



普通高等教育“十五”国家级规划教材配套参考书

电 工 学 第六版 下 册

电子技术习题全解

姜三勇 主编 秦曾煌 主审



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



普通高等教育“十五”国家级规划教材配套参考书

电 工 学 第六版 下 册

电子技术习题全解

姜三勇 主编 秦曾煌 主审



高等教育出版社

HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是秦曾煌主编的普通高等教育“十五”国家级规划教材《电工学》(第六版)(上、下册)的配套辅导书。本书的内容体系、章节顺序、练习与思考题和习题编号、练习与思考题和习题中原有的电路图编号均与原教材保持一致。各章均包括内容提要、基本要求、知识关联图、【练习与思考】题解和【习题】题解五个部分。

全书编写条理清晰,注意启发逻辑思维,便于阅读和自学,有助于学生分析能力和解题能力的提高,能显著提高学习效果和学习成绩,对总结和复习具有一定的参考和指导作用。

本书可供本科非电专业学生和广大自学读者学习电工学课程时参考之用,也可作为电工学教师的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工学(第六版)(下册)电子技术习题全解 / 姜三勇主编. —北京:高等教育出版社,2006.7
ISBN 7-04-019503-8

I. 电... II. 姜... III. ①电工学-高等学校-解题②电子技术-高等学校-解题 IV. ①TM1-44②TN-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 056006 号

策划编辑 金春英 责任编辑 许海平 封面设计 于文燕 责任绘图 朱 静
版式设计 王艳红 责任校对 殷 然 责任印制 陈伟光

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	涿州市星河印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2006 年 7 月第 1 版
印 张	14.5	印 次	2006 年 7 月第 1 次印刷
字 数	340 000	定 价	18.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19503-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

前 言

电工学课程是高等学校工科非电类专业的一门技术基础课程。目前,电工和电子技术的应用极为广泛,发展非常迅速,并且日益渗透到其他学科领域以促进其发展,在我国当前经济建设中占有重要的地位。本课程的作用与任务是:使学生通过本课程的学习,获得电工和电子技术必要的基本理论、基本知识和基本技能,了解电工和电子技术的应用和我国电工和电子技术发展的概况,为学习后续课程以及从事有关的工程技术工作和科学研究工作打下一定的基础。为了适应科学技术的发展水平和非电专业的用电需要,本课程在内容安排上,着重在电路与电子技术两部分。对于电机部分的内容则作了较大精简,补充了新兴的可编程控制器、可编程逻辑器件等内容。

本书是高等工业学校电工学课程的辅导教材,它与秦曾煌主编的《电工学》(第六版)(上、下册)相配套,可供本科非电专业学生和广大自学读者学习电工学课程时参考之用,也可作为电工学教师的教学参考书。

为了阅读方便,本书的内容体系、章节顺序、练习与思考题和习题编号、练习与思考题和习题中所有的电路图编号均与原教材保持一致。在解题过程中新增加的电路图编号一律称为“题解图 $\times \times \cdot \times \times$ ”,新增加列表编号一律称为“题解表 $\times \times \cdot \times \times$ ”。

本书分(电工技术)和(电子技术)上、下两册,每册各章均按**内容提要**、**基本要求**、**知识关联图**、**【练习与思考】题解**和**【习题】题解**五个方面编写。

内容提要回顾各章所讲的主要内容和知识要点,并进行归纳和总结。

基本要求是对学习各章主要内容时所提出的要求:哪些要求理解或掌握,哪些需要能分析计算,哪些要求会正确应用,哪些只需一般了解。

知识关联图将各章的知识结构和要点以图形的方式加以展示,便于清晰地了解各部分内容的来龙去脉和内在联系。

【练习与思考】题解是对原书中的所有练习与思考题进行的分析解答。

【习题】题解是对原书中的所有习题进行的分析解答。

现代高等教育注重培养创新型人才。因此在能力培养的同时,必须注意创新意识的锻炼。为此编者建议读者在使用本书时,应力争独立分析、独立思考,对书中给出的习题解答可以作为借鉴和参考,不要使自己的思路受此局限,提倡用多种思路和多种方法解决问题,将借鉴与创新结合起来。

本书下册第14、15、19章由于志编写,第16、20、21、23章由姜三勇编写,第17、18、22章由丁继盛编写。本书由姜三勇主编。

由于编者学识和经验有限,书中难免存在不足、疏漏甚至错误之处,恳请读者不吝批评指正,以便不断修改并加以完善。电子邮箱:jsy8421@163.com。

本书承《电工学》(第六版)主编、哈尔滨工业大学秦曾煌教授关心指导和亲自审阅。对秦教授提出的宝贵意见和修改建议,编者在此表示深深的感谢!

编 者

2005年12月

目 录

第 14 章 二极管和晶体管	1	19.2 基本要求	109
14.1 内容提要	1	19.3 知识关联图	110
14.2 基本要求	2	19.4 【练习与思考】题解	110
14.3 知识关联图	2	19.5 【习题】题解	113
14.4 【练习与思考】题解	3	第 20 章 门电路和组合逻辑电路	119
14.5 【习题】题解	6	119
第 15 章 基本放大电路	15	20.1 内容提要	119
15.1 内容提要	15	20.2 基本要求	123
15.2 基本要求	16	20.3 知识关联图	123
15.3 知识关联图	17	20.4 【练习与思考】题解	124
15.4 【练习与思考】题解	17	20.5 【习题】题解	131
15.5 【习题】题解	26	第 21 章 触发器和时序逻辑电路	157
第 16 章 集成运算放大器	42	157
16.1 内容提要	42	21.1 内容提要	157
16.2 基本要求	46	21.2 基本要求	159
16.3 知识关联图	47	21.3 知识关联图	160
16.4 【练习与思考】题解	48	21.4 【练习与思考】题解	161
16.5 【习题】题解	51	21.5 【习题】题解	168
第 17 章 电子电路中的反馈	71	第 22 章 存储器和可编程逻辑器件	197
17.1 内容提要	71	197
17.2 基本要求	71	22.1 内容提要	197
17.3 知识关联图	72	22.2 基本要求	198
17.4 【练习与思考】题解	73	22.3 知识关联图	198
17.5 【习题】题解	75	22.4 【练习与思考】题解	199
第 18 章 直流稳压电源	89	22.5 【习题】题解	201
18.1 内容提要	89	第 23 章 模拟量和数字量的转换	217
18.2 基本要求	89	217
18.3 知识关联图	90	23.1 内容提要	217
18.4 【练习与思考】题解	90	23.2 基本要求	217
18.5 【习题】题解	91	23.3 知识关联图	218
[△] 第 19 章 电力电子技术	109	23.4 【习题】题解	218
19.1 内容提要	109	参考文献	223

第 14 章 二极管和晶体管

本章介绍了半导体材料的导电特性和半导体器件的基本结构——PN 结,重点介绍了常用的半导体器件——二极管和晶体管(亦称为半导体晶体管或简称为晶体管)的基本结构、伏安特性和主要参数,详细讨论了晶体管的电流分配和放大原理。此外还介绍了稳压二极管和一些常用光电器件的结构和基本特性。

14.1 内 容 提 要

1. 半导体的导电特性

半导体材料的导电机理与金属导体不同,在受到外部能量激发时,晶体共价键结构中的价电子挣脱束缚,产生自由电子和空穴。纯净的半导体中,电子和空穴的数目相等。电子和空穴都可以参与导电,是半导体材料的载流子。电子空穴对的数量受环境温度影响很大,是影响半导体器件温度稳定性的主要原因。

2. 本征半导体和杂质半导体

本征半导体材料的载流子数目很少,类似绝缘体,掺入特定的杂质元素后,杂质半导体内部两种极性的载流子数目不再相等,其中的多数载流子主要是由杂质原子提供的,同时受热激发产生的少量电子空穴对提供了相反极性的少数载流子。在 N 型半导体中,自由电子是多数载流子,空穴是少数载流子;在 P 型半导体中,空穴是多数载流子,自由电子是少数载流子。

3. PN 结的单向导电性

PN 结是半导体器件的基本结构,它具有单向导电性,外加正向电压时 PN 结呈现低电阻,处于导通状态;外加反向电压时 PN 结呈现高电阻,处于截止状态。

4. 二极管

二极管是结构简单而且应用广泛的半导体器件,其内部就是一个 PN 结。外部伏安特性表现出单向导电性,正向导通时电阻很小,并存在死区现象。反向工作时只有微弱的饱和电流通过,特点是电流基本不随电压大小变化,但是受环境温度影响很大。反向电压增高到击穿电压时,反向电流剧增,一般会损坏二极管。二极管的单向导电性可以用在电子电路中做整流、检波、钳位和隔离等。

5. 稳压二极管

稳压二极管是一种特殊的半导体二极管,较普通二极管反向击穿电压低,反向击穿特性陡($\Delta U/\Delta I$ 小),可以安全地工作在反向击穿区,利用其反向击穿区 $\Delta U/\Delta I$ 较小这一特点可以用于稳压。

6. 晶体管

晶体管是最重要的半导体器件之一,在满足发射结正偏、集电结反偏的外部条件时,晶体管具有电流放大作用。晶体管的特性曲线和主要参数是分析晶体管电路和实际选择使用晶体管的主要依据,放大电路的晶体管工作在特性曲线的线性区,集电极电流 i_c 与基极电流 i_b 成正比, i_b 对 i_c 有控制作用,晶体管也可以工作在饱和和截止状态,起开关作用。

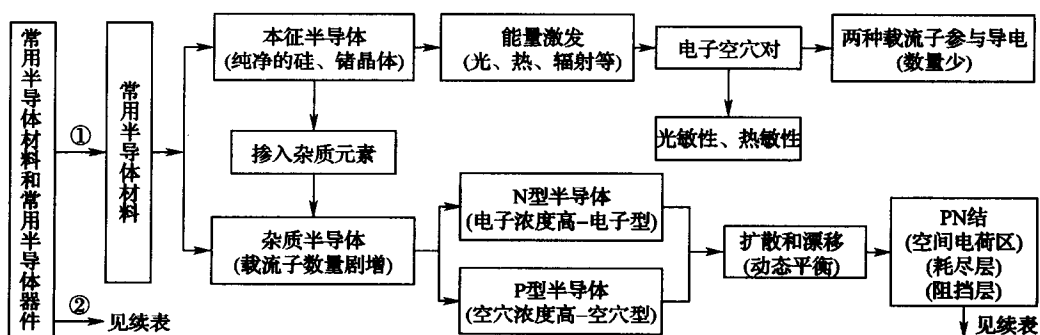
7. 光电器件

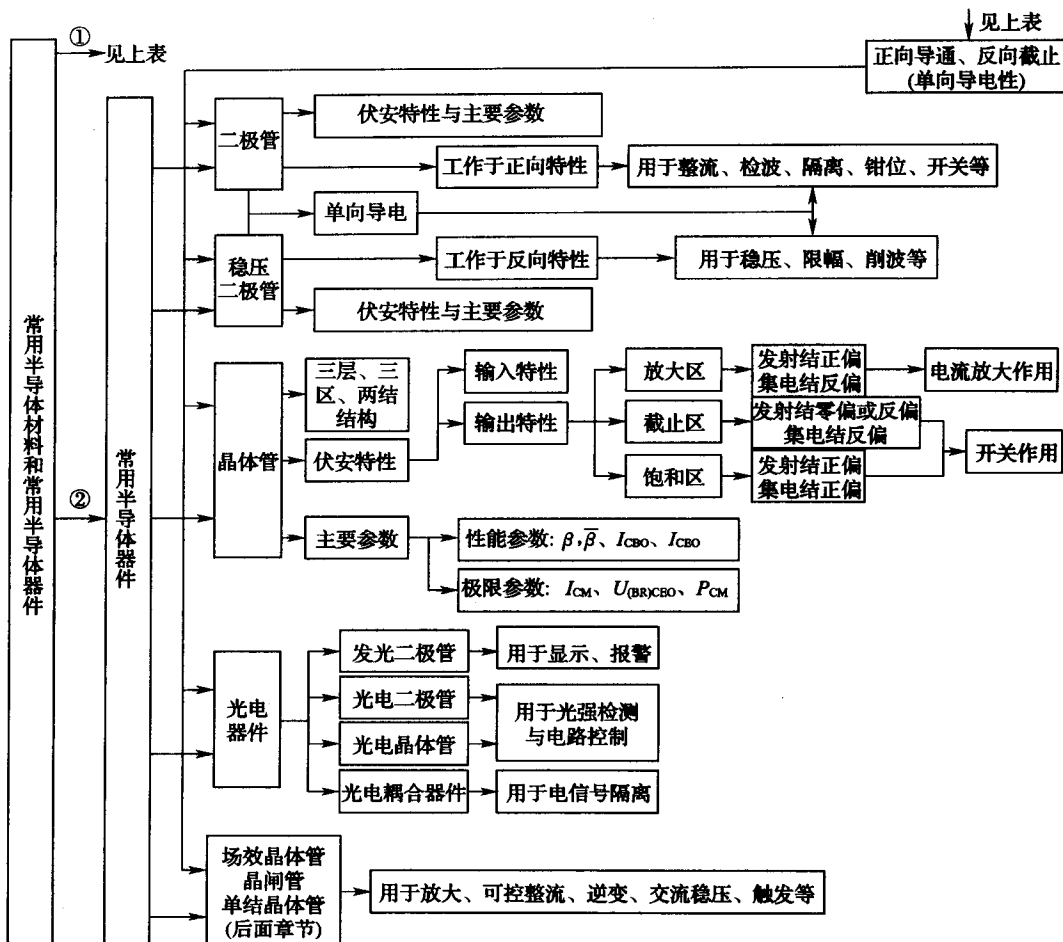
半导体器件种类繁多,发光二极管、光电二极管和光电晶体管是常用的光电转换器件,它们还可以集成在一起,构成光电耦合器件。各种光电器件可以用于显示、检测、控制和信号的隔离传输等。

14.2 基本要求

1. 了解半导体的导电特性,本征半导体和杂质半导体中自由电子和空穴的产生过程和数量差异及温度对半导体器件稳定性的影响。
2. 了解 PN 结及其单向导电性。
3. 了解二极管的结构和类型,理解二极管的伏安特性和主要参数的意义,并对重要参数有数量级的概念。
4. 了解稳压二极管的结构和伏安特性,会用稳压二极管组成稳压电路。
5. 熟悉晶体管的内部结构和电流放大原理,理解其伏安特性曲线和主要参数的意义,熟悉晶体管在放大区、截止区和饱和区工作时所需的外部条件。
6. 了解常用光电器件的工作原理。

14.3 知识关联图





14.4 【练习与思考】题解

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？

解：对半导体材料外加电压时，一方面自由电子在电场作用下定向移动，形成了电子电流，另一方面被原子核所束缚的价电子（非自由电子）也会在电场的作用下去递补空穴，相当于空穴在移动，形成空穴电流。空穴电流不是由自由电子递补空穴所形成的。

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半导体中少数载流子的浓度小？

解：杂质半导体的多数载流子由两部分组成，以N型半导体为例，其多数载流子的绝大部分是由于掺入五价杂质元素后所产生的大量自由电子，另外一小部分来自于晶体共价键结构中的电子受到激发而形成的自由电子。

N 型半导体中的少数载流子的来源主要是激发所产生的电子空穴对中的空穴,但是由于掺杂后自由电子数目剧增,加大了自由电子与空穴复合的机会,因而杂质半导体中少数载流子空穴的浓度比本征半导体中空穴的浓度更低。

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:不是。N 型半导体和 P 型半导体内部电子的数目和原子核所带正电荷的数目相等,整体上呈电中性。

14.3.1 二极管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伏?

解:死区电压是指二极管刚开始出现正向电流时所对应的外加正向电压,硅管死区电压的典型值约为 0.5 V,锗管的约为 0.1 V。

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:二极管反向饱和电流的大小决定于少数载流子的数量,而少数载流子的数量主要决定于环境温度。环境温度越高,受热激发的电子、空穴也越多,这部分成对出现的电子或者空穴,是半导体材料中少数载流子的来源。当环境温度不变时,少数载流子数量也不变,反向电压变化所引起的反向电流变化不大。而当环境温度增加时,少数载流子的数量增加,同样的,反向电压所形成的反向电流自然也增加了。

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 $R \times 1$ k 挡测出的电阻值大,这是为什么?

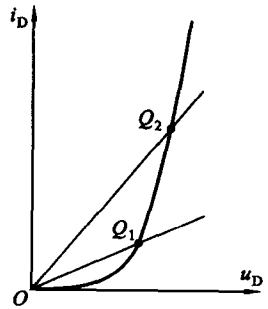
解:二极管是典型的非线性电阻器件,如题解图 14.01 所示,正向伏安特性曲线是弯曲的。用万用表测得的二极管电阻是其直流电阻,即工作点电压与电流的比值,当工作点变化时,电阻值也发生变化。万用表 $R \times 100$ 挡的内阻小,测量时流过二极管的电流大,相当于工作在 Q_2 工作点,而 $R \times 1$ k 挡的内阻大,流过二极管的电流小,相当于工作在 Q_1 工作点。工作点的直流电阻可由通过该点和原点的直线斜率来确定,斜率越大电阻越小。所以用大电阻挡测得的二极管正向电阻会较大。

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:由二极管伏安特性可知,二极管正向导通的电阻较小,而反向电阻很大。将万用电表的两只表笔接在二极管的两端,用电阻挡测量,如果黑表笔(电源的正极)接二极管的阳极,红表笔(电源的负极)接二极管的阴极,这时会测得一较小阻值,如果反接会测得一较大阻值。(注:本书均以指针式万用电表为例,数字式万用电表在测量电阻和二极管时,注意红表笔为内部电源的正极)

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?

解:由二极管伏安特性可知:二极管的正向导通压降 U_D 只有零点几伏,如果没有串联限流电阻,就会有 $(1.5 \text{ V} - U_D)$ 的电压降落在很小的电源内阻和导线电阻上,二极管会因为电流过大而发热严重,直至损坏。



题解图 14.01

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,试从附录 C 中选用一只合适的二极管。

解:选择普通整流二极管时,二极管的最大整流电流 I_{OM} 和反向工作峰值电压 U_{RWM} 是两个最主要的参数。手册中的参数是在特定的测试条件下给出的,选择时应考虑到实际电路工作条件(主要是温度)的不同,留有一定的余量,减额使用。比如选择 I_{OM} 至少大于实际通过的正向平均电流 10% 以上,由于 U_{RWM} 通常规定为反向击穿电压的一半或三分之二,所以选择 U_{RWM} 略高于或等于实际工作时二极管的最高反向电压。本题中可以选用 2CZ52D,其最大整流电流为 100 mA,反向工作峰值电压为 200 V。

14.4.1 为什么稳压二极管的动态电阻愈小,则稳压愈好?

解:稳压二极管的动态电阻 $r_z = \Delta U_z / \Delta I_z$ 愈小,意味着电流变化时,端电压变化愈小,稳压效果愈好。

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:可以。从两者的正向伏安特性可以看出,当正向导通电流达到一定数值以后,电流的变化所引起的正向导通压降的变化很小,利用这一特性也可以稳压。由于低电压稳压二极管的反向击穿特性曲线不够陡直,所以在 4 V 以下时,一般采用多只二极管串联,利用其正向导通特性来稳压。

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?

解:不可以。首先,晶体管发射区掺杂浓度远远高于集电区,如果将集电极和发射极调换,作为发射区使用的集电区发射的多数载流子数量太少,无法形成比较大的集电极电流,无放大作用。其次,晶体管的发射结反向击穿电压 $U_{(BR)EBO}$ 一般只有几伏,例如常用的小功率 NPN 型晶体管 9013 的 $U_{(BR)EBO}$ 额定值只有 5 V,当电源电压高于 5 V 时,极易造成发射结反向击穿。

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?

解:从输出特性曲线上看,相对于同样的 I_b 及其变化,在放大区所产生的 I_c 及其变化要大于甚至是远大于在饱和区,这说明工作在饱和区的晶体管的电流放大系数小于工作在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:晶体管具有电流放大作用的内部条件是基区掺杂浓度低而且制作得很薄,这样在外部条件满足发射结正偏、集电结反偏时,可以保证发射区扩散到基区的大部分多数载流子不被基区的多数载流子(与集电区的多数载流子极性相反)复合,而是继续扩散到集电结附近,被集电区收集,从而形成较大的集电极电流。

14.5.4 为什么晶体管基区掺杂浓度小而且做得很薄?

解:基区掺杂浓度小,可以减小从发射区扩散过来的多数载流子与基区的多数载流子(注意二者极性不同)复合的机会,而基区做得薄可以保证没被复合的多数载流子很快达到集电结边缘,从而有利于提高晶体管的电流放大能力。

14.5.5 将一只 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 的正负极应如何连接,为什么? 画出电路。

解: E_C 和 E_B 的正、负极连接如题解图 14.02 所示, 外加电压必须保证发射结正偏、集电结反偏, 才能使晶体管具有电流放大能力。

14.5.6 有两只晶体管, 一只管子 $\bar{\beta} = 50, I_{CBO} = 0.5 \mu A$; 另一只管子 $\bar{\beta} = 150, I_{CBO} = 2 \mu A$, 如果其他参数一样, 选择哪只管子较好? 为什么?

解: 选 $I_{CBO} = 0.5 \mu A$ 的管子较好, 因为 I_{CBO} 受温度影响大, 其值越大, 温度稳定性越差。

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?

解: 上述三种说法中, (1) 不正确, (2)、(3) 正确。第(1)种情况下, 集电极电流超过 I_{CM} 时, 会引起电流放大系数的下降, 只要集电极损耗功率不超过 P_{CM} , 就不会损坏晶体管。第(2)种情况下, 管子会因为发热严重而损坏。第(3)种情况下, 晶体管因电压击穿而损坏。

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 的直流参数和极限参数如下:

直流参数: $I_{CBO} \leq 0.1 \mu A; I_{EBO} \leq 0.1 \mu A; I_{CEO} \leq 0.1 \mu A;$

$U_{BE(sat)} \leq 1.1 V; h_{FE}(\beta) \geq 30。$

极限参数: $U_{(BR)CBO} \geq 40 V; U_{(BR)CEO} \geq 30 V; U_{(BR)EBO} \geq 4 V;$

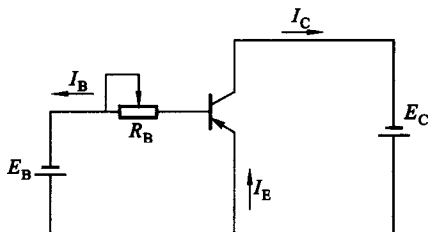
$I_{CM} = 20 mA; P_{CM} = 100 mW; T_{JM} = 150 ^\circ C。$

14.5.9 测得某一只晶体管的 $I_B = 10 \mu A, I_C = 1 mA$, 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: 不能确定。只有晶体管工作在线性区的时候, 才可以根据该组测量数据估算晶体管的电流放大系数。

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: 晶体管工作时, 基极引线万一断开, 则基极电流为零, 集电极电流为 $I_{CEO}, U_{CEO} \approx U_{CC}$, 如果 $U_{CEO} \approx U_{CC} < U_{(BR)CEO}$, 一般不会损坏; 但如电源电压选取不合适或者晶体管在高温下工作, 导致 $U_{(BR)CEO}$ 降低, 则有可能使 $U_{CEO} \approx U_{CC} > U_{(BR)CEO}$, 从而造成 C、E 间反向击穿, 导致管子损坏。因此通常在测试或安装晶体管时, 要后接集电极或先断集电极。



题解图 14.02

14.5 【习题】题解

14.3.1 图 14.01(a) 是输入电压的波形。试画出对应于 u_1 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以忽略不计。

解: 当 $u_1 > 5 V$ 时, 二极管 D 导通, $u_o = u_1$; 当 $u_1 \leq 5 V$ 时, 二极管 D 截止, $u_o = 5 V$ 。对应于 u_1 的 u_o 、 u_R 和 u_D 的波形如题解图 14.03 所示。

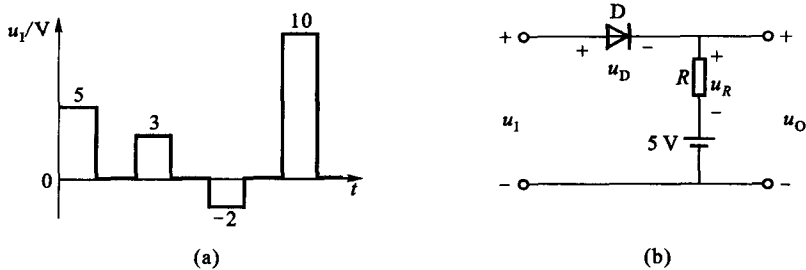
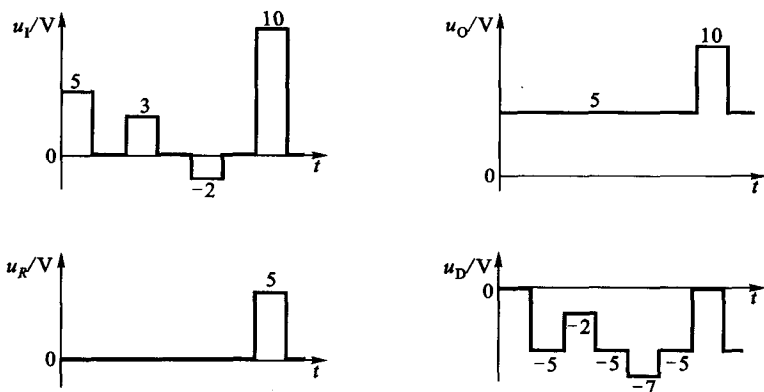


图 14.01 习题 14.3.1 的图



题解图 14.03

根据基尔霍夫电压定律,任何时刻都满足关系式 $u_i = u_D + u_o$ 和 $u_o = u_R + 5\text{ V}$ 。

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以忽略不计, 试分别画出输出电压 u_o 的波形。

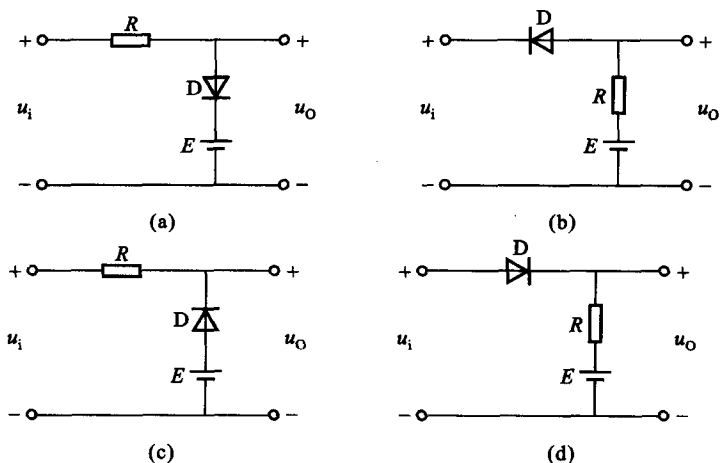


图 14.02 习题 14.3.2 的图

解:分析如下:

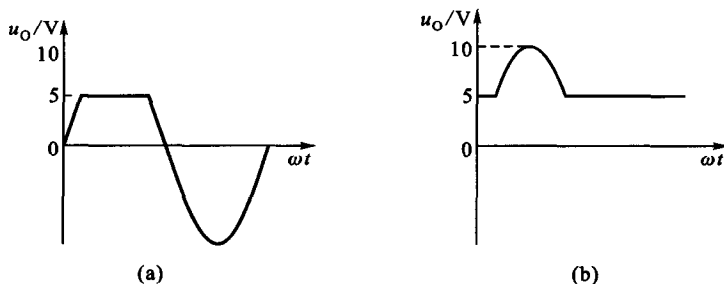
(a) 电路中, $u_i > E$ 时, 二极管导通, $u_o = E$; $u_i \leq E$ 时, 二极管截止, $u_o = u_i$ 。

(b) 电路中, $u_i \geq E$ 时, 二极管截止, $u_o = E$; $u_i < E$ 时, 二极管导通, $u_o = u_i$ 。

(c) 电路中, $u_i < E$ 时, 二极管导通, $u_o = E$; $u_i \geq E$ 时, 二极管截止, $u_o = u_i$ 。

(d) 电路中, $u_i \leq E$ 时, 二极管截止, $u_o = E$; $u_i > E$ 时, 二极管导通, $u_o = u_i$ 。

所以, 图 14.02(a)、(b) 所示电路的输出波形如题解图 14.04(a) 所示; 图 14.02(c)、(d) 所示电路的输出波形如题解图 14.04(b) 所示。



题解图 14.04

14.3.3 在图 14.03 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以忽略不计, 试分别画出输出电压 u_o 的波形。

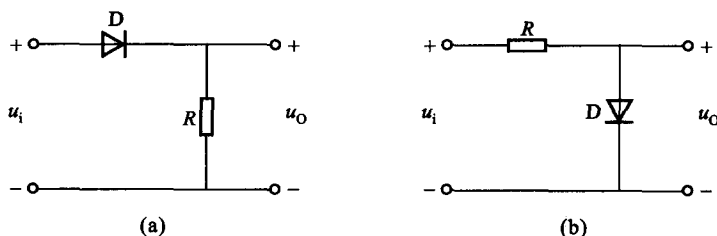


图 14.03 习题 14.3.3 的图

解: 图 14.03 所示的两个电路的输出电压 u_o 的波形分别如题解图 14.05(a) 和 (b) 所示。在 u_i 的正半波时二极管正偏导通, 输入电压几乎全部加在电阻两端; 在 u_i 的负半波时二极管反偏截止, 由于二极管反向截止时的等效电阻非常大, 此时的输入电压几乎全部加在二极管两端。

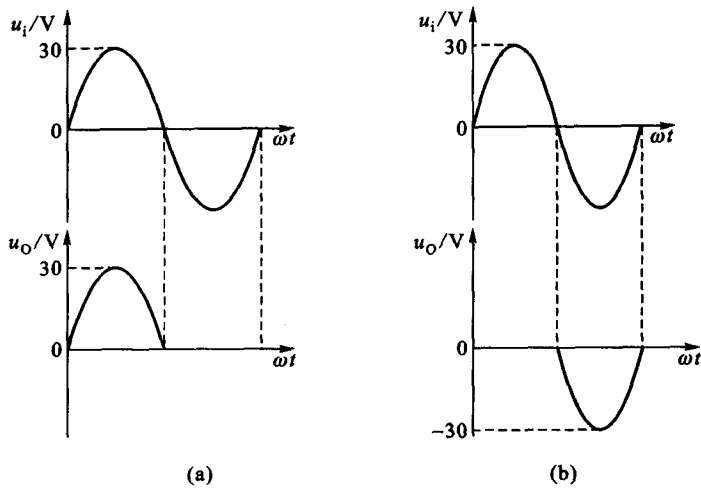
14.3.4 在图 14.04 中, 试求下列几种情况下输出端 Y 的电位 V_Y 及各元器件 (R, D_A, D_B) 中通过的电流: (1) $V_A = V_B = 0$ V; (2) $V_A = +3$ V, $V_B = 0$ V; (3) $V_A = V_B = +3$ V。二极管的正向压降可以忽略不计。

解: 各元器件电流和各点电位如题解图 14.06 所示。

(1) D_A, D_B 均导通, V_Y 被钳位在 0 V。各元器件电流如下:

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

$$I_A = I_B = \frac{1}{2} I_R = 1.54 \text{ mA}$$



题解图 14.05

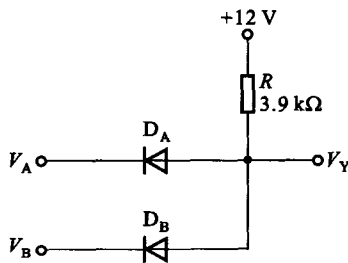
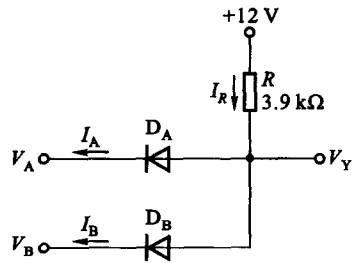


图 14.04 习题 14.3.4 的图



题解图 14.06

(2) D_B 导通, V_Y 被钳位在 0 V, D_A 因反偏而截止。各元器件电流如下:

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

$$I_A = 0$$

$$I_B = I_R = 3.08 \text{ mA}$$

(3) D_A, D_B 均导通, V_Y 被钳位在 3 V。各元器件电流如下:

$$I_R = \frac{12 - 3}{3.9} \text{ mA} = 2.30 \text{ mA}$$

$$I_A = I_B = \frac{1}{2} I_R = 1.15 \text{ mA}$$

14.3.5 在图 14.05 中,试求下列几种情况下输出端电位 V_Y 及各元器件中通过的电流:

(1) $V_A = +10 \text{ V}, V_B = 0 \text{ V}$; (2) $V_A = +6 \text{ V}, V_B = +5.8 \text{ V}$; (3) $V_A = V_B = +5 \text{ V}$ 。设二极管的正向电阻为零,反向电阻为无穷大。

解:各元器件电流和各点电位如题解图 14.07 所示。

(1) D_A 导通, D_B 截止。

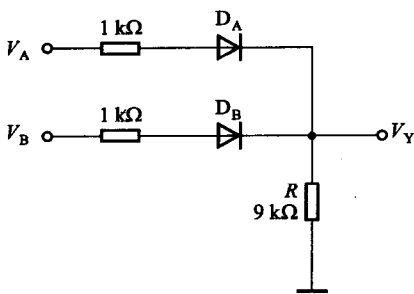
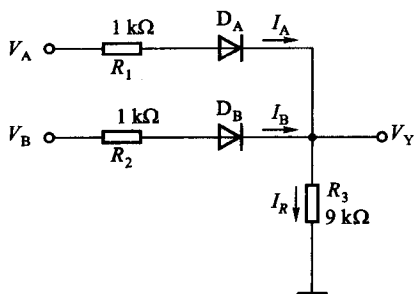


图 14.05 习题 14.3.5 的图



题解图 14.07

$$V_Y = \frac{R_3}{R_1 + R_3} V_A = \frac{9}{1 + 9} \times 10 \text{ V} = 9 \text{ V}$$

$$I_A = I_R = \frac{V_Y}{R_3} = \frac{9}{9} \text{ mA} = 1 \text{ mA}$$

$$I_B = 0$$

(2) 设 D_A, D_B 均导通, 由节点电压法可得到

$$V_Y = \frac{\frac{V_A}{R_1} + \frac{V_B}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{6}{1} + \frac{5.8}{1}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{9}} \text{ V} = 5.59 \text{ V}$$

两只二极管均正偏, 假设成立。各元器件电流分别为

$$I_R = \frac{V_Y}{R_3} = \frac{5.59}{9} \text{ mA} = 0.62 \text{ mA}$$

$$I_A = \frac{V_A - V_Y}{R_1} = \frac{6 - 5.59}{1} \text{ mA} = 0.41 \text{ mA}$$

$$I_B = \frac{V_B - V_Y}{R_2} = \frac{5.8 - 5.59}{1} \text{ mA} = 0.21 \text{ mA}$$

(3) D_A, D_B 均导通。 V_Y 及各元器件电流分别为

$$V_Y = \frac{\frac{V_A}{R_1} + \frac{V_B}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{5}{1} + \frac{5}{1}}{\frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{9}} \text{ V} = 4.74 \text{ V}$$

$$I_R = \frac{V_Y}{R_3} = \frac{4.74}{9} \text{ mA} = 0.53 \text{ mA}$$

$$I_A = I_B = \frac{1}{2} I_R = 0.26 \text{ mA}$$

14.3.6 在图 14.06 中, $E = 10 \text{ V}$, $e = 30 \sin \omega t \text{ V}$ 。试用波形图表示二极管上电压 u_D 。

解: 二极管电压 u_D 的波形图如题解图 14.08 所示, 在 $e = 30 \sin \omega t \text{ V}$ 电源的一个周期之内, 当 $(e + E) > 0$ 时, 二极管正偏, $u_D = 0$; 而当 $(e + E) \leq 0$ 时, 二极管截止, $u_D = e + E$ 。

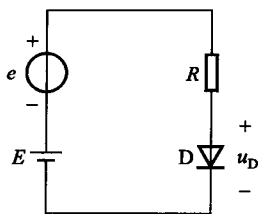
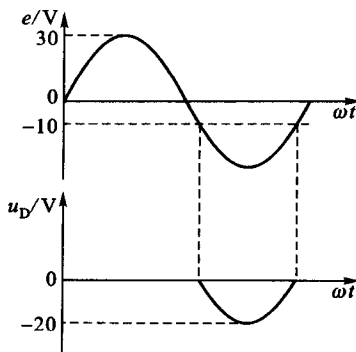


图 14.06 习题 14.3.6 的图



题解图 14.08

14.4.1 在图 14.07 中, $E = 20\text{ V}$, $R_1 = 900\ \Omega$, $R_2 = 1\ 100\ \Omega$ 。稳压二极管 D_z 的稳定电压 $U_z = 10\text{ V}$, 最大稳定电流 $I_{z\text{M}} = 8\text{ mA}$ 。试求稳压二极管中通过的电流 I_z 是否超过 $I_{z\text{M}}$? 如果超过, 怎么办?

解: 稳压二极管电流可由下式求得

$$I_z = \frac{E - U_z}{R_1} - \frac{U_z}{R_2} = \left(\frac{20 - 10}{900} - \frac{10}{1\ 100} \right)\text{ A}$$

$$= 0.002\text{ A} = 2\text{ mA} < I_{z\text{M}}$$

如果 I_z 超过 $I_{z\text{M}}$, 将导致稳压二极管发热严重而损坏, 适当增加限流电阻 R_1 可以解决这一问题。

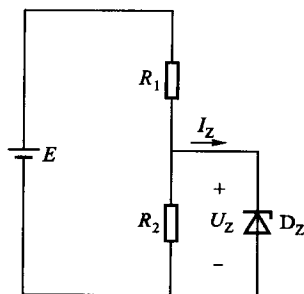
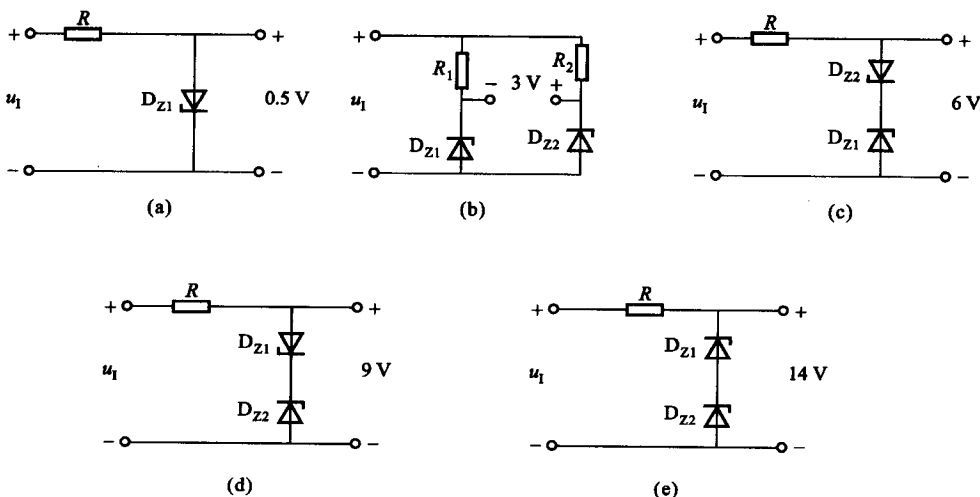


图 14.07 习题 14.4.1 的图

14.4.2 有两只稳压二极管 D_{z1} 和 D_{z2} 其稳定电压分别为 5.5 V 和 8.5 V , 正向压降都是 0.5 V 。如果要得到 0.5 V , 3 V , 6 V , 9 V 和 14 V 几种稳定电压, 这两只稳压二极管 (还有限流电阻) 应该如何连接? 画出各个电路。

解: 各电路分别如题解图 14.09(a)、(b)、(c)、(d)、(e) 所示, 注意稳压管 D_{z1} 和 D_{z2} 的稳定电压分别为 5.5 V 和 8.5 V , 正向导通时的压降为 0.5 V 。



题解图 14.09