

※請在答案卷內作答

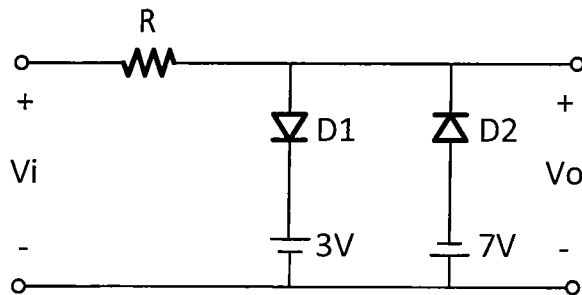
考生請注意：

- 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. $A_v = 13.6 \text{ V/V}$
、 、 、

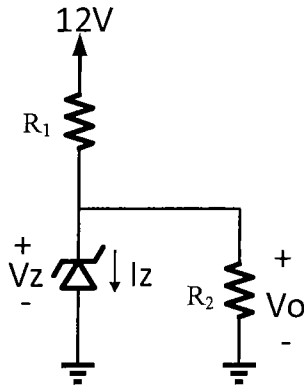
注意：背面有試題

1. 下圖電路中，二極體有電流順向導通時，電壓降為  $0.7V$ ，且內阻為  $0$  歐姆。 $V_i$  是理想電壓源，其電壓範圍在於  $\pm 5V$  之間。電阻  $R = 1k\Omega$ 。請寫出輸出電壓  $V_o$  的最大值與最小值。(答案必須標正負號及單位)



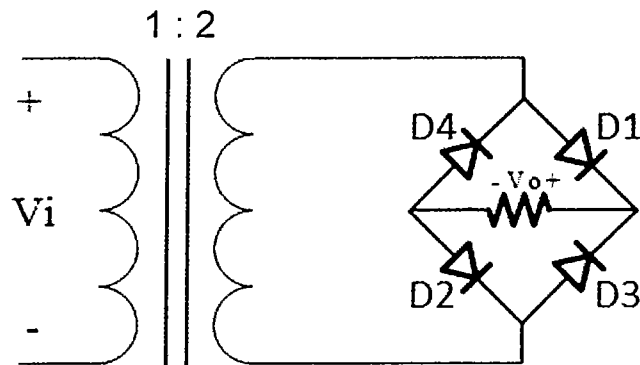
注意：背面有試題

2. 如下圖所示。齊納二極體(Zener diode)的崩潰電壓  $V_{ZK} = 4V$ ，  
 電阻  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ 。當  $R_2 = 4\text{ k}\Omega$  時，電壓  $V_o$  為多少？(答案必須  
 標正負號及單位)



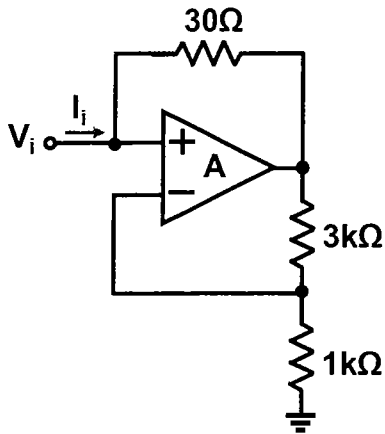
注意:背面有試題

3. 如下圖全波整流器電路所示。變壓器為理想變壓器，主要線圈與次級線圈匝數比為 1:2。  $V_i(t)$  為  $2.5\sin(100t)$  伏特的理想電壓源。當二極體有電流順向導通時，電壓降為 0.7V，且內阻為 0 歐姆。試問此電路中二極體的逆向峰值電壓(Peak of Inverse Voltage; PIV)為多少？(答案必須標示單位)



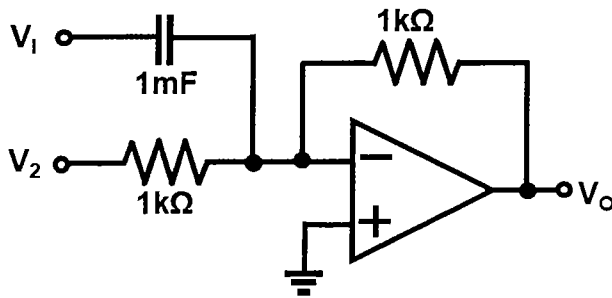
注意:背面有試題

4. 如下圖所示。若 A 為理想運算放大器， $V_i$  是理想電壓源。請求輸入阻抗  $V_i/I_i$ 。(答案必須標正負號及單位)。



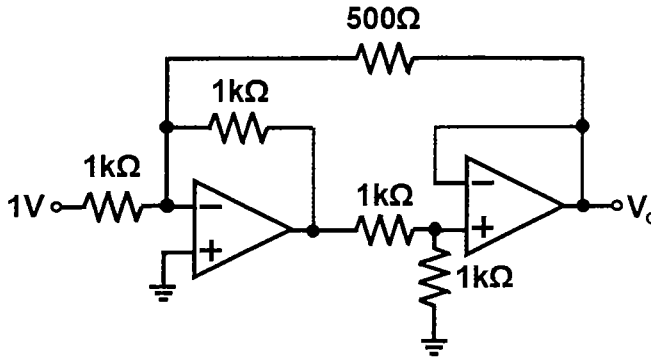
注意:背面有試題

5. 如下圖所示。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  $V_1=t^2$  V,  $V_2=4t$  V。請問  $t=2$  sec 時，輸出電壓  $V_0$  為多少？(答案必須標正負號及單位)



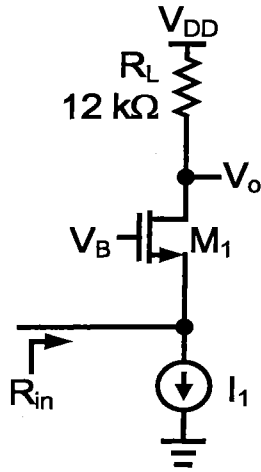
注意:背面有試題

6. 如下圖所示。假設運算放大器皆為理想，試求輸出電壓  $V_o$ 。(答案必須標正負號及單位)



注意:背面有試題

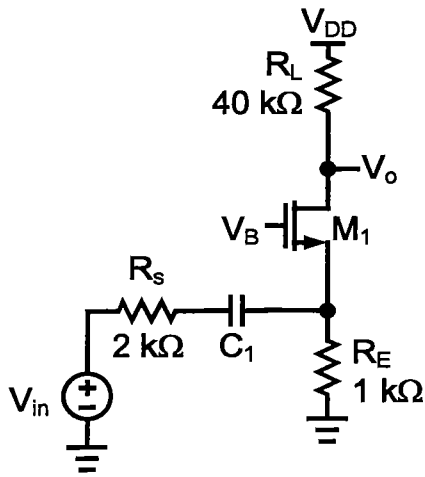
7. 如下圖所示。 $V_B$  是理想的電壓源， $I_1$  是理想的電流源。電晶體  $M_1$  偏壓在飽和區 (Saturation Region)。  $M_1$  的小訊號參數為  $g_m = 1 \text{ mA/V}$ ， $r_o = 10 \text{ k}\Omega$ 。請找出此電路的小訊號輸入電阻， $R_{in}$ 。(答案必須標正負號及單位)



注意:背面有試題

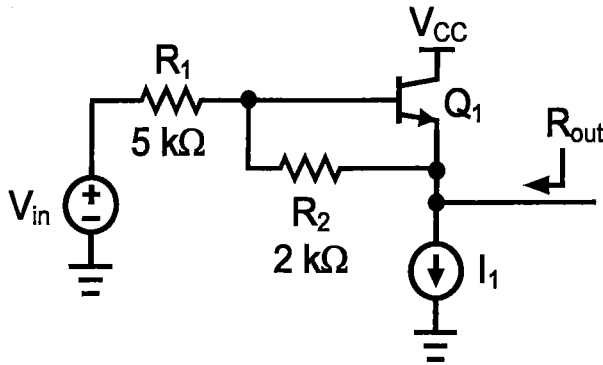


8. 如下圖所示。  $V_B$  是理想的電壓源。電晶體  $M_1$  偏壓在飽和區 (Saturation Region)。  $M_1$  的小訊號參數為  $g_m = 1 \text{ mA/V}$ ， $r_o = \infty \text{ k}\Omega$ 。假設  $C_1 = \infty \text{ F}$ 。請找出此電路的小訊號電壓增益， $A_v = v_o/v_{in}$ 。(答案必須標正負號)



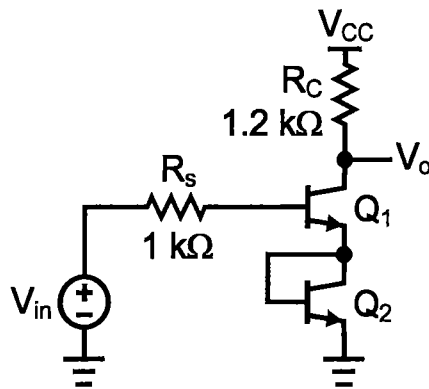
注意:背面有試題

9. 如下圖所示。 $V_{in}$ 是理想的電壓源， $I_1$ 是理想的電流源。電晶體  $Q_1$  偏壓在主動區(Forward-Active Region)。 $Q_1$  的小訊號參數為  $g_m = 49 \text{ mA/V}$ ， $r_\pi = 2 \text{ k}\Omega$ ， $r_o = \infty \text{ k}\Omega$ 。請找出此電路的小訊號輸出電阻， $R_{out}$ 。(答案必須標正負號及單位)



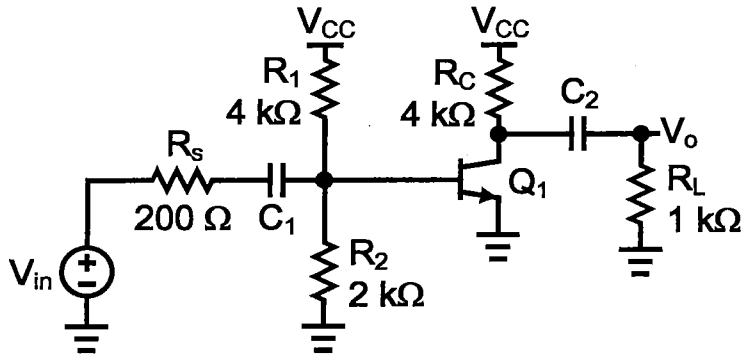
注意:背面有試題

10. 如下圖所示。電晶體  $Q_1$  偏壓在主動區(Forward-Active Region)。  
 $Q_1$  的小訊號參數為  $g_{m1} = 50 \text{ mA/V}$ ,  $r_{\pi1} = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $r_{o1} = \infty \text{ k}\Omega$ 。  
 $Q_2$  的小訊號參數為  $g_{m2} = 49 \text{ mA/V}$ ,  $r_{\pi2} = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $r_{o2} = \infty \text{ k}\Omega$ 。  
請找出此電路的小訊號電壓增益,  $A_v = v_o/v_{in}$ 。(答案必須標正負號)



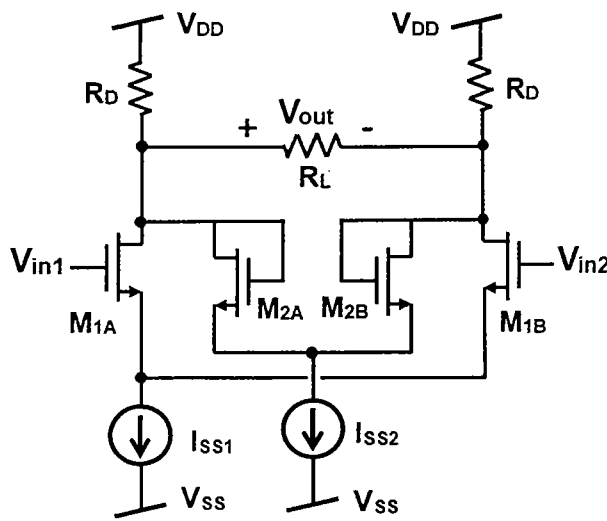
注意:背面有試題

11. 如下圖所示。電晶體  $Q_1$  偏壓在主動區(Forward-Active Region)。  
 $Q_1$  的小訊號參數為  $g_m = 50 \text{ mA/V}$ ,  $r_\pi = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $r_o = \infty \text{ k}\Omega$ 。  
 假設  $C_1 = \infty \text{ F}$ ,  $C_2 = \infty \text{ F}$ 。請找出此電路的小訊號電壓增益，  
 $A_v = v_o/v_{in}$ 。(答案必須標正負號)



注意:背面有試題

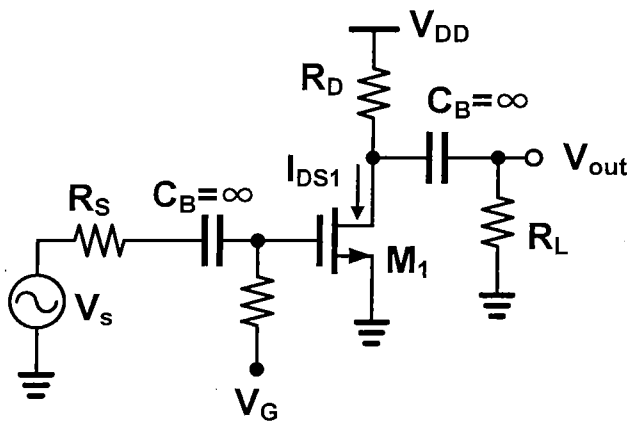
12. 如下圖所示。 $I_{SS1}$ 與 $I_{SS2}$ 是理想的電流源。 $M_{1A}$ 與 $M_{1B}$ 完全匹配，且 $M_{2A}$ 與 $M_{2B}$ 完全匹配。電晶體皆操作在飽和區。 $M_{1A}$ 的小訊號參數為 $g_{m1} = 2 \text{ mA/V}$ ， $r_{o1} = \infty \text{ k}\Omega$ 。 $M_{2A}$ 的小訊號參數為 $g_{m2} = 0.5 \text{ mA/V}$ ， $r_{o2} = \infty \text{ k}\Omega$ 。 $R_D = 4 \text{ k}\Omega$ ， $R_L = 8 \text{ k}\Omega$ 。請找出此電路的小訊號電壓增益， $A_v = v_{out}/(v_{in1} - v_{in2})$ 。(答案必須標正負號)



注意:背面有試題

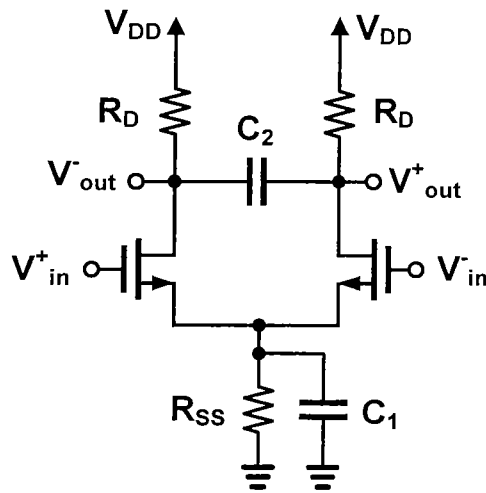
13. 下圖為一放大器電路，電晶體已經有適當偏壓，操作在飽和區，要考慮寄生電容。以下分別列出電路設計僅改變一項參數情形，請問哪些改變可以增加電壓增益  $\frac{V_{out}}{V_s}$  之 -3dB 頻寬？(多選，全對才給分)

- (a) 電晶體  $M_1$  寬度(width)增加
- (b) 電源供應電壓  $V_{DD}$  增加
- (c) 訊號源電阻  $R_S$  減小
- (d) 在電晶體  $M_1$  源級端串接一個電阻接地
- (e) 負載電阻  $R_L$  改為電容



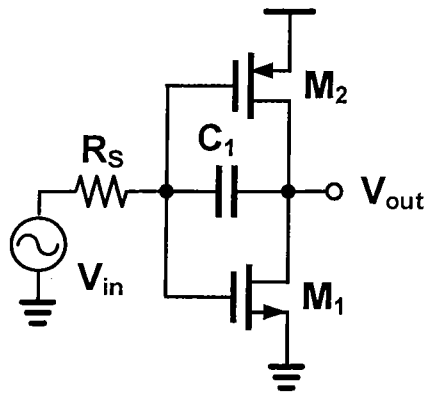
注意：背面有試題

14. 下圖電路中，電晶體皆操作在飽和區，且參數如下： $g_m = 5 \text{ mA/V}$ 、 $r_o = \infty \text{ k}\Omega$ ，又  $R_D = 1 \text{ k}\Omega$ 、 $R_{SS} = 100 \text{ k}\Omega$ 、 $C_1 = 1 \text{ nF}$ 、 $C_2 = 20 \text{ nF}$ ，忽略其他寄生電容。當輸入電壓  $V_{in}^+ = V_{in}^- = V_{i,cm}$  時，得到共模電壓輸出  $V_{out}^+ = V_{out}^- = V_{o,cm}$ ，共模電壓增益 (Common-mode voltage gain) 定義為  $V_{o,cm}/V_{i,cm}$ 。請使用波特圖 (Bode Plot) 方法計算共模電壓增益在頻率  $50 \text{ kHz}$  時大小為多少？(答案必須標正負號)



注意:背面有試題

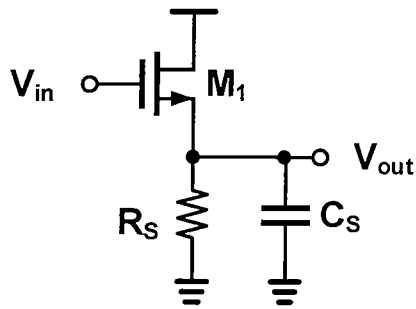
15. 下圖電路中，電晶體皆操作在飽和區，且參數如下： $g_{mn} = g_{mp} = 1 \text{ mA/V}$ 、 $r_{on} = 6 \text{ k}\Omega$ 、 $r_{op} = 4 \text{ k}\Omega$ 、 $R_S = 10 \text{ k}\Omega$ 、 $C_1 = 1 \text{ nF}$ ，忽略其他寄生電容。使用米勒效應(Miller effect) 計算此電路電壓增益頻率響應之主極點的頻率值？(答案必須標正負號及單位)



注意:背面有試題

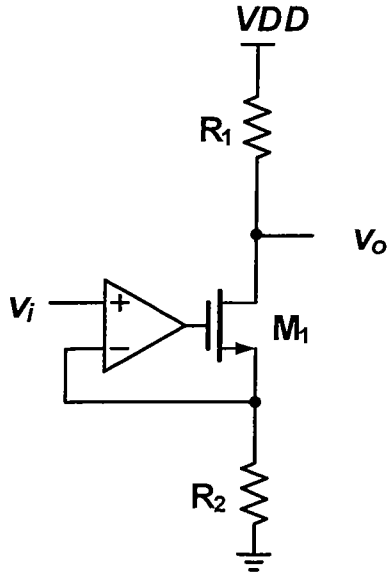


16. 下圖電路中，電晶體皆操作在飽和區，且參數如下： $r_o = 5 \text{ k}\Omega$ 、 $R_S = 2 \text{ k}\Omega$ 、 $C_S = 1 \text{ nF}$ ，忽略其他寄生電容。若電路電壓增益  $(\frac{V_{out}}{V_{in}})$  之 -3 dB 頻寬為  $1 \text{ M rad/sec}$ ，需要設計電晶體  $g_m$  值為多少？(答案必須標示單位)



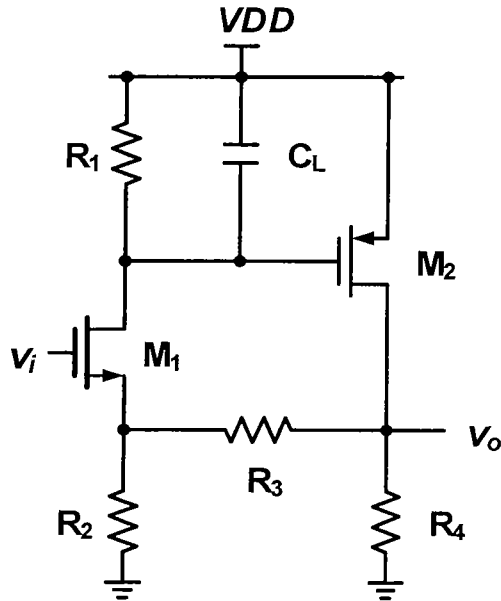
注意：背面有試題

17. 試分析下圖之回授放大器。若圖中運算放大器之增益為 20dB，且其輸入阻抗為無限大。 $g_{m1}=10 \text{ mA/V}$ ， $R_1=10 \text{ k}\Omega$ ， $R_2=100 \text{ }\Omega$ 。求  $V_o/V_i=?$  (答案必須標正負號)



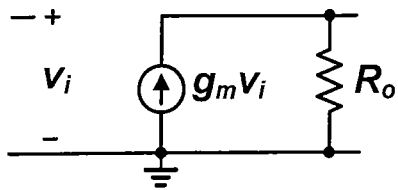
注意:背面有試題

18. 試分析下圖之回授放大器。若  $M_1$  及  $M_2$  皆操作在飽和區， $g_{m1} = 0.1 \text{ mA/V}$ ， $g_{m2} = 10 \text{ mA/V}$ ， $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ， $C_L = 10 \text{ pF}$ ， $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ ， $R_3 = 9 \text{ k}\Omega$ ， $R_4 = 10 \text{ k}\Omega$ 。忽略元件之輸出阻抗( $r_o$ )及寄生電容。求  $V_o/V_i$  之  $-3\text{dB}$  頻寬  $f_{3\text{dB}}$  (Hz)。(答案必須標示單位)

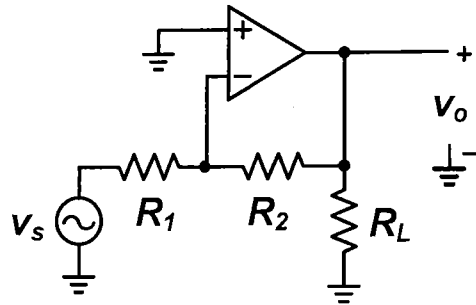


注意:背面有試題

19. 下圖(a)為轉導放大器之等效電路模型， $g_m = 10 \text{ mA/V}$ ， $R_o = 16 \text{ k}\Omega$ 。  
 若採用此轉導放大器實現一回授放大器，如下圖(b)所示。  
 $R_1 = R_2 = R_L = 8 \text{ k}\Omega$ ，求  $V_o/V_s = ?$  (答案必須標正負號)



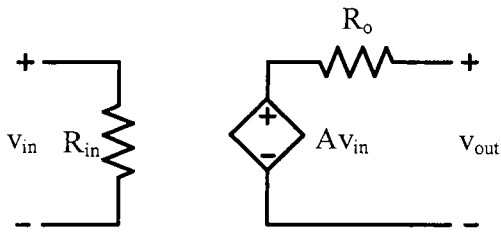
(a)



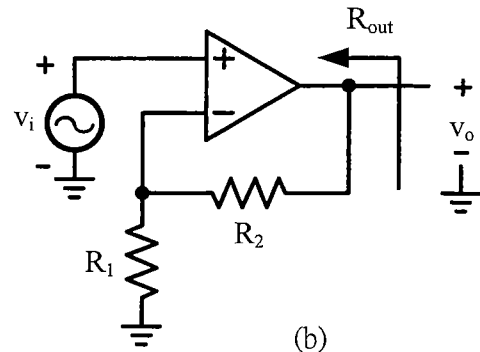
(b)

注意：背面有試題

20. 下圖(a)為運算放大器的等效電路模型， $R_{in} = 10\text{ k}\Omega$ ， $A = 120$ ， $R_o = 2\text{ k}\Omega$ 。若採用此運算放大器設計一回授放大器，如下圖(b)所示。  $R_1 = R_2 = 4\text{ k}\Omega$ ，求  $R_{out} = ?$  (答案必須標正負號及單位)



(a)



(b)