

# 國立中山大學 107 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：工程數學【光電所碩士班】

題號：435001

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（問答申論題）

共 1 頁第 1 頁

1. (15%) Find a real general solution of the following system. Show the details.

$$y_1' = 10y_1 - 10y_2 - 4y_3$$

$$y_2' = -10y_1 + y_2 - 14y_3$$

$$y_3' = -4y_1 - 14y_2 - 2y_3$$

2. (15%) Solve the nonhomogeneous linear ODE. Show the details.

$$y'' + 2y' + 2y = 4e^{-x} \sec^3 x$$

3. (15%) Given  $F(s) = \mathcal{L}(f)$ , find  $f(t)$ . Show the details of your work. ( $L$  is constant)

(a)  $\frac{s}{L^2 s^2 + 1/4\pi^2}$       (b)  $\frac{2}{s^4} - \frac{48}{s^6}$       (c)  $\frac{90}{(s+\sqrt{3})^6}$

4. (20%) Find the Fourier transform of  $f(x)$ .

(a)  $f(x) = \begin{cases} e^{kx} & \text{if } x < 0 \ (k > 0) \\ e^{-kx} & \text{if } x > 0 \end{cases}$

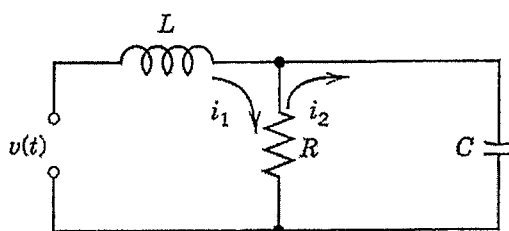
(b)  $f(x) = \begin{cases} xe^{-x} & \text{if } -1 < x < 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$

5. (15%) The current in network in picture are obtained from the system

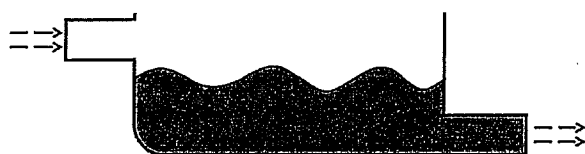
$$Li_1' + R(i_1 - i_2) = v(t)$$

$$R(i_2 - i_1) + \frac{1}{C}i_2 = 0.$$

Solve this system, assuming that  $R = 10\Omega$ ,  $L = 20H$ ,  $C = 0.05F$ ,  $v = 20V$ ,  $i_1(0) = 0$ ,  $i_2(0) = 2A$ .



6. (20%) The tank in picture contains 80 lb of sugar dissolved in 500 gal of water. The inflow per minute is 20 lb of sugar dissolved in 20 gal of water. The outflow is 20 gal/min of the uniform mixture. Find the time when the sugar content  $y(t)$  in the tank reaches 95% of its limiting value (as  $t \rightarrow \infty$ ).



# 國立中山大學 107 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：電磁學【光電所碩士班】

題號：435002

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（問答申論題） 共 1 頁第 1 頁

1. (10%) A square of side  $w$  carries a surface charge density  $\rho_s(x, y, 0) = \rho_0|xy|$ , as shown in Fig. 1. Please find the electric field intensity above the center of the square  $E(0,0,z)$ , for  $z > 0$ .
2. A point charge  $Q$  with mass  $m$  is located at distances  $\alpha\ell$  and  $\ell$ , respectively, from two grounded perpendicular conducting half-planes, as shown in Fig. 2, where  $\alpha = \left(\frac{2\pi}{2+\pi}\right)^{\frac{2}{3}} > 1$ . After releasing the charge from rest, please determine, (ignore radiation loss)
  - (a) (10%) how long will it take for the charge to strike a plane, and
  - (b) (10%) the position where the charge will strike.
3. A point charge  $Q$  is located at a distance  $\ell$  from a plane interface at  $z = 0$ , which separates two semi-finite dielectric media with dielectric constants  $\epsilon_1$  and  $\epsilon_2$ , as shown in Fig. 3(i). To determine the electric potential  $V(x, y, z)$ , the image method could be used, as follows. For  $z > 0$ , the potential is determined by adding an image charge  $Q'$  at the symmetrical position, as shown in Fig. 3(ii), and both  $Q$  and  $Q'$  act with dielectric constant  $\epsilon_1$ . For  $z < 0$ , it is determined by adding an image charge  $Q''$  at the position of actual charge  $Q$ , as shown in Fig. 3(iii), and both  $Q$  and  $Q''$  act with dielectric constant  $\epsilon_2$ . The values of  $Q'$  and  $Q''$  must satisfy the boundary conditions at  $z = 0$ . Please determine,
  - (a) (10%) the values of  $Q'$  and  $Q''$ ,
  - (b) (6%) the electric potential  $V(x, y, z)$ , and
  - (c) (10%) the polarization-charge density on the interface.
4. (10%) As shown in Fig. 4, a conducting circular loop of radius  $b$  is next to an infinitely long straight conducting wire, but they are not coplanar. The shortest distances from the wire to the loop center and the plane where the loop exists are  $\ell$  and  $\ell \sin \theta$ , respectively. Please determine the mutual inductance between the loop and wire.
5. (12%) A uniform plane wave of an angular frequency  $\omega$  is incident from air on a flat perfect conductor at an angle of incidence  $\theta_i$  with parallel polarization, as shown in Fig. 5. Please find the surface charge density  $\rho_s$  and surface current density  $\mathbf{J}_s$  on the conductor, in terms of the magnitude of  $\mathbf{E}_i$ ,  $E_{i0}$ .
6. (10%) Beginning with the Maxwell's equations, please show that the propagation of an electromagnetic wave in a source-free nonconducting simple medium is transverse. That is, show that  $\mathbf{E}$  and  $\mathbf{H}$  are perpendicular to each other, and both are transverse to the direction of propagation.
7. For a ferromagnetic material,
  - (a) (4%) Please draw a hysteresis loop and explain hysteresis, and
  - (b) (8%) define hysteresis loss, incremental permeability, residual flux density and coercive field intensity in accordance with the hysteresis loop in 7(a).

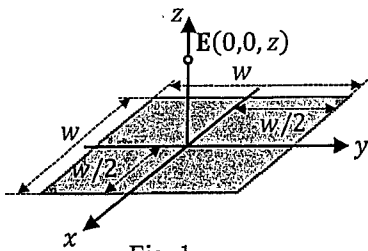


Fig. 1

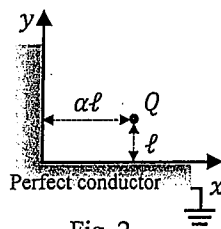


Fig. 2

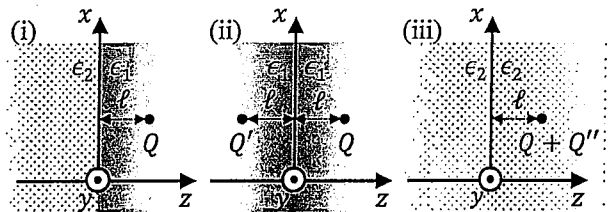


Fig. 3

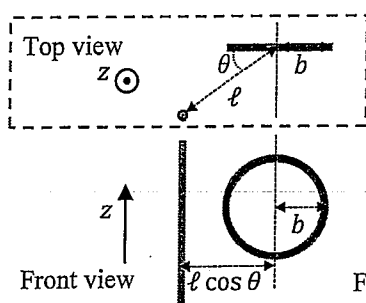


Fig. 4

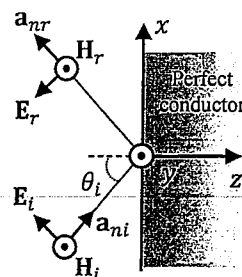


Fig. 5

# 國立中山大學 107 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：近代物理【光電所碩士班選考】

題號：435003

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（混合題）

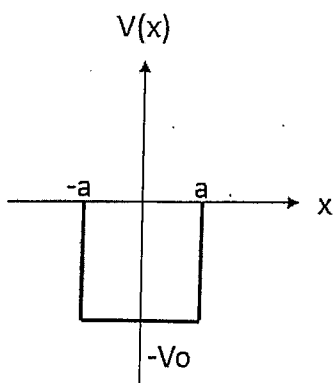
共 2 頁第 1 頁

## 一 選擇題：

1. (05 分)一對雙生子，一個留在地球上，一位坐上太空船以 0.8 倍光速飛離地球，請問，依照相對論原理，哪一位雙生子的生理時鐘較慢？慢的時鐘是快的時鐘的多少比例？  
(a) 地球上的，40% (b) 太空飛行的，40% (c) 地球上的，60% (d) 太空飛行的，60%。
2. (05 分)電子顯微鏡中的電子束，被 30KV 高壓的環境加速，請問電子束加速後，達到 30KeV 的能量時，其有效波長約是多少？  
(a) 1nm (b) 0.5nm (c) 0.02nm (d) 7pm (e) 0.3pm.
3. (05 分)雙位能阱中，其解可分成對稱與反對稱解，請問哪一種解的能量比較高？(a)對稱解 (b)反對稱解 (c)一樣高。
4. (05 分)黑體輻射中，普郎克因為假設了什麼因子，避免了紫外線大災難？(a)  $E = \frac{h}{2\pi} \omega$  (b)  $E = mc^2$  (c)  $p = \frac{h}{\lambda}$  (d)  $\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}$

## 二 計算與簡答題：

1. (10 分) 渺子從宇宙中以光速 0.998 倍的飛行速度往地球衝，其半衰期為  $2.2\mu s$ ，在行經一固定距離後(如在海平面上)所測得的數目比預期多，若沒有相對論修正，無法說明此一現象，請問相對論中，接近光速時，哪一種修正項目可以解釋此渺子飛行距離增加的現象？
2. (20 分) (a) 位能阱如下圖一，請導出其束縛態解(bound states)的型式 (b) 若此位能阱為二維型式，即  $V(x,y) = -V_0, -a < x < a$  and  $-a < y < a; V(x,y) = 0, \text{others}$ ，請寫出前五組最低能量的組合方式。



圖一

3. (20 分)請依序說明，主量子數、角動量子數、磁量子數在電子環繞原子時，描述什麼物理量。
4. (10 分)請說明雷射的原理，要包含哪些部分才能構成雷射呢？
5. (10 分)請說明何謂波色子、費米子，請各舉一種粒子說明其屬性。

背面有題

試題隨卷繳回

國立中山大學 107 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：近代物理【光電所碩士班選考】

題號：435003

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（混合題）

共 2 頁第 2 頁

6. (10 分)請簡述太陽能電池與光電效應之關聯性。

**Constants**

Plank's constant:  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Mass of electron:  $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$

$1\text{J} = 6.2415 \times 10^{18} \text{ eV}$

Speed of light:  $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

# 國立中山大學 107 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：電子學【光電所碩士班選考】

題號：435004

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（問答申論題）

共 3 頁第 1 頁

1. (30%)關於 PN Junction 與 Diode，回答下列問題：
- (a) 請說明 PN Junction 空乏區(depletion region)的成因以及 PN Junction 在順向偏壓(forward bias)及逆向偏壓(reverse bias)的操作特性。(6%)
  - (b) 請解釋 Zener breakdown 與 avalanche breakdown 的物理機制。(6%)
  - (c) 請解釋為何 Zener diode 可以用於實現電壓調整器(voltage regulator)。(3%)
  - (d) 請比較 PN Junction 與 Shockley-Barrier Diode 的操作速度並解釋其原因。(6%)
  - (e) 請解釋 photodiode 的操作原理。(3%)
  - (f) 考慮圖 1 的電路圖，PN Junction  $D_1$  的  $I_s = 5 \times 10^{-16} \text{A}$ ，PN Junction  $D_2$  與 PN Junction  $D_1$  的 junction area 比例為 1:2，其他特性相同。若要使流過電阻  $R$  的電流為  $0.5 \text{mA}$ ，請問電阻  $R$  值為多少?(6%)

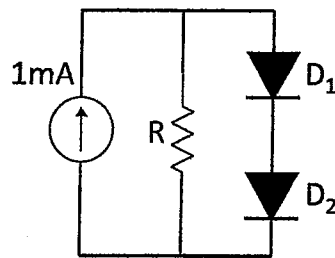


圖 1

2. (15%)考慮圖 2 的電路，假設 BJT 的  $\beta \sim \infty$ ，計算流過 collector 的 bias 電流 (5%)、emitter 阻抗 (5%)、小信號增益  $(v_{o1} - v_{o2})/v_i$  (5%)。

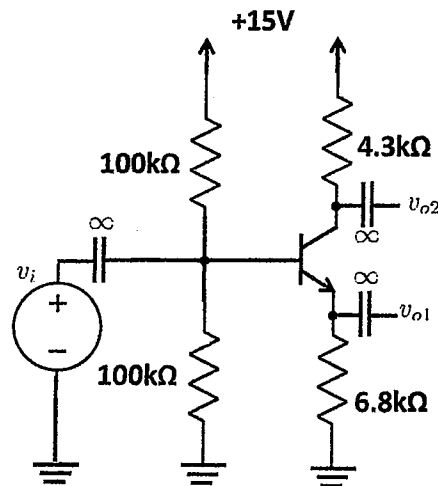


圖 2

3. (15%)關於 MOSFET，請回答下列問題：
- (a) 請畫出 PMOSFET 和 NMOSFET 之物理結構剖面圖，假設皆使用 P 型基板。(5%)
  - (b) 請以 NMOSFET 為例，解釋何謂 channel modulation effect 以及 body effect(5%)。
  - (c) 比較利用 MOSFET 與 BJT 建立多輸出的電流鏡的差異(5%)

# 國立中山大學 107 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：電子學【光電所碩士班選考】

題號：435004

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（問答申論題） 共3頁第2頁

4. (12%) 考慮一理想運算放大器如圖 3 所示，請寫出差動放大增益  $v_o/v_{Id}$  的表達式。

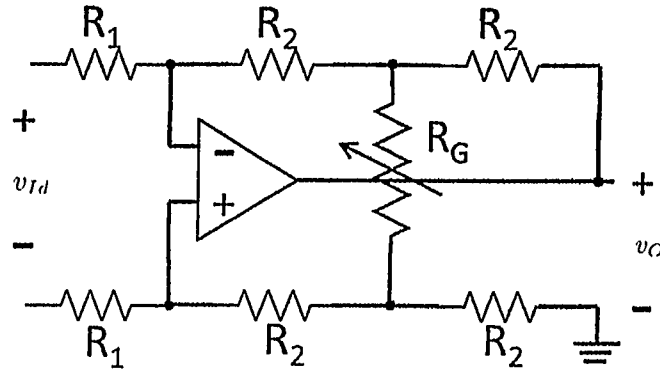


圖 3.

5. (18%) 計算圖 4 差動放大器的差動增益(6%)，共模增益(6%) 以及共模抑制比(CMRR)(6%)。兩個 MOSFET 的參數為  $\mu_n C_{ox} = 0.2 \text{ mA/V}^2$ ， $W_1/L_1 = 100$ ， $W_2/L_2 = 110$ ，電阻  $R_D = 5\text{k}\Omega$ ， $R_{SS} = 25 \text{ k}\Omega$ ， $I_{ref} = 0.8 \text{ mA}$ 。

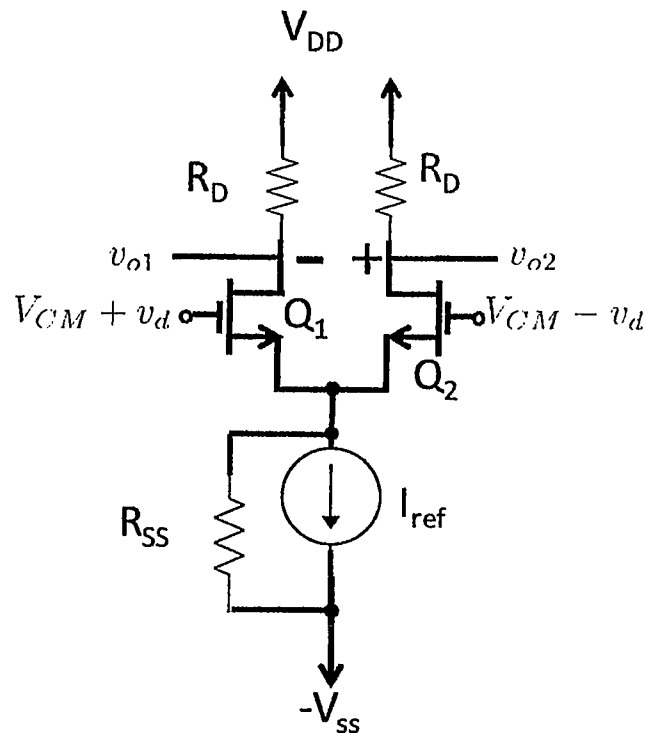


圖 4.

國立中山大學 107 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：電子學【光電所碩士班選考】

題號：435004

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（問答申論題） 共3頁第3頁

6. (10%) 請求出圖 5 電路中的 BJT 增益參數為  $\beta$ ，請求出電路的 transfer function (5%) 以及 3-dB 頻寬 (5%)。

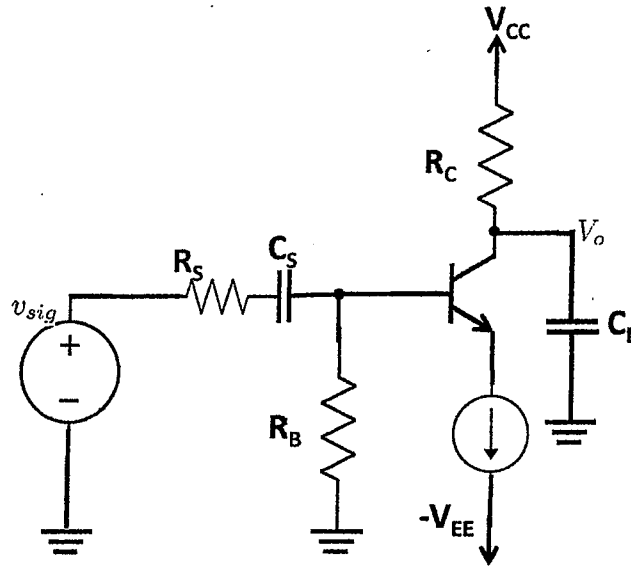


圖 5