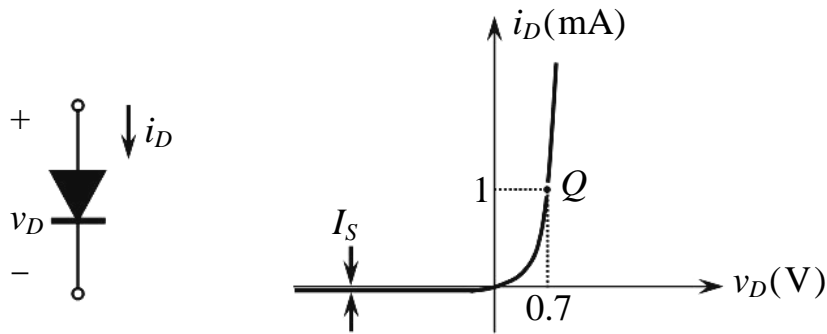


類 科：電力工程、電子工程、電信工程
科 目：電子學概要
考試時間：1 小時 30 分

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器，必要時得以最簡分數，或函數式（如 $\ln 5$ 、 $e^{1.2}$ ）表示。
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

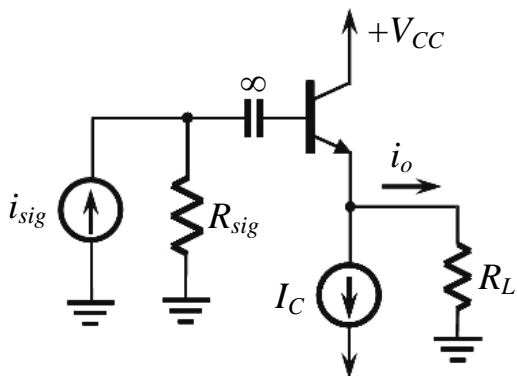
- 一、圖一(a)之二極體電流 i_D 與電壓 v_D 關係式為 $i_D = I_S(e^{v_D/V_T} - 1)$ ，如圖一(b)，其中 I_S 為飽和電流 (saturation current)， $V_T = 25 \text{ mV}$ 為熱能電壓 (thermal voltage)。
- (一)在偏壓點 $i_D = I_{DQ}$ 與 $v_D = V_{DQ}$ ，推導二極體順向偏壓時之小訊號電阻 r_d 。(7 分)
- (二)根據(一)之結果，在偏壓點 $I_{DQ} = 1 \text{ mA}$ ， $V_{DQ} = 0.7 \text{ V}$ ，計算 r_d 之值。(3 分)



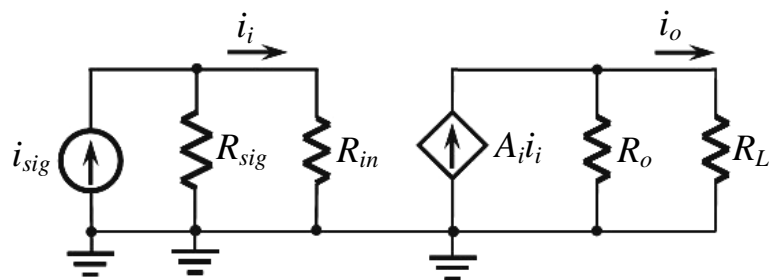
圖一(a)

圖一(b)

- 二、圖二(a)之放大器輸入端串聯電容於交流分析時可視為短路，電晶體工作於主動區，其小訊號參數有 g_m ， r_π ， $\beta = g_m r_\pi$ 以及 r_o 。放大器之交流等效電路如圖二(b)，
- (一)畫出放大器之小訊號等效電路。(4 分)
- (二)推導 $R_{in} = ?$ (4 分)
- (三)推導 $R_o = ?$ (4 分)
- (四)推導 $A_i = ?$ (8 分)



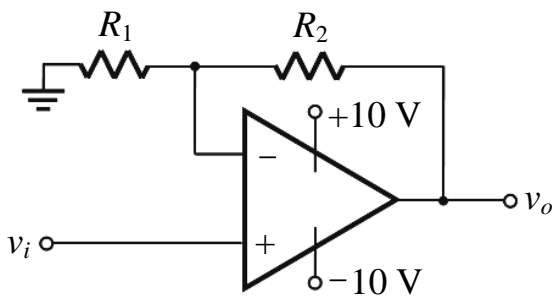
圖二(a)



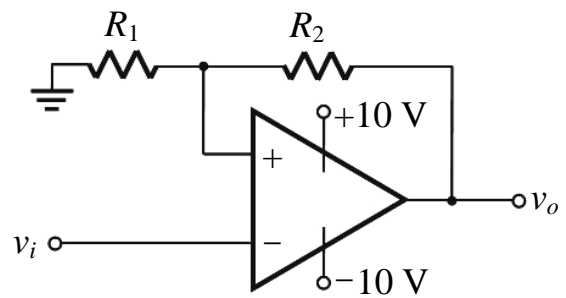
圖二(b)

三、圖三(a)與圖三(b)中運算放大器具有理想特性，其輸入與輸出電壓之上下限為 $\pm 10\text{ V}$ ， $R_1=2.5\text{ k}\Omega$ ， $R_2=10\text{ k}\Omega$ ：

- (一)說明圖三(a)電路 v_o 與 v_i 之關係及其工作原理。(3分)
- (二)在 v_i 與 v_o 於 $\pm 10\text{ V}$ 之間，繪出圖三(a)電路之 v_i (橫軸) - v_o (縱軸) 之關係曲線，並標示轉折點。(5分)
- (三)說明圖三(b)電路 v_o 與 v_i 之關係及其工作原理。(5分)
- (四)在 v_i 與 v_o 於 $\pm 10\text{ V}$ 之間，繪出圖三(b)電路之 v_i (橫軸) - v_o (縱軸) 之關係曲線，並標示轉折點。(7分)



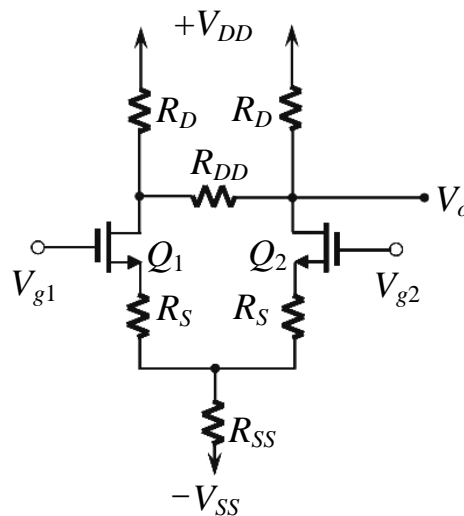
圖三(a)



圖三(b)

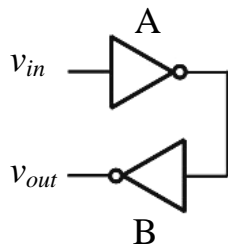
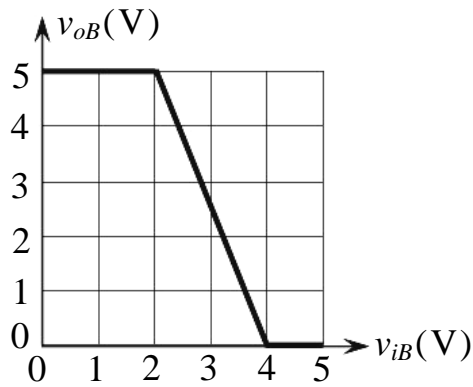
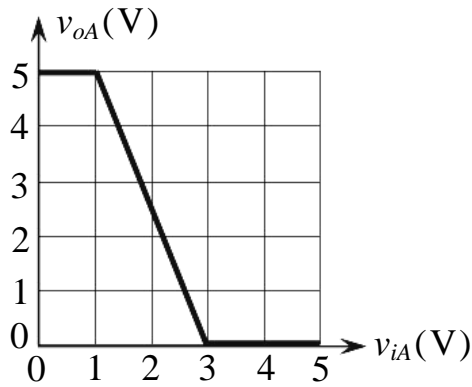
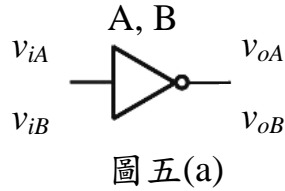
四、圖四之電晶體 Q_1 與 Q_2 完全匹配， $g_m=5\text{ mS}$ ， $r_o \rightarrow \infty$ ； $R_D=2\text{ k}\Omega$ ， $R_{DD}=16\text{ k}\Omega$ ， $R_S=0.2\text{ k}\Omega$ ， $R_{SS}=0.8\text{ k}\Omega$ 。

- (一) $V_{g1}=V_{g2}=V_{cm}$ ，畫出對應之半電路，求算小訊號電壓增益 $A_c=V_o/V_{cm}$ 。(10分)
- (二) $V_{g1}=-V_{g2}=V_{id}/2$ ，畫出對應之半電路，求算小訊號電壓增益 $A_d=V_o/V_{id}$ 。(10分)

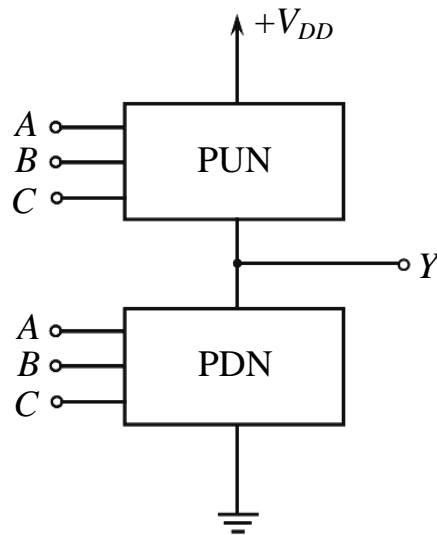


圖四

五、圖五(a)中反相器 A 與 B 之輸入電阻遠大於輸出電阻，其輸入輸出($v_{iA}-v_{oA}$, $v_{iB}-v_{oB}$)特性分別如圖五(b)與圖五(c)所示，畫出圖五(d)串接反相器之輸入輸出($v_{in}-v_{out}$)特性並加以說明。(20分)



六、圖六之 CMOS 邏輯閘含上拉網路 (pull-up network, PUN) 與下拉網路 (pull-down network, PDN)，設計 PUN 與 PDN 實現 $Y = \overline{A + BC}$ ，並解釋電路之工作原理。
(10 分)



圖六