

115MR01

國立臺北科技大學 115 學年度碩士班招生考試

系所組別：3401 資源工程研究所

第一節 基礎熱力學 試題 (選考)

第 1 頁 共 2 頁

注意事項：

1. 本試題共 20 題，每題 5 分，共 100 分。
2. 不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在答案卷上。
3. 全部答案均須在答案卷之答案欄內作答，否則不予計分。

1. 關於熱力學勢函數的偏微分轉換，下列哪一個關係式是正確的？

(A) $\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$ (B) $\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$ (C) $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = \left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V$ (D) $\left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_T = -V$

2. 在 Joule-Thomson 效應中，氣體在絕熱可逆膨脹過程中保持不變的狀態函數為何？

(A) Internal energy, U (B) Entropy, S (C) Enthalpy, H (D) Gibbs free energy, G

3. 對於 1 莫耳符合 van der Waals 氣體方程式 $\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$ 的真實氣體，其等

溫可逆膨脹時內能隨體積的變化 $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ 等於：

(A) 0 (B) $\frac{a}{V^2}$ (C) $-\frac{a}{V^2}$ (D) $P + \frac{a}{V^2}$

4. 根據熱力學第三定律，當絕對溫度趨近於 0 K 時，下列敘述何者正確？

(A) 系統的等壓莫耳熱容量 C_p 趨近於一個大於零的常數；(B) 等溫壓縮係數 β 趨近於無窮大；(C) 物質的熱膨脹係數 α 趨近於零；(D) 自發反應的 ΔG 必定等於零

5. 考慮一個純物質的單分量系統，在三相點 (Triple Point) 處，下列哪項性質在三相之間是不相同的？

(A) Gibbs free energy, G (B) Entropy, S (C) Temperature, T (D) Chemical potential, μ

6. 利用 Clausius-Clapeyron 方程式分析固-液相界線時，若某物質 (如 H_2O) 在熔化時體積縮小 ($\Delta V_m < 0$)，則其壓力與熔點溫度的關係為何？

(A) 壓力增加，熔點升高；(B) 壓力增加，熔點降低；(C) 壓力增加，熔點不變；(D) 熔點僅取決於大氣壓力

7. 在推導 $C_p - C_v$ 的關係時，下列哪一個普通熱力學公式是正確的？

(A) $T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$

(B) $C_p - C_v = R$ (適用於所有氣體)

(C) $C_p - C_v = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_P$

(D) $C_p - C_v = T \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P^2 \left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$

8. 對於理想氣體的絕熱可逆過程，其 $P - V$ 關係遵循 $PV^\gamma = constant$ 。若考慮真實氣體，此過程中的熵變 ΔS 為：

(A) $\Delta S > 0$ (B) $\Delta S < 0$ (C) $\Delta S = 0$ (D) 取決於氣體分子的運動自由度

9. 在定溫定壓系統中，若一個化學反應的 $\Delta H > 0$ 且 $\Delta S > 0$ ，該反應趨向自發的條件是：

(A) 降低溫度 (B) 提高溫度 (C) 增加壓力 (D) 減少反應物濃度

10. Gibbs 自由能 $G(P, T)$ 的全微分形式 $dG = -SdT + VdP$ 隱含了下列哪一個二階偏微分關係？

(A) $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T$ (B) $\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P$ (C) $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_P = S$ (D) $\left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_T = -V$

11. 考慮一含有 N 個格子點與 n 個空位之晶體。若 $N, n \gg 1$ ，試利用 Boltzmann 公式與 Stirling 近似式求出之排列組態熵 S_{conf} 多大？

(A) $S = k[N \ln N - n \ln n - (N - n) \ln (N - n)]$

(B) $S = k[N \ln N + n \ln n + (N - n) \ln (N - n)]$

(C) $S = k[n \ln N - N \ln n]$

(D) $S = k[(N - n) \ln N - n \ln (N - n)]$

注意：背面尚有試題

12. 試判斷下列何者為定溫下，焓隨壓力之變化率的正確表達式？

- (A) $V(1 + \alpha T)$ (B) $V(1 - \alpha T)$ (C) $-V\alpha T$ (D) $C_p/(\alpha T)$

(註： α 為體膨脹係數)

13. 在統計熱力學中，若一個系統只有兩個能階 0 與 ϵ 。當溫度 $T \rightarrow \infty$ 時，該系統的平均能量 \bar{E} 與莫耳熱熵 S_{th} 分別趨近於：

- (A) $\bar{E} \rightarrow \epsilon$, $S_{th} \rightarrow R \ln 2$ (B) $\bar{E} \rightarrow \epsilon/2$, $S_{th} \rightarrow R \ln 2$ (C) $\bar{E} \rightarrow 0$, $S_{th} \rightarrow 0$ (D) $\bar{E} \rightarrow \epsilon/2$, $S_{th} \rightarrow 0$

14. 根據純物質系統的相平衡條件，在一階相變（如熔化或氣化）發生時，下列哪一組物理量在兩相之間是不連續（Discontinuous）的？

- (A) 化學勢 μ 與溫度 T (B) 莫耳吉布斯自由能 G 與壓力 P (C) 莫耳熵 S 與莫耳體積 V (D) 溫度 T 與壓力 P

15. 根據 Gibbs 相律（Phase Rule），在一個具有 C 個組分且包含一個化學反應（如 $A + B = C$ ）的系統中，若所有組分在 P 個相中均存在且達到平衡，其自由度 F 為：

- (A) $F = C - P + 2$ (B) $F = C - P + 1$ (C) $F = (C - 1) - P + 2$ (D) $F = C - P$

16. 利用 Maxwell Relations，試推導定溫下體積的改變對定容莫耳熱容量的影響，

$\left(\frac{\partial C_V}{\partial V}\right)_T$ 應等於：

- (A) $T \left(\frac{\partial^2 P}{\partial T^2}\right)_V$ (B) $-T \left(\frac{\partial^2 V}{\partial T^2}\right)_P$ (C) $T \left(\frac{\partial^2 S}{\partial T^2}\right)_V$ (D) 0

17. 考慮一純物質的固-液平衡。若固相的熱膨脹係數 $\alpha_{(S)}$ 大於液相 $\alpha_{(L)}$ ，且固相的等溫壓縮係數 $\beta_{(S)}$ 大於液相 $\beta_{(L)}$ 試問，當壓力大幅增加時，該物質的熔化焓 ΔH_m 會如何變化？

- (A) 增加 (B) 減少 (C) 不變 (D) 資料不足，無法判斷。

18. 在一個孤立系統（Isolated System）中發生自發過程。此時系統的總能量 U 與總微觀狀態數 Ω 的變化關係為何？

- (A) $\Delta U = 0, \Delta \Omega = 0$ (B) $\Delta U < 0, \Delta \Omega > 0$ (C) $\Delta U = 0, \Delta \Omega > 0$ (D) $\Delta U > 0, \Delta \Omega > 0$

19. 根據 Debye 固體模型，在極低溫條件下 ($T < 10 \text{ K}$)，推導出之莫耳熱容 C_V 與溫度之變化關係為：

- (A) 與 T^3 呈正比 (B) 趨近於常數 $3R$ (C) 呈指數等級 (Exponentially) 之變化 (D) 趨近於無窮大

20. 若一氣體之狀態方程式滿足 $P(V - b) = RT$ (其中 b 為常數)，則該氣在定溫下之內能隨體積之變化率 $\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$ 為：

- (A) $RT/(V - b)^2$ (B) b/V^2 (C) P (D) 0