

反符合法提高 γ 谱的峰康比

乔颖¹

1. 北京大学物理学院, 海淀区 北京 100871;

摘要: 本实验用 ^{241}Am 的 α 射线轰击金箔, 通过测量散射 α 粒子的计数, 得到了计数 N 与角度函数 $\frac{1}{\sin^4(\theta/2)}$ 的线性关系, 在一定程度上验证了卢瑟福散射公式.

关键词: 卢瑟福散射, α 粒子

1 引言

γ 射线的探测和 γ 能谱的分析是通过 γ 射线与物质相互作用所产生的次级效应来实现的. 对不同能量的 γ 射线, 三种效应的相对重要性是不同的.

^{137}Cs 的能谱是典型单能 γ 能谱. ^{137}Cs 的 γ 能量为 0.662MeV , 在 NaI(Tl) 闪烁谱仪的闪烁体中产生光电效应和康普顿效应. 当光子的能量完全沉积时, 即发生光电效应或者发生多次康普顿散射最终能量完全沉积, 对应的是全能峰或光电峰. 当产生康普顿散射时, γ 射线的一部分的能量以散射光子的形式逃逸出去, 只有反冲电子的能量沉积在闪烁体中, 反冲电子的能谱是连续分布的. 能谱中近似平台的部分就是反冲电子的能谱, 即康普顿谱.

小体积晶体的单晶谱仪, 由于 γ 射线不能被完全吸收, 大量的 γ 光子经过康普顿散射后逃逸出晶体. 因此康普顿电子有较大的强度, 对应的康普顿平台较高. 这对多种能量的 γ 射线的分辨和强度的确定都是非常不利的, 因为低能 γ 射线的全能峰有可能被高能 γ 射线的康普顿电子所淹没. 对于 γ 射线的能量 $E_\gamma > 2mc^2$ (m 为电子的静止质量), 还有电子对效应发生, 其产生的单逃逸峰和双逃逸峰对多种能量的 γ 谱的测量也是一种的极大的干扰, 因此复杂的 γ 能谱测量要设法使全能峰提高而尽量压低康普顿平台, 提

高峰康比. 峰康比是 γ 谱仪的重要指标之一, 标志着存在高能峰时探测低能弱峰的能力. 峰康比越大, 越便于观察和分析, 一个带有反符合屏蔽装置的全吸收谱仪是能够提高能谱峰康比的.

2 实验装置和原理

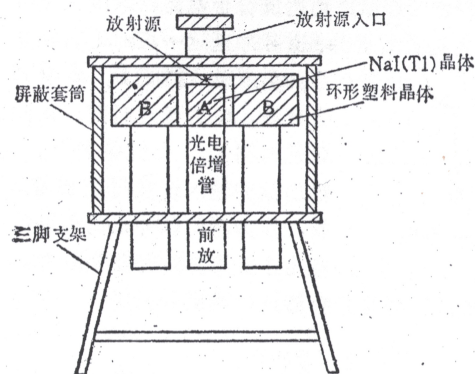


图1 探测器结构示意图。

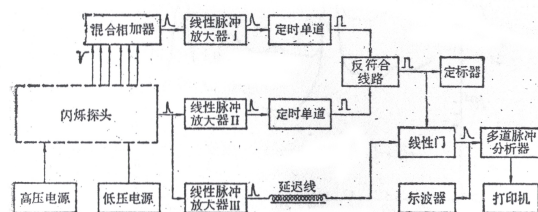


图2 探测器电子学示意图。

图1中, A 是主探测器, 探头由 NaI(Tl) 晶体,

光电倍增管和前置放大器组成。B 是反符合探测器，探头由一块环形塑料闪烁体包围 NaI (Ti) 晶体，五个光电倍增管和五个前置放大器组成。当 γ 射线进入晶体 A 时，康普顿散射后的光子被 B 记录，将 A,B 记录的脉冲分别输入线性脉冲放大器，然后将两路脉冲输入反符合电路的分析道和反符合道，则反符合电路输出的脉冲已排出了有时间关联的事件，即消除了主探测器 A 中发生的康普顿散射事件。

反符合屏蔽全吸收谱仪的实验装置如图 2 所示。

反符合方法可以用来排除同时事件，利用反符合方法可以将上述康普顿效应中反冲电子的事件和散射光子产生的事件从记录事件中除去，从而减少了反冲电子产生的脉冲数，从而达到降低康普顿电子的目的。

在测量的过程中，由于电子线路的延迟，同时事件不能同时到达发符合电路，只要把其中的快的一道延迟一段时间即可。实验中可通过测量 $N-t_D$ 曲线，由此选定延迟时间。在此条件下将反符合输出脉冲输入到线性门电路的输入端，作为开门脉冲。门电路的另一输入端作为主探测器的待分析脉冲。

3 实验内容和结果

首先调节主放大器，调节其电压到 681V，峰值约为 6.40V，此时的放大倍数约为 4.12 倍。

然后调节外围放大器的电压和放大倍数，使得他们的 3s 计数在大约 1000 到 2000 之间。

调节完成后测量 N_c-t_D 曲线，曲线如下图所示：

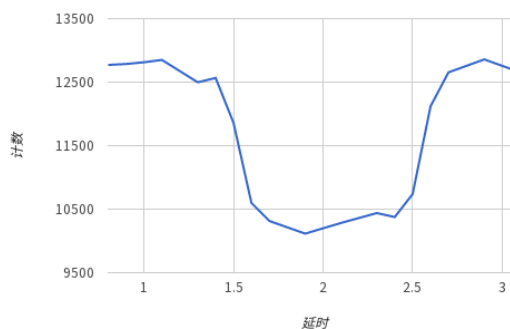


图 3 N_c-t_D 曲线。

4 结论

本实验用 ^{241}Am 的 α 射线轰击金箔，通过测量散射 α 粒子的计数，得到了计数 N 与角度函数 $\frac{1}{\sin^4(\theta/2)}$ 的线性关系，在一定程度上验证了卢瑟福散射公式。

5 参考文献

- [1] Peking University, Fudan University Nuclear Experiment Nuclear Publishing House, 1989 (in Chinese) (北京大学, 复旦大学. 原子核实验 原子能出版社, 1989)