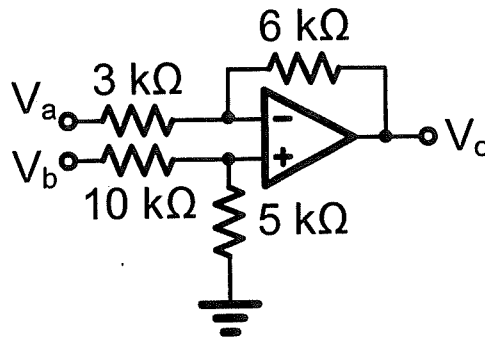


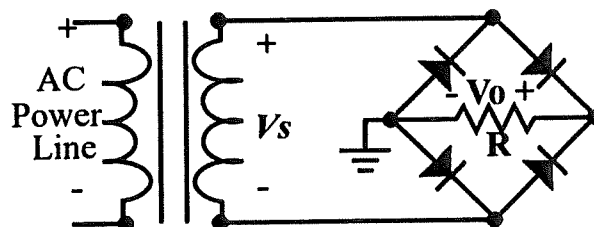
## 一、單選題(共 12 題，每題 5 分)

1. 如圖所示為一理想 OP-Amp，請選出正確之  $V_o$  表示式為何？

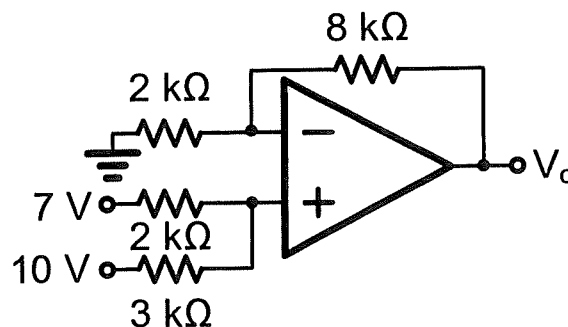
- (A)  $V_o = 2V_b - 2V_a$ 。  
 (B)  $V_o = 2V_b + 2V_a$ 。  
 (C)  $V_o = V_b - 2V_a$ 。  
 (D)  $V_o = 2V_b - V_a$ 。  
 (E) 以上皆非。

2. 一橋式整流電路如下圖，與  $R$  有一併聯電容，其  $V_o(t)$  的輸出是  $7 \pm 0.5$  V，二極體的導通電壓降  $V_{D(on)} = 0.7$  V。以下敘述，哪些是正確的？

- (A)  $V_s$  的最大振幅(peak magnitude of  $V_s$ ) = 8.2 V。  
 (B) 二極體的最大反向偏壓(peak-inverse-voltage, PIV) = 8.9 V。  
 (C) 與使用一個二極體的整流電路相比，此整流電路中的二極體之 PIV 較大。  
 (D) 以上皆對。  
 (E) 以上皆非。

3. 如圖所示之 OP-Amp 其有限開迴路 dc 增益為 46 dB，如圖之輸入，求輸出  $V_o$  之電壓值為何？

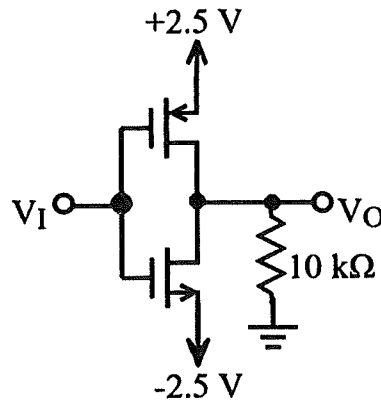
- (A) 39 V。  
 (B) 40 V。  
 (C) 41 V。  
 (D) 42 V。  
 (E) 以上皆非。



注意：背面有試題

4. 以下對金氧半場效電晶體(MOSFET)的敘述，哪些是正確的？

- (A) 在一固定閘極電壓( $V_{GS}$ )下的  $i_D$ - $V_{DS}$ ，於三極區(triode)隨  $V_{DS}$  增加通道電阻越小
- (B) 通道越短， $i_D$ - $V_{GS}$  特性中的次臨界導通(subthreshold conduction)電流越小。
- (C) 汲極(drain)與基板(substrate)之間有偏壓將產生基體效應(body effect)。
- (D) 以上皆對。
- (E) 以上皆非。

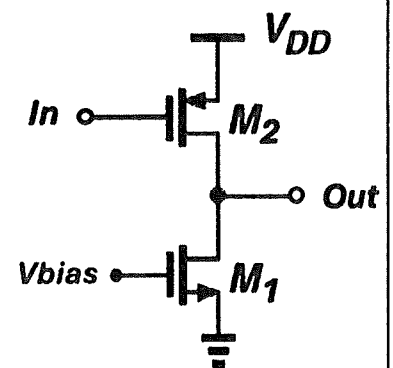
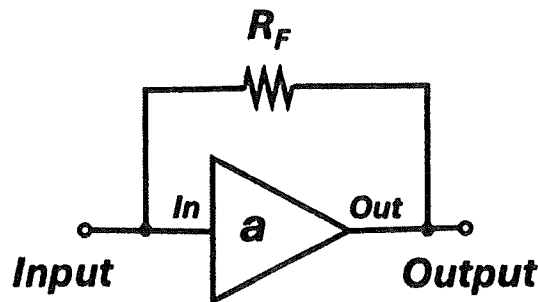


5. 以下金氧半場效電晶體(MOSFET)電路的 NMOS 和 PMOS 匹配， $V_{tn} = -V_{tp} = 1\text{ V}$ ， $K_n'(W_n/L_n) = K_p'(p/L_p) = 1\text{ mA/V}^2$ ， $\lambda = 0$ 。哪些敘述是正確的？

- (A) 當  $v_I = 2.5\text{ V}$  時的  $v_O = -2.44\text{ V}$ 。
- (B) 當  $v_I = 0\text{ V}$  時的  $v_O = 0\text{ V}$ 。
- (C) 當  $v_I = -2.5\text{ V}$  時的  $v_O = 2.44\text{ V}$ 。
- (D) 以上皆對。
- (E) 以上皆非。

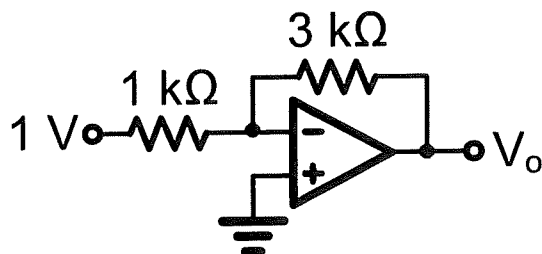
6. 如所示之圖左電路為回授式 transimpedance 放大器，其中包含核心放大器 a 及回授電阻  $R_F = 10\text{ K}\Omega$ ，核心放大器的電路如所示之圖右。假設 transistor  $M_1$  及  $M_2$  的小訊號  $g_m$  都為  $1\text{ mA/V}$ ， $r_o$  都為  $200\text{ K}\Omega$ ，請問此 transimpedance 放大器的 closed-loop 增益為何？(請選擇最接近的數值)

- (A)  $9\text{ K}\Omega$ 。
- (B)  $9.9\text{ K}\Omega$ 。
- (C)  $9.99\text{ K}\Omega$ 。
- (D)  $10\text{ K}\Omega$ 。



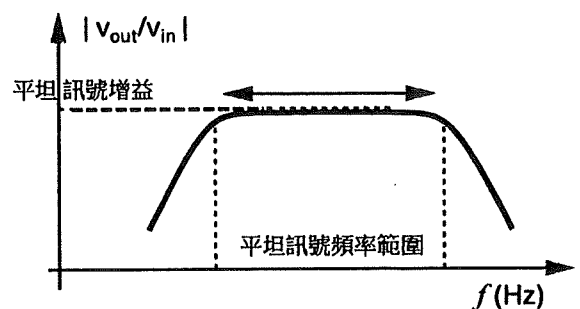
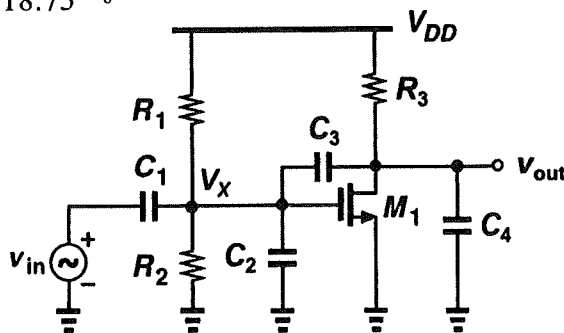
注意：背面有試題

7. 接續上一題，請問此 transimpedance 放大器的 closed-loop 輸入阻抗為何？(請選擇最接近的數值)
- (A)  $\infty$  。
  - (B)  $10\text{K}\Omega$  。
  - (C)  $1\text{K}\Omega$  。
  - (D)  $9.1\text{K}\Omega$  。
8. 以下對二極體(diode, PN Junction)的敘述，哪些是正確的？
- (A) 在二極體內的擴散電流(diffusion current)是由多數載子(majority carrier)產生。
  - (B) 在二極體內有內建電位(built-in voltage)，在 P 區域的電位比 N 區域的電位低。
  - (C) 在空乏區(depletion region)中，P 區域的空乏電荷(space charge) 是負的。
  - (D) 以上皆對。
  - (E) 以上皆非。
9. 如圖所示之 OP-Amp 具有輸入偏壓  $V_{os} = 5\text{ mV}$ ，如圖之輸入，求輸出  $V_o$  之電壓值為何？
- (A)  $-2.98\text{ V}$  。
  - (B)  $-3.0\text{ V}$  。
  - (C)  $-3.02\text{ V}$  。
  - (D)  $-4.02\text{ V}$  。
  - (E) 以上皆非。



10. 如圖所示之電路為附加偏壓電路的放大器設計。電源電壓為 3-V。其中 transistor  $M_1$  操作於飽和區 (Saturation Region)，且沒有 channel length modulation 效應。其小訊號  $g_m$  為  $5\text{mA/V}$ 。線路中電阻  $R_1=300\text{K}\Omega$ 、 $R_2=500\text{K}\Omega$ 、 $R_3=10\text{K}\Omega$ 、 $C_1=90\text{pF}$ 、 $C_2=9\text{pF}$ 、 $C_3=1\text{pF}$ 、 $C_4=9\text{pF}$ 。請使用 Miller theorem 計算以下問題。請問此放大器提供平坦訊號增益為何？(請選擇最接近的數值)

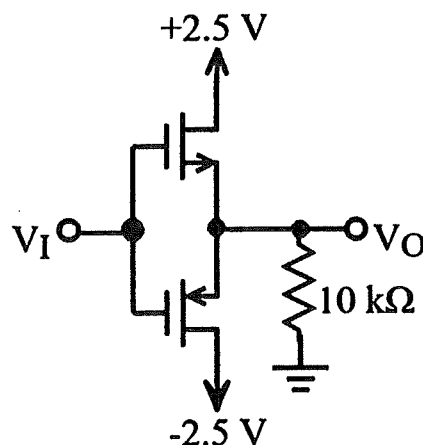
- (A) 50 。  
(B) 30 。  
(C) 31.5 。  
(D) 18.75 。



11. 接續上一題，請問此放大器提供平坦訊號增益的頻率範圍為何？(請選擇最接近的數值)
- (A) 5.66kHz 至 1.59MHz 。  
(B) 14.15kHz 至 1.59MHz 。  
(C) 14.15kHz 至 1.77MHz 。  
(D) 88.89kHz 至 9.98MHz 。

12. 以下金氧半場效電晶體(MOSFET)電路的 NMOS 和 PMOS 匹配， $V_{tn}=-V_{tp}=1\text{V}$ ， $K_n'(W_n/L_n)=K_p'(p/L_p)=1\text{mA/V}^2$ ， $\lambda=0$ 。哪些敘述是正確的？

- (A) 當  $v_I=2.5\text{V}$  時的  $v_O=-2.44\text{V}$  。  
(B) 當  $v_I=0\text{V}$  時的  $v_O=0\text{V}$  。  
(C) 當  $v_I=-2.5\text{V}$  時的  $v_O=2.44\text{V}$  。  
(D) 以上皆對 。  
(E) 以上皆非 。



注意：背面有試題

類組：電機類 科目：電子學(3001)

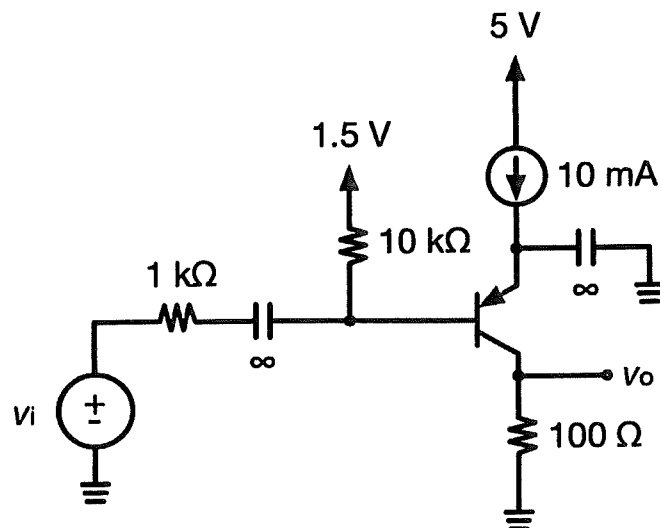
二、複選題(共 8 題，每題 5 分，可複選，全對才給分，不倒扣)

13. 以下對雙極性接面電晶體(bipolar junction transistor)的敘述，哪些是正確的？

- (A) 作為放大器時，電晶體操作在飽和區(saturation mode)。
- (B) npn 電晶體操作在主動區(active mode)時，其電流的主要來源是電子。
- (C) 電晶體的集極與基極電流比值  $I_C/I_B$  為定值，和其操作區(operation mode)及直流偏壓點無關。
- (D) 作為放大器時，npn 電晶體的基極-射極(base-emitter)的電壓  $v_{BE}$  控制集極(collector)電流  $i_C$ 。
- (E) 一般而言，電晶體基極與射極的載子參雜濃度(carrier concentration)相近。

14. 考慮下圖電路。圖中電容的容值為無限大， $\beta = 200$ ， $V_T = 0.026 \text{ V}$ ，不考慮 Early effect。哪些敘述是正確的？

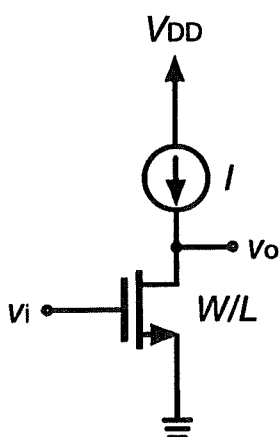
- (A) 電晶體的集極直流電壓(dc voltage)值為  $0.995 \text{ V}$ 。
- (B) 此電晶體操作在主動區(active mode)。
- (C) 電晶體的轉導(transconductance,  $g_m$ )為  $2.6 \text{ A/V}$  (四捨五入至小數點後第一位)。
- (D) 若電流源的電流增加為兩倍，電晶體的轉導(transconductance)增加為兩倍。
- (E) 此電路的小訊號電壓增益  $v_o/v_i$  為  $-18 \text{ V/V}$  (四捨五入至整數位數)。



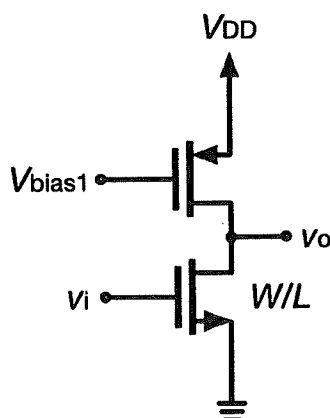
注意：背面有試題

15. 考慮下面左圖共源極放大器電路，電流源為理想。考慮通道調變效應(channel-length modulation)，不考慮 Body effect。哪些敘述是正確的？

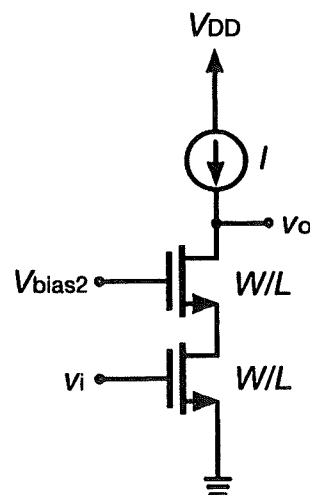
- (A) 若電晶體尺寸從  $W/L$  變成  $W/4L$ ，電流源的電流  $I$  不變，電晶體的轉導(transconductance)變為  $1/4$ 。
- (B) 若電晶體尺寸從  $W/L$  變成  $W/4L$ ，電流源的電流  $I$  不變，輸出阻抗不變。
- (C) 若電晶體尺寸從  $W/L$  變成  $W/4L$ ，電流源的電流  $I$  不變，小訊號電壓增益  $v_o/v_i$  變為 2 倍。
- (D) 若使用 PMOS 電晶體作為電流源，如中圖電路，相較於左圖電路，小訊號電壓增益  $v_o/v_i$  變大。
- (E) 如右圖，使用 cascode 架構能增加小訊號電壓增益  $v_o/v_i$ 。



左圖



中圖

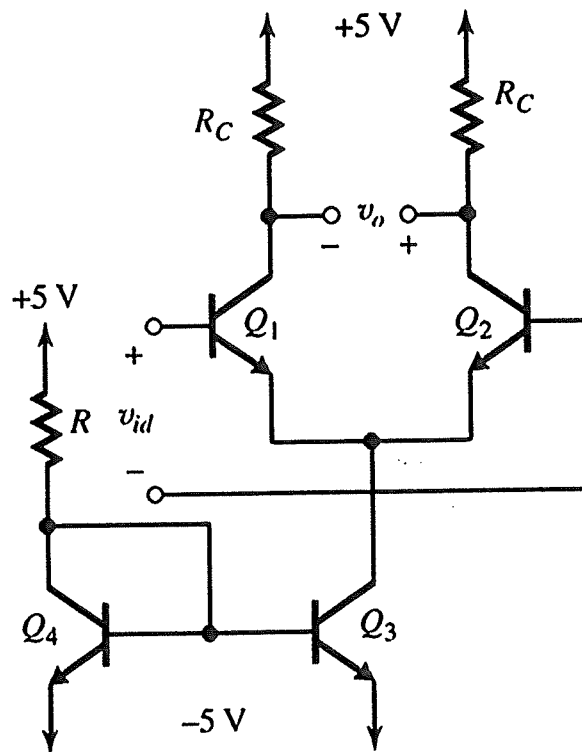


右圖

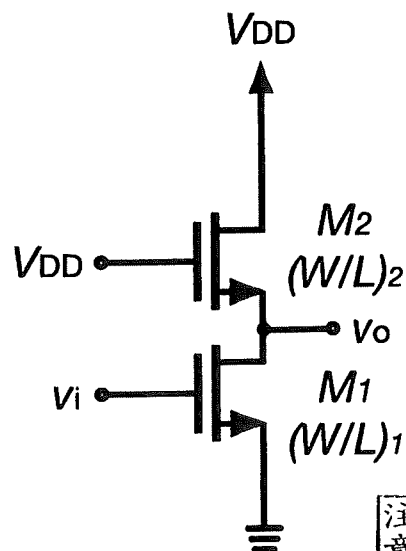
16. 如圖所示之差動放大器，試問下列哪些選項為正確敘述。

- (A) 假設  $Q3$  和  $Q4$  的  $\beta$  值非常高，能夠提供  $Q1$  和  $Q2$  各  $0.25\text{ mA}$  直流電流之  $R$  值為  $37.2\text{ k}\Omega$ 。
- (B) 假設  $Q1$  和  $Q2$  的  $\beta$  值非常高，能使  $Q1$  和  $Q2$  集電極電壓為  $+3\text{ V}$  之  $R_C$  值為  $8\text{ k}\Omega$ 。
- (C) 這個差動放大器的輸入共模( $V_{ICM}$ )範圍為  $-3.4\text{ V} \leq V_{ICM} \leq +4\text{ V}$ 。
- (D) 此差動電壓增益值為  $80\text{ V/V}$ 。
- (E) 假設  $\beta_1 = \beta_2 = 100$ ，此輸入差動電阻值為  $10\text{ k}\Omega$ 。

注意：背面有試題

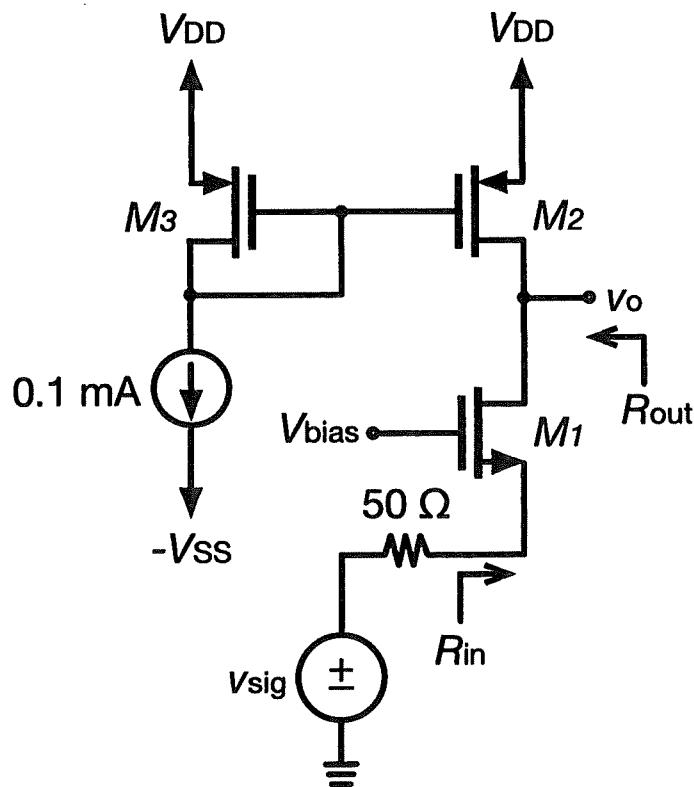


17. 考慮下圖電路。假設  $\mu_n C_{ox} = 200 \mu\text{A}/\text{V}^2$ 、 $(W/L)_1 = 40/0.5$ 、 $(W/L)_2 = 10/0.5$ 、 $V_{TH} = 0.5 \text{ V}$ 、 $V_{DD} = 5 \text{ V}$ 。不考慮通道調變效應(channel-length modulation)及 Body effect。哪些敘述是正確的？
- (A) 當 M2 電晶體導通時，會工作在飽和區(saturation region)。
  - (B) 電路小訊號電壓增益  $v_o/v_i$  和  $\frac{(W/L)_1}{(W/L)_2}$  成正比。
  - (C) 若考慮 Body effect，小訊號電壓增益  $v_o/v_i$  變小。
  - (D) 假設電晶體 M1、M2 都在飽和區。當  $v_i$  的直流電壓為  $1.5 \text{ V}$ ，則  $v_o$  的直流電壓為  $2.5 \text{ V}$ 。
  - (E) 考慮通道調變效應， $V_A = 50 \text{ V}$ 。當  $v_i$  的直流電壓為  $1.5 \text{ V}$  且電晶體 M1、M2 都在飽和區時，輸出阻抗為  $3125 \text{ 歐姆}$ 。



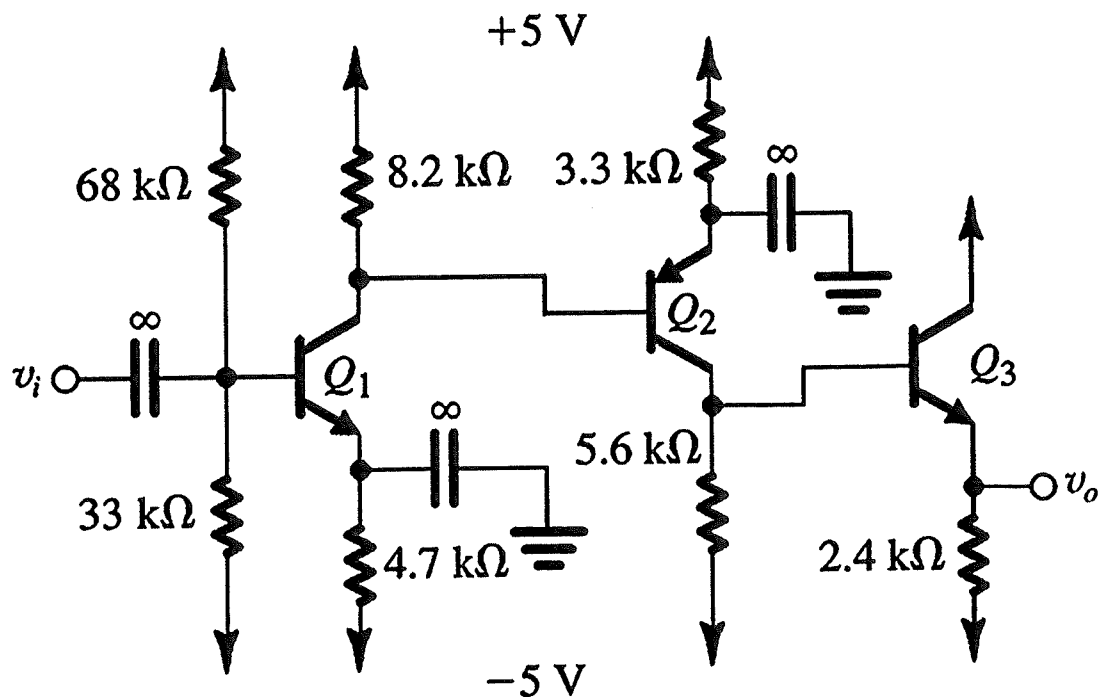
注意：背面有試題

18. 考慮下圖電路，假設  $\mu_n C_{ox} = 200 \mu A/V^2$ 、 $\mu_p C_{ox} = 100 \mu A/V^2$ 、 $(W/L)_1 = 25$ 、 $(W/L)_2 = (W/L)_3 = 50$ 、 $V_{THn} = -V_{THp} = 1 V$ 、 $V_{DD} = 3 V$ 。考慮通道調變效應(channel-length modulation)，電晶體  $M_1$ 、 $M_2$  和  $M_3$  的  $r_o$  值皆為  $100 k \Omega$ 。 $v_{sig}$  只提供小訊號，不包含直流成分(dc component)。不考慮 Body effect。哪些敘述是正確的？(可複選，全對才給分)
- (A) 電路的輸出阻抗  $R_{out}$  約為  $51231 \Omega$ 。
- (B) 電路的輸入阻抗  $R_{in}$  為  $1000 \Omega$ (四捨五入至整數位數)。
- (C) 為維持  $M_2$  操作在飽和區，輸出點  $v_o$  的直流電壓最高為  $0.8 V$ 。
- (D) 電晶體  $M_1$  的閘極-源極直流跨壓  $V_{GS1}$  為  $1.2 V$ 。
- (E) 電晶體  $M_1$  和  $M_2$  的轉導(transconductance)相同。



19. 如圖所示為直接耦合之三級放大器，此放大器使用到旁路電容，所以在低頻時，放大器的頻率響應會往下降。也就是說可假設電容夠大，以便能在所要的信號頻率範圍內形成短路。並假設  $V_{BE} = 0.7\text{ V}$ 、 $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 100$ ，並忽略 Early effect。試問下列哪些選項為正確敘述。

- (A) 直流偏壓之  $Q_1$  射極電流  $I_{E1} = 0.87\text{ mA}$ 。
- (B) 直流偏壓之  $Q_1$  集極電流  $I_{C1} \approx 0.52\text{ mA}$ 。
- (C) 直流偏壓之  $Q_2$  射極電流  $I_{E2} = 1.05\text{ mA}$ 。
- (D) 直流偏壓之  $Q_2$  集極電流  $I_{C2} \approx 0.05\text{ mA}$ 。
- (E) 直流偏壓之  $Q_3$  射極電流  $I_{E3} = 2.1\text{ mA}$ 。



20. 承接上題。對於此電路之輸出輸入阻抗與電壓增益之計算，下列哪些選項為正確敘述。

- (A) 輸入電阻  $R_{in}$  約為  $4\text{ k}\Omega$ 。
- (B) 輸入電阻  $R_{in}$  約為  $22\text{ k}\Omega$ 。
- (C) 輸出電阻  $R_{out}$  約為  $65.5\text{ k}\Omega$ 。
- (D) 電壓增益約為  $877\text{ V/V}$ 。
- (E) 電壓增益約為  $8770\text{ V/V}$ 。