

科目：電子學(3001)

校系所組：中央大學電機工程學系（電子組）

交通大學電子研究所（甲組、乙A組、乙B組）

交通大學電控工程研究所

交通大學電機工程學系（甲組）

交通大學電信工程研究所（乙組）

交通大學生醫工程研究所（乙組）

清華大學電機工程學系（丙組）

清華大學光電工程研究所

清華大學電子工程研究所

清華大學工程與系統科學系（丁組）

陽明大學生物醫學工程學系（醫學電子組）

考生請注意：

- 本試卷共有 20 題考題。每題 5 分，無部份給分。
- 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。
- 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。如  $A_v = 15.8$ ,  $R = 4.86 \text{ k}\Omega$ ,  $I_o = 12.4 \text{ mA}$ ,  $\omega_1 = 3.58 \times 10^6 \text{ rad/sec}$ 。
- 常用的工程符號定義： $G=10^9$ ,  $M=10^6$ ,  $k=10^3$ ,  $m=10^{-3}$ ,  $\mu$  (or  $u$ )= $10^{-6}$ ,  $n=10^{-9}$ ,  $p=10^{-12}$ ,  $f=10^{-15}$ 。

參考用

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

注意：背面有試題

科目：電子學(3001)

校系所組：中央大學電機工程學系(電子組)

交通大學電子研究所(甲組、乙A組、乙B組)

交通大學電控工程研究所

交通大學電機工程學系(甲組)

交通大學電信工程研究所(乙組)

交通大學生醫工程研究所(乙組)

清華大學電機工程學系(丙組)

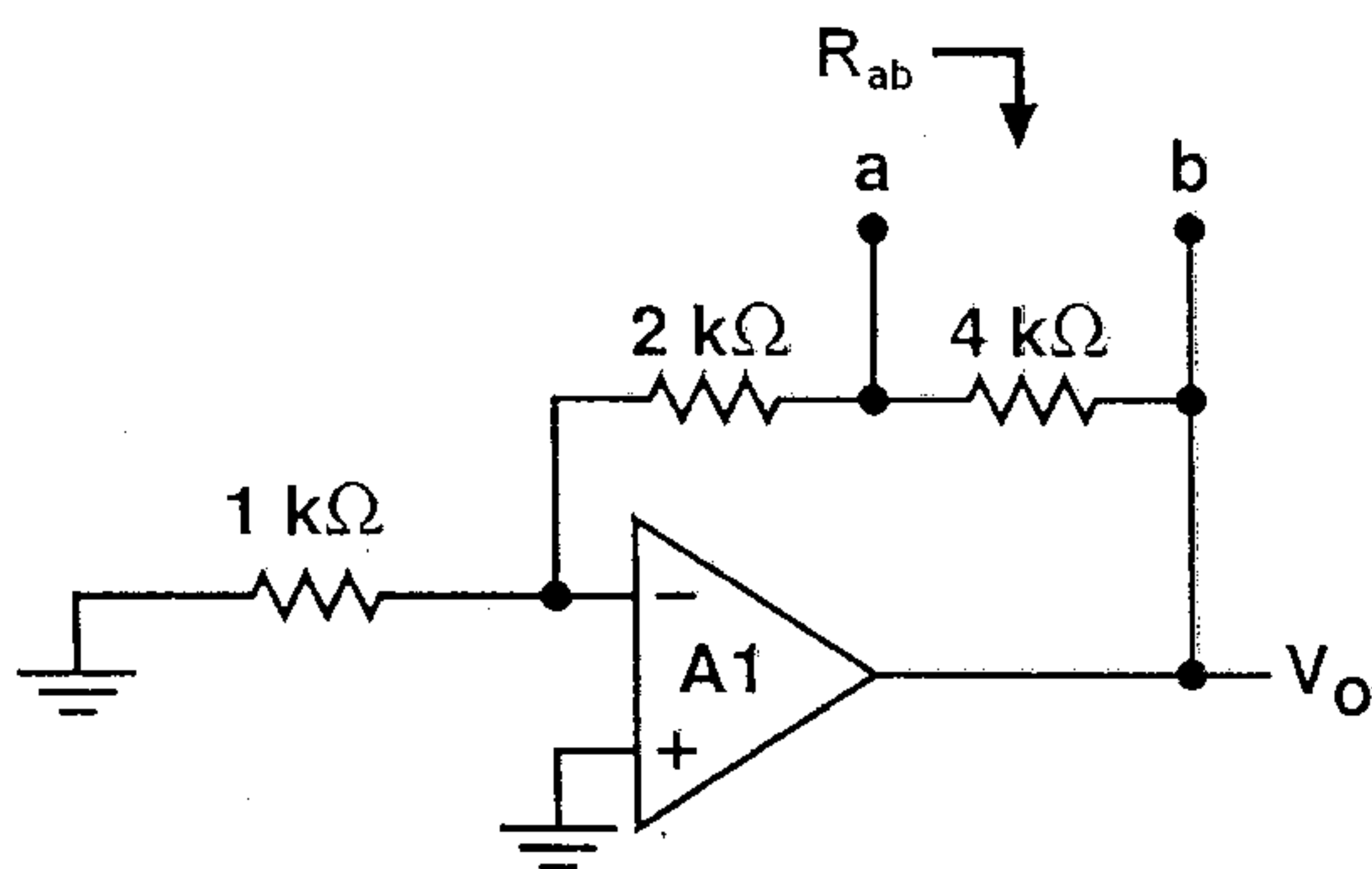
清華大學光電工程研究所

清華大學電子工程研究所

清華大學工程與系統科學系(丁組)

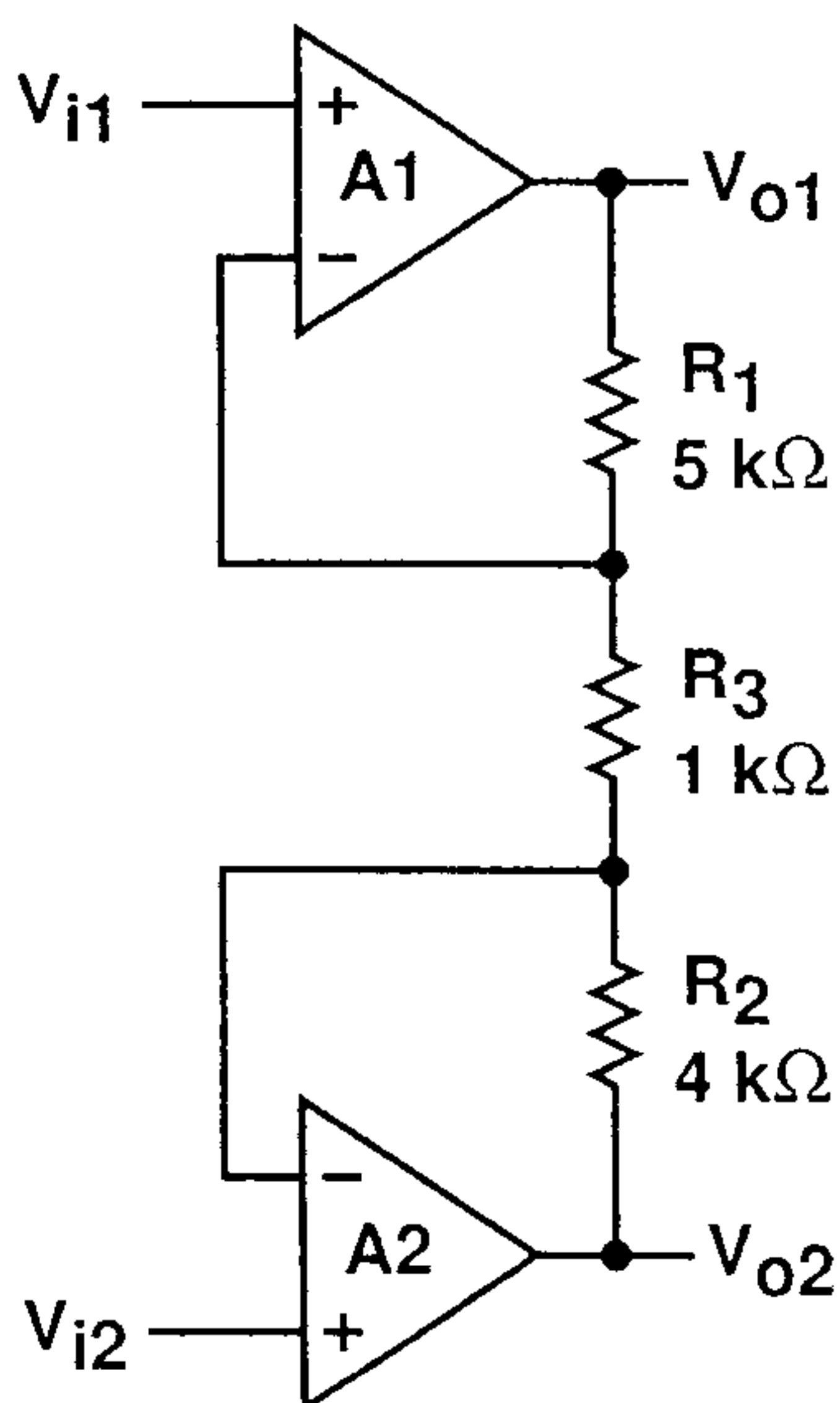
陽明大學生物醫學工程學系(醫學電子組)

1. 如下圖所示，假設 A1 為一理想之運算放大器(Operational Amplifier)，其輸入阻抗  $R_i = \infty$ ，輸出阻抗  $R_o = 0$ ，電壓增益  $A_v = \infty$ 。試求由 a 與 b 兩端所觀察到的等效電阻  $R_{ab} = ? (\Omega)$



參考用

2. 如下圖所示，假設 A1 與 A2 皆為理想之運算放大器，差動輸入電壓  $V_{i1} - V_{i2} = 1 \text{ V}$ 。求差動輸出電壓  $V_{o1} - V_{o2} = ? (\text{V})$



注意：帶回考試院

科目：電子學(3001)

校系所組：中央大學電機工程學系(電子組)

交通大學電子研究所(甲組、乙A組、乙B組)

交通大學電控工程研究所

交通大學電機工程學系(甲組)

交通大學電信工程研究所(乙組)

交通大學生醫工程研究所(乙組)

清華大學電機工程學系(丙組)

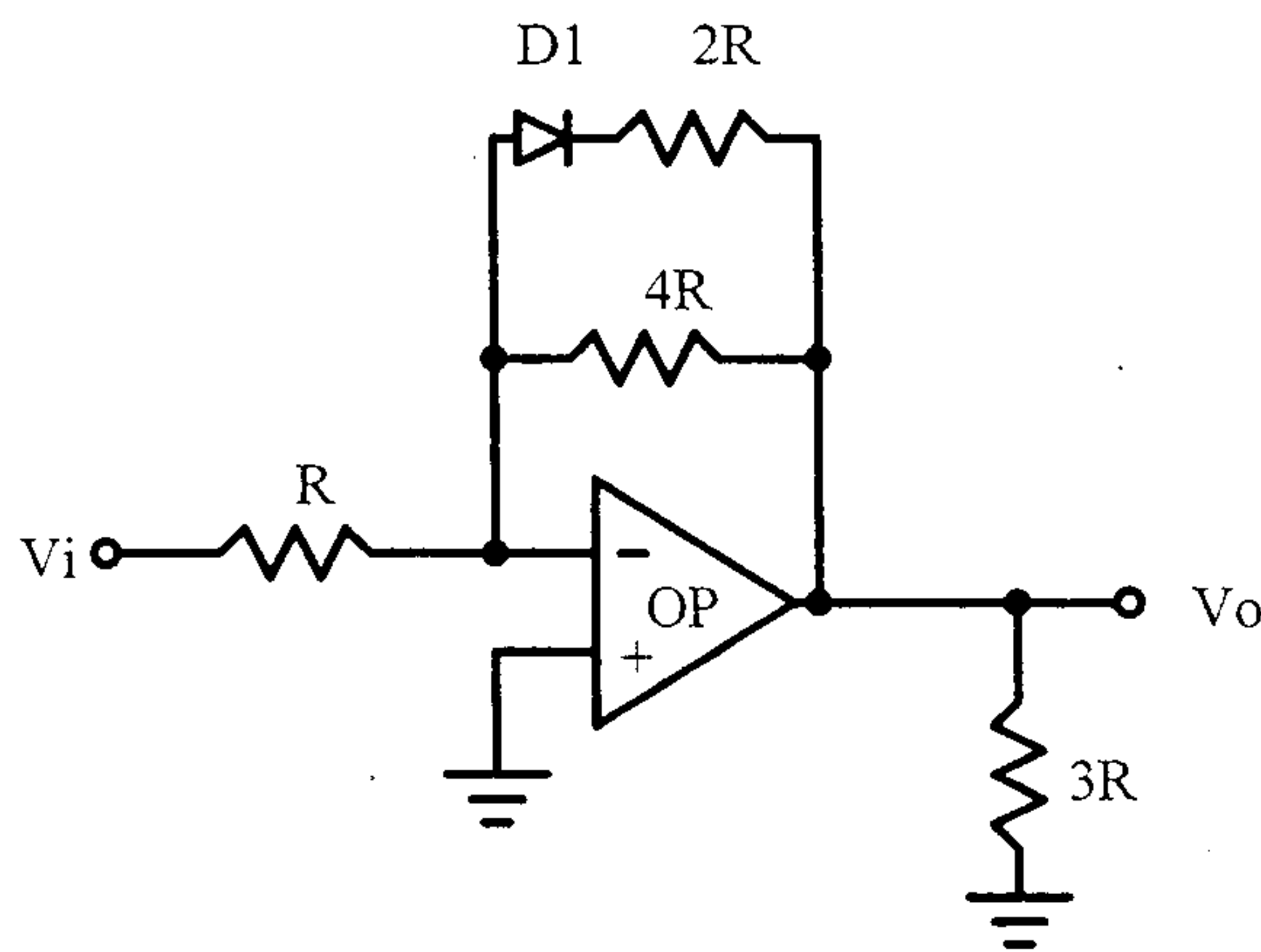
清華大學光電工程研究所

清華大學電子工程研究所

清華大學工程與系統科學系(丁組)

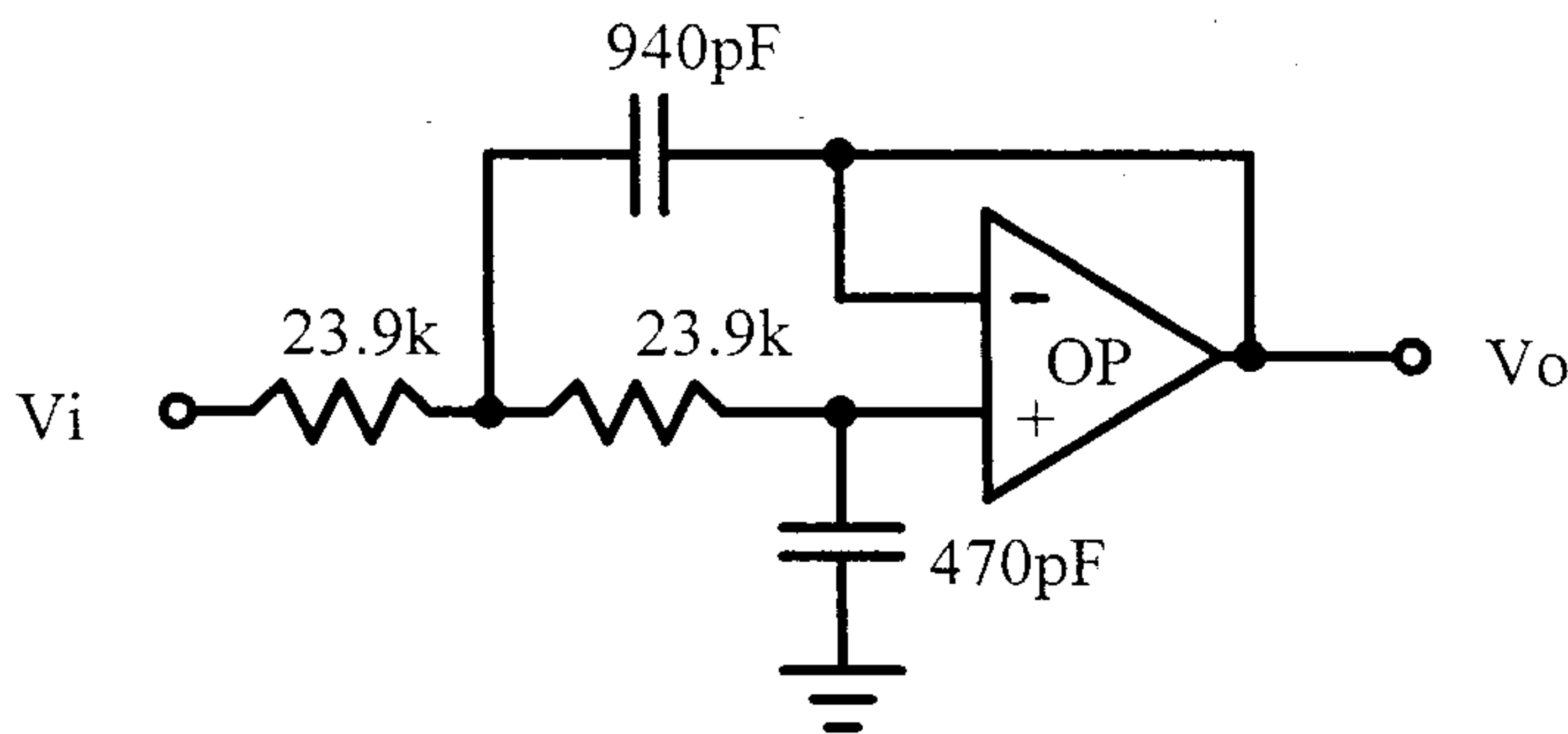
陽明大學生物醫學工程學系(醫學電子組)

3. 如以下所示之電路，假設其中的運算放大器為理想，二極體 D1 之導通壓降(forward bias voltage drop) 為 1 V 且其導通電阻為 0， $R=1k\Omega$ 。假設輸入電壓  $V_i = -1V$ ，求輸出電壓  $V_o$ 。(請標示正負號)



參  
考  
用

4. 如以下所示之電路，假設其中的運算放大器為理想。假設輸入電壓為  $V_i(t) = 1 \times \sin(2\pi \times 10^6 t)$  V，求輸出電壓  $V_o(t)$  的振幅大小。(答案取有效位元至小數點以下第四位)



5. 請問如下圖所示之兩個實際的 PN 二極體連接後，是否能取代 PNP 電晶體的功能？(A)可以完全取代；(B)可具放大訊號功能、但不具開關功能；(C)不具放大訊號功能、但有開關功能；(D)完全不取代任何 PNP 電晶體的功能 (單選)



注：背面有試題

科目：電子學(3001)

校系所組：中央大學電機工程學系(電子組)

交通大學電子研究所(甲組、乙A組、乙B組)

交通大學電控工程研究所

交通大學電機工程學系(甲組)

交通大學電信工程研究所(乙組)

交通大學生醫工程研究所(乙組)

清華大學電機工程學系(丙組)

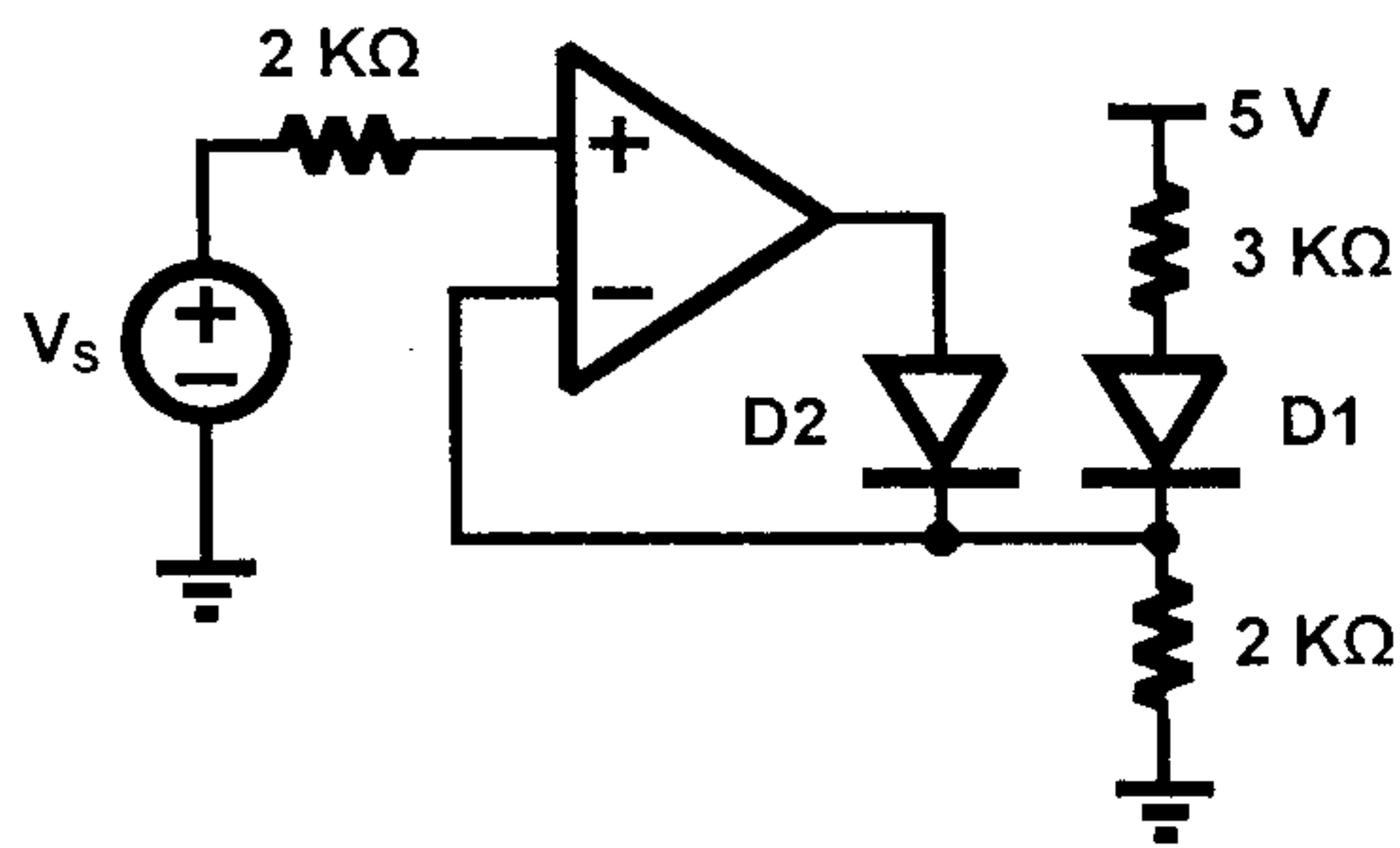
清華大學光電工程研究所

清華大學電子工程研究所

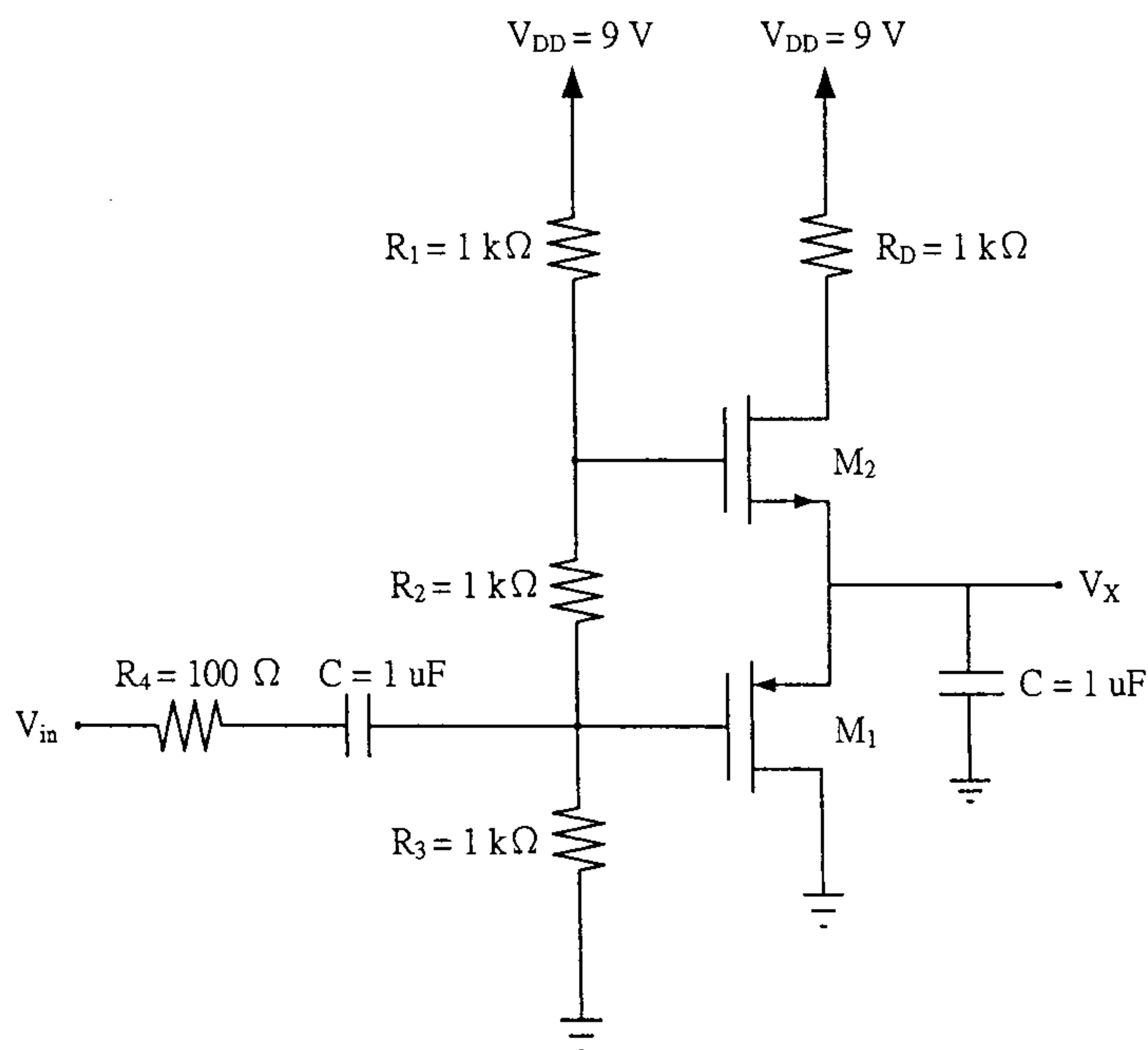
清華大學工程與系統科學系(丁組)

陽明大學生物醫學工程學系(醫學電子組)

6. 如下圖所示之電路，假設運算放大器為理想、二極體之導通電壓為  $0.7V$ 、二極體導通後之導通電阻為  $0\Omega$ 。試分析、若想使二極體 D2 導通、則  $V_s$  至少得施加的電壓為多少伏特？(答案取至小數點下二位有效數字)



7. 分析以下電路。假設  $\mu_p C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)_1 = \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)_2 = 1 mA/V^2$ 、電晶體之 threshold voltage 為  $V_{tn} = -V_{tp} = 1V$ 。假設所有電晶體皆操作於飽和區(saturation region)且忽略通道調變效應(channel length modulation effect)與基底效應(body effect)。試求輸出端  $V_x$  之直流電壓。



請參考

注意：背面有試題

科目：電子學(3001)

校系所組：中央大學電機工程學系(電子組)

交通大學電子研究所(甲組、乙A組、乙B組)

交通大學電控工程研究所

交通大學電機工程學系(甲組)

交通大學電信工程研究所(乙組)

交通大學生醫工程研究所(乙組)

清華大學電機工程學系(丙組)

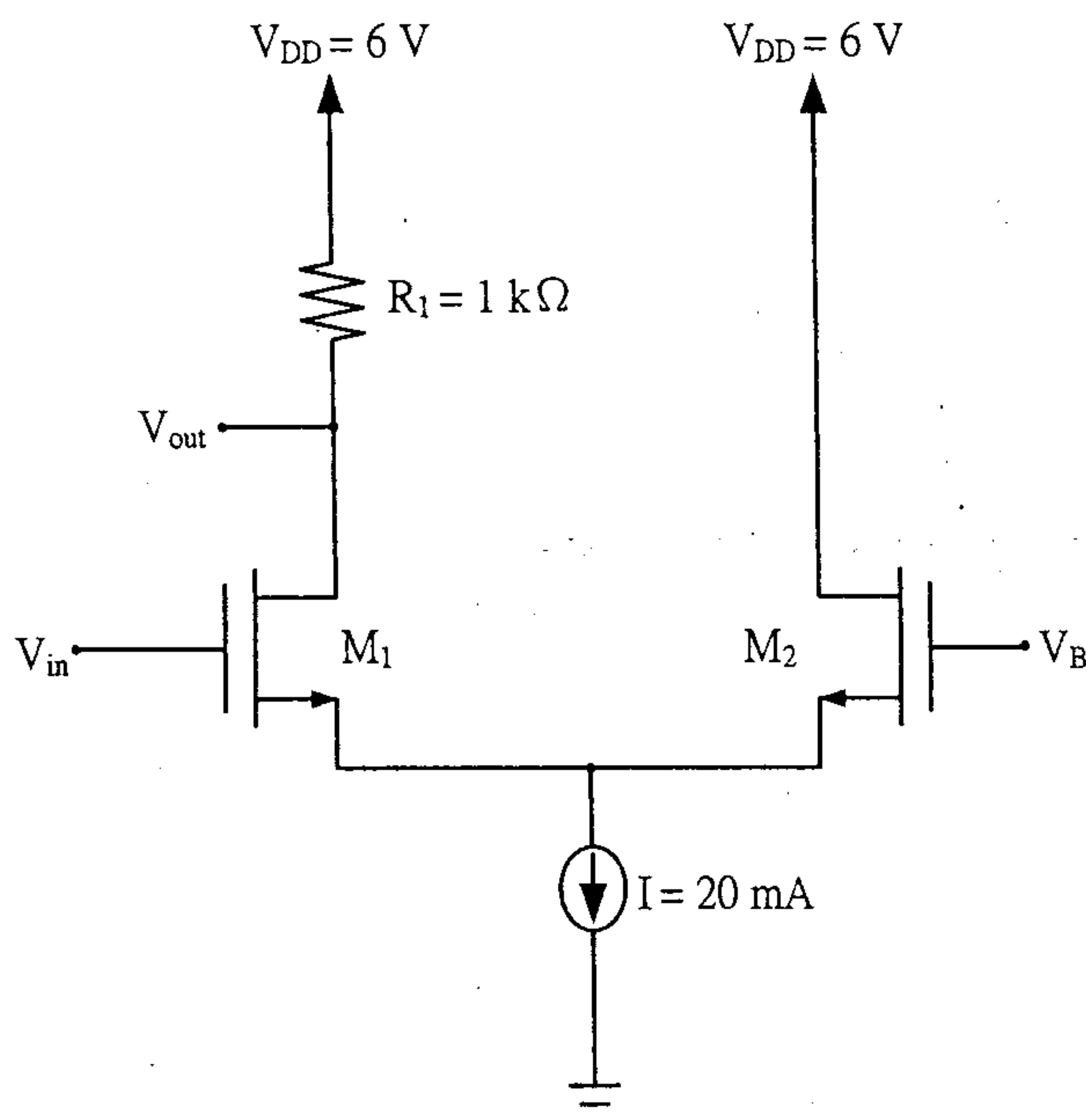
清華大學光電工程研究所

清華大學電子工程研究所

清華大學工程與系統科學系(丁組)

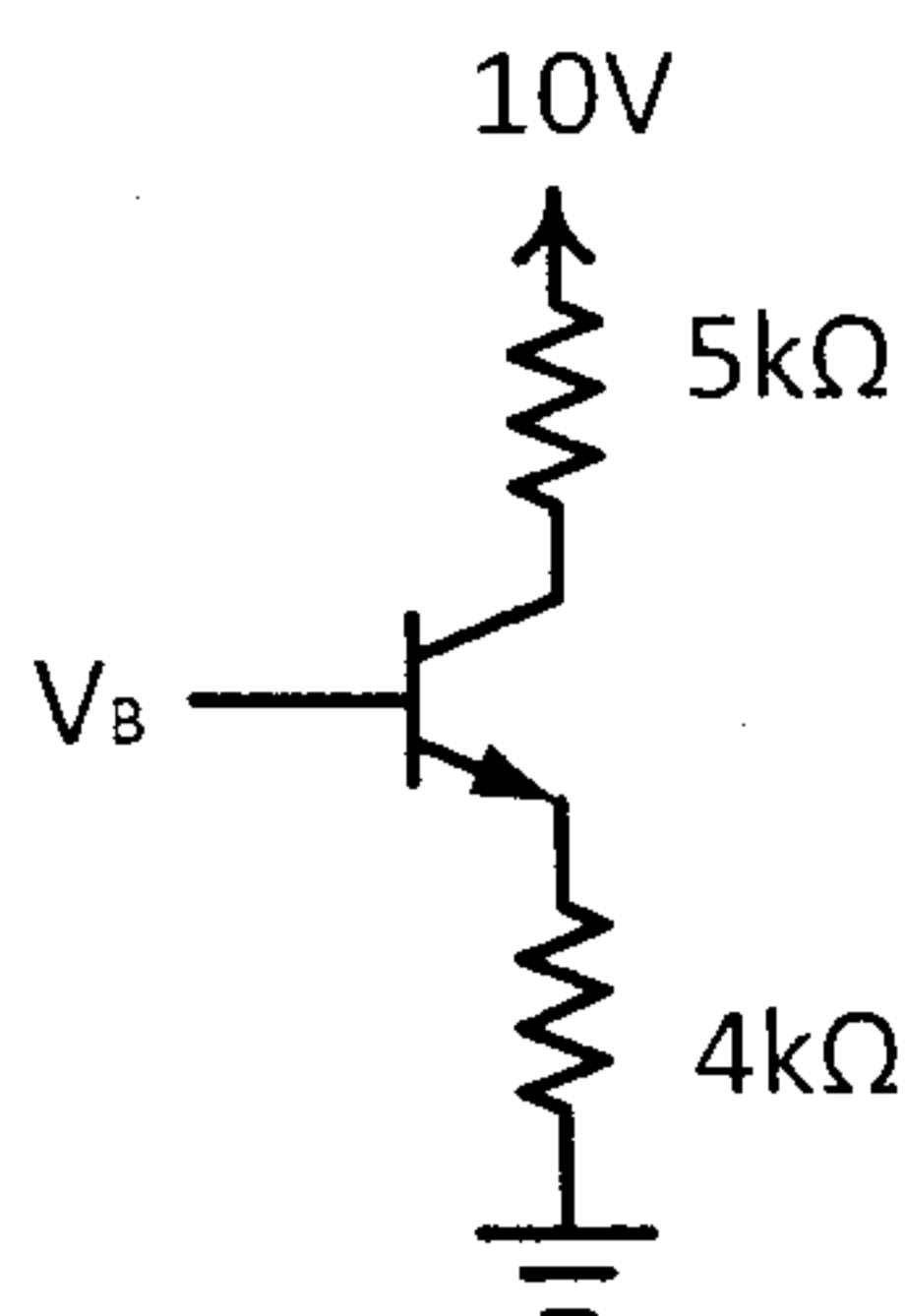
陽明大學生物醫學工程學系(醫學電子組)

8. 分析以下電路。假設電晶體  $M_1$  與  $M_2$  具有相同之閘極偏壓 (gate bias voltage)、及相同之寬長比  $\left(\frac{W}{L}\right)_1 = \left(\frac{W}{L}\right)_2$ 。令  $\mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)_1 = \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right)_2 = 2.5 \text{ mA/V}^2$ 。假設所有電晶體皆操作於飽和區且忽略通道調變效應與基底效應。試求小訊號電壓增益  $V_{out}/V_{in}$ 。(單位：V/V，請標示正負號)



參考用

9. 如下圖所示之電路，若電晶體操作在飽和區(saturation region)，且強迫的電流增益  $\beta_{forced}$  值為 5。假設導通時  $|V_{BE,on}| = 0.7 \text{ V}$ ，飽和時  $|V_{CE,sat}| = 0.2 \text{ V}$ ，求此時之基極電壓  $V$ 。(單位：V)



注意：背面有試題

科目：電子學(3001)

校系所組：中央大學電機工程學系(電子組)

交通大學電子研究所(甲組、乙A組、乙B組)

交通大學電控工程研究所

交通大學電機工程學系(甲組)

交通大學電信工程研究所(乙組)

交通大學生醫工程研究所(乙組)

清華大學電機工程學系(丙組)

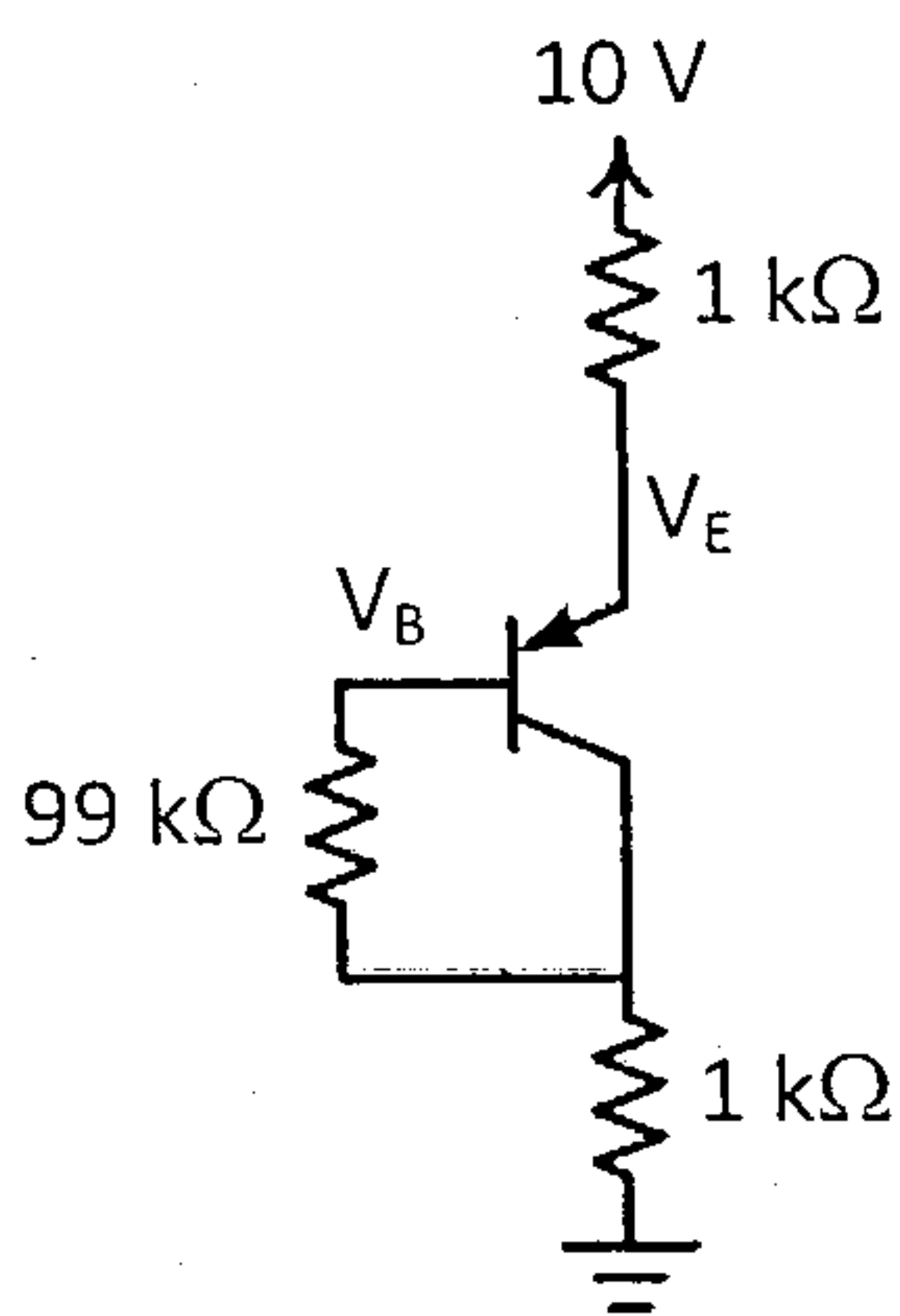
清華大學光電工程研究所

清華大學電子工程研究所

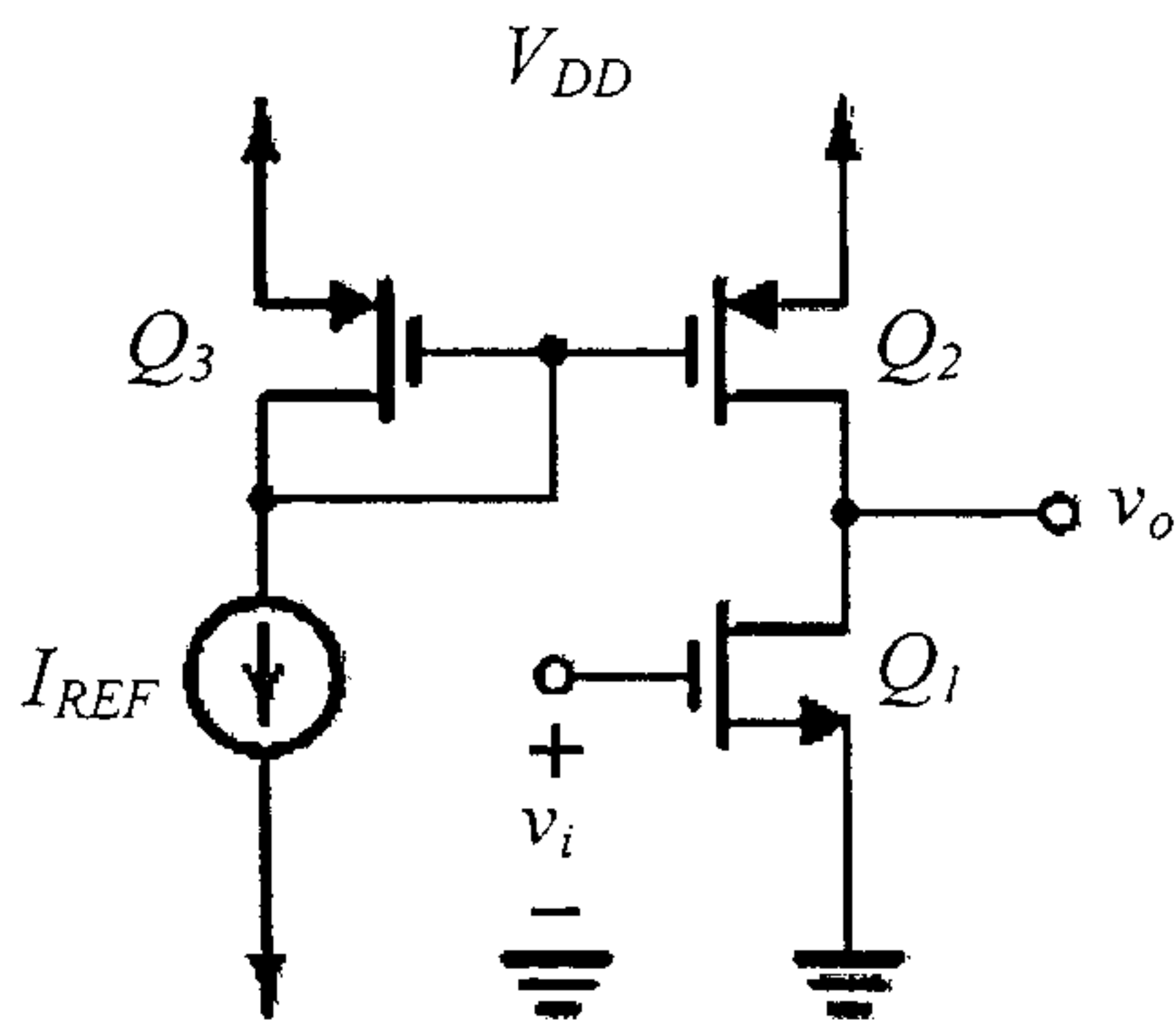
清華大學工程與系統科學系(丁組)

陽明大學生物醫學工程學系(醫學電子組)

10. 如下圖之電路，若電晶體操作在主動區(active region)， $V_B$  與  $V_E$  之觀測結果為  $V_B = 6.3V$ ， $V_E = 7V$ ，求此電晶體之電流增益值  $\beta$ 。



11. 如下圖所示的共源極放大器，以下那幾點為正確？(可複選) (A)  $Q_2$  的直流  $V_{GS}$  是由  $I_{REF}$  所決定；(B) 當  $v_i$  變化時， $Q_2$  的總電流不會跟著變化；(C) 當  $Q_1$  與  $Q_2$  都在飽和區工作時，就是此放大器具有最大增益的操作區間；(D) 此放大器的輸入電阻為無限大，而輸出電阻為 0；(E) 以上皆非。



注意：背面有試題

科目：電子學(3001)

校系所組：中央大學電機工程學系(電子組)

交通大學電子研究所(甲組、乙A組、乙B組)

交通大學電控工程研究所

交通大學電機工程學系(甲組)

交通大學電信工程研究所(乙組)

交通大學生醫工程研究所(乙組)

清華大學電機工程學系(丙組)

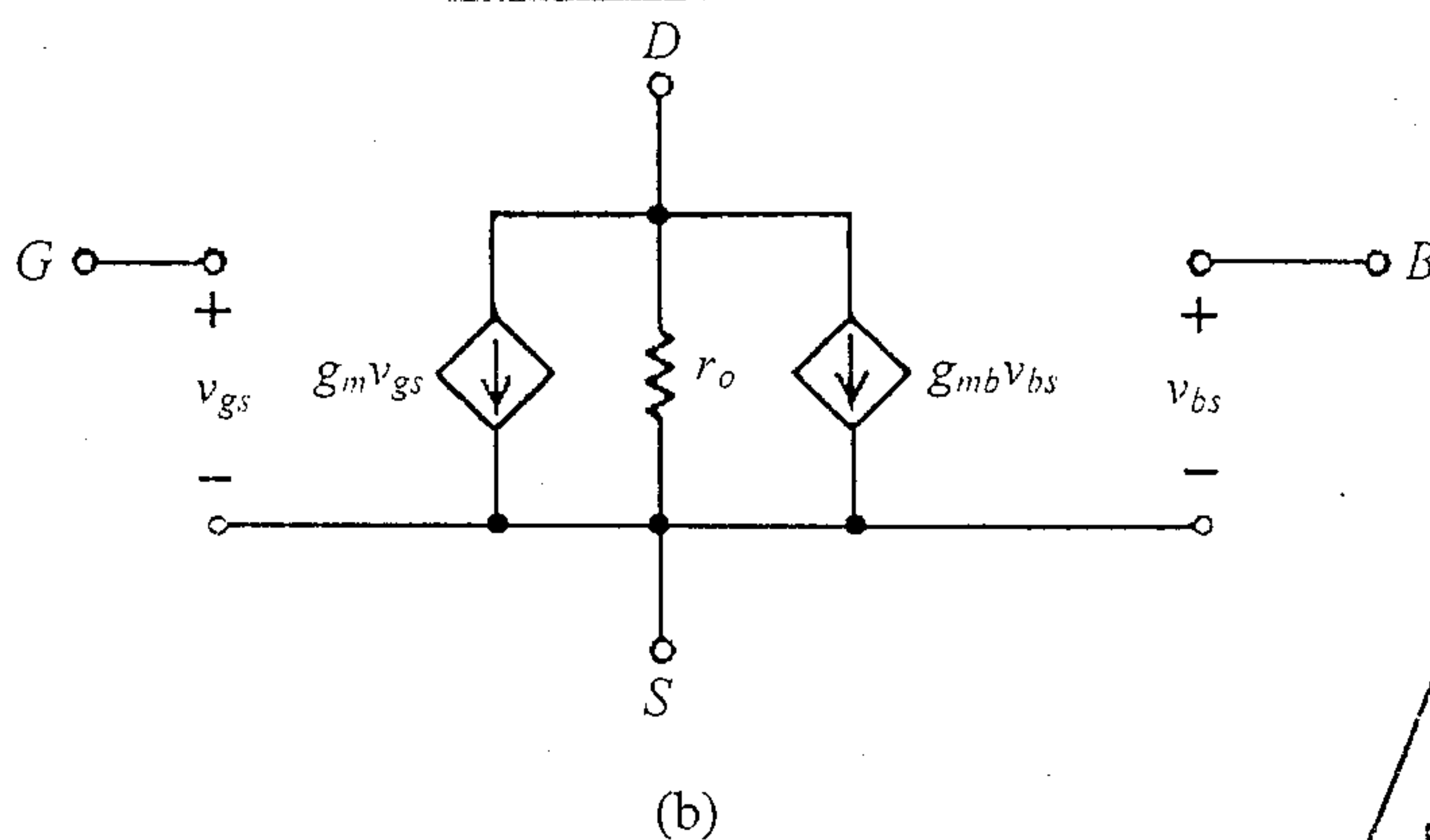
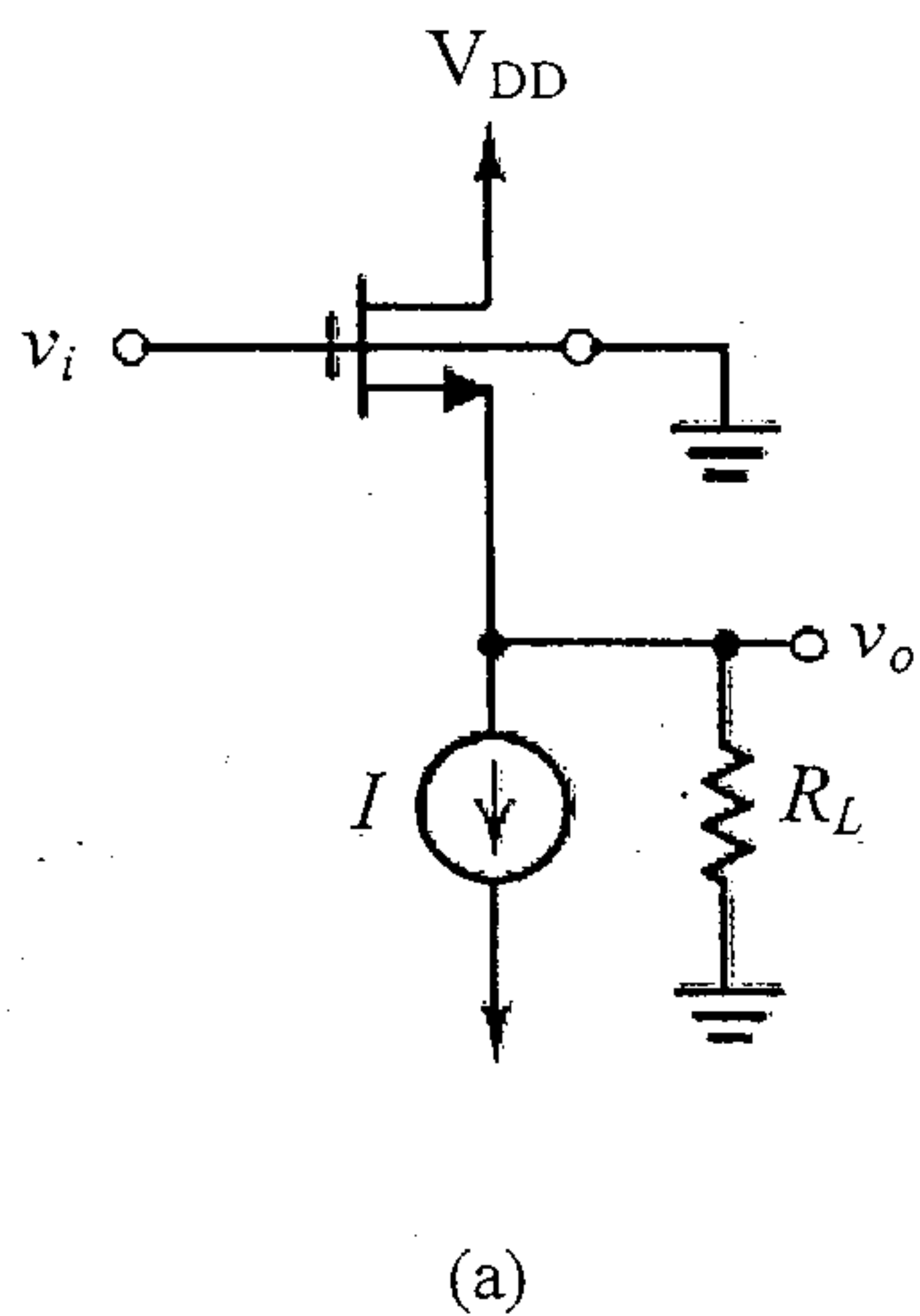
清華大學光電工程研究所

清華大學電子工程研究所

清華大學工程與系統科學系(丁組)

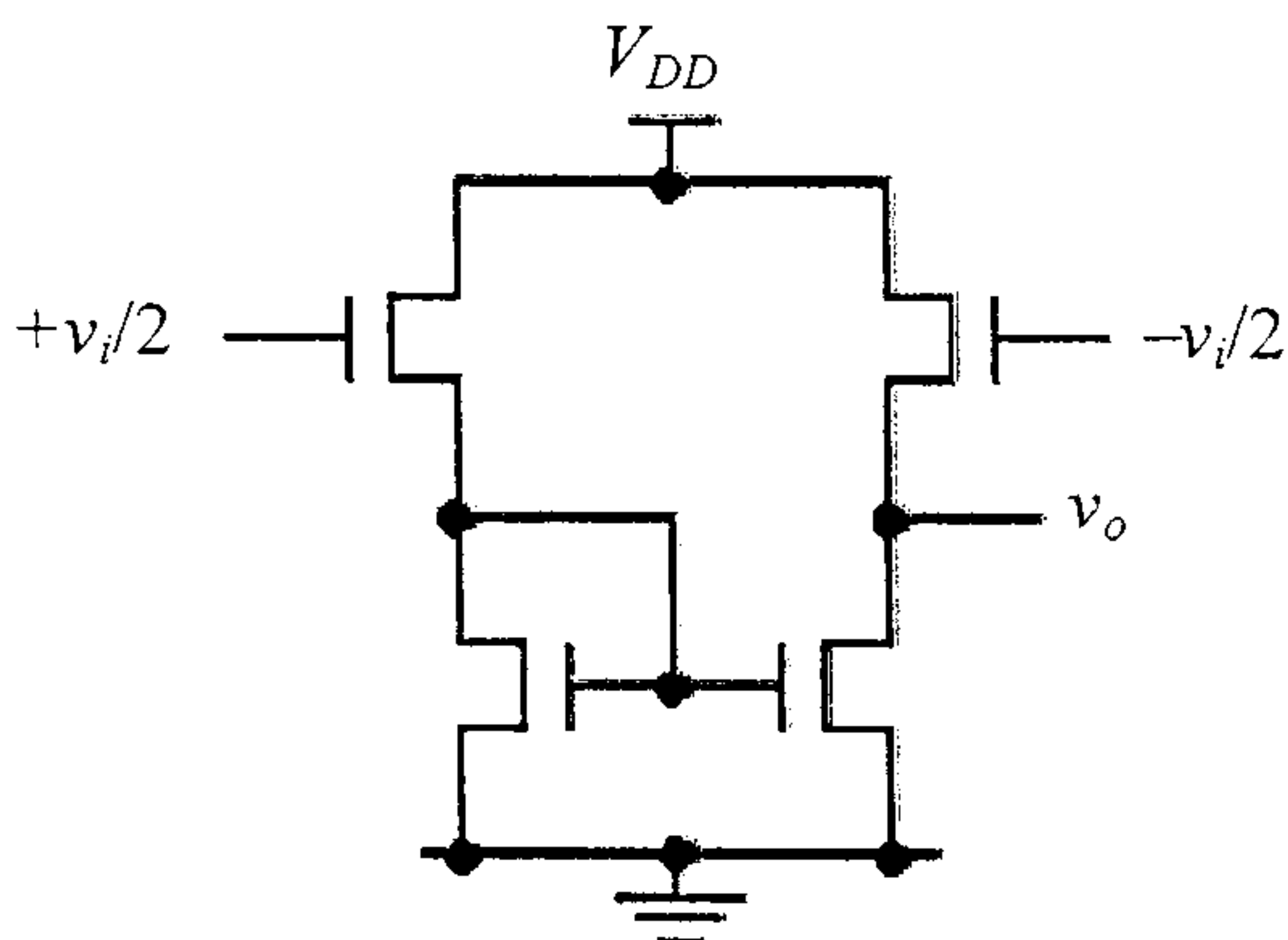
陽明大學生物醫學工程學系(醫學電子組)

12. 如下圖(a)所示的源極追隨器，MOSFET 電晶體的等效電路如下圖(b)所示，以下那幾點為正確?(可複選)(A) 輸入阻抗  $R_{in}$  與輸出的  $R_L$  有關；(B) 電壓增益絕對值大於一；(C) 當  $R_L = \infty$  時，輸出阻抗小於  $1/g_m$ ；(D) 在小信號分析時，汲極等效接至地(GND)；(E) 以上皆非。



修業用

13. 分析以下之電路，假設所有 N-MOSFETs 皆操作在飽和區且轉導值皆為  $g_m = 1\text{mA/V}$ 、電晶體之輸出阻抗皆為  $r_o = 4\text{ k}\Omega$ 。假設電路為線性操作且忽略基底效應。當小訊號輸入電壓  $v_i = 30\text{mV}$  時，試求小訊號輸出電壓  $v_o$ 。(需標示正負號)



注意：背面有試題

科目：電子學(3001)

校系所組：中央大學電機工程學系(電子組)

交通大學電子研究所(甲組、乙A組、乙B組)

交通大學電控工程研究所

交通大學電機工程學系(甲組)

交通大學電信工程研究所(乙組)

交通大學生醫工程研究所(乙組)

清華大學電機工程學系(丙組)

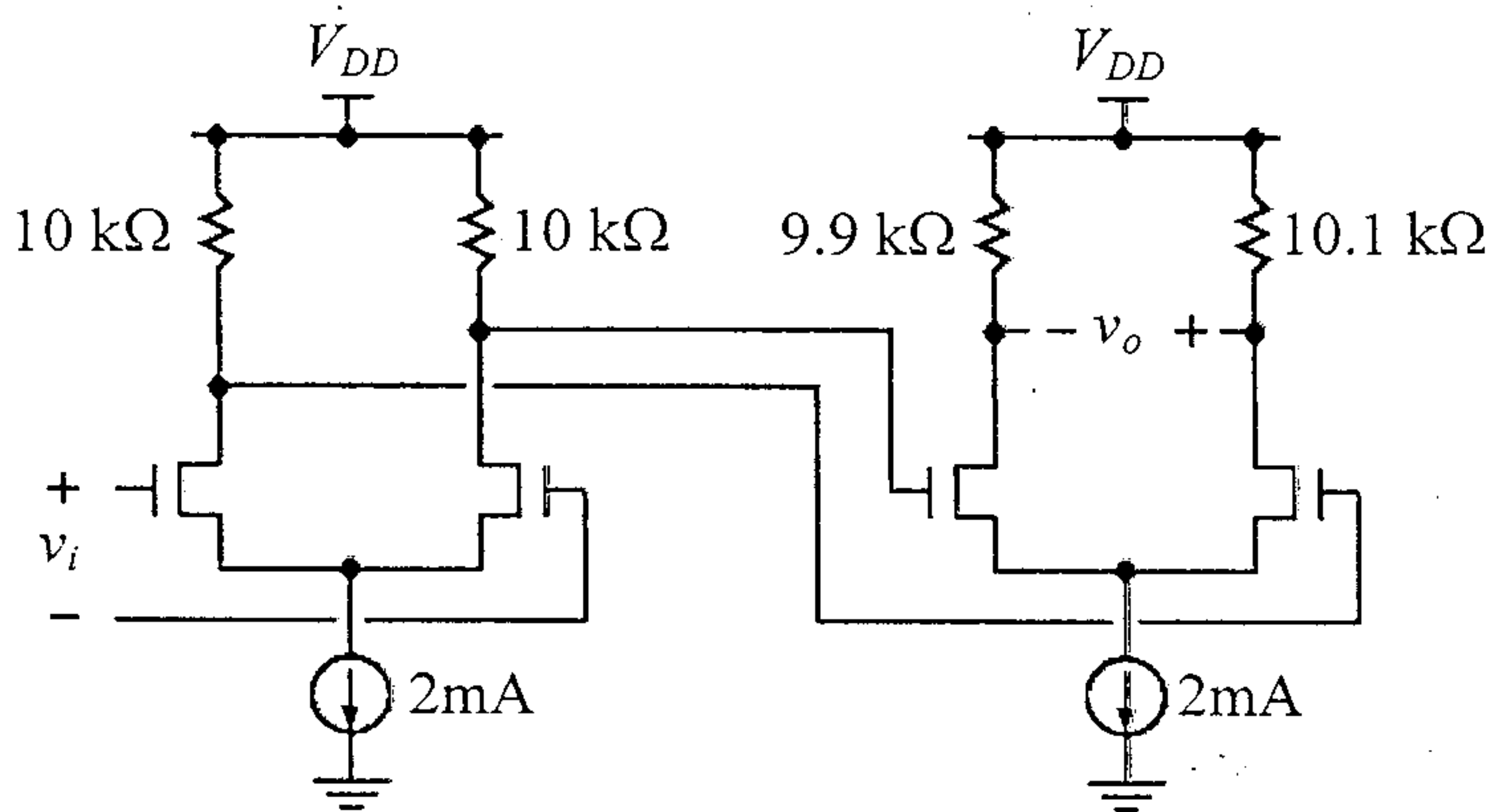
清華大學光電工程研究所

清華大學電子工程研究所

清華大學工程與系統科學系(丁組)

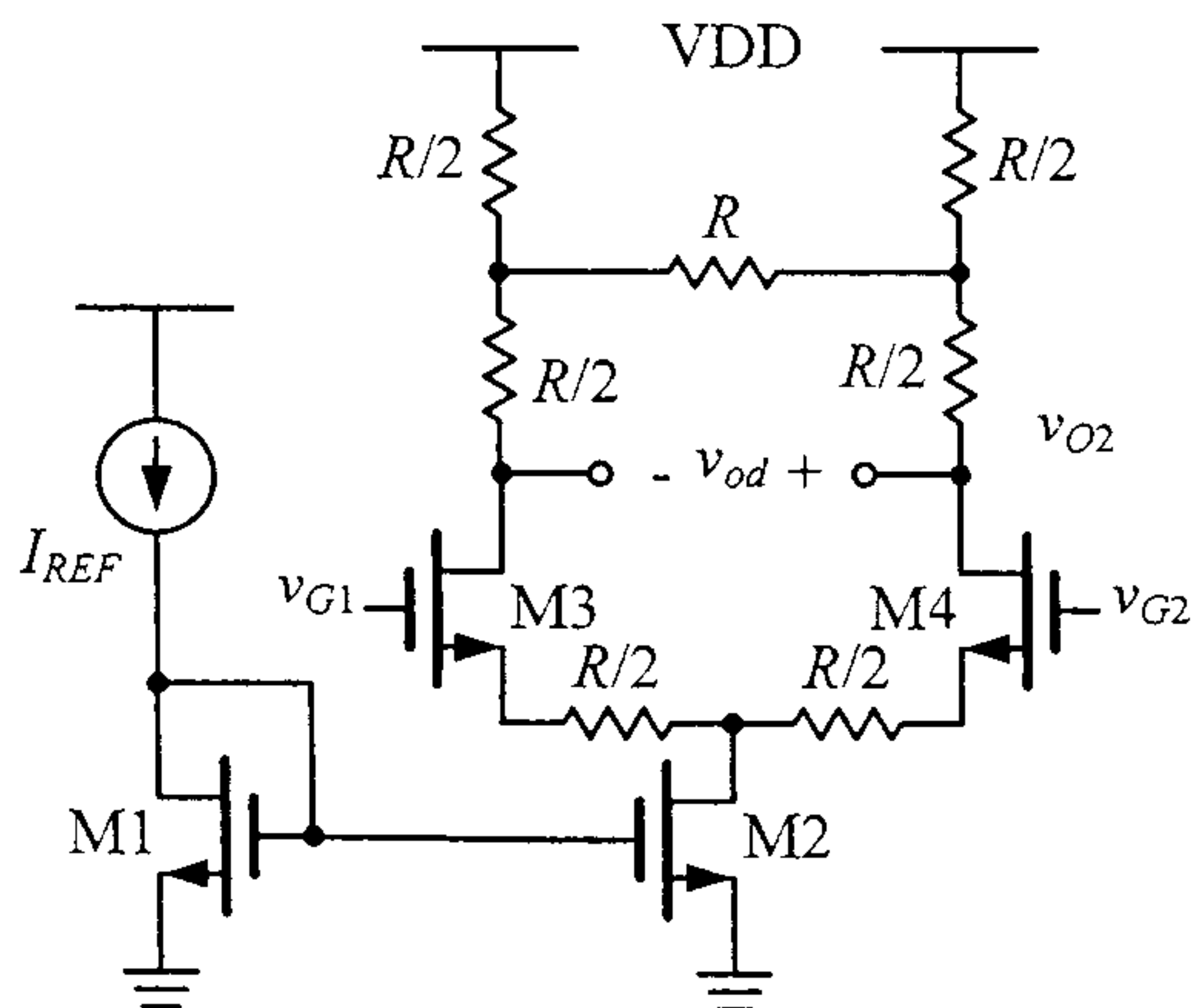
陽明大學生物醫學工程學系(醫學電子組)

14. 分析以下之電路，假設所有 MOSFETs 皆操作在飽和區且忽略基底效應，電晶體之轉導值皆為  $g_m = 1\text{mA/V}$ 、輸出阻抗皆為  $r_o = \infty$ 。試求本電路之輸入偏移電壓(input offset voltage)。(需標示正負號)



15. 下圖為一差動放大器，假設所有 MOSFETs 皆操作在飽和區且忽略基底效應，差動對(differential pair)電晶體之轉導為  $g_m$ ，電晶體之輸出電阻  $r_o = \infty$ ，請從(A)、(B)、(C)、(D)、(E)、(F) 及(G)選出那一個是此差動放大器的差動電壓增益(differential voltage gain)  $A_d \equiv v_{od}/(v_{G1} - v_{G2})$ 。

- A)  $\frac{3R}{4R + \frac{4}{g_m}}$  (B)  $\frac{3R}{2R + \frac{4}{g_m}}$  (C)  $\frac{R}{4R + \frac{4}{g_m}}$  (D)  $\frac{R}{3R + \frac{6}{g_m}}$  (E)  $\frac{5R}{3R + \frac{6}{g_m}}$  (F)  $\frac{R}{R + \frac{2}{g_m}}$  (G)  $\frac{5R}{3R + \frac{1}{g_m}}$



注意：背面有試題



科目：電子學(3001)

校系所組：中央大學電機工程學系(電子組)

交通大學電子研究所(甲組、乙A組、乙B組)

交通大學電控工程研究所

交通大學電機工程學系(甲組)

交通大學電信工程研究所(乙組)

交通大學生醫工程研究所(乙組)

清華大學電機工程學系(丙組)

清華大學光電工程研究所

清華大學電子工程研究所

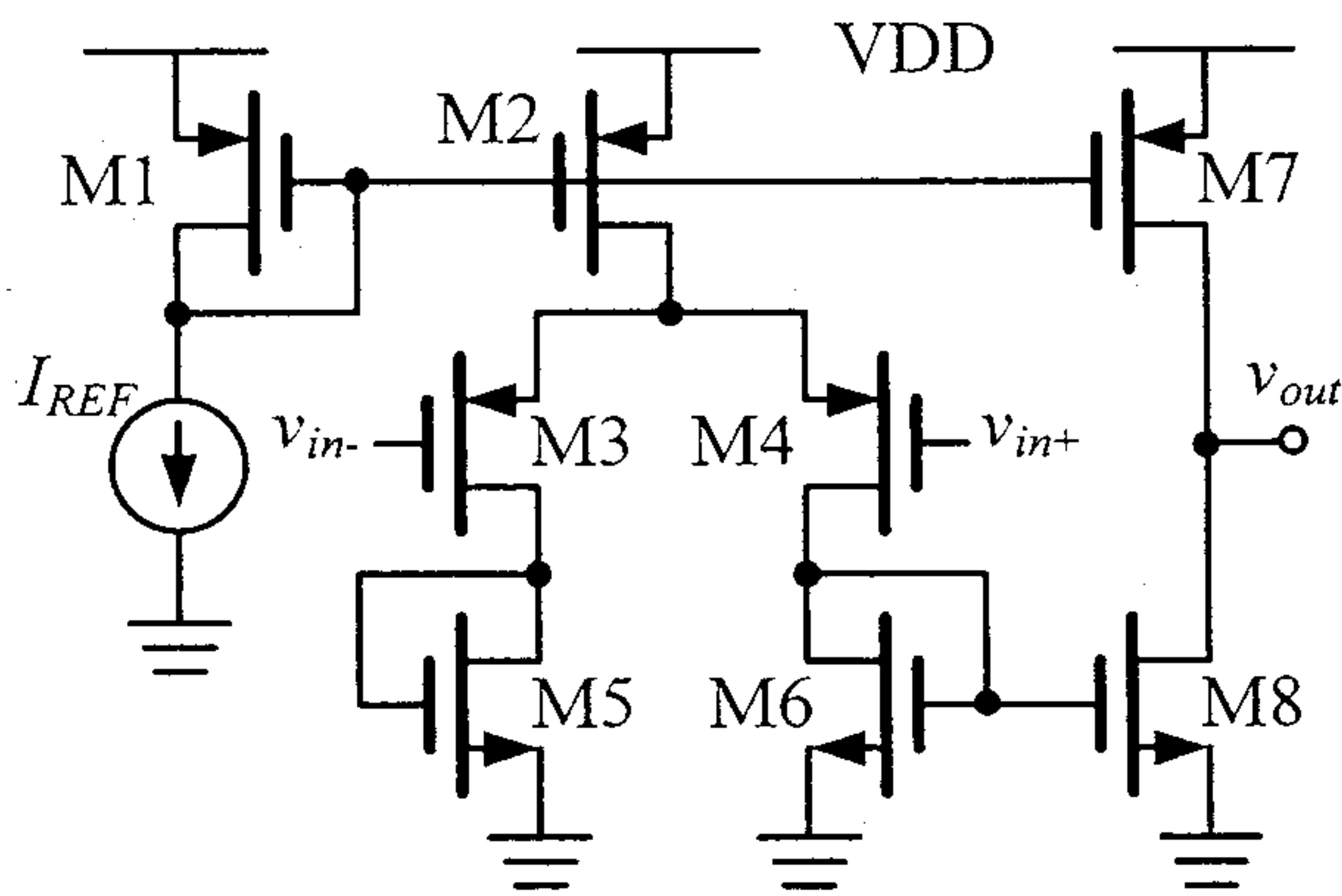
清華大學工程與系統科學系(丁組)

陽明大學生物醫學工程學系(醫學電子組)

16. 下圖為一個雙端輸入單端输出的差動放大器，假設所有 PMOS 電晶體的轉導皆為  $g_{mp}$ ，所有 NMOS 電晶體的轉導皆為  $g_{mn}$ ，所有電晶體的輸出阻抗皆為  $r_o$ ，且  $g_{mn}r_o \gg 1$ ， $g_{mp}r_o \gg 1$ 。請從(A)、(B)、(C)、(D)、(E)、(F)、(G) 及(H)選出那一個是此差動放大器的差動電壓增益(differential voltage gain)

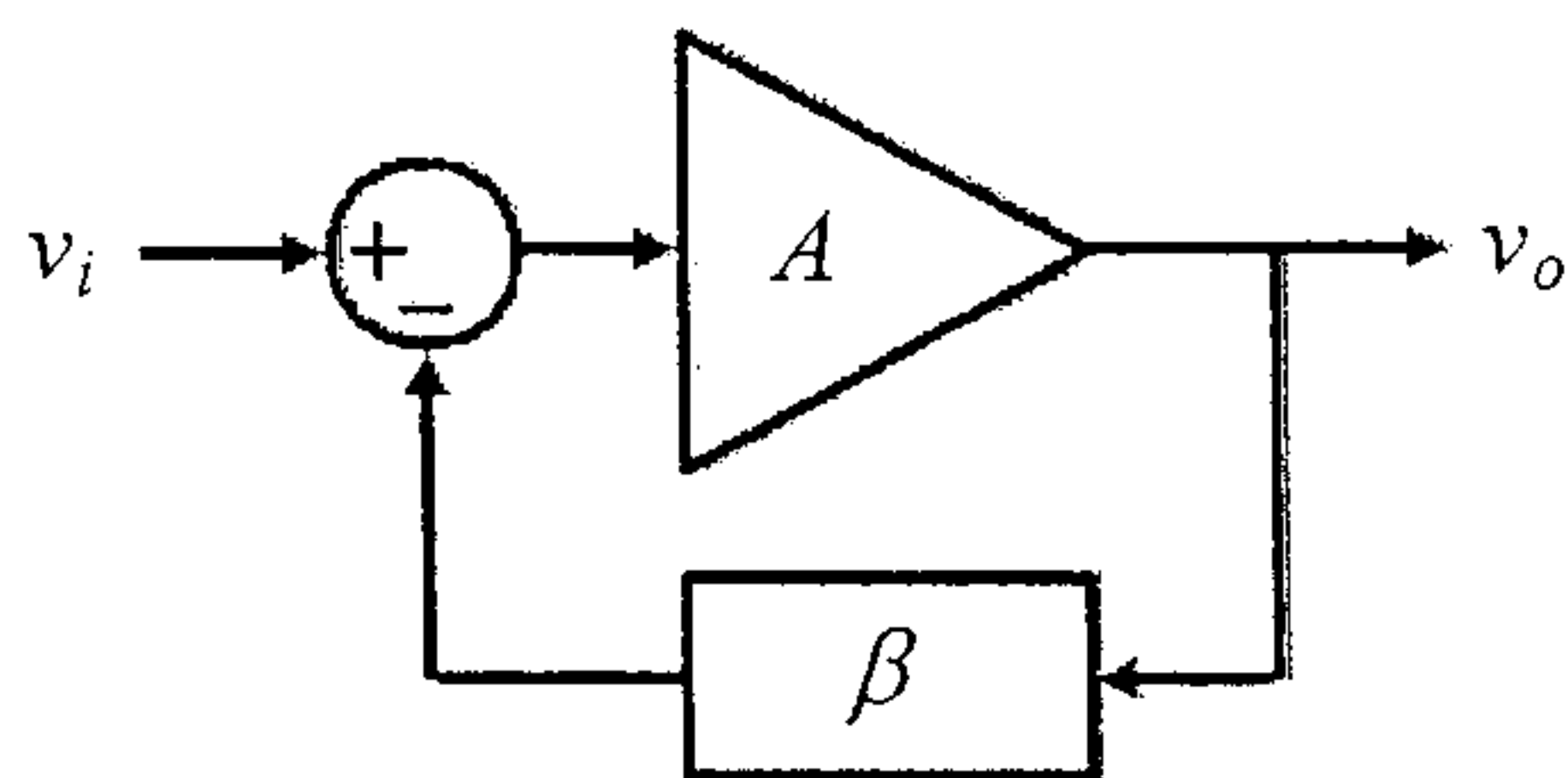
$$A_d \equiv v_{out} / (v_{in+} - v_{in-})$$

- (A)  $\frac{g_{mn}r_o}{2}$  (B)  $\frac{g_{mp}r_o}{2}$  (C)  $\frac{g_{mn}r_o}{4}$  (D)  $\frac{g_{mp}r_o}{4}$  (E)  $g_{mn}^2r_o^2$  (F)  $g_{mn}g_{mp}r_o^2$  (G)  $\frac{g_{mn}^2r_o^2}{2}$  (H)  $\frac{g_{mn}g_{mp}r_o^2}{2}$



參考用

17. 如下圖所示之穩定負回授放大器，其放大器之開迴路增益為  $A=1000$ ，回授係數為  $\beta$ ，若  $A$  降低至 100 時，其閉迴路增益  $\frac{v_o}{v_i}$  降為原來之 1/2，試求回授係數  $\beta$ 。(答案取至小數點以下第三位)



注意：背面有試題

科目：電子學(3001)

校系所組：中央大學電機工程學系(電子組)

交通大學電子研究所(甲組、乙A組、乙B組)

交通大學電控工程研究所

交通大學電機工程學系(甲組)

交通大學電信工程研究所(乙組)

交通大學生醫工程研究所(乙組)

清華大學電機工程學系(丙組)

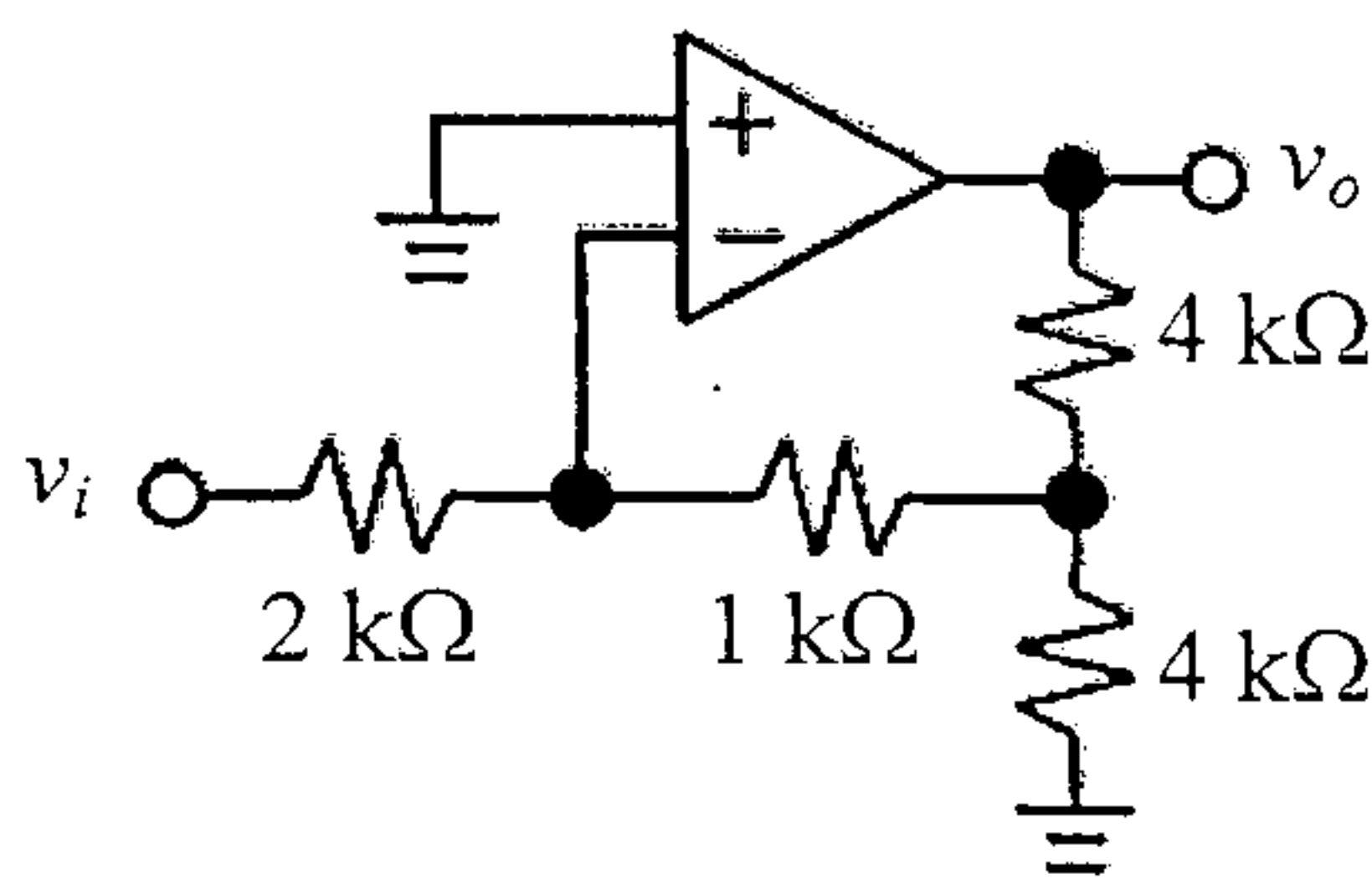
清華大學光電工程研究所

清華大學電子工程研究所

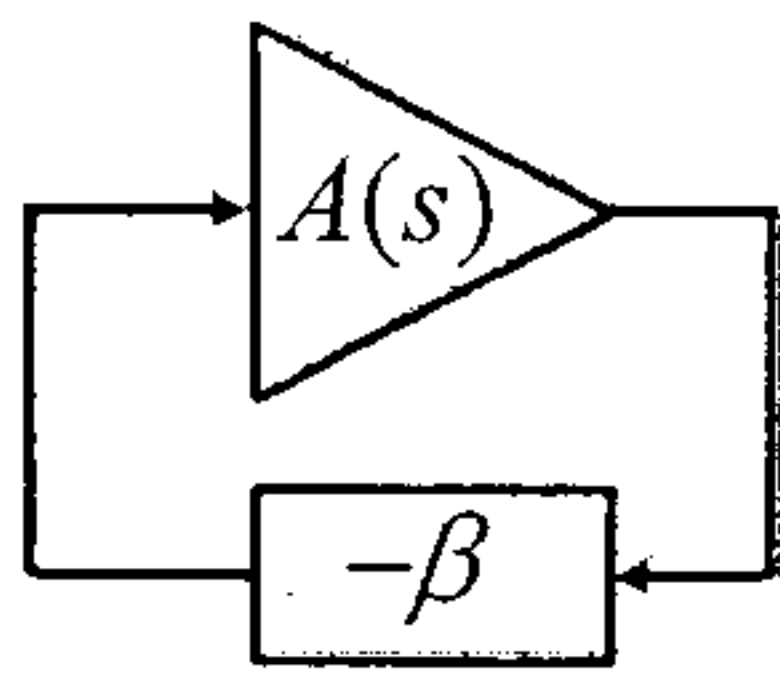
清華大學工程與系統科學系(丁組)

陽明大學生物醫學工程學系(醫學電子組)

18. 分析下圖之電路。若運算放大器之轉移函數為  $A(s) = \frac{100}{1+s/10^3}$ ，輸入電阻  $R_i = \infty$ ，輸出電阻  $R_o = 0$ ，試求電壓增益  $v_o/v_i$  之 -3dB 頻寬。(單位: rad/s)



19. 如下圖所示之負回授系統，假設其放大器之增益為  $A(s) = \frac{10^6}{s(1+s/10^4)^2}$ ，回授係數  $\beta$  為一與頻率無關之常數。已知當  $\beta \leq \beta_{crit}$  時，此回授系統可保持穩定，試求此  $\beta_{crit}$ 。(答案取至小數點以下第二位)



20. 分析以下之電路，假設所有電晶體皆操作於飽和區且忽略基底效應。假設電晶體之轉導  $g_m$  及輸出電阻  $r_o$  皆為無窮大，試求小訊號電壓增益  $v_o/v_i$ 。(答案須標示正負號)

