



(10分) 1. (1) 求 $\int_0^{\infty} \frac{\sin t}{t} dt$? (5分)

(2) 求 $\int_0^{\pi} \sin^3 \theta \cdot \cos^4 \theta d\theta$? (5分)

(20分) 2. (1) 試以兩種不同方法求解 $(y - y^2)dx + xdy = 0$? (10分)

(2) 試以兩種不同方法求解 $(1 - x^2)y'' - 2xy' + 2y = 0$, $y(0) = y'(0) = 1$? (10分)

(10分) 3. 一維河口水質模式 (穩定狀態) $D_x \frac{d^2 C}{dx^2} - U_x \frac{dC}{dx} - KC = 0$, $C(0) = C_0$

是在 $x = 0$ 處的污染物濃度, 可用下式計算 $C_0 = \frac{W}{Q \sqrt{1 + \frac{4KD_x}{U_x^2}}}$, W 及

D_x 及 U_x 及 K 假設為常數, 試求出在排放點上、下游之濃度值?

(10分) 4. 求 $\begin{bmatrix} 0 & 4 \\ 9 & 0 \end{bmatrix}$ 的特徵向量基底並對角化?

(10分) 5. 求 $\begin{cases} y_1' + y_2 = 2 \cos t & y_1(0) = 0 \\ y_1 + y_2' = 0 & y_2(0) = 1 \end{cases}$

(10分) 6. 以拉氏變換 (Laplace Transformation) 求解

$$\frac{\partial u}{\partial x} + 2x \frac{\partial u}{\partial t} = 2x, u(x, 0) = 1, u(0, t) = 1$$

(10分) 7. 求解偏微分方程 $Z_x'' - 2Z_x' Z_y' - Z_y'' = 0$

(20分) 8. 試述下列各種解常微分方程方法之優缺點: (每子題 2分)

(1) 參數變更法 (variation of parameter)

(5) 因變數更換法

(2) 降階法 (reduction of order)

(6) 等維線性運算子

(3) 運算子因子分解法

(7) 齊次法 (因變數及其導數成齊次)

(8) 正合法

(4) 自變數更換法

(9) 冪級數法 (Power Series)

(10) 拉氏變換法 (Laplace Transformation)

國立雲林技術學院

所別：環境與安全技術研究所

八十五學年度研究所碩士班入學考試試題

科目：微積分

求 $\int_0^1 e^{-x} x^{\frac{1}{2}} dx$? (5分)

求 $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-h^2 x^2} dx$? (h 為常數) (5分)

求 $\int_0^1 x^3 (1-x)^{\frac{1}{2}} dx$? (5分)

求 $\int_0^{\infty} \sqrt{y} e^{-y^3} dy$? (5分)

試判斷 $\sum_{n=3}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n(\ln n)}$ 是否收斂? (5分)

求 $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(z-2)^n}{2^n \ln n}$ 的收斂半徑? (5分)

1. 若一閉區域 R 是由曲線 $y = x^2 - |x|$, x 軸 , $x = -2$ 和 $x = 2$ 所包圍而成, 求 R 之面積 A 之值? (10分)

2. 若 $f(x) = \tan^{-1} x$, 則求 (1) $f(x)$ 之馬克勞林級數 (Maclaurin's Series)? (5分);
(2) $f(x)$ 之收斂區間 I ? (5分)

3. 若 $z = x^n f\left(\frac{y}{x^2}\right)$; 其中 f 為可微分函數, 則求 $x \frac{\partial z}{\partial x} + 2y \frac{\partial z}{\partial y}$? (10分)

4. 設 $x^2 + xy + y^2 = 3$ 求 y' , y'' 及 y''' ? (10分)

5. 若 $f: [0,1] \rightarrow [0,1]$ 是一個連續函數, 試證明必存在一點 $c \in [0,1]$, 使得 $f(c) = c$? (10分)

6. 引入新變數 $t = x + \frac{1}{x}$ 來計算積分 $\int_{0.5}^2 \left(1 + x - \frac{1}{x}\right) e^{x + \frac{1}{x}} dx$? (10分)

7. 求由 $ay = x^2$, $x + y = 2a$ 所界均勻薄板的重心坐標? (10分)

國立雲林技術學院

所別：環境與安全技術研究所

八十五學年度研究所碩士班入學考試試題

科目：環境化學及環境微生物

第 1 題 (每題 10 分)

有一廢水樣 BOD_5 為 55 mg/l ，測定時使用 DO 為 8 mg/l 之
 稀釋水，取廢水 25 ml ，用 250 ml BOD 測定瓶，經稀釋混
 合後於 20°C 下培養 5 天後，混合水樣之 $D.O.$ 為 2 mg/l ，試
 求該廢水樣原來之 DO 為多少？

某地下水之水质分析結果如下：

	(mg/l)	(mg/l)	原子量:
Ca^{+2}	61.1	HCO_3^- 219.6	$\text{Ca} = 40$
Mg^{+2}	13.7	CO_3^{2-} 0.0	$\text{Mg} = 24.3$
Na^+	18.5	SO_4^{2-} 46.5	$\text{Na} = 23$
K^+	3.5	Cl^- 17.7	$\text{K} = 39$
PH	7.01	總固體: 280 mg/l	$\text{C} = 12$
			$\text{S} = 32$
			$\text{Cl} = 35.5$

游離 $\text{CO}_2 = 51.4 \text{ mg/l}$

- 1) 求總硬度 (以 mg/l CaCO_3 表示) (4分)
- 2) 碳酸鹽硬度 (以 mg/l CaCO_3 表示) (2分)
- 3) 上述分析是否合理 (2分)

(提示：檢查陰、陽離子當量數及 PH 值)

$$\text{溶解固體} = [\text{陰離子}] + [\text{陽離子}] - \frac{1}{2}[\text{HCO}_3^-]$$

國立雲林技術學院

所別：環境與安全技術研究所

八十五學年度研究所碩士班入學考試試題

科目：環境化學及環境微生物

$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ dolomite 在 25°C 之 $pK_{25} = 16.8$ 在水樣達成平衡

- (1) 問 Ca^{+2} 及 Mg^{+2} 溶解度為何？(以 M 表示) (5分)
- (2) 若水溫上昇至 50°C 時 $pK_{50} = 20.0$ 問 Ca^{+2} 及 Mg^{+2} 溶解度降低，何原因？什麼因素可加速該反應？(溫度固定在 50°C 時) (5分)

問答題

空氣中二氧化碳溶於水的反應 $\text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{aq})$

- (1) $\Delta G^\circ = 3.0 \text{ Kcal}$. 大氣中二氧化碳分壓為 $10^{-3.5}$, 25°C $K_H = ?$ (5分)
- (2) 水中溶解 $\text{CO}_2(\text{aq}) = 10^{-5} M$, $\Delta G = ?$ 反應向那一方向進行。 (5分)

簡述下列定律、原理或名詞。 (15分)

- (1) 勒沙特列原理 (3分)
- (2) Michaelis-Menton 方程式 (3分)
- (3) 老化學反應 (3分)
- (4) 電化電池 (繪圖表示) (3分)
- (5) 化學需氧量 (3分)

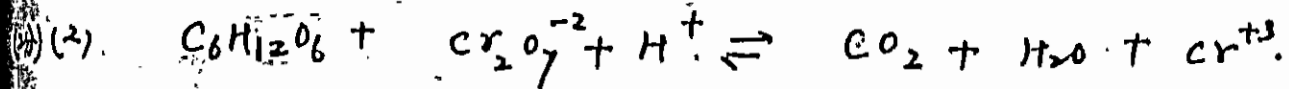
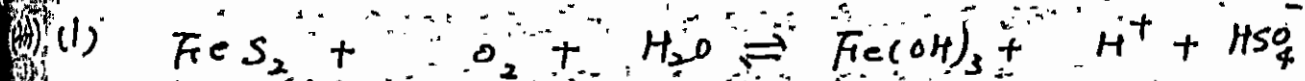
國立雲林技術學院

所別：環境與安全技術研究所

八十五學年度研究所碩士班入學考試試題

科目：環境化學及環境微生物

3. 平衡下列方程式。(5分)



4. 活性污泥處理過程引起膨化 (bulking) 之原因及微生物? 如何有效抑制或克服? (10分)

5. 有一細菌其双倍增殖時間為 30 分鐘, 求其比增殖速率? (5分) [註: $\ln 2 = 0.693$]

6. 簡介微生物所需之一般性營養素 (5分)

7. 水質檢查是否受污染, 通常檢查那些細菌做為指標菌, 檢驗過程包括那三部份工作, 並簡述之 (10分)

8. 用何種微生物去除廢水中易產生臭味之含氮化合物, 並簡述其作用過程及機制。 (10分)



prove for a circular pipe of diameter D , that $R = \frac{D}{4}$. Hence show that the Darcy equation for pipe flow is equivalent to a special case of the Chezy equation; provided that

$$C = \sqrt{\frac{8g}{f}}$$

Hint: Chezy equation $V = C \sqrt{RS}$
Darcy equation $hf = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$

2. 如图 1 所示，閘門寬為 1 公尺，
(15%) 高度為 2 公尺，鉸接於 A 點，已知在右邊
的槽中油的比重為 0.75，左邊槽中儲存
的是水，其高度為 4 公尺，為避免閘門
的開啟，在 B 點施力(加)的力及方向為何？
(單位請以 Kg m 表示)。

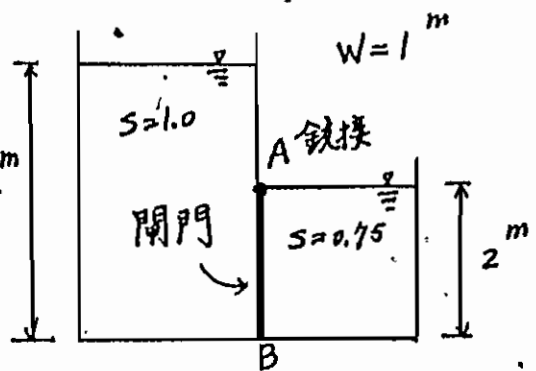


圖 1

3. 液体以 20°C 之溫度 ($\mu = 1.002 \times 10^{-3} \text{ kg/m}\cdot\text{s}$)
(10%) 流動於兩個固定的壁間，壁距為 6 公分 (cm)。
流動液體在壁間之速度分佈 $V = 50y(0.06 - y) \text{ m/s}$ ，
試計算 (1) 最大流速 (5%) (2) 固定壁上之最大剪力 (5%)

4. 試分別以尤拉描述 (Eulerian description) 及 拉格朗治描述
(10%) (Lagrangian description) 法，寫出連續方程式，並說明之。

5. 有一圓筒狀杯子深 10 公分 (cm)，直徑 6 公分 (cm) 裝水 7 公分 (cm) 高，
平置於車上，當車子以 7 cm/sec^2 加速時，杯中的水是否會溢出來？
(10%) 此時杯底承受之最大壓力為多少？水的密度為 1 g/cm^3 。



6. 某流體以低速（層流，laminar flow）在管徑為 r 之管內流動，流體之黏滯度為 μ ，管內單位長度之壓力降為 dp/dx ，其體積通量（flux）為 Q ，試以因次分析法，求出 $Q = f(r, \mu, dp/dx)$ 之可能關係式。

7. 有一汽車質量 $m = 2000 \text{ kg}$ ，拖曳係數 $C_D = 0.3$ ，迎風面積 $A = 1 \text{ m}^2$ ，從初速 100 m/sec 起，放掉油門，不踩剎車，不考慮輪胎之地面阻力，假設 C_D 為常數（constant），空氣密度 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ ，試求 10 sec ， 100 sec ，及 1000 sec 時之車速與行經距離。

8. 已知一混凝土製矩形渠流 $n = 0.013$ ，渠底坡度 $S = 0.004$ ，(15%) 寬度為 4 公尺，高度 3 公尺，試以曼寧公式（Manning Equation）及相關公式，求：

(1) 水流深度由 2.9 公尺升高至 3.0 公尺時之流量比 $\frac{Q_{3.0}}{Q_{2.9}} = ?$ (8%)

(2) 臨界水深及臨界坡度 (7%)

四題，每題各 25 分

1) 任意一個數學函數必須符合那些條件才可能成為一個隨機變數的累積分佈函數 (cumulative distribution function)? (13%)

2) 某隨機變數 X 之累積分佈函數為

$$F_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}x & 0 \leq x \leq 2 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

試求 X 之機率密度函數 (probability density function), 期望值 (expected value), 眾數 (mode), 中數 (median), 標準差 (standard deviation) 及變異係數 (coefficient of variation). (12%)

3) 令 X 為一隨機變數，其機率分佈為

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{4} & x = 1, 2, 3, 4 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

求 (1) $Y = 2X - 1$ 之機率分佈 (13%)

(2) $Y = X^2$ 之機率分佈 (12%)



高速公路某收費站經統計平均每小時有 1,800 部車子通過，而且在通過的車子中有 $\frac{1}{4}$ 為大卡車或大貨車， $\frac{3}{4}$ 為小轎車。依規定大卡車或大貨車過收費站須繳 50 元，而小客車則為 40 元。又假設車輛通過此站形成一個 Poisson process，試求：

- (1) 在 10 秒內，會有超過 6 部車通過之機率。(13%)
- (2) 在 2 小時內，平均可收到多少過路費？(12%)

某電子公司生產燈泡，其壽命近似為常態分佈，其平均值為 720 小時，標準差為 40 小時。

- 求 (1) 任一燈泡其壽命小於 700 小時的機率；
- (2) 10 個燈泡隨機樣本平均壽命小於 700 小時的機率。(13%)

國立雲林技術學院 所別：環境與安全技術研究所
 八十五學年度研究所碩士班入學考試試題 科目：機率與統計

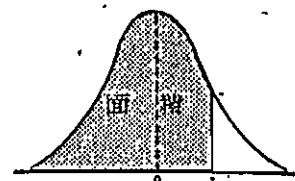


表 A.3 常態曲線下之面積

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0017	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0352	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0722	.0707	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641



1. [8%] A typical electrical power plant with a net power output of 200 MW produces a stack gas flow of approximately $200 \text{ m}^3/\text{s}$ at stack conditions. If we install air pollution control device that has a pressure drop of 1 psi (6895 Pa). How much power will be consumed by the 90 percent efficient fan to overcome this pressure drop.

(1 Pa = 1 N/m^2 , 1 watt = $\text{N}\cdot\text{m/s}$)

2. [12%] For chemical reactions of volatile organic compounds (VOC) the reaction rates are expressed by equation of the form

$$-dC/dt = r = kC^n$$

where

r = reaction rate

k = a kinetic rate constant

C = concentration

n = reaction order

The kinetic rate constant k can be estimated by the Arrhenius eq.

$$k = A \exp [-E/(RT)]$$

where

R = universal gas constant, $1.987 \text{ (cal/mol)/}^\circ\text{K}$

T = temperature

A, E = experimental constants

	A (1/sec)	E (kcal/mole)
benzene	$7.43\text{E}+21$	95.9
toluene	$2.28\text{E}+13$	56.5

- (1) Show the calculation leading to the value of k for benzene and toluene at 1000°F and 1400°F . (6%)
- (2) Estimate the time required to destroy 99.9% of the benzene and toluene in a waste gas stream at 1000°F and 1400°F . (6%)



3. [6%] Describe the properties that might be considered in defining a waste as hazardous.
4. [8%] What design criteria should be considered for the intake of a groundwater monitoring well ?
5. [8%] Discuss the feasibility study for hazardous waste site mitigation.
6. [8%] VOC in surface impoundments, land treatment facilities, landfills, or wastewater treatment plant effluents can depart through a variety of pathways, including volatilization, biological degradation, adsorption, photochemical reaction, oxidation/reduction, and hydrolysis. Please describe these pathways.
7. [8%] A wastewater treatment plant be upgraded to provide nitrification using an attached growth submerged filter as an additional treatment unit. Using the results of laboratory and pilot plant studies design will be based on an ammonia-nitrogen removal rate of 0.008 pounds ammonia nitrogen/day/ft² of filter surface area at a flow rate of 4 gpm/ft². The filter media has a specific surface area of 42 ft²/ft³. Design flow rate is 500,000 gpd. The untreated ammonia-nitrogen wastewater concentration is 14 mg/l and an effluent concentration of 2 mg/l is required. Assume adequate oxygen is supplied to the process.
- (a) For a single pass filter and a filter with a recycle rate of 2:1, calculate the following: (3%)
- (1) Diameter
 - (2) Bed depth
 - (3) Hydraulic detention time
- (b) Why might a recycle stream be required? (3%)
- (c) List the relative advantages and disadvantages of this treatment process. (2%)

國立雲林技術學院

所別：環境與安全技術研究所

八十五學年度研究所碩士班入學考試試題

科目：環境工程概論

8.[8%] A raw water with an analysis as shown in table is to be treated using a lime soda-ash softening process. Excess lime and soda ash is added to achieve a residual hardness to the practical limit of 30 mg/l as CaCO_3 and 10 mg/l $\text{Mg}(\text{OH})_2$ as CaCO_3 .

- Discuss the chemical reactions that occur in the lime soda-ash softening process. (3%)
- List several advantages and disadvantages of the process. (3%)
- Calculate the quantity of chemicals required for softening and recarbonation. (2%)

RAW WATER ANALYSIS

	mg/l	Equivalent Weight	meq/l	mg/l as CaCO_3
Calcium	80	20.0	4.0	200
Magnesium	30	12.2	2.5	125
Sodium	19	23.0	0.8	30
Chloride	18	35.5	0.5	25
Sulfate	64	48.0	1.3	67
Bicarbonate	336	61.0	5.5	275
Carbon dioxide (free)	15	22.0	0.7	35

9.[8%] The following conditions have been observed in the activated-sludge process:

- Excessive white foam on the aeration tank.
- Rising clumps of sludge in the final clarifier.
- Pinpoint floc observed in the final clarifier.

Outline possible causes and corrective actions.

國立雲林技術學院

所別：環境與安全技術研究所

八十五學年度研究所碩士班入學考試試題

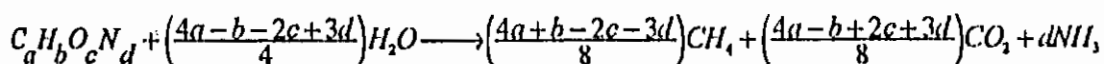
科目：環境工程概論

10.[8%].

(4)(1) Table below shows that the physical and chemical components analysis in Tou-Liu city and Hu-Wei town, please calculate the HHV (wet basis), HHV (dry basis) and LHV (wet basis), LHV (dry basis) of Tou-Liu city by using dulong formula, and compared to the value shown in table below which is measured by calorimeter.

垃圾性質		鄉鎮市	斗六市	虎尾鎮
單位容積重 (kg/m^3)			238	274
濕	水份 (%)		51.77	50.77
	灰份 (%)		16.40	18.67
基	可燃份 (%)		31.83	30.56
	碳 (%)		15.31	14.72
化	氫 (%)		2.79	2.75
	氧 (%)		12.82	12.25
學	氮 (%)		0.49	0.44
	硫 (%)		0.25	0.22
分	磷 (%)			
	鉀 (%)			
析	有機氮 (%)		0.17	0.18
	碳氮比		30.96	33.10
	低位發熱量 (kcal/kg)		1226	1221
	高位發熱量 (kcal/kg)		1687	1674

(4)(2) Calculate the chemical formula without sulfur, chlorine and water, and find the theoretical daily maximum methane (CH_4) generated per unit weight of waste (dry basis) (m^3/kg) by using the following chemical formula. Assuming the total daily refuse of Tou-Liu city is 65 metric tons, and 83% of waste (dry basis) is decomposable. (10) hint:



11.[5%] 試述廢水中含 CN^- 及 Cr^{+6} 時，其廢水處理方法及藥劑之選用上有何不同？



國立雲林技術學院

所別：環境與安全技術研究所

八十五學年度研究所碩士班入學考試試題

科目：環境工程概論

12.[8%] 試列舉數種消毒 (disinfection) 之方法，並說明下列各點問題

- (1) 請說明各種消毒方法之消毒原理及其優缺點？(3%)
- (2) 試述加氯消毒時，形成三鹵甲烷 (THM) 之前驅物質有那些？可用何種方法去除之？(3%)
- (3) 若三鹵甲烷已產生，則其去除方法又有那些？(2%)

13.[5%] 試說明中間處理熱轉換方法中焚化法、熱解法及氣化法在條件及產物上有何不同？



1. 工作場所中懸浮微粒 (Particulate)，試述其暴露 (Exposure) 評估考量因子為何？ (15%)
2. 某工作環境 25°C ， 1 atm 情況下，個人採樣器收集甲苯危害物質 (分子量 92 g/mole)，採樣時間 6 小時 (流量 1 L/min)，總共採得 10 mg 甲苯，在此工作環境下，試求甲苯 ppm 濃度為何？ (15%)
3. 呼吸防護具之防護係數 (Protection Factor) 與破出時間 (Break-through Time)，試申論其考量因素。 (20%)
4. 名詞解釋：(20%)

① 安全工程	⑤ 爆炸
② 安全管理	⑥ 閃火點
③ 安全文化	⑧ 著火點
④ 6S 活動	⑨ 易燃
⑤ 3E	⑩ 可燃
5. 工廠 (公司) 內各角色 (各級主管、員工、安全衛生委員會、安全衛生管理單位等) 各有何安全衛生工作上的職責？ (20%)
6. 零災害運動績效的爭取，如使員工因而粉飾太平，(遇小事故不呈報，以免零災害工時歸零)，則會無事故則已，一有事故就是大事故。如何避免這種狀況？ (10%)



1. Explain the meaning of the following terms:

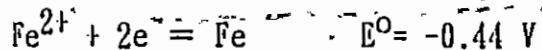
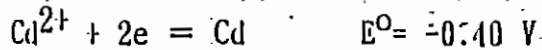
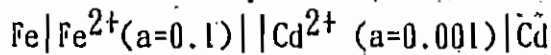
(a) ppm. (b) detection limit (c) end point. (15%)

2. It is desired to prepare 100 mL of a buffer of pH 5.00. Acetic, benzoic, and formic acids and their salts are available for use. Which acid should be used for maximum effectiveness against increase or decrease in pH? What acid-salt ratio should be used? (20%)

(The pKa values of these acids are: acetic, 4.74; benzoic, 4.18; and formic, 3.68)

3. Calculate the pH and the concentrations of H_2B , HB^- , and B^{2-} of a 0.10F H_2B solution. ($K_{a1}=1.0 \times 10^{-3}$, $K_{a2}=1.0 \times 10^{-7}$) (15%)

4. A cell is set up as follows:



(a) Write the cell reaction (E°_{cell}). (b) Calculate the voltage of the cell (E_{cell}) and the direction of spontaneous reaction.

($E_{cell} = E^{\circ}_{cell} - 0.059 \log K/n$) (15%)

5. The following data were obtained in calibrating GC standard solution for the determination of benzene. A linear relationship between the concentration and peak reading is known to exist. (a) Derive a least-squares equation for the relationship between the variables (b) Calculate the concentration of benzene in a unknown yielding a peak reading of 4.00. (20%)

<u>concentration of benzene</u>	<u>GC peak reading</u>
5.0	1.45
10.0	2.25
15.0	3.08
20.0	4.60



6. An established method for the determination of chlorine in waste water has a standard deviation(σ) of 0.12. Determine whether a modification to the method appears to yield improved precision if the standard deviation(s) is 0.08, based upon a pooled set with (a) 12 degrees of freedom (b) 20 degrees of freedom. (Critical value at 5% level)

(15%)

CRITICAL VALUES FOR F AT THE 5% LEVEL

Degrees of Freedom (Denominator)	Degrees of Freedom (Numerator)							
	2	3	4	5	6	12	20	∞
2	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.41	19.45	19.50
3	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.74	8.66	8.53
4	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	5.91	5.80	5.63
5	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.68	4.56	4.36
6	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.00	3.87	3.67
12	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.69	2.54	2.30
20	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.28	2.12	1.84
∞	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	1.75	1.57	1.00



- (10%) 1. 試證明對理想氣體而言，下列二式成立。其中， C_p 為定壓比熱， C_v 為定容比熱， k 為比熱比(specific heat ratio)， R 為氣體常數。

$$(a) C_p = \frac{kR}{k-1}$$

$$(b) C_v = \frac{R}{k-1}$$

- (10%) 2. 一冷冰循環(refrigeration cycle)，從溫度為 $T_c=250$ K之冷庫(cold reservoir)得到 Q_c 之能量，並從溫度為 $T_h=300$ K之熱庫(hot reservoir)釋出 Q_h 之能量。試判斷下列情況下，冷冰循環之操作為可逆性(reversible)、不可逆性(irreversible)或不可能(impossible)，並說明理由。

$$(a) Q_c = 1000 \text{ kJ}, W_{\text{cycle}} = 400 \text{ kJ}.$$

$$(b) Q_c = 2000 \text{ kJ}, Q_h = 2200 \text{ kJ}.$$

$$(c) Q_h = 3000 \text{ kJ}, W_{\text{cycle}} = 500 \text{ kJ}.$$

- (15%) 3. 密閉系統中，理想氣體無摩擦(frictionless)過程之壓力與比容(specific volume)關係可以下式表示：

$$pv^n = \text{const.}$$

試指出下列情況為何種過程(process)，並證明之。

$$(a) n=0; (b) n=1; (c) n=k.$$

- (15%) 4. 有一剛性容器內之氣體從一溫度為 1000 K之熱庫(hot reservoir)得到 50 kJ之熱量，氣體最初之壓力與溫度分別為 150 kPa與 500 K，質量為 1 kg。設氣體之定容比熱 $C_v=0.2$ kJ/kg-K，而外界之溫度為 300 K。試求：

(a) 自熱庫移走熱量中之可用能(availability)與不可用能(unavailability)。

(b) 氣體吸收熱量中之可用能(availability)與不可用能(unavailability)。

- (10%) 5. 壓縮因子(compressibility factor, Z)之定義如下：

$$Z = \frac{p\bar{v}}{RT}$$

試問(a) Z 為何者之函數(即受什麼因素影響)?

(b) $Z > 1$ 表示何種意義?

(c) $Z < 1$ 表示何種意義?

- (10%) 6. 1 莫耳液態水於 25°C 時，由 1 大氣壓被壓縮為 10 大氣壓。試問 ΔG (即change of Gibbs free energy)為多少cal?

提示：利用Maxwell relationship.



(15%) 7. Watson關係式為一物質蒸發潛熱與溫度之變化式，可表如下：

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \left(\frac{1 - T_{r2}}{1 - T_{r1}} \right)^{0.38}$$

其中， λ_1 = Reduced temperature T_{r1} 下之蒸發潛熱

λ_2 = Reduced temperature T_{r2} 下之蒸發潛熱

假設對 n-propyl alcohol 其臨界壓縮因子 (critical compressibility factor) 為 0.2，其正常沸點為 98°C 且臨界溫度為 537 K。試由 Clausius-Clapeyron 方程式：

$$dp/p = \lambda dT/RT^2$$

估計 n-propyl alcohol 於 60°C 時之蒸氣壓？

提示：(1) 利用 Lydersen correlation: $Z_c = 1/(3.43 + 0.067\lambda_b)$, $Z_c = (pV/nRT)_c$

(2) λ_b = 正常沸點下之蒸發潛熱, kcal/(gm mole)

(3) $R = 1.987$ cal/gmole-K

(4) Clausius-Clapeyron 方程式假設 λ 為常數，與溫度無關，建議 λ 為平均值。

(15%) 8. 平衡常數之變化與溫度之關係可由 van't Hoff 方程式決定，此方程式為

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{\Delta H^\circ}{RT^2} \quad \text{或} \quad \frac{d(R \ln k)}{d\left(\frac{1}{T}\right)} = \frac{d\left(\frac{-\Delta G^\circ}{T}\right)}{d\left(\frac{1}{T}\right)} = -\Delta H^\circ$$

(a) 於 25°C 與 927°C 之平衡常數分別為 10 與 2000，試問於 200°C 之平衡常數為何？ (8%)

(b) 25°C ， 200°C 與 927°C 於平衡時，其焓之變化 (enthalpy change) 各為何？ (單位：cal/g mole) (7%)