

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。

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
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
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
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) $(\frac{\partial G}{\partial T})_P = V$
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
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
7. 水在三相點時，自由度為多少？
(A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3
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
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
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

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) $2.76 \times 10^{-21} \text{ J/K}$
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

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
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}
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
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
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
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) $\frac{1}{1+4C_A}$
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 $r_C = -r_A$
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%
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)
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
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
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
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
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

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)
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
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
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
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，低溫 (B)低壓，高壓 (C)高溫，低溫 (D)低壓，低溫
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
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
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
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)
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) $V = 10 + 4x_A$
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
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