

核辐射物理及探测学
第九章作业

1. 试定性分析, 分别配以塑料闪烁体及 NaI(Tl)闪烁晶体的两套闪烁谱仪所测得的 662 keV γ 谱的形状有何不同?
2. 试解释 NaI(Tl)闪烁探测器的能量分辨率优于 BGO 闪烁探测器的原因, 为何后者的探测效率要更高一些?
3. 已知蒽晶体的闪烁效率为 5.8%, 闪烁光子的平均波长为 447 nm, 求蒽晶体的光子产额。
4. BGO 晶体的发光衰减时间常数为 300 ns, 求一个闪烁事件发射其总光产额的 95%需要多长时间?
5. NaI(Tl)晶体的发光衰减时间常数为 230 ns, 当输出回路时间常数为 20 ns 时, ①该探测器工作于哪种脉冲工作状态? ②设计数器阈值为电压脉冲信号幅度的一半, 请计算该计数系统的分辨时间。③该分辨时间是扩展型的还是非扩展型的?
6. 试计算 2.76 MeV 的 γ 射线在 NaI(Tl)单晶谱仪的输出脉冲幅度谱上, 全能峰、康普顿边沿、单逃逸峰、双逃逸峰的位置 (以能量表示)。当晶体尺寸逐渐变大 (设晶体为圆柱形, 直径和长度都变大) 时, 峰总比如何变化?
7. 能量为 4 MeV 的 γ 光子射到探测器上, 经过连续两次康普顿效应后, 散射光子逃逸, 如果散射角分别是 30° 和 60° , 求沉积在探测器中的反冲电子能量是多少? 假如把散射角顺序倒过来, 沉积的能量有变化吗?
8. 用 NaI(Tl)单晶 γ 谱仪测 ^{137}Cs 的 662 keV 的 γ 射线, 已知光产额 $Y_{\text{ph}} = 4.3 \times 10^4$ 光子/MeV, 光的收集效率 $F_{\text{ph}} = 0.4$, 光电子收集效率 $g_e = 0.98$, 光阴极的光电转换效率 $\varepsilon_K = 0.25$ 。又知光电倍增管第一打拿极的倍增因子 $\delta_1 = 25$, 后面各级的 $\delta = 6$, 试计算该闪烁谱仪的最佳能量分辨率。