

电子技术

熊幸明 主 编
程春红 副主编
陈有卿 主 审

解题指南与训练

新 时 代 出 版 社

TN01-44

X67

电子技术解题指南与训练

熊幸明 主 编

程春红 副主编

陈有卿 主 审

10

新 时 代 出 版 社

· 北 京 ·

EA 17/02
图书在版编目(CIP)数据

电子技术解题指南与训练/熊幸明主编. —北京:新
时代出版社, 1996. 5

ISBN 7-5042-0287-8

I. 电… II. 熊… III. 电子技术-习题 IV. TN01-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 10793 号

新时代出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32 印张 11 $\frac{1}{8}$ 267 千字

1996 年 5 月第 1 版 1996 年 5 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 15.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

前 言

本书根据国家教委最新制订的“高等工程专科学校电子技术课程教学基本要求”而编写。考虑到少数专业的特殊要求和增大覆盖面,内容作了适当展宽和加深。全书共十章,包括模拟电子技术和数字电子技术两大部分。在每章习题前,均列有内容概要和具有详细解题步骤的例题(全书共列举 54 道例题)。围绕电子技术中的基本概念、基本原理和基本分析方法,选编了 1057 道习题,全部采用国际上颇为流行的填空、判断、选择、问答、分析计算等标准形式。除基础题外,还编入了少量的提高题(标以 * 号),使读者通过做习题,达到巩固概念、熟练运算、联系实际、扩大思路的目的。书后附有大部分习题的答案,供读者参考。

全书图形、文字符号均采用国家新标准。

本书由熊幸明编写第一、二、三、四、六、七章;李晋华编写第五、八章;程春红编写第九章;李汉军编写第十章。晓波负责全书插图绘制工作。在编写过程中,得到湖南省高等学校电工学研究会的大力支持和国家教委高等工程专科电工学课程教材编审组易源屏副教授的关怀和具体指导,特在此表示感谢。

由于编者水平有限,时间匆促,书中难免有错误和不妥之处,敬希读者批评指正。

编 者

1994 年 2 月

目 录

第一章 半导体二极管和三极管.....	1
内容概要.....	1
例题.....	2
习题.....	5
第二章 基本放大电路	18
内容概要	18
例题	23
习题	35
第三章 场效应管放大器	66
内容概要	66
例题	67
习题	72
第四章 差动放大电路	84
内容概要	84
例题	86
习题	91
第五章 集成运算放大器	98
内容概要	98
例题.....	102

习题	118
第六章 正弦波振荡电路	140
内容概要	140
例题	141
习题	144
第七章 单相整流、滤波、稳压电路	155
内容概要	155
例题	158
习题	161
第八章 晶闸管整流电路	178
内容概要	178
例题	182
习题	190
第九章 数字电路基础	207
内容概要	207
例题	212
习题	235
第十章 基本数字部件	290
内容概要	290
例题	292
习题	306
部分习题答案	335

第一章 半导体二极管和三极管

内 容 概 要

一、本征半导体中具有两种载流子——自由电子和空穴，二者数量相等。在常温下，载流子数量很少，因而本征半导体的导电性能很差。

二、在本征半导体中掺入五价元素或三价元素的杂质，可得到 N 型或 P 型半导体，其导电性能大大增强。杂质半导体的多数载流子由杂质原子提供，少数载流子通常由热激发产生。

三、PN 结是载流子在浓度差作用下的扩散运动和内电场作用下的漂移运动所产生的，它具有单向导电性。二极管的基本结构就是一个 PN 结。

四、晶体管有 NPN 型和 PNP 型两种基本类型。有两个 PN 结——发射结和集电结；三个区——发射区、基区和集电区；三个电极——发射极、基极和集电极。晶体管具有电流放大作用的条件是发射结正向偏置、集电结反向偏置。

五、晶体管的输出特性曲线分为三个工作区——截止区、饱和区和放大区。晶体管的电流放大能力可用共发射极直流电流放大系数 $\bar{\beta}$ 和交流电流放大系数 β 来衡量

$$\bar{\beta} = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

$\bar{\beta}$ 和 β 意义不同, 但数值接近。计算时, 近似认为 $\beta \approx \bar{\beta}$ 。

晶体管各电极的电流分配关系为:

$$I_C = \bar{\beta} I_B + I_{CEO} = \bar{\beta} I_B + (1 + \bar{\beta}) I_{CBO}$$

$$I_E = I_C + I_B = (1 + \bar{\beta}) I_B + (1 + \bar{\beta}) I_{CBO}$$

由于 I_{CEO} 和 I_B 很小, 一般情况下, 可认为:

$$I_E \approx I_C \approx \bar{\beta} I_B$$

例 题

例 1-1 在图 1-1 中, 设输入端 A 点电位为 U_A , B 点电位为 U_B , 输出端 F 点电位为 U_F , 电阻 $R=9k$ 。试求下列几种情况下输出端电位 U_F 及各元件中通过的电流(设二极管为理想元件)。

- (1) $U_A = +10V$, $U_B = 0V$;
- (2) $U_A = +5V$, $U_B = +6V$;
- (3) $U_A = U_B = +5V$ 。

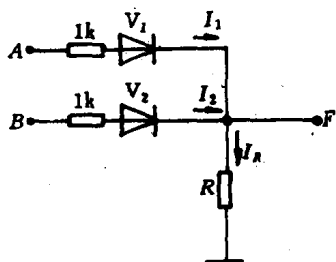


图 1-1 例 1-1 的图

解:

(1) 当 $U_A = +10\text{V}$, $U_B = 0\text{V}$ 时, A 点电位比 B 点高得多, 二极管 V_1 优先导通。忽略二极管正向导通压降

$$U_F = \frac{R}{R+1\text{k}} \cdot U_A = \frac{9}{9+1} \times 10 = 9(\text{V})$$

显然, 二极管 V_2 处于反向截止状态, $I_2 \approx 0$ 。流过二极管 V_1 的电流则为

$$I_1 = I_R = \frac{U_A}{R+1\text{k}} = \frac{10}{9+1} = 1(\text{mA})$$

(2) 当 $U_A = +5\text{V}$, $U_B = +6\text{V}$ 时, B 点电位比 A 点高, 二极管 V_2 优先导通

$$U_F = \frac{R}{R+1\text{k}} \cdot U_B = \frac{9}{9+1} \times 6 = 5.4(\text{V})$$

因为 $U_F > U_A$, 二极管 V_1 反向截止, $I_1 \approx 0$

$$I_2 = I_R = \frac{U_B}{R+1\text{k}} = \frac{6}{9+1} = 0.6(\text{mA})$$

(3) 当 $U_A = U_B = +5\text{V}$ 时, 二极管 V_1 、 V_2 处于正向并联导通状态

$$U_F = \frac{R}{R+(1\text{k} // 1\text{k})} \times 5 = \frac{9}{9+0.5} \times 5 \approx 4.74(\text{V})$$

$$I_R = \frac{U_F}{R} = \frac{4.74}{9} \approx 0.53(\text{mA})$$

$$I_1 = I_2 = \frac{1}{2} I_R \approx 0.27(\text{mA})$$

例 1-2 测得某晶体管的电流如下: $I_C = 5.202\text{mA}$, $I_B = 50\mu\text{A}$, $I_{CBO} = 2\mu\text{A}$, 求 I_E 和 β 。

解:

根据晶体管各电极电流分配关系:

$$I_E = I_C + I_B = 5.202 + 0.05 = 5.252(\text{mA})$$

$$I_C = \bar{\beta} I_B + I_{CEO} = \bar{\beta} I_B + (1 + \bar{\beta}) I_{CBO}$$

$$\bar{\beta} = \frac{I_C - I_{CBO}}{I_B + I_{CBO}} = 100$$

例 1-3 测得工作在放大电路中的某晶体管各管脚对地的电压如图 1-2 所示。试分析：这只晶体管是 PNP 型还是 NPN 型？是锗管还是硅管？并确定各管脚和 e、b、c 的对应关系。

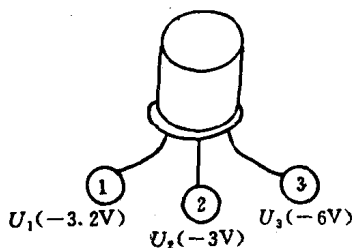


图 1-2 例 1-3 的图

解：

晶体管工作在放大区时，应有下列关系：

(1) $|U_{BE}| \approx 0.2\text{V}$ (锗管) 或 0.7V (硅管)

(2) $|U_{BE}| < |U_{CE}|$

(3) PNP 管： $U_E > U_B > U_C$

NPN 管： $U_E < U_B < U_C$

从图 1-2 可看出， U_1 和 U_2 相差 0.2V ，而 U_3 与它们相差较大，根据上述(1)和(2)可知，这个晶体管是锗管。管脚①和②是基极或发射极，管脚③是集电极。

在图 1-2 中，管脚②电位最高，管脚①次之，管脚③最低。根据上述(3)中 PNP 管的特点，可知这个晶体管是 PNP 型，管脚①、②、③分别为 b、e、c 极。

习 题

半导体的导电特性

一、填空题

1-1 常温下,本征半导体中的载流子数量____,其导电性能____。

1-2 如果在本征半导体中掺入少量五价磷元素,将产生____,形成____型半导体。

1-3 如果在本征半导体中掺入少量三价硼元素,将产生____,形成____型半导体。

1-4 PN 结中的内电场阻止____的扩散运动,推动____的漂移运动。

1-5 PN 结最重要的特性是____。即正向运用时,PN 结的电阻____;反向运用时,PN 结的电阻____。

二、判断题(在题末括号内作记号,✓表示正确,×表示错误)

1-6 当环境温度升高时,本征半导体中自由电子的数量增加,而空穴的数量基本不变。 ()

1-7 当环境温度升高时,本征半导体中空穴和自由电子的数量都增加,且它们增加的数量相等。 ()

1-8 P 型半导体中的多数载流子是空穴,因此,P 型半导体带正电。 ()

1-9 N 型半导体中的多数载流子是电子,因此,N 型半导体带负电。 ()

1-10 PN 结中的空间电荷区是由带电的正、负离子形成

的，因而它的电阻率很高。

()

三、选择题(将正确答案填在空格内)

1-11 PN 结外加正向电压时，其空间电荷区_____。

(①不变 ②变宽 ③变窄)

1-12 PN 结外加反向电压时，其内电场_____。

(①减弱 ②不变 ③增强)

1-13 PN 结在外加正向电压的作用下，扩散电流_____漂移电流。

(①大于 ②小于 ③等于)

四、问答题

1-14 在半导体中，空穴的移动实质上也是电子的移动。那么，它和自由电子的移动有何区别？

1-15 PN 结是怎样形成的？它为什么具有单向导电性？

半导体二极管

一、填空题

1-16 如果按结构分类，二极管可分为_____型和_____型两种类型。

1-17 点接触型二极管的 PN 结结面积_____，因而结电容_____，其高频特性好，常用于_____等工作。

1-18 面接触型二极管的 PN 结结面积_____，可通过_____电流，但工作频率较低，一般用作_____。

1-19 二极管处于正向导通状态时，管子的正向压降很小，硅管约_____V，锗管约_____V。

1-20 在相同温度下，硅管的反向电流比锗管要_____。温度升高时，反向电流_____，_____管受温度影响更为显著。

1-21 二极管的伏安特性,是指加在二极管两端的电压与通过二极管的电流之间的关系,可用数学式表述为_____。

1-22 二极管上的反向电压小于某值时,反向电流很小,它是由_____载流子形成的,在一定温度下为_____,通常称为_____电流。

1-23 若二极管两端的反向电压大于某值,反向电流就会急剧增大,这种现象称为_____,对应的反向电压值叫做二极管的_____。

1-24 图 1-3 为二极管钳位电路, V 为硅管。设 A 点电位 $U_A=0$, 若 $R=4k$, F 点电位 $U_F=$ _____ V; 若 $R=1k$, $U_F=$ _____ V; 若 $R=1k$, $U_A=1V$, $U_F=$ _____ V。

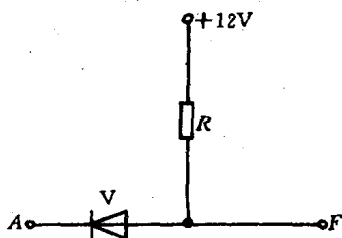


图 1-3 习题 1-24 的图

1-25 在图 1-4 电路中,二极管 V_1 为锗管, V_2 为硅管,输出电压 $U_o=$ _____ V。

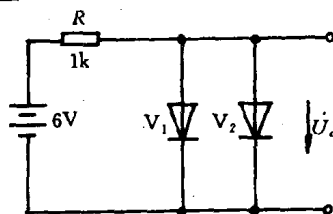


图 1-4 习题 1-25 的图

二、判断题(在题末括号内作记号, ✓表示正确, ×表示错误)

1-26 半导体二极管是根据 PN 结单向导电的特性制成的。因此, 半导体二极管也具有单向导电性。 ()

1-27 当二极管两端加反向电压时, 二极管中有很小的反向电流通过。这个反向电流是由 P 型半导体中自由电子的漂移运动产生的。 ()

1-28 当二极管两端加正向电压时, 二极管中有很大的正向电流通过。这个正向电流是由 P 型和 N 型半导体中多数载流子的扩散运动产生的。 ()

1-29 用万用表判断二极管的极性, 若测得二极管的电阻很小, 那么, 与万用表的红表笔相接的电极是二极管的负极, 与黑表笔相接的是二极管的正极。 ()

1-30 既然 PN 结两端存在内电场, 即有电位差。若将二极管两电极短接, 电路中就有电流流通。 ()

1-31 用万用表欧姆挡测量二极管的正向电阻, 用 $R \times 1$ 挡测出的电阻值和用 $R \times 100$ 挡测出的电阻值不相同, 说明这个二极管的性能不稳定。 ()

三、选择题(将正确答案填在空格内)

1-32 当环境温度降低时, 二极管的反向电流_____。

(①不变 ②增大 ③减小)

1-33 硅二极管上外加正向电压很低时, 正向电流几乎为零。只有在外加电压达到约_____V 时, 正向电流才明显增加, 这个电压称为硅二极管的死区电压。

(①0.7V ②0.2V ③0.5V ④0.3V)

1-34 与硅二极管一样, 只有在锗二极管上外加正向电压达到约_____V 时, 正向电流才明显增加。这个电压称为锗

二极管的死区电压。

(①0.5V ②0.2V ③0.7V ④0.3V)

1-35 在图 1-5 所示电路中, 二极管 V_1 、 V_2 、 V_3 均为硅管, 若 A 点电位 $U_A=0$, $U_B=$ _____。

(①1.4V ②6V ③0.7V ④0V)

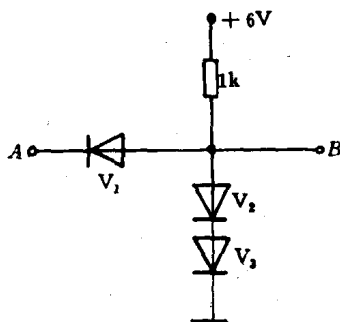


图 1-5 习题 1-35 的图

1-36 在图 1-5 所示电路中, 若 A 点电位 $U_A=1V$, $U_B=$ _____。

(①1.4V ②1.7V ③1V ④6V)

四、问答题

1-37 二极管的伏安特性有什么特点? 硅二极管和锗二极管的特性有何不同?

1-38 怎样用万用表检测二极管性能的好坏?

五、分析计算题

1-39 在图 1-6 所示电路中, 试求下列几种情况下输出端 F 的电位 U_F 以及各元件 (R 、 V_1 、 V_2) 中通过的电流 (二极管正向压降可忽略不计)。

(1) $U_A=U_B=0V$

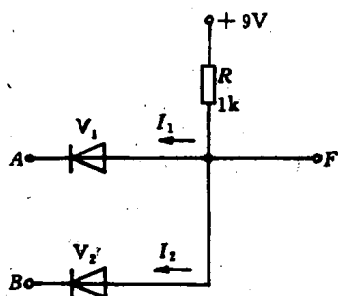


图 1-6 习题 1-39 的图

(2) $U_A = +3V$, $U_B = 0V$

(3) $U_A = U_B = +3V$

1-40 试分析图 1-7 所示各电路中输出电压 U_o 的大小和极性(忽略二极管正向压降)。

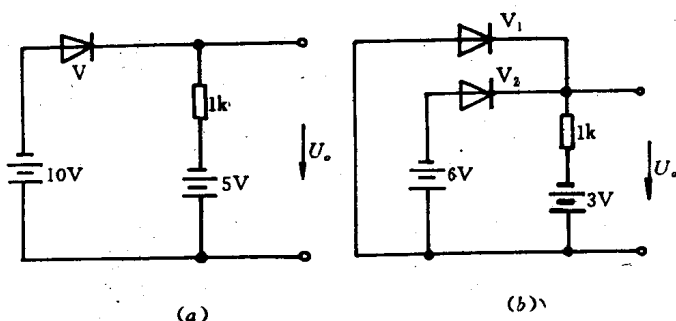


图 1-7 习题 1-40 的图

1-41 试分析图 1-8 所示各电路中的二极管是导通还是截止? 为什么?

1-42 在图 1-9 所示各电路中, $E = 3V$, $u_i = 6\sin\omega t V$, 二极管正向压降忽略不计, 试分别画出输出电压 u_o 的波形。

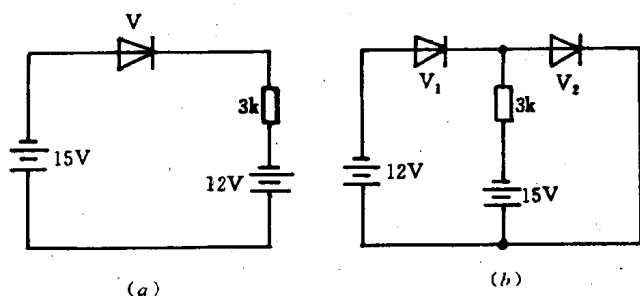


图 1-8 习题 1-41 的图

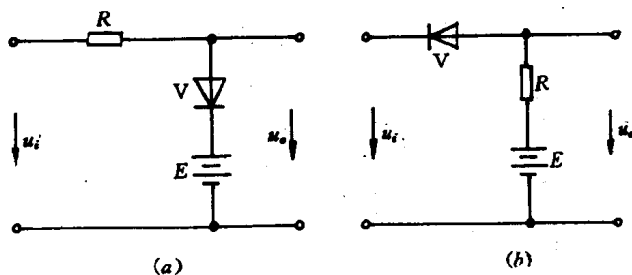


图 1-9 习题 1-42 的图

1-43 在图 1-10 所示电路中, $E=5\text{V}$, $e=10\sin\omega t\text{V}$, 试画出二极管 V 上电压 u_D 的波形。

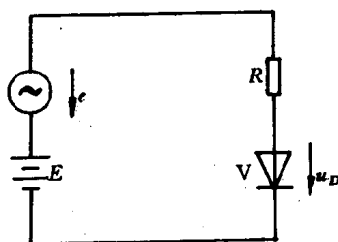


图 1-10 习题 1-43 的图