1. 第一个问题就是这个辐射长度首先是在入射带电粒子受原子核库仑场的中其中发生速度方向以及大小变化的过程会产生辐射这叫韧致辐射，之后我们在电子韧致辐射中会去主要考虑韧致辐射能量损失，这时候会有一个表达式：

将电子韧致辐射能量损失表达式改写为： $$-\frac{dE}{dx}=\frac{E}{X_0}$$

则有 $$\langle E\rangle = E_0 e^{-\frac{x}{X_0}}$$ **此式定义了一个新的物理量X_0，称为辐射长度，表示一个高能电子通过韧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。**

我个人觉得这个东西就和电磁里的电位移矢量和磁化强度很像作为一个数学工具进行辅助作用，代表一个高能电子通过韧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

2. 核作用强度属于相互作用强度，这个主要发生在强子在通过介质时候与介质原子发生的相互作用**相互作用长度 λ**=1/Σ，**即平均自由程，单位为** cm，核作用长度（nuclear interaction length）是一个物理学专业术语，特指强子束（如质子、中子等）入射到某种物质中，与物质的原子核发生各种相互作用，导致束流强度衰减到初始强度的 1/e（约 36.8%）时所穿过的距离（AI）
3. 这个算这个角度应该用库伦散射，

$$\theta_{plane}^{rms}=\sqrt{\langle\theta_{plane}^2\rangle}=\frac{13.6}{\beta cp}z\sqrt{\frac{x}{X_0}}\left(1+0.038\ell n\frac{x}{X_0}\right)$$

p ： 电子动量（在 GeV 能区，动量 p 近似等于能量 E ）

z ： 入射粒子电荷数（电子 z=1 ）

x ： 穿过物质的厚度（本题中为 1 mm）

$X0$ ： 材料的辐射长度，这是一个反映材料散射和辐射能力的特征常数。

1GeV: 碳板： $\theta0$ 约为 0.03° 量级（散射极小）。

铝板： $\theta0$ 约为 0.05° 量级。

钨板： $\theta0$ 约为 0.22° 量级（散射非常明显）。(AI)

10GeV:碳 : 约 0.003°（散射极其微弱，几乎沿直线传播）

铝 : 约 0.005°（有轻微偏转）

钨 : 约 0.022°（偏转相对明显，但依然属于小角度散射）

100GeV:

碳 ： 约 0.0003°（几乎完全沿直线穿透）

铝 ： 约 0.0005°（偏转极小，肉眼不可见）

钨 ： 约 0.0022°（虽然偏转相对最大，但依然极小）

4. 当介质厚度较厚时，电离损失分布接近高斯分布；当介质很薄时，由于相互作用的

次数少，能量损失的统计涨落很大，电离损失分布很不对称，在能量大的区域有很长的尾巴——朗道分布，个人认为这个厚度与这个粒子停留在介质里面的时间变长，从而增加相互作用次数。物理原因：这种不对称的长尾巴主要是由δ 电子（Delta rays）引起的。在极少数情况下，入射粒子会与介质中的电子发生剧烈碰撞，将大量能量转移给该电子，使其成为高能次级电子（即 δ 电子）。虽然这种剧烈碰撞发生的概率很低，但一旦发生就会导致极大的能量损失，从而在分布图上拉出了长长的尾巴。（AI）

5. 泊松分布是一种重要的离散型概率分布，用于描述在固定时间或空间范围内，某稀有事件发生的次数。

核心性质： 参数单一：由参数 λ （lambda）唯一确定， $\lambda>0$ 。

期望与方差相等：泊松分布的期望 $E(X)$ 和方差 $D(X)$ 均等于 λ 。

可加性：若两个独立的随机变量 $X\sim P(\lambda 1)$ ， $Y\sim P(\lambda 2)$ ，则它们的和 $X+Y\sim P(\lambda 1+\lambda 2)$

6. 泊松过程是随机过程中最重要的计数过程，用于描述事件以恒定平均速率独立发生的连续时间随机现象。

核心性质： 独立增量性：在不相交的时间区间内，事件发生的次数是相互独立的。 平稳增量性：在任意长度为 t 的区间内，事件发生的次数只与 t 有关，与起始时间无关。

稀有性（普通性）：在极短的时间 Δt 内，最多只可能发生一次事件。 与指数分布的关系：泊松过程中，相邻两次事件发生的时间间隔服从参数为 λ 的指数分布。

7. 应用：1.单位时间内的计数：如呼叫中心每 15 分钟接到的电话数、急诊科每小时的患者到达数。 单位空间内的计数：如每页书的错别字数、每块 DNA 序列的变异数、某区域内罕见疾病的病例数。
   2. 排队论（如 M/M/1 模型中的顾客到达）。 通信网络中数据包的到达建模。 放射性衰变中单位时间内探测到的粒子数。（AI）

8. 1. 泊松分布与二项分布 关系：泊松分布是二项分布的极限形式。

推导条件：当二项分布的试验次数 n 很大，单次试验成功的概率 p 很小，且乘积 $\lambda=np$ 保持适中（即期望值稳定）时，二项分布可以近似为泊松分布。

直观理解：二项分布描述的是“固定 n 次试验中成功的次数”；而泊松分布描述的是“在连续的时间或空间内，稀有事件发生的次数”，没有明确的试验总次数 n 。

2. 泊松分布与高斯分布（正态分布） 关系：当泊松分布的参数 λ 较大时，泊松分布近似于高斯分布。

近似条件：通常当 $\lambda>10$ 或 $\lambda>20$ 时，泊松分布的形状逐渐趋于对称，可以用均值为 $\mu=\lambda$ 、方差为 $\sigma 2=\lambda$ 的正态分布 $N(\lambda,\lambda)$ 来近似。

直观理解：根据中心极限定理，大量独立随机变量的和趋向于正态分布。当 λ 很大时，可以看作是许多微小独立事件的累积，因此分布形态接近钟形曲线。(AI) 等于说泊松分布一对二项分布进行极限化和特殊化处理对 n 趋近于 0 对概率 p 尽可能的小。

9. 1. 母函数 (Generating Function)

母函数（又称生成函数）是将一个数列 $\{a_n\}$ 编码为一个形式幂级数 $G(x)=\sum_{n=0}^{\infty}a_nx^n$ 的工具。在概率论中，我们常用概率母函数 (PGF) 或 矩母函数 (MGF) 来研究随机变量的分布。 我个人认为是对一个有着无穷的一个式子进行简化把他用通项无穷的形式进行表示。

2. 核心性质 唯一性：一个分布唯一确定一个母函数，反之亦然。母函数是概率分布的“身份证”。 卷积变乘法（独立和的性质）：这是母函数最强大的性质之一。若 X 和 Y 是相互独立的随机变量，则它们的和 $Z=X+Y$ 的母函数等于各自母函数的乘积，即 $G_Z(x)=G_X(x)\cdot G_Y(x)$ 。 求矩：对母函数求导并代入特定值（如 $x=1$ 或 $t=0$ ），可以轻松求出随机变量的期望、方差等各阶矩。

9.

1. 写出单个泊松分布的母函数：

   对于 $X\sim P(\lambda_1)$ ，其母函数为：

   $$G_X(s)=\sum_{k=0}^{\infty}s^k\frac{\lambda_1^k e^{-\lambda_1}}{k!}=e^{-\lambda_1}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(\lambda_1 s)^k}{k!}=e^{-\lambda_1}e^{\lambda_1 s}=e^{\lambda_1(s-1)}$$

   同理， Y 的母函数为 $G_Y(s)=e^{\lambda_2(s-1)}$ 。

2. 利用独立和的性质：

   因为 X 与 Y 独立，其和 $Z=X+Y$ 的母函数等于各自母函数的乘积：

   $$G_Z(s)=G_X(s)\cdot G_Y(s)=e^{\lambda_1(s-1)}\cdot e^{\lambda_2(s-1)}=e^{(\lambda_1+\lambda_2)(s-1)}$$

3. 结论：

   $G_Z(s)$ 的形式完全符合参数为 $(\lambda_1+\lambda_2)$ 的泊松分布母函数。

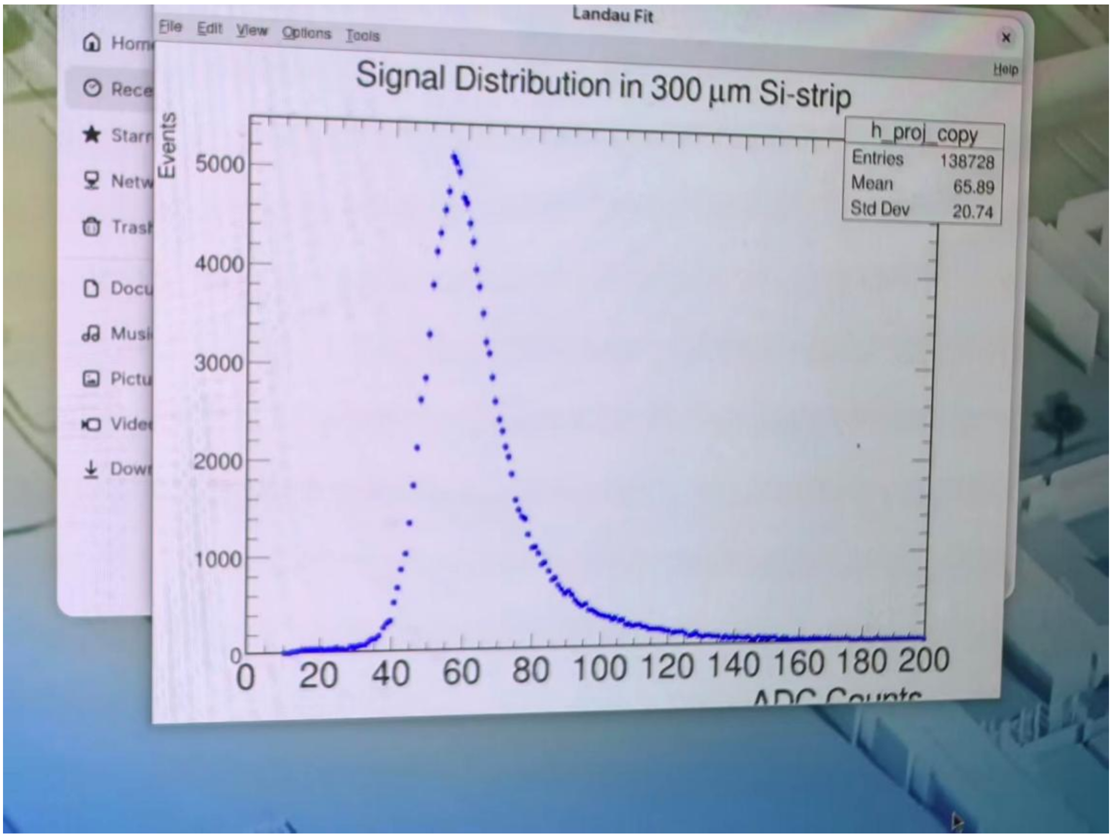
   根据母函数的唯一性，可得：

这个用的 AI（我个人的理解是先简化母函数，之后用他的性质发现得出的结果符合形式既可以证明）

10.


File Edit View Options Tools
Help
New Canvas
Open...
Close Canvas
Save
Save As...
Print...
Quit ROOT
h_proj
Entries 138728
Mean 65.89
Std Dev 20.74
root
root [0]
Attaching file /home/zack/result.root as _file0...
(TFile *) 0x5619f68eb810
root [1] TH2D *h_strip = (TH2D*)gDirectory->Get("r_strip");
root [2] TH1D *h_proj = h_strip->ProjectionY("h_proj", 1, 5);
root [3] h_proj->Draw();
Info in <TCanvas::MakeDefCanvas>: created default TCanvas with name c1
root [4]

朗道分布,


Landau Fit
File Edit View Options Tools
Help
Signal Distribution in 300 μm Si-strip
h_proj_copy
Entries 138728
Mean 65.89
Std Dev 20.74
Events