

請在答案卷內作答

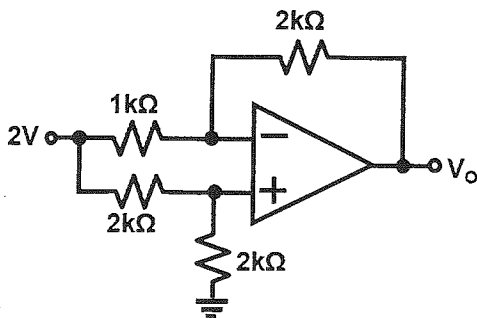
考生請注意：

- 本試卷共有 20 題考題。每題 5 分，無部分給分。
- 你的答案必須如下圖所示，由上而下依序寫在答案卷的作答區的第一頁。
- 只要填寫考題所要求的答案，請勿附加計算過程。
- 所有的答案必須標示單位，如 mA、V、mW、rad/sec、Hz、kΩ 等。
- 增益之單位與正負號務必標示正確。
- 答案的數值如果需要四捨五入，除非特別註明，請取 3 位有效數字。  
例如  $A_v = 15.8$ 、 $R = 4.86 \text{ k}\Omega$ 、 $I = 12.4 \text{ mA}$ 、 $\omega_1 = 3.58 \times 10^6 \text{ rad/sec}$ 。
- 常用的工程符號定義： $G = 10^9$ 、 $M = 10^6$ 、 $k = 10^3$ 、 $m = 10^{-3}$ 、 $\mu$  (or  $u$ ) =  $10^{-6}$ 、 $n = 10^{-9}$ 、 $p = 10^{-12}$ 、 $f = 10^{-15}$ 。

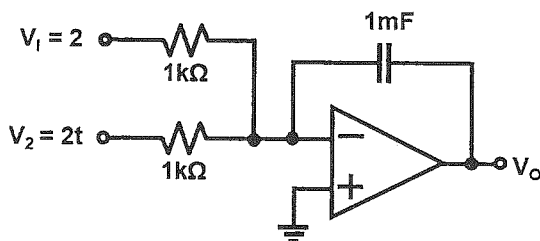
從此處開始寫起
1. (a), (b)
2. (c), (d)
3. $V_0 = 3.78 \text{ V}$
4. $A_v = 13.6 \text{ V/V}$
、 、 、

注意：背面有試題

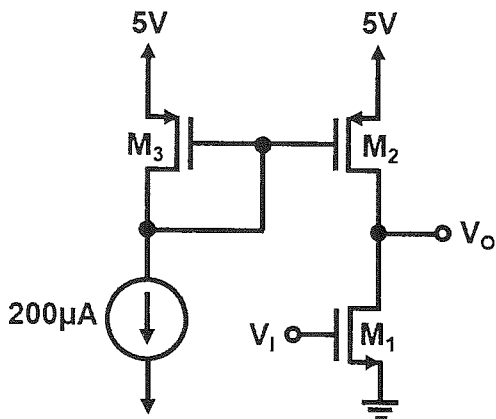
1. 考慮下圖電路，若運算放大器為理想。請計算輸出電壓為多少伏特？(答案請標正負號)



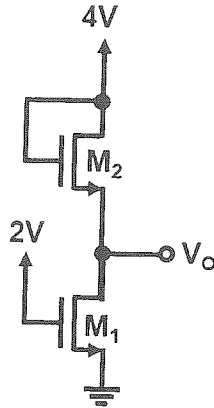
2. 考慮下圖電路，若運算放大器為理想。假設在  $t \leq 0$  sec 時，輸入電壓  $V_1=0V$ 、 $V_2=0V$ 、 $V_0=0V$ ；在  $t > 0$  sec 時，輸入電壓  $V_1=2V$ 、 $V_2=2tV$ ，請問  $t=2$  sec 時，輸出電壓  $V_0$  為多少伏特？(答案請標正負號)



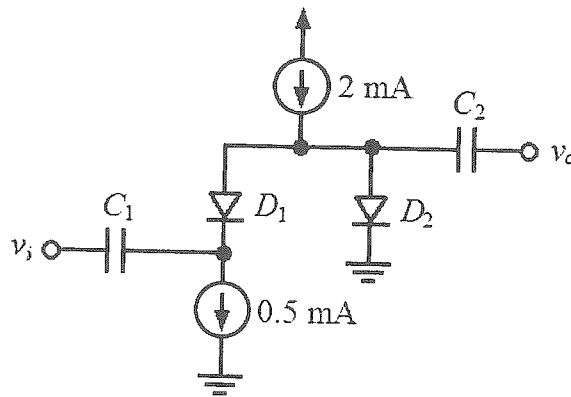
3. 考慮下圖放大器電路，假設  $\mu_n C_{ox} = 2\mu_f C_{ox} = 20 \mu A/V^2$ ， $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$  的  $W=20 \mu m$ ， $L=1 \mu m$ ，且  $|V_A|=100V$ ，請求出小訊號增益  $V_0/V_I$ 。(答案請標正負號)



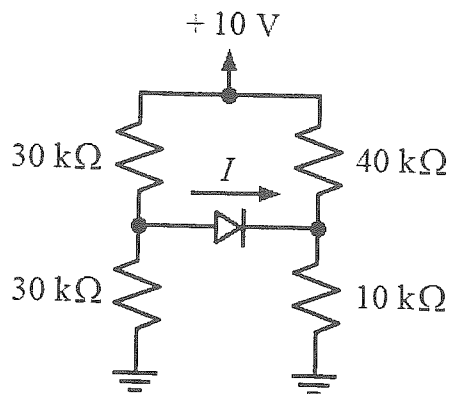
4. 考慮下圖電路，若  $\mu_n C_{OX} = 20 \text{ mA/V}^2$ 、 $V_{THN} = 1 \text{ V}$ ， $W_1 = W_2 = 5 \mu\text{m}$ ， $L_1 = L_2 = 0.5 \mu\text{m}$ ，請計算輸出阻抗  $R_o$ 。（答案請標單位）



5. 如下圖所示之電路，其中  $D_1$  為一般二極體，其順向導通時之電流電壓公式為  $I = I_S e^{V/V_T}$ ，假設 thermal voltage  $V_T = 25 \text{ mV}$ ，且  $C_1 = C_2 = \infty$ 。求小訊號電壓增益  $A_v = v_o/v_i = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V/V}$ 。（答案請標正負號）

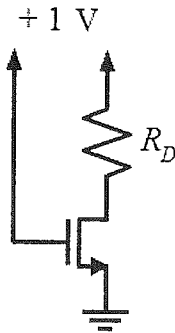


6. 如下圖所示之電路，假設二極體之導通電壓為  $0.7 \text{ V}$ ，且導通內阻為  $0 \Omega$ 。求電流  $I = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}$ 。（答案請標正負號）

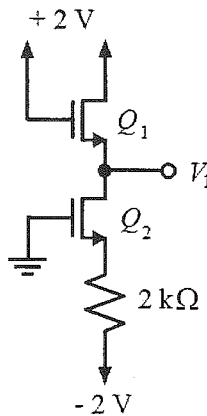


注意：背面有試題

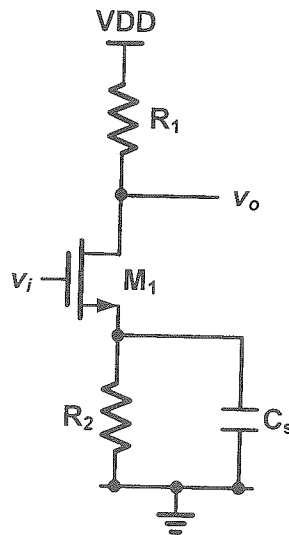
7. 如下圖所示之電路，假設電晶體之特性如下： $k'_n = 0.4 \text{ mA/V}^2$ ， $V_t = 0.5 \text{ V}$ ， $(W/L) = 20$ ， $\lambda = 0$  (忽略channel-length modulation effect)。求可使電晶體工作於飽和區(saturation region)之最大電阻  $R_D = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。



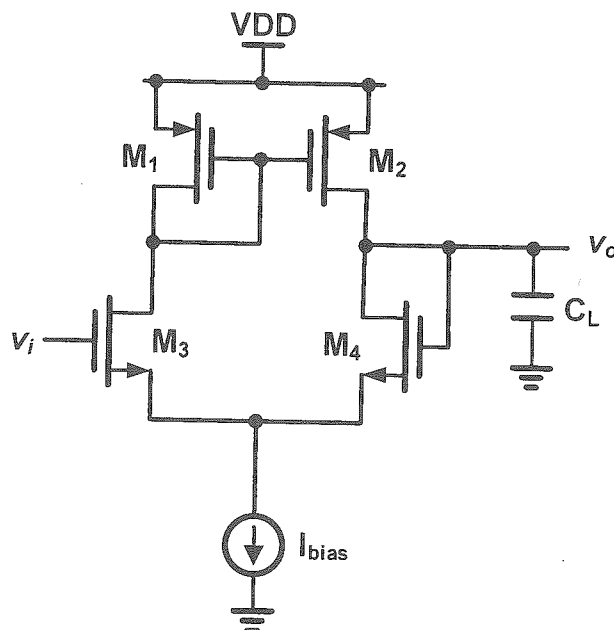
8. 如下圖所示之電路，假設電晶體之特性如下： $k'_n = 0.4 \text{ mA/V}^2$ ， $V_t = 0.5 \text{ V}$ ， $(W_2/L_2) = 10$ ， $(W_1/L_1) = 40$ ， $\lambda = 0$  (忽略channel-length modulation effect)。求電壓  $V_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$ 。(答案請標正負號)



9. 分析以下之電路。若  $R_1=10\text{ k}\Omega$ ,  $R_2=1\text{ k}\Omega$ ,  $C_s=1\text{ nF}$ 。電晶體  $M_1$  操作在飽和區，轉導值為  $1\text{ mA/V}$ ，輸出阻抗及寄生電容可忽略不計。若  $v_o/v_i$  之低頻零點與極點頻率分別為  $\omega_z$  及  $\omega_p$ ，試求  $\omega_z/\omega_p=?$ 。

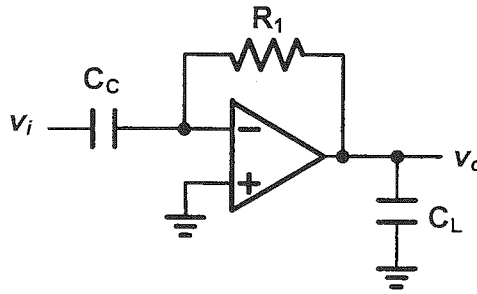


10. 分析以下之電路。若  $I_{bias}=1\text{ mA}$  且為理想電流源， $C_L=1\text{ nF}$ 。 $M_1$ - $M_4$  皆操作在飽和區，轉導值皆為  $10\text{ mA/V}$ ，輸出阻抗皆為  $20\text{ k}\Omega$ ，元件之寄生電容可忽略不計。試求  $v_o/v_i$  之 3dB 頻寬 ( $\omega_{3dB}$ : 單位 rad/sec)。

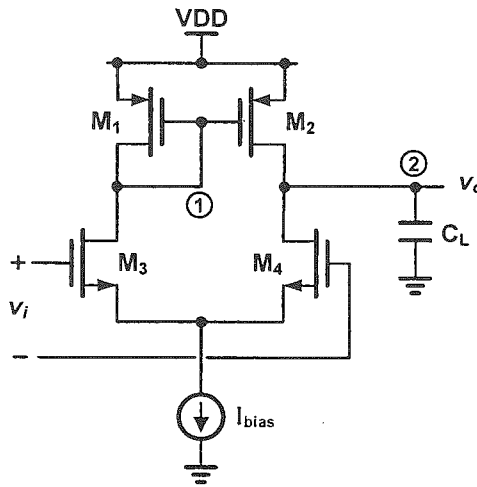


注意：背面有試題

11. 分析以下之電路。若運算放大器之輸入阻抗為  $10\text{k}\Omega$ ，輸出阻抗為  $0\Omega$ ，增益為  $100\text{ V/V}$ ， $R_1=1.01\text{M}\Omega$ ， $C_c=C_L=1\text{nF}$ ，試求  $v_o/v_i$  之低頻 3dB 頻寬 ( $\omega_L$ ：單位  $\text{rad/sec}$ )。



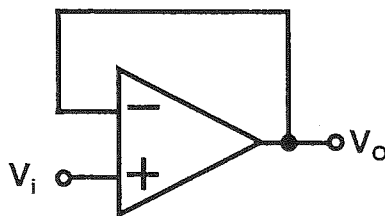
12. 分析以下之電路。若  $I_{\text{bias}}=10\text{mA}$  且為理想電流源。 $M_1-M_4$  皆操作在飽和區，且輸出阻抗皆為  $200\text{ k}\Omega$ 。節點 1 與節點 2 之寄生電容分別為  $1\text{pF}$  及  $10\text{pF}$ ， $\mu_p C_{\text{ox}}(W/L)_1 = \mu_p C_{\text{ox}}(W/L)_2 = \mu_n C_{\text{ox}}(W/L)_3 = \mu_n C_{\text{ox}}(W/L)_4 = 10\text{mA/V}^2$ 。試求  $v_o/v_i$  之零點頻率 (單位  $\text{rad/sec}$ )。



13. 已知某個運算放大器的開迴路轉移函數為

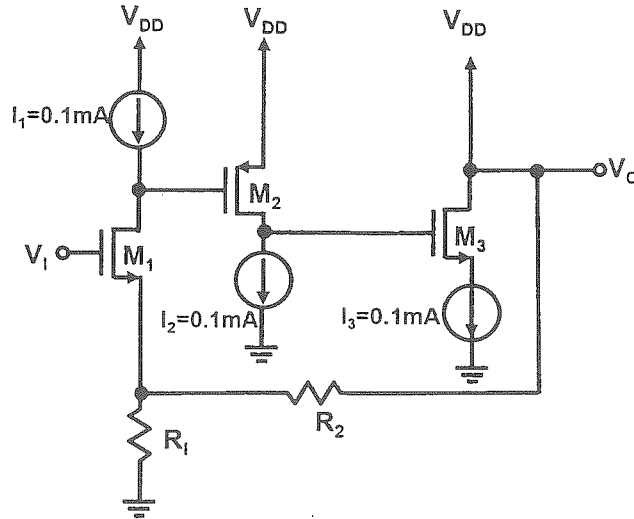
$$A_{OL} = \frac{10^5}{\left(1 + \frac{S}{\omega_1}\right)\left(1 + \frac{S}{\omega_2}\right)}$$

將此運算放大器接成下圖的單位增益緩衝放大器，假設  $\omega_2 = 10^8\text{ rad/sec}$ ，若相位邊限(Phase Margin)為  $45^\circ$ 時，求  $\omega_1$  值為何？(答案請標單位)

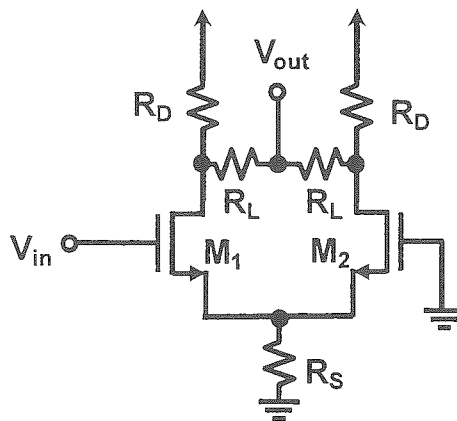


注意：背面有試題

14. 下圖中所有 MOSFET 均相同且操作於  $|V_{ov}| = 0.2\text{ V}$ ， $|V_t| = 0.5\text{ V}$ ， $|V_A| = 10\text{ V}$ ， $V_{DD} = 1.8\text{ V}$ ，電路參數為  $R_1 = 4\text{ k}\Omega$ ， $R_2 = 16\text{ k}\Omega$ ，偏壓電流源  $I_1 = I_2 = I_3 = 0.1\text{ mA}$ ，且其輸出阻抗與 MOSFET 之  $r_o$  相同，求閉迴路電壓增益  $V_o/V_i$  為何？（答案請四捨五入到整數，並標註正負號。）

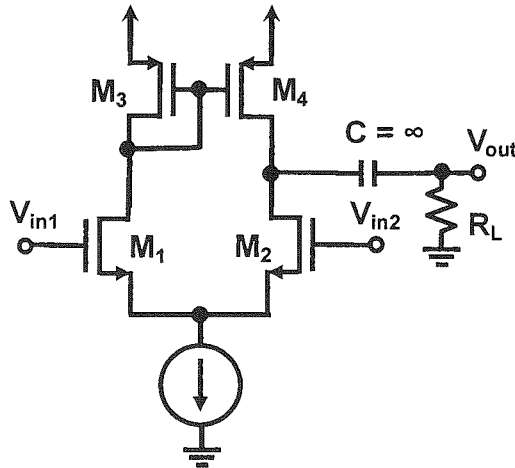


15. 已知某一個電壓取樣電壓迴授放大器採用一開迴路電壓放大器進行設計，此開迴路電壓放大器的電壓增益為  $500\text{ V/V}$ ，且其輸入阻抗為  $1\text{ k}\Omega$ 。若量測得知此迴授放大器的輸入阻抗為  $100\text{ k}\Omega$ ，求此迴授放大器的閉迴路電壓增益。（答案請標正負號）
16. 若欲設計一閉迴路迴授放大器達成理想閉迴路增益  $20\text{ V/V}$ ，可容許的閉迴路增益誤差為  $\pm 0.1\% \text{ V/V}$ 。若所使用的開迴路放大器的增益誤差為  $\pm 10\% \text{ V/V}$ ，則應將此開迴路放大器的增益與迴授係數  $\beta$  設計為何？答案請取到小數點後第四位。
17. 如圖之放大器，電晶體都操作在飽和區，轉導值  $g_m = 1\text{ mA/V}^2$ ，可忽略通道長度調變效應。電路其他元件為  $R_D = 2\text{ k}\Omega$ ， $R_L = 5\text{ k}\Omega$ ， $R_S = 500\ \Omega$ 。若輸入小訊號  $V_{in} = 1\text{ mV}$ ，問輸出電壓  $V_{out}$  值？（答案請標正負號及單位）

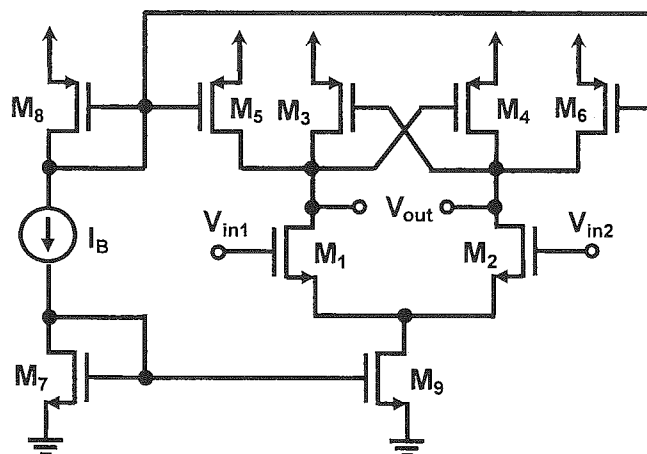


注意：背面有試題

18. 如圖之放大器，電晶體都操作在飽和區，具有轉導值  $g_m = 10 \text{ mA/V}$ ，以及輸出電阻  $r_o = 2 \text{ k}\Omega$ 。電路接上負載  $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ 。若輸入小訊號  $v_{in1} = -v_{in2} = 1 \text{ mV}$ ，試求輸出電壓值  $v_{out}$  為多少？(答案請標正負號及單位)



19. 如圖之放大器，電晶體都操作在飽和區。以下的單項設計變化，哪些可以增加差動電壓增益之絕對值  $(|A_v| = |v_{out}/(v_{in1} - v_{in2})|)$ ？(全對才給分)
- (a) 增加  $M_{1,2}$  轉導值
  - (b) 增加  $M_{3,4}$  轉導值
  - (c) 增加  $M_{5,6}$  轉導值
  - (d) 增加  $M_8$  電晶體閘級寬度
  - (e) 增加  $M_9$  電晶體閘級寬度



注意：背面有試題



20. 如圖之放大器，電晶體都操作在飽和區，可忽略通道長度調變 (channel length modulation) 效應。已知  $k'_n \left(\frac{W}{L}\right) = 8 \text{ mA/V}^2$ ， $V_t = 0.5 \text{ V}$ ，而  $R_{D1,2} = 2 \text{ k}\Omega$ ，但是有 1% 的不匹配，因此造成電路有直流飄移電壓 (dc offset voltage)。若設計需要滿足輸入直流飄移電壓最大值為  $1 \text{ mV}$ ，問電流源  $I_S$  的最大可能值？(答案請標正負號及單位)

