

高等院校教材同步辅导及考研复习用书

spark® 星火·燎原

丛书主编 马德高

# 电工学（上册）

## 电工技术辅导及习题精解

（秦曾煌 第七版）

本册主编 孙明灿 徐晓静

联系考研，渗透精讲历年考研真题

知识内容  
小结

+

典型例题  
分析

+

教材习题  
答案

延边大学出版社

丛书主编 马德高

# 电工学(上册)

## 电工技术辅导及习题精解

(秦曾煌 第七版)

本册主编 孙明灿 徐晓静

副主编 孙志辉 陈世峰 杨岳 屈伟

延边大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

电工学(上册)电工技术辅导及习题精解：秦曾煌  
第7版 / 马德高主编. — 延吉：延边大学出版社，  
2011.7

ISBN 978-7-5634-1814-5

I. ①电… II. ①马… 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(2011)第 136233 号

### 电工学(上册)电工技术辅导及习题精解

---

主编：马德高

责任编辑：何 方

出版发行：延边大学出版社

社址：吉林省延吉市公园路 977 号

邮编：133002

网址：<http://www.ydcbs.com>

E-mail：[ydcbs@ydcbs.com](mailto:ydcbs@ydcbs.com)

电话：0433-2732435

传真：0433-2732434

印刷：临沂市沂蒙印刷厂

开本：880×1230 1/32

印张：11.5 字数：310 千字

版次：2011 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5634-1814-5

定价：16.80 元

# 前 言

《电工学》课程一直以来都是高等院校工科非电类专业的学生的专业基础课,很多院校在考研时把电工学作为考研专业课内容之一。在非电类专业中,像机械、数控等工科专业,电工学的知识对这些专业有着很重要的作用,在学生们读研或者做科研时,电工学都是必不可少的知识积累。为了帮助广大学习电工学的读者能更轻松的学会电工学,同时也为了适应当前教育事业改革与发展趋势,我们编写了本书。

本书是以秦曾煌主编的普通高等教育“十一五”国家规划教材《电工学(上册)电工技术—第七版》中的练习题与思考题和课后习题为参考编写的。本书的主要内容包括重点内容提要、典型例题及其解析方法、练习与思考题解答、课后习题、历年考研真题全解五部分。本书从典型例题解题方法入手,针对不同形式的题目给出最适合的解题方法,引导学生逐渐掌握每种题型相对应的解题方法,以达到用最合适的方法去解题。

本书的主要特点:

1. 每章的重点总结;
2. 典型例题详解;
3. 概念清楚、步骤详尽完整、符号严谨;
4. 课堂式解题方式;
5. 考研真题总结。

用本书作为学习电工学,将会达到事半功倍的效果。

重点知识点的总结会使读者在很短的时间内知道每一章的重点所在,便于复习。典型例题详解是对重点知识的进一步加深和巩固,会给出最合适的解题方法,以最简单的方法求解问题。课堂式解题方式让您看到这本书时感觉是老师在讲课,通俗易懂,言简意赅。考研真题总结让您看到

重点院校考研时的出题侧重点,以便于复习。

为了方便读者使用,书中各章节次序和习题编号均与原教材相一致。

在编写过程中,四位副主编立下了汗马功劳,不分昼夜加班加点,以严谨认真的态度进行了书中大部分文字的编写工作。在此一并感谢。

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。有好的意见或建议可以发邮件至 [sunmingcan@126.com](mailto:sunmingcan@126.com)。本人表示由衷的感谢。

编者

# 目 录

<b>第 1 章 电路的基本概念与基本定律</b> .....	(1)
本章学习要求 .....	(1)
知识要点与考点 .....	(1)
典型例题解析 .....	(4)
历年考研试题精选与分析 .....	(5)
本章练习与思考题详解 .....	(9)
本章习题详解 .....	(20)
<b>第 2 章 电路的分析方法</b> .....	(36)
本章学习要求 .....	(36)
知识要点与考点 .....	(36)
典型例题解析 .....	(44)
历年考研试题精选与分析 .....	(50)
本章练习与思考题详解 .....	(54)
本章习题详解 .....	(69)
<b>第 3 章 电路的暂态分析</b> .....	(115)
本章学习要求 .....	(115)
知识要点与考点 .....	(115)
典型例题解析 .....	(116)
历年考研试题精选与分析 .....	(118)
本章练习与思考题详解 .....	(120)
本章习题详解 .....	(127)

<b>第 4 章 正弦交流电路</b> .....	(146)
本章学习要求 .....	(146)
知识要点与考点 .....	(146)
典型例题解析 .....	(154)
历年考研试题精选与分析 .....	(164)
本章练习与思考题详解 .....	(169)
本章习题详解 .....	(183)
<b>第 5 章 三相电路</b> .....	(217)
本章学习要求 .....	(217)
知识要点与考点 .....	(217)
典型例题解析 .....	(219)
历年考研试题精选与分析 .....	(221)
本章练习与思考题详解 .....	(225)
本章习题详解 .....	(227)
<b>第 6 章 磁路与铁心线圈电路</b> .....	(238)
本章学习要求 .....	(238)
知识要点与考点 .....	(238)
历年考研试题精选与分析 .....	(239)
本章练习与思考题详解 .....	(242)
本章习题详解 .....	(245)
<b>第 7 章 交流电动机</b> .....	(255)
本章学习要求 .....	(255)
知识要点与考点 .....	(255)
典型例题解析 .....	(256)

历年考研试题精选与分析 .....	(259)
本章练习与思考题详解 .....	(263)
本章习题详解 .....	(268)
<b>第 8 章 直流电动机</b> .....	(279)
本章学习要求 .....	(279)
知识要点与考点 .....	(279)
典型例题解析 .....	(280)
本章练习与思考题详解 .....	(281)
本章习题详解 .....	(282)
<b>第 9 章 控制电机</b> .....	(287)
本章学习要求 .....	(287)
知识要点与考点 .....	(287)
本章习题详解 .....	(288)
<b>第 10 章 继电接触器控制系统</b> .....	(291)
本章学习要求 .....	(291)
知识要点与考点 .....	(291)
历年考研试题精选与分析 .....	(297)
本章练习与思考题详解 .....	(302)
本章习题详解 .....	(303)
<b>第 11 章 可编程控制器及其应用</b> .....	(315)
本章学习要求 .....	(315)
知识要点与考点 .....	(315)
典型例题解析 .....	(316)
本章练习与思考题详解 .....	(320)



本章习题详解 .....	(324)
<b>第 12 章 工业企业供电及安全用电 .....</b>	<b>(342)</b>
本章学习要求 .....	(342)
知识要点与考点 .....	(342)
历年考研试题精选与分析 .....	(342)
本章习题详解 .....	(343)
<b>第 13 章 电工测量 .....</b>	<b>(345)</b>
本章学习要求 .....	(345)
知识要点与考点 .....	(345)
典型例题解析 .....	(347)
历年考研试题精选与分析 .....	(348)
本章习题详解 .....	(349)

# 第 1 章 电路的基本概念与基本定律

## 本章学习要求

1. 理解电压与电流参考方向的意义,掌握实际电压、电流与参考方向之间的关系;
2. 理解电路的基本电压和电流定律并能正确应用;
3. 了解电路的有载工作、开路与短路状态,理解电功率和额定值的意义;
4. 会计算电路中各点的电位。

## 知识要点与考点

1. 参考方向:在分析电路时,首先任意假设电压和电流的方向,根据计算结果来确定实际电压和电流的方向。

若计算结果为正值,则表明实际电压和电流的方向与参考方向相同;若计算结果为负值,则表明实际电压和电流的方向与参考方向相反。

关联参考方向:若电压与电流的方向相同,形如图 1.1 所示的电路,则为参考方向。

关联参考方向可以这样描述:若元件为电源,则电流从高电位流出;若元件为负载,则电流从高电位流进。同样若实际的电流从高电位流出,则此元件为电源;若实际的电流从高电位流进,则此元件为负载。

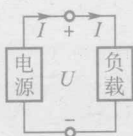
通过关联参考方向可以判断电路中的元件是电源还是负载。

在分析问题设定参考方向时,要遵循关联参考方向,这样在列写欧姆定律时才不会出现负号。

参考方向的标注方法如图 1.2 所示:



图 1.2



1.1 关联参考方向

### 2. 几个重要的概念:

支路:电路中的每一个分支(结点之间的电路)。

结点:三条或三条以上支路的联结点(或者说是三个或三个以上元器件的联结点)。

回路:由支路组成的闭合路径。

网孔:内部不含支路的回路。

如图 1.3 所示,电路中的结点只有 2 个,因为 ac 为 1 个结点, bd 为 1 个结点。

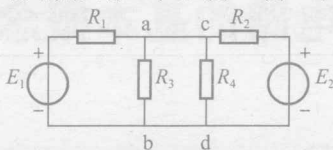


图 1.3

### 3. 基尔霍夫电流定律(KCL) 和基尔霍夫电压定律(KVL)

#### (1) 基尔霍夫电流定律(KCL)

在任一瞬间,流向任一结点的电流等于流出该结点的电流。

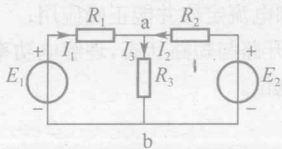


图 1.4

如图 1.4 所示,对于结点 a:  $I_1 + I_2 = I_3$

若规定电流流进为正,流出为负的话,则基尔霍夫电流定律也可以这样描述:在任一瞬间,对于任一结点,电流的代数和为零。

同样对于 a 结点:  $I_1 + I_2 - I_3 = 0$

#### ● 基尔霍夫电流定律的推广

电流定律可以推广应用于包围部分电路的任一假设的闭合面,如图 1.5 所示。

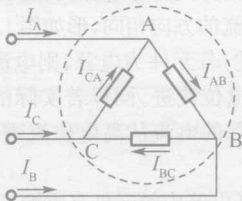


图 1.5

$$I_A + I_B + I_C = 0$$

#### (2) 基尔霍夫电压定律(KVL)

在任一瞬间,从回路中任一点出发,沿回路循环一周,则在这个方向上电位升之和等于电位降之和。在如图 1.6 所示的电路中,

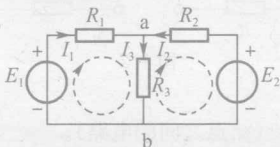


图 1.6

对左边的网孔:  $E_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3$

对右边的网孔： $I_3 R_3 + I_2 R_2 = E_2$

若规定电压降的方向与绕行方向一致取正号，相反取负号，基尔霍夫电压定律的另外一种形式是：

在任一瞬间，沿任一回路循行方向，回路中各段电压的代数和恒等于零。

对左边的网孔： $-E_1 + I_1 R_1 + I_3 R_3 = 0$

对右边的网孔： $-I_3 R_3 - I_2 R_2 + E_2 = 0$

### ● 基尔霍夫电压定律的推广

开口电压可按回路处理

如图 1.7 所示， $U_{ab}$  为一开口电压，此时仍然可以用基尔霍夫电压定律进行分析。

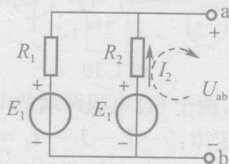


图 1.7

$$-E_1 + I_2 R_2 + U_{ab} = 0$$

### 4. 电位的概念

电位：电路中某点至参考点的电压，记为“ $V_x$ ”。

通常设参考点的电位为零。

某点电位为正，说明该点电位比参考点高；

某点电位为负，说明该点电位比参考点低。

电位的计算步骤：

- (1) 任选电路中某一点作为参考点，设其电位为零；
- (2) 标出各电流参考方向并计算；
- (3) 计算各点至参考点间的电压即为各点的电位。

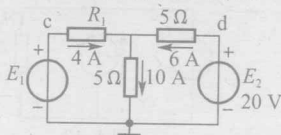


图 1.8

若以如图 1.8 所示的位置作为参考点，则  $V_c = 40V$ ， $V_d = 20V$ 。

若采用电位后，上图可以转变为图 1.9 所示。

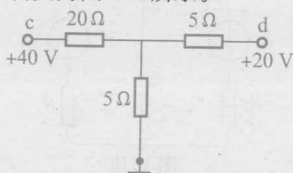


图 1.9

可以看出采用电位后，电路图可以大为简化。

典型例题解析

**例 1** 如图 1.10 所示的电路,其中理想电压源起到\_\_\_\_\_作用,理想电流源起到\_\_\_\_\_作用。

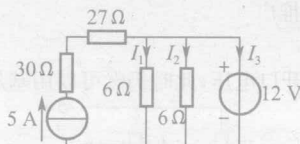


图 1.10

解:因为不管外电路怎么样,两个  $6\Omega$  电阻两端的电压始终是  $12\text{V}$ ,因此  $I_1 = I_2 = 2\text{A}$ 。根据基尔霍夫电流定律: $5 - I_1 - I_2 - I_3 = 0, I_3 = 1\text{A}$ ,对  $12\text{V}$  理想电压源来说,电流是从高电位流进,因此  $12\text{V}$  理想电压源是负载;对  $5\text{A}$  理想电流源来说,电流是从高电位流出,因此  $5\text{A}$  理想电流源是电源。

**例 2** 在图 1.11 所示的电路中,已知  $U_S = 10\text{V}, I_S = 1\text{A}$ 。则下列描述正确的是 ( )。

- (a)  $U_S$  是电源,  $I_S$  也是电源
- (b)  $U_S$  是负载,  $I_S$  是电源
- (c)  $U_S$  是电源,  $I_S$  是负载
- (d)  $U_S$  是负载,  $I_S$  也是负载



图 1.11

解:图 1.11 重画为图 1.12,  $20\Omega$  电阻两端的电压始终是  $U_S = 10\text{V}$ ,所以  $I_1 = 0.5\text{A}$ ,根据基尔霍夫电流定律,  $I_2 = -0.5\text{A}$ 。对于  $U_S$  来说,  $I_2$  是从高电位流进,所以  $U_S$  为负载。对理想电流源  $I_S$  来说,电流是从高电位流出,所以  $I_S$  是电源。故选(b)。



图 1.12

**例 3** 已知电路如图 1.13 所示,  $U = 220\text{V}, I = 5\text{A}$ , 内阻  $R_{01} = R_{02} = 1\Omega$ , 求: (1) 电源的电动势  $E_1$  和电动势  $E_2$ ; (2) 说明功率关系。

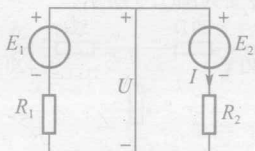


图 1.13

解:由基尔霍夫电压定律知: $E_1 = U + IR_1, U = E_2 + IR_2$   
 $E_1 = U + IR_1 = 220 + 5 \times 1 = 225\text{V}$

$$E_2 = U - IR_2 = 220 - 5 \times 1 = 215\text{V}$$

因为对  $E_1$  来说, 电流是从高电位流出, 所以  $E_1$  是电源; 对  $E_2$  来说, 电流是从高电位流进, 所以  $E_2$  是负载.  $R_1$  和  $R_2$  也是负载.

$$\text{发出的功率: } P_1 = IE_1 = 5 \times 225 = 1125\text{W}$$

$$\text{消耗的功率: } P_2 = IE_2 + I^2 R_1 + I^2 R_2 = 5 \times 215 + 25 \times 1 + 25 \times 1 = 1125\text{W}$$

所以  $P_1 = P_2$ , 符合功率平衡.

**例 4** 如图 1.14 所示的电路, 共有几个结点, 几个支路, 几个网孔, 几个回路.

解: 结点数 4 个: a、b、c、d.

支路数: 6 条, ad、ac、db、bc、ab、cd.

网孔数: 3 个, abd、abc、bcd.

回路数: 7 个, acda、acbda、acdca、adcba、abda、abca、bcdcb.

**例 5** 对图 1.14 列基尔霍夫电流方程.

解: 对 a 结点:  $I_1 - I_2 - I_G = 0$

对 b 结点:  $I_3 + I_G - I_4 = 0$

对 c 结点:  $I_2 + I_4 - I = 0$

对 d 结点:  $I - I_1 - I_3 = 0$

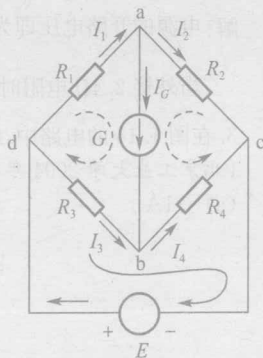


图 1.14

**例 6** 图 1.15 所示电路, 计算开关 S 断开和闭合时 a 点的电位  $V_a$ 。

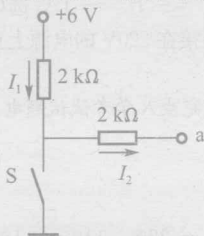


图 1.15

解 S 断开时, 由于  $I_1 = I_2 = 0$ , 两电阻两端的电压也为零, 因此, a 点的电位  $V_a = 6\text{V}$ . S 闭合时, 由于 S 把下面的电阻给短路了, 因此  $V_a = 0\text{V}$ .

## 历年考研试题精选与分析

1. 一个电热器从 220V 的电源吸取 1000W 的功率, 若将此电热器接到 110V 的电源上, 则吸收的功率  $P =$  \_\_\_\_\_.

(华南理工大学 2006 年攻读硕士学位研究生入学考试电工学试卷)

解 根据  $P = \frac{U^2}{R}$  可知, 功率  $P$  正比于电压  $U^2$ , 因此将此电热器接到 110V 的电源

上,则吸收的功率  $P = \frac{1000}{4} = 250\text{W}$ 。

2. 某电源的开路电压为  $24\text{V}$ , 短路电流为  $10\text{A}$ , 当它外接  $2.4\Omega$  电阻时, 输出电流为 ( )

(北京工业大学 2004 年硕士研究生入学考试试题电工学试题)

(a)  $6\text{A}$

(b)  $3\text{A}$

(c)  $5\text{A}$

解: 电源的开路电压即为电源的电动势  $E = 24\text{V}$ , 其内阻  $R_0 = \frac{E}{I_S} = \frac{24}{10} = 2.4\Omega$ 。

当外接  $2.4\Omega$  电阻时,  $I = \frac{E}{R_0 + R} = \frac{24}{2.4 + 2.4} = 5\text{A}$ , 因此选(c)。

3. 在图 1.16 的电路中, 电流  $I_1 = 1\text{A}$ , 则电流  $I_2$  的值为 ( )

(北京工业大学 2004 年硕士研究生入学考试试题电工学试题)

(a)  $+1\text{A}$

(b)  $-1\text{A}$

(c)  $+2\text{A}$

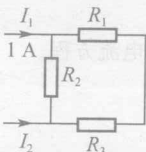


图 1.16

解: 根据基尔霍夫电流定律的扩展, 三个电阻组成的回路可以看成是一个大结点, 因此  $I_1 + I_2 = 0$ , 所以  $I_2 = -I_1 = -1\text{A}$ , 选(b)。

4. 一只  $110\text{V}$ 、 $6\text{W}$  的指示灯, 要接在  $220\text{V}$  的电源上正常工作, 应串多大电阻值的电阻? 其功率最少为多大?

(北京工业大学 2004 年硕士研究生入学考试试题电工学试题)

解: 指示灯的额定电流

$$I = \frac{6}{110} = 0.054\text{A}$$

串联电阻需分的电压  $\Delta U = 220 - 110 = 110\text{V}$

$$\text{串联的电阻值: } R = \frac{\Delta U}{I} = \frac{110}{0.054} = 2016.7\Omega$$

其功率:  $P = \Delta U \times I = 110 \times 0.054 = 6\text{W}$

5. 求图 1.17 电路中 a、b 两点间的电压  $U_{ab}$ 。已知  $I = 6\text{A}$ ,  $R_1 = 3\Omega$ ,  $R_2 = R_3 = 6\Omega$ ,  $R_4 = 12\Omega$ 。

(北京工业大学 2004 年硕士研究生入学考试试题电工学试题)

解: 根据分流原理

$$I_1 = \frac{R_2 + R_3}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} \times I = \frac{6 + 6}{3 + 6 + 6 + 12} \times 6 = \frac{8}{3}\text{A}$$

$$I_2 = I - I_1 = 6 - \frac{8}{3} = \frac{10}{3}\text{A}$$

$$\text{a、b 两点间的电压 } U_{ab} = V_a - V_b = I_1 R_3 - I_2 R_4 = \frac{8}{3} \times$$

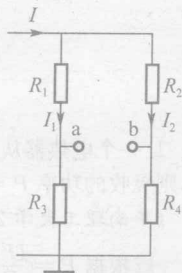


图 1.17

$$6 - \frac{10}{3} \times 12 = -24\text{V}$$

6. 如图 1.18 所示的电路中, 当 S 闭合时, 流过 8 欧电阻支路的电流是多少?  
(北京工业大学 2004 年硕士研究生入学考试试题电工学试题)

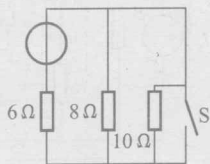


图 1.18

解: 当 S 闭合时, 8 欧电阻被短路, 因此流过 8 欧电阻支路的电流是零。

7. 一只 110V, 8W 的指示灯, 现在要接在 380V 的电源上, 此时应串联电阻 R 的阻值为\_\_\_\_\_, 该电阻的功率为\_\_\_\_\_。

(华南理工大学 2007 年攻读硕士学位研究生入学考试电工学试题)

解: 指示灯的额定电流

$$I = \frac{8}{110} = 0.073\text{A}$$

$$\text{串联电阻需分的电压 } \Delta U = 380 - 110 = 270\text{V}$$

$$\text{串联的电阻值: } R = \frac{\Delta U}{I} = \frac{270}{0.073} = 3712.5\Omega$$

$$\text{其功率: } P = \Delta U \times I = 270 \times 0.073 = 19.64\text{W}$$

8. 有一台直流稳压电源, 其额定输出电压为 30V, 额定输出电流为 2A, 从空载到额定负载, 其输出电压的变化率为千分之一 (即  $\Delta U = \frac{U_0 - U_N}{U_N} = 0.1\%$ ), 该稳压电源的内阻为\_\_\_\_\_。

(华南理工大学 2005 年攻读硕士学位研究生入学考试电工学试卷)

思路探索:  $\Delta U = U_0 - U_N = I_N R_0$ , 也就是说电压的压降是由于内阻通一额定电流形成的。

$$\text{解: 由 } \Delta U = \frac{U_0 - U_N}{U_N} = 0.1\%$$

$$U_0 - U_N = 0.1\% U_N$$

$$\text{所以 } 0.1\% U_N = U_0 - U_N = I_N R_0$$

$$\text{则 } R_0 = \frac{0.1\% U_N}{I_N} = \frac{30 \times 0.001}{2} = 0.015\Omega$$

9. 如图 1.19 所示的电路中, 已知:  $R_1 = R_2 = 4\Omega$ ,  $R_3 = 3\Omega$ ,  $R_4 = 6\Omega$ ,  $R_5 = 4\Omega$ ,  $R_6 = 2\Omega$ ,  $R_7 = 6\Omega$ ,  $I_S = 4\text{A}$ , 求  $R_6$  的端电压  $U_6$ 。

(华南理工大学 2005 年攻读硕士学位研究生入学考试电工学试卷)

解: 图 1.19 可重画为图 1.20 所示。

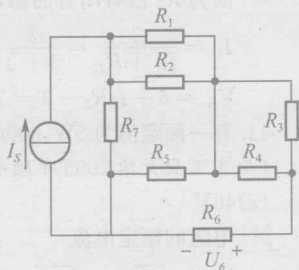


图 1.19



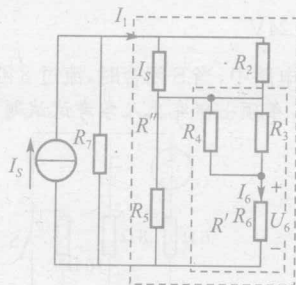


图 1.20

$$R' = R_3 // R_4 + R_6 = 3 // 6 + 2 = 4 \Omega$$

$$R'' = R_1 // R_2 + R_5 // R' = 4 // 4 + 4 // 4 = 4 \Omega$$

根据分流原理

$$I_1 = \frac{R_7}{R_7 + R''} \times I_s = \frac{6}{6+4} \times 4 = 2.4 \text{ A}$$

仍然根据分流原理

$$I_6 = \frac{R_5}{R_5 + R'} \times I_1 = \frac{4}{4+4} \times 2.4 = 1.2 \text{ A}$$

根据欧姆定律

$$U_6 = I_6 R_6 = 1.2 \times 2 = 2.4 \text{ V}$$

10. 试求图 1.21 所示直流电路中 A 点的电位, 其中  $R_1 = 1 \Omega, R_2 = 2 \Omega, R_3 = 4 \Omega$ 。  
(西南大学 2009 攻读硕士学位研究生入学考试试题电工学试题)

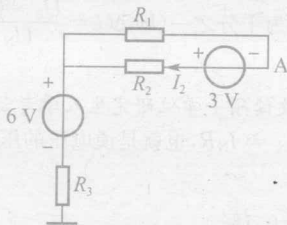


图 1.21

解: 因为  $R_3$  没有闭合回路, 所以  $R_3$  中没有电流。

$$I_2 = \frac{3}{R_1 + R_2} = \frac{3}{1+2} = 1 \text{ A}$$

$$V_A = 6 + I_2 R_2 - 3 = 3 + 1 \times 2 = 5 \text{ V}$$

11. 有一额定值为  $5 \text{ W}, 500 \Omega$  的绕线电阻, 使用时电压不得超过( )。  
(北京工业大学 2005 年硕士研究生入学考试试题)

(a) 40V

(b) 50V

(c) 60V

解: 电阻的额定电流

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{5}{500}} = 0.1 \text{ A}$$