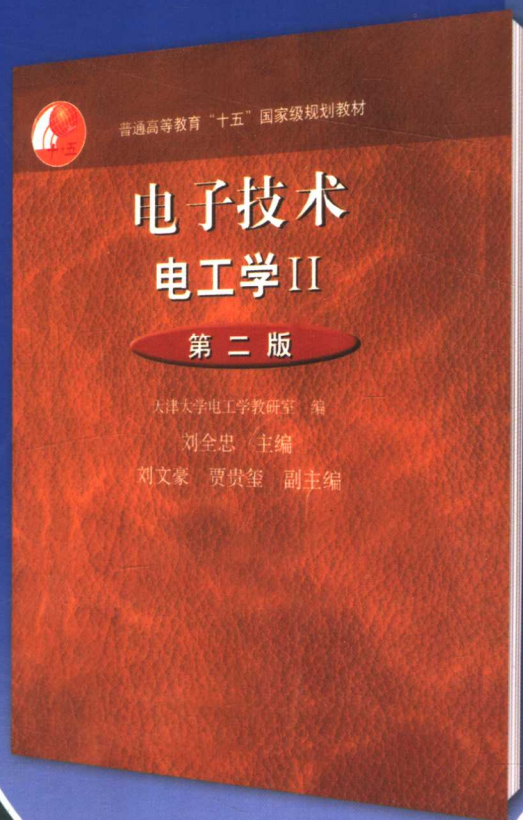




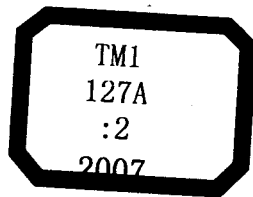
高等学校优秀教材辅导丛书
GAODENG XUOXIAO YOUXIUJIAOCAI FUDAOCONGSHU

主编 杨方 欧阳斌 林果 莉

电子技术 知识要点与习题解析



哈尔滨工程大学出版社



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

(配刘全忠第二版教材·高教版)

主 编 杨 方 欧阳斌林 果 莉

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是为配合高等教育出版社出版的高校教材——《电子技术》(电工学Ⅱ第二版)一书而编写的。本书主要内容包括:知识要点、书后习题解析、同步训练题和同步训练题答案四部分。本书对非电类的学生学习电子技术是一本很好的辅助教材,也适用于高等职业教育、高等专科学校及成人高等教育的非电类专业学生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术知识要点与习题解析/杨方,欧阳斌林,
果莉主编.哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2006
ISBN 7-81073-826-7

I.电… II.①杨…②欧阳…③果… 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(2006)第 091670 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 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 15.5
字 数 310 千字
版 次 2007 年 1 月第 1 版
印 次 2007 年 1 月第 1 次印刷
印 数 1—3 000 册
定 价 19.00 元

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

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn



P r e f a c e

前言

电子技术(电工学Ⅱ)是大学工科非电类专业学生的必修课程。本书为刘全忠主编的《电子技术》(电工学Ⅱ第二版)的配套习题解析,可以帮助学生更好地学习和掌握该门课程,也可作为教师的教学参考书。

本书主要内容如下:

- 一、知识要点,使学生更加明确各章节知识点及需要掌握的程度;
- 二、习题解析,对书后的习题给出解答和要点提示;
- 三、同步训练题,拓展学生的知识面,力求达到举一反三,融会贯通的效果;
- 四、同步训练题答案,为使学生能明确同步训练的结果,给出解题答案。

本书的第1章、第2章、第3章、第4章、第5章由杨方编写;第6章、第7章、第8章由欧阳斌林编写;第9章、第10章由果莉编写。

由于作者水平和能力有限,疏漏之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006年11月

第1章 半导体器件	1
知识要点	1
1.1 半导体的特性	1
1.2 二极管	2
1.3 稳压二极管	3
1.4 双极结型晶体管	4
1.5 场效晶体管	5
书后习题解析	6
同步训练题	17
同步训练题答案	19
第2章 基本放大电路	20
知识要点	20
2.1 放大的概念	20
2.2 单管放大电路	20
2.3 放大电路的基本分析方法	21
2.4 工作点的稳定问题	22
2.5 放大电路的三种基本组态	23
2.6 场效晶体管放大电路	24
2.7 多级放大电路	24
2.8 功率放大器	25
2.9 集成运算放大器	26
书后习题解析	28
同步训练题	47
同步训练题答案	50
第3章 负反馈放大器	52
知识要点	52
3.1 反馈的基本概念	52
3.2 负反馈对放大器性能的影响	55
书后习题解析	56

同步训练题	63
同步训练题答案	66
第 4 章 集成运算放大器的应用	67
知识要点	67
4.1 模拟运算电路	67
4.2 信号处理电路	70
4.3 正弦波振荡器	74
4.4 RC 正弦波振荡电路	75
4.5 LC 正弦波振荡电路	76
书后习题解析	78
同步训练题	98
同步训练题答案	100
第 5 章 电力电子技术	101
知识要点	101
5.1 电力电子器件	101
5.2 单相整流电路	102
5.3 滤波电路	104
5.4 直流电源的组成	106
书后习题解析	106
同步训练题	120
同步训练题答案	123
第 6 章 逻辑门电路和组合逻辑电路	124
知识要点	124
6.1 逻辑代数基础	124
6.2 分立元件门电路	125
6.3 TTL 集成门电路	127

6.4 CMOS 集成门电路	129
6.5 组合逻辑部件	131
书后习题解析	133
同步训练题	163
同步训练题答案	164
第 7 章 时序逻辑电路	168
知识要点	168
7.1 双稳态触发器	168
7.2 寄存器	171
7.3 计数器	171
书后习题解析	174
同步训练题	196
同步训练题答案	198
第 8 章 脉冲波形的产生和整形	201
知识要点	201
8.1 无稳态触发器多谐振荡器	201
8.2 单稳态触发器	202
8.3 集成定时器 555 的原理及应用	202
书后习题解析	208
同步训练题	219
同步训练题答案	221
第 9 章 模拟量与数字量的转换	223
知识要点	223
9.1 数/模转换器	223
9.2 模/数转换器	224
9.3 数据采集系统	226
书后习题解析	226
同步训练题	232
同步训练题答案	234

第 10 章 存储器	235
知识要点	235
10.1 半导体存储器	235
10.2 磁盘存储器	235
10.3 光盘存储器	235
10.4 移动存储器	236
书后习题解析	236
同步训练题	237
同步训练题答案	238

第 1 章 半导体器件



1.1 半导体的特性

1.1.1 本征半导体

纯净晶体结构的半导体称为本征半导体。常用的半导体材料是硅和锗,它们都是四价元素,在原子结构中最外层轨道上有 4 个价电子。把硅或锗材料拉制成单晶体时,相邻两个原子的一对最外层电子(价电子)成为共有电子,它们一方面围绕自身的原子核运动,另一方面又出现在相邻原子所属的轨道上。此时价电子不仅受到自身原子核的作用,同时还受到相邻原子核的吸引。于是,两个相邻的原子共有一对价电子,组成共价键结构。因此,晶体中每个原子都和周围的 4 个原子用共价键的形式互相紧密地联系起来,共价键中的价电子由于热运动而获得一定的能量,其中少数能够摆脱共价键的束缚而成为自由电子,同时必然在共价键中留下空位,称为空穴。空穴带正电,由此可见,半导体中存在着两种载流子,即带负电的自由电子和带正电的空穴。本征半导体中,自由电子与空穴是同时成对产生的,因此,它们的浓度是相等的。我们用 n 和 p 分别表示自由电子和空穴的浓度,即 $n_i = p_i$,下标 i 表示为本征半导体。价电子在热运动中获得能量,产生了电子-空穴对。同时自由电子在运动过程中失去能量,与空穴相遇,使电子-空穴对消失,这种现象称为复合。在一定温度下,载流子的产生过程和复合过程是相对平衡的,载流子的浓度是一定的。本征半导体中载流子的浓度,除了与半导体材料本身的性质有关以外,还与温度有关,而且随着温度的升高,基本上按指数规律增加。因此,半导体载流子的浓度对温度十分敏感。对于硅材料,大约温度每升高 $8\text{ }^{\circ}\text{C}$,本征载流子浓度 n_i 增加 1 倍;对于锗材料,大约温度每升高 $12\text{ }^{\circ}\text{C}$, n_i 增加 1 倍。除此



之外,半导体载流子浓度还与光照有关,人们正是利用此特性制成光敏器件。

1.1.2 杂质半导体

1. N 型半导体

在本征半导体中,掺入微量 5 价元素,如磷、锑、砷等,则原来晶格中的某些硅(锗)原子被杂质原子代替。由于杂质原子的最外层有 5 个价电子,因此它与周围 4 个硅(锗)原子组成共价键时,还多余 1 个电子。这个电子不受共价键的束缚,而只受自身原子核的束缚,因此,它只要得到较少的能量就能成为自由电子,并留下带正电的杂质离子。显然,这种杂质半导体中电子的浓度远远大于空穴的浓度,主要靠电子导电,所以称为 N 型半导体。

2. P 型半导体

在硅(或锗)晶体中掺入少量的 3 价元素,如硼、铝、镓等,就得到 P 型半导体。这时杂质原子代替了晶格中的某些硅原子,它的 3 个价电子和相邻的 4 个硅原子组成共价键时,只有 3 个共价键是完整的,第 4 个共价键因缺少 1 个价电子而出现 1 个空穴。显然,这种杂质半导体中空穴浓度远远大于电子的浓度,主要靠空穴导电,所以称为 P 型半导体。

1.2 二 极 管

1.2.1 PN 结及其单向导电性

1. PN 结外加正向电压

若将电源的正极接 P 区,负极接 N 区,则称此为正向接法或正向偏置(如图 1-1 所示)。此时外加电压在阻挡层内形成的电场与自建场方向相反,削弱了自建场,使阻挡层变窄,显然,扩散作用大于漂移作用,在电源作用下,多数载流子向对方区域扩散形成正向电流,其方向由电源正极通过 P 区、N 区到达电源负极。此时,PN 结处于导通状态,它所呈现出的电阻为正向电阻,其阻值很小。正向电压愈大,正向电流愈大。

2. PN 结外加反向电压

若将电源的正极接 N 区,负极接 P

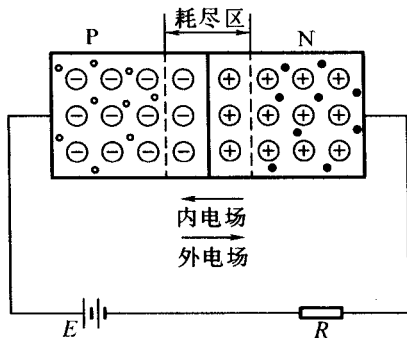


图 1-1 正向偏置的 PN 结

区,则称此为反向接法或反向偏置(如图1-2所示)。此时外加电压在阻挡层内形成的电场与自建场方向相同,增强了自建场,使阻挡层变宽。此时,漂移作用大于扩散作用,少数载流子在电场作用下作漂移运动,由于其电流方向与正向电压时相反,故称为反向电流。由于反向电流是由少数载流子所形成的,故反向电流很小,而且当外加反向电压超过某个值后,少数载流子基本全被电场拉过去形成漂移电流,此时反向电压再增加,载流子数也不会增加,因此反向电流也不会增加,故称为反向饱和电流,此时,PN结处于截止状态,呈现的电阻称为反向电阻,其阻值很大,高达几百千欧以上。

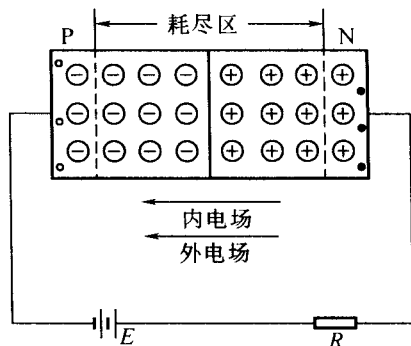


图1-2 反向偏置的PN结

综上所述,PN结加正向电压,处于导通状态,加反向电压,处于截止状态,即PN结具有单向导电特性。

1.2.2 二极管的伏安特性(见图1-3)

1. 正向特性

正向电压只有超过某一数值时,才有明显的正向电流。这一电压称为导通电压或死区电压,正向特性在小电流时,呈现出指数变化规律,电流较大以后近似按直线上升。

2. 反向特性

由于表面漏电流影响,二极管的反向电流要比理想PN结的反向饱和电流大得多。而且反向电压加大时,反向电流也略有增大。二极管的反向击穿以及温度对二极管特性的影响,均与PN结相同。

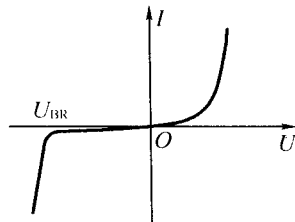


图1-3 二极管伏安特性曲线

1.3 稳压二极管

稳压二极管是利用PN结反向击穿后具有稳压特性制作而成的二极管。稳压二极管除了可以构成限幅电路之外,主要用于稳压电路。

根据稳压二极管的伏安特性,它的正、反向特性与普通二极管基本相同,区别仅在于击穿后,特性曲线更加陡,即电流在很大范围内变化时,其两端电压几乎不



变。这表明,稳压二极管反向击穿后,能通过调整自身电流实现稳压。稳压二极管击穿后,电流急剧增大,使管耗相应增大。因此,必须对击穿后的电流加以限制,以保证稳压二极管的安全。

1.4 双极结型晶体管

1.4.1 双极结型晶体管的结构

无论是 NPN 型或是 PNP 型的晶体管,它们均包含三个区:发射区、基区和集电区,并相应地引出三个电极:发射极(E)、基极(B)和集电极(C)。同时,在三个区的两两交界处,形成两个 PN 结,分别称为发射结和集电结。NPN 和 PNP 型晶体管的工作原理相似,不同之处在于使用时的工作电源极性相反。

1.4.2 载流子运动和电流分配

1. 载流子的传输过程(如图 1-4 所示)

- (1) 发射;
- (2) 复合和扩散;
- (3) 收集。

2. 电流分配(如图 1-5 所示)

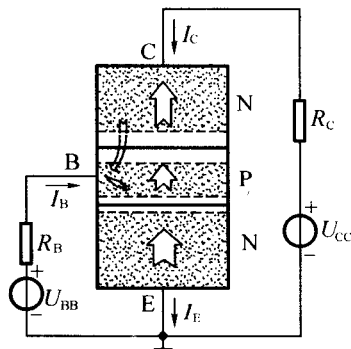


图 1-4 晶体管中载流子的传输过程

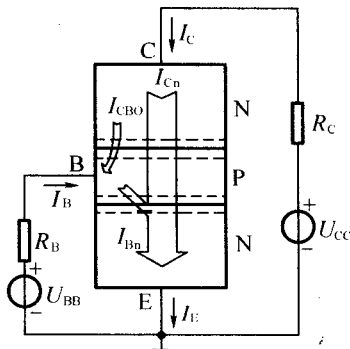


图 1-5 晶体管电流分配

集电极电流 I_C 由两部分组成,即 I_{Cn} 和 I_{CBO} ,前者是由发射区发射的电子被集电极收集后形成的,后者是由集电区和基区的少数载流子漂移运动形成的,称为反

向饱和电流。

1.4.3 晶体管的特性曲线

图 1-6 所示为 3DG4 的输出特性曲线。可知, I_B 的取值不同, 得到的输出特性曲线也不同, 所以晶体管的输出特性曲线是一族曲线。

1. 截止区

一般将 $I_B \leq 0$ 的区域称为截止区, 即 $I_B = 0$ 的这条曲线以下部分。此时 I_C 也近似为零。由于各极电流都基本上等于零, 因而此时晶体管没有放大作用。

当发射结反向偏置时, 发射区不再向基区注入电子, 则晶体管处于截止状态。所以, 在截止区, 晶体管的两个结均处于反向偏置状态。

2. 放大区

此时发射结正向偏置, 集电结反向偏置。在这个区域内, 当基极电流发生微小的变化量 ΔI_B 时, 相应地集电极电流将产生较大的变化量 ΔI_C , 此时二者的关系为 $\Delta I_C = \beta \Delta I_B$ 。

3. 饱和区

曲线靠近纵轴附近, 各条输出特性曲线的上升部分属于饱和区。在这个区域, 不同 I_B 值的各条特性曲线几乎重叠在一起, 即当 U_{CE} 较小时, 管子的集电极电流 I_C 基本上不随基极电流 I_B 的变化而变化, 这种现象称为饱和。此时晶体管失去了放大作用, $I_C = \beta I_B$ 或 $\Delta I_C = \beta \Delta I_B$ 关系不成立。

晶体管工作在饱和区时, 发射结和集电结都处于正向偏置状态。

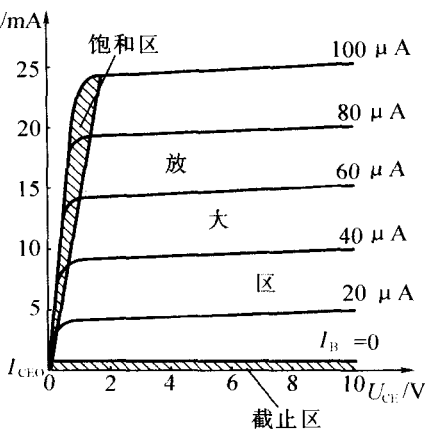


图 1-6 输出特性曲线

1.5 场效晶体管

1.5.1 结型场效晶体管

在 N 型半导体棒的两端各制作一个欧姆接触电极, 并接上电源电压, 则 N 型半导体中的多数载流子(电子)将在电场作用下作定向漂移运动, 形成漂移电流。



少子电流比多子电流低好几个数量级,可以忽略不计。半导体棒电子发出的一端叫源极(Source),用S表示;电子离开半导体棒的一端叫漏极(Drain),用D表示;如果在半导体棒的两侧制作两个掺杂程度比较高的P区(P^+ 区),用导线把两个 P^+ 区连在一起,并引出电极,则称为栅极(Gate),用G表示。两个 P^+ 区与N区形成两个PN结,夹在其中的N区是电子由源极流向漏极的通道,称为沟道。因沟道材料是N型的,所以也称N沟道。如果沟道材料是P型的,则称为P沟道。P沟道两侧是两个 N^+ 区,这样的管子称为P沟道场效晶体管。

结型场效应管是利用反向偏置的PN结来提高输入电阻的,由于PN结反向偏置时总有一定的反向电流流过,从而限制了输入电阻的提高。此外,结型场效应管的制造工艺较复杂,不利于大规模集成化。

1.5.2 绝缘栅型场效晶体管

结型场效晶体管的缺点促进了绝缘栅型场效晶体管的发展。绝缘栅型场效晶体管的栅极与其他电极绝缘,它是利用栅极和源极间电压所产生的电场效应控制半导体内载流子运动的。根据栅极与半导体材料之间绝缘材料的不同,绝缘栅型场效晶体管可分为金属-氧化物-半导体场效晶体管(MOSFET),简称MOS管,金属-氮化硅-半导体场效晶体管(MNSFET),简称MNS管,以及金属-氧化铝-半导体场效晶体管(MALSFET)。目前,常用的是MOS管。



一、选择题

1.1 在图1-7所示电路中,电压 U_0 为()。

- A. -12 V B. -9 V C. -3 V

答:B。

1.2 在图1-8所示电路中,所有二极管均为理想元件,则 D_1 、 D_2 、 D_3 的工作状态为()。

- A. D_1 导通, D_2 、 D_3 截止 B. D_1 、 D_2 截止, D_3 导通 C. D_1 、 D_3 截止, D_2 导通

答:A。

1.3 在图1-9所示电路中,所有二极管均为理想元件,则 D_1 、 D_2 的工作状态为()。

- A. D_1 导通, D_2 截止 B. D_1 、 D_2 均导通 C. D_1 截止, D_2 导通

答:A。



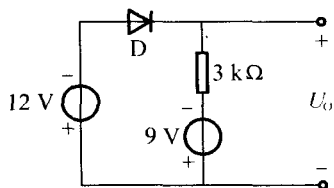


图 1-7

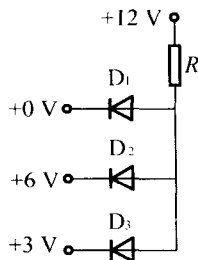


图 1-8

1.4 在图 1-10 所示电路中, D_1 、 D_2 为理想二极管, 则电压 U_o 为()。

A. 3 V

B. 5 V

C. 2 V

答: B。

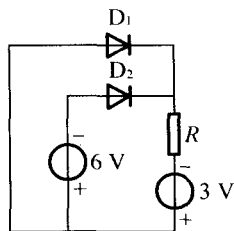


图 1-9

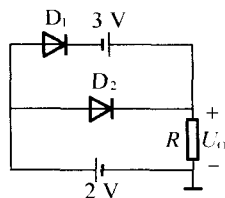


图 1-10

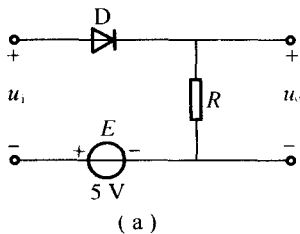
1.5 在图 1-11 所示电路中, 电路如图(a)所示, 二极管 D 为理想元件, 输入信号 u_i 为如图(b)所示的三角波, 则输出电压 u_o 的最大值为()。

A. 5 V

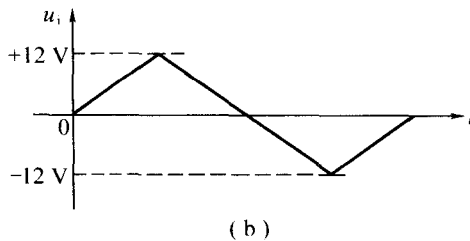
B. 17 V

C. 7 V

答: B。



(a)



(b)

图 1-11



1.6 在图 1-12 所示电路中,二极管为理想元件, $u_A = 3 \text{ V}$, $u_B = 2\sin\omega t \text{ V}$, $R = 4 \text{ k}\Omega$, 则 u_F 等于()。

- A. 3 V B. $2\sin\omega t \text{ V}$ C. $(3 + 2\sin\omega t) \text{ V}$

答: B。

1.7 在图 1-13 所示电路中, 二极管均为理想元件, 则输出电压 U_O 为()。

- A. 3 V B. 0 V C. -12 V

答: A。

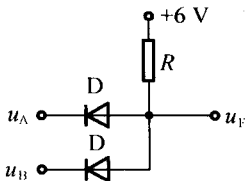


图 1-12

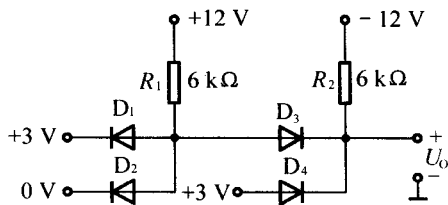
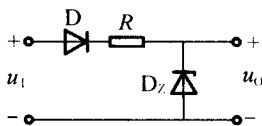


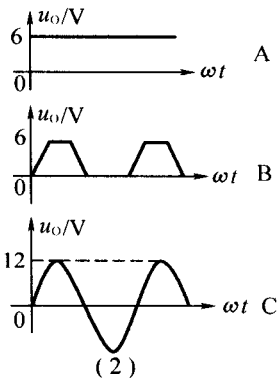
图 1-13

1.8 在图 1-14(1)所示电路中, 二极管 D 为理想元件, 设 $u_1 = 12\sin\omega t \text{ V}$, 稳压管 D_Z 的稳定电压为 6 V, 正向压降不计, 则输出电压 u_o 的波形为图(2)中的波形()。

答: B。



(1)



(2)

图 1-14

1.9 在图 1-15 所示电路中, 稳压二极管 D_{Z1} 的稳定电压为 6 V, D_{Z2} 的稳定电压为 12 V, 则输出电压 U_O 等于()。

- A. 12 V B. 6 V C. 18 V

答: B。

GAODENG XUEXIAO YUXIJIJIAOCAI FUDAOCONGSHU
高等职业院校优秀教材辅导丛书

1.10 在图 1-16 所示电路中,稳压二极管 D_{z1} 和 D_{z2} 的稳定电压分别为 6 V 和 9 V,正向电压降都是 0.7 V,则电压 U_o 为()。

A. 3 V

B. 15 V

C. -3 V

答:A。

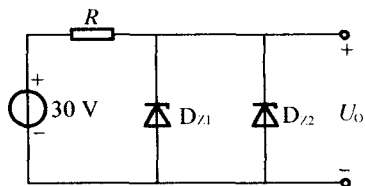


图 1-15

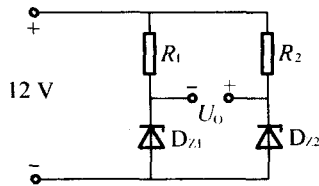


图 1-16

1.11 在图 1-17 所示电路中,稳压二极管 D_{z1} 的稳定电压 $U_{z1} = 12$ V, D_{z2} 的稳定电压 $U_{z2} = 6$ V,则电压 U_o 等于()。

A. 12 V

B. 20 V

C. 6 V

答:C。

1.12 已知某晶体管处于放大状态,测得其三个极的电位分别为 6 V、9 V 和 6.3 V,则 6 V 所对应的电极为()。

A. 发射极

B. 集电极

C. 基极

答:A。

1.13 晶体管的工作特点是()。

A. 输入电流控制输出电流 B. 输入电流控制输出电压 C. 输入电压控制输出电压

答:A。

1.14 复合管电路如图 1-18 所示,其中可正确地等效为 NPN 型管的是()。

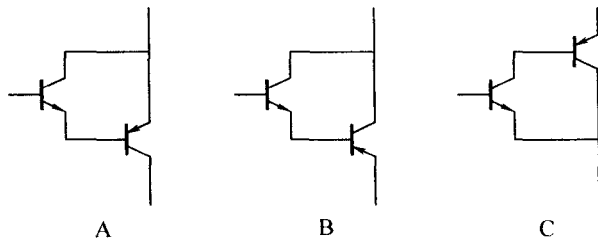


图 1-18

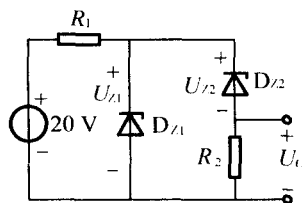


图 1-17

