



21 世纪高等院校经典教材同步辅导
ERSHIYISHIJIG AODENGYU ANXIAOJINGDIANJIAOCAITONGBUFUDAO

电 工 学

第六版

电子技术全程导学及习题全解

主 编 侯 钢
副主编 陈晓峰 张景刚
审 核 郑德智

- ◆知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆习题详解 精确解答教材习题
- ◆提高练习 巩固知识迈向更高



中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House



21 世纪高等院校经典教材
ERSHIYISHIJIGAO DENG YU AN XIAO JING DIAN JIAO CAI

电 工 学

第六版

电子技术全程导学及习题全解

主 编 侯 钢
副主编 陈晓峰 张景刚
审 核 郑德智

- ◆知识归纳 梳理主线重点难点
- ◆习题详解 精确解答教材习题
- ◆提高练习 巩固知识迈向更高



中国时代经济出版社
China Modern Economic Publishing House

图书在版编目 (CIP) 数据

电工学电子技术全程导学及习题全解/侯钢主编. —北京: 中国时代经济出版社, 2007. 2

(21 世纪高等院校经典教材同步辅导)

ISBN 978-7-80221-242-8

I. 电… II. 侯… III. ①电工学—高等学校—教学参考资料②电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 148868 号

电
工
学
电
子
技
术
全
程
导
学
及
习
题
全
解

侯
钢
主
编

出 版 者	中国时代经济出版社
地 址	北京东城区东四十条 24 号 青蓝大厦东办公区 11 层
邮政编码	100007
电 话	(010)68320825(发行部) (010)88361317(邮购)
传 真	(010)68320634
发 行	各地新华书店
印 刷	北京市白帆印务有限公司
开 本	787×1092 1/16
版 次	2007 年 2 月第 1 版
印 次	2007 年 2 月第 1 次印刷
印 张	12.5
字 数	255 千字
印 数	1~5000 册
定 价	15.00 元
书 号	ISBN 978-7-80221-242-8

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书是根据高等教育出版社出版的,秦曾煌主编的《电工学(电子技术)》(第六版)一书配套的学习辅导和习题解答教材。全书按教材内容,针对各章节全部习题给出详细解答,思路清晰,逻辑性强,循序渐进的帮助读者分析并解决问题,内容详尽,简明易懂。本书可作为在校大学生和自考生学习《电工学(电子技术)》课程的教学辅导材料和复习参考用书及工科考研强化复习的指导书,也可以作为教师的教学参考书。

前 言

《电工学(电子技术)》是研究电子技术的理论和工程实际问题的重要技术基础课程,也是理工科研究生入学考试的内容。为了帮助广大学生更好的学习和掌握秦曾煌主编的《电工学(电子技术)》(第六版)课程的精髓和解题方法,我们编写了本辅导教材。

本辅导教材根据《电工学(电子技术)》教材中每一章的内容,编写了以下几方面的内容:

本章知识要点:精练了各章中的主要知识点,理清各知识点之间的脉络联系,囊括了主要定理及相关推论和重要公式等,帮助读者迅速了解本章重要知识点,系统理解各章的体系结构,奠定扎实的理论基础。

典型例题讲解:精选具有代表性的重点题型进行讲解,分析问题的突破点,指引解决问题的思路,旨在帮助读者学会独立思考的方式和分析问题的办法。

练习与思考题解答:依据教材各章节的习题,进行详尽的解答。考虑到不同层次读者的需求,在解答过程中,对于重点和难点习题进行了分析和讲解,归纳解题技巧。

本教材由侯钢、陈晓峰、张景刚等同志编写,全书由郑德智老师审核。本书编写过程中得到孙琦、崔建宗、李昌盛、苗栋、罗尚志等同志的大力协助,并得到中国时代经济出版社的领导和有关编辑的大力支持,为此表示衷心的感谢!对《电工学(电子技术)》(第六版)教材的作者秦曾煌老师,表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之时间仓促,本书难免有缺点和疏漏,存在不妥之处,敬请各位专家及广大读者批评指正。

编 者

2007年1月

目 录

第 14 章 二极管和晶体管	(1)
14.1 本章知识要点	(1)
14.2 典型例题讲解	(3)
14.3 练习与思考题解答	(5)
14.4 习题全解	(8)
第 15 章 基本放大电路	(16)
15.1 本章知识要点	(16)
15.2 典型例题讲解	(19)
15.3 练习与思考题解答	(22)
15.4 习题全解	(29)
第 16 章 集成运算放大器	(46)
16.1 本章知识要点	(46)
16.2 典型例题讲解	(51)
16.3 练习与思考题解答	(52)
16.4 习题全解	(55)
第 17 章 电子电路中的反馈	(70)
17.1 本章知识要点	(70)
17.2 典型例题讲解	(71)
17.3 练习与思考题解答	(72)
17.4 习题全解	(74)
第 18 章 直流稳压电源	(83)
18.1 本章知识要点	(83)
18.2 典型例题讲解	(85)
18.3 练习与思考题解答	(87)
18.4 习题全解	(87)
第 19 章 电力电子技术	(100)
19.1 本章知识要点	(100)
19.2 典型例题讲解	(101)

19.3 练习与思考题解答	(102)
19.4 习题全解	(104)
第 20 章 门电路和组合逻辑电路	(109)
20.1 本章知识要点	(109)
20.2 典型例题讲解	(111)
20.3 练习与思考题解答	(113)
20.4 习题全解	(117)
第 21 章 触发器和时序逻辑电路	(138)
21.1 本章知识要点	(138)
21.2 典型例题讲解	(139)
21.3 练习与思考题解答	(142)
21.4 习题全解	(148)
第 22 章 存储器和可编程逻辑器件	(168)
22.1 本章知识要点	(168)
22.2 典型例题讲解	(170)
22.3 练习与思考题解答	(171)
22.4 习题全解	(174)
第 23 章 模拟量和数字量的转换	(188)
23.1 本章知识要点	(188)
23.2 典型例题讲解	(189)
23.3 习题全解	(189)
第 24 章 现代通信技术	(192)
24.1 本章知识要点	(192)

第 14 章 二极管和晶体管

14.1 本章知识要点

14.1.1 半导体的导电特性

1. 本征半导体

半导体是指导电能力介于导体和绝缘体之间的一类物质。

本征半导体就是完全纯净的具有晶体结构的半导体。

载流子：电子带负电，空穴带正电，在外电场作用下自由电子移动，相邻的价电子填补空穴而形成移动，它们都能导电。

本征激发产生的自由电子和空穴成对出现，数量取决于环境温度高低。

2. P 型半导体和 N 型半导体

(1) P 型半导体是在纯净半导体中掺入适量三价元素，形成空穴型半导体，它的导电能力大大高于本征半导体。其中空穴为多数载流子，自由电子为少数载流子。

(2) N 型半导体是在纯净半导体中掺入五价元素，形成自由电子型半导体，其中自由电子为“多子”，空穴为“少子”。

在两种杂质半导体中，整体上电量平衡，对外不显电性。

14.1.2 PN 结及其单向导电性

在一块 N 型(P 型)半导体的局部再掺入浓度较大的三价(五价)杂质，使其变为 P 型(N 型)半导体。在 P 型半导体和 N 型半导体的交界面就形成一个特殊的薄层，称为 PN 结。

单向导电性：PN 结正向导通，反向截止。理解扩散和漂移运动。

14.1.3 二极管

1. 结构

在 PN 型两边引出一个电极便构成了一个二极管，其中 P 型区引出阳极 A(+), N 型区引出阴极 K(-)，符号：A  K

2. 伏安特性主要参数

伏安特性如图 14.1.1 所示。

二极管正向连接时,其中 U_S 为死区电压, U_a 为管压降,随 I_a 而变化很小,其中硅管 $U_a=0.7V$,锗管 $U_a=0.3V$;反向边接时, I_R 基本不变,即为反向饱和电流,当外加电压大于反向击穿电压时, I_R 增大,二极管损坏,失去单向导电性。

利用二极管的伏安特性,有以下应用:

- (1) 整流与检波电路;
- (2) 限幅电路:单向限幅和双向限幅;
- (3) 续流电路;
- (4) 钳位电路。

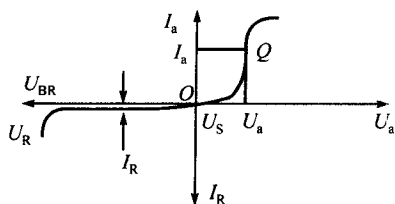


图 14.1.1

14.1.4 稳压二极管

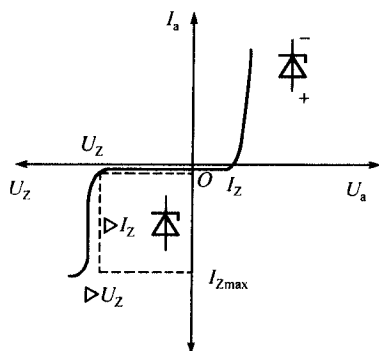


图 14.1.2

1. 作用及主要参数

稳压管是一种特殊的面接触型硅二极管,其伏安特性及符号如图 14.1.2 所示。反向工作在击穿状态。管压降 U_Z 几乎不随电流 I_Z 变化,故能起稳压作用。

稳压管,稳定电压为 U_Z ,稳定电流 I_Z ,最大稳定电流 I_{ZM} 或最大允许功耗 P_Z ,动态电阻 r_Z 和电压温度系统数 α_U 等等。

2. 稳压管的应用

- (1) 实现简单稳压
- (2) 削波电路

14.1.5 晶体管

1. 结构及其放大原理

- (1) 晶体管共有三个电极和两个 PN 结,分别为发射极、基极、集电极、发射结、集电结。
- (2) 晶体管还分为 NPN 型和 PNP 型,根据材料分为硅或锗管。
- (3) 晶体管的构造特点:发射区面积小、掺杂浓度高、多数载流子数量多;基区极薄、掺杂浓度低、多子的数量少;集电区面积大、掺杂浓度小于发射区而高于基区。

2. 特性曲线

当基极电流 I_B 为常数时,输出电路中集电极电流 I_C 与集射极电压 U_{CE} 之间的关系曲线 $I_C=f(U_{CE})$ 为输出特性曲线。

曲线分为放大区、截止区和饱和区。

3. 主要参数

(1) 电流放大系数

$$\text{直流电流放大系数 } \bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\text{交流电流放大系数 } \beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

(2) 反向饱和电流 I_{CBO} 和穿透电流 I_{CEO} : 二者关系 $I_{CEO} = (1 + \beta) I_{CBO}$, 随着温度升高影响电路工作稳定性

(3) 集电极最大允许电流 I_{CM} : 集电极电流超过 I_{CM} 则 β 下降 $\frac{1}{3}$

(4) 反向击穿电压 $U_{(BR)CEO}$ 、 $U_{(BR)CBO}$ 、 $U_{(BR)EBO}$

(5) 集电极最大允许耗散功率 P_{CM} : $P_{CM} = I_C U_{CE}$

14.1.6 光电器件

了解各元件在工业控制中的应用, 以及发光二极管及光电晶体管的特性.

14.2 典型例题讲解

例 14.2.1 试估算图 14.2.1 所示电路的下列各值.

(1) 若 $u_i = 0$, 则二极管中的电流 $i_D = ?$

(2) 若 $u_i = 12 \text{ V}$, 则 $i_D = ?$

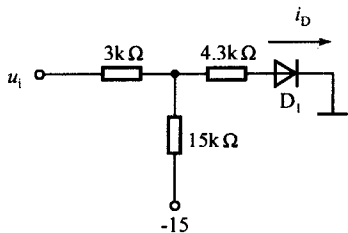
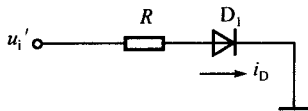


图 14.2.1



解 14.2.1 图

解 (1) 当 $u_i = 0$ 时, 二极管处于反向截止状态, 所以 $i_D = 0$.

(2) 当 $u_i = 12 \text{ V}$ 时, 用戴维南定理化简可以得到解 14.2.1 图.

图中 $R = [(3//15) + 4.3] = 6.8 \text{ k}\Omega$

$$u_i' = \left[12 - \frac{12 - (-15)}{3 + 15} \times 3 \right] = 7.5 \text{ V}$$

由此可知二极管正处于正向导通状态, 假设 D 是硅二极管且正向压降为 0.7 V , 则 $u_i = 12 \text{ V}$ 时, 二

$$\text{极管电流 } i_D = \frac{7.5 - 0.7}{6.8} = 1 \text{ mA}.$$

例 14.2.2 已知 $u_i = 10\sin\omega t$ (V) 时, 根据图 14.2.2 画出 u_i, u_o 的波形图。(二极管正向导通电压可忽略不计)

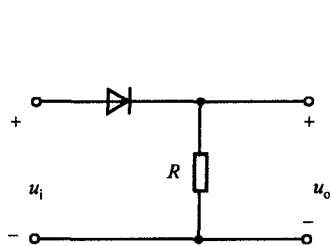
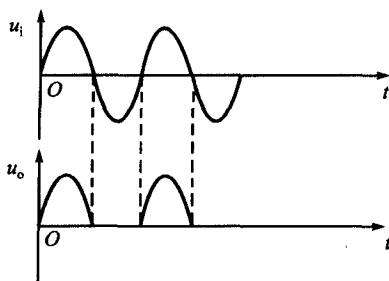


图 14.2.2



解 14.2.2 图

解 根据二极管的伏安特性, 画波形图如解 14.2.2 图所示。

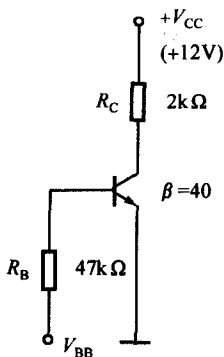


图 14.2.3

例 14.2.3 如图 14.2.3 所示, 当直流电源 V_{BB} 从 -4 V, 逐渐上升到 $+8$ V 时, 试分析三极管的工作状态。

解 当 $V_{BB} = -4$ V 时, 三极管发射结反偏, 故管子处于截止状态。

(2) 当 V_{BB} 从 -4 V 上升到 0.7 V 时, 管子由深度截止逐渐进入浅截止。

(3) 当 $V_{BB} = 1$ V 时, $I_B = \frac{1-0.7}{47} = 0.006$ mA, $I_C = \beta I_B = 40 \times 0.006 = 0.24$ mA, $U_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = (12 - 0.24 \times 2)$ V = 11.52 V, 三极管处于微弱放大状态。

(4) 当 $V_{BB} = 5$ V 时, $I_B = \frac{5-0.7}{47} = 0.09$ mA, $I_C = 40 \times 0.09 = 3.6$ mA, $U_{CE} = (12 - 3.6 \times 2) = 4.8$ V, 管子处于放大状态。

(5) 当 $V_{BB} = 8$ V 时, $I_B = \frac{8-0.7}{47} = 0.155$ mA, $I_C = \beta I_B = 40 \times 0.155 = 6.2$ mA, $U_{CE} = (12 - 6.2 \times 2) = -0.4$ V, 三极管处于深度饱和状态。

由此可以得出当 $U_{CE} \leq 0.7$ V 时, 管子已进入浅饱和状态, 随着 V_{CE} 逐渐减少, 管子逐渐进入深度饱和状态。

14.3 练习与思考题解答

14.1.1 电子导电和空穴导电有什么区别? 空穴电流是不是由自由电子递补空穴所形成的?

答 电子导电是自由电子在外电场作用下的定向运动,携带负电荷导电,其运动方向与电流方向相反;空穴导电则是由被原子核束缚的价电子在共价键之间递补空穴,在外电场作用下形成空穴的定向运动,并且携带正电荷导电,运动方向与电流方向相同。

14.1.2 杂质半导体中的多数载流子和少数载流子是怎样产生的? 为什么杂质半导体中少数载流子的浓度比本征载流子的浓度小?

答 杂质半导体中,杂质原子的价电子中多余电子被挤入能级更高的外层,使之易于挣脱原子核引力的束缚,从而成为自由电子;或者因为杂质原子少了一个价电子,而在共价键上引成“空位”,“空位”很容易被相邻原子中的价电子填充,于是在相邻原子上形成空穴。其中,自由电子或空穴的数量远远多于本征激发所产生的自由电子或空穴数量就形成了多数载流子,而自由电子或空穴和本征激发的空穴或自由电子复合,使本征激发的空穴或自由电子数量更少,从而形成少数载流子。由于复合作用,杂质半导体中少子浓度要比本征载流子浓度小得多。

14.1.3 N型半导体中的自由电子多于空穴,而P型半导体中的空穴多于自由电子,是否N型半导体带负电,而P型半导体带正电?

答 N型半导体中五价杂质原子的一个价电子被挤入更外层从而脱离了原子核的束缚成为自由电子,这个杂质原子因为失去一个电子,而成为带正电的离子。

P型半导体中三价的杂质原子共价键上空位被填补,在相邻半导体原子上形成一个带正电的空穴,但该杂质原子则多一个价电子,从而成为带负电的离子。

不论N型、P型半导体,只是多数载流子浓度远远高于少数载流子,但电荷量平衡,整体不带电。

14.3.1 二极管的伏安特性上有一个死区电压。什么是死区电压? 硅管和锗管的死区电压的典型值约为多少?

答 当正向超过某值 U_s 时,正向电流才迅速增大,这个 U_s 值就称为死区电压,死区电压的出现是由于PN结形成后,空间电荷区的内电场阻止多数载流子扩散,当外加正向电压很低时,不能克服内电场的阻碍作用,这使得正向扩散电流很小,所以二极管的电流很小。硅、锗管的死区电压分别为0.5V和0.1V。

14.3.2 为什么二极管的反向饱和电流与外加反向电压基本无关,而当环境温度升高时,又明显增大?

答 反向电流达到饱和时,其不随外加电压变化,因为反向饱和电流是由少数载流子漂移运动形成,少子的数量很小,稍加反向电压便全部漂移过去。

当温度升高时,本征激发增加,少子增多,反向饱和电流也增加。

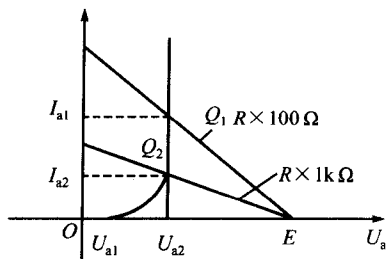
14.3.3 用万用电表测量二极管的正向电阻时,用 $R \times 100$ 挡测出的电阻值小,而用 $R \times 1\text{ k}\Omega$ 挡测出的大,这是为什么?

答 如解 14.3.3 图所示,由于当 $U > U_{a2}$ 二极管正向特性曲线上升过快,因此可近似为 $U_{a1} \approx U_{a2}$ 。又因为 $I_{a1} \gg I_{a2}$,所以

$$R_1 = \frac{U_{a1}}{I_{a1}} < \frac{U_{a2}}{I_{a2}} = R_2$$

14.3.4 怎样用万用电表判断二极管的正极和负极以及管子的好坏?

答 万用表表头正极是内部电池的负极,而表头的负极是电池的正极。若测得二极管较小正向电阻,则负极所触及的是二极管正极,正极所触及的是二极管的负极。相比之下,若测得的正向电阻较小,而反向电阻很大,则该二极管是好的,若测得正、反向电阻均接近于 0,则二极管已击穿损坏。若正反向电阻均为 ∞ ,则二极管已断路。



解 14.3.3 图

14.3.5 把一个 1.5 V 的干电池直接接到(正向接法)二极管的两端,会不会发生什么问题?

答 二极管的正向压降:硅管为 0.6~0.8 V,锗管 0.2~0.3 V,在 1.5 V 电池接到二极管两端,将使二极管烧坏。

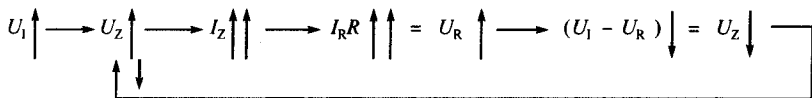
14.3.6 在某电路中,要求通过二极管的正向平均电流为 80 mA,加在上面的最高反向电压为 110 V,试从教材附录 C 中选用一合适的二极管。

答 选 2CP13 型二极管,正向平均电流 100 mA,反向峰值电压 150 V。

14.4.1 为什么稳压二极管的动态电阻愈小,则稳压愈好?

答 如解 14.4.1 图所示,稳压二极管的稳压过程。

由此可见稳压过程是以较小的 ΔU_Z 而产生较大的 ΔI_Z 的调整过程。



解 14.4.1 图

14.4.2 利用稳压二极管或普通二极管的正向压降,是否也可以稳压?

答 由于稳压二极管,普通二极管正向特性曲线比较陡,所以也可以作稳压管用。但是因为它们管压降很低:硅管 0.6~0.7 V,锗管 0.2~0.3 V。所以只能用在稳压值很低的情况下。

14.5.1 晶体管的发射极和集电极是否可以调换使用,为什么?

答 发射区掺杂浓度高而面积小,则集电极则掺杂浓度低且面积大,若调换不能有效放大电流,因为三极管 $U_{(BR)EBO} \leq 4$ V,若调换使用,当电源电压高于 4.7 V 时,三极管便因击穿而损坏。

14.5.2 晶体管在输出特性曲线的饱和区工作时,其电流放大系数和在放大区工作时是否一样大?

答 已知晶体管饱和的条件是 $I_B \geq \frac{I_{CS}}{\beta}$,其中 I_{CS} 为饱和集电极电流, β 为线性电流放大系数,设饱和时电流放大系数为 β' ,则 $I_B = \frac{I_{CS}}{\beta'} \geq \frac{I_{CS}}{\beta}$,很明显有 $\beta' \leq \beta$,即饱和区工作时的电流放大系数小于线性放大区的电流放大系数。

14.5.3 晶体管具有电流放大作用,其外部条件和内部条件各为什么?

答 外部条件:外加电源极性使发射结正向偏置,集电极反向偏置,使得 $U_C > U_B > U_E$ 。

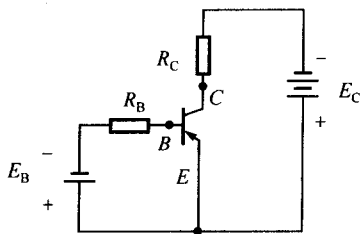
内部条件:发射区高掺杂,其中多数载流子浓度很高,基区很薄,且低掺杂,则基区中多子的浓度很低。

14.5.4 为什么晶体管基区掺杂浓度小而且做得很薄?

答 因为这样可以减少载流子复合,增大电流放大系数 β 。

14.5.5 将一PNP型晶体管接成共发射极电路,要使它具有电流放大作用, E_C 和 E_B 的正、负极应如何联接,为什么?画出电路。

答 如解14.5.5图所示,因为晶体管是PNP型,于是应该使发射结正偏,集电结为反偏。 E 为正, B 为负; C 为负, B 为正,是晶体三极管满足放大的条件。



解14.5.5图

14.5.6 有两个晶体管,一个管子 $\bar{\beta}=50, I_{CBO}=0.5\mu A$;另一个管子 $\bar{\beta}=150, I_{CBO}=2\mu A$ 。如果其他参数一样,选用哪个管子较好?为什么?

解 温度稳定性与穿透电流大小有直接关系,两只管穿透电流分别为

$$I_{CEO1} = (1 + \bar{\beta}) I_{CBO} = (1 + 50) \times 0.5 = 25.5 \mu A$$

$$I_{CEO2} = (1 + \bar{\beta}) I_{CBO} = (1 + 150) \times 2 = 302 \mu A$$

由此选第一只管子较好,因为穿透电流小,温度稳定性好。

14.5.7 使用晶体管时,只要(1)集电极电流超过 I_{CM} 值;(2)耗散功率超过 P_{CM} 值;(3)集-射极电压超过 $U_{(BR)CEO}$ 值,晶体管就必然损坏。上述几种说法是否都是对的?

答 当 $I_C > I_{CM}$ 时,将使 β 下降至 $\frac{1}{3}$ 以下,管子不起作用,且管子未必损坏,而当 $I_C \gg I_{CM}$ 会把管脚的内部引线烧断。

因此(1)不对,(2)、(3)是正确的。

14.5.8 在教材附录C中查出晶体管3DG100B的直流参数和极限参数。

答 3DG100B的直流参数

$$I_{CBO} \leq 0.1 \mu A (\text{测试条件 } U_{CB} = 10 V)$$

$$I_{EBO} \leq 0.1 \mu A (\text{测试条件 } U_{EB} = 1.5 V)$$

$$I_{CEO} \leq 0.1 \mu A (\text{测试条件 } U_{CE} = 10 V)$$

$$U_{BE(sat)} \leq 1.1 V (\text{测试条件 } I_B = 1 mA, I_C = 10 mA)$$

极限参数为

$$U_{(BR)CBO} \geq 40 V (\text{测试条件 } I_C = 100 \mu A)$$

$$U_{(BR)CEO} \geq 30 V (\text{测试条件 } I_C = 200 \mu A)$$

$$U_{(BR)EBO} \geq 4 V (\text{测试条件 } I_E = 100 \mu A)$$

$$I_{CM} = 20 mA, P_{CM} = 100 mW, T_{JM} = 150 ^\circ C$$

14.5.9 测得某一晶体管的 $I_B = 10 \mu A, I_C = 1 mA$,能否确它的电流放大系数?什么情况下可以,什么情况下不可能?

答 (a)若 $U_{CE} > 1 V$,则可以认为测量工作点处于线性放大区,其电流放大系数

$$\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{1}{10 \times 10^{-3}} = 100$$

(b) 若 $U_{CE} \leq 1 \text{ V}$, 则处于饱和区, β 与 $\frac{I_C}{I_B}$ 不是线性关系, 只是该工作点上的电流放大系数。

14.5.10 晶体管在工作时, 基极引线万一断开, 为什么有时会导致管子损坏? (通常在测试或安装晶体管时, 要后接或先断集电极)

答 晶体三极管工作在放大状态时, 当基极电流 I_B 发生微小的变化, 相应的集电极电流 I_C 将有较大的变化, 即 $\Delta I_C = \beta \Delta I_B$, 此时基极引线万一断开, 基极电流的变化率是很大的, 致使集电极电流 I_C 突然增大到超过最大允许电流 I_{CM} 时就导致管子损坏。

14.4 习题全解

14.3.1 图 14.01(a) 是输入电压 u_i 的波形。试画出对应于 u_O 的输出电压 u_O , 电阻 R 上电压 u_R 和二极管 D 上电压 u_D 的波形, 并用基尔霍夫电压定律检验各电压之间的关系。二极管的正向压降可忽略不计。

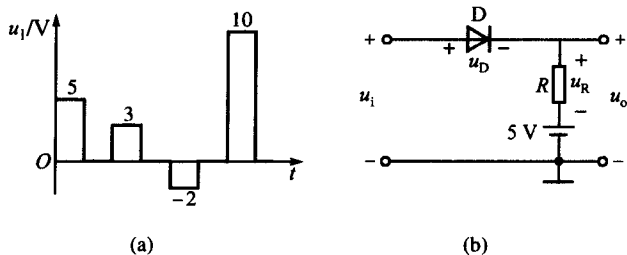
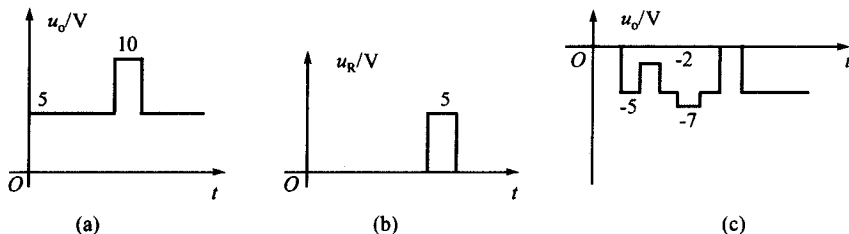


图 14.01 习题 14.3.1 的图

解 根据二极管的性质, 基尔霍夫电压定律, 画出 u_O 、 u_R 及 u_D 的波形如解 14.3.1 图所示。



解 14.3.1 图

其中输入电压为 $u_i = u_D + u_O = u_D + u_R + 5 \text{ V}$

输出电压为 $u_O = u_R + 5 \text{ V}$

当 $u_i \leq 5 \text{ V}$ 时, 二极管截止, 此时 R 中无电流, $u_R = 0$, 所以 $u_O = 5 \text{ V}$; 而当 $u_i > 5 \text{ V}$ 时, 二极管导通, $u_D \approx 0$, 所以 $u_O \approx u_i = 10 \text{ V}$, 而 $u_R = u_O - 5 = 5 \text{ V}$ 。

检验: 当 $u_i \geq 5 \text{ V}$ 时, 二极管压降 $u_D = 0$; $u_i = 0$ 时, $u_D = -5 \text{ V}$; $u_i = 3 \text{ V}$ 时, $u_D = -5 + 3 = -2 \text{ V}$; $u_i = -2 \text{ V}$ 时, $u_D = -2 - 5 = -7 \text{ V}$. 因此正确.

14.3.2 在图 14.02 的各电路图中, $E = 5 \text{ V}$, $u_i = 10 \sin \omega t \text{ V}$, 二极管的正向压降可忽略不计, 试分别画出输出电压 u_o 的波形.

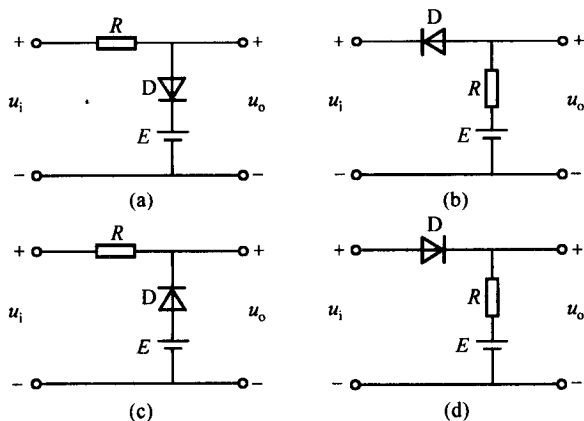


图 14.02 习题 14.3.2 的图

解 由 14.02 图(a)中可知, $u_o = u_i - u_R = u_D + E$

二极管导通时: $u_i \geq E, u_o = E$

二极管截止时: $u_i < E, u_o = u_i$

波形图如解 14.3.2 图(a)所示.

由 14.02 图(b)中可知, $u_o = u_i + u_D = u_R + E$

二极管导通时: $u_i \geq E, u_o = E$

二极管截止时: $u_i < E, u_o = u_i$

波形图如解 14.3.2 图(a)所示.

由 14.02 图(c)中可知, $u_o = u_i - u_R = E - u_D$, 则

二极管导通时: $u_i < E, u_o = E$

二极管截止时: $u_i \geq E, u_o = u_i$

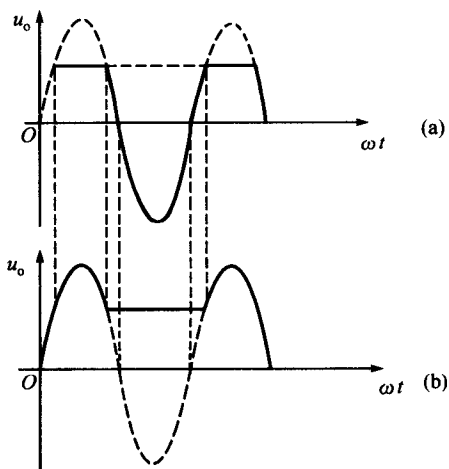
波形图如解 14.3.2 图(b)所示.

由 14.02 图(d)中可知, $u_o = u_i - u_D = E + u_R$, 则

二极管导通时: $u_i \geq E, u_o = u_i$

二极管截止时: $u_i < E, u_o = E$

波形图如解 14.3.2 图(b)所示.



解 14.3.2 图

14.3.3 在图 14.03 所示的两个电路中, $u_i = 30 \sin \omega t \text{ V}$, 二极管的正向压降可忽略不计, 试分别画出输出电压 u_o 的波形.

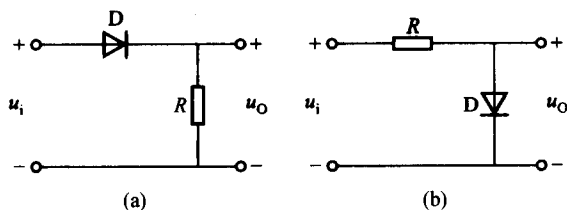
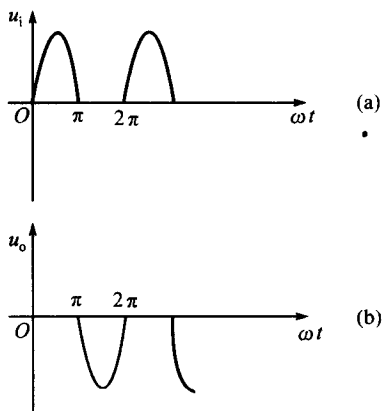


图 14.03 习题 14.3.3 的图

解 14.03 图(a)、(b)中有, u_i 为正半周时, 二极管导通; u_i 为负半周时, 二极管截止。

在 14.03 图(a)中, $u_o = u_R$, u_i 正半周时, $u_R = u_i$; u_i 负半周时, $u_R = 0$ 。

在图 14.03 图(b)中, $u_o = u_D$, u_i 正半周时, $u_o \approx 0$; u_i 负半周时, $u_D = u_i$ (其波形如解 14.3.3 图(a)、(b)所示)。



解 14.3.3 图

14.3.4 在图 14.04 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: (1) $V_A = V_B = 0$ V; (2) $V_A = +3$ V, $V_B = 0$ V; (3) $V_A = V_B = +3$ V. 二极管的正向压降可忽略不计。

解 (1) 当 $V_A = V_B = 0$ V 时, D_A, D_B 均导通, 由欧姆定律可以得 $I_R = \frac{E}{R} = \frac{12}{3.9} \approx 3.08$ mA, 设 I_A, I_B 分别为两个二极管中的电流, 可得 $I_A = I_B = \frac{1}{2} I_R \approx 1.54$ mA, $V_Y = 0$ 。

(2) 当 $V_A = +3$ V, $V_B = 0$ V 时, V_B 较低, D_B 先导通, 使 $V_Y = 0$, D_A 截止, $I_A = 0$, 于是, $I_R = I_B = \frac{12}{3.9} = 3.08$ mA, $I_A \approx 0$ 。

(3) 当 $V_A = V_B = +3$ V, 两个二极管同时导通, 使 $V_Y = 3$ V, 则

$$I_A = I_B = \frac{1}{2} I_R = \frac{1}{2} \frac{12-3}{3.9} \approx 1.15 \text{ mA}$$

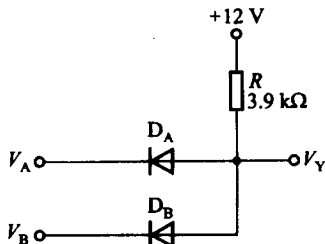


图 14.04 习题 14.3.4 的图

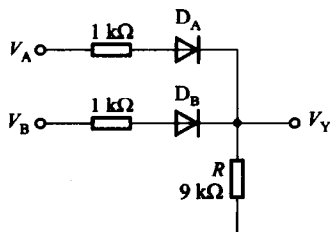


图 14.05 习题 14.3.5 的图

14.3.5 在图 14.05 中, 试求下列几种情况下输出端电位 V_Y 及各元件中通过的电流: (1) $V_A = +10$ V, $V_B = 0$ V; (2) $V_A = +6$ V, $V_B = +5.8$ V; (3) $V_A = V_B = +5$ V. 设二极管的正向电阻为零, 反向电阻为无穷大。

解 (1) 当 $V_A = +10$ V, $V_B = 0$ V 时, D_A 导通, V_A 导通 $V_Y = \frac{9}{1+9} \times 10 = 9$ V

D_B 截止, 于是由欧姆定律得