

DIANGONGXUE  
DIANGONGJISHUQUANCHENGXUEXIZHIDAOYUXITIJINGJIE



# 电 工 学

## 电工技术

### 全程学习指导与习题精解

主编 林 莹 黄 颖 石 会

( 高教第七版 · 上册 )



东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

013069786

TM1-42

26

V1

# 电工学(电工技术) 全程学习指导与习题精解

(高教第七版·上册)

主 编 林 莹 黄 颖 石 会



东南大学出版社

· 南京 ·



北航

C1678444

TM1-42  
26  
V1

337080810

## 图书在版编目(CIP)数据

电工学(电工技术)全程学习指导与习题精解. 上/  
林莹, 黄颖, 石会主编. —南京: 东南大学出版社,  
2013. 7

ISBN 978-7-5641-4360-2

I. ①电… II. ①林… ②黄… ③石… III. ①电工  
技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 147286 号

(上册·理工类教材)

合 合 群 黄 莹 林 会 主

## 电工学(电工技术)全程学习指导与习题精解(高教第七版·上册)

主 编 林 莹 黄 颖 石 会  
电 话 (025)83793329/83362442(传真)  
特约编辑 李 香

责任编辑 刘 坚 戴季东  
电子邮件 liu-jian@seu.edu.cn

出版发行 东南大学出版社  
社 址 南京市四牌楼 2 号  
销售电话 (025)83793191/83792174/83792214/83794121/83794174/57711295(传真)  
网 址 www.seupress.com

出 版 人 江建中  
邮 编 210096  
电子邮件 press@seupress.com

经 销 全国各地新华书店  
开 本 718mm×1005mm 1/16  
版 次 2013 年 7 月第 1 版第 1 次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5641-4360-2  
定 价 22.00 元

印 刷 南京新洲印刷有限公司  
印 张 14.75 字 数 433 千

\* 未经本社授权, 本书内文字不得以任何方式转载、演绎, 违者必究。

\* 东大版图书若有印装质量问题, 请直接与营销部联系, 电话: 025-83791830。

# 前 言

---

《电工学(电工技术)》是高等学校工科电子类相关专业学生的必修课程,也是一门非电专业的技术基础课程。为了帮助广大读者学好这门课程,我们编写了这本与曾秦煌等主编的《电工学》(第七版)完全配套的《电工学(电工技术)全程学习指导与习题精解》。

本辅导书根据《电工学》(第七版)教材中每一章的内容,结合课程教学大纲和研究生入学考试要求,编写了以下几个方面的内容:基本教学要求及重点难点、知识点归纳、练习与思考全解、习题全解、经典习题与全真考题详解五个部分。其中,“基本教学要求及重点难点”总结了该章内容的学习要求,指出了本章的重点难点,使读者在学习过程中目标明确,有的放矢;“知识点归纳”对每章知识点做了简练概括,建立整体概念;“练习与思考全解”和“习题全解”依据教材各章节的顺序,对课后练习与思考题和习题进行了详细的解答,力求概念清晰,步骤完整,以期提高读者的解题能力和效率;“经典习题与全真考题详解”精选具有代表性,能反映各章重难点和基本方法的经典例题,其中部分例题选自名校考研真题,以提高读者的应试能力。

本书由解放军理工大学林莹、石会、黄颖编写。由于编写时间仓促及编者水平有限,书中不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 第 1 章 电路的基本概念与基本定律

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1.1 知识点归纳 .....       | 1  |
| 1.2 练习与思考全解 .....     | 2  |
| 1.3 习题全解 .....        | 11 |
| 1.4 经典习题与全真考题详解 ..... | 22 |

## 第 2 章 电路的分析方法

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 2.1 知识点归纳 .....       | 24 |
| 2.2 练习与思考全解 .....     | 24 |
| 2.3 习题全解 .....        | 36 |
| 2.4 经典习题与全真考题详解 ..... | 69 |

## 第 3 章 电路的暂态分析

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 3.1 知识点归纳 .....       | 71 |
| 3.2 练习与思考全解 .....     | 71 |
| 3.3 习题全解 .....        | 78 |
| 3.4 经典习题与全真考题详解 ..... | 94 |

## 第 4 章 正弦交流电路

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 4.1 知识点归纳 .....       | 96  |
| 4.2 练习与思考全解 .....     | 97  |
| 4.3 习题全解 .....        | 108 |
| 4.4 经典习题与全真考题详解 ..... | 133 |

## 第 5 章 三相电路

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 5.1 知识点归纳 .....       | 136 |
| 5.2 练习与思考全解 .....     | 136 |
| 5.3 习题全解 .....        | 137 |
| 5.4 经典习题与全真考题详解 ..... | 146 |

## 第 6 章 磁路与铁心线圈电路

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 6.1 知识点归纳 .....       | 148 |
| 6.2 练习与思考全解 .....     | 148 |
| 6.3 习题全解 .....        | 151 |
| 6.4 经典习题与全真考题详解 ..... | 158 |

## 第7章 交流电动机

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 7.1 知识点归纳 .....       | 160 |
| 7.2 练习与思考全解 .....     | 161 |
| 7.3 习题全解 .....        | 166 |
| 7.4 经典习题与全真考题详解 ..... | 178 |

## 第8章 直流电动机

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 8.1 知识点归纳 .....       | 180 |
| 8.2 练习与思考全解 .....     | 180 |
| 8.3 习题全解 .....        | 181 |
| 8.4 经典习题与全真考题详解 ..... | 186 |

## 第9章 控制电机

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 9.1 知识点归纳 .....       | 187 |
| 9.2 习题全解 .....        | 187 |
| 9.3 经典习题与全真考题详解 ..... | 190 |

## 第10章 继电接触器控制系统

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 10.1 知识点归纳 .....       | 191 |
| 10.2 练习与思考全解 .....     | 191 |
| 10.3 习题全解 .....        | 192 |
| 10.4 经典习题与全真考题详解 ..... | 201 |

## 第11章 可编程控制器及其应用

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 11.1 知识点归纳 .....       | 203 |
| 11.2 练习与思考全解 .....     | 203 |
| 11.3 习题全解 .....        | 205 |
| 11.4 经典习题与全真考题详解 ..... | 219 |

## 第12章 工业企业供电与用电安全

|                  |     |
|------------------|-----|
| 12.1 知识点归纳 ..... | 221 |
| 12.2 习题全解 .....  | 221 |

## 第13章 电工测量

|                  |     |
|------------------|-----|
| 13.1 知识点归纳 ..... | 223 |
| 13.2 习题全解 .....  | 224 |

# 第 1 章 电路的基本概念与基本定律

## 基本教学要求

1. 理解电路模型及理想电路元件的意义。
2. 掌握电压、电流正方向的意义及判断方法。
3. 掌握电路的有载工作、开路与短路状态,理解电功率和额定值的意义。
4. 熟练掌握和应用电路基本定律,掌握分析与计算简单直流电路和电路中各点电位的方法。

## 重 点

1. 电压、电流正方向的判断方法。
2. 电路的有载工作、开路与短路状态。
3. 电路基本定律的应用、分析简单直流电路和电路中各点电位的计算方法。

## 难 点

1. 电路的有载工作、开路与短路状态的判断。
2. 直流电路和电路中各点电位的计算方法。

## 1.1 知识点归纳

|                  |              |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 电路的基本概念<br>与基本定律 | 电路的作用与组成部分   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 电路:直流的通路称为电路,连续电流的通路必须是闭合的</li><li>2. 组成:电路由电源、负载及中间环节三部分组成</li><li>3. 作用:实现电能的传输和转换</li></ol>                                                                                                                         |
|                  | 电路模型         | 将实际电路元件理想化,即在一定条件下突出其主要的电磁性质,而忽略其次要因素。由一些理想电路元件所组成的电路,就是实际电路的电路模型                                                                                                                                                                                               |
|                  | 电压和电流的参考方向   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 电流 <math>I</math>:表示电荷移动的物理量,方向为正电荷移动的方向</li><li>2. 电压 <math>U</math>:电场中两点间电位之差或电场力移动单位正电荷由一点到另一点所作的功</li></ol>                                                                                                       |
|                  | 欧姆定律         | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 定律:电阻中的电流与其两端的电压成正比,即 <math>R=\frac{U}{I}</math></li><li>2. 推广:全电路欧姆定律:<math>I=\frac{\epsilon}{R_0+R_{\text{外}}}</math>, <math>R_0</math> 为电源内阻, <math>R_{\text{外}}</math> 为总的外阻, <math>\epsilon</math> 为电动势</li></ol> |
|                  | 电源有载工作、开路与短路 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 电源有载工作</li><li>2. 电源开路</li><li>3. 电源短路</li></ol>                                                                                                                                                                       |
|                  | 基尔霍夫定律       | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 基尔霍夫电流定律</li><li>2. 基尔霍夫电压定律</li></ol>                                                                                                                                                                                 |
|                  | 电路中电位的概念及计算  | <ol style="list-style-type: none"><li>1. 电位:电路中某点的点位等于该点与参考点之间的电压,电位用字母 <math>V</math> 表示</li><li>2. 电压与电位的关系:两点间的电压等于两点的电位差</li><li>3. 接地的概念</li></ol>                                                                                                         |

## 1.2 练习与思考全解

1.3.1 在图 1.3.3(a)中,  $U_{ab} = -5\text{ V}$ , 试问 a, b 两点哪点电位高?

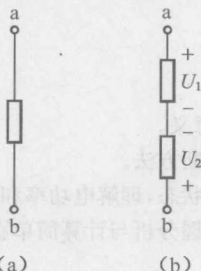


图 1.3.3 练习与思考 1.3.1 和 1.3.2 的图

【分析】 本题考查电位的定义。

【解】  $U_{ab}$  是指 a, b 两点间的参考方向为 a 点“+”, b 点“-”。但题中给出  $U_{ab} = -5\text{ V} < 0$ , 即 a, b 两点间电压的实际方向是 a 点“-”, b 点“+”, 即 b 点电位高, a 点电位低。

1.3.2 在图 1.3.1(b)中,  $U_1 = -6\text{ V}$ ,  $U_2 = 4\text{ V}$ , 试问  $U_{ab}$  等于多少伏?

【分析】 同 1.3.1。

【解】 按图中给定的参考方向计算有  $U_{ab} = U_1 - U_2 = -6\text{ V} - 4\text{ V} = -10\text{ V}$

1.3.3  $U_{ab}$  是否表示 a 端的电位高于 b 端的电位?

【分析】 同 1.3.1。

【解】  $U_{ab}$  表示 a 端电位参考极性高于 b 端电位参考极性。实际两点电位哪点高, 要看  $U_{ab} > 0$  还是  $U_{ab} < 0$ , 则 a 端电位高于 b 端电位, 反之亦然。

1.4.1  $2\text{ k}\Omega$  的电阻中通过  $2\text{ mA}$  的电流, 试问电阻两端的电压是多少?

【分析】 根据欧姆定律即可求得。

【解】 根据欧姆定律, 电阻两端电压为  $U = IR = 2 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3 = 4\text{ V}$   
电压方向与电流方向一致。

1.4.2 计算图 1.4.4 中的两题。

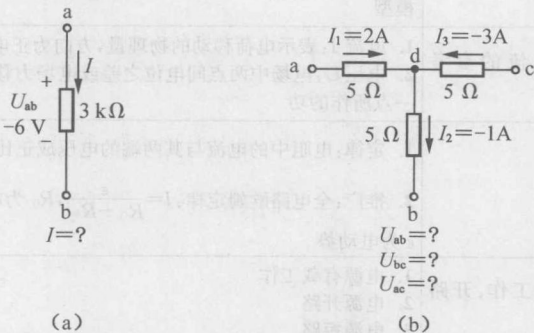


图 1.4.4 练习与思考 1.4.2 的图

【分析】 本题考查欧姆定律的应用。

【解】 (a) 因为  $U_{ab}$  与  $I$  的参考方向相同, 故由欧姆定律可得  $U_{ab} = IR$

$$\text{即 } I = \frac{U_{ab}}{R} = \frac{-6}{3 \times 10^3} \text{ A} = -2\text{ mA}$$

$I = -2\text{ mA} < 0$  意味着电流  $I$  的实际方向与参考方向相反。

(b) 设三个电阻的交汇点 d, 由题设各电压、电流的参考方向, 根据欧姆定律和基尔霍夫电压定律可得

$$U_{ab} = U_{bd} + U_{ac} = 5I_1 + 5I_2 = [5 \times 2 + 5 \times (-1)] \text{ V} = 5 \text{ V}$$

$$U_{bc} = U_{bd} + U_{dc} = -5I_2 - 5I_3 = [-5 \times (-1) - 5 \times (-3)] \text{ V} = 20 \text{ V}$$

$$U_{ca} = U_{cd} + U_{dc} = 5I_3 - 5I_1 = [5 \times (-3) - 5 \times 2] \text{ V} = -25 \text{ V}$$

1.4.3 试计算图 1.4.5 所示电路在开关 S 闭合与断开两种情况下的电压  $U_{ab}$  和  $U_{cd}$ 。

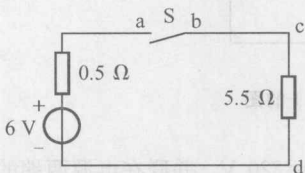


图 1.4.5 练习与思考 1.4.3 的图

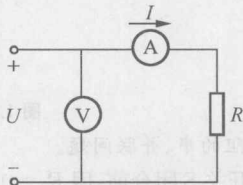


图 1.4.6 练习与思考 1.4.4 的图

【分析】 S 闭合时, 电路构成回路, 存在电流, 根据欧姆定律即可求得; S 断开, 电路断开。

【解】 当 S 闭合时,  $U_{ab} = 0$ 。设此时闭合回路中的电流  $I$  参考方向为顺时针方向, 则由欧姆定律可得

$$I = \frac{6}{0.5 + 5.5} \text{ A} = 1 \text{ A}$$

$$U_{cd} = 5.5I = 5.5 \times 1 \text{ V} = 5.5 \text{ V}$$

当 S 断开时,  $I = 0$ , 故

$$U_{ab} = 6 - (0.5 + 5.5)I = 6 \text{ V}$$

$$U_{cd} = 5.5I = 0.5 \times 0 \text{ V} = 0 \text{ V}$$

1.4.4 为了测量某直流电机励磁线圈的电阻  $R$ , 采用了图 1.4.6 所示的“伏安法”。电压表读数为 220 V, 电流表读数为 0.7 A, 试求线圈的电阻。如果在实验时有人误将电流表当作电压表, 并联在电源上, 其后果如何? 已知电流表的量程为 1 A, 内阻  $R_0$  为 0.4  $\Omega$ 。

【分析】 本题考查伏安法测量电压、电流。

【解】 由测量结果可得

$$R + R_0 = \frac{U}{I_A} = \frac{220}{0.7} \Omega \approx 314.3 \Omega$$

则电机励磁线圈电阻

$$R = 314.3 - R_0 = (314.3 - 0.4) \Omega = 313.9 \Omega$$

如果误将电流表当作电压表并联在电源上, 则流过电流表的电流为

$$I_A' = \frac{U}{R_0} = \frac{220}{0.4} \text{ A} = 550 \text{ A}$$

大大超过其 1 A 的量程, 电流表将被立即烧毁。

1.5.1 在图 1.5.6 所示的电路中, (1) 试求开关 S 闭合前后电路中的电流  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I$  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, 60 W 白炽灯中的电流是否有所变动? (3) 计算 60 W 和 100 W 白炽灯在 220 V 电压下工作时的电阻, 哪个的电阻大? (4) 100 W 的白炽灯每秒钟消耗多少电能? (5) 设电源的额定功率为 125 kW, 端电压为 220 V, 当只接上一个 220 V, 60 W 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, 100 W 白炽灯的两线碰触(短路), 当闭合 S 时, 后果如何? 100 W 白炽灯的灯丝是否被烧断?

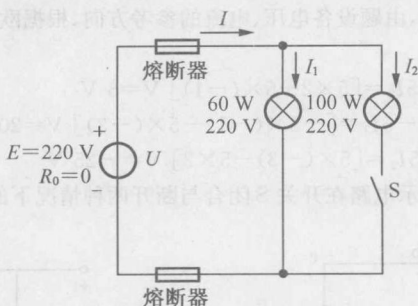


图 1.5.6 练习与思考 1.5.1 的图

【分析】 电阻的串、并联问题。

【解】 (1) 开关 S 闭合前: 因  $R_0 = 0$ , 故电源电压  $U = E = 220 \text{ V}$ 。并联在电源两端的白炽灯获得 220 V 的额定电压。

$$I = I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{60}{220} \text{ A} = 0.273 \text{ A}$$

S 闭合时, 因 60 W 白炽灯所获得的电压与 S 闭合前相同, 仍为 220 V, 故电流  $I_1$  未变, 即  $I_1$  未被分流。

(2) 如果电源内阻  $R_0$  不能忽略不计, 由  $U = E - IR_0$  可知, 带负载后电源端电压  $U$  低于电动势  $E$ , 且随电路总负载电流  $I$  的增大而下降。当 S 闭合时, 60 W 与 100 W 两灯并联, 总的负载电阻减小, 电路总的负载电流  $I$  增大 (比 S 未闭合时), 电源端电压  $U$  降低 (比 S 未闭合时), 60 W 白炽灯中的电流  $I_1$  将减小 (比 S 未闭合时)。

(3) 在 220 V 额定电压下, 两灯消耗的功率分别为额定功率 60 W 和 100 W, 故两灯的电阻  $R_{60}$  和  $R_{100}$  分别为

$$R_{60} = \frac{U_N^2}{P_{N60}} = \frac{220^2}{60} \Omega = 806.7 \Omega$$

$$R_{100} = \frac{U_N^2}{P_{N100}} = \frac{220^2}{100} \Omega = 484 \Omega$$

从中可以看出, 额定电压相同的白炽灯, 功率小的其电阻大。

(4) 100 W 白炽灯每秒消耗的电能为

$$W = P_{N100} \cdot t = (100 \times 1) \text{ J} = 100 \text{ J}$$

(5) 电源额定功率 125 kW 表明该电源具有输出 125 kW 功率的能力, 但它实际所输出的功率的多少取决于其实际所带负载的大小。白炽灯实际所获得的功率取决于加于其上的电压和灯本身的电阻值, 只要不超过额定功率就不会被烧毁。当 60 W/220 V 的白炽灯接于额定电压 220 V 的电源上时, 所获得的功率即为 60 W。如果 125 kW/220 V 的电源仅接一个 60 W/220 V 的白炽灯, 则该电源也仅输出 60 W 的功率, 不会将白炽灯烧毁。

(6) 根据电荷守恒定律, 电流是连续的, 即电流通过白炽灯后电荷数量并不会减少, 只是电荷的能量失去了一部分 (将从电源所获得的电能传递给白炽灯), 使白炽灯发光、发热。因此, 电流流过白炽灯后, 不会有任何减少。

(7) 如果 100 W 白炽灯的两线碰触 (短路), 当 S 闭合时将造成电源短路,  $I_2 \rightarrow \infty$ , 熔断器将由于电流过大而熔断。100 W 白炽灯的灯丝中无电流流过, 不会被烧断。

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

【分析】 额定电流定义的考查。

【解】 电流 100 A 只表示发电机所具有的能力, 实际输出电流大小取决于负载, 当负载只用 60 A, 发电机也只发出 60 A, 并不存在 40 A 的多余电流。

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

【分析】考查额定值的理解。

【解】电阻中功率、电压、电流之间的关系为

$$P=UI=I^2R=\frac{U^2}{R}$$

如果碳膜电阻的额定功率  $P_N=1$  W,额定阻值  $R_N=100$   $\Omega$ ,则其额定电流

$$I_N=\sqrt{\frac{P_N}{R_N}}=\sqrt{\frac{1}{100}} \text{ A}=0.1 \text{ A}$$

额定电压  $U_N=\frac{P_N}{I_N}=\sqrt{P_N \cdot R_N}=\sqrt{1 \times 100} \text{ V}=10 \text{ V}$

使用时电阻上的电压、电流不得超过额定值  $U_N$ 、 $I_N$ 。

1.5.4 在图 1.5.7 中,方框代表电源或负载,已知  $U=220$  V,  $I=-1$  A,试问哪些方框是电源,哪些是负载?

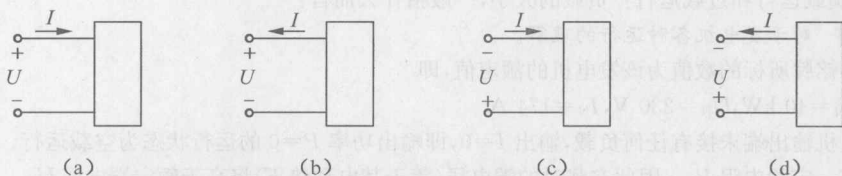


图 1.5.7 练习与思考 1.5.4 的图

【分析】进行电源或负载的判断可采用两种方法,利用电压、电流的实际方向来判断或者利用参考方向来判断。这两种判断方法的本质是相同的,所以判断结果也是一致的。

【解】方法一:利用电压、电流的实际方向来判断。如果两者相同,意味着电流由高电位流向低电位,电荷经过该部分电路(或元件)后能量降低,说明该部分电路(或元件)吸收(消耗)了能量,因此为负载;反之,若两者相反,意味着电流由低电位流向高电位,电荷经过该部分电路(或元件)后能量增高,说明该部分电路(或元件)发出(释放)了能量,具有电动势性质,因此为电源。

图 1.5.7(a)、(d)中  $U$ 、 $I$  实际方向相反,因此方框中具有电源性质;图 1.5.7(b)、(c)中  $U$ 、 $I$  实际方向相同,因此方框中具有负载性质。

方法二:利用参考方向来判断。 $U$ 、 $I$  参考方向相同: $P=UI$

$P>0$  时(表明  $U$ 、 $I$  实际方向相同),为负载;

$P<0$  时(表明  $U$ 、 $I$  实际方向相反),为电源。

$U$ 、 $I$  参考方向相反: $P=UI$

$P>0$  时(表明  $U$ 、 $I$  实际方向相反),为电源;

$P<0$  时(表明  $U$ 、 $I$  实际方向相同),为负载。

注意:上面式中, $U$ 、 $I$  为参考电压和参考电流,因此它们的值可能有正有负。

1.5.5 图 1.5.8 所示是一电池电路,当  $U=3$  V,  $E=5$  V 时,该电池作电源(供电)还是作负载(充电)用? 图 1.5.9 所示也是一电池电路,当  $U=5$  V,  $E=3$  V 时,则又如何? 两图中,电流  $I$  是正值还是负值?

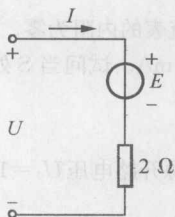


图 1.5.8 练习与思考 1.5.5 的图

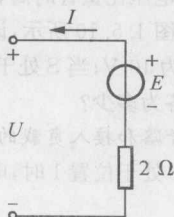


图 1.5.9 练习与思考 1.5.5 的图

**【分析】** 根据电流的流进流出的方向判断输入输出功率,从而可判断实际作用是电源还是负载。

**【解】** 根据电路,可列电压方程  $U=E+IR$

$$\text{因此 } I = \frac{U-E}{R} = \frac{3-5}{2} \text{ A} = -1 \text{ A}$$

电流  $I$  的实际方向是从电池  $E$  的正极流出,即  $E$  向外输出功率,因此它实际起到电源的作用(供电)。

对于 1.5.9 所示电路,有  $U=E-IR$

$$\text{因此 } I = \frac{E-U}{R} = \frac{3-5}{2} \text{ A} = -1 \text{ A}$$

电流  $I$  的实际方向是从电池  $E$  的正极流入,即  $E$  向外吸收功率,因此它实际起到负载的作用(充电)。

**1.5.6** 有一台直流发电机,其铭牌上标有 40 kW/230 V/174 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?

**【分析】** 对于发电机各种运行的理解。

**【解】** 铭牌所标的数值为该发电机的额定值,即

$$P_N = 40 \text{ kW}, U_N = 230 \text{ V}, I_N = 174 \text{ A}$$

当发电机输出端未接有任何负载,输出  $I=0$ ,即输出功率  $P=0$  的运行状态为空载运行。由于发电机一般均有一定的内阻  $R_0$ 。因此空载时的端电压(等于其电动势  $E$ )将高于额定端电压  $U_N$ 。

当发电机接有负载,但负载电流  $I < I_N$ ,输出功率  $P < P_N$  时,称为轻载运行。此时的端电压会略高于  $U_N$ 。

当发电机的负载电流、输出电压、输出功率均等于发电机额定值  $I_N$ 、 $U_N$  和  $P_N$  时,称为满载运行。

当发电机的负载电流  $I > I_N$ ,输出功率  $P < P_N$ ,称为过载运行。发电机在一定范围内允许短时过载,但长期过载将影响发电机的使用寿命。

**1.5.7** 一个电热器从 220 V 的电源取用的功率为 1 000 W,如将它接到 110 V 的电源上,则取用的功率为多少?

**【分析】** 功率公式的考查。

**【解】** 此电热器的额定电阻  $R_N$  可通过其额定功率  $P_N$  和额定电压  $U_N$  求得

$$R_N = \frac{U_N^2}{P_N} = \frac{220^2}{1\,000} \Omega = 48.4 \Omega$$

当接到 110 V 电源上时,电热器取得的功率为

$$P = \frac{U^2}{R_N} = \frac{110^2}{48.4} \text{ W} = 250 \text{ W}$$

只有额定值的四分之一。

**1.5.8** 根据日常观察,电灯在深夜要比黄昏时亮一些,为什么?

**【分析】** 考查电压源和负载之间的关系。

**【解】** 由于深夜大多数人关灯休息,工地停工,使电源的负载大大减轻,电源内阻和导线电阻电压降大大减小,电灯端电压比黄昏时高,所以电灯要亮一些。

**1.5.9** 电路如图 1.5.10 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 10 V;当  $S$  处于位置 2 时,电流表的读数为 5 mA。试问当  $S$  处于位置 3 时,电压表和电流表的读数各为多少?

**【分析】** 电源开路和接入负载的不同情况的电路分析。

**【解】** 当开关  $S$  处于位置 1 时,电压表读数为 10 V,可知该电源开路电压  $U_0 = 10 \text{ V}$ ,即该电源电动势  $E = 10 \text{ V}$ 。

当开关  $S$  处于位置 2 时,电流表读数为 5 mA,可知该电源的短路电流  $I_s = 5 \text{ mA}$ ,则该电源内阻

$$R_0 = \frac{E}{I_s} = \frac{U_0}{I_s} = \frac{10 \text{ V}}{5 \text{ mA}} = 2 \text{ k}\Omega$$

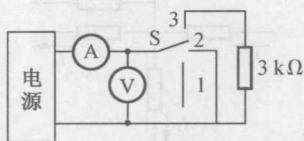


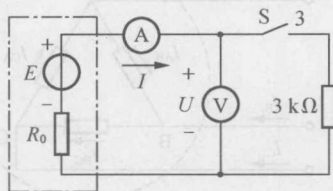
图 1.5.10 练习与思考 1.5.9 的图

当开关 S 处于位置 3 时,如图解 1.01 所示。电源输出电压  $U$ 、输出电流  $I$  分别为

$$I = \frac{E}{R_0 + 3} = \frac{10 \text{ V}}{(2+3) \text{ k}\Omega} = 2 \text{ mA}$$

$$U = E - IR_0 = (10 - 4) \text{ V} = 6 \text{ V}$$

即电压表、电流表读数分别为 6 V 和 2 mA。



图解 1.01

**1.5.10** 在图 1.5.11 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? 图中  $E = 12 \text{ V}$ ,  $R = 3 \Omega$ 。设 S 两端自上而下的电压为  $U$ 。

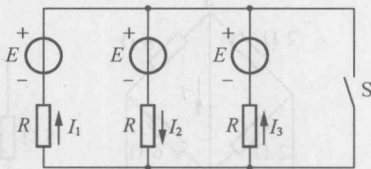


图 1.5.11 练习与思考 1.5.10 的图

**【分析】** 开关断开,三个支路电压相等;开关闭合,三个支路电压为零。

**【解】** (1) 当开关 S 断开时,则对于三个支路可列出

$$U = E - I_1 R$$

$$U = E + I_2 R$$

$$U = E - I_3 R$$

由三个等式可看出  $I_1 = I_2 = I_3 = 0$

(2) 当开关闭合时,则  $U = 0$ 。

$$I_1 = \frac{E}{R} = \frac{12}{3} \text{ A} = 4 \text{ A}$$

$$I_2 = -\frac{E}{R} = -\frac{12}{3} \text{ A} = -4 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{E}{R} = \frac{12}{3} \text{ A} = 4 \text{ A}$$

**1.6.1** 在图 1.6.3 所示电路中,如  $I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$  的参考方向如图中所设,这三个电流有没有可能都是正值?

**【分析】** 考查基尔霍夫定律。

**【解】** 图 1.6.3 中的虚线圆圈可看作是一个广义的结点,由基尔霍夫定律知

$$I_A + I_B + I_C = 0$$

由此式可以看出这三个电流不可能全都是正值。图中的电流方向仅为参考方向。

**1.6.2** 求图 1.6.8 所示电路中电流  $I_5$  的数值,已知  $I_1 = 4 \text{ A}$ ,  $I_2 = -2 \text{ A}$ ,  $I_3 = 1 \text{ A}$ ,  $I_4 = -3 \text{ A}$ 。

**【分析】** 同 1.6.1。

**【解】** 由基尔霍夫定律可得

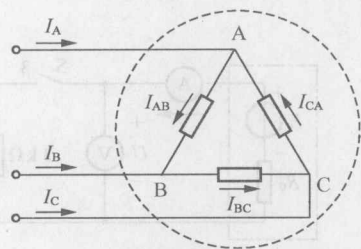


图 1.6.3 基尔霍夫电流定律的推广应用

$$I_1 + I_5 = I_2 + I_3 + I_4$$

故

$$\begin{aligned} I_5 &= I_2 + I_3 + I_4 - I_1 \\ &= (-2 + 1 - 3 - 4) \text{ A} = -8 \text{ A} \end{aligned}$$

$I_5$  实际方向与参考方向相反。

**1.6.3** 在图 1.6.9 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  $I_d$ 。

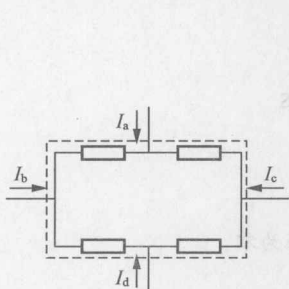


图 1.6.9 练习与思考 1.6.3 的图

**【分析】** 本题考查广义基尔霍夫电流定律的推广应用。

**【解】** 图 1.6.9 所示电路中虚线围起的 4 个电阻可看作一个广义结点, 因此根据基尔霍夫电流定律, 有

$$I_a + I_b + I_c + I_d = 0$$

故  $I_d = -(I_a + I_b + I_c) = -(1 + 10 + 2) \text{ mA} = -13 \text{ mA}$

**1.6.4** 在图 1.6.10 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 1.6.10(a) 中右下臂的  $6 \Omega$  改为  $3 \Omega$ , 则又如何?

**【分析】** 电压、电流的电路分析求解。

**【解】** 图 1.6.10(a) 中有 6 条支路 4 个结点, 由于 a、b 之间短路, 故  $U_{ab} = 0$ , a 和 b 为等电位点, 从这个角度也可以看作只有 3 个结点。由于该电桥电路 4 个桥臂是平衡的, 所以  $I = 0$ 。如将图 1.6.10(a) 右下臂的  $6 \Omega$  改为  $3 \Omega$ , 该电桥不再平衡, 因而  $I \neq 0$ 。

图 1.6.10(b) 中无支路也无结点, 仅有两个相互独立的单回路。因电流  $I$  无闭合回路, 故  $I = 0$ ,  $U_{ab} = 2I = 0 \text{ V}$ , 即 a 与 b 为等电位。

**1.6.5** 按照式 (1.6.4)  $\sum E = \sum(RI)$  和图 1.6.11 所示回路的循行方向, 写出基尔霍夫电压定律的表达式。

**【分析】** 同 1.6.1。

**【解】** 由图 1.6.11 可列出该回路的基尔霍夫电压定律表达式

$$-E_1 + E_2 + E_3 - E_4 = I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 - I_4 R_4$$

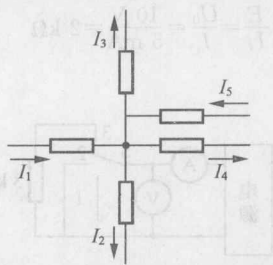
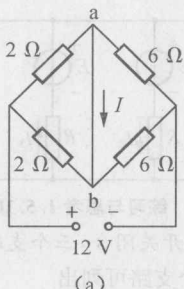
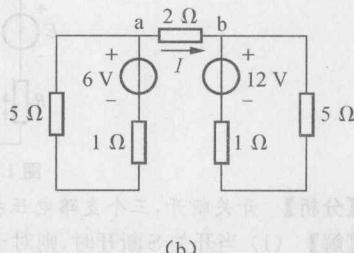


图 1.6.8 练习与思考 1.6.2 的图



(a)



(b)

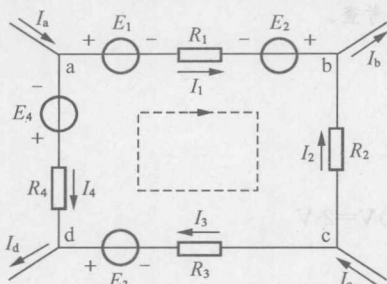


图 1.6.11 练习与思考 1.6.5 的图

1.6.6 电路如图 1.6.12 所示,计算电流  $I$ 、电压  $U$  和电阻  $R$ 。

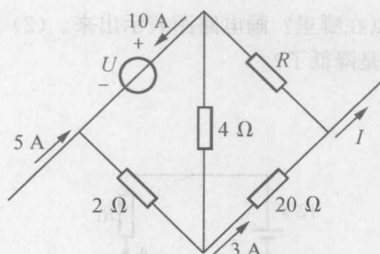
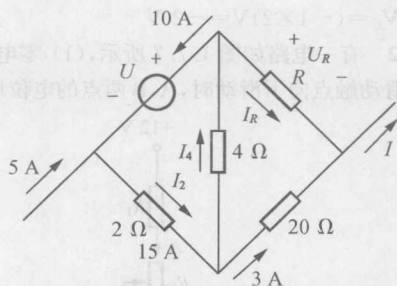


图 1.6.12 练习与思考 1.6.6 的图



图解 1.02 练习与思考 1.6.6 的解

【分析】 基尔霍夫电压、电流定律、欧姆定律的考查。

【解】 设图 1.6.12 中  $2\Omega$ 、 $4\Omega$ 、 $R$  三个电阻的电流和电压分别为  $I_2$ 、 $I_4$ 、 $I_R$ 、 $U_R$ ,如图解 1.02 所示。

由基尔霍夫电流定律可得

$$I_2 = (5 + 10) \text{ A} = 15 \text{ A}$$

$$I_4 = I_2 - 3 = (15 - 3) \text{ A} = 12 \text{ A}$$

$$I_R = I_4 - 10 = (12 - 10) \text{ A} = 2 \text{ A}$$

$$I = I_R + 3 = (2 + 3) \text{ A} = 5 \text{ A}$$

由基尔霍夫电压定律可得

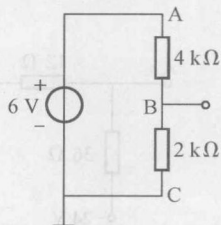
$$U = -(I_2 \cdot 2 + I_4 \cdot 4) = -(15 \times 2 + 12 \times 4) \text{ V} = -78 \text{ V}$$

$$U_R = U + I_2 \times 2 + 3 \times 20 = (-78 + 15 \times 2 + 3 \times 20) \text{ V} = 12 \text{ V}$$

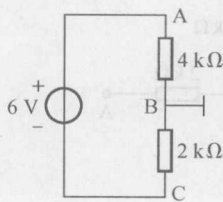
由欧姆定律可得

$$R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{12}{2} \Omega = 6 \Omega$$

1.7.1 计算图 1.7.6 所示两电路中 A、B、C 各点的电位。



(a)



(b)

图 1.7.6 练习与思考 1.7.1 的图

【分析】 电路中电位概念的考查。

【解】 图 1.7.6(a)中电流

$$I = \frac{6}{4+2} \text{ mA} = 1 \text{ mA}$$

故

$$V_A = 6 \text{ V}$$

$$V_B = V_A - 1 \times 4 = (6 - 4) \text{ V} = 2 \text{ V}$$

$$V_C = 0$$

图 1.7.6(b)中电流仍为 1 mA,

$$V_A = (1 \times 4) \text{ V} = 4 \text{ V}$$

$$V_B = 0$$

$$V_C = (-1 \times 2) \text{ V} = -2 \text{ V}$$

1.7.2 有一电路如图 1.7.7 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?

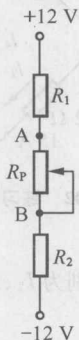
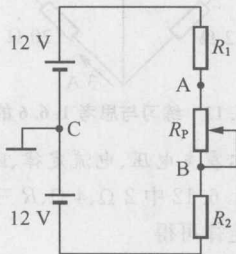


图 1.7.7 练习与思考 1.7.2 的图



图解 1.03

【分析】 同 1.7.1。

【解】 (1) 零电位参考点在正电源的负极与负电源的正极相连的那一点 C 上, 如图解 1.03 所示。

(2) 设图解 1.03 中的电流为  $I$ , 则 A、B 两点电位

$$V_A = 12 - IR_1$$

$$V_B = IR_2 - 12$$

当  $R_P$  滑动触点向下滑动时, 电路的总电阻增大, 电流将减小, 因而 A 点电位  $V_A$  将升高; B 点电位  $V_B$  将下降。

1.7.3 计算图 1.7.8 所示电路在开关 S 断开和闭合时 A 点的电位  $V_A$ 。

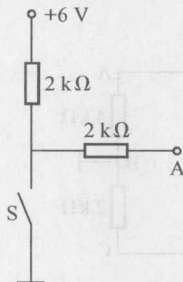


图 1.7.8 练习与思考 1.7.3 的图

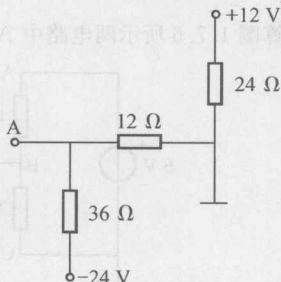


图 1.7.9 练习与思考 1.7.4 的图

【分析】 同 1.7.1

**【解】** 当S断开时,电路中没有回路,2个2 k $\Omega$ 电阻中电流皆为零,因此 $V_A=+6$  V。

当S闭合时,横向的2 k $\Omega$ 电阻中无电流流过,故 $V_A=0$  V。

1.7.4 计算图 1.7.9 中 A 点的电位  $V_A$ 。

**【分析】** 同 1.7.1

**【解】** 设由 A 点经由 36  $\Omega$  电阻流向-24 V 的电流为  $I$ ,则

$$0 - (-24 \text{ V}) = (12 + 36)I$$

故

$$V_A = 0 - 12I = -12 \times 0.5 \text{ V} = -6 \text{ V}$$

## 1.3 习题全解

### A 选择题

1.5.1 在图 1.01 中,负载增加是指( )。

(1) 负载电阻  $R$  增大 (2) 负载电流  $I$  增大 (3) 电源端电压  $U$  增高

**【解】** 选择(1)

1.5.2 在图 1.01 中,电源开路电压  $U_0$  为 230 V,电源短路电流  $I_S$  为 1150 A。当负载电流  $I$  为 50 A 时,负载电阻  $R$  为( )。

(1) 4.6  $\Omega$  (2) 0.2  $\Omega$  (3) 4.4  $\Omega$

**【分析】** 由题设及图 1.01 所示电路可知电源内阻  $R_0$  为

$$R_0 = \frac{U_0}{I_S} = \frac{230}{1150} \Omega = 0.2 \Omega$$

负载电阻  $R$  中的电流

$$I = \frac{U_0}{R_0 + R}$$

$$\text{则 } R = \frac{U_0}{I} - R_0 = \left( \frac{230}{50} - 0.2 \right) \Omega = 4.4 \Omega$$

**【解】** 选择(3)

1.5.3 如将两只额定值为 220 V/100 W 的白炽灯串联接在 220 V 的电源上,每只灯消耗的功率为( )。设灯电阻未变。

(1) 100 W (2) 50 W (3) 25 W

**【分析】** 每只灯的电阻

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{100} \Omega = 484 \Omega$$

串联后每只灯的工作电压为 110 V,此时所消耗的功率

$$P' = \frac{U'^2}{R} = \frac{110^2}{484} \text{ W} = 25 \text{ W}$$

**【解】** 选择(3)

1.5.4 用一只额定值为 110 V/100 W 的白炽灯和一只额定值为 110 V/40 W 的白炽灯串联后接到 220 V 的电源上,当将开关闭合时,( )。

(1) 能正常工作 (2) 100 W 的灯丝烧毁 (3) 40 W 的灯丝烧毁

**【分析】** 相同额定电压、不同额定功率的白炽灯,其电阻是不同的,额定功率大的电阻小,额定功率小的电阻大。

**【解】** 选择(3)