



1. a. (5%) Compute  $\frac{d}{dx} \left[ \left( \frac{2x+1}{3x-1} \right)^4 \right]$

b. (5%) Give  $x \cos y + y \cos x - 1 = 0$ , find  $\frac{dy}{dx}$ .

2. (10%) Evaluate  $\int \frac{4x^2}{(1-8x^3)^4} dx$

3. (10%) If a closed tin can of volume  $60 \text{ in.}^3$  is to be in the form of a right-circular cylinder, find analytically the base radius of the can if the least amount of tin is to be used in its manufacture..

4. (10%) Find the centroid of the first quadrant region bounded by the curve  $y^2 = 4x$ , the x axis, and the lines  $x=1$  and  $x=4$ .

5. (10%) A particle is moving along the x axis under the action of a force of  $f(x)$  pounds when the particle is  $x$  feet from the origin. If  $f(x) = x^2 + 4$ , find the work done as the particle moves from the point where  $x=2$  to the point where  $x=4$ .

6. (10分) 解  $y' = \tan^2(x+y)$  之通解

7. (10分) 解  $(x^3 + xy^3)dx + 3y^2dy = 0$  之通解

8. (10分) 以 Laplace transform 解  $y'' - 6y' + 9y = t^2 e^{3t}$ ,  $y(0) = 2, y'(0) = 6$

9. (10分) 設可微函數  $y(x)$  滿足

$$f(x) - 1 = \int_1^x \left[ f^2(x) \ln x - \frac{f(x)}{x} \right] dx \quad \text{求 } f(x)$$

10. (10分) 試推導一個連續完全混合式反應槽(Continuous-flow stirred tank

reactors)之數學模式，計算當三倍平均水力停留時間(Mean hydraulic detention time)，進流追蹤劑濃度  $C_i$  與出流追蹤劑濃度  $C$  之比值可達 0.95 (Steady state)。



1. You are touring the research labs of the environmental engineering at your university. Two biological reactors are in a controlled temperature room that has a temperature of 35°C. Reactor A has a strong odor. Reactor B has virtually no odor. What electron acceptors are being used in each reactor? (10%)
2. A summer intern has turned in his log book for temperature measurements for a limnology survey. He was told to take the measurements in the air 1 m above the lake, 1 m deep in the lake, and at a depth of 10 m. He turned in the following results but did not record which temperatures were taken where. If the measurements were made at noon in Judy in Sunmoon lake, what is your best guess as to the location of the measurements ( i.e. air, 1-m deep, 10-m deep)? The recorded values were: 33°C, 18°C, and 21°C. (10%)
3. A fixed-bed activated carbon has a fast mass transfer rate, and the mass transfer zone is essentially a sharp wavefront . Assuming the following data apply, determine the carbon requirement to treat a flow 1000L/min, and the bed life. (15%)
  - (1) Compound = trichloroethylene(TCE)
  - (2) Initial concentration,  $C_0 = 1.0 \text{ mg/L}$
  - (3) Final concentration  $C_e = 0.005 \text{ mg/L}$
  - (4) GAC density = 450 g/L
  - (5) Freundlich capacity factor  $K_f = 28(\text{mg/g})(\text{L/mg})^{1/n}$
  - (6) Freundlich intensity parameter,  $1/n = 0.62$ .
  - (7) EBCT (Empty-bed contact time)= 10 min
4. A brackish water having a TDS concentration of  $300 \text{ g/m}^3$  is to be desalinated using a thin-film composite membrane having a flux rate coefficient  $K_w$  of  $1.5 \times 10^{-6} \text{ s/m}$  and a mass transfer rate coefficient  $K_i$  of  $1.8 \times 10^{-6} \text{ s/m}$ . The product water is to have a TDS of no more than  $200 \text{ g/m}^3$ . The flowrate is to be  $0.010 \text{ m}^3/\text{s}$ . The net operating pressure ( $\Delta P_a - \Delta \pi$ ) will be 2500 kPa. Assume the recovery rate will be 90 percent. Estimate the rejection rate and the concentration of the concentrate stream. (15%)



5. Please compare the fraction of conversion for a series of 10 completely mixed reactors (CMRs) to the conversion for a plug-flow reactor (PFR) having the same residence time of 6 hr. The kinetics of the first-order reaction  $A \rightarrow B$  have been studied, and the reaction rate,  $k$ , is  $0.5 \text{ hr}^{-1}$  and the initial concentration of A is 300 mg/L. (15%)
6. Devise an experiment to measure Henry's constant for oxygen in water in contact with air at 20 C and 1 atm pressure. (b) Determine how much oxygen will be dissolved in water at 20 C if pure oxygen gas is bubbled through the water until it is saturated. (Hint: Henry's constant for oxygen is  $722 \times 10^{-3} \text{ atm}\cdot\text{m}^3/\text{mole}$  at 20 C, 1 mol of gas occupies 20 L of volume at 1 atm pressure according to the ideal gas law ( $V = nRT/P$  and  $R = 8.21 \times 10^{-5} \text{ atm}\cdot\text{m}^3/\text{mol}\cdot\text{K}$ ), and that the density of air at 20 C is 1.2 g/L) (20%)
7. **Oxidation of Acetonitrile Using Ozone and Hydroxyl Radical:** If (a)  $\text{O}_3$  (ozone) is present at  $10^{-8} \text{ M}$  or (b) OH radical at  $10^{-8} \text{ M}$ , what is the time required to oxidize 100 mg/L Acetonitrile to 10  $\mu\text{g/L}$  Acetonitrile? The rate constant for the reaction of ozone and OH radical with Acetonitrile are  $20 \text{ M}^{-1} \text{ sec}^{-1}$  and  $2 \times 10^9$ , and assume the oxidant concentration is constant  $-\text{d} [\text{Acetonitrile}]/\text{dt} = k [\text{oxidant}][\text{Acetonitrile}]$ . (15%)



一、 解釋名詞 (30 分)

將下列英文專有名詞翻成中文並說明其作用、功能及影響。

1. *Zoogloea ramigera*
2. *Nitrosomonas*
3. *Thiothrix*
4. *Salmonella*
5. Infection Hepatitis type A
6. metabolism

二、 問答題 (34 分)

1. 敘述以大腸菌類當給水之指標生物之理由？ 及大腸菌之測定方法。(15 分)
2. 敘述造成活性污泥膨化之原因？ 並列舉各種情形下之指標生物。(10 分)
3. 簡單說明下列名詞與其影響 (9 分)
  - (1) 光化學煙霧
  - (2) 氣溶膠
  - (3) 腐植質

三、 計算題 (20 分)

1. 有一次反應在 50 分鐘後完成 50%，其速率常數為何？幾分鐘後可完成 90%？(10 分)
2.  $10^{-5}$  mole  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  加入 1 升水中所製備溶液 pH 為何？  
 $\text{H}_2\text{CO}_3$   $\text{pK}_{a1}=10^{-7.2}$   $\text{pK}_{a2}=10^{-12.2}$  (10 分)



四、配合題（16分） 選擇下列項目(A-O)填入空格

1. 海水\_\_\_\_\_ 5. 反應自然發生條件\_\_\_\_\_
2. 河水\_\_\_\_\_ 6. Monod 方程式\_\_\_\_\_
3. 雨水\_\_\_\_\_ 7. 總鹼度\_\_\_\_\_
4. 家庭污水\_\_\_\_\_ 8. Langelier Index\_\_\_\_\_

水質成分表, mg/l	A	B	C	D	E
Na <sup>+</sup>	8	8	0.5	10000	70
K <sup>+</sup>	1	1	0.1	380	10
Ca <sup>+2</sup>	92	36	1.2	400	55
Mg <sup>+2</sup>	34	8	0.7	1400	10
Cl <sup>-</sup>	15	10	0.8	9000	80
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	8	0.5	0.2	—	10
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	90	25	0.7	3000	55
總溶解固體量	430	160	8.3	35000	480

F. 細菌生長動力方程式  $M = \frac{M_{\max} [S]}{K_s + [S]}$

G. 酵素反應方程式  $V = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]}$

H.  $Q/K < 1, \Delta G < 0$

I.  $Q/K = 1, \Delta G = 0$

J.  $Q/K > 1, \Delta G > 0$

K.  $\text{pH} = \text{pK}_a + \log \left( \frac{[\text{鹽}]}{[\text{酸}]} \right)$

L.  $\text{pH}_a - \text{pH}_s$  註:  $\text{pH}_a$  水的實際 pH,  $\text{pH}_s$  水與  $\text{CaCO}_3$  平衡時 pH

M.  $[\text{OH}^-] + [\text{HCO}_3^-] + [2\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{NH}_3] - [\text{H}^+]$

N.  $\Delta G = RT \ln (Q/K)$

O.  $[\text{OH}^-] + [2\text{CO}_3^{2-}] - [\text{H}^+]$



1. Explain
  - (a) Kinematic similarity, (5 points)
  - (b) Froude number, (5 points)
  - (c) Hydraulic jump. (5 points)
2. Does a stream function exist for the velocity field of
 
$$u = a(x^2 - y^2) \quad v = -2axy \quad w = 0 ?$$
 If so, find the stream function. (10 points)
3. A 1.5-cm-diameter water pipe is 20 m long and delivers water at 20 L/min at 20 °C. What fraction of this pipe is taken up by the entrance region? The accepted correlation is
 
$$L_e/d \approx 0.06 Re_d \text{ for laminar flow, and } L_e/d \approx 4.4 Re_d^{1/6} \text{ for turbulent flow, in which } L_e \text{ is}$$
 entrance length and  $d$  is diameter of pipe. (10 points)
4. A copepod (水生小動物) is a water crustacean (甲殼類) approximately 1 mm in diameter. We want to know the drag force on the copepod when it moves slowly in fresh water. A scale model 100 times larger is made and tested in glycerin at  $V = 30$  cm/s. The measured drag on the model is 1.3 N. For similar conditions, what are the velocity and drag of actual copepod in water? Assume that the dimensionless *force coefficient* ( $F/\rho V^2 L^2$ ) is a function only of the dimensionless *Reynolds number* ( $\rho V L / \mu$ ). Water (prototype):  $\mu_p = 0.001$  kg/(m·s),  $\rho_p = 999$  kg/m<sup>3</sup>. Glycerin (model):  $\mu_m = 1.5$  kg/(m·s),  $\rho_m = 1263$  kg/m<sup>3</sup>. (15 points)
5. Please choose the correct answer of each following question.
  - (1). Two parallel plates, one moving at 4 m/s and the other fixed, are separated by a 5-mm-thick layer of oil of specific gravity 0.80 and kinematic viscosity  $1.25 \text{ E-}4 \text{ m}^2/\text{s}$ . What is the average shear stress in the oil? (6 points)  
(a) 80Pa, (b) 100Pa, (c) 125Pa, (d) 160Pa, (e) 200Pa.
  - (2). On a sea-level standard day, a pressure gage, moored below the surface of the ocean (SG=1.025), reads an absolute pressure of 1.4MPa. How deep is the instrument? (6 points)  
(a) 4m, (b) 129m, (c) 133m, (d) 140m, (e) 2080m.
  - (3). A floating body will be stable when its (6 points)  
(a) center of gravity is above its center of buoyancy, (b) center of buoyancy is below the waterline, (c) center of buoyancy is above its metacenter, (d) metacenter is above its center of buoyancy, (e) metacenter is above its center of gravity.

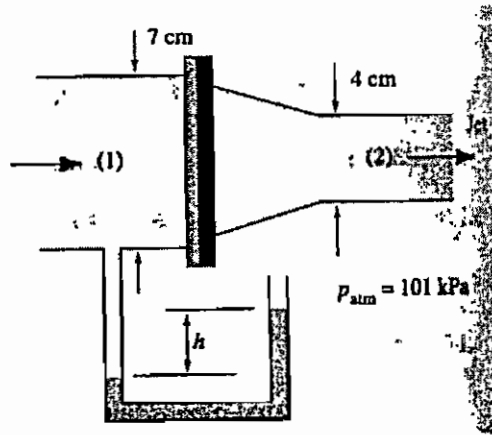


Fig. 1

- (4). In Fig.1 water exits from a nozzle into atmospheric pressure of 101kPa. If the flow rate is 160 gal/min and friction is neglected, what is the gage pressure at section 1? (6 points)  
(a) 1.4kPa, (b) 32kPa, (c) 43kPa, (d) 22kPa, (e) 123kPa.
- (5). Given the steady, incompressible velocity distribution  $V = 3xi + Cyj + 0k$ , where C is a constant, the shear  $\tau_{xy}$  at the point  $(x, y, z)$  is given by (6 points)  
(a)  $3\mu$ , (b)  $(3x + Cy)\mu$ , (c) 0, (d)  $C\mu$ , (e)  $(3 + C)\mu$ .
- (6). 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 (6 points)  
(a)  $\rho UL/\mu$ , (b)  $\rho U^2 L^2$ , (c)  $\mu U/L$ , (d)  $\mu UL$ , (e)  $UL/\mu$ .
- (7). Minor losses through valves, fittings, bends, contractions, etc., are commonly modeled as proportional to (7 points)  
(a) total head, (b) static head, (c) velocity head, (d) pressure drop, (e) velocity.
- (8). If a rectangular channel 3m wide laid on a  $1^\circ$  slope is built of rubble cement (Manning's  $n \approx 0.020$ ), what is the uniform-flow rate when the water depth is 2m? (7 points)  
(a)  $6\text{m}^3/\text{s}$ , (b)  $18\text{m}^3/\text{s}$ , (c)  $36\text{m}^3/\text{s}$ , (d)  $40\text{m}^3/\text{s}$ , (e)  $53\text{m}^3/\text{s}$ .



一、選擇題 (45% , 每題 3% , 請依編號將答案抄至答案紙上, 答錯不倒扣)

1. ( ) 當你在騎腳踏車時, 如果腳踏車和你是一個完整的系統, 你的腳向下採踏板時, 腳踏車會向前移動, 請問這是哪一項原理: ①牛頓第三定律; ②牛頓第一定律; ③摩擦力; ④內力。
2. ( ) 「慣性是物體反抗其運動狀態改變的一種阻力」, 請問以下何者是錯誤的? ①質量是對慣性的一種量度; ②質量與重量不同; ③質量與體積有密切相關性; ④物體的質量取決於其內所含有的原子種類和數量。
3. ( ) 壩體高 10 米、水量 1000 噸之水體, 與壩體高 20 米、水量 500 噸之水體比較, 請問下述結論何者正確? ①前者所承受之壓強較大; ②後者所承受之壓強較大; ③蓄水量多寡會影響到壓強; ④此點無法以巴斯卡原理解釋。
4. ( ) 依照一般的定義, 1.2kg 的空氣與下列敘述何者無關? ①海平面高度; ②20°C; ③1 立方公尺體積; ④760kPa。
5. ( ) 如果光在水珠內的速率與在空氣中相同, 請問我們還會看見彩虹嗎? ①; 不會 ②會; ③會偏向右側; ④會偏向左側。
6. ( ) 近視眼的人, 其眼內之成像在視網膜的前方, 因此矯正的方法為: ①使用凹透鏡; ②使用雙凸透鏡; ③使用發散透鏡; ④使用雙凹透鏡。
7. ( ) 一支 262 赫(Hz)與一支 266 赫的音叉發出共同聲音的拍(beat)頻是多少? ①4; ②8; ③12; ④16。
8. ( ) 鋁(原子量=27)在下列何種情況下最重? ①2.5 mole; ②68 克; ③ $1.51 \times 10^{24}$  個原子; ④ $3.01 \times 10^{23}$  個原子。
9. ( ) 試求 100g 甲烷於空氣中完全燃燒時會產生多少克之水? ①250; ②512; ③125; ④225。
10. ( ) 一溶液中含有 0.3 g 之  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , 試問需多少體積(毫升)之 0.2M HCl 才能與其充分反應(已知  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  之分子量=171 g/mole)? ①36; ②24; ③18; ④9。
11. ( ) 下列四種水溶液何者鹼性較強(設醋酸於水中之解離常數  $K_a=1.8 \times 10^{-5}$ )? ①0.2M  $[\text{H}^+]$ ; ②0.2M  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ; ③每升含有 0.2 mole HCl 之水溶液; ④ $1.0 \times 10^{-2}$  M  $[\text{H}^+]$ 。
12. ( ) 已知  $\text{N}_2\text{O}_5$  之分解反應  $\text{N}_2\text{O}_{5(g)} \longleftrightarrow 2\text{NO}_{2(g)} + 1/2\text{O}_{2(g)}$  為一次反應, 且





速率常數  $k=4.80 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ ，若一實驗之  $\text{N}_2\text{O}_5$  起始濃度為  $0.1 \text{ mole/l}$ ，試求 100 秒後  $\text{N}_2\text{O}_5$  之濃度為多少 ( $\text{mole/l}$ )？① 0.0953；② 0.0593；③ 0.0359；④ 0.0708。

13. ( ) 試求一大氣壓、 $25^\circ\text{C}$  下，與 1g 硫磺發生完全氧化反應時所需之空氣體積為若干升（設空氣中氧氣佔 21%）？① 4.8；② 3.6；③ 2.4；④ 1.2。
14. ( ) 已知一放射性物質之半衰期為 46 年，試求 1 克該物質在經過 16 年後還剩下若干克？① 0.97；② 0.79；③ 0.21；④ 0.53。
15. ( ) 下列何種化合物之溶解度較大？①  $\text{LiClO}_4$ ；②  $\text{NaClO}_4$ ；③  $\text{KClO}_4$ ；④  $\text{CsClO}_4$ 。

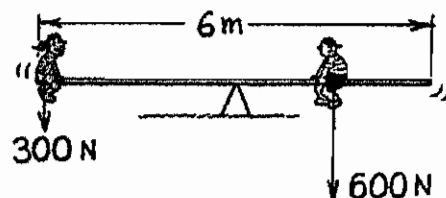
## 二、計算問答題（40%，每題 8%）

1. 如果我們在空中設定一個點，這個點相對於太陽來說，是一個靜止的點。因為地球會自轉，所以對整個台灣來說，需要花 30 分鐘從設定的定點下通過。請問：下列敘述有甚麼錯誤？

[假如我們想要用最少的汽油，從台東市旅行到高雄市，我們可以搭乘直昇機，從台東市起飛，而後在空中停留 30 分鐘，直到高雄市從直昇機的下方通過時，我們再降落就可以了。]

2. 放射性元素的原子核自發地放出射線，而由一種元素的原子核變成另一種元素的原子核，這種現象稱為放射性衰變 (radioactive decay)。假設某放射性元素的原子核，最初是靜止的，發生放射性  $\beta$  衰變所輻射出的電子和反微中子的運動方向互成直角。已知電子的動量為  $1.2 \times 10^{-22} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ，反微中子的動量為  $6.4 \times 10^{-23} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ ，試求原子核剩餘部分的反衝動量大小和方向？

3. A simple balance with unequal weights for the two boys placed at different distances from the fulcrum. What distance for the 600-N boy from the fulcrum when the system is balance?



4. 重鉻酸根離子 ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) 於酸性溶液中會氧化亞鐵離子 ( $\text{Fe}^{2+}$ ) 為鐵離子 ( $\text{Fe}^{3+}$ ) 並還原為三價鉻 ( $\text{Cr}^{3+}$ )，試寫出上述反應之平衡方程式。

5. 已知一化學反應： $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C}$  對反應物 A 而言為 1 次反應，對反應物 B 而言為 1.5 次反應。今已知在某特定溫度下若  $[\text{A}] = [\text{B}] = 0.04 \text{ M}$  時，其反應速率為



0.18 moles/l-sec，試求在同樣溫度下當[A]= 0.08M、[B]=0.01M時，其反應速率為何？

三、解釋名詞（15%）

1. 何謂共振(resonance)（7%）
2. 何謂重量百分濃度(%)及容積莫耳濃度(M)?（8%）



每題 10 分

1. 請說明毒物進入生物體內的途徑、進入器官或部位與控制方法。
2. 何謂衝擊性噪音？如何量測？我國的「勞工安全設施規則」對於衝擊性噪音有何規定？
3. 請說明感音性聽力損失(Sensorineural Hearing Loss)與傳音性聽力損失(Conductive Hearing Loss)。
4. 請說明失能傷害的種類。
5. 請說明工業上發生感電或電擊的主要原因。
6. 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？
7. 製作職業災害防止計劃應依據哪些資料？
8. 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？
9. 何謂職業災害之直接損失與間接損失？請舉例詳加說明之。
10. 有一個 200 人的工廠，在過去一年裡，發生了 3 次失能傷害，造成 40 天的損失工作日。請問該工廠在過去一年的傷害率(FR)及嚴重率(SR)個為多少？



一、是非題：(10%)

1. ( ) 在一般情況下受壓力影響的物理量包括潛熱與熱功當量。
2. ( ) 應用比熱的觀念，白天濱海地區吹海風。
3. ( ) 氣體中以氫的比熱最小。
4. ( ) 在真空中無輻射可言。
5. ( ) 欲作炊具之材料，最好有導熱係數大的條件比較合適。

二、選擇題：(30%)

1. ( ) 溫度計無法測量出物體的 (A) 冷熱程度 (B) 溫度變化 (C) 熱含量的變化 (D) 質量多少 (E) 熱平衡。
2. ( ) 在一定的壓力下，定量的空氣在  $0^{\circ}\text{C}$  及  $t^{\circ}\text{C}$  ( $t > 0$ ) 時之相對體積分別為 1.00 及  $a$ ，則以攝氏溫度表示的絕對零度為 (A)  $\frac{t}{1-a}$  (B)  $\frac{t}{1+a}$  (C)  $\frac{1-a}{t}$  (D)  $\frac{1+a}{t}$  (E)  $\frac{t}{a-1}$ 。
3. ( ) 在一大氣壓下，若一任意制定的溫度標，水的凝固點為  $60^{\circ}\text{C}$  且攝氏  $38^{\circ}\text{C}$  相當於  $250^{\circ}\text{C}$ ，設以相同液體材料下所製的攝氏溫度標每刻度長為 1.0 mm，則該溫標每刻度長為 (A) 1.0 mm (B) 0.80 mm (C) 0.50 mm (D) 0.30 mm (E) 0.2 mm。
4. ( ) 以水代替水銀充入玻璃管當溫度計，比較兩者可發現其缺點為 (A) 水的膨脹率不均勻 (B) 水與玻璃管的膨脹率相差較小 (C) 水的蒸氣壓較小 (D) 熔點較低 (E) 沸點較高。
5. ( ) 絕對溫標不同於一般溫標在於 (A) 每刻度較長 (B) 測量時較準確 (C) 固定點選擇只有一個 (D) 固定點選擇有兩個 (E) 測量範圍較廣。
6. ( ) 一定容氣體溫度計，與三相點的水接觸時，測得壓力為 5.0 cmHg，若與正常沸點的水接觸時，其壓力讀數為 (A) 4.6 cmHg (B) 6.8 cmHg (C) 7.5 cmHg (D) 8.4 cmHg (E) 9.3 cmHg。
7. ( ) 水汽凝結時，水溫並不改變，且有大量的潛熱放出。此潛熱是由水分子的 (A) 全部動能 (B) 全部質心動能 (C) 全部轉動能 (D) 全部振動能 (E) 部份內能轉變。
8. ( ) 地球主要的散熱方式是 (A) 傳導 (B) 對流 (C) 輻射 (D) 三者同時進行 (E) 僅進行其中兩者。
9. ( ) 在一大氣壓下，對  $0^{\circ}\text{C}$  的冰塊繼續加熱，則 (A) 冰塊一面熔解，溫度一面升高 (B) 冰塊每一克吸收 100 卡的熱，就完全熔解成水 (C) 冰塊熔解後，體積不變 (D) 由冰表面有昇點現象 (E) 由水表面不會有蒸發現象。
10. ( ) 設以  $0^{\circ}\text{C}$  的冰塊；自高處自由落下，所散失的位能完全轉變成熟能，若恰可使冰



溶解，則此高度約為若干？(g 為常數) (A) 12 km (B) 20 km (C) 28 km (D) 34 km (E) 42 km。(Hint：熔化熱 = 80 cal/g)

- 11.( ) 一密閉於絕緣活塞筒中的氣體，今以外力推動活塞使其體積縮小，則 (A) 氣體壓力減小 (B) 氣體的溫度增加 (C) 氣體的內能不變 (D) 氣體的壓力增加而溫度不變 (E) 氣體對外作正功。
- 12.( ) 設 1 公升汽油可使一汽車行駛 10 公里，汽油的密度約為  $0.7 \text{ g/cm}^3$ ，其燃燒熱約為  $4.6 \times 10^4 \text{ J/g}$ 。若引擎效率僅能將四分之一的燃燒能轉變成機械功，則在 10 公里的距離內，引擎共作功若干？(A)  $2.7 \times 10^6 \text{ J}$  (B)  $5.4 \times 10^6 \text{ J}$  (C)  $8.1 \times 10^6 \text{ J}$  (D)  $10.8 \times 10^6 \text{ J}$  (E)  $13.5 \times 10^6 \text{ J}$ 。
- 13.( ) 承上題，若此功是用來克服地面的摩擦力，且車身 2.7 噸，則車與地面間的摩擦係數約為 (A) 0.010 (B) 0.015 (C) 0.020 (D) 0.025 (E) 0.030。
- 14.( ) 「熱平衡狀態」無論對開放系統或獨立系統，均成立的敘述為 (A) 兩物間無熱交互作用 (B) 總能量維持不變 (C) 無法再與其他系統作熱的交量作用 (D) 溫度不再變化 (E) 兩物間無溫差。
- 15.( ) 有關定容氣體溫度計的敘述，何者正確？(A) 任何氣體皆可作為定容氣體溫度計 (B) 比一般液柱溫度計可測溫度範圍大 (C) 定容氣體當溫度增高時，壓力增加率約為定值 (D) 比液柱溫度計不靈敏 (E) 氣體質量及體積會改變。

### 三、簡答：(30%)

1. 請定義熱容量 (heat capacity)。(5%)
2. 請定義比熱 (specific heat)。(5%)
3. 請以熱力學第一定律說明「定容過程」。(5%)
4. 請解釋熱學第二定律。(5%)
5. 請說明熱電偶的構造、原理、及材料。(10%)

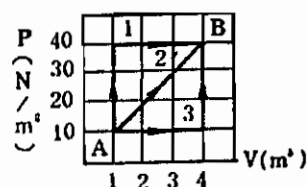
### 四、計算：(30%)



1. 一瀑布高為 840 米。假設水落至瀑布底時的動能全部變成為熱能，則瀑布底及頂點的水溫相差？

【 Hint: (1) 請利用熱力學第一定律 (2) 水的平均比熱為  $4.2 \times 10^3 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$  】

2. 一圓筒及活塞系統內的理想氣體，由 A 點變化至 B 點，經三個路徑 1, 2, 3 各作功若干？若 A ( $1 \text{ m}^3, 10 \text{ N/m}^2$ )，B ( $4 \text{ m}^3, 40 \text{ N/m}^2$ )



3. 一圓筒及活塞系統裝著 2atm 的氧氣，其體積為 3L，而溫度是 300K。筒內的氣體經下列的過程 (a) 在定壓下加熱到 500K，(b) 在定容下冷卻到 250K，(c) 在定壓下冷卻到 150K (d) 在定容下加熱到 300K。求：

- (1) 以 PV 圖表示此過程，並註明過程的起點、終點的 PV 值。
- (2) 經過一循環後氧氣的內能變化若干？
- (3) 氣體所作的功。
- (4) 氧氣吸收的熱量。