\lambda_I$ ：
$$\lambda_I = \frac{A}{N_A \rho \sigma_{\text{非弹}}} \quad [cm]$$

□ 反映非弹性散射的贡献

对于 1GeV 以上的电子，轫致辐射是主要能量损失机制

$$E = E_0 \exp(-x/X_0)$$

$$x = 1\text{mm}$$

碳板衰减约 0.5%，铝板衰减约 1%，钨板衰减约 25%

多重散射角：

1 GeV：碳板： $7.94 \times 10^{-4}$

铝板： $1.20 \times 10^{-3}$

钨板： $6.92 \times 10^{-3}$

10 GeV：碳板： $7.94 \times 10^{-5}$

铝板： $1.20 \times 10^{-4}$

钨板： $6.92 \times 10^{-4}$

100GeV：碳板： $7.94 \times 10^{-6}$

铝板： $1.20 \times 10^{-5}$

钨板： $6.92 \times 10^{-5}$

介质较厚时，电离损失分布接近高斯分布；介质很薄时，电离损失分布接近朗道布。

2、

泊松过程：描述随机事件在时间或空间上发生次数的数学模型

性质：

初始条件  $N(0)=0$ 。

平稳增量：在任意长度为  $t$  的时间间隔内，事件发生次数只与  $t$  有关。

独立增量：不相交时间区间内的事件数相互独立。

在充分小的  $\Delta t$  内，事件发生一次的概率为  $\lambda\Delta t + o(\Delta t)$ ，发生两次及以上的概率为  $o(\Delta t)$ 。

泊松分布：在任意长度为  $t$  的时间区间内，事件发生比率  $\lambda$ ，发生  $k$  次事件的概率为  $N(t)$ ，则

$$P(N(t) = k) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

二项分布  $B(n, p)$  描述  $n$  次独立伯努利试验中成功次数。当  $n \rightarrow \infty$ ， $p \rightarrow 0$ ，且  $np = \lambda$  为有限常数时，二项分布收敛于泊松分布。大量试验中罕见事件发生的次数近似为泊松分布。

当泊松分布的参数  $\lambda$  足够大时，其分布形状逐渐接近高斯分布。

母函数是组合数学中用于计数的数学工具，主要分为普通型与指数型两类。普通型生成函数处理多重集组合问题，指数型生成函数解决多重集排列问题，其通过将数列与形式幂级数关联实现递推关系求解。

母函数以多项式形式展现数列特征，普通型定义为  $G(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots$ ，指数型定义

为  $EG(a_n; x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \frac{x^n}{n!}$ 。其核心思想是将离散数列对应为连续函数，利用幂级数运算解决组合问题。

母函数的应用在于研究未知通项数列规律，用这种方法在给出递推式的情况下求出数列的通项。

应用：

通过母函数计算级联粒子数的均值、方差及分布形状。

计算光电倍增管探测到的光子数统计分布。

3、

朗道分布

```
hsy@HuangShengyi: ~/XtoY x + v
Processing XtoY3.C...
FCN=3616.2 FROM HESSE STATUS=OK 20 CALLS
EDM=8.23588e-10 STRATEGY= 1 ERROR MATR
EXT PARAMETER STEP FIF
NO. NAME VALUE ERROR SIZE DERIVA
1 Constant 2.60957e+04 1.13469e+02 2.17050e+00 5.363
2 MPV 5.53605e+01 3.31304e-02 9.10370e-04 -3.203
3 Sigma 5.59962e+00 2.25404e-02 1.61077e-05 5.984
root [1] .q
hsy@HuangShengyi:~/XtoY$ vim XtoY3.C
hsy@HuangShengyi:~/XtoY$ root XtoY3.C
-----
| Welcome to ROOT 6.36.12 https://root.cern.ch
| (c) 1995-2025, The ROOT Team; conception: R. Brun, F. Rademakers
| Built for linuxx86_64gcc on Apr 26 2026, 18:39:49
| From tags/v6-36-12@v6-36-12
| With c++ (Ubuntu 13.3.0-subuntu2-24.04.1) 13.3.0
| Try '.help'/.? , '.demo' , '.license' , '.credits' , '.quit'/'q' .
-----
root [0]
Processing XtoY3.C...
FCN=1103.4 FROM HESSE STATUS=OK 16 CALLS
EDM=1.9679e-08 STRATEGY= 1 ERROR MATR
EXT PARAMETER STEP FIF
NO. NAME VALUE ERROR SIZE DERIVA
1 Constant 2.78298e+04 1.17295e+02 1.29526e+00 1.623
2 MPV 5.57453e+01 3.34249e-02 5.18099e-04 -2.804
3 Sigma 5.10957e+00 2.05492e-02 9.30922e-06 3.304
root [1]
```

