

课前作业 30 小结

一、 主观题

1) 对于低能光子的测量，是否有必要采用高 Z 探测器？为什么？

参考答案：没有必要。对于低能 γ 射线，不论对什么 Z ， σ 已经不小，因此只要 N 和 D 也不是很小，则 $N\sigma D$ 就相当可观了，能够实现高的探测效率。且低能光子和高 Z 材料可能会在探测器表面发生反应，导致后续产生的粒子（如电子和 X 射线）逃逸，导致全能峰计数的降低。

2) L30P29，试解释能谱中各个峰的成因。

参考答案：

- 和峰：两个射线在探测器分辨时间内射入，导致探测器将两次能量沉积视为同一个信号，总能量沉积增加。一般由能谱中最可几的峰叠加得到。
- 全能峰： γ 射线在探测器灵敏体积内经过多次反应沉积全部能量。
- I(Ge,Si)逃逸峰： γ 射线在探测器灵敏体积内发生一次光电效应后，原子退激过程中产生的特征 X 射线逃逸出探测器，未沉积能量。
- 康普顿边沿： γ 射线在探测器灵敏体积内发生大角度康普顿散射，散射光子逃逸出探测器，反冲电子在探测器内沉积全部能量。
- 单逃逸峰，双逃逸峰： γ 射线在探测器灵敏体积内发生电子对效应，产生的正电子湮没后将产生两个 511keV 光子，如果其中一个光子沉积全部能量，另一个光子逃逸出探测器，则形成单逃逸峰；若两个光子均逃逸出探测器，则形成双逃逸峰。
- 湮没峰：源发射的正电子或 γ 光子在外界环境中发生电子对效应后产生的正

电子湮没后，511keV 光子进入探测器内沉积全部能量。

- 反散射峰： γ 射线在环境中发生大角度康普顿散射，散射光子进入探测器内沉积能量。
- 特征 X 射线峰： γ 射线在环境中发生光电效应，后续原子退激产生的特征 X 射线被探测器探测到。

3) L30P58，散射中子的能谱具有均匀分布的特征，是需要有前提条件的，是什么？

参考答案：在中子能量不高（小于 10MeV）的情况下，带来的轨道角动量为 0，在质心系中可近似看作 S 波入射与散射，出射角度分布各项同性。因此在实验室系下散射中子的能谱是均匀分布的。

4) L30P67，Gd157 也有很大的中子吸收截面，为什么却没有像 He3，B10，Li6 那样在吸收中子后发射重带电粒子？

参考答案：高 Z 核素的库仑位垒很高，且吸收中子后分配给每个核子的激发能较小，因此很难发射重带电粒子。

5) L30P81，中子灵敏度公式中分母中的 1.128 是怎么来的？如果将中子的能量限定为 101.2meV，则该灵敏度公式会发生什么样的变化？

参考答案：中子灵敏度公式为

$$\eta = \frac{R}{\Phi} = \frac{N_t \sigma_0 V_0}{\bar{v}_{[0,30]keV}}$$

分母中的 1.128 是 0 到 30keV 的中子平均速度和 20°C 时的中子速度的比值。如果将中子的能量限定为 101.2meV，则该灵敏度公式为

$$\eta = \frac{R}{\Phi} = \frac{N_t \sigma_1 \nu_1 n}{n \nu_1} = N_t \sigma_1 (\sigma_1 = \sigma @ 101.2 meV) = \frac{N_t \sigma_0}{2}$$

即原公式中的 1.128 变为 2。