

等 別：三等考試  
類 科：環境工程  
科 目：水處理工程（包括相關法規）  
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、薄膜過濾常被用在水與污水處理工程及水再生工程，薄膜規格有微濾膜（Micro Filtration）、超濾膜（Ultra Filtration）、奈米膜（Nano Filtration）及逆滲透膜（Reverse Osmosis），上述薄膜操作屬性均為壓力膜，每產製單位立方米濾水需耗電1至5度能源，為節省產水耗能，近年來正滲透膜工法（Forward Osmosis）再度被開發應用。請詳述正滲透膜運作之基本原理、操作機制、模組系統操作上之問題與解決方法，並說明如何選定提取液種類、選定之參數與原則；今設定膜的左端為污水槽（Waste Solution），膜的右端為提取液槽（Draw Solution）。（可輔以圖示說明）（20分）
- 二、氣提工法（Air Stripping）常用在處理較高污染物濃度廢水，但前提是該污染物需要有溶解與揮發特性，而其氣液相平衡關係依亨利定律（Henry's Law）決定。試說明亨利定律之關係式，並討論如何以亨利定律決定污染物質特性是否適合以氣提工法處理；今已知污染物濃度，工程上如欲以逆流式（Counter Current）反應器處理污染物液相濃度至放流水標準，試以質量守恆與亨利定律說明如何計算氣提工法所需要之進流氣體流量，並討論氣提工法計算之必要前提假設。（20分）
- 三、將水中金屬離子去除之方法良多，有化學沉澱方法、薄膜方法與離子交換樹脂等方法，然超純水製造產業常使用電透析工法（Electrodialysis）。試由處理效率與操作面，比較上述工法之優劣，並說明電透析工法之裝置與原理。（可輔以圖示說明）（20分）
- 四、自來水淨水場之消毒單元以消毒劑量及接觸反應時間為達到消毒效率之主要操作參數，操作員要確保99.9%之消毒效率，操作上可以減少藥劑量而增加接觸反應時間，或增加藥劑量而減少接觸反應時間，兩者之關係乃依據乞克華生方程式（Chick-Watson Equation）即  $C^n t = \text{常數}$ ，C為消毒劑濃度，t為反應時間，n為特定消毒劑與目標細菌下的乞克華生方程式係數。試說明如何在實驗室進行實驗，再依此結果建立特定消毒劑與目標細菌的乞克華生方程式；假設細菌的削減反應式為： $-\ln(N_t/N_0) = kt^m$ ，式中  $N_t$ ， $N_0$ ，k，t及m依序分別代表反應時間的殘餘細菌量，初始細菌量，細菌削減常數，反應時間及經驗常數。（可輔以圖示說明）（20分）

等 別：三等考試  
類 科：環境工程  
科 目：水處理工程（包括相關法規）

五、淨水場快濾池有單層與雙層濾料之設計，惟在進行反沖洗後要確保快濾池上層與下層濾料的相對位置不變，以維持快濾池功能，由於濾料之粒徑與密度影響濾料之終端沉降速度，而具相同終端沉降速度之二種不同粒徑與不同密度濾料間的關係可由下式定義，試由單顆粒之終端沉降速度推導證明此公式。(20分)

$$\frac{d_1}{d_2} = \left( \frac{\rho_2 - \rho_w}{\rho_1 - \rho_w} \right)^{\frac{2}{3}}$$

d 為粒徑， $\rho$  為顆粒密度， $\rho_w$  為水密度；單顆粒沉降時的阻力係數(Coefficient of Drag) 為  $C_D$ ：

$$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34$$

Re 為雷諾數 (Reynolds Number)， $Re = v_s d \rho_w / \mu$ ；

$v_s$  為顆粒沉降速度， $\mu$  為水動力黏滯係數。