

111年公務人員特種考試關務人員、身心障礙人員考試及  
111年國軍上校以上軍官轉任公務人員考試試題

考試別：關務人員考試  
等 別：三等考試  
類 科：化學工程  
科 目：物理化學（包括化工熱力學）

考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目得以本國文字或英文作答。

- 一、氣體可以區分成理想氣體 (ideal gases) 與非理想氣體 (nonideal gases) 二大類。凡得瓦方程式 (van der Waals equation) 是一種常見用來描述非理想氣體的狀態方程式。請寫出凡得瓦方程式的數學式，並加以說明。(10分)
- 二、20公升的剛性容器 (rigid container)，為一個隔離系統 (isolated system)。此剛性容器以隔板分隔成各10公升的左右二半邊。左半邊裝了一莫爾的理想氣體 A，右半邊為真空，溫度為300K。將隔板移開，讓氣體 A 充滿整個20公升的剛性容器中。氣體焓與熵的改變分別為何？(15分)
- 三、何謂緩衝溶液 (buffer solution)？其原理為何？(15分)
- 四、一個電池 (cell) 包含了浸在鋅離子 (Zn ion) 溶液的鋅電極 (electrode) 與浸在鎘 (Cd) 離子溶液的鎘電極。此電池在25°C的電動勢 (electromotive force, emf)， $\varepsilon_{25^\circ\text{C}} = 0.359 \text{ volt}$ ，鋅電極是負極 (negative electrode)。氧化 (oxidation) 發生在那個電極？電子於外部迴路的流向為何？為什麼？(15分)
- 五、化學反應依據其機制與速率，可以分成一級反應 (first order reaction)、二級反應 (second order reaction)……等。寫出一級反應的速率方程式，並請說明一級反應中，當反應物消耗至起始濃度一半所需的時間 (period of half life)，與反應物起始濃度的關係。(15分)
- 六、在一個大氣壓的條件，純物質 A 的熔點是300°C，純物質 B 的熔點是400°C。此 A-B 的二元系統，液態與固態都是完全互溶；但是有一個 azeotrope 在200°C，其組成為 A-40at.%B。請畫出此 A-B 二元系統相圖、350°C 的吉布斯自由能 (Gibbs free energy) (包含固態與液態) 與組成的圖 ( $\Delta G-x$  diagram at 350°C)、以及 250°C 的吉布斯自由能 (Gibbs free energy) (包含固態與液態) 與組成的圖 ( $\Delta G-x$  diagram at 250°C)。(15分)
- 七、卡諾循環 (Carnot cycle) 是熱力學重要的循環。請畫出卡諾循環的溫度-熵圖 (T-S diagram)，加以說明，並說明卡諾循環的熱效率 (Thermal efficiency) 為何？(15分)