

經濟部所屬事業機構 109 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 5 頁(含 A3 紙 1 張、A4 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，各題答對得該題所配分數，答錯或畫記多於 1 個選項者，倒扣該題所配分數 3 分之 1，倒扣至本科之實得分數為零為止；未作答者，不給分亦不扣分。
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. 1 莫耳的單原子分子理想氣體從狀態 A 變為狀態 B，假設在不知為何種氣體，但已知狀態 A、B 兩者之壓力、體積和溫度下，請問可得知該氣體下列何種選項？
(A) 氣體內能的變化 (B) 氣體所做的功
(C) 氣體傳給外界的熱量 (D) 氣體的質量
2. 對於熱力學第二定律的敘述，下列何者有誤？
(A) 熱不可能自行從低溫物體傳給高溫物體
(B) 不可能從單一熱源吸熱後完全變為有用的功，而不引起其他變化
(C) 自發過程皆為不可逆
(D) 系統從一個平衡態到另一個平衡態的過程中，若過程不可逆，則熵減少
3. 將數種液體混合後，若混合液為理想液體，下列何者有誤？(E：內能、H：熱焓量、G：自由能、V：體積)
(A) $\Delta H_{mix} = 0$ (B) $\Delta E_{mix} = 0$ (C) $\Delta V_{mix} = 0$ (D) $\Delta G_{mix} = 0$
4. 有關麥斯威爾(Maxwell)關係式，下列何者有誤？
(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) $\left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P$ (D) $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = \left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V$
5. 關於熱力學的敘述，下列何者正確？
(A) 理想氣體內能變化量，僅為壓力的函數
(B) 功與熱量為狀態函數
(C) 系統與外界無質量與能量交換，稱為密閉系統(Closed system)
(D) 任何氣體經歷一可逆循環過程，其焓值變化量必為 0
6. 1 公克 0°C 的冰與 10 公克 100°C 的水混合，請問熵變化量(ΔS)為多少 $\left(\frac{\text{cal}}{^\circ\text{K}}\right)$? (已知水的凝固熱為 $80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$ ，水的 $C_p = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}\cdot^\circ\text{C}}$)
(A) -0.515 (B) 0.293 (C) 0.515 (D) 0.58

7. 關於熱力學第三定律之敘述，下列何者正確？
 (A) 在絕對零度時，任何物質的熵等於零
 (B) 在絕對零度時，具有完美晶體(perfect crystal)的熵等於零
 (C) 在 0°C 時，任何物體的熵等於零
 (D) 在 0°C 時，具有完美晶體(perfect crystal)的熵等於零
8. PCl_5 的分解反應是 $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ ，在 473°K 達到平衡時， $\text{PCl}_5(\text{g})$ 有 48.5 % 分解，在 573°K 達到平衡時，有 97 % 分解。前述反應下列何者正確？
 (A) 放熱反應 (B) 吸熱反應
 (C) 既不放熱也不吸熱 (D) 這兩個溫度下的平衡常數相等
9. 下列各系統敘述，何者自由度(degree of freedom)不為 0？
 (A) 壓力為 20 kg/cm^2 的丙烯液體經減壓閥減壓為 4 kg/cm^2 氣液兩相的丙烯，且兩相平衡
 (B) 碳酸鈣受熱分解的反應系統： $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
 (C) $\text{NaCl}(\text{s})$ 與 NaCl 飽和水溶液在 25°C 及 1 atm 下達平衡
 (D) 純水在其三相點時
10. 5 莫耳雙原子理想氣體在等壓可逆下，由 -23°C 加熱至 227°C ，其焓之變化量(ΔH)為多少焦耳？
 ($R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mole}\cdot\text{K}}$)
 (A) 15589 (B) 15981 (C) 36374 (D) 46766
11. 某定量理想氣體在 3 atm 下，進行可逆等壓膨脹由 2 l 變成 8 l ，內能變化量為 15 cal ，則此過程吸收之熱量為多少 cal ？($1 \text{ atm} \times \text{l} = 24.22 \text{ cal}$ ； l 表示公升)
 (A) 350 (B) 400 (C) 435 (D) 451
12. 在 100°C 環境下，A 與 B 的混合液體中，A 的莫耳分率為 0.4，若達氣液平衡，則氣相中 A 的莫耳分率為多少？(A 對 B 的相對揮發度為 4.5)
 (A) 0.45 (B) 0.55 (C) 0.65 (D) 0.75
13. 有關可逆過程的敘述，下列何者有誤？
 (A) 為一個無窮小變化的過程 (B) 可逆過程中，系統與外界隨時保持平衡狀態
 (C) 可逆過程中，系統的熵變化必等於零 (D) 卡諾循環中不包括等壓膨脹
14. 吉布氏自由能(Gibbs Free Energy)的定義為何？
 (A) $G \equiv H - TS$ (B) $G \equiv U - TS$ (C) $G \equiv H + TS$ (D) $G \equiv U + TS$
15. 卡諾循環：
 (I) $A \rightarrow B$ ：等溫可逆膨脹(在高溫 T_2) (II) $B \rightarrow C$ ：絕熱可逆膨脹(到低溫 T_1)
 (III) $C \rightarrow D$ ：等溫可逆壓縮 (IV) $D \rightarrow A$ ：絕熱可逆壓縮
 請問下列座標圖形何者有誤？(E：內能、S：熵、T：溫度、P：壓力、V：體積)
 (A) (B) (C) (D)
16. 1 莫耳的理想氣體由同一初始狀態出發，分別經：(I) 等溫膨脹至 T_1 ， P_1 ；(II) 絕熱膨脹至 T_2 ， P_2 ，請問兩者最終狀態溫度間關係為何？
 (A) $T_1 > T_2$ (B) $T_1 = T_2$ (C) $T_1 < T_2$ (D) 無法確定
17. 60°C 時，苯和甲苯的蒸氣壓分別為 385 與 140 mm-Hg。取 4 莫耳苯和 1 莫耳甲苯混合成理想溶液，則混合蒸氣中，苯蒸氣的莫耳分率為多少？
 (A) 0.733 (B) 0.8 (C) 0.916 (D) 0.957

18. 有3項化學反應式如下，請問 K_3 為何？
 (I) $O_2 + 2NO \rightleftharpoons 2NO_2$ ，平衡常數 K_1 (II) $4NO + 2Cl_2 \rightleftharpoons 4NOCl$ ，平衡常數 K_2
 (III) $NO_2 + \frac{1}{2}Cl_2 \rightleftharpoons NOCl + \frac{1}{2}O_2$ ，平衡常數 K_3
 (A) $(K_1)^{\frac{1}{2}}(K_2)^{\frac{1}{4}}$ (B) $\frac{(K_2)^2}{(K_1)^4}$ (C) $\frac{(K_1)^2}{(K_2)^4}$ (D) $\frac{(K_2)^{\frac{1}{4}}}{(K_1)^{\frac{1}{2}}}$
19. 於25°C時，將0.4莫耳的A液與0.6莫耳的B液混合，若混合液為理想溶液，則混合前後自由能 ΔG 變化多少卡(cal)？
 (A) -398.5 (B) 398.5 (C) -16.4 (D) 16.4
20. 由吉勞吉斯-克拉泊壤(Clausius-Clapeyron)式，以液體的蒸氣壓取對數為縱軸，絕對溫度的倒數為橫軸，作圖($\log P$ v.s $\frac{1}{T}$)得一直線，直線斜率代表意義為下列何者？
 (A)凝固熱 (B)汽化熱 (C)昇華熱 (D)燃燒熱
21. 在恆溫下，理想氣體系統的自由能G(Gibbs free energy)，隨著壓力增加會產生下列何種變化？
 (A)不變 (B)減少 (C)增加 (D)無法預測
22. 下列何者正確？
 (A) $(\frac{\partial G}{\partial P})_T = V$ (B) $(\frac{\partial G}{\partial T})_P = V$ (C) $(\frac{\partial G}{\partial P})_S = V$ (D) $(\frac{\partial G}{\partial P})_T = -S$
23. 水與冰的比容在0°C時分別是1.0001 $\frac{cc}{g}$ 及1.0907 $\frac{cc}{g}$ ，0°C冰的溶解熱是79.8 $\frac{cal}{g}$ ，如外壓增加1 atm時，則熔點變化為何？
 (A)升高0.0150°C (B)下降0.0150°C (C)升高0.0075°C (D)下降0.0075°C
24. 某氣體對抗一可變壓力而膨脹，而對抗壓力為 $P = \frac{10}{V}$ atm，其中V為氣體在每一膨脹階段之體積，若由10 l膨脹至100 l，氣體之內能變化為 $\Delta E = 100$ cal。請問氣體在此過程中吸熱為多少卡(cal)？(1 atm × l = 24.22 cal，l表示公升)
 (A) 457 (B) 557 (C) 657 (D) 757
25. 設有一熱機(thermal engine)運轉於25°C與100°C之間，則該熱機最大熱效率(thermal efficiency)為下列何者？
 (A) 0.101 (B) 0.201 (C) 0.301 (D) 0.401
26. 下列何者可使氣體液化？
 (A)溫度低於臨界溫度，壓力高於臨界壓力 (B)溫度低於臨界溫度，壓力低於臨界壓力
 (C)溫度高於臨界溫度，壓力高於臨界壓力 (D)溫度高於臨界溫度，壓力低於臨界壓力
27. 對於連續攪拌反應器(CSTR)的敘述，下列何者正確？
 (A)用於小量製造 (B)低轉化率 (C)不易分析內容物 (D)散熱慢，不易控制反應
28. 某化學反應為1級反應，其反應濃度[A]降為原來一半時需5分鐘，則[A]變為原來的四分之一時需多少分鐘？
 (A) 12 (B) 10 (C) 8 (D) 6
29. 何謂零級(zero-order)反應？
 (A)反應速率與溫度及濃度均無關 (B)反應速率與溫度無關
 (C)反應速率與濃度無關 (D)反應速率=0
30. 柱狀反應器(PFR)特性之敘述，下列何者有誤？
 (A)不適用於大量生產 (B)轉化率高
 (C)反應器內流態分佈穩定 (D)適用於反應熱小之反應
31. 某反應，當反應物反應掉5/9所需時間是它反應掉1/3所需時間的2倍，則該反應為幾級反應？
 (A)零級反應 (B)1級反應 (C)2級反應 (D)3級反應

32. $2A_{(g)} \rightarrow B_{(g)}$ 為2級反應，速率方程式表示為： $-\frac{1}{2} \frac{d[A]}{dt} = K[A]^2$ 或 $\frac{-dP_A}{dt} = K_A P_A^2$ ，則 K 與 K_A 的關係為何？
 (A) $K_A = K$ (B) $K_A = 2K$ (C) $K_A = 2K/RT$ (D) $K_A = K/RT$
33. 在一定 T 、 V 下，反應 $2A_{(g)} \rightarrow A_{2(g)}$ ， $A_{(g)}$ 反應掉 $3/4$ 所需的時間是 $A_{(g)}$ 半衰期 $t_{1/2}$ 的2倍，則此反應為幾級反應？
 (A) 零級反應 (B) 1級反應 (C) 2級反應 (D) 3級反應
34. 某一反應的活化能為 $50 \text{ kJ} \cdot \text{mole}^{-1}$ ，當溫度從 300°K 升至 310°K 時，請問反應速率約為原來幾倍？
 (A) 7.3 (B) 5.9 (C) 3.7 (D) 1.9
35. 兩個 $H \cdot$ 與 M 粒子同時相碰撞，發生下列反應： $H \cdot + H \cdot + M \rightarrow H_{2(g)} + M$ ，請問反應的活化能 E_a 為何？
 (A) > 0 (B) $= 0$ (C) < 0 (D) 不能確定
36. 下列有(1)、(2)兩組雙分子之反應式，各為(1) $CH_3CH_2OH + CH_3COOH \rightarrow CH_3CH_2COOCH_3 + H_2O$ ；(2) $CH_4 + Br_2 \rightarrow CH_3Br + HBr$ ，請問碰撞理論中的機率因子 P 之大小順序為何？(P_1 ：(1)反應式之機率因子； P_2 ：(2)反應式之機率因子)
 (A) $P_1 > P_2$ (B) $P_1 = P_2$ (C) $P_1 < P_2$ (D) $P_1 = 2P_2$
37. 某放射性同位素之半衰期為5.2年，試問要經過多少年，其放射性才會衰減至原來的2%？
 (A) 29.4年 (B) 69.4年 (C) 99.4年 (D) 150年
38. 乙烯的氣相水合反應可生成乙醇： $C_2H_4_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightarrow C_2H_5OH_{(g)}$ ，進料含25% 莫耳乙烯、75% 水蒸氣，若反應發生於 125°C 及 1 atm ，該生成物組成中乙醇之莫耳分率為下列何者？(上述反應 $\Delta G^\circ = 1082 \text{ cal}$)
 (A) 0.410 (B) 0.140 (C) 0.041 (D) 0.014
39. N_2 在 300°C 及 $0 \sim 60 \text{ atm}$ 時，其焦耳-湯木生係數為 $\mu_{JT} = 0.0142 - 0.00026 P$ ，請問 N_2 在 300°C 時由 60 atm 膨脹至 20 atm ，其溫度下降量為何？
 (A) 0.152°C (B) 1.152°C (C) 2.252°C (D) 3.252°C
40. 在 25°C 時，下列反應 $\frac{1}{2} I_{2(g)} + \frac{1}{2} Br_{2(g)} \rightarrow IBr_{(g)}$ 之平衡常數 $K_p = 20.5$ ， H_{rxn}° (標準狀態下之反應焓) $= -1.26 \text{ kcal/mole}$ ，請問 100°C 之 K_p 值為何？
 (A) 13.4 (B) 14.4 (C) 15.4 (D) 20.5
41. 影響反應速率常數的最主要因素為何？
 (A) 反應的溫度 (B) 反應物的濃度 (C) 反應的級數 (D) 反應的時間
42. 氣相反應 $A + 2B \rightarrow 2R$ ，請問該反應為幾級？
 (A) 1級 (B) 2級 (C) 3級 (D) 須由實驗確定
43. 用化學方法測定反應速率的最主要困難為何？
 (A) 很難同時測定各物質濃度 (B) 混合物很難分辨
 (C) 不易控制溫度 (D) 不能使反應在指定的時刻完全停止
44. 溫度對於反應速率的影響很大，溫度變化主要是改變下列何者？
 (A) 反應速率常數 (B) 反應機構 (C) 物質濃度或分壓 (D) 活化能
45. 65°C 時 N_2O_5 氣相分解的反應速率常數為 0.292 min^{-1} ，活化能為 $103.3 \text{ kJ} \cdot \text{mole}^{-1}$ ，請問 80°C 時的 K 值 (min^{-1}) 為何？
 (A) 0.39 (B) 1.39 (C) 2.39 (D) 3.39

46. N_2O_5 的熱分解速率常數在 $288^\circ K$ 時為 $9.67 \times 10^{-6} S^{-1}$ ，在 $338^\circ K$ 時為 $4.87 \times 10^{-3} S^{-1}$ 。請問該反應活化能 ($KJ \cdot mole^{-1}$) 為何？
 (A) 1.7 (B) 10.7 (C) 100.7 (D) 107.1
47. 定溫、定容下某一反應的反應機構為： $A + B \xrightleftharpoons[K_{-1}]{K_1} C \xrightarrow{K_3} D$ ，請問 $\frac{d[C]}{dt} = ?$
 (A) $K_1[A][B]$ (B) $K_3[C]$
 (C) $K_1[A][B] - K_{-1}[C]$ (D) $K_1[A][B] - K_{-1}[C] - K_3[C]$
48. 已知平行反應： $A \xrightleftharpoons[K_2]{K_1} B$ ，某溫度時 $K_1 = 3.74 S^{-1}$ ， $K_2 = 4.65 S^{-1}$ ，請問總反應速率常數 K 為何？
 (A) $1.21 S^{-1}$ (B) $1.24 S^{-1}$ (C) $6.39 S^{-1}$ (D) $8.39 S^{-1}$
49. 有一個可逆的2級反應： $A_2 + B_2 \xrightleftharpoons[K_{-1}]{K_1} 2AB$ 其平衡常數 K 的表示式，下列何者正確？
 (A) $\frac{[AB]}{[A_2][B_2]}$ (B) $\frac{[AB]^2}{[A_2][B_2]}$
 (C) $\frac{[A_2][B_2]}{[AB]}$ (D) $\frac{[A_2][B_2]}{[AB]^2}$
50. 抽煙屬於氧化反應的行為，此反應為下列何者？
 (A) 吸附控制 (B) 內在質傳控制
 (C) 化學反應控制 (D) 伴隨著質傳與化學反應控制