

類 科：醫學工程
科 目：醫學儀表及測量
考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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。

一、請就量測原理與電生理學回答下列問題：

- (一)請說明可興奮性細胞在靜止狀態 (resting state) 下，依 Goldman-Hodgkin-Katz Equation 建立靜止膜電位 (resting membrane potential) 的機制與影響因素。(5分)
- (二)請說明在適當刺激強度下，在可興奮性細胞細胞膜上產生動作電位 (action potential) 的主要機制與畫出一個動作電位中的主要離子通道電流變化引起的膜電位波型。(5分)
- (三)上述動作電位的機制在心臟組織細胞的活動，經由體表電極的量測紀錄，稱為體表心電圖或心電圖 (ECG)，請說明如何利用電極貼片與導程連接進行心電圖的量測，以獲得 Lead I、II、III 與 aVR、aVL、與 aVF 等六個正面 (the frontal-plane) 的心電圖訊號與其等效電路連接。(10分)
- (四)在心電圖的量測中，可能產生的誤差來源有那些？通常可以透過那些方法來降低可能的干擾？(5分)

二、臨床上需要針對身體內的一些化學或生物分子進行量測，所謂化學感測器或生物感測器即是利用化學或物理原理，經過分子辨識或選擇性機制將特定的分子濃度轉換為有等量相關的電訊號，以進行後續的分析與疾病診斷與治療。特別是在加護病房中急重症患者的血液生化檢測如酸鹼值 (pH)、血氣分壓濃度 (PO_2 、 PCO_2)、血容比 (hematocrit)、總血紅蛋白 (total hemoglobin)、飽和血氧 (O_2 saturation)；電解質如鈉 (Na^+)、鉀 (K^+)、鈣 (Ca^{2+})、氯 (Cl^-) 等離子濃度；代謝分子如血糖 (glucose)、乳酸 (lactate)、肌酸酐 (creatinine)、尿素 (urea) 等。

- (一)請就可用於上述提到不同生物分子檢測種類特性的生物感測器的原理與感測器種類。(5分)
- (二)在目前市場上除了常見的血糖試片使用外，逐漸有植入連續血糖感測系統的使用，請就血糖感測器的設計原理，說明在對於葡萄糖分子的量測上生物辨識層的設計原理與改善沿革，(5分)對於植入式感測器所需注意的重點。(5分)

三、生醫電子量測儀表中經常需要前端的類比訊號處理介面電路，例如以運算放大器（OP amplifier）進行生理訊號的放大與處理。請就下圖運算放大器的等效電路模型。

(一)試以圖-a 運算放大器的等效模型中的參數，說明一理想放大器具有的規格特性。(5 分)

(二)在電生理訊號的前極放大量測應用中（如 EMG、EOG 等），如圖-b 因電極存在的介面半電池電位(half-cell potential)造成 DC offset 為 $\pm 5\text{V}$ ，實際生理電位為 $\pm 1\text{V}$ ，試以一放大倍率（ $A = -10$ ）的反相放大器電路設計中的 R_f 與 R_b 數值，以消除 DC offset 且不飽和 OP Amp 的輸出。(5 分)

(三)在評估運算放大器的性能與介面電路的規格匹配時，面對高輸出阻抗的訊號源，上題所選用的單一反相放大電路因輸入阻抗過低而不適用，解決的方案為由兩個輸入源的隨耦器（voltage follower）與一個差動放大器組成的 3-OP Amp 儀表放大器（instrumentation amplifier）。請劃出此 3-OP Amp 的電路與說明其優點。(10 分)

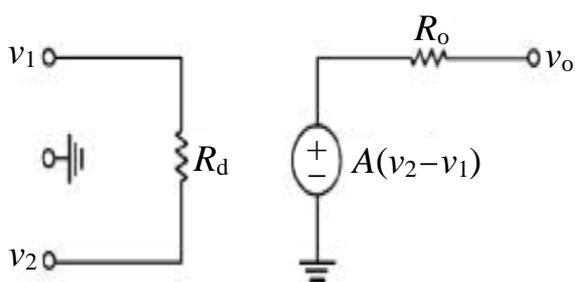


圖-a

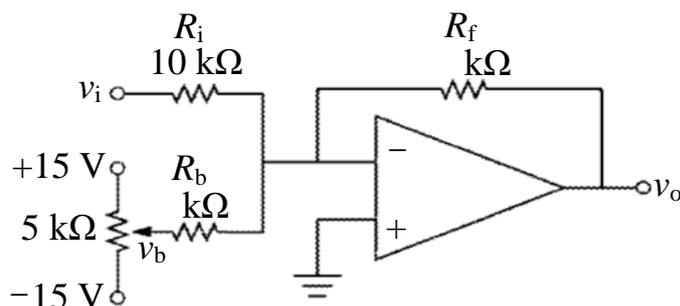


圖-b

圖-a 運算放大器等效電路模型與電路參數（輸入端 v_1, v_2, R_d ，輸出端 v_o, R_o, z ）；放大器 A (gain)、 BW (bandwidth)。圖-b Summing 放大器。

四、生醫資訊（biomedical informatics）著重於運用電腦科技來協助取得、組織、儲存、分析、管理與使用生物、醫學、醫療上的資訊，以改善醫療與生活品質。這個領域主要包含生物資訊（bio-informatics）與醫療資訊（medical informatics）兩大應用領域。醫療資訊系統涉及醫院內部的組織結構、管理模式、臨床作業流程及電腦軟硬體的規劃與應用，需要有較科學化、系統化的開發方法與較工程化的開發步驟。

(一)請說明這兩大領域的重點差異。(5 分)

(二)衛生福利部規劃整合該部 8 司 3 署的重點服務內容，將透過 1. 「醫療公衛數位基礎工程計畫」， 2. 「次世代醫療資訊系統計畫」， 3. 推動「data for health」，請申論這三項計畫對醫療資訊系統與其加值應用的重要內容與預期效益。(15 分)

五、(一)請回答下列問題：(10分)

1. 請就醫療儀器的風險分析標準方法「醫療器材風險管理」(ISO14971：2019)進行安全防護設計基本概念說明。
 2. 有鑑於醫院資訊安全對醫療服務的重要性日益重要，新近衛生福利部依資通安全責任等級分級辦法，公告醫院資通系統實施各項資安防護基準作為實施之依據，「衛生福利部醫療領域資通系統資安防護基準」試請說明相關醫療儀器資通系統與其他支援設施資通系統的名詞定義：
 - (1) 資安列管醫療儀器
 - (2) 醫療資訊系統 (healthcare information system, HIS)
 - (3) 醫療影像儲傳系統 (picture archiving and communication system, PACS)
 - (4) 醫療儀器資通系統
 - (5) 醫療物聯網裝置 (the internet of medical things, IoMT)
- (二)參酌 ISO 27001 資訊安全管理系統之方法論及 ISO/IEC 27005 2011 資訊安全風險管理之機制，衛生福利部進一步制定「醫療領域關鍵基礎設施—醫療儀器資產盤點及風險評估實作指引」作為風險評估框架。試請就風險管理架構說明對應的管理原則、框架與過程。(10分)