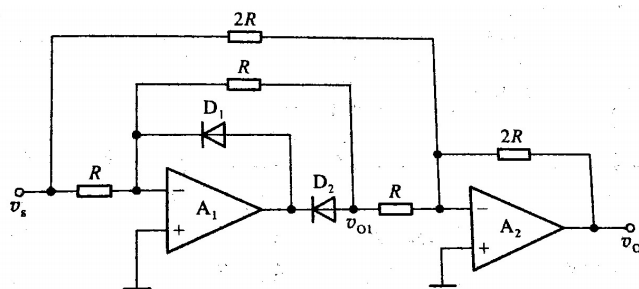
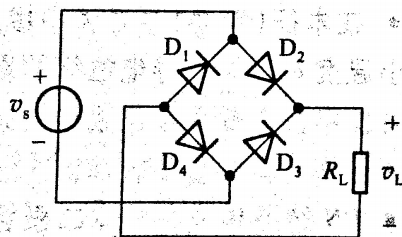


3.4.6 电路如图题 3.4.6 所示,设运放是理想的,二极管的导通压降为 0.7 V 。(1) 试证明 $v_o = |v_s|$, 即该电路为绝对值运算电路(提示:分 $v_s > 0$ 和 $v_s \leq 0$ 两种情况推导出 v_o 和 v_s 的关系式);(2) v_s 是振幅为 2 V 的正弦波时,绘出 v_{o1} 和 v_o 的波形,并标出幅值;(3) v_s 为正弦波时, v_o 的波形与图题 3.4.3 中 v_L 波形相同,但与图题 3.4.3 所示电路相比,本题电路有什么优缺点?



图题 3.4.6



图题 3.4.3

解: (1) A_1 为反相放大电路。

① 当 $v_s > 0$ 时, D_1 截止, D_2 导通。

$$\therefore \frac{v_s}{R} = \frac{-v_{o1}}{R} \text{ 得: } v_{o1} = -v_s$$

在 A_2 放大器中, 由 KCL 得:

$$\frac{v_{o1}}{R} + \frac{v_s}{2R} = \frac{-v_o}{2R} \text{ 得: } v_o = v_s$$

② 当 $v_s \leq 0$ 时, D_1 导通, D_2 截止

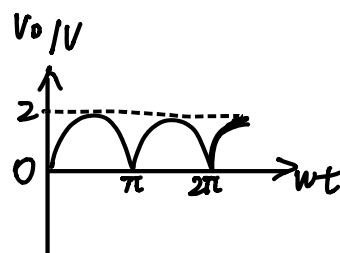
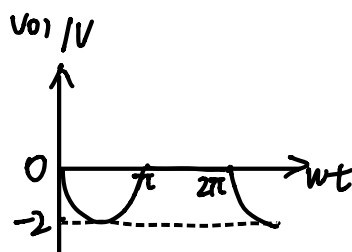
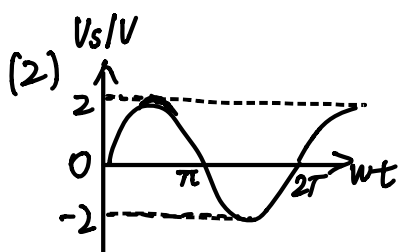
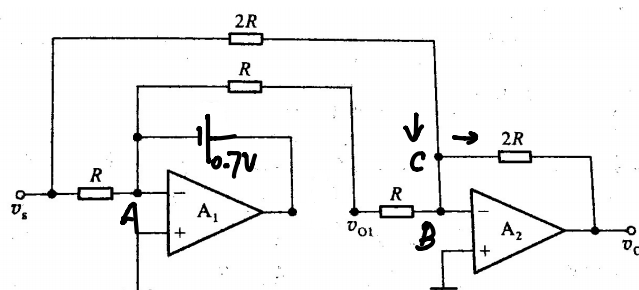
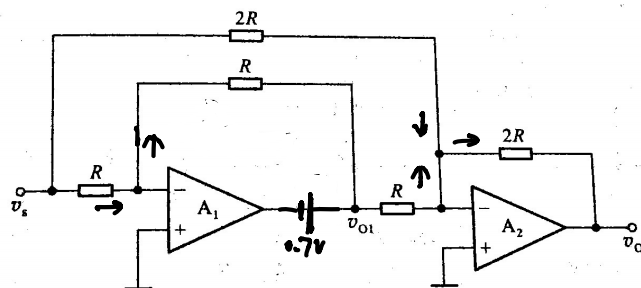
在 A 与 B 点均为 0 V 。

$$\text{则 } v_{o1} = 0$$

\therefore 在 C 点由 KCL 得:

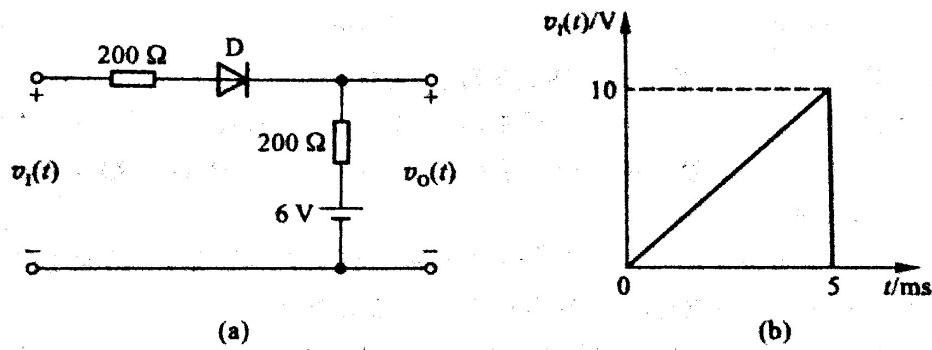
$$\frac{v_s}{2R} = \frac{-v_o}{2R} \text{ 得: } v_o = -v_s$$

$$\text{综上: } v_o = |v_s|$$



(3) 对于图 3.4.3 的电路, v_s 振幅较小, 小于二极管导通压降时, v_L 始终为 0 , 而图 3.4.6 的电路由于有放大器的作用, v_s 即使很小也能使二极管导通, 从而输出。

3.4.8 二极管电路如图题 3.4.8a 所示, 设输入电压 $v_1(t)$ 波形如图题 3.4.8b 所示, 在 $0 < t < 5 \text{ ms}$ 的时间间



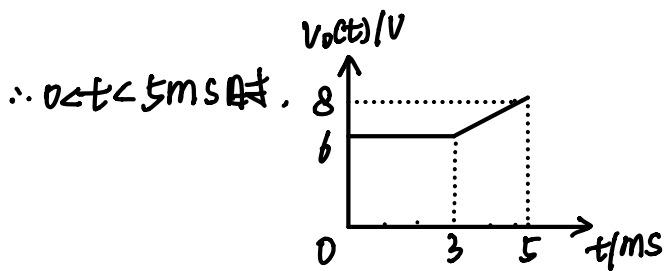
图题 3.4.8

隔内, 试绘出 $v_0(t)$ 的波形, 设二极管是理想的。

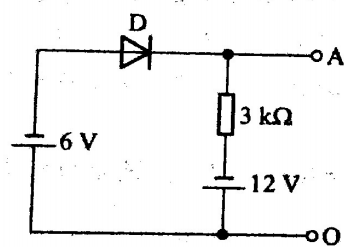
解: 当 $v_1(t) < 6\text{V}$ 时, 二极管截止, $\therefore v_0(t) = 6\text{V}$.

$$\text{当 } v_1(t) \geq 6\text{V} \text{ 时, 二极管导通. } \therefore v_0(t) = \frac{v_1(t) - 6\text{V}}{400\Omega} \times 200\Omega + 6\text{V}$$

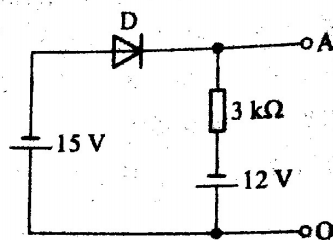
$$= \frac{1}{2} v_1(t) + 3\text{V}$$



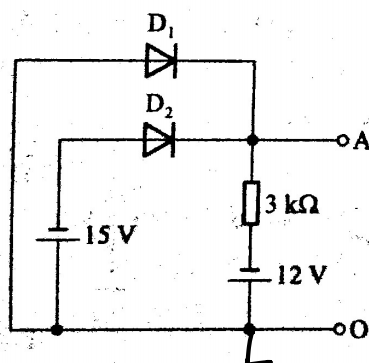
3.4.12 二极管电路如图题 3.4.12 所示, 试判断图中的二极管是导通还是截止, 并求出 AO 两端电压 V_{AO} 。设二极管是理想的。



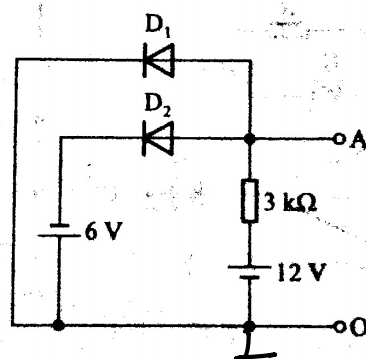
(a)



(b)



(c)



(d)

图题 3.4.12

解: a) 二极管导通, $V_{AO} = \frac{12V - 6V}{3k\Omega} \times 3k\Omega - 12V = -6V$

b) 二极管截止, $V_{AO} = -12V$

c) 以 O 为电位参考点, 断开 D_1 与 D_2 。

D_1 阳极 0V, 阴极 -12V, D_1 导通,

D_2 阳极 -15V, 阴极 -12V, D_2 截止。

$\therefore V_{AO} = 0$ 。

d) 以 O 为电位参考点, 断开 D_1 与 D_2

D_1 阳极 12V, 阴极 0V, D_1 导通,

D_2 阳极 12V, 阴极 -6V, D_2 导通,

而当 D_1 导通后, D_2 阳极变为 0V, 仍导通,

当 D_2 导通后, D_1 阳极变为 -6V, 不导通,

故 D_1 截止, D_2 导通。 $\therefore V_{AO} = -6V$

3.4.15 低压稳压电路如图题 3.4.15 所示。(1) 利用硅二极管恒压降模型求电路的 I_D 和 V_O ($V_D = 0.7\text{ V}$) ;
(2) 在室温 (300 K) 情况下, 利用二极管的小信号模型求 V_O 的变化范围。

解: (1) 如图, 二极管都处于导通状态。

$$\therefore I_D = \frac{10\text{ V} - 3 \times 0.7\text{ V}}{1000\ \Omega} = 7.9\text{ mA}$$

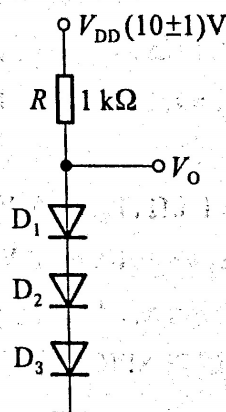
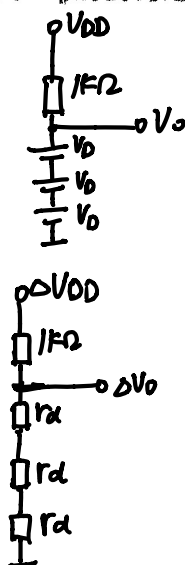
$$V_O = 3 \times 0.7\text{ V} = 2.1\text{ V}$$

(2) 二极管小信号模型如图题所示:

$$\text{在室温 (300 K) 下, } r_d = \frac{V_T}{I_D} = 3.29\ \Omega$$

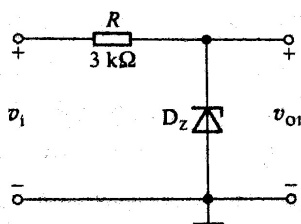
$$\therefore \Delta V_O = \Delta V_{DD} \cdot \frac{3r_d}{R + 3r_d} = \pm 0.0098\text{ V}$$

$$\therefore V_O \text{ 的变化范围为 } 2.0902\text{ V} \sim 2.1098\text{ V}$$

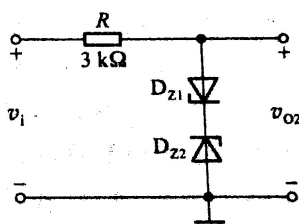


图题 3.4.15

3.5.1 电路如图题 3.5.1 所示, 所有稳压管均为硅管, 且稳定电压 $V_Z = 8\text{ V}$, 设 $v_i = 15\sin \omega t\text{ V}$, 试画出 v_{O1} 和 v_{O2} 的波形。



(a)



(b)

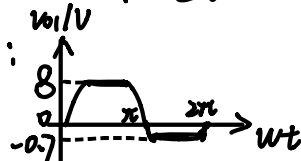
图题 3.5.1

解: (a) 当 $-0.7\text{ V} < v_i < 8\text{ V}$ 时, 稳压管截止, $v_{O1} = v_i$

当 $v_i \leq -0.7\text{ V}$ 时, D_Z 正向导通, $v_{O1} = -0.7\text{ V}$

当 $v_i \geq 8\text{ V}$ 时, $v_{O1} = 8\text{ V}$

$\therefore v_{O1}$ 波形:

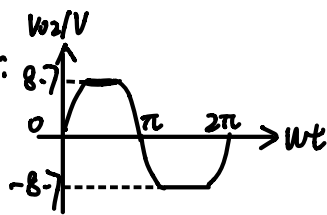


b) 当 $-8.7\text{ V} < v_i < 8.7\text{ V}$ 时, D_{Z1} 与 D_{Z2} 会出现截止状态, $v_{O2} = v_i$

当 $v_i \geq 8.7\text{ V}$ 时, D_{Z1} 正向导通, D_{Z2} 反向截止, $v_{O2} = 8.7\text{ V}$

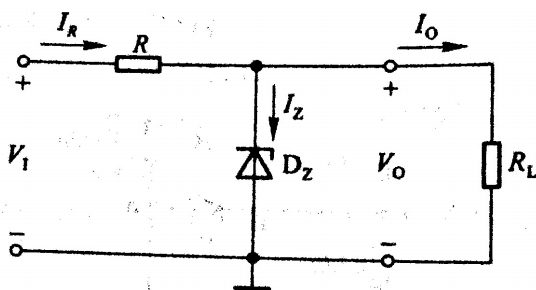
当 $v_i \leq -8.7\text{ V}$ 时, D_{Z1} 反向截止, D_{Z2} 正向导通, $v_{O2} = -8.7\text{ V}$

$\therefore v_{O2}$ 波形:



3.5.3 稳压电路如图题 3.5.2 所示。若 $V_1 = 10\text{ V}$, $R = 100\ \Omega$, 稳压管的 $V_Z = 5\text{ V}$, $I_{Z(\min)} = 5\text{ mA}$, $I_{Z(\max)} =$

50 mA, 问: (1) 允许负载 R_L 的变化范围是多少? (2) 稳压电路的最大输出功率 P_{OM} 是多少? (3) 稳压管的最大耗散功率 P_{ZM} 和限流电阻 R 上的最大耗散功率 P_{RM} 是多少?



图题 3.5.2

解: (1) 由 $V_Z = 5\text{ V}$, 可知, R 两端电压为 5 V .

$$\therefore I_R = \frac{5\text{ V}}{100\ \Omega} = 50\text{ mA} = I_{Z(\max)}$$

\therefore 只需 $I_Z \geq I_{Z(\min)}$ 即可

$$\therefore I_{O(\max)} = I_R - I_{Z(\min)} = 45\text{ mA}$$

$$\therefore R_{L(\min)} = \frac{V_Z}{I_{O(\max)}} = \frac{5\text{ V}}{45\text{ mA}} \approx 111\ \Omega$$

$$\therefore R_L \geq 111\ \Omega$$

$$(2) P_{OM} = V_Z \cdot I_{O(\max)} = 5\text{ V} \times 45\text{ mA} = 0.225\text{ W}$$

(3) 当 $R_L \rightarrow \infty$ 时, $I_Z = I_R = I_{Z(\max)}$

稳压管的耗散功率最大.

$$P_{ZM} = V_Z \cdot I_{Z(\max)} = 5\text{ V} \times 50\text{ mA} = 0.25\text{ W}$$

限流电阻 R 的耗散功率最大.

$$P_{RM} = I_R^2 \cdot R = (50\text{ mA})^2 \times 100\ \Omega = 0.25\text{ W}$$