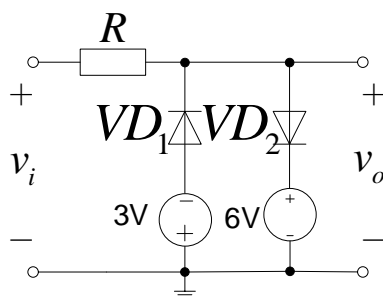
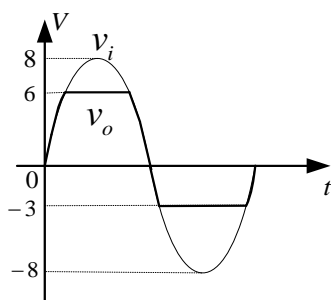


2.1 设题图 2.1 所示电路中的二极管为理想的， $v_i = 8\sin\omega t$ ，试画出输出电压 v_o 的波形。

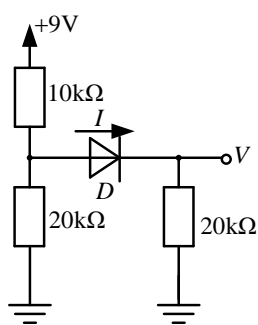


题图 2.1

- (1) 当 $v_i \geq 6\text{V}$ 时， VD_2 导通、 VD_1 截止， $v_o = 6\text{V}$
- (2) 当 $-3\text{V} < v_i < 6\text{V}$ 时， VD_1 、 VD_2 均截止， $v_o = v_i$
- (3) 当 $v_i \leq -3\text{V}$ 时， VD_1 导通、 VD_2 截止， $v_o = -3\text{V}$



2.2 假设题图 2.2 中的二极管理想，求所标明的电流值 I 和电压值 V 。

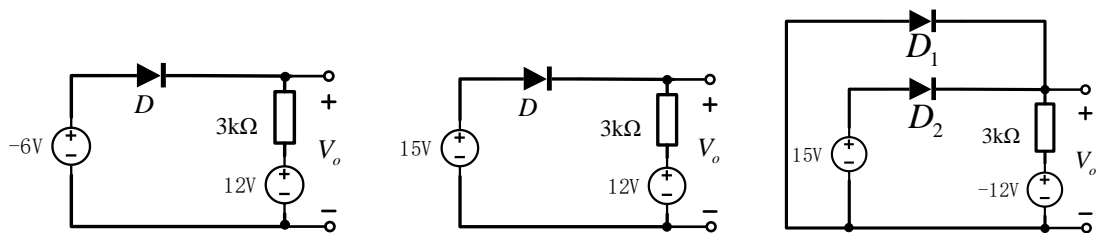


题图 2.2

假设二极管 D 截止，二极管阳极和阴极的电位差 $V_D = 9 \times \frac{20\text{k}}{10\text{k} + 20\text{k}} = 6\text{V}$ ，故 D 导通。

$$V = 9 \times \frac{20\text{k} // 20\text{k}}{20\text{k} // 20\text{k} + 10\text{k}} = 4.5\text{V} \quad I = \frac{4.5\text{V}}{10\text{k}} \times \frac{1}{2} = 0.225\text{mA}$$

2.3 假设题图 2.3 中的二极管理想，求所标明的电压值。



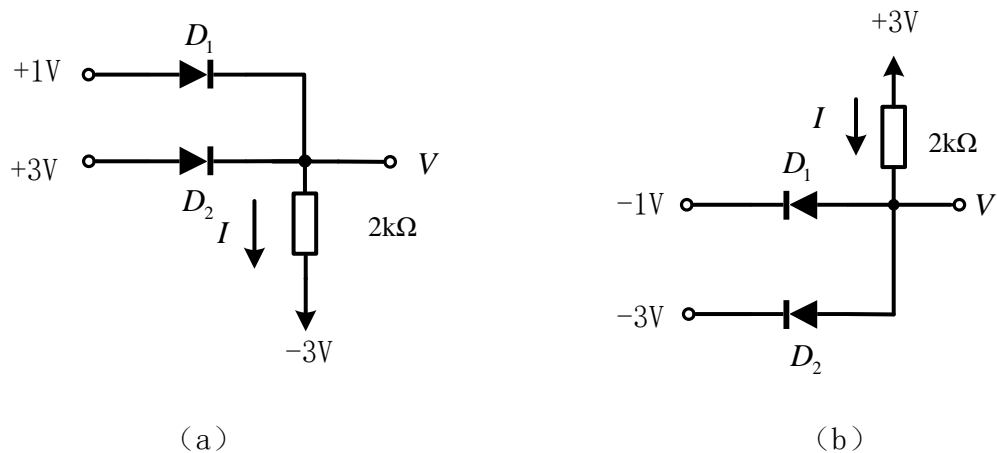
题图 2.3

D 截止, $V_o = 12V$

D 导通, $V_o = 15V$

D_1 截止, D_2 导通, $V_o = 15V$

2.4 对于题图 2.4 所示的电路采用理想二极管, 求所标明的电压和电流值。



题图 2.4

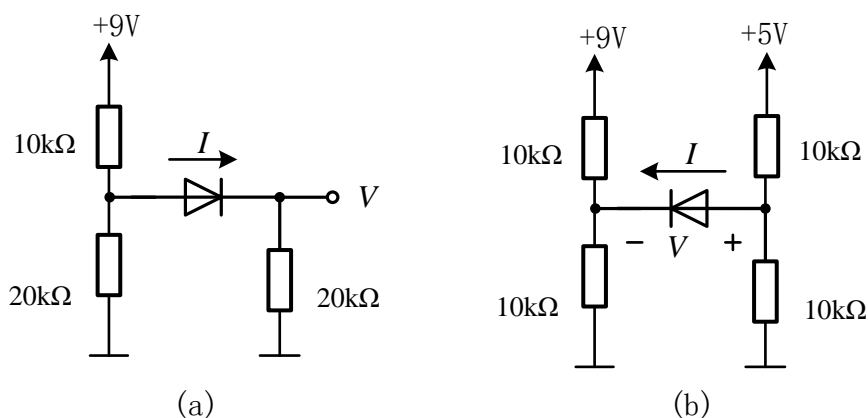
(a) 观察电路可得 D_2 先于 D_1 导通, 则 $V = 3V$

此时, 可以确定 D_1 截止, 则 $I = \frac{3 - (-3)}{2k} = 3mA$

(b) 观察电路可得 D_2 先于 D_1 导通, 则 $V = 3V$

此时, 可以确定 D_1 截止, 则 $I = \frac{3 - (-3)}{2k} = 3mA$

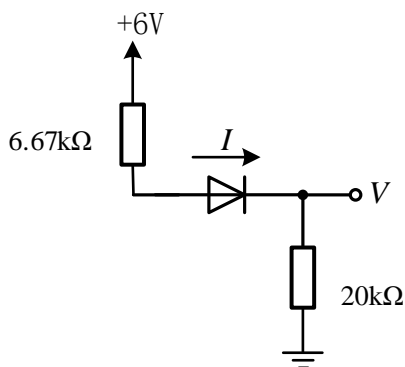
2.5 假设题图 2.5 所示电路中的二极管理想, 使用戴维南定理来简化电路, 并求所标明的电压和电流值。



题图 2.5

(a) 由戴维南定理可将图(a)转化为下图所示，则

假设二极管导通，可得 $I = \frac{6}{6.67 + 20} = 0.224\text{mA}$ ， $\therefore V = I \times 20\text{k} = 4.48\text{V}$



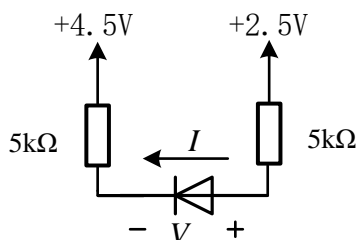
假设成立，故 $V = 4.48\text{V}$ ， $I = 0.224\text{mA}$

(b) 由戴维南定理可将图(b)转化为下图所示，则

假设二极管导通，可得 $I = \frac{2.5 - 4.5}{5\text{k} + 5\text{k}} = -0.2\text{mA} < 0$

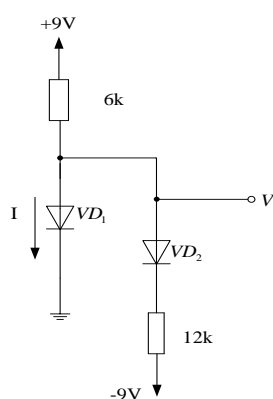
故假设不成立，即二极管应该是截止的，

所以 $I = 0$ ， $V = 2.5 - 4.5 = -2\text{V}$



2.6 如题图 2.6 所示，求所标明的电压和电流值，其中二极管要求用恒压降模型替代，即

$V_{D(on)} = 0.7\text{V}$ 。



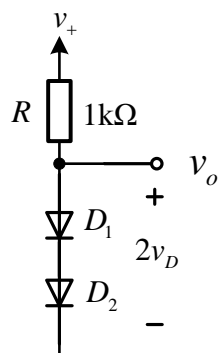
假设 VD_1 和 VD_2 导通, $I_{6k} = \frac{9V - 0.7V}{6k} = 1.38mA$,

$I_{12k} = \frac{0.7V - 0.7V - (-9V)}{12k} = 0.75mA$, $I = I_{6k} - I_{12k} = 0.63mA$, 所以 VD_1 和

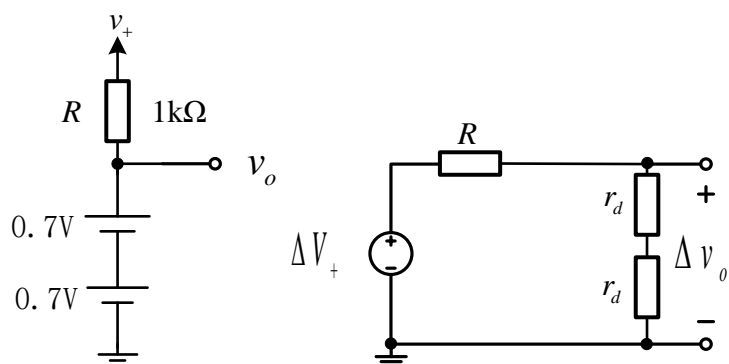
VD_2 均导通, $V = 0.7V$,

2.7 电路如题图 2.7 所示, (1) $v_+ = 5V$, 利用恒压降模型求电路的 I_D 和 v_o ; (2) 在室温条件下,

v_+ 有 Δv_+ 的变化, 利用二极管的小信号模型求 v_o 的变化范围。



题图 2.7



(1)、假设 V_+ 足够大, 使 D_1 和 D_2 导通, 则用恒压降模型替代可得通过二极管的电流

$$I_D = \frac{V_+ - 1.4}{R} = \frac{5 - 1.4}{1k} = 3.6mA, \quad V_O = 1.4V$$

(2) 假设 V_+ 足够大, 使 D_1 和 D_2 导通, 此时 v_+ 上出现 Δv 的波动, 则由小信号分析可得

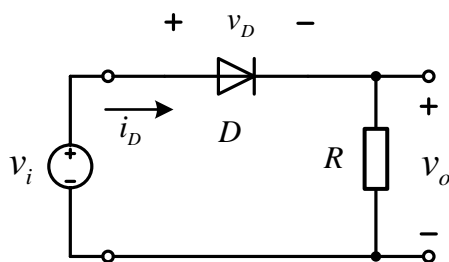
$$\frac{\Delta v_o}{\Delta v_+} = \frac{2r_d}{R + 2r_d}, \quad \text{又} \quad r_d = \frac{nV_T}{I_D}, \quad \therefore \frac{\Delta v_o}{\Delta v_+} = \frac{2nV_T}{I_D R + 2nV_T}, \quad \text{又} \quad I_D = \frac{V_{DD} - 1.4}{R},$$

$$\therefore \frac{\Delta v_o}{\Delta v_+} = \frac{2nV_T}{V_+ - 1.4 + 2nV_T}, \quad \therefore \Delta v_o = \frac{2nV_T \Delta v_+}{V_+ - 1.4 + 2nV_T}$$

2.8 电路图题图 2.8 所示。已知 $R = 1k\Omega$, 要求使用二极管折线模型分析, 假设 $V_D = 0.65V$,

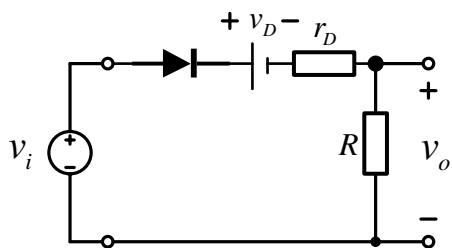
$r_D = 20\Omega$, 求输出电压 v_o 对 v_i 的函数。画出当 $0 \leq v_i \leq 10V$ 时 v_o 对 v_i 的传输特性。当

$v_i = 10\sin(\omega t)$ 时, 画出 v_o 的波形并标明数值。

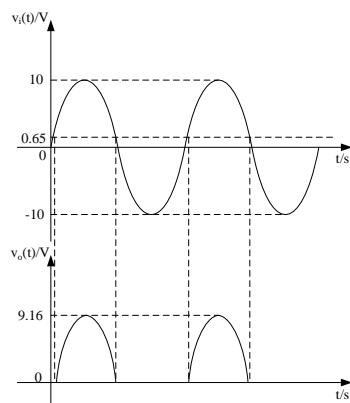


题图 2.8

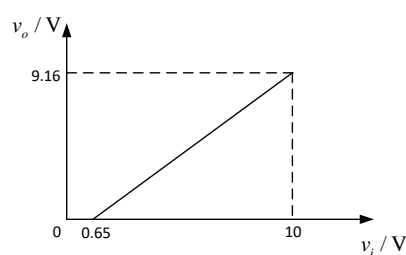
(1) 将电路等效为



$$\text{则 } v_o = \frac{v_i - V_D}{r_D + R} R, \quad v_i \geq 0.65V, \quad v_o = \begin{cases} 0.98(v_i - 0.65), & v_i \geq 0.65V \\ 0, & v_i < 0.65V \end{cases}$$



当 $0 \leq v_i \leq 10$ 时, v_o 对 v_i 的传输特性



2.9 一个二极管应用在一个由恒流源 I 供电的电路中, 如果在二极管边上再并联一个相同的二极管, 那么对该二极管的正向电压有什么影响? 假设 $n=1$ 。

$$\text{解: } \because i_D = I_s (e^{v_D/V_T} - 1) \Rightarrow v_D = V_T \ln\left(\frac{i_D}{I_s} + 1\right) \approx V_T \ln \frac{i_D}{I_s}$$

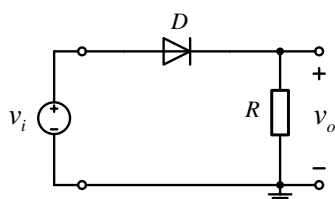
并联后每个二极管通过的电流降为原来的一半, 即 $I/2$, 故

$$\Delta v = V_T \ln\left(\frac{I/I_s}{(I/2)/I_s}\right) = V_T \ln 2 = 17.33\text{mV}$$

2.10 一个二极管的 $n=1$, 并且当电流为 1mA 时, 其正向电压降为 0.7V 。那么当它工作在 0.5V 时, 其电流值为多少?

$$\because i_D = I_s (e^{v_D/V_T} - 1), \quad \therefore \frac{i_{D2}}{i_{D1}} = \frac{e^{0.5/V_T} - 1}{e^{0.7/V_T} - 1} \Rightarrow i_{D2} = 0.3\mu\text{A}$$

2.11 如图所示电路, 该电路功能是什么? 设输入正弦波的有效值为 120V , 并假设二极管理想。选择合适的 R 值, 使得二极管的峰值电流不超过 50mA , 并求二极管两端最大的反向电压。



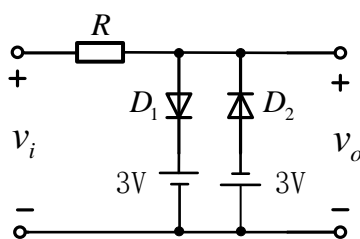
题图 2.9

解：该电路是一个半波整流电路。 $I_{pk} = \frac{v_{ipk}}{R} = \frac{120\sqrt{2}}{R} \leq 50\text{mA}$ ， $R \geq 3.4\text{k}\Omega$ 。

$$PIV = -120\sqrt{2}\text{V}$$

2.12 电路如题图 2.10 所示，假设二极管的 $V_{D(on)} = 0.7\text{V}$ 。(1) 请问该电路具有什么功能？

(2) 当 $v_i = 6\sin(\omega t)(\text{V})$ 时，利用恒压降模型分析电路，画出输出电压 v_o 的波形。



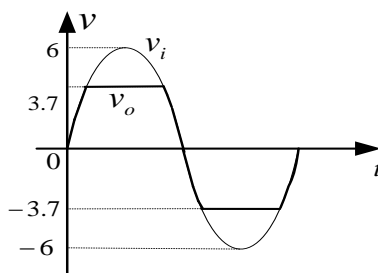
题图 2.10

(1)、限幅电路；

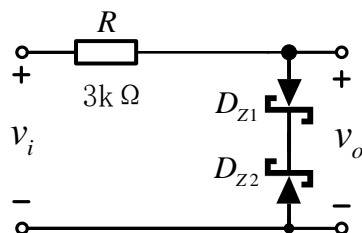
(1) 当 $v_i \geq 3.7\text{V}$ 时， $v_o = 3.7\text{V}$ ；

(2)、(2) 当 $v_i \leq -3.7\text{V}$ 时， $v_o = -3.7\text{V}$ ；

(3) 当 $-3.7\text{V} < v_i < 3.7\text{V}$ 时， $v_o = v_i$ ；



2.13 电路如题图 2.11 所示，齐纳二极管的 $V_z = 8\text{V}$ ，设 $v_i = 15\sin(\omega t)\text{V}$ ，试画出 v_o 的波形。



题图 2.11

解：齐纳二极管分析，要考虑导通、截止和击穿三种状态。题目未给出导通时的导通压降，且激励信号峰值较大，故在导通时，我们将其视为理想二极管，即不考虑导通时正向管压降。同样，题目中也未给出二极管击穿时的等效电阻，故也不考虑该电阻影响。

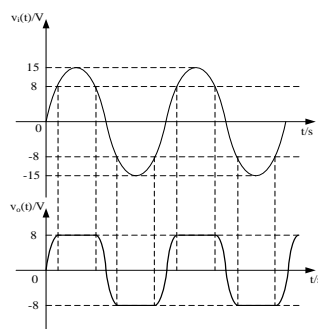
可以看到， D_{Z1} 正偏时， D_{Z2} 必定反偏，反之亦然。

也就是说，若 D_{Z1} 正向导通，则 D_{Z2} 可能截止或击穿，而显然二极管支路要能导电， D_{Z2} 必须击穿。因此可以判断此时必须满足 $v_i > V_z = 8V$ 。反之亦然。

$v_i \geq 8V$ 时， D_{Z1} 导通， D_{Z2} 击穿， $\therefore v_o = 8V$

$v_i \leq -8V$ 时， D_{Z1} 击穿， D_{Z2} 导通， $\therefore v_o = -8V$

$-8V < v_i < 8V$ 时， D_{Z1} 和 D_{Z2} 必有一个截止， $\therefore v_o = v_i$

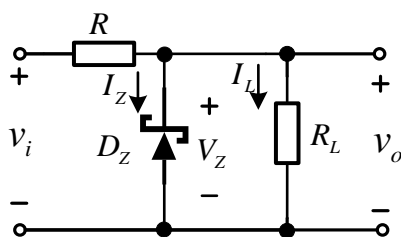


2.14 稳压电路如题图 2.12 所示，若 $v_i = 10V$ ， $R = 100\Omega$ ，齐纳二极管的 $V_z = 5V$ 、

$I_{ZK} = 5mA$ ， $I_{Zmax} = 50mA$ 问：（1）负载的变化范围是多少？（2）稳压电路的最大输出

功率 P_{OM} 是多少？（3）齐纳二极管的最大耗散功率 P_{ZM} 和限流电阻 R 上的最大耗散功率

P_{RM} 是多少？



题图 2.12

解：显然二极管工作在击穿状态

$$(1) I_Z = \frac{v_i - V_Z}{R} - \frac{V_Z}{R_L}, \quad R_L = \frac{V_Z}{\frac{v_i - V_Z}{R} - I_Z} = \frac{5}{0.05 - I_Z}$$

\therefore 当 $I_Z = I_{ZK} = 5mA$ 时， $R_{Lmin} = 111.11\Omega$

当 $I_Z = I_{Zmax} = 50mA$ 时， $R_{Lmax} \rightarrow \infty$

故负载的变化范围为 $R_L \geq 111.11\Omega$

(2)最大输出功率为 $P_{OM} = \frac{V_Z^2}{R_{L\min}} = 0.225\text{W}$

(3)齐纳二极管当输出电流最小，即二极管电流最大时，二极管功耗最大，则

$P_{ZM} = I_{Z\max} V_Z = 0.25\text{W}$ 限流电阻 R 上的功耗为 $P_{RM} = (v_i - V_Z)^2 / R = 0.25\text{W}$