

類 科：醫學工程

科 目：生物輸送原理

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、血液假設為牛頓流體 (Newtonian fluid)，以層流 (Laminar flow) 在一段圓形血管中流動的速度 (V) 可表為：

$$v(r) = \frac{\Delta P}{4\mu L}(R^2 - r^2)$$

其中 r 為半徑方向 (radial direction) 圓心距， R 為血管半徑， L 為血管長度， ΔP 為進出口壓力差， μ 為血液黏度。試計算下列問題，請詳列計算過程：

- (一)請推導出圓管內血液的體積流量 (volume flow rate) 表示式。(9 分)
- (二)在圓管中心 ($r=0$) 的流動速度 (velocity) 最大，請問最大速度是圓管內平均速度 (average velocity) 的多少倍？(8 分)
- (三)圓管內壁面剪速率 (wall shear rate) 是平均剪速率 (average shear rate) 的多少倍？(8 分)

二、人體新陳代謝產生熱量，必須散熱至體外環境以維持體溫的恆定。

- (一)請問人體有那些主要的器官或組織負責散熱至體外？各散熱器官或組織所包含的散熱原理方式 (例如，熱傳導為其中之一) 有那些？各散熱原理方式的推動力 (driving force) 是什麼？(18 分)
- (二)某人體重 60 kg，體溫 37°C ，基礎代謝產生熱速率為 1680 kcal/day，熱容量 (heat capacity) 為 0.86 kcal/kg- $^\circ\text{C}$ ；如果封閉由體內散熱至體外環境的所有散熱路徑，請問二小時後，此人體溫為多少？(7 分)

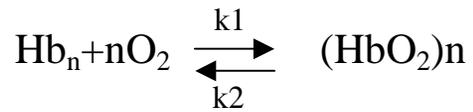
三、腔室分析 (compartmental analysis) 又稱為傳統分室模式 (classical compartment model)。(一)請敘述腔室分析的分劃方式、兩腔間質傳速率式與優缺點。(15 分)

- (二)某藥品起始劑量為 D_0 ，以口服 (oral) 第一次投與病人，採用最簡單的單腔模式 (one compartment model) 模擬，在體內吸收與代謝之速率皆為一級反應式 (first order kinetics)。請繪出單腔模式簡圖，寫出本模式的 3 條統制方程式 (亦即微分方程式) 及其起始條件。(除已指定之 D_0 外，其他符號自訂並請說明)。(10 分)

(請接背面)

類 科：醫學工程
科 目：生物輸送原理

四、吸入人體的氣體中氧分壓愈高，則血中血紅素 (hemoglobin) 的帶氧量愈高，Hill 氏提出血紅素的氧合反應模式如下：



其中 n 為常數 (實驗發現 $n=2.7$)， k_1 與 k_2 分別為正向與反向的速率常數。

(一)請推導出表示氧合血紅素的飽和曲線 (也稱為氧合血紅素的解離曲線) 方程式：

$$S = \frac{(P/P_0)^n}{1 + (P/P_0)^n}$$

其中 S 為氧合血紅素佔全部血紅素的比率，稱為飽和分率 (fractional saturation)， P 為氧分壓， P_0 為 50% 飽和時的氧分壓 (partial pressure of O_2 for 50% saturation) (實驗發現 $P_0=27.2$ mmHg)。(15 分)

(二)常態下，人體肺泡內氧分壓為 104 mmHg，請估計肺靜脈微血管血液的氧飽和分率。(10 分)