

類 科：醫學工程
科 目：醫學儀表及測量
考試時間：2 小時

座號：_____

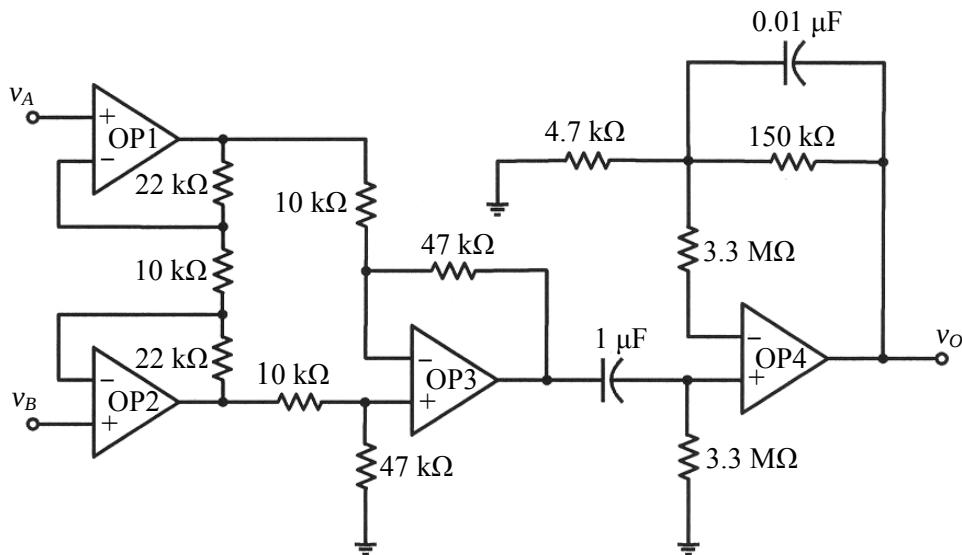
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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。

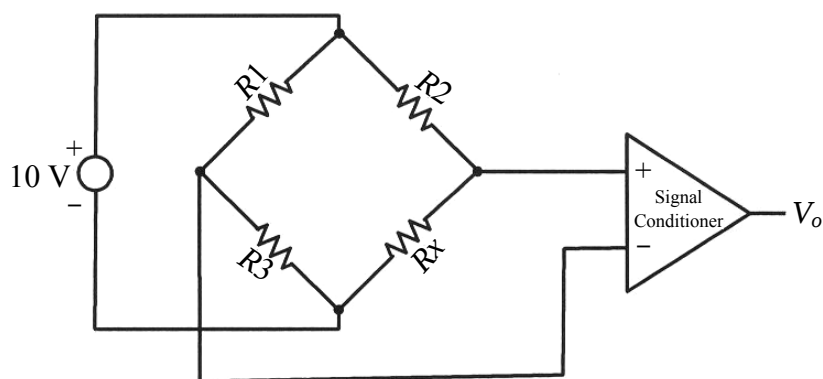
一、下圖為由理想運算放大器所組成的生醫信號量測電路，假設所有電阻和電容的數值均如電路圖所標示，且元件的誤差均可忽略。

(一)請分別畫出差動增益 (Differential-mode gain) 和共模增益 (Common-mode gain) 的頻率響應 (Frequency response)。答案中增益的數值以及 -3dB 的頻率值應明確標示。(15 分)

(二)如果此電路是用來量測第二導程 (Lead II) 的心電信號 (Electrocardiogram)，則 v_A 和 v_B 應分別與受測者身體那個部位的電極導線連接？(5 分)



二、下圖為一直流電橋量測電路。其中 $R_1=R_2=R_3=100\ \Omega$ ， R_x 為一個應變規（Strain gage）， R_x 具有以下的特性：其原始長度為 10 mm，此時的電阻值為 $100\ \Omega$ ，長度每增減 0.1 mm，其電阻值也會跟著增減 $2\ \Omega$ 。假設利用此電路來量測會產生最多達正負 0.2 mm 長度的變化、頻率範圍為 0~15 Hz 的某生理信號，若欲使此生理信號可以輸入到範圍為正負 5 伏特的類比/數位轉換器（Analog-to-digital converter），則後續所接的信號處理電路（Signal conditioner），其規格應如何訂定？答案中應明確說明訂定該規格的理由。（15 分）



三、假設一個除顫器（Defibrillator）的設計是透過一個充電電容，直接將電力加注在病人胸腔的兩個特定部位，假設這兩個部位之間的等效電阻值是 $100\ \Omega$ ，且與該充電電容並聯。

(一)如果此除顫器可以 5 ms 的時間將 90% 的能量加注給病人，則該充電電容的電容值為何？（5 分）

(二)如果該充電電容可以儲存能量最多達 200 焦耳，則該充電電容兩端的電壓值為何？（5 分）

(三)注入病人的電流峰值是多少？（5 分）

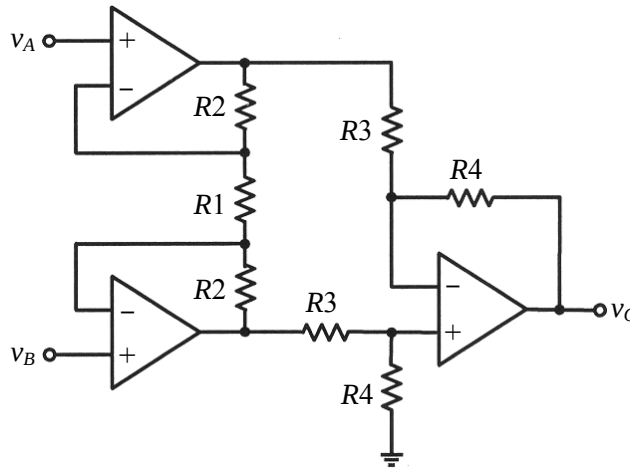
四、下圖為由三顆理想運算放大器所組成的儀表放大器（Instrumentation amplifier）。

其中， $R_1=R_3=10\text{ K}\Omega$ ， $R_2=20\text{ K}\Omega$ ， $R_4=50\text{ K}\Omega$ 。

(一)此電路的差動增益 A_d （Differential-mode gain）=?（5 分）

(二)此電路的共模增益 A_c （Common-mode gain）=?（5 分）

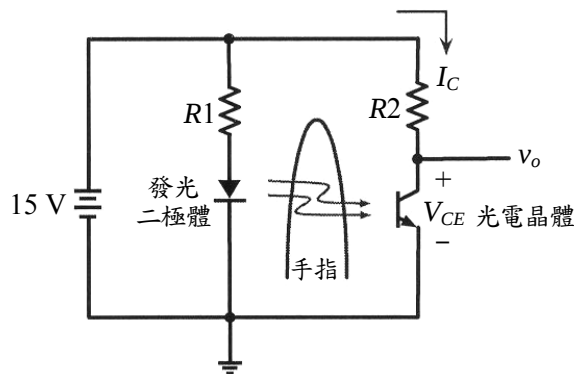
(三)此電路的共模拒斥比 $CMRR$ （Common-mode rejection ratio）=?（5 分）



五、下圖為一實現光電式血管容積變化描記法（Photoplethysmography）的電路。假設該發光二極體（Light emitting diode）的順向電壓（Forward voltage）為 2 伏特，順向電流（Forward current）為 13 mA。並假設該光電晶體（Phototransistor）的工作點（Operating point）為 $V_{CE} = 1\text{ V}$ ， $I_C = 140\text{ }\mu\text{A}$ 。請問：

(一)電路中的 R_1 和 R_2 應分別採用多大的電阻值才符合需求？（10 分）

(二)假設發光二極體（Light emitting diode）所發出的光線波長可穿透手指，但是會被動脈內的血液部分吸收。假設動脈的搏動會造成光電晶體（Phototransistor）的電流 I_C 有加減 $1\text{ }\mu\text{A}$ 的變化。若欲將此動脈的搏動信號放大至正負 1 伏特的範圍，則 v_o 之後應有那些電路？其規格為何？（以方塊圖呈現即可，但是要說明原因。）（10 分）



六、下圖為某一壓電感測器（Piezoelectric sensor）連接電荷放大器（Charge amplifier）的等效電路。假設該壓電感測器（Piezoelectric sensor）的靈敏度（Sensitivity） $K=10^{-3}$ 庫倫/公尺（C/m）。若是利用此感測器量測最低頻率為 1 Hz、最多僅 1 mm 的位移信號，若欲使電荷放大器（Charge amplifier）的輸出 v_o 最多達 -10 伏特，則此電荷放大器（Charge amplifier）的電阻 R 和電容 C 應各為多少？（15 分）

