

3+X



普通高校 **单独招生**

复习指导丛书

主编 周绍敏

南京 镇江 常州 无锡 苏州
职教教研部门联合编写

电子电工专业 综合理论



东南大学出版社

电子电工专业综合理论

主 编	周绍敏			
编 者	周绍敏	崔 玫	尤学年	
	刘立钧	张 波	陈仁年	
	储孝龙	耿 淬	李传珊	

图书在版编目(CIP)数据

电子电工专业综合理论/周绍敏主编. —南京:东南大学出版社, 2003. 8

(“3+X”普通高校单独招生复习指导丛书)

ISBN 7-81089-310-6

I. 电... II. 周... III. ①电工学—高等学校—入学考试—自学参考资料 ②电子学—高等学校—入学考试—自学参考资料 IV. ①TM1 ②TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 059780 号

“3+X”普通高校单独招生复习指导丛书

出版发行 东南大学出版社
社 址 南京市四牌楼 2 号(邮编:210096)
出版人 宋增民
经 销 江苏省新华书店
印 刷 南京五四印刷厂
开 本 787 mm×1092 mm 1/16
印 张 17.5
字 数 554 千字
版 次 2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷
定 价 175.00 元(共 7 本)

* 东大版图书若有印装质量问题,请直接向发行科调换,电话:025-3795801。

编写说明

新世纪之初,我省职业教育教学改革形势逼人。语文、数学、英语新教材的使用,标志着职业教育向素质教育迈出了坚实的一步,而“3+X+Y”的逐步实施,则是单招考试改革一个新的里程碑。为了使广大师生适应单招复习考试的需要,南京、镇江、常州、无锡、苏州等苏南五市职教教研部门依据新教材、新考纲,精心策划、精心组织,联合编写了《“3+X”普通高校单独招生复习指导丛书》。本套丛书的编写人员均是苏南五市长期工作在教学第一线的优秀教师。他们有的是语文、数学、英语新教材的编写者,有的是新教材或专业综合理论单招考试纲要的制定者,有的是单招考试命题和阅卷的参与者,本省有关高校的专家担任了本套丛书的主审。

本套丛书编写时,本着科学、严密、精要、实用的原则,在认真研究职教教材、教学大纲、《江苏省普通高校单独招生考试纲要》的基础上,考虑到各地职高教学的实际情况及江苏省普通高校单独招生考试的具体要求,既注重教材内容的系统整理,又注重应用基础知识解决实际问题的能力训练;既有对新考纲的具体阐述,又有结合各学科考试要求的综合测试。

本套丛书具有导向性、针对性、系统性和实用性的特点。

在内容编写上,我们力求实现三个目标。一是减少教学、复习和考试中的随意性,针对新考纲的具体目标,本套丛书为围绕各学科的考试要求和范围,为单招复习提供了诸多建设性意见,便于考生减轻复习负担,提高复习的质量。二是突出了对能力和方法的要求。作为选拔性考试,在重视考查基础知识的同时,必须注重对能力和方法的考查。因此,我们把编写重点放在对所学内容内在联系的揭示以及培养分析问题、解决问题的能力和方法的掌握上,使学生能够自主获得知识,融会贯通,举一反三。三是根据教学知识体系,精心编写习题,力求突出重点,化解难点,为广大考生提供高质量的知识运用和能力训练材料,以减轻复习中的盲目、低效现象。

由于不同地区和学校在教学、复习中必然存在着种种差异,因此各地各校在复习时一定要因地制宜、因材施教,有针对性地、创造性地使用好此套丛书。

本套丛书的问世是苏南五市职教教研部门通力协作的产物,是各位主编和编写人员经验和智慧的结晶,是有关高校专家、职教战线领导和老师支持、帮助的结果。我们对此一并表示由衷的感谢。由于我们的水平有限,加以时间紧迫,不足甚至错误之处在所难免,我们恳切地希望得到广大师生的谅解和批评指正,以便再版时进一步提高质量。

编委会

2003年7月

丛 书 编 委 会

主 任：杨正平 张谷强

编 委：王 震 王柏青 朱望苏

杨正平 张正明 张宁新

张谷强 时伯庆 唐文海

徐一冰 陶德宏 黄洪成



目 录

第一篇 电工基础	(1)
第一章 电路的基本概念.....	(1)
第二章 简单直流电路.....	(5)
第三章 复杂直流电路	(12)
第四章 电容和电容器	(21)
第五章 磁场和磁路	(27)
第六章 电磁感应	(31)
第七章 正弦交流电的基本概念	(40)
第八章 正弦交流电路	(45)
第九章 三相正弦交流电路	(57)
第十章 变压器	(64)
第十一章 非正弦周期电路	(70)
第十二章 瞬态过程	(72)
第二篇 电子线路	(78)
第一章 晶体二极管和二极管整流电路	(78)
第二章 晶体三极管和场效应管	(86)
第三章 单级低频小信号放大器	(92)
第四章 多级放大器和负反馈放大器	(99)
第五章 直流放大器和集成运算放大器.....	(110)
第六章 调谐放大器和正弦波振荡器.....	(117)
第七章 低频功率放大器.....	(123)
第八章 直流稳压电源.....	(128)
第九章 晶闸管及其应用.....	(133)
第十章 脉冲基础知识和反相器.....	(140)
第十一章 数字电路基础知识.....	(145)
第十二章 集成触发器.....	(151)
第十三章 时序逻辑电路.....	(156)
第十四章 脉冲的产生和整形电路.....	(160)
第三篇 电工测量仪表	(163)
第一章 测量的基本知识.....	(163)
第二章 电工仪表基本知识.....	(170)



第四篇 电子测量仪器	(186)
第一章 电子电压表.....	(186)
第二章 信号发生器.....	(192)
第三章 电子示波器.....	(196)
第四章 电子计数器.....	(203)
 第五篇 电机与拖动	(207)
第一章 交流异步电动机.....	(207)
第二章 直流电动机.....	(220)
第三章 低压电器.....	(228)
第四章 电动机的基本控制线路.....	(233)
 附录	(242)
综合理论模拟试卷一.....	(242)
综合理论模拟试卷二.....	(249)
电子电工专业综合理论.....	(255)
 参考答案	(261)



第一篇

电工基础

第一章 电路的基本概念

基本要求

1. 了解电路的组成及其作用。
2. 理解电路和基本物理量(电动势、电流、电位、电压)的概念及其单位。
3. 熟练掌握电动势、电流、电压的参考方向(正方向)和数值正负的意义及在电路计算时的应用。
4. 理解电功和电功率的概念,掌握电功、电功率和焦耳定律的计算。
5. 了解电阻的概念和电阻与温度的关系,熟练掌握电阻定律。
6. 了解电气设备额定值的意义。

内容提要

1. 电路·电路模型·电路图

(1)电路

电路是指电流通过的路径。

电路总是由电源、负载和中间环节(连接导线、开关等)所组成。电路的状态有:通路(工作状态)、断路(非工作状态)和短路(故障状态)三种。

(2)电路模型

实际电路中的各部件工作时通常会体现出多方面的物理性质。若抓住各部件的主要性质,忽略次要性质,则可得到关于实际电路的模型。电路理论分析的对象是电路模型而非实际电路。

(3)元件·电路图

实际电路中,电能的消耗、电场能的存贮、磁场能的存贮通常是相伴而生、交织在一起的。但在对电路“模型化”的过程中,一般用一些理想元件分别描述某一基本现象:电阻只反映电能的消耗;电感只

反映磁场能的存贮;电容只反映电场能的存贮。除了这三种不能对外提供净能量的无源元件外,还有两种理想电源元件——电压源和电流源。

若将各种理想元件用规定的符号(图形符号与文字符号)表示,便可得到对应于电路的图样,即电路图。

2. 电流·电压·电位·电动势

(1)电流

带电粒子有规则的运动所形成的物理现象叫电流。

电流的强弱是通过电流强度(习惯上简称电流)这一物理量来描述的。电流强度在数值上等于单位时间内通过导体横截面的电荷量的代数和,即 $I = \Delta q / \Delta t$,由上式可计算一段时间 Δt 内的平均电流强度。

电流的方向是指正电荷的运动方向。在电路分析过程中,通常先假设一个参考方向(又称正方向),然后运用电路理论建立方程求解出电流,最后根据电流取值的正、负结合参考方向共同决定实际方向: $i > 0$,说明 i 的实际方向与参考方向一致; $i < 0$,说明 i 的实际方向与参考方向相反。

(2)电压

电压是一个用以反映电场力做功本领强弱的物理量。电场中两点间的电压在数值上等于移动单位电量的正电荷由 a 至 b ,电场力所做的功,即 $U_{ab} = W_{ab} / q$, U 的单位是伏特(V)。

电压的方向是指电场力做正功时,正电荷的运动方向。与电流一样,在电路分析过程中,电压也常需选择参考方向。

(3)电位

电路中某点电位是指该点到参考点(即零电位



点)的电压。显然,电位高低与参考点的选择密切相关,即电位是一个相对量,这一点与电压有显著的区别。

(4) 电动势

电动势是一个用以反映电源内部非静电力做功本领强弱的物理量。电源的电动势在数值上等于电源内部移动单位电量的正电荷由负极至正极,非静电力所做的功,即 $E=W/q$, E 的单位是伏特(V)。

电动势的方向是指非静电力做正功时,正电荷的运动方向,即由电源的负极指向正极。电动势也有参考方向的概念。

3. 电阻

(1) 电阻是指导体对电流所呈现出的阻碍作用。

(2) 一段导体的电阻可由电阻定律加以计算,即 $R=\rho l/S$, 其中电阻率 ρ 由材料类型和温度所决定。

(3) 温度对导体电阻的影响程度是通过电阻温度系数来反映的, $\alpha=(R_2-R_1)/[R_1(t_2-t_1)]$ 。一般地,金属导体呈现正的电阻温度系数,而半导体则呈现负的电阻温度系数。

4. 电功·电功率

(1) 电场力所做的功称为电功,它用以反映电路中的部件工作时在一段时间内所出现的能量转换的多少。对于任一二端部件,关联参考方向(即 U 与 I 正方向一致)下的电功计算式为 $W=UIt$, W 的单位是焦耳(J),另外还有“度”。 $1 \text{ 度}=1\text{kW}\cdot\text{h}=3.6\times 10^6\text{J}$ 。当 $W>0$ 即电场力做功时,将电能转换为其它能,该部件呈现耗能的状态;当 $W<0$ 时,将其它能转换为电能,部件呈现供能状态。

(2) 电场力做功的快慢即能量转换的速度是通过电功率这一物理量来表示的, $P=W/t$, 电功率 P 的单位是瓦特(W)。与电功 W 相似,关联参考方向下的电功率计算式为 $P=UI$, P 的正负同样反映了该部件的状态是耗能还是供能。

5. 电热·焦耳定律

电流流过导体时导体发热的现象叫做电流的热效应,这也就是一个电能到热能的转换过程。电热的大小可由焦耳定律来计算: $Q=I^2Rt$, 此时 Q 的单位是焦耳。若负载模型为纯电阻,则其电功与电热在数值上总是相等的;否则的话,电功大于电热。

6. 电气设备的额定值

由于电流热效应的存在以及高温会加速绝缘老化,故用电器通常都标示出它的长期安全工作的极限参数——额定功率(P_N),在 P_N 下所对应的即为额定电压(U_N)和额定电流(I_N)。实际工作时,电器设备要尽可能工作于满载($P=P_N$)状态。长时间超载($P>P_N$)是不安全的,而轻载($P<P_N$)则是不经济的。

解题示例

例 1 图 1-1 二端部件 M 端电压随时间的变化曲线如图 1-2 所示,(1)试说明 $0\sim 4\text{ms}$ 内,部件 M 端电压的大小和方向;(2)对应画出 $u_{ab}=f(t)$ 图像。

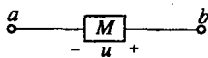


图 1-1

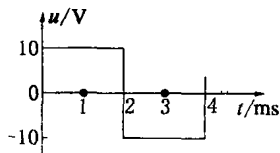


图 1-2

解 (1) 由曲线 $u=f(t)$ 可知: $0<t<2\text{ms}$ 时间内,部件 M 端电压为 10V , 方向由 b 向 a ; $2\text{ms}<t<4\text{ms}$ 时间内,部件 M 端电压仍为 10V , 但方向由 a 至 b 。

(2) 由于 u_{ab} 与 u 参考方向相反,故 $u_{ab}=-u$, 从而可画出 $u_{ab}=f(t)$ 曲线,如图 1-3。

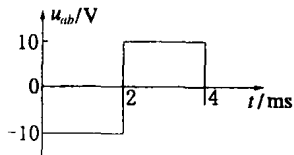


图 1-3

例 2 图 1-4 中, $U=-50\text{V}$, $I=2\text{A}$, (1)部件 M 的电功率 P 是多少? 这是一个怎样的部件? (2)通电 5min 所实现的能量转换是多少? M 产生了电能还是消耗了电能?

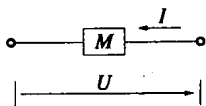


图 1-4

计算电功率的公式是 $P=UI$, 但千万别忘了这是在关联参考方向下才成立的。 P 或 W 的正、负反映了能量转换的方向, 也就是部件的状态。

解 (1) $\because U, I$ 采用非关联参考方向

$$\therefore P = -UI = -(-50)2 = 100\text{W}$$

由于 $P > 0$, 故 M 是负载, 它消耗了电能。

(2) $W = Pt = 100 \times 5 \times 60 = 3 \times 10^4 \text{J}$, 故该部件通电 5min 时将消耗 $3 \times 10^4 \text{J}$ 的电能。

例 3 一个 1kW 、 220V 的电炉额定电流 I_N 等于多少? 正常工作时的电阻 R 多大? 若不计温度对炉丝阻值的影响, 则外加 190V 电压时的电流与电功率分别多大?

电气设备的额定值是出于使用安全考虑而划定的极限参数。在不计温度对电阻影响的前提下, 该电炉的阻值是一定的, 至于它实际状态如何(满载? 轻载? 超载?) 完全取决于外加条件——电压。

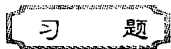
解 电炉的额定电流 $I_N = P_N / U_N = 1\text{kW} / 220 \approx 4.55\text{A}$

正常工作时的电阻 $R = U_N^2 / P_N = 220^2 / 1\text{kW} = 48.4\Omega$

外加 190V 电压时:

$$I = U / R = 190 / 48.4 \approx 3.93\text{A}$$

$$P = U^2 / R = 190^2 / 48.4 \approx 746\text{W}$$



1. 判断题

(1) 电压是一种用以反映电场力做功多少的物理量。()

(2) 与电压一样, 电源的电动势方向是由正极指向负极。()

(3) -1000V 的电压弱于 6V 。()

(4) 负载工作时的电热与电功是相等的。()

(5) 导体的电阻率仅由材料种类所决定, 与外加电压、通过的电流以及环境均无关。()

(6) 发电机的输出电压主要由自身决定, 而输出功率的多少则取决于负载, 只要不超过其额定功率即可。()

2. 选择题

(1) 图 1-5 中的四个元件 1~4, $U_m > U_n$ 的是()。

- A. 元件 1 和 3 B. 元件 2 和 4
C. 只有元件 2 D. 无正确选项

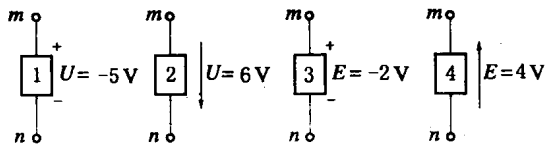


图 1-5

(2) 相同材料制成的两个导体 1 和 2, 长度之比 $L_1 : L_2 = 3 : 5$ 截面积之比 $S_1 : S_2 = 4 : 1$, 则 $R_1 : R_2 =$ ()。

- A. 12 : 5 B. 3 : 20
C. 7 : 6 D. 20 : 3

(3) 一条 16Ω 的导线对折后使用, 其阻值为()。

- A. 4 B. 8
C. 16 D. 32

(4) 图 1-6 中的四个元件, 处于供能状态的是()。

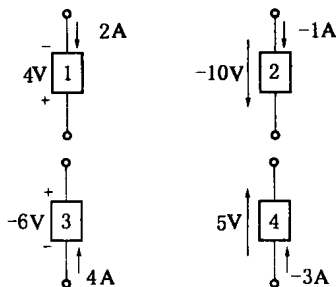


图 1-6

- A. 元件 1 和 3 B. 元件 2 和 4
C. 元件 1 和 4 D. 无正确选项

(5) 100V 、 1kW 的电压源为 200W 、 100Ω 的电阻供电时, 输出功率()。

- A. 为 1kW B. 为 200W
C. 为 100W D. 无法确定

3. 填空题

(1) 电路主要由_____、_____和_____等部分所组成。其中产生电能从而为电路工作提供电能的是_____。

(2) 电流的方向是指_____电荷移动的方向。若电流 $I_m < 0$, 说明电流方向是由_____端流向_____。



端。

(3) 垂直方向上的一段金属导体, 若在 $5\mu\text{s}$ 内共有 3.125×10^{11} 个自由电子向上穿过某一横截面, 则该段时间内的平均电流强度为 _____ A, 合 _____ mA, 电流方向 _____。

(4) 一只 $2\text{k}\Omega$ 的电阻流过的电流为 50mA , 该电阻的电功率为 _____ W, 即 1s 内可将 _____ J 的 _____ 能转变为 _____ 能。若将该电阻接在 220V 的电源上, 每天通电 5h , 则 12 月份所消耗的电能为 _____ J, 计 _____ 度电, 应付电费 _____ 元。(电费单价: 0.52 元/度)

(5) 9Ω 的一段导体均匀拉长 $1/3$, 则电阻增加 _____ Ω 。

(6) 某二端元件在非关联参考方向下的电流与电压分别为 4A 和 -5V , 则其电功率为 _____ W, 即在 1s 内可将 _____ J 的 _____ 能转变为 _____ 能。

(7) 一只 5W 、 0.5A 的电阻器, 阻值为 _____ Ω , 该电阻只有接在 _____ V 的电源上才工作于额定状态。若其端电压为 1V , 则电流为 _____ A, 功率为 _____ W。

(8) 100m 长的一卷铜芯线, 线芯截面为 2.5mm^2 , 则 20°C 下该卷导线的电阻值为 _____ Ω ; 在 80°C 下的阻值为 _____ Ω 。(20°C 下, 铜材料 $\rho = 1.7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, $\alpha = 4.1 \times 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$)

4. 问答、分析题

(1) 电流、电压、电动势、电功、电功率这几个物理量, 各自的取值正、负意味着什么?

(2) 为什么随着温度的升高, 有些材料的阻值在增大, 而有些材料的阻值却会减小?

(3) 10W 、 100V 的电压源能保证额定电压为 100V 的 $2\text{k}\Omega$ 电阻正常工作吗? 该电源能否为 100V 的 200Ω 电阻正常供电?

5. 计算题

(1) 图 1-7 的四个二端元件均为供能元件, 各元件端电压如图, 图示参考方向下的电流均为 -2A , 试求各元件产生的功率, 并标出各元件两端的极性。

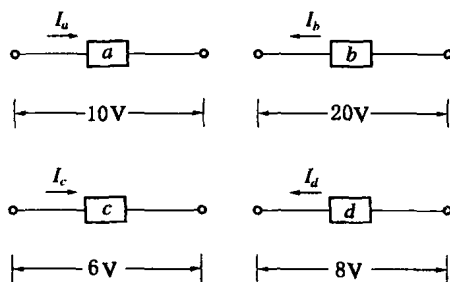


图 1-7

(2) 一台电动机的绕组用铜线绕制, 在 30°C 时测出绕组电阻为 1.3Ω 。运行一小时后, 测得绕组电阻为 1.4Ω , 求此时绕组的温度。(20°C 下, $\alpha = 4.1 \times 10^{-3} 1/^\circ\text{C}$)



第二章 简单直流电路

基本要求

1. 熟练掌握部分电路欧姆定律和闭合电路欧姆定律。
2. 了解电路的几种工作状态(通路、开路、短路), 掌握在每一种状态下电路中电流、电压和功率的计算。
3. 熟练掌握电阻串、并联的特点和作用, 掌握简单混联电路的分析和计算。
4. 掌握电路中各点电位及两点间电压的分析和计算, 并掌握其测量方法。
5. 了解电阻的两种测量方法: 伏安法和惠斯通电桥法。

内容提要

1. 电源的两个电路模型——电压源与电流源

(1)理想的电压源是一种输出电压与负载无关(或者说与输出电流无关)的元件, 图 2-1(a)、(b)为其符号、伏安特性曲线; 实际电压源的输出电压随负载阻值减小(即输出电流增大)而减小, 图 2-2(a)、(b)为其符号、伏安特性曲线。

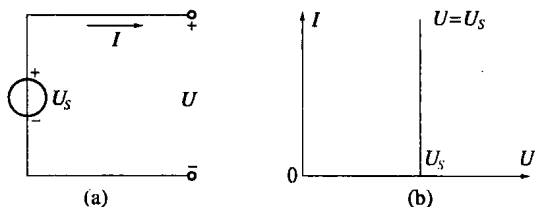


图 2-1

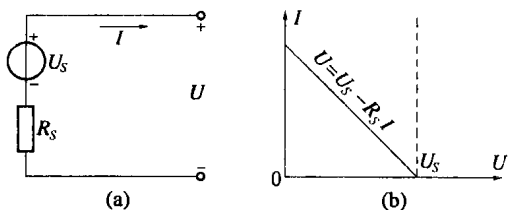


图 2-2

(2)理想的电流源是一种输出电流与所接负载无关(或者说与输出电压无关)的元件, 其符号、伏安特性曲线如图 2-3(a)、(b)所示; 实际的电流源输出电流则是随所接负载阻值减小(即输出电压减小)而增大, 其符号、伏安特性曲线如图 2-4(a)、(b)所示。

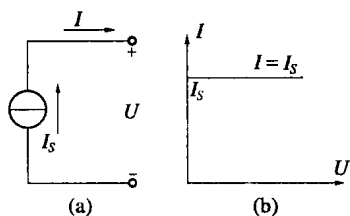


图 2-3

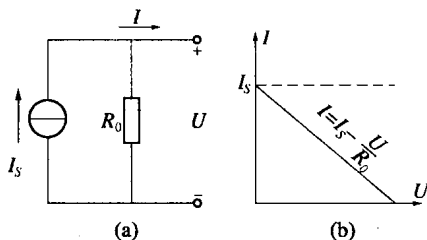


图 2-4

2. 欧姆定律(OML)

部分电路欧姆定律是一条实验定律, 而闭合电路欧姆定律则是一条推导定律。

(1)部分电路 OML 告诉我们: 一段导体上的电流与外加电压成正比、与导体的电阻成反比, 且电流与电压的方向总是一致的。关联参考方向下, OML 的表达式为 $I = U/R$ 。要注意: OML 仅适用于线性电阻。

(2)闭合电路 OML 则给出: 对于由电源和负载构成的闭合电路, 回路电流与电源电动势成正比、与回路电阻代数和成反比, 且电流与电动势方向一致。I 与 E 正方向一致时, 表达式为 $I = E/(R_L + r)$ 。要注意: 闭合电路 OML 仅适用于单一的闭合回路。



3. 电路不同状态下的基本特点与计算(见表 2-1)

表 2-1

状态 物理	断 路	通 路	短 路
电 流	0	$I=E/(R_L+r)$	$I_S=E/r$
电 压	$U_{OC}=E$	$U=E-Ir$	0
负载功率	0	$P=UI$	0

4. 电池组

电池是一种实际直流电压源,它有三个重要参数:电动势(E)、内电阻(r)和额定电流(I_N 或称最大允许电流 $I_{\max}$)。出于负载工作的需要,电池常接成串联或并联的组合,各自的等效参数见表 2-2。

表 2-2

组合方式 参 数	串联电池组 (n 节)	并联电池组 (m 节)
等效电动势	nE	E
等效内阻	nr	r/m
额定电流	I_N	$m I_N$

5. 电源的最大输出功率问题——阻抗匹配

电源的输出功率与所接负载阻值之间的关系如图 2-5 所示。只有当所接负载的阻值 R_L 等于电源内阻 r 时,电源才输出最大电功率, $P_{\max}=E^2/(4r)$ 。

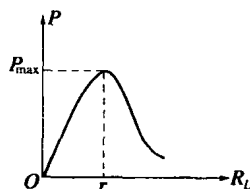


图 2-5

6. 电阻串、并联电路的特点、性质与应用(见表 2-3)

表 2-3

		电阻串联电路	电阻并联电路
特 点	电 流	$I=I_1=I_2=\dots=I_n$	$I=I_1+I_2+\dots+I_n$
	电 压	$U=U_1+U_2+\dots+U_n$	$U=U_1=U_2=\dots=U_n$
主 要 性 质	等效电阻	$R=R_1+R_2+\dots+R_n$	$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\dots+\frac{1}{R_n}$
	电 压 (或电流) 的分配	分压公式 $\begin{cases} U_1=\frac{R_1}{R_1+R_2} \cdot U \\ U_2=\frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot U \end{cases}$	分流公式 $\begin{cases} I_1=\frac{R_2}{R_1+R_2} \cdot I \\ I_2=\frac{R_1}{R_2+R_2} \cdot I \end{cases}$
	功率分配	$P_1:P_2=R_1:R_2$	$P_1:P_2=\frac{1}{R_1}:\frac{1}{R_2}=R_2:R_1$
应 用		1. 获取大电阻 2. 分压以使负载额定工作 3. 扩展电压表量程	1. 获取小电阻 2. 扩展电流表的量程

两电阻并联的等效电阻 $R=R_1//R_2=\frac{R_1 R_2}{R_1+R_2}$ 。

7. 两点间电压和电位的分析计算

电路中任意两点间的电压或任意一点电位的求解是电路分析的基本功。



(1) U_{mn} 的求解步骤: ①找到一条由 m 至 n 的有向路径(路径上不能有恒流源或断开的开关!); ②确定路径上各元件的端电压; ③将各元件电压沿路径方向求和即得 U_{mn} 。

(2) V_a 的求解分两种情况:

①若已知参考点 O , 则 $V_a = U_{ao}$;

②若已知 b 点电位 V_b , 则 $V_a = U_{ab} + V_b$ 。

8. 电阻的两种测量方法

(1) 伏安法是一种间接测量法, 它是利用了欧姆定律, 待测电阻的测量值等于伏特表读数除以安培表读数。它又分为安培表内接法与外接法两种, 两者的比较见表 2-4。

表 2-4

接 法 比较项	安培表 内接法	安培表 外接法
误差产生的 原因	安培表的 分压	伏特表的 分流
测量值与真实 值之间的关系	$R_{x[测]} = R_{x[真]} + r_A$	$R_{x[测]} = R_{x[真]} // r_V$
应用场合	用以测量大 电阻较准	用以测量小 电阻较精确

(2) 惠斯通电桥法测电阻是利用了电桥平衡的条件, 当桥路上无电流(即图 2-7 中检流计指针不偏转)时有 $R_x = \frac{R_2 R}{R_1}$, 滑线电桥的原理图如图 2-8 所示, AC 是一条 1m 长的均匀电阻线, 当 $\odot$ 中无电流时, 待测电阻 $R_x = \frac{L_2}{L_1} \cdot R$ 。

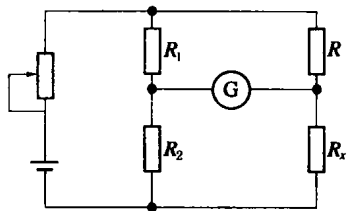


图 2-7

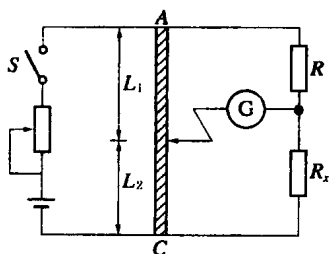


图 2-8

解题示例

例 1 图 2-9 电路中, $R_1 = 10\Omega$, $R_2 = 20\Omega$, $R_3 = 30\Omega$, $R_4 = 40\Omega$, 试求以下各种情况下的等效电阻 R_{ab} 。(1) S_1 、 S_2 全断开; (2) S_1 断开、 S_2 闭合; (3) S_1 闭合、 S_2 断开; (4) S_1 、 S_2 全闭合。

对于简单结构的电阻网络, 求等效电阻时首先要明确各电阻的联接关系, 然后再由串并联等效电阻计算公式求解。

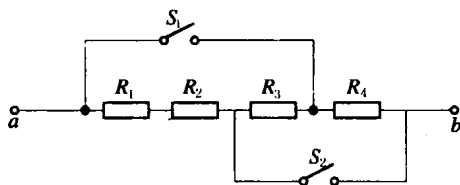


图 2-9

解 (1) S_1 、 S_2 全断开时, 四个电阻串联
 $R_{ab} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 10 + 20 + 30 + 40 = 100\Omega$

(2) S_1 断开、 S_2 闭合时, R_3 与 R_4 串联后被短路
 $R_{ab} = R_1 + R_2 = 10 + 20 = 30\Omega$

(3) S_1 闭合、 S_2 断开时, R_1 、 R_2 、 R_3 串联后被短路
 $R_{ab} = R_4 = 40\Omega$

(4) S_1 、 S_2 闭合时等效画法如图 2-10。

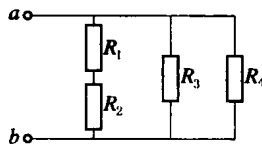


图 2-10

$$\begin{aligned}
 R_{ab} &= (R_1 + R_2) // R_3 // R_4 \\
 &= (10 + 20) // 30 // 40 \\
 &\approx 10.9\Omega
 \end{aligned}$$

例 2 图 2-11 中的电流表、电压表均为理想型的(内电阻 $r_A \rightarrow 0$, $r_V \rightarrow \infty$), 试分析: 随着活动触点向上移动时各仪表读数变化情况如何?

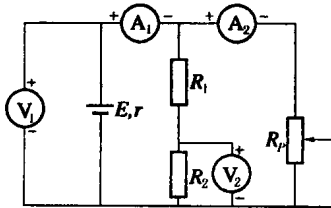


图 2-11



这是一种理论分析与实验相结合的典型题。分析的要领是,首先去除仪表得到等效的简化电路模型,然后运用相关理论分析此简单混联电路中各仪表所测物理量的大小随 R_P 的变化情况。这里所用到的理论主要有: OML、电源的伏安关系(简记 VAR)、串联电阻电路的性质、并联电阻电路的性质,也可用 KCL 讨论分流,用 KVL 讨论分压。另外有一点一定要注意, R_P 活动触点的移动将会使有效阻值发生怎样的变化首先要清楚。

解 原图可简化为图 2-12。

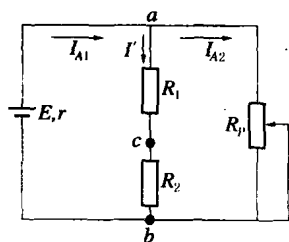


图 2-12

随着活动触点上移, R_P 的有效长度减小,阻值在减小,分析过程如下:

$$R_P \downarrow \rightarrow R_{ab} \downarrow \xrightarrow{(OML)} I_{A1} \uparrow \xrightarrow{(VAR)} U_{V1} \downarrow$$

$$\xrightarrow{(OML)} I' \downarrow \xrightarrow{(OML)} U_{V2} = U_{cb} \downarrow$$

$$\xrightarrow{(分流)} I_{A2} \uparrow$$

$$I_{A1} \uparrow$$

综上分析知,随着 R_P 活动触点向上移动,各表读数变化如下: A_1 变大, V_1 变小, V_2 变小, A_2 变大。

习 题

1. 判断题

- (1) 电压源内阻越小,其输出电压就越稳定,带负载的能力便越强。()
- (2) 电流源内阻越大,其输出电流就越稳定,带负载的能力便越强。()
- (3) 无论是电压源还是电流源,其内阻总是越小越好。()
- (4) 无论是恒压源系统还是恒流源系统,我们讲负载增大都是指负载消耗的电功率在增多。()
- (5) 电源开路时的输出电流为零,故其输出功率为零;电源短路下的输出电流最大,故其输出功率最大。()
- (6) 随着负载阻值的减小,电源输出电流不断增大,使得电源输出功率变大。()
- (7) 并联电池组中的各电池必须相同。()

(8) 所谓的简单电路是指电路中的电阻个数较少的电路。()

(9) 理想电压源的输出电压总是恒定的,不随时间而变。()

(10) 用安培表内接法测大电阻较精确。()

(11) 平衡下的桥路既可视作开路,也可视为短路。()

2. 选择题

(1) 150V 的恒压源为额定值是“50W、50V”的负载供电,欲使负载额定工作,则需串联的分压电阻为()。

- A. 50Ω B. 100Ω
C. 150Ω D. 200Ω

(2) “100W、220V”和“60W、220V”的两只白炽灯泡串联后接在 220V 电源上,则电源提供的功率为()。

- A. 37.5W B. 60W
C. 100W D. 160W

(3) 50 节“2V、0.2Ω、0.4A”的电池接成图 2-13 的混联电池组,则等效电动势为()V,等效内阻为()Ω,额定电流为()A。

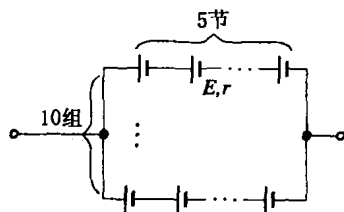


图 2-13

- A. 0.1 B. 2
C. 4 D. 10

(4) 图 2-14 中的电流 $I =$ ()。

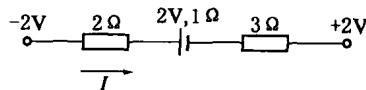


图 2-14

- A. 0A B. -1A
C. 1A D. 1/3A

(5) 电路如图 2-15 所示,其中 4V 恒压源的功率为()。

- A. 0 B. 4W
C. -4W D. -8W

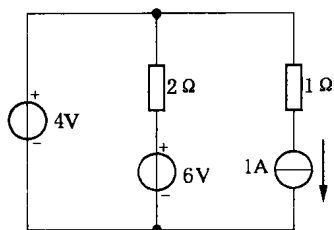


图 2-15

(6) 图 2-16 为测定电源参数的线路图, 当 S 置 1 时电压表读数为 2V, S 置 2 时电流表读数为 4A, 则电动势应为()V, 内阻应为()Ω。

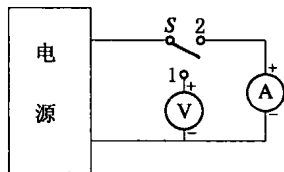


图 2-16

- A. 0.5 B. 1
C. 2 D. 8

(7) 图 2-17 电路中, 处于耗能状态的理想电源()。

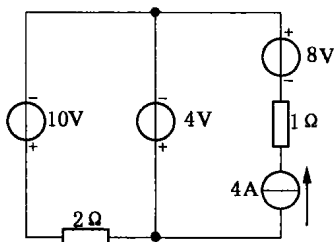


图 2-17

- A. 没有 B. 是 4V 恒压源
C. 是 10V 恒压源 D. 是 4A 恒流源

(8) “35V、3Ω”的电压源分别为 2Ω 和 4Ω 的负载供电, 则两种情况下电源的功率输出情况是()。

- A. 为 2Ω 负载提供的功率多
B. 为 4Ω 负载提供的功率更多些
C. 两种情况下电源输出相同的功率
D. 无法判断

2. 填空题

(1) 图 2-18 所示电压源在既定参考方向下的伏安特性方程为_____。该电源的开路 U_{oc} = _____; 短路 I_{sc} = _____; 接上 18Ω 负载时的输出电压为 _____, 输出电流为 _____, 供给负

载的电功率为_____。

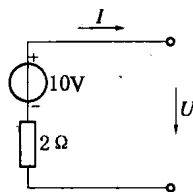


图 2-18

(2) 将四节“1.5V、0.4Ω、0.6A”的干电池并联后为 1.4Ω 的负载供电, 则电池组端电压为 _____, 流过负载的电流为 _____, 流过每节电池的电流为 _____。

(3) 三只电阻 R_1 、 R_2 和 R_3 , 它们的阻值之比 $R_1 : R_2 : R_3 = 2 : 3 : 5$, 则它们串联后接到电源上时的电压之比 $U_{R1} : U_{R2} : U_{R3} =$ _____, 功率之比 $P_{R1} : P_{R2} : P_{R3} =$ _____; 若将它们并联后接到电源上, 则电流之比 $I_{R1} : I_{R2} : I_{R3} =$ _____, 功率之比 $P_{R1} : P_{R2} : P_{R3} =$ _____。

(4) “8V、2Ω”的电压源只有接上 _____ Ω 电阻时, 才能输出最大功率, 且 $P_{max} =$ _____。

(5) 采用安培表内接法测电阻时, 由于安培表的内阻作用, 使得伏特表所测电压 _____ 于 R_x 端电压, 这样也就使得待测电阻 R_x 的测量值 _____ 于其真实值, 这种测量方法用来测 _____ 电阻时的误差小。

(6) 两个电阻 R_1 和 R_2 , 它们的阻值之比 $R_1 : R_2 = 2 : 3$ 且并联时的等效电阻为 18Ω, 则 $R_1 =$ _____, $R_2 =$ _____。

(7) 图 2-19 电阻网络的等效电阻 $R_{ab} =$ _____, $R_{ac} =$ _____, $R_{ad} =$ _____, $R_{bd} =$ _____。

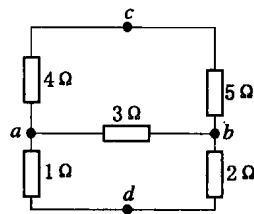


图 2-19

(8) 若将图 2-19 所示的两点 c、d 用理想导线连接起来, 则等效电阻 $R_{ab} =$ _____, $R_{ac} =$ _____, $R_{bd} =$ _____。

(9) 图 2-20 所示电路中 o 为参考点, 则 $V_a =$ _____, $V_b =$ _____, $V_c =$ _____, $V_d =$ _____, $U_{ca} =$ _____, $U_{cd} =$ _____。

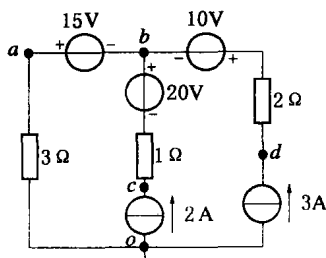


图 2-20

4. 问答、分析题

(1) 图 2-21 是一个二端电阻网络的框图, 已知该网络是由五个 6Ω 电阻连接而成的, 且外加电压 $U=8\text{V}$ 时, 形成的电流 $I=0.5\text{A}$, ①试求该网络的等效电阻 R_{ab} ; ②试分析该电阻网络的结构。

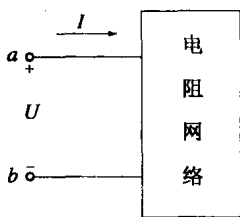


图 2-21

(2) 试分析图 2-22 电路中, 随着活动触点 R_P 向下移动, 各表读数的变化情况如何?

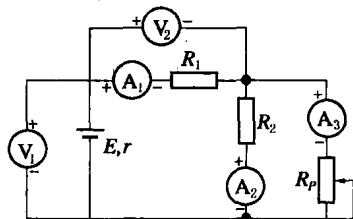


图 2-22

(3) 电源在电路中是否永远都是处于供能状态? 试举例加以说明。

(4) 在恒压源系统中, 我们讲负载增大是指负载的阻值变大还是变小? 在恒流源系统中呢?

5. 计算题

(1) 试求图 2-23 和图 2-24 中开关不同状态下的 R_{ab} 。

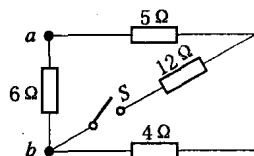


图 2-23

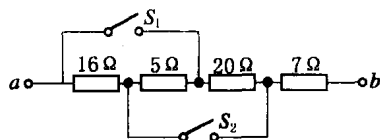


图 2-24

(2) 图 2-25(a) 为一个实际电压源, 其参数 $U_S=15\text{V}$, $R_S=2\Omega$ 。(b) 图为一个电阻网络, 各电阻值为 $R_1=3\Omega$, $R_2=4\Omega$, $R_3=5\Omega$, $R_4=6\Omega$, $R_5=12\Omega$ 。试求解当电源接在不同位置时的输出电压、输出电流和输出功率。①接于 c、d 间; ②接于 c、e 间; ③接于 d、e 间; ④接于 d、f 间。

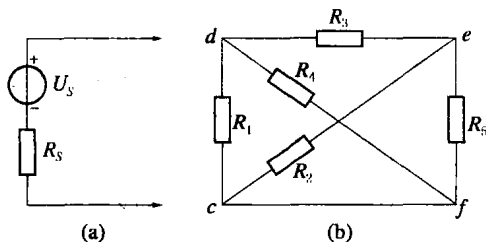


图 2-25

(3) 图 2-26 所示电路中, 当开关 S 置 1 时 $I_1=10\text{A}$, S 置 2 时 $U_2=100\text{V}$ 。试求解电压源的参数 U_S , R_S , 并说明电源的正、负极。

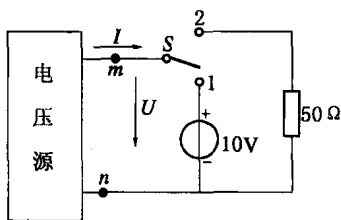


图 2-26

(4) 电路如图 2-27 所示, 已知 $R_1=3\text{k}\Omega$, $R_2=2\text{k}\Omega$, $R_3=4\text{k}\Omega$, $R_4=6\text{k}\Omega$, 试求电位 V_a 和 V_b 。