**实验题目：**磁力摆

**实验目的：**

通过对小磁针在地磁场中的运动特性研究，测量局域地磁场水平分量；设计实验方案测量小磁针的磁矩和转动惯量；研究两个相同磁针的耦合运动规律。

**实验原理：**

1. **小磁针在外磁场中的运动**

将一枚小磁针用细线悬挂，置于匀强磁场，当小磁针偏离平衡位置的角位移θ小于5°时，它受到磁场的磁力矩作用将在其平衡位置附近近似地看作简谐振动，其运动方程为，式中M为磁力摆的磁矩，J是磁力摆的转动惯量，B是磁场强度。由此可得磁力摆的振动周期为

1. **局域地磁场和亥姆霍兹线圈磁场**

地球是一个大磁体，其本身和其周围空间存在磁场，即地磁场，其主要部分是一个偶极场，地心磁偶极子轴线与地球表面的两个交点称为地磁极。

亥姆霍兹线圈是一对彼此平行且连通的共轴圆形线圈组，每组N匝，两组线圈内电流方向一致，大小均为I，线圈之间的距离a正好等于圆形线圈的平均半径R时，两线圈轴线中点附近近似于均匀磁场。其磁感应强度为

将小磁针置于局域地磁场和亥姆霍兹线圈共同磁场中，磁力摆所处位置的磁感应强度由局域磁场水平分量和亥姆霍兹线圈磁场叠加而成。当亥姆霍兹线圈磁场与地磁场水平方向一致时，位于轴线上的磁场水平分量；当亥姆霍兹线圈磁场与地磁场水平方向相反时，位于轴线上的磁场水平分量。由磁力摆在磁场中的运动特性，可以确定局域地磁场的水平分量、小磁针磁矩及其转动惯量。

在地磁场中放置两枚相同的磁针，并使它们沿地磁场方向处于一条直线上。当相邻磁针的磁场不可忽略时，它们构成一个耦合振动系统。进而产生“拍”的现象。

**实验仪器：**

高灵敏度特斯拉计（量程 0 – 3000 mT 分辨率 0.01 mT）；亥姆霍兹线圈；磁力摆两个；直流电源；质量相同的配重螺帽两个（m = 0.62g）；米尺和秒表。

**测量记录：**

1. **测量磁针处局域磁场水平分量的大小**
2. **测量磁针的磁矩及转动惯量**

**实验方案：**磁力摆的振动周期为，式中M为磁力摆的磁矩，J是磁力摆（小磁针不安装螺帽）的转动惯量，B是磁场强度。当小磁针安装螺帽时，转动惯量变为，式中m是螺帽质量，l是螺帽与磁针中心的距离，磁力摆的振动周期为。测量安装螺帽前后振动周期，即可求出磁针的转动惯量以及磁铁的磁矩。

1. **地磁场中耦合磁针运动的观察**
2. **地磁场中耦合磁针运动的测量**

**分析与讨论：**

1. **测量磁针处局域磁场水平分量的大小**
2. 正比
3. 根据当地地理位置南/北确定地磁场方向，然后根据安培定则确定线圈磁场方向
4. 小于1.0A
5. **测量磁针的磁矩及转动惯量**
6. **地磁场中耦合磁针运动的观察**
7. **地磁场中耦合磁针运动的测量**

**思考题：**