

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：_____

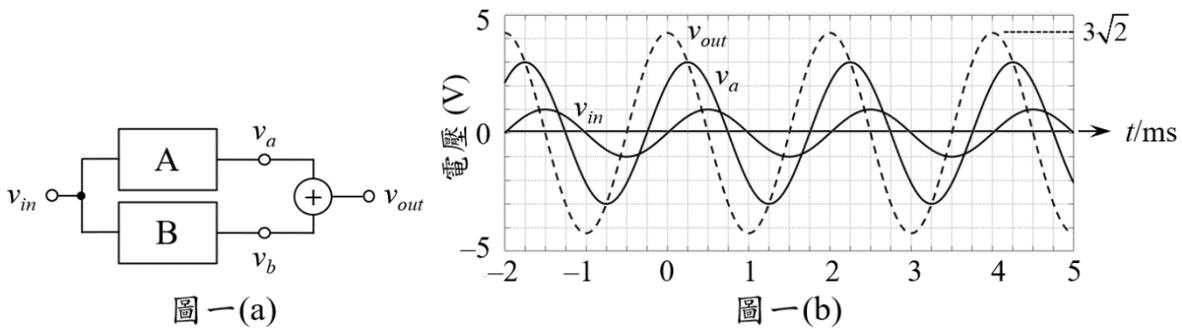
※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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。

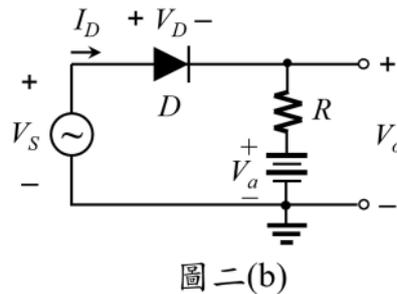
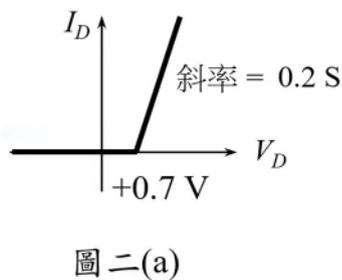
(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

註：必要時可以最簡分數或函數式如 $(\ln(3.5) - \pi/6 + \sqrt{3})$ 表示。

一、圖一(a)中放大器 A、B 與加法器均為線性電路，輸入阻抗 $=\infty$ ，輸出阻抗 $=0$ 。A 與 B 之輸入電壓弦波 v_{in} ，輸出分別為 v_a 與 v_b ，相加得振幅 $3\sqrt{2}$ 之 v_{out} 。求算 B 之放大倍率 G_B 以及 v_b 相對於 v_{in} 訊號之相位角。(20 分)

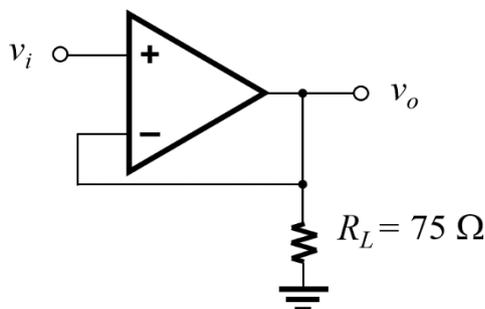


二、二極體 I - V 特性曲線如圖二(a)，求算圖二(b)電路消耗於二極體 D 與電阻 R 的時平均功率， $V_S = 5 \sin \omega t$ V， $V_a = 1.8$ V， $R = 20 \Omega$ 。(20 分)



三、矽晶的原子密度為 $5 \times 10^{22}/\text{cm}^3$ ，電子本質濃度 $n_i = 1.5 \times 10^{10}/\text{cm}^3$ ，此矽晶摻雜硼（三價元素），濃度為 $1/10^8$ 。圓柱體矽晶樣本長度 L ，截面積為 $A = 1 \text{ cm}^2$ ，兩端施加電壓 V ，則其內部電場為 $E = V/L$ 。樣本中之電洞與電子受此電場作用而獲得移動速度分別為 $v_p = \mu_p E$ 與 $v_n = -\mu_n E$ ，其中 μ_p 與 μ_n 稱為遷移率 ($\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)。純質矽晶 $\mu_p = 475$ 與 $\mu_n = 1400$ ，摻雜質之矽晶 $\mu_p = 375$ 與 $\mu_n = 1000$ 。電量為 Q 的帶電粒子在 Δt 時間移動距離 Δx ，其速度為 $v = \Delta x/\Delta t$ ，電流量 $I = Q/\Delta t$ 。單一電子帶電量 $q = 1.6 \times 10^{-19}$ 庫侖。求算此純質矽晶與摻雜硼之矽晶每單位長度電阻值，註明單位。(20 分)

四、圖三運算放大器的輸入電阻 $R_i = 100 \text{ k}\Omega$ ，輸出電阻 $R_o = 50 \text{ }\Omega$ ，低頻開路電壓增益 $A_o = 10^3 \text{ V/V}$ ，頻率響應有一個極點 $f_p = 50 \text{ Hz}$ 。畫出此運算放大器的等效電路並標出所有元件數值，再計算圖三電路的低頻電壓增益 $A_v = v_o/v_i$ 與其 3-dB 頻寬。(20 分)

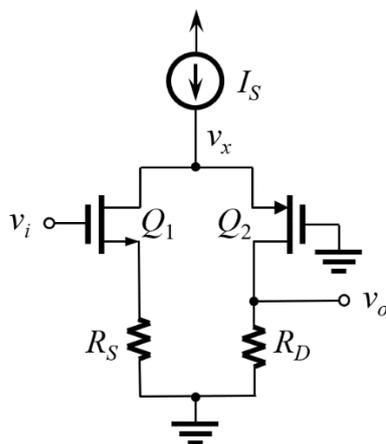


圖三

五、圖四 v_i 與 v_o 分別是放大器輸入與输出的小訊號電壓， I_S 是偏壓電流源， $R_S = R_D = 1 \text{ k}\Omega$ ； Q_1 與 Q_2 操作於飽和區， $g_{m1} = 0.8 \text{ mA/V}$ ， $g_{m2} = 0.5 \text{ mA/V}$ ， $r_{o1} = r_{o2} = 3 \text{ k}\Omega$ ， $k_n'(W/L)_1 = 2k_n'(W/L)_2 = 1 \text{ mA/V}^2$ ，忽略 body effect。(每小題 10 分，共 20 分)

(一) 當 I_S 含有雜訊電流 Δi ，求算 $R_m = v_o/\Delta i$ ，註明單位。

(二) I_S 為理想電流源，求算電壓增益 $A_{v1} = v_x/v_i$ 與 $A_{v2} = v_o/v_x$ 。



圖四