



用霍尔传感器测量磁场

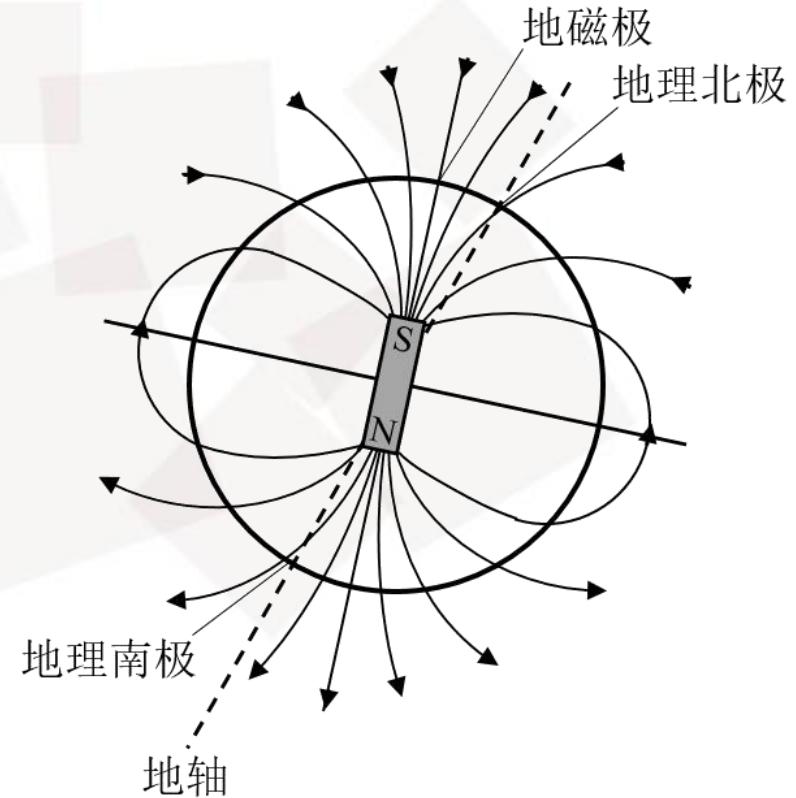
浙江大学物理实验教学中心





地磁场测量

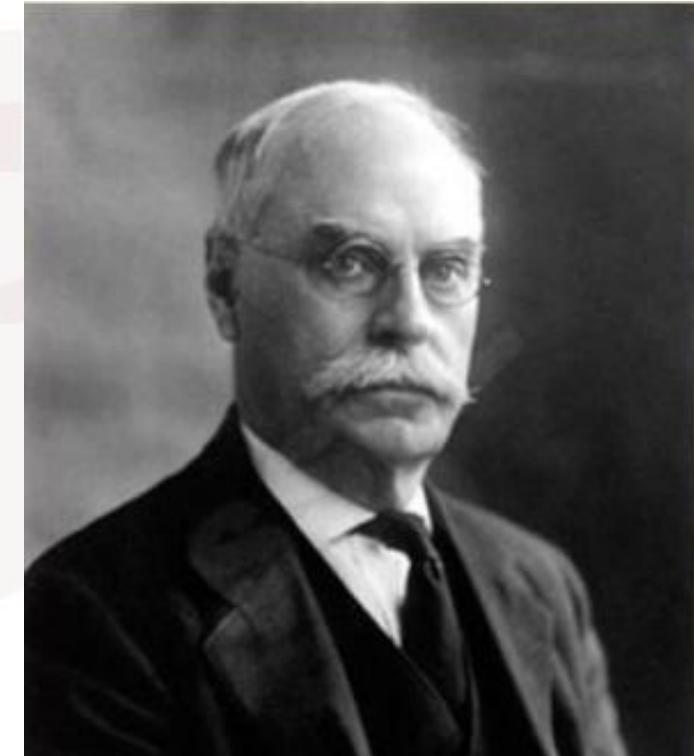
- 利用手机下载“指南针”APP，将手机放置的实验仪器上，手机长边方向尽量与霍尔片Z轴方向一致。
- 设置 $I_M=0\text{mA}$ 。
- 然后转动实验仪器下的平台，使“指南针”指向东 90° ，使得地磁场方向与霍尔片X轴方向平行，并把微特斯拉计调为零。
- 继续转动平台，使“指南针”指向南 180° ，此时地磁场方向与霍尔传感器X轴方向垂直。记录特斯拉计示值，这个示值就是地磁场的强度大小 $B_{\text{地}}$ 。





霍尔效应法磁场测量者

- ▶ 霍尔做实验：他将附有黄铜的金箔固定，金箔两端接入电源，另两端附近放置磁体两极，将金箔与黄铜间接入电流计，使得元件两侧产生电势差。
- ▶ 霍尔效应：当电流垂直于外磁场并通过导体时，导体两端产生电势差。
- ▶ 霍尔效应器件：霍尔传感器。



埃德温·霍尔（美国）

- (1) 发现霍尔效应。
- (2) 研究热电效应。



霍尔效应“大家族”

- ▶ 反常霍尔效应
- ▶ 量子霍尔效应
- ▶ 分数量子霍尔效应
- ▶ 量子反常霍尔效应
- ▶ 自旋霍尔效应
- ▶ 半整数量子霍尔效应



克劳斯·冯·克利钦
诺贝尔物理学奖获得者



崔琦
诺贝尔物理学奖获得者



安德烈·海姆
诺贝尔物理学奖获得者



薛其坤
国家最高科学技术奖

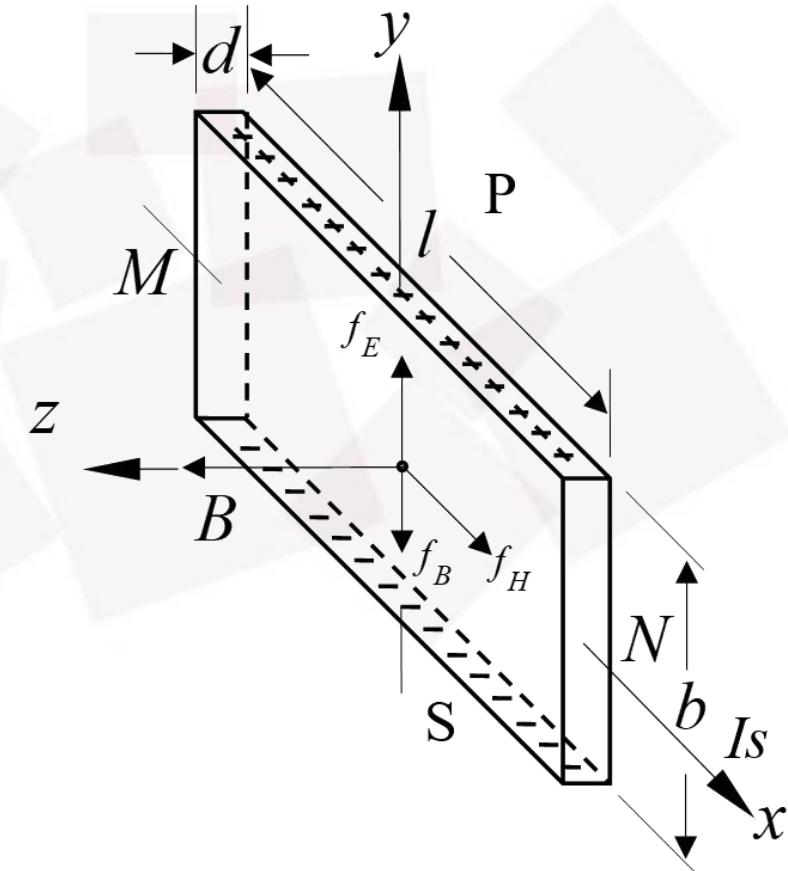


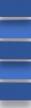
- 1、了解霍尔效应基本原理和工作特性。
- 2、测定亥姆霍兹线圈磁场分布。
- 3、掌握磁场测量方法。



霍尔效应

在 x 方向通电流 I_s , 在 z 方向加磁场 B , 则在 y 方向, 即试样P、S电极两侧, 就开始聚积等量异号电荷, 从而产生相应的附加电场。





磁场强度测定公式

电子受垂直方向磁场 B 的洛仑磁力为 $f_B = evB$,

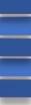
电子受侧向电场 E_H 的作用力为 $f_E = eE_H$ 。

稳态时 $eE_H = evB \quad I_s = nevbd$

所以 $E_H b = V_H \quad E_H b = \frac{1}{ne} \frac{I_s B}{d} = R_H \frac{I_s B}{d}$

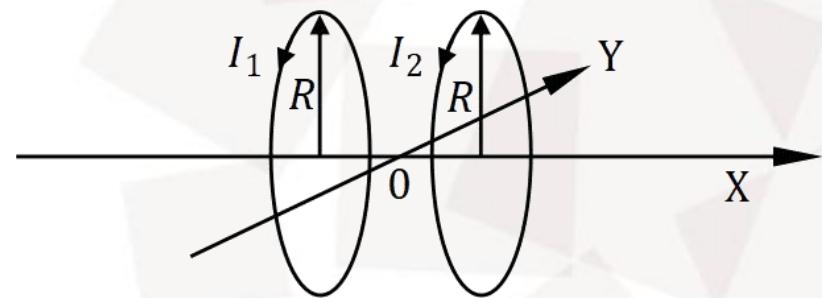
设 $V_H = K_H I_s B$

则 $B = \frac{V_H}{K_H I_s}$

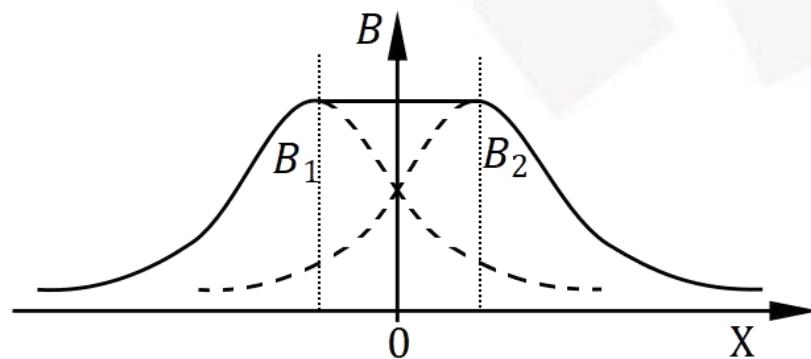


亥姆霍兹线圈磁场分布

亥姆霍兹线圈的特点是能在其公共轴线中点附近产生均匀磁场区域。



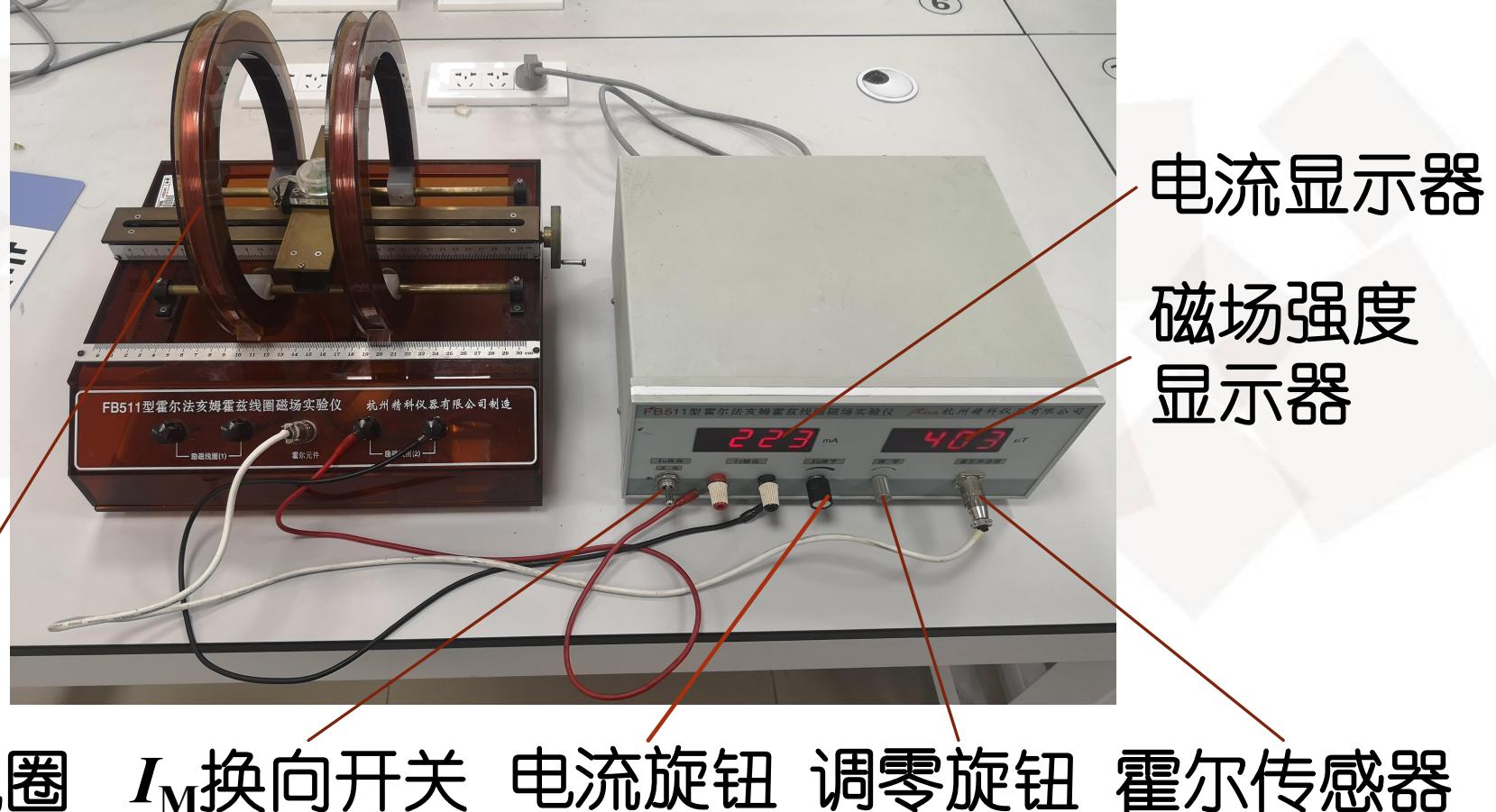
$$B = \frac{1}{2} \mu_0 N I \bar{R}^2 \left\{ \left[\bar{R}^2 + \left(\frac{\bar{R}}{2} + x \right)^2 \right]^{-3/2} + \left[\bar{R}^2 + \left(\frac{\bar{R}}{2} - x \right)^2 \right]^{-3/2} \right\}$$



$$B_0 = \left(\frac{4}{5} \right)^{3/2} \cdot \frac{\mu_0 N I}{\bar{R}}$$



实验仪器





基本实验内容

- 1、测绘单个圆线圈磁场强度分布。
- 2、测绘亥姆霍兹线圈磁场强度分布。



1、测绘单个圆线圈磁场强度分布

实验序号	1	2	3	4	5	...
S (cm)						
x (cm)						
$B_{\text{正}}$ (mT)						
$B_{\text{反}}$ (mT)						
B (mT)						
B_x (mT)						

- (1) 绘制 $B \sim x$ 曲线。
- (2) 分析曲线特性。



2、测绘亥姆霍兹线圈磁场强度分布

实验序号	1	2	3	4	5	...
S (cm)						
x (cm)						
$B_{\text{正}}$ (mT)						
$B_{\text{反}}$ (mT)						
B (mT)						

- (1) 绘制 $B \sim x$ 曲线。
- (2) 分析曲线特性。



1、利用霍尔传感器设计角度传感器

在固定霍尔电流和励磁电流的情况下，测量霍尔电压与旋转角度之间的关系，完成角度定标并设计基于霍尔效应的角度传感器。

$$V_H = K_H I_s B \cos(\theta - \theta_0)$$

$$B_\theta = B_M \cos(\theta - \theta_0)$$

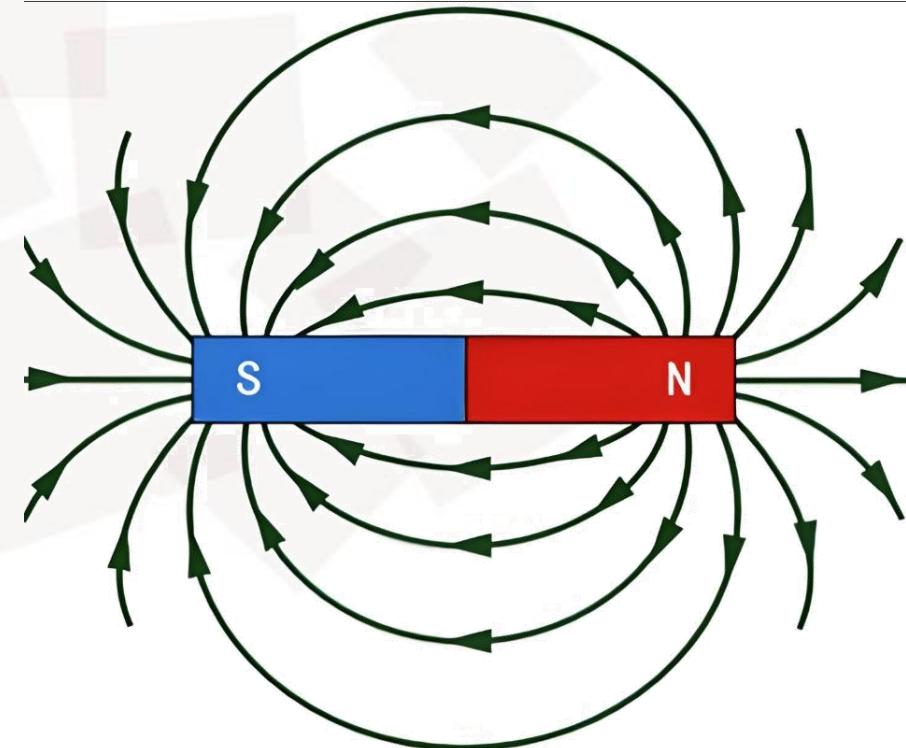
- (1) 自行设计与实验。
- (2) 探究霍尔电压与角度关系。



2. 基于霍尔效应探测长方形磁铁磁力线分布

长方形磁铁的磁力线分布遵循“外部从N极出发进入S极，内部闭合循环，两极附近最密集”的规律。

- (1) 组装三维扫描导轨系统。
- (2) 自主设计扫描软件。
- (3) 智能描绘方形磁铁磁力线分布。



專
見

