

中华人民共和国第一机械工业部统编

机械工人技术培训教材

《电工基础》习题解答

刘 云 张 智 明

科学普及出版社

中华人民共和国第一机械工业部
统编机械工人技术培训教材

《电工基础》习题解答

刘 云 张 智 明

科学普及出版社

内 容 提 要

原第一机械工业部统编机械工人技术培训教材《电工基础》(以下简称《电工基础》)是基础理论课之一。它适应于热加工各工种的2~6级工人的技术培训,全书共分十章,每章后面均附有必要的复习和思考题。该书自1982年出版以来,发行量较大。为了便于广大读者学习和演算习题后,校对计算结果和检验计算方法,特编写了这本“《电工基础》习题解答”。

本书包括《电工基础》一书的全部习题和思考题的解答。在解题中,力求方法简单,概念清楚;对一些难度大的习题,首先着重理解物理概念,然后有条不紊地解题;对有些习题还做到了一题多解,以扩大读者思路。本书对广大读者学习《电工基础》和演算习题,将有很大的启发和帮助。

※ ※ ※

中华人民共和国第一机械工业部
统编机械工人技术培训教材
《电工基础》习题解答

刘云 张智明

责任编辑:高宝成

封面设计:范惠民

*

科学普及出版社出版

(北京海淀区白石桥路32号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 6.25 字数: 144千字

1986年6月第1版 1986年6月第1次印刷

印数: 1—71,000册 定价: 0.95元

统一书号: 15051·1091 本社书号: 0561

前 言

中华人民共和国第一机械工业部统编机械工人技术培训教材《电工基础》(以下简称《电工基础》)是基础理论课程之一。它适用于机械类热加工各工种的2~6级工人的技术培训。该书共分十章,每章后面均附有必要的复习和思考题。此书自1982年7月出版以来,发行量较大。为了便于广大读者学习和演算习题后校对计算结果及检查计算方法,特编写了这本《电工基础》习题解答,以供解答《电工基础》一书的全部习题和思考题之用。

为了便于学员查阅,本书的章节次序和习题编号均与《电工基础》一书相同。

解题力求方法简单,概念清楚,着重推理,避免直接套用公式。

对一些难度较大的习题,首先引导学员从物理概念上进行分析和加深理解,然后一步一步地解题,并且力求一题多解。

由于我们的水平有限,在解题中可能存在一些问题,甚至错误,恳请读者批评指正。

书后附有《电工基础》勘误表。

编 者

ABE 17/06

目 录

第一章	直流电路	1
第二章	电磁	21
第三章	交流电路	30
第四章	变压器与电动机	47
第五章	电热设备原理及应用	56
第六章	常用电器及控制电路	62
第七章	晶体管放大电路	66
第八章	晶体管正弦波振荡器	75
第九章	晶体管整流与直流稳压电路	77
第十章	晶体管开关电路	83

第一章 直流电路

1-1 什么是电流？怎样决定电流的方向？什么是电压、电动势？电压与电动势有什么异同之点？

解 通常我们把电荷的有规律的运动叫做电流。例如金属中的自由电子的定向流动，液体或气体中正、负离子在相反方向上的流动。电流的周围存在着磁场（电流的磁效应），电流通过电路时使电路发热（电流的热效应），通过电解质时引起电解（电流的化学效应）等，这些都可以反映出电流的存在。电流有时也作为“电流强度”的简称。人们习惯上把电流的方向规定为正电荷移动的方向。电路中某两点间电压，就是该两点间的电位差。它实际上是电场力将单位正电荷从某点移动到另一点所做的功。把正电荷从电源的负极经电源内部搬运到电源的正极，是电源力的作用。在搬运过程中正电荷逆电场方向运动，要受到电场力的阻碍作用，所以电源力搬运电荷要克服阻力而作功。衡量电源力作功本领的物理量就是电源的电动势。

电压与电动势在概念上不可混淆。电动势是指电源内部的一种非静电作用（例如电池内部存在化学反应），它能推动正电荷不断地从低电位（负极）运动到高电位（正极），因而能始终保持正、负极间的电位差。电动势的大小等于电源力将单位正电荷从电源的负极经电源内部移动到电源的正极所做的功。电动势的方向是指从负极到正极的方向，即电位升高的方向。而电压则是指电路中任意两点间的电位高低之差，它的方向是从正极指向负极，即电位降低的方向。电压与电动势的单位都是伏特。

1-2 使用直径 $d = 4$ 毫米， $\rho = 1.2$ 欧·毫米²/米， $\alpha = 0.0001/^{\circ}\text{C}$ 的电阻丝绕制电阻炉。在温度 800°C 时，电阻等于 16.2 欧，求电阻丝的长度。

解 设常温为 20°C 时的电阻为

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{R_2}{1 + \alpha(t_2 - t_1)} = \frac{16.2}{1 + 0.0001 \times (800 - 20)} \\ &= \frac{16.2}{1.078} \approx 15.03 \text{ 欧} \end{aligned}$$

电阻丝的截面积为

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 4^2}{4} \approx 12.57 \text{ 毫米}^2$$

所以电阻丝的长度为

$$L = \frac{R_1 S}{\rho} = \frac{15.03 \times 12.57}{1.2} \approx 157.4 \text{ 米}$$

1-3 有一电阻炉的电阻为 15 欧，在它两端加 220 伏的电压，求通过电阻炉的电流为若干？

解 根据欧姆定律得

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{15} \approx 14.67 \text{ 安}$$

1-4 试计算 220 伏、45 瓦和 220 伏、200 瓦灯泡的额定电流和灯丝电阻。

解 由电功率计算公式得

220 伏、45 瓦灯泡的额定电流和灯丝电阻为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{45}{220} = 0.2 \text{ 安}$$

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{45} = 1075.6 \text{ 欧}$$

220 伏、200 瓦灯泡的额定电流和灯丝电阻为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{200}{220} \approx 0.91 \text{ 安}$$

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{200} = 242 \text{ 欧}$$

1-5 有一直流电源，其内阻 $R_0 = 1.2$ 欧，测得其端电压为 230 伏，输出电流 $I = 5$ 安，求该直流电源的电动势 E 和负载消耗的功率 P 。

解 由全电路的欧姆定律得

$$E = U + IR_0 = 230 + 5 \times 1.2 = 236 \text{ 伏}$$

由电功率计算公式得

$$P = UI = 230 \times 5 = 1150 \text{ 瓦}$$

1-6 在电压为 220 伏的电源上，接一电阻为 20 欧的电炉，如果使用 3 小时，问用了几度电？

解 因为电炉的电功率为

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{220^2}{20} = 2420 \text{ 瓦}$$

所以用电度数为

$$Pt = 2420 \times 3 \times 10^{-3} = 7.26 \text{ 度}$$

1-7 为了测量某电感线圈的电阻 R ，采用了题 1-7 图所示的“伏安法”。伏特计的读数为 220 伏，安培计的读数为 0.7 安，试求线圈的电阻。

如果在实验时，有人误将安培计当作伏特计，并联在电源上，其后果如何（安培计的量为 1 安，内阻 R_0 为 0.4 欧）？

解 由欧姆定律得

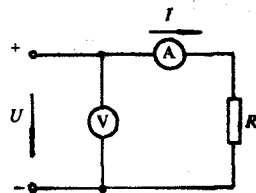
$$R_L = \frac{U}{I} = \frac{220}{0.7} = 314.29 \text{ 欧}$$

若将安培计与电感线圈并联，则通过安培计的电流为

$$I = \frac{U}{R_0} = \frac{220}{0.4} = 550 \text{ 安}$$

这么大的电流通过安培计，将使安培计烧坏。

1-8 题 1-8 图是测量电源电动势 E 和内阻 R_0 的实验电路，图中 R 是一阻值适当的电阻。如果开关断开时，伏特计的读数为 6 伏，开关闭合时安培计的读数为 0.58 安，伏特计的读数为 5.8 伏，试求 E 和 R_0 。

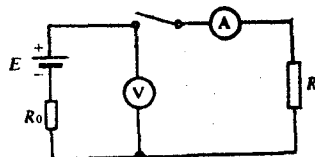


题1-7图

解 开关断开时, 由于伏特计的内阻很大, 伏特计内流过的电流很小, 可以忽略不计, 因此伏特计的读数就是电源电动势 ($E = 6$ 伏)。

开关闭合时, 由于电路中有电流通过, 就要产生电源内阻的压降, 则:

$$R_0 = \frac{E - U}{I} = \frac{6 - 5.8}{0.58} \approx 0.34 \text{ 欧}$$



题1-8图

1-9 有一直流发电机, 其端电压 $U = 230$ 伏, 内阻 $R_0 = 0.6$ 欧, 输出电流为 $I = 5$ 安。(1) 试求发电机的电动势 E ; (2) 这时的负载电阻 R 和负载消耗的电功率。

解 由全电路的欧姆定律得电动势

$$E = U + IR_0 = 230 + 5 \times 0.6 = 233 \text{ 伏}$$

由部分电路的欧姆定律得负载电阻

$$R = \frac{U}{I} = \frac{230}{5} = 46 \text{ 安}$$

负载消耗的功率

$$P = UI = 230 \times 5 = 1150 \text{ 瓦}$$

1-10 有一220 伏, 60 瓦的电灯, 接在 220 伏的电源上, 试求通过电灯的电流和电灯的电阻。如果每晚开灯 3 小时, 问一个月 (以 30 天计) 消耗电能多少?

解 通过电灯的电流为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} \approx 0.27 \text{ 安}$$

电灯的电阻为

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{60} \approx 806.7 \text{ 欧}$$

一个月消耗的电能为

$$W = Pt = 60 \times 3 \times 30 \times 10^{-3} = 5.4 \text{ 度}$$

1-11 额定电压为 220 伏, 100 瓦和 40 瓦两盏电灯并联在 220 伏的电源上, 求两灯消耗的电功率和它们的电阻值。如果将它们串联在电源上时, 它们消耗的电功率是否等于额定值?

解 每盏灯的电阻值分别为

$$R_{100} = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484 \text{ 欧}$$

$$R_{40} = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{40} = 1210 \text{ 欧}$$

并联时两灯消耗的电功率分别为它们的额定值, 如果将它们串联在电源上, 因为通过每盏灯的电流是相等的, 即

$$I_{100} = I_{40} = \frac{220}{484 + 1210} = 0.13 \text{ 安}$$

每盏灯的实际电功率分别为

$$P_{100} = I^2 R = 0.13^2 \times 484 = 8.18 \text{ 瓦}$$

$$P_{40} = 0.13^2 \times 1210 = 20.45 \text{ 瓦}$$

所以它们消耗的电功率不等于额定值。

1-12 有一只 110 伏, 8 瓦的指示灯, 现在要接在 380 伏的电源上, 问要串多大阻值的电阻, 该电阻是多少瓦数?

解 指示灯允许通过的电流为

$$I = \frac{P}{U} = \frac{8}{110} = 0.0727 \text{ 安}$$

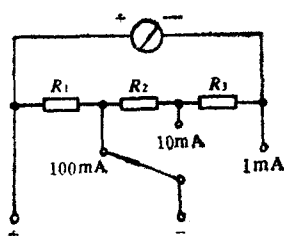
应串接的电阻值为

$$R = \frac{380 - 110}{0.0727} \approx 3713.9 \text{ 欧}$$

应串接的电阻瓦数为

$$P = UI = (380 - 110) \times 0.0727 \approx 19.63 \text{ 瓦}$$

1-13 题 1-13 图是万用表中直流毫安档电路, 表头内阻 $R_0 = 280$ 欧, 满标值电流 $I_0 = 0.6$ 毫安, 今欲使量程扩大为 1 毫安、10 毫安、100 毫安, 试求分流器电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 。



题1-13图

解 根据题意, 当量程为 1 毫安时得方程

$$0.4(R_1 + R_2 + R_3) = 0.6 \times 280$$

整理得:

$$R_1 + R_2 + R_3 = 420 \quad (1)$$

当量程为 10 毫安时得方程

$$9.4(R_1 + R_2) = 0.6(280 + R_3)$$

整理得:

$$R_1 + R_2 - 0.0638R_3 = 17.87 \quad (2)$$

当量程为 100 毫安时得方程

$$99.4R_1 = 0.6(280 + R_3 + R_2)$$

整理得:

$$165.6667R_1 - R_2 - R_3 = 280 \quad (3)$$

由方程 (1)、(2)、(3) 解得 R_1 、 R_2 、 R_3 分别为

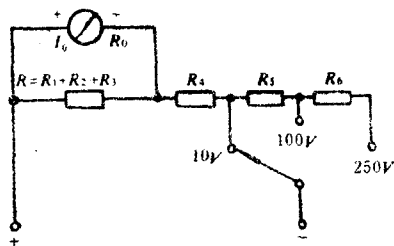
$$R_1 \approx 4.2 \text{ 欧}$$

$$R_2 \approx 37.8 \text{ 欧}$$

$$R_3 \approx 378 \text{ 欧}$$

1-14 如用上述万用表测量直流电压, 共有三挡量程, 即 10 伏、100 伏及 250 伏,

试计算倍压器电阻 R_4 、 R_5 、 R_6 见题 1-14 图。



题1-14图

解 由 1-13 题计算得

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 4.2 + 37.8 + 378 = 420 \text{ 欧}$$

从题 1-14 图中知 R 与 R_0 是并联的, 故它们的等值电阻为

$$R_{\#} = \frac{R_0 R}{R_0 + R} = \frac{280 \times 420}{280 + 420} = 168 \text{ 欧}$$

从题 1-13 图中知 R 与 R_0 并联后通过的总电流为 1 毫安, 故当量程为 10 伏时, 根据欧姆定律倍压器电阻为

$$(R_{\#} + R_4) \times 1 \times 10^{-3} = 10 \quad \text{即}$$

$$R_4 = 10\,000 - 168 = 9\,832 \text{ 欧}$$

当量程为 100 伏时倍压器电阻为

$$(R_{\#} + R_4 + R_5) \times 1 \times 10^{-3} = 100$$

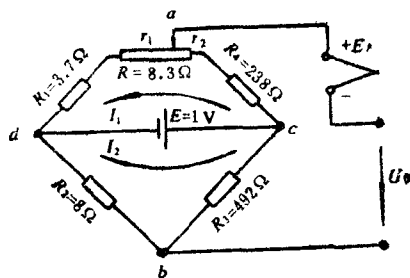
$$R_5 = 100\,000 - 9\,832 - 168 = 90\,000 \text{ 欧}$$

当量程为 250 伏时倍压器电阻为

$$(R_{\#} + R_4 + R_5 + R_6) \times 1 \times 10^{-3} = 250$$

$$R_6 = 250\,000 - 168 - 9\,832 - 90\,000 = 150\,000 \text{ 欧}$$

1-15 题 1-15 图是测量温度的原理电路, 电源电动势是 E , 输出电压是 U_0 , 中间环节是桥式电阻电路。热电偶的电动势 E_t 与待测温度成正比。当输出电压 $U_0 = 0$ 时, 滑动触头 a 所指的电阻值, 即表示待测温度值。(1) 当 $E_t = 24$ 毫伏, $r_1 = 6.3$ 欧时, 求 U_0 。(2) 当待测温度降低, E_t 相应从 24 毫伏降低到 20 毫伏时, 求 U_0 。欲使 $U_0 = 0$, 滑动触头应向何方移动?(3) 当 E_t 从 24 毫伏升高到 30 毫伏时, 求 U_0 。欲使 $U_0 = 0$, 触头应向何方移动?



题1-15图

解 (1) 上支路电流

$$I_1 = \frac{E}{R_4 + R + R_1} = \frac{1}{238 + 8.3 + 3.7} \\ = \frac{1}{250} = 0.004 \text{ 安} = 4 \text{ 毫安}$$

下支路电流

$$I_2 = \frac{E}{R_3 + R_2} = \frac{1}{492 + 8} = \frac{1}{500} = 0.002 \text{ 安} = 2 \text{ 毫安}$$

$$U_{ad} = I_1(r_1 + R_1) = 0.004 \times (6.3 + 3.7) = 0.04 \text{ 伏}$$

$$U_{ba} = I_2 R_2 = 0.002 \times 8 = 0.016 \text{ 伏}$$

$$U_{ab} = U_{ad} - U_{ba} = 0.04 - 0.016 = 0.024 \text{ 伏} = 24 \text{ 毫伏}$$

$$U_0 = U_{ab} - E_c = 24 - 24 = 0$$

(2)

$$U_0 = U_{ab} - E_c = 24 - 20 = 4 \text{ 毫伏}$$

欲使 $U_0 = 0$, 必须减小 U_{ab} , 即减小 U_{ad} 之值, 因此, 滑动触头应向 r_1 减小的方向移动。

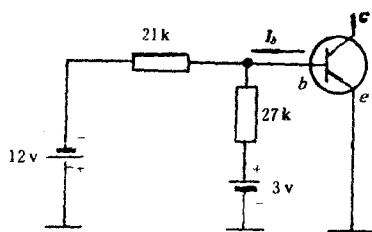
(3)

$$U_0 = U_{ab} - E_c = 24 - 30 = -6 \text{ 毫伏}$$

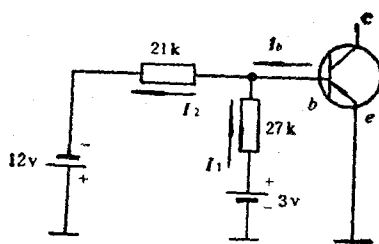
欲使 $U_0 = 0$, 滑动触头应向 r_1 增大的方向移动。

1-16 题 1-16 图是晶体管电路的基极部分, 设基极电压 $U_{cb} = 0.3$ 伏, 求电流 I_b 。

解 设通过 $27K$ 所在支路电流为 I_1 , 通过 $21K$ 所在支路电流为 I_2 , 见题 1-16(1), 根据题意得



题1-16图



题1-16(1) 图

$$0.3 = 3 - 27 \times 10^3 I_1 \text{ 即}$$

$$I_1 = \frac{3 - 0.3}{27 \times 10^3} = 0.1 \times 10^{-3} \text{ 安}$$

$$0.3 = -12 + 21 \times 10^3 I_2 \text{ 即}$$

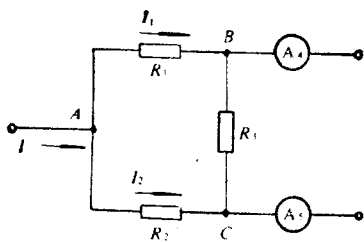
$$I_2 = \frac{12 + 0.3}{21 \times 10^3} \approx 0.5857 \times 10^{-3} \text{ 安}$$

$$I_b + I_1 + (-I_2) = 0 \text{ 即}$$

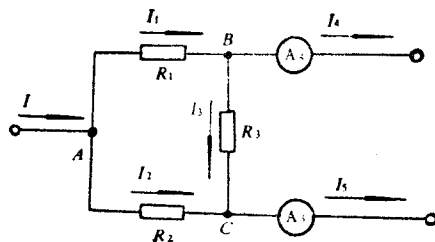
$$I_b = I_2 - I_1 = 0.5857 \times 10^{-3} - 0.1 \times 10^{-3} = 0.4857 \times 10^{-3} \text{ 安}$$

1-17 见题 1-17 图, 已知 $I = 20\text{mA}$, $I_2 = 12\text{mA}$, $R_1 = 1\text{k}\Omega$, $R_2 = 2\text{k}\Omega$, $R_3 = 10\text{k}\Omega$, 求电流表 A_4 和 A_5 的读数。

解 若求电流表 A_4 和 A_5 的读数, 应先求出流过电阻 R_3 的电流 I_3 的大小及其方向, 设 I_3 的方向, 见题 1-17(1) 图。



题1-17图



题1-17(1)图

对于节点A

$$I_1 = I - I_2 = 20 - 12 = 8 \text{ 毫安}$$

对于回路A-B-C-A有

$$I_1 R_1 + I_3 R_3 - I_2 R_2 = 0$$

所以电阻 R_3 上流过的电流

$$I_3 = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{R_3} = \frac{12 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3 - 8 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^3}{10 \times 10^3} = 1.6 \text{ 毫安}$$

则 I_3 的实际方向与标定方向相同。

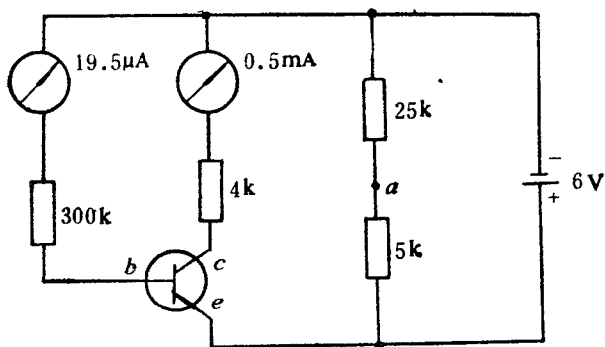
安培表 A_4 的读数 I_4 为

$$I_4 = I_1 - I_3 = 8 - 1.6 = 6.4 \text{ 毫安}$$

安培表 A_5 的读数 I_5 为

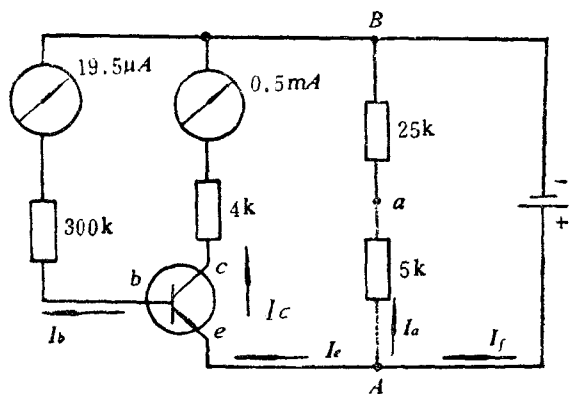
$$I_5 = I_3 + I_2 = 1.6 + 12 = 13.6 \text{ 毫安}$$

1-18 有一晶体管电路, 见图 1-18 图, 试求各支路电流。如设 e 点电位为零, 求 a 、 b 、 c 各点的电位, 如 ab 间要接一电解电容器 (有正负极性之分), 正极和负极各接何点?



题1-18图

解 设各支路的电流方向, 见图 1-18(1)图。



题1-18(1)图

通过 $25\text{k}\Omega$ 及 $5\text{k}\Omega$ 支路的电流

$$6 = (25\,000 + 5\,000)I_a \quad \text{即}$$

$$I_a = \frac{6}{25\,000 + 5\,000} = 0.2 \times 10^{-3} \text{ 安}$$

a 点的电位, 若 e 点电位为零, 则

$$U_a = -5 \times 10^3 \times 0.2 \times 10^{-3} = -1 \text{ 伏}$$

b 点的电位

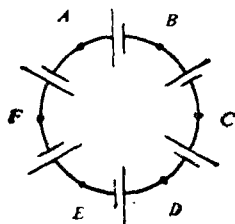
$$U_b = -6 + 19.5 \times 10^{-6} \times 300 \times 10^3 = -6 + 5.85 = -0.15 \text{ 伏}$$

c 点的电位

$$U_c = -6 + 0.5 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^3 = -6 + 2 = -4 \text{ 伏}$$

从上面的计算可以看出, 在 ab 间接一电解电容器, 其正极接 b 点, 负极接 a 点。

1-19 六个完全相同的旧电池 (每个电池的电动势为 E , 内阻 r 很大), 串联在一起, 见图 1-19 图。在 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 点中, 哪点的电势高?



题1-19图

解 乍一想, 从每个电池的端电位考虑, 似乎是一点比一点高:

$$U_A > U_B > U_C > U_D > U_E > U_F > U_A > \dots, \text{ 循循不止。但显然这是不对的。}$$

实际上各点的电势一般高

$$U_{AB} = U_{BC} = U_{CD} = \dots = 0。$$

证明如下:

取包括 1 个电池的 AB 段为研究对象 (或取包括五个电池的电路 $AFEDCB$ 为研究对象也可以, 读者自行练习)。根据欧姆定律得

$$U_{AB} = E - Ir \quad (1)$$

因为 U_{AB} 和 I 都是未知量，所以还应再列一个方程。为此，再取整个闭合电路为研究对象，根据全电路欧姆定律得

$$I = \frac{6E}{6r} = \frac{E}{r} \quad (2)$$

将 (2) 式代入 (1) 式，则得

$$U_{AB} = E - \frac{E}{r} \cdot r = 0$$

同理，可以证明

$$U_{AC} = U_{AD} = U_{AE} = U_{AF} = 0$$

即各点的电势相等。

1-20 给你一个电池，一个已知电阻 R ，一个直流安培表和一个电键，你怎样用这些器材测出一个未知电阻 R_x 的数值？写出实验原理，画出电路图，标出安培表的“+”、“-”，并用安培表的读数 and 已知电阻 R ，列出求未知电阻 R_x 的计算式。如果 R_x 较小时，用这种方法测量对结果的精确度有什么影响？为什么？

解法 I 实验电路见图 1-20 图，并设电源内阻为 r 。当合上开关 K ，测出通过已知电阻 R 的电流 I ，见图 1-20 图(a)。将 R_x 串入电路，合上开关 K ，再测出通过已知电阻 R 和未知电阻 R_x 的电流 I' ，见图 1-20 图(b)。



题1-20图

根据全电路欧姆定律，由图 1-20(a)、(b) 分别列出方程：

$$E = IR + Ir$$

$$E = I'R + I'R_x + I'r$$

当 $R, R_x \gg r$ 时， I, I' 较小， $Ir, I'r$ 也很小，内阻 r 上的压降可以忽略不计，则可认为端电压就等于电源电动势，即得

$$I'R + I'R_x = IR$$

$$R_x = \frac{(I - I')R}{I'}$$

当 R_x 较小 ($R_x \ll R$) 时， I 和 I' 相差很小，给测量带来困难，从而误差大，精确度低。当 I' 趋近于 I 时， R_x 数值则无法测出。

解法 II 由题 1-20(a)、(b) 图得

$$E = IR + Ir \quad (1)$$

$$E = I'R + I'R_x + I'r \quad (2)$$

在题 1-20 图 (b) 中，若去掉 R ，则剩 R_x 与电源、安培计、电键串联，可得

$$E = I''R_x + I''r \quad (3)$$

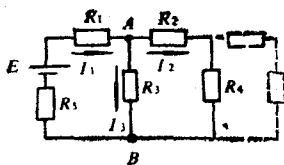
由 (1)、(2)、(3) 式解得

$$R_x = R \left[\frac{I''(I - I')}{I(I'' - I')} \right]$$

当 $R_x \geq R$ 时 $I' \approx I''$; 当 $R_x \ll R$ 时, $I' = I$, 这都会给测量带来困难, 影响精确度。

还有其他解法, 读者可自行求解。

1-21 见图 1-21 图实线部分, $E = 30$ 伏, 内阻不计。 $R_1 = 240$ 欧, $R_2 = R_5 = 600$ 欧, $R_3 = R_4 = 200$ 欧, 求电流 I_1 、 I_2 、 I_3 。



题1-21图

解法 I 先求 $R_{\text{外}}$, 设 R_2 与 R_4 串联的等效电阻为 R' , 即

$$R' = R_2 + R_4 = 600 + 200 = 800 \text{ 欧}$$

又设 R' 与 R_3 并联后的等效电阻为 R , 即

$$R = \frac{R' R_3}{R' + R_3} = \frac{800 \times 200}{800 + 200} = 160 \text{ 欧}$$

故

$$R_{\text{外}} = R_1 + R + R_5 = 240 + 160 + 600 = 1000 \text{ 欧}$$

$$I_1 = \frac{E}{R_{\text{外}}} = \frac{30}{1000} = 0.03 \text{ 安}$$

又

$$U_{AB} = I_2(R_2 + R_4) = (I_1 - I_2)R_3$$

所以

$$I_2 = \frac{I_1 R_3}{R_2 + R_4 + R_3} = \frac{0.03 \times 200}{600 + 200 + 200} = 0.006 \text{ 安}$$

$$I_3 = I_1 - I_2 = 0.03 - 0.006 = 0.024 \text{ 安}$$

解法 II 比例法①

这个电路除电源外是由一些电阻元件组成的, 是线性电路, 如果电源电动势增加到原来的 K 倍, 则任一支路的电流强度也增加到原来的 K 倍。

即

$$\frac{E'}{E} = \frac{I'}{I}$$

其中 E' ——假设电动势增加到 K 倍的数值;

I' ——任一支路中对应 E' 时的电流值。

设电路中的 E 换成 E' 时, $I'_2 = 1$ 安 (任意假定的数值)。

则

$$U'_{AB} = I'_2(R_2 + R_4) = 1 \times (600 + 200) = 800 \text{ 伏}$$

$$I'_3 = \frac{U'_{AB}}{R_3} = \frac{800}{200} = 4 \text{ 安}$$

注: ① 比例法只适用于线性电路, 即适用于直流电路, 或不研究频率特性的交流电路。

$$I'_1 = I'_2 + I'_3 = 1 + 4 = 5 \text{ 安}$$

$$E' = I'_1(R_1 + R_2) + I'_3 R_3 = 5 \times (240 + 600) + 4 \times 200 = 5000 \text{ 伏}$$

将数据代入 (1) 式解得:

$$I_1 = \frac{E}{E'} I'_1 = \frac{30}{5000} \times 5 = 0.03 \text{ 安}$$

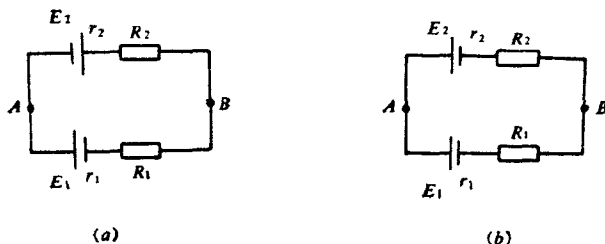
$$I_2 = \frac{E}{E'} I'_2 = \frac{30}{5000} \times 1 = 0.006 \text{ 安}$$

$$I_3 = I_1 - I_2 = 0.03 - 0.006 = 0.024 \text{ 安}$$

此题解法是假定电源内阻忽略不计, 若考虑电源内阻时, 其解法相同, 比如把内阻等效到 R_3 中即可。

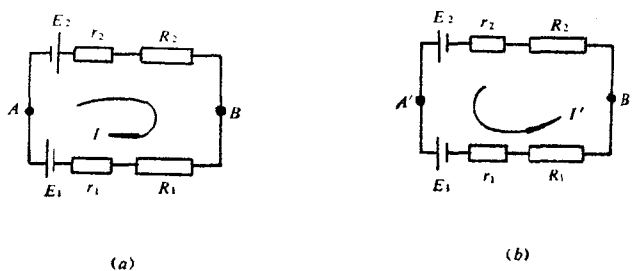
上述这两种解法, 显然比例法比较简便。因为它假定一个电流值后, 只用欧姆定律来计算, 最后实际电流为假定电流乘一个比例常数, 避免了外电路电阻的串、并联的计算。尤其对如题 1-21 图的电路 (包括虚线部分), 更显简便。

1-22 两个电动势分别为 $E_1 = 1$ 伏和 $E_2 = 3$ 伏的电池跟两个电阻 R_1 、 R_2 串联成回路。按题 1-22 图 (a) 连接时测得电压 $U_{BA} = 2$ 伏, 问按题 1-22 图 (b) 连接时 U'_{AB} 等于多少伏?



题1-22图

解法 I 设题 1-22 图 (a)、(b) 两电路中的电流分别为 I 和 I' , 其方向见题 1-22(1) 图 (a)、(b) 中箭头所示。



题1-22(1) 图

根据全电路欧姆定律得

$$E_2 + E_1 = I(R_1 + R_2 + r_1 + r_2) \quad (1)$$

$$E_2 - E_1 = I'(R_1 + R_2 + r_1 + r_2) \quad (2)$$

由 (1) ÷ (2) 得

$$\frac{I}{I'} = \frac{E_2 + E_1}{E_2 - E_1} = \frac{3 + 1}{3 - 1} = 2 \quad (3)$$

又

$$E_2 = U_{BA} + I(R_2 + r_2) \quad (4)$$

$$E_2 = U'_{AB} + I'(R_2 + r_2) \quad (5)$$

由式(4)与式(5)经移项后相除可得

$$\frac{E_2 - U_{BA}}{E_2 - U'_{AB}} = \frac{I}{I'} = 2 \quad (6)$$

将 $E_2 = 3$ 伏, $U_{BA} = 2$ 伏代入上式得

$$U'_{AB} = 2.5 \text{ 伏}$$

解法 I 根据全电路欧姆定律得

$$I = \frac{E_2 + E_1}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} \quad \text{代入已知数得}$$

$$I = \frac{4}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} \quad (1)$$

由题1-22(1)图(a)得

$$U_{BA} = E_2 - I(R_2 + r_2) \quad (2)$$

将(1)代入(2)得

$$2 = 3 - \frac{R_2 + r_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} \times 4 \quad (3)$$

由题1-22(1)图(b)得

$$I' = \frac{E_2 - E_1}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} \quad \text{代入已知数得}$$

$$I' = \frac{2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} \quad (4)$$

又

$$U'_{AB} = E_2 - I'(R_2 + r_2) = 3 - \frac{R_2 + r_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} \times 2 \quad (5)$$

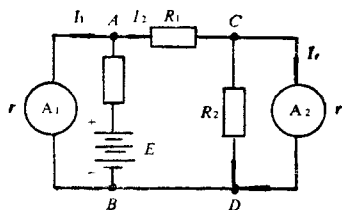
由(3)式求出

$$\frac{R_2 + r_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} = \frac{1}{4} \quad (6)$$

将(6)代入(5)得

$$U'_{AB} = 3 - \frac{2}{4} = 2.5 \text{ 伏}$$

1-23 见题1-23图(图中与E串联的电阻为R), 设 A_1 和 A_2 两安培计的内阻相等, 电源右边网路总电阻 R_{Σ} 恰好等于安培计的内阻 r 。已知 A_2 的读数为 A_1 读数的 $\frac{1}{n}$,



题1-23图