

12.3 电池电动势和内阻

电动势和内阻是电源的两个重要参量，若电池的电动势和内阻未知，我们该如何测量？有哪些测量方法呢？



- 方法一：伏安法
- 方法二：伏阻法
- 方法三：安阻法
- 方法四：安安法
- 方法五：伏伏法

方法一：伏安法

一. 基本原理：闭合电路的欧姆定律

$$I = \frac{E}{R+r}$$

$$E = U + rI$$

$$U = RI$$

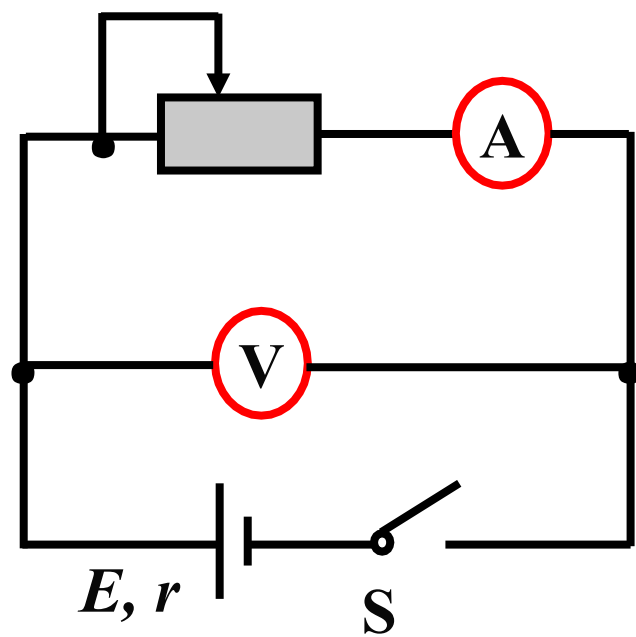
U: 路端电压;

I: 通过电源的电流;

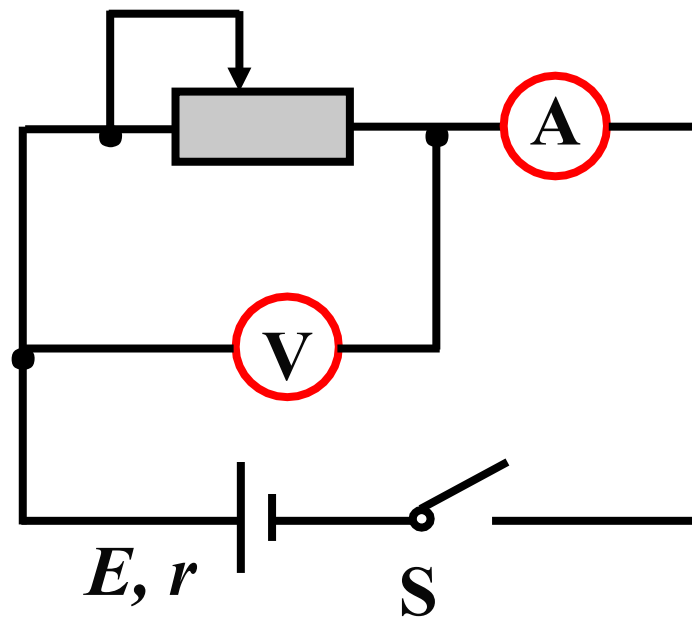
E: 待测电动势;

r: 待测内阻;

二. 电路图

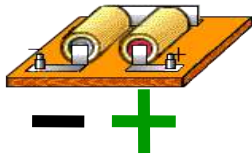


电
流
表
外
接
法

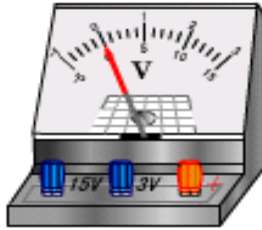


电
流
表
内
接
法

三. 实验器材



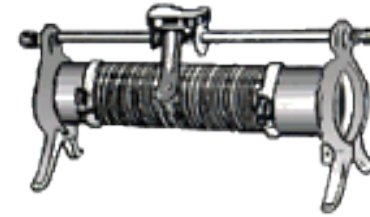
被测电池
(干电池)



电压表
(选择量程接近电源电动势)

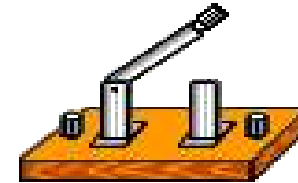


电流表



滑动变阻器

选用阻值较小的, 最大阻值 $10 \sim 20 \Omega$



开关、导线及坐标纸、铅笔

四. 实验步骤

1. 确定电流表、电压表的量程，按原理图连接电路；
2. 把变阻器的滑动片移到使阻值最大的一端；
3. 闭合开关，调节变阻器，使电流表有明显示数，记录一组电流表和电压表的示数，用同样的方法测量并记录几组 I 和 U 的值；
4. 断开开关，整理好器材；

五. 数据处理

(1) 方法一：公式法

$$E=U+rI$$

因此，只要测出几组（至少两组） U 、 I 值就可直接计算出 E 、 r 的值

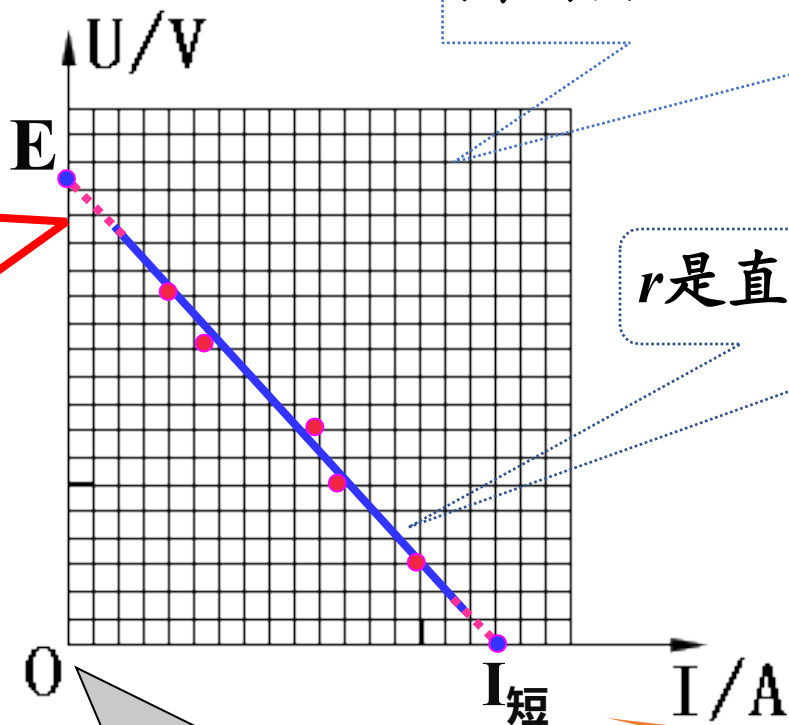
$$\left\{ \begin{array}{l} E=U_1+I_1r \\ E=U_2+I_2r \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} E=\frac{I_1U_2-I_2U_1}{I_1-I_2} \\ r=\frac{U_2-U_1}{I_1-I_2} \end{array} \right.$$

多求几组 E 、 r 值，再分别计算它们的平均值，即为电池的电动势和内阻。

(2) 方法二：图像法

在坐标纸上以I为横坐标，U为纵坐标，用测出几组的U、I值画出U-I图象。

U 轴截距等于电动势 E



纵坐标可以从0开始

r 是直线的斜率的绝对值

$$r = |k| = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right|$$

短路电流

$$I_{\text{短}} = \frac{E}{r}$$

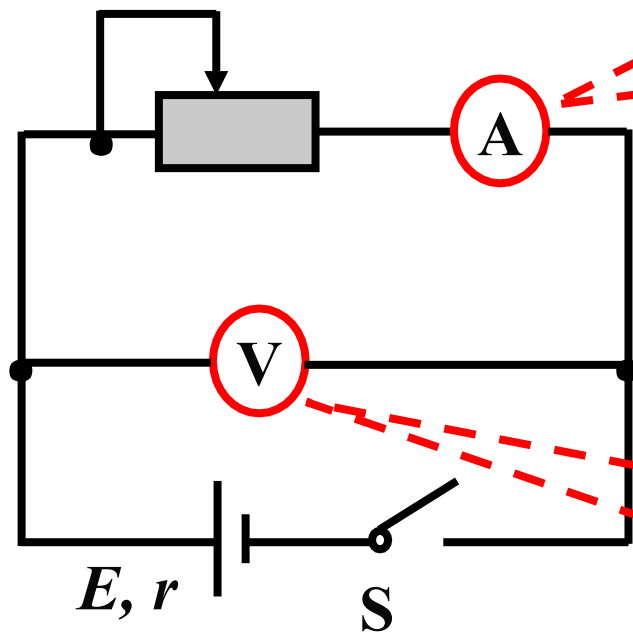
六. 注意事项

- 1.电键闭合前，变阻器滑片应置于阻值最大位置处；
- 2.使用内阻较大一些的旧电池。在实验中不要将电流调得太大，每次读完数后立即断电，以免使电动势和内阻发生变化。如果使用的是水果电池，它的内阻虽然比较大，但不够稳定，测量前要做好充分的准备，**测量尽量迅速**；
- 3.要测出不少于6组 I 、 U 数据，且变化范围要大一些；
- 4.画 U - I 图线时，应使图线通过尽可能多的点，并使不在直线上的点均匀分布在直线的两侧，个别偏离直线太远的点可舍去；

- 5.画U-I 图线时，纵轴的刻度可以不从零开始，而是根据测得的数据从某一恰当的值开始，（但横坐标必须从0开始）但这时图线与横轴的交点不再是短路电流，而图线与纵轴的截距仍为电动势E，图线的斜率的绝对值仍为内阻r；
- 6.画U-I 图线时，坐标轴的单位选择要恰当，使作出的图线基本充满整个区域为宜，不能使图线位于某一角上（**纵坐标可以不从0开始**）；
- 7.使用 U-I 图线计算内阻要在直线上任取两个相距较远的点，用公式计算出电源的内阻 r 。

七. 误差分析

(1) 电流表外接法



A 测量 R 的电流，
而通过电源的电流：

$$I_{\text{真}} = I_{\text{测}} + I_{\text{V}}$$

V 测量路端电压

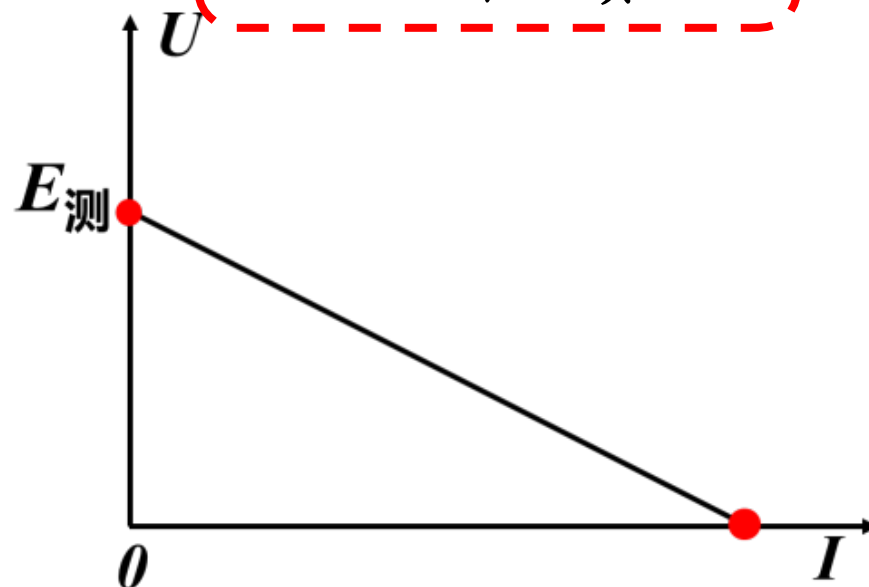
即： $U_{\text{测}} = U_{\text{真}}$

思考：

系统误差来自哪里？

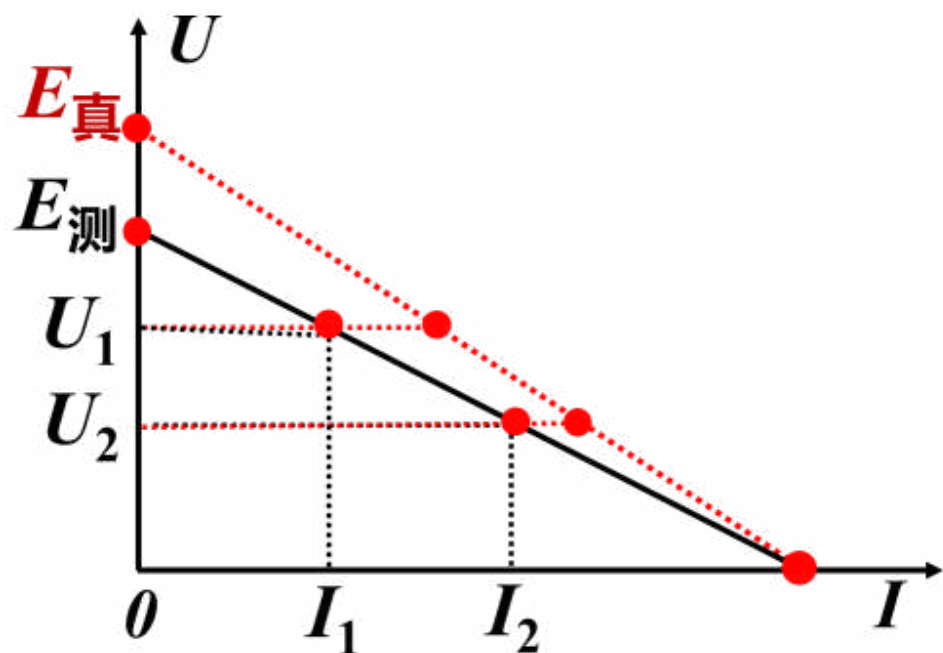
如何对U-I图像上进行修正？

电动势和内阻分别有什么误差？



结论:

系统误差来自电压表分流。
$$U = \frac{R_V}{R_V + r} E - I \frac{R_V r}{R_V + r}$$

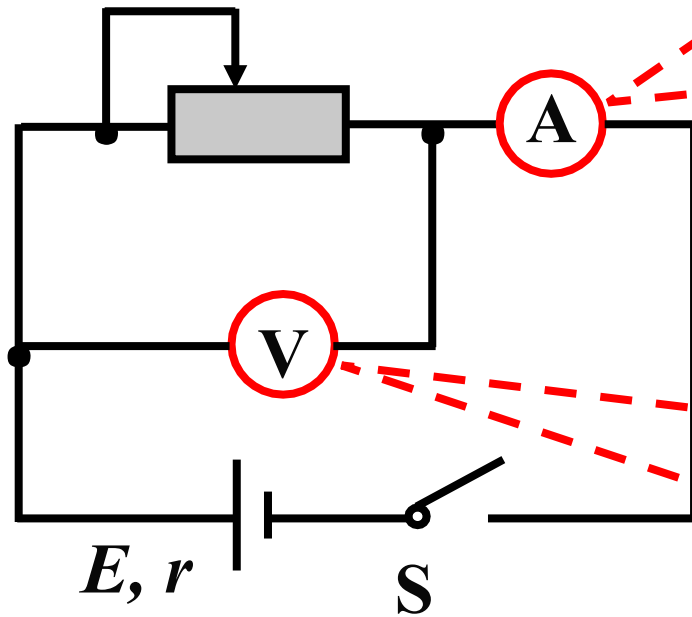


$$E_{测} = \frac{R_V}{R_V + r_{真}} E_{真} \quad E_{测} < E_{真}$$

$$r_{测} = \frac{R_V}{R_V + r_{真}} r_{真} \quad r_{测} < r_{真}$$

同一个电压下，实际通过电源的电流比电流表示数大

(2) 电流表内接法



A 测量通过电源
的的电流，即：
 $I_{\text{测}} = I_{\text{真}}$

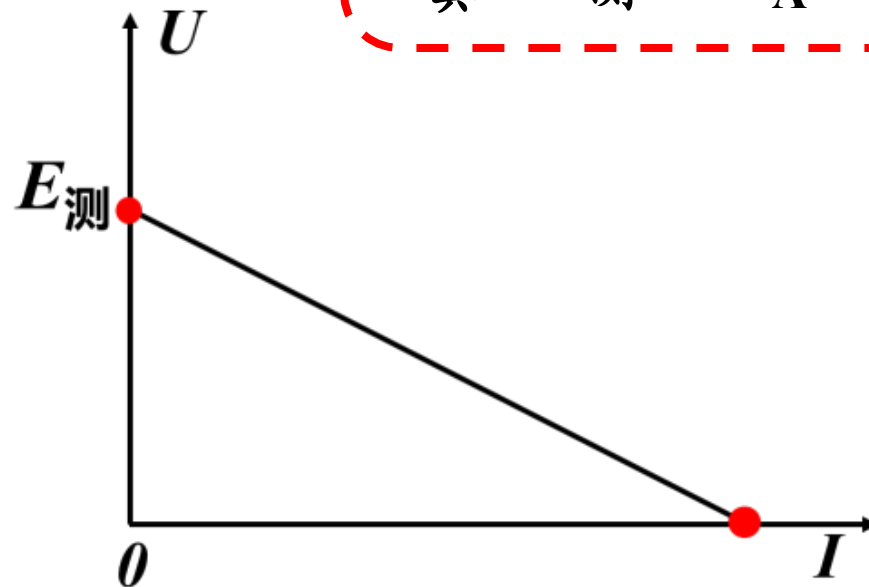
V 测量 R 的电压
而路端电压真实值：
 $U_{\text{真}} = U_{\text{测}} + U_A$

思考：

系统误差来自哪里？

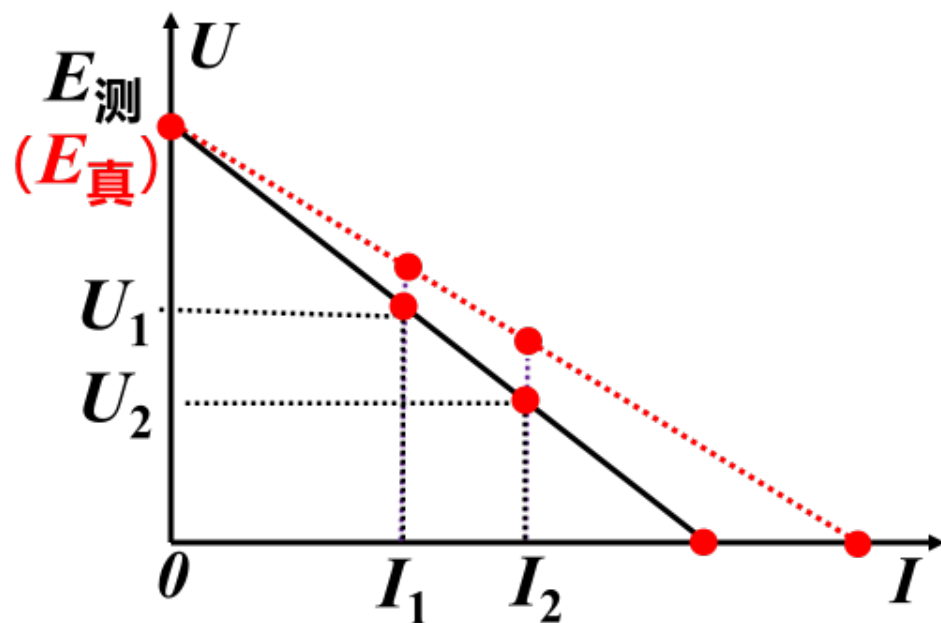
如何对U-I图像上进行修正？

电动势和内阻分别有什么误差？



结论:

系统误差来自电流表分压。 $U = E - I(R+r)$



$$E_{\text{测}} = E_{\text{真}}$$

$$r_{\text{测}} = r_{\text{真}} + R_A \quad r_{\text{测}} > r_{\text{真}}$$

同一个电流下，实际路端电压比电压表示数大

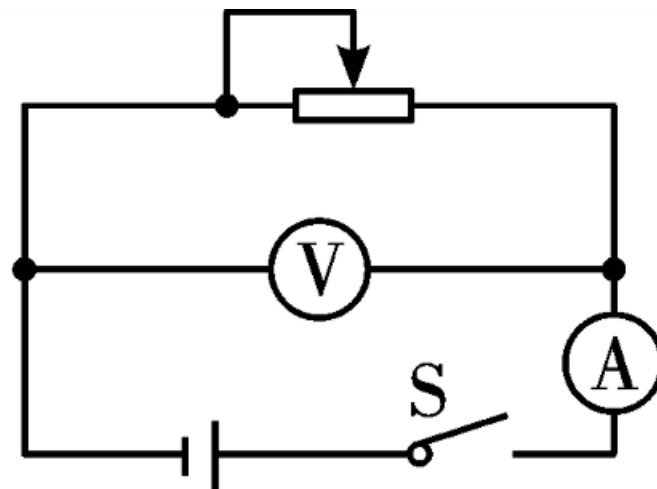
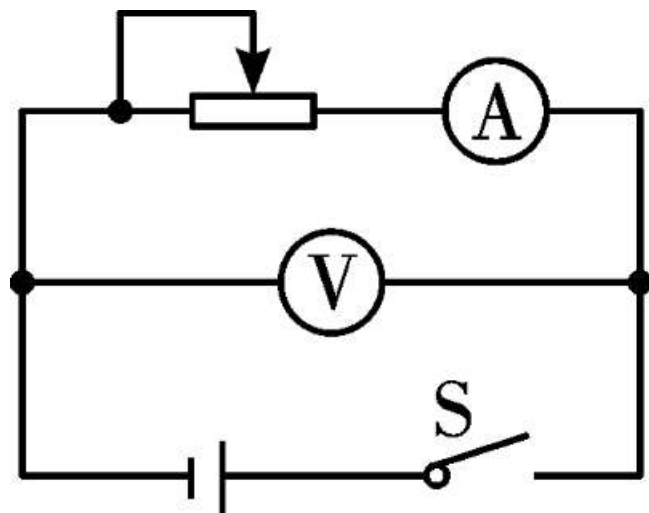
思考. 以下情况时如何选择电流表的接法? 并指出有无系统误差?

R_A 为 0.5Ω , R_V 约为 $5k\Omega$, 电源内阻约为 3Ω

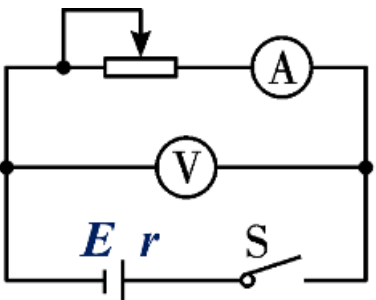
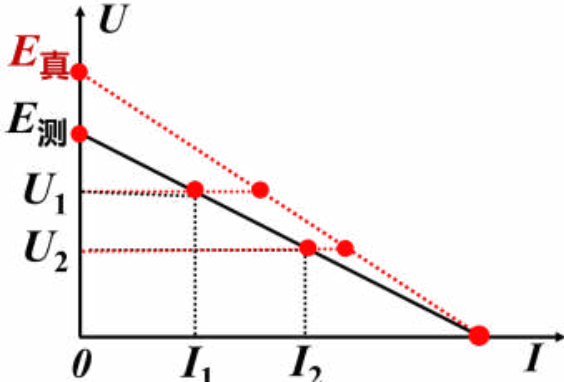
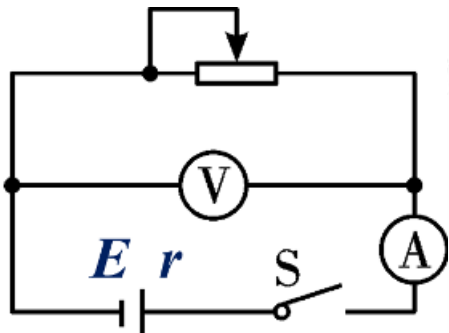
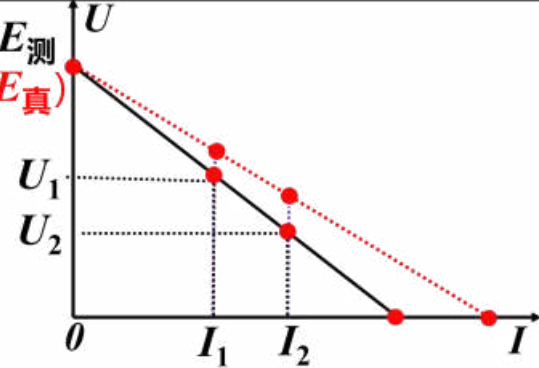
R_A 约为 0.5Ω , R_V 为 $5k\Omega$, 电源内阻约为 1000Ω

R_A 约为 0.5Ω , R_V 约为 $5k\Omega$, 电源内阻约为 3Ω

R_A 约为 0.5Ω , R_V 约为 $5k\Omega$, 电源内阻约为 1000Ω



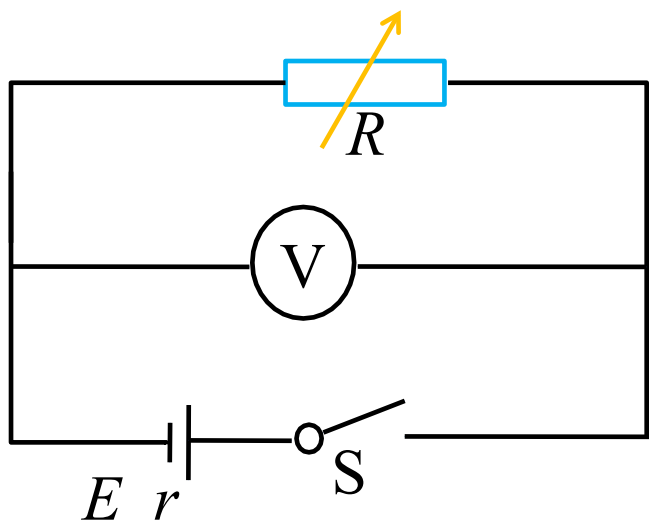
总结:

接法	电流表外接法	电流表内接法
电路图	 	 
误差原因	电压表分流: $I_{真} = I_{测} + \frac{U_{测}}{R_V}$	电流表分压: $U_{真} = U_{测} + IR_A$
测量值	$E_{测} = \frac{R_V}{R_V + r_{真}} E_{真} < E_{真}$ $r_{测} = \frac{R_V}{R_V + r_{真}} r_{真} < r_{真}$	$E_{测} = E_{真}$ $r_{测} = r_{真} + R_A > r_{真}$
R_A 或 R_V 已知	R_V 已知时选外接法	R_A 已知时选内接法
R_A R_V 均未知	内阻 $r \ll R_V$, (小外偏小)	内阻 $r \gg R_A$, (大内偏大)

方法二：伏阻法

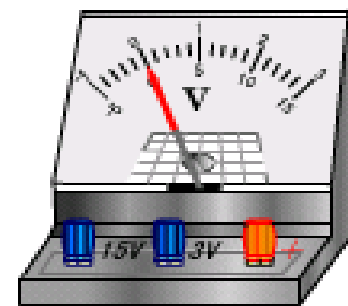
一. 实验原理: $E = U + \frac{U}{R}r$

二. 电路图:



三. 实验器材:

待测电源、电阻箱、
电压表、导线、开关



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/767050022043006056>