

普通高等教育“十二五”规划教材

电工基础学习辅导 与习题详解

DIANGONG JICHU XUEXI FUDAO
YU XITI XIANGJIE

主 编 张 涛 张 敏
副主编 金德飞 张 晨



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等教育“十二五”规划教材

电工基础学习辅导与 习题详解

主 编 张 涛 张 敏
副主编 金德飞 张 晨

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是以秦曾煌等主编的《电工学》(上)第7版中的练习与思考题、课后习题为参考编写的。本书内容包括每章的大纲要求、知识点归纳、学习指导、练习思考题解答、课后习题详解和8套模拟试题等。本书从习题详解入手,在详细分析解题思路基础上,给出了每个题目正确的解题方法,引导学生在做题的基础上掌握相关的理论知识和解题方法,帮助学生吃透教材,快速提升自学能力和思维水平,轻松达到期末考试的测试要求。本书也可作为教师和考研学生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工基础学习辅导与习题详解 / 张涛,张敏主编. —北京:国防工业出版社,2014.12
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-118-09911-9

I. ①电... II. ①张...②张... III. ①电工学—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM1

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第028734号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 22 字数 508 千字

2014年12月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 43.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777
发行传真:(010)88540755

发行邮购:(010)88540776
发行业务:(010)88540717

前言

“电工学”是普通高等学校工科非电专业必修的一门专业基础课,也有很多学校将之作为考研的专业课程,包括电路、磁路、电机、供配电、继电器接触器、PLC 及电工测量等,内容多而复杂,为了帮助广大学生快速掌握该课程内容,同时也为了适应少学时教学改革,我们编写了本书。

本书以秦曾煌等主编的《电工学》(上)第7版为参考,内容包括大纲要求、知识点归纳、学习指导、练习思考题解答、课后习题详解和模拟试题等六部分。对每章的重要知识点进行归纳,在详细分析解题思路基础上,给出了每个题目正确的解题方法,引导学生在做题的基础上掌握相关的理论知识和解题方法,帮助学生吃透教材,快速提升自学能力和思维水平,轻松达到期末考试的测试要求。

本书的主要特点:

- (1) 重要知识点归纳。
- (2) 概念清楚,解题步骤完整。
- (3) 清晰的解题思路分析。
- (4) 模拟自测试题。

重要知识点归纳可让读者快速掌握每章的主要内容,便于自学与复习;在课后习题的求解过程中,概念清楚,详细分析了求解思路与方法,给出了完整的解题步骤,为提高读者的解题能力夯实基础;给出的8套自测试题可供读者检测学习效果,也可作为该课程考试用卷。

本书的编者都是多年从事“电工学”教学工作的教师,经验丰富,在参考同类书籍的基础上,编写了本书,在此向参与编写的编者表示感谢!

由于水平有限,书中难免存在疏忽和不妥之处,恳请读者批评指正,便于我们改进。

编者

2014.11

目 录

第1章 电路的基本概念与基本定律	1
第1节 电压和电流的参考方向	2
第2节 欧姆定律	3
第3节 电源有载工作、开路与短路	4
第4节 基尔霍夫定律	8
第5节 电路中电位的概念及计算	10
习题详解	12
第2章 电路的分析方法	25
第1节 电压和电流的参考方向	29
第2节 电源的两种模型及其等效变换	32
第3节 支路电流法	35
第4节 结点电压法	36
第5节 叠加原理	37
第6节 戴维宁定理与诺顿定理	39
第7节 非线性电阻电路的分析	43
习题详解	44
第3章 电路的暂态分析	80
第1节 电阻元件、电感元件与电容元件	82
第2节 储能元件和换路定则	82
第3节 RC 电路的响应	84
第4节 一阶线性电路暂态分析的三要素法	87
第5节 RL 电路的响应	88
习题详解	89
第4章 正弦交流电路	108
第1节 正弦电压与电流	111
第2节 正弦量的向量表示法	114
第3节 单一参数的交流电路	116
第4节 电阻、电感与电容元件串联的交流电路	119

第5节 阻抗的串联与并联·····	121
第6节 交流电路的频率特性·····	124
第7节 功率因数的提高·····	125
第8节 非正弦周期电压和电流·····	126
习题详解·····	127
第5章 三相电路 ·····	167
第1节 三相电压·····	170
第2节 负载星形连接的三相电路·····	171
习题详解·····	173
第6章 磁路与铁心线圈电路 ·····	188
第1节 交流铁心线圈电路·····	189
第2节 变压器·····	190
第3节 电磁铁·····	192
习题详解·····	193
第7章 交流电动机 ·····	205
第1节 三相异步电动机的转动原理·····	206
第2节 三相异步电动机的电路分析·····	208
第3节 三相异步电动机的转矩与机械特性·····	209
第4节 三相异步电动机的起动·····	211
第5节 三相异步电动机的铭牌数据·····	211
习题详解·····	212
第8章 直流电机 ·····	225
第1节 直流电机的基本工作原理·····	226
第2节 直流电机的起动与反转·····	227
第3节 并励电动机的调速·····	228
习题详解·····	228
第9章 控制电机 ·····	234
习题详解·····	234
第10章 继电器接触器控制系统 ·····	238
第1节 电压和电流的参考方向·····	238
第2节 时间控制·····	240
习题详解·····	240

第 11 章 可编程控制器及其应用	254
习题详解.....	254
第 12 章 工业企业供电与安全用电	273
第 13 章 电工测量	275
习题详解.....	276
附录 8 套模拟试题及答案	284
参考文献	343

第1章 电路的基本概念与基本定律

本章要求

- (1) 掌握电流、电压参考方向的概念,电源有载工作、开路和短路的概念,基尔霍夫电流和电压定律的概念,电位的计算。
- (2) 熟悉欧姆定律及其应用,结点、回路、支路和网孔的概念。
- (3) 了解电路的基本概念与电路模型;额定值与实际值的概念。

知识点归纳

- (1) 电路的作用:实现电能的传输和转换(强电领域);实现信号传递与处理(弱电领域)。
- (2) 电路的组成:由电源(产生电能)、中间环节、负载(消耗电能)三部分组成。
- (3) 激励与响应:电源或信号源的电压和电流称为激励;由激励在电路各部分产生的电压和电流称为响应。
- (4) 理想元件:在一定条件下,为突出实际元件的主要电磁性质而得到的电路元件称为理想电路元件。
- (5) 电路模型:由理想电路元件组成的电路称为实际电路的电路模型。
- (6) 电流和电压的实际方向与参考方向:电流和电压的实际方向是习惯上规定的,即电流的实际正方向为正电荷运动的方向,电压的实际正方向为高电位指向低电位即电位降低的方向,电动势的正方向规定在电源内部由低电位指向高电位即电位升高的方向;参考方向是为了最终确定其实际方向而任意规定的方向,将参考方向设定好之后列方程组,求解后根据结果的正负来确定电流、电压和电动势的实际方向。参考方向一致,即电流的参考方向由电压参考方向的 $+$ $\rightarrow$ $-$;参考方向相反即电流的参考方向由电压参考方向的 $-$ $\rightarrow$ $+$ 。
- (7) 欧姆定律:流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比,如列方程前假设的电流、电压的参考方向一致,则 $U = IR$;反之,则 $U = -IR$ 。
- (8) 理想电源:只产生电能而不消耗电能的电源(不存在),分为理想电压源(输出电压恒定,电流随外部电路变化而变化)和理想电流源(输出电流恒定,电压随外部电路变化而变化);实际电源:在产生电能的同时又消耗部分电能的电源,实际电源可由理想电压源和电阻的串联、理想电流源与电阻的并联作为其电路模型;当采用电压源模型时, $E = U + IR_0$, $U = IR$ 。
- (9) 功率平衡:电路中电源发出的电能与负载消耗的电能相等(能量守恒的体现)。

(10) 电源与负载的判断:①按照实际方向判断,即电流从“+”流出,发出功率,为电源;从“-”流出,吸收功率,为负载。②按照参考方向和功率计算结果的正负号判断,两者参考方向一致,且 $P = UI > 0$,吸收功率,为负载,两者参考方向一致,且 $P = UI < 0$,发出功率,为电源;两者参考方向相反,且 $P = UI < 0$,吸收功率,为负载,两者参考方向相反,且 $P = UI > 0$,发出功率,为电源。

(11) 电源开路与短路:电源开路时,输出功率为0,输出电压为 E ,输出电流为0;短路时,输出电压为0,输出电流 $I = E/R_0$,电源发出的功率全部消耗在电源的内阻上。

(12) 支路:电路中的每一个分支为支路,支路中流过的电流为支路电流;结点指3个或3个以上的支路连接点;回路指电路中闭合的任意部分电路;网孔指内部不包含任何支路的回路。

(13) 基尔霍夫电流定律(KCL):对象为结点,在任一时刻,流入一个结点的电流始终等于流出该结点的电流,该定律还可推广到任意闭合的面,即流入闭合面的电流与流出该闭合面的电流始终相等;基尔霍夫电压定律(KVL)指在任一回路中,沿某一循行方向上,电位升之和等于电位降之和,也可推广到未闭合的回路中。

(14) 电位的计算:两点之间电压即为两点电位之差,首先选定参考电位点,然后根据KCL、KVL和欧姆定律计算即可。

学习指导

(1) 电路元件是一种科学的抽象,如发生在各种实际电路元器件中的电磁现象,按性质可分为供给电能、消耗电能、储存磁场能量、储存电场能量等。将上述的这些性质的电磁现象分别用一理想化电路元器件来表征,即电源、电阻、电感和电容。

(2) 本章的一个难点是电压和电流的参考方向的学习。电压和电流的实际方向是如何规定的?有了实际方向,为何还要引入参考方向?参考方向的含义是什么?对于任何一个具体电路,是否可以任意规定参考方向?注意:参考方向的假设不会影响到电路计算的正确性,假设的电流参考方向是否符合实际,将在计算结果的符号上反映出来。

(3) 实际电路中,电压源与电流源的电路模型分别是由什么电路元件构成的?电源工作的外特性是怎样的?理想电压源与理想电流源分别有什么特性?一个电源有可能是发出功率也有可能是吸收功率的,怎样判别该元件是作为电源还是负载?

(4) 基尔霍夫定律是电路分析中一种最基本的方法,可应用于任何复杂电路的分析。要注意KCL定律可以推广于应用任一闭合面。KVL定律可以推广应用于开口电路。

第1节 电压和电流的参考方向

1.1.1 在图1.1(a)中, $U_{ab} = -5V$,试问a、b哪点的电位高?

【解题过程】

电压的参考方向主要有“+”“-”极性和双下标两种表示方法,根据电压与电位之间关系,即两点之间的电压为两点的电位之差,可知, $U_{ab} = V_a - V_b = -5$,因此,a点的电位

低于 b 点的电位。答案是:b 点的电位高。

1.1.2 在图 1.1(b) 中, $U_1 = -6\text{V}$, $U_2 = 4\text{V}$, 试问 U_{ab} 等于多少伏?

【解题过程】

题干要求的是 a 点相对于 b 点的电压, 根据电位的升高和降低知识点可知, 从 b 点开始经过下面的电阻后电位降低了 U_2 (升高了 $-U_2$), 再经过上面的电阻后, 电位升高了 U_1 , 因此 $U_{ab} = -U_2 + U_1 = -6 - 4 = -10$ (V)。

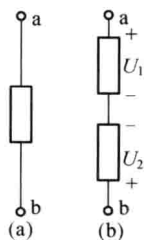


图 1.1

关键点: 要注意公式中的正、负号与代入后的正、负号。

1.1.3 U_{ab} 是否表示 a 端的实际电压高于 b 端的实际电压?

【解题过程】

由电压参考方向表示方法主要有两种, 一种是“+”和“-”极性表示法, 另一种是采用双下标表示法, 如 U_{ab} 表示 a 点相对于 b 点的电压。因此, 不是表示 a 点的实际电位高于 b 点的实际电位, a、b 两点实际电位之间关系还要看 U_{ab} 最终计算结果的正负号, 如 U_{ab} 为正, 则 a 点的实际电位高于 b 点的实际电位, 如为负, 则 a 点的实际电位低于 b 点的实际电位。

第 2 节 欧姆定律

1.2.1 $2\text{k}\Omega$ 的电阻中通过 2mA 的电流, 试问电阻两端的电压是多少?

【解题过程】

如果取电压的参考方向与电流的参考方向一致, 则 $U = IR = 2 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3} = 4$ (V); 反之, 如果取电压的参考方向与电流的参考方向相反, 则 $U = -IR = -2 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3} = -4$ (V)。

1.2.2 计算图 1.2 中的两题。

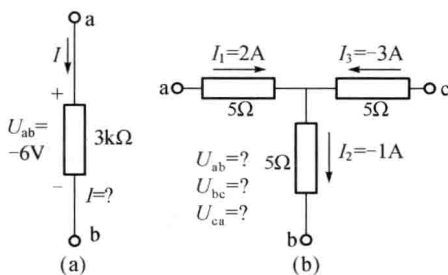


图 1.2

【解题过程】

在图 1.2(a) 中, 根据图示的电压与电流参考方向, 可以判断出两者的参考方向相同, 因此根据欧姆定律 $U = IR$, $I = U/R = -6/(3 \times 10^3) = -2 \times 10^{-3}$ (A)。图 1.2(b) 中, $U_{ab} = 5 \times 2 + 5 \times (-1) = 5$ (V); $U_{bc} = -[(-1) \times 5 + 5 \times (-3)] = 20$ (V); $U_{ca} = -3 \times 5 - 2 \times 5 = -25$ (V)。

1.2.3 试计算图 1.3 所示电路在开关 S 闭合与断开两种情况下的电压 U_{ab} 和 U_{cd} 。

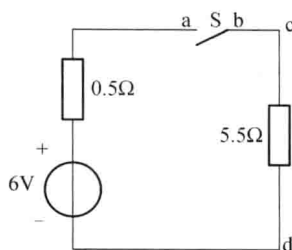


图 1.3

【解题过程】

当开关 S 断开时, 电路中无电流, 电路中两电阻的端电压为零, 所以 $U_{cd} = 0V$, 由 KVL, 可求出 $U_{ab} = 6V$; 当开关 S 闭合后, a、b 两点之间通过导线连接, 因此 $U_{ab} = 0V$; 0.5Ω 和 5.5Ω 两电阻串联分压, $U_{cd} = 5.5\Omega \times 6V / (5.5\Omega + 0.5\Omega) = 5.5V$ 。

1.2.4 为了测量某直流电机励磁线圈的电阻 R , 即“伏安法”。电压表读数为 $220V$, 电流表读数为 $0.7A$, 试求线圈的电阻。如果在实验时有人误将电流表当做电压表, 并联在电源上, 其后果如何? 已知电流表的量程为 $1A$, 内阻 R_0 为 0.4Ω 。

【解题过程】

本题中介绍了一种测量电阻的方法——“伏安法”, 题目与电动机无关, 电压表内阻很大, 约为 ∞ , 电流表内阻很小, 故求线圈电阻时要考虑电流表内阻的影响, 所以, 线圈电阻 $R = U/I - R_0 = 220V/0.7A - 0.4\Omega = 313.89\Omega$ 。当误将电流表作为电压表并接入电路时, 由于电流表内阻很小, 因此, 电源被电流表短接, 电流表中流过很大的短路电流, 电流表被烧毁。

第 3 节 电源有载工作、开路与短路

1.3.1 在图 1.4 所示的电路中:

- (1) 试求开关 S 闭合前后电路的电流 I_1 、 I_2 、 I 及电源的端电压 U ; 当 S 闭合时, I_1 是否被分去一些?
- (2) 如果电源的内阻 R_0 不能忽略不计, 则闭合 S 时, $60W$ 白炽灯中的电流是否有所变动?
- (3) 计算 $60W$ 和 $100W$ 白炽灯在 $220V$ 电压下工作时的电阻, 哪个的电阻大?
- (4) $100W$ 的白炽灯每秒消耗多少电能?

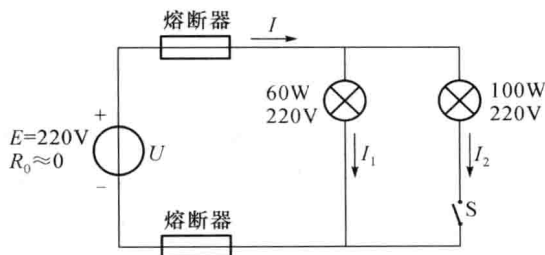


图 1.4

(5) 设电源的额定功率为 125kW, 端电压为 220V, 当只接上一个 220V/60W 的白炽灯时, 白炽灯会不会被烧毁?

(6) 电流流过白炽灯后, 会不会减少一点?

(7) 如果由于接线不慎, 100W 白炽灯的两端碰触(短路), 当闭合 S 时, 后果如何? 100W 白炽灯的灯丝是否被烧断?

【解题过程】

(1) 由于 $R_0 \approx 0$, 所以该电源为理想电压源, 其输出电压始终为其电动势 $E = 220\text{V}$ 。两灯的电阻分别为 $R_1 = U^2/P_1 = 220^2/60 = 807(\Omega)$, $R_2 = U^2/P_2 = 220^2/100 = 484(\Omega)$ 。

开关 S 闭合前: $I_2 = 0$, 而 $I = I_1 = U/R_1 = 220/807 = 0.273(\text{A})$ 。

开关 S 闭合后: 两灯泡并联, 电路总电阻 $R = R_1 // R_2$, 所以有 $I = U/[R_1 \times R_2/(R_1 + R_2)] = 0.727\text{A}$ 。

两灯泡为并联, 因此 $I_1 = U/R_1 = 220/807 = 0.273(\text{A})$, 所以 $I_2 = I - I_1 = 0.727 - 0.273 = 0.454(\text{A})$ 。

由上可见, 因为灯泡为并联, 开关 S 闭合后 I_1 无变化。

(2) 如果电源电阻 R_0 不能忽略不计, 则当开关 S 闭合后, 电路的总电阻变小, 所以电路总电流 I 将变大, 电路端电压 U 变小, 而 60W 灯泡电阻未变, 所以其中的电流 I_1 将变小。

(3) 由(1)得, $R_1 = 807\Omega$, $R_2 = 484\Omega$, 所以 60W 白炽灯电阻大。

(4) 100W 白炽灯每秒消耗的电能 $W_2 = P_2 t = 100 \times 1 = 100(\text{J})$ 。

(5) 白炽灯额定电压与端电压相同, 所以不会被烧毁, 这与电源额定功率无关。

(6) 不会。同一条支路上的电流是相同的。

(7) 当开关 S 闭合后, 电源被短路, 熔断器烧断, 导致整个电路断开, 100W 白炽灯中无电流流过, 灯丝不会被烧断。

1.3.2 额定电流为 100A 的发电机, 只接了 60A 的照明负载, 还有电流 40A 流到哪里去了?

【解题过程】

发电机发出的电压是恒定的, 可认为是一个恒压源, 其实际输出电流取决于负载, 与它的额定电流无关。负载用 60A, 那么发电机也只输出 60A, 并不存在多余的 40A 电流。

1.3.3 额定值为 1W/100Ω 的碳膜电阻, 在使用时电流和电压不得超过多大数值?

【解题过程】

对于 1W/100Ω, 由 $P = U^2/R$, 可求出额定电压 $U = 10\text{V}$; 额定电流 $I = U/R = 10/100 = 0.1(\text{A})$ 。因此, 使用时电流不得超过 0.1A, 电压不得超过 10V。

1.3.4 在图 1.5 中, 方框代表电源或负载。已知 $U = 220\text{V}$, $I = -1\text{A}$, 试问哪些方框是电源? 哪些是负载?

【解题过程】

根据电压和电流的实际方向判断: 由 $U = 220\text{V}$, $I = -1\text{A}$ 表明, 电压的实际方向与参考方向相同, 电流的实际方向与其参考方向相反。

图 1.5(a) 中, 电流实际方向与电压实际方向相反, 电流从“+”流出, 是电源。

图 1.5(b) 中, 电流实际方向与电压实际方向相同, 电流从“+”流入, 是负载。

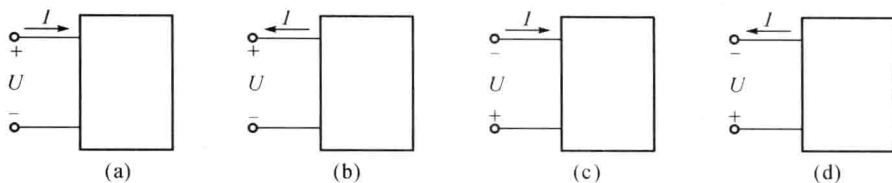


图 1.5

图 1.5(c)中,电流实际方向与电压实际方向相同,电流从“+”流入,是负载。

图 1.5(d)中,电流实际方向与电压实际方向相反,电流从“+”流出,是电源。

根据电压、电流参考方向和功率的计算结果进行判断:

图 1.5(a)中电压与电流参考方向一致, $P = 220 \times (-1) < 0$,发出功率,所以是电源。

图 1.5(b)中电压与电流参考方向相反, $P = 220 \times (-1) < 0$,吸收功率,所以是负载。

图 1.5(c)中电压与电流参考方向相反, $P = 220 \times (-1) < 0$,吸收功率,所以是负载。

图 1.5(d)中电压与电流参考方向一致, $P = 220 \times (-1) < 0$,发出功率,所以是电源。

1.3.5 图 1.6 所示是一电池电路,当 $U = 3\text{V}$, $E = 5\text{V}$ 时,该电池做电源(供电)还是做负载(充电)用? 图 1.7 所示也是一电池电路,当 $U = 5\text{V}$, $E = 3\text{V}$ 时,则又如何? 两图中,电流 I 是正值还是负值?

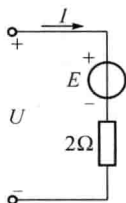


图 1.6

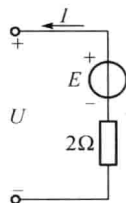


图 1.7

【解题过程】

图 1.6 中,由 KVL, $U = E + IR$, 所以 $I = (U - E)/R = (3 - 5)/2 = -1(\text{A})$ 。电流实际方向从电池“+”流出,电池为电源。

图 1.7 中,由 KVL, $E = U - IR$, 所以 $I = (E - U)/R = (3 - 5)/2 = -1(\text{A})$ 。电流实际方向从电池正“+”流入,电池为负载。

1.3.6 有一台直流发电机,其铭牌上标有 $40\text{kW}/230\text{V}/174\text{A}$ 。试问什么是发电机的空载运行、轻载运行、满载运行和过载运行? 负载的大小一般指什么而言?

【解题过程】

空载运行是指发电机输出端未接负载的工作状态。轻载运行是指发电机接负载运行时,输出电流小于其额定电流的状态。满载运行是指发电机接负载运行时,输出电压、电流、功率均等于其额定值的状态。过载运行是指发电机接负载运行时,输出电流、功率均大于其额定值的状态。负载的大小一般指发电机输出电流或功率的大小。

1.3.7 一个电热器从 220V 的电源取用的功率为 1000W ,如将它接到 110V 的电源上,则取用的功率为多少?

【解题过程】

根据条件可求出电热器的电阻为 $R = U^2/P = 48.4(\Omega)$ 。当电源电压变为 $110(\text{V})$ 时, 其取用功率为 $P = U^2/R = 110^2/48.4 = 250(\text{W})$ 。

1.3.8 根据日常观察, 电灯在深夜要比黄昏时亮一些, 为什么?

【解题过程】

黄昏时, 用电处在高峰期, 输电线上电流较大, 电源内部和输电线上压降损耗较大, 电灯两端电压较低, 因此功率未到额定状态, 电灯较暗。而在深夜, 用电处在低谷期, 输电线上电流变小, 电源内部和输电线上压降损耗变低, 加在电灯两端的电压就变高, 电灯较亮, 所以比黄昏时要亮一些。

1.3.9 电路如图 1.8 所示, 设电压表的内阻为无穷大, 电流表的内阻为零。当开关 S 处于位置 1 时, 电压表的读数为 10V ; 当 S 处于位置 2 时, 电流表的读数为 5mA 。试问当 S 处于位置 3 时, 电压表和电流表的读数各为多少?

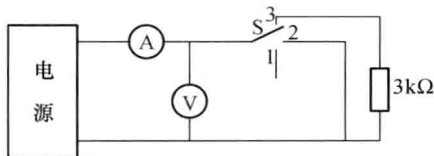


图 1.8

【解题过程】

本题是通过电压表和电流表先测量出电源的电动势和内阻后, 再对电源加上电阻后求电流。开关 S 处在 1 时, 电路开路, 此时电压表测量出电源电动势 $E = 10\text{V}$ 。当开关 S 处在 2 时, 电源短路, 此时电流表读数为 $I_2 = 0.005\text{A}$, 设电源内阻为 R_0 , 则 $R_0 = E/I_2 = 10/0.005 = 2(\text{k}\Omega)$ 。当 S 处在 3 时, 此时负载 $R = 3\text{k}\Omega$, 电流表读数 $I = E/(R_0 + R) = 10/(2000 + 3000) = (2(\text{mA}))$, 电压表读数则为 $R = 3\text{k}\Omega$ 电阻的端电压 $U = I \times R = 0.002 \times 3000 = 6(\text{V})$ 。

1.3.10 在图 1.9 中, 将开关 S 断开和闭合两种情况下, 试问电流 I_1 、 I_2 、 I_3 各为多少? 图 1.9 中, $E = 12\text{V}$, $R = 3\Omega$ 。

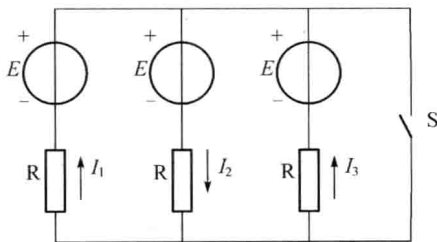


图 1.9

【解题过程】

开关 S 断开时, 3 条支路完全相同, 所以 3 条支路中均无电流, 即 $I_1 = I_2 = I_3 = 0$; 开关 S 闭合时, 3 条电源所在支路全部被短接, 因此 I_1 、 I_2 、 I_3 三者之间可认为是独立的, $I_1 = E/R = 12/3 = 4(\text{A})$, $I_2 = -4(\text{A})$, $I_3 = 4(\text{A})$ 。

第4节 基尔霍夫定律

1.4.1 在图 1.10 所示电路中,如 I_A 、 I_B 、 I_C 的参考方向如图中所设,这 3 个电流有没有可能都是正值?

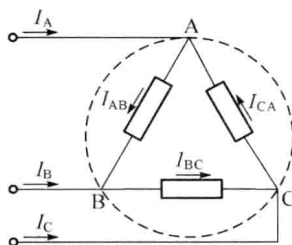


图 1.10

【解题过程】

根据 KCL,流入和流出虚线圆圈的电流必须相等,则 $I_A + I_B + I_C = 0$,因此,3 个电流不可能都为正值。

1.4.2 求图 1.11 所示电路中电流 I_5 的数值,已知 $I_1 = 4\text{A}$, $I_2 = -2\text{A}$, $I_3 = 1\text{A}$, $I_4 = -3\text{A}$ 。

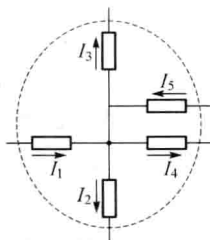


图 1.11

【解题过程】

由 KCL,流入虚线圈的电流和流出的电流相等,可直接求出: $I_5 = I_2 + I_3 + I_4 - I_1 = -2 + 1 - 3 - 4 = -8(\text{A})$ 。

1.4.3 在图 1.12 所示电路中,已知 $I_a = 1\text{mA}$, $I_b = 10\text{mA}$, $I_c = 2\text{mA}$,求电流 I_d 。

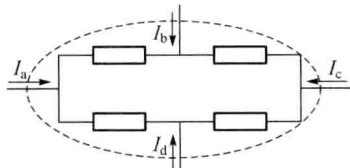


图 1.12

【解题过程】

由 KCL,流入虚线圈内和流出虚线圈的电流应相等, $I_a + I_b + I_c + I_d = 0$,代入求解可得 $I_d = -13(\text{mA})$ 。

1.4.4 在图 1.13 所示的两个电路中,各有多少支路和结点? U_{ab} 和 I 是否等于零? 如将图 1.13(a)中右下臂的 6Ω 改为 3Ω ,则又如何?

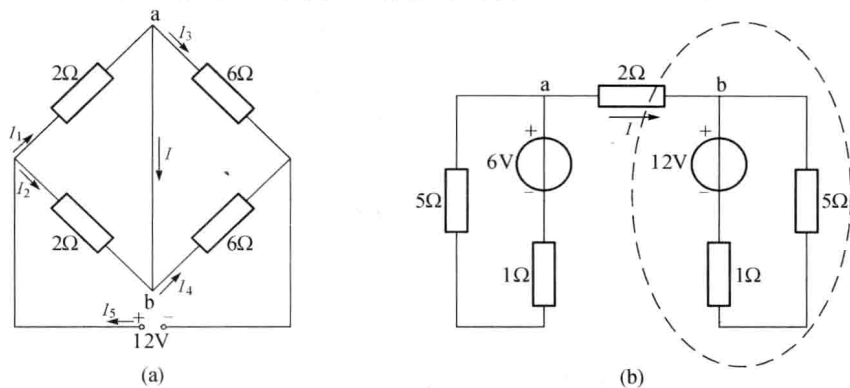


图 1.13

【解题过程】

根据结点和支路定义可数出,图 1.13(a)中有 6 条支路和 4 个结点。将 a、b 之间断开,可求出 $V_a = V_b$,因此两点为等电位点, $U_{ab} = 0$,将 a、b 两点短接后 $I = 0$ 。图 1.13(b)中,由 KCL,流入虚线的电流为 I ,而无流出的电流,因此 I 必为 0,则 $U_{ab} = I \times 2 = 0(\text{V})$ 。若将图 1.13(a)中右下臂 6Ω 改为 3Ω ,则电路总电阻为 $R' = 2//2 + 6//3 = 3(\Omega)$,所以 $I_5 = 12/3 = 4(\text{A})$,由并联分流原理得 $I_1 = I_2 = I_5/2 = 2(\text{A})$, $I_3 = 3I_5/(3 + 6) = 1.33(\text{A})$,对 a 点列 KCL 方程,得 $I = I_1 - I_3 = 2 - 1.33 = 0.67(\text{A})$ 。

1.4.5 按照 $\sum E = \sum (RI)$ 和图 1.14 所示回路的循行方向,写出基尔霍夫电压定律的表达式。

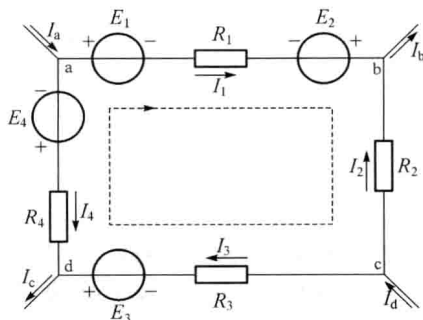


图 1.14

【解题过程】

根据 KVL, $\sum E = \sum (RI)$,按照图 1.14 所示回路的循行方向,可列出 KCL 的表达式为 $-E_1 + E_2 + E_3 - E_4 = I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 - I_4 R_4$ 。

1.4.6 电路如图 1.15 所示,计算电流 I 、电压 U 和电阻 R 。

【解题过程】

由推广的 KCL 可知,虚线内可视为广义结点,由 KCL 可求得 $I = 5(\text{A})$;再由 KCL 可求出 $I_1 = -5 - 10 = -15(\text{A})$, $I_2 = I_1 + 3 = -12(\text{A})$, $I_R = I - 3 = 2(\text{A})$;选择包含电阻 R 的

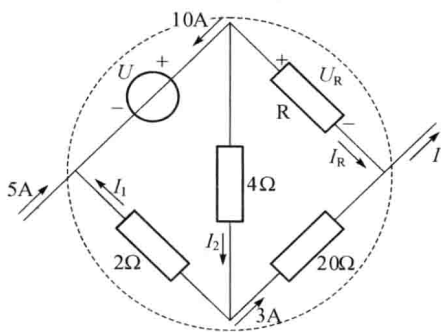


图 1.15

回路列 KVL 电压方程可求得 $U_R = 4I_2 + 3 \times 20 = -48 + 60 = 12(\text{V})$, 所以电阻 $R = U_R / I_R = 12/2 = 6(\Omega)$; 再选择包含 U 的回路列 KVL 方程 $U = 4I_2 + 2I_1 = -48 - 30 = -78(\text{V})$ 。

第 5 节 电路中电位的概念及计算

1.5.1 计算图 1.16 所示两电路中 A、B、C 点的电位。

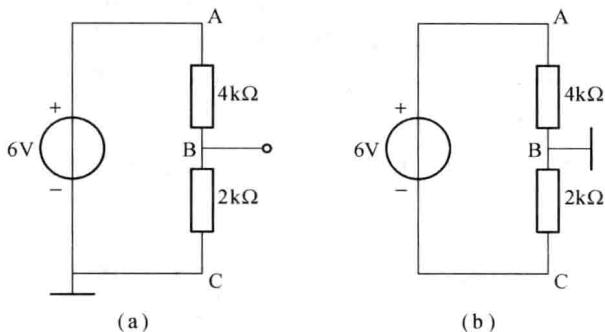


图 1.16

【解题过程】

图 1.16(a) 中, 因为 C 点接地, 其电位直接为零即 $V_C = 0$, 电路中两电阻串联, 由分压公式可分别计算出 $4\text{k}\Omega$ 和 $2\text{k}\Omega$ 电阻的端电压, $U_{AB} = 4 \times 6 / (4 + 2) = 4(\text{V})$, $U_{BC} = 6 - U_{AB} = 2(\text{V})$, 因此 $V_B = V_C + U_{BC} = 2(\text{V})$, $V_A = V_B + U_{AB} = 6(\text{V})$ 。图 1.16(b) 中, 由于参考点选择在 B 点, 因此 $V_B = 0$, 而 $4\text{k}\Omega$ 和 $2\text{k}\Omega$ 电阻的端电压没变, 仍然为 $U_{AB} = 4(\text{V})$, $U_{BC} = 2(\text{V})$, 所以, 根据电位升高还是降低, 可求出 $V_C = V_B - U_{BC} = -2(\text{V})$, $V_A = V_B + U_{AB} = 4(\text{V})$ 。

1.5.2 有一电路如图 1.17 所示。

(1) 零电位参考点在哪里? 画电路图表示出来。

(2) 当将电位器 R_p 的滑动触点向下滑动时, A、B 两点的电位增高了还是降低了?

【解题过程】

该图为简化图, 由图 1.17 就应该能够直接画出包含全部电源的电路图, 如图 1.18 所示, 零电位参考点在 $\pm 12\text{V}$ 电源之间的 C 点, 电路图如图 1.18 所示。