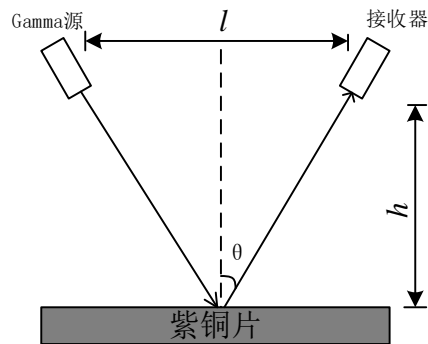


# $\gamma$ 射线测距

## 实验器材

1. 伽马能谱仪
2. 伽马放射源
3. 紫铜片
4. 土壤

## 实验原理



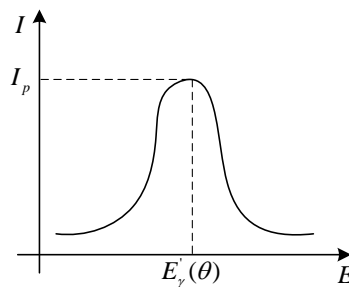
1. 摆放 Gamma 源和接收器的角度，使得它们与法线的都成 $\theta$ 夹角。Gamma 射线进入紫铜片后被散射。散射存在各个角度，如果考虑康普顿效应，散射角 $\phi$ 与散射光子能量 $E'_\gamma$ 的关系为

$$E'_\gamma = \frac{E_\gamma}{1 + \frac{E_\gamma}{m_0 c^2} (1 - \cos \phi)}$$

2. 如果在 Gamma 源对称的位置放置接收器，那么到达接收器的光子散射角度为 $\pi - 2\theta$ ，对应的能量是

$$E'_\gamma(\theta) = \frac{E_\gamma}{1 + \frac{E_\gamma}{m_0 c^2} (1 + \cos 2\theta)}$$

可以预见，在能谱图 I-E（横轴为 E 代表光子能量，纵轴为 I 代表光强）的 $E = E'_\gamma$ 位置有个峰 $I_p$ .

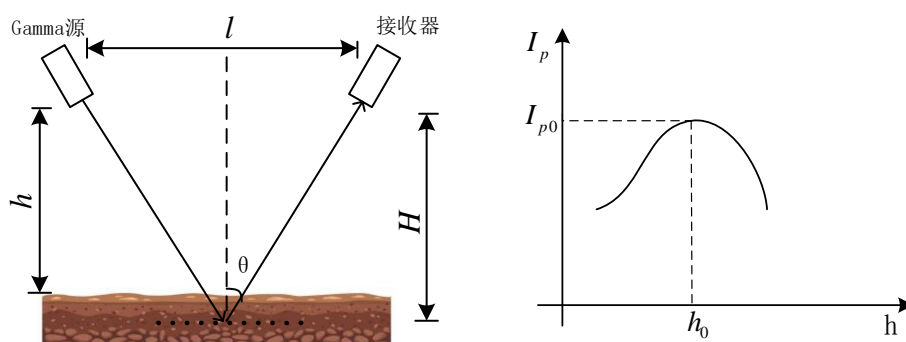


3. 可以认为 Gamma 射线反射的位置是紫铜片的表面。

4. 把样品换成土壤。土壤分为若干层，上面疏松，下面致密。我们认为 Gamma 射线在比较致密的一层反射。可以假设 Gamma 射线在某个等效反射面被反射（图中点虚线），记等效反射面到 Gamma 源的距离为  $H$ 。可以定义等效反射面为反射强度是极大值的面。

可以用这种方式测量  $H$  以及等效反射面到土壤表面的距离  $\lambda$ ：上下移动土壤样品，设 Gamma 源到土壤表面的距离为  $h$ ，记录能谱图中的  $I_p$ ，绘制  $I_p \sim h$  曲线。如果土壤与源的距离在  $\frac{l}{2 \tan \theta}$  附近， $I_p$  存在极大值，对应的极大值点的高度为  $h_0$ ，那么这个时候根据等效反射面定义， $H =$

$$\frac{l}{2 \tan \theta}, \lambda = \frac{l}{2 \tan \theta} - h_0.$$



5. 要注意的是，土壤与源的距离在  $\frac{l}{2 \tan \theta}$  附近， $I_p$  存在极大值，所以对于一个给定的  $\theta$ ，只能测小范围内 ( $\frac{l}{2 \tan \theta}$  附近) 的距离。多次改变  $\theta$  的大小，就可以得到更大范围的  $I_p \sim h$  曲线。

6. 测距方法：

每份土壤样本都有自己的  $I_p \sim h$  曲线，所以测距的时候，只要获得  $I_p$ ，然后在曲线上找对应的值，就可以找到相应的  $h$ 。