武 汉 大 学 物 理 科 学 与 技 术 学 院物 理 实 验 报 告

多，这样才能观察到核磁共振信号。在热平衡状态下，核数目在两个能级上的相对分布由玻尔兹曼因子决定：

最后取了近似。代入一些数值可以发现，在室温下，每百万个低能级上的核比高能级上的核大约只多出7个。这就是说，在低能级上参与核磁共振吸收的每一百万个核中只有7个核的核磁共振吸收未被共振辐射所抵消。所以核磁共振信号非常微弱，检测如此微弱的信号，需要高质量的接收器。且可以看出，温度越高，粒子差数越小，对观察核磁共振信号越不利。外磁场越强，粒子差数越大，越有利于观察核磁共振信号。所以核磁共振要求强磁场，就是为了要求实验共振信号明显。

另外，要想观察到核磁共振信号，仅仅磁场强一些还不够，磁场在样品范围内还应高度均匀，否则磁场多么强也观察不到核磁共振信号。原因之一是，如果磁场不均匀，则样品内各部分的共振频率不同。对某个频率的电磁波，将只有少数核参与共振，结果信号被噪声所淹没，难以观察到核磁共振信号。

四、实验内容与步骤

本实验数据采集不难，难点在于找到共振吸收信号，总共要完成两次测量：

1. 用水做样品，观察质子的核磁共振吸收信号，并测量磁场强度。

2. 用聚四氟乙烯（固态样品），观察氟核的共振，并测得其旋磁比，g因子和核磁矩。

1) 打开实验仪器使得信号处于中心对称位置并且把频率计设置为output unity，调节频率和扫场直到出现示数。

2) 首先调节频率到样品粘贴的测试频率和磁场电流，、然后调节边振调谐旋钮，使得示波器信号处于共振（信号振幅很大，且满屏）和不共振边缘（信号稳而幅度小）的不共振区域（左图），然后调节频率计使得示波器上出现共振信号(右图)（判断标准：共振信号的大小会随着磁场的变化而同步移动，而随着调相而相向运动，且共振附近频率计读数随着频率调节很敏感）。

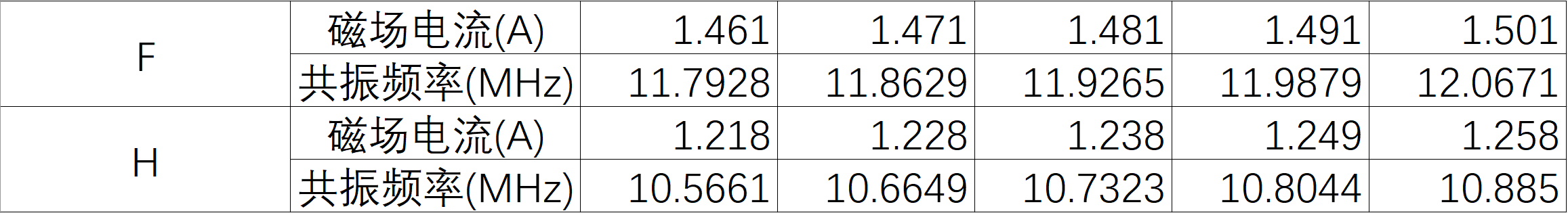
3) 调节磁场使得两路信号微偏离中心，调节频率计或者样品在磁场中的位置，使得信号更好（稳、强、重合性好）。

4) 调节调相旋钮使得两个信号重合，然后小心移动磁场电流，使得重合信号在正中间（判断严格共振的条件），记录此时的共振频率和磁场电流

5) 改变共振频率到某值（或者磁场电流到某值），重复步骤2和3，找出其对应最好共振信号时的磁场电流（或对应频率）.（频率也会改变共振信号的大小和位置），每个样品测量5组数据

6) 画出两个样品（H和F）的I-f图，然后利用二线延长作图法求出

五、数据表格



**学院 专业 年 月 日**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验名称 |  | | | | | | |
| 姓 名 |  | 年 级 |  | 学 号 |  | 成 绩 |  |
| 实验报告内容：  一、实验目的 五、数据表格  二、主要实验仪器 六、数据处理及结果表达  三、实验原理 七、实验结果分析   1. 实验内容与步骤 八、习题 | | | | | | | |
| 一、实验目的  1．掌握NMR波谱仪的工作原理和所需要的基本设置及仪器。  2．了解NMR技术是测量核磁矩和磁场精确定标的方法之一。  3．观察核磁共振稳态吸收信号及尾波信号。  4．测量因子和g 因子。   二、主要实验仪器  核磁共振实验仪主要包括磁铁及扫场线圈、探头（由边限振荡器电路盒和样品盒组成）、磁场扫描电源、频率计及示波器。样品有水和固态的聚四氟乙烯两种。  三、实验原理  原子核的总磁矩在其角动量方向上的投影称为核磁矩，它们之间的关系为：  是旋磁比，为朗德因子。对氢核来说，。根据角动量量子化：  在磁场中核磁矩在磁场方向投影为：  在磁场中原子能级会产生塞满分裂，任何两个能级之间的能量差为：  如果实验时外磁场为，在该稳恒磁场区域又叠加一个电磁波作用于氢核，如果电磁波的能量恰好等于这时氢核两能级的能量差，即。则原子核核就会吸收电磁波的能量，发生跃迁，这就是核磁共振吸收现象，共振条件一般写为：  上面讨论的是单个的核放在外磁场中的核磁共振理论。但实验中所用的样品是大量同类核的集合。如果处于高能级上的核数目与处于低能级上的核数目没有差别，则在电磁波的激发下，上下能级上的核都要发生跃迁，并且跃迁几率是相等的，吸收能量等于辐射能量，我们就观察不到任何核磁共振信号。只有当低能级上的原子核数目大于高能级上的核数目，吸收能量比辐射能量 | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **教 师 评 语** | 指导教师： | 年 | 月 | 日 |