

传能线密度

课程名称：辐射剂量与防护

授课章节：第三章 基本剂量学

§ 3 传能线密度

思考：

- 同一种类的射线，能量不同时，在介质中的行为是否相同？
- 不同射线入射到介质中，在所考察的体积中授予的能量相同，在介质中引起的效应是否相同？
- 如若不同，该如何表征射线的种类和能量状态？

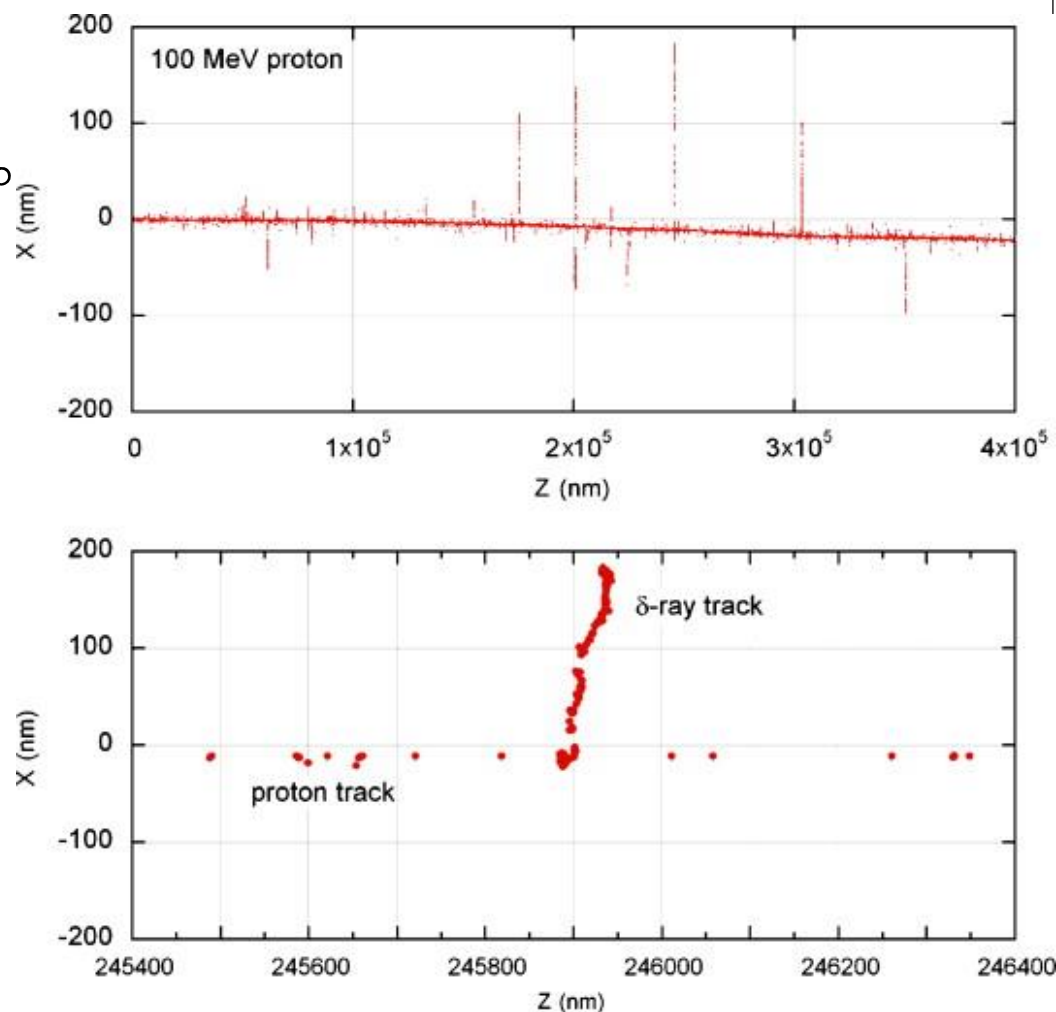
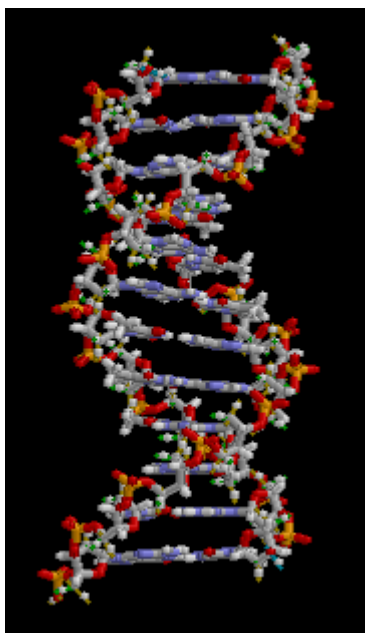
一、阻止本领的局限性

- 单位路程上的射线的能量损失 dE/dl （包括碰撞损失和辐射损失）。
- 未对能量损失中传给电子的能量加以限制，称为非定限碰撞阻止本领。

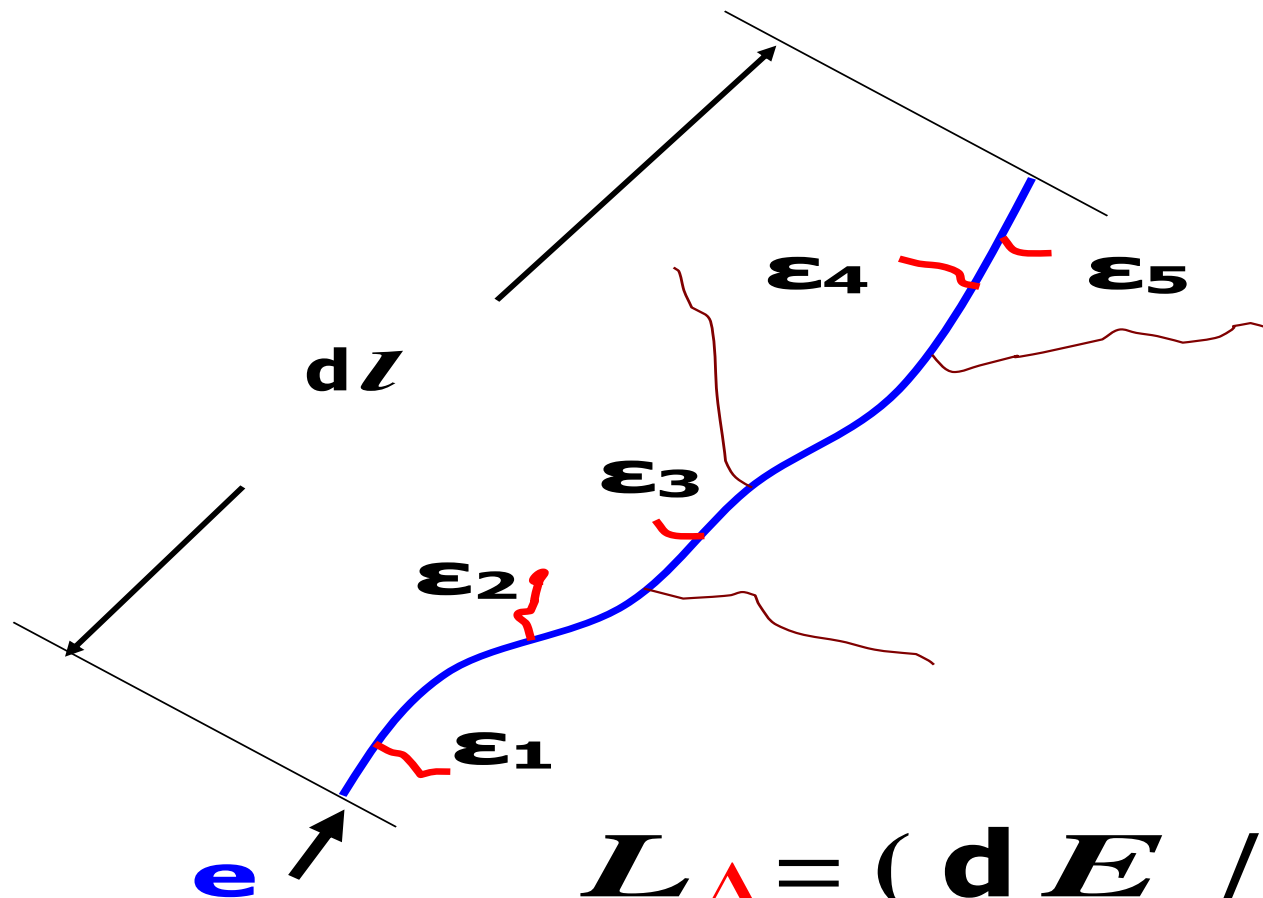
次级电子能量较高时，射程较长，能量可以沉积在离初始作用点很远处，而我们更关心初级粒子径迹附近的能量转移情况。

二、传能线密度（定限碰撞阻止本领）

- 设定能量限值 Δ ，称为定限碰撞阻止本领。
- 又称 传能线密度 L_{Δ}



传能线密度 L_{Δ}



$$L_{\Delta} = (dE / dz)_{\Delta}$$

$$dE = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 + \epsilon_4 + \dots$$

$$\epsilon_1 \leq \Delta ; \epsilon_2 \leq \Delta ; \epsilon_3 \leq \Delta ; \epsilon_4 \leq \Delta ; \dots$$

- **Linear Energy Transfer, LET, L_{Δ}**

也叫线性能量转移。

- 定义：带电粒子在单位长度径迹上传递的能量，即

$$L_{\Delta} = (dE / dl)_{\Delta}$$

式中： **dE** ——带电粒子在穿行 **dl** 距离时与电子发生其能量损失小于 **Δ** 的碰撞所造成的能量损失。

单位：keV/ μm

三、能量限值 Δ

- 一般地，取 Δ 为100 eV。

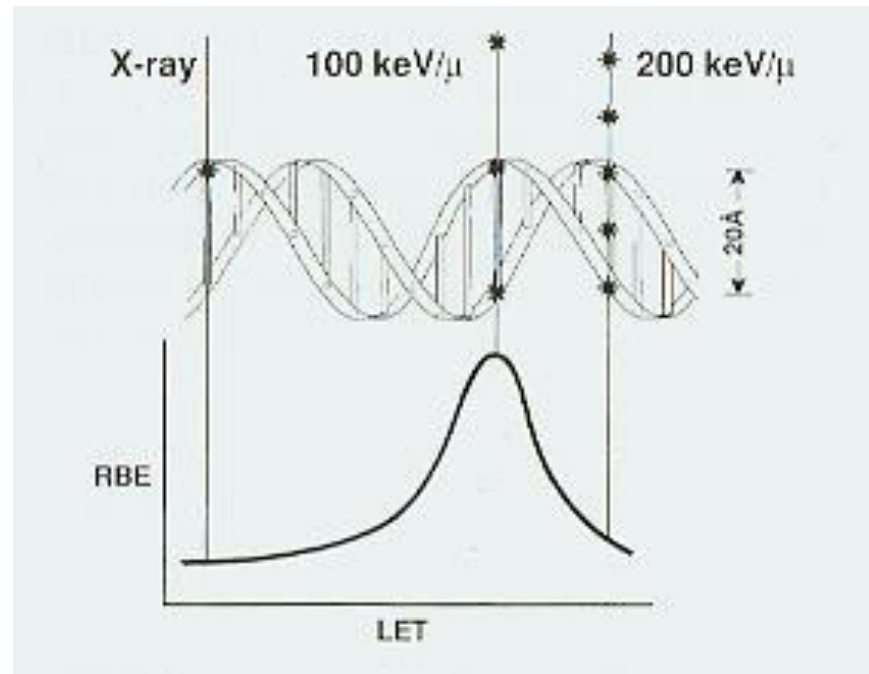
100 eV 电子的在水中的射程大概为2 nm 左右。

也可以取其他值，比如10 eV。

- 若 Δ 取 ∞ ，即为非定限（unrestricted）LET，等同于碰撞阻止本领。

四、LET的数值

- $L_{100\text{eV}}=100 \text{ keV}/\mu\text{m}$,
刚好造成一次典型的
DNA双键断裂 (DSBs)
- 对应最高的相对生物学效应 RBE



五、传能线密度的特点

- 传能线密度提供了辐射粒子能量沉积中沿辐射粒子径迹能量沉积分布的稠密程度，反映了辐射粒子的品质。
- 传能线密度仅描述了沿带电粒子径迹上能量损失的大小，并没有说明微观尺度上能量损失歧离的大小等情况。

二十分钟课程小结

- 详细介绍了一个描述射线沿径迹能量分布的物理量 LET。
- LET是研究射线种类和能量与生物学效应之间关系的有力工具。

课后请思考：
1. 传能线密度都可以应用于哪些研究？
2. 应用时又会有哪些局限性？