

經濟部所屬事業機構 114 年新進職員甄試試題

類別：化工製程

節次：第二節

科目：1. 化工熱力學 2. 化學反應工程學

注意
事項

1. 本試題共 4 頁(A3 紙 1 張)。
2. 可使用本甄試簡章規定之電子計算器。
3. 本試題為單選題共 50 題，每題 2 分，共 100 分，須用 2B 鉛筆在答案卡畫記作答，於本試題或其他紙張作答者不予計分。
4. 請就各題選項中選出最適當者為答案，答錯不倒扣；畫記多於 1 個選項或未作答者，該題不予計分。
5. 本試題採雙面印刷，請注意正、背面試題。
6. 考試結束前離場者，試題須隨答案卡繳回，俟本節考試結束後，始得至原試場或適當處所索取。
7. 考試時間：90 分鐘。

- [B] 1. 下列何者為逸度(fugacity)的單位？
(A)溫度 (B)壓力 (C)體積 (D)無單位
- [A] 2. 關於冰的熔點與壓力的關係，下列何者正確？
(A)壓力增加熔點下降 (B)壓力增加熔點上升
(C)熔點與壓力無關 (D)無法判斷
- [D] 3. 下列何者非屬理想迪塞爾循環(Diesel cycle)之4個基本熱力學步驟？
(A)絕熱壓縮 (B)等容放熱 (C)絕熱膨脹 (D)等容吸熱
- [A] 4. 請問下列公式何者正確？
(A) $(\frac{\partial G}{\partial T})_P = -S$ (B) $(\frac{\partial G}{\partial T})_P = S$ (C) $(\frac{\partial G}{\partial T})_P = -V$ (D) $(\frac{\partial G}{\partial T})_P = V$
- [B] 5. 假設某純物質在溫度為350 K、370 K時，蒸氣壓分別為10 kPa、40 kPa，若在此溫度範圍內將其汽化熱視為定值，且蒸氣亦為理想氣體，請問其汽化熱為多少？
(A) 37.31 kJ/mol (B) 74.63 kJ/mol (C) 112.05 kJ/mol (D) 149.06 kJ/mol
- [B] 6. 1 mol氮氣理想氣體，由初始狀態 $T_1 = 300 \text{ K}$ 、 $P_1 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 改變至 $T_2 = 450 \text{ K}$ 、 $P_2 = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，已知定壓莫耳熱容量 $C_p = \frac{7}{2}R$ 並視為定值，請問氮氣的熵變化(ΔS)為多少？
(A) 5.76 J/K (B) 6.04 J/K (C) 8.43 J/K (D) 11.80 J/K
- [A] 7. 水在三相點時，自由度為多少？
(A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3
- [B] 8. 假設某理想氣體初始狀態為體積 $V_1 = 3 \text{ m}^3$ 、壓力 $P_1 = 10 \text{ atm}$ ，在經歷可逆絕熱膨脹後，最終體積為 $V_2 = 7 \text{ m}^3$ 。已知定容莫耳熱容量 $C_v = \frac{5}{2}R$ 並視為定值，請問最終狀態壓力 P_2 為多少？
(A) 1.20 atm (B) 3.05 atm (C) 4.29 atm (D) 6.31 atm
- [A] 9. 假設某物質的蒸氣壓可由安東尼方程式(Antoine equation)表示，其常數 $A = 16.3872$ ， $B = 3885.70$ ， $C = 230.17$ ，試求該物質在 50°C 時的蒸氣壓 P 為多少？已知此方程式中壓力項以 \ln (自然對數)表示，單位為 kPa，溫度 T 以 $^\circ\text{C}$ 為單位。
(A) 12.41 kPa (B) 22.42 kPa (C) 124.05 kPa (D) 224.18 kPa
- [D] 10. ①水②甲醇③正丁烷④氮氣以上4種物質，依其離心係數(acentric factor) ω 由小到大排序，請問下列何者正確？
(A) ①④②③ (B) ①④③② (C) ④①②③ (D) ④③①②

- [C] 11. 若某系統可能的微觀狀態數從 $\Omega_1 = 10^{100}$ 增加到 $\Omega_2 = 10^{120}$ ，波茲曼常數 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ，試求系統的熵變化 ΔS 為多少？
 (A) $6.36 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ (B) $2.76 \times 10^{-22} \text{ J/K}$ (C) $6.36 \times 10^{-22} \text{ J/K}$ (D) $2.76 \times 10^{-21} \text{ J/K}$
- [D] 12. 某二元氣液平衡系統中有1 mol混合物，於固定溫度下成分A的液相莫耳分率 $x_A = 0.3$ ，氣相莫耳分率 $y_A = 0.8$ ，整體組成的莫耳分率 $z_A = 0.5$ ，試求液相莫耳數為多少？
 (A) 0.2 mol (B) 0.4 mol (C) 0.5 mol (D) 0.6 mol
- [A] 13. 在定溫下，波以耳定律(Boyle's law)描述，係屬於下列何項物理性質間之關係？
 (A) 體積與壓力 (B) 體積與溫度 (C) 壓力與溫度 (D) 壓力與莫耳數
- [C] 14. 一台冰箱由冷藏室吸收12 kW的熱量，並排放15 kW的熱量到室外。請問該冰箱的性能係數(coefficient of performance)為何？
 (A) 2.5 (B) 3.0 (C) 4.0 (D) 5.0
- [B] 15. 在一氣液平衡系統中，總壓 $P = 100 \text{ kPa}$ 。若成分A： $P_A^{\text{sat}} = 50 \text{ kPa}$ ， $\gamma_A = 1.10$ ， $\phi_A = 0.98$ ；成分B： $P_B^{\text{sat}} = 120 \text{ kPa}$ ， $\gamma_B = 0.90$ ， $\phi_B = 0.97$ ，假設液相莫耳分率相同，請問何種成分較易揮發(註： P^{sat} 為飽和蒸氣壓、 γ 為液相活性係數、 ϕ 為氣相逸度係數)？
 (A) 成分A (B) 成分B (C) 兩者相同 (D) 無法判斷
- [A] 16. 5 mol的理想氣體，溫度為300 K時其壓力2 atm，若在等溫下經歷可逆壓縮後，最終壓力6 atm，試問此過程中氣體吸收的熱量為多少？
 (A) -13.70 kJ (B) -6.85 kJ (C) 6.85 kJ (D) 13.70 kJ
- [C] 17. 一個理想奧圖循環(Otto cycle)引擎的壓縮比(compression ratio) $r = 9$ ，若工作流體為理想氣體狀態之空氣，其定容莫耳比熱為 $C_v = 20.785 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ ，請問該循環的熱效率 η 為多少？
 (A) 0.50 (B) 0.54 (C) 0.58 (D) 0.62
- [C] 18. 某反應在298 K下的標準吉布斯能變化為 $\Delta G_1^\circ = -20.0 \text{ kJ/mol}$ ，標準焓變為 $\Delta H^\circ = -40.0 \text{ kJ/mol}$ 。假設 ΔH° 不隨溫度變化，請問該反應在310 K下的 ΔG_2° 為多少？
 (A) -24.2 kJ/mol (B) -22.4 kJ/mol (C) -19.2 kJ/mol (D) -17.8 kJ/mol
- [D] 19. 某氣體在300 K下遵循范德瓦(Van der Waals)方程式，其常數 $a = 0.2 \text{ Pa}\cdot\text{m}^6/\text{mol}^2$ ， $b = 1.0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{mol}$ ，已知氣體的體積 $V = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{mol}$ ，則該氣體的壓縮因子 Z 為多少？
 (A) 0.98 (B) 1.01 (C) 1.05 (D) 1.09
- [B] 20. 若某氣體之狀態由300 K、100 kPa變為350 K、120 kPa，已知體積膨脹係數(volume expansivity) $\beta = 3 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ ，等溫壓縮係數(isothermal compressibility) $\kappa = 1 \times 10^{-2} \text{ kPa}^{-1}$ ，假如初始體積為 2 m^3 ，請問改變後之體積為多少？
 (A) 1.64 m^3 (B) 1.90 m^3 (C) 2.35 m^3 (D) 2.77 m^3
- [D] 21. 一卡諾循環的高溫熱源為500 K，低溫熱源為300 K。若系統在此循環中對外作功400 kJ，請問從高溫熱源吸收的熱量 Q_H 為多少？
 (A) 600 kJ (B) 666.67 kJ (C) 800 kJ (D) 1000 kJ
- [C] 22. 某反應在溫度為27 °C與77 °C下的平衡常數 K 分別為2.0與4.0，假設反應的標準反應焓 ΔH° 不隨溫度變化，請問 ΔH° 為多少？
 (A) 6.05 kJ/mol (B) 11.60 kJ/mol (C) 12.11 kJ/mol (D) 24.22 kJ/mol
- [C] 23. 在1 atm下，3 mol的水由40 °C加熱至120 °C，已知水在液相與氣相的定壓莫耳熱容量分別為 $C_{P(l)} = 75.3 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ 、 $C_{P(g)} = 36.4 \text{ J/(mol}\cdot\text{K)}$ ，汽化熱 $\Delta H_{\text{vap}} = 40.7 \text{ kJ/mol}$ ，若物性可視為常數，且沸點不隨壓力變化，請問水的總熵變化(ΔS)為多少？
 (A) 247.15 J/K (B) 355.72 J/K (C) 372.52 J/K (D) 426.21 J/K
- [B] 24. 某反應在25 °C下的標準吉布斯能變化 $\Delta G^\circ = 5.7 \text{ kJ/mol}$ ，此溫度下反應的平衡常數 K 為何？
 (A) 0.01 (B) 0.10 (C) 1.00 (D) 10.00

- [D] 25. 一理想二元液體混合物中，某揮發性液體A在溶液中的莫耳分率 $x_A = 0.2$ 。此液體在該溫度下的飽和蒸氣壓 $P_A^* = 60 \text{ kPa}$ ，實測其平衡分壓 $P_A = 18 \text{ kPa}$ 。求此液體的活性係數 γ_A 為多少？
(A) 0.50 (B) 0.75 (C) 1.00 (D) 1.50
- [D] 26. 某一液態勻相反應 $2A + 3B \rightarrow 4C + 5D$ ，已知成分A與D的反應速率式分別為： $-r_A = k_A C_A$ ， $r_D = k_D C_A$ 。若 $k_A = 10 \text{ s}^{-1}$ ，請問 k_D 為下列何者？
(A) 10 s^{-1} (B) 15 s^{-1} (C) 20 s^{-1} (D) 25 s^{-1}
- [B] 27. 重油加氫脫硫製程常使用鈷鉬觸媒作為催化劑，將油料中硫化物反應轉化為甲物質，再將之與脫硫油料分離，產出符合環保法規之低硫燃油。請問甲物質為下列何者？
(A) 亞硫酸 (B) 硫化氫 (C) 硫磺 (D) 二硫化碳
- [D] 28. 物理參數依性質可分為內涵性質(intensive property)及外延性質(extensive property)，請問下列何者屬於外延性質？
(A) 表面張力 (B) 折射率 (C) 溫度 (D) 動量
- [A] 29. 恆溫恆容之批式反應器發生一級反應 $2A_{(g)} \rightarrow 3B_{(g)} + C_{(g)}$ ，已知反應速率常數 $k = 4 (\text{秒})^{-1}$ ，請問A物質濃度反應為初始濃度一半時，需要多少時間？
(A) 0.17 秒 (B) 0.34 秒 (C) 0.52 秒 (D) 0.69 秒
- [D] 30. 物質A發生平行反應生成期望產物R及非期望產物S。反應式及速率式分別為 $A \rightarrow R$ ， $r_R = 2C_A$ ； $2A \rightarrow S$ ， $r_S = 4C_A^2$ 。請問R之瞬時產率(instantaneous fractional yield) $\phi(R/A)$ 為何？
(A) $\frac{1}{1+2C_A}$ (B) $\frac{1}{2C_A}$ (C) $2C_A + 1$ (D) $\frac{1}{1+4C_A}$
- [C] 31. 關於不可逆之串聯反應 $A \rightarrow B \rightarrow C$ ，下列敘述何者正確？
(A) 成分C既是反應生成物，也是反應物 (B) 總反應速率以最快之反應步驟為代表
(C) 成分B之生成速率 $r_B = -r_A - r_C$ (D) 成分C之生成速率 $r_C = -r_A$
- [C] 32. A溶液與B溶液之濃度及體積皆相同，混合後發生 $A + B \rightarrow C$ 均勻液相之零級反應，已知反應經過1小時後60%的A物質完成反應。請問反應發生2小時後，A物質之轉化率為多少？
(A) 60% (B) 80% (C) 100% (D) 120%
- [B] 33. 請問下列何者為生產氫氣之化學反應？
(A) 克勞斯反應(Claus reaction) (B) 水蒸氣甲烷重組反應(steam methane reforming)
(C) 加氫脫硫反應(hydrodesulfurization) (D) 芳香烴飽和反應(aromatics saturation)
- [D] 34. 恆容批式反應器發生基元反應： $2A \rightarrow B$ ，若以反應時間(t)為x軸，①為y軸作圖，可得斜率為②之一直線。上述①、②依序為下列何者？(C_A 表示A物質濃度， k 為反應速率常數)
(A) C_A ， k (B) C_A^2 ， $-k$ (C) $-C_A^{-1}$ ， $-k$ (D) C_A^{-1} ， k
- [B] 35. 推導反應速率式時使用之穩態近似法(steady state approximation)，請問其核心之假設為何？
(A) 主要反應過程中，反應物濃度恆為定值 (B) 主要反應過程中，中間產物濃度變化近似於零
(C) 產物之反應速率為速率決定步驟 (D) 反應級數為反應物之化學計量數總和
- [B] 36. 氣相可逆反應 $A_{(g)} \rightleftharpoons 2R_{(g)}$ 在 35°C 時平衡常數 $K_p = 0.6 \text{ atm}$ 。在 35°C 恆溫恆容系統中原即只有A氣體，若其反應50%時達平衡，請問此時系統壓力為多少？
(A) 0.35 atm (B) 0.45 atm (C) 0.55 atm (D) 0.65 atm
- [D] 37. 關於反應器重要設計參數：空間速度(space velocity)，下列敘述何者正確？
(A) 單位為 m^3/s (B) 空間速度與空間時間(space time)為正比關係
(C) 空間速度也稱為滯留時間 (D) 空間速度 = 進料體積流率/反應器體積
- [A] 38. 一均勻液相反應 $A \rightarrow R$ 經實驗分析，發現A物質半衰期 $t_{1/2}$ (half-life)與其初始濃度 C_{A0} 的一次方成正比關係，請問下列何者為該反應之級數？
(A) 零級 (B) 一級 (C) 二級 (D) 三級

- [B] 39. 下列與輕油(naphtha)相關之化學反應，何者無助於提高其辛烷值？
 (A)異構化反應(isomerization) (B)輕油裂解反應(naphtha cracking)
 (C)芳構化反應(aromatization) (D)正烷烴脫氫環化反應(dehydrocyclization)
- [D] 40. 某個一級反應於127 °C時之反應速率為27 °C時的8倍，若活化能不受溫度變化之影響，依據阿瑞尼士方程式 (Arrhenius equation)，請問此反應活化能為多少？
 (A) 2.49 kJ/mol (B) 4.96 kJ/mol (C) 10.37 kJ/mol (D) 20.75 kJ/mol
- [B] 41. 液體反應物A以體積流率2 m³/s流入柱塞流反應器(PFR)，並於其中發生液態勻相反應，已知反應物A之初始濃度為0.5 mol/m³，反應速率式 $-r_A = 4C_A^2$ mol/(m³·s)，經量測反應器出口之A物質濃度為0.25 mol/m³，請問此PFR反應器之體積為下列何者？
 (A) 0.5 m³ (B) 1 m³ (C) 2 m³ (D) 4 m³
- [C] 42. 一氣相反應 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ，已知下列成分之莫耳標準生成焓 ΔH_f° 為 $\text{NH}_3(\text{g}) = -11 \text{ kcal/mol}$ ， $\text{NO}(\text{g}) = +22 \text{ kcal/mol}$ ， $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -58 \text{ kcal/mol}$ 。若今有2 mol的 $\text{NH}_3(\text{g})$ 於標準狀態完全反應，請問反應焓 ΔH 為多少？
 (A) -25 kcal (B) -50 kcal (C) -108 kcal (D) -216 kcal
- [A] 43. 化工製程常以變壓吸附(pressure swing adsorption)技術純化氫氣。粗氫氣在系統①狀態通過吸附劑，吸附一氧化碳等不純物後獲得高純度氫氣。待吸附劑飽和後，再於系統②狀態進行脫附再生程序，週而復始循環操作。上述①、②依序為下列何者？
 (A)高壓，低壓 (B)低壓，高壓 (C)高溫，低溫 (D)低壓，低溫
- [A] 44. 有關阿瑞尼士方程式(Arrhenius equation) $k = k_0 \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right)$ ，下列敘述何者正確？
 (A)參數 k_0 與反應物碰撞頻率及方向有關 (B)參數 k_0 為無因次參數
 (C) $\ln(k)$ 對 T^{-1} 作圖可得斜率為 $\ln(k_0)$ 直線 (D)反應速率常數 k 與溫度成反比
- [C] 45. 關於反應速率式，請問下列敘述何者正確？
 (A)反應級數愈大，反應速率愈快 (B)反應級數必為 ≥ 0 之正整數
 (C)反應速率常數 k 可能因觸媒參與而改變 (D)反應速率常數 k 單位為無因次
- [C] 46. 一均勻液相反應 $A + B \rightarrow R$ ，反應速率式為 $-r_A = C_A$ ， $-r_A$ 單位為mol/(m³·s)。今以柱塞流反應器(PFR)串聯連續攪拌反應器(CSTR)進行反應，已知進料量 $F_{A0} = 3 \text{ mol/s}$ ， $C_{A0} = 2 \text{ mol/m}^3$ ，反應物A在PFR出口轉化率 $x_{A1} = 0.632$ ，在CSTR出口轉化率 $x_{A2} = 0.816$ ，請問此2座反應器之體積總合為多少？
 (A) 1 m³ (B) 2 m³ (C) 3 m³ (D) 4 m³
- [A] 47. 反應物A發生平行反應生成產物R及S，已知產物R之瞬時產率 $\phi\left(\frac{R}{A}\right) = \frac{1}{C_A^2 + 2}$ ，若進料及反應條件皆相同，下列何種反應器設計可於出口獲得產物R之最大濃度 $C_{R-\max}$ ？
 (A)單座CSTR (B)單座PFR (C) 2座PFR並聯 (D) PFR(前)串聯CSTR(後)
- [A] 48. 某一均勻氣相反應 $A(\text{g}) + 5B(\text{g}) \rightarrow 6C(\text{g}) + 4D(\text{g})$ 。今將A氣體0.1 mol、B氣體0.5 mol以及不參與反應的氫氣0.4 mol同時注入恆溫恆壓反應器後開始反應，已知反應器初始體積 V_0 為5 m³，所有氣體皆為理想氣體，請問反應器體積 V 與氣體A轉化率 x_A 之關係式為下列何者？
 (A) $V = 5 + 2x_A$ (B) $V = 5 - x_A$ (C) $V = 5 + 20x_A$ (D) $V = 10 + 4x_A$
- [D] 49. 某放射性元素之強度衰減為一級反應，半衰期為6.93年。請問其放射性強度衰減至原本的25%需要多少時間？
 (A) 1.73年 (B) 8.86年 (C) 10.24年 (D) 13.86年
- [C] 50. 一均勻液相之基元反應(elementary reaction) $A + 2B \rightarrow C$ ，若將2 mol的A與4 mol的B放入1公升之恆溫容器中進行反應，請問A消耗一半時之反應速率是初始反應速率之多少倍？
 (A) 1/32倍 (B) 1/16倍 (C) 1/8倍 (D) 4倍