

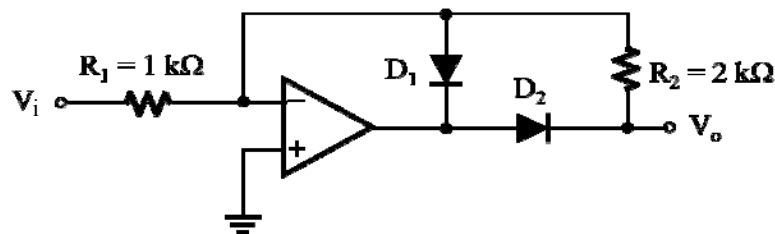
考試別：鐵路人員考試
 等別：員級考試
 類科別：電力工程、電子工程
 科目：電子學概要
 考試時間：1小時30分

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

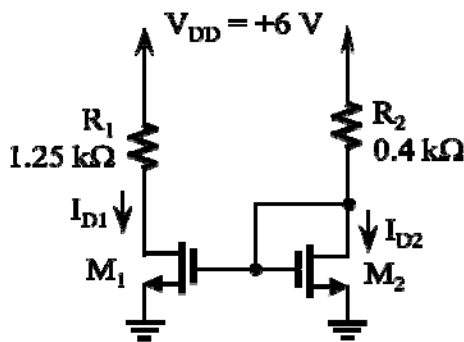
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、圖一電路使用理想運算放大器，二極體 D_1 與 D_2 採固定順向壓降模型(constant voltage drop model)，順向電壓 $V_D = 1\text{ V}$ 。畫出二極體 D_1 與 D_2 導通與否共四種狀態之等效電路，逐一分析是否適用於 $V_i < 0\text{ V}$ 與 $V_i > 0\text{ V}$ ，並說明適用電路之 V_o 與 V_i 關係。(20分)



圖一

二、圖二(a)電路電晶體製程參數 $k_n'(W/L) = 2\text{ mA/V}^2$ ，臨界電壓(threshold voltage) $V_t = 1\text{ V}$ ，汲極電流公式如圖二(b)，求算 I_{D1} 與 I_{D2} 之值。(20分)



圖二(a)

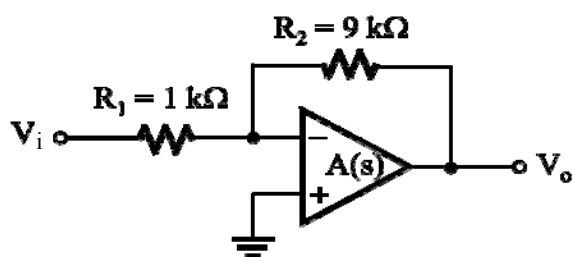
$$I_D = \begin{cases} \frac{1}{2} k_n' \left(\frac{W}{L} \right) (V_{GS} - V_t)^2 & \text{saturation region} \\ k_n' \left(\frac{W}{L} \right) \left[(V_{GS} - V_t) V_{DS} - \frac{1}{2} V_{DS}^2 \right] & \text{triode region} \end{cases}$$

圖二(b)

三、圖三(a)運算放大器開路增益 $A(s)$ 如圖三(b)， $s = j\omega$ ，其他特性均為理想。下列計算可利用之近似： $\log_{10}(2) = 0.3010$ ， $\log_{10}(3) = 0.4771$ 。

(一)推導 $A_f(s) \equiv V_o/V_i$ 之數學式，如圖三(b)之表示式。(8分)

(二)畫出 $A(s)$ 與 $A_f(s) \equiv V_o/V_i$ 之振幅波德圖(Bode plot)，並指出兩者在低頻($\omega \rightarrow 0$)之增益(以 dB 表示)，及其 3 dB 頻寬(以 Hz 表示)。(12分)



圖三(a)

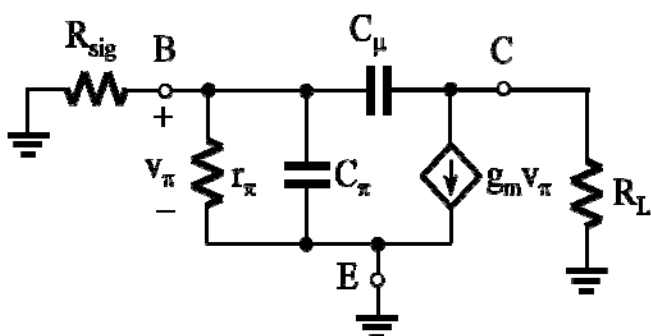
$$A(s) = \frac{90}{1 + \frac{s}{20\pi}} \text{ (V/V)}$$

圖三(b)

(請接背面)

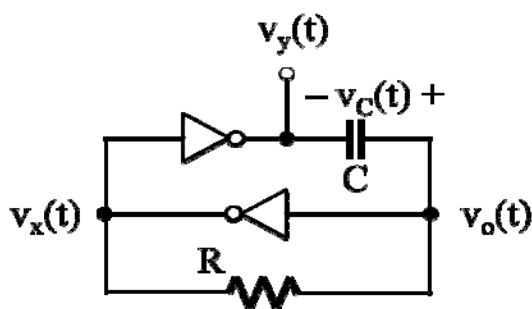
考試別：鐵路人員考試
 等別：員級考試
 類科別：電力工程、電子工程
 科目：電子學概要

四、圖四為 BJT 放大器於高頻操作時之等效電路。以開路時間常數 (open circuit time constant) 法分析，可得其高頻 3 dB 頻率點之時間常數 $\tau_H = C_\mu R_{\mu 0} + C_\pi R_{\pi 0}$ ，其中 $R_{\mu 0}$ 為 $C_\pi = 0$ 時 C_μ 所看到的電阻， $R_{\pi 0}$ 為 $C_\mu = 0$ 時 C_π 所看到的電阻，推導 $R_{\mu 0}$ 與 $R_{\pi 0}$ 之數學式。(20 分)



圖四

五、圖五電路之邏輯閘輸入電阻為 ∞ ，輸出電阻為 0，輸出與輸入之高低電位分別為 V_{DD} 與 0 V，判斷輸入為高或低電位之臨界電壓 $V_T = V_{DD}/2$ 。先假設 v_x 維持在 V_{DD} 電位，於 $t=0$ 時改變為 0 V，又於 $t=T_C$ 時改變回 V_{DD} 。在 $0 \leq t \leq T_C$ 之間，推導 $v_C(t) = v_o(t) - v_y(t)$ 之數學式，並以 $T = RC$ 為單位表示 T_C ，再畫出 $v_o(t)$ ， $v_y(t)$ ，與 $v_C(t)$ 之波形。(20 分)



圖五