

## 一、例题精解

**【例题 15.1】**在图 15.1(a)中,  $u_i$  是输入电压的波形。试画出对应于  $u_i$  的输出电压  $u_o$ 、电阻  $R$  上的电压  $u_R$  和二极管  $D$  上电压  $u_D$  的波形。 二极管的正向压降可忽略不计。

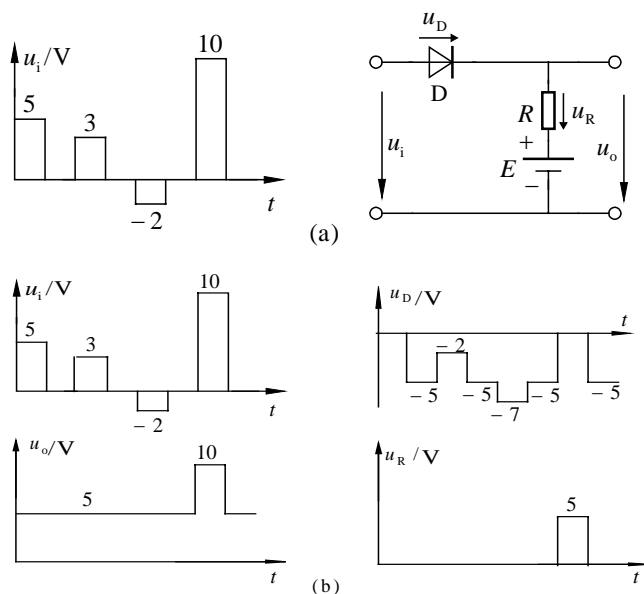


图 15.1 例题 15.1 的图

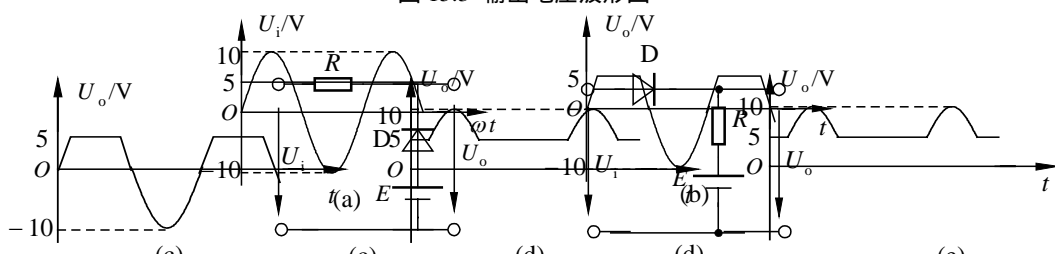
**【解】**  $u_o$ 、 $u_R$ 、 $u_D$  各电压波形如图 15.1 (b) 所示。

图 15.2 例题 15.2 的图

**【例题 15.2】**在图 15.2 的各电路中, 已知  $E = 5V$ ,  $u_i = 10\sin\omega tV$ 。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。

**【解】** 各电压波形图 15.3 所示。

图 15.3 输出电压波形图



**【例题 15.3】** 有两个稳压管  $D_{Z1}$  和  $D_{Z2}$ ，其稳定电压分别是 5.5V 和 8.5V，正向压降都是 0.5V。如果要得到 0.5V、3V、6V、9V 和 14V 几种稳定电压，这两个稳压管（还有限流电阻）应该如何连接？画出各电路。

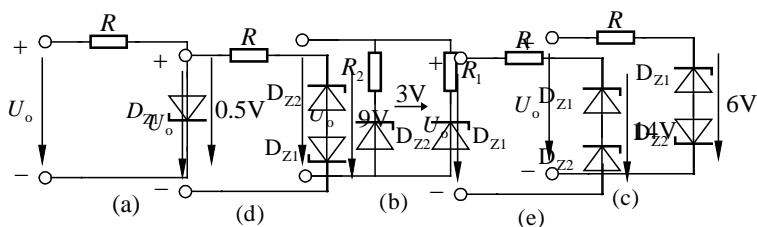


图 15.4 例题 15.3 的答案

**【解】** 各种稳压电路如图 15.4 所示。

**【例题 15.4】** 二极管电路如图 15.5 所示，求电流  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ 、 $I$ 。

**【解】** 因为  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$  为共阳极接法，所以在此电路中只有  $D_2$  导通，而  $D_1$ 、 $D_3$  截止。

所以

$$I_2 = \frac{9+6}{1} = 15\text{mA}$$

$$I = -I_2 = -15\text{mA}$$

$$I_1 = 0$$

$$I_3 = 0$$

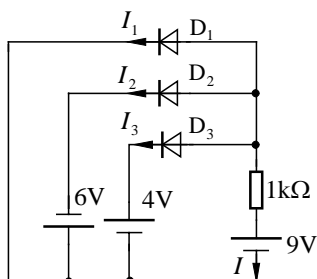


图 15.5 例题 15.4 的图

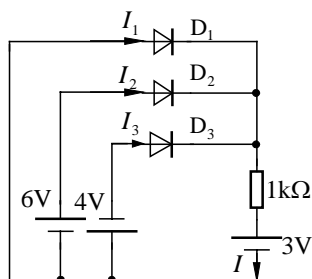


图 15.6 例题 15.5 的图

**【例题 15.5】** 二极管电路如图 15.6 所示，求电流  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ 、 $I$ 。

**【解】** 因为  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$  为共阴极接法，所以在此电路中只有  $D_2$  导通，而  $D_1$ 、 $D_3$  截止。所以

$$I_2 = \frac{6-3}{1} = 3\text{mA}$$

$$I = I_2 = 3\text{mA}$$

$$I_1 = 0$$

$$I_3 = 0$$

**【例题 15.6】** 电路如图 15.7(a)所示，设  $D_{Z1}$  的稳定电压为 5V， $D_{Z2}$  的稳定电压为 7V，两稳压管的正向压降均为 0V，在  $u_i = 10\sin\omega t\text{V}$  [波形如图 15.7(b)所示] 的作用下，试画出  $u_o$  的波形图。

【解】当  $u_i \geq 5\text{V}$  时, 输出电压  $u_o = 5\text{V}$ 。

当  $u_i \leq -7\text{V}$  时, 输出电压  $u_o = -7\text{V}$ , 所以输出电压  $u_o$  的波形如图 15.7(c) 所示。

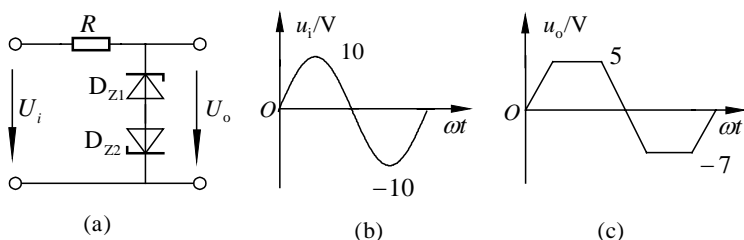


图 15.7 例题 15.6 的图

【例题 15.7】电路如图 15.8(a)所示, 试画出  $-10\text{V} \leq U_i \leq 10\text{V}$  范围内的传输特性曲线  $U_o = f(U_i)$ 。

【解】当  $U_i \geq 5\text{V}$  时,  $D_1$  导通,  $D_2$  截止, 输出  $U_o = 5\text{V}$ ;

当  $U_i \leq -5\text{V}$  时,  $D_2$  导通,  $D_1$  截止, 输出  $U_o = -5\text{V}$ ;

当  $-5\text{V} < U_i < 5\text{V}$  时,  $D_1$ 、 $D_2$  均截止, 输出  $U_o = U_i$ 。

所以得  $U_o = f(U_i)$  曲线如图 15.8(b)所示。

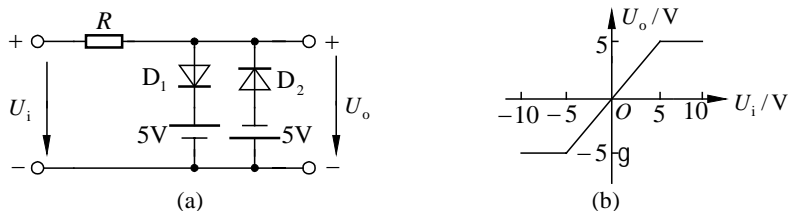


图 15.8 例题 15.7 的图

【例题 15.8】电路如图 15.9(a)所示, 设稳压管的稳定电压  $U_Z = 10\text{V}$ , 试画出  $0\text{V} \leq U_i \leq 30\text{V}$  范围内的传输特性曲线  $U_o = f(U_i)$ 。

【解】当  $U_i < 10\text{V}$  时,  $D_Z$  反向截止, 所以  $U_o = -U_i$ 。当  $U_i \geq 10\text{V}$  时,  $D_Z$  反向击穿, 所以  $U_o = U_i - 10 - 10 = U_i - 20\text{V}$ 。所以传输特性曲线  $U_o = f(U_i)$  如图 15.9(b)所示。

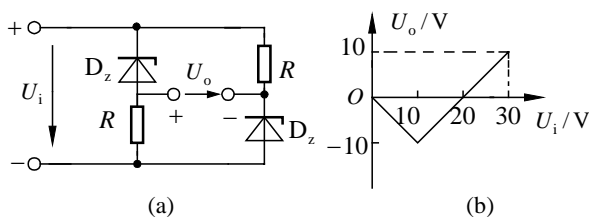


图 15.9 例题 15.8 的图

【例题 15.9】晶体管工作在放大区时, 要求发射结上加正向电压, 集电结上加反向电压。试就 NPN 型和 PNP 两种情况讨论。

(1)  $U_C$  和  $U_B$  的电位哪个高?  $U_{CB}$  是正还是负?

(2)  $U_B$  和  $U_E$  的电位哪个高?  $U_{BE}$  是正还是负?

(3)  $U_C$  和  $U_E$  的电位哪个高?  $U_{CE}$  是正还是负?

【解】先就 NPN 管来分析。

(1)  $U_C > U_B$ ,  $U_{CB}$  为正。

(2)  $U_B > U_E, U_{BE}$  为正。

(3)  $U_C > U_E, U_{CE}$  为正。

PNP 管的各项结论同 NPN 管的各项结论相反。

**【例题 15.10】** 用直流电压表测某电路三只晶体管的三个电极对地的电压分别如图 15.10 所示。试指出每只晶体管的 C、B、E 极。

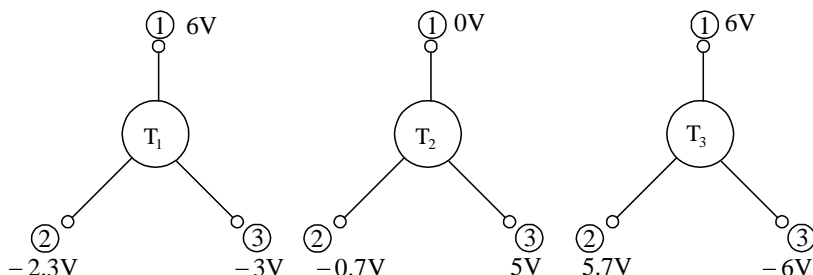


图 15.10 例题 15.10 的图

**【解】**  $T_1$  管： 为 C 极， 为 B 极， 为 E 极。

$T_2$  管： 为 B 极， 为 E 极， 为 C 极。

$T_3$  管： 为 E 极， 为 B 极， 为 C 极。

**【例题 15.11】** 在图 15.11 中，晶体管  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  的三个电极上的电流分别为：

(1)  $I_1 = 0.01\text{mA}$        $I_2 = 2\text{mA}$        $I_3 = -2.01\text{mA}$

(2)  $I_1 = 2\text{mA}$        $I_2 = -0.02\text{mA}$        $I_3 = -1.98\text{mA}$

(3)  $I_1 = -3\text{mA}$        $I_2 = 3.03\text{mA}$        $I_3 = -0.03\text{mA}$

试指出每只晶体管的 B、C、E 极。

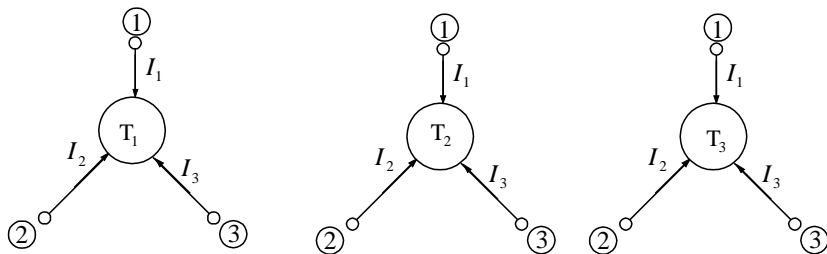


图 15.11 例题 15.11 的图

**【解】**  $T_1$  管： 为 B 极， 为 C 极， 为 E 极。

$T_2$  管： 为 E 极， 为 B 极， 为 C 极。

$T_3$  管： 为 C 极， 为 E 极， 为 B 极。

**【例题 15.12】** 什么叫三极管的极限参数？集电极电流  $I_C$  超过  $I_{CM}$ ，管子是否被烧坏？ $U_{CE}$  超过  $BV_{CEO}$  又会怎样？为什么不允许  $I_{CM}$  和  $BV_{CEO}$  同时达到？

**【解】** (1) 晶体管的极限参数是指保证晶体管正常使用下，所允许的最大条件值。如果超过这些值，将使晶体的性能下降，甚至使晶体管损坏。

(2) 晶体管的集电结温度是受耗散功率  $P_C$  及散热条件制约的, 而  $P_C = U_{CE} I_C$ , 在标准散热条件下, 只要  $P_C$  不超过最大允许耗散功率  $P_{CM}$ , 即使  $I_C > I_{CM}$ , 也不至于烧坏管子。但  $I_C$  超过  $I_{CM}$  时, 管子的 值为正常  $I_C$  电流情况下 值 0.707 倍以下。

(3)  $U_{CE}$  超过  $BV_{CEO}$  后会造成晶体管 CE 极之间的击穿。如果此时不对晶体管的电流加以限制, 半导体三极管就会损坏。但只要限制三极管电流, 且进入击穿的时间不长, 半导体三极管并不会损坏。

(4) 这是因为  $I_{CM} \cdot BV_{CEO} \gg P_{CM}$ 。

## 二、习题精选

【习题 15.1】在半导体材料中, 其正确的说法是 ( )。

- (1) P 型半导体中由于多数载流子为空穴, 所以它带正电。
- (2) P 型半导体中由于多数载流子为自由电子, 所以它带负电。
- (3) P 型半导体中由于多数载流子为空穴, 所以它带正电。
- (4) P 型半导体中由于多数载流子为自由电子, 所以它带负电。
- (5) P 型和 N 型半导体材料本身都不带电。

【习题 15.2】在放大电路中, 若测得某管的三个极电位分别为 -2.5V、-32V、-9V, 这三极管的类型是 ( )。

- (1) P N P 型 Ge 管
- (2) P N P 型 Si 管
- (3) N P N 型 Ge 管
- (4) N P N 型 Si 管

【习题 15.3】在放大电路中, 若测得某管的三个极电位分别为 -2.5V、-3.2V、-9V, 则分别代表管子的三个极是 ( )。

- (1) e、c、b
- (2) e、b、c
- (3) b、c、e
- (4) c、b、e

【习题 15.4】在放大电路中, 若测得某管的三个极电位分别为 1V、1.2V、6V, 这三极管的类型是 ( )。

- (1) P N P 型 Ge 管
- (2) P N P 型 Si 管
- (3) N P N 型 Ge 管
- (4) N P N 型 Si 管

【习题 15.5】在放大电路中, 若测得某管的三个极电位分别为 1V、1.2V、6V, 则分别代表管子的三个极是 ( )。

- (1) e、c、b
- (2) e、b、c
- (3) b、c、e
- (4) c、b、e

【习题 15.6】一个 N P N 管在电路中正常工作, 现测得:

$$U_{BE} > 0, U_{BC} > 0, U_{CE} > 0, \text{ 则此管工作区为 ( )}$$

- (1) 饱和区
- (2) 截止区
- (3) 放大区

【习题 15.7】一个 NPN 管在电路中正常工作, 现测得  $U_{BE} > 0, U_{BC} < 0, U_{CE} > 0$ , 则此管工作区为 ( )。

- (1) 饱和区
- (2) 截止区
- (3) 放大区

【习题 15.8】一个 NPN 管在电路中正常工作, 现测得  $U_{BE} < 0, U_{BC} < 0, U_{CE} > 0$ ,

则此管工作区为 ( )。

- (1) 饱和区                      (2) 截止区                      (3) 放大区

【习题 15.9】 二极管电路如图 15.12, 输出电压  $U_o$  值为 ( )。

- (1) 0V                      (2) 4V                      (3) 6V                      (4) 12V

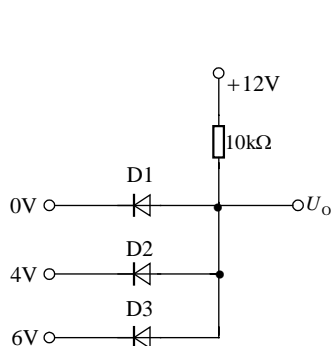


图 15.12 习题 15.9 的图

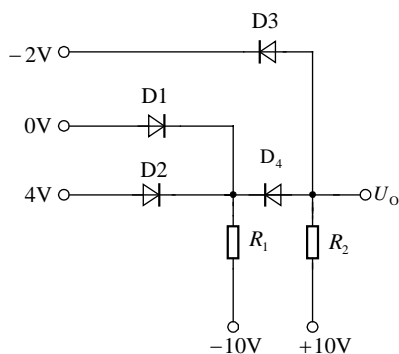


图 15.13 习题 15.10 的图

【习题 15.10】 二极管电路如图 15.13, 输出电压  $U_o$  值为 ( )。

- (1) -2V                      (2) 0V                      (3) 4V                      (4) 10V

【习题 15.11】 二极管电路如图 15.14, 输出电压  $U_o$  值为 ( )。

- (1) 0V                      (2) 4V                      (3) 6V                      (4) 10V

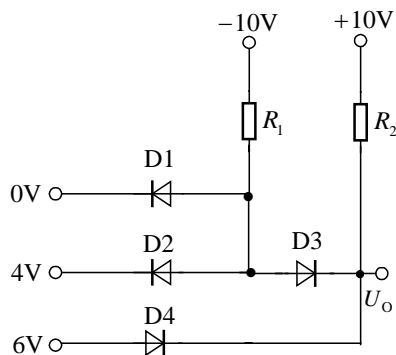


图 15.14 习题 15.11 的图

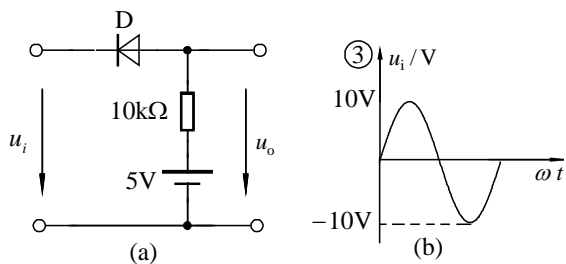


图 15.15 习题 15.12 的图

【习题 15.12】 二极管电路如图 15.15(a), 在输入电压  $u_i$  (图 15.15(b))作用下, 其输出电压  $u_o$  波形为图 15.16 中的哪一个?

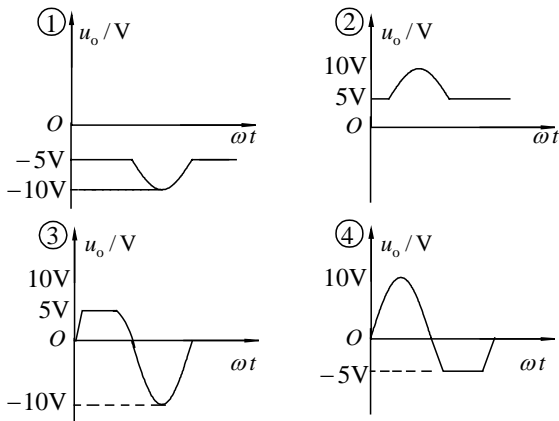


图 15.16 答案选择

【习题 15.13】 电路如图 15.17，设  $D_{Z1}$  的稳定电压为 5V， $D_{Z2}$  的稳定电压为 7V，两管正向压降均为 0V，在正常输入  $U_i$  下，输出  $U_o$  的值为（ ）。

- (1) 5V                      (2) 7V                      (3) 12V                      (4) 0V

【习题 15.14】 电路如图 15.18，设  $D$  的稳定电压为 5V， $D$  的稳定电压为 7V，两管正向压降均为 0V，在正常  $U$  输入下，输出  $U$  的值为（ ）。

- (1) 5V                      (2) 7V                      (3) 6V                      (4) 0V

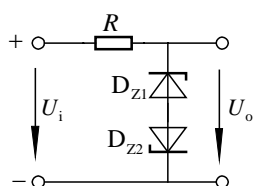


图 15.17 习题 15.13 的图

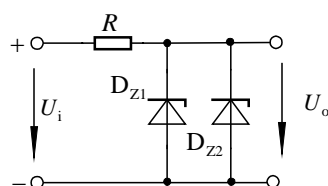


图 15.18 习题 15.14 的图

### 三、习题答案

- 【习题 1】 (5)  
 【习题 2】 (2)  
 【习题 3】 (2)  
 【习题 4】 (3)  
 【习题 5】 (2)  
 【习题 6】 (1)  
 【习题 7】 (3)  
 【习题 8】 (2)  
 【习题 9】 (1)  
 【习题 10】 (1)  
 【习题 11】 (4)  
 【习题 12】 (3)  
 【习题 13】 (1)  
 【习题 14】 (1)