

高校经典教材同步辅导丛书

配套高教版·秦曾煌主编

九章丛书

电工学电子技术

第六版

同步辅导及习题全解

主 编 陈 勇 孟祥曦

- ◆ 知识点窍 ◆ 逻辑推理 ◆ 习题全解
- ◆ 全真考题 ◆ 名师执笔 ◆ 题型归类



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

新版

高校经典教材同步辅导丛书

电工学电子技术（第六版）

同步辅导及习题全解

主 编 陈 勇 孟祥曦

编 委（排名不分先后）

程丽园	李国哲	陈有志	苏昭平
郑利伟	罗彦辉	邢艳伟	范家畅
孙立群	李云龙	刘 岩	崔永君
高泽全	于克夫	尹泉生	林国栋
黄 河	李思琦	刘 闯	侯朝阳

内 容 提 要

本书是与高等教育出版社出版,秦曾煌主编的《电工学》(第六版,下册)配套的同步辅导和习题解答辅导书。本书按教材内容安排全书结构,各章均包括重点内容提要、练习与思考题解答、课后习题全解三部分内容。本书针对教材中的全部习题给出详细解答,思路清晰,逻辑性强,循序渐进地帮助读者分析并解决问题,内容详尽,简明易懂。

本书可作为本科非电专业学生和自考生学习电工学课程的辅导材料和复习参考用书,及工科考研学生强化复习的指导书,也可以作为教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工学电子技术(第六版)同步辅导及习题全解/陈勇,孟祥曦主编. —北京:中国水利水电出版社,2009
(高校经典教材同步辅导丛书)

ISBN 978-7-5084-6315-5

I. 电… II. ①陈… ②孟… III. 电子技术—高等学校—
教学参考资料 IV. TN01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 026138 号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:宋俊娥 加工编辑:陈新利 封面设计:李佳

书 名	高校经典教材同步辅导丛书
作 者	电工学电子技术(第六版)同步辅导及习题全解 主编 陈 勇 孟祥曦
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市梦宇印务有限公司
规 格	170mm×227mm 16开本 15.5印张 370千字
版 次	2009年3月第1版 2009年3月第1次印刷
印 数	0001—6000册
定 价	18.80元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

电工学电子技术课程一直是高等学校工科电子类相关专业学生的必修课程,学好这门课程对以后其他专业课的学习有着至关重要的影响。为了适应当前教育事业改革与发展的趋势,满足广大学习电子技术课程的读者的需要,我们特地编写了本书。

本书是以秦曾煌主编的普通高等教育“十五”国家级规划教材《电工学(下册)电子技术》(第六版)中的练习与思考题和课后习题为参考而编写的。本书主要内容包括重点内容提要、练习与思考题解答、课后习题全解三部分。本书从分析习题的电路模型、条件与结论之间的关系入手,建立清晰的脉络,理清解题思路,使学生能够掌握分析方法和解题方法,并能在解题过程中灵活运用。

本书的主要特点有:

1. 知识点窍:运用公式、定理及定义点明知识点。
2. 逻辑推理:阐述习题解答过程的精髓。
3. 解题过程:概念清晰、步骤完整、数据准确、附图齐全。

“知识点窍”和“逻辑推理”是本书的精华所在,把“知识点窍”、“逻辑推理”、“解题过程”串起来,做到融会贯通,巩固所学,达到举一反三的效果。这种方法是由多位著名教授针对学生答题弱点的分析而研究出来的一种新型拓展思路的解题方法。“知识点窍”提纲挈领地抓住题目的核心知识,让学生清楚地了解出题者的意图;“逻辑推理”则注重引导学生思维,旨在培养学生科学的思维方法,掌握答题的思维技巧。

为方便读者使用,书中各章节次序和习题编号均与原教材一致。

由于编者水平有限及编写时间仓促,不妥之处在所难免,希望广大读者不吝批评、指正。

编者

2009年1月

目 录

前言

第 14 章 二极管和晶体管	1
14.1 重点内容提要	1
14.2 练习与思考题解答	4
14.3 课后习题全解	8
第 15 章 基本放大电路	18
15.1 重点内容提要	18
15.2 练习与思考题解答	29
15.3 课后习题全解	36
第 16 章 集成运算放大器	58
16.1 重点内容提要	58
16.2 练习与思考题解答	65
16.3 课后习题全解	68
第 17 章 电子电路中的反馈	88
17.1 重点内容提要	88
17.2 练习与思考题解答	93
17.3 课后习题全解	95
第 18 章 直流稳压电源	106
18.1 重点内容提要	106
18.2 练习与思考题解答	110
18.3 课后习题全解	111
第 19 章 电力电子技术	128
19.1 重点内容提要	128

19.2	练习与思考题解答	133
19.3	课后习题全解	135
第 20 章	门电路和组合逻辑电路	140
20.1	重点内容提要	140
20.2	练习与思考题解答	149
20.3	课后习题全解	156
第 21 章	触发器和时序逻辑电路	182
21.1	重点内容提要	182
21.2	练习与思考题解答	188
21.3	课后习题全解	192
第 22 章	存储器 and 可编程逻辑器件	214
22.1	重点内容提要	214
22.2	练习与思考题解答	219
22.3	课后习题全解	221
第 23 章	模拟量和数字量的转换	234
23.1	重点内容提要	234
23.2	课后习题全解	236
第 24 章	现代通信技术	239
	重点内容提要	239

第 14 章

二极管和晶体管

本章重点是导体二极管的单向导电特性、伏安特性以及重要参数；硅稳压二极管的伏安特性、稳压原理及主要参数；晶体管的放大作用，输入特性曲线和输出特性曲线，主要参数，温度对参数的影响。

14.1 重点内容提要

一、半导体的导电特性

1. 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。

2. 本征半导体

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空穴移动，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。

3. P 型半导体和 N 型半导体

(1) P 型半导体：在纯净半导体中掺入适量三价元素，形成空穴型(P 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(简称“多子”)，自由电子为少数载流子(简称“少子”)。

(2) N 型半导体：在纯净半导体中掺入适量五价元素，形成自由电子型(N 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(不带静电)。

二、PN 结及其单向导电性

PN 结 又称耗尽层、阻挡层，将两种杂质半导体结合在一起，由于界面两侧载流子浓度不同而产生载流子扩散运动。P 型区空穴向 N 型区扩散，N 型区自由电子向 P 区扩散。在边界两侧两种载流子产生复合，形成带正电和负电的离子。在边界两侧形成空间电荷区，称为 PN 结。

- (1) 区内正、负离子带电而不能移动,载流子因复合而数量很少,因此电阻率很高。
- (2) 正、负离子形成的内电场阻止多子继续扩散。
- (3) 内电场对少子有吸引作用,形成少子的逆向运动,称为漂移。
- (4) 在没有外电场作用时,当扩散运动和漂移运动达到动态平衡时,两侧间没有电流,空间电荷区厚度一定。
- (5) PN 结正向导通,反向截止,即为单向导电性。

三、二极管

1. 基本结构、符号、伏安特性及主要参数

(1) 结构:将 PN 结两边各引出一个电极便构成一个二极管。其中 P 型区引出阳极 A(+),N 型区引出阴极 K(-)。符号: A  K

(2) 伏安特性及参数:伏安特性如图 14.1 所示。

正向 $I_a = f(U_a)$; U_s 为死区电压(硅管为 0.5V, 锗管为 0.2V)。 U_a 为管压降,随 I_a 而变化很小,可近似取 $U_a = 0.7V$ (硅管),0.3V(锗管)。

反向 $I_R = f(U_R)$; I_R 基本不变,称反向饱和电流。 U_{BR} 为反向击穿电压,若外加电压超过 U_{BR} ,则 I_R 增大,失去单向导电性,损坏。

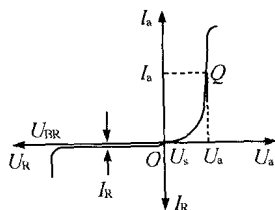


图 14.1

2. 半导体二极管的应用

- (1) 整流与检波电路。
- (2) 限幅电路:有单向限幅和双向限幅两种。
- (3) 钳位电路。
- (4) 续流电路。

四、稳压二极管

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 14.2 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。

1. 主要参数

稳定电压 U_Z 、稳定电流 I_Z 、最大稳定电流 I_{ZM} 或最大允许功耗

$P_Z (= U_Z I_{ZM})$ 、动态电阻 $r_z (= \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z})$ 和电压温度系数 α_U 等。

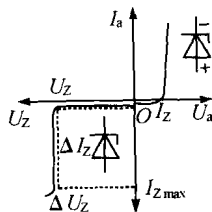


图 14.2

2. 稳压管的应用

- (1) 等效电路如图 14.3。
- (2) 实现简单稳压电路如图 14.4(a)。
- (3) 削波电路如图 14.4(b)。

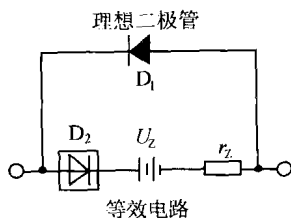


图 14.3

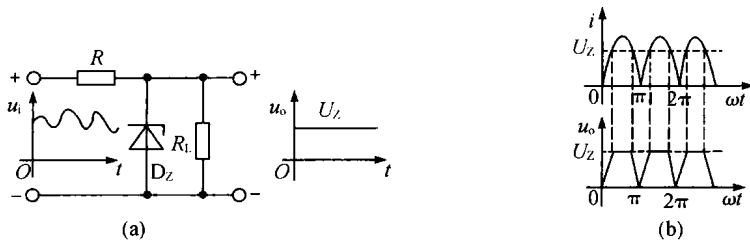


图 14.4

五、晶体管

晶体管又称半导体三极管。

1. 结构与基本放大原理

(1) 晶体管有三个电极和两个 PN 结, 分别是发射极 (E 或 e), 基极 (B 或 b), 集电极 (C 或 c) 和发射结 (J_e)、集电结 (J_c)。

发射区掺杂浓度高, 基区薄, 集电区掺杂浓度低, 集电结的面积比发射结大。

(2) 类型:

1) NPN 型和 PNP 型。

2) 硅 (Si) 管或锗 (Ge) 管。

(3) 基本放大电路。

根据实现电流放大作用的要求, 供电电源接法应保证: 发射结为正向偏置, 集电结为反向偏置。两种结构形式的共射极接法电路如图 14.5 所示。

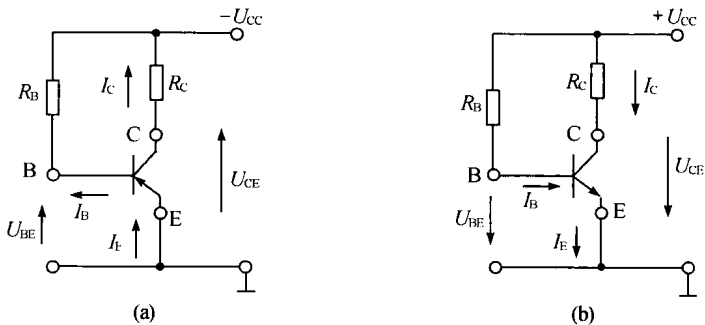


图 14.5

(4) 三极管的构造特点有:

- 1) 发射区面积小, 掺杂浓度高, 多数载流子数量多。
- 2) 基区极薄, 掺杂浓度很低, 多子数量很少。
- 3) 集电区面积大, 掺杂浓度次于发射区而高于基区。

2. 特性曲线

三极管的输出特性 $I_C = f(U_{CE}) \Big|_{I_B = \text{常数}}$ 是一个曲线簇,

如图 14.6 所示。

(1) 由 $U_{CE} \geq 1\text{V}$ 到集电结击穿之前具有恒流特性, 且 $I_C = \beta I_B$, β 近似为常数, 称为线性放大区。此时发射结为正偏, 集电结为反偏。

(2) 当 $I_B \leq 0$ 时, $I_C \leq I_{CEO}$, 称为截止区。此时两个 PN 结均为反偏。

(3) 当 $U_{CB} \leq 0$ (或 $U_{CE} \leq U_{BE}$) 时, $I_C \propto U_{CE}$, I_C 与 I_B 无线性关系, 称为饱和区。此时两个 PN 结均为正偏。

(4) 三极管用于放大电路时工作在线性放大区, 用于数字 (或开关) 电路时, 则工作在饱和区 (导通) 和截止区 (断开)。

3. 主要参数

(1) 电流放大系数 ($\bar{\beta}$ 和 β)。

直流 (静态) 电流放大系数 $\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B}$;

交流 (动态) 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} : 二者间的关系为 $I_{CEO} = (1 + \beta) I_{CBO}$, 随温度升高而增大, 影响电路工作稳定性。

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

(4) 反向击穿电压 $U_{(BR)CEO}$, $U_{(BR)CBO}$, $U_{(BR)EBO}$: 一般选择三极管的依据: $U_{CC} \leq \frac{1}{2} U_{(BR)CEO}$, $U_{(BR)EBO} \leq 4\text{V}$, U_{CC} 为电源电压。

(5) 集电极最大允许耗散功率 P_{CM} : $P_{CM} = I_C U_{CE}$, 它和 I_{CM} , $U_{(BR)CEO}$ 三者决定了三极管的安全工作区。

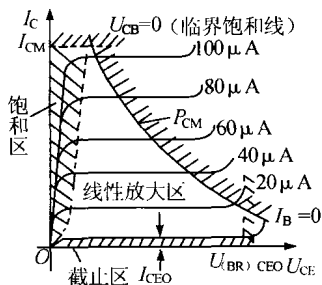


图 14.6

六、光电器件

光工业控制中, 光电器件的应用较多。了解发光二极管及光电晶体管特性。

考点: 半导体导电的本质, PN 结及其单向导电性, 二极管的应用, 稳压管的应用, 三极管管脚的判别, 三个工作区及其判定。

14.2 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? 空穴电流是不是自由电子递补空穴所形成的?

解: 电子导电是自由电子在外电场作用下定向运动, 携带负电荷导电, 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,携带正电荷导电,运动方向与电流方向相同。

空穴导电是半导体所特有的,不是自由电子递补空穴所形成的,而是价电子递补空穴形成的,空穴参与导电,其数量不减。

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?

解:当在纯净半导体中掺杂时,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,而在共价键上形成“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。

掺杂浓度增加,这种自由电子或空穴的数量便远远多于本征激发所产生的自由电子或空穴数量,形成多数载流子。

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,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?

解:N 型半导体中五价杂质原子的一个价电子被挤入更外层而挣脱原子核束缚成为自由电子时,该杂质原子便失去一个电子而成为带正电的离子。

P 型半导体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,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?

解: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。出现死区电压的原因是由于 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,这样使得正向扩散电流很小,通过二极管的电流较小(近似为 0),硅管和锗管的死区电压分别均为 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?

解:反向电流达到饱和,不随外加电压(反向电压)变化。这是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,反向饱和电流也增大。

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

解:如图 14.7 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?

解: 万用表表头正极(红色)是内部电池的负极, 而表头的负极(黑色)是电池的正极。若测得二极管为较小正向电阻, 则黑笔所触及的是二极管正极, 红笔所触及的是二极管负极。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。

14.3.5 把一个 1.5V 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?

解: 二极管的正向压降: 硅管 0.6 ~ 0.8V (最高不超过 1V), 锗管 0.2 ~ 0.3V, 因此 1.5V 干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 80mA, 加在上面的最高反向电压为 110V, 试从附录 C 选中一合适的二极管。

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

14.4.1 为什么稳压二极管的动态电阻愈小, 则稳压效果愈好?

解: 稳压管的稳压原理是其电压有偏差后, 对电压偏差进行调整的过程。图 14.8 所示的是最基本的稳压管稳压电路。它的稳压过程是

$$U_1 \uparrow \rightarrow U_Z \uparrow \rightarrow I_Z \uparrow \rightarrow I_R R \uparrow \uparrow = U_R \uparrow \rightarrow (U_1 - U_R) \downarrow = U_Z \downarrow$$

由此可见, 稳压是利用一个较小的 ΔU_Z 会产生一个较大的 ΔI_Z 而调整的过程。而且, 在 ΔU_Z 相同时, 产生的 ΔI_Z 越大, 调整效果也就越好, 即稳压效果也越好。根据稳压管动态电阻的定义: $r_z = \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z}$ 可以看到, r_z 小, 就是在 ΔU_Z 一定时, 有较大的 ΔI_Z , 当然稳压效果好。

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?

解: 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 ~ 0.7V, 锗管 0.2 ~ 0.3V, 所以只用在稳压值很低的情况。

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?

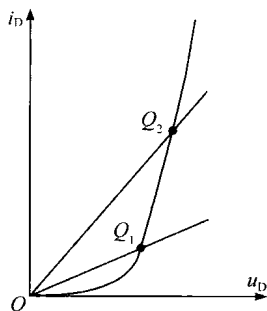


图 14.7

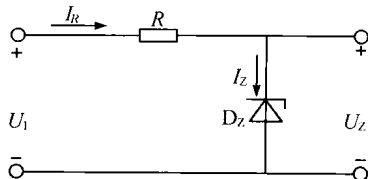


图 14.8

解: (1) 发射区掺杂浓度高而面积小, 而集电区则掺杂浓度低而面积大。若调换使用将不能有效地放大电流 ($\beta < 1$)。

(2) 由于三极管 $U_{(BR)EBO} \leq 4V$, 若调换使用, 当电源电压高于 $4.7V$ 时, 三极管便因击穿而损坏。

综上所述, 不可以调换使用。

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

解: 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 $I_B = \frac{I_{CS}}{\beta'} \geq \frac{I_{CS}}{\beta}$, 很显然有 $\beta' \leq \beta$, 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?

解: 内部结构条件 —— 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。

外部条件 —— 外加电源极性应使发射结正向偏置, 集电结反向偏置, 即 $U_C > U_B > U_E$ 。

14.5.4 为什么晶体管基区掺杂浓度小而且做得很薄?

解: 之所以把基区掺杂浓度很小, 而且做得很薄, 其目的是为减少载流子复合, 增大电流放大系数 β 。

14.5.5 将一 PNP 型晶体接成共发射极电路, 要使其具有电流放大作用。 E_C 和 E_B 的正、负极应如何连接, 为什么? 画出电路。

解: 如图 14.9 所示。由于晶体管是 PNP 型, 于是应该使发射结正偏, 集电结反偏, E 为正, B 为负; C 为负, B 为正, 这是晶体管满足放大的条件。

14.5.6 有两个晶体管, 一个管子 $\beta = 50$, $I_{CBO} = 0.5\mu A$; 另一个管子 $\beta = 150$, $I_{CBO} = 2\mu A$ 。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, 两只管子的穿透电流分别为

$$I_{CE01} = (1 + \bar{\beta}) I_{CBO} = (1 + 50) \times 0.5 = 25.5\mu A$$

$$I_{CE02} = (1 + \bar{\beta}) I_{CBO} = (1 + 150) \times 2 = 302\mu A$$

由此可见, 选用第一只管子较好, 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) 集电极电压超过 $U_{(BR)CEO}$ 值, 晶体管就必然损坏, 上述几种说法是否都是对的?

解: 因为 $I_C > I_{CM}$ 时, 将使 β 下降至 $\frac{1}{3}$ 以下, 管子不起作用, 而管子未必损坏。当 $I_C \gg I_{CM}$

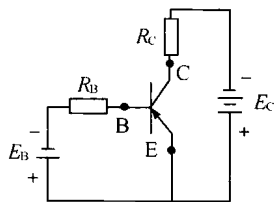


图 14.9

会把管脚的内部引线绕断。

于是(1)不对,而(2),(3)是正确的。

14.5.8 在附录 C 中查出晶体管 3DG100B 的直流参数和极限参数。

解: 3DG100B 的直流参数:

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

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

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

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

极限参数为:

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

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

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

$$I_{\text{CM}} = 20\text{mA}$$

$$P_{\text{CM}} = 100\text{mW}$$

$$T_{\text{JM}} = 150^\circ\text{C}$$

14.5.9 测得某一晶体管的 $I_{\text{B}} = 10 \mu\text{A}$, $I_{\text{C}} = 1\text{mA}$, 能否确定它的电流放大系数? 什么情况下可以, 什么情况下不可以?

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

$$\beta = \frac{I_{\text{C}}}{I_{\text{B}}} = \frac{1}{10 \times 10^{-3}} = 100$$

(b) 若 $U_{\text{CE}} \leq 1\text{V}$, 则处于饱和区, β 与 $I_{\text{C}}/I_{\text{B}}$ 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)

解: 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 $\Delta I_{\text{C}} = \beta \Delta I_{\text{B}}$ 。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。

14.3 课后习题全解

14.3.1 图 14.10(a) 所示是输入电压 u_{i} 的波形。试画出对应于 u_{i} 的输出电压 u_{o} 、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。

【知识点窍】 二极管的性质, 基尔霍夫电压定律。

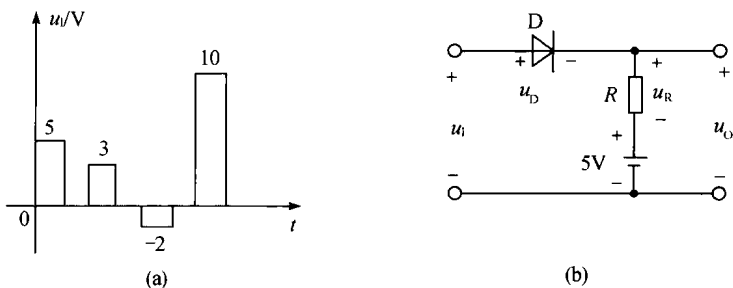


图 14.10

【逻辑推理】 u_i 不同, 二极管上的压降不同, 二极管的状态也不同。

解: u_o , u_R 及 u_D 的波形如图 14.11 所示。

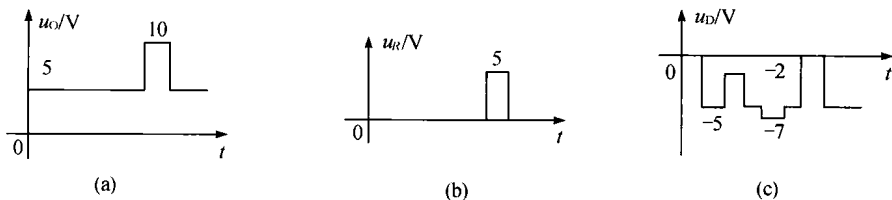


图 14.11

输入电压

$$u_i = u_D + u_o = u_D + u_R + 5V$$

输出电压

$$u_o = u_R + 5V$$

当 $u_i > 5V$ 时, 二极管 D 导通, $u_o = u_i$; 当 $u_i \leq 5V$ 时, 二极管 D 截止, $u_o = 5V$ 。

14.3.2 在图 14.12 所示的各电路图中, $E = 5V$, $u_i = 10\sin\omega t V$, 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。

【知识点窍】 二极管的性质, 基尔霍夫电压定律。

【逻辑推理】 u_i 不同, 二极管上的压降不同, 二极管的状态也不同。

解: (a) 由 14.12(a) 中, $u_o = u_i - u_R = u_D + E$

二极管导通时: $u_i > E$, $u_o = E$

二极管截止: $u_i \leq E$, $u_o = u_i$

波形图如图 14.13(a) 所示。

(b) 如图 14.12(b) 中, $u_o = u_i + u_D = u_R + E$

二极管导通过: $u_i < E$, $u_o = E$

二极管截止时: $u_i \geq E$, $u_o = U_i$

波形图如图 14.13(a) 所示。

(c) 如图 14.12(b) 中, $u_o = u_i - u_R = E - u_D$

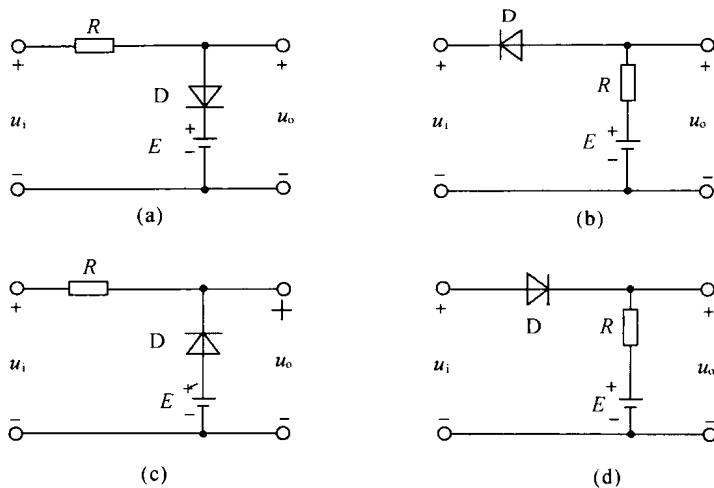


图 14.12

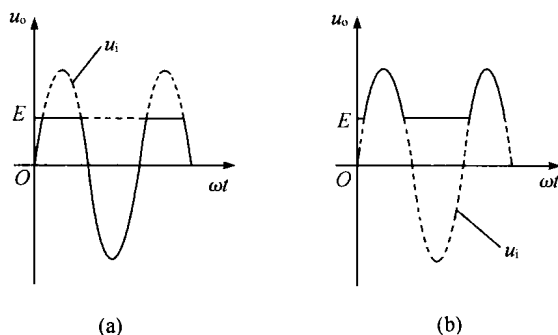


图 14.13

二极管导通时: $u_i < E, u_o = E$

二极管截止时: $u_i \geq E, u_o = u_i$

波形如图 14.13(a) 所示。

(d) 如图 14.12(b) 中, $u_D = u_i - u_o = E + u_R$

二极管导通时: $u_i > E, u_o = u_i$

二极管截止时: $u_i \leq E, u_o = E$

波形如图 14.13(b) 所示。

14.3.3 在图 14.14 所示的两个电路中, 已知 $u_i = 30\sin\omega t$ 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。

【知识点窍】 二极管的性质。

【逻辑推理】 随着 u_i 的变化, 二极管上的压降也不同, 二极管的状态也发生变化。

解: 从图 14.14(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。

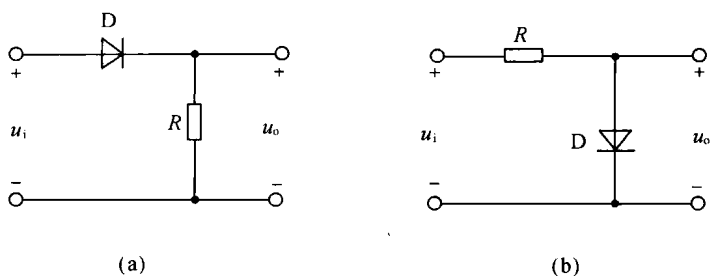


图 14.14

对图 14.14(a), $u_o = u_R$, u_i 正半周时, $u_R = u_i$

u_i 负半周时, $u_R = 0$

对图 14.14(b), $u_o = u_D$ 。

u_i 正半周时, $u_D \approx 0$

u_i 负半周时, $u_D = u_i$

波形如图 14.15。

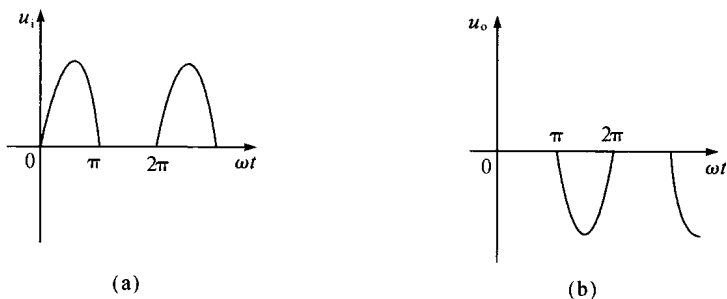


图 14.15

14.3.4 在图 14.16 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:

(1) $V_A = V_B = 0$ 。

(2) $V_A = +3V, V_B = 0$ 。

(3) $V_A = V_B = +3V$ 。二极管的正向压降可忽略不计。

【知识点窍】 二极管的性质,欧姆定律。

【逻辑推理】 此题中虽然出现了两个二极管,但分析的思路一样,它们上面的压降决定了它们的状态。当都为区间压降时,让压降大的那个二极管先导通,判断另一个二极管的状态。

解: (1) $V_A = V_B = 0$ 时,即 D_A, D_B 均导通,由欧姆定律

$$I_R = \frac{E}{R} = \frac{12}{3.9} \approx 3.08\text{mA}$$

I_A, I_B 是两个二极管中电流,于是

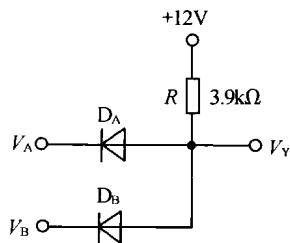


图 14.16