

2-5 穆斯堡尔效应

实验的目的要求:

1. 了解穆斯堡尔效应的基本意义;
2. 了解穆斯堡尔谱的特点和参数意义;
3. 掌握穆斯堡尔谱仪的原理;
4. 熟练掌握穆斯堡尔谱的测定方法, 并确定相应的参数;
5. 进一步熟悉 NaI 多道谱仪系统。

教学内容:

作为实验课, 主要是在老师的指导下, 让学生有一实际动手的机会。故在本教学中, 在确保学生理解实验原理和各仪器的功能及注意事项的前提下, 充分发挥其主动性。本教学内容安排如下:

1. 展示 NaI 探头的结构, 讲述和演示 NaI 多道谱仪系统的工作原理及操作方法 (三个实验的学生集中在一块讲述)。
2. 检查学生的预习情况。
3. 根据穆斯堡尔谱仪的框图和实际的谱仪, 首先让学生讲述各部分的功能, 促使其思考。最后进行补充和串讲。
4. 引导学生利用脉冲幅度分析模式 (PHA), 辨认出 14.4keV 的 γ 射线峰, 并利用一开始上课时所述和演示的 NaI 多道谱仪系统的工作原理及操作方法, 将 14.4keV 的 γ 射线峰的峰位移到多道谱中间区域。调节上、下阈电位器, 去掉其它不需要的谱线。
5. 让学生根据说明书, 切换到多度定标 (MSC) 模式下, 进行穆斯堡尔谱测量。引导学生彻底搞清楚 MSC 模式和 PHA 模式之间的差别。弄清楚调节差误信号到最小的原因。
6. 在测量过程中, 围绕穆斯堡尔谱仪工作原理的理解提一些思考题。
7. 实验结束前, 让学生根据仪器将穆斯堡尔谱仪的工作原理及各仪器的作用、操作讲述一遍, 不全的让其他同学补充。
8. 总结实验过程存在的问题。确保学生掌握!

实验过程中可能涉及的问题:

不同的学生可有不同的要求, 整个实验经常涉及的问题是:

1. 为什么选用 ^{57}Co 源来测 ^{57}Fe 的穆斯堡尔谱?
2. 在多道能谱上怎样才能进行准确辨认出 ^{57}Fe 源 14.4keV 的 γ 射线峰?
3. ^{57}Fe 源 14.4keV 的射线峰辨认出后, 怎样设值上、下阈值? 上、下阈值应设置在何处?
4. 在去掉其它射线峰时, 如果 14.4keV 的 γ 射线峰两侧上、下阈值设定不合理, 会对结果带来什么影响?
5. 为什么不用 PHA 方式而采用多度定标 MSC 模式来采集穆斯堡尔谱? 两者的区别何在?
6. 多度定标模式每道所代表的物理意义是什么? 怎样才能保证每道的宽度均匀?
7. 如果将速度调节的数值增加一倍, 穆斯堡尔谱图将怎样改变?
8. 为什么要用示波器?
9. 不启动多度定标模式进行数据获取能否进行差误信号的调节? 为什么?
10. 在进行差误信号调节时, 调节的目标和标准是什么?
11. 为什么在启动多度定标模式进行数据获取后的几秒内, 示波器所显示的信号不稳?
12. 所使用的样品如果过厚或过薄将会对穆斯堡尔谱数据产生什么样的影响?
13. 本实验中采用的 NaI 晶体的厚度是 1mm, 请问是出于什么考虑?
14. 在计算 $\alpha\text{-Fe}$ 的重心时, 为何没有用到 v3 和 v4?
15. ^{57}Fe 原子核的塞曼分裂显著大于或小于电四极裂距时, 其能级图和对应的穆斯堡尔谱图会怎样?
16. MSC 模式下, 将 NaI 探测器探头转动 150 度, 测量 γ 射线打在样品后的散射谱而不是

吸收谱，所得穆斯堡尔谱的形状应是什么样子？

17. 为什么穆斯堡尔谱仪的分辨率极高？

18. 如果条件容许，降低穆斯堡尔实验中所使用的 ^{57}Co 及样品的温度，会对分辨率产生什么影响？

难点：

1. 在计算 $\alpha\text{-Fe}$ 的重心时，为何没有用到 v_3 和 v_4 ？

2. 怎样利用 $\alpha\text{-Fe}$ 样品的实验结果计算核磁矩大小？

可进一步探索的问题：

1. 设计一利用穆斯堡尔效应测量引力红移的方案。

2. 设计一种利用不同 Fe 原子价态的标准样品刻度穆斯堡尔谱仪，然后进行鉴定未知样品中 Fe 原子价态的方法。