



高等学校优秀教材辅导丛书  
GAODENG XUEXIAO YOUXIUJIAOCAI FUDAOCONGSHU

- 知识点深入总结
- 各章习题详解详析
- 相关习题课后训练

# 电子技术

## 知识要点与习题解析

主编 李建军 齐怀琴 丁 龙

TM1/127=2A

:2

2008

高等学校优秀教材辅导丛书

# 电子技术

## 知识要点与习题解析

(配罗守信(电工学Ⅱ)第三版教材·高教版)

主 编 李建军 齐怀琴 丁 龙

出版发行 哈尔滨工程大学出版社  
 社 址 哈尔滨市南岗区大直街124号  
 邮 政 编 址 150001  
 电 话 0451-82219328  
 传 真 0451-82219329  
 邮 政 挂 号 0451-82219329  
 印 刷 厂 哈尔滨市印刷厂  
 开 本 787mm×1092mm 1/16  
 印 张 11.5  
 字 数 285千字  
 定 价 16.00元

哈尔滨工程大学出版社

## 内 容 简 介

本书是配合浙江大学罗守信主编的《电工学Ⅱ 电子技术》(第三版)编写的辅导书。编者在长期电工学教学的基础上,对该教材各章内容进行了概括和总结;对各章习题逐一作了较详尽的解答;并结合各章的重点和难点选择典型的、与教材互补的同步训练题进行分析解答,旨在帮助读者更好地理解 and 掌握教材内容。

本书可以作为高等学校机械设计制造及其自动化、化工机械与设备、工艺类等非电类专业“电工学”课程的教学参考书,也可作为工程技术人员的参考用书。

## 图书在版编目(CIP)数据

电子技术知识要点与习题解析/李建军,齐怀琴,丁龙  
主编.—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2008.4  
ISBN 978-7-81133-286-5

I.电… II.①李…②齐…③丁… III.电子技术-高等  
学校-教学参考资料 IV.TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 048915 号

---

出版发行 哈尔滨工程大学出版社  
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号  
邮政编码 150001  
发行电话 0451-82519328  
传 真 0451-82519699  
经 销 新华书店  
印 刷 肇东粮食印刷厂  
开 本 787mm×960mm 1/16  
印 张 11  
字 数 199 千字  
版 次 2008 年 4 月第 1 版  
印 次 2008 年 4 月第 1 次印刷  
定 价 15.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: [heupress@hrbeu.edu.cn](mailto:heupress@hrbeu.edu.cn)

---



P r e f a c e

# 前言

本书是为浙江大学罗守信主编的《电工学Ⅱ 电子技术》(第三版)编写的配套学习辅导书。

《电工学Ⅱ 电子技术》(第三版)1987年荣获全国优秀教材二等奖。本课程内容多、概念性强,对问题分析又常采用近似法,这给初学者带来很大困难。为帮助读者提高分析问题、解决问题的能力,我们编写了这本学习辅导书。

为便于读者学习,本书在章节编排顺序上与教材完全相同,本书各章节内容主要包括以下三部分:

1. 知识要点。指出各章中哪些内容需要重点掌握、哪些内容只需要一般了解。帮助读者有的放矢地进行学习。根据编者多年教学实践工作中的经验和体会,对教材各章内容进行总结、提炼和归纳。帮助读者理清思路、抓住重点,更好地掌握电子线路的基本概念、基本原理和基本分析方法。

2. 书后习题解析。为方便学生自学,教材各章习题均有详尽的分析和解答。

3. 同步训练题。选择典型的、与教材互补的同步训练题进行分析解答。通过这部分学习,读者可以掌握解题要领,巩固基本概念,做到举一反三,增强分析问题、解决问题的能力。

本书由李建军、齐怀琴、丁龙编写。第8章至第11章由齐怀琴编写,第12章由丁龙编写,第13章由李建军编写。朱磊参加第8章至第11章部分习题的解答,祁小钰参加第8章至第11章部分知识要点的编写。书中存在的错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

# Contentst 目录

<b>第8章 晶体二极管及其应用</b> .....	1
知识要点 .....	1
8.1 内容提要 .....	1
8.2 基本要求 .....	1
8.3 学习指导及注意的问题 .....	1
书后习题解析 .....	3
同步训练题 .....	8
同步训练题答案 .....	11
<b>第9章 晶体三极管及其放大电路</b> .....	14
知识要点 .....	14
9.1 内容提要 .....	14
9.2 基本要求 .....	14
9.3 学习指导及注意的问题 .....	15
书后习题解析 .....	18
同步训练题 .....	44
同步训练题答案 .....	48
<b>第10章 集成运算放大器及其应用</b> .....	55
知识要点 .....	55
10.1 内容提要 .....	55
10.2 基本要求 .....	55
10.3 学习指导及注意的问题 .....	55
书后习题解析 .....	59
同步训练题 .....	74
同步训练题答案 .....	79
<b>第11章 正弦波振荡电路</b> .....	84
知识要点 .....	84
11.1 内容提要 .....	84
11.2 基本要求 .....	84
11.3 学习指导及注意的问题 .....	84

书后习题解析 .....	85
同步训练题 .....	89
同步训练题答案 .....	93
<b>第 12 章 直流稳压电源与晶闸管及其应用</b> .....	<b>97</b>
知识要点 .....	97
12.1 内容提要 .....	97
12.2 基本要求 .....	97
12.3 学习指导及注意的问题 .....	97
书后习题解析 .....	102
同步训练题 .....	108
同步训练题答案 .....	111
<b>第 13 章 数字电路</b> .....	<b>114</b>
知识要点 .....	114
13.1 内容提要 .....	114
13.2 基本要求 .....	114
13.3 学习指导及注意的问题 .....	114
书后习题解析 .....	127
同步训练题 .....	152
同步训练题答案 .....	157

## 第 8 章 晶体二极管及其应用



### ZHI SHI YAO DIAN 知识要点

### 8.1 内容提要

本章首先介绍晶体二极管的工作原理、结构、伏安特性、主要参数及常见的应用电路,然后介绍了稳压二极管的伏安特性、主要参数及稳压电路。

### 8.2 基本要求

1. 了解半导体基本知识,掌握 PN 结构的单向导电特性;
2. 熟悉晶体二极管和稳压二极管的基本构造、工作原理、特性曲线和主要参数;
3. 能够熟练分析计算二极管、稳压管基本电路。

### 8.3 学习指导及注意的问题

#### 8.3.1 半导体基础知识

1. 半导体是导电能力介于导体和绝缘体之间的物质。化学成分纯净的半导体称为本征半导体。用于制造半导体器件的本征半导体应该是无缺陷的单晶体。
2. 半导体的导电方式与导体不同。导体导电是因为导体中存在大量的自由电子,即载流子是电子;而半导体内部参与导电的载流子是电子和空穴。掺入微量的杂质元素对本征半导体的导电性能有巨大的影响。



### 8.3.2 PN 结及其单向导电性

1. 在 PN 结没有外加电压时, PN 结中载流子的扩散运动和漂移运动达到动态平衡, 所以通过 PN 结的总电流为零。

2. PN 结加正向电压, 阻挡层变薄, 内电场减弱, 扩散力大于电场力, 扩散大于漂移, 扩散形成较大的正向电流。而且外加正向电压对正向电流有很强的控制作用。

3. PN 结加反向电压, 阻挡层变厚, 内电场增强, 电场力大于扩散力, 漂移大于扩散, 漂移少数运动形成一个较小的反向电流。而且反向电流基本上不随外加电压而变化, 但随温度变化大。

### 8.3.3 晶体二极管的伏安特性

二极管的伏安特性一般分为正向特性、反向特性和击穿特性三部分, 如图 8-1 所示。

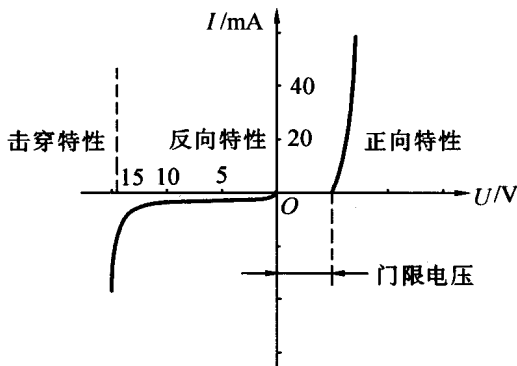


图 8-1

锗二极管的门限电压为 0.1 V, 正向压降一般在 0.2 ~ 0.3 V; 硅二极管的门限电压约为 0.5 V, 正向压降一般在 0.6 ~ 0.8 V。硅二极管的反向电流一般要比锗二极管小得多。

一个理想的二极管在正向导通时, 忽略其管压降, 可以将其看成短路。当二极管反偏时, 如果忽略其反向饱和电流, 可以将其看成断路。



## 8.3.4 晶体二极管的参数

晶体二极管的主要参数有:最大平均整流电流、最高反向工作电压和反向饱和电流。

## 8.3.5 稳压二极管

稳压二极管是一种特殊的半导体二极管,它的反向击穿电压低、击穿特性陡,它正常工作在击穿区以稳定同它并联的负载电压。



8-1 试求图 8-2(a) 与(b) 所示电路的输出电压  $U_o$ , 设二极管的正向压降为  $0.7\text{ V}$ 。

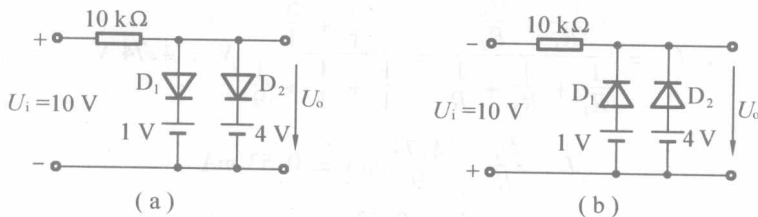


图 8-2

解 图 8-2(a) 的  $D_1$  和  $D_2$  为共阳接法, 而  $D_1$  的阴极接  $1\text{ V}$  的电压,  $D_2$  的阴极接  $4\text{ V}$  的电压, 所以  $D_1$  优先导通, 而使  $D_2$  截止。所以

$$U_o = U_{D_1} + 1 = (0.7 + 1)\text{ V} = 1.7\text{ V}$$

图 8-2(b) 的  $D_1$  和  $D_2$  为共阴接法, 而  $D_1$  的阳极接  $1\text{ V}$  的电压,  $D_2$  的阳极接  $4\text{ V}$  的电压, 所以  $D_2$  优先导通, 而使  $D_1$  截止。所以

$$U_o = 4 - U_{D_2} = (4 - 0.7)\text{ V} = 3.3\text{ V}$$

8-2 图 8-3 所示电路, 设二极管的正向压降为  $0.7\text{ V}$ , 在下列几种情况下, 试求  $U_o$ 、 $I_1$ 、 $I_2$  与  $I$ : (1)  $U_A = 10\text{ V}$ ,  $U_B = 0\text{ V}$ ; (2)  $U_A = U_B = 5\text{ V}$ 。

解 (1) 当  $U_A = 10\text{ V}$ ,  $U_B = 0\text{ V}$  时, 由于  $D_1$ 、 $D_2$  为共阴接法, 所以  $D_1$  优先导

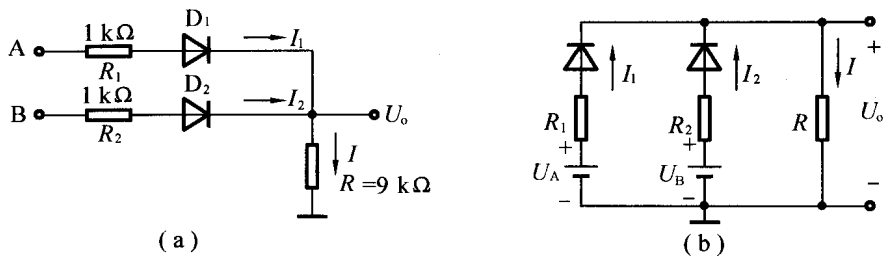


图 8-3

通,使  $D_2$  截止

$$U_o = \frac{U_A - U_o}{R_1 + R} \cdot R \approx (10 - 0.7) \times \frac{9}{10} \text{ V} = 8.37 \text{ V}$$

$$I_1 = I = \frac{U_o}{R} = \frac{8.37}{9} \text{ mA} \approx 0.93 \text{ mA}, \quad I_2 = 0$$

(2) 当  $U_A = U_B = 5 \text{ V}$  时,因两管都处于正向偏置下,所以两管都导通。由此可将图 8-3(a) 等效成图 8-3(b),由图 8-3(b) 并用节点电压法

$$U_o = \frac{\frac{U_A}{R_1} + \frac{U_B}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R}} = \frac{\frac{5}{1} + \frac{5}{1}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{9}} \text{ V} = 4.74 \text{ V}$$

$$I = \frac{U_o}{R} = \frac{4.74}{9} \text{ mA} = 0.53 \text{ mA}$$

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = \frac{0.53}{2} \text{ mA} = 0.25 \text{ mA}$$

8-3 试判断图 8-4 所示电路中,当  $U_i = 3 \text{ V}$  时哪些二极管导通?当  $U_i = 0 \text{ V}$  时哪些二极管导通?设二极管正向压降为  $0.7 \text{ V}$ 。

解 当  $U_i = 3 \text{ V}$  时,由电路可知,A 点电位  $U_A = U_{D_2} + U_{D_3} + U_{D_4} = 2.1 \text{ V}$ ,所以使  $D_1$  截止, $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$  导通。

当  $U_i = 0 \text{ V}$  时, $D_1$  优先导通,使  $U_A = 0.7 \text{ V}$ ,所以使  $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$  截止。

8-4 试计算图 8-5 所示电路中电流  $I_1$ 、 $I_2$  的值。忽略二极管的正向压降和

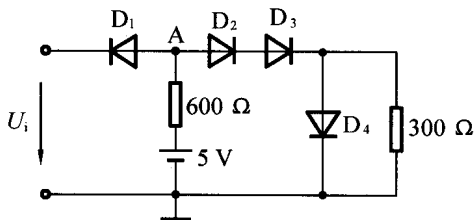


图 8-4

正向电阻。

解 由电路可知,  $D_1$ 、 $D_2$  为共阳接法, 所以设  $D_1$ 、 $D_2$  从电路中断开, 于是得出电路如图 8-6 所示。可知  $U_{ac} = 12 + 3 = 15 \text{ V}$ ,  $U_{ad} = 12 \text{ V}$ , 而  $U_{ac} > U_{ad}$ , 所以当把  $D_1$ 、 $D_2$  再接入时,  $D_1$  优先导通, 从而使  $U_a = -3 \text{ V}$ , 使  $D_2$  截止。所以

$$I_1 = \frac{12 + 3}{3} \text{ mA} = 5 \text{ mA}, \quad I_2 = 0 \text{ mA}$$

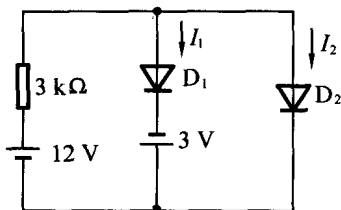


图 8-5

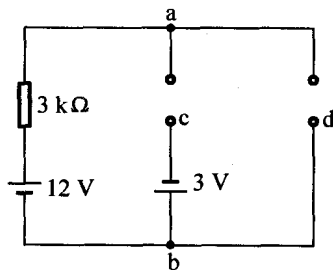
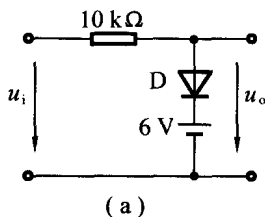
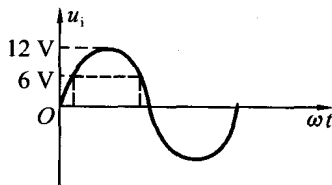


图 8-6

8-5 图 8-7(a)、图 8-8(a) 所示为削波电路, 如已知输入电压  $u_i$  为图 8-7(b)、图 8-8(b) 所示的正弦波时, 试画出输出电压  $u_o$  的波形。忽略二极管的正向压降和正向电阻。



(a)



(b)

图 8-7

解 图 8-7(a)(1)  $u_i$  正半周, 且  $u_i < 6 \text{ V}$  时,  $D$  的阳极经  $10 \text{ k}\Omega$  接  $u_i$ , 阴极接  $6 \text{ V}$  电压, 此时  $D$  反向偏置, 可视为开路。此时,  $u_o = u_i$ , 输出  $Oa$  段和  $bc$  段上的波形与输入电压  $u_i$  波形一致。

(2) 当  $u_i$  正半周, 且  $u_i \geq 6 \text{ V}$  时,  $D$  正向偏置, 可视为短路, 输出电压在  $ab$  段上,  $u_o = 6 \text{ V}$ , 平行于横轴的直线。

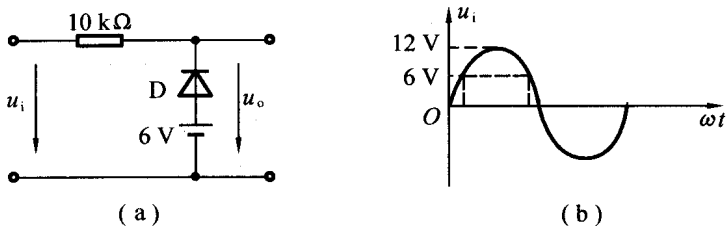


图 8-8

(3) 当  $u_i$  负半周时, D 反向偏置, 可视为开路。此时,  $u_o = u_i$ , 即  $u_i$  在负半周时  $u_o$  的波形与  $u_i$  的波形一致, 见图 8-9。

图 8-8(a)(1) 当  $u_i$  正半周时, 且  $u_i < 6\text{V}$  时, D 的阳极接 6V 电压, 阴极经 10 kΩ 接  $u_i$ 。因为  $u_i < 6\text{V}$ , D 正向导通, 可视为短路。此时  $u_o = 6\text{V}$ , 输出电压在 ba 段和 bc 段上是  $u_o = 6\text{V}$ 。

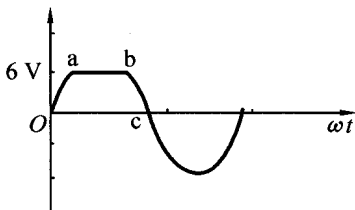


图 8-9

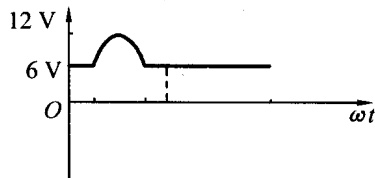


图 8-10

(2) 当  $u_i$  正半周时, 且  $u_i \geq 6\text{V}$ , D 反向偏置, 可视为开路, 输出电压在 ab 段上  $u_o = u_i$ 。

(3) 当  $u_i$  为负半周时, D 正向导通, 可视为短路, 此时  $u_o = 6\text{V}$ , 见图 8-10。

8-6 在图 8-11 所示各电路中, 已知稳压管  $D_1$  的稳压值为 6V,  $D_2$  的稳压值为 10V。试分别计算各电路的输出电压  $U_o$ 。稳压管正向压降以 0.7V 计算。

解 因为稳压管工作在反向击穿特性上, 所以反向偏置时, 稳压管两端电压为其稳压值, 正向偏置时, 稳压管两端电压为其正向压降值。

(a)  $D_1$ 、 $D_2$  均为反向接法, 所以  $U_o = (6 + 10)\text{V} = 16\text{V}$ ;

(b)  $D_1$  反向接法,  $D_2$  正向接法, 所以  $U_o = (6 + 0.7)\text{V} = 6.7\text{V}$ ;

(c)  $D_1$ 、 $D_2$  均为正向接法, 所以  $U_o = (0.7 + 0.7)\text{V} = 1.4\text{V}$ ;

(d)  $D_1$ 、 $D_2$  均为反向接法, 且并联,  $D_1$  先击穿稳压 6V, 而  $D_2$  不能击穿, 所以  $U_o = 6\text{V}$ ;

(e)  $D_1$  反向接法,  $D_2$  正向接法, 所以  $D_2$  先导通, 而且  $D_1$  不能击穿稳压, 所以  $U_o = 0.7 \text{ V}$ ;

(f)  $D_1$ 、 $D_2$  均正向接法, 且并联, 所以  $U_o = 0.7 \text{ V}$ 。

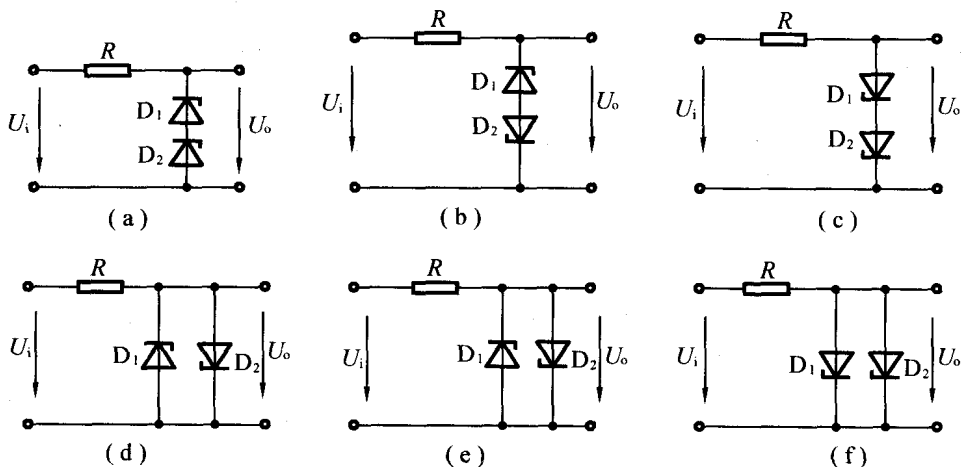


图 8 - 11

8 - 7 图 8 - 12(a) 所示电路中, 稳压管  $D_2$  的  $U_Z = 6 \text{ V}$ , 当输入电压  $u_i$  为图 8 - 12(b) 的正弦波时, 试画出输出电压  $u_o$  的波形。设二极管  $D_1$  为理想元件。

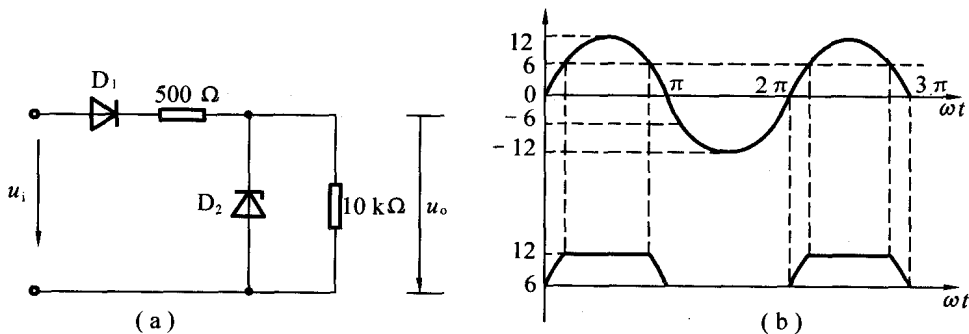


图 8 - 12

解 (1) 当  $u_i$  正半周时, 且  $u_i \leq 6 \text{ V}$  时,  $D_1$  导通可视为短路,  $D_2$  不能击穿, 所以不工作; 当  $u_i > 6 \text{ V}$  后,  $D_2$  击穿,  $U_o = 6 \text{ V}$ 。

(2)  $u_i$  负半周时,  $D_1$  截止可视为断路;  $D_2$  两端无电压,  $u_o = 0$ 。

GAODENG XUEXIAO YOUXIJIAOCAI FUDAOCONGSHU

8-8 图 8-13 所示电路中输入电压  $U_i = 25\text{ V}$ , 稳压管 D 的  $U_Z = 10\text{ V}$ ,  $I_{ZM} = 23\text{ mA}$ , 试求通过稳压管的电流  $I_Z$  是否超过  $I_{ZM}$ , 如超过, 则怎样才能使其不超过。

解 如图 8-13 所示  $I_1 = I_2 + I_Z$

$$I_2 = \frac{10}{500}\text{ A} = 0.02\text{ A} = 20\text{ mA}$$

$$I_1 = \frac{25 - 10}{500}\text{ A} = 0.03\text{ A} = 30\text{ mA}$$

所以

$$I_Z = I_1 - I_2 = (30 - 20)\text{ mA} = 10\text{ mA}$$

$I_Z < I_{ZM}$  可以正常工作, 如果  $I_Z > I_{ZM}$ , 可提高限流电阻  $R$  的阻值, 使  $I_1$  降低。

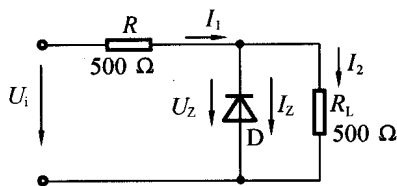


图 8-13

TONG BU XUN LIAN TI  
**同步训练题**

1. 在图 8-14 所示电路中, 试求下列几种情况下输出端 Y 的电位  $V_Y$  及各元件 ( $R$ 、 $D_A$ 、 $D_B$ ) 中通过的电流, 二极管的正向压降忽略不计。

(1)  $U_A = U_B = 0\text{ V}$ ; (2)  $U_A = 3\text{ V}$ ,  $U_B = 0\text{ V}$ ; (3)  $U_A = U_B = 3\text{ V}$ 。

2. 在测二极管正向电阻时, 常发现用不同的欧姆挡测出的电阻值不同, 用  $R \times 10$  挡测出的阻值小, 用  $R \times 100$  挡测出的阻值大, 这是为什么?

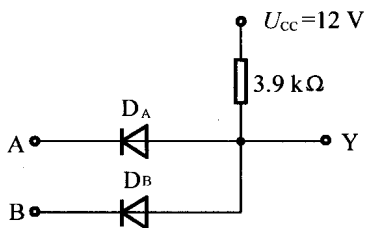


图 8-14

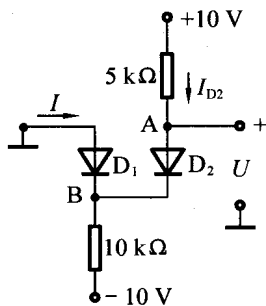


图 8-15

3. 理想二极管电路如图 8-15 所示, 试确定图中的电流  $I$  及  $U$  的大小。  
 4. 判断图 8-16 所示电路中, 哪个电流表的读数大? 哪个电流表的读数小? 为什么? ( $D_1$  为硅管,  $D_2$  为锗管)。

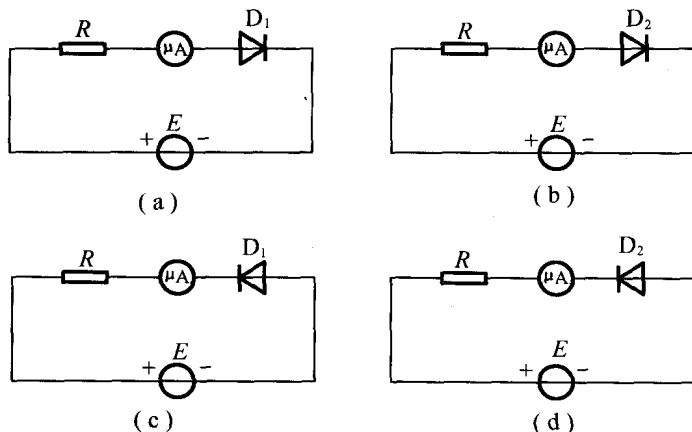


图 8-16

5. 在图 8-17(a) 中,  $D_1$ 、 $D_2$  为理想二极管, 图 8-17(b) 是输入电压  $u_i$  的波形。试画出对应于  $u_i$  的输出电压  $u_o$  的波形。

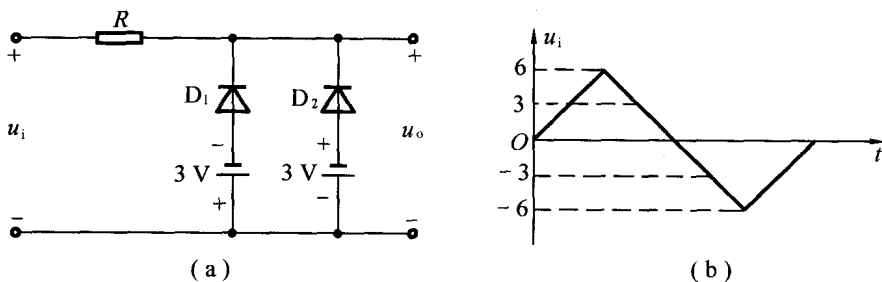


图 8-17

6. 二极管电路如图 8-18 所示。试判断二极管是导通还是截止, 并求电路输出电压  $U_{AB}$ 。  
 7. 在图 8-19 中, (a) 图是输入电压  $u_i$  的波形。试画出对应于  $u_i$  的输出电压  $u_o$  的波形(二极管的正向压降可忽略不计)。



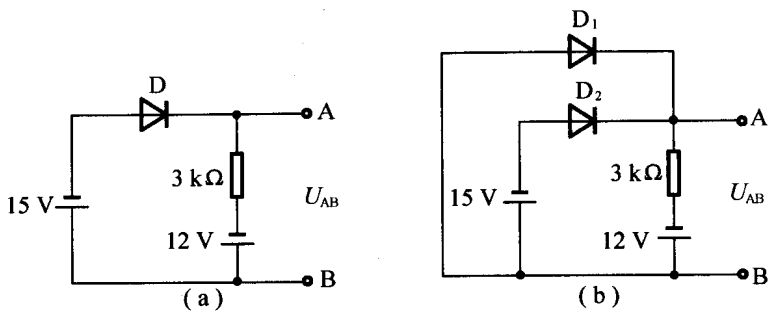


图 8 - 18

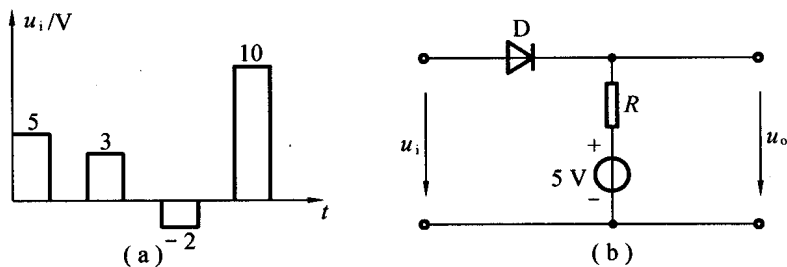


图 8 - 19

8. 设硅稳压管  $D_{z1}$  和  $D_{z2}$  的稳定电压分别为 5 V 和 10 V, 求图 8 - 20 中各电路的输出电压  $U_o$ , 已知稳压管的正向压降为 0.7 V。

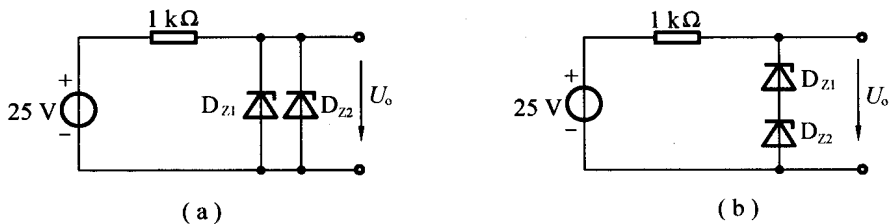


图 8 - 20

9. 已知  $U_i = 15$  V, 稳压管的稳定电压  $U_z = 6$  V, 稳定电流的最小值  $I_{zmin} = 5$  mA, 最大功耗  $P_{ZM} = 150$  mW。试求图 8 - 21 所示电路中电阻  $R$  的取值范围。



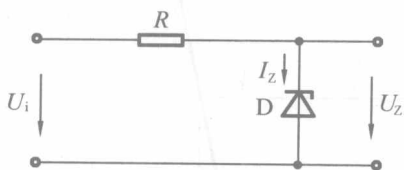


图 8-21

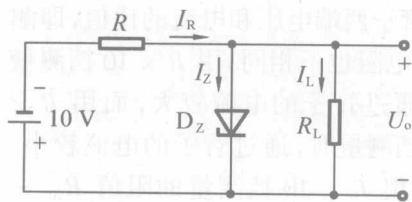


图 8-22

10. 稳压二极管电路如图 8-22 所示, 已知稳压管的  $U_Z = 6\text{ V}$ , 限流电阻  $R = 100$ 。

- (1) 当  $R_L = 200\ \Omega$  时, 求稳压管的  $I_Z$ 、 $U_o$  值;
- (2) 当  $R_L = 50\ \Omega$  时, 求稳压管的  $I_Z$ 、 $U_o$  值。



★★★★★  
同步训练题答案  
TONG BU XUN LIAN TI DA AN

1. 解 输入端的电压只有二种情况,  $0\text{ V}$  和  $3\text{ V}$ 。

(1) 当输入端  $U_A = 0\text{ V}$ 、 $U_B = 3\text{ V}$  或  $U_A = 3\text{ V}$ 、 $U_B = 0\text{ V}$  时, 对应输入端是  $0\text{ V}$  的二极管导通, 二极管的正向压降为  $0$ , 所以输出端  $V_Y = 0\text{ V}$ 。此时流过  $R$  和  $D$  的电流

$$I_R = I_D = \frac{U_{CC} - V_Y}{R} = \frac{12}{3.9}\text{ mA} \approx 3\text{ mA}$$

(2) 当  $U_A = U_B = 0\text{ V}$  时, 两个二极管都导通, 结果仍然是  $V_Y = 0\text{ V}$ 。电阻中的电流与上一种情况相同  $I_R \approx 3\text{ mA}$ , 但二极管中的电流只有电阻中电流的一半,  $I_D \approx 1.5\text{ mA}$ 。

(3) 当  $U_A = U_B = 3\text{ V}$  时,  $V_Y = 3\text{ V}$ , 电阻中的电流

$$I_R = \frac{U_{CC} - V_Y}{R} = \frac{12 - 3}{3.9}\text{ mA} \approx 2.3\text{ mA}$$

二极管中的电流

$$I_D = \frac{1}{2} I_R \approx 1.15\text{ mA}$$

2. 答 由于二极管是一个非线性元件, 它的电流和电压不是正比关系 (见图 8