

1 非常数截面

设粒子运动过程中的流强 $I(x)$ ，对于经过薄层后的衰减为

$$dI = -\frac{I}{l(x)}dx$$

那么左右积分可以得到

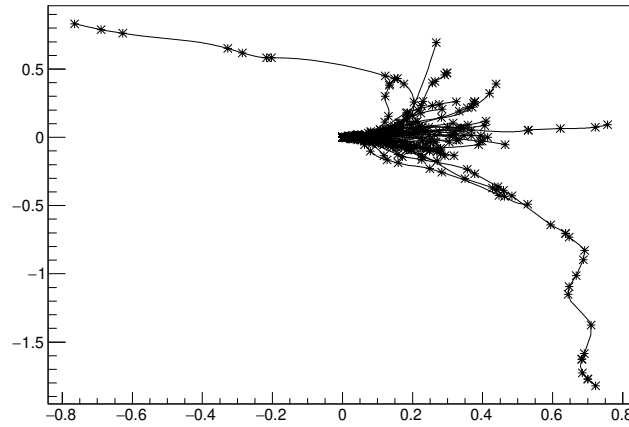
$$I = I_0 e^{-\int_0^x \frac{1}{l(x)} dx}$$

2 模拟粒子碰撞

二维散射，湮灭过程 A,B. 其中 $l_s = 0.1m, l_A = 5m, l_B = 0.3m$ ，特别注意散射后的角度在 $[-30 \text{ deg}, 30 \text{ deg}]$ 变化。

2.1 模拟径迹图

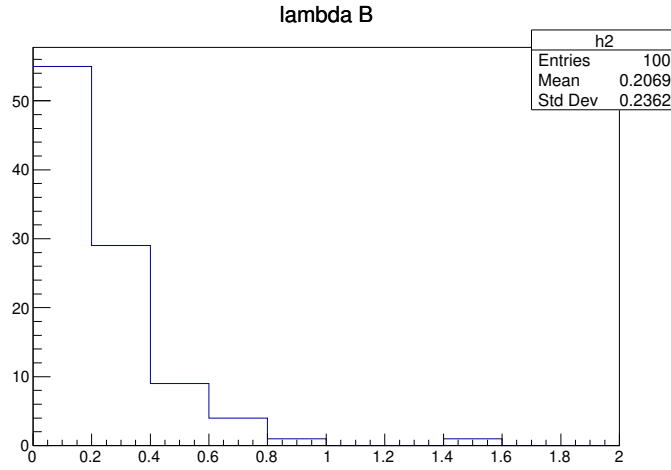
100 个粒子在二维平面内的径迹如图所示，其中假定了初始出射方向向右：



2.2 模拟自由程分布

湮灭 A 和湮灭 B 的平均路程分布如下图所示：实际绘制过程中向 histogram 中加入每次 track 的总长度，然后画出对应的分布图。这个分布

图代表在湮灭过程 A,B 过程的影响下，粒子行走的长度。对于模拟结果



$$\lambda = 0.20m$$

2.3 理论计算

首先出发点是经过 x 距离后剩余概率是

$$P(x) = e^{-x/l}$$

那么对于有两种湮灭过程的散射，剩余概率应该是两者乘积

$$P(x) = e^{-x/l_1} e^{-x/l_2}$$

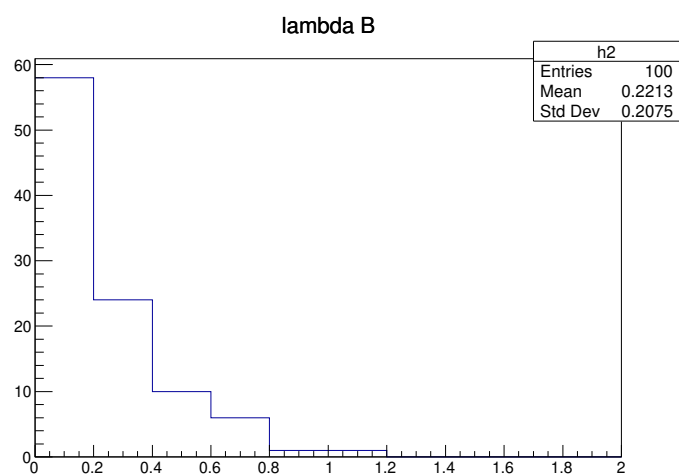
把上式化简之后就可以得到新的湮灭长度为下面式子：

理论计算应该为 $\lambda = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_A} + \frac{1}{\lambda_B}} = \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{0.3}} = 0.28m$ 发现比理论计算小了一些，在写代码过程中有一个地方并没有考虑很恰当，算出湮灭概率更大后是应该立刻湮灭还是行走一段散射距离。

仔细考虑后，应该还是要再行走一段距离，因为这个模拟本质上是用散射距离来分割每次过程，判断是否湮灭，所以每一段应该都要加上才对。

重新模拟结果为 $\lambda = 0.40m$ ，和理论仍有差距。因为此时我加上的是散射距离。

此处感谢杨宇祺同学的指点，最后一段加入的应该是湮灭距离，也就是最小的距离，而不应该全部使用散射距离，因为本来湮灭就停止了，肯定不应该接着用散射距离来算。此时模拟结果为 $\lambda = 0.22m$ 。



个人认为这个问题出在如何考虑最后湮灭的一步时加入的长度。
再次增加模拟数量，模拟结果为 $\lambda = 0.28m$ ，和理论结果符合的很好。

