

实验14 测量锑化铟片的磁阻特性

一、实验背景知识

磁阻概念：材料的电阻会因外加磁场而增加或减少，电阻的变化量称为磁阻 (Magnetoresistance)。物质在磁场中电阻率发生变化的现象称为**磁阻效应**。磁阻效应是1857年由英国物理学家威廉·汤姆森发现的。它在金属中可以忽略，在半导体中则可能由小到中等。从一般磁阻开始，磁阻发展经历了**巨磁阻(GMR)**、**庞磁阻(CMR)**、**穿隧磁阻(TMR)**、**直冲磁阻(BMR)**和**异常磁阻(EMR)**。**磁阻应用**：磁阻效应广泛用于磁传感、磁力计、电子罗盘、位置和角度传感器、车辆探测、GPS导航、仪器仪表、磁存储(磁卡、硬盘)等领域。**磁阻器件的特点**：**灵敏度高、抗干扰能力强**。

在众多的磁阻器件中，锑化铟(InSb)传感器最为典型，它是一种价格低廉、灵敏度高的磁阻器件，在生产生活应用广泛。

二、实验内容

主要内容：

1. 惠斯通直流电桥的设计。
2. 测量锑化铟电阻与磁场强度之间的变化关系。
3. 拟合磁阻的关系曲线。
4. 寻找磁阻效应曲线的拐点。

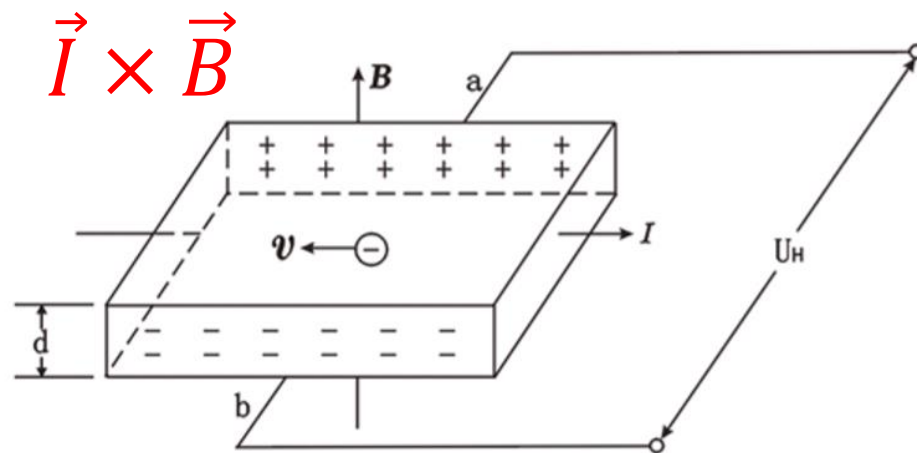
三、实验原理

1、磁阻效应

如图所示，当导体处于磁场中时(电流方向与磁场方向垂直)，导体内的载流子将在洛伦兹力的作用发生偏转，在两端产生积聚电荷并产生霍尔电场。

如果霍尔电场作用和某一速度的载流子受到的洛伦兹力作用刚好抵消，则小于此速度的电子将沿霍尔电场作用的方向偏转，而大于此速度的电子则沿相反方向偏转，因而沿外加电场方向运动的载流子数量将减少，即沿电场方向的电流密度减小，电阻增大，也就是由于磁场的存在，增加了电阻，此现象称为**磁阻效应**。

如果将图中a、b短路，霍尔电场将不存在，所有电子将向b端偏转，使电阻变得更大，因而磁阻效应更明显。



2、磁阻效应大小

通常以电阻率的相对改变量来表示磁阻的大小

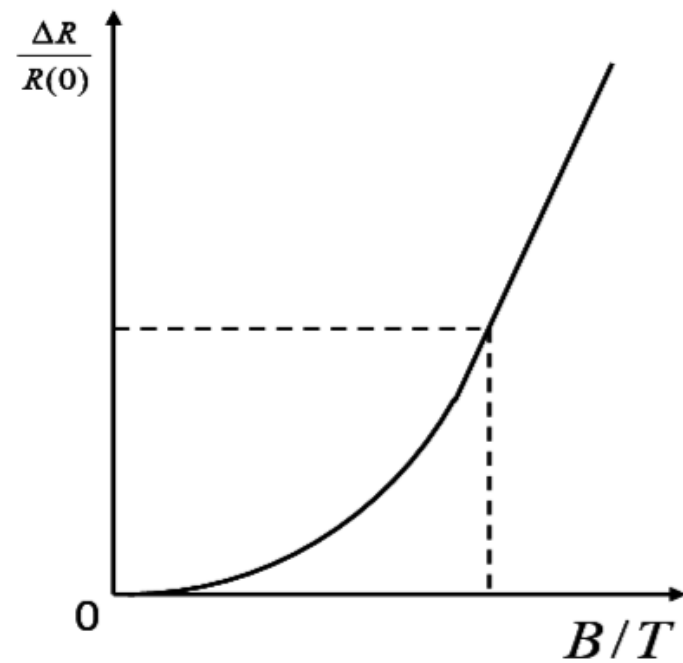
$$\frac{\Delta R}{R(0)} = \frac{R(B) - R(0)}{R(0)}$$

其中 $R(B)$ 是磁场为 B 时的磁电阻
 $R(0)$ 为零磁场时的磁电阻。

- (1)外加磁场较弱时，电阻相对变化率正比于磁感应强度 B 的二次方；
- (2)外加磁场较强时，与磁感应强度 B 呈线性函数关系。

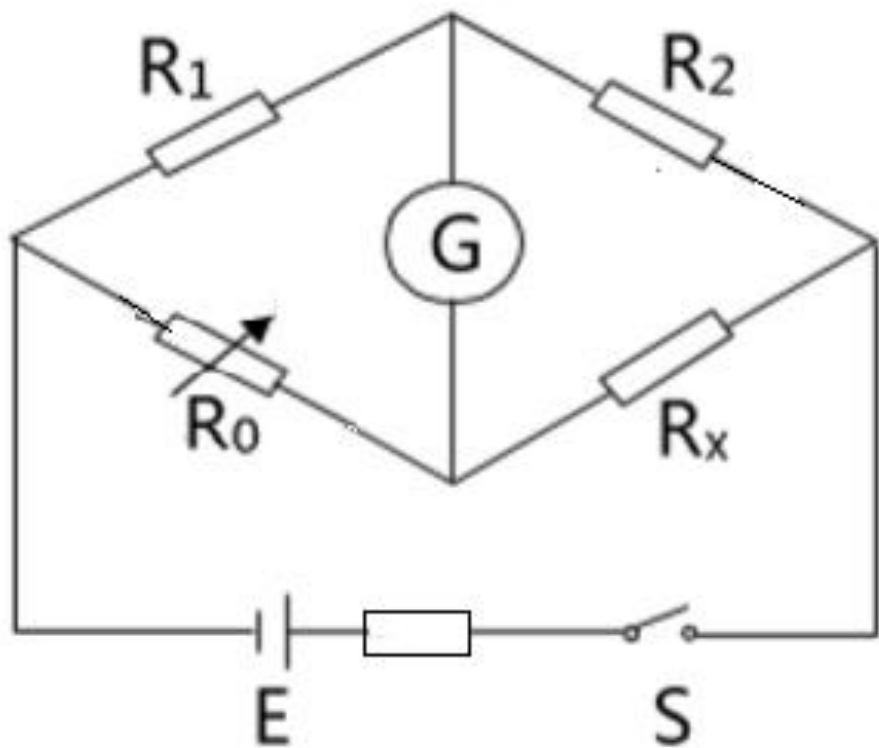
$$\frac{\Delta R}{R(0)} = kB^2$$

$$\frac{\Delta R}{R(0)} = aB + b$$



磁阻效应曲线

3、惠斯通直流电桥测电阻



直流电桥原理图

电桥平衡时有：

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} R_0$$

R_x —
——为待测磁阻
 $\frac{R_2}{R_1}$ —
——为桥臂比
 R_0 ---为电阻箱

四、实验设备

1、检流计：检流计在电路中充当平衡指示器的作用。

调零旋钮：进行检流计调零工作时用到，给检流计调零。

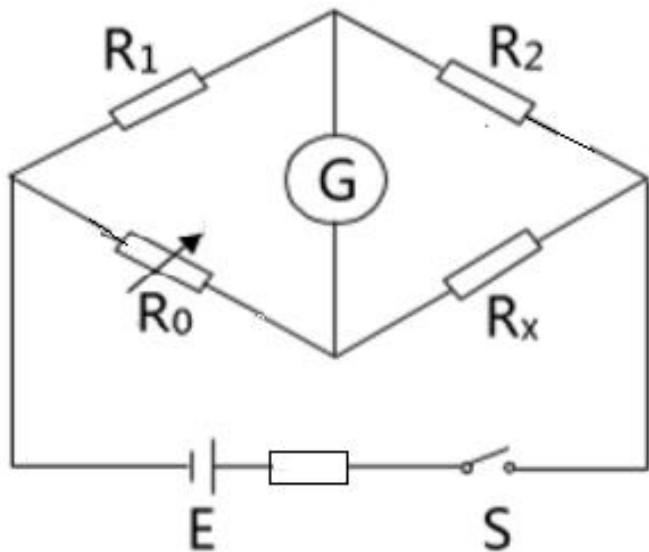
档位旋钮：打到红点所在位置，检流计处于短路状态；打到白点位置检流计处于直接状态，也就是工作状态。

短路按钮：短路按钮按下，检流计处于短路状态。

电计按钮：电计按钮按下，检流计处于工作状态。

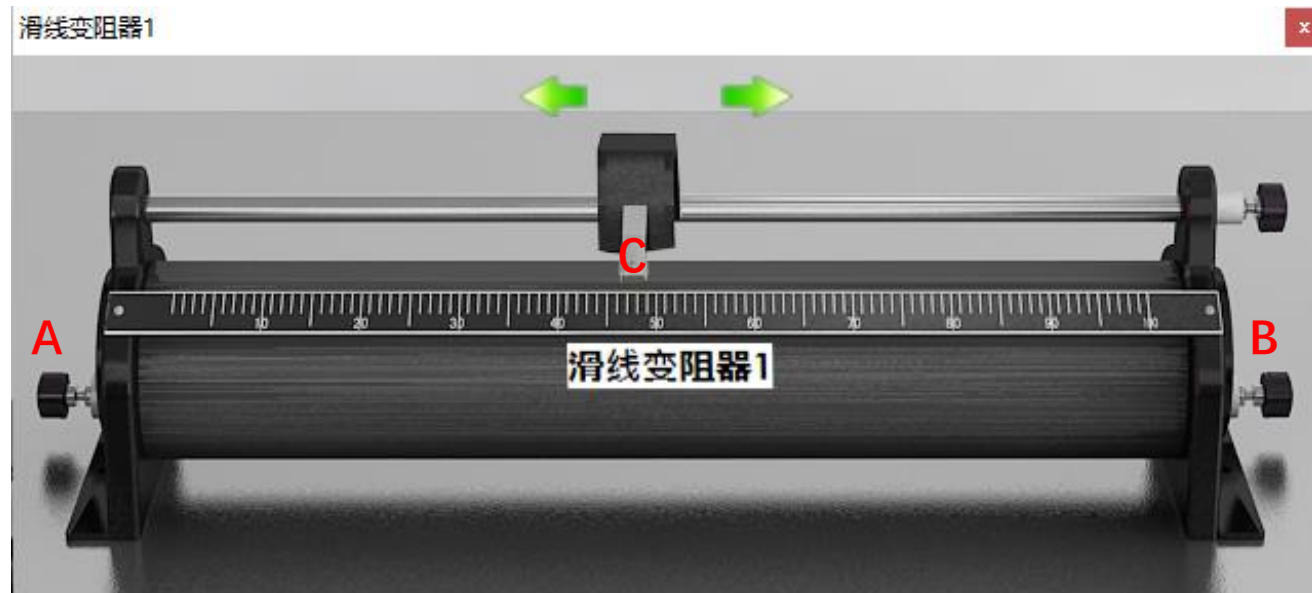
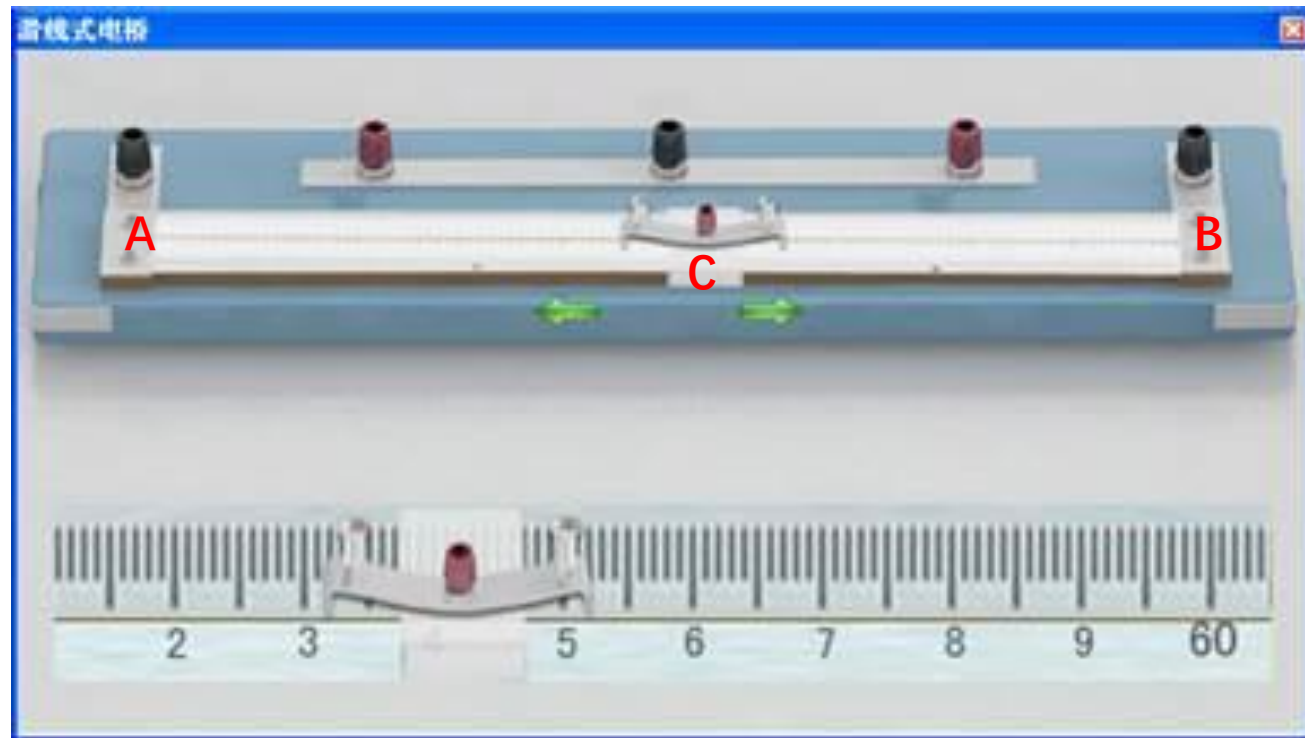


2、滑线式电桥



$$R_1 = R_{AC}$$

$$R_2 = R_{CB}$$

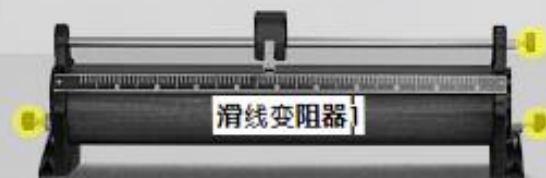


3、霍尔实验仪和霍尔测试仪

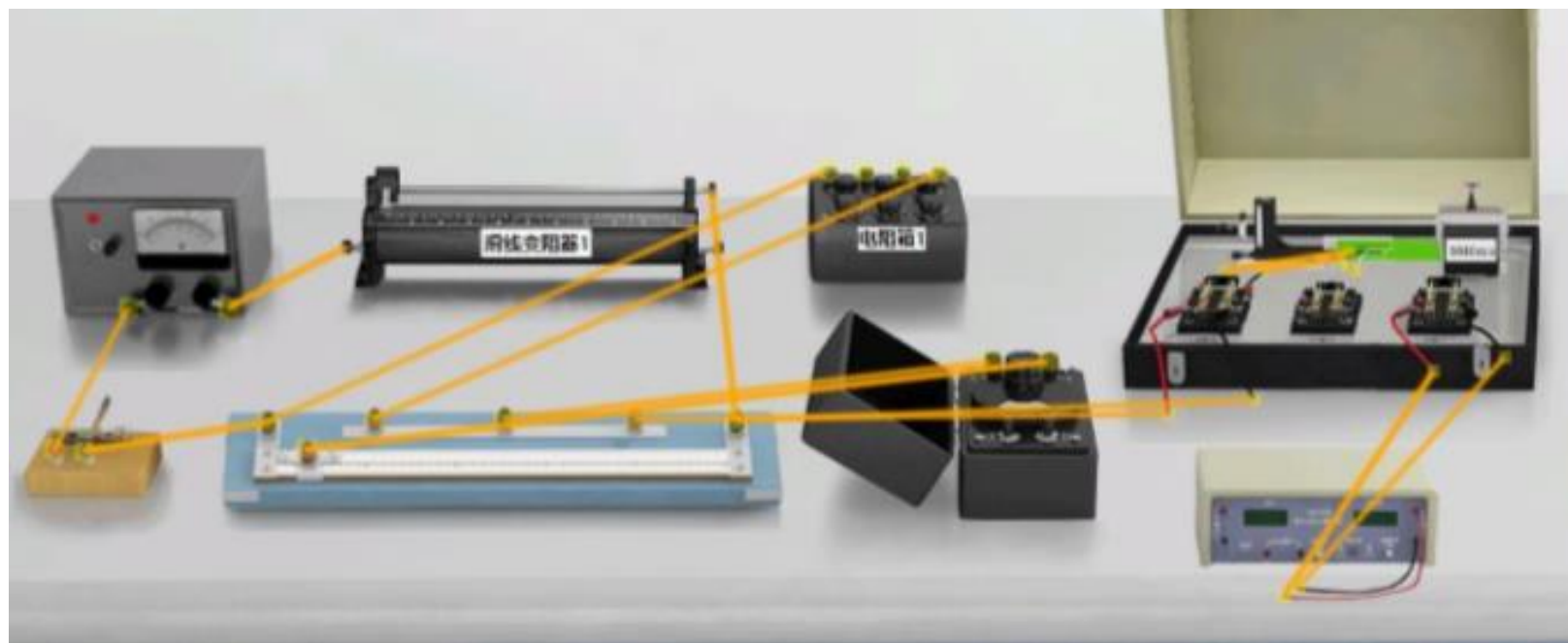
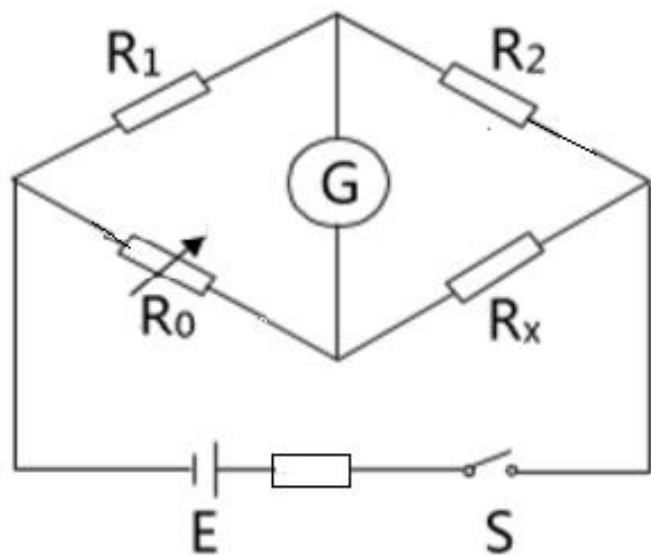


记录数据

结束操作

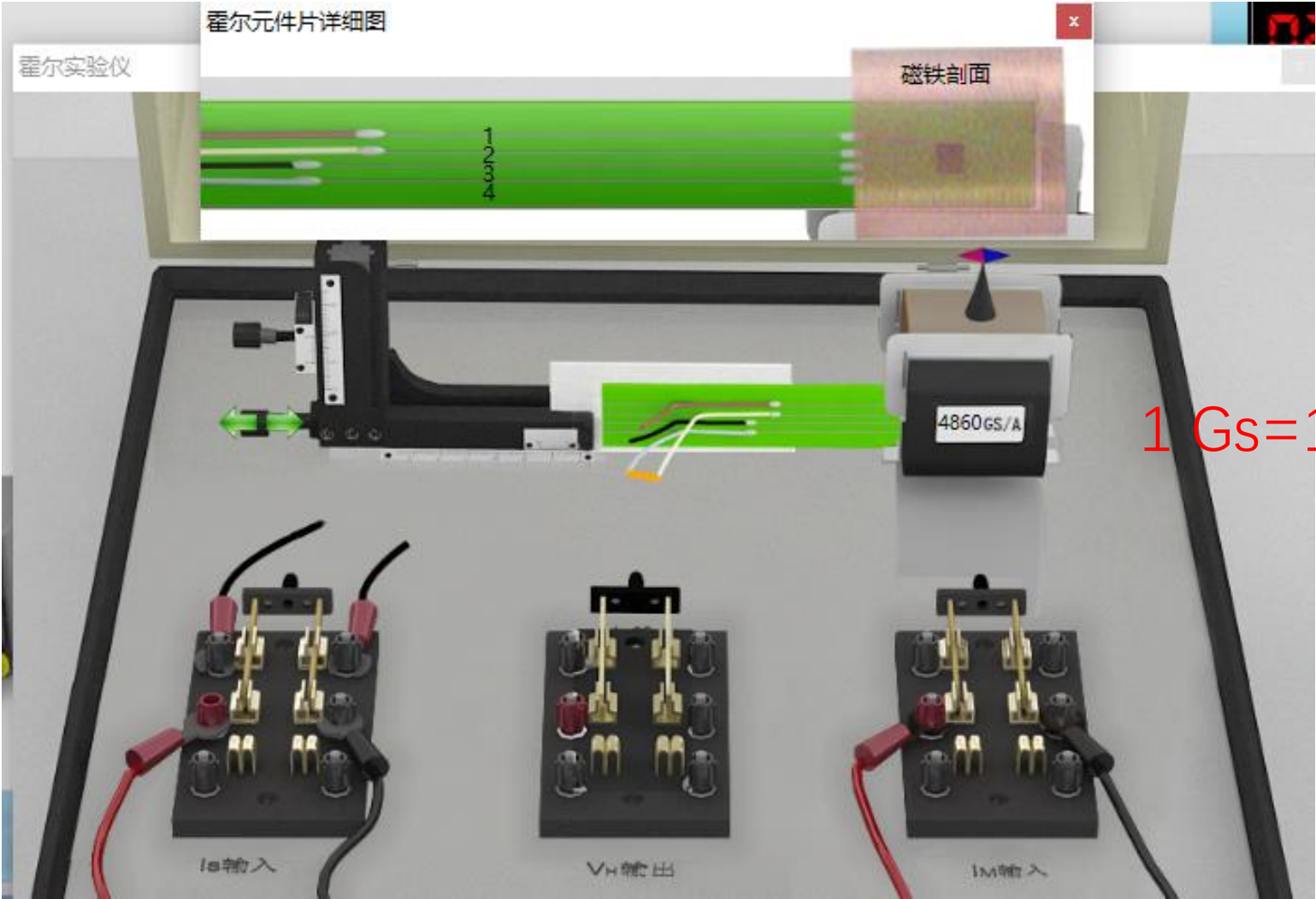


五、实验操作和注意事项



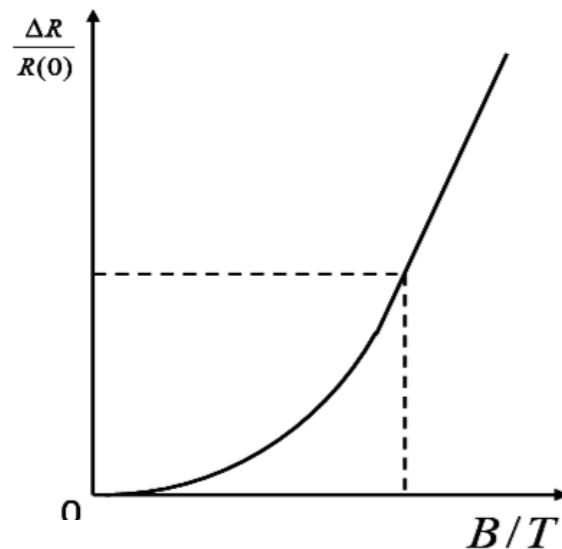
在直流电桥的桥臂比为1:1时，电桥灵敏度最高。
合理选择电阻箱的阻值？
金属丝总长为100.0cm，初始位置的选择？

霍尔元件位置



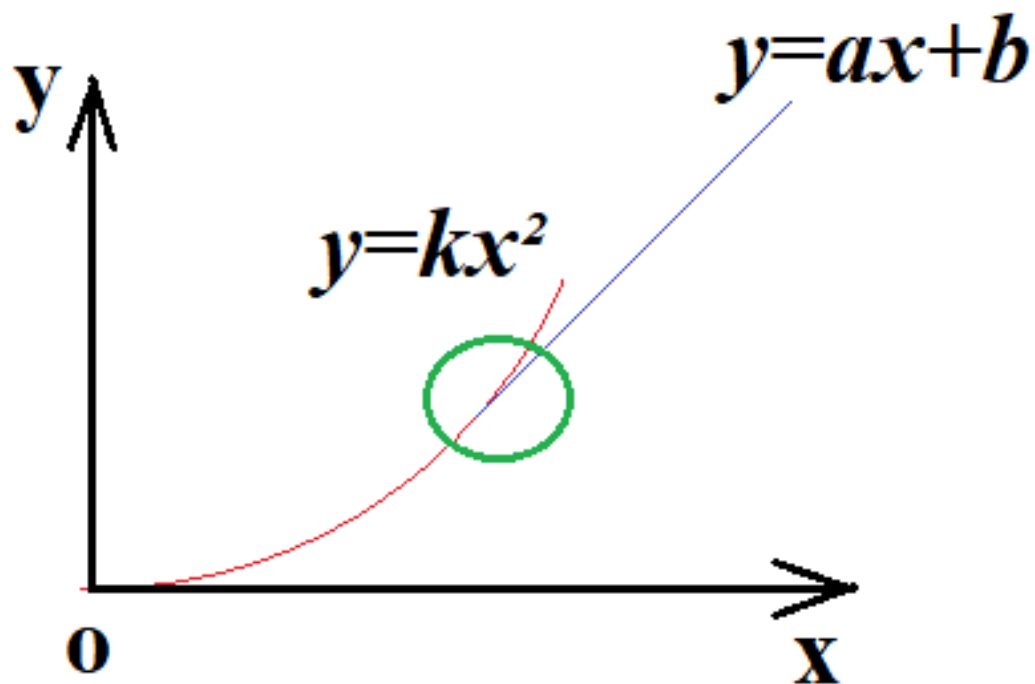
关于拟合曲线

拐点的选取？
是否可以有三段函数？



$$\frac{\Delta R}{R(0)} = aB + b$$

$$\frac{\Delta R}{R(0)} = kB^2$$



$$2kx_0 = a?$$

一般情况，这二函数的
斜率可能会不连续？

思考题

- 1.磁阻效应是怎样产生的？磁阻效应和霍尔效应有何内部联系？
- 2.实验时为何要尽可能保持流过磁阻元件的电流不变？
- 3.如何选取电阻箱的阻值？
- 4.选用金属电阻丝来调整电桥比例臂有哪些好处？
- 5.不同的磁场强度时，磁阻传感器的电阻值与磁感应强度关系有何变化？
- 6.磁阻传感器的电阻值与磁场的极性和方向有何关系