



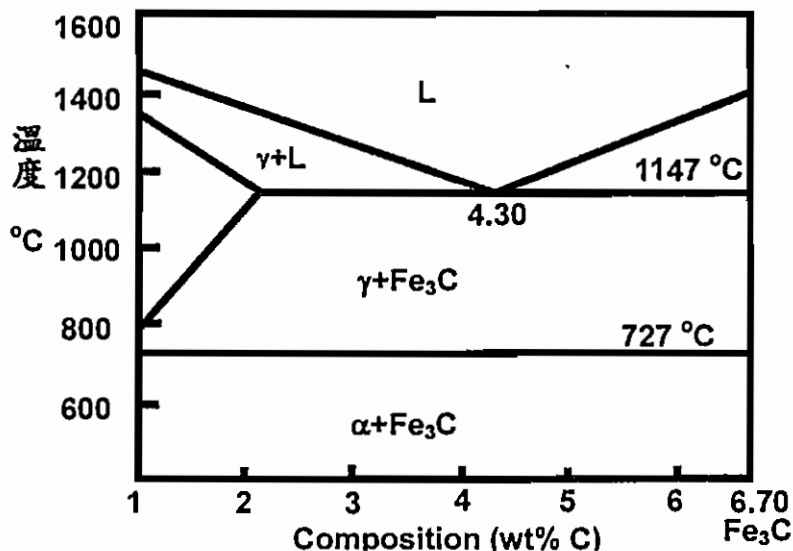
- 10 公升的單原子理想氣體從溫度 27°C ，壓力 5 atm 的狀態膨脹至壓力 1 atm 的狀態，而等容時，該氣體的莫耳熱容量 $c_v=1.5R$ ，且 c_v 與溫度無關。假設取該膨脹過程為(a)可逆等溫膨脹，和(b)可逆絕熱膨脹，則請計算該氣體分別在(a)與(b)兩過程中所作的功、吸熱量及內能的改變量。(20%)
- 若 1 莫耳的單原子理想氣體的初始狀態為壓力 $P=2\text{ atm}$ ，溫度 $T=300\text{ K}$ ，則請計算下列情況的 entropy 變化量。(20%)
 - 等溫降壓至 1 atm 。
 - 絕熱可逆降壓至 1 atm 。
 - 定容降壓至 1 atm 。
- 凡德瓦氣體(van der Waals gas)的狀態方程式為 $(p + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT$ ，
 - 請求出 1 mol 的凡德瓦氣體由體積 V_1 等溫膨脹到 V_2 時氣體對外界所做的功。
 - 臨界點時，凡德瓦氣體有 $\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_{T_c} = 0$ ，以及 $\left(\frac{\partial^2 P}{\partial V^2}\right)_{T_c} = 0$ ，請證明由這兩個性質可以得到 $V_{cr} = 3b$ 。(20%)
- 請證明 Gibbs 函數在可逆等溫過程且等壓過程中保持常數。
 - 何謂 Gibbs-Duhem 關係式？並請證明由 Gibbs-Duhem 關係式，在定溫定壓下可以導致 $\sum_i x_i d\mu_i = 0$ 。這裡 x_i 是第 i 個成分的 mole 百分數比， μ_i 是第 i 個成分的化學式。(20%)
- 請推導出兩相共存時的克勞修斯-克拉伯隆方程式(the Clausius-Clapeyron equation) $\left(\frac{dP}{dT}\right)_{12} = \frac{l_{12}}{T(v_2 - v_1)}$ ，其中 l_{12} 是由相 1 變為相 2 的潛熱。(20%)



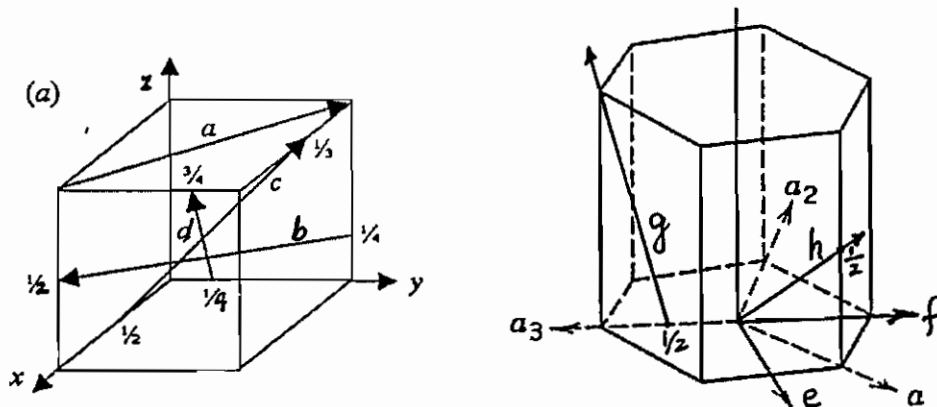
- (1) 試解以下初始值問題: $\frac{dy}{dx} = \frac{1}{x+y^2}$, $y(-2) = 0$ 。(10分)
- (2) 試求解以下二階微分方程式: $y'' - \frac{y'}{x} + \frac{y}{x^2} = 1$ 。(10分)
- (3) 試解以下初始值問題: (10分)
 $y'' - 4y' + 53y = 0$, $y(\pi) = -3$, $y'(\pi) = 2$ 。
- (4) 求含點 $(1, 2, 1)$, $(-1, 1, 3)$, $(-2, -2, -2)$ 之平面方程式? (10分)
- (5) 已知四點 $A(2, 1, -1)$, $B(3, 0, 2)$, $C(4, -2, 1)$ 及 $D(5, -3, 0)$,
 求以 \overline{AB} , \overline{AC} 及 \overline{AD} 為三鄰邊的平行六面體的體積? (10分)
- (6) 矩陣 $A = \begin{bmatrix} 7 & 9 & 11 \\ 8 & -8 & 5 \\ 4 & 60 & 29 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -8 & 4 & -6 \\ 8 & 1 & 9 \end{bmatrix}$,
- (a) 求反矩陣 A^{-1} ; (10分)
- (b) 求矩陣 B 之特徵值(eigenvalue)及其對應之特徵向量(eigenvector); (15分)
- (7) 若 $f(x) = \begin{cases} 0 & 0 < x < \pi \\ 1 & \pi < x < 2\pi \end{cases}$, 試求下列情況下 $f(x)$ 之傅立葉級數展開
 (Fourier Series Expansion):
- (a) Fourier cosine half-range expansion。(12分)
- (b) Fourier sine half-range expansion。(13分)



1. 為什麼在光學顯微鏡中容易觀察到晶界？為什麼晶界是析出物較容易成(孕)核與成長之位置？(10%)
2. 描述並畫圖說明(a) Frenkel 缺陷(b) Schottky 缺陷。(10%)
3. 寫出 FCC 材料與 BCC 材料之所有主要滑移系統。(10%)
4. 參考圖一鐵碳平衡圖回答問題，對成份為 5 wt% C - 95 wt% Fe 之合金，請繪出以很緩慢之冷卻速率冷卻到下列溫度時所觀察到之顯微結構，1175 °C, 1145 °C, and 700 °C。標示所有相並指出它的成份。(15%)
5. 寫出圖二中 a, b, c, d 各方向之米勒指數(Miller indices)，e, f, g, h 各方向之米勒-布拉維斯(Miller-Bravais)指數。(16%)
6. 證明配位數為 4 時，陽離子和陰離子最小半徑比值為 0.225。(10%)
7. 高分子材料中 configuration 和 conformation 之差異是什麼？(5%)
Polymorphism 和 Isomerism 之差異是什麼？(5%)
8. 同一種材料，為何單晶的熱傳導系數會大於多晶？(5%) 破鋼的熱傳導系數為何會大於不鏽鋼？(5%)
9. 解釋為什麼 BCC 和 HCP 金屬隨溫度下降時，會歷經延性-脆性轉移溫度，而 FCC 合金不會歷經延性-脆性轉移溫度。(9%)



圖一鐵碳平衡圖

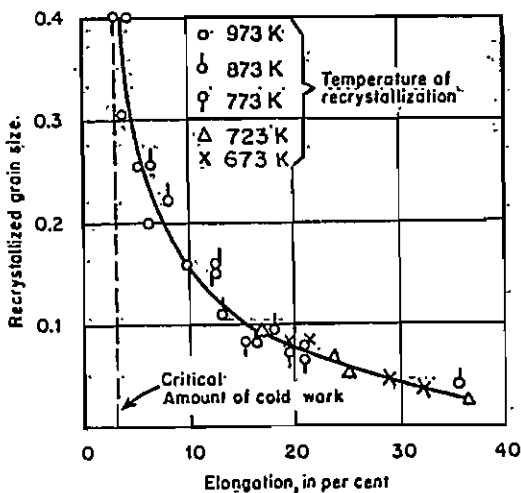


圖二

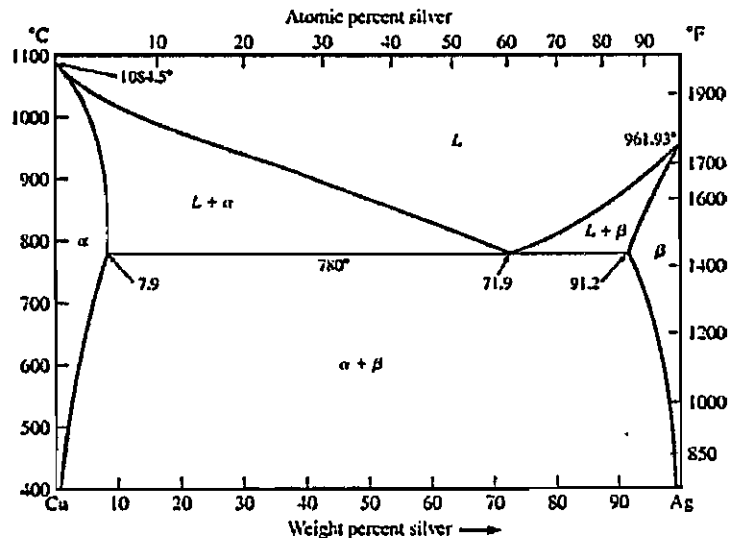


本試題共十題，每題 10 分，共計 100 分，請依題號作答並將答案寫在答案卷上，違者不予計分。

- (a)描述體心立方、面心立方及六方最密堆積三種晶體結構(5分);(b)計算上述三種結構的 atomic packing factor(5分)。
- (a)畫圖推導布拉格定律(Bragg Law) (5分);(b)X 射線之鎢靶 $K_{\alpha 1}$ 線之波長為 0.0209 nm，某體心立方晶體{110}面之間隔為 0.1181 nm，請問最多可以有幾階之建設性干涉(5分)?
- 舉例並詳細說明晶體之四種鍵結(10分)。
- (a)繪圖說明使完美晶體產生滑移所需施加之最大剪應變及剪應力。(5分)(b)繪圖說明為何有差排存在時，產生滑移會容易許多(5分)。
- 說明 Frank-Read Source 如何運作(10分)。
- (a)寫出 Hall-Patch equation，說明每個符號之意義(5分)。(b)說明晶界對機械性質之影響及原因(5分)。
- 對一個簡單立方晶體，推導擴散的 Fick's First Law(10分)。
- 解釋圖(1)。(10分)
- 寫出 Hume-Rothery 法則。(10分)
- 圖(2)為銅銀相圖。今有一 88 wt% Ag-12 wt% Cu 合金，令 ΔT 趨近於零，(a)在 $780^\circ\text{C} + \Delta T$ ，有哪些相(1分)? 組成為何(2分)? 所佔比例各是多少(2分)? (b) 在 $780^\circ\text{C} - \Delta T$ ，有哪些相(1分)? 組成為何(2分)? 所佔比例各是多少(2分)?



圖(1)



圖(2)