

科目：電子學

適用：電機系

編號：341

考生注意：

1. 依次序作答，只要標明題號，不必抄題。
2. 答案必須寫在答案卷上，否則不予計分。
3. 限用藍、黑色筆作答；試題須隨卷繳回。

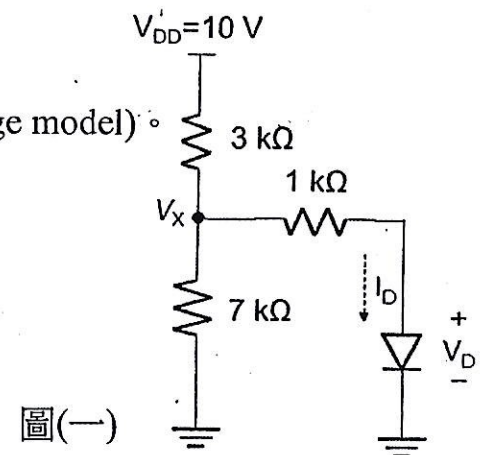
本 試 題
共 2 頁
第 1 頁

1. 一 PN 接面(junction)的摻雜濃度(doping levels)為 $N_A = 2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$, $N_D = 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, 其中 N_A 和 N_D 分別為受體(Acceptor)與施體(Donor)濃度。假設本質濃度(intrinsic density) $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$, $V_T = 25 \text{ mV}$ 及 $\ln(10) \approx 2.3$ 。
 - (a) 計算 PN 接面兩側的電子與電洞濃度。[5%]
 - (b) 計算接面的內建電位(built-in potential, V_0). $V_0 = V_T \cdot \ln\left(\frac{n_i^2}{N_A N_D}\right)$ 。[5%]

2. 圖(一)的二極體(Diode)導通電壓 V_D 為 0.8 V (constant-voltage model)。

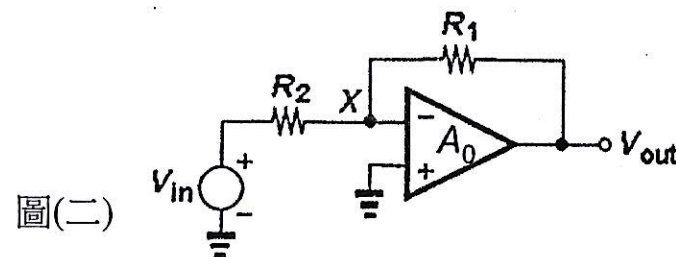
(a) 求 V_X 與 I_D 。[5%]

(b) 若要使二極體不導通，則 V_{DD} 最大為多少？[5%]



圖(一)

3. 設計如圖(二)的反向放大器(inverting amplifier)電路，其中運算放大器(op-amp)的增益(A_0)不是無限大，使它的預期增益(nominal gain)值為 5，電路的增益誤差(gain error)要小於 0.5%，且輸入阻抗(input impedance)為 $10 \text{ k}\Omega$ ，則 A_0, R_1, R_2 為多少？[10%]



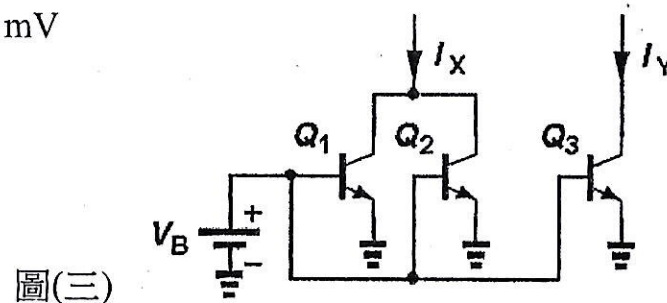
圖(二)

4. 圖(三)，電晶體除了射極(Emitter)面積不同外，有相同的特性，表(一)是量測 Q_1 的 V_{BE} 和 I_C 的關係。

(a) Q_2 的面積是 Q_1 的 2 倍，如果 $I_X \approx 6.0 \text{ mA}$ ，則 $V_B \approx ?$ [5%]

(b) Q_3 的面積是 Q_1 的 5 倍，則 $I_Y \approx ?$ ，此時 Q_3 的轉導(Transconductance) $g_{m3} = ?$ [5%]

假設 $V_T = 25 \text{ mV}$



圖(三)

表(一) V_{BE} 和 I_C 的關係

$V_{BE} (\text{V})$	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80
$I_C (\text{mA})$	0.40	0.60	0.90	1.35	2.00	3.00	4.50	6.70	10.00	14.90	22.20

科目：電子學

適用：電機系

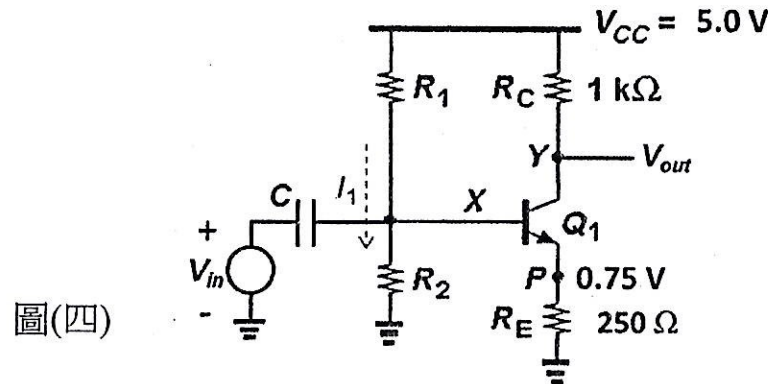
編號：341

考生注意：

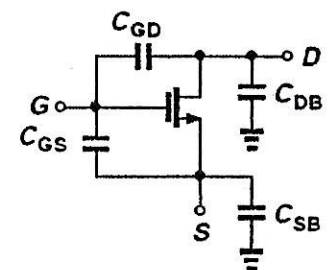
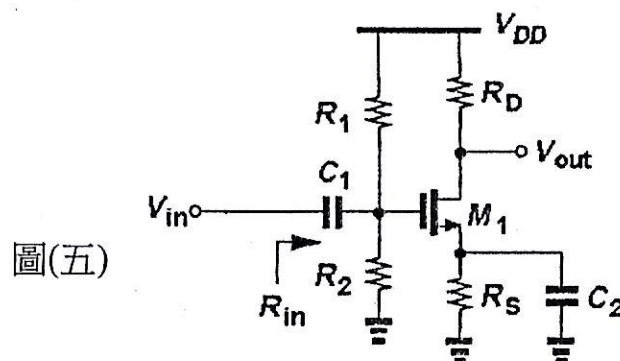
1. 依次序作答，只要標明題號，不必抄題。
2. 答案必須寫在答案卷上，否則不予計分。
3. 限用藍、黑色筆作答；試題須隨卷繳回。

本 試 題
共 2 頁
第 2 頁

5. 圖(四)中， Q_1 有如第4題表(一)的特性， Q_1 的 $\beta = 100$ ，假設 $V_T = 25 \text{ mV}$ 。
- (a) P 點電壓為 0.75 V ，求 Q_1 的集極(Collector)電流 I_C 和電壓 V_Y ，及基極(Base)電壓 V_X 。
[10%]
- (b) 若流經 R_1 和 R_2 的電流 I_1 是 Q_1 基極電流 I_B 的 10 倍，則 $R_1 = ?$ $R_2 = ?$ 。 [5%]
- (c) 若電容 C 足夠大，求此電路的電壓增益，輸入阻抗，輸出阻抗。 [5%]



6. 如圖(五)， M_1 的 (W/L) 為 600， $\mu_n C_{ox} = 100 \mu\text{A/V}^2$ ， $V_{TH} = 0.5 \text{ V}$ ， $\lambda = 0$ ， $V_{DD} = 3 \text{ V}$ ， $V_{GS1} = 0.7 \text{ V}$ ， R_S 的跨壓為 300 mV ，輸入阻抗 $R_{in} = 10 \text{ k}\Omega$ 。
- (a) 假設電容 C_1, C_2 足夠大，且 R_G 為 0，設計 R_1, R_2, R_D 和 R_S 使電壓增益為 12。 [10%]
- (b) 請寫出此電路的極點(pole)和零點(zero)。可使用米勒定理(Miller theorem)。 [5%]



MOS 的高頻 model

7. 圖(六)的差動對(differential pair)放大器的電壓增益為 50 倍，功率消耗(power dissipation)為 2 mW ，所有 MOS 電晶體有相同的過驅(overdrive)電壓 $(|V_{GS}| - |V_{TH}|)$ 。MOS 的特性參數為 $\lambda_n = \lambda_p = 0.1 \text{ V}^{-1}$ ， $\mu_n C_{ox} = 100 \mu\text{A/V}^2$ ， $\mu_p C_{ox} = 50 \mu\text{A/V}^2$ ， $V_{THn} = |V_{THp}| = 0.4 \text{ V}$ ， $V_{DD} = 2 \text{ V}$ 。
- (a) 求 MOS 的過驅電壓和偏壓電流。 [10%]
- (b) 求 MOS 的寬長比值 $(W/L)_1$ ， $(W/L)_3$ ，and $(W/L)_5$ 。 [10%]
- (c) 求偏壓 V_{b1} 和 V_{b2} 。 [5%]

