



1. 求解微分方程式  $y' + y \tan x = \sin 2x$  (10 分)。
2. 試分別以「未定係數法」(method of undetermined coefficient) (6 分)、「參數變換法」(method of variation of parameter) (7 分)及「反運算子法」(method of inverse operator) (7 分)解下列 ODE 之通解：(共 20 分)

$$y'' - 4y = e^{2x} - 1$$

3. 求下列聯立微分方程式 (10 分)。

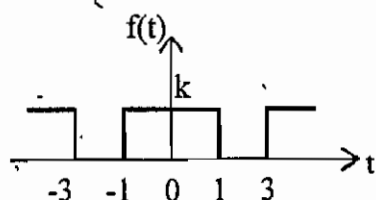
$$y' + 2y + 6 \int_0^t z dt = -2$$

$$y' + z' + z = 0$$

$$y(0) = -5, z(0) = 6$$

4. 試求函數  $f(t)$  之傅立葉級數(Fourier series) (10 分)。

$$f(t) = \begin{cases} k & -1 < t < 1 \\ 0 & 1 < t < 3 \end{cases} \quad T = 4$$



5. 試求偏微分方程式之通解(10 分)。  
 $ay u_x - bx u_y = 0$
6. 試用分離變數法，求解偏微分方程式 (10 分)。

$$x^2 \frac{\partial u}{\partial y \partial x} + 3y^2 u = 0$$

7. 計算矩陣之多項式  $A^3 - 4A^2 - A + 4I$  (10 分)。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}$$

8. 試求點(1,1,2) 到平面(0,1,0),(1,1,3),(5,0,1)之最短距離 (10 分)。
9. 判斷級數為收斂或發散 (10 分)。

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^n}{n!}$$



## 每題十分

1. Evaluate  $\int \frac{e^{\frac{1}{x}}}{(x+1)^2} dx$  ?
2.  $f(x) = \cos x^{10}$ , find  $f^{(10)}(0)$  and  $f^{(20)}(0)$  ?
3. 求  $y = \sqrt{x}$  與  $y = 0$  及  $x = 4$  所圍區域之形心?
4. 設  $D$  為  $xy$  平面上之三角形區域，其頂點為  $(-4, 1), (0, 1), (0, 3)$ ，求  $\iint_D y dx dy$  ?
5. 一密封錫製的圓柱形罐頭，具有一定容積  $V_0$ ；若要使製造罐頭的材料最省，則此罐頭的底半徑  $r$  與高  $h$  之間的關係應為何？
6. 設  $a > 0$ ，直線  $y = ax$  與拋物線  $y^2 = a^2 x$  所圍區域為  $R$ ， $R$  繞  $x$  軸及  $y$  軸旋轉所得旋轉體之體積分別為  $V_1$  及  $V_2$ ，若  $V_1 = V_2$ ，則  $a = ?$
7. Given: the position  $s$  at time  $t$  of an accelerating object is given by
 
$$S(t) = t^2(t-2)^2$$
 Wanted: the acceleration and the velocity of the object at  $t = 3$ .
8. Given:  $y_1 = \frac{e^x}{1 - xe^x}$   
 $y_2 = \ln\left(\frac{e^x}{1 + e^x}\right)$ 
 Wanted: the derivative of  $y_1$ , and the derivative of  $y_2$ .
9.  $\int_1^6 \frac{x+2}{\sqrt{x+3}} dx = ?$
10.  $\int_0^\pi |\cos x - \cos 2x| dx = ?$



一、選擇題（每題 4%，合計 60%，請依編號作答，答錯不倒扣）

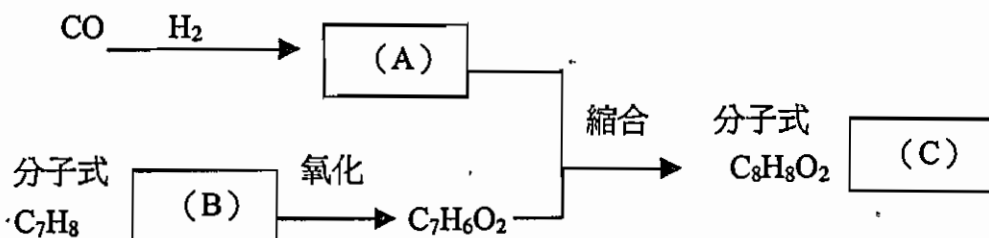
- 25°C，A、B 兩種液體的蒸氣壓分別為 200 mmHg 及 100 mmHg，某 A、B 組成的理想溶液蒸氣相中 A 的莫耳分率佔 0.75，則溶液之蒸氣壓為？(A) 160 (B) 175 (C) 300 (D) 150 mmHg。
- 在 0°C，2 atm 下 100 克水溶解某微溶性氣體 50 mL，則於同溫下壓力為 5 atm 時 100 克水溶解某微溶性氣體之體積相當在 STP 有若干 mL？(A) 50 (B) 125 (C) 150 (D) 250
- 已知  $C_2H_4(g)$ 、 $H_2O(l)$ 、 $CO_2(g)$  之莫耳生成熱各 +12 Kcal、-68 Kcal、-94 Kcal，又  $C_2H_4(g) + H_2O(l) \rightarrow C_2H_5OH(l)$   $\Delta H = -10$  Kcal，則  $C_2H_5OH(l)$  之莫耳燃燒熱為 (A) -284 Kcal (B) -326 Kcal (C) -365 Kcal (D) -384 Kcal
- 在 20°C 甲、乙兩種河水分別以 1：29 之體積比混合成 300 mL 之總體積，已知甲、乙兩瓶最初之溶氧(DO)皆為飽和其值為 9.2 ppm，5 天後乙之 DO 為 8 ppm 而混合液之 DO 為 2 ppm，則甲種河水之 BOD 為若干 ppm？(A) 181.2 (B) 60.4 (C) 112.8 (D) 192.7
- 以零級反應而言下列各項敘述何者正確？(A) 活化能很小 (B) 反應物的濃度不因時間之進行而改變 (C) 速率常數  $k=0$  (D) 反應速率與時間無關
- 催化劑對下列何項有影響？(A) 反應熱 (B) 反應物及生成物之位能 (C) 活化錯合物的位能 (D) 反應物分子的分子動能
- 關於  $H_2O_2 + 2MnO_4^- + 6H^+ \rightarrow 8H_2O + 2Mn^{2+} + 5O_2$  的反應，下列敘述何者正確？(A)  $H_2O_2$  為氧化劑 (B)  $H_2O_2$  被還原為  $H_2O$  (C)  $MnO_4^-$  被還原為  $Mn^{2+}$  (D)  $Mn_{(aq)}^{2+}$  為紫色
- 鉛蓄電池放電反應方程式為  $Pb_{(s)} + PbO_{2(s)} + 2H_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2PbSO_{4(s)} + 2H_2O$ ，使用此電池電解  $CuSO_4$  水溶液，當鉛蓄電池兩電極共增重 32 克時，可析出多少克之 Cu【Cu=63.5，Pb=208，S=32】(A) 12.70 (B) 6.35 (C) 3.18 (D) 19.05 克。
- 電解 100 ml 的碘化鉀水溶液，於陰極所得的氣體在 STP 下為 22.4 mL，問水溶液的 pH 值為多少？但假設電解過程中水溶液之體積始終不變，實驗室的溫度為 25°C (A) 1.7 (B) 7.3 (C) 12.3 (D) 12.7



10. 下列何分子有極性？(A) 三氟化硼 (B) 五氯化磷 (C) 氯仿 (D) 三氧化硫
11. 乙烯與乙炔分子之性質何項正確？(A) 碳-碳鍵長：乙炔 > 乙烯 (B) 碳-碳鍵能：乙烯 > 乙炔 (C) 碳-碳間之  $\sigma$  鍵結：乙烯為  $sp^3-sp^3$ ；乙炔為  $sp^2-sp^2$  (D) 乙烯為平面分子；乙炔為直線形分子
12. 下列何者可使  $KMnO_4$  溶液褪色 (A) 丙酮 (B) 甲醚 (C) 戊烷 (D) 甲酸
13. 以 0.01 M KOH 滴定 0.01 M  $HNO_2$  50.00 mL。當 KOH 已使用 25.00 mL 時，溶液的 pH = ? ( $K_a = 4.5 \times 10^{-4}$ ) (A) 2.17 (B) 3.35 (C) 2.41 (D) 1.48
14. 含 0.2 M  $CH_3COOH$ 、0.30 M  $CH_3COONa$  的緩衝液 500 mL。今將 1.00 M NaOH 20 mL 加到此緩衝液，則溶液 pH = ? [ $CH_3COOH$   $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ] (A) 4.41 (B) 4.74 (C) 4.92 (D) 5.07
15. 在  $20^\circ C$ 、1 atm 下，若某湖水中含有  $6.17 \times 10^{-5} M$  的有機廢料  $C_6H_{10}O_5$ ，試求此湖水每升的 COD 為若干？(A) 0.006 g/l (B) 0.012 g/l (C) 0.024 g/l (D) 0.12 g/l

## 二、計算題 (每題 10%，合計 40%)

1.  $SO_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) + NO(g)$ ，平衡時 1 升容器中含 0.6 mol  $SO_3$ ，0.6 mol  $NO$ ，0.4 mol  $SO_2$  與 0.1 mol  $NO_2$ ，今再加入 0.3 mol  $NO_2$ ，系統體積及溫度維持不變，則新平衡時  $NO$  之莫耳數為若干？
2. 已知  $AgBr$  之  $K_{SP}$  為  $5 \times 10^{-13}$ ，一升溶液內含 0.20 M  $Br^-$ ，當加入 0.10 mol  $AgNO_3(s)$  達平衡時試計算  $Ag^+$  濃度。
3. 一般量測廢水污染強度時常用到 BOD 及 COD 試驗，試比較兩者之優缺點。
- 4.



試寫出 (A) ~ (C) 的結構式。



一、解釋名詞：20% (每題 4 分)

1. 何謂電位差？
2. 為何電力線必與等位面垂直？
3. 何謂熱功當量？
4. 請說明光電效應？
5. 何謂點函數 (Point function) 與路徑函數 (Path function)？

二、計算題 70%

1. (10%)

The 7-lb lamp in Figure (1) is suspended as indicated from a wall and a ceiling. Find the tensions in the two chains.

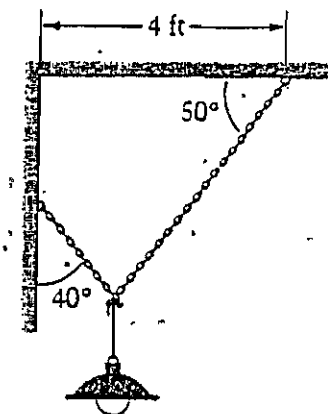


Figure (1)



2. (10%) A bent bar is rigidly attached to a wall at the point  $(0,0,0)$ . A force with magnitude  $|F| = 7 \text{ lb}$  acts at its free end with a line of action passing through the origin, as shown in Figure (2). Find:
- (1) The moment of  $F$  about point  $P$
  - (2) The moment about the line  $l$  passing through  $P$  with a slope of  $5/12$  in the  $yz$  plane as shown.

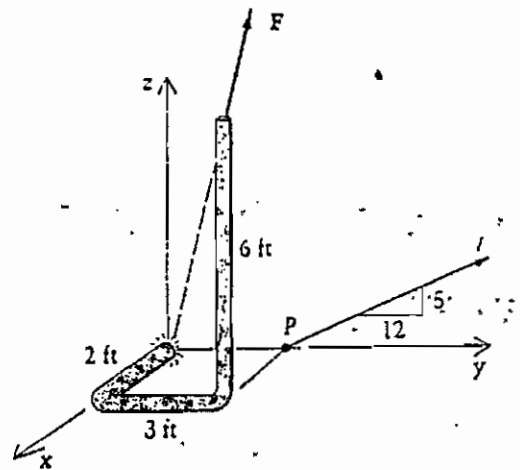


Figure (2)

3. (15%) A cubical box, 2 ft on a side, half filled with oil, specific gravity 0.90, is accelerated along an inclined plane at an angle of  $30^\circ$  with the horizontal, as shown in Figure (3). Find the slope of free surface and the pressure along the bottom.

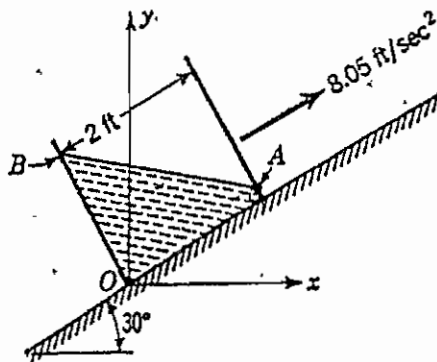


Figure (3)



4. (15%)

質量為  $m$  的小木塊沿無摩擦之翻圈軌道 (loop-the-loop track)

滑行，如 Figure (4) 所示。

(1) 若木塊在 P 點由靜止起動，在 Q 處木塊的合力為何？

(2) 距底多高時釋放，則此木塊在圈頂作用於軌道之力會等於其重

量？

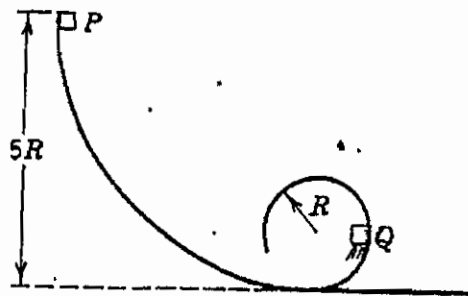
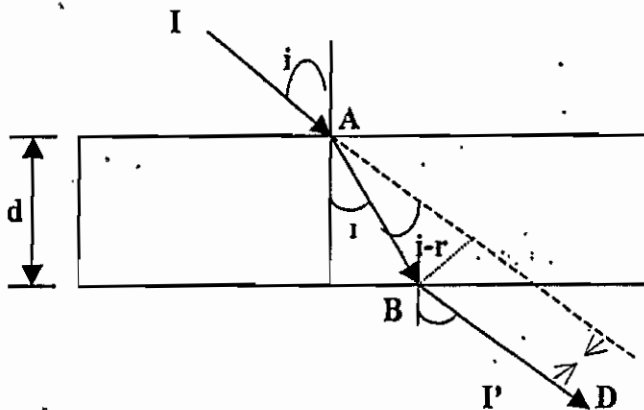


Figure (4)

5. (1) 光經過平行透明層，其入射線 I 與出射線 I' 互相平行，厚度為  $d$ ，折射率為  $n$ ，入射角  $i$ ， $D$  表旁位移 (橫向位移) 試證明

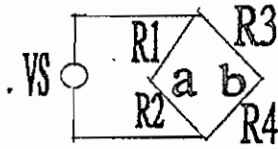
$$D = d \sin i \left[ 1 - \frac{\cos i}{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}} \right] \quad (5\%)$$

(2) 利用證明結果，若假設  $d=10 \text{ cm}$ ，入射角為  $60^\circ$ ， $D = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ cm}$ ，求入射角折射率為？(5%)





6. 試證明惠斯同電橋  $R_3/R_1=R_4/R_2$  (其中 a、b 為截點)。(10%)



三、問答題 10%

1. 理想氣體的三個假設，請說明之。(10%)





**Part A: Choose a correct answer of each question (Note: you do not have to give the calculating procedure)**

- (10 points) A steady incompressible flow, moving through a contraction section of length  $L$ , has a one-dimensional average velocity distribution given by  $u = U_0(1 + 2x/L)$ . What is its convective acceleration at the end of the contraction,  $x = L$ ?  
(a)  $U_0^2/L$ , (b)  $2U_0^2/L$ , (c)  $3U_0^2/L$ , (d)  $4U_0^2/L$  (e)  $6U_0^2/L$
- (10 points) A soil 1-in-diameter sphere floats at the interface between water (SG=1.0) and mercury (SG=13.56) such that 40 percent is in the water. What is the specific gravity of the sphere?  
(a) 6.02, (b) 7.28, (c) 7.78, (d) 8.54, (e) 12.56
- (10 points) If a stream flowing at velocity  $U$  past a body of length  $L$  causes a force  $F$  on the body which depends only upon  $U, L$ , and fluid viscosity  $\mu$ , then  $F$  must be proportional to  
(a)  $\rho UL/\mu$ , (b)  $\rho U^2 L^2$ , (c)  $\mu U/L$ , (d)  $\mu UL$ , (e)  $UL/\mu$
- (10 points) In open-channel flow  
(a) the hydraulic grade line is always parallel to the energy grade line; (b) the energy grade line coincides with the free surface; (c) the energy and hydraulic grade lines coincides; (d) the hydraulic grade line can never rise; (e) the hydraulic grade line and free surface coincide.
- (10 points) The best hydraulic rectangular cross section occurs when ( $b$  = bottom width and  $y$  = depth)  
(a)  $y = 2b$ ; (b)  $y = b$ ; (c)  $y = b/2$ ; (d)  $y = b^2$ ; (e)  $y = b/5$

**Part B: Calculate or derive for the answer of the following questions:**

- A two-dimensional velocity field is given by

$$u = \frac{x}{1+t}, \quad v = \frac{y}{1+2t}$$

Calculate (a) the streamline, and (b) the pathline which pass through  $(x_0, y_0)$  at time  $t = 0$  (10 points)

- A certain two-dimensional shear flow near a wall has the velocity component

$$u = U \left( \frac{2y}{ax} - \frac{y^2}{a^2 x^2} \right),$$

where  $a$  is constant. Derive the velocity component  $v(x, y)$  from continuity equation assuming that  $v = 0$  at the wall,  $y = 0$ . (10 points)



3. A moving car with  $m = 2000 \text{ kg}$ ,  $C_D = 0.3$ , and  $A = 1 \text{ m}^2$  slows down from an initial velocity of  $100 \text{ km/hr}$ . Calculate the distance and the velocity of the car after 1, 10, 100, 1000 seconds assuming constant  $C_D$ , brake free, no rolling resistance, and  $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$  for air. (15 points)
4. A dam spillway is to be tested using Froude scaling with a one-thirtieth-scale model. The model flow has an average velocity of  $0.6 \text{ m/s}$  and a volume flux of  $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$ . What will the velocity and flux of the prototype be? If the measured force on a certain part of the model is  $1.5 \text{ N}$ , what will the corresponding force on the prototype be? (15 points)



## 一、簡答題

- 1、Facultative anaerobe (3分)
  - 2、Shigella (3分)
  - 3、MLVSS (4分)
  - 4、Carbon Cycle (4分)
  - 5、CFCs (Chlorofluorocarbons) (3分)
  - 6、Electrical Double Layer (3分)
- 二、請說明活性污泥生物處理之顯微鏡檢驗，觀察原生動物之理由？(8分)
- 三、一般廢水生物處理中細菌、原生動物所擔任之角色及功能(10分)
- 四、水體優養化之影響？如何控制？(12分)
- 五、何者為微生物應用於廢棄物堆肥作用的影響因子？並略加說明(10分)
- 六、說明生物氧化還原反應，並解釋及排列下列反應之氧化還原電位次序：硫酸鹽還原、甲烷發酵、好氧呼吸、去硝化(10分)
- 七、一與環境隔絕，並與碳酸鈣固體平衡之自然水體，加入下列物質時會增加、減少或無影響其總鹼度，並簡略說明為什麼。(a)  $\text{HNO}_3$  (b)  $\text{AlCl}_3$  (c)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (d)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (e)  $\text{CO}_2$  (10分)
- 八、 $4\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ \leftrightarrow 4\text{MnO}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2(\text{g})$  反應平衡常數  $K=10^{+68}$ ，計算系統與大氣平衡及  $\text{MnO}_4^-$  溶液濃度為  $10^{-10}$  M 時反應平衡方向為何？(7分)
- 九、密閉系統中  $\text{CO}_2$  曝氣飽合且達平衡之  $10^{-4}$  M  $\text{CO}_2$  溶液，寫出其質子條件 (Proton Condition) 及繪出其 pC-pH 圖， $25^\circ\text{C}$   $\text{pK}_{a1}=6.3$ ,  $\text{pK}_{a2}=10.3$  (13分)



1. 試解釋何謂混凝？何謂膠凝？請以混凝之機制解釋去除濁度最佳加藥量及最佳 pH 之現象。經杯瓶試驗後得知明礬 ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ) 最適加藥量為 30 mg/L，請問在該加藥量下會消耗原水中多少鹼度(as mg/L  $\text{CaCO}_3$ )？假使不消耗原水中之鹼度則須加入多少  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ？(Atomic Weight Al = 27, Ca = 40) (10%)
2. 在設計階段選擇平均細胞停留時間時，平均細胞停留時間太長或太短各會發生怎樣之情形？再請問平均細胞停留時間增長會對需氧量及廢棄污泥量產生如何之影響？(10%)
3. 試說明生物營養鹽去除程序(BNR process)之原理、及目前常用之處理程序。(10%)
4. 某地廢棄物之化學組成如下：碳 24.7%、氮 6.0%、氧 10.8%、氫 4.3%、氯 3.2%、硫 0.4%、水分 30.3%、灰份 20.3%，若以空氣助燃且空氣過剩量為 100%，試計算焚化後之廢氣量( $\text{Nm}^3/\text{kg}$ )及廢氣中  $\text{SO}_2$  之濃度為何(以 ppm 表示)。(15%)
5. 試說明受污染土壤及地下水之整治技術有哪些？請就 In Situ 及 Non-In Situ 分類並概述各方法。(10%)
6. 某工廠決定採用靜電集塵器來收集廢氣中之飛灰(fly-ash particle)，廢氣流量為  $10 \text{ M}^3/\text{s}$ ，類似系統之經驗分析顯示飛灰之漂移速度  $w$  (drift velocity) 為飛灰直徑( $d_p$ )之函數，並可以如下之方程式估算： $w = 3.0 \times 10^5 d_p \text{ m/s}$ 。試決定以 99% 效率收集直徑大小  $0.5 \mu\text{m}$  飛灰所需之平板面積。(10%)



7. (10%) Evaluation of an adsorber. A carbon bed of 1 m height, containing 400 kg of carbon is adsorbing acetone. Breakthrough occurs after 70 minutes ( $t_b$ ) and the outlet concentration equals half the inlet concentration after 80 minutes ( $t_s$ ). Calculate (a) the length (height) of the unused bed, (b) the length (height) of the mass transfer zone and (c) the adsorption wave velocity.

8. (15%) (1) 請寫出多氯聯苯(PCB), DDT, 及戴奧辛(Dioxin)之化學式。  
(2) 請說明一般在評估戴奧辛毒性當量時均以何種物質之毒性當量係數(toxic equivalent factor)為基準? 為什麼?  
(3) 請說明毒性當量(Toxic Equivalent Quantity, TEQ)如何求得?

9. (10%) 請說明有關  $SO_x$ ,  $NO_x$  污染物去除之控制技術之原理。  
(1) FGD (Flue-gas Desulfurization)  
(2) SCR (Selective Catalytic Reduction)  
(3) SNCR (Selective Noncatalytic Reduction)  
(4) NSCR (Non selective Catalytic Reduction)