

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、解釋下列與水處理有關之名詞：（每小題5分，共20分）

(一)新興污染物質（emerging contaminants）

(二)氫氧化四甲基銨（tetramethylammonium hydroxide, TMAH）

(三)離子強度（ionic strength）

(四)薄膜生物反應器（membrane bioreactor, MBR）

二、活性污泥法為廢水生物處理法中最普遍採用之方法，試申論影響活性污泥之因素。（20分）

三、10 mg as Cl_2 /L 氯劑（ $[\text{HOCl}] + [\text{OCl}^-]$ ）足以殺死 pH = 7 水中細菌。如果水中 pH = 8.5 需要多少氯劑量才能夠達到相同殺菌效果？假設水中 HOCl 殺菌效率 80 倍於 OCl^- ，水溫 25°C，HOCl 之 $\text{pK}_a = 7.537$ 。（20分）四、某一電鍍工廠每天排放污水量為 200 m^3 ，廢水中含 15 mg/L 之 H_2CrO_4 ，欲以還原作用法處理之。試回答下列問題：（Cr 原子量為 52，Ca 原子量為 40）

(一)基本去除原理。（5分）

(二)若以亞硫酸氫鈉（ NaHSO_3 ）為還原劑，並加入氫氧化鈣（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ）鹼劑，請說明其化學反應式。（5分）(三)估算完全還原 Cr^{+6} 每天所需之亞硫酸氫鈉量，以及完全沈澱 Cr^{+3} 每天所需之氫氧化鈣量。（10分）五、某一工廠排放廢水含有油滴，平均粒徑 $d = 50 \mu\text{m}$ ，密度 $\rho_0 = 920 \text{ kg/m}^3$ ，估算油滴在 25°C 水中（密度 $\rho_w = 997 \text{ kg/m}^3$ ，黏滯度 $\mu = 0.894 \times 10^{-3} \text{ kg/m/s}$ ）之上浮速度。該工廠排放污水量每日為 2,100 m^3 ，估算其重力式油水分離池有效表面積需求。（20分）

一、【參考題解】

- (一)新興污染物質：要為「新認定或之前未確認」、「未受法規規範」、「且對人體健康及生態環境具有風險性」的化學污染物，此類污染物通常經由人類活動（包括：工商業、農業、醫療場所、製藥廠，甚至一般家庭生活等）所產生且不容易於環境中分解。新興污染物所涵蓋的範圍非常廣泛，舉凡新興的環境污染物、食品添加物及污染物、濫用藥物及毒品，以及存在各式物品內之化學物種等。
- (二)氫氧化四甲基銨：TMAH 是沒有氣味的白色結晶粉末，可溶於水形成 20 時比重約 1.014 的溶液，常溫常壓下的 25%TMAH 溶液是 pH 值高達 13 以上的強鹼溶液，無色透明，工業上使用的 TMAH 為帶有劇毒的強鹼性水溶液，蒸氣壓不高。透過呼吸暴露中毒的機會不大，主要意外暴露途徑為經皮吸收。可能的暴露劑量遠遠超出過去零星發生的食物中毒個案，而經強鹼腐蝕後的皮膚可能會增加吸收。
- (三)離子強度：衡量溶液中存在離子所產生的電場強度的量度。溶液中離子的濃度越大，離子所帶的電荷數目越多，粒子與他的離子氛之間的作用越強，離子強度越大。離子強度 I 為溶液中每種離子 i 的質量摩爾濃度 (C_i) 乘以該離子的價數 (Z_i) 的平方所得諸項之和的一半。
- (四)薄膜生物反應器：為把含高濃度 MLSS 的活性污泥單元和膜處理單元相結合之處理系統，可利用沉浸於好氧池內之膜分離設備截留反應槽內的大分子固體物及活性污泥。

二、【參考題解】

影響活性污泥法之因素包括

1. 營養分：活性污泥微生物代謝所需之營養分，依微生物之組成、種類而異，除有機物外，尚需少量的氮、磷及其他微量的鐵、鈣、鉀等，一般以 $BOD_5 : N : P : Fe = 100 : 5 : 1 : 0.5$ 為最適當。
2. 有害物質：殺菌劑、消毒劑、除草劑及殺蟲劑流入曝氣槽，會造成活性污泥解體，容許濃度為 5 mg/L 以下，當混合液中有硫化物出現時，廢水呈厭氧作用。而微量的重金屬也會被活性污泥生物吸收蓄積，濃縮達數百倍。
3. 無機性廢水：以河水、井水稀釋污水，會改變污水中之無機成分及濃度，導致 SVI 增加，氯鹽濃度高的污水，其高滲透壓會使活性污泥菌體原形質發生分離，細胞機能減弱，導致處理效果降低，氯鹽之容許濃度為 5,000 mg/L 以下。
4. 溫度：溫度會影響微生物的活性，而生化反應速率會隨著溫度的增加而加速到最大速率；可是過了最大反應速率後，溫度再增加不但不能再提升反應速率，反而會使得反應速率隨溫度增加而迅速遞減，此乃因溫度過高反而破壞了酵素所致。
5. 食微比：代表微生物的有機負荷，對(1)處理效率；(2)污泥產量；(3)氧的需求量；(4)固液分離等具有顯著影響效應。在過高的食微比，有機碳的去除率會顯著降低，污泥的產量也會明顯增加，對氧的消耗速率而言會減少，因為大部份的有機物是用來合成細胞質，而不是用在氧化有機質以取得能量。再者，因為過高的食微比，導致污泥停留時間過短，微生物具有相當高的比生長速率，造成污泥分散。

三、【參考題解】



$$\text{pKa} = 7.537$$

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log([\text{OCl}^-] / [\text{HOCl}])$$

$$7 = 7.537 + \log([\text{OCl}^-] / [\text{HOCl}])$$

$$-0.537 = \log([\text{OCl}^-] / [\text{HOCl}])$$

$$10^{-0.537} = [\text{OCl}^-] / [\text{HOCl}]$$

0.29 = [OCl⁻] / [HOCl]，表示其中有 77.52% [HOCl] 解離，即 7.752(mg as Cl₂ / L)

若 pH = 8.5

$$8.5 = 7.537 + \log([\text{OCl}^-] / [\text{HOCl}])$$

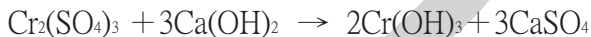
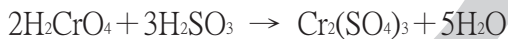
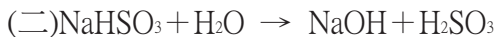
則 9.18 = [OCl⁻] / [HOCl]，其中僅 9.82% [HOCl] 解離，即 0.0982(mg as Cl₂ / L)

需投入之氯劑量 = 7.752 / 0.0982 = 78.94(mg as Cl₂ / L)

四、【參考題解】

(一) 利用還原劑如 SO₂、FeSO₄、Na₂SO₃、NaHSO₃ 等，六價鉻離子還原成三價鉻離子，再利用鹼性藥劑如石灰、消石灰及氫氧化鈉等，以形成不溶性之 Cr(OH)₃ 沉澱去除。

含鉻廢水處理過程中，在還原階段必須將 pH 值調降至 2.5 以下，加入還原劑之後進入中和階段必須將 pH 值提高到 8.5-10.5，以產生金屬氫氧化物，進入膠羽階段時必須加入助凝劑高分子凝結劑 (polymer)，使金屬氫氧化物比重增加，然後在沉降分離階段使水和重金屬分離，最後進入 pH 調整，將 pH 調整至中性 (6-8)，然後排放。



$$\text{排放濃度} = 3000 / (2 + 52 + 16 \times 4) = 25.42(\text{mole})$$

$$\text{所需之亞硫酸氫鈉量} = 25.42 / 2 \times 3 \times (23 + 1 + 32 + 16 \times 3) = 3965.52(\text{g}) = 3.97(\text{kg})$$

$$\text{所需之氫氧化鈣量} = 25.42 / 2 \times 3 \times (40 + 2 \times 17) = 2821.62(\text{g}) = 2.82(\text{kg})$$

五、【參考題解】

$$V_s = \frac{g}{18\mu} (\rho_w - \rho_0) d^2 = \frac{9.81}{18 \times 0.894 \times 10^{-3}} (997 - 920) \times (50 \times 10^{-6})^2$$

$$= 1.17 \times 10^{-4} (\text{m} / \text{s})$$

$$= 10.11 (\text{m} / \text{day})$$

$$\text{有效表面積} = 2100 / 10.11 = 207.72(\text{m}^2)$$

類 科：環境工程
科 目：流體力學
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。

基本常數與公式：

液態水密度：1000 kg / m³

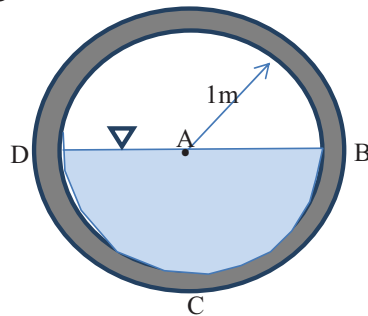
Navier - Stokes 方程式如下：

$$\rho g_x - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) = \rho \frac{\partial u}{\partial x} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \omega \frac{\partial u}{\partial z}$$

$$\rho g_y - \frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) = \rho \frac{\partial v}{\partial x} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \omega \frac{\partial v}{\partial z}$$

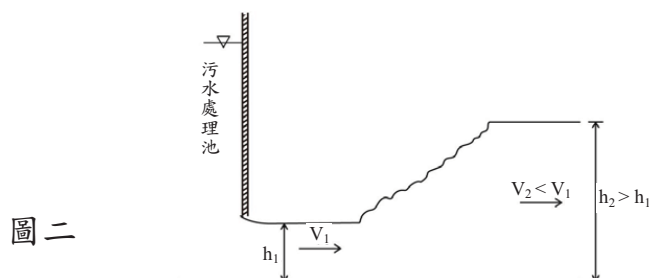
$$\rho g_z - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial z^2} \right) = \rho \frac{\partial \omega}{\partial x} + u \frac{\partial \omega}{\partial x} + v \frac{\partial \omega}{\partial y} + \omega \frac{\partial \omega}{\partial z}$$

- 一、有一工廠生產過程產生之污水，經由地下涵管（直徑 2 m）導入該廠的污水處理廠處理污水。但是該地下涵管在埋設過程時僅有 $\frac{3}{4}$ 圓周確實埋入土壤中，有 $\frac{1}{4}$ 圓周因施工不當未填土壤造成裸空，涵管橫截面如圖一所示，即 BC 段圓弧未確實回填造成裸空情形，且該裸空長度達 1 m。今若該地下涵管內的污水為半滿且靜止（設污水的密度為 $\rho = 1050 \text{ kg/m}^3$ ），試分析 BC 部分段面受污水作用力的大小、方向及作用點。（20 分）



圖一

- 二、已知一座污水處理廠將處理過後的污水放流，經由放流口排放入放流渠道，由於放流口的污水以較高的流出速度 V_1 流入放流渠道，水深為 h_1 。經由一水躍行為之後，在下游放流渠道呈現低流速 V_2 ，且低能量的情形，此時水深為 h_2 （如圖二所示）。若段面 1 及 2 的壓力可以視為靜水壓力（hydrostatics），且若放流水在放流渠道間流動之摩擦損失可以忽略，並假設放流渠道寬度非常寬，試求 h_2 及 V_2 ，以 V_1 及 h_1 表示之。（20 分）



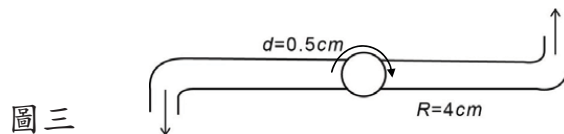
圖二

(請接背面)

類 科：環境工程
科 目：流體力學

三、設一製程中，需要在產品表面噴上一層油，故採用一旋轉噴灑設施如圖三所示，其中管徑 $d = 0.5 \text{ cm}$ ，支臂長 $R = 4 \text{ cm}$ 。倘若該油的流量為 5.0 L/min ，由噴灑設施的轉軸底部管路進入，經由兩側支臂流出。若該油的密度為 881 kg/m^3 ，試求：
(每小題 10 分，共 20 分)

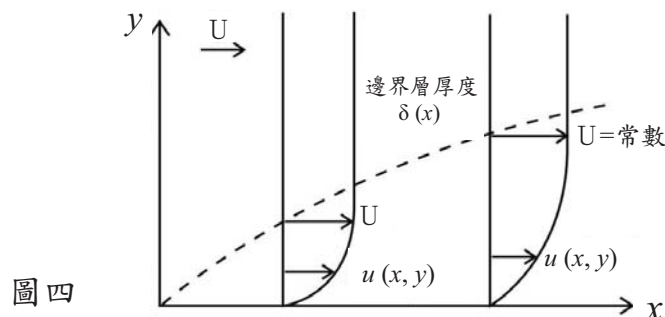
- (一) 可以完全阻擋此設施旋轉的阻擋力矩。
(二) 若無阻擋力矩下，此設施的旋轉速率 (rev/min)。



圖三

四、污水流經一片固定薄板，並在此薄板上產生二維不可壓縮流況的層流，邊界層如圖四所示，其中 $u = U \left(\frac{2y}{\delta} - \frac{y^2}{\delta^2} \right)$ ，當 $y \leq \delta$ 且 $\delta = cx^{\frac{1}{2}}$ ， c 為常數。(每小題 10 分，共 20 分)

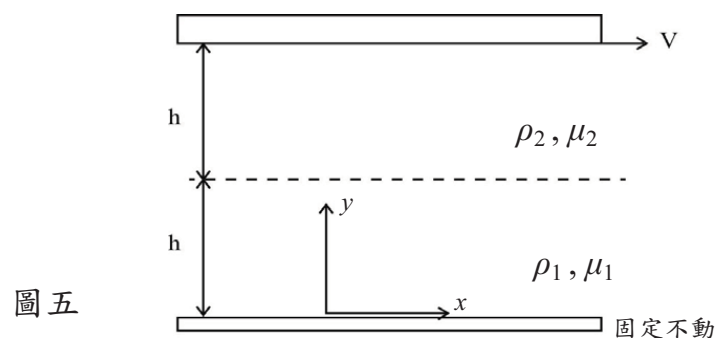
- (一) 假設薄板表面的流況存在不滑動 (no-slip) 條件，求邊界層中的速度分量 $v(x, y)$ ，其中 $y \leq \delta$ 。
(二) 當 $U = 2 \text{ m/s}$ ， $\delta = 1.1 \text{ cm}$ ，試求在 $x = 0.5 \text{ m}$ 處的最大 v 值。



圖四

五、假設有一穩態層流流況下，兩互不相容的流體具有相同厚度，存於兩平板之間 (如圖五所示)，其中上面平板以 V 的速度向右運動，而下面平板固定不動。設若此系統中重力影響效應可以忽略，且在 x 方向並無任何變異下，試以近似 Navier-Stokes 方程式求解：(每小題 10 分，共 20 分)

- (一) 在兩流體交接面上的流體流速。
(二) 試求各流體的剪應力大小。



圖五

一、【參考題解】

1. 水平方向力 $F_H = \gamma \times h \times A_V = 1050 \times 9.81 \times 1 \times 1 = 10.3 \text{ kN}$
2. 垂直方向力 $F_V = \gamma \times h \times A_H = 1050 \times 9.81 \times 1 \times 1 = 10.3 \text{ kN}$
3. 合力大小 $F = \sqrt{F_H^2 + F_V^2} = 14.57 \text{ kN}$
4. 合力方向 $\theta = \tan^{-1} \frac{F_V}{F_H} = 45^\circ$

二、【參考題解】

1. 依題目之渠道間流動之摩擦損失可以忽略。且假設渠道寬度非常寬。
2. 則動量方程式為 $\frac{1}{2} \rho h_1^2 V_1^2 - \frac{1}{2} \rho h_2^2 V_2^2 = \rho V_2^2 h_2 - \rho V_1^2 h_1$ -----(1)
3. 連續方程式為 $Q = V_2 h_2 = V_1 h_1$ -----(2)
4. 由(1)及(2)式可知 $h_2 = \frac{h_1}{2} \left[-1 + \sqrt{1 + 8 \left(\frac{V_1^2}{gh_1} \right)} \right]$

三、【參考題解】

1. 由質量守恆定律求出水管噴出速度為 V
 $Q = AV \Rightarrow 5 \times 0.01 \times \frac{1}{60} \times \frac{1}{2} = \pi \left(\frac{0.5 \times 0.01}{2} \right)^2 V \Rightarrow V = 21.22 \text{ m/s}$
2. 由動量方程式知 $F = \rho A_T V_T^2 \Rightarrow F = 881 \times \pi \left(\frac{0.5 \times 0.01}{2} \right)^2 \times (21.22)^2 = 7.78 \text{ kg}$
3. 故力矩 $T = F \times d = 7.78 \times 0.08 = 0.62 \text{ kg-m}$

四、【參考題解】

$$(\text{一}) u = U \left(\frac{2y}{\delta} - \frac{y^2}{\delta^2} \right) \Rightarrow u = U \left(\frac{2y}{cx^{\frac{1}{2}}} - \frac{y^2}{c^2 x} \right)$$

由邊界層方程式

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

$$u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{dp}{dx} + \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

故可得知

$$\frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{\partial v}{\partial y} = U \left(-\frac{y}{cx^{\frac{3}{2}}} + \frac{y^2}{c^2 x^{-2}} \right) \Rightarrow v(x, y) = U \left(\frac{y^2}{2cx^{\frac{3}{2}}} - \frac{y^3}{3c^2 x^{-2}} \right)$$

$$(二) \delta = 1.1 = cx^{\frac{1}{2}} \Rightarrow \delta = 1.1 = 0.5^{\frac{1}{2}} \times c \Rightarrow c = 1.56$$

$$\frac{\partial v(x, y)}{\partial y} = U \left(\frac{2y}{2cx^{\frac{3}{2}}} - \frac{3y^2}{3c^2x^{-2}} \right) = 0 \Rightarrow 3 \times 1.56^2 \times 0.5^{-2} \times 2y - 2 \times 1.56 \times 0.5^{\frac{3}{2}} \times 3y^2 = 0$$

→ $y = 0$ 、17.65 m 有極值，取 17.65 m

$$v_{MAX} = U \left(\frac{y^2}{2cx^{\frac{3}{2}}} - \frac{y^3}{3c^2x^{-2}} \right) = 2 \left(\frac{17.65^2}{2 \times 1.56 \times 0.5^{\frac{3}{2}}} - \frac{17.65^3}{3 \times 1.56^2 \times 0.5^{-2}} \right) = 188.26 \text{ m/s}$$

五、【參考題解】

1. 邊界條件

$$y = 0, u_1 = 0$$

$$y = h, u_1 = u_2$$

$$y = 2h, u_2 = V$$

$$y = h, \mu_1 \frac{du_1}{dy} = \mu_2 \frac{du_2}{dy}$$

2. Navier-stokes

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g + \mu \left[\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \right]$$

$$\rightarrow \frac{d^2 u}{dx^2} = \frac{\rho g}{\mu} \Rightarrow u = \frac{\rho g}{2\mu} y^2 + C'y + C''$$

3. 當 $y = 0$ 時， $u_1 = \frac{\rho_1 g}{2\mu_1} y^2 + c_1 y + c_2$ ，代入邊界條件得 $c_2 = 0$

4. 當 $y = 2h$ 時， $u_2 = \frac{\rho_2 g}{2\mu_2} y^2 + c_3 y + c_4$ ，代入邊界條件

$$u_2(2h) = V = \frac{\rho_2 g}{2\mu_2} (2h)^2 + 2h \times c_3 + c_4 \text{ -----(1)}$$

5. 當 $y = h$ 時

$$u_1 = u_2, u_1 = \frac{\rho_1 g}{2\mu_1} h^2 + hc_1 = \frac{\rho_2 g}{2\mu_2} h^2 + hc_3 + c_4 \text{ -----(2)}$$

$$\mu_1 \frac{du_1}{dy} = \mu_2 \frac{du_2}{dy} \Rightarrow \mu_1 \left(\frac{\rho_1 g}{\mu_1} y + c_1 \right) = \mu_2 \left(\frac{\rho_2 g}{\mu_2} y + c_3 \right) \text{ -----(3)}$$

類 科：環保行政、環境工程

科 目：環境規劃與管理

考試時間：2小時

座號：_____

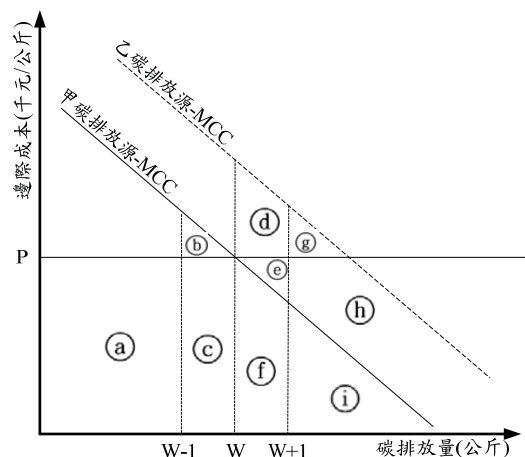
※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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、為因應全球氣候變遷，制定氣候變遷調適策略，降低與管理溫室氣體排放，善盡共同保護地球環境之責任，立法院於2015年6月中旬通過「溫室氣體減量及管理法」，除明訂國內碳排放量之減量目標及時程外，另揭禁應該因應國際溫室氣體減量規定，實施溫室氣體總量管制及排放交易制度。

(一)何謂氣候變遷調適(Adaptation)策略？何謂溫室氣體總量管制、排放交易？試說明之。(15分)

(二)若甲、乙兩碳排放源，擬進行碳排放交易。如下圖所示，其中，P為碳排放費(或碳稅)(單位：千元/公斤)，代表排放源外部(或環境破壞)成本之內化；而圖中兩條MCC曲線，分別表示兩碳排放源目前之「邊際控制成本(Marginal Control Cost, MCC)」，即分別表示兩碳排放源之內部成本，且乙碳排放源MCC曲線位於甲碳排放源MCC曲線之上方；另，①至⑨分別表示圖中封閉區域面積。試以污染控制經濟理論，依該圖示並嘗試以碳排放量W(公斤)為基準，論述對甲、乙兩碳排放源可接受(或可行)之單位碳交易價格，應分別為何？(10分)



二、「應用大數據優化政府施政」為當前行政院「網路溝通與深化施政」的三支箭之「前瞻施政」主軸，為期望將政府巨量資料或開放資料(Open Government Data)進行深度分析，發掘其應用潛能，並產出有助於提升政府施政效率、效能的研究成果。

(一)試說明如何規劃一套進行大數據(Big Data)或資料探勘(Data Mining)分析之標準作業程序(SOP)(例如：「跨產業資料探勘過程標準(Cross Industry Standard Process for Data Mining, CRISP-DM)」)。(10分)

(二)Data Mining可從資料中發掘或煉出有用但隱藏的知識、規則或行為模式，進一步作為決策支援之用。而Data Mining演算技術或模型，一般可區分為「監督式(Supervised)」學習及「非監督式(Unsupervised)」學習兩種形式，試論述兩者間之使用時機？並分別列舉三種常用之演算技術或模型。(15分)

(請接背面)

類 科：環保行政、環境工程
科 目：環境規劃與管理

三、環境資料/資訊是環保決策的重要參考依據，正確的決策必須依據正確的數據或資訊。因此，如何獲得正確的環境數據，以避免決策之錯誤，是極為重要的事。

(一)為確保空氣品質監測資料之「品保作業 (Quality Assurance, QA)」，以達成空氣品質監測網之「數據品質目標 (Data Quality Objectives, DQO)」，通常會以那五種定量或定性特性來加以表示？試說明之。(15分)

(二)針對空氣品質監測儀器，何謂「零點偏移 (Zero drift)」，「全幅偏移 (Span drift)」？試說明之。(10分)

四、行政院環境保護署為落實水污染防治法，特訂推動水污染總量管制作業規定。而該作業規定揭櫫針對優先實施總量管制之水體，應擬訂其污染總量管制計畫，且水質模擬模式列為該管制計畫中應包含項目內容之一。

而河川水質評估之水理模式 (Hydrodynamic model)，一般用於模擬感潮河川之水位及流場變化。假設某一感潮河川流場可依據以下一維度 Saint-Venant 「連續方程式 (Continuity equation)」(1)及「動量方程式 (Momentum equation)」(2)，再分別簡化為方程式(3)及(4)。其中， x 代表 X 軸向卡氏座標距離 (L)、 t 代表時間 (T)、 g 代表重力加速度 (L/T^2)、 S_0 代表河段底床無因次坡度 (Bottom slope)、 Q 代表河段流量 (L^3/T)、 A 代表河段斷面積 (L^2)、 h 代表河段水位或水深 (L)、 u 代表河段流速 (L/T)、 n 代表河段曼寧粗糙係數 (Manning's roughness coefficient, $T/L^{1/3}$)、 S_f 代表河段無因次摩擦坡度 (Friction slope)，且可簡化為該河段 h 、 u 與 n 之已知函數型式。

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad (1) \quad \frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + g \frac{\partial h}{\partial x} - g(S_0 - S_f) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial (u \times h)}{\partial x} = 0 \quad (3) \quad \frac{\partial u}{\partial t} + g \frac{\partial h}{\partial x} - g(S_0 - S_f) = 0 \quad \text{and} \quad S_f = f(h, u, n) \quad (4)$$

(一)依據行政院環境保護署「環境影響評估河川水質評估模式技術規範」，河川水質評估模式之使用，應考量那三項因素？試說明之。此外，試就河川之「穩態 (Steady)」，「非穩態 (Unsteady)」，「均勻 (Uniform)」，「非均勻 (Non-Uniform)」等流場條件，討論方程式(2)之簡化形式應為何？(10分)

(二)若將模擬之感潮河川劃分為諸多河段網格，且不考慮數值解之穩定、收斂條件下，針對方程式(3)及(4)，試應用數值分析定網格 (Uniform grid) 「有限差分法 (The Finite Difference Method, FDM)」中之外顯式 (Explicit) 「FTCS (Forward-Time Central-Space)」方法說明，為何在給定所需河段水理參數 (例如 S_0 、 n) 及適當上游邊界條件 (Boundary condition, BC)、下游邊界條件 (例如利用潮汐調和分析 (Harmonic analysis) 模擬或實際量測之潮位資料)、初始條件 (Initial condition, IC)，則可求解各河段流速 (u) 及水位 (h) 之動態變化情形？(15分)

一、【參考題解】

(一)氣候變遷調適策略

聯合國氣候變化綱要公約因應氣候變遷的作法可分為溫室氣體減量及氣候變遷調適 2 部分，其中氣候變遷調適主要是先進行衝擊評估，瞭解氣候變遷之影響後，再研擬相對應之調適策略，即所謂的氣候變遷調適策略，調適策略之擬訂，基本有二大思維，包括：

1. 避開風險：優先避開高風險區位或行為，免於遭受氣候變遷的衝擊影響。
2. 降低風險：主要透過提升能力來降低風險，且可分為強化及預防兩種角度思考，以降低氣候變遷的衝擊。

而中央主管機關得參考聯合國氣候變化綱要公約、議定書及相關會議之決議事項，因應國際溫室氣體減量規定之情形，實施國家溫室氣體總量管制，指在一定期間內，為有效減少溫室氣體排放，對公告排放源溫室氣體總容許排放量所作之限制措施。而排放交易指進行總量管制時，排放額度於國內外之買賣或交換，為一市場導向的環境政策工具，其理論基礎為寇斯定理。寇斯定理主張：「原本財產權定義不明的共有資源(如空氣、氣候等)，藉由產權界定與自由交易，可以有效解決溫室氣體排放問題，但前提為排放交易必須建立在總量管制基礎下，即所謂的總量管制與排放交易」。

(二)一般而言，課稅、補貼與行政管制三種制度均能有效達成控制污染排放水準，其中以補貼方式對廠商最有利，亦即廠商負擔防制成本，但可獲政府補貼，

甲排放源可接受的單位排放交易價格，對其最有利的的方式為排放 $(W+1)$ 公斤，可接受之碳交易價格為其負擔防制成本 $(a+c+i+f)$ -補貼 (h)

乙排放源可接受的單位排放交易價格，對其最有利的的方式為排放 (W) 公斤，可接受之碳交易價格為其負擔防制成本 $(a+c+e+i+f+h)$ -補貼 $(d+g)$

二、【參考題解】

(一)資料探勘分析流程涵蓋了在所有資料探勘活動研究中所熱烈探討的探勘步驟：資料探究、資料收集、資料處理、分析、做出推論與執行。跨產業的資料探勘標準流程已被業界廣泛使用，此標準流程模型包含了可循環執行的六個工作階段：

1. 商業理解：此階段的工作內容包括了決定商業目標、評估現況、建立資料探勘目標、以及發展出一個探勘的專案計畫。
2. 資料理解：這個階段的工作包括資料的初步收集、資料的描述、資料的調查，以及資料品質的確認。
3. 資料準備：一旦可進行探勘的資料資源可用性被確認後，則要被用於探勘工作中的資料將在此階段經歷選取、清理，以及處理成探勘工作所需的資料型式與格式等過程。
4. 建立模型：在建模階段，探勘者得將資料分割成訓練資料集與測試資料集，以利模型的建構與測試。
5. 評估模型：資料解讀的階段是資料探勘中一個非常重要的階段，探勘者在此階段從解讀探勘所得的結果，以獲取資料中的隱藏知識。
6. 應用模型：探勘所得的知識必須隨時被監控與觀察，以防因環境的變化使得目前的知識成為不符合環境所需的舊知識。

(二)監督式學習及非監督式學習包括使用時機如下表：

監督式學習	使用監督式學習從包含有正例與反例的學習概念中之資料集中，來建立分類模型。 分類模型建立後，該分類模型就可被用來分辨未知類別之範例。
非監督式學習	建立模型之資料並非事前定義好的。 資料範例會根據群集系統所定義的相似性函數，歸納成數個個群。

常用的模式包括：

1. 決策樹分析(Decision tree analysis)

決策樹是從一個或多個預測變數中，針對類別應變數的階級，預測案例或物件的關係；決策樹是資料挖掘(Data Mining)其中一項主要的技巧。實際應用上，當資料本身符合傳統方法的理論條件與分配假說，這些方法或許是較佳的，但是站在探索資料技術的角度，或者當傳統方法的設定條件不足，決策樹對於研究者來說，是較佳的建議技巧。

2. 類神經網路(Neural networks)

類神經網路(Neural Network)，又名為平行分散處理器(Parallel Distributed Processors)、自我組織系統(Self-organizing Systems)、適應系統(Adaptive Systems)、類神經網路(Artificial Neural Networks)等，它使用大量簡單的相連人工神經元來模仿生物神經網路的能力。人工神經元是生物神經元的簡單模擬，它從外界環境或者其它人工神經元取得資訊，並以非常簡單的運算，將輸出其結果到外界環境或者其它人工神經元，以使用於推估、預測、決策、診斷。

3. 基因演算法(Genetic algorithm)

基因演算法是 Holland (Goldberg, 1989)發展出的演算法，它是一種極有效的搜尋最佳解的方法，其基本觀念是以達爾文的進化論為基礎，模擬自然界“適者生存，不適者淘汰”的進化程序。每一種物種的特性均來自於該物種上一代的基因排列，而進化則是代代之間的基因發生變化。

三、【參考題解】

(一)

1. 準確性：空氣品質監測設施準確性之建立可分為自動監測設施及人工操作監測設施兩種，校正頻率皆為每季定期測定一次以上。
2. 精確性：空氣品質監測設施精密度測試之建立可分為自動監測設施及人工操作監測設施兩種，設定校正頻率皆為每月定期測試一次以上。
3. 完整性：氣狀污染物自動監測設施，其取樣及分析應在 6 分鐘之內完成一次循環，並應以一小時平均值。每日之有效小時記錄值，不得少於應測定時數之 75%。
4. 代表性：粒狀污染物空氣品質監測設施採樣口需有一定規範之設置原則。
5. 比較性：所有資料與報告必須使用共同單位，以便與其他部門有相同的報告格式而且可在一致的基準下作比較。空氣粒狀物濃度為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氣象參數亦使用通用的單位(風向單位為度，風速單位為公尺/秒，氣溫單位為攝氏度數，相對濕度為百分比)

(二)

1. 零點偏移：指監測儀器於穩定運轉且未經調整操作狀況下，每間隔十二或二十四小時，以零點標準氣體重複測試儀器測值變化。
2. 全幅偏移：指監測儀器於穩定運轉且未經調整操作狀況下，每間隔十二或二十四小時，以全幅濃度標準氣體重複測試儀器測值變化。

四、【參考題解】

(一)依環境影響評估河川水質評估模式技術規範之規定，河川水質評估模式之使用，應考量以下三項因素：

1. 模擬區域其水文及流域特性。
2. 開發行為及區域環境之特性。
3. 模式之限制條件。

$$\text{穩態} : \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + g \frac{\partial h}{\partial x} - g(S_0 - S_f) = 0$$

$$\text{非穩態} : \frac{Q}{A} + \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + g \frac{\partial h}{\partial x} - g(S_0 - S_f) = 0$$

$$\text{均勻} : \frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial t} - g(S_0 - S_f) = 0$$

$$\text{非均勻} : \frac{1}{A} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{Q^2}{A^2} + gh - g(S_0 - S_f) = 0$$

(二)因為有限差分法的特點包括：

- (1)對於不規則的幾何邊界，仍可在卡式座標使用結構性格網求解。
 - (2)由於在個別元素體的數值離散化係採用局部解析來近似，因此可將數值演算的捨入誤差降到最低。
 - (3)數值解之穩定性極佳，屬於無條件穩定之數值模式。
- 因此給定河段水理參數，可將未知數簡化只剩 h 水深及 u 流速，另給定初始即上下限邊界條件後，可積分簡化為 h 及 u 之聯立方程式，即可求得其動態解。

類 科：水利工程、環境工程

科 目：流體力學概要

考試時間：1 小時 30 分

座號：_____

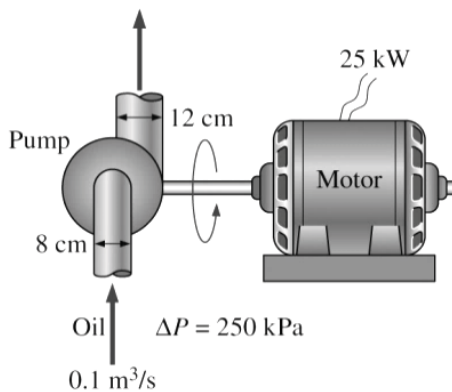
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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、(一)球形肥皂泡，其半徑為 R ，考慮表面張力 σ_s 時，試求肥皂泡內（內壓力 = P_i ）外（外壓力 = P_o ）之空氣壓力差與表面張力 σ_s 的關係。（10 分）

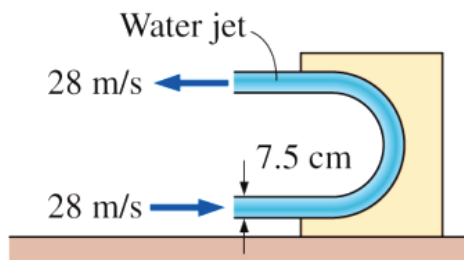
(二)一球形水珠，其半徑為 R ，若考慮表面張力 σ_s 時，試求水珠內（內壓力 = P_i ）外（外壓力 = P_o ）之壓力差與表面張力 σ_s 的關係。（10 分）

二、一馬達供給油泵 25 kW 電力抽油（如圖一所示），馬達效率為 0.9，輸油流量為 $0.1 \text{ m}^3/\text{s}$ ，油泵入口及出口截面直徑分別為 8 cm 及 12 cm，如果出入口壓力差為 250 kPa，假設沒有管路損耗，動能修正因子（kinetic correction factor）為 1.05，試求油泵的機械效率（mechanical efficiency）。（油密度為 860 kg/m^3 ，重力加速度為 9.81 m/s^2 ）（20 分）



圖一

三、一直徑 7.5 cm 的水平噴射水柱衝擊一曲面滑塊，水柱水平衝擊速度為 28 m/s（如圖二所示）。不考慮滑塊與平面之摩擦，需多少力作用在滑塊上才能阻止滑塊移動？假設動量修正因子（momentum correction factor）為 1。（水密度為 1000 kg/m^3 ，重力加速度為 9.81 m/s^2 ）（20 分）



圖二

(請接背面)

類 科：水利工程、環境工程
科 目：流體力學概要

四、一直徑 D 的螺槳以角速度 ω 在密度 ρ 及黏性為 μ 的液體中轉動。轉動所需之力矩 (torque) T 會因 D 、 ω 、 ρ 及 μ 的改變而不同，請以重覆變數法 (method of repeating variables) 推導出力矩 T 與其他參數之無因次關係 (dimensionless relationship)。假設 ρ 、 ω 和 D 為重覆參數。(20分)

五、密度為 1.1683 kg/m^3 的加熱空氣，其黏性為 $1.918 \times 10^{-5} \text{ kg/ms}$ ，在一長 40 m 矩形管內以 $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 之流量流動，矩形管之截面尺寸為 $0.2 \text{ m} \times 0.3 \text{ m}$ ，試求(一)管內的雷諾數 (Re)？(10分)(二)若此時管內之摩擦因子 f (friction factor) 為 0.01833，則管內的壓力降 (pressure drop) 為何？註：水動力直徑 (hydraulic diameter) $D_h = \frac{4A_c}{p}$ ，其中 A_c 為矩形管截面積， p 為橫截面周長。(10分)

一、【參考題解】

(一)球形肥皂，表面張力為一環形

$$P_i - P_o = \sigma_s \times 2 \times \pi \times R \rightarrow \sigma_s = \frac{P_i - P_o}{2\pi R}$$

(二)球形水珠，表面張力為一平面

$$P_i - P_o = \sigma_s \pi \times R^2 \rightarrow \sigma_s = \frac{P_i - P_o}{\pi R^2}$$

二、【參考題解】

1. 馬達輸入水頭 $w = \frac{25 \times 1000}{0.1 \times 860 \times 9.81} = 29.63 \text{ m}$

2. 輸入端流速 $V_i = \frac{0.1}{\pi \left(\frac{8}{100 \times 2} \right)^2} = 19.89 \text{ m/s}$

輸入端流速 $V_o = \frac{0.1}{\pi \left(\frac{12}{100 \times 2} \right)^2} = 8.84 \text{ m/s}$

3. 由白努力公式知，損失水頭 h_l

$$\frac{P_i}{\rho g} + \frac{\alpha V_i^2}{2g} + w = \frac{P_o}{\rho g} + \frac{\alpha V_o^2}{2g} + h_l \rightarrow \frac{250 \times 1000}{\rho g} + 1.05 \frac{19.89^2 - 8.84^2}{2g} + 0.9 \times 29.63 = h_l$$

$$\rightarrow h_l = 10.30 \text{ m}$$

4. 故油泵機械效率 $\eta = \frac{(29.63 - 10.3)}{29.63} \times 100\% = 65.23\%$

三、【參考題解】

由動量方程式知

$$F = \rho A_i V_i^2 + \rho A_o V_o^2 \rightarrow F = \rho A (V_i^2 + V_o^2) \rightarrow F = \rho \pi \left(\frac{7.5}{100 \times 2} \right)^2 (28^2 + 28^2) = 6.93 \text{ KN}$$

四、【參考題解】

1. 依題目給定如下

$$\rho \sim \frac{M}{L^3} \quad \omega \sim \frac{1}{T} \quad D \sim L \quad \mu \sim \frac{M}{L \cdot T} \quad T \sim \frac{ML^2}{T^2}$$

故有因次變數之個數為 5 個

2. 觀察各變數量之基本因次個數為 3 個，故由 π 定理可知其無因次變數之個數為 2 個

3. 由題目給定重覆變數為 ρ 、 ω 、 D

4. 利用 π 定理得

(1) $\pi_1 = \rho^a \omega^b D^c T$ ，因為無因次參數，故因次型式可表示為

$$M^0 L^0 T^0 = \left(\frac{M}{L^3}\right)^a \left(\frac{1}{T}\right)^b (L)^c \left(\frac{ML^2}{T^2}\right)$$

由因次的齊次性可知

$$M: 0 = a + 1 \quad a = -1$$

$$L: 0 = -3a + c + 2 \rightarrow b = 1$$

$$T: 0 = -3a - b - 2 \quad c = -5$$

$$\text{故可知 } \pi_1 = \frac{T\omega}{\rho D^5}$$

(2) $\pi_2 = \rho^a \omega^b D^c \mu$ ，因為無因次參數，故因次型式可表示為

$$M^0 L^0 T^0 = \left(\frac{M}{L^3}\right)^a \left(\frac{1}{T}\right)^b (L)^c \left(\frac{M}{LT}\right)$$

由因次的齊次性可知

$$M: 0 = a + 1 \quad a = -1$$

$$L: 0 = -3a + c - 2 \rightarrow b = 2$$

$$T: 0 = -3a - b - 1 \quad c = -1$$

$$\text{故可知 } \pi_2 = \frac{\mu \omega^2}{\rho D}$$

$$\text{可得無因次參數式為 } \frac{T\omega}{\rho D^5} = f\left(\frac{\mu \omega^2}{\rho D}\right)$$

五、【參考題解】

(一)雷諾數

$$Re = \frac{\rho V L}{\mu} = \frac{1.1683 \times \left(\frac{0.5}{0.2 \times 0.3}\right) \times 40}{1.918 \times 10^{-5}} = 20304136$$

(二)由 Darcy-weisbach 公式知壓力降

$$H_l = f \frac{D V^2}{L 2g} = 0.01833 \frac{4 \times \frac{0.2 \times 0.3}{2(0.2 + 0.3)} \left(\frac{0.5}{0.2 \times 0.3}\right)^2}{40 \cdot 2g} = 0.000389 \text{ m}$$