

初等考試
五等特考

2010年

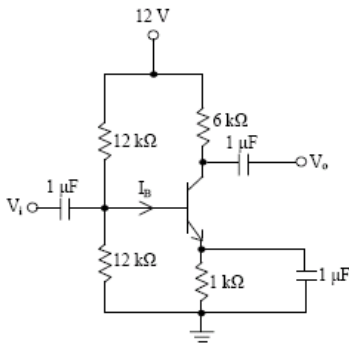
電子學大意 測驗
題庫

經典 試題解析

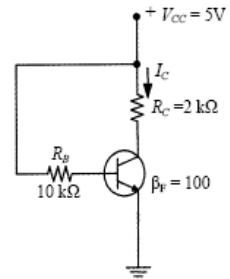
九十八年公務人員初等考試試題

科別：電子工程 科目：電子學大意

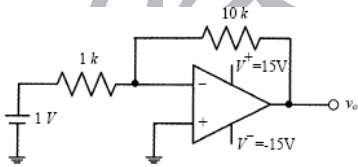
- () 假設有一電晶體放大器，其電流增益為0.98，電壓增益為60分貝，則此放大器的電路組態應為：(A) 共集極 (B) 共射極 (C) 共汲極 (D) 共基極
- () 下圖電路中，電晶體之 $\beta = 100$ ， $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ ，則此電路中靜態工作點之 I_B ，其最接近之電流值為：(A) $10 \mu\text{A}$ (B) $50 \mu\text{A}$ (C) $100 \mu\text{A}$ (D) $500 \mu\text{A}$



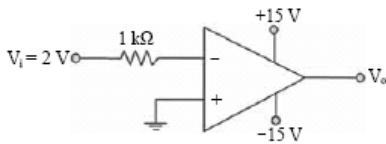
- () 雙極性接面電晶體小訊號 h 參數 h_{oe} 之單位為何？(A) 電壓增益，無單位 (B) 電流增益，無單位 (C) V/A (D) A/V
- () 關於輸出級功率轉換效率 (Power-Conversion Efficiency) 的定義何者正確？(A) 功率轉換效率 \equiv 負載功率 \div 供應功率 (B) 功率轉換效率 \equiv 供應功率 \times 負載功率 (C) 功率轉換效率 \equiv 供應功率 \div 負載功率 (D) 功率轉換效率 \equiv 負載功率 \div 供應功率
- () 填充因數 (Fill Factor) 係下列何光電元件之物理參數？(A) 光電二極體 (B) 發光二極體 (C) 雷射二極體 (D) 太陽電池
- () 典型的小功率雙極性接面電晶體 (BJT) 在飽和區時，集射極之電壓為何？(A) $0.1 \sim 0.2 \text{ V}$ (B) $0.7 \sim 0.8 \text{ V}$ (C) $1 \sim 2 \text{ V}$ (D) $3 \sim 4 \text{ V}$
- () 右列BJT電路操作於何種區域？(A) 截止區 (B) 順向作用區 (forward active region) (C) 逆向作用區 (reverse active region) (D) 飽和區
- () 在矽晶npn雙極性接面電晶體結構中，為何射極摻雜最重？(A) 降低接面電容 (B) 增加崩潰電壓 (C) 降低功率消耗 (D) 降低基極注入射極的電洞電流
- () 下列何種雙極性接面電晶體電路組態，適合於極高頻放大器路 (B) 共集極電路 (C) 共射極電路 (D) 具共射電阻之共射極電路



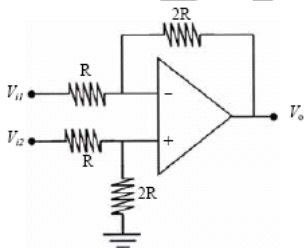
10. () 在積體電路內要將一個雙極性接面電晶體 (BJT) 接成一個二極體來使用，通常係如何達成？ (A) 將基極接集極 (B) 將基極接射極 (C) 將集極接射極 (D) 將集極開路
11. () 將雙極性接面電晶體 (BJT) 由飽和模式 (saturation mode) 切換至截止模式 (cut-off mode) 時，電晶體需要經過一段延遲時間才能截止，這是因為： (A) 多數載子 (majority carrier) 移動速度太慢 (B) 必須移去於飽和模式下儲存於基極內的少數載子 (minority carrier) (C) 需要時間移去射極及集極中的多數載子 (D) 需要時間移去射極及集極中的少數載子
12. () 如圖所示的運算放大器應用電路， $v_o(t) = ?$ (A) $-10/11 \text{ V}$ (B) $10/11 \text{ V}$ (C) -10 V (D) 10 V



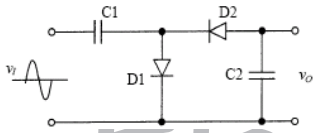
13. () 如圖所示的運算放大器應用電路，其輸出電壓， $v_o(t) = ?$ (A) $RC \frac{dvi(t)}{dt}$ (B) $-RC \frac{dvi(t)}{dt}$ (C) $\frac{1}{RC} \int vi(t) dt$ (D) $-\frac{1}{RC} \int vi(t) dt$
14. () 負回授放大器之特色何者錯誤？ (A) 使增益 (Gain) 不敏感 (Desensitize) (B) 增加非線性失真 (C) 減少雜訊效應 (D) 增加頻寬
15. () 在多級放大器之輸出級，通常為： (A) 共射 (CE) 組態 (B) 共基 (CB) 組態 (C) 共集 (CC) 組態 (D) 共源 (CS) 組態
16. () 如圖所示電路，其輸出端電壓 V_o 應為多少伏特？ (A) -2 (B) -15 (C) 15 (D) 2



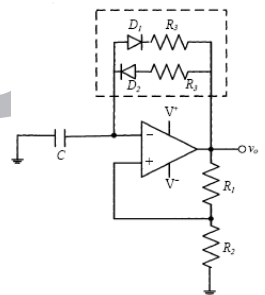
17. () 若下圖理想運算放大器電路之輸入電壓： $V_{i1} = 1\text{V}$ ， $V_{i2} = 2\text{V}$ ，則輸出電壓為： (A) 1 V (B) 2 V (C) -2 V (D) -4 V



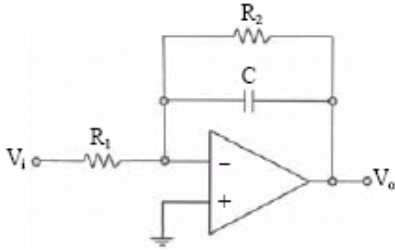
18. () 有關運算放大器的應用，下列那個電路使用正回授電路？ (A)反相放大器 (B)非反相放大器 (C)電壓隨耦器 (D)史密特觸發電路 (Schmitt trigger circuit)
19. () 圖示之電路為： (A) 整流電路 (B)倍壓電路 (C)濾波電路 (D)截波電路



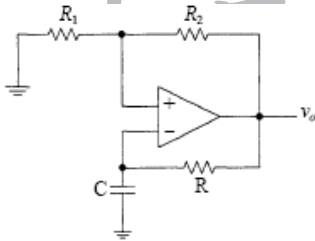
20. () 在半導體中，載子的移動率相當於下列何者？ (A)在單位電場強度下所產生的載子漂移速度 (B)載子的終端飽和速度 (C)載子的熱速度 (D)在單位濃度梯度下所產生的載子擴散速度
21. () 針對p型半導體材料之描述，下列何者正確？ (A)內部大部分是帶正電荷可以游動的雜質離子 (ions) (B)內部大部分是帶負電荷可以游動的雜質離子 (ions) (C)內部大部分是帶正電荷可以游動的載子 (carriers) (D)內部大部分是帶負電荷可以游動的載子 (carriers)
22. () 矽晶接面二極體的等效電路模型中的擴散電容 (Diffusion capacitance)，由下列那一項物理現象所形成？ (A)接面空乏區 (B)金屬和半導體所形成的歐姆接觸 (C)接面的崩潰效應 (D)二極體順偏時的注入電荷
23. () 二極體在逆向偏壓時可當做電容器，當逆向偏壓變大，則： (A)電容量不變 (B)電容量變小 (C)電容量變大 (D)電容量先小後大
24. () 以數位電路之應用而言，相較於雙極性接面電晶體 (BJT)，有關金氧半場效電晶體 (MOSFET) 之特性，下列何者正確？ (A)MOSFET具有較低之功率消耗，並需要較少的晶片面積 (B)MOSFET具有較高之功率消耗，並需要較少的晶片面積 (C)MOSFET具有較低之功率消耗，並需要較大的晶片面積 (D)MOSFET具有較高之功率消耗，並需要較大的晶片面積
25. () 對一個增強型的NMOSFET，當其工作在夾止飽和區時，電流為 $i_D = K (V_{GS} - V_t)^2 (1 + \lambda V_{DS})$ ，請問下列敘述何者錯誤？ (A) $V_t > 0$ (B) $V_{GS} > V_t$ (C) λ 描述通道調變效應 (D) K 和 $\frac{L}{W}$ 成正比
26. () 如右圖所示的振盪器電路，其中虛線所標示之電路的主要功能為何？ (A)改變輸出信號電壓的振幅 (B)改變輸出信號的相位 (C)改變輸出信號的責任週期 (duty cycle) (D)改變輸出信號的電流
27. () MOSFET在動作時，主要的電流機制為何？ (A) 靠單一載子的漂移 (B)靠單一載子的擴散 (C)靠電子與電洞兩種載子的漂移 (D)靠電子與電洞兩種載子的擴散



28. () 史密特觸發器 (Schmitt Trigger) 的輸入和輸出之間存在何種效應？(A)基體效應 (Body Effect) (B)磁滯效應 (Hysteresis Effect) (C)米勒效應 (Miller Effect) (D)爾利效應 (Early Effect)
29. () 如圖所示之電路為何種濾波器？(A)低通 (B)高通 (C)帶通 (D)帶拒 (帶止)



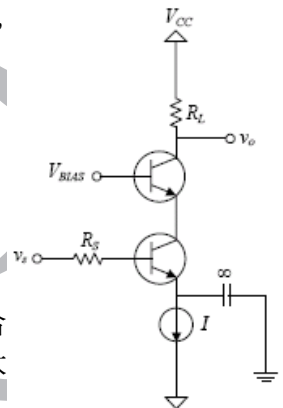
30. () 如圖所示為何種電路？(A)無穩態電路 (B)單穩態電路 (C)雙穩態電路 (D)帶通濾波器



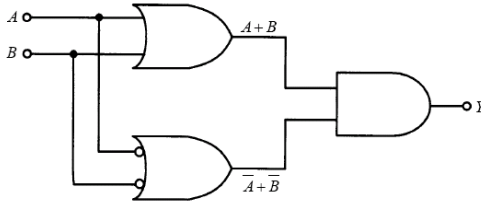
31. () 有關放大器的頻率響應曲線，在半功率點頻率處的電壓增益是其最大電壓增益的百分之幾？(A)70.7 (B)63.2 (C)50 (D)36.8
32. () 如右圖BJT疊接 (Cascode) 放大器，若電晶體參數均相同，則下列何者不是其高頻響應的極點頻率？

- (A) $\frac{1}{C_{\mu}R_L}$ (B) $\frac{1}{C_{\pi}r_e}$ (C) $\frac{1}{(C_{\pi} + 2C_{\mu})(r_{\pi} // R_S)}$
- (D) $\frac{1}{C_{\pi} + C_{\mu}(1 + g_m R_L)(r_{\pi} // R_S)}$

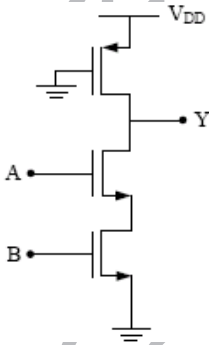
33. () 下圖為那一種放大器的頻率響應 (Frequency Response)？(A)直接耦合 (Direct-Coupled) 放大器 (B)電容耦合 (Capacitively Coupled) 放大器 (C)高通 (Highpass) 放大器 (D)低通 (Lowpass) 放大器



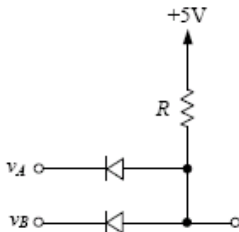
34. () 下列有關米勒效應 (Miller Effect) 之敘述，何者正確？(A)輸入端等效電容正比於 $(1 - \text{兩端電壓增益})$ (B)輸入端等效電容反比於偏壓電流 (C)輸出端等效電容反比於兩端電壓增益 (D)輸出端等效電容正比於偏壓電流
35. () 一般的J-K正反器 (flip-flop) 若輸入端為 $J_n = 1$ $K_n = 1$ ，則下一狀態的輸出端 Q_{n+1} 為何？(A) Q_n (B)1 (C)0 (D) $\overline{Q_n}$
36. () 某一邏輯閘輸入端為 $A \cdot B$ ；輸出端為 Y ，如圖所示。則此邏輯閘為：(A) 及閘 (AND gate) (B) 或閘 (OR gate) (C) 反閘 (NOT gate) (D) 互斥或閘 (exclusive OR gate)



37. () 下列依右圖電路之敘述，何者正確？(A)Y之最大輸出電壓為 V_{DD} (B)Y之最小輸出電壓為 $0V$ (C) $Y = A+B$ (D) $Y = AB$



38. () 下圖所示之電路，可做為邏輯電路中之那一種電路？(A) 或閘 (OR gate) (B) 及閘 (AND gate) (C) 非或閘 (NOR gate) (D) 非及閘 (NAND gate)



39. () 一個有三個輸入端的CMOS NAND邏輯閘，需要多少電晶體？(A) 3 (B)4 (C)6 (D)8

| | | | | | |
|----|-------------------|-------------|------------|------------|----|
| 科目 | 電子學大意 (試題代號：1511) | | | 題數 | 40 |
| 題序 | 01 - 10 | 11 - 20 | 21 - 30 | 31 - 40 | |
| 答案 | DBDDDADDAA | BCBBCBBDDBA | CDBADCABAA | ADBADDABCB | |
| 備註 | 無更正紀錄。 | | | | |

解析

1. (D)

共基極組態其電流增益 $A_i \approx 1$ ，電壓增益 $A_v \gg 1$ ，由題目所給數據可知，此放大器的電路組態應為共基極，答案選(D)。

2. (B)

做直流分析時，其電容開路， $V_{BE} = 0.7V$ ，因為基極電流 I_B 和基極節點分支電流相比之下小很多，故在計算基極直流偏壓可忽略基極電流 I_B 。

$$\begin{aligned} \text{由分壓定理可知} \rightarrow V_B &= 12 \times \frac{12K}{12K + 12K} = 6V, \text{ 則} \\ V_E &= V_B - 0.7V = 5.3V \Rightarrow I_E = \frac{V_E}{1K} = 5.3mA \\ \Rightarrow I_B &= \frac{I_E}{\beta + 1} \approx \frac{I_E}{\beta} = \frac{5.3mA}{100} = 53\mu A \end{aligned}$$

答案選最接近的(B)。

3. (D)

BJT 小訊號 h 參數中， $h_{oe} \equiv g_m$ ，故其單位為 \rightarrow 電流/電壓 $\Rightarrow A/V$ 。

4. (D)

輸出功率轉換效率其意義為 \rightarrow 提供一輸出級供應功率，此輸出級將其轉換為多少負載功率，故其定義應為 \rightarrow 負載功率/供應功率，代表負載功率佔總供應功率的比例。

5. (D)

太陽電池在照光的狀況下，其電流-電壓曲線其中有一點代表最大輸出功率所對應的電壓 (V_m)、電流 (I_m)，則可定義其最大輸出功率為 $\rightarrow P_m = V_m I_m$ 。

定義最大輸出功率和 V_{oc} (開路電壓)、 I_{sc} (短路電流) 的乘積比，為填充因子 (FF) \rightarrow

$$FF = \frac{V_m I_m}{V_{oc} I_{sc}}。$$

故一顆好的太陽能電池，不僅要有高的開路電壓、短路電流之外，還要有盡量能接近 1 的填充因子(代表能量的轉換很有效率)，答案選(D)。

6. (A)

當 BJT 操作在飽合區時(假設為 NPN)，其射基極順偏($V_{BE} \approx 0.7$)，而集基極也接近順偏($V_{BC} \approx 0.5 \sim 0.6V$)，故集射極電壓約為 $\rightarrow V_{CE} = V_{BE} - V_{BC} \approx 0.1 \sim 0.2V$ 。

7. (D)

假設電晶體操作在主動區($V_{BE} = 0.7V$)，則基極電壓為 $\rightarrow V_B = 0.7V$ ，

$$\text{則基極電流為} \rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_B}{10k} = \frac{5 - 0.7}{10k} = 0.43mA \Rightarrow I_C = \beta I_B = 100 \times 0.43mA = 43mA, \\ \Rightarrow V_C = V_{CC} - I_C R_C = 5 - 43m \times 2k = -81V$$

很顯然 BJT 不是操作在主動區。現假設電晶體操作在飽和區，則 $V_{CE} = 0.3V$ 。

$$\text{則集極電壓為} \rightarrow V_C = 0.3V, \text{則 } I_C = \frac{V_{CC} - V_C}{2k} = \frac{5 - 0.3}{2k} = 2.35mA,$$

$$\text{則 } \beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2.35m}{0.43m} \approx 5.46 < \beta_F = 100, \text{電晶體操作在飽和區的假設正確。}$$

8. (D)

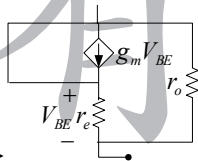
在 BJT 電晶體導通電流的過程中，需要由射極端提供多數載子，經偏壓擴散後到達集極端而導通電流，其間在基極端會產生復合作用(因為其半導體摻雜型態和射、集極不同)，故會吃掉射極所提供的部份多數載子；若射極端摻雜較重，代表射極會提供更多的多數載子來當傳導電流，則可使基極注入射極之載子(電子電洞)可有效地減少，

9. (A)

在共基極組態中，由小信號等效模型可知，在信號的輸入端(射極)和信號的輸出端(集極)兩點之間，並沒有直接相接的電容，故共基極組態不會發生米勒效應，具有良好的高頻響應，適合當作極高頻放大器來使用。

10. (A)

由於集極和基極相接 $V_{BC} = 0V$ ，BJT 操作在主動作用區， $V_{BE} = 0.7V$ 。



其等效電路為 \rightarrow

15. (C)

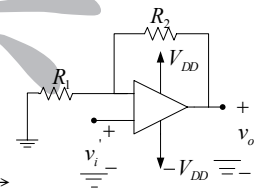
在多級放大器裡，為了盡量降低負載效應的影響，其輸出級必須具有高輸入阻抗、低輸出阻抗的性質且電壓增益不能太低。而共集極正好滿足這些條件，故常用共集極組態放大器當故多級放大器的輸出級。

16. (B)

因為理想 OP 的輸入阻抗為無限大，故不能有電流從 OP 的輸入端流進去(由 $V = IR$ 可知，若有電流，會產生一無限大的電壓，使得 OP 燒壞)，則沒有電流流經電阻 $1k\Omega$ ，故電阻 $1k\Omega$ 上沒有跨壓 $\rightarrow V_+ = 2V$ ，由 $V_o = A(V_+ - V_-) = A(0 - 2) = -2A$ ，A 為 OP 的開迴路增益，理想上為無限大。但輸出電壓不可能為無限大(這樣 OP 就燒壞了)，故當形成此狀況時，OP 內部的保護電路會使得 OP 操作在飽和的狀態下，因為 $V_+ - V_- = -2$ (為負值)，故輸出電壓為負飽和電壓，即 $V_o = -15V$

17. (B)

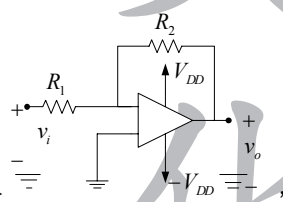
此電路為一線性電路，故可使用重疊原理，即一次只開一個輸入訊號(其它關掉)，得出其輸出電壓，最後再將其全部加起來。



(i) 關掉 $V_2, V_2 = 0V$ 則 V_1 接地，電路可簡化成非反相放大器 \rightarrow

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{2}{1} = 3, \text{ 且 } \frac{V'_i}{V_2} = \frac{2R}{R+2R} = \frac{2}{3}, \text{ 故 } A_v = \frac{V_{o2}}{V_2} = \frac{V_o}{V'_i} \times \frac{V'_i}{V_2}$$

$$\Rightarrow V_{o2} = 3 \times \left(\frac{2}{3}\right) V_2 = 2V_2 = 4V$$

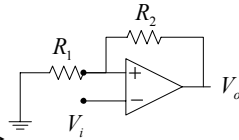


(ii) 關掉 $V_1, V_1 = 0V$ ，則電路可簡化成 \rightarrow

$$A_v = \frac{V_{o1}}{V_1} = -\frac{R_2}{R_1} = -2 \Rightarrow V_{o1} = -2V_1 = -2V$$

由(i)(ii)可知 $\rightarrow V_o = V_{o1} + V_{o2} = -2V + 4V = 2V$

18. (D)



史密特觸發電路圖示為→

假設 OP 有正負輸出飽和電壓 L_+ , L_-

此電路為史密特觸發電路。假設一開始 $V_+ > V_-$ ，則輸出電壓 $V_o = L_-$, $V_+ = \beta L_+$ ，其中 L_+ 為 OP 的正飽和電壓 10V， $\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ ，當輸入電壓 $V_i = V_-$ 越來越大時，一瞬間 $V_+ = \beta L_+ < V_- = V_i$ 時，輸出電壓 $V_o = A_v(V_+ - V_-) = L_-$ 馬上就飽和成 OP 的負飽和電壓 L_- ，由以上討論知電路有兩個穩態，即正負輸出飽和電壓 L_+ , L_- ，為雙穩態電路，輸出波形為方波，方波之上下限即為 OP 的正負輸出飽和電壓 L_+ , L_- 。

史密特觸發電路是利用電路的正回授原理使電路產生振盪，答案選(D)。

19. (B)

此電路由兩段電路串接在一起；一個是由 C_1 、 D_1 所組成的箝位電路，第二個是由 D_2 、 C_2 所組成的峰值整流器。

注意當正向峰值被鎖定在 0V 時，負向峰值將達到 $-2V_p$ ，其中 V_p 是輸入電壓的最大振幅，故輸出電壓在穩態時約為 $2V_p$ 。故此電路又被稱為倍壓器。答案選(B)。

20. (A)

在半導體中，其電場強度、漂移速度和載子的移動率關係為 $v_d = \mu E \Rightarrow \mu = \frac{v_d}{E}$ ，則可以解釋為→單位電場強度下所產生的載子漂移速度。

21. (C)

由內部可遊動之電洞(正電荷)當載子而形成之半導體，稱之為 P 型半導體。

22. (D)

當二極體順向偏壓時，在穩態時會有一定量的多出少數載子儲存在空乏區外(在 N 型半導體中為電洞；P 型半導體中為電子)，當二極體端電壓改變時，這兩個儲存電荷又會變化到新的穩態值，這種電荷儲存現象形成另一種電容效應(有別於介面電容；由空乏區內電荷所形成的電容效應)，此種電容效應所對應的等效電容值為擴散電容，答案選(D)

23. (B)

二極體其接面電容值和逆向偏壓的關係為 $\rightarrow C_j = \frac{C_{j0}}{\sqrt{1 + \frac{V_R}{V_0}}}$ ，其中 C_{j0}, V_0 為常數， V_R 為二極體的逆向偏壓。當二極體的逆向偏壓變大時，由公式可知，二極體的電容值會變小。

24. (A)

在數位電路上，比起 BJT；MOSFET 因為其結構的對稱性，以及其傳導電流的性質，使得 MOSFET 有較低的功率損耗(基本反向器裡，其靜態功率損耗為 0)，且面積的尺寸也比較小；但是因為 BJT 其傳導電流較大，故其邏輯切換速度比起 MOSFET 要來的快。答案選(A)。

25. (D)

操作在夾止飽和區的汲極電流公式為 $\rightarrow I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_t)^2 (1 + \lambda V_{DS})$ ，故 $K \propto \frac{W}{L}$ ，答案選(D)。

26. (C)

假設今電路有一瞬間 $V_+ > V_-$ ，使得 OP 輸出電壓為正飽和電壓，即 $v_o = L_+$ ，則此輸出電壓會透過回授電路分壓而回授至 OP 的正輸入端，即 $V_+ = L_+ \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ ，同時二極體 D_2 會導通，使得 RC 電路充電，直到電容充電至 $V_+ > V_+$ 時，OP 的輸出電壓會反轉，使得 OP 輸出電壓為負飽和電壓，即 $v_o = L_-$ 則此輸出電壓會透過回授電路分壓而回授至 OP 的正輸入端，即 $V_+ = L_- \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ ，同時二極體 D_1 會導通，使得 RC 電路放電，直到電容充電至 $V_+ > V_-$ 時，OP 的輸出電壓又會反轉，就這樣一直持續下去，則此電路最後輸出一方波(其峰值分別為正負飽和電壓 L_+, L_-)。

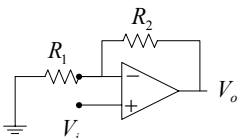
設輸出方波週期為 $T = T_H + T_L$ ，其中 T_H, T_L 分別為輸出邏輯 1(本例為 L_+)和輸出邏輯 0(本例為 L_-)所佔的時間，振盪器責任週期的定義為 $\rightarrow \text{duty cycle} = \frac{T_H}{T_H + T_L}$ ，故可知為輸出邏輯 1 所佔總週期的比例。

由於二極體導通需要一跨壓，則會使得方波的 T_H, T_L 改變，進而造成整個信號的責任週期改變，答案選(C)。

27. (A)

MOSFET 在操作時，是先利用閘極電壓來感應出一條通道，使得汲極和源極經由這條通道接通，接著再利用兩邊(源極、汲極)的電位差，使得源極內的多數載子經由電位差產生漂移電流，形成汲極電流。答案選(A)。

28. (B)



史密特觸發電路→，會產生方波，其輸出電壓值分別是正負飽和電壓 $\pm L$ (即 OP 供應電壓的值)，而電壓會經由電阻的分壓回授給 OP 的輸入端 V_- ，其值分別為

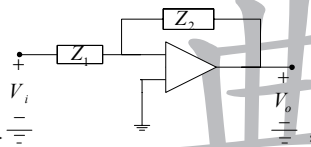
$$V_- = V_o \frac{R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow V_- = +L \frac{R_1}{R_1 + R_2},$$

→，當輸入弦波 V_i 超過這兩個值時，則輸出電壓從一個定

$$\text{or } V_- = -L \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

值，跳到另一個定值，也就是所謂的遲滯效應，答案選(B)。

29. (A)



圖中電路可簡化為一反相放大器→

$$\text{其電壓增益 } A_v = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{R_2 // \frac{1}{sC}}{R_1} = -\frac{R_2 + \frac{1}{sC}}{R_1} = -\frac{R_2}{sR_2C + 1} = -\frac{R_1 R_2}{sR_2C + 1},$$

當頻率為低頻時， $s = 0 \Rightarrow |A_v| = R_1 R_2$ ，輸入信號可通過(放大 $R_1 R_2$ 倍)；當頻率為高頻時，

$$s \rightarrow \infty \Rightarrow |A_v| = \frac{R_1 R_2}{\infty} = 0，\text{輸入信號沒辦法通過。}$$

由以上討論可知，此電路為一個低通濾波器，其頻寬為 $\omega_{3dB} = \frac{1}{R_2 C}$ ，答案選(A)。

30. (A)

此電路可以看成一個史密特觸發電路(Schmitt trigger circuit)再回授一個 RC 電路，已知史密特觸發電路的輸出電壓 V_o 不是操作在 OP 的正飽和電壓 L_+ 下；就是操作在負飽和電壓 L_- 下。

今假設電路一時操作在正飽和電壓 L_+ ，此時 $V_+ > V_-$ ，且 $V_+ = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_o \rightarrow V_o > V_-$ ，所以有一

電流經 RC 電路對電容 C 充電，直到 $V_- > V_+$ ，史密特觸發電路會馬上操作在負飽和電壓 L_- 下，

此時 $V_- > V_+$ ，且 $V_- = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_o$ (負值)，此時電容 C 會經由 RC 電路放電，直到 $V_+ > V_-$ ，此時

又進入第一個循環，OP 輸出電壓 V_o 又操作在正飽和電壓 L_+ 下，此電路就這樣一直循環下去，

其輸出電壓波形為一方波，峰值分別為正飽和電壓 L_+ 和負飽和電壓 L_- ，為無穩態電路(因為電路會一直振盪下去)。

31. (A)

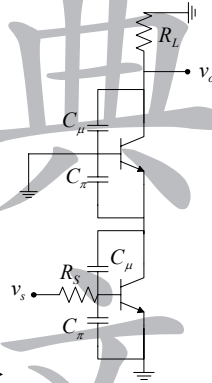
假設電壓增益轉移函數為 $\rightarrow A_v(s) = \frac{A_M s}{1 + \frac{s}{\omega_H}}$ ， A_M, ω_H 分別為中頻增益及 3dB 頻率(即半功率點)。

當電路操作在半功率點時，電壓增益為 $\rightarrow |A_v(s)| = \frac{A_M}{\sqrt{1^2 + 1^2}} = \frac{A_M}{\sqrt{2}} = 0.707 A_M$ ，

其電壓增益為中頻增益(即最大電壓增益)的 0.707 倍，故在半功率點頻率處時，其電壓增益為最大電壓增益的 70.7%。

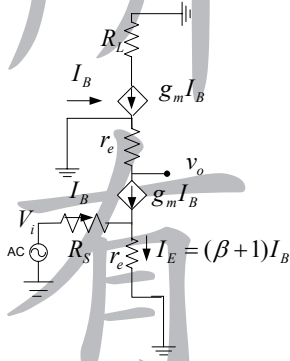
32. (D)

做小信號分析時，應把直流電源設為零，即 $V_{CC} = V_{BIAS} = 0, I = 0$ 。



其電路在高頻響應時，其內部電容小訊號等效電路為 \rightarrow

，則小信號電路(忽



略電容)圖為 \rightarrow

。其小訊號參數為 $\rightarrow r_e = \frac{\alpha}{g_m}, r_\pi = \frac{\beta}{g_m}$ 。

利用開路時間常數法求電路極點 \rightarrow

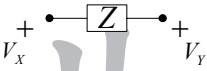
先考慮電路上方電晶體(即集極端有連接電阻 R_L) \rightarrow

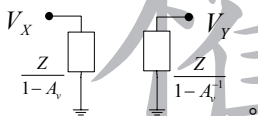
(i) 考慮電容 C_μ ，則其它電容開路(且 $V_{CC} = V_{BIAS} = 0V$)，在此節點(集極端)看入之電阻為 R_L (因為從集極向 BJT 內看入電阻無限大，和 R_L 並聯後仍為 R_L)，故存在一時間常數 $\tau = C_\mu R_L$ ，則極點頻率為 $\rightarrow \omega = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{C_\mu R_L}$ 。

(ii) 考慮電容 C_π ，則其它電容開路(且 $V_{CC} = V_{BIAS} = 0V$)，在此節點看入之電阻為 r_e (因為從集極向 BJT 內看入電阻無限大，和 r_e 並聯後仍為 r_e)，故存在一時間常數 $\tau = C_\pi r_e$ ，則極點頻率為 $\rightarrow \omega = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{C_\pi r_e}$ 。

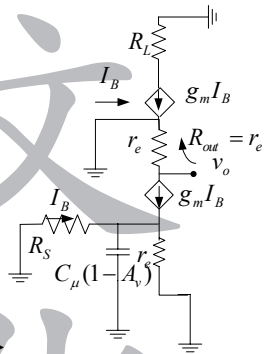
之後考慮電路下方電晶體(即基極有連接電阻 R_S) \rightarrow

(iii) 考慮電容 C_π ，則其它電容開路(且 $I = 0, V_s = 0$)，在此節點(基極端)看入之電阻為 $R_S // r_\pi$ (由基極端向 BJT 內看入電阻為 r_π)，則時間常數為 $\rightarrow \tau_1 = C_\pi \times (R_S // r_\pi)$ 。

米勒定理：在滿足 $A_v = \frac{V_Y}{V_X}$ 的條件下，其電路  其電路可以轉換成



(iv) 考慮電容 C_μ ，則其它電容開路(且 $I = 0, V_s = 0$)。電容 C_μ 因跨接在電晶體基極和集極端(其



端點存在一增益)，故可經米勒定理將其電路轉換為 \rightarrow

其中， $A_v = \frac{v_o}{v_s} = -g_m R_{out} = -g_m r_e = -g_m \times \frac{\alpha}{g_m} = -\alpha \approx 1$ ，

則輸入端電容為 $C_\mu(1 - A_v) \approx C_\mu(1 + 1) = 2C_\mu$ ，在此節點(基極端)看入之電阻為 $R_S // r_\pi$ (由基極端向 BJT 內看入電阻為 r_π)，則時間常數為 $\rightarrow \tau_2 = 2C_\mu(R_S // r_\pi)$ 。

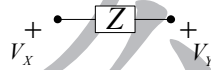
由 (iii)、(iv) 可知其時間常數電阻相同，故可整合為單一時間常數為 $\rightarrow \tau' = \tau_1 + \tau_2 = C_\pi(R_S // r_\pi) + 2C_\mu(R_S // r_\pi)$ ，則存在一極點頻率為 $\rightarrow \omega = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{(C_\pi + 2C_\mu)(R_S // r_\pi)}$ ，

答案選(D)。

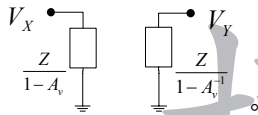
33. (B)

此轉移函數低頻和高頻處增益都很低，只有在中頻帶才有一固定增益，故此為一帶通函數。則此放大器為一電容耦合放大器→當電路操作在低頻時，利用旁路大電容，使得較低頻的信號無法經由放大器放大，故轉移函數在低頻處增益低；當電路操作在高頻時，由於電晶體內部自身的雜散電容，其電容的影響會因為高頻的信號而越來越明顯，形成極點，使得轉移函數在高頻處增益會下降。

34. (A)



米勒定理：在滿足 $A_v = \frac{V_y}{V_x}$ 的條件下，其電路



其電路可以轉換成
 設今 $Z = \frac{1}{sC}$ (元件為電容)，經由米勒定理後，由輸入端看入之阻抗為 $\frac{1}{1-A_v} \cdot \frac{1}{sC} = \frac{1}{s[C(1-A_v)]}$ ，
 則輸入端的等效電容 $C_{eq} \propto (1-A_v)$ ，答案選(A)。

35. (D)

J-K 正反器操作在 S-R 正反器幾乎相同，唯一不同的是 J-K 可以操作在都是邏輯 1 的情況下，而 S-R 正反器不行。

當 J-K 操作在都是邏輯 1 時，輸出和先前輸出相反的邏輯值 $\rightarrow (J, K) = (1, 1) \Rightarrow (Q, \bar{Q})$ 。
 $= (\bar{Q}(n-1), Q(n-1))$

由此可知，輸出 $Q(n+1) = \bar{Q}(n)$ 。

36. (D)

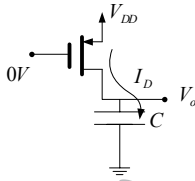
注意下方 OR 閘輸入端的小圈圈代表把原輸入信號相反(NOT)後再進行 OR 運算。

則輸出邏輯為 $\rightarrow Y = (A+B) \cdot (\bar{A} + \bar{B}) = \bar{A}\bar{A} + \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B + \bar{B}\bar{B} = 0 + \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B + 0 = \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B = A \oplus B$

此為互斥或閘(exclusive OR gate)。

37. (A)

此電路可分為上下兩部份來看，上部份是 PMOS，當 PMOS 導通，下方的電路都截止時，此 PMOS 會對輸出節點的寄生電容充電，使得輸出節點電壓提高至 V_{DD} (Y 之最大輸出電壓)，其



圖示為→ ; 下面的電路為二個電晶體串聯，其中串聯電路只要有一個電晶體截止，電晶體就不會導通，而輸出電壓會被上方的 PMOS 充電到 V_{DD} ，故知其邏輯應為 $Y = \overline{AB}$ 。

38. (B)

考慮 $A=5V$ (高電位), $B=0$ (低電位)。若是 A 導通, 表 $Y=A=5V$ 此時 Y 點的電壓大於 B 點, 則 B 二極體也一定會導通, 這是不合理的。故 Y 點要維持在高電位 $5V$ (邏輯 1) 的話, 則 A 、 B 二個二極體一定都要維持在高電位 $5V$ (邏輯 1), 此敘述表示此電路為一個 AND 邏輯, 即 $Y = A \cdot B$ 。

39. (C)

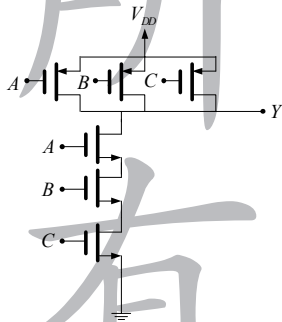
NAND 函數為 $\rightarrow Y = \overline{ABC}$, 則 A 、 B 、 C 只要一為零時, 輸出邏輯為 1 (高電位); 相對地, 只要 A 、 B 、 C 都為邏輯 1 時, 則輸出邏輯為 0 (低電位)。

當 NMOS 電路導通時, 其導通電流使得輸出節點電容對地放電, 輸出電位被下拉到 $0V$ (邏輯 0); PMOS 電路導通時, 其導通電流會對輸出節點電容充電, 輸出電壓 V_{DD} (邏輯 1)。

由以上討論可知, NMOS 串聯、PMOS 並聯。

只要 A 、 B 、 C 只要一為零時, NMOS 電路截止, PMOS 導通, 輸出邏輯 1; 相對地, 只要 A 、 B 、 C 都為邏輯 1 時, PMOS 截止, NMOS 導通, 輸出邏輯 0。

則三個輸入端的 CMOS NAND 邏輯閘需要六個電晶體。



如圖所示→

40. (B)

SRAM 和 DRAM 不同之處在於, DRAM 由於電容的漏電效應, 資料需要週期性地更新 (即電路週期性地充放電), 而 SRAM 沒有這個問題, 故資料讀取後並不會消失, 答案選 (B)。