

# 教育部受託辦理114學年度 公立高級中等學校教師甄選

## 化工科 試題

### 作答注意事項

1. 本試題共兩部分：選擇題 20 題，及綜合題 2 大題，共計100分；
2. 選擇題請用2B軟心鉛筆在答案卡劃記，綜合題限用藍色、黑色原子筆或鋼筆在答案本上作答，但繪圖時得使用黑色鉛筆。
3. 本科不可以使用電子計算器。

## 第一部分：選擇題 ( 共40分 )

### 一、單選題 ( 每題2分，共40分 )

- ( B ) 1. 正己烷是一種常見溶劑，若將其用於製程中回收溶劑時須先加熱使其汽化。已知正己烷在 $68.7^{\circ}\text{C}$  (即 $341.85\text{K}$ ) 時的沸點，其汽化熱為 $6896\text{cal/mole}$ 。假設汽化為可逆等壓過程，請問此過程中每莫耳正己烷的熵變為多少？(單位： $\text{cal/K}\cdot\text{mol}$ )  
(A)30.18 (B)20.18 (C)10.18 (D)5.18。
- ( A ) 2. 將含有 $\text{Zn}^{2+}$  (甲)、 $\text{Fe}^{3+}$  (乙)、及 $\text{Cu}^{2+}$  (丙)的水溶液，分別以鉛電極通入相同強度的電流進行電解，使在陰極析出相同質量的金屬，則所需時間由長至短的順序為下列何者？( $\text{Zn}=65.4$ ， $\text{Fe}=55.8$ ， $\text{Cu}=63.5$ )  
(A)乙>丙>甲 (B)丙>甲>乙 (C)甲>丙>乙 (D)乙>甲>丙。
- ( C ) 3. 工廠需處理一批高黏度、熱敏感的濃縮溶液，操作流程包括先進行蒸發濃縮，再以低溫方式進行結晶。下列哪一組蒸發與結晶設備的搭配最合適？  
(A)使用順流多效蒸發器濃縮，並以冷卻結晶器結晶  
(B)使用長管式蒸發器濃縮，再用文式結晶器結晶  
(C)使用短管式蒸發器濃縮，再用真空結晶器結晶  
(D)使用升壓蒸發器濃縮，再用分級結晶器結晶。
- ( D ) 4. 某化學實驗中，將A醇與水混合，在 $25^{\circ}\text{C}$ 下會形成兩層液體。上層(A相)含有75%A醇，下層(水相)含有25%A醇。若研究人員將60克的水與40克的A醇混合均勻後靜置，分層達成平衡，則水層中含有的A醇為幾克？  
(A)70 (B)30 (C)7.5 (D)17.5。
- ( D ) 5. 在乾操作業中，「臨界含水率」是評估乾燥行為的重要指標。下列關於臨界含水率及乾燥行為的敘述，何者錯誤？  
(A)物體表面水膜由連續狀態轉為不連續時，含水率會逐漸低於臨界含水率  
(B)臨界含水率為等速乾燥與遞減乾燥階段的分界點  
(C)當物料含水率低於臨界值時，乾燥速率開始下降  
(D)臨界含水率主要由乾燥溫度決定，與物料性質無關。
- ( A ) 6. 細小球狀粒子在流體中自然沉降時，會達到一穩定下降速度，稱為終端速度。請問終端速度與粒徑及流體黏度之間的關係為何？  
(A)與粒徑平方成正比，與流體黏度成反比  
(B)終端速度與粒徑成正比，與黏度平方成反比  
(C)終端速度與粒徑成反比，與黏度成正比  
(D)終端速度與粒徑成正比，與黏度成反比。
- ( A ) 7. 某製程使用泵浦將液體輸送至加熱器，過程中流體經兩段長度與直徑皆相同的圓形水平管。甲管為表面極為平滑的不鏽鋼管，乙管為表面粗糙的鑄鐵管。假設流體性質與體積流量均固定，且管內流動處於紊流區 ( $\text{Re}>10000$ )；在其他條件相同下，下列關於壓降差異的敘述，何者最正確？  
(A)粗糙表面的乙管其摩擦因子大於甲管，導致壓降更大  
(B)兩管雷諾數相同，因此摩擦因子也相同，壓降無差異  
(C)層流區才受粗糙度影響，紊流區壓降與粗糙度無關  
(D)材質不同導致熱傳導率差異，造成壓降不同。

- ( A ) 8. 某零級反應中，反應物的濃度由6.0M經過120秒降至4.2M。請問此反應的速率常數為何？若再經過60秒，反應物濃度為多少？  
(A)0.015M/s；3.3M (B)0.018M/s；2.8M (C)0.020M/s；2.3M (D)0.025M/s；1.5M。
- ( C ) 9. 在能源與建材產業的材料選用中，鈣元素的含量是一項重要的品質評估指標。某研究團隊針對一批礦石樣品進行鈣含量分析，發現其平均測得鈣含量為36.70%。根據該礦石的標準資料，其實際鈣含量為38.00%；請根據上述資訊，判斷下列哪一項敘述最合理？  
(A)該測量的相對標準偏差為1.30%  
(B)該測量的絕對誤差為3.54%  
(C)該測量的百分相對誤差約為3.42%  
(D)該測量的平均偏差為1.30%。
- ( B ) 10. 某工廠使用雙套管熱交換器冷卻熱流體。熱流體流率為1.0kg/s，入口溫度為100℃，出口溫度未知。其比熱為2.09kJ/kg·K。冷卻水的流率為2.0kg/s，入口溫度為10℃，出口溫度為20℃，比熱為4.18kJ/kg·K。若系統在穩定狀態下運作，無熱損失、無相變化，請問熱流體的出口溫度為多少？  
(A)70℃ (B)60℃ (C)50℃ (D)40℃。
- ( B ) 11. 一吸收塔中，氣體總流量為40mol/h，其中氨佔2mol%。若全部氨被60mol/h的水吸收，則水中氨濃度約為多少mol%？  
(A)1.25% (B)1.32% (C)1.60% (D)1.80%。
- ( A ) 12. 一化工研發團隊在設計高純度晶體的結晶製程中，觀察到不同批次的晶體在形狀與大小上差異明顯。實驗記錄指出過程中曾經使用磁場輔助結晶、某一批溶液含微量雜質。此外，冷卻速率與溶液過飽和度亦有調整。綜上，關於影響此晶體成長的因素，下列敘述何者正確？  
(A)使用磁場可能干擾晶面成長速率，導致晶體外形產生變化  
(B)溶液中雜質僅影響晶體的成分，對外形與大小無實質影響  
(C)若單位晶胞一致，晶體在任何條件下外形皆相同  
(D)降低冷卻速率將促使晶核數增加，晶體尺寸減小。
- ( C ) 13. 某化工廠使用板框式過濾器處理反應後的懸浮液，但近期發現濾布經常阻塞，導致濾液混濁且過濾時間延長，工程師評估加入助濾劑來改善操作效率。關於助濾劑的使用，下列敘述何者最合理？  
(A)助濾劑可降低系統操作壓力，因此加得愈多愈好  
(B)助濾劑能提高濾餘液色澤的穩定性與亮度  
(C)適量使用助濾劑可形成預濾層，減少濾布堵塞，並提升濾液澄清度與過濾速率  
(D)助濾劑主要應用於提升蒸發效率，並避免過濾中斷。
- ( B ) 14. 在一密閉容器中放入氯化鈉 (NaCl) 與水，使系統達到氣-液平衡，且氯化鈉溶液已達飽和狀態並出現沉澱（也就是有未溶解的固體NaCl存在）。此時系統的自由度為何？  
(A)0 (B)1 (C)2 (D)3。
- ( D ) 15. 在同溫同體積的A、B、C三個真空容器中，分別充入X、Y、Z三種氣體各1克，測得A、B、C中的壓力分別為90、60、30mmHg。則此三種氣體的分子量比 ( $M_X : M_Y : M_Z$ ) 為？  
(A)6:3:2 (B)1:2:3 (C)3:2:1 (D)2:3:6。

- ( B ) 16. 在 $20^{\circ}\text{C}$ 時，使用同一支奧斯瓦黏度計 (Ostwald viscometer) 測量等體積的A與B兩種液體，其流經毛細管所需時間分別為110秒與220秒。已知A液體的密度與黏度分別為 $2.0\text{ g/cm}^3$ 與 $1.0\text{ cP}$ ，而B液體的黏度為 $1.2\text{ cP}$ ，則B液體的密度( $\text{g/cm}^3$ )為下列何者？  
(A)1.0 (B)1.2 (C)1.6 (D)2.4。
- ( C ) 17. 下列關於吸附現象的敘述，何者正確？  
(A)化學吸附通常為單分子層吸附，且為可逆性過程  
(B)化學吸附可能形成多層分子吸附，並具可逆性  
(C)物理吸附可能形成單層或多層分子吸附，且具可逆性  
(D)物理吸附通常為單分子層吸附，且具不可逆性。
- ( A ) 18. 在下列各種機械輸送設備中，哪一種最不適合用來將粉體輸送至垂直高處？  
(A)帶式輸送機 (B)斗式提升機 (C)螺旋輸送機 (D)梯板輸送機。
- ( B ) 19. 若在水中加入少量界面活性劑作為溶質，下列關於其行為的敘述，何者正確？  
(A)界面活性劑在水溶液表面與溶液內部的濃度無顯著差異  
(B)界面活性劑在水溶液表面的濃度高於溶液內部  
(C)溶質濃度增加對水溶液的表面張力沒有影響  
(D)界面活性劑在水溶液表面的濃度低於溶液內部。
- ( C ) 20. 關於控制閥的敘述，下列何者錯誤？  
(A)控制閥的主要組成包括驅動器與閥體  
(B)控制閥通常作為程序控制系統中的最終控制元件  
(C)氣動式控制閥所需的壓縮空氣壓力無特定限制  
(D)電磁閥屬於電動式控制閥的一種。

## 第二部分：綜合題 (共60分)

### 一、填充題 (每格2分，共8分)

1. 有  $n\text{ mol}$  的氦氣(He)，可視為理想氣體，自初始狀態為：壓力 $P_1=8.2\text{ atm}$ ， $V_1=20.0\text{ L}$ ， $T_1=127^{\circ}\text{C}$ ，可逆絕熱膨脹至終態體積 $V_2=40.0\text{ L}$ ，且終態溫度 $T_2$ 未知，已知 $(0.5)^{0.67} = 0.63$ ，請問：
- (1)終態溫度 $T_2$ 為 -21  $^{\circ}\text{C}$ 。
- (2)根據初始狀態判斷，He的質量為 20.0 g。
2. 鎢 (W) 是一種具有體心立方晶格結構 (Body-Centered Cubic, BCC) 的金屬，原子量約為 $183.84\text{ g/mol}$ ，請根據晶體結構與相關物理參數，回答下列問題：
- (1)若晶格邊長為 $3.165\text{ \AA}$ ，估算鎢的原子半徑為 0.137 nm。
- (2)請以上述條件，算出鎢 (W) 的密度為 19.3  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ 。

## 二、問答與計算 (共52分)

1. 亞佛加厥 (Avogadro, 1811) 在建立其氣體理論時，受到蓋-呂薩克 (Gay-Lussac, 1808) 提出的氣體化合體積定律影響。請根據下列問題作答：

(1)請簡述「蓋-呂薩克氣體化合體積定律」的內容，並舉一個實際的氣體反應例子加以說明。

(例如：氫氣與氧氣反應生成水蒸氣) (4分)

(2)請說明亞佛加厥所提出的氣體理論內容 (又稱亞佛加厥定律)，並指出它與氣體體積和微觀粒子數量的關係。(4分)

(3)根據蓋-呂薩克定律中氣體體積之間呈現簡單整數比的現象，推論亞佛加厥可能的思考歷程，他如何由此現象推導出自己的假說？請以「整數體積比→分子模型」的邏輯方式說明其科學推理。(4分)

2. 某藥廠生產含有乙醯柳酸 ( $C_9H_8O_4$ ) 的感冒藥，A 小組使用 0.1000M 氫氧化鈉滴定分析藥錠中有效成分的含量。假設乙醯柳酸為單質子酸。

(1)若取 1 顆藥錠溶解於水，再以 0.1000M NaOH 滴定，消耗 24.80mL，則此錠中乙醯柳酸含量為幾克？(分子量 180g/mol)。(2 分)

(2)若該藥盒標示每錠有效成分為 0.450g，計算本藥錠的誤差百分比。(2 分)

(3)下列哪一種酸鹼指示劑較適用於此酸鹼測試過程？(A)甲基橙(B)甲基紅(C)酚酞。(2 分)

3. 某研究團隊探討在酸性條件下， $Fe^{2+}$ 與  $MnO_4^-$ 的氧化還原反應，其離子反應式如下：

$Fe^{2+}_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} \rightarrow Fe^{3+}_{(aq)} + Mn^{2+}_{(aq)} + H_2O(l)$ ；反應在 pH=1.0 的條件下進行，研究人員記錄了實驗過程，並使用標準  $KMnO_4$  溶液進行反應觀察，試問：

(1)請將上述反應式於酸性條件下完整離子反應式 (包含電子)。(2 分)

(2)若反應中加入 0.0200 mol  $MnO_4^-$ ，請計算最多可氧化多少 mol  $Fe^{2+}$ ？(2 分)

(3)若欲生成 0.0600 mol  $Fe^{3+}$ ，至少需要消耗多少 mol  $MnO_4^-$ ？(2 分)

(4)若實驗中共使用 25.0 mL、0.160 M 的  $KMnO_4$  溶液，試判斷是否足以完成反應，並說明理由。(2 分)

4. 環保署進行一項空氣品質模擬研究，研究團隊調查某工廠使用的混合有機溶劑對周遭環境的影響。該溶劑為兩種揮發性成分 A 與 B 的理想液體混合物，已知 A 為常見工業用溶劑，其純物蒸氣壓為 300 torr，B 則為較低揮發性的成分，其純物蒸氣壓為 100 torr。該混合液中 A 的莫耳分率為 0.6。試問：

(1)若此混合液置於密閉空間內，且蒸氣完全達到平衡，總壓力維持 220 torr，試問 A 與 B 在蒸氣相中的莫耳分率各為多少？(4 分)

(2)若將此混合液更換為另一種比例 (A 的莫耳分率改為 0.8)，試估計新混合液的蒸氣壓，並比較與前一種混合液的差異，推測哪一種混合比例對空氣污染潛勢較高，並簡述理由。(2 分)

5. 某實驗使用拉環法測定某液體的表面張力。實驗中，白金拉環的周長為10 cm，為了使拉環脫離液面並回復至原水平位置，需施加1.2 g的拉力。請計算該液體的表面張力（以dyne/cm為單位）。(3分)
6. 一理想單原子氣體 A，氣體常數  $R=2 \text{ cal/mol} \cdot \text{K}$ ，其物理行為如理想氣體方程式可描述。今進行兩個不同的熱力學過程如下：
- A. 定體積加熱過程：將 2 mol 氣體 A，自初溫 300K 緩慢加熱至 600K，體積保持不變。
- (提示：單原子理想氣體定容熱容  $C_V=\frac{3}{2}R$ )
- (1) 此過程中，氣體對外是否會做功？請簡述理由。(2分)
- B. 等溫可逆膨脹過程：接續上述狀態，將氣體等溫保持於 600K，進行可逆膨脹，體積由 10L 膨脹至 40L。(已知  $\ln 4=1.386$ )
- (2) 請計算此過程中氣體吸收的熱量（單位：cal）。(3分)
- (3) 請計算此過程中氣體的熵變  $\Delta S$ （單位：cal/K）。(3分)
7. 實驗室可將  $\text{SO}_2$  通入濃硫酸中製備焦硫酸 ( $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ )，再稀釋回硫酸。現以 49.0% 的濃硫酸（比重 1.39）50.0 mL 作反應，請回答下列問題：（原子量：H=1.0、O=16.0、S=32.0）
- (1) 寫出  $\text{SO}_3$  與硫酸製成焦硫酸的反應式。(3分)
- (2) 計算此 50.0 mL 硫酸溶液中所含硫酸的質量 (g)。(3分)
- (3) 若完全反應形成焦硫酸，推算所需  $\text{SO}_3$  的質量 (g)。(3分)