

实验题目：用霍尔元件测量磁场

学号：
同组人姓名：
验日期、时间

班级：201

成绩：
9

22日三时段 教师签名：

一、实验目的与要求

- (1) 了解霍尔效应的产生机制，掌握其测量磁场B的原理。
- (2) 学会用霍尔元件测量磁场B的基本方法，测量磁场和励磁电流关系B-I曲线。
- (3) 了解霍尔元件的四种副效应产生机制，了解霍尔效应霍尔元件的一些应用。

二、实验仪器

霍尔元件实验仪、双臂滑线变阻器、双刀双掷开关、电磁铁、电势差计、安培表A、毫安表mA、检流计G、电源、万用表等。

三、实验原理(用自己语言组织)

在一块长为l、宽为b、厚度为d的N型半导体薄片的左右端面上分别焊接上金属平面电极，在上、下端面上对称地引出两个点电极。如果在左右两端面加上恒定电压，就有恒定的电流 I_y 通过薄片，电流 I_y 可以表示成

$$I_y = nevbd$$

式中， e 为载流子(电子)的电量(负值)， v 为作漂移运动的电子的平均速度， n 为薄片内自由电子的浓度。

如果第三个方向上加恒定的匀强磁场 B_x ，以平均速度 v 运动的电子就受到洛伦兹力 $f_B = evB_x$ 的作用，在 f_B 的作用下，薄片内部电子的定向运动方向发生偏转，使下端平面上有多余电子聚积，上端平面上会聚积多余的正电荷，这样形成一个上正下负的电场 E_H ，使上下两端面间具有电势差 U_H 。这个

河北工业大学物理实验中心网址：<http://wlzx.hebut.edu.cn>

• 235 •

网上选课地址：<http://202.113.124.190>

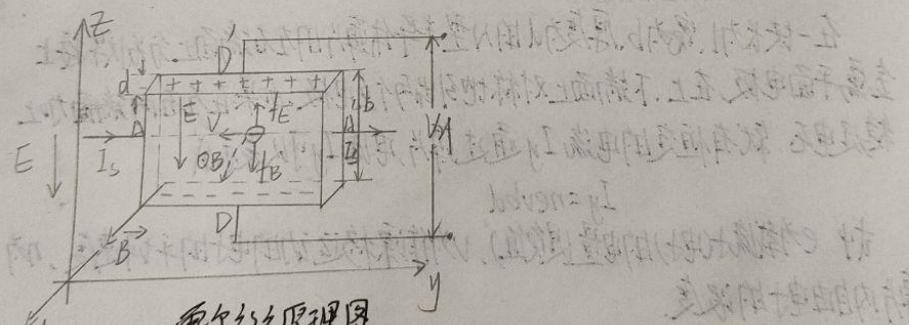
现称是霍尔效应。叫做霍尔电动势或霍尔电压。

E_H 形成后，自由电子在受到洛伦兹力的同时还受到静电场力
 $f_E = eE_H = ev_H/b$ 的作用，在的指向与 f_B 的方向相反，达到平衡动态平衡
 时， $f_E = f_B$ ，电流将继续像原来一样流动，这时 $e\frac{v_H}{b} = evB_x$ 。

利用 $I_y = nevb d$ 得到 $v_H = bvB_x = \frac{1}{end} I_y B_x = \frac{k_H I_y}{d} B_x = k_1 B_x$

式中 $k_1 = \frac{k_H}{d} = \frac{1}{end}$ 为霍尔元件的灵敏度。由于半导体材料载流子的浓度比导体小很多，因此都采用半导体薄片做霍尔元件，由此得

$$B_x = \frac{v_H}{k_1}$$



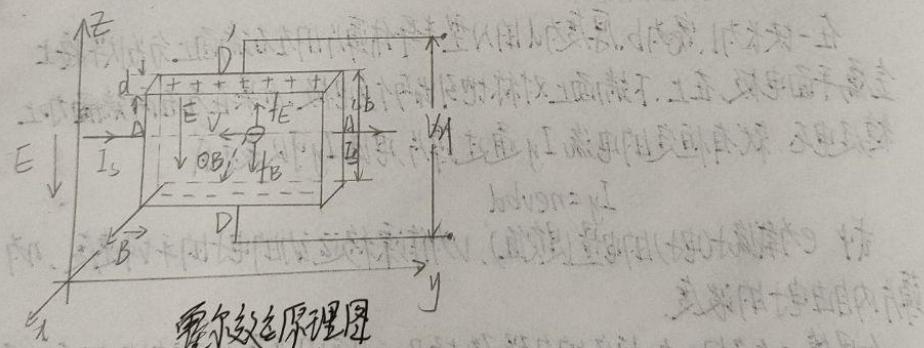
霍尔效应原理图

现象是霍尔效应。叫做霍尔电动势或霍尔电压。

E_H 形成后，自由电子在受到洛伦兹力的同时还受到静电力 $f_E = eE_H = ev_H/b$ 的作用，在的指向与 v_H 的方向相反，达到平衡动态平衡时， $f_E = f_B$ ，电流将继续像原来一样流动，这时 $e\frac{v_H}{b} = evB_x$ 。

利用 $I_y = nevb d$ 得到 $v_H = bvB_x = \frac{1}{end} I_y B_x = \frac{k_H I_y}{d} B_x = k_1 B_x$ ，其中 $k_1 = \frac{k_H}{d} = \frac{1}{end}$ 为霍尔元件的灵敏度。由于半导体材料载流子的浓度比导体小很多，因此都采用半导体薄片做霍尔元件，由此得

$$B_x = \frac{v_H}{k_1}$$



霍尔效应原理图

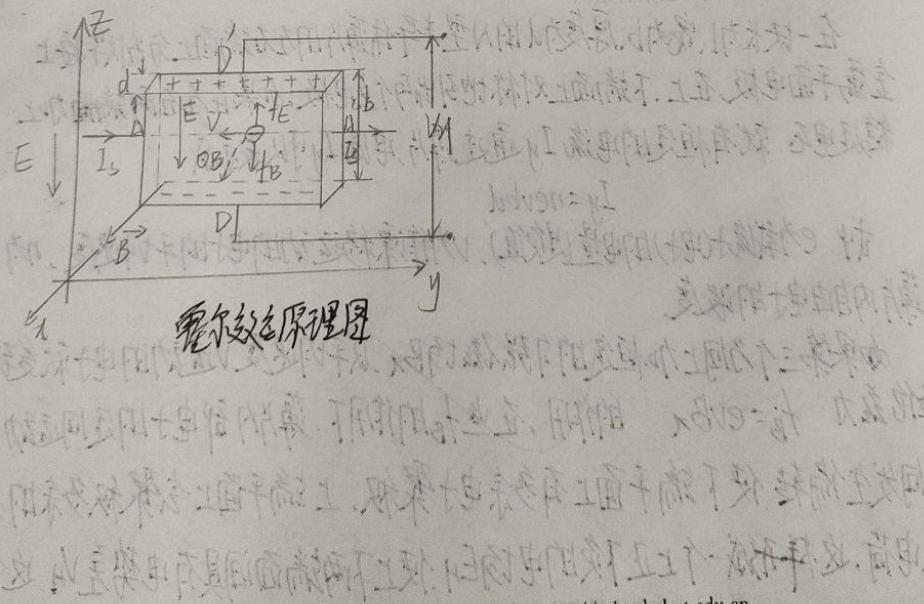
现象是霍尔效应。叫做霍尔电动势或霍尔电压。

E_H 形成后，自由电子在受到洛伦兹力的同时还受到静电场力
 $f_E = eE_H = ev_H/b$ 的作用，在的方向与 f_B 的方向相反，达到平衡动态平衡
 时， $f_E = f_B$ ，电流将继续像原来一样流动，这时 $e\frac{v_H}{b} = evB_x$ 。

利用 $I_y = nevb d$ 得到 $v_H = bvB_x = \frac{1}{end} I_y B_x = \frac{k_H I_y}{d} B_x = k_1 B_x$

式中 $k_1 = \frac{k_H}{d} = \frac{1}{end}$ 为霍尔元件的灵敏度。由于半导体材料载流子的浓度比导体小很多，因此都采用半导体薄片做霍尔元件。由此得

$$B_x = \frac{v_H}{k_1}$$



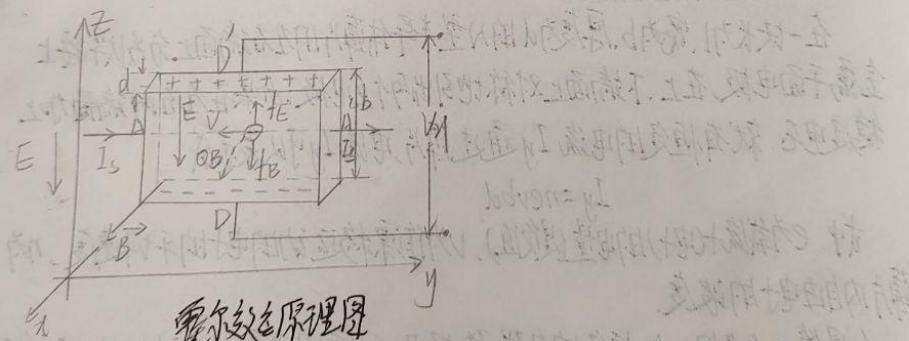
现象是霍尔效应。又称霍尔电动势或霍尔电压。

E_H 形成后，自由电子在受到洛伦兹力的同时还受到静电力
 $f_E = eE_H = ev_H/b$ 的作用，它的方向与 f_B 的方向相反，达到平衡动态平衡
 时， $f_E = f_B$ ，电流将继续像原来一样流动，这时 $e\frac{v_H}{b} = evB_x$ 。

利用 $I_y = nevb d$ 得到 $v_H = bvB_x = \frac{1}{end} I_y B_x = \frac{k_1 l_y}{d} B_x = k_2 B_x$

其中 $k_1 = \frac{l_y}{d} = \frac{1}{end}$ 为霍尔元件的灵敏度。由于半导体材料载流子的浓度比导体小很多，因此都采用半导体薄片做霍尔元件，由此式得

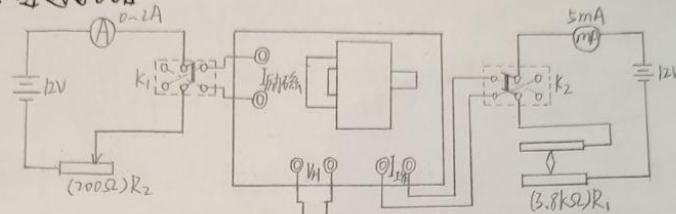
$$B_x = \frac{v_H}{k_2}$$



霍尔效应原理图

四、实验内容与步骤

①如图连接电路



②在打开电源，闭合开关前，在确定为霍尔元件提供工作电流的3.8kΩ的双臂滑线变阻器滑至最大，以防止损坏霍尔元件。

③改变R₁的阻值，使工作电流为5mA。

④改变R₂的阻值，使中磁铁的电流表随表格的示值变化。

注：为消除油因磁场变化所产生的影响，在每个电压值处在+B、+I和-B、-I时各测一次（即将k₁、k₂同时反向）。

五、数据记录（数据表格自拟）

I _{工作} /A	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60
U _{+1mV(+B,+I)}	6.46	8.68	11.36	13.80	16.60	18.86	21.91
U _{-1mV(-B,-I)}	4.73	7.43	10.38	12.79	14.92	17.50	20.42
U _y /mV	5.595	8.055	10.870	13.295	15.760	18.180	21.165
B/T	0.059	0.085	0.114	0.140	0.166	0.191	0.223

$$k = 19 \text{ mV/(mA} \cdot \text{T}) \quad I_{\text{工作}} = 5 \text{ mA}$$

- 七、实验分析
- ①连接好电路后，各保证双臂滑动变阻器滑至最大，以防烧坏霍尔元件及电流表，保证左侧电路滑动变阻器开始处于恰当位置
 - ②为消除副效应产生的影响，在每个电压值在+B、+I 和 -B、-I 时各测一次
 - ③灵敏度不够，不能保证开关反向后均为正值，取值为其示数的绝对值。

思考题与思维拓展：

1. 戴维南定理的应用，垂直于B和I的方向偏转。随电荷的累积产生附加电场增大电荷受电场力增大，当洛伦兹力与电场力平衡时，电荷不再偏转，霍尔电压达到稳定值。
2. 同时换向可以消除副效应产生的影响，在每个电压值的+B、+I 和 -B、-I 时各测一次（同时换向），这样戴维南定理的偏转方向不变，原有霍尔电压不变。
3. 可以利用霍尔元件的线性区测量
4. ① 读数 U_{H1} 、 U_{H2} 的偶然误差
② 实验所使用仪器的系统误差

$$k = 19 \text{ mV}/(\text{mA} \cdot \text{T}), I_{\text{sat}} = 5 \text{ mA}$$

项目	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60
$U_+/\text{mV} (+B_1, +I)$	6.46	8.68	11.36	13.80	16.60	18.86	21.91
$U_-/\text{mV} (-B_1, -I)$	4.73	7.43	10.38	12.79	14.92	17.50	20.42
U_h/mV	5.595	8.055	10.870	13.295	15.760	18.180	21.165
B/T	0.059	0.085	0.114	0.140	0.166	0.191	0.223

7/4.2.

物理实验报告

