

5.1 填空题：

- (1) PN 结的主要特征是_____。
- (2) 在常温下，硅二极管的死区电压约为_____ V，导通后在较大电流下的正向压降约为_____ V；锗二极管的死区电压约为_____ V，导通后在较大电流下的正向压降约为_____ V。
- (3) 利用 PN 结的_____特性，可以制造出变容二极管。

解 (1) 单向导电性；(2) 0.5 0.7 0.1 0.3；(3) 电容。

5.2 半导体导电和导体导电有什么区别？

解 导体靠其内部的自由电子在压降下定向移动导电；
半导体靠其内部的空穴和自由电子在一定的压降条件下的移动导电。

5.3 怎么用万用表判断二极管的正负极性与好坏？

解 将万用表调到欧姆档，进行调零后，将二极管接到万用表的两个表笔之间，若表盘显示的电阻很小，说明二极管两端加的是正向电压，即黑表笔接的是二极管的正极，红表笔接的是二极管的负极；反之，若表盘显示的电阻很大，说明二极管两端加的是反向电压，黑表笔接的是二极管的负极，红表笔接的是正极；若上述两种情况下，表盘显示的电阻均很小，且相近，说明该二极管已损坏。

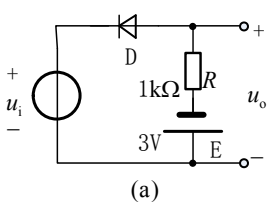
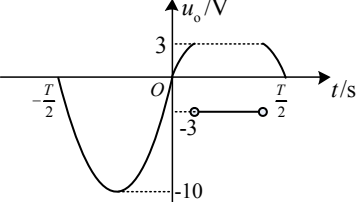
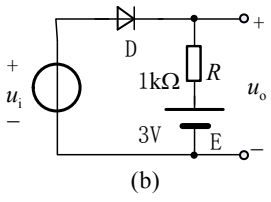
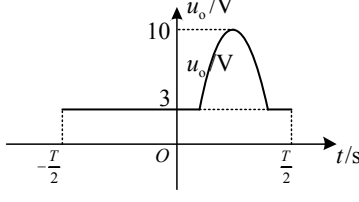
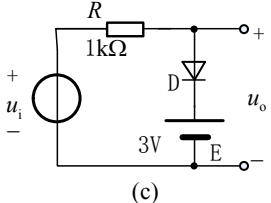
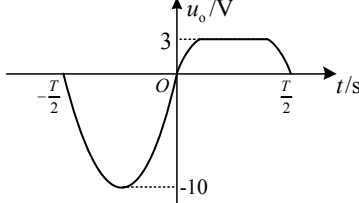
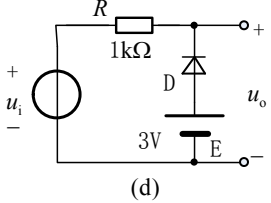
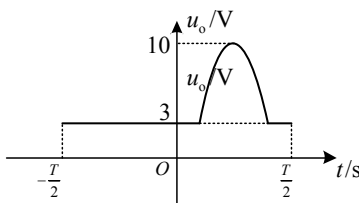
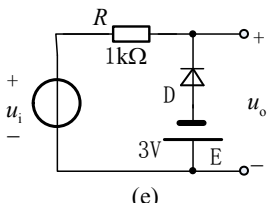
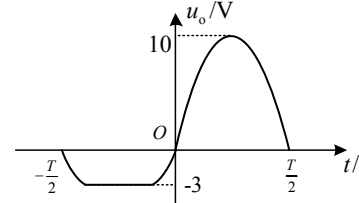
5.4 为什么二极管的反饱和电流在环境温度升高时会显著增大？

解 反向饱和电流是二极管的 P 区和 N 区的少数载流子形成的，而这些少数载流子又是由两个区域中的原子的热运动所产生的电子-空穴对提供的。因此，在一定温度下，少数载流子的浓度一定，由它形成的反向电流也就一定，但是随着环境温度的升高，两个区域中的原子的热运动加剧，少数载流子增加，反向电流也就增大。

5.5 由二极管组成的电路如题表 5.5 所示，试分别指出其传输特性；若输入为正弦波 $u_i = 10\sin \omega t \text{ V}$ ，试分别画出相应的输出波形。

解 如题表 5.5 所示。

题表 5.5

序号	电路	传输特性	输出波形
a	 <p>(a)</p>	$u_o = \begin{cases} u_i, & (u_i \leq 3V) \\ -3V, & (u_i > 3V) \end{cases}$	
b	 <p>(b)</p>	$u_o = \begin{cases} 3V, & (u_i \leq 3V) \\ u_i, & (u_i > 3V) \end{cases}$	
c	 <p>(c)</p>	$u_o = \begin{cases} u_i, & (u_i \leq 3V) \\ 3V, & (u_i > 3V) \end{cases}$	
d	 <p>(d)</p>	$u_o = \begin{cases} 3V, & (u_i \leq 3V) \\ u_i, & (u_i \geq 3V) \end{cases}$	
e	 <p>(e)</p>	$u_o = \begin{cases} -3V, & (u_i \leq -3V) \\ u_i, & (u_i \geq -3V) \end{cases}$	

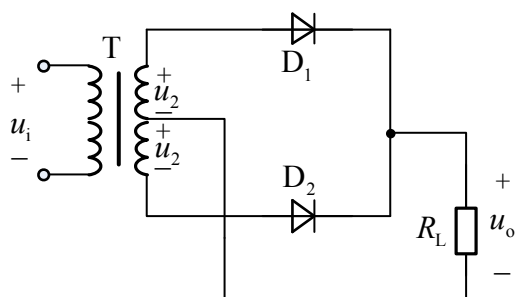
5.6 已知二极管电路如题图 5.6 所示，输入电压为正弦波。试画出输出电压波形。

解 忽略二极管的正向压降。设 $u_2 = U_m \sin tV$ ，

(1) 当 D_1 导通时， D_2 截止，此时有 $u_o = u_2, (u_2 \geq 0)$

(2) 当 D_2 导通时， D_1 截止，此时有 $u_o = -u_2, (u_2 \leq 0)$

故输出电压波形如图 5.6(1) 所示。



题图 5.6

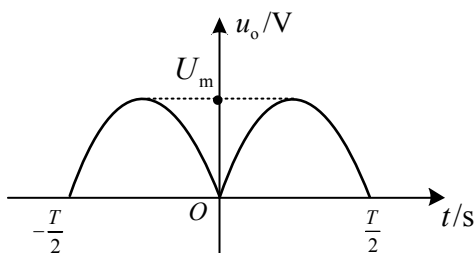
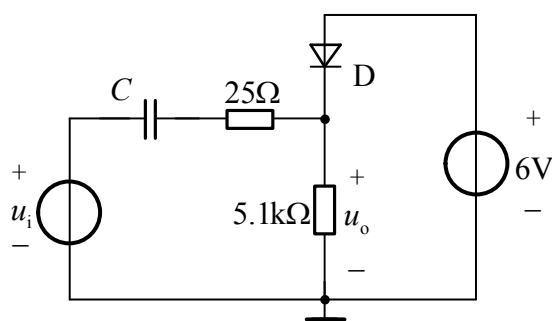


图 5.6(1)

5.7 电路如题图 5.7 所示， D 为硅二极管，导通时正向压降为 0.7V ， C 为耦合电容，对交流信号的容抗可忽略不计。若输入交流信号的有效值 U_i 为 5mV ，求输出交流电压有效值 U_o 。



题图 5.7

解 用叠加定理求解。

当直流电压源单独作用时，有 $U_{om} = 6\text{V} - 0.7\text{V} = 5.3\text{V}$

当交流电压源单独作用时，有 $U'_{om} \approx 5\text{mV}$

所以输出交流电压有效值约为 5.3V

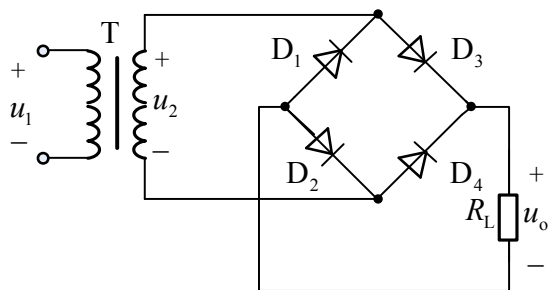
5.8 单相桥式镇流电路如题图 5.8 所示，说明当二极管 D_1 断路时的工作情况，并画出负载 R_L 上的电压波形。

解 当二极管 D_1 断路时，（忽略二极管的正向压降）

若 $u_2 \geq 0$ ，则 D_2 、 D_3 导通， D_4 截止，故 $u_o = u_2$ ；

若 $u_2 < 0$ ，则 D_4 导通， D_3 截止，故 $u_o = 0$

设 $u_2 = U_m \sin tV$ ，则输出电压波形如图 5.8(1) 所示。



题图 5.8

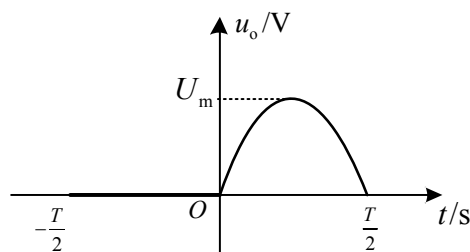
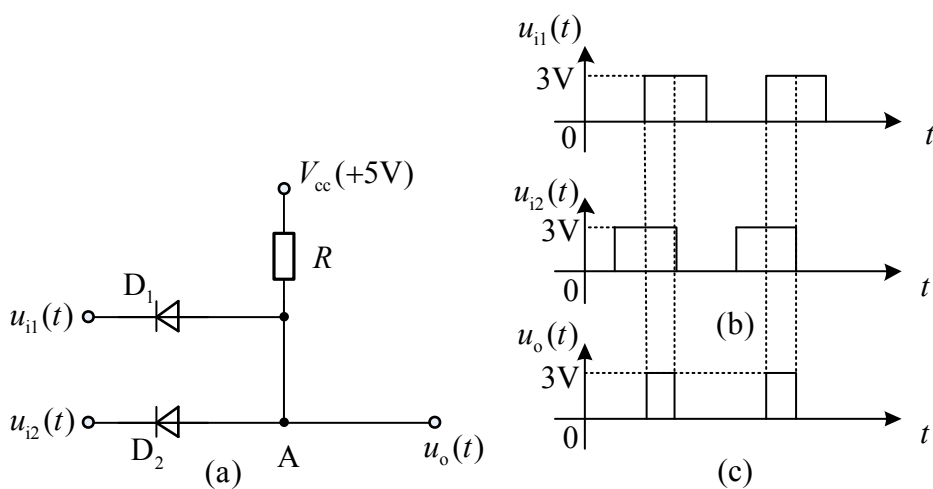


图 5.8(1)

5.9 二极管门电路如题图 5.9(a) 所示，输入电压 $u_{i1}(t)$ 和 $u_{i2}(t)$ 如题图 5.9(b)

所示，请分析电路中各二极管的工作状态，画出该电路的输出波形 $u_o(t)$ ，并指出电路所实现的功能。



题图 5.9

解 对于图(a)，电源电压(+5V)是给二极管施加正向偏压， $u_{i1}(t)$ 和 $u_{i2}(t)$ 给二极管加的是反向电压。

当 $u_{i1}(t)$ 为高电平(+3V)， $u_{i2}(t)$ 为低电平(0V)时， D_2 先导通，将 A 点电位箝位在 0V，从而导致 D_1 反偏而截止，则 $u_o(t) = u_{i2}(t) = 0V$ ；

当 $u_{i1}(t)$ 低电平为， $u_{i2}(t)$ 为高电平时，同上，可知 $u_o(t) = u_{i1}(t) = 0V$ ；

当 $u_{i1}(t)$, $u_{i2}(t)$ 均为高电平, D_1 , D_2 均导通, $u_o(t) = 3V$

当 $u_{i1}(t)$, $u_{i2}(t)$ 均为低电平, D_1 , D_2 均导通, $u_o(t) = 0V$

综上, 只有当 $u_{i1}(t)$, $u_{i2}(t)$ 均为高电平时, 输出才为高点平, 其他均为低电平, 因此该电路实现了“与”运算功能。输出波形如图(c)所示。

5.10 若要输出直流电压为负值, 请画出镇流滤波电路的电路图。

解 如图 5.10 所示。

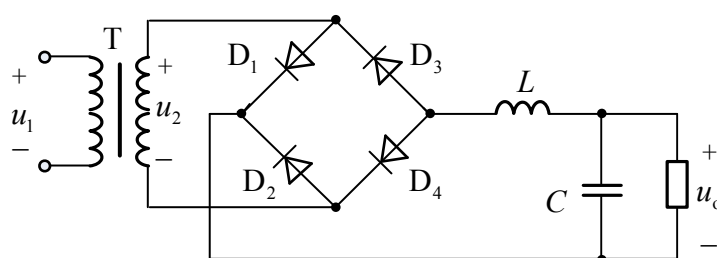


图 5.10

5.11 试说明电感滤波电路与电容滤波电路的区别。

解 电容滤波电路：由于电容隔直流通交流，故电流中的直流分量全部流入负载电阻，而交流分量由电容和负载电阻分流。只要电容的容量足够大，电流中的交流成分主要流过电容，滤波后负载上得交流成分比整流后要减小许多。所以电容滤波电路可将脉动直流电变得更平稳、光滑。

优点：电路简单、负载直流电压较高、波纹较小。

缺点：输出特性较差且存在浪涌电流，适用于负载电压较高，负载变动不大的场合。

电感滤波电路：电流经过桥式整流后的输出电压为正弦半波，可分解成直流分量和交流分量的叠加。由于电感具有通直流阻交流的特性，故电流中的直流成分全部加在负载电阻上，而交流分量由电感和负载电阻分压。只要电感取得足够，就能保证负载电阻上的交流分量很小，输出电压的波形平整、光滑。电感滤波电路适用于负载电流较大的场合。

5.12 现有两个稳压管： $U_{Z1}=5.7\text{V}$ ， $U_{Z2}=8.7\text{V}$ ，它们的正向压降都是 0.7V ，

如果要得到 0.7V ， 3V ， 6V ， 14.4V 几种稳定电压，这两个稳压管和限流电阻应如何连接？画出各个电路。

解 依次如图 5.12(1), (2), (3), (4) 所示

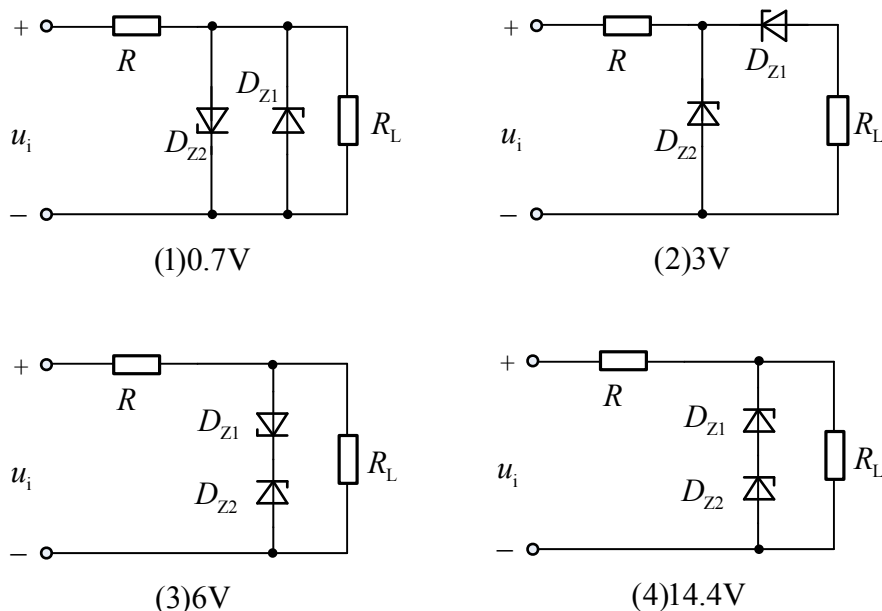


图 5.12

5.13 试画出稳压管稳压电路的原理图，并说明稳压过程。

解 稳压原理图如图 5.13 所示。

(1) 设负载电阻 R_L 不变而电网电压波动。

当电网电压增大，整流滤波输出电压 U_s 增大，经限流电阻和负载电阻分压，使 U_o （即 U_Z ）

增大； U_Z 增大将导致 I_Z 剧增； I_Z 剧增，流

过限流电阻的电流也要增大，从而限流电阻上得压降 U_R 增大；因为 $U_o = U_s - U_R$ ，

从而抵消了 U_s 的增大值。当电网电压减小时，上述变化过程刚好相反，结果同样使 U_o 稳定。

(2) 设电网电压不变而负载电阻 R_L 不稳定

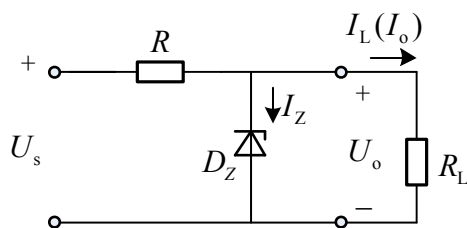
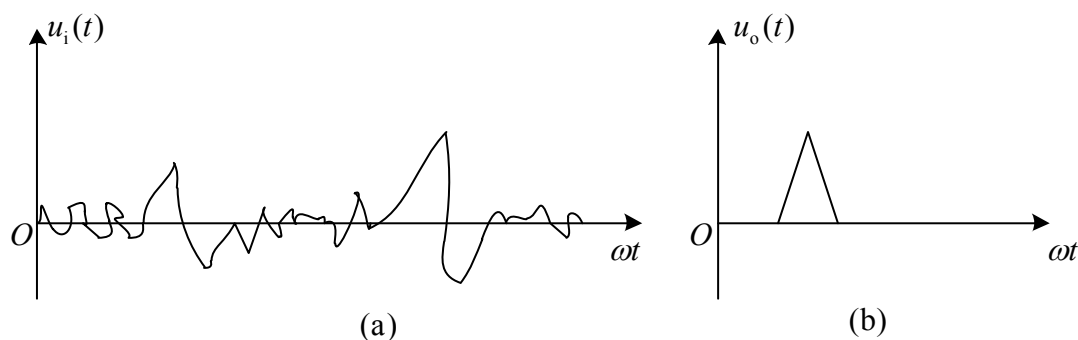


图 5.13

当负载电阻 R_L 增大, 经限流电阻和负载电阻分压, 使 U_o (即 U_Z) 增大; U_Z 增大将导致 I_Z 剧增; I_Z 剧增, 流过限流电阻的电流也要增大, 从而限流电阻上得压降 U_R 增大; U_s 不变, $U_o = U_s - U_R$, 则 U_o 减小而抵消 U_o 的增大值, 从而保持 U_o 稳定。当负载电阻 R_L 减小时, 上述变化过程刚好相反, 结果同样使 U_o 稳定。

5.14 一个受噪声污染的脉冲信号如题图 5.14 (a) 所示, 希望将其中最大的一个正脉冲选出来(如题图 5.14(b)所示), 试设计一个完成此功能的电路。
解 如图 5.14(1)所示。



题图 5.14

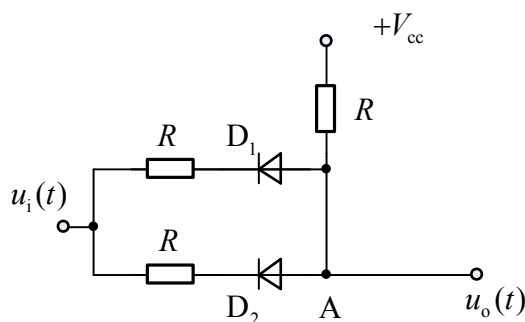
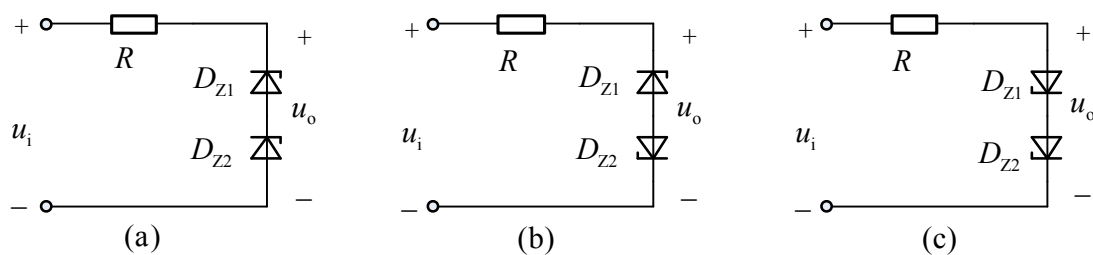


图 5.14

5.15 稳压管电路如题图 5.15 所示, 已知 $U_{Z1} = 8V$, $U_{Z2} = 6V$, 正向压降 $0.7V$, 输入信号为峰峰值 $30V$ 的正弦波, 试分别画出各电路的输出波形。

解 略

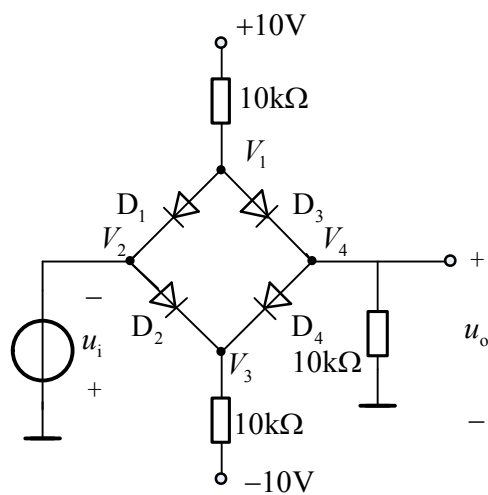


题图 5.15

5.16 题图 5.16 中二极管是理想的，导通电压 $U_{D(on)} = 0.7V$ 。

(1) 画出电路的电压传输特性。

(2) 设 $u_i = 10\sin\omega tV$ ，画出 u_o 的波形。



题图 5.16

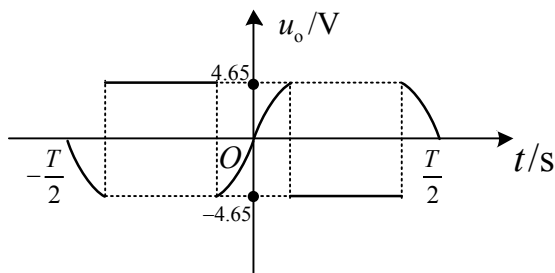


图 5.16(1)

解 (1) (a) 输出电压由仅由 $+10V$ 决定时， $u_o = \frac{1}{2}(10 - U_{D(on)}) = 4.65V$ 。此时，

$V_1 - V_2 \leq U_{D(on)} = 0.7V$ ，又 $V_2 = -u_i$ ，故 $u_i \leq -4.65V$ ；

(b) 输出电压仅由 $-10V$ 时， $u_o = \frac{1}{2}(-10 + U_{D(on)}) = -4.65V$ 。此时，

$V_2 - V_3 \leq U_{D(on)} = 0.7V$ ，又 $V_2 = -u_i$ ，故 $u_i \geq 4.65V$ ；

(c) 所以，当 $-4.65V \leq u_i \leq 4.65V$ 时，4 个二极管均导通，故 $u_o = -u_i$ 。

所以电路的传输特性为

$$u_o = \begin{cases} 4.65\text{V}, & (u_i \leq -4.65\text{V}) \\ -u_i, & (-4.65\text{V} \leq u_i \leq 4.65\text{V}) \\ -4.65\text{V}, & (u_i \geq 4.65\text{V}) \end{cases}$$

(2) u_o 的波形如图 5.16(1) 所示。