

霍尔效应及参数测定

理学院物理实验中心

廖飞

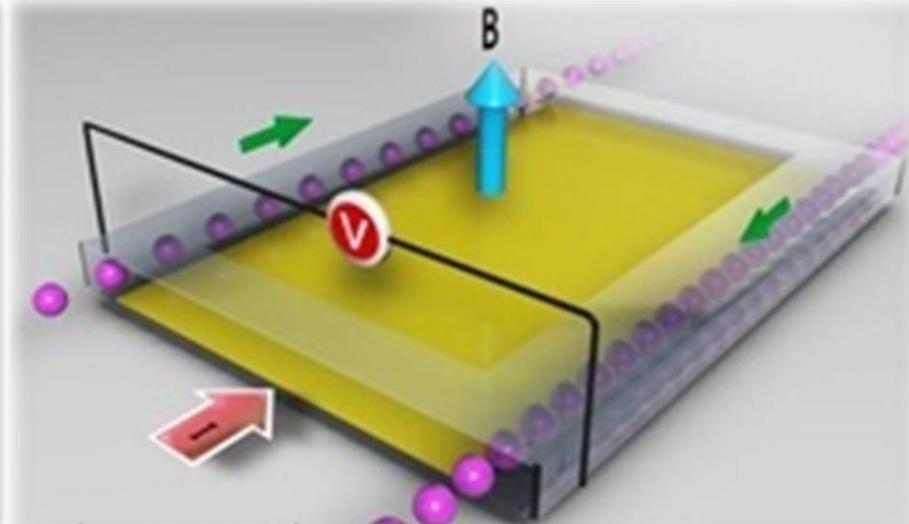
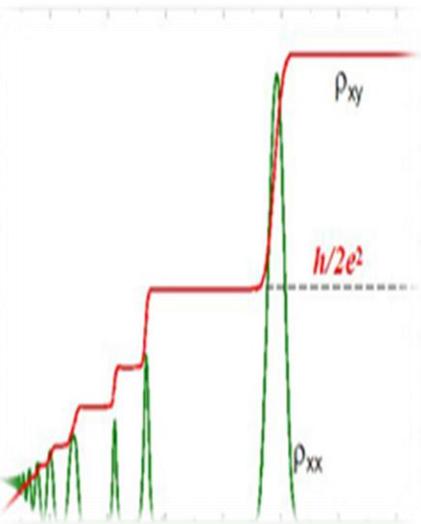
2021.03



实验背景



- 霍尔效应，是美国物理学家霍尔（E.H.Hall，1855—1938）于**1879**年在研究金属的导电机制时发现。
- **1980**年，冯·克利青研究二维电子气系统的输运特性，在低温和强磁场下发现量子霍尔效应。1985年诺贝尔物理学奖。
- 1998年，崔琦，分数量子霍尔效应，诺贝尔奖。
- **2013**年，由清华大学薛其坤院士领衔，清华大学物理系和中科院物理研究所组成的实验团队，在零磁场下从实验上首次观测到量子反常霍尔效应。



DOI: 10.1126/science.1234414



1.了解霍尔效应原理

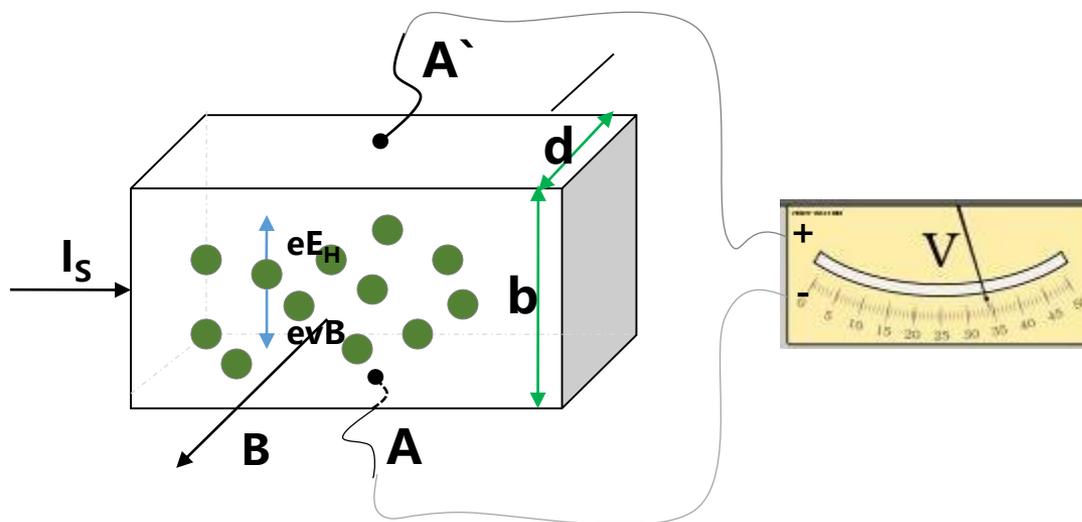
2.学习**抵消法**测量**霍尔系数**，测定试样的 U_H-I_S 、 U_H-I_M 曲线

3.判断半导体类型

霍尔效应及产生过程



——通电的半导体，在垂直电流(I_s)方向的磁场(B)作用下，在垂直于 I_s 和 B 的方向上形成电荷累积、并出现电势差的电磁现象。



载流子	霍尔效应1879		反常霍尔效应1880
量子	整数1980	分数1982	反常量子霍尔效应2013

霍尔效应的参数



$$eE_H = evB \quad \textcircled{1}$$

$$I_S = nevbd \quad \textcircled{2}$$

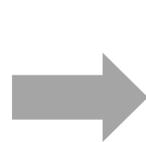
$$\therefore U_H = E_H b = \frac{I_S B}{ned}$$

霍尔系数

$$\begin{aligned} R_H &= 1/ne, \\ K_H &= 1/ned \end{aligned}$$

$$U_H = R_H \cdot \frac{I_S B}{d} = K_H \cdot I_S B$$

霍尔灵敏度



$$R_H = \frac{U_H d}{I_S B}$$

$$B = K_M I_M$$

$$R_H = \frac{d}{K_M} \cdot \frac{U_H}{I_M I_S}$$

霍尔系数的测定

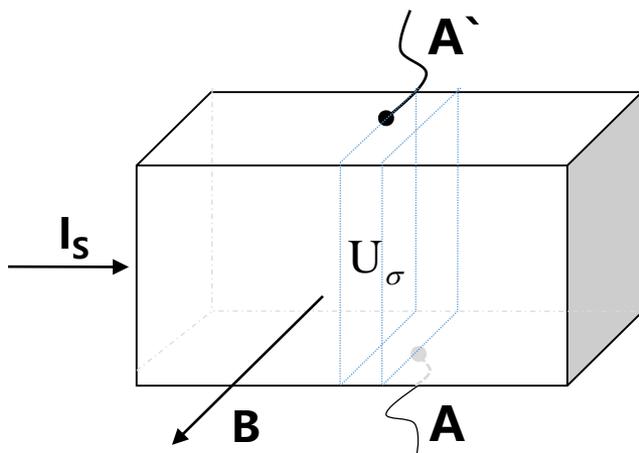


$$R_H = \frac{d}{K_M} \cdot \frac{U_H}{I_M I_S}$$

固定变量 I_M → $R_H = \frac{d}{K_M I_M} \cdot \frac{U_H}{I_S}$ → 测绘 $U_H \sim I_S$

固定变量 I_S → $R_H = \frac{d}{K_M I_S} \cdot \frac{U_H}{I_M}$ → 测绘 $U_H \sim I_M$

副效应的消除



$$U_{AA'} = U_H + U_\sigma$$

$$\begin{aligned} +B, +I \quad U_{AA'} &= U_1 = U_H + U_\sigma \\ -B, +I \quad U_{AA'} &= U_2 = -U_H + U_\sigma \\ +B, -I \quad U_{AA'} &= U_3 = U_H - U_\sigma \\ -B, -I \quad U_{AA'} &= U_4 = -U_H - U_\sigma \end{aligned}$$

$$\longrightarrow U_H = \frac{U_1 - U_2 + U_3 - U_4}{4}$$

此外还存在由热效应和热磁效应所引起的其他负效应，多数能通过抵消法消除。

ZKY-H霍尔效应实验仪及测试仪

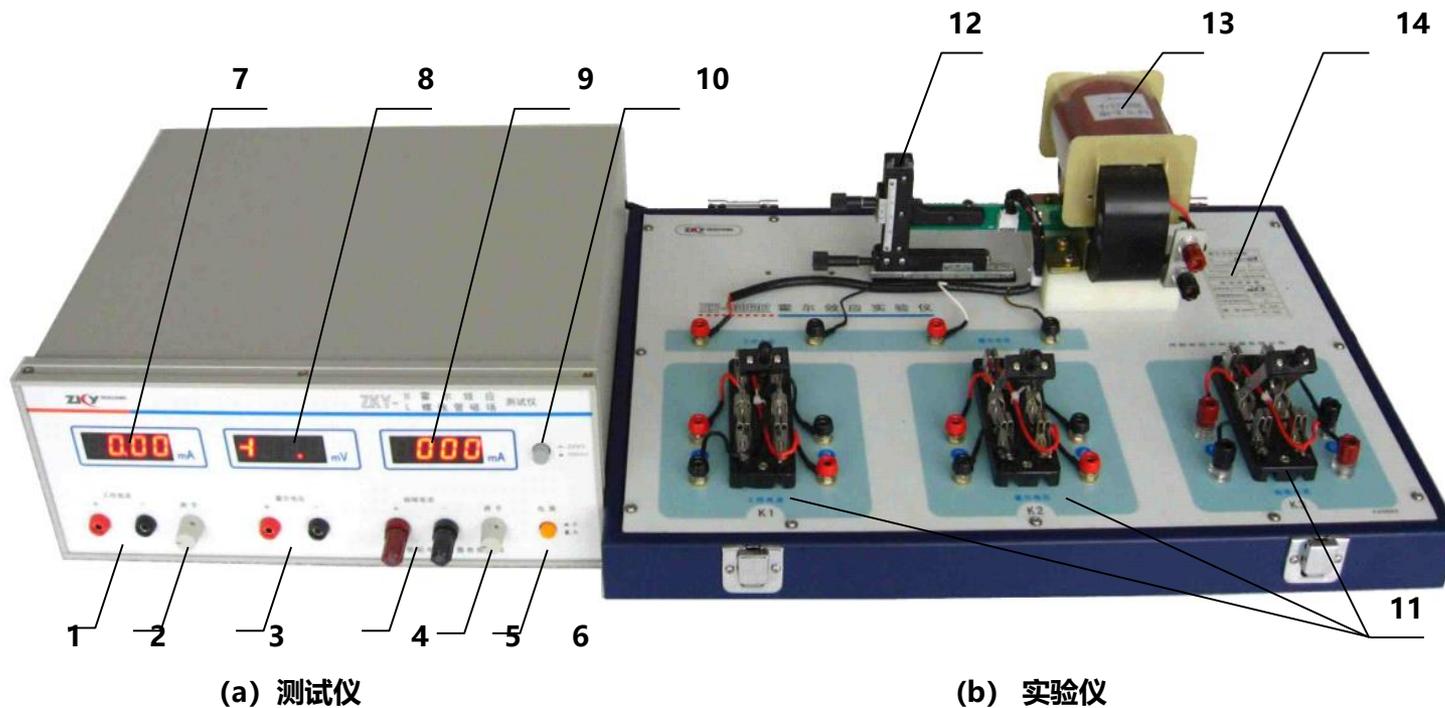


图2.7.3霍尔效应实验仪与测试仪

1. I_S 输出端; 2. I_S 调节旋钮; 3. U_H 输入端; 4. I_M 输出端; 5. I_M 调节旋钮; 6. 电源开关; 7. I_S 显示; 8. U_H 显示; 9. I_M 显示; 10. 电压量程切换; 11. I_S 、 I_M 换向及 V_H 输出开关; 12..二维移动尺; 13. C型磁铁; 14. 面板标示牌

测绘 $U_H - I_S$ 曲线



1、保持 $I_M = 0.3A$ 不变, 测绘 $U_H - I_S$ 曲线, 计算出 R_H

I_S (mA)	U_1 (mv)	U_2 (mv)	U_3 (mv)	U_4 (mv)	$U_H = (U_1 - U_2 + U_3 - U_4) / 4$ (mv)
	+B, + I_S	-B, + I_S	-B, - I_S	+B, - I_S	
2					
3					
4					
5					
6					
7					

测绘 $U_H - I_M$ 曲线



2、保持 $I_S = 3\text{mA}$ 不变，测绘 $U_H - I_M$ 曲线，计算出 R_H

I_M (A)	U_1 (mv)	U_2 (mv)	U_3 (mv)	U_4 (mv)	$U_H = (U_1 - U_2 + U_3 - U_4) / 4$ (mV)
	+B, $+I_S$	-B, $+I_S$	-B, $-I_S$	+B, $-I_S$	
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					



1. 从仪器和方法出发**分析实验误差**
2. 霍尔效应测定磁场的方法和步骤
3. 查阅量子霍尔效应及反常量子霍尔效应
4. **霍尔元件**的基本工作原理

说明:

1-4题中选择2-4个讨论——做在讨论页