

穆斯堡尔效应

钱思天

北京大学物理学院 北京市 1600011388: *

(日期: 2019 年 9 月 22 日)

摘要

通过对 $\alpha - \text{Fe}$ 和硝普酸钠样品的穆斯堡尔效应研究, 对 BH1224E 型穆斯堡尔谱仪的基本原理和使用方法有了一定的了解和学习. 对 $\alpha - \text{Fe}$ 的穆斯堡尔谱图的数据处理中, 首先计算得到了该谱仪的道增益 $k = 0.0576 \text{mm/s}$, 进而定出 $\alpha - \text{Fe}$ 谱的重心位置 $v_{c, \alpha - \text{Fe}} = 130.75$, 相应得出零速度对应的道址为 134 道. 利用 $\alpha - \text{Fe}$ 谱的重心位置计算出 ^{57}Fe 的基态朗德 g 因子为 $g_g = 0.186$, 核磁矩大小为 $\mu_g = 4.697 \times 10^{-28} \text{J/T}$; 第一激发态的朗德 g 因子为 $g_e = 0.102$, 核磁矩大小为 $\mu_e = 2.576 \times 10^{-28} \text{J/T}$. 由测得的硝普酸钠谱, 可以计算出样品的同质异能位移为 0.245mm/s , 样品的四极裂距为 $\Delta E_Q = 8.3076 \times 10^{-8} \text{eV}$.

关键词: 穆斯堡尔效应, 多普勒效应, 放射性实验, 朗德 g 因子

* stqian@pku.edu.cn; (86)15375244846

I. 引言

1957 年, 穆斯堡尔在研究 ^{117}Ir 核的 γ 射线共振散射现象时, 发现在固体中的核, 在发射或吸收 γ 射线时, 可以有一定的概率不发生核反冲. 这一效应极大地影响了人们的观念, 被命名为穆斯堡尔效应. 穆斯堡尔也因发现和解释了这一效应而获得了 1961 年的诺贝尔物理学奖.

由于穆斯堡尔谱线很窄, 常常被用来测量核能级的高精细结构、确定核磁矩的大小、核激发态的寿命等, 还可以被用来测量光子的引力红移.

穆斯堡尔谱线的分辨本领很高, 同时又具有抗干扰能力强、实验设备和技术相对简单、对样品无破坏性等优良特性. 目前已经成为化学、磁学、固体物理、生物学、冶金学等领域的重要研究手段之一.

II. 实验装置

A. 实验装置设置

实验装置如图??所示: 其中主要部件及作用解释如下:

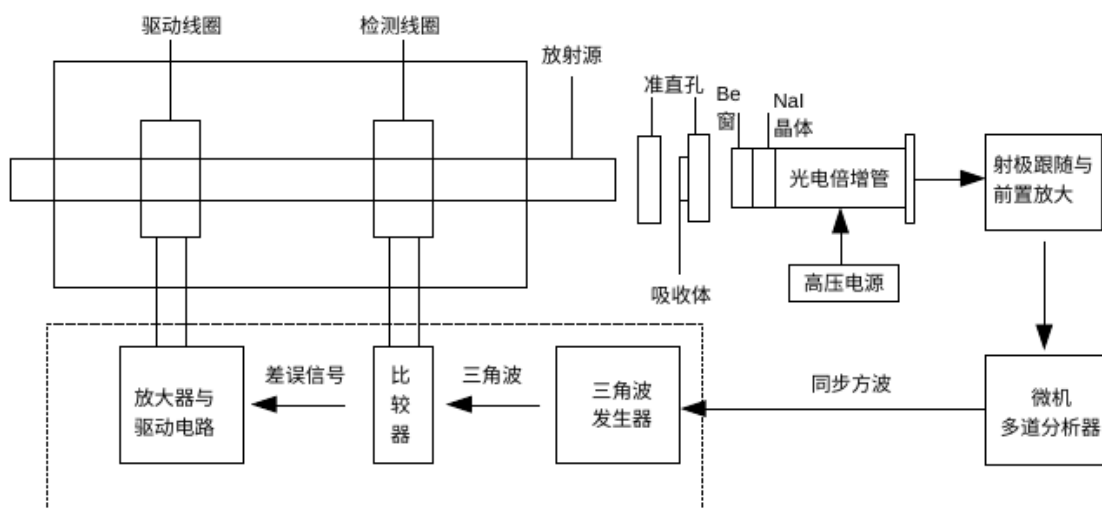


图 1: 实验装置图

- a. 放射源: 本实验采用的是以 Pd(钯) 为衬底的 ^{57}Co 放射源. 为了使源发射的穆斯堡尔谱线是单色的, 通常选用非磁性且具有立方晶系结构的金属做衬底. 此外, 所选金属也应具有较高的德拜温度以提高无反冲系数 f . 此外, 选用金属做衬底的另一好处是, 由于金属中电子的弛豫时间极短, 前级衰变产生的局域电荷态将很快消失不起作用.
- b. 电磁驱动器: 本实验采用的是背靠背双扬声器结构, 其中分别含有一个驱动线圈和一个拾波线圈. 驱动线圈用以达成周期性调制穆斯堡尔源所放出的 γ 射线的能量, 拾波线圈则用来监测驱动线圈产生的信号.
- c. 驱动电源: 来自多道分析器的同步方波经积分电路后变成三角波输入比较器. 比较器将它与拾波线圈两端的信号相比较, 其差值经放大器放大后再加于驱动线圈. 实验中通常用示波器观察误差信号的大小, 以监视驱动杆的运动是否正常.
- d. γ 射线探测器: 本实验使用的探测器是 NaI(Tl) 闪烁体探测器.
- e. 微机多道分析器: 在通用微机内插上线性放大卡、模数转换卡和多道分析卡就构成一台微机多道分析器. 有脉冲幅度分析 (PHA) 和多度定标 (MCS) 两种功能. 为了去除除 14.4keV 的 γ 射线的影响, 需要调节上下阈电位器.

III. 结果与分析

此部分是实验报告的主体, 应占报告篇幅的一半以上.

实验结果应尽量以图表的形式给出. 每一个图表都应该是完整的, 即阅读图表时可以不必要依赖正文.

依自己意愿, 实验结果和对结果的分析讨论既可分为两节也可合在一节.

A. 根据需要可分节

$$N(x_0, y_0, z_0) = \prod_{j \in \{x\}} g(j_0, \sigma_0^j) \quad (1)$$

对于预料之外的实验结果，必须首先小心证明其可靠性。读者只有在相信你的实验结果时才愿意花时间看你的分析。

必须用文字归纳整理出正式的实验结果或结论。可信的实验结果是课程报告最重要的内容。作为一个实验物理工作者，分析解释出错并不丢脸，实验结果不被采信则是致命的。

教学实验的结论往往是预先知道的。所以，教师更关心的是你的说理过程。一般说来，单由课内实验的结果不足以能得到明确的结论。此时，你可以引用他人的研究成果来帮助自己的论证，但必须注明出处。

确实不能得到明确结论时，可以给出几种可能结论并指出可以再做哪些实验来帮助作进一步的判断。

总之，分析讨论部分要做到：论据要 valid，论证要 reasonable，结论要 convincing。

IV. 结论

首先要给出实验结果，然后再给出由实验结果分析得到的结果和结论。此部分给出的内容要比摘要中的全面，用词要更准确。

V. 致谢

硕、博士论文致谢词产生器 <http://acknowledgement.sinaapp.com/>
此部分感谢同组人... 和对实验和报告有帮助的人。

[1] 吴思诚，荀坤 2015 近代物理实验（第四版）（北京：高等教育出版社）第 80-91 页。

附录 A: 思考题