

电路和电磁场

习题解

陕西科学技术出版社

电路和电磁场习题解

西安交通大学编
电工原理教研室

电路和电磁场习题解

西安交通大学编
电工原理教研室

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 陕西省印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张16.5 字数350,000

1981年2月第1版 1981年2月第1次印刷

印数1—80,000

统一书号: 7202·18 定价: 1.70元

前 言

本书内容分为两个部分。第一部分是西安交通大学邱关源教授主编的由人民教育出版社1978年出版的《电路》（电工原理Ⅰ）一书的全部习题和题解。共十八章，约260道题。第二部分是西安交通大学副教授冯慈璋主编的由人民教育出版社1979年出版的《电磁场》（电工原理Ⅱ）一书的全部习题和题解。共九章，约160道题。全书约420道题，内容较为全面，系统。它既可以作为上述两书的配套材料，也可以单独参考使用。

本书中的每一道题解都有详细的解题过程，说明了解题的根据、步骤，并力求给出准确的结果。部分题解还讨论了不同的解法，有利于启发读者加深对问题的理解和开阔思路。

《电路》、《电磁场》是高等工科院校电力类，自动化类，和部分无线电类专业必修的两门重要技术基础课。本书对从事这两门课程教学的有关人员有重要的参考价值。对自学这两门课的有关读者有一定的指导意义。对于在学的学生，在独立完成作业的基础上，可以参考本书对照检查，有利于提高学习的效果。

冯慈璋副教授主编的《电磁场》一书，已由中央广播电视大学选为教材。所以本书可供电大的教师备课、辅导时参考使用。

本书所给出的答案，虽经广大教师、学员、读者的检验，并订正了部分错误。但错误和不妥之处恐难避免，欢迎读者批评指正。

本书在定稿过程中，西安交通大学沈官秋同志提了不少宝贵的意见，并帮助校正了一些错误，在此谨致以谢意。

编 者

一九八〇年九月

目 录

第一部分 电路《电工原理 I》

第一章	电路的基本概念和基本定律.....	(3)
第二章	直流电路的分析方法.....	(23)
第三章	正弦电流电路的基本概念.....	(50)
第四章	符号法.....	(66)
第五章	电路中的谐振.....	(106)
第六章	互感.....	(116)
第七章	三相电路.....	(129)
第八章	非正弦电路计算.....	(144)
第九章	简单电路中的过渡过程.....	(157)
第十章	傅里叶变换与拉普拉斯变换.....	(193)
第十一章	二端口网络.....	(217)
第十二章	多端元件和受控电源.....	(229)
第十三章	矩阵.....	(237)
第十四章	网络图论和网络方程.....	(250)
第十五章	状态方程.....	(276)
第十六章	计算方法.....	(293)
第十七章	非线性电阻电路.....	(302)
第十八章	磁路.....	(313)

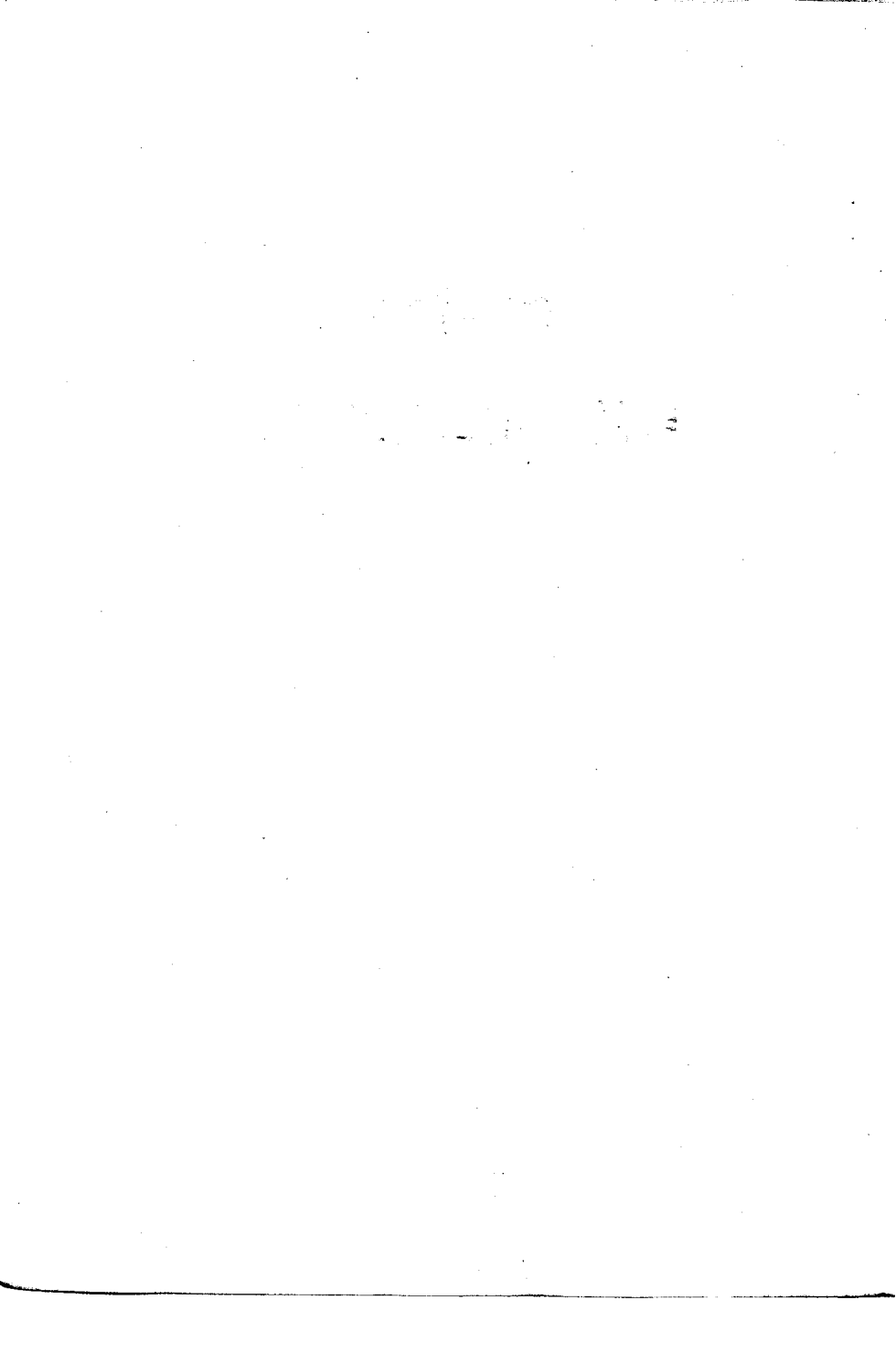
第二部分 电磁场《电工基础 I》

第一章	静电场.....	(323)
-----	----------	---------

第二章	恒定电场·····	(376)
第三章	恒定磁场·····	(393)
第四章	边值问题·····	(420)
第五章	时变场·····	(445)
第六章	平面电磁波、波导·····	(456)
第七章	均匀传输线中的导行电磁波·····	(473)
第八章	等离子体中的电磁场·····	(495)
第九章	运动系统的电磁场·····	(509)

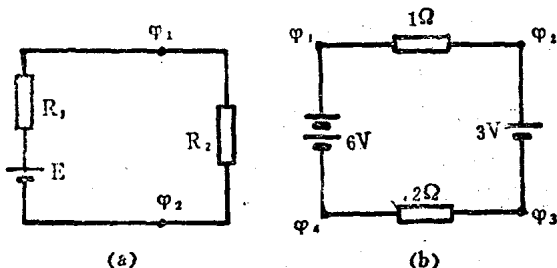
第一部分

电路《电工原理 I》



第一章 电路的基本概念和基本定律

1—1 画出附图所示电路中电流的实际方向，并比较各点电位的高低。



题 1—1 图

解 图 (a) 是一个单回路电路，并只有一个电动势 E ，所以电流的方向是从电动势 E 的正极流出，经电阻 R_1 、 R_2 回到电动势 E 的负极。可知电位 φ_1 高于 φ_2 。

图 (b) 也是一个单回路的电路，但有两个电动势 E_1 和 E_2 ，而且两者的方向相反。那么电路中电流的方向，应从电动势值大的 $6V$ 的正极流出，经 1Ω 电阻， 2Ω 电阻，回到 $6V$ 的负极。显然电路中各电位的关系是 $\varphi_1 > \varphi_2 > \varphi_3 > \varphi_4$ 。

1—2 已知： $E = 6$ 伏， $R_c = 2$ 千欧， $I_c = 1.5$ 毫安。
若取 0 点为电位参考点，求 $1, 2, 3, 4$ 点的电位（见附图）。

解 设所取参考点 0 的电位为零, 即 $\varphi_0 = 0$ 。由于 0 和 1 两点是同电位点, 所以 $\varphi_1 = 0$ 。

在 1 和 2 两点之间可得:

$$\varphi_2 - \varphi_1 = -E,$$

其中 $\varphi_1 = 0$,

所以 $\varphi_2 = -E = -6 \text{ V}$ 。

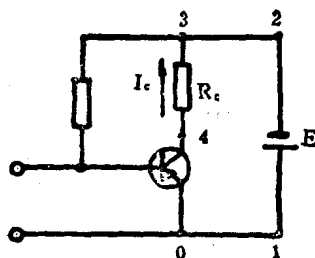
显然 2 和 3 两点也是同电位点, 所以 $\varphi_3 = -6 \text{ V}$ 。

在 3 和 4 两点之间的电压

$$U_{43} = I_c R_c = (1.5 \times 10^{-3})(2 \times 10^3) = 3 \text{ V},$$

同时根据 $U_{43} = \varphi_4 - \varphi_3$ 可得:

$$\varphi_4 = U_{43} + \varphi_3 = 3 - 6 = -3 \text{ V}。$$



题 1-2 图

1-3 已知: $E = 12 \text{ 伏}$,
c 点的电位 $\varphi_c = -4 \text{ 伏}$ (见附图, 以 0 点为电位参考点)。
求电压 U_{ac} 、 U_{ce} 和 U_{ec} 。

解 已知 $\varphi_0 = 0$,

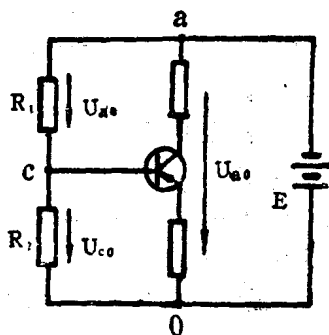
则

$$U_{ce} = -E = -12 \text{ V},$$

$$U_{cc} = \varphi_c - \varphi_0 = -4 \text{ V},$$

$$U_{ac} = U_{ce} - U_{cc} \\ = (-12) - (-4)$$

$$= -8 \text{ V}。$$



题 1-3 图

1-4 应用电压与路径无关这一特性, 求附图所示电路中的电压 U_{ab} 。

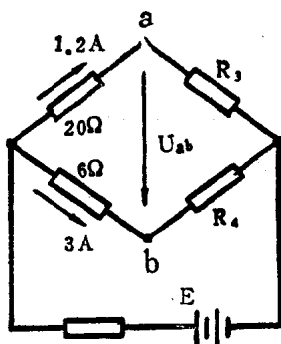
$$\begin{aligned}\text{解 } U_{ab} &= -1.2 \times 20 + 3 \times 6 \\ &= -6 \text{ V}.\end{aligned}$$

1-5 上题中, 若已知 $R_3 = 5$ 欧, 求电阻 R_4 。

$$\text{解 } U_{ab} = 1.2 \times R_3 - 3 \times R_4$$

$$\text{所以 } R_4 = \frac{1.2 \times R_3 - U_{ab}}{3}$$

$$= \frac{1.2 \times 5 - (-6)}{3} = 4 \Omega.$$



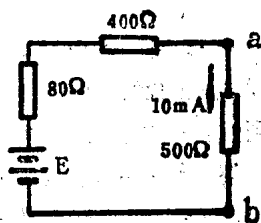
题 1-4 图

1-6 求附图所示电路中的电压 U_{ab} 、 U_{ba} 和电动势 E 。

$$\begin{aligned}\text{解 } U_{ab} &= (10 \times 10^{-3}) \times 500 \\ &= 5 \text{ V},\end{aligned}$$

$$U_{ba} = -U_{ab} = -5 \text{ V},$$

$$\begin{aligned}E &= (10 \times 10^{-3}) \\ &\times (80 + 400 + 500) \\ &= 9.8 \text{ V}.\end{aligned}$$



题 1-6 图

1-7 求电压 U_{ab} 、电流 I_2 、 I_3 以及电阻 R_3 , 并指出 I_1 、 I_2 和 I_3 的实际方向 (见附图), 已知 $I_1 = 5$ 安。

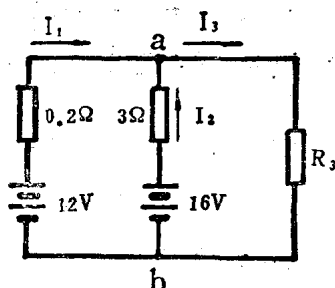
解 由附图左边一条支路可得

$$\begin{aligned} U_{ab} &= 12 - I_1 \times 0.2 \\ &= 12 - 5 \times 0.2 \\ &= 11\text{V}; \end{aligned}$$

由附图中中间一条支路可得

得

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{16 - U_{ab}}{3} \\ &= \frac{16 - 11}{3} = 1.667\text{A}. \end{aligned}$$



题 1—7 图

对节点a应用基尔霍夫电流定律可得

$$I_3 = I_1 + I_2 = 5 + 1.667 = 6.667\text{A};$$

$$\text{所以 } R_3 = \frac{U_{ab}}{I_3} = \frac{11}{6.667} = 1.65\Omega.$$

由于 I_1 、 I_2 、和 I_3 是按附图的参考方向计算的，结果又都是正值，所以它们的实际方向与附图中的参考方向相同。

1—8 比较100欧、1瓦的炭膜电阻和10千欧、0.25瓦炭膜电阻的额定电流和额定电压。如果把30伏直流电压分别加到这两个电阻上，电阻的工作情况如何？

解 设100欧、1瓦的电阻叫 R_1 ，10千欧、0.25瓦的电阻叫 R_2 ；它们的额定功率、额定电压和额定电流，分别用 P_1 、 P_2 ， U_1 、 U_2 ， I_1 、 I_2 来表示。因为 $P = I^2 R = U^2 / R$ ，所以在电阻和额定功率为已知的情况下，就可求得额定电压和额定电流为

$$U_1 = \sqrt{P_1 \times R_1} = \sqrt{1 \times 100} = 10\text{V}$$

$$I_1 = \sqrt{P_1/R_1} = \sqrt{1/100} = 0.1A$$

$$U_2 = \sqrt{P_2 \times R_2} = \sqrt{0.25 \times 10 \times 10^3} = 50V$$

$$I_2 = \sqrt{P_2/R_2} = \sqrt{0.25/10 \times 10^3} = 0.005A$$

由此结果可知：电阻 R_1 的额定电流是电阻 R_2 的额定电流的20倍； R_1 的额定电压是 R_2 的额定电压的五分之一。

只要在电阻两端加上超过额定电压值的电压，或通以超过额定电流值的电流，这个电阻都会因超过其额定功率而被烧坏。显然，把30伏的直流电压分别加在电阻 R_1 和 R_2 上，电阻 R_1 将因超过额定电压而被烧坏， R_2 未超过额定电压保持完好。

1—9 220伏、40瓦的灯泡显然比2.5伏、0.3安的小电珠亮得多。求40瓦灯泡的额定电流和小电珠的额定功率。我们能不能说瓦数大的灯泡亮，所以它的额定电流也大？

解 40瓦灯泡的额定电流 $I = P/U = 40/220 = 0.1818A$

小电珠的额定功率 $P = U \times I = 2.5 \times 0.3 = 0.7W$

灯泡的亮度，决定于它的功率（瓦数），瓦数大的灯泡比瓦数小的灯泡要亮。由于功率是电压和电流的乘积，所以我们笼统地说瓦数大的灯泡亮，它的额定电流也大，这是不确切的。例如本题，40瓦的灯泡比0.7瓦的小电珠肯定要亮得多，但40瓦灯泡的额定电流反而小。如果在额定电压彼此相同的条件下比较，说瓦数大的灯泡亮，它的额定电流也大，则是正确的。

1—10 如附图所示的电路是某晶体管放大电路，今已知

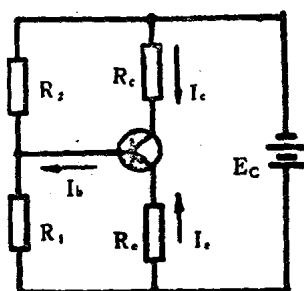
$I_b = 5$ 毫安, $I_c = 0.2$ 毫安。求集电极电流 I_c , 并指出它的实际方向。(提示: 晶体管可以看成是一个节点)。

解 按附图中所标电流的参考正方向, 由基尔霍夫电流定律得

$$I_c = I_b - I_e = 0.2 - 5$$

$$= -4.8 \text{ mA}$$

由于计算结果是负值, 表明 I_c 的实际方向与图中所选定的参考方向相反。



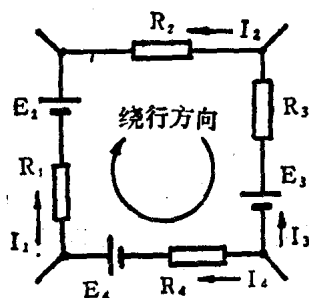
题 1—10图

1—11 应用基尔霍夫电压定律, 列出题 1—11图 a, b 所示的回路电压方程。

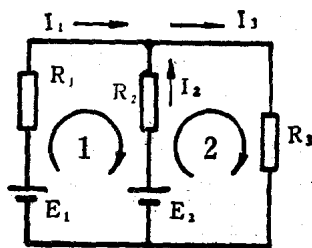
解 对图 (a): $I_1 R_1 - I_2 R_2 - I_3 R_3 + I_4 R_4 = E_1 - E_3 + E_4$

对图 (b) 的回路 1: $I_1 R_1 - I_2 R_2 = E_1 - E_2$

对图 (b) 的回路 2: $I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2$



(a)

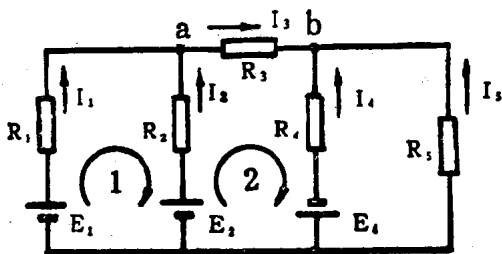


(b)

题 1—11图

1—12 在附图所示的电路中，有几个节点？几条支路？几个回路？

解 在附图所示的电路中有三个节点、五条支路、六个回路。



题 1—12图

1—13 在上题中，用基尔霍夫电流定律对节点a和b列出电流方程；用基尔霍夫电压定律对回路1和回路2列出电压方程。

解 电流方程（设流出节点的电流为正，流入为负）：

对节点a， $-I_1 - I_2 + I_3 = 0$

对节点b， $-I_3 - I_4 - I_5 = 0$

电压方程：

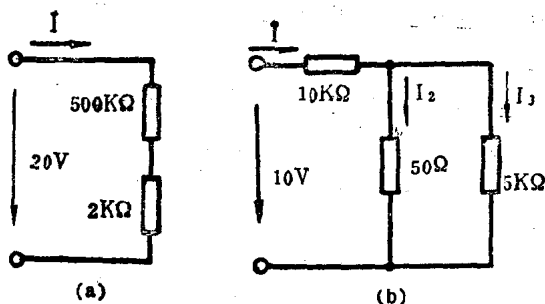
对回路1， $I_1 R_1 - I_2 R_2 = E_1 - E_2$

对回路2， $I_2 R_2 + I_3 R_3 - I_4 R_4 = E_2 + E_4$ 。

1—14 试估算附图所示电路中的电流I、 I_1 和 I_2 。

解 对图(a)，由于 $2\text{k}\Omega \ll 500\text{k}\Omega$ ，所以在估算电流I时，可以略去 $2\text{k}\Omega$ ，这样

$$I \approx \frac{20}{500 \times 10^3} = 0.04\text{mA}。$$



题 1—14图

对图 (b)，由于 50Ω 与 $5k\Omega$ 并联后的等值电阻小于 50Ω ，它远小于 $10k\Omega$ 的电阻，所以在估算电流 I 时，可以把它略去，这样 $I \approx (10/10 \times 10^3) = 1\text{mA}$ 。对 I_2 和 I_3 ，最粗略的估算是 $I_2 \approx I = 1\text{mA}$ ，而 $I_3 \approx 0$ 。

1—15 今将内阻为 0.5Ω ，量程为 1A 的安培表误接到电源上，若电源电压为 10V ，试问安培表中将通过多大的电流？将发生什么后果？

解 所谓 1A 的量程，表示这个安培表通过 1A 的电流时，安培表的指针作满度偏转。超过 1A ，就叫超限（或超量程）。一般表计是不允许超限使用的，超限就有可能损坏表计。现在把所给的安培表直接接到 10V 电源上，通过安培表的电流为 $I = 10/0.5 = 20\text{A}$ 。它已是量程的 20 倍，所以该表将因超限而损坏。

1—16 (1) 有一滑线电阻作为分压器使用（见附图 a），其电阻 R 为 100Ω ，额定电流为 1.5A 。若已知 $U = 100\text{V}$ ， $R_1 = 22\Omega$ ，求输出电压 U_2 。

(2) 若误将内阻为 0.5Ω ，量程为 1A 的安培表看成